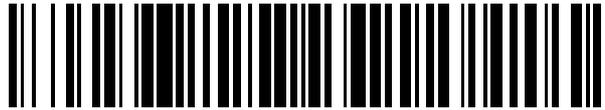


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 456**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2013** **E 13187250 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 2717503**

54 Título: **Procedimiento de transmisión con mecanismo de adaptación de los modos de codificación y de modulación en un margen dinámico**

30 Prioridad:

05.10.2012 FR 1202672

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

16.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EUDES, JACQUES;
TOURET, MARC y
PAILLER, JULLIEN**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 748 456 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 de transmisión con mecanismo de adaptación de los modos de codificación y de modulación en un margen dinámico

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de transmisión entre un emisor y un receptor que utiliza un modo de codificación y de modulación adaptativo, en el que la codificación y la modulación se seleccionan según la comparación de una variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor con un valor umbral más un margen, cuyo margen es variable según la evolución previa de la relación de señal con respecto a ruido.

10

[0002] Las transmisiones, en particular por satélite en bandas EHF y Ka, son sensibles a diferentes fenómenos que son capaces de degradar el equilibrio del enlace entre un emisor y un receptor. Estos fenómenos pueden conducir a variaciones muy rápidas, como el enmascaramiento o la interferencia. La unión del enlace se puede reducir, por tanto, en varios decibelios por segundo.

15

[0003] Otros fenómenos, como las variaciones climáticas, en particular, la lluvia o la desalineación de la antena, tienen efectos rápidos que conducen a una disminución de la ganancia de unas pocas décimas de decibelios por segundo.

20

[0004] Por ejemplo, el documento US 2002/0058505 describe un procedimiento para compensar la atenuación debida a la lluvia en un sistema de comunicación satelital y un dispositivo asociado. Finalmente, otros fenómenos, como la ubicación geográfica del receptor cuando este es móvil, pueden conducir a variaciones más lentas en la ganancia del enlace del orden de una centésima de decibelio por segundo.

25

[0005] Para adaptarse a estas variaciones, se implementan mecanismos de adaptación de los modos de codificación y modulación. El objetivo es adaptar dinámicamente los parámetros de la forma de onda para adaptarse al equilibrio del enlace. Este mecanismo es conocido por el acrónimo ACM que se refiere a «Adaptative Coding and Modulation» en inglés.

30

[0006] Como se sabe *per se*, el mecanismo ACM, al comparar la relación de señal con respecto a ruido con los valores de referencia, permite definir el modo de codificación y modulación adaptado a las condiciones del enlace.

[0007] La propagación de la información entre las entidades de la cadena de transmisión para transmitir información sobre el estado de la comunicación y las órdenes de cambio de codificación y modulación requiere un tiempo considerable, lo que significa que cuando la relación de señal con respecto a ruido disminuye, es necesario cierto tiempo para que el emisor pueda reaccionar a esta disminución.

35

[0008] Para garantizar que la relación de señal con respecto a ruido del enlace nunca sea inferior a la relación de señal con respecto a ruido de referencia necesaria para el receptor, se sabe que proporciona un margen, agregado a la relación de señal con respecto a ruido de referencia, para anticipar las pérdidas de equilibrio de enlace y poder cambiar la codificación y la modulación con suficiente anticipación antes de que las condiciones se degraden demasiado.

40

[0009] Este margen se llama margen ACM.

45

[0010] El margen ACM depende del peor caso de cambio de equilibrio de enlace que el sistema de transmisión tiene que soportar, así como del tiempo de reacción del sistema.

[0011] En general, el margen ACM es estático y está en el orden de 2 a 3 decibelios para las emisiones en la banda Ka y el margen ACM puede ser mayor en la banda EHF.

50

[0012] Cuando las condiciones de propagación de la señal son estables, generalmente debido al cielo despejado, el margen es inútil ya que la relación de señal con respecto a ruido no varía. La potencia de transmisión es, por lo tanto, de 2 a 3 decibelios más alta de lo necesario, reduciendo así el flujo o el ancho de banda en el orden del 50 al 100 %.

55

[0013] Se sabe que el margen ACM varía según la información histórica sobre la evolución de la relación de señal con respecto a ruido.

60

[0014] Estas soluciones tienen la desventaja de que a veces imponen márgenes ACM innecesariamente altos. La variación de la relación de señal con respecto a ruido puede ser del orden de 20 decibelios, lo que provoca la retención de un margen ACM del orden de varios decibelios, sin que esto mejore la comunicación, ya que los fenómenos que han causado la variación de la relación de señal con respecto a ruido son muy breves y no necesitan ser compensados por un cambio en la codificación o modulación.

