

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 337**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/34** (2006.01)

**H04L 25/03** (2006.01)

**H04L 27/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014 E 14197852 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2887601**

54 Título: **Procedimiento de generación de símbolos para el control automático de ganancia de una señal a emitir**

30 Prioridad:

**20.12.2013 FR 1303031**

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

**08.03.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BAPTISTE, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 703 337 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 generación de símbolos para el control automático de ganancia de una señal a emitir

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de comunicación por radio que utilizan, para conformar la señal a transmitir, una modulación lineal.

5 Un campo relacionado con el de la invención es el del control automático de ganancia de una conexión inalámbrica. La invención pretende, concretamente, facilitar y mejorar el control automático de ganancia.

La invención se refiere, concretamente, a un procedimiento de generación de símbolos para el control automático de ganancia, estando dichos símbolos configurados, en amplitud y en fase, para minimizar la variación de la potencia de la señal emitida en la porción de señal dedicada control automático de ganancia.

10 En numerosas normas de comunicaciones por radio, la señal a emitir está formateada según una sucesión de tramas de duración fija entre las cuales no se emite ninguna señal. Cada trama comienza, en general, por una secuencia de símbolos dedicados al control automático de ganancia, denominados en lo sucesivo símbolos CAG, seguida de una secuencia compuesta por símbolos de información modulados.

15 Los símbolos CAG permiten a un equipo destinatario de la señal emitida controlar el nivel o la potencia de la señal recibida con vista a demodular los símbolos de la señal con una relación señal a ruido suficiente.

20 Para realizar un control automático de ganancia, la potencia de la señal emitida a lo largo de la duración de la secuencia CAG debe ser sustancialmente constante. Dicho de otro modo, la finalidad buscada es que las variaciones de potencia al comienzo de trama no sean demasiado importantes para poder medir con precisión el nivel de la señal. Este objetivo es particularmente importante para el caso de modulaciones lineales para las cuales la ganancia del dispositivo emisor en función de la señal moduladora es lineal.

Ahora bien, cuando se filtra una trama mediante un filtro de conformación antes de su emisión, la influencia del filtrado es tal que los primeros símbolos de información, que son adyacentes a la secuencia de símbolos CAG, contribuyen igualmente a la porción dedicada al control automático de ganancia en la señal realmente emitida (es decir, después del filtrado de conformación).

25 Así pues, la propiedad buscada de obtener una potencia de señal sustancialmente constante al comienzo de cada trama no se respeta.

Un problema que trata de resolver la invención es, por tanto, encontrar una solución que permita minimizar las variaciones de amplitud de la señal al comienzo de cada trama con vistas a mejorar la precisión de las mediciones de potencia para el control automático de ganancia.

30 Concretamente, se describen procedimientos de control automático de ganancia en las publicaciones EP2259523, US 6985099, WO2003071695 y WO 02/32018.

35 Estas soluciones presentan, concretamente, el inconveniente de ser poco parametrizables y recurren, para la generación de los símbolos de CAG, a modulaciones heterogéneas con respecto a los símbolos de información. Las modulaciones empleadas presentan, en general, una relación potencia cresta a potencia media superior a uno, lo que complica la implementación del control automático de ganancia.

La invención pretende aportar una solución que permita garantizar una variación de amplitud mínima de la señal en su porción dedicada al control automático de ganancia. Dicho de otro modo, la invención permite mejorar el perfil de subida de potencia del inicio de los tramos de la señal. Se aplica igualmente para el perfil de bajada del final de los tramos y permite en este caso una mejora de la calidad espectral de la señal.

40 La invención se define y limita por la alcance de las reivindicaciones 1-7.

En la descripción siguiente, cualquier modo de realización mencionado y que no esté incluido dentro del alcance de dichas reivindicaciones es simplemente un ejemplo útil para la comprensión de la invención.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto mejor con la lectura de la descripción que sigue en relación con las figuras adjuntas, que representan:

- 45 - la figura 1, un esquema que ilustra las etapas necesarias para la generación de una señal que comprende una porción dedicada al control automático de ganancia conforme al procedimiento según la invención,  
 - la figura 2, un esquema que ilustra las etapas necesarias para generar los símbolos dedicados al control automático de ganancia en una trama de la señal según un primer modo de realización,  
 50 - la figura 3a, un esquema que ilustra las etapas necesarias para generar los símbolos dedicados al control automático de ganancia en una trama de la señal según un segundo modo de realización,  
 - la figura 3b, una variante del segundo modo de realización de la invención,  
 - las figuras 4a y 4b, dos ilustraciones de las variaciones de amplitud del perfil de subida de potencia de una señal

generada, por una parte, por un procedimiento de la técnica anterior y, por otra parte, por el procedimiento según la invención.

