



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 264**

51 Int. Cl.:
G01S 7/292 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08159136 .4**

96 Fecha de presentación : **26.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2017642**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2009**

54

Título: **Procedimiento de detección y de medición de parámetros de señales radioeléctricas.**

30

Prioridad: **17.07.2007 FR 07 05159**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.10.2011

73

Titular/es: **THALES**
173, Boulevard Haussmann
75008 Paris, FR

72

Inventor/es: **De Ligny, Paul y**
Sperling, Raphaël

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 366 264 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 detección y de medición de parámetros de señales radioeléctricas

La invención se refiere a un procedimiento de detección y de medición de los parámetros de señales radioeléctricas. En particular, la invención se aplica a los receptores digitales de guerra electrónica adaptados para la interceptación de señales emitidas por radares.

Un receptor digital de guerra electrónica debe poder interceptar simultáneamente el mayor número posible de señales correspondientes a amenazas y analizar estas señales. Las prestaciones de las funciones de detección condicionan las prestaciones de sensibilidad del receptor. Las prestaciones de las funciones de medición de los parámetros de los impulsos comprendidos en las señales radioeléctricas interceptadas repercuten en las prestaciones del receptor en las funciones de destrenzado, de clasificación y de identificación de las amenazas (cuanto más importante es el número de parámetros medidos, mejor es la identificación).

Debido a los progresos de las tecnologías de conversión analógico-digital, en particular el aumento de la dinámica y el crecimiento de la frecuencia de muestreo, las bandas instantáneas tratadas por un receptor digital son cada vez más anchas y el número de señales de impulsos presentes en la banda instantánea aumenta también. Un receptor digital debe por lo tanto tratar en tiempo real este flujo creciente de información, maximizar la sensibilidad, caracterizar al máximo los impulsos interceptados, a la par que limitar el volumen y el consumo de las funciones de detección y de medición, factores primordiales especialmente para las aplicaciones embarcadas aeronáuticas y espaciales.

Los receptores digitales de guerra electrónica según el estado de la técnica disocian generalmente las funciones de detección de las funciones de medición. La función de detección, generalmente aplica da materialmente, acciona la activación de la grabación de una señal recibida cuando el nivel de la misma revela la presencia de impulsos pertinentes, como por ejemplo impulsos emitidos por un radar. La señal se almacena entonces en memorias intermedias. La función de medición de los parámetros de los impulsos pertinentes identificados y almacenados por la función de detección se puede aplicar bien por un programa de ordenador embarcado en una tarjeta de tratamiento, bien materialmente por operadores específicos realizados en componentes de tipo ASIC (Application Specific Integrated Circuit) o FPGA (Field Programmable Gate Array).

En el caso de una aplicación de la función de medición por un programa de ordenador, los tratamientos realizados son numerosos y permiten mediciones de parámetros en el propio impulso, como por ejemplo la frecuencia precisa del mismo y las modulaciones empleadas. Sin embargo, con el fin de garantizar el tratamiento en tiempo real de los impulsos recibidos, es necesario multiplicar el número de tarjetas de tratamiento en paralelo, no tratando cada tarjeta más que una parte temporal de la señal adquirida.

En el caso de una aplicación de la función de medición por un material dedicado, los tratamientos se pueden realizar en tiempo real. Sin embargo, estos están limitados por las capacidades intrínsecas a la tecnología material empleada. En particular, el número de impulsos pertinentes tratados simultáneamente es limitado, los parámetros medidos son un número limitado y no permiten una buena identificación de las amenazas ya que los parámetros en el impulso, como la frecuencia precisa y las modulaciones, no se pueden medir.

En consecuencia, los receptores digitales de guerra electrónica según el estado de la técnica:

- bien, no alcanzan prestaciones aceptables más que a costa de un volumen elevado (capacidad de memoria importante para la grabación de la señal; (capacidad de cálculo importante para la extracción de los parámetros) que impiden su uso para aplicaciones embarcadas de bajo volumen y/o de bajo consumo (aeronáutica y espacial, especialmente);
- bien, respetan un volumen compatible con las aplicaciones embarcadas, pero están limitadas en número de parámetros medidos en el impulso.

Una solicitud de patente EP 0 261 779 A divulga un receptor de vídeo de cristal para ondas mantenidas y de impulsos.

La invención tiene especialmente por objetivo paliar los inconvenientes anteriormente mencionados. Con este propósito, la invención tiene por objeto un procedimiento de detección y de medición de los parámetros de una señal radioeléctrica muestreada Z_n . Cada valor PdB_n de las muestras Z_n de la señal radioeléctrica se compara con un umbral de detección. El criterio de detección, relativo a la presencia de un impulso en la señal radioeléctrica, se cumple cuando el valor PdB_n de las muestras Z_n es superior o igual al umbral de detección. Cada valor PdB_n de las muestras Z_n de la señal radioeléctrica se compara con un umbral de extinción. El criterio de extinción se cumple cuando el valor PdB_n de las muestras Z_n es inferior al umbral de extinción. Cuando el criterio de detección se cumple, se define un umbral de medición a un nivel dado por debajo del nivel de potencia máximo $NivMax$ del impulso. El nivel de potencia máximo $NivMax$ es buscado en un número dado de valores PdB_n de las muestras Z_n a partir de la primera muestra cuyo nivel de potencia ha sobrepasado el umbral de detección. Se genera un impulso sintético que incluye un conjunto de

información y de mediciones que caracterizan cada impulso recibido. Las mediciones se efectúan en un periodo que empieza en la primera muestra que ha sobrepasado el umbral de medición y que se termina en la última muestra N por encima del umbral de medición antes de que se cumpla el criterio de extinción.

