

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 178**

51 Int. Cl.:

G01S 19/42 (2010.01)

G01S 19/23 (2010.01)

G01S 19/36 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2018** **E 18212810 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023** **EP 3667369**

54 Título: **Sistema de posicionamiento para un vehículo terrestre y método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión de un vehículo terrestre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2024

73 Titular/es:

**VALEO COMFORT AND DRIVING ASSISTANCE
(100.0%)
6 rue Daniel Costantini
94000 Créteil, FR**

72 Inventor/es:

KNOESS, HENNING

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 966 178 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

Sistema de posicionamiento para un vehículo terrestre y método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión de un vehículo terrestre

5

Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de posicionamiento para un vehículo terrestre y a un método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión de un vehículo terrestre.

10

Antecedentes de la invención

Por el documento DE 102 39 952 A1 se conoce un método de navegación por satélite para determinar la posición de un receptor mediante la determinación del tiempo de viaje de una señal entre los satélites y el receptor. Dicho método se caracteriza por que, o bien se determinan los tiempos de recepción por el receptor de las señales procedentes de los satélites, tanto mediante una referencia temporal precisa, en el receptor, como a partir de las señales procedentes de los satélites, y luego se comparan entre sí, o se determinan al menos dos soluciones de posición a partir de los tiempos de recepción, por el receptor, de las señales procedentes de los satélites, determinados mediante una referencia temporal precisa del receptor y a partir de al menos una señal procedente, respectivamente, de los diferentes satélites y luego se comparan entre sí.

15

20

El documento WO2018/066193 divulga una disposición de múltiples antenas en la que la precisión se mejora corrigiendo la información del centro de fase.

25

Sumario de la invención

Es un objeto de la invención, tal como se define en las reivindicaciones, proponer un sistema de posicionamiento para un vehículo terrestre y un método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión de un vehículo terrestre que funcione con poco esfuerzo técnico y a bajo coste.

30

El sistema de posicionamiento de vehículos terrestres de la invención comprende:

- una unidad de procesamiento para el cálculo de datos y la transmisión de posiciones GNSS de alta precisión,
- una antena con al menos un elemento de antena para la recepción de señales GNSS en al menos una primera banda,
- un receptor GNSS para la transmisión de datos de antena a una unidad de procesamiento,
- una memoria con una matriz de variación del centro de fase almacenada para el al menos un elemento de antena y para la transmisión de datos de corrección de la matriz de variación del centro de fase a la unidad de procesamiento, siendo los datos de corrección (CD) registrados en la memoria (M) como resultado de las mediciones de un vehículo terrestre, junto con su(s) antena(s), en donde, para cada elemento de antena, se realiza una medición para los ángulos pertinentes y para cada banda que se vaya a utilizar, en donde, durante la medición, se registran los patrones de variación del centro de fase para los ángulos y las bandas pertinentes.
- un aparato de detección de ángulo de rotación para proporcionar a la unidad de procesamiento datos de ángulo de rotación a la unidad de procesamiento, y
- un aparato de detección de ángulo de inclinación para proporcionar a la unidad de procesamiento datos de ángulos de inclinación.

35

40

45

La matriz de variación del centro de fase y los datos que describen la orientación del vehículo pueden ser fácilmente suministrados, por lo que el sistema de posicionamiento resulta técnicamente sencillo y funciona a bajo coste.

50

El sistema de posicionamiento puede comprender, además, un solo elemento de antena. Un sistema de posicionamiento de este tipo puede realizarse fácilmente, ya que es posible utilizar una antena de vehículo convencional y económica con un solo elemento de antena. Además, solo es necesario realizar una medición del vehículo con su antena para generar la matriz de variación del centro de fase adecuada.

55

De manera alternativa, el sistema de posicionamiento comprende dos elementos de antena. Un sistema de posicionamiento de este tipo puede realizarse fácilmente como antena de vehículo con dos elementos de antena. Sobre la base de la matriz de variación del centro de fase con valores para ambos elementos de antena y un desplazamiento entre los elementos de antena, es posible calcular posiciones GNSS de alta precisión que son más precisas que las posiciones GNSS de alta precisión calculadas sobre la base de un solo elemento de antena.

