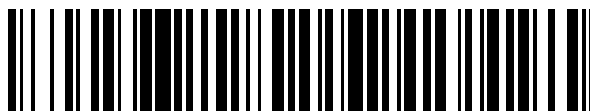


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 253**

51 Int. Cl.:

G01S 19/33 (2010.01)

G01S 19/35 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2015 PCT/IB2015/058146**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16063239**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2015 E 15825633 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3210041**

54 Título: **Módulo receptor de GNSS de alta precisión para dispositivo móvil modular**

30 Prioridad:

24.10.2014 PT 10799214

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

10.03.2020

73 Titular/es:

**DEIMOS ENGENHARIA S.A. (50.0%)
Av. D.João II, Lote 1.17, Edifício Torre Zen 8ºB
1998-023 Lisboa, PT y
ACCURISION GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**VECCHIONE, GIOVANNI;
SIMÕES SILVA, JOÃO;
ROQUE PERES, TIAGO;
FREIRE DA SILVA, PEDRO;
FERNANDEZ, ANTONIO y
PALOMO, JOSÉ MARIA**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 747 253 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

Módulo receptor de GNSS de alta precisión para dispositivo móvil modular

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un módulo receptor de GNSS de alta precisión y flexible dirigido a dispositivos móviles electrónicos modulares (por ejemplo, teléfonos inteligentes) y capaz de procesar todas las señales de servicio civil y abierto actualmente conocidas de Sistemas de Satélite de Navegación Global (GNSS, del inglés "Global Navigation Satellite Systems") GPS, Galileo, GLONASS y BeiDou (así como otros que puedan desplegarse en el futuro con características de señal similares), incluyendo las señales moduladas en AltBOC de alta precisión de la banda E5 de Galileo.

15 **Antecedentes**

Los satélites de GNSS transmiten continuamente señales de navegación en diferentes frecuencias. Estas señales contienen códigos de telemetría y datos de navegación para permitir a los usuarios calcular el tiempo de recorrido desde el satélite al receptor y las coordenadas del satélite.

20 El **GPS** se desarrolló por el departamento de defensa (DoD) de los Estados Unidos y funciona normalmente con 24 a 27 satélites. Los satélites GPS transmiten señales polarizadas circularmente a derecha a la Tierra en dos frecuencias, designadas L1 y L2. La señal GPS principal se localiza en L1, 1575,42 MHz, modulada por dos códigos: el código tosco/de adquisición (C/A) y el código de precisión/seguro (P/Y), reservado a usuarios militares y autorizados. La señal GPS L2 (1227,6 MHz) incluía originalmente solo el código preciso y se usaba para proporcionar una segunda frecuencia para finalidades de corrección ionosférica y mitigación de interferencia. Desde 25 2005 se transmiten dos nuevas señales: L2C para usuarios civiles y una nueva señal militar (código M) en L1 y L2 para proporcionar una mejor resistencia a interferencias. En 2010 se ha activado un nuevo enlace de frecuencia en L5 en 1176,45 MHz para usuarios civiles.

30 El **GLONASS** es un GNSS ruso basado en una técnica FCDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia y Código) en lugar de CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) usadas por GPS, Galileo y BeiDou. Cada vehículo espacial (SV) GLONASS transmite en frecuencias fundamentales en dos sub-bandas de frecuencia (L1 ~ 1,6 GHz, L2 ~ 1,25 GHz). La modernización de GLONASS añadirá una nueva tercera frecuencia G3 en la banda ARNS para los satélites GLONASS-K: esta señal proporcionará unos terceros códigos civil C/A2 y militar P2. En el 35 marco de la modernización de GLONASS se añadirán las señales CDMA además de las señales FDMA heredadas.

Galileo es el sistema de navegación global por satélite propio de Europa, que proporciona un servicio de posicionamiento global altamente preciso, garantizado bajo el control civil. Es interoperativo con GPS y tendrá diversos servicios, incluyendo el servicio abierto (OS), accesible a todos los usuarios. La finalización completa del sistema Galileo de 27 satélites (24 operativos y tres reservas activas) se espera para 2019. Las señales de navegación Galileo se transmiten en tres bandas de frecuencia: E5, E6 y E1. Obsérvese que la banda E5 puede dividirse adicionalmente en las sub-bandas E5a y E5b, cuyas señales pueden procesarse independientemente, con precisión reducida pero también con complejidad reducida en el receptor. Sin embargo, cuando se procesan en conjunto, la señal en E5 (E5a más E5b) usa una modulación llamada AltBOC, que proporciona un ancho de banda 40 muy amplio adecuado para muy alta precisión y rechazo multi-trayecto. La señal E5a es una señal de OS libremente accesible a los usuarios que incluye un canal de datos y un canal piloto. Los códigos de telemetría de la señal E5a no están encriptados y proporcionan una alta precisión de posicionamiento. La señal E5b incluye un canal de datos y un canal piloto. El flujo de datos del canal E5b contiene también navegación regulada pública (datos comerciales cifrados).

50 El sistema de navegación por satélite (BDS) **BeiDou**, también conocido como BeiDou-2 es el GNSS chino que será capaz de proporcionar posicionamiento, navegación, y servicios de tiempos a sus usuarios sobre una base mundial continua. El desarrollo y despliegue de los SV BDS comenzó en 2006 y se espera que proporcione servicios de navegación global en 2020. El sistema será una constelación de 35 satélites, que incluyen 5 satélites de órbita geostacionaria para retro-compatibilidad con BeiDou-1 y 30 satélites no geostacionarios. Las señales de telemetría se basan en el principio CDMA y tienen la estructura compleja típica de Galileo o GPS modernizado. Similar a los otros GNSS, tendrá dos niveles de servicio de posicionamiento: abierto y restringido (militar). Las 55 frecuencias se asignan en cuatro bandas: E1, E2, E5B y E6 y se solapan con Galileo.

60 Los dispositivos portátiles móviles actuales incluyen receptores GNSS capaces de decodificar GPS L1, GLONASS y BeiDou con precisión del orden de 5 m, para condiciones de cielo abierto. En la actualidad, no existe aún una solución de alta precisión para dispositivos modulares (US20110018759 A1, US20080312826 A1, US20090240428 A1) que considere una solución de navegación de alta precisión para usuarios profesionales. Actualmente, el uso de modulación de alta precisión tal como la Galileo E5 está dirigida solamente a usuarios profesionales (EP2012488 B1) y la combinación de alta precisión para comercialización en masa con dispositivos portátiles móviles no ha 65 ocurrido aún.

El **Concepto de Diseño Modular** (MDC) promueve una nueva forma de construir dispositivos electrónicos mediante el añadido de componentes de terceros individuales (llamados bloques) a una tarjeta principal, permitiendo al usuario crear un dispositivo personalizado. Estos bloques pueden sustituirse a voluntad, para reemplazar un bloque roto, para actualizar uno existente o para expandir la funcionalidad del teléfono en una dirección específica. Este concepto se dirige a proporcionar personalización y adaptación al usuario y al mismo tiempo reduce el desperdicio electrónico. Este concepto se ha introducido por una compañía israelí (Modu US8406826 B2) y por Wildseed (US 20110230178 A1) pero solo recientemente, debido al planteamiento propuesto y a la extensión de su modularidad, ha obtenido interés gracias a Dave Hakkens con el diseño Phonebloks. En 2013, Phonebloks y Google/Motorola anunciaron su intención similar de un teléfono inteligente modular. El sitio de Internet de Phonebloks se convirtió en un foro para de los entusiastas hablaran acerca de y de la mejora del concepto "Proyecto Ara" diseñado por el equipo ATAP (grupo de tecnología y proyectos avanzados) de Google. Los dispositivos portátiles actuales solo se dirigen a la comercialización en masa y solo los receptores profesionales aprovechan la gran posibilidad vinculada a la nueva modulación GNSS. Un planteamiento de receptor GNSS modular y compacto permitiría alcanzar un espectro de usuarios más amplio, aprovechando también la interfaz de usuario simple y el lenguaje de programación (por ejemplo en el caso de ARA) usado por los dispositivos huésped. En algunos casos (proyecto ARA) está presente un MDK (kit de desarrollo modular). El uso del MDK puede facilitar la creación y la integración del módulo en un diseño mucho más complejo.

Se han presentado varias patentes sobre receptores GNSS que implementan la demodulación **AltBOC**. En particular Novatel (WO 2007137434 A1) patentó un método en el que un receptor usa un código generado localmente, que es el resultado de la combinación de los códigos AltBOC E5, para seguir toda la señal de difusión AltBOC y recuperar todo el ancho de banda de la señal, lo que da como resultado una transición más aguda en la curva de correlación y una pseudo-telemetría más precisa. También se usa una técnica de Mitigación Multi-Trayecto (MMT) para incrementar adicionalmente la precisión mediante una determinación más precisa de las fases de códigos y de portadora de una señal en trayectoria directa basándose en formas de pulso asociadas.

Otro método para el procesamiento de la señal E5 ha sido propuesto por la Agencia Espacial Europea (WO2006027004 A1). El planteamiento propuesto incluye diferentes etapas que comprenden: etapa de conversión RF-IF, filtrado paso banda, generar una fase de portadora y una rotación de la fase de portadora de las señales mostradas por dicha fase de portadora, correlación de las señales mostradas rotadas y generación para cada sub-portadora (E5a, E5b) de códigos binarios pseudo-aleatorios y una fase de sub-portadora, que se usa para correlacionar las señales mostradas rotadas. El método propuesto incluye también un discriminador de código AltBOC que explora las características de la función de correlación AltBOC.

En el documento EP 2012488 A1 se propone un método que desmodula toda la señal AltBOC E5, suponiendo que la señal pueda descomponerse en 4 componentes alrededor de dos frecuencias distintas en dos bandas adyacentes. El planteamiento propuesto incluye portadora y cierre del lazo usando los canales piloto de E5 y demodulación conjunta de los dos canales de datos.

Se ha propuesto un receptor GNSS capaz de seguir los códigos AltBOC (15, 10) o E5a y E5b compuestos, usando hardware en el documento WO 2005006011 A1. La arquitectura propuesta usa la señal piloto para seguir las señales AltBOC y requiere un segundo proceso para decodificar los datos de navegación. La señal compleja local, que se usa para desextender la señal incidente, se genera mediante la combinación de las secuencias PRN de las señales E5a y E5b con sub-portadoras complejas. La sub-portadora de AltBOC se aproxima usando sub-portadoras sinusoidales. Una limitación de este planteamiento está ligado a las pérdidas por correlación: las sub-portadoras localmente generadas difieren de las usadas por el satélite Galileo y esto implica una degradación de la correlación.

La solicitud de Patente n.º US 2011/261805 divulga un aparato de adquisición y seguimiento proporcionado para seguimiento de señales de navegación de espectro extendido digitalizadas moduladas con un código de extensión de acuerdo con cualquiera de un conjunto de tipos de modulación, comprendiendo el aparato una pluralidad de canales de seguimiento universal, cada uno acoplado a un módulo de interrupción.

La solicitud de Patente n.º US 2009/207075 divulga un método y sistema para procesamiento de señales de un Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS). Un filtro de Radiofrecuencia de banda ancha de una trayectoria de procesamiento de señal se usa para pasar una pluralidad de señales desde una pluralidad de sistemas de navegación por satélite como un conjunto de señales combinado. Las señales se dividen basándose en la frecuencia respectiva para facilitar la reducción de la tasa de reloj usada para procesar posteriormente cada una de las señales.

