

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 985**

51 Int. Cl.:

G01S 19/21 (2010.01)

G01S 19/30 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2015** **E 15153967 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016** **EP 2908154**

54 Título: **Procedimiento de correlación de una señal recibida de radionavegación por satélite y dispositivo de correlación que implementa el procedimiento**

30 Prioridad:

14.02.2014 FR 1400404

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

10.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**RAIMONDI, MATHIEU;
AL BITAR, HANAA y
FERNET, CHARLES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 604 985 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 correlación de una señal recibida de radionavegación por satélite y dispositivo de correlación que implementa el procedimiento

5 La invención se refiere al campo de los receptores de señales de radionavegación por satélite, también denominadas señales GNSS (Global Navigation Satellite System). La invención se aplica particularmente a los sistemas de navegación por satélite GALILEO o GPS.

Más precisamente, la invención se refiere a las señales constituidas por una suma coherente de dos señales en fase, tales como la señal E1 del sistema GALILEO y trata sobre un procedimiento y un dispositivo de correlación de dichas señales.

10 La señal E1 del sistema de navegación por satélite GALILEO está compuesta por una suma coherente de dos señales. La primera señal, denominada señal piloto, se modula mediante un primer código de ensanchamiento y se utiliza principalmente para realizar unas mediciones de distancia entre un satélite y un receptor de la señal con el objetivo de realizar unos cálculos de posicionamiento. La segunda señal es una señal que transporta unos datos, se modula mediante un segundo código de ensanchamiento, estando asociado cada período del código a un símbolo a emitir. Se obtiene un símbolo por aplicación de una modulación binaria al bit a transmitir. Los dos códigos de ensanchamiento son diferentes pero de períodos idénticos, por ejemplo en el caso de la señal E1, este periodo es igual a 4 ms.

20 Durante la recepción de la señal, los tratamientos efectuados tienen particularmente por objetivo detectar el inicio de un periodo del código de ensanchamiento de la señal piloto y también demodular los datos de la segunda señal. Para ello, se realiza un cálculo de correlación entre una réplica local del primer código de ensanchamiento con la señal. El resultado de la correlación se integra a continuación en varios periodos del código (por ejemplo 25 periodos) para luchar contra la influencia del ruido térmico y permitir la identificación de un pico de correlación.

25 El resultado de la correlación es perturbado por dos fuentes de ruido diferentes. En primer lugar, un ruido térmico perturba la señal durante su transmisión y llega a impactar en el resultado de la correlación con el código local. Un medio tradicional para luchar contra la influencia del ruido térmico consiste en aumentar la duración de la integración. Sin embargo, la presencia de la señal de datos modulada con un segundo código de ensanchamiento perturba igualmente el resultado de la correlación de la señal global con el primer código de ensanchamiento porque la intercorrelación entre la señal piloto y la señal de datos no es nula. El impacto del nivel de intercorrelación entre las dos señales sobre el resultado de la correlación puede no ser despreciable en particular para las aplicaciones que necesitan una precisión incrementada sobre la información de posicionamiento. Además, el ruido ligado a la intercorrelación entre la señal piloto y la señal de datos puede convertirse en más impactante que el ruido térmico para las relaciones señal a ruido grandes.

30 Los receptores GNSS conocidos utilizan frecuentemente una duración de integración coherente elevada para luchar contra la influencia del ruido. Ahora bien esta solución no permite disminuir el nivel de intercorrelación entre la señal piloto y la señal de datos.

Dichos receptores se describen por ejemplo en los documentos US2009/189808, "Performance evaluation of L2C data/pilot combined carrier tracking, Muthuraman Kannan et al." y "Performance evaluations of the new GPS L5 and L2 civil (L2C) signals, Tran et al."

40 La invención propone un procedimiento y un dispositivo de correlación de una señal de radionavegación por satélite que permite luchar contra la influencia de la intercorrelación entre las dos señales sumadas de manera coherente para construir la señal GNSS. La invención permite minimizar el nivel de ruido global que afecta al resultado de la correlación entre el código local y la señal GNSS. Se aplica ventajosamente a las señales GALILEO E1 pero igualmente a cualquier otra señal de radionavegación compuesta por dos señales moduladas mediante dos códigos de ensanchamiento distintos y sumadas de manera coherente.

45 La invención tiene por objeto un procedimiento de correlación de una señal recibida de radionavegación por satélite compuesta por una primera señal piloto modulada con un primer código de ensanchamiento y por una segunda señal de datos modulada con un segundo código de ensanchamiento primario de longitud idéntica a la del primer código de ensanchamiento, estando además modulada dicha segunda señal de datos con una secuencia secundaria que comprende una pluralidad de chips, siendo igual la duración de un chip a un múltiplo de la longitud del segundo código de ensanchamiento primario, siendo sincronas la primera señal piloto y la segunda señal de datos, dicho procedimiento de correlación comprende las etapas siguientes:

- Unas primeras correlaciones, sobre una pluralidad N de periodos de dicho primer código de ensanchamiento, de la señal de radionavegación con dicho primer código de ensanchamiento,
- La selección, entre las N primeras correlaciones, de un subconjunto que contiene un número M de correlaciones, siendo elegido dicho subconjunto en función de la estimación de la relación señal a ruido de la señal recibida y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia secundaria,
- La integración coherente de las M correlaciones de dicho subconjunto.

Según un aspecto particular de la invención, el número M de correlaciones de dicho subconjunto se determina por simulación, siendo dicho número M el que permite obtener, sobre el resultado de la integración coherente de las M correlaciones, el nivel de ruido global más reducido en función de una relación señal a ruido dada y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia secundaria.

- 5 Según un aspecto particular de la invención, dicho subconjunto contiene al menos las primeras correlaciones en fase perteneciendo los chips de dicha secuencia secundaria a los pares de chips de signos opuestos.

Según un modo particular de realización de la invención, dicha secuencia secundaria es un código de ensanchamiento secundario.

- 10 Según un modo particular de realización de la invención, dicha secuencia secundaria es una secuencia de datos cuyos chips son unos símbolos binarios obtenidos mediante modulación de bits de datos, comprendiendo dicho procedimiento de correlación además unas segundas correlaciones, sobre una pluralidad N de periodos de dicho segundo código de ensanchamiento, de la señal de radionavegación con dicho segundo código de ensanchamiento para deducir de ello los valores de los chips de dicha secuencia secundaria.

