



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 221 557**

⑫ Número de solicitud: 200300630

⑬ Int. Cl.7: **G01S 13/00**

G01C 13/00

G06F 13/28

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **17.03.2003**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2004**

Fecha de la concesión: **01.09.2005**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **01.10.2005**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.10.2005

⑲ Titular/es: **Universitat Politècnica de Catalunya
Jordi Girona Salgado, 31 Edif. C-H
08034 Barcelona, ES**

⑳ Inventor/es: **Sumpsi Colom, Arnau;
Nogues Correig, Oleguer y
Camps Carmona, Adriano José**

㉑ Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

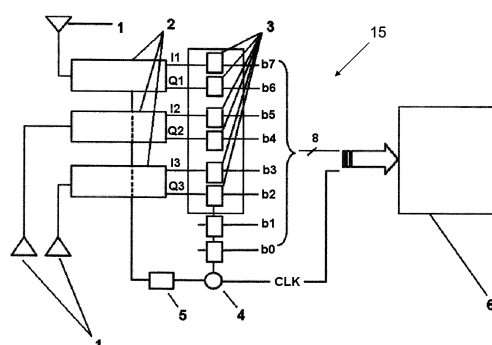
㉒ Título: **Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS.**

㉓ Resumen:

Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS.

El dispositivo procesa las señales GPS recibidas y almacena todos los datos de todos los canales de recepción directamente en la unidad de almacenamiento. Dispone de tres antenas adaptadas para la recepción, amplificación, demodulación en fase y cuadratura coherente para las mismas, así como el muestreo síncrono a 1 bit a alta velocidad durante un largo período de tiempo de las señales procedentes de las antenas. Además, realiza el muestreo de dos bits de entrada adicionales sincronamente con los demás siendo uno señales PPS y señales de frecuencia variable VARF. La unidad de almacenamiento es un sistema propio de grabación donde se graban directamente todos los datos de los canales y comprende por lo menos una unidad de disco duro controlada directamente por una FPGA que gestiona también los datos de entrada e interpreta señales de control.

FIG.1a



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS.

5 La presente solicitud de Patente de Invención consiste, conforme indica su enunciado, en un “Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS”, cuyas nuevas características proporcionan numerosas ventajas, tal como se detallará en la presente memoria.

10 En sistemas radar y de comunicaciones son conocidos dispositivos receptores DOppler-DElay de señales (denominados DODEREC: DOppler-DElay RECeiver). Existen sistemas radar biestáticos que utilizan varias cadenas para la recepción y procesamiento de señales de oportunidad GPS (banda L1) captadas por varias antenas diferentes. El procesamiento de las señales comprende típicamente la amplificación, demodulación coherente, muestreo síncrono a 1 bit, y almacenamiento sostenido (un largo período de tiempo sin interrupción en la unidad de almacenamiento) y a alta velocidad de dichas señales.

15 Las aplicaciones de estos dispositivos se dirigen a medidas de altimetría y determinación del estado del mar a partir de la medida del Doppler y retardo diferenciales entre señales GPS. Las señales GPS son captadas por una o varias antenas que apuntan al cenit y otra(s) restante(s) que apunta(n) hacia la superficie del mar. El dispositivo puede ser utilizado también en experimentos de ocultaciones para la determinación de parámetros atmosféricos (vapor de agua, etc.) e ionosféricos (contenido total de electrones o TEC, etc).

20 Es conocido históricamente también el concepto denominado PARIS (PAssive Reflectometry Interferometric System). Se trata de un altímetro radar biestático en el que se utiliza el conocimiento de la geometría de observación y la diferencia de retardos de los picos de correlación entre las señales GPS directa (captada por una antena que apunta hacia el cenit) y la reflejada sobre la superficie del mar (captada por una antena que apunta hacia el nadir) con el código pseudo-aleatorio propio de la señal de cada satélite (Martín-Neira, Manuel, “A Passive Reflectometry and Interferometry System (PARIS): Application to Ocean Altimetry”, ESA Journal, Vol. 17, pp. 331-355, 1993. Más adelante se comprobó que la forma de la función de ambigüedad (módulo de la función de correlación para diferentes retardos y frecuencias Doppler) depende del estado del mar (oleaje), produciéndose reflexiones de la señal GPS fuera del punto de reflexión especular. De esta manera, el procesamiento de las señales GPS permite estimar el estado del mar (oleaje) y la velocidad del viento sobre el mar, parámetros de vital importancia en los modelos climáticos (Cardellach, Estel, “Sea Surface Determination using GNSS Reflected Signals”, Ph. D. Dissertation, December 2001, Universitat Politècnica de Catalunya, advisor: A. Rius (Institut d’Estudis Espacials de Catalunya)).

35 Las principales investigaciones en este campo se han localizado geográficamente en Estados Unidos (Jet Propulsion Laboratory -JPL-, Pasadena, California, USA) y en Europa (Agencia Europea del Espacio -ESA/ESTEC-, Noordwijk, Holanda, en el Institut d’Estudis Espacials de Catalunya -IEEC-, Barcelona, España, y en Starlab, Barcelona, España).

40 Únicamente se conoce la existencia de dos dispositivos de este tipo en el mundo. El primero de dichos dispositivos comprende dos cadenas de recepción de señales GPS (banda L1) basadas en receptores GPS disponibles en el mercado, cuyas salidas demoduladas, convertidas a banda base (únicamente la componente en fase -I-) y muestreadas a 2 MHz a 1 bit son registradas mediante dos grabadores en cinta. Por otra parte, al no existir sincronismo ni en las señales de oscilador local utilizada en la demodulación de las señales de los dos receptores, ni en el muestreo y la adquisición de las mismas, el procesamiento de las señales recibidas se complica enormemente debido al hecho de que previamente deben ser alineadas en el tiempo (sincronizadas) y compensadas por el Doppler introducido por el movimiento relativo del satélite y el punto de observación. Por otra parte, dicho dispositivo no está integrado como tal en un único instrumento, lo que ha provocado en diversas ocasiones problemas debidos a malos contactos, desconexiones de cables, humedades en los grabadores que los hacen inservibles, etc.

50 El segundo de dichos dispositivos comprende hasta cuatro cadenas receptoras para cuatro antenas diferentes basadas en receptores comerciales, aunque en la práctica sólo se utilizan tres cadenas (Lowe, S.T.; Kroger, P.; Franklin, G.; LaBrecque, J.L.; Lerma, J.; Lough, M.; Marcin, M.R.; Muellerschoen, R.J.; Spitzmesser, D.; Young, L. E, “A delay/Doppler-mapping receiver system for GPS-reflection remote sensing”, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, GR.S-40 (5), pp. 1150 -1163, Mayo 2002). La demodulación y muestreo de las señales se lleva a cabo de manera síncrona. El muestreo a 1 bit se realiza a 20,46 MHz, lo que mejora la resolución temporal. La adquisición y almacenamiento de las señales la realiza un dispositivo comercial y una matriz de discos duros SCSI. El principal inconveniente de este tipo de dispositivo es el elevado coste y volumen del conjunto.