5 La figura 1 describe, en un esquema sinóptico, la generación, según la invención, de una señal de comunicación estructurada según una sucesión de tramas. El esquema de la figura 1 ilustra la generación de una trama de señal. La señal emitida está constituida por una pluralidad de tramas concatenadas.

Una secuencia de información binaria 101 está modulada en una secuencia de símbolos de información 102 que pertenecen a una constelación dada. La modulación empleada puede ser una modulación en fase o en amplitud o cualquier otra modulación. La generación 100 de símbolos de información modulados lleva como resultado a la obtención de una secuencia 122 de símbolos de información modulados.

10 Según la invención, se genera 111, a partir del primer o de los primeros símbolos de información modulados, un conjunto 120 de símbolos dedicados al control automático de ganancia. Este conjunto 120 de símbolos CAG se sitúa al comienzo de trama, es decir, antes de la secuencia 122 de símbolos de información.

15 Según una variante de realización de la invención, se genera 112 igualmente, a partir del último o de los últimos símbolos de información modulados, un conjunto 121 de símbolos de fin de trama situados detrás de los símbolos de información 122. Estos símbolos de fin de trama son útiles, concretamente, para mejorar la ocupación espectral de la señal y minimizar el impacto de los símbolos de fin de trama sobre el espectro.

20 La secuencia de símbolos 123 así constituida se somete a continuación a convolución temporal 131 con un filtro de conformación 130 para obtener una señal filtrada 140 lista para ser emitida por una antena 150. La señal filtrada 140 comprende, para cada trama, una primera porción 141 correspondiente a los símbolos CAG filtrados, una segunda porción 142 correspondiente a los símbolos de información filtrados y una tercera porción 143 correspondiente a los símbolos de fin de trama filtrados.

La figura 2 explicita más en detalle la etapa 111 de generación de los símbolos CAG según la invención.

25 A partir del primer símbolo de información modulado 200, se recupera 201 la amplitud y la fase de este primer símbolo. Se genera una primera secuencia de coeficientes 202 y se multiplica 203 por la amplitud del primer símbolo 200. Se genera una segunda secuencia de coeficientes 204 y se suma 205 al resultado de la multiplicación 203. Por último, los símbolos obtenidos en la salida de la suma 205 se reajustan 206 con la fase del primer símbolo de información modulado 200.

30 Dicho de otro modo, la amplitud de los símbolos CAG generados es una función lineal de la amplitud del primer símbolo de información modulado 200 y la fase de los símbolos CAG es constante para todos los símbolos CAG y es igual a la fase del primer símbolo de información modulado 200. La amplitud de los símbolos CAG se elige de este modo porque la modulación empleada para modular los símbolos de información es una modulación lineal, por ejemplo una modulación QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) o APSK (*Amplitude and Phase-Shift Keying Modulation*). Para compensar la influencia de los primeros símbolos de información modulados en la secuencia de símbolos CAG filtrados, resulta ventajoso que los símbolos CAG sean en sí mismos de amplitud lineal en función del o de los símbolos de información modulados.

La primera secuencia de coeficientes 202 y la segunda secuencia de coeficientes 204 se determinan para obtener un nivel de amplitud de la señal sustancialmente constante en la porción de la señal correspondiente a los símbolos CAG filtrados por el filtro de conformación.

40 Un símbolo CAG puede ser representado por la relación siguiente:  $C_i = xA_i + B_i$ , con  $C_i$  un símbolo CAG,  $A_i$  un coeficiente de la primera secuencia 202,  $B_i$  un coeficiente de la segunda secuencia 204,  $x$  la amplitud del primer símbolo de información 200 y variando  $i$  de 0 a  $N$ , siendo  $N$  el número de símbolos CAG deseado.

Los coeficientes  $A_i$  y  $B_i$  se determinan para que el resultado del filtrado de los símbolos CAG  $C_i$  por el filtro de conformación sea sustancialmente constante a lo largo de la duración de la secuencia CAG.

45 Este criterio puede formalizarse como la búsqueda del mínimo de la función  $f()$  siguiente, donde  $g(A_0, A_1, \dots, A_n, B_0, \dots, B_n, t, x)$  representa el resultado del filtrado de los símbolos CAG en un instante  $t$  y  $n_0$  es el objetivo pretendido para la amplitud de la señal filtrada.

$$f(A_0, A_1, \dots, A_n, B_0, \dots, B_n) = \sum_{t \in T} (g(A_0, A_1, \dots, A_n, B_0, \dots, B_n, t, x) - n_0)^2$$

La función  $f()$  corresponde a la energía media, a lo largo de una duración  $T$ , de la distancia entre la señal filtrada y el objetivo de amplitud  $n_0$ .