- 15 Según un modo particular de realización de la invención, la estimación de la relación señal a ruido de la señal recibida se determina a partir del resultado de integración coherente de las M correlaciones.

Según un aspecto particular de la invención, el resultado de integración coherente de las M correlaciones se utiliza como entrada de un discriminador de código o de fase o de frecuencia.

Según un aspecto particular de la invención, dicha señal es del tipo GALILEO E1.

- 20 La invención tiene igualmente por objeto un dispositivo de correlación de una señal recibida de radionavegación por satélite compuesta por una primera señal piloto modulada con un primer código de ensanchamiento y por una segunda señal de datos modulada con un segundo código de ensanchamiento primario de longitud idéntica a la del primer código de ensanchamiento, estando además modulada dicha segunda señal de datos con una secuencia secundaria que comprende una pluralidad de chips, siendo igual la duración de un chip a un múltiplo de la longitud del segundo código de ensanchamiento primario, siendo sincronas la primera señal piloto y la segunda señal de datos, comprendiendo dicho dispositivo de correlación:

- Un primer correlador para efectuar unas primeras correlaciones, sobre un número entero N al menos igual a uno de los periodos de dicho primer código de ensanchamiento, de la señal de radionavegación con dicho primer código de ensanchamiento,
- 30 - Un selector para seleccionar, entre las N primeras correlaciones, un subconjunto que contiene un número M de correlaciones, siendo elegido dicho subconjunto en función de la estimación de la relación señal a ruido de la señal recibida y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia secundaria,
- Un integrador para efectuar la integración coherente de las M correlaciones de dicho subconjunto.

- 35 Según una variante particular del dispositivo según la invención, este comprende además un segundo correlador para efectuar unas segundas correlaciones, sobre una pluralidad N de periodos de dicho segundo código de ensanchamiento, de la señal de radionavegación con dicho segundo código de ensanchamiento para deducir de ello los valores de los chips de dicha secuencia secundaria.

- 40 La invención tiene igualmente por objeto un receptor de señales de radionavegación por satélite que comprende un dispositivo de correlación según la invención, un programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según la invención, cuando se ejecuta el programa por un procesador y un soporte de registro legible por un procesador en el que se registra un programa que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según la invención, cuando se ejecuta el programa por un procesador.

Surgirán mejor otras características y ventajas de la presente invención con la lectura de la descripción que sigue en relación a los dibujos adjuntos que representan:

- 45 - La figura 1, un organigrama del procedimiento de correlación de una señal de radionavegación según la invención,
- La figura 2, un diagrama que permite determinar el número óptimo de salidas de correlación a integrar para minimizar el impacto del ruido local sobre la función de correlación de la señal,
- 50 - La figura 3, un esquema que ilustra el principio de selección de correlaciones con vistas a su integración coherente,
- La figura 4, un sinóptico de un dispositivo de correlación según la invención,
- La figura 5, un diagrama que ilustra la potencia del ruido en la salida del correlador en función de la relación señal a ruido con y sin aplicación de la invención,
- La figura 6, un sinóptico de un receptor GNSS según la invención.

55

La figura 1 esquematiza, en un organigrama, las etapas de implementación del procedimiento, según la invención, de correlación de una señal de radionavegación.

5 En una primera etapa 101, la señal S de radionavegación recibida se correlaciona con una réplica local del primer código de ensanchamiento código1 asociado a la señal piloto. La correlación 101 se realiza sobre una duración igual a la del código de ensanchamiento, por ejemplo 4 ms en el caso de la señal GALILEO E1.

El resultado de la correlación (en ausencia de ruido) entre el primer código código1 y la señal S recibida se puede formalizar a través de la relación siguiente:

$$C_k = \frac{1}{N} \cdot \int_0^{N \cdot T} (C'_{E1-C}(t-\tau) + C'_{E1-B}(t-\tau)) \cdot C_{E1-C}(t) dt = 1 + X_{B/C} \quad (1)$$

C'_{E1-C} es el código de ensanchamiento de la señal piloto recibida.

10 C'_{E1-B} es el código de ensanchamiento de la señal de datos recibida.

C_{E1-C} es el código de ensanchamiento de la señal piloto generada localmente.

La relación (1) hace aparecer un término de intercorrelación X_{B/C} entre el código de ensanchamiento de la señal de datos recibida y el código de ensanchamiento de la señal piloto generada localmente. La invención se dirige a luchar contra la influencia de este término de intercorrelación.

15 Los resultados de correlación C_k se guardan 102 en un horizonte temporal dado. Por ejemplo se guardan en una memoria tampón del tipo FIFO varios resultados de correlación C_k con vistas a su acumulación.

Sucesiva o simultáneamente, la señal S recibida se correlaciona 103 igualmente con una réplica local del segundo código código2 de ensanchamiento asociado a la señal de datos.

20 La demodulación de la señal de datos conduce a la recuperación de los bits B_k emitidos a través de esta vía de datos.

A partir de los bits B_k y de una estimación 105 de la relación señal a ruido C/N0, se efectúa una selección 140 de ciertos resultados de correlación guardados.

Finalmente, se realiza una integración coherente 106 de los resultados de correlación seleccionados.

25 Las diferentes etapas del procedimiento según la invención se pueden ejecutar en un orden diferente al presentado en el presente documento anteriormente. En particular, en función de las limitaciones de implementación, se pueden ejecutar las etapas del procedimiento de manera simultánea o secuencial o de ambas.

30 La selección de los resultados de correlación a integrar se efectúa de la manera siguiente. Inicialmente se identifica, en la secuencia de los bits demodulados sobre la vía de datos, los pares de bits opuestos. Se determina el número de pares de bits opuestos en la secuencia. Como la señal piloto y la señal de datos son sumas de manera coherente y en fase para obtener la señal de radionavegación, las dos señales son sincronas y se puede hacer corresponder cada bit demodulado B_k a un resultado de correlación C_k. Seleccionando, para su integración coherente, los resultados de correlación asociados a los bits demodulados del conjunto de los pares de bits opuestos, se asegura que la intercorrelación entre el primer código código1 de ensanchamiento local y la señal de datos, modulada por el segundo código de ensanchamiento, es nula. En efecto, dos bits opuestos engendran dos resultados de intercorrelación de los mismos valores absolutos pero de signos opuestos, anulándose por tanto mutuamente su influencia. Por ejemplo en la secuencia de bits {1 1 0 1 1 1 0 0}, hay tres pares de bits opuestos (0 1).