60

El método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión de un vehículo terrestre de la invención utiliza un sistema de posicionamiento según la reivindicación 4.

El método puede utilizar un solo elemento de antena para recibir los datos de posición de satélite con el receptor GNSS desde al menos un satélite. Un método de este tipo exige solo un esfuerzo informático mínimo y requiere únicamente hardware de bajo coste.

5 Como alternativa, el método utiliza dos elementos de antena para recibir los datos de posición de satélite con el receptor GNSS desde al menos un satélite, en donde la unidad de procesamiento para el cálculo de la posición GNSS de alta precisión a partir de la memoria, esta provista, de manera adicional, de un vector de desplazamiento que describe la separación del primer elemento de antena y el segundo elemento de antena. Según una realización especial de este método, los datos de posición de satélite son recibidos por el primer elemento de antena en una primera banda y por el segundo elemento de antena en una segunda banda. Sobre la base de la matriz de variación del centro de fase con valores para ambos elementos de antena y el desplazamiento entre los elementos de antena, es posible calcular posiciones GNSS de alta precisión que son más precisas que las posiciones GNSS de alta precisión calculadas sobre la base de un solo elemento de antena.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Las anteriores y otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para el experto en la materia a la que se refiere la presente invención tras la lectura de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 La Figura 1 muestra un ejemplo esquemático de un sistema de posicionamiento para un vehículo terrestre y La Figura 2 muestra un flujo de trabajo para el cálculo de una posición de alta precisión.

25 **Descripción detallada de la invención**

La Figura 1 muestra un ejemplo esquemático de un sistema de posicionamiento PS para un vehículo terrestre LV que se desplaza sobre la tierra E. El vehículo terrestre LV está equipado con el sistema de posicionamiento PS que comprende una antena A que incluye dos elementos de antena receptora AE1 y AE2. El primer elemento de antena AE1 puede recibir señales en la frecuencia de banda L1 y el segundo elemento de antena AE2 puede recibir señales en la frecuencia de banda L2. Ambos elementos de antena AE1, AE2 están dispuestos a una distancia fija D, definiéndose la distancia D mediante un vector de desplazamiento V. En el cielo S se muestran cuatro satélites S1 - S4 que están al alcance del sistema de posicionamiento PS. Cada satélite S1 - S4 transmite señales en las bandas L1 y L2. El sistema de posicionamiento PS comprende la antena A con los elementos de antena A1 y A2, una unidad de procesamiento PU, un receptor GNSS GRV y una memoria M. Gracias a la información transmitida por los satélites S1 - S4, la unidad de procesamiento PU conoce sus posiciones orbitales. Las coordenadas esféricas de cada satélite S1 - S4 pueden entonces calcularse basándose en una posición de baja precisión del sistema de posicionamiento PS proporcionada bien por el receptor GNSS GRV sobre la base de una red de satélite SN que comprende al menos los satélites S1 - S4 o bien por cualquier otra red celular. En la Figura 1 se muestra esquemáticamente una red celular CN. Debido al hecho de que las distancias entre el sistema de posicionamiento PS y cada uno de los satélites S1 - S4 son grandes con respecto a la distancia de desplazamiento D entre los elementos de antena receptora AE1 y AE2, un conjunto de coordenadas esféricas puede ser suficiente para el cálculo. Cada señal de satélite recibida para la banda L1 y la banda L2 es luego corregida en el tiempo por la unidad de procesamiento PU mediante los correspondientes valores de los datos de corrección CD de una matriz de variación del centro de fase PCVM que se guarda en una memoria M. Los datos de corrección CD de la matriz de variación del centro de fase PCVM se generan midiendo cada uno de los elementos de antena AE1, AE2 en cualquier banda de interés, por ejemplo, la banda L1 y la banda L2, ya que el centro de fase de un elemento de antena no solo depende de un ángulo (elevación y acimut), sino que también depende de la frecuencia de la señal. Tales mediciones se realizan mientras el sistema de posicionamiento PS está montado en el vehículo terrestre LV. Para detectar un ángulo de rotación de la antena A, el sistema de posicionamiento comprende un aparato de detección de ángulo de rotación RAD, por ejemplo, un sensor de rumbo. Para detectar un ángulo de inclinación de la antena A, el sistema de posicionamiento comprende un aparato de detección de ángulo de inclinación TAD, por ejemplo, sensores de inclinación. Ambos sensores RAD y TAD transmiten sus datos a la unidad de procesamiento PU. Puesto que la antena A está fijada al vehículo terrestre LV, como primer ángulo de inclinación, se detecta un ángulo de cabeceo de vehículo terrestre y, como segundo ángulo de inclinación, se detecta un ángulo de balanceo de vehículo terrestre. Dado que la antena está fijada al vehículo terrestre, se detecta como ángulo de rotación un ángulo de guiñada con orientación geográfica. A partir de los datos de orientación de vehículo VOD, que comprenden el ángulo de guiñada con orientación geográfica y el ángulo de cabeceo, así como el ángulo de balanceo, la unidad de procesamiento PU recupera de la memoria los datos de corrección CD apropiados.