50 En una variante de realización de la invención, se utilizan varios símbolos de información modulados en lugar de uno solo. La utilización, tal como se ha descrito anteriormente, de un símbolo de información modulado para construir los símbolos CAG deseados permite luchar contra la influencia del primer símbolo de información sobre la secuencia

- 5 CAG filtrada. Por analogía, la utilización de varios símbolos de información modulados para construir los símbolos CAG deseados permite luchar contra la influencia de varios símbolos de información sobre la secuencia CAG filtrada. De manera práctica, cuanto más alejado en el tiempo esté un símbolo de información de los símbolos CAG, más disminuirá su influencia; es por ello que el modo de realización preferido de la invención es el descrito anteriormente que solo utiliza un único símbolo de información.
- No obstante, en el caso en el que la invención se implemente aprovechando la influencia de varios símbolos de información, la amplitud de los símbolos CAG se construye con ayuda de la relación siguiente:  

$$C_i = x_1.A_{1,i} + B_{1,i} + x_2.A_{2,i} + B_{2,i} + \dots + x_m.A_{m,i} + B_{m,i}$$
 donde  $m$  es el número de símbolos de información modulados utilizados,  $x_1$  es la amplitud del primer símbolo de información y  $x_2, \dots, x_m$  son las amplitudes de los otros símbolos de información modulados, previamente proyectados en la dirección formada por la fase del primer símbolo de información.
- La fase de los símbolos CAG se toma constante igual a la fase del primer símbolo de información modulado.
- Este modo de realización se ilustra en la figura 3a para el caso particular de dos símbolos de información modulados 300, 301.
- 15 En una etapa 302 del procedimiento, se extrae la amplitud y la fase del primer símbolo de información 300 así como la amplitud del segundo símbolo de información 301.
- La amplitud del segundo símbolo de información 301 se proyecta en la dirección formada por el ángulo de la fase del primer símbolo de información 300. Esta operación se efectúa con vistas a poder efectuar sumas coherentes entre dos símbolos complejos que no tienen la misma fase.
- 20 A continuación, se aplica una función lineal a la amplitud del primer símbolo de información 300 a partir de una primera secuencia de coeficientes 303 y de una segunda secuencia de coeficientes 305. La misma operación se realiza para la amplitud proyectada del segundo símbolo de información 301 a partir de una tercera secuencia de coeficientes 307 y de una cuarta secuencia de coeficientes 309. Por último, los resultados de las dos operaciones lineales se suman 311 para obtener la amplitud de los símbolos CAG. La fase de los símbolos CAG se toma igual a la fase del primer símbolo de información 301.
- 25 Ventajosamente, la segunda secuencia 305 y la cuarta secuencia 309 pueden reemplazarse por una sola y misma secuencia que se suma directamente al resultado de la suma 311 entre las dos multiplicaciones 304,308. Esta variante de realización se detalla en la figura 3b.
- 30 Sin pérdida de generalidad, la invención también puede implementarse para más de dos símbolos de información modulados.
- En otra variante de realización de la invención, los símbolos generados según la invención pueden situarse ya no al comienzo de trama sino al final de trama, como se representa mediante la referencia 121 en la figura 1.
- Una ventaja de la limitación de las variaciones de amplitud al final de trama es que ello induce una mejor calidad espectral de la señal así generada.
- 35 En los ejemplos de realización anteriormente descritos, se utiliza una función lineal de la amplitud del o de los símbolos de información modulados para calcular los símbolos CAG.
- Sin pérdida de generalidad, también es posible utilizar una función no lineal o cualquier función determinista en la medida en que los símbolos CAG calculados dependen al menos de un símbolo de información modulado.
- 40 El valor complejo de los símbolos CAG también puede determinarse directamente en función del valor complejo del o de los símbolos de información modulados sin efectuar necesariamente, de manera separada, el cálculo de la amplitud y el cálculo de la fase de los símbolos CAG.
- Las figuras 4a y 4b ilustran los resultados obtenidos gracias a la implementación de la invención.
- La figura 4a ofrece el aspecto de la amplitud de una señal en función del tiempo en el caso en el que los símbolos CAG son de valor y fase cualesquiera. Se remarca que a lo largo de la duración  $\Delta T$  de la secuencia dedicada al control automático de ganancia, las variaciones de amplitud son no despreciables.
- 45 En la figura 4b se representa la misma porción temporal de la señal en el caso en el que se implementa la invención para determinar los símbolos CAG. En este caso, las variaciones de amplitud en la secuencia CAG están limitadas, lo que permite realizar el control automático de ganancia con una mejor precisión.
- La señal generada mediante aplicación del procedimiento según la invención permite, por lo tanto, realizar el control automático de ganancia con una mejor precisión que para una señal generada con símbolos CAG de valores cualesquiera.
- 50

El procedimiento según la invención puede implementarse mediante un equipo emisor. Puede implementarse a través de un procesador y una memoria.