35 Sin embargo si la secuencia de bits demodulados contiene un reducido número de pares de bits opuestos, por ejemplo si esta secuencia no contiene más que un bit a 0 y todos los otros bits a 1, entonces para anular la intercorrelación convendría no integrar más que dos resultados de correlación lo que presenta el inconveniente de una reducida resistencia al ruido térmico.

40 Dicho de otra manera, para minimizar globalmente la influencia del ruido sobre el resultado C de la integración coherente de las correlaciones unitarias, conviene encontrar un compromiso entre un gran número de correlaciones integradas que permita minimizar el ruido térmico y un número más reducido, adaptado a la secuencia de bits demodulados, que permita luchar contra el ruido ligado a la intercorrelación entre los dos códigos de ensanchamiento (vía piloto y vía de datos).

45 Para determinar de manera óptima el número de correlaciones a integrar, un posible procedimiento consiste en simular el nivel de ruido global obtenido en función de la relación señal a ruido que afecta a la señal recibida por un lado y al número de pares de bits opuestos en la secuencia de bits demodulados por otro lado.

50 La figura 2 representa, en un diagrama, el número óptimo de correlaciones a integrar (representado sobre la escala 201 a la derecha) en función de la relación señal a ruido C/N0 (representada en ordenadas) y del número de bits de

valores opuestos (representada en abscisas). En el ejemplo, obtenido por simulación, de la figura 2, el número de correladores varía entre 1 y 25.

5 La figura 2 muestra que, cuando la relación señal a ruido es reducida (por ejemplo en un intervalo de valores entre 35 y 40 dB·Hz en la figura 2), el nivel de ruido térmico es mucho más impactante que el nivel de la intercorrelación. En un caso de ese tipo es más óptimo utilizar el máximo de correlaciones (en el ejemplo de la figura 2, 25 correlaciones) para beneficiarse de la ganancia de integración.

10 A la inversa, cuando la relación señal a ruido es elevada (por ejemplo en un intervalo de valores entre 50 y 55 dB·Hz), el nivel de intercorrelación es más impactante que el nivel de ruido térmico y es entonces más ventajoso adaptar el número de correlaciones a integrar en función del número de bits opuestos. Se ve entonces que cuanto más reducido es el número de bits opuestos, mayor es la ventaja de disminuir el número de correlaciones a integrar.

A partir de una estimación de la relación señal a ruido y del número de bits opuestos, es posible por tanto determinar, con la ayuda de la figura 2, el número óptimo de correlaciones a integrar. Una vez determinado este número, se selecciona en prioridad los resultados guardados de correlación asociados a los bits opuestos y posteriormente se completa eventualmente con otros resultados de correlación si es necesario.

15 La figura 3 ilustra, en un ejemplo no limitativo, el principio de selección de las correlaciones a acumular para la secuencia de bits demodulados {1 1 0 1 1 1 0 0}. La secuencia 301 corresponde a los resultados de correlación calculados sucesivamente para varios periodos del código de la vía piloto. La secuencia 302 corresponde a los bits demodulados sobre la vía de datos. Siendo sincronas las vías piloto y de datos, se puede hacer corresponder cada resultado de correlación a un bit de la secuencia demodulada. Las correlaciones C_0 , C_1 , C_2 , C_3 , C_6 , C_7 se seleccionan para acumularse de manera coherente.

En función de la relación señal a ruido, pueden seleccionarse igualmente otras correlaciones entre C_4 y C_5 .

25 Según otro modo de realización de la invención, la señal de datos contenida en la señal de radionavegación puede reemplazarse por una señal modulada con un código de ensanchamiento primario y un código de ensanchamiento secundario para el que la duración de un chip es igual a un múltiplo de la longitud del código de ensanchamiento primario.

30 En este caso, los bits de datos se sustituyen por los chips del código de ensanchamiento secundario cuyos valores son conocidos por el receptor. La etapa de selección de los pares de bits opuestos se sustituye entonces por la selección de los pares de chips de signos opuestos en el código de ensanchamiento secundario. En el ejemplo de la figura 3, los bits demodulados de la secuencia 302 pueden sustituirse igualmente por los símbolos binarios asociados cuyos valores se toman en el conjunto $\{-1; +1\}$.

35 De manera general, la señal de datos puede verse como una señal modulada con un código de ensanchamiento primario y una secuencia secundaria que es o bien una secuencia de datos, en cuyo caso es necesario demodular estos datos para determinar los valores de los bits, o bien una secuencia de ensanchamiento conocida, en cuyo caso no es necesario efectuar la correlación de la señal con esta secuencia de ensanchamiento puesto que los valores de los chips que la componen son conocidos.

La figura 4 representa un esquema de un dispositivo 400 de correlación de una señal S de radionavegación según la invención. El dispositivo 400 comprende unos medios adaptados para implementar las diferentes variantes del procedimiento según la invención tal como se describe a través del organigrama de la figura 1.

40 En particular, el dispositivo 400 comprende un primer correlador 401 para correlacionar la señal S recibida con un primer código código1 asociado a una vía piloto. Las salidas C_k del primer correlador 401 se guardan en una memoria tampón 402 con vistas a su integración.

El dispositivo 400 comprende igualmente un segundo correlador 403 para correlacionar la señal S recibida con un segundo código código2 asociado a una vía de datos y para demodular los bits B_k transmitidos por esta vía.

45 El dispositivo 400 comprende además un módulo 405 de estimación de la relación señal a ruido C/N0. Esta estimación se puede efectuar a través de unos medios externos a la invención o puede realizarse a partir del resultado de la integración coherente 406 de las correlaciones o incluso a partir de las correlaciones C_k memorizadas (caso no representado en la figura 4). Según una variante particular de la invención, se utiliza un sistema de bucle en el seno del que se utiliza la salida C del integrador 406 para medir la relación señal a ruido que sirve a continuación para seleccionar las correlaciones a integrar. En un sistema de ese tipo, se debe prever una fase de convergencia durante la que el estimador de la relación señal a ruido se polariza por el nivel de intercorrelación.