60 Otro problema derivado de los citados dispositivos es el sistema de almacenamiento. Convencionalmente, por su alta capacidad y velocidad, se dispone una unidad de almacenamiento que comprende cintas magnéticas. Históricamente los sistemas de grabación de datos y las tarjetas de adquisición de datos han corrido caminos paralelos. De hecho muchas tarjetas son sistemas de grabación de datos con una primera etapa de conversión analógica/digital. Sin embargo, en los últimos años, la capacidad de almacenar grandes volúmenes de datos no se ha desarrollado de la misma manera que la capacidad de muestrear señales cada vez más rápidas. Así pues, hoy en día se encuentran osciloscopios capaces de muestrear señales a 20 Gmuestras/s, pero en cambio la longitud de la secuencia de muestras está limitada a 32Ms (32 millones de muestras). A modo de ejemplo, existen tarjetas de adquisición de grandes prestaciones de hasta 65 5 G, 2 G, 500 M, 100 M, y 50 Mmuestras/s con unas memorias de 10k, 16 M, 2 G y 1 G muestras, respectivamente. No

obstante, la velocidad de transferencia de datos sostenida viene limitada en último lugar por la velocidad del bus PCI de los ordenadores y por la máxima velocidad de transferencia de datos al disco duro, con el problema añadido que cuando éste sea requerido por el procesador o por algún periférico, el bus queda ocupado, pudiéndose llegar a perder datos si se llegara a llenar la memoria tampón. Hoy en día, la única garantía de no perder datos consiste en añadir al PC un sistema "bus master", que tome el control del bus del sistema, evitando que sea solicitado y ocupado; añadir una memoria tampón de gran capacidad, lo que dispara los costes; y poner tantos discos duros como el flujo total de información dividido por la velocidad de transferencia sostenida máxima (en la actualidad unos 17 Mbytes/s cuando se llega al final del disco).

La presente invención propone un dispositivo de recepción Doppler/delay y almacenamiento de señales GPS adaptado para superar los inconvenientes de los dispositivos del estado de la técnica, aportando otras ventajas, tal como se detallará más adelante.

El dispositivo de recepción y almacenamiento Doppler/delay de señales GPS desarrollado por los inventores comprende por lo menos dos canales de recepción de señales GPS las cuales son tratadas por dicho dispositivo y almacenadas en una unidad de almacenamiento, con la particularidad de que todos los datos de todos los citados canales de recepción se graban directamente en dicha unidad de almacenamiento del dispositivo. Se diferencia, por lo tanto, de los dispositivos receptores GPS convencionales de estado de la técnica descritos anteriormente, ya que en dichos dispositivos, la grabación se realiza en unas cintas cuyo contenido debe pasarse posteriormente a un disco duro, lo cual supone un tiempo de pre-proceso excesivo.

El dispositivo de la invención es un equipo o transportable y autónomo provisto de tres cadenas de recepción con amplificación, demodulación en fase y cuadratura coherente para los canales, realizando un muestreo síncrono a 1 bit a alta velocidad (del orden de 20 Mb/s) durante un largo período de tiempo (más de 50 minutos por cada unidad de almacenamiento) de las señales GPS (banda L1) procedentes de las antenas. Con esta configuración se consiguen unas mejores prestaciones respecto a los anteriores sistemas a un coste inferior.

De acuerdo con la invención, el dispositivo de recepción consta de dos bits de entrada adicionales que se muestrean síncronamente con los demás. Esto permite simplificar el procesado de las señales grabadas. Estas dos entradas se pueden utilizar para la grabación de señales de salida provenientes de receptores GPS comerciales. En concreto, una de estas señales puede ser la señal de PPS, que genera un pulso por segundo, para controlar posibles derivas del reloj interno. Dichos dos bits de entrada adicionales son señales de frecuencia variable [VARF] (bit 0, abreviado b0) y pulso por segundo [PPS] (bit 1, abreviado b1) proporcionadas por el GPS comercial que se utiliza para el posicionamiento de la plataforma en la que se instale. Estas dos señales se muestrean síncronamente con las demás.

El dispositivo de recepción Doppler/delay y almacenamiento de señales GPS de la invención puede ser alimentado directamente de la red eléctrica o bien por baterías recargables.

Con el dispositivo descrito de acuerdo con la invención se consigue simplificar las aplicaciones de teledetección, observación de la Tierra, altimetría, determinación de viento y estado del mar y recepción de señales GPS que hasta ahora se venían realizando desde aviones o globos aerostáticos con sistemas no integrados formados a partir de la interconexión de diferentes elementos comerciales.

Las principales ventajas del dispositivo de la invención son la detección de las componentes en fase y cuadratura de tres cadenas receptoras GPS de manera coherente (misma señal de oscilador local), así como el muestreo síncrono de todos los canales a alta velocidad (20,46 MHz) y de hasta dos señales digitales externas. El dispositivo de la invención posibilita el almacenamiento a alta velocidad y de manera sostenida de las señales muestreadas en unidades de almacenamiento extraíbles de ordenador personal. Todo ello se consigue con dispositivo integrado en un solo equipo transportable y autónomo (el dispositivo de la invención va integrado en un rack de 19"), lo cual permite reducir considerablemente el coste total del equipo receptor.

Otra de las principales características del dispositivo de la invención es la incorporación de una unidad de almacenamiento (sistema propio de grabación en disco duro) en la cual se graban directamente todos los datos de los tres canales. Esto permite simplificar considerablemente las aplicaciones de teledetección, observación de la Tierra, etc. Se trata de una unidad de adquisición de datos sobre discos duros estándar ATA, autónoma, de alta velocidad sostenida y alta capacidad, así como un elevado flujo de datos sostenido sin pérdidas durante un largo período de tiempo.

La unidad de almacenamiento comprende una unidad de disco duro formateada por un PC con una única partición y en la cual se han pregrabado en la FAT (file allocation table) las estructuras de N ficheros de 256 MBytes, dependiendo de la capacidad concreta del disco duro utilizado. La citada tabla de localización de ficheros apunta a sectores consecutivos de manera que se puedan tener muchos ficheros cuyas zonas de datos estén encadenadas. Esto permite simplificar el controlador, puesto que únicamente debe controlar la escritura desde el primer sector de la zona de datos e ir incrementando linealmente la posición.

El control directo del disco duro se lleva cabo a través de una FPGA (Field Programmable Gate Array) programada específicamente para ello sin necesidad de PC o cualquier otro dispositivo. La FPGA realiza, a su vez, la gestión de los datos de entrada e interpreta los comandos externos de restablecimiento del sistema (reset), inicio, pausa/continuación, y paro (stop), los cuales se describen más adelante.

ES 2 221 557 B1

Tras la adquisición, el disco duro puede ser extraído para llevarlo a un PC, intercambiado por otro para seguir grabando etc.

La unidad incluye también un controlador (sistema digital) equipado con un reloj de 50MHz y un núcleo. Dicho núcleo tiene la función de controlar todos los demás elementos para hacer una serie de transferencias Ultra-DMA de 128 kbytes a disco, periódicamente cuando la mitad del buffer ya está llena. El número de transferencias DMA es igual al tamaño de la memoria tampón dividida por 128 kbytes. El núcleo consta de un elemento que controla qué máquina de estados finitos debe ejecutar la instrucción, de entre un reducido juego de sólo 13 instrucciones, de un conjunto de máquinas de estados finitos que realizan cada una de las instrucciones, y de un generador de CRC para comprobar si ha habido errores o no.

El núcleo de la unidad controla también un multiplexor de datos encargado de la selección del origen de los datos a grabar: el flujo de datos de entrada (información útil a grabar), un patrón de 8 bits (en una realización particular, 10101010b) constante (longitud máxima igual a la de la memoria tampón) indicador de que el usuario ha realizado una PAUSA en la grabación y un patrón de 8 bits (en una realización particular, 11001100b) constante (longitud máxima igual a la de la memoria tampón) indicador de que el usuario ha realizado un STOP en la grabación.

La unidad incorpora también un doble buffer de memoria donde se graban los datos de entrada, el cual funciona como un buffer circular, es decir, mientras una mitad del buffer se está llenando, la otra mitad se está volcando al disco duro.

Para seleccionar el origen de las órdenes de control del núcleo se dispone un multiplexor controlado por el usuario a través de un conmutador externo. Las órdenes de control pueden provenir de conmutadores manuales accionados por el usuario, o bien del puerto paralelo de un PC que ejecuta un programa de control. Estas señales de control son: restablecimiento del dispositivo (reset), para inicializar o re-inicializar la grabación de los discos desde el comienzo del mismo; inicio, para comenzar la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento; pausa/continuación, para detener/proseguir temporalmente la grabación de datos en la unidad de almacenamiento; y paro (stop), para finalizar definitivamente la grabación de los datos en la citada unidad de almacenamiento.