5 El procesador puede ser un procesador genérico, un procesador específico, un circuito integrado específico de una aplicación (también conocido por el nombre en inglés de ASIC de "Application-Specific Integrated Circuit") o una matriz de puertas programables en campo (conocida también por el nombre en inglés de FPGA de "Field-Programmable Gate Array").

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de generación de un conjunto (120,121) de símbolos, denominados símbolos CAG, para el control automático de la amplitud de una señal a emitir (140), comprendiendo dicha señal dicho conjunto de símbolos CAG y al menos un primer símbolo de información modulado con una modulación lineal, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes:
- seleccionar un grupo de símbolos de información modulados que comprenden al menos un símbolo de información modulado,
  - determinar (111,112) cada símbolo CAG de dicho conjunto como sigue:
    - 10 - la amplitud de un símbolo CAG es igual a una función lineal de la amplitud de al menos un símbolo de dicho grupo,
    - la fase de un símbolo CAG es igual a la fase de al menos un símbolo de dicho grupo,
    - estando los coeficientes de dicha función lineal configurados para obtener un nivel de amplitud de la señal sustancialmente constante en la porción de la señal correspondiente a dichos símbolos CAG filtrados por un filtro de conformación,
    - 15 - siendo los símbolos CAG adyacentes a dicho grupo de símbolos de información modulados.
2. Procedimiento de generación de símbolos CAG según la reivindicación 1, en el que los coeficientes de dicha función lineal se determinan en función del filtro de conformación y del nivel de amplitud deseado en dicha porción de la señal.
- 20 3. Procedimiento de generación de símbolos CAG según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho grupo comprende varios símbolos de información modulados y la amplitud de un símbolo CAG es igual a la suma entre, por una parte, una función lineal de la amplitud del primer símbolo de información modulado de dicho grupo y, por otra parte, una suma de funciones lineales de la amplitud de los otros símbolos de información modulados de dicho grupo, proyectada en la dirección formada por la fase de dicho primer símbolo de información modulado de dicho grupo.
- 25 4. Procedimiento de generación de símbolos CAG según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha señal está formateada en una pluralidad de tramas, estando dichos símbolos CAG situados al comienzo o al final de trama.
- 30 5. Procedimiento de generación de una señal a emitir, estando dicha señal formateada en una pluralidad de tramas cada una de las cuales comprende al menos una secuencia de símbolos CAG obtenidos por aplicación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 y una secuencia de símbolos de información modulados mediante una modulación lineal, estando dichos símbolos CAG y dichos símbolos de información filtrados por un filtro de conformación.
6. Señal a emitir obtenida mediante la aplicación del procedimiento de generación de una señal según la reivindicación 5.
- 35 7. Emisor que comprende medios configurados para implementar el procedimiento de generación de una señal a emitir según la reivindicación 5.