50 El dispositivo 400 comprende igualmente un módulo de selección 404 configurado para seleccionar ciertas correlaciones C_k memorizadas en función de los bits demodulados B_k y de la estimación de la relación señal a ruido C/N0 y un acumulador 406 para integrar de manera coherente las correlaciones seleccionadas.

- 5 El dispositivo 400 según la invención puede comprender unos elementos de software y/o hardware. Los diferentes elementos que lo componen pueden implementarse particularmente en la forma de un procesador que puede ser un procesador genérico, un procesador específico, un circuito integrado de aplicación específica (conocido también bajo el nombre inglés de ASIC por "Application-Specific Integrated Circuit") o una matriz de puertas programables en campo (conocido también bajo nombre inglés de FPGA por "Field-Programmable Gate Array").
- El sinóptico de la figura 4 se da a título ilustrativo y no limitativo, y es evidente que cualquier variante de implementación, consistente particularmente en reagrupar ciertos módulos en el seno de un mismo procesador, debería considerarse como equivalente y que entra en el alcance de la invención.
- 10 Según una variante de realización de la invención, el objetivo pretendido puede ser igualmente obtener una estimación precisa de la relación señal a ruido a partir del resultado de la integración 406 coherente. En este caso, puede ser preferible buscar anular totalmente el nivel de ruido ligado a la intercorrelación. Para ello se preferirá por tanto seleccionar únicamente las correlaciones que corresponden a los pares de bits opuestos sin incrementar ventajosamente la duración de integración coherente y esto mismo si el nivel de ruido térmico es por otro lado elevado.
- 15 El diagrama de la figura 5 representa la potencia de ruido en la salida del dispositivo 400 de correlación, dicho de otra manera la potencia del ruido global medida en la salida del integrador 406, en función de la relación señal a ruido C/N0. La potencia de ruido global comprende a la vez el ruido térmico y el ruido ligado a relación.
- 20 La curva 501 representa la potencia de ruido medida en el caso en donde no se implementa la invención. Se observa un mínimo de ruido para las fuertes relaciones señal a ruido, siendo este mínimo debido al nivel de intercorrelación entre los dos códigos de ensanchamiento que no es nulo y que se convierte en preponderante cuando la potencia del ruido térmico se convierte en despreciable.
- La curva 502 representa la potencia de ruido medida en el caso en donde se utiliza la invención. Se ve que el mínimo de ruido se suprime y que con una fuerte relación señal a ruido, el nivel de ruido global se disminuye con relación a una solución clásica en donde se integran todas las salidas de correlación.
- 25 El resultado de la correlación C obtenida en la salida de la integración 406 coherente puede utilizarse, como es conocido para el experto en la materia, como entrada de un discriminador de fase, de frecuencia o de código con el fin de realizar los tratamientos habituales implementados en un receptor GNSS para efectuar el seguimiento de código, de fase o de frecuencia.
- 30 La figura 6 representa, en un esquema, un receptor 600 de radionavegación por satélite según la invención. Un receptor de ese tipo incluye un dispositivo 601 de correlación según la invención que recibe en la entrada la señal S y produce en la salida una correlación C que se suministra a un discriminador 602 de código y posteriormente a un operador 603 de control digital NCO que se dirige a controlar en adelanto o retardo el posicionamiento de los códigos código1 y código2 de ensanchamiento locales para realizar las correlaciones con la señal recibida.
- 35 El receptor 600 puede comprender igualmente un discriminador 604 de fase asociado a un operador 605 de control digital NCO que proporciona una estimación del error de fase a un corrector 606 que se dirige a compensar el error de fase de la señal recibida.
- Al receptor 600 puede comprender igualmente otros elementos tales como un discriminador de frecuencia o un estimado de relación señal a ruido que no están representados en la figura 6.
- 40 El experto en la materia, teniendo en cuenta sus conocimientos en el campo de los receptores GNSS sabrá integrar el dispositivo 601 de correlación según la invención con los diferentes elementos necesarios en el seguimiento de la sincronización de la señal de radionavegación recibida para realizar cualquier otra variante del receptor 600 GNSS descrito en la figura 6.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de correlación de una señal (S) recibida de radionavegación por satélite compuesta por una primera señal piloto modulada con un primer código (Código1) de ensanchamiento y por una segunda señal de datos modulada con un segundo código (Código2) de ensanchamiento primario de longitud idéntica a la del primer código de ensanchamiento, estando además modulada dicha segunda señal de datos con una secuencia secundaria que comprende una pluralidad de chips, siendo igual la duración de un chip a un múltiplo de la longitud del segundo código (Código2) de ensanchamiento primario, siendo sincronas la primera señal piloto y la segunda señal de datos, dicho procedimiento de correlación:
- 5
- Unas primeras correlaciones (101), sobre una pluralidad N de periodos de dicho primer código de ensanchamiento, de la señal (S) de radionavegación con dicho primer código (Código1) de ensanchamiento,
- 10 estando dicho procedimiento **caracterizado porque** comprende:
- La selección (104), entre las N primeras correlaciones (C_k), de un subconjunto que contiene un número M de correlaciones, siendo elegido dicho subconjunto en función de la estimación (105) de la relación señal a ruido (C/N_0) de la señal recibida y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia secundaria,
 - La integración coherente (106) de las M correlaciones de dicho subconjunto.
- 15
2. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según la reivindicación 1 en el que el número M de correlaciones de dicho subconjunto se determina por simulación, siendo dicho número M el que permite obtener, sobre el resultado de integración coherente de las M correlaciones, el nivel de ruido global más reducido en función de una relación señal a ruido dada y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia secundaria.
- 20
3. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones precedentes en el que dicho subconjunto contiene al menos las primeras correlaciones en fase perteneciendo los chips de dicha secuencia secundaria a los pares de chips de signos opuestos.
- 25
4. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones precedentes en el que dicha secuencia secundaria es un código de ensanchamiento secundario.
5. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones 1 a 3 en el que dicha secuencia secundaria es una secuencia de datos cuyos chips son unos símbolos binarios obtenidos mediante modulación de bits de datos, comprendiendo dicho procedimiento de correlación además unas segundas correlaciones (103), sobre una pluralidad N de periodos de dicho segundo código de ensanchamiento, de la señal (S) de radionavegación con dicho segundo código (Código2) de ensanchamiento para deducir de ello los valores de los chips de dicha secuencia secundaria.
- 30
6. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones precedentes en el que la estimación (105) de la relación señal a ruido de la señal recibida se determina a partir del resultado de integración coherente de las M correlaciones.
- 35
7. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones precedentes en el que el resultado de integración coherente (C) de las M correlaciones se utiliza como entrada de un discriminador de código o de fase o de frecuencia.
- 40
8. Procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones precedentes en el que dicha señal (S) es del tipo GALILEO E1.
9. Dispositivo (400) de correlación de una señal (S) recibida de radionavegación por satélite compuesta por una primera señal piloto modulada con un primer código (Código1) de ensanchamiento y por una segunda señal de datos modulada con un segundo código (Código2) de ensanchamiento primario de longitud idéntica a la del primer código de ensanchamiento, estando además modulada dicha segunda señal de datos con una secuencia secundaria que comprende una pluralidad de chips, siendo igual la duración de un chip a un múltiplo de la longitud del segundo código (Código2) de ensanchamiento primario, siendo sincronas la primera señal piloto y la segunda señal de datos, comprendiendo el dispositivo de correlación:
- 45
- Un primer correlador (401) para efectuar unas primeras correlaciones, sobre un número entero N al menos igual a uno de los periodos de dicho primer código de ensanchamiento, de la señal (S) de radionavegación con dicho primer código (Código1) de ensanchamiento,
- 50 estando del dispositivo de correlación **caracterizado porque** comprende:
- Un selector (404) para seleccionar, entre las N primeras correlaciones, un subconjunto que contiene un número M de correlaciones, siendo elegido dicho subconjunto en función de la estimación de la relación señal a ruido de la señal recibida y del número de pares de chips de signos opuestos entre los chips de dicha secuencia