Los documentos científicos de Fortin, M., et al., "Development of a Universal GNSS Tracking Channel", GNSS 2009 y Weng Chin-Tang, et al., "Integration of A Consumer Single-chip Receiver for Multi-Constellation GNSS", GNSS 2012, son reconocidas en el presente documento como divulgaciones relevantes de la técnica anterior.

En resumen, las patentes de AltBOC mencionadas describen soluciones que se enfocan solamente en la desextensión de señales moduladas en AltBOC, y no permiten la posibilidad de desextender otras señales (tales como señales moduladas en BPSK y BOC). Adicionalmente, la solución propuesta en la presente patente se

caracteriza por una arquitectura de canal de receptor GNSS genérico (basándose en Canales de Receptor GNSS Flexibles) en el sentido de que no solo procese las señales AltBOC sino que también pueda por programa (es decir sin modificaciones de hardware) escalarse arriba/abajo de modo que soporte el procesamiento de estas señales, permitiendo también un compromiso entre precisión, recursos y consumo de potencia.

Las **antenas** son también un elemento crítico del receptor. Actualmente hay varios modelos de antena L1/E1 comerciales, que son simultáneamente muy pequeñas y de bajo costo. Sin embargo no hay una solución de bajo coste y compacta que cubra frecuencias de GNSS diferentes de L1. Las antenas de precisión multifrecuencia disponibles son típicamente antenas externas grandes, voluminosas y caras, que se dirigen a mercados específicos (tal como el mercado de la prospección).

Con el despliegue de los nuevos satélites GNSS que difunden señales de servicio abierto en frecuencias distintas de L1/E1 (tales como L5/E5), existe la necesidad de antenas de GNSS de bajo coste y compactas que cubran esas bandas adecuadas para la integración con dispositivos comerciales (para llevar las ventajas de las nuevas señales al público general). Por lo tanto, se espera que en el próximo futuro estén disponibles dichas antenas. Actualmente, hay ya una tendencia en proceso hacia la miniaturización en los mercados de antenas de grado geodésico, en donde los fabricantes planean lanzar nuevas antenas que cumplan con el rendimiento de los diseños actuales (tales como antenas choke-ring) en tanto que son más pequeñas, más ligeras y menos caras.

Sumario

Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible que contiene una pluralidad de Canales Receptores de GNSS Flexibles —uno para cada componente de señal del satélite—, comprendiendo cada uno más de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102), que a su vez contiene un Secuenciador de Código (408), adecuado para la generación de muestras de código primario local, muestras de código secundario y muestras de sub-portadora, así como para la combinación de dichas muestras de código primario, código secundario y sub-portadora para producir una réplica de la secuencia de extensión simple, permitiendo el procesamiento simple del canal de la señal de servicio, en el que al menos uno de los Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) contiene adicionalmente:

- un Selector de Entrada (401), adecuado para seleccionar una señal compleja de entrada;
- un Selector de Fase de Portadora (403), adecuado para la selección entre la fase de portadora local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de portadora local generada en un canal de hardware previo a ser usada en la generación de la portadora compleja local y para ser enviado a un siguiente canal de hardware;
- un Selector de Fase de Código (407), adecuado para la selección entre la fase de código local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de código local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación del código local y sub-portadora y ser enviada al siguiente canal de hardware;
- un Selector de Código (409), adecuado para la selección de una réplica de la secuencia de extensión local generada en la misma instancia del canal de hardware o la réplica de secuencia de extensión local generada en el canal de hardware previo a ser usada posteriormente para generar las réplicas de secuencia de extensión local retardadas y posiblemente enviadas al siguiente canal de hardware;
- un Selector de Réplica de Código (411), adecuado para que permita la réplica de la secuencia de extensión local que se envía al siguiente canal de hardware sea seleccionada entre la entrada de la Línea de Retardo del canal de hardware y la salida de la Línea de Retardo del canal de hardware con el retardo mayor con respecto a su entrada consistiendo dicho canal de hardware previo en otro canal de hardware de dichos Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal, a partir del que se enviaron las señales internas, comprendiendo dichas señales internas la fase de portadora local, la fase de código local y la réplica de la secuencia de extensión local.

Dicho al menos un Canal de Hardware de Receptor de GNSS Universal (102) puede, en una configuración específica, combinarse con configuraciones previas, que contienen adicionalmente:

- un Oscilador Controlado Numéricamente (NCO) de Portadora (402), adecuado para la generación de la fase de portadora local para un canal de hardware dado;
- una Tabla de Búsqueda (LUT) de Portadora Compleja (404), adecuada para la salida de valores de la portadora compleja local —valores de seno y coseno— basándose en la entrada de la fase de portadora local, procedente del canal de hardware actual o previo;
- un Mezclador Complejo (405), adecuado para multiplicar la señal de entrada seleccionada con la salida de la réplica de portadora local producida por la LUT de Portadora Compleja, implementando así lo que puede designarse por Extracción de Portadora;
- un NCO de Código (406), adecuado para generar fases para las réplicas de código primario y secundario local así como para la réplica de la sub-portadora local;
- una Línea de Retardo (410), adecuada para generar múltiples réplicas de código local —nominalmente 5: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL)— cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj;
- una pluralidad de Multiplicadores complejos (412), asociado cada uno con una salida de la Línea de Retardo (410), adecuado para realizar la multiplicación entre los componentes de la señal I y Q —compleja— portadora

previamente extraída desde el Mezclador Complejo (405) y las réplicas de la secuencia de extensión local generadas por la Línea de Retardo (410), implementando así lo que puede designarse por Desextensión de la Señal, o Extracción de Código;

- una pluralidad de Integradores Complejos (413), asociado cada uno con cada salida de la Línea de Retardo (410), adecuado para realizar la acumulación de la salida de los Multiplicadores (412) durante el período de integración coherente, completando así la correlación entre la señal entrante y el código local y réplicas de portadora.

En la presente descripción, un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión capaz de ser interrelacionado con dispositivos portátiles desarrollando un Concepto de Diseño Modular (MDC) permite la mejora de los rendimientos y el campo de aplicaciones de los receptores GNSS para dispositivos de comercialización general.

La presente invención también incluye un método de operación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible en sus configuraciones previamente definidas que, para permitir el procesamiento de canal único de la señal de servicio, incluye las siguientes operaciones:

- se generan muestras de código primario local, muestras de código secundario y muestras de sub-portadora local basándose en un código local;
- se combinan tanto muestras de código como de sub-portadora para producir una réplica de la secuencia de extensión simple;
- las dos etapas previas se implementan mediante Secuenciador de Código (408).

El RM es capaz de procesar diversas señales GNSS usando un Canal Receptor de GNSS Flexible (FGRC), que adapta los rendimientos a las necesidades del usuario, en un compromiso entre precisión, recursos y consumo de potencia. La capacidad para procesar señales tales como las señales BPSK, BOC y AltBOC proporciona la flexibilidad para reconfigurar sobre la marcha el RM a modos de ahorro de energía, en los que se usan señales BPSK y BOC de frecuencia simple, o a modos de alto rendimiento en los que se usan señales complejas multifrecuencia (tales como AltBOC E5). El RM incluirá un IHPA, fundamental para aprovechar los modos de alto rendimiento, en el que se usan señales GNSS de alta precisión (tales como las señales AltBOC E5). El RM con la posibilidad de procesamiento de señales tales como las señales AltBOC E5, que permiten drásticas mejoras de rendimiento en términos de precisión en la resistencia al multi-trayecto para dispositivos portátiles, permite el uso del GNSS en una variedad de aplicaciones que ahora son exclusivas del mercado profesional, tales como en la prospección.

Pueden destacarse las siguientes innovaciones:

- El uso de hardware y algoritmos de procesamiento de señal GNSS de alta precisión, típicos de receptores profesionales, en un dispositivo de comercialización global, concretamente:
 - El uso de una antena de alta precisión integrada (pequeña huella);
 - Soporte para operación multi-frecuencia;
 - Soporte para procesamiento de señal GNSS de alta precisión (tal como la señal AltBOC E5 de Galileo);
- El concepto de GNSS de alta precisión aplicado a la arquitectura de dispositivos móviles modulares, permitiendo la actualización de hardware personalizado y minimizando la obsolescencia de los dispositivos electrónicos;
- El uso de una arquitectura flexible y escalable que permite un compromiso entre precisión, recursos y consumo de potencia con el mismo dispositivo de hardware.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 representa la arquitectura de la realización preferida de la invención.

La Figura 2 representa la arquitectura del módulo Frontal de RF.

La Figura 3 representa la arquitectura de los Módulos de Entrada Flexible.

La Figura 4 representa la arquitectura de los Canales de Hardware de Receptor (RHC) de GNSS Universal.

La Figura 5 representa una realización posible de la combinación de los RHC para implementar un canal receptor de GNSS para procesar las señales GPS L1 y CBOC E1 de Galileo usando el planteamiento de correlador dual.

La Figura 6 representa una realización posible de la combinación de los RHC para implementar un canal receptor de GNSS para procesar las señales GPS L1 y CBOC E1 de Galileo usando el planteamiento de sub-portadora de múltiples niveles, facilitada por la arquitectura del RHC descrita a continuación.

La Figura 7 representa una realización posible de la combinación de los RHC para implementar un canal receptor de GNSS para procesar las señales AltBOC E5 de Galileo usando las réplicas de sub-portadora local compleja, permitiendo el uso de la plena precisión potencial de la señal AltBOC E5 de Galileo.

La Figura 8 representa una realización posible de la combinación de los RHC para implementar un canal receptor de GNSS para procesar las señales AltBOC E5 de Galileo usando réplicas de sub-portadora local reales, que ilustran un compromiso entre recursos y precisión.

Descripción detallada

5 Las características principales de la invención se han descrito en la sección de Sumario, aunque deberían describirse otras configuraciones específicas con más detalle. Estas configuraciones específicas son combinables con las presentadas en dicha sección de Sumario.

Más específicamente, dicho módulo Microprocesador y de Memoria (103) puede ser de tal forma que:

- 10 - se programa para configurar y controlar los Canales de Receptor de GNSS Flexible, usa sus salidas para producir mediciones de GNSS y calcular la Posición, Velocidad y Tiempo (PVT) del usuario;
- contiene medios de comunicación adecuados para comunicar con un Dispositivo Huésped (101);
- 15 - se programa adicionalmente de tal manera que puede combinar la solución de PVT y/o mediciones de GNSS de nivel más bajo producidas por los Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal (102) —tal como pseudo-telemetría, fases de portadora y frecuencias de portadora— con mediciones de otros sensores desde otros módulos disponibles instalados sobre dicho Dispositivo Huésped (101), produciendo una solución de PVT híbrida.

20 El Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible puede, en una configuración combinable con la anterior, contener un módulo Frontal de Radiofrecuencia (RF FE) (104), adecuado para el procesamiento de señales de RF en la banda de 1164-1610 MHz, que a su vez contiene:

- 25 - un Sintetizador de Frecuencia Programable (204), programable a través de los módulos de Microprocesador y Memoria (103);
- Múltiples Canales de RF (203), uno para cada frecuencia diferente, de modo que permitan la operación multi-frecuencia, incluyendo cada uno al menos:
- 30 • un Filtro Programable (212), adecuado para seleccionar la banda de señal GNSS deseada y rechazar las señales fuera de banda y la interferencia;
- un módulo Amplificador de Ganancia Programable (PGA) y de Control Automático de Ganancia (AGC) (213), adecuado para controlar automáticamente la amplitud de la señal de salida del Filtro Programable (212), asegurando una carga de bits óptima después de la conversión analógica a digital;
- 35 • un Convertidor Analógico a Digital (214) multi-bit, adecuado para digitalizar la salida del módulo Amplificador de Ganancia Programable y de Control Automático de Ganancia (213).

El Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible puede, en otra configuración combinable con la anterior, contener al menos un Módulo de Entrada Flexible (FIM) (108) —uno para cada banda en operación—, que se conecta a la salida de señal digital del Frontal de RF y comprende:

- 40 - un Convertidor Reductor (301), adecuado para la reducción de frecuencia de la salida de señales de IF por el Frontal de RF a banda base, si se requiere por la señal afectada, y que se puentea si no se requiere por la señal afectada;
- un Filtro Configurable (302), adecuado para la eliminación de la componente de la alta frecuencia generada por la reducción de frecuencia en cuadratura, evitando efectos de solapamiento después de la reducción de muestreo posterior;
- 45 - un Muestreador Reductor Configurable (303), adecuado para que la frecuencia de muestreo de las salidas del RF FE (104) sea reducida tras el filtrado, para reducir la frecuencia del reloj de los siguientes módulos de procesamiento de señales.

50 El Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible puede, en otra configuración combinable con la anterior, contener una Antena de Alta Precisión Integrada (IHPA) (105), construida en el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión en sí, adecuada para la recepción de señales de Radiofrecuencia (RF) en la banda de 1164-1610 MHz y conectarse al RF FE (104) o derivadas a una antena externa (107).

55 El Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible puede, en otra configuración combinable con la anterior, contener una interfaz con un Dispositivo Móvil Modular (106), adecuada para soportar la unión mecánica del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión al endoesqueleto del Dispositivo Huésped (101) y para el intercambio de datos entre el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y el Dispositivo Huésped —siendo capaz de integrarse en dispositivos móviles/portátiles siguiendo un concepto de diseño modular—, y la interfaz con el Dispositivo Móvil Modular (106) incluye adicionalmente una interfaz eléctrica, adecuada para la conexión de una fuente de alimentación y un enlace de comunicaciones con el Dispositivo Huésped (101).

60

El Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible puede, en otra configuración combinable con la anterior, ser de modo que la combinación de dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) sea adecuada para procesamiento de señales de GNSS específicas y combinaciones de señales, incluyendo:

65

- señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK), como el canal C/A de la señal GPS L1 o uno de los canales I o Q de la GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo —usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- 5 - señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK), como la señal GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo —usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- 10 - señales moduladas por Modulación de Portadora por Desfase Binario (BOC), como el canal de datos de la señal GPS L1 C futura —usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- señales moduladas en BOC multiplexada en el tiempo (TMBOC), como el canal piloto de la señal GPS L1 C futura —usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- 15 - señales moduladas en BOC compuesto (CBOC), como los canales B o C de la señal E1 de Galileo —usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- procesamiento simultáneo de los canales de datos y piloto, como los canales B y C de la señal E1 de Galileo o los canales I y Q de las señales E5a o E5b de Galileo —usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;
- 20 - procesamiento simultáneo de los canales piloto y de datos de una señal modulada en BOC alternativa (AltBOC), como la señal E5 de Galileo —usando tres a ocho instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal—;

25 y el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible es adecuado para procesamiento de al menos todas las señales de GNSS civiles y de servicio abierto de los siguientes sistemas: GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou y QZSS.

30 En una configuración específica, dicho módulo de Microprocesador y Memoria se programa para:

- activar o desactivar el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión;
- configurar la precisión, funcionalidad y consumo de potencia del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión.

35 En una configuración específica, dicho módulo de Microprocesador y Memoria se programa adicionalmente para:

- aceptar la provisión de Datos de Asistencia (desde un Dispositivo Huésped (101)), que acelera el proceso de adquisición de la señal y mejora su sensibilidad;
- aceptar la provisión de una localización y tiempos toscos desde un Dispositivo Huésped (101), para la inicialización del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión, la aceleración del proceso de adquisición y la mejora de la sensibilidad del receptor;
- 40 - asignar una parte de los recursos —memoria y/o procesador— del Dispositivo Huésped (101) para su uso por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de modo que se incrementen los recursos computacionales y/o como una interfaz para intercambio de datos.

45 El método al que se ha hecho referencia anteriormente (véase el Sumario) puede, en una configuración específica, incluir adicionalmente las siguientes etapas:

- seleccionar una señal compleja de entrada;
- 50 - seleccionar entre la fase de portadora local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de portadora local generada en el canal de hardware previo a ser usado en la generación de la portadora compleja local y a ser enviado al siguiente canal de hardware;
- seleccionar entre la fase de código local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de código local generada en el canal de hardware previo a ser usado en la generación del código local y sub-portadora y ser enviado al siguiente canal de hardware;
- 55 - seleccionar el código local generado en la misma instancia del canal de hardware o el código local generado en el canal de hardware previo a ser enviado posteriormente para generar réplicas de código retardado y posiblemente enviadas al siguiente canal de hardware;
- 60 - permitir que la réplica de código local que se envía al siguiente canal de hardware se seleccione entre la entrada de una línea de retardo y la salida de la línea de retardo con el retardo mayor con respecto a su entrada.

65 Dicho método puede, en otra configuración específica, combinable con la anterior, incluir adicionalmente las siguientes etapas:

- generar una fase de portadora local para un canal de hardware dado;
- producir la salida de valores de la portadora compleja local —valores de seno y coseno— basándose en la fase de la portadora local de entrada, procedente del canal de hardware actual o anterior;
- 5 - multiplicar la señal de entrada seleccionada con la salida de la réplica de portadora local producida por la LUT de Portadora Compleja, implementando así lo que puede designarse por Extracción de Portadora;
- generar fases para las réplicas de código primario local y secundario así como para la réplica de la sub-portadora local;
- generar múltiples réplicas de código local —nominalmente 5: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL)— cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj;
- 10 - realizar la multiplicación entre los componentes de la señal I y Q —compleja— portadora previamente extraída desde el Mezclador Complejo (405) y las réplicas de código local generadas por la Línea de Retardo (410), implementando así lo que puede designarse por Desextensión de la Señal, o Extracción de Código;
- realizar la acumulación de la salida de los Multiplicadores (412) durante el período de integración coherente, completando así la correlación entre la señal entrante y el código local y réplicas de portadora.
- 15

Dicho método puede, en otra configuración específica, combinable con la anterior, ser un módulo de Microprocesador y Memoria (103) dedicado de modo que:

- 20 - configure y controle los Canales de Receptor de GNSS Flexible, use sus salidas para producir mediciones de GNSS y calcule la Posición, Velocidad y Tiempo (PVT) del usuario;
- comunique con un Dispositivo Huésped (101);
- combine opcionalmente la solución de PVT y/o mediciones de GNSS de nivel más bajo producidas por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión (102) —tal como pseudo-telemetría, fases de portadora y frecuencias de portadora— con mediciones de otros sensores desde otros módulos disponibles instalados en dicho Dispositivo Huésped (101), produciendo una solución de PVT híbrida.
- 25

Realizaciones particulares

30 Se describen en detalle realizaciones de la invención.

En una realización, la presente invención comprende un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión (HP GNSS RM) adecuado para ser integrado en dispositivos móviles/portátiles específicamente a través de su encaje en su endoesqueleto, y adecuados para el procesamiento de señales de GNSS civiles y de servicio abierto, en el que comprende específicamente:

- a. un módulo Frontal de Radiofrecuencia (104), conectado a la antena de alta precisión integrada (105), adecuado para procesamiento de señales de RF en la banda de 1164-1610 MHz y para convertir la señal de RF en una representación para procesamiento de la señal de GNSS por los Módulos de Entrada Flexibles (108) y para procesamiento de señal multi-frecuencia;
- 40 b. al menos un Módulo de Entrada Flexible (108), uno para cada banda, adecuado para acondicionamiento de la señal multi-frecuencia;
- c. una pluralidad de Canales de Receptor de GNSS Flexible, uno para cada señal de satélite, que comprenden uno o más canales de Hardware Receptor de GNSS Universal (102), adecuado para procesamiento de señales de GNSS civiles y de servicio abierto;
- 45 d. módulos de Microprocesador y Memoria dedicados (103), programados para configurar y controlar dichos Canales de Receptor de GNSS Flexibles, usar sus salidas para producir mediciones de GNSS y calcular la Posición, Velocidad y Tiempo (PVT) del usuario, así como para comunicar con un Dispositivo Huésped (101);
- e. una interfaz con un Dispositivo Móvil Modular (106), adecuado para soportar la unión mecánica del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión al endoesqueleto de un Dispositivo Huésped (101) y programado para intercambiar datos entre el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y un Dispositivo Huésped (101).
- 50

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, más específicamente, comprender adicionalmente una Antena de Alta Precisión Integrada (105) embebida, con alta estabilidad de fase central y adecuada para recepción de señales de radiofrecuencia (RF) en la banda de 1164-1610 MHz, o una antena externa (107).

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los Canales de Receptor de GNSS Flexible se programan para configurarse y supervisarse mediante un Dispositivo Huésped (101), mediante la comunicación con el microprocesador y memoria dedicada (103) y conectándose a la interfaz del Dispositivo Móvil Modular (106), programado así como usar la solución PVT y/o mediciones de GNSS de nivel más bajo producidas por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión (102), en particular pseudo-telemetría, fases de portadora o frecuencias de portadora para cálculos de PVT y/o integración con sensores externos desde otros módulos externos.

65 Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más

específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los módulos de Microprocesador y Memoria (103) se programan para configurar sub-módulos del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión, su supervisión y control, demodulación de datos de navegación y generación de medición de GNSS y para configurar, inicializar, calcular el PVT y comunicar entre el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y un Dispositivo Huésped (101).

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que el Frontal de Radiofrecuencia (104) comprende:

- a. Un Sintetizador de frecuencia programable (204), programable a través de los módulos de Microprocesador y Memoria (103);
- b. Múltiples canales de RF (203), uno para cada frecuencia diferente, de modo que permitan la operación multi-frecuencia, incluyendo cada uno al menos:
 - i. un Filtro Programable (212), adecuado para seleccionar la banda de señal de GNSS y rechazar señales fuera de banda e interferencia;
 - ii. un módulo Amplificador de Ganancia Programable (PGA) y de Control Automático de Ganancia (AGC) (213), adecuado para controlar automáticamente la amplitud de la señal de salida del Filtro Programable (212);
 - iii. un Convertidor Analógico a Digital (214) multi-bit, adecuado para digitalizar la salida del módulo Amplificador de Ganancia Programable y de Control Automático de Ganancia (213).

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los Módulos de Entrada Flexible (108) se programan para procesar la salida de señal digital por el Frontal de RF (104) y comprende:

- un Filtro Configurable (302), configurado para permitir la eliminación de la componente de la alta frecuencia generada por la reducción de frecuencia en cuadratura, evitando efectos de solapamiento después de la reducción de muestreo posterior;
- un Muestreador Reductor Configurable (303), configurado para permitir que la frecuencia de muestreo de las salidas del RF FE sea reducida tras el filtrado, para reducir la frecuencia de reloj de los siguientes módulos de procesamiento de señales;

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los Módulos de Entrada Flexible (108) comprenden adicionalmente:

- un Convertidor Reductor (301), adecuado para la reducción de frecuencia de la salida de señales de IF por el Frontal de RF a banda base.