65

[0015] El objetivo de la invención es proponer un procedimiento de transmisión con codificación y modulación adaptativa en el que la evolución del margen ACM:

- 5 - permita la optimización de la potencia de emisión cuando las condiciones de propagación de la señal son estables
- no conduzca a cambios en el modo de codificación o modulación innecesarios, especialmente en el caso del enmascaramiento o la interferencia

[0016] Para este propósito, el objeto de la invención es un procedimiento de transmisión del tipo mencionado anteriormente, caracterizado porque el margen evoluciona según una función estadística de orden superior a 1 de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor sobre al menos un horizonte temporal y porque el margen evoluciona según una combinación lineal de funciones estadísticas de orden superior a 1 de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor a lo largo de varios horizontes temporales de diferentes longitudes.

[0017] Según realizaciones particulares de implementación, el procedimiento comprende una o varias de las características siguientes:

- el número de horizontes temporales está comprendido entre 2 y 4;
- 20 - el o cada horizonte temporal tiene una duración comprendida entre 2 y 90 segundos;
- la función estadística depende de la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor;
- la función estadística depende de la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor o de un valor máximo predeterminado de la desviación estándar si la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor es mayor que el valor máximo;
- 25 - dicho procedimiento comprende el cálculo de una relación de señal con respecto a ruido predicha que corresponde a la diferencia entre la relación de señal con respecto a ruido medida menos al menos un margen variable, y la codificación y la modulación se seleccionan según la comparación de la relación de señal con respecto a ruido predicha con un valor umbral más un margen fijo.

[0018] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos en los que:

- 35 - la figura 1 es una vista esquemática de una instalación de transmisión para la implementación del procedimiento según la invención; y
- la figura 2 es un diagrama de flujo del algoritmo para determinar los modos de codificación y modulación en el procedimiento de transmisión según la invención.

[0019] La figura 1 muestra una instalación de transmisión 10 que implementa una estación emisora 11, un satélite 12 y una estación de recepción terrestre 14. La transmisión se efectúa, por ejemplo, en banda o en la banda EHF desde la estación emisora 11 a la estación terrestre 14 a través del satélite 12, mediante cualquier medio conocido adecuado. Asimismo, la transmisión tiene lugar en la dirección opuesta.

[0020] El procedimiento de transmisión implementa un mecanismo para adaptar los modos de codificación y modulación conocidos por el acrónimo ACM que significa «Adaptative Coding and Modulation» en inglés, lo que permite adaptar dinámicamente los parámetros de la forma de onda para adaptarse al equilibrio de enlace.

[0021] La estación terrestre 14 incluye medios de emisión a la estación 11' a través del satélite 12 de información relativa a las características medidas de la transmisión, y las solicitudes formuladas por la estación receptora para satisfacer sus necesidades.

[0022] La estación 11 comprende, como se conoce *per se*, medios para determinar el modo de codificación y modulación que deberá utilizarse para la transmisión en función de la información recibida desde la estación 14, en particular en función de la relación de señal con respecto a ruido requerida por la estación 14, denotándose esta última como $C/N_{0_predicha}$.

[0023] Por diseño, la estación 11 está destinada a determinar el modo de codificación y modulación elegido comparando la relación de señal con respecto a ruido requerida por la estación terrestre 14 $C/N_{0_predicha}$ con una relación de señal con respecto a ruido de referencia C/N_{0_ref} más un margen ACM fijo, denotado como Margen_{fijo}. El margen ACM fijo Margen_{fijo} es, por ejemplo, igual a 0,5 decibelios.

[0024] En esta figura también se ilustran las nubes 16, que pueden degradar las condiciones de transmisión, y así reducir la relación de señal con respecto a ruido medida por la estación terrestre 14, posiblemente imponiendo la modificación del modo de codificación y modulación.

[0025] Como se sabe *per se*, la transmisión se realiza por trama, también llamada paquete, según el modo de modulación y codificación.

5 **[0026]** El algoritmo descrito con referencia a la figura 2 se implementa continuamente durante la transmisión parcialmente en la estación terrestre 14 y en la estación 11 mediante medios de cálculo que implementan programas informáticos adaptados.