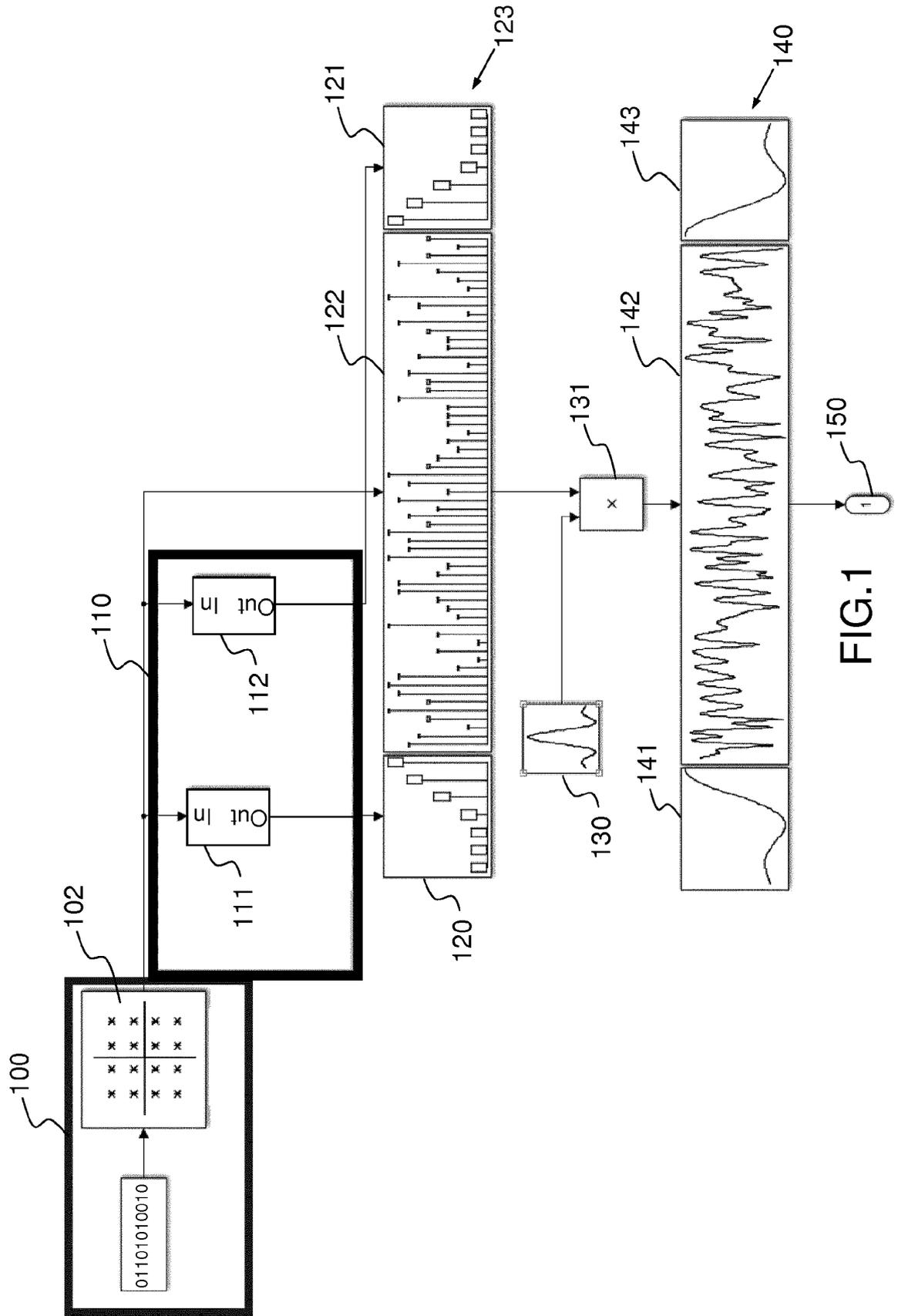


FIG.1

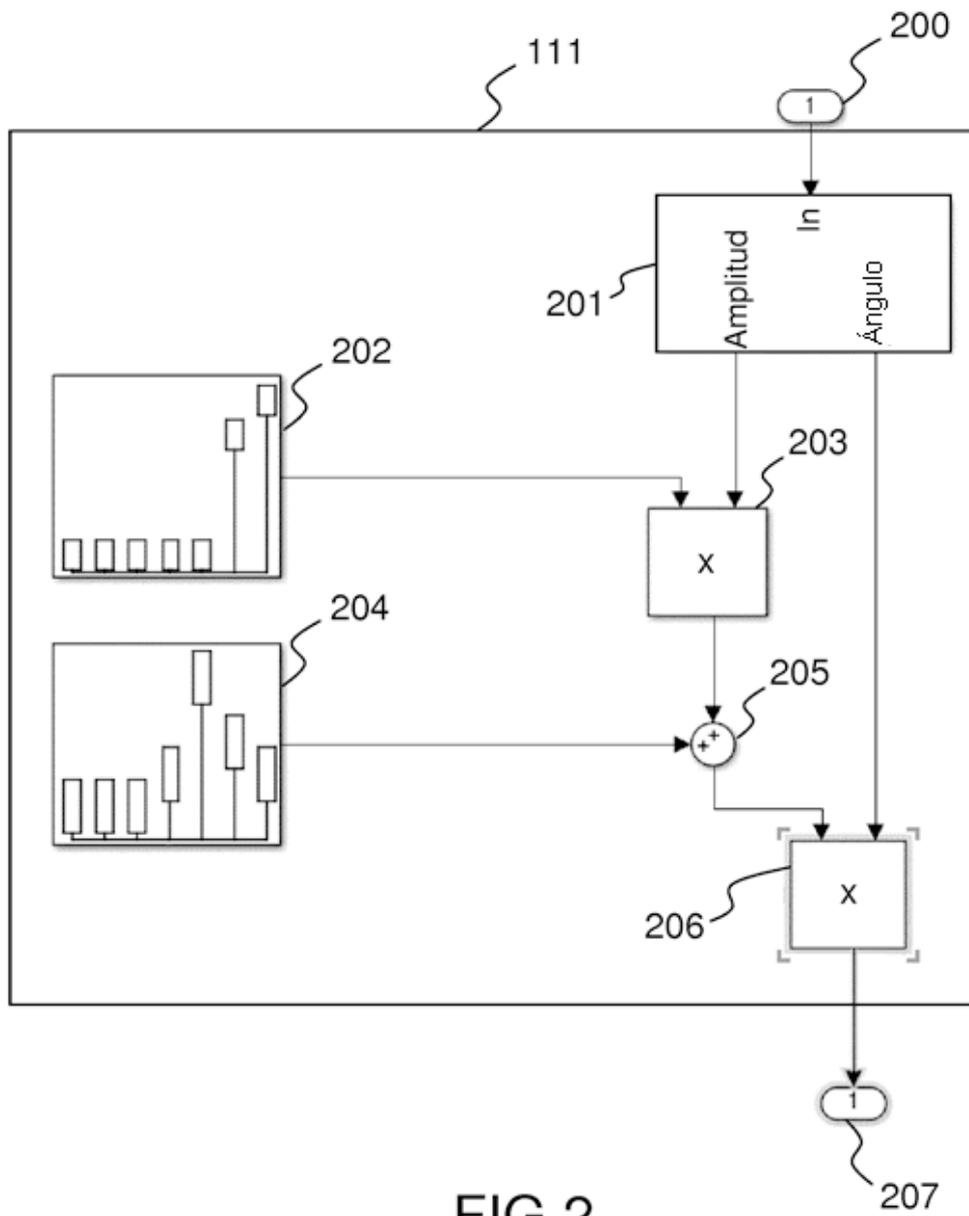