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los Canales de Receptor de GNSS Flexible están compuestos cada uno por uno o más Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal (102), combinable a través de la configuración para producir un canal receptor de GNSS híbrido —software más hardware—.

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que cada uno de los Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) comprende:

- un Selector de Entrada (401), adecuado para seleccionar la señal compleja desde uno de los Módulos de Entrada Flexible;
- un Oscilador Controlado Numéricamente (NCO) de Portadora (402), adecuado para generar la fase de portadora local para un canal de hardware dado;
- un Selector de Fase de Portadora (403), configurado para permitir la selección entre la fase de portadora local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de portadora local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación de la portadora compleja local y a ser enviada al siguiente canal de hardware
- una Tabla de Búsqueda (LUT) de Portadora Compleja (404), configurada para producir la salida de los valores de la portadora compleja local —valores de seno y coseno— basándose en la entrada de la fase de portadora local, procedente del canal de hardware actual o previo;
- un Mezclador Complejo (405), configurado para multiplicar la señal de entrada seleccionada con la salida de la réplica de portadora local producida por la LUT de Portadora Compleja, implementando una extracción de portadora;
- un NCO de Código (406), configurado para generar fases para las réplicas de código primario local y secundario

- así como para la réplica de la sub-portadora local;
- un Selector de Fase de Código (407), configurado para seleccionar entre la fase de código local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de código local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación del código local y la sub-portadora y a ser enviada al siguiente canal de hardware.
 - 5 - un Secuenciador de Código (408), configurado para generar las muestras de código primario local y secundario así como las muestras de sub-portadora local y para soportar modulaciones y estructuras de señal variadas, incluyendo la señal modulada en AltBOC E5 de Galileo y para combinar adicionalmente las muestras de código y sub-portadora de modo que produzcan una réplica de secuencia de extensión simple;
 - 10 - un Selector de Código (409), configurado para seleccionar el código local generado en la misma instancia del canal de hardware o el código local generado en el canal de hardware previo para ser usado posteriormente para generar réplicas de código retardado y posiblemente enviado al siguiente canal de hardware;
 - una Línea de Retardo (410), configurada para generar múltiples réplicas de código local —nominalmente 5: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL)— cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj;
 - 15 - un Selector de Réplica de código (411), configurado para seleccionar la réplica de código local que se envía al siguiente canal de hardware entre la entrada de la Línea de Retardo y la salida de la Línea de Retardo con el retardo más alto con respecto a su entrada;
 - una pluralidad de Multiplicadores complejos (412), asociado cada uno con una salida de la Línea de Retardo (410), configurado para realizar la multiplicación entre los componentes de la señal compleja I y Q portadora previamente extraída desde el Mezclador Complejo (405) y las réplicas de código local generadas por la Línea de Retardo (410), implementando la Desextensión de la Señal/Extracción de Código;
 - 20 - una pluralidad de Integradores Complejos (413), asociado cada uno con cada salida de la Línea de Retardo (410), configurado para realizar la acumulación de la salida de los Multiplicadores (412) durante el período de integración coherente, completando así la correlación entre la señal entrante y el código local y réplicas de portadora.
 - 25

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que los Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal (102) se configuran y/o interconectan para implementar diferentes tipos de canales receptores de GNSS para permitir el procesamiento de señales de GNSS específicas y combinaciones de señal, incluyendo:

- 35 - Señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK), como el canal C/A de la señal GPS L1 o uno de los canales I o Q de la GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- Señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK), como la señal GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- 40 - Señales moduladas por Modulación de Portadora por Desfase Binario (BOC), como el canal de datos de la señal GPS L1 C futura usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- Señales moduladas en BOC Multiplexada en el Tiempo (TMBOC), como el canal piloto de la señal GPS L1 C futura usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- Señales moduladas en BOC compuesto (CBOC), como los canales B o C de la señal E1 de Galileo usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- 45 - Procesamiento simultáneo de los canales de datos y piloto, como los canales B y C de la señal E1 de Galileo o los canales I y Q de las señales E5a o E5b de Galileo usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- Procesamiento simultáneo de los canales piloto y de datos de una señal modulada en BOC Alternativa (AltBOC), como la señal E5 de Galileo usando tres a ocho instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal.
- 50

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que la interfaz al Dispositivo Móvil Modular (106) comprende adicionalmente:

- 55 - Medios para la interfaz con un endoesqueleto, así programado para transmitir los datos procesados del módulo al endoesqueleto de acuerdo con un protocolo específico y para ser usado por el Dispositivo Huésped (101) para controlar el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión de la reivindicación 1;
- 60 - Una interfaz mecánica adecuada para unir el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión a un endoesqueleto del Dispositivo Huésped (101);
- Una interfaz eléctrica adecuada para:
 - proporcionar una fuente de alimentación;
 - proporcionar un enlace de comunicaciones con el Dispositivo Huésped (101).
- 65

Dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) puede, dentro de una configuración más

específica de la presente realización, combinable con las anteriores, ser tal que el enlace de comunicaciones se configura para permitir:

- 5 - la activación/desactivación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y de su configuración de alto nivel a través de la interfaz de control;
 - la provisión de datos de asistencia obtenidos por el Dispositivo Huésped (101) a través de un enlace de datos;
 - la provisión de las salidas del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión para permitir el refinado de la solución de PVT;
 - 10 - la provisión de una localización y tiempos en bruto al Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión para su inicialización y también para la aceleración de los procesos de adquisición y la mejora de la sensibilidad del receptor;
 - la asignación de una parte de la memoria de un Dispositivo Huésped (101) para su uso por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión.
- 15 Se describirá una realización más específica con la ayuda de los dibujos adjuntos, en los que la Figura 1 representa la arquitectura de la realización preferida de la invención.

La invención consiste en un **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión**, cuya arquitectura se representa en la Figura 1, dirigido a la integración en Dispositivos Móviles Modulares (MMD), capaz de procesar todas las señales abiertas actualmente conocidas de los GNSS actuales y bajo desarrollo (por ejemplo, GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou), incluyendo la señal modulada en AltBOC E5 de Galileo. Está compuesto de: una **Antena de Alta Precisión Integrada** (105), que puede puentearse por una antena externa; un **Frontal de RF** capaz de procesar todas las bandas de GNSS actualmente conocidas y posiblemente bandas de GNSS futuras (104) y permitir el procesamiento simultáneo de una o más bandas de frecuencia, permitiendo un procesamiento de frecuencia única o multifrecuencia; **Módulos de Entrada Flexible** (108), que permiten el acondicionamiento de la señal de la **salida del Frontal de RF** a diferentes frecuencias intermedias., Un conjunto de **Canales de Receptor de GNSS Flexible**, capaz de procesar al menos las mismas señales mencionadas anteriormente y capaz de ser escalado hacia arriba/abajo con un compromiso entre precisión, recursos y consumo de potencia, compuesto de una combinación de uno o más de **Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal** (102), **Microprocesador y Memoria** (103) dedicados, a cargo de la configuración, supervisión y control de los **Canales de Receptor de GNSS Flexible** y el procesamiento de los datos generados por ellos (como la implementación del algoritmo de navegación); y una **Interfaz al Endoesqueleto del Dispositivo Móvil Modular** (106), que permite la comunicación con su procesador, que a su vez puede (opcionalmente) estar también a cargo de parte del procesamiento atribuido al microprocesador dedicado mencionado anteriormente (como la configuración, supervisión, implementación del algoritmo de navegación e integración con otros sensores incluidos en otros módulos del dispositivo móvil modular).

Un elemento clave del sistema propuesto es la **Antena de Alta Precisión Integrada** (105), que permite mediciones de alta precisión (debido a su estabilidad de fase central y precisión) con una pequeña huella y bajo peso. La **Antena de Alta Precisión Integrada** se construye en el **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión** real en sí. En cualquier caso, el usuario también puede puentear la antena integrada y usar su propia antena externa, lo que puede ser una ventaja para algunas aplicaciones profesionales.

El **Frontal de Radiofrecuencia** (104), ilustrado en la Figura 2, es responsable de la recepción de las señales de GNSS de Radiofrecuencia en la banda de 1164-1610 MHz y consiste en: un **Amplificador de Bajo Ruido** (LNA) (202), un **Sintetizador de Frecuencia Programable** (204) y uno o más Canales de RF (203).

El **Amplificador de Bajo Ruido** (202) está a cargo de la primera etapa (de bajo ruido) de amplificación de señal de las señales de GNSS muy débiles capturadas por la **Antena de Alta Precisión Integrada** (o una antena externa) y se localiza tan próximo como sea posible a ella, para reducir las pérdidas de señal y asegurar una baja cifra de ruido global.

El **Sintetizador de Frecuencia Programable** (204) consiste en un oscilador de ultra baja fluctuación, un oscilador de tensión controlada y un divisor de frecuencia fraccional programable y genera las frecuencias de reloj para el **ADC** (214) y de la portadora local usada por el **Mezclador en Cuadratura** (211).

Cada **Canal de RF** (203) es responsable de la reducción de frecuencia, filtrado y muestreo digital de las señales entrantes para una frecuencia/banda dada y por lo tanto hay un **Canal de RF** cada frecuencia al ser procesada por el **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión**. Cada Canal de RF está compuesto de un **Mezclador en Cuadratura** (211), un **Filtro Programable** (212), un **Amplificador de Ganancia Programable con Control Automático de Ganancia** (213) y un **Convertidor Analógico a Digital** (ADC) (214).

El **Mezclador en Cuadratura** (211) usa la portadora local generada por el **Sintetizador de Frecuencia Programable** (204) para reducir la frecuencia de la señal entrante a la banda base o frecuencia intermedia muy baja. El **Filtro Programable** (212) permite la selección de la banda de señal de GNSS deseada y rechazar las señales fuera de banda, ruido e interferencia. El **Amplificador de Ganancia Programable con Control Automático de Ganancia** (213) controla automáticamente la amplitud de la señal de salida del **Filtro Programable** de modo que

maximice la eficiencia del ADC. Presenta un lazo de control que fija automáticamente la ganancia del PGA para asegurar una carga en bits óptima en las salidas del ADC. El **Convertidor Analógico a Digital** (214) es responsable del muestreo y generación de una señal digital multi-nivel que se envía a los **Módulos de Entrada Flexible** (108).

5 El **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión** incluye **Módulos de Entrada Flexible** (108), representados en la Figura 3, que están a cargo de acondicionamiento de la señal de entrada para acondicionar adecuadamente las **salidas del Frontal de RF** de modo que sean utilizables por los **Canales del Receptor de GNSS Flexible**. Cada **Módulo de Entrada Flexible** está compuesto de:

- 10
- Un **Convertidor Reductor** (301), que, si se requiere, es el responsable de la reducción de frecuencia a la banda base de posiblemente la salida de señales de frecuencia intermedia por el Frontal de RF;
 - Un **Filtro Configurable** (302), que permite la retirada de la componente de alta frecuencia generada por la Reducción de Frecuencia en Cuadratura y rechaza adicionalmente las señales fuera de banda, ruido e interferencia, evitando problemas de solape en la siguiente etapa (opcional);
- 15
- Un **Muestreador Reductor Configurable** (303), que permite el muestreo de frecuencia de las salidas del **Frontal de RF** para que sean (opcionalmente) reducidas después de la etapa de filtrado, para reducir la frecuencia de reloj de los siguientes módulos de procesamiento de señal (para minimizar el consumo de potencia).