[0027] Como se ilustra en la figura 2, durante la transmisión y para cada grupo n de k tramas, el receptor calcula un error de canal denotado como $ErrCanal(n)$ en la etapa 100, es decir, la estación terrestre 14 en el ejemplo considerado. Un grupo de k tramas se denomina supertrama ST (k se selecciona de modo que la duración de una supertrama sea del orden de 100 ms para tener estadísticas significativas). Este error de canal es la diferencia entre la relación de señal con respecto a ruido medida por la estación terrestre 14 en la supertrama n denotada como $\Delta C/N_{0_med_esT_n}$ y la potencia de emisión denotada como $PEOR_{Indicación_EST_n}$ de la estación 11.

15 **[0028]** Por lo tanto, $ErrCanal(n) = \Delta C/N_{0_med_esT_n} - PEOR_{Indicación_EST_n}$

[0029] En la etapa 102, y para varios horizontes temporales diferentes numerados como i, la desviación estándar del canal denotado como $DACMMA_σ_i$ es determinada por el receptor en los últimos N_i segundos que constituyen el horizonte temporal i considerado.

[0030] Por ejemplo, los horizontes temporales tienen duraciones de 3, 10, 30 y 60 segundos, de modo que $N_1=3$; $N_2=10$; $N_3=30$; $N_4=60$.

25 **[0031]** Por lo tanto, la desviación estándar del error de canal para un horizonte temporal determinado i viene dada por

$$DACMMA_σ_i = \left(\frac{1}{nST_i} \sum_{n=1}^{nST_i} ErrCanal(n)^2 - \left(\frac{1}{nST_i} \sum_{n=1}^{nST_i} ErrCanal(n) \right)^2 \right)^{1/2}$$

30 donde nST_i es el número de supertramas en el horizonte temporal i. En la etapa 104 se determina una desviación estándar limitada para cada horizonte temporal i por el receptor. Esta desviación estándar limitada se denota como $Clip(i)$ y viene dada por $Clip(i) = Min(DACMMA_σ_i; DACMMA_MáxVariación)$ donde $DACMMA_MáxVariación$ es una constante. Por lo tanto, la desviación estándar limitada es igual a la desviación estándar del error del canal si este es menor que un valor máximo predeterminado de la desviación estándar denotada como $DACMMA_MáxVariación$ o que el valor máximo predeterminado de la desviación estándar, de lo contrario, esto se hace con el fin de no tener en cuenta variaciones demasiado grandes en la desviación estándar.

[0032] En la etapa 106, el receptor determina un margen temporal variable que consiste en una combinación lineal de las desviaciones estándar $Clip(i)$ calculadas en los cuatro horizontes temporales. Por lo tanto, el margen variable temporal se escribe $Margen_{variable\ temporal} = α_1 Clip(1) + α_2 Clip(2) + α_3 Clip(3) + α_4 Clip(4)$ donde $α_1, α_2, α_3$ y $α_4$ son números reales positivos distintos de cero. Por defecto, los coeficientes $α_1, α_2, α_3$ y $α_4$ se toman todos iguales a 1.

[0033] En la etapa 112, el receptor calcula una relación de señal con respecto a ruido predicha denotada como $C/N_{0_predicha}$ que corresponde a la diferencia entre la relación de señal con respecto a ruido medida menos el margen variable calculado en la etapa.

[0034] Por lo tanto, $C/N_{0_predicha} = C/N_{0_med} - Margen_{variable\ temporal}$

[0035] Es concebible que con dicho procedimiento, el margen ACM se pueda mantener a un nivel muy bajo durante los períodos de baja variación de la relación de señal con respecto a ruido, especialmente los períodos de cielo despejado y que el margen ACM se incremente rápidamente durante cambios significativos pero no abruptos en la relación de señal con respecto a ruido, lo que permite anticipar suficientemente las modificaciones del modo de codificación y modulación para que la relación de señal con respecto a ruido pueda mantenerse en todo momento superior a la relación de señal con respecto a ruido requerida por el receptor, sin que la relación de señal con respecto a ruido sea constantemente mucho más alta que la relación de señal con respecto a ruido necesaria para el receptor, especialmente durante períodos de tiempo despejado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de transmisión entre un emisor (11) y un receptor (14) que utiliza un modo de modulación adaptativo y un modo de codificación, en el que la codificación y la modulación se seleccionan según la comparación de una variable característica de la relación de señal con respecto a ruido, C/N_{0_med} , medida por el receptor (14) con un valor umbral, C/N_{0_ref} más un margen, cuyo margen es variable según la evolución previa de la relación de señal con respecto a ruido, **caracterizado porque** el margen evoluciona según una función estadística de orden mayor que 1 de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor (14) en al menos un horizonte temporal y **porque** el margen evoluciona según una combinación lineal de funciones estadísticas de un orden superior a 1 de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor (14) en varios horizontes temporales de diferentes longitudes.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el número de horizontes temporales está comprendido entre 2 y 4.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el o cada horizonte temporal tiene una duración comprendida entre 2 y 90 segundos.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la función estadística depende de la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor (14).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la función estadística depende de la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor (14) o de un valor máximo predeterminado de la desviación estándar, *DACMMA MáxVariación*, si la desviación estándar de la variable característica de la relación de señal con respecto a ruido medida por el receptor (14) es mayor que el valor máximo, *DACMMA MáxVariación*.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende el cálculo de una relación de señal con respecto a ruido predicha, $C/N_{0_predicha}$, que corresponde a la diferencia entre la relación de señal con respecto a ruido medida menos al menos un margen variable, $C/N_{0_predicha} = C/N_{0_med} - \text{Margen}_{variable\ temporal}$, y porque la codificación y la modulación se seleccionan según la comparación de la relación de señal con respecto a ruido predicha, $C/N_{0_predicha}$, con un valor umbral, $C/N_{0_predicha}$ más un margen fijo.