5 En una realización, el umbral de detección se obtiene añadiendo por una parte un parámetro REF_RUIDO que indica el valor de ruido referenciado a 0 dB y por otra parte un parámetro DELTA_UMBRAL_DETECCION. El umbral de extinción se obtiene añadiendo el parámetro REF_RUIDO y un parámetro DELTA_UMBRAL_EXTICION.

El impulso sintético puede especialmente incluir un conjunto de informaciones y de mediciones que caracterizan el impulso entre:

- la fecha de inicio del impulso;
- 10 - la duración del impulso;
- la suma de las potencias instantáneas en la duración del impulso;
- la suma de los cuadrados de las potencias instantáneas sobre la duración del impulso;
- la suma de los incrementos de fase sobre la duración del impulso;
- la suma de los cuadrados de los incrementos de fase sobre la duración del impulso;
- 15 - el valor mínimo sobre la duración del impulso de la suma deslizante de los incrementos de fase;
- el valor máximo sobre la duración del impulso de la suma deslizante de los incrementos de fase;
- el número total saltos de fase sobre la duración del impulso;
- el número de estados de fase durante la duración del impulso;
- la duración mínima sobre la duración del impulso entre dos saltos de fase consecutivos;
- 20 - un indicador de paso bajo el umbral de medición.

Los impulsos sintéticos cuyo valor de duración de impulso DI es inferior a un parámetro VAL-DI_MIN se pueden suprimir. Los impulsos sintéticos cuyo valor de nivel medio es inferior a un parámetro UMBRAL_TRI_IS_NIV se pueden suprimir.

25 La invención tiene especialmente por ventajas el hecho de estar particularmente adaptada a las aplicaciones embarcadas en el campo aeronáutico y espacial especialmente. Además, su aplicación, que implica un bajo volumen tecnológico, permita su duplicación para poder tratar un gran número de señales diferentes simultáneamente. Finalmente, en su aplicación material, la invención permite minimizar la latencia de los tratamientos. Este parámetro es importante en numerosos sistemas de guerra electrónica, en particular para los receptores de alerta.

30 Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes con la ayuda de la siguiente descripción respecto de los dibujos anexos que representan:

- la figura 1, un diagrama de una señal radioeléctrica que incluye un impulso pertinente;
- la figura 2, un cuadro sinóptico, de una realización del procedimiento según la invención de detección y de medición de los parámetros de señales radioeléctricas;
- 35 - la figura 3, un cuadro sinóptico de un dispositivo de detección y de mediciones de los parámetros de señales radioeléctricas.

40 La figura 1 muestra, por un diagrama, una señal radioeléctrica que incluye un impulso pertinente. A título de ejemplo no limitativo, la siguiente descripción se remite especialmente a la detección del impulso pertinente representada en la figura 1 por el procedimiento según la invención, y a la determinación por el procedimiento según la invención, de un intervalo de tiempo durante el cual se realizan mediciones de los parámetros de dicho impulso representado en la figura 1 por el procedimiento según la invención.

45 El procedimiento según la invención detecta impulsos comprendidos en la señal radioeléctrica recibida por comparación de la señal recibida con un umbral previamente calculado que garantiza una probabilidad de detección y una tasa de falsa alarma dadas. Este umbral tiene también en cuenta el ruido presente (ruido térmico y factor de ruido de las etapas de recepción). Además, dos parámetros también pueden permitir la reducción de este umbral y de este modo mejorar la sensibilidad:

- un factor de integración que efectúa una media deslizante sobre N muestras de la señal recibida;
- la comparación con un número dado fijado a priori del número de muestras consecutivas por encima del umbral, para tener en cuenta una detección.

5 Después de la detección, el procedimiento según la invención busca el nivel máximo del impulso y calcula un umbral de medición situado a media potencia del impulso (es decir para $N=1$, un umbral de medición situado 6 dB por debajo del nivel máximo). Este umbral de medición será la referencia para la extracción de los parámetros del impulso. Para cada impulso detectado, el procedimiento según la invención extrae especialmente las siguientes informaciones:

- El instante de llegada del impulso, designado generalmente por el acrónimo anglosajón TOA por (Time of arrival);
- 10 - La duración del impulso;
- El nivel de potencia del impulso;

El procedimiento de acuerdo con la invención para extraer las medidas siguientes destinadas a mejorar la caracterización de los impulsos;

- 15 - la variación del nivel de potencias del impulso para estimar por ejemplo la excursión de una eventual modulación de amplitud;
- la frecuencia fina del impulso elaborado a partir de los incrementos de fase medidos;
- las frecuencias mínima y máxima en el impulso, para estimar por ejemplo la excursión de una eventual modulación de frecuencia;
- 20 - el número de saltos de fase, números de estados de fase, duración mínima entre saltos de fase (momento) para identificar una eventual modulación de fase.

Estas informaciones se sintetizan en un descriptor de impulsos denominado Impulso Sintético. Una selección de los impulsos sintéticos efectuada según criterios de nivel y de duración de impulso se puede aplicar, con el fin de permitir no sobrecargar los tratamientos situados corriente abajo (como los tratamientos de destrenzado y de identificación) con las mediciones mediocres obtenidas a una relación de señal – ruido demasiado débil, pudiendo el umbral de medición situarse hasta 6 dB para $N=1$ bajo el umbral de detección. El procedimiento según la invención proporciona entonces a la salida de los impulsos sintéticos impulsos sucesivos detectados y seleccionados.