secundaria,

- Un integrador (406) para efectuar la integración coherente de las M correlaciones de dicho subconjunto.

- 5 10. Dispositivo (400) de correlación de una señal (S) de radionavegación por satélite según la reivindicación 9 que comprende además un segundo correlador (403) para efectuar unas segundas correlaciones (103), sobre una pluralidad N de periodos de dicho segundo código de ensanchamiento, de la señal (S) de radionavegación con dicho segundo código (Código2) de ensanchamiento para deducir de ello los valores de los chips de dicha secuencia secundaria.
11. Receptor (600) de señales de radionavegación por satélite que comprende un dispositivo de correlación según una de las reivindicaciones 9 o 10.
- 10 12. Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el programa se ejecuta por un procesador.
- 15 13. Soporte de registro legible por un procesador en el que se registra un programa que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de correlación de una señal de radionavegación por satélite según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el programa se ejecuta por un procesador.

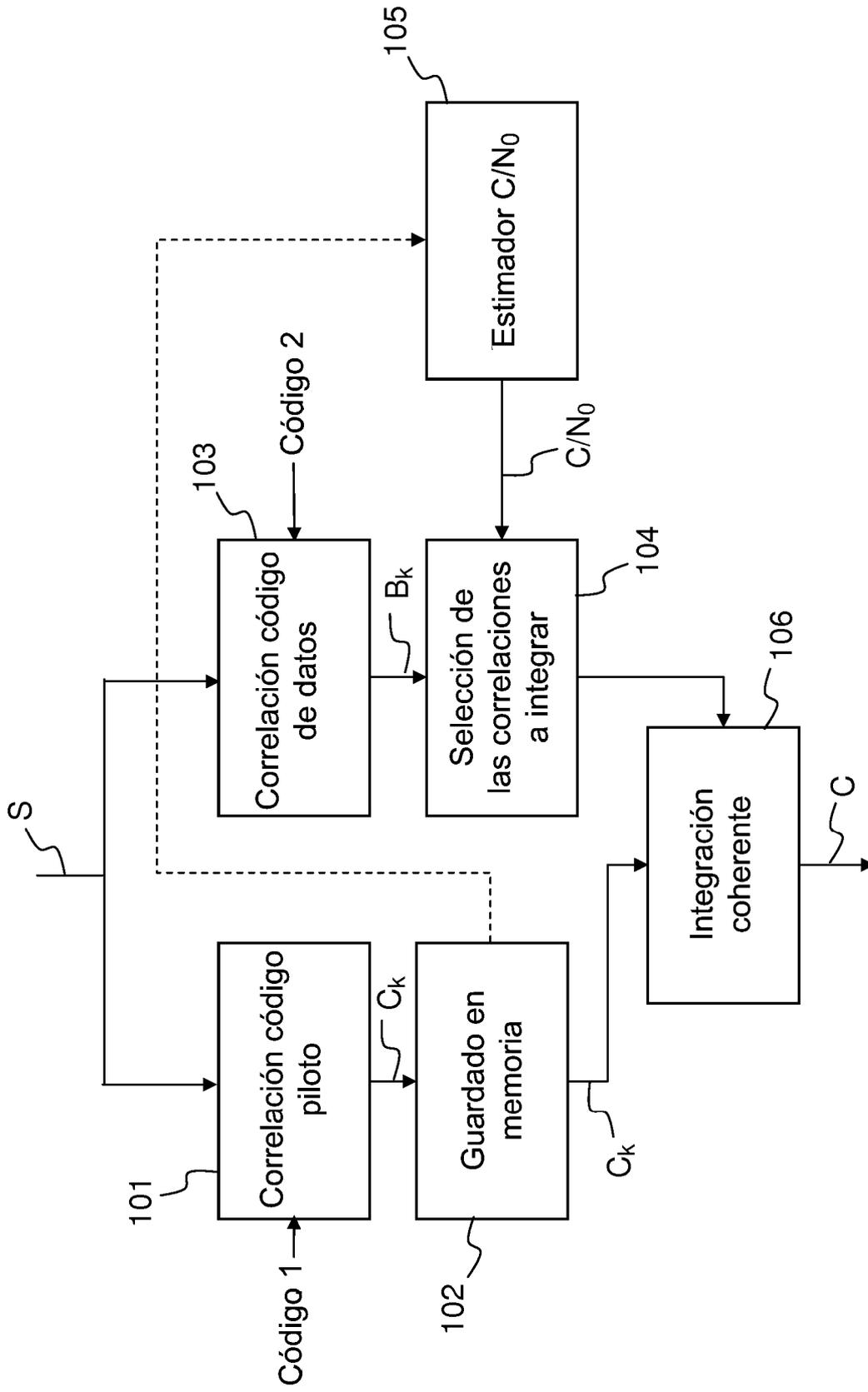


FIG.1

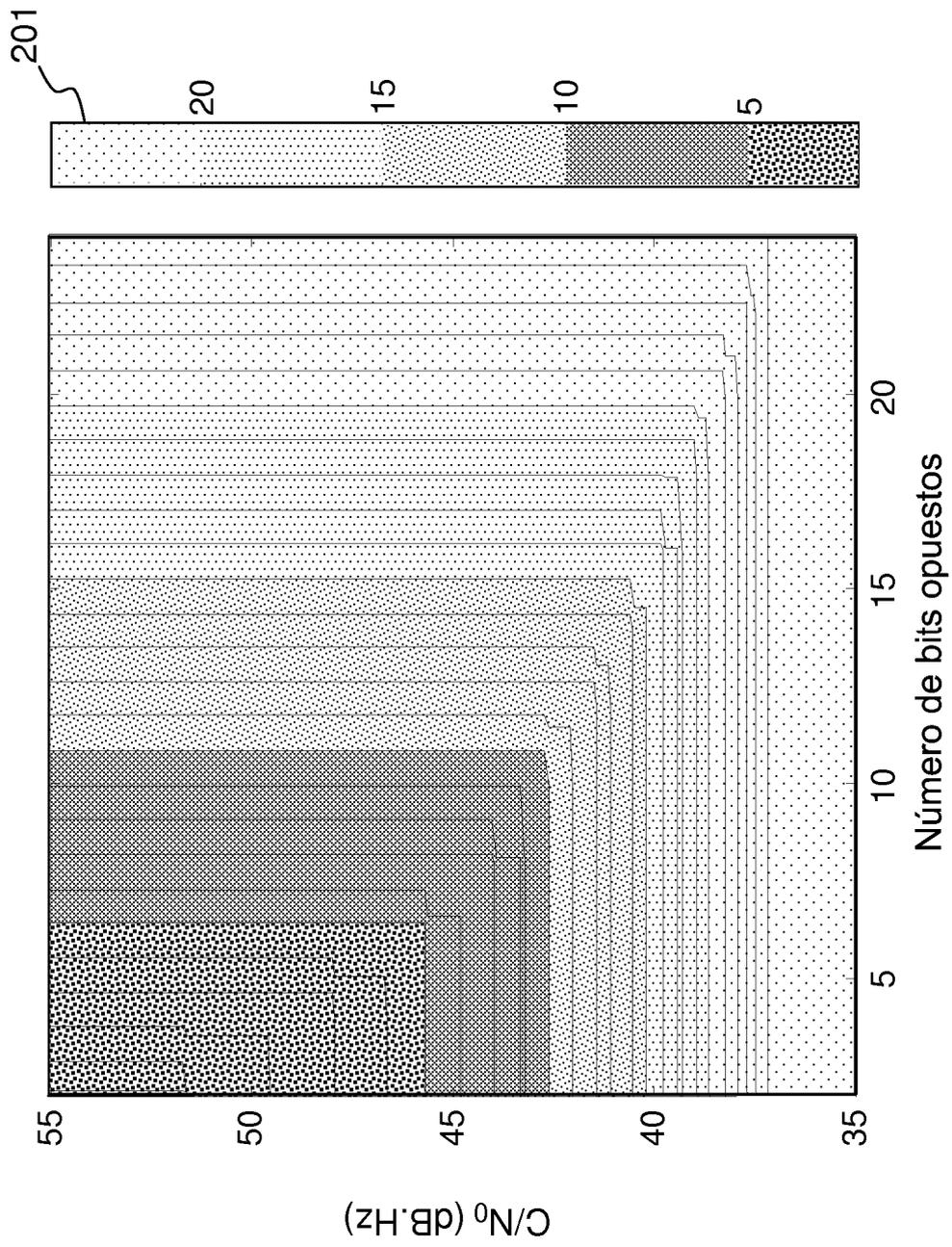


FIG.2

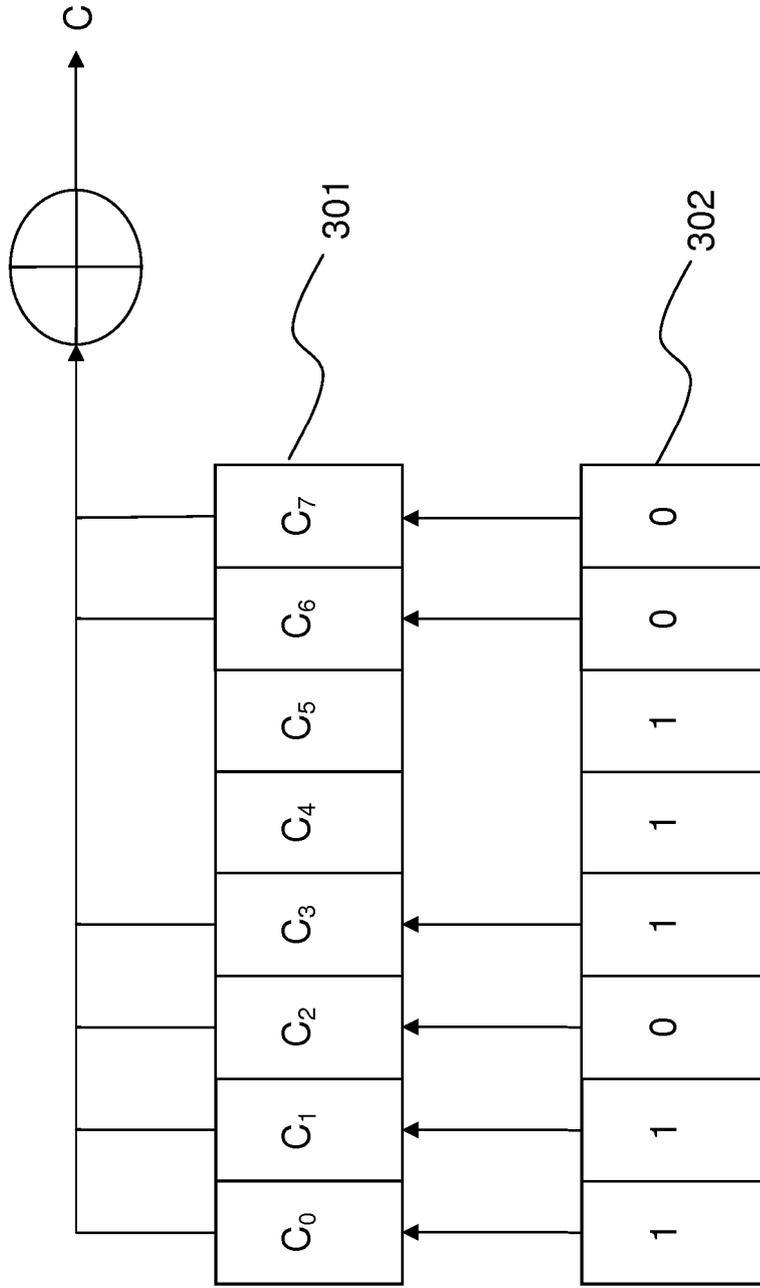


FIG.3

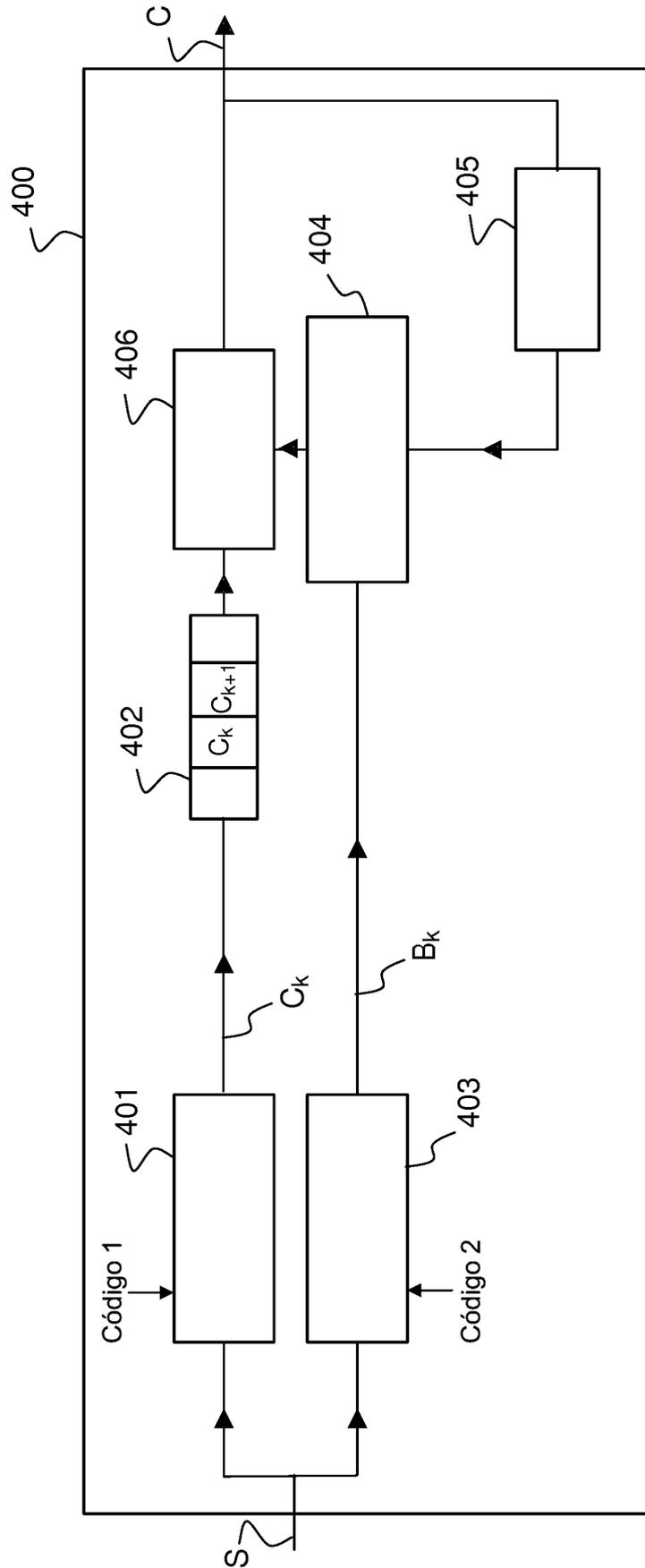


FIG.4

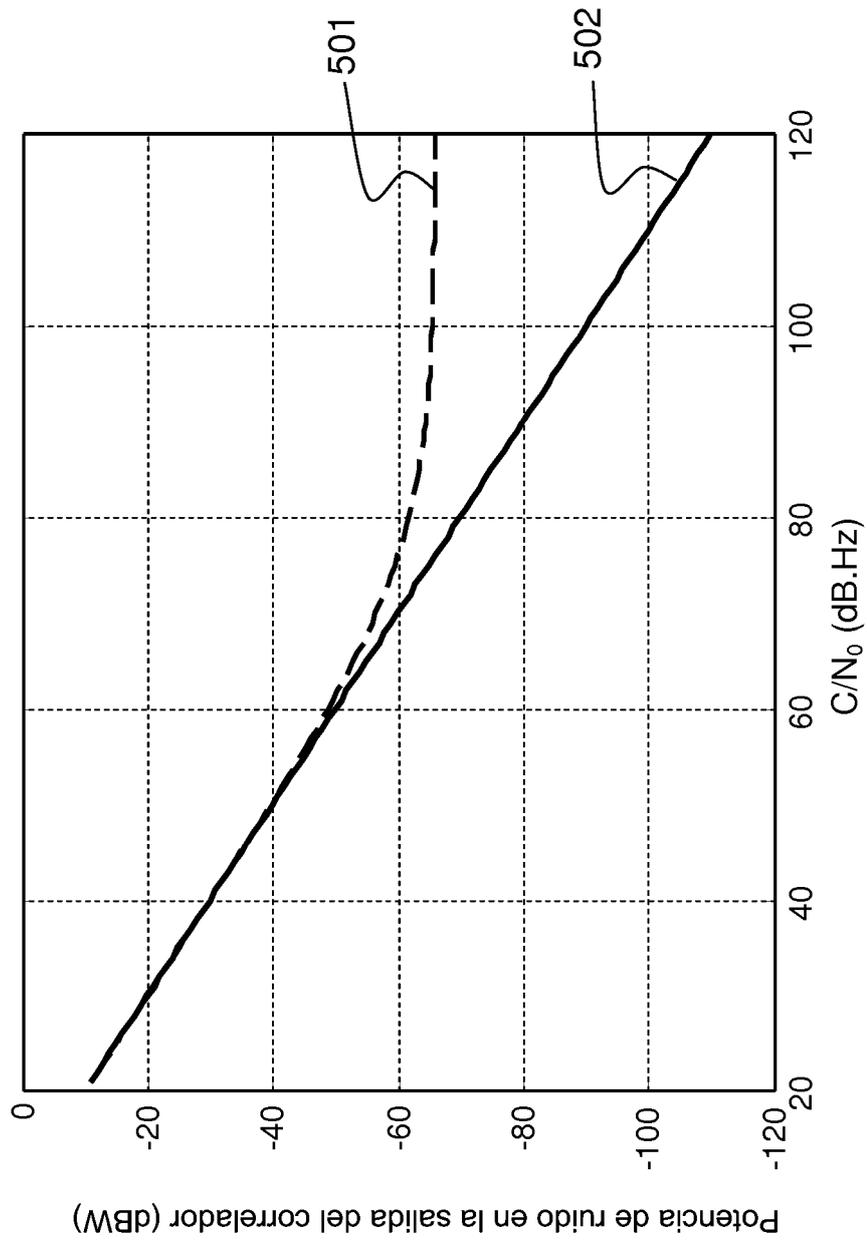


FIG.5

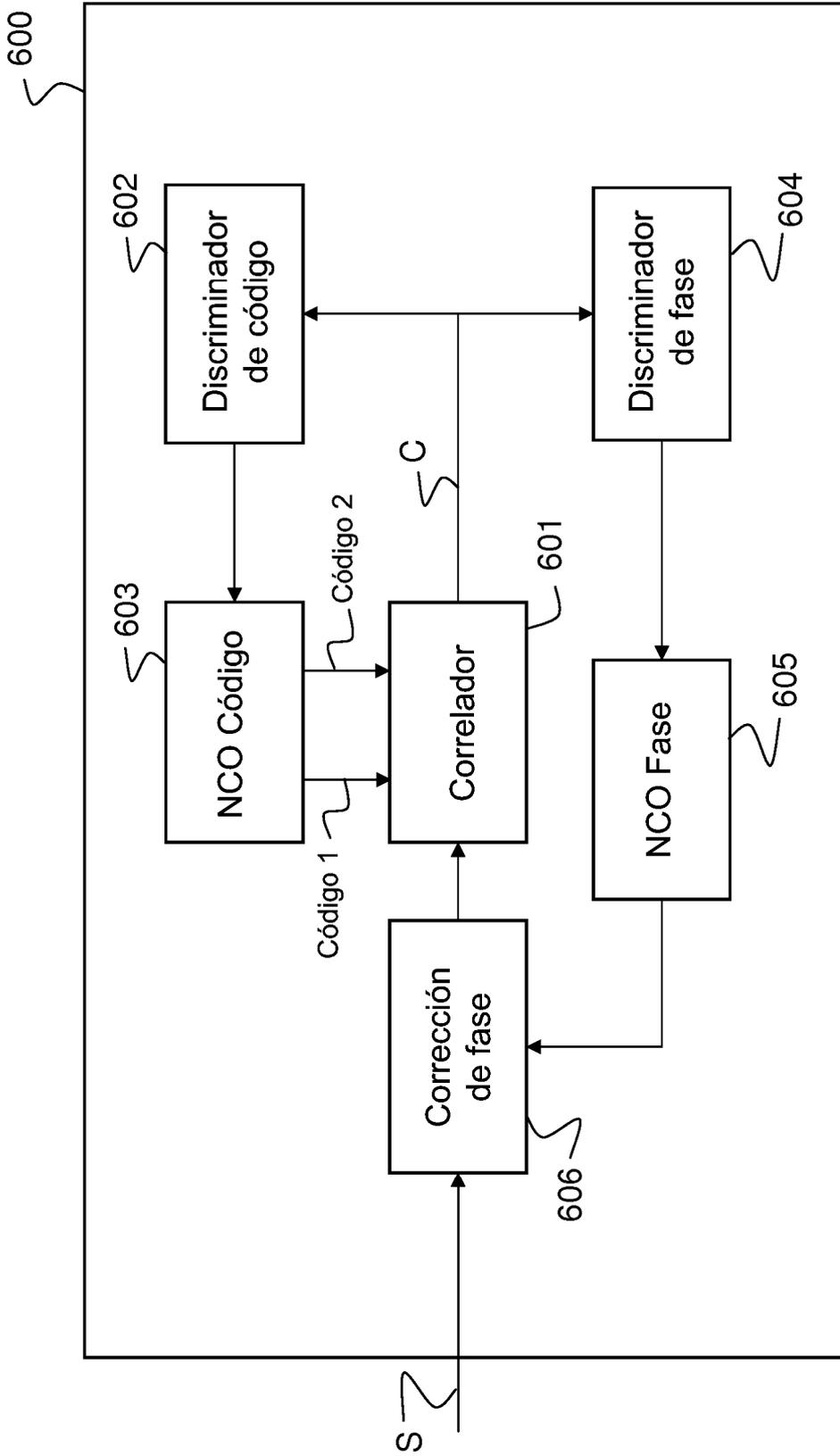


FIG.6