20 El **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión** representado en la Figura 1 incluye múltiples **Canales de Receptores de GNSS Flexibles**, uno para cada señal de satélite que se procesa por el receptor. Cada uno de estos **Canales Receptores de GNSS Flexibles** es una combinación programáticamente definida de uno o más **Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal** (102), cuya arquitectura se representa en la Figura 4. Estos **Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal** (102) se diseñan de tal manera que sean bloques genéricamente

25

construidos para canales receptores más complejos (lógicos) que pueden conectarse programáticamente (es decir sin modificaciones de hardware) entre sí en diferentes formas de modo que permitan el procesamiento de un amplio intervalo de señales incluyendo al menos todas las señales civiles y de servicio abierto conocidas actualmente de los sistemas GPS, Galileo, GLONASS y BeiDou (incluyendo la señal modulada en AltBOC E5 de Galileo de alta precisión), de ahí la designación de "Universal".

30

Cada **Canal de Hardware de Receptor GNSS Universal** (102), ilustrado en la Figura 4, incluye un **Selector de Entrada** (401), que permite la selección del origen de la señal reducida en frecuencia que se procesa por el canal de hardware, es decir la selección del **Módulo de Entrada Flexible** que es el origen de la señal que se procesa

35

mediante un canal de hardware dado. Esto permite el procesamiento paralelo (por diferentes canales de hardware) de señales con diferentes características (como portadora de RF, ancho de banda y frecuencia de muestreo), permitiendo un procesamiento multi-frecuencia y/o el escalado reductor de recursos para señales menos exigentes en procesamiento.

40 Cada **Canal Receptor de GNSS Universal** (102) incluye estructuras adicionales que permiten la eliminación de la portadora residual de la señal entrante, después de la reducción de frecuencia por el **Frontal de RF** (104) y (opcionalmente) por el **Módulo de Entrada Flexible** (108), la desextensión de la señal resultante (incluyendo códigos primarios y secundarios y sub-portadoras, donde es aplicable) y la integración coherente de la señal resultante, implementando así la correlación entre la señal reducida en frecuencia y réplicas localmente generadas de la portadora residual y secuencias de extensión. Los bloques funcionales principales de cada **Canal de**

45

Hardware Receptor de GNSS Universal (102) son (véase la Figura 4):

- un **Oscilador Controlado Numéricamente** (NCO) de Portadora (402), que genera la fase de portadora local para un canal de hardware dado;
 - una **Tabla de Búsqueda** (LUT) **de Portadora Compleja** (404), que produce la salida de los valores de la réplica de portadora compleja (valores de seno y coseno) basándose en la entrada de la fase de portadora local;
 - un **Mezclador Complejo** (405), que multiplica la señal de entrada seleccionada con la réplica de la portadora compleja dando como resultado la eliminación (aparte de los errores de fase de portadora y seguimiento de frecuencia) de la portadora compleja residual, principalmente debido a Doppler y errores de reloj del receptor;
 - un **NCO de Código** (406), que genera fases para las réplicas de código primario local y secundario así como, cuando sea aplicable, la réplica de la sub-portadora local;
 - un **Secuenciador de Código** (408), que genera las muestras de código primario local y secundario así como las muestras de sub-portadora local basándose en el código local y, cuando sea aplicable, fases de sub-portadora y las combina en una única réplica de secuencia de extensión local (posiblemente no binaria, dependiendo de la señal que se está procesando);
 - una **Línea de Retardo** (410), que genera múltiples réplicas de secuencia de extensión —nominalmente 5: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL)— cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj. Estas réplicas se requieren para el cierre de los lazos de seguimiento y pueden usarse también para paralelizar los procesos de adquisición, disminuyendo el tiempo de adquisición;
 - **Multiplicadores** (412), que realizan la multiplicación entre los componentes de la señal I y Q (compleja) portadora previamente extraída (producida por el **Mezclador Complejo**) y las réplicas de la secuencia de
- 65

extensión local generadas por la **Línea de Retardo**, implementando así lo que puede designarse por Desextensión de la Señal, o Extracción de Código, que es una de las etapas de la operación de correlación;

- **Integradores Complejos** (413), que realizan la acumulación de la salida de los Multiplicadores durante el período de integración coherente, completando así la operación de correlación entre la señal entrante y la portadora local y réplicas de secuencia de extensión.

Debería destacarse que cada **Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal** (102) soporta la generación de un código primario, códigos secundarios y sub-portadora diferente, siendo así elegible para procesar un único canal (o componente) de cualquiera de las señales civiles y de servicio abierto actualmente conocidas de los sistemas GPS, Galileo, GLONASS y BeiDou, que tienen un amplio intervalo de combinaciones de código primario/código secundario/sub-portadora. Para procesar una señal de GNSS con más de un canal (o componente), tales como señales con canales piloto y de datos, se combinan diversos **Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal** (102) a través de una configuración por software. Para que sea posible esta combinación, los **Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal** (102) presentan módulos adicionales que permiten la conexión entre canales de hardware contiguos y el envío de señales internas desde un canal de hardware al siguiente, concretamente:

- un **Selector de Fase de Portadora** (403), que permite el uso de la fase de portadora local generada en un canal de hardware dado o la fase de portadora local generada en un canal de hardware previo (siendo enviada por el canal de hardware previo) en la generación de la portadora compleja local por el **Mezclador Complejo** (405). La fase de portadora seleccionada se envía también al siguiente canal de hardware de modo que permita la conexión de múltiples canales de hardware. Este proceso puede designarse por fase de portadora esclava dado que hay un canal (maestro) que genera la fase de portadora local usada no solamente por él mismo sino también por canales (esclavos) posteriores;
- un **Selector de Fase de Código** (407), que (como para la fase de portadora) permite el uso de tanto el código primario local como el código secundario y las fases de sub-portadora generadas por un canal de hardware dado o las generadas en un canal de hardware previo (siendo enviada por el canal de hardware previo) en la generación de los códigos locales y sub-portadora por el **secuenciador de código** (408). De nuevo, como también para la portadora, el código seleccionado y fase de sub-portadora se envían también al siguiente canal de hardware de modo que permita la conexión de múltiples canales de hardware. Este proceso puede designarse por fase de código esclava dado que hay un canal (maestro) que genera el código local y las fases de sub-portadora usadas no solamente por él mismo sino también por canales (esclavos) posteriores;
- un **Selector de Código** (409), que permite la selección de la secuencia de extensión local que se usa por la **Línea de Retardo** (410) para generar las réplicas de la secuencia de extensión local entre la secuencia de extensión local generada en un canal de hardware dado o una secuencia de extensión local generada en un canal de hardware previo (siendo enviada por el canal de hardware previo). De modo ligeramente diferente de lo que sucede para la fase de portadora y código y fases de sub-portadora, pero también para permitir la conexión de múltiples canales de hardware, la secuencia de extensión seleccionada puede enviarse tanto directa como indirectamente al siguiente canal de hardware (como se explica adicionalmente a continuación). Este proceso puede designarse por código esclavo dado que hay un canal (maestro) que genera la secuencia de extensión local usada no solamente por él mismo sino también por canales (esclavos) posteriores;
- un **Selector de Réplica de Código** (411), que permite la selección de la réplica de la secuencia de extensión local que se envía al siguiente canal de hardware. Las opciones son la salida de la secuencia por el **Selector de Código** o la salida de la última secuencia por la Línea de Retardo (aquella con el mayor retardo). En el primer caso, se consigue una secuencia de extensión local simple esclava, en la que la secuencia generada por un canal de hardware dado puede usarse directamente (sin ningún retardo) por el siguiente canal de hardware, mientras que el segundo caso permite una extensión de la **Línea de Retardo**, es decir la secuencia de entrada de la **Línea de Retardo** de un canal de hardware dado se secuencia con el mayor retardo desde la **Línea de Retardo** del canal previo. Esto permite la generación de **Canales de Receptor de GNSS Flexible con líneas de retardo** más largas (es decir con más salidas), lo que puede ser útil para implementaciones de lazo de seguimiento avanzado, implementaciones de algoritmo de mitigación de multi-trayecto, supervisión de la función de auto-correlación, seguimiento en lazo semi-abierto, o simplemente para adquisición paralelizada adicional; la Figura 5 y la Figura 6 representan dos posibles realizaciones para la combinación de **Canales de Hardware de Receptor GNSS Universal** (102) que implementan un canal de receptor de GNSS compuesto para procesar señales GPS L1 y CBOC E1 de Galileo usando dos planteamientos diferentes (el planteamiento de correlador dual y el planteamiento de sub-portadora de múltiple nivel) teniendo cada uno diferentes requisitos de recursos. La Figura 7 y la Figura 8 representan una realización posible para la combinación de **Canales de Hardware de Receptor GNSS Universal** (102) que implementan un canal receptor de GNSS compuesto para procesar las señales moduladas AltBOC E5 de Galileo usando réplicas de sub-portadora local compleja y real (respectivamente). La primera permite el uso de todo el potencial de precisión de la señal AltBOC E5 de Galileo, mientras que la segunda representa un compromiso posible entre precisión y recursos.

La implementación de las diferentes arquitecturas y procesamiento de las diferentes señales ejemplificadas anteriormente usando el mismo hardware solo se hace posible por la arquitectura flexible del **Canal de Hardware de Receptor GNSS Universal** (102) y por la cuidadosa configuración de las opciones esclavas descritas anteriormente.

Un **módulo de Microprocesador y Memoria dedicado** (103), mostrado en la Figura 1, está a cargo de la

configuración de los diferentes módulos configurables del **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión**, como el **Frontal de RF, Módulos de Entrada Flexible y Canales de Receptor de GNSS Flexibles**. Adicionalmente, está también a cargo del control de los **Canales de Receptor de GNSS Flexibles** de modo que realice la adquisición y seguimiento de señales, demodulación de datos, generación de medición y navegación.

5 Algunas de las funciones descritas anteriormente pueden compartirse entre el **Microprocesador** y un **Módulo de Memoria dedicado** (103) y el procesador y memoria del **Dispositivo Huésped** (101), de modo que permitan la configuración externa y control del **Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión**, aligerar su carga computacional, permitir la implementación de algoritmos de navegación más avanzados y/o permitir la integración de mediciones desde sensores adicionales incluidos en los otros módulos también alojados en el mismo **Dispositivo Huésped**.

10 Adicionalmente, el Dispositivo Huésped puede proporcionar, a través de la Interfaz con el **Endoesqueleto del Dispositivo Móvil** (106) datos de asistencia que pueden usarse para acelerar la adquisición, mejorar la sensibilidad del receptor, corregir mediciones y/o errores del sistema y en general mejorar el rendimiento del posicionamiento.

15 La **Interfaz al Dispositivo Móvil Modular** (106), está en concordancia con el **Dispositivo Huésped** (101). Una de las ventajas principales de los dispositivos modulares está ligada al uso de una interfaz estándar para todos los módulos y el endoesqueleto. Este protocolo se establece por el fabricante del endoesqueleto y cualesquiera módulos a ser integrados, como el módulo de Rx de GNSS, debe cumplir con la norma. En el caso del Proyecto ARA, por ejemplo, se proporciona un MDK (kit de desarrollo en módulo). Usando el protocolo especificado en la documentación MDK, es posible crear un módulo compatible con la norma ARA. El módulo GNSS tiene conectores que pueden interrelacionarse con el endoesqueleto (de acuerdo con la documentación ARA las clavijas presentan las siguientes interfaces en las clavijas GPIO, I2C, SPI, SDIO, USB, PCI Express).