35

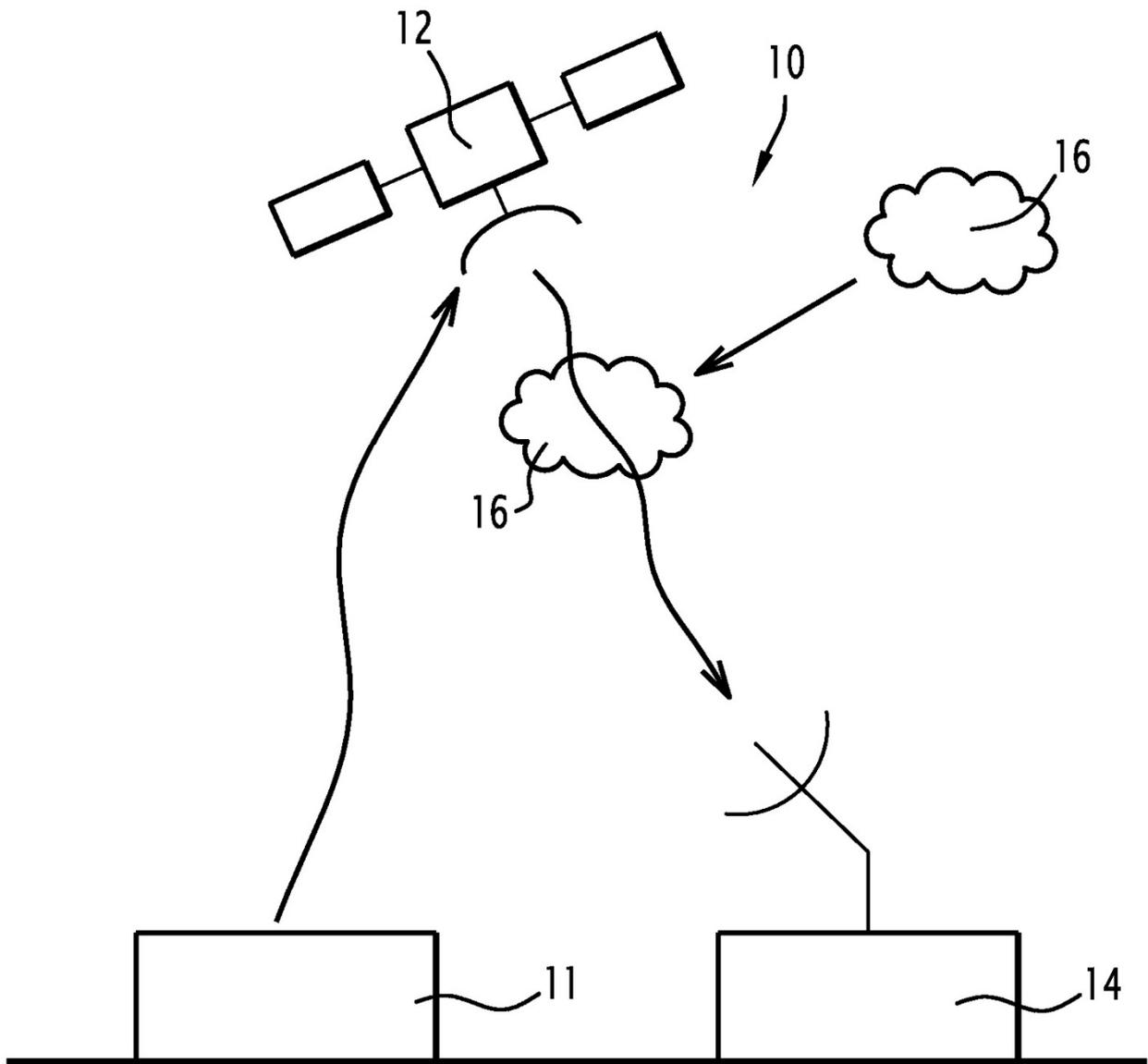