En la figura 1, el diagrama incluye, además, un eje de abscisas 1 que representa el tiempo expresado en número de orden de las muestras Z_n y un eje de ordenadas 2 que representa el nivel de potencia expresado en decibelios de la señal radioeléctrica recibida. Una curva 3 representa en este diagrama el nivel de potencia de la señal radioeléctrica recibida a lo largo del tiempo. Un umbral de detección 5 se representa en la figura 1. Cuando el nivel de potencia de la señal radio eléctrica (curva 3) sobrepasa el umbral de detección 5, el procedimiento según la invención busca entonces en una ventana determinada un nivel máximo 8 de la señal. La primera muestra 7 después del paso del umbral de detección 5 se representa mediante una estrella en la figura 1. En el ejemplo de la figura 1, el nivel máximo 8 de la señal, es decir el nivel máximo 8 del impulso, es buscado en las 15 muestras que siguen el paso del umbral de detección 5. A partir del nivel máximo 8 del impulso, se define un umbral de medición 6, sensiblemente seleccionado en el caso presente a -6 dB respecto del nivel máximo 8. Este umbral de medición 6 se utiliza entonces para la medición del conjunto de los parámetros. En la figura 1, se representan dos triángulos que materializan un intervalo de tiempo 9 de medición de los parámetros del impulso. Un umbral de extinción 4 se define respecto del ruido referenciado a 0 dB, permitiendo de este modo identificar, cuando el nivel de potencia de la señal radioeléctrica (curva 3) desciende por debajo del umbral de extinción 4, el instante del último paso bajo el umbral de medición 5 antes de la extinción. La última muestra 10 después del paso del umbral de extinción 5 se representa mediante una estrella en la figura 1. Para esto, a cada paso bajo el umbral de medición 5, las mediciones en curso se memorizan. Se vuelven a tomar mediciones si el nivel de potencia de la señal vuelve a pasar por encima del umbral de medición 5. Por ejemplo, para considerar el impulso definitivamente terminado, es necesario el paso de 3 muestras sucesivas bajo el umbral de extinción 4. Durante la extinción, las mediciones en curso se detienen esperando la llegada de un nuevo impulso. Cuando el nivel de impulso está cercano al umbral de detección 5, el umbral de medición 6 pasa bajo el umbral de detección 5, lo cual permite hacer mediciones bajo el umbral de detección 5. Para poder realizar esta anticipación de la medición en el paso del umbral de detección, se aplica un retardo sistemáticamente a la señal representada por la curva 3.

50 La figura 2 muestra, por un cuadro sinóptico, una realización del procedimiento según la invención de detección y de medición de los parámetros de señales radioeléctricas. Los elementos idénticos a los elementos ya presentados en las

otras figuras llevan las mismas referencias. El procedimiento según la invención recibe especialmente en la entrada los siguientes parámetros:

- muestras complejas Z_n de la señal recibida;
- 5 - REF_RUIDO que indica el valor del ruido referenciado a 0 dB, obtenido por ejemplo tras una fase de calibrado;
- DELTA_UMBRAL_DETECCION utilizado para determinar el nivel del umbral de detección 5 de los impulsos.
- DELTA_UMBRAL_DETECCION utilizado para determinar el nivel del umbral de detección 4.
- MODO_CON_INTEGRACION que indica si el procedimiento se debe realizar en un modo denominado modo con integración;
- 10 - UMBRAL_TRI_IS_NIV que da un valor de nivel por debajo del cual los impulsos sintéticos producidos por el procedimiento según la invención se deben eliminar;
- VAL_DI_MIN que da un valor mínimo de la duración del impulso por debajo del cual los impulsos sintéticos producidos se deben eliminar.

En una etapa 101, se calcula el módulo al cuadrado P_n de la muestra compleja Z_n de la señal recibida. El módulo al cuadrado P_n se puede calcular aplicando la siguiente expresión matemática: $P_n = |z_n|^2$ con $z_n = I_n + i \cdot Q_n$. En una etapa opcional 102 de cálculo de la postintegración, cuando el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe utilizar en el modo con integración, se integra posteriormente el módulo al cuadrado P_n . El módulo al cuadrado P_n se puede integrar como media deslizando en N muestras, con por ejemplo N=8. Si el módulo al cuadrado P_n esta o no postintegrado, el valor en decibelios PdB_n de su módulo al cuadrado se calcula a continuación a lo largo de una etapa 103, aplicando la siguiente expresión matemática: $PdB_n = 10 \cdot \text{LOG}_{10}(P_n)$.

El procedimiento según la invención incluye una etapa 104 de comparación del valor en decibelios PdB_n con los umbrales recibidos. A lo largo de esta etapa 104 se calculan:

- el umbral de detección 5, añadiendo el parámetro REF_RUIDO que indica el valor del ruido referenciado a 0 dB y el parámetro DELTA_UMBRAL_DETECCION;
- 25 - el umbral de extinción 4, añadiendo el parámetro REF_RUIDO que indica el valor del ruido referenciado a 0 dB y el parámetro DELTA_UMBRAL_EXTINCION.