La unidad de almacenamiento está alimentada de igual modo que el dispositivo, es decir, a 12 V generados a partir de cualquier fuente de alimentación o baterías.

Se disponen mecanismos automáticos de parada si se llega al final del disco duro de la unidad de almacenamiento, o si el flujo de información entrante supera al flujo máximo de información que se puede grabar de manera sostenida en dicha unidad de almacenamiento, lo que sucede al llegar a los sectores más internos del disco (radio de grabación menor).

Con la unidad de almacenamiento descrita es posible minimizar los costes asociados a los distintos elementos (incluida la propia placa de adquisición) y maximizar las prestaciones. Además, debe tenerse en cuenta especialmente el hecho de que se realiza un acceso directo de los datos al disco duro, lo que permite evitar los problemas de ocupación del bus y transferencias no deseadas de datos por el mismo, y maximizando la velocidad de transferencia de datos a la máxima que acepta el disco. A modo de ejemplo, la velocidad de transferencia de datos es de aproximadamente 41 Mb/s en el inicio del disco, y aproximadamente 17 Mb/s al final del mismo, para discos ATA-133 a 7200 rpm.

Además, utilizando un controlador ATA-6 diseñado específicamente para este propósito, se evita el uso de un PC y un sistema de "bus master", los cuales sólo aumentan la complejidad, el coste, el peso y el consumo de potencia del conjunto.

La unidad de almacenamiento genera ficheros en el disco duro con nombres sucesivos y de pequeño tamaño. Una vez extraído y colocado el disco en un PC, estos ficheros se pueden leer con normalidad y con la ventaja añadida de que los datos de la adquisición están separados en archivos de tamaño manejable.

Con esta unidad de almacenamiento es posible simplificar al máximo el dispositivo, evitando tiempos muertos en desplazamientos de cabezales, interpretación de comandos complejos etc., extrayendo las máximas prestaciones al disco duro, que actúa como elemento de almacenamiento de información permanente.

Las características y las ventajas del dispositivo de recepción Doppler/delay y almacenamiento de señales GPS objeto de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada de unas realizaciones del mismo que se darán, de aquí en adelante, a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura nº 1a representa el diagrama de bloques de alto nivel representativo del dispositivo con en el que la orientación de las antenas receptoras es con dos antenas apuntando hacia arriba y una hacia abajo;

La figura nº 1b es un diagrama similar al de la figura nº 1a pero con dos antenas apuntando hacia abajo y una hacia arriba;

La figura nº 2 representa el diagrama de bloques del subsistema número 2;

ES 2 221 557 B1

La figura nº 3 muestra una realización de un ejemplo de realización práctica; y

La figura nº 4 un ejemplo de resultados en una aplicación concreta.

Se relacionan a continuación las distintas referencias que se han utilizado para describir la realización preferida del dispositivo de la presente invención:

(b1, b0) señales externas;

(b7-b2) componentes en fase y cuadratura muestreadas de las señales GPS;

(I1-I3, Q1-Q3) componentes GPS en fase y cuadratura de las señales muestreadas;

(1) antenas;

(2) cadenas de amplificación, conversión de frecuencia y demodulación en fase y cuadratura;

(3) muestreadores;

(4) reloj;

(5) multiplicador de frecuencia;

(6) unidad de almacenamiento;

(7) filtro paso banda;

(8) amplificador de radiofrecuencia;

(9) desfasador de 90°

(10) mezcladores,

(11) amplificadores de vídeo,

(12) filtros paso bajo

(15) dispositivo DODEREC;

(16) señal directa

(17) señal reflejada en la superficie del mar

(100) contador de datos de entrada;

(200) entrada;

(300) patrón de datos para indicar pausa;

(400) patrón de datos para indicar una detención;

(500) multiplexor;

(600) doble buffer de memoria;

(700) memorias estáticas;

(800) líneas de control del doble buffer;

(900) líneas de control del multiplexor;

(1000) señal de selección de control manual o automático;

(1100) líneas de instrucciones de entrada para control manual;

(1200) líneas de instrucciones de entrada para control automático;

(1300) líneas de instrucciones de entrada al núcleo;

ES 2 221 557 B1

(1400) núcleo de la unidad de almacenamiento;

(1500) líneas de salida para indicación del estado de la unidad de almacenamiento

5 (1600) cable de cinta plana para conexión a disco duro;

(1700) interfaz IDE/ATA;

(1800) disco duro estándar ATA-133;

10

(1900) información sobre la estructura de la partición FAT32 del disco duro;

(2000) información de datos grabados por el usuario;

15

(21) restablecimiento (reset) de la unidad de grabación;

(22) inicialización del disco duro;

(23) comprobación de activación de señal de inicio de grabación;

20

(24) comprobación de memoria buffer (700) llena;

(25) ejecución de rutina de transferencia de memoria DMA;

25

(26) comprobación de la activación de la señal de pausa;

(27) ejecución de la rutina de pausa;

(28) comprobación de disco duro lleno;

30

(29) espera hasta activación de señal de paro por parte del usuario;

(30) comprobación de activación de señal de paro; Y

35

(31) ejecución rutina de paro.

De acuerdo con la figura nº 1, el dispositivo DODEREC de la invención (15) incluye tres antenas (1). Dichas antenas (1) pueden estar orientadas en cualquier dirección dependiendo de la aplicación. Así, en la figura nº 1a se ha ilustrado el caso de dos antenas (1) orientadas hacia arriba y una antena (2) orientada hacia abajo. En la figura nº 1b se ilustran dos antenas (1) orientadas hacia abajo y una antena (1) orientada hacia arriba. La realización de las figuras nº 1a o 1b depende de la aplicación específica. La configuración preferida consta de una antena en polarización circular a derechas (1) orientada en la dirección del cenit, y en dos antenas (1) con polarización circular a izquierdas (señal co-polar tras la reflexión, con información de la intensidad del viento) y derechas (señal en cross-polar tras la reflexión, con información direccional del viento) orientada hacia el punto de reflexión.

45

El dispositivo (15) incorpora tres cadenas de amplificación, conversión de frecuencia y demodulación en fase y cuadratura (2), ocho muestreadores de alta velocidad (3), un reloj de 20,46 MHz (4), un multiplicador de frecuencia x77 (5), y una unidad de almacenamiento de datos (6) con un flujo de 2,46 Mbytes/s.

50

Las antenas (1) están preamplificadas con una ganancia entre 20 y 26 dB, y pueden alimentarse a través del propio dispositivo DODEREC (15). En la realización, la tensión de alimentación del amplificador incluido en las antenas (1) es de 5V.

55

En la figura nº 2 se detalla el diagrama de bloques de cada cadena (2). Cada una de ellas comprende un filtro paso banda (7), un amplificador de radiofrecuencia (8), un desfasador de 90° (9), dos mezcladores (10), dos amplificadores de vídeo (11), y dos filtros paso bajo (12). En la realización, los parámetros utilizados son: potencia de entrada mínima -80 dBm, frecuencia central 1575,42 MHz, ancho de banda 20 MHz, ganancia 30 dB, ganancia 50 dB, ancho de banda de 0 a 10 MHz.

60

El dispositivo (15) es capaz de realizar la recepción, amplificación, demodulación en fase y cuadratura coherente para las tres cadenas (2), así como el muestreo síncrono a 1 bit a alta velocidad durante un largo período de tiempo de las señales procedentes de las citadas antenas (1).