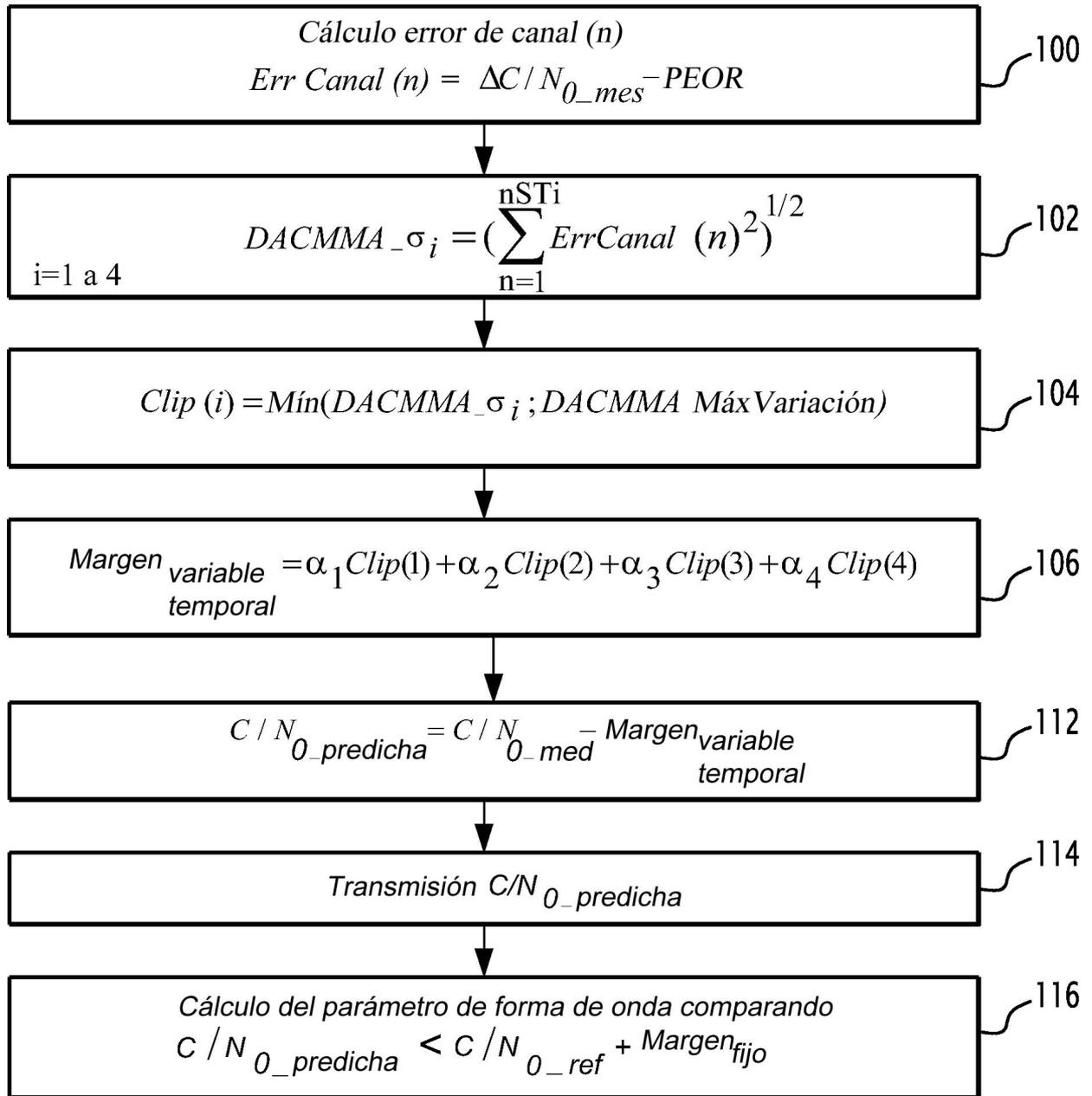


FIG.1

**FIG.2**