A lo largo de la etapa 104, se aplica un criterio de detección relativo a la presencia de un impulso en la señal radioeléctrica al valor en decibelios PdB_n . Cuando un número i de valores en decibelios PdB_n consecutivos se sitúan por encima del umbral de detección 5, es decir cumple la condición $PdB_n \geq \text{UMBRAL_DETECCION}$, entonces el criterio de detección se cumple. En el caso de que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indique que el proceso no se debe utilizar en el modo de Integración con el número i puede ser sustancialmente iguales 2.

En el paso 104, un criterio de extinción se aplica al valor en decibelios PdB_n . Cuando una serie de valores en decibelios j PdB_n consecutivos están por debajo del umbral de la extinción de cuatro, es decir, cumplida la condición $PdB_n < \text{UMBRAL_EXTINCION}$, o cuando un parámetro CONTADOR_TIEMPO es igual a 1, mientras que se cumple el criterio de extinción. En el caso en que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento no se debe utilizar en el modo con integración, el número j puede ser sensiblemente igual a 3. En el caso en que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe utilizar en el modo con integración, j se puede elegir sensiblemente igual a 6.

A lo largo de la etapa 104, cuando se cumple el criterio de detección, se busca el nivel de potencia máximo NivMAX del impulso. En el caso en que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento no se debe utilizar en el modo con integración, esta búsqueda se realiza por ejemplo:

- bien en los valores en decibelios PdB_n que corresponden a 15 muestras a partir de la primera de las dos muestras consecutivas cuyo nivel de potencia a sobrepasado el umbral de detección 5;
- 45 - bien en el conjunto de los valores en decibelios PdB_n de las muestras hasta que el criterio de extinción sea cumplido si esta eventualidad interviene antes de la 15ª muestra.

En el caso en el que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe utilizar en el modo con integración, esta búsqueda se realiza por ejemplo:

- bien en los valores en decibelios P_{db_n} que corresponden a 32 muestras a partir de la primera de las 12 muestras consecutivas cuyo nivel de potencia a sobrepasado el umbral de detección 5;
- bien en el conjunto de los valores en decibelios P_{dB_n} de las muestras hasta que el criterio de extinción sea cumplido si esta eventualidad interviene antes de la 32ª muestra.

5 A lo largo de la etapa 104, cuando se cumple el criterio de detección, se determina el umbral de medición 6. En el caso en que parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento no se debe utilizar en el modo con integración, el umbral de medición 6 se sitúa sensiblemente 6 dB por debajo del nivel de potencia máxima NivMax del impulso. En el caso en el que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe utilizar en el modo con integración, el umbral de medición se sitúa 4 dB por debajo del nivel de potencia
10 máxima NivMax del impulso.

A lo largo de la etapa 104, en el caso en que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento no se debe utilizar en el modo con integración, una búsqueda de paso del umbral de medición 6 inicia sensiblemente 6 muestras antes de la primera de las 2 muestras sucesivas que han pasado el umbral de detección 5. En el caso en el que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe
15 utilizar en el modo con integración, la búsqueda del paso del umbral de medición inicia sensiblemente 15 muestras antes de la primera de las 12 muestras sucesivas que han pasado el umbral de detección. Sea cual sea el modo, las mediciones se limitan al periodo anterior que se inicia en el último instante donde se ha cumplido el criterio de detección.

A lo largo de la etapa 104, en el caso en que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento no se debe utilizar en el modo con integración, la medición se inicia en la primera muestra que ha pasado el umbral de medición 6 y se acaba en la última muestra N, por encima del umbral de medición 6 antes de
20 que se cumpla el criterio de búsqueda. En el caso en el que el parámetro MODO_CON_INTEGRACION indica que el procedimiento se debe utilizar en el modo con integración, la medición se inicia en la primera muestra que ha pasado el umbral de medición y se acaba 8 muestras antes del último paso bajo el umbral de medición antes de la
25 extinción.

En una etapa 105, se genera para cada impulso recibido un impulso sintético que incluye un conjunto de informaciones y de mediciones que caracterizan dicho impulso. Asimismo, puede incluir especialmente:

- la fecha de inicio del impulso (o TOA según el acrónimo inglés para Time of Arrival);
- 30 - la duración del impulso, designada generalmente por el acrónimo DI;
- la suma de las potencias instantáneas en la duración del impulso DI;
- la suma de los cuadrados de las potencias instantáneas sobre la duración del impulso DI;
- la suma de los incrementos de fase sobre la duración del impulso DI;
- la suma de los cuadrados de los incrementos de fase sobre la duración del impulso DI;
- 35 - el valor mínimo sobre la duración del impulso DI de la suma deslizante (efectuada por ejemplo en 32 muestras) de los incrementos de fase;
- el valor máximo sobre la duración del impulso DI de la suma deslizante (efectuada por ejemplo en 32 muestras) de los incrementos de fase;
- el número total saltos de fase sobre la duración del impulso DI;
- 40 - el número de estados de fase durante la duración del impulso DI;
- la duración mínima sobre la duración del impulso DI entre dos saltos de fase consecutivos;
- un indicador de paso bajo el umbral de medición 6.

Los cálculos de nivel medio, de variación del nivel, de frecuencia media y de variación de frecuencia se obtienen a partir de las sumas de las potencias instantáneas, de los cuadrados de las potencias instantáneas, de los
45 incrementos de fase y de los cuadrados de los incrementos de fase. Basta dividir estos últimos valores por la duración del impulso. Además, los cálculos de frecuencia y de fase podrán eliminar algunas muestras al inicio y al final del intervalo de medición, siendo tachados estas muestras de error.