FIG.2

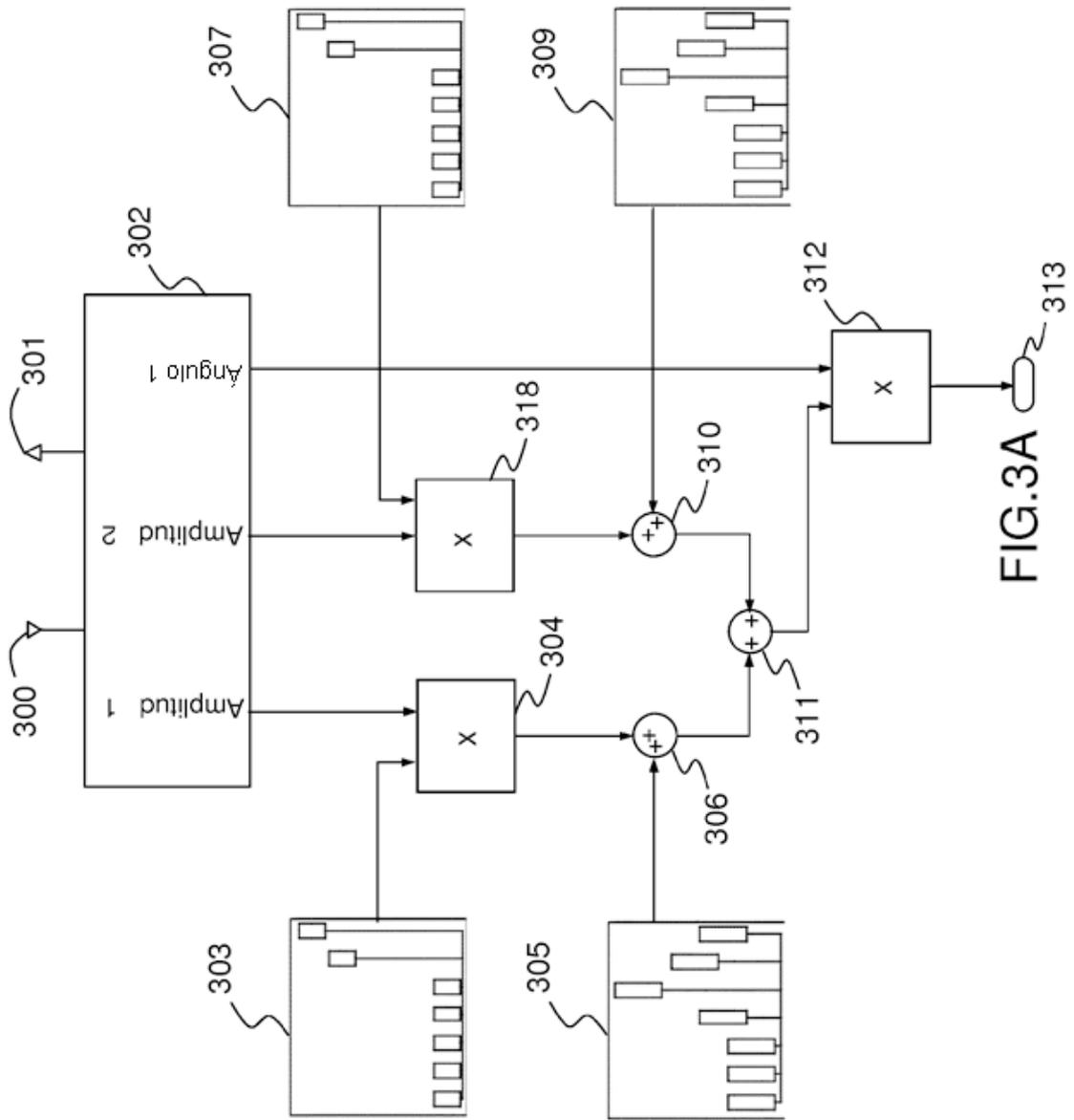


FIG.3A