65

Las componentes en fase y cuadratura de las señales muestreadas (Q3=b3, I3=b4, Q2=b4, I2=b5, Q1=b6, e I1=b7, donde se ha utilizado la abreviatura b para bit), junto con las muestras de las señales externas (VARF=b1, y PPS=b0) formando un byte completo, son finalmente almacenadas en la unidad de almacenamiento (6). El dispositivo (15) está adaptado para almacenar todos los datos de todos los canales de recepción (2) directamente en dicha unidad de almacenamiento (6).

ES 2 221 557 B1

El dispositivo (15) realiza el muestreo de dos bits de entrada adicionales síncronamente con los demás. Dichos bits de entrada adicionales son señales de frecuencia variable VARF (bit 0) y señales PPS (bit 1), siendo ambas señales muestreadas síncronamente con las demás.

5 La figura nº 3 muestra una configuración particular del sistema para aplicaciones de altimetría en una prueba. En él se utilizan dos antenas GPS preamplificadas (1) y orientadas en la dirección del cenit. Se utiliza una tercera antena (1) orientada en la dirección de la superficie del mar. Las antenas están conectadas y alimentadas a través del dispositivo DODEREC (15)

10 Las antenas orientadas en la dirección del cenit (1) captan únicamente la señal directa (16), mientras que la antena (1) orientada en la dirección de la superficie del mar, debido a su orientación, capta la señal reflejada en la superficie del mar (17) y una fracción de la señal directa (16).

15 En la figura nº 4 se muestra un ejemplo del procesamiento de los datos captados. En dicha figura se ilustra una gráfica en cuyo eje de abscisas se muestra el retardo de la correlación entre la señal recibida y los códigos pseudo-aleatorios GPS que está expresado en muestras. Cada una de las muestras se toma a 20,46 MHz, es decir, unos 49 ns. En el eje de ordenadas las unidades pueden ser cualesquiera, por ejemplo la duración del tiempo de integración. La gráfica muestra, por lo tanto, el retardo relativo entre dos picos de correlación donde puede apreciarse claramente los dos picos de correlación de la señal directa (16), captada involuntariamente por un lóbulo secundario de la antena, y la
20 señal reflejada (17). Estos dos picos de correlación presentan una menor amplitud debido a la atenuación de la antena (1) y al coeficiente de reflexión sobre el mar. En un montaje desde una plataforma aerotransportada, al estar la antena (1) orientada en la dirección de la superficie del mar orientada de manera mucho más perpendicular a la superficie, la señal directa (16) captada por la citada antena (1) es mucho menor que la señal reflejada (17).

25 En lo que se refiere a la unidad de almacenamiento (6) del dispositivo (15) de la invención, se trata de un sistema de adquisición de datos sobre discos duros estándar ATA, autónomo, de alta velocidad sostenida, alta capacidad y bajo coste. En la unidad de almacenamiento (6) del dispositivo (15) de la invención se graban directamente todos los datos de los canales (2).

30 Comprende un contador de datos de entrada (100) para indicar cuándo están disponibles nuevos datos de entrada en la entrada (200). Dicha entrada (200) es de 8 bits de datos y se dispone un patrón de 8 bits de datos (300) para indicar una pausa [en esta realización particular 10101010b] así como un patrón de 8 bits de datos (400) para indicar una detención [en esta realización particular 11001100b].

35 La unidad de almacenamiento (6) incorpora un multiplexor 3:1 (500) de entre las tres posibles entradas (200, 300, 400) descritas, y un doble buffer de memoria (600). La unidad de almacenamiento (6) incluye también dos memorias estáticas (700), líneas de control (800) del doble buffer (700), líneas de control (900) del multiplexor de entrada (500). El doble buffer de memoria (600) funciona como un buffer circular, de modo que mientras una mitad del buffer se está llenando, la otra mitad se está volcando al disco duro.

40 La unidad de almacenamiento (6) maneja señales de control de activación manual o automática (1000), tres líneas de instrucciones de entrada (1100) para control manual (interruptores activados por el usuario), tres líneas de instrucciones de entrada (1200) para control automático (conectadas a pines del puerto paralelo por donde un pc de control enviará las órdenes), tres líneas de instrucciones de entrada (1300) a un núcleo (1400).

45 El citado núcleo (1400) de la unidad da todas las señales de control, vaciar los búferes y hacer los accesos DMAs a la unidad (6). El núcleo (1400) controla la unidad de almacenamiento (6) para realizar una serie de transferencias Ultra-DMA de 128 kbytes al disco duro de manera periódica de la mitad del buffer que ya está llena, siendo el número de transferencias DMA igual al tamaño de la memoria tampón dividida por 128 kbytes. Dicho núcleo (1400) incorpora
50 un elemento que controla qué máquina de estados finitos debe ejecutar la instrucción, de entre un reducido juego de instrucciones, de un conjunto de máquinas de estados finitos que realizan cada una de las instrucciones, así como un generador de CRC para comprobar la existencia de errores.

55 Existen cuatro líneas de salida (1500) para indicación del estado de la unidad de almacenamiento (6): listo, inicio/paro, pausa y disco lleno.

Otros elementos presentes son un cable de cinta plana (1600) para la conexión a un disco duro, una interfaz IDE/ATA (1700), un disco duro estándar ATA-133 (1800), información (1900) sobre la estructura de la partición FAT32 del disco duro (1800) (pregrabada por el usuario), e información de datos (2000) grabados por el usuario. La
60 unidad de almacenamiento (6) genera ficheros en el disco duro (1800) con nombres sucesivos y de pequeño tamaño. Se disponen medios automáticos de detención parada si se llega al final de la unidad (6), o bien si el flujo de información entrante supera un máximo de información predeterminado.

65 El disco duro (1800) de la unidad de almacenamiento (6) está controlado de manera directa por una FPGA que, a su vez, la gestiona los datos de entrada e interpreta unas señales de control. Dichas señales de control corresponden al restablecimiento del dispositivo, para inicializar o re-inicializar la grabación de la citada unidad de almacenamiento (6) desde el comienzo; inicio, para el comienzo de la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento; pausa, para detener temporalmente la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento; y paro, para finalizar definitivamente

ES 2 221 557 B1

la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento (6). Las señales de control provienen de unos conmutadores manuales accionados por el usuario o de un ordenador que ejecuta un programa de control.

El disco duro (1800) está formateado con una única partición en cuya tabla de localización de archivos, FAT, se han pregrabado estructuras de ficheros. Dicha tabla apunta a sectores consecutivos del disco (1800) para disponer una gran cantidad de ficheros cuyas zonas de datos están encadenadas.

La realización particular de la unidad de almacenamiento (6) sigue el estándar ATA-6 que define el modo “Ultra-DMA 5”, que permite ráfagas de datos hasta 100 Mbytes/s. Se han utilizado discos duros (1800) de 80 GB de capacidad, con una única partición de 80 Gbytes, en los cuales se han escrito 240 ficheros de 256 Mbytes. Las memorias estáticas (700) que actúan como buffer tienen una capacidad cada una de 8 Mbytes, suficientes para no perder datos a una velocidad de 20 Mbytes/s durante unos 50 minutos ininterrumpidamente.

El diagrama de flujo de las operaciones realizadas por el núcleo (1400) de la unidad de almacenamiento (6) es el que se ilustra en la figura nº 6.

El proceso se inicia con el “reset” (21) del sistema, la inicialización (22) del disco duro (1800), la comprobación (23) de activación de la señal de inicio de grabación, la comprobación (24) de memoria buffer (700) llena. Posteriormente se ejecuta una rutina (25) de transferencia de memoria DMA (64 accesos DMA de 128 kbytes cada uno) y se comprueba (26) la activación de la señal de pausa. Después se ejecuta la rutina de pausa (27) y se inserta el patrón para luego detener la grabación. El proceso continua con la comprobación (28) de disco duro (1800) lleno y esperar (29) hasta activación de la señal de paro por parte del usuario, se comprueba (30) la activación de dicha señal y se ejecuta (31) la rutina de paro, se inserta el patrón, se detener la grabación y se volver al inicio del proceso.