20 Como un ejemplo en el caso de ARA, los bloques tienen una dimensión estándar y se unen usando electroimanes permanentes que pueden activarse o desactivarse a través de software. La conexión entre los bloques y el endoesqueleto es capacitiva para reducir la posibilidad de daños. La plataforma huésped se ejecuta usando Android. Se proporcionan clases específicas por el sistema operativo y pueden usarse para intercambiar datos entre el huésped y los módulos. Otras plataformas como ZTE Mobius proponen soluciones similares. El módulo GNSS
25 estará de acuerdo con la interfaz propuesta por las diferentes normas.
30

REIVINDICACIONES

1. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible que comprende una pluralidad de Canales Receptores de GNSS Flexibles, uno para cada señal del satélite, comprendiendo cada uno más de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102), que a su vez contiene un Secuenciador de Código (408), adecuado para la generación de muestras de código primario local, muestras de código secundario y muestras de sub-portadora, así como para la combinación de dichas muestras de dicho código primario, código secundario y sub-portadora para producir una réplica de la secuencia de extensión simple, permitiendo el procesamiento de canal único de la señal de servicio, **caracterizado por que** al menos uno de los Canales de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) contiene adicionalmente:

- un Selector de Entrada (401), adecuado para seleccionar una señal compleja de entrada;
- un Selector de Fase de Portadora (403), adecuado para la selección entre la fase de portadora local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de portadora local generada en un canal de hardware previo a ser usada en la generación de la portadora compleja local y para ser enviada a un siguiente canal de hardware, consistiendo dicho canal de hardware previo en otro canal de hardware de dichos canales de hardware receptores de GNSS universal, desde el que se enviaron las señales internas, comprendiendo dichas señales internas la fase de portadora local, la fase de código local y la réplica de la secuencia de extensión local;
- un Selector de Fase de Código (407), adecuado para la selección entre la fase de código local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de código local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación del código local y sub-portadora y para ser enviada al siguiente canal de hardware;
- un Selector de Código (409), adecuado para la selección de una réplica de la secuencia de extensión local generada en la misma instancia del canal de hardware o la réplica de secuencia de extensión local generada en el canal de hardware previo a ser usada posteriormente para generar las réplicas de secuencia de extensión local retardadas y posiblemente enviadas al siguiente canal de hardware;
- un Selector de Réplica de Código (411), adecuado para permitir que la réplica de la secuencia de extensión local que se envía al siguiente canal de hardware sea seleccionada entre la entrada de la Línea de Retardo del canal de hardware y la salida de la Línea de Retardo del canal de hardware con el retardo mayor con respecto a su entrada.

2. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado por que** dicho al menos un canal de hardware receptor de GNSS universal (102) contiene adicionalmente:

- un Oscilador Controlado Numéricamente (NCO) de Portadora (402), adecuado para la generación de la fase de portadora local para un canal de hardware dado;
- una Tabla de Búsqueda (LUT) de Portadora Compleja (404), adecuada para la salida de valores de la portadora compleja local, valores de seno y coseno, basándose en la entrada de la fase de portadora local, procedente del canal de hardware actual o previo;
- un Mezclador Complejo (405), adecuado para multiplicar la señal de entrada seleccionada con la salida de la réplica de portadora local producida por la LUT de Portadora Compleja, implementando así lo que puede designarse por Extracción de Portadora;
- un NCO de Código (406), adecuado para generar fases para las réplicas de código primario local y secundario así como para la réplica de la sub-portadora local;
- una Línea de Retardo (410), adecuada para generar múltiples réplicas de código local: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL), cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj;
- una pluralidad de Multiplicadores complejos (412), asociado cada uno con una salida de la Línea de Retardo (410), adecuado para realizar la multiplicación entre los componentes de la señal compleja I y Q portadora previamente extraída desde el Mezclador Complejo (405) y las réplicas de la secuencia de extensión local generadas por la Línea de Retardo (410), implementando así lo que puede designarse por Desextensión de la Señal, o Extracción de Código;
- una pluralidad de Integradores Complejos (413), asociado cada uno con cada salida de la Línea de Retardo (410), adecuado para realizar la acumulación de la salida de los Multiplicadores (412) durante el período de integración coherente, completando así la correlación entre la señal entrante y el código local y réplicas de portadora.

3. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** contiene un módulo de Microprocesador y Memoria (103) dedicados, que:

- se programa para configurar y controlar los Canales de Receptor de GNSS Flexible, usar su salida para producir mediciones de GNSS y calcular la Posición, Velocidad y Tiempo (PVT) del usuario;
- contiene medios de comunicación adecuados para comunicar con un Dispositivo Huésped (101);
- se programa adicionalmente de tal manera que puede combinar la solución de PVT y/o mediciones de GNSS de nivel más bajo producidas por los Canales de Hardware de Receptor de GNSS Universal (102), tal como pseudo-telemetría, fases de portadora y frecuencias de portadora, con mediciones de otros sensores desde otros

módulos disponibles instalados sobre dicho Dispositivo Huésped (101), produciendo una solución de PVT híbrida.

- 5 4. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** contiene un módulo Frontal de Radiofrecuencia (RF FE) (104), adecuado para el procesamiento de señales de RF en la banda de 1164-1610 MHz, que contiene adicionalmente:
- 10 - un Sintetizador de Frecuencia Programable (204), programable a través de los módulos de Microprocesador y Memoria (103);
- 15 - Múltiples Canales de RF (203), uno para cada frecuencia diferente, de modo que permitan la operación multi-frecuencia, incluyendo cada uno al menos:
- un Filtro Programable (212), adecuado para seleccionar la banda de señal GNSS deseada y rechazar las señales fuera de banda y la interferencia;
 - un módulo Amplificador de Ganancia Programable (PGA) y de Control Automático de Ganancia (AGC) (213), adecuado para controlar automáticamente la amplitud de la señal de salida del Filtro Programable (212), asegurando una carga de bits óptima después de la conversión analógica a digital;
 - un Convertidor Analógico a Digital (214) multi-bit, adecuado para digitalizar la salida del módulo Amplificador de Ganancia Programable y de Control Automático de Ganancia (213).
- 20 5. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** contiene al menos un módulo de entrada flexible (FIM) (108), uno para cada banda en operación, que se conecta a la salida de señal digital del Frontal de RF y comprende adicionalmente:
- 25 - un Convertidor Reductor (301), adecuado para la reducción de frecuencia de la salida de señales de IF por el Frontal de RF a banda base, si se requiere por la señal afectada, y que se puentea si no se requiere por la señal afectada;
- 30 - un Filtro Configurable (302), adecuado para la eliminación de la componente de la alta frecuencia generada por la reducción de frecuencia en cuadratura, evitando efectos de solapamiento después de la reducción de muestreo posterior;
- un Muestreador Reductor Configurable (303), adecuado para que la frecuencia de muestreo de las salidas del RF FE (104) sea reducida tras el filtrado, para reducir la frecuencia del reloj de los siguientes módulos de procesamiento de señales.
- 35 6. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** contiene una Antena de Alta Precisión Integrada (IHPA) (105), construida en el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión en sí, adecuada para la recepción de señales de Radiofrecuencia (RF) en la banda de 1164-1610 MHz y conectarse al RF FE (104) o derivadas a una antena externa (107).
- 40 7. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** contiene una interfaz con un Dispositivo Móvil Modular (106), adecuado para soportar la unión mecánica del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión al endoesqueleto del Dispositivo Huésped (101) y para el intercambio de datos entre el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y el Dispositivo Huésped, siendo capaz de integrarse en dispositivos móviles/portátiles siguiendo un concepto de diseño modular, y
- 45 **por que** la interfaz con el Dispositivo Móvil Modular (106) incluye adicionalmente una interfaz eléctrica, adecuada para la conexión de una fuente de alimentación y un enlace de comunicaciones con el Dispositivo Huésped (101).
- 50 8. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** la combinación de dicho al menos un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal (102) es adecuado para procesamiento de señales de GNSS específicas y combinaciones de señales, incluyendo:
- 55 - señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK), como el canal C/A de la señal GPS L1 o uno de los canales I o Q de la GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo, usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- señales moduladas por Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK), como la señal GPS L5 o las señales E5a o E5b de Galileo, usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- 60 - señales moduladas por Modulación de Portadora por Desfase Binario (BOC), como el canal de datos de la señal GPS L1 C futura, usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- señales moduladas en BOC multiplexada en el tiempo (TMBOC), como el canal piloto de la señal GPS L1 C futura, usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- señales moduladas en BOC compuesto (CBOC), como los canales B o C de la señal E1 de Galileo, usando una única instancia de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal;
- 65 - procesamiento simultáneo de los canales de datos y piloto, como los canales B y C de la señal E1 de Galileo o los canales I y Q de las señales E5a o E5b de Galileo, usando dos instancias de un Canal de Hardware Receptor

de GNSS Universal;

- procesamiento simultáneo de los canales piloto y de datos de una señal modulada en BOC Alternativa (AltBOC), como la señal E5 de Galileo, usando tres a ocho instancias de un Canal de Hardware Receptor de GNSS Universal; y por que el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible es adecuado para procesamiento de al menos todas las señales de GNSS civiles y de servicio abierto de los siguientes sistemas: GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou y QZSS.

9. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el módulo de Microprocesador y Memoria se programa para:

- activar o desactivar el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión;
- configurar la precisión, funcionalidad y consumo de potencia del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión.

10. Un Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el módulo de Microprocesador y Memoria se programa adicionalmente para:

- aceptar la provisión de Datos de Asistencia (desde un Dispositivo Huésped (101)), que acelera el proceso de adquisición de la señal y mejora su sensibilidad;
- aceptar la provisión de una localización y tiempos toscos desde un Dispositivo Huésped (101), para la inicialización del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión, la aceleración del proceso de adquisición y la mejora de la sensibilidad del receptor;
- asignar una parte de los recursos, tales como memoria y/o procesador, del Dispositivo Huésped (101) para su uso por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de modo que se incrementen los recursos computacionales y/o como una interfaz para intercambio de datos.

11. Un método de operación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que**, para permitir el procesamiento de canal único de la señal de servicio, incluye las siguientes operaciones:

- se generan muestras de código primario local, muestras de código secundario y muestras de sub-portadora local basándose en un código local;
- se combinan tanto muestras de código como de sub-portadora para producir una réplica de la secuencia de extensión simple;
- las dos etapas previas se implementan mediante Secuenciador de Código (408).

12. Método de operación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado por que** incluye adicionalmente las siguientes etapas:

- seleccionar una señal compleja de entrada;
- seleccionar entre la fase de portadora local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de portadora local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación de la portadora compleja local y a ser enviada al siguiente canal de hardware;
- seleccionar entre la fase de código local generada en la misma instancia del canal de hardware o la fase de código local generada en el canal de hardware previo a ser usada en la generación del código local y sub-portadora y ser enviada al siguiente canal de hardware;
- seleccionar el código local generado en la misma instancia del canal de hardware o el código local generado en el canal de hardware previo a ser enviada posteriormente para generar réplicas de código retardado y posiblemente enviadas al siguiente canal de hardware;
- permitir que la réplica de código local que se envía al siguiente canal de hardware se seleccione entre la entrada de una Línea de Retardo y la salida de la Línea de Retardo con el retardo mayor con respecto a su entrada.