60 Con un sistema de posicionamiento de este tipo o con un método tal puede conseguirse una alta precisión de posición utilizando solo un elemento de antena de bajo coste para el sistema de navegación GNSS. Las mediciones de un sistema de posicionamiento de este tipo deben realizarse en una posición montada en el vehículo terrestre mediante un sistema de medición adecuado, por ejemplo, mediante una cámara anecoica. Durante la medición, deben registrarse los patrones PCV para los ángulos y frecuencias de recepción (bandas) pertinentes. La matriz PCV medida se almacena en la memoria del sistema de posicionamiento. Esta memoria puede ser parte de un chip GNSS en el receptor GNSS o ser parte de cualquier dispositivo electrónico capaz de interactuar con el receptor GNSS. En un etapa de posprocesamiento que se realiza en tiempo real, la matriz de variación del centro de fase PCVM se utiliza para

compensar cualquier error de posicionamiento causado por la variación del centro de fase del elemento de antena. La señal de cada uno de los satélites debe corregirse de forma individual en el tiempo, dependiendo de la ubicación de los satélites en el cielo con respecto a la posición del sistema de posicionamiento en el vehículo terrestre. Por lo tanto, es necesario conocer la posición relativa del satélite con respecto a la antena receptora. Esta posición relativa puede obtenerse calculando la posición absoluta del satélite y la posición absoluta del elemento de antena del sistema de posicionamiento junto con la orientación del elemento de antena en el espacio. De este modo, la posición para el sistema de posicionamiento puede tener una mayor incertidumbre, ya que un error carece de importancia para el cálculo del ángulo sólido (la distancia del satélite es muy grande en comparación con el error). La posición absoluta del elemento de antena puede ser obtenida por el propio receptor GNSS o por cualquier otro sistema basado en células, por ejemplo, por un sistema cinemático en tiempo real o un sistema de comunicación móvil. Para cada satélite, la posición se obtiene a partir de la información enviada desde el propio satélite, por ejemplo, almanaque o efemérides. Para calcular la orientación del sistema de posicionamiento o del elemento de antena del sistema de posicionamiento en el espacio, deben conocerse los ángulos de rotación e inclinación del elemento de antena. La rotación puede calcularse con un aparato de detección de ángulo de rotación, por ejemplo, mediante datos de posición históricos o una brújula digital y los ángulos de inclinación con un aparato de detección de ángulo de inclinación, por ejemplo, un sensor 3D.

El mismo método puede utilizarse para un sistema de posicionamiento con una antena que comprenda múltiples elementos de antena para la recepción de señales GNSS, en donde cada uno de los elementos de antena soporta una o más bandas de recepción. En este caso, al menos un vector de desplazamiento que describe la separación de los elementos de antena, debe tenerse en cuenta, de manera adicional, para el cálculo de posiciones GNSS de alta precisión.