A título de ejemplo, el instante de medición de la fecha de inicio del impulso TOA se puede definir respecto de la primera muestra que ha pasado el umbral de medición 6. La medición de la duración del impulso se puede realizar con la ayuda de un contador de capacidad, por ejemplo, igual a 20 bits. La duración del impulso DI corresponde a la duración que transcurre entre la fecha de inicio del impulso y la recepción de la última muestra por encima del umbral de medición 6. Si por ejemplo, esta última muestra corresponde al límite de capacidad del contador (bien, por ejemplo, la 1048576ª muestra para un contador de 20 bits), entonces el parámetro CONTADOR_TIEMPO se pone a 1. Si el parámetro CONTADOR_TIEMPO se pone a 1, se decreta el final de la medición, se memorizan las informaciones necesarias para la constitución del impulso sintético. La suma de las potencias instantáneas en la

$$\sum_{n=1}^N PdB_n .$$

duración del impulso DI se puede calcular aplicando la siguiente expresión matemática:

- 10 La suma de los cuadrados de las potencias instantáneas en la duración del impulso DI se puede calcular aplicando

$$\sum_{n=1}^N (PdB_n)^2$$

la siguiente expresión matemática

La suma de los incrementos de fase para la medición de la frecuencia se puede calcular aplicando la siguiente

expresión matemática:
$$\sum_{n=2}^N \left(Arg(z_n \cdot \overline{z_{n-1}}) \right)$$

La suma de los cuadrados de los incrementos de fase para la medición del desvío tipo de la frecuencia se puede

$$\sum_{n=2}^N \left(Arg(z_n \cdot \overline{z_{n-1}}) \right)^2 .$$

- 15 calcular aplicando la siguiente expresión matemática:

La suma de los incrementos de fase para la medición de frecuencia mínima, integrada en 32 muestras, para

$n \in [32;M]$ se puede calcular aplicando la siguiente expresión matemática:
$$\min \left(\sum_{j=n-31}^n \left(Arg(z_j \cdot \overline{z_{j-1}}) \right) \right)$$

La suma de los incrementos de fase para la medición de frecuencia máxima integrada en 32 muestras, para $n \in [32;M]$

se puede calcular aplicando la siguiente expresión matemática:
$$\max \left(\sum_{j=n-31}^n \left(Arg(z_j \cdot \overline{z_{j-1}}) \right) \right)$$

- 20 Los desvíos de fase para las mediciones de modulación de fase para $n \in [7;M]$ se puede calcular aplicando la siguiente expresión matemática:

$$\phi_n = Arg(z_n \cdot \overline{z_{n-3}})$$

$$\Delta\phi_n = \phi_n - \phi_{n-3}$$

el número de saltos y de estados de fase para las mediciones de modulación de fase se puede determinar aplicando la siguiente lógica:

- 25
- cuando $|\Delta\phi_n - \Delta\phi_{n-3}| \leq 50^\circ$, el salto de fase detectado es de 0° ;
 - cuando $50^\circ < |\Delta\phi_n - \Delta\phi_{n-3}| < 140^\circ$, el salto de fase detectado es de 90° ;
 - cuando $140^\circ \leq |\Delta\phi_n - \Delta\phi_{n-3}|$, el salto de fase detectado es de 180° .

Se contabiliza un salto cuando uno o los dos eventos tienen lugar en una ventana deslizante de 3 muestras. El número de saltos máximo contabilizado por medición es de 32. El número de estados de fase viene dado por la siguiente lógica:

- 30
- no se ha observado ningún salto: 1 sola fase;
 - los únicos saltos de fase de 90° observados corresponden a saltos de fase de 180° : 2 fases;
 - solo se han observado saltos de fase de 90° : 4 fases.

La duración del momento se puede obtener mediante un contador, por ejemplo, un contador de 8 bits, midiendo el intervalo de tiempo entre dos saltos de fase. La duración del momento es el valor mínimo de este intervalo de tiempo en la duración del impulso DI.

5 El indicador de paso bajo el umbral de medición 6 se puede activar cuando la señal pasa momentáneamente, durante la medición, bajo el umbral de medición 6.

A cada paso bajo el umbral de medición 6 o cuando el parámetro CONTADOR_TIEMPO se pone a 1 y en la espera de que se cumpla eventualmente el criterio de extinción, los valores corrientes de las diferentes mediciones se memorizan. Las mediciones corrientes siguen hasta que se cumpla el criterio de extinción.

10 Otras numerosas mediciones efectuadas en el impulso se pueden realizar en tiempo real como por ejemplo mediciones para caracterizar las modulaciones de amplitud, las modulaciones de frecuencia, las modulaciones de fase, así como mediciones para diferenciar impulsos superpuestos.

15 Asimismo, es posible implementar una selección de los impulsos sintéticos. Por ejemplo, los impulsos sintéticos cuyo valor de duración de impulso DI es inferior al parámetro VAL_DI_MIN, típicamente 20 muestras en modo con integración, se suprimen. Si el parámetro VAL_DI_MIN vale 0 entonces no se efectúa ninguna selección. Los impulsos sintéticos se pueden también seleccionar en función del nivel medio. De este modo, los impulsos sintéticos cuyo valor de nivel medio es inferior al parámetro UMBRAL_TRI_IS_NIV, se suprimen.