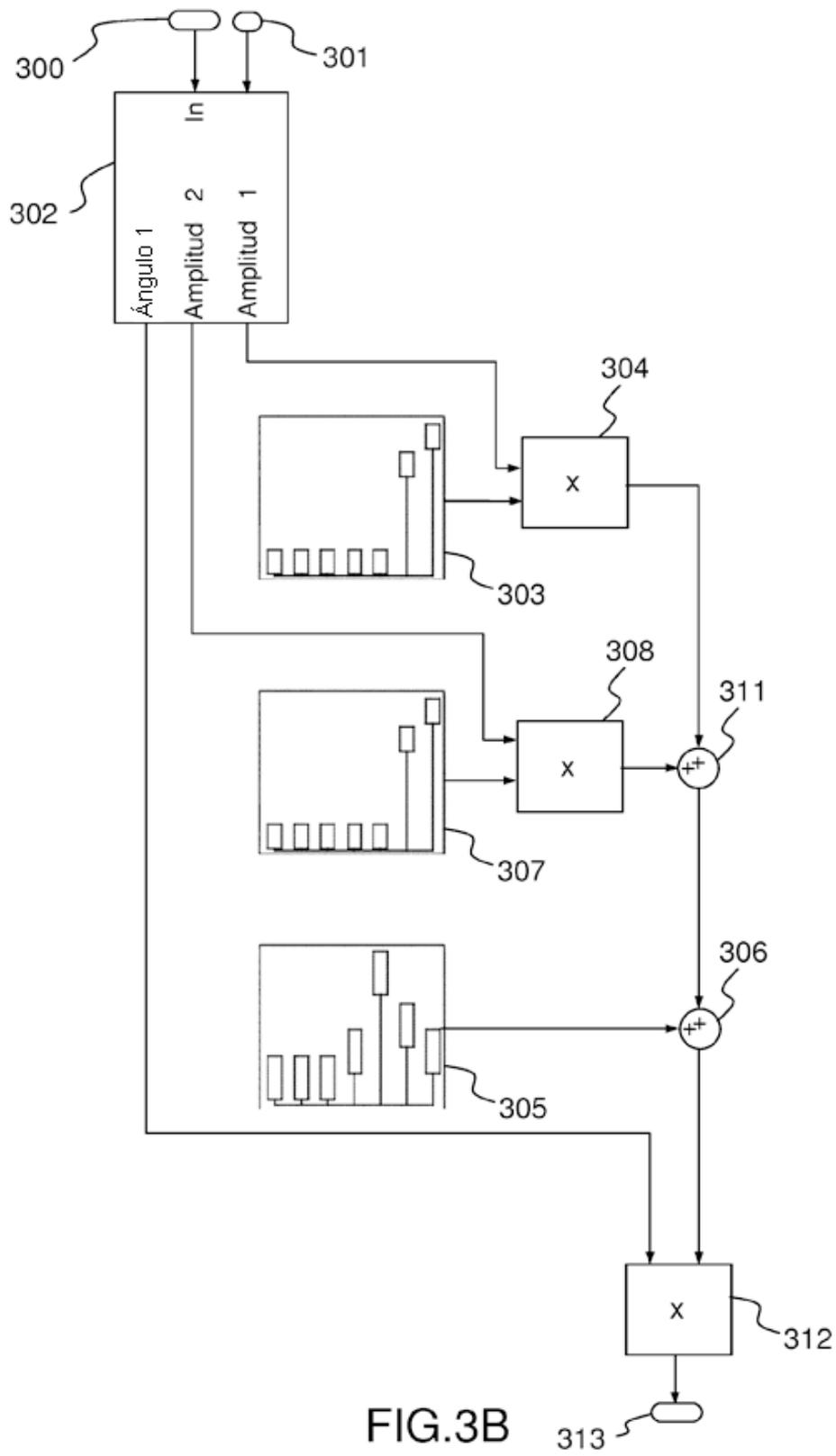


FIG.3B

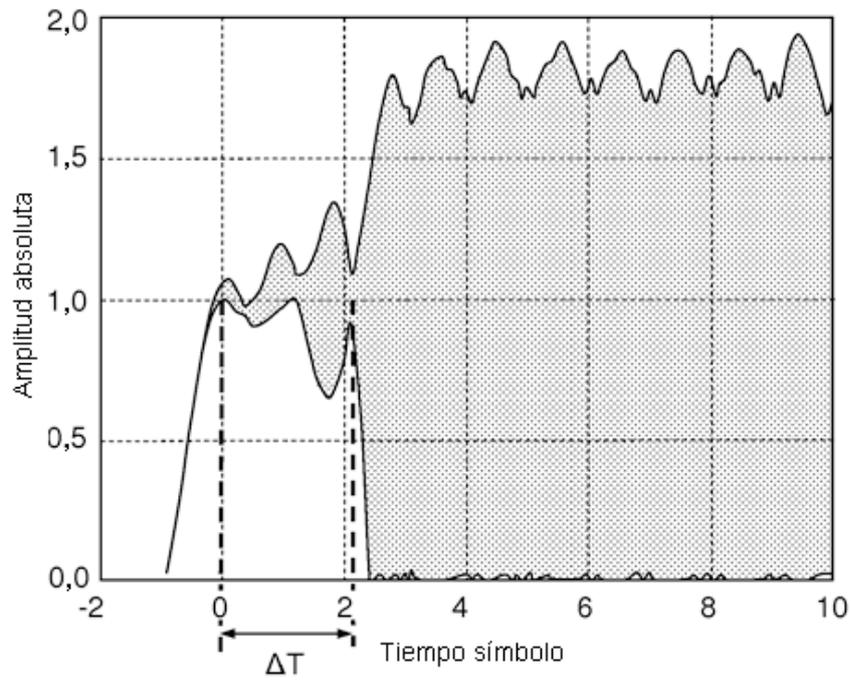