Descrito suficientemente en que consiste la presente invención en correspondencia con los dibujos adjuntos, se comprende que podrán introducirse en la misma cualquier modificación de detalle que se estime conveniente siempre y cuando no se alteren las características esenciales de la invención, resumidas en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS que comprende por lo menos un canal de recepción de señales GPS, siendo procesadas las señales recibidas por dicho dispositivo (15) y almacenadas en una unidad de almacenamiento (6), **caracterizado** en que el citado dispositivo (15) está adaptado para almacenar todos los datos de todos los citados canales de recepción directamente en dicha unidad de almacenamiento (6).
- 10 2. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 1, **caracterizado** en que comprende tres antenas (1) adaptadas para la recepción, amplificación, demodulación en fase y cuadratura coherente para correspondientes cadenas, así como el muestreo síncrono a 1 bit a alta velocidad durante un largo período de tiempo de las señales procedentes de las citadas antenas (1).
- 15 3. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y Almacenamiento de señales GPS según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** en que el dispositivo (15) realiza el muestreo de dos bits de entrada adicionales síncronamente con los demás.
- 20 4. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 3, **caracterizado** en que uno de dichos bits de entrada adicionales es una señal PPS.
- 25 5. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 3, **caracterizado** en uno de dichos bits de entrada adicionales son señales de frecuencia variable VARF (bit 0).
- 30 6. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 1, **caracterizado** en que la alimentación del mismo se lleva a cabo desde la red eléctrica.
- 35 7. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 1, **caracterizado** en que la alimentación se lleva a cabo desde baterías recargables.
- 40 8. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 1, **caracterizado** en que dicha unidad de almacenamiento (6) es un sistema propio de grabación donde se graban directamente todos los datos de los canales, comprendiendo dicha unidad de almacenamiento (6) por lo menos una unidad de disco duro (1800) controlada de manera directa por una FPGA que, a su vez, gestiona los datos de entrada e interpreta unas señales de control.
- 45 9. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 8, **caracterizado** en que dicha unidad de disco duro (1800) está formateada con una única partición en cuya tabla de localización de archivos, FAT, se han pregrabado estructuras de ficheros, apuntando dicha tabla a sectores consecutivos para disponer una gran cantidad de ficheros cuyas zonas de datos están encadenadas.
- 50 10. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y Almacenamiento recepción Doppler/Delay y almacenamiento de Señales GPS según la reivindicación 8, **caracterizado** en que dichas señales de control corresponden al restablecimiento del dispositivo (15), para inicializar o re-inicializar la grabación de la citada unidad (6) desde el comienzo; inicio, para el comienzo de la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento (6); pausa, para detener temporalmente la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento (6); y paro, para finalizar definitivamente la grabación de los datos en la unidad de almacenamiento (6).
- 55 11. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 10, **caracterizado** en que dichas señales de control provienen de unos conmutadores manuales accionados por el usuario.
- 60 12. Dispositivo de recepción Doppler/delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 10, **caracterizado** en que dichas señales de control provienen de un ordenador que ejecuta un programa de control.
- 65 13. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 8, **caracterizado** en que la citada unidad de disco duro (1800) es una unidad de tipo ATA de alta capacidad, autónoma, con un elevado flujo de datos de entrada y alta velocidad sostenidos.
14. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según las reivindicaciones 8 ó 13, **caracterizado** en que incluye, además, un controlador, un reloj (4), un núcleo (1400), multiplexor (500) y un buffer de memoria (600) donde se graban los datos de entrada (200).
15. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 14, **caracterizado** en que dicho núcleo (1400) controla la unidad de almacenamiento (6) para realizar una serie de transferencias Ultra-DMA al disco duro (1800) de manera periódica cuando la mitad del buffer ya está llena, siendo el número de transferencias DMA igual al tamaño de la memoria tampón dividida por 128 kbytes.
16. Dispositivo de recepción Doppler/Delay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 14, **caracterizado** en que el citado núcleo (1400) incorpora un elemento que controla qué máquina de estados finitos debe

ES 2 221 557 B1

ejecutar la instrucción, de entre un reducido juego de instrucciones, de un conjunto de máquinas de estados finitos que realizan cada una de las instrucciones, así como un generador de CRC para comprobar la existencia de errores.

17. Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 14, **carac-**
5 **terizado** en que dicho doble buffer de memoria (600) funciona como un buffer circular, de modo que mientras una mitad del buffer se está llenando, la otra mitad se está volcando al disco duro (1800).

18. Dispositivo de recepción DOppler/DElay y almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 13, **carac-**
10 **terizado** en que la unidad de almacenamiento (6) genera ficheros en el disco duro (1800) con nombres sucesivos y de tamaño manejable.

19. Dispositivo de recepción DOppler/DElay y Almacenamiento de señales GPS según la reivindicación 8, **carac-**
15 **terizado** en que incluye medios automáticos de detención parada si se llega al final de la unidad de almacenamiento (6), o bien si el flujo de información entrante supera un máximo de información predeterminado.