20 La figura 3 ilustra mediante un cuadro sinóptico un dispositivo de detección y de medición de los parámetros de señales radioeléctricas. Los elementos idénticos a los elementos ya presentados en las otras figuras llevan las mismas referencias. El dispositivo según la invención está especialmente adaptado para la aplicación del procedimiento según la invención de detección y de medición de los parámetros de señales radioeléctricas. En particular, el dispositivo recibe en la entrada la señal radioeléctrica recibida y emite en la salida impulsos sintéticos. El dispositivo incluye especialmente medios de medición de frecuencia y de fase 101, medios de mediciones temporales y de nivel 102, medios de comparaciones 103, medios de selecciones de impulsos sintéticos 104, y
25 medios de memorización de impulsos sintéticos. El dispositivo incluye especialmente dos tipos de memorias: una pila LIN100 y una pila LOG 110. La pila LIN 100 y la pila LOG 110 son del tipo "Primero en entrar, primero en salir", generalmente denominado por el acrónimo inglés FIFO de First In/First Out. La pila LOG 110 compensa, para las muestras convertidas en decibelios, las latencias de búsqueda del nivel máximo. Asimismo, la pila LOG 110 permite la anticipación de la medición, una vez calculado el umbral de medición 6. La pila LIN 100, compensa, para las muestras complejas utilizadas para las mediciones de fase/frecuencia las mismas latencias que anteriormente así
30 como las necesarias para los cálculos de potencia, de integración y de conversión logarítmica en decibelios.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de detección y de medición de los parámetros de una señal radioeléctrica muestreada (Z_n) en el cual:

- 5 - comparándose (104) cada valor (PdB_n) de las muestras (Z_n) de la señal radioeléctrica con un umbral de detección (5), cumpliéndose el criterio de detección, relativo a la presencia de un impulso en la señal radioeléctrica, cuando el valor (PdB_n) de las muestras (Z_n) es superior o igual al umbral de detección;
- comparándose (104) cada valor (PdB_n) de las muestras (Z_n) de la señal radioeléctrica con un umbral de extinción (4), cumpliéndose el criterio de extinción cuando el valor (PdB_n) de las muestras (Z_n) es inferior al umbral de extinción(4).

caracterizado porque:

- 10 - cuando el criterio de detección se cumple, se define un umbral de medición (6) a un nivel dado por debajo del nivel de potencia máximo (NivMax) del impulso, siendo buscado el nivel de potencia máximo (NivMax) en un número dado de valores (PdB_n) de las muestras (Z_n) a partir de la primera muestra cuyo nivel de potencia ha sobrepasado el umbral de detección (5), y
- 15 - se genera un impulso sintético (105) que incluye un conjunto de información y de mediciones que caracterizan cada impulso recibido, siendo efectuadas las mediciones en un periodo que empieza en la primera muestra que ha pasado el umbral de medición (6) y que se termina en la última muestra N por encima del umbral de medición (6) antes de que se cumpla el criterio de extinción.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el umbral de detección (5) se obtiene (104) añadiendo por una parte un parámetro REF_RUIDO que indica el valor de ruido referenciado a 0 dB y por otra parte un parámetro DELTA_UMBRAL_DETECCION, el umbral de extinción (4) se obtiene añadiendo el parámetro REF_RUIDO y un parámetro DELTA_UMBRAL_EXTICION.

3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el impulso sintético incluye un conjunto de informaciones y de mediciones que caracterizan el impulso entre:

- la fecha de inicio del impulso;
- 25 - la duración del impulso;
- la suma de las potencias instantáneas en la duración del impulso;
- la suma de los cuadrados de las potencias instantáneas sobre la duración del impulso;
- la suma de los incrementos de fase sobre la duración del impulso;
- la suma de los cuadrados de los incrementos de fase sobre la duración del impulso;
- 30 - el valor mínimo sobre la duración del impulso de la suma deslizante de los incrementos de fase;
- el valor máximo sobre la duración del impulso DI de la suma deslizante de los incrementos de fase;
- el número total saltos de fase sobre la duración del impulso;
- el número de estados de fase durante la duración del impulso;
- la duración mínima sobre la duración del impulso entre dos saltos de fase consecutivos;
- 35 - un indicador de paso bajo el umbral de medición (6).

4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los impulsos sintéticos cuyo valor de duración de impulso DI es inferior a un parámetro VAL_DI_MIN se suprimen.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los impulsos sintéticos cuyo valor de nivel medio es inferior a un parámetro UMBRAL_TRI_IS_NIV se suprimen.