FIG.4A

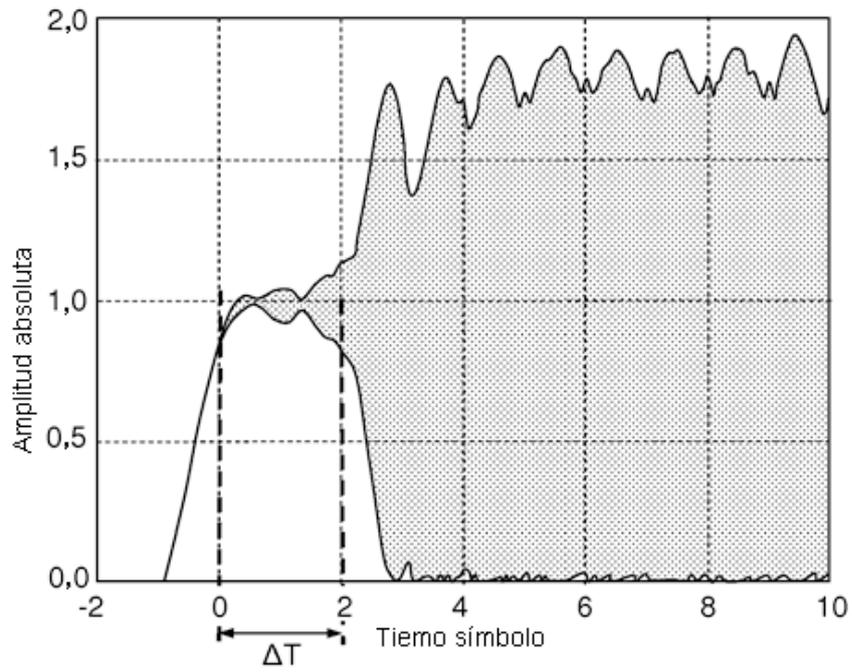


FIG.4B