La Figura 2 muestra un flujo de trabajo para el cálculo de una posición de alta precisión del vehículo terrestre LV mostrado en la Figura 1 utilizando un sistema de posicionamiento PS mostrado en la Figura 1 que comprende las etapas de:

- proporcionar a la unidad de procesamiento PU datos de posición de satélite SPD que representan la posición de al menos un satélite S1-S4, en donde los datos de posición de satélite SPD son proporcionados por un receptor GNSS GRV que recibe los datos de posición de satélite a través de al menos un elemento de antena (AE1, AE2) de al menos uno de los satélites S1-S4,
- proporcionar a la unidad de procesamiento PU datos de posición de vehículo VPD que representan la posición geográfica del vehículo terrestre LV, en donde los datos de posición de vehículo VPD son proporcionados por el receptor GNSS GRV o por una red celular CN,
- proporcionar a la unidad de procesamiento PU datos de orientación de vehículo VOD, en donde los datos de orientación de vehículo VOD comprenden un ángulo de rotación del vehículo terrestre LV y un primer ángulo de inclinación del vehículo terrestre LV y un segundo ángulo de inclinación del vehículo LV, en donde el ángulo de rotación es proporcionado por un aparato de detección de ángulo de rotación RAD y en donde los ángulos de inclinación son proporcionados por un aparato de detección de ángulo de inclinación TAD,
- proporcionar a la unidad de procesamiento PU, sobre la base de los datos de orientación de vehículo VOD de la memoria M, datos de corrección CD, en donde los datos de corrección CD se almacenan para cada elemento de antena AE1, AE2 y para al menos una banda de cada elemento de antena AE1, AE2 y
- calcular la posición GNSS de alta precisión HPP por la unidad de procesamiento PU a partir de los datos de posición de satélite SPD y de los datos de posición de vehículo VPD y de los datos de orientación de vehículo VOD.

De acuerdo con una primera realización, los datos de posición de satélite son recibidos por el receptor GNSS GRV a través únicamente del primer elemento de antena AE1 –representado en la Figura 2 con líneas continuas– desde al menos un satélite.

De acuerdo con una segunda realización, los datos de posición de satélite son recibidos por el receptor GNSS GRV a través del primer y segundo elementos de antena AE1, AE2 –el primer elemento de antena AE1 representado con líneas continuas y el segundo elemento de antena representado con líneas discontinuas– desde al menos un satélite, en donde los datos de posición de satélite SPD son recibidos por el primer elemento de antena AE1 en una primera banda y por el segundo elemento de antena AE2 en la misma banda o en una segunda banda, en donde la unidad de procesamiento PU para el cálculo de la posición GNSS de alta precisión HPP a partir de la memoria M, está provista, de manera adicional, del vector de desplazamiento V, mediante el cual se describe la separación del primer elemento de antena AE1 y el segundo elemento de antena AE2.

Los datos de corrección CD se registran en la matriz de variación del centro de fase PCVM en la memoria M como resultado de las mediciones del vehículo terrestre LV junto con su antena A, en donde, para cada elemento de antena AE1, AE2, se realiza una medición para los ángulos pertinentes y para cada banda (frecuencia de recepción) que se vaya a utilizar.

En la Figura 2, el mismo receptor GNSS GRV se muestra dos veces para simplificar la figura. Según otra realización, el sistema de posicionamiento comprende dos receptores GNSS.

Números de referencia:

	A	antena
5	AE1	primer elemento de antena
	AE2	segundo elemento de antena
	CD	datos de corrección
	CN	red celular
	D	distancia
10	E	tierra
	GRV	receptor GNSS
	HPP	posición GNSS de alta precisión
	LV	vehículo terrestre
	M	memoria
15	PCMV	matriz de variación del centro de fase
	PS	sistema de posicionamiento
	PU	unidad de procesamiento
	RAD	aparato de detección de ángulo de rotación
	S	cielo
20	SN	red de satélite
	SPD	datos de posición de satélite
	S1-S4	satélite
	TAD	aparato de detección de ángulo de inclinación
	V	vector
25	VOD	datos de orientación de vehículo
	VPD	datos de posición de vehículo

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de posicionamiento (PS) para un vehículo terrestre (LV) que comprende:

- 5 - una unidad de procesamiento (PU) para el cálculo de datos y la transmisión de posiciones GNSS de alta precisión (HPP),
- una antena (A) con al menos un elemento de antena (AE1, AE2) para la recepción de señales GNSS en al menos una primera banda,
- 10 - un receptor GNSS (GRV) para la transmisión de datos de antena a la unidad de procesamiento (PU),
- una memoria (M) con una matriz de variación del centro de fase (PCVM) almacenada para el al menos un elemento de antena (AE1, AE2) y para la transmisión de datos de corrección (CD) de la matriz de variación del centro de fase (PCVM) a la unidad de procesamiento (PU),
- 15 **caracterizado por que** los datos de corrección (CD) son registrados en la memoria (M) como resultado de las mediciones del vehículo terrestre (LV) junto con su antena (A), en donde, para cada elemento de antena (AE1, AE2), se realiza una medición para los ángulos pertinentes y para cada banda que se vaya a utilizar, en donde, durante la medición, se registran los patrones de variación del centro de fase (PCV) para los ángulos pertinentes y las frecuencias de recepción de banda; y, además, **caracterizado por**
- 20 - un aparato de detección de ángulo de rotación (RAD) para proporcionar a la unidad de procesamiento (PU) datos de ángulo de rotación a la unidad de procesamiento, y
- un aparato de detección de ángulo de inclinación (TAD) para proporcionar a la unidad de procesamiento datos de ángulos de inclinación.

2. El sistema de posicionamiento según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la antena (A) comprende un solo elemento de antena (AE1; AE2).

3. El sistema de posicionamiento según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la antena (A) comprende dos elementos de antena (AE1, AE2).

4. Un método de cálculo de posiciones GNSS de alta precisión (HPP) de un vehículo terrestre (LV) mediante el uso de un sistema de posicionamiento (PS) según al menos una de las reivindicaciones anteriores que comprende las etapas de:

- 35 - proporcionar a una unidad de procesamiento (PU) datos de posición de satélite (SPD) que representan la posición de al menos un satélite (S1-S4), en donde los datos de posición de satélite (SPD) son proporcionados por un receptor GNSS (GRV) que recibe los datos de posición de satélite (SPD) a través de al menos un elemento de antena (AE1, AE2) de al menos uno de los satélites (S1-S4),
- proporcionar a la unidad de procesamiento (PU) datos de posición de vehículo (VPD) que representan la posición geográfica del vehículo terrestre (LV), en donde los datos de posición de vehículo (VPD) son proporcionados por el receptor GNSS (GRV) o por una red celular (CN),
- 40 - proporcionar a la unidad de procesamiento (PU) datos de orientación de vehículo (VOD), en donde los datos de orientación de vehículo (VOD) comprenden un ángulo de rotación del vehículo terrestre (LV) y un primer ángulo de inclinación del vehículo terrestre (LV) y un segundo ángulo de inclinación del vehículo (LV), en donde el ángulo de rotación es proporcionado por un aparato de detección de ángulo de rotación (RAD) y en donde los ángulos de inclinación son proporcionados por un aparato de detección de ángulo de inclinación (TAD),
- 45 - proporcionar a la unidad de procesamiento (PU), sobre la base de los datos de orientación de vehículo VOD de una memoria (M), datos de corrección (CD), en donde los datos de corrección (CD) se almacenan para cada elemento de antena y para al menos una banda de cada elemento de antena,

50 siendo los datos de corrección (CD) correcciones de la matriz de variación del centro de fase (PCVM) almacenada en la memoria (M),
 siendo los datos de corrección (CD) registrados en la memoria (M) como resultado de las mediciones del vehículo terrestre (LV) junto con su antena (A), en donde, para cada elemento de antena (AE1, AE2), se realiza una medición para los ángulos pertinentes y para cada banda que se vaya a utilizar, y en donde, durante la medición, se registran los patrones de variación del centro de fase (PCV) para los ángulos pertinentes y las frecuencias de recepción de cada banda,

60 - calcular las posiciones GNSS de alta precisión (HPP) por la unidad de procesamiento (PU) a partir de los datos de posición de satélite (SPD), de los datos de posición de vehículo (VPD), de los datos de orientación de vehículo (VOD) y de los datos de corrección.