40

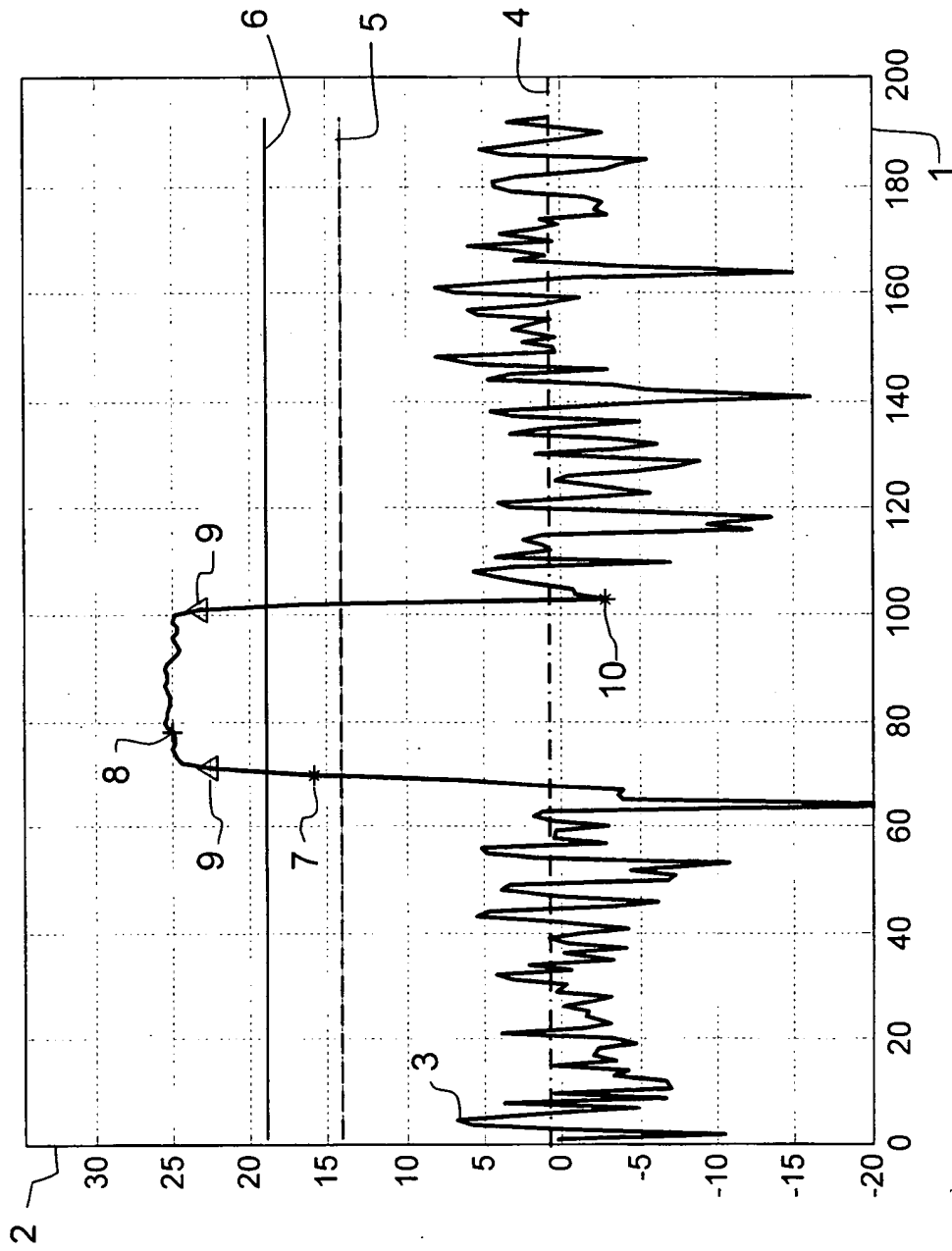


FIG.1

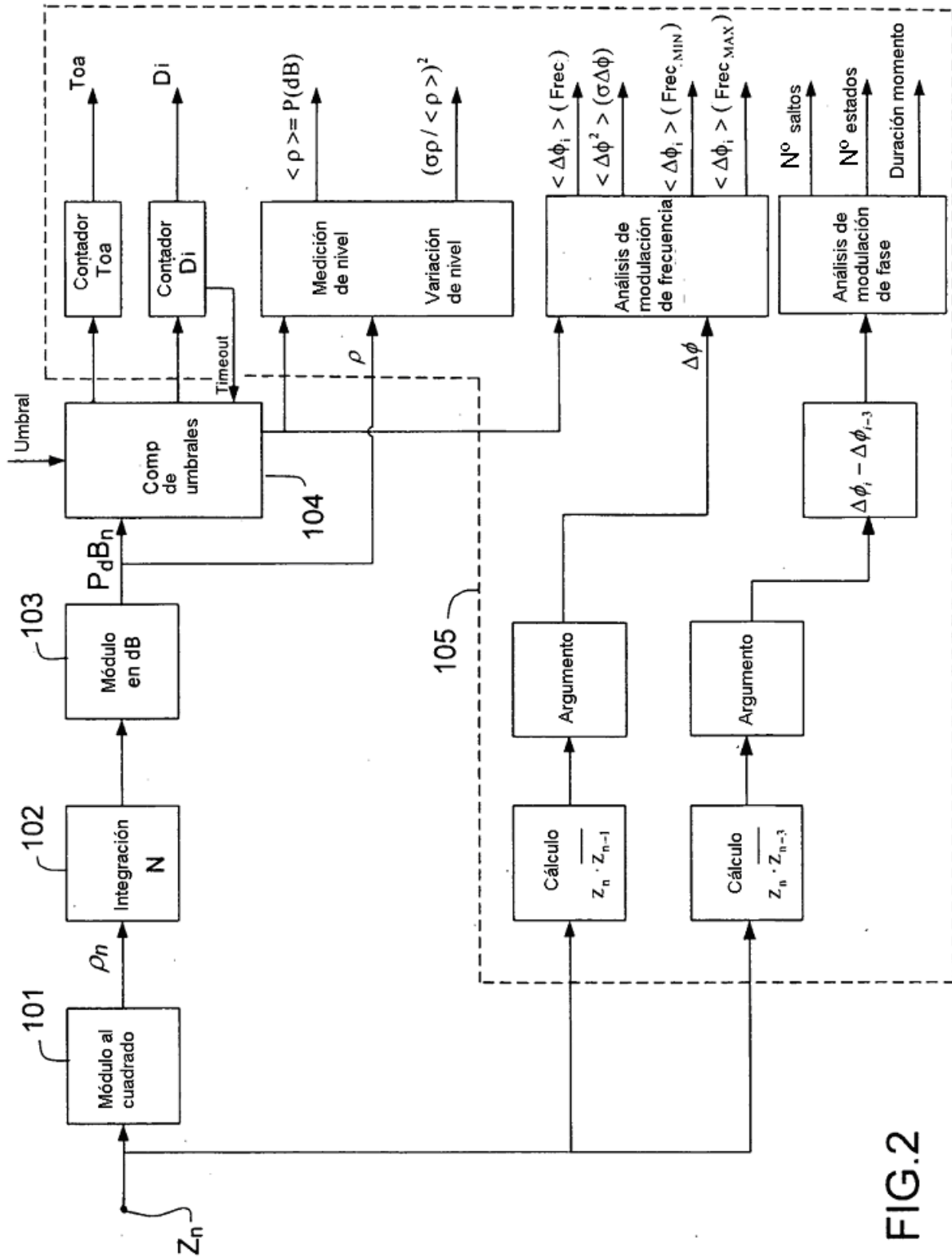