13. Método de operación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado por que** incluye adicionalmente las siguientes etapas:

- generar una fase de portadora local para un canal de hardware dado;
- producir la salida de valores de la portadora compleja local, valores de seno y coseno, basándose en la fase de la portadora local de entrada, procedente del canal de hardware actual o previo;
- multiplicar la señal de entrada seleccionada con la réplica de portadora local producida por la LUT de Portadora Compleja, implementando así lo que puede designarse por Extracción de Portadora;
- generar fases para las réplicas de código primario local y secundario así como para la réplica de la sub-portadora local;
- generar múltiples réplicas de código local: la muy temprana (VE), temprana (E), rápida o puntual (P), tardía (L) y muy tardía (VL), cada una retardada con respecto al código local entrante mediante un número programable de ciclos de reloj;
- realizar la multiplicación entre los componentes de la señal I y Q —compleja— portadora previamente extraída

desde el Mezclador Complejo (405) y las réplicas de código local generadas por la Línea de Retardo (410), implementando así lo que puede designarse por Desextensión de la Señal, o Extracción de Código;

- realizar la acumulación de la salida de los Multiplicadores (412) durante el período de integración coherente, completando así la correlación entre la señal entrante y el código local y réplicas de portadora.

5 14. Método de operación del Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión y Flexible de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado por que** un módulo de Microprocesador y Memoria (103) dedicado:

10 - configura y controla los Canales de Receptor de GNSS Flexible, usa sus salidas para producir mediciones de GNSS y calcula la Posición, Velocidad y Tiempo (PVT) del usuario;

- comunica con un Dispositivo Huésped (101);

15 - combina opcionalmente la solución de PVT y/o mediciones de GNSS de nivel más bajo producidas por el Módulo Receptor de GNSS de Alta Precisión (102), tal como pseudo-telemetría, fases de portadora y frecuencias de portadora, con mediciones de otros sensores desde otros módulos disponibles instalados en dicho Dispositivo Huésped (101), produciendo una solución de PVT híbrida.