FIG. 1a

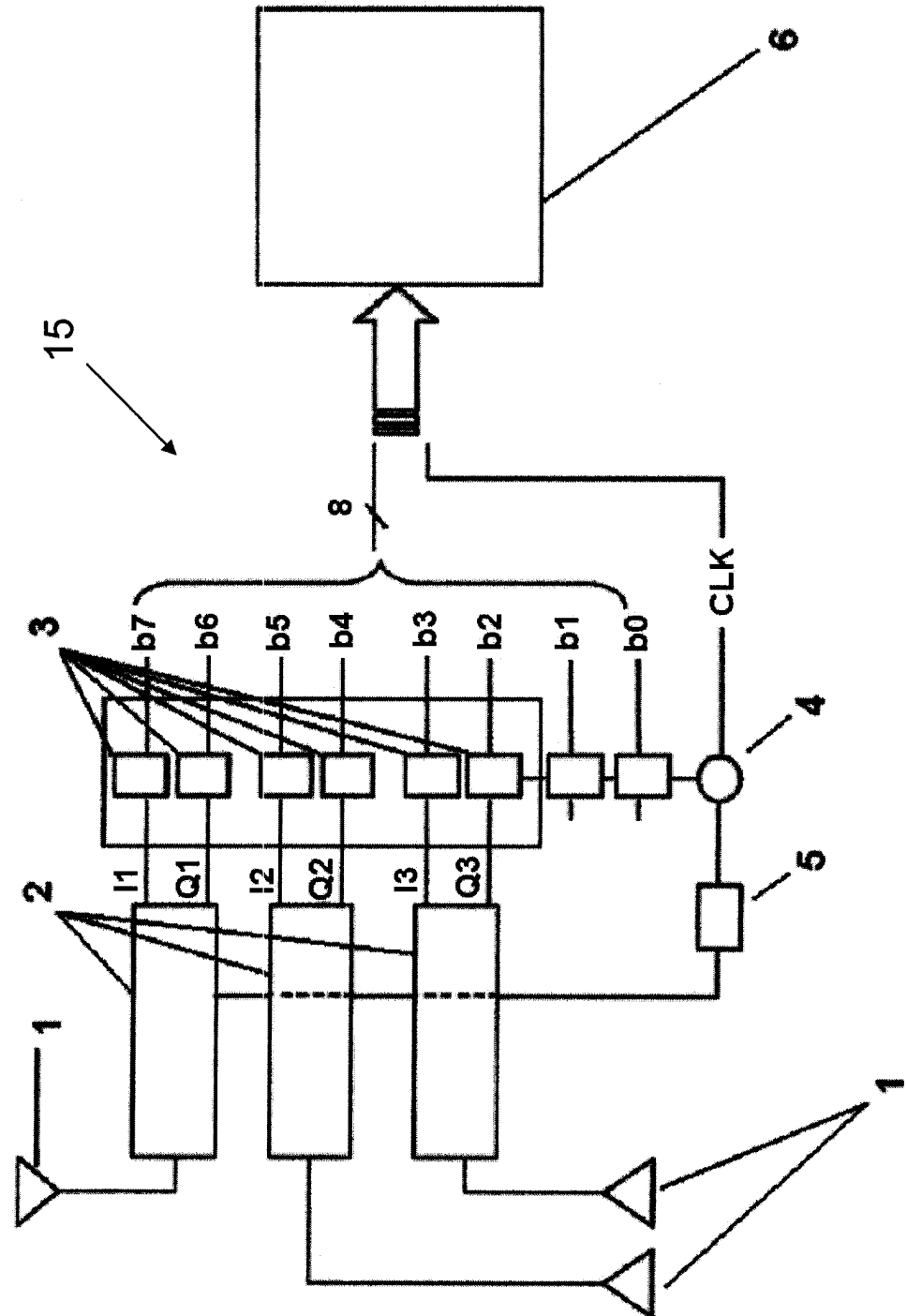
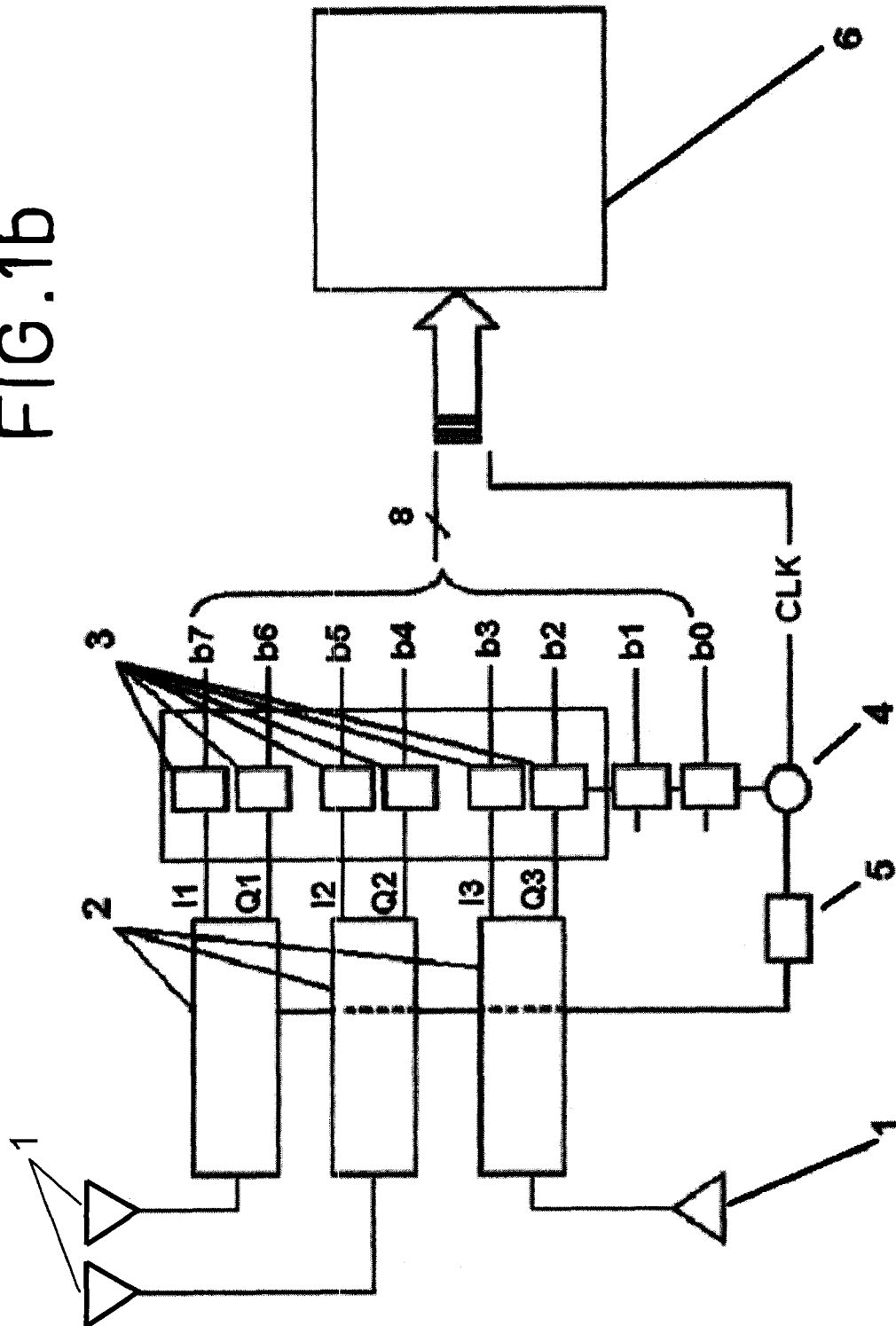