FIG.2

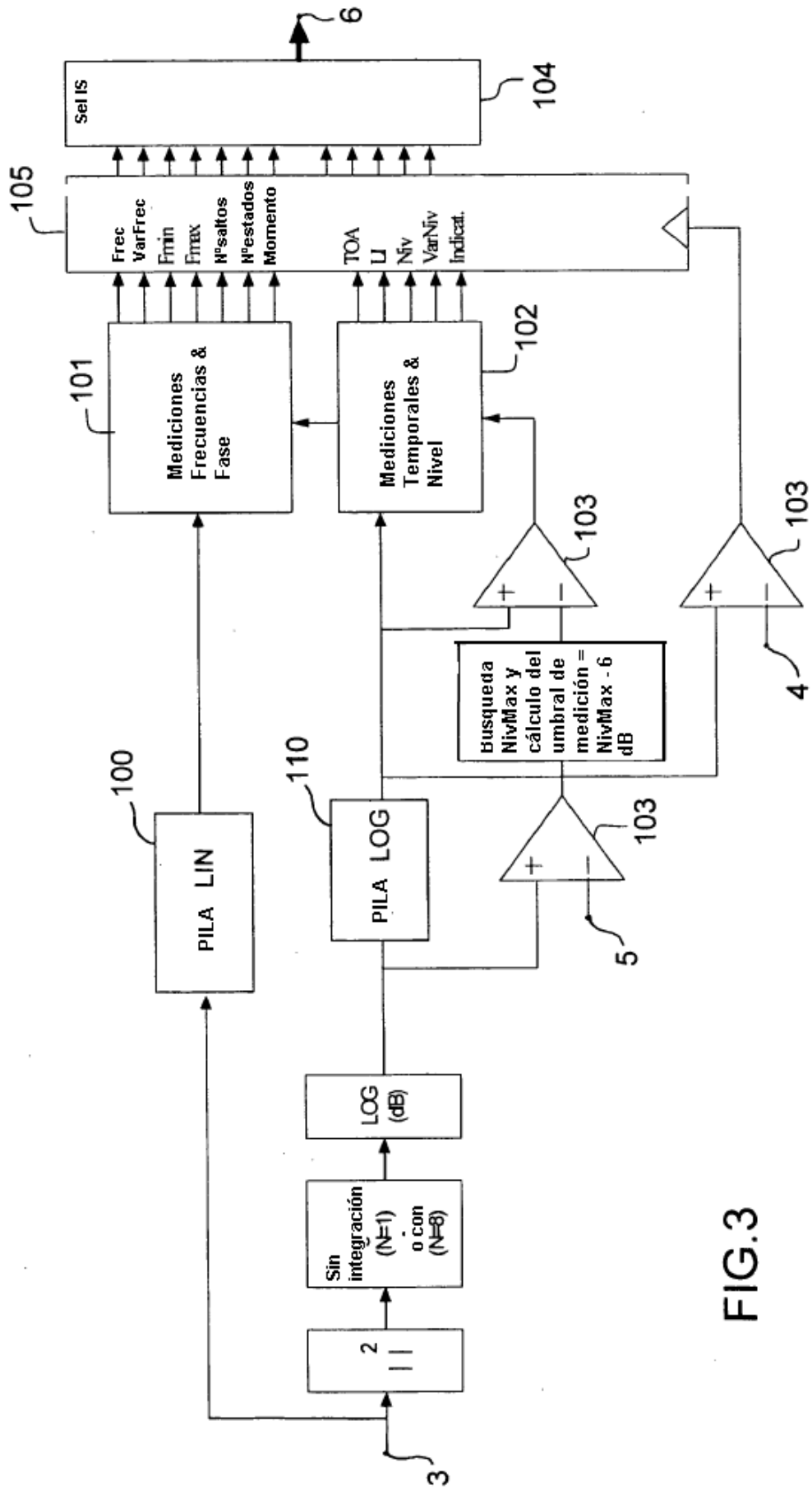


FIG.3