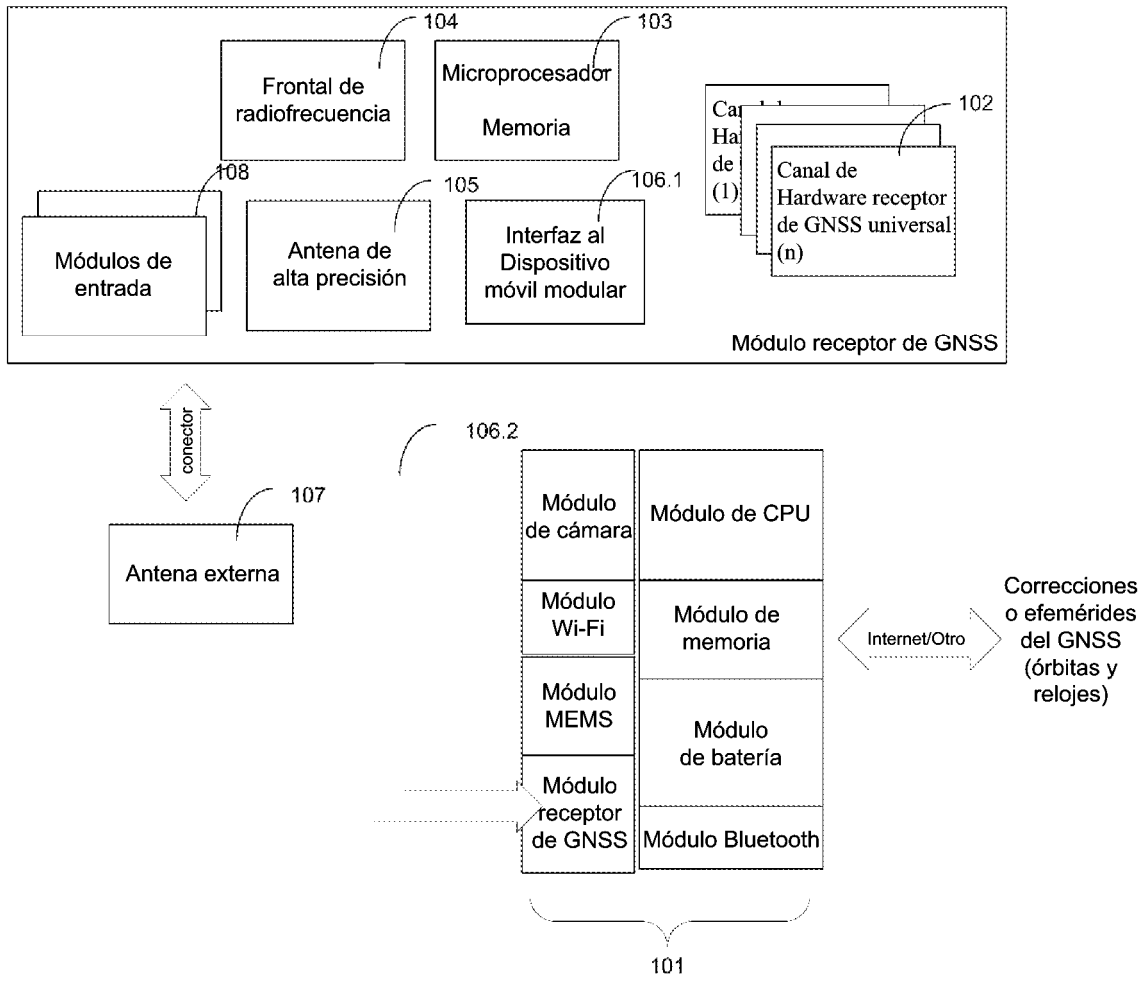


Figura 1

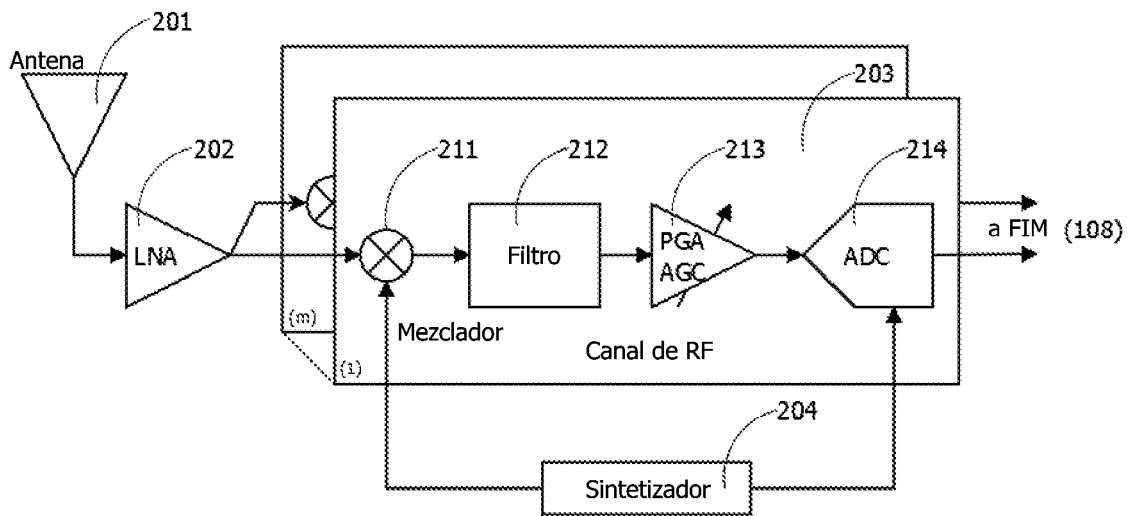


Figura 2

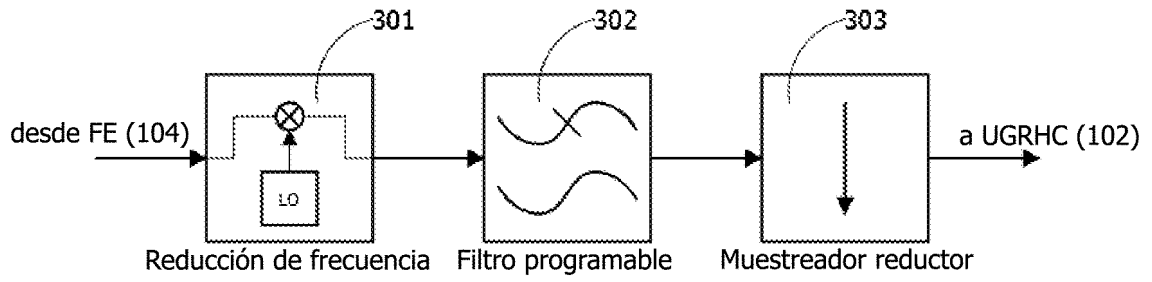


Figura 3

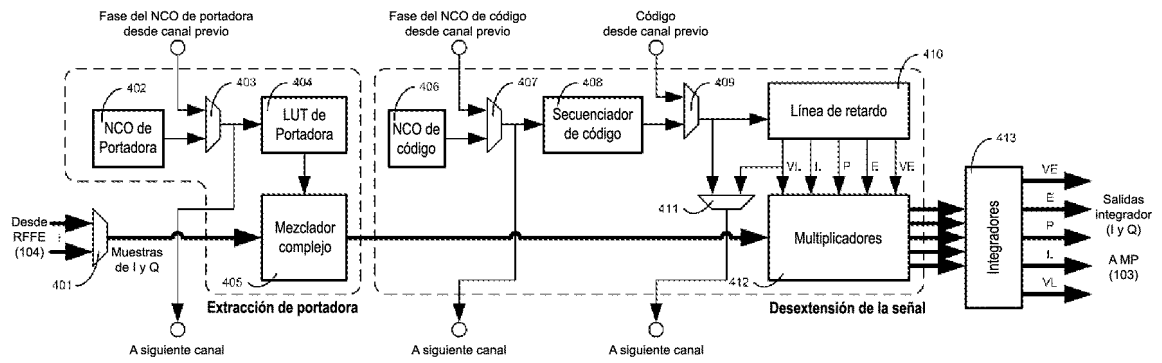


Figura 4

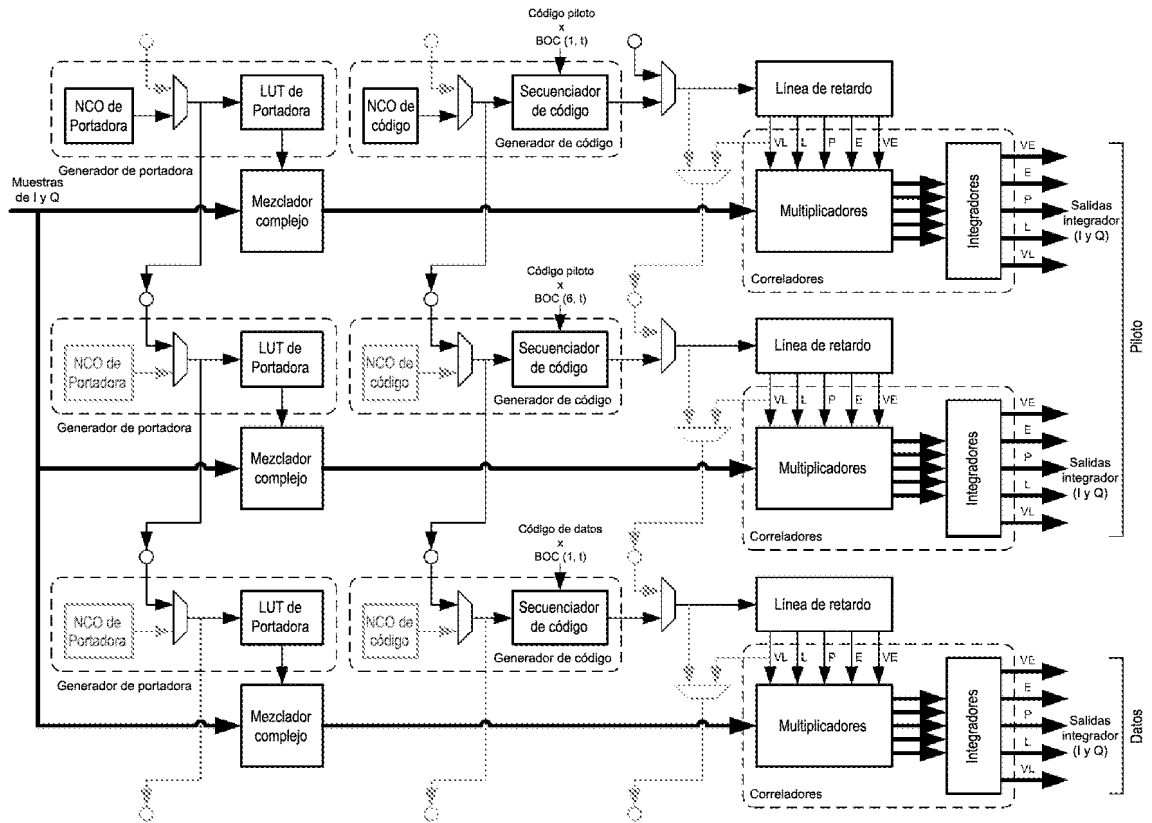


Figura 5

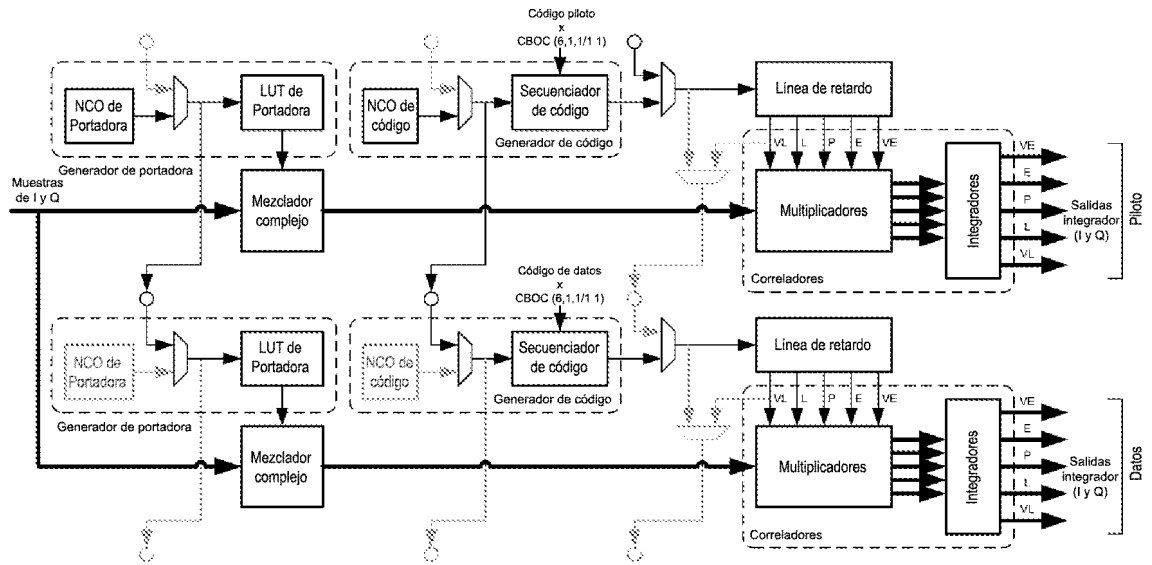


Figura 6

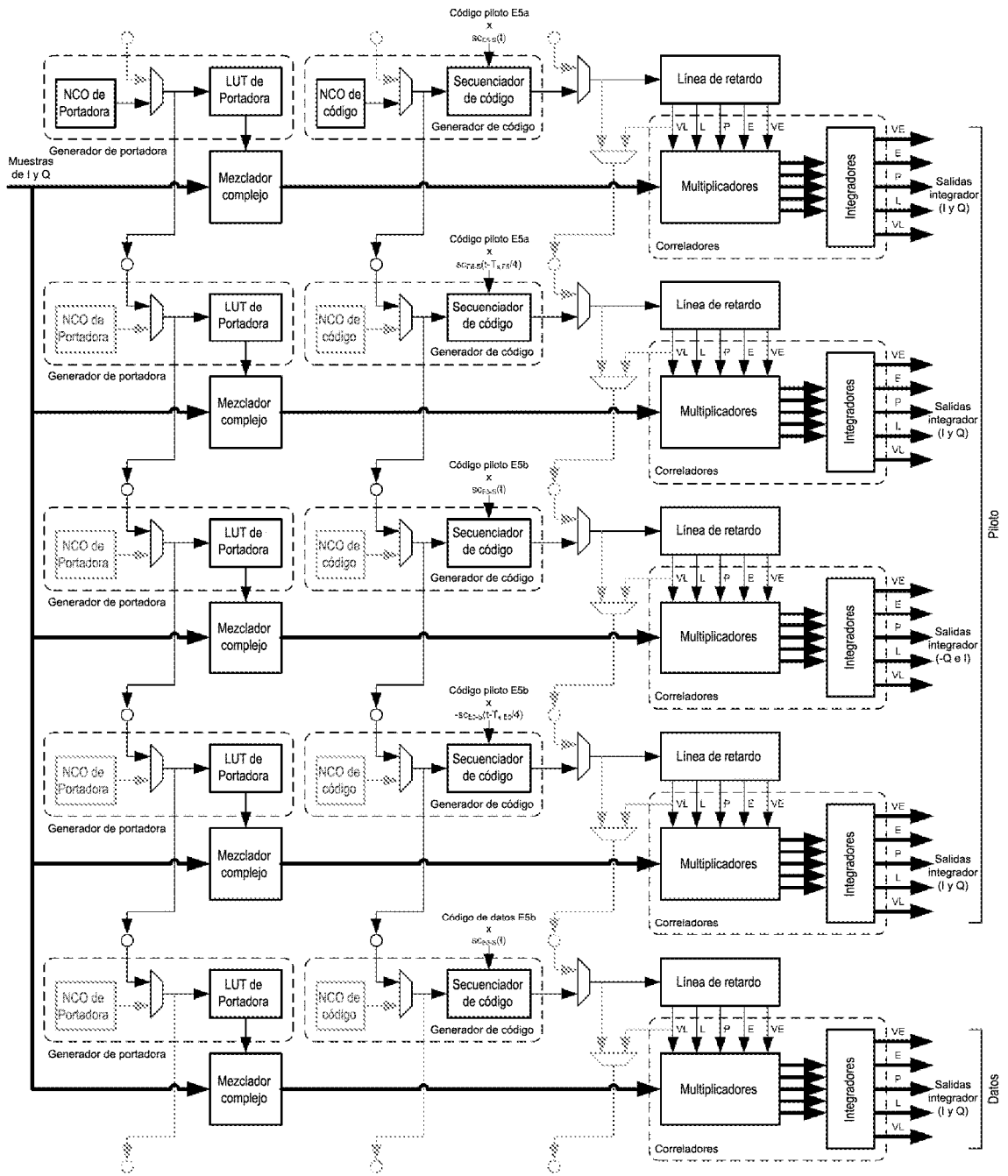


Figura 7

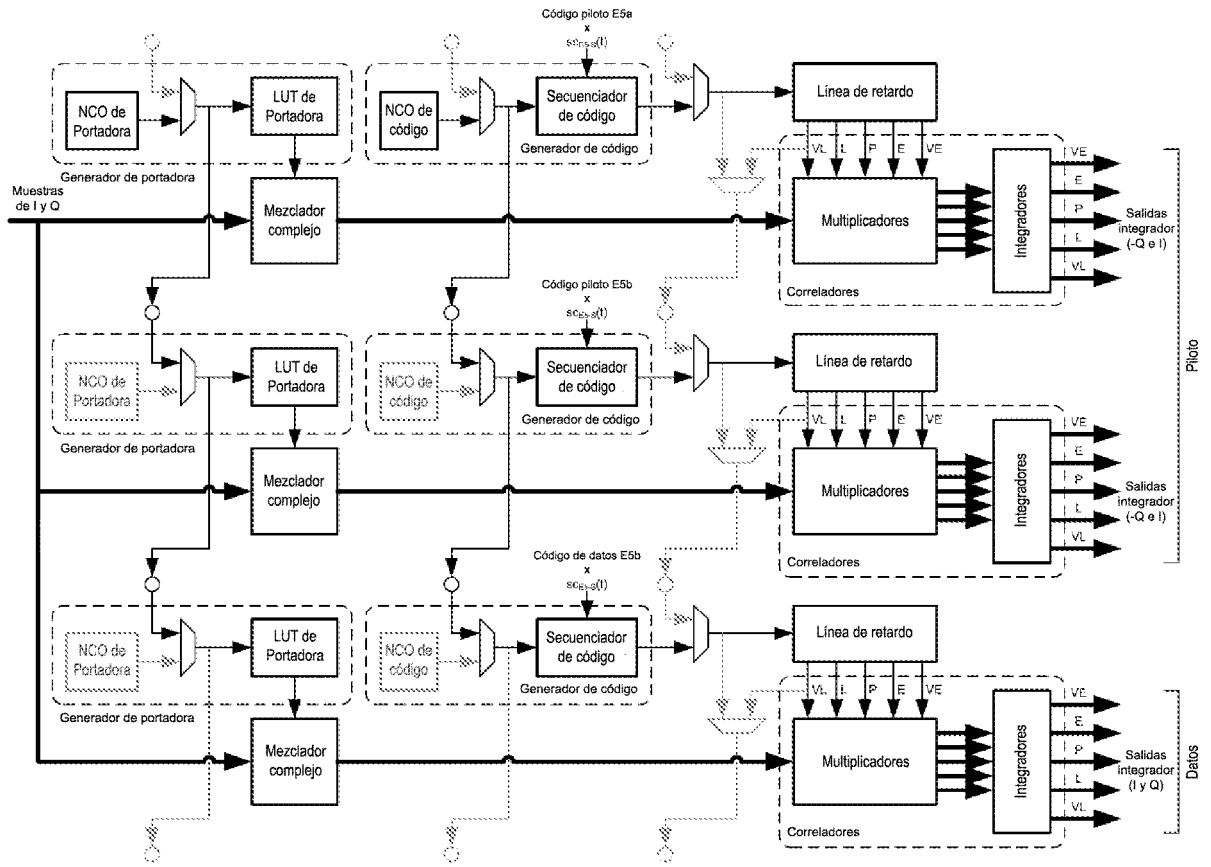


Figura 8