FIG. 1b



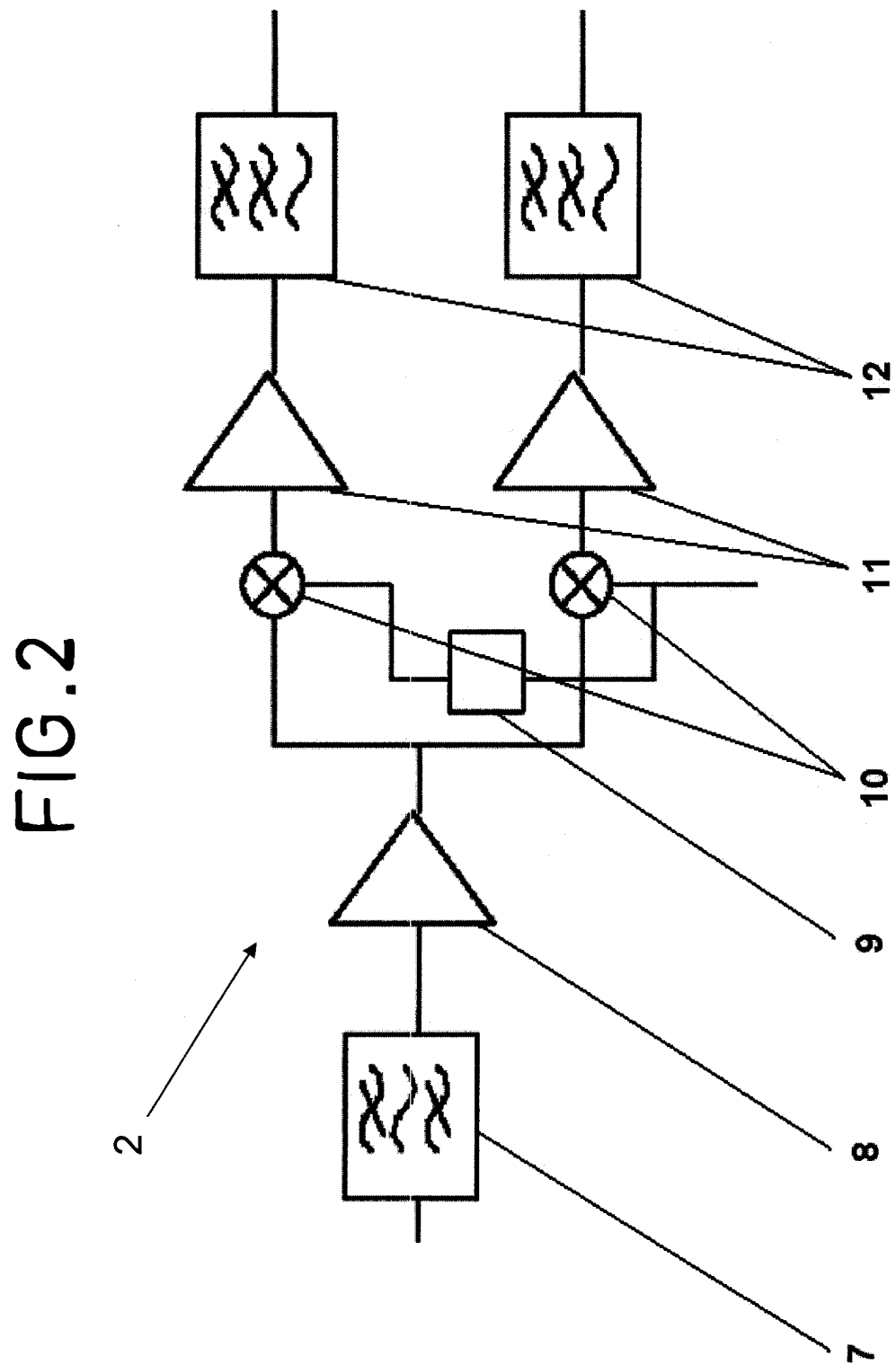


FIG. 3

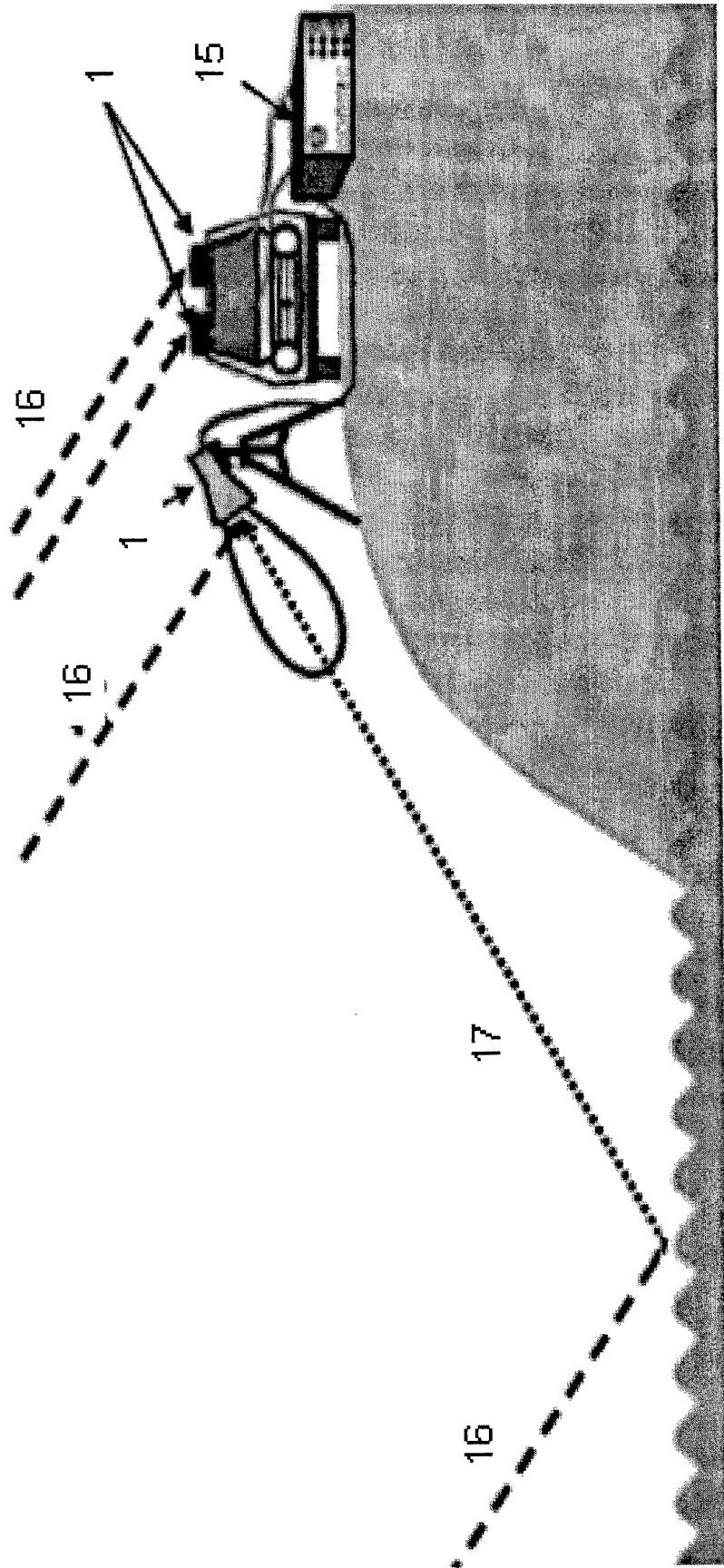


FIG. 4

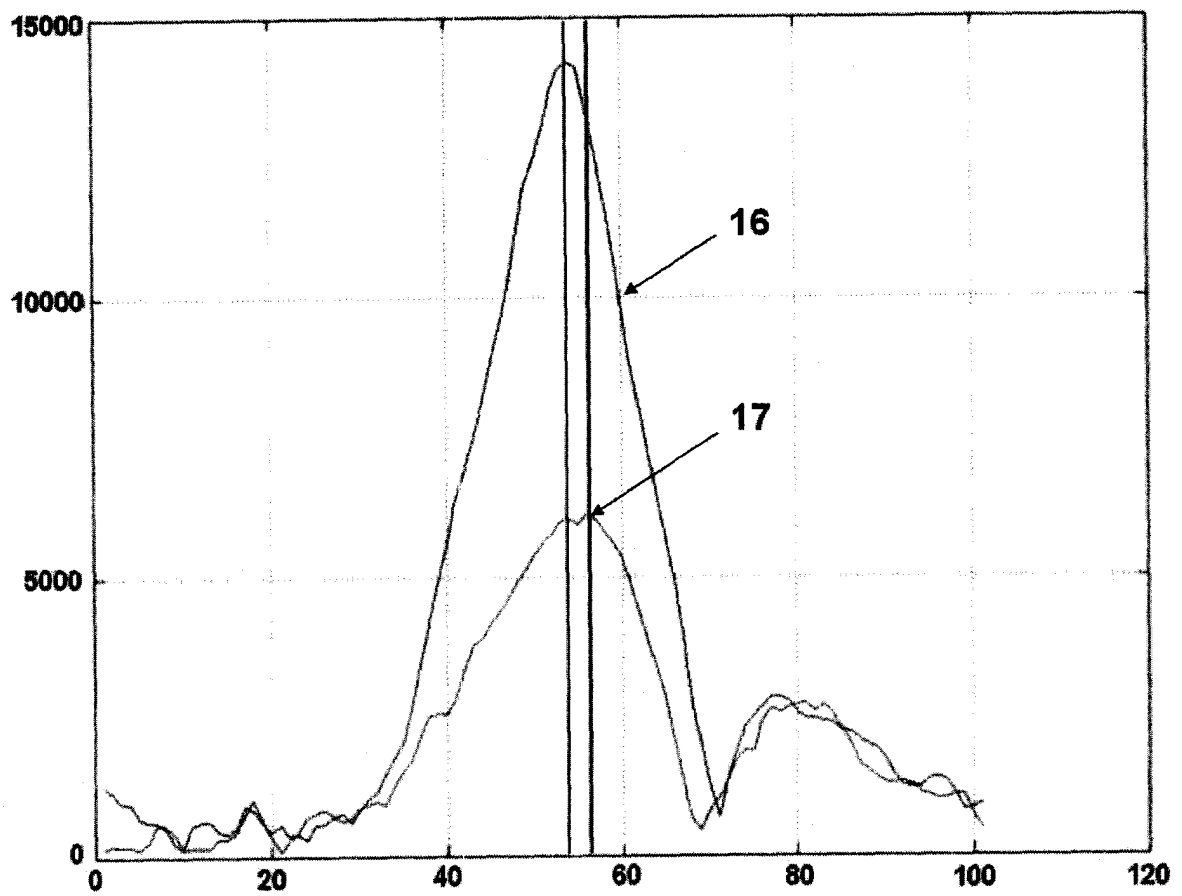


FIG. 5

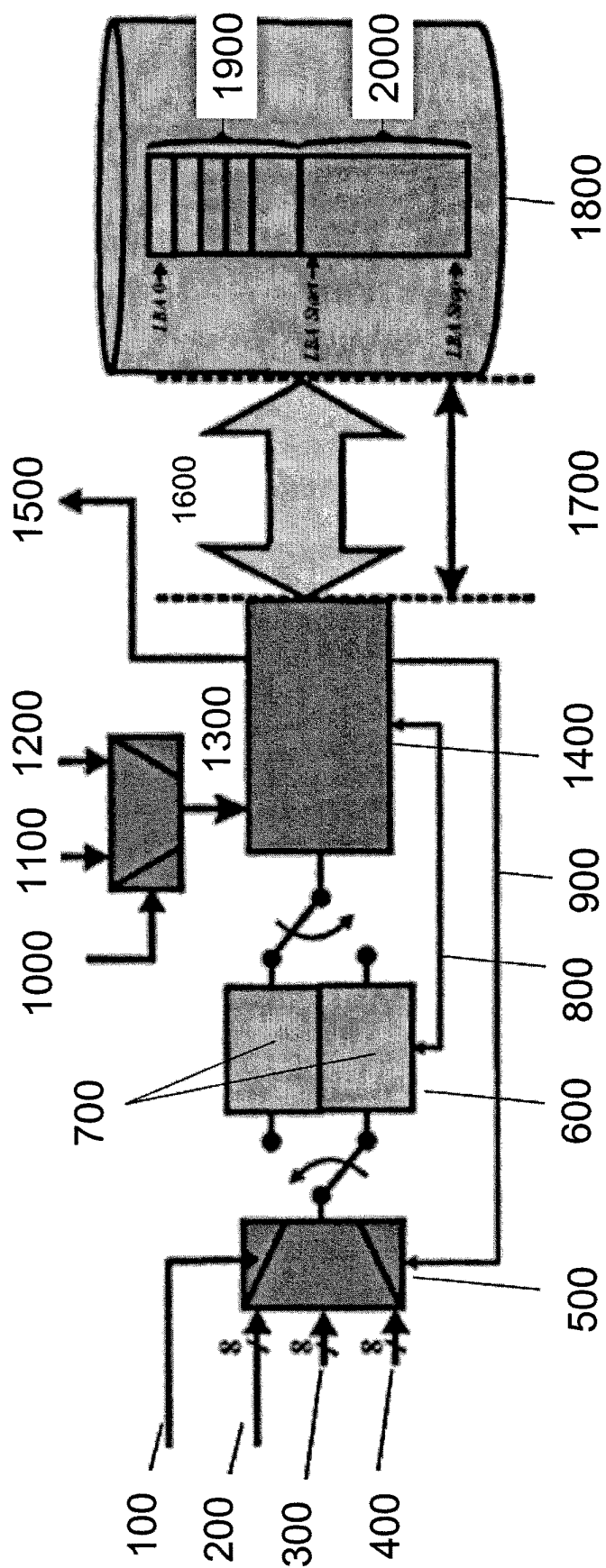
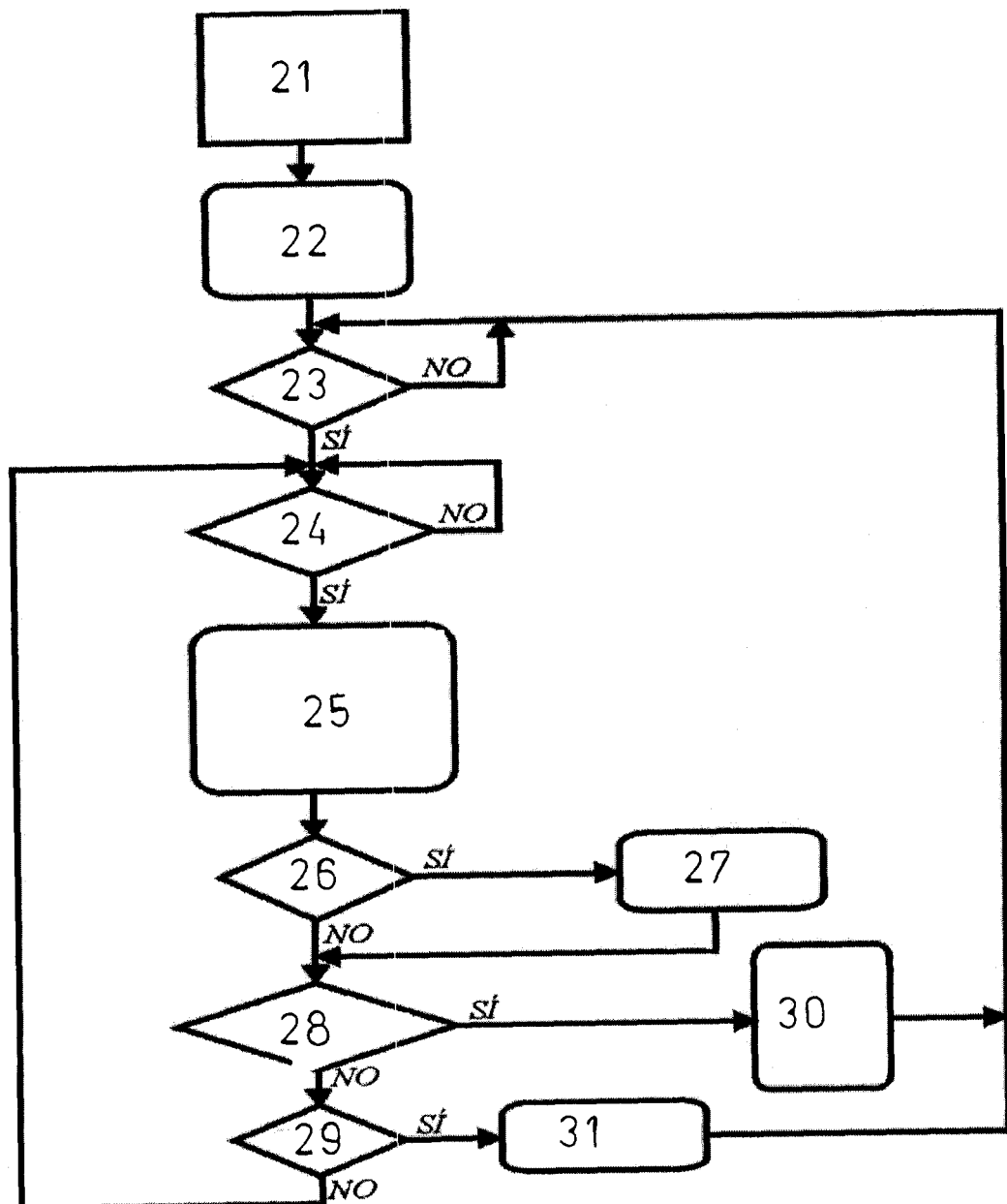


FIG. 6





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 221 557

⑫ Nº de solicitud: 200300630

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 17.03.2003

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.7: G01S 13/00, G01C 13/00, G06F 13/28

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	US 6114989 A (FONTES et al.) 05.09.2000, todo el documento.	1,6,7 8,10,12, 14,17,19
Y	US 5663734 A (KRASNER) 02.09.1997, todo el documento.	8,10,12, 14,17,19
Y	US 6038619 A (BERNING et al.) 14.03.2000, todo el documento.	17
A	US 6170031 B1 (CLAY) 02.01.2001, todo el documento.	13,15,16
A	EP 589664 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 30.03.1994, todo el documento.	13,15,16

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

03.11.2004

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/1