5. El método según la reivindicación 4, en donde los datos de posición de satélite (SPD) son recibidos por el receptor GNSS (GRV) a través de un solo elemento de antena (AE1; AE2) de al menos un satélite (S1-S4).

6. El método según la reivindicación 4, en donde los datos de posición de satélite (SPD) son recibidos por el receptor GNSS (GRV) a través de dos elementos de antena (AE1, AE2), a saber, un primer elemento de antena (AE1) y un segundo elemento de antena (AE2) de al menos un satélite (S1-S4), en donde la unidad de procesamiento (PU) para

el cálculo de la posición GNSS de alta precisión (HPP) a partir de la memoria (M) está provista, de manera adicional, de un vector de desplazamiento (V) mediante el cual se describe la separación del primer elemento de antena (AE1) y el segundo elemento de antena (AE2).

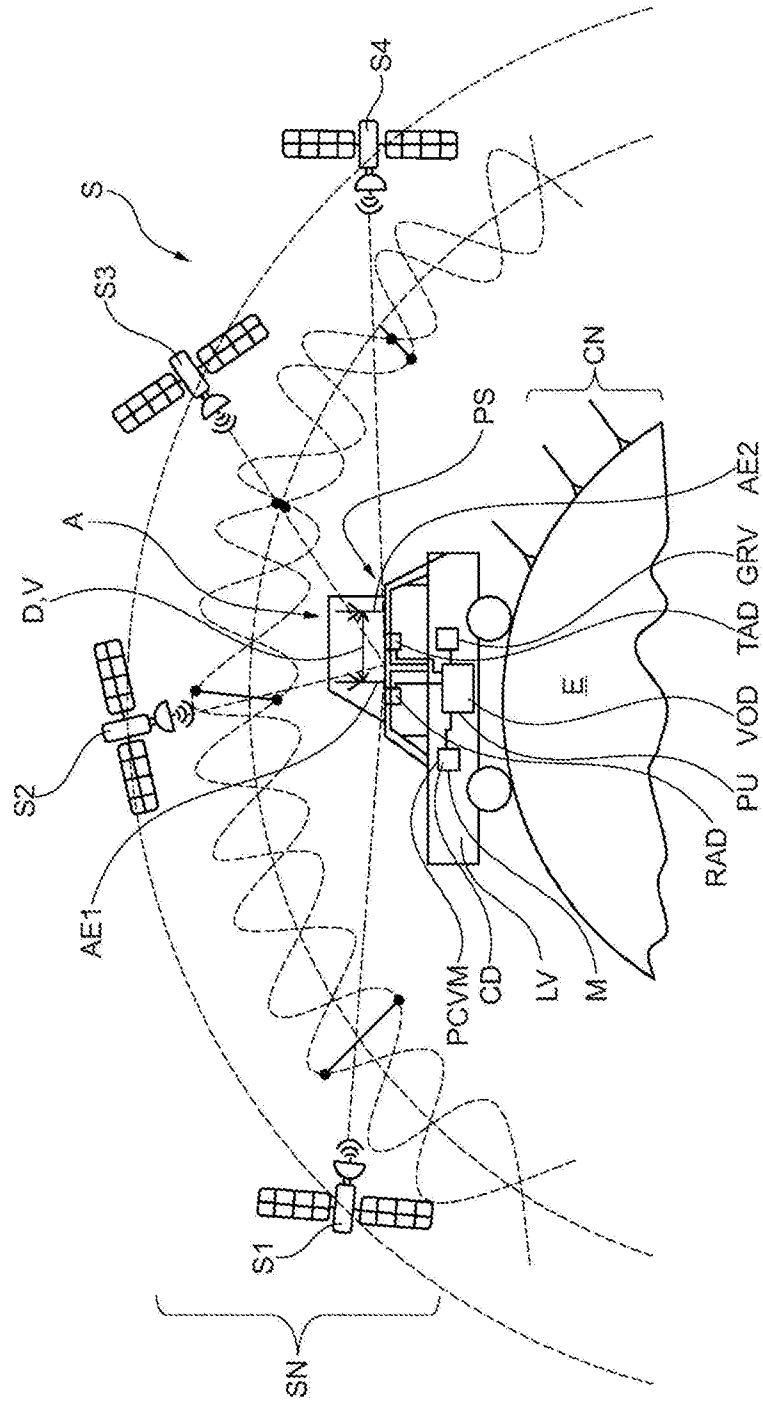


Fig. 1

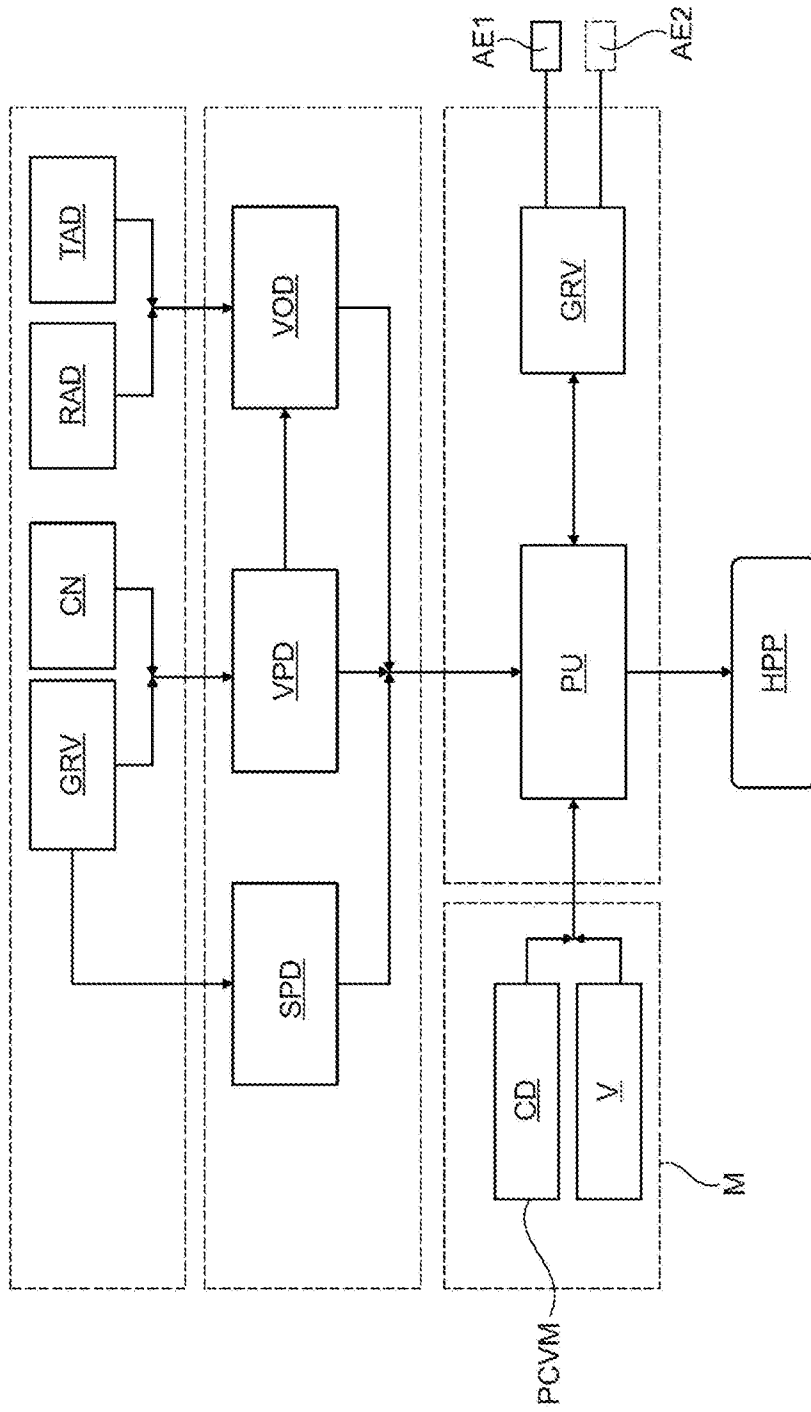


Fig. 2