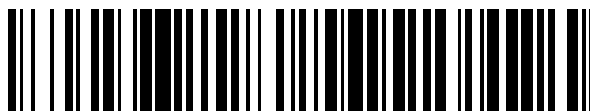


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 200**

51 Int. Cl.:

G01S 19/21

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2018** **E 18155045 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019** **EP 3361285**

54 Título: **Sistema de detección de emisores de interferencias GNSS personales**

30 Prioridad:

14.02.2017 FR 1700161

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

17.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

REVOL, MARC y
BLETE, JEAN-GUY

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 774 200 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 detección de emisores de interferencias GNSS personales

La invención se refiere al campo de los sistemas de detección de emisores de interferencias GNSS, en otras palabras, sistemas que tienen por objeto detectar la emisión de una señal de interferencia que tiene el objetivo de interferir con la recepción de señales de radionavegación por satélite (señales GNSS).

Más precisamente, la invención se refiere a la detección de emisores de interferencias GNSS personales usadas por automovilistas y conductores de camiones para inhibir la geolocalización de su vehículo. En efecto, ciertas profesiones, por ejemplo, los conductores de camiones o de taxis o vehículos de transporte con conductores requieren la instalación de un dispositivo a bordo del vehículo que geolocaliza el vehículo a partir de las señales GNSS recibidas y luego envía la posición del vehículo hacia un servidor remoto. Aunque la geolocalización de un vehículo es necesaria durante las horas de trabajo, algunos conductores usan emisores de interferencias personales de señales GNSS para inhibir la geolocalización de su vehículo fuera del horario laboral.

Un emisor de interferencias de señales GNSS emite una señal que perturba las señales GNSS emitidas por satélites y, por lo tanto, hace imposible que sean explotadas por un receptor GNSS y, por lo tanto, el cálculo de una posición.

Existe un problema cuando un conductor utiliza un emisor de interferencias GNSS personal cerca de un lugar sensible, tal como una estación de tren o un aeropuerto. Es probable que el uso de este tipo de emisor de interferencias perturbe el funcionamiento de los dispositivos de localización utilizados en las infraestructuras de estos lugares sensibles, cuando son cruzados o ubicados cerca de las vías de paso de vehículos que utilizan dichos emisores de interferencias.

Por otra parte, los emisores de interferencias personales también pueden interferir con las estaciones de sistemas de aumento basado en tierra diferencial (GBAS) que se encuentran en la tierra para soportar sistemas GNSS y mejorar su precisión.

Aunque está prohibido su uso, estas fuentes de interferencia son muy frecuentes y pueden constituir un peligro, que conviene reducir, no solo a través de normativas, sino también mediante dispositivos dedicados de detección y localización.

Además, este tipo de problema puede ser crucial para ser resuelto en el futuro con vistas al despliegue a gran escala de automóviles autónomos.

Una solución al problema anterior consiste en integrar, en todos los receptores GNSS para aplicaciones en carretera, tratamientos antiinterferencias o de detección de presencia de emisores de interferencias, sin embargo, tal solución parece inadecuada debido al impacto significativo en términos de complejidad de implementación para receptores portátiles.

El documento US2015264239 A1 describe un sistema GNSS para la detección de señales de emisores de interferencias.

La invención se define por las reivindicaciones. La invención propone acoplar los terminales de radar para supervisar la velocidad del vehículo, con dispositivos de detección de emisores de interferencias GNSS para identificar a los infractores.

La solución propuesta presenta la ventaja de explotar la infraestructura existente de radares de automóviles con el fin de integrar sistemas de detección de interferencias para identificar vehículos que utilicen emisores de interferencias personales, de la misma manera que se identifican vehículos a alta velocidad.

El objeto de la invención es un sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite, destinado a colocarse en el borde de una carretera, comprendiendo el sistema:

- un primer dispositivo para recibir una señal de radionavegación por satélite,
- un segundo dispositivo configurado para medir al menos una característica de una señal de radionavegación por satélite recibida y para detectar, a partir de dicha al menos una característica, una perturbación de dicha señal de radionavegación por satélite por una señal de interferencia,
- un tercer dispositivo de activación de una toma de imágenes de la carretera si dicha señal de radionavegación por satélite es perturbada por una señal de interferencia, estando el primer dispositivo configurado para recibir, a través de un enlace de radio, una secuencia de una señal de radionavegación por satélite recibida por un vehículo y retransmitida por dicho vehículo hacia el sistema a través del enlace de radio.

Según un aspecto particular de la invención, la secuencia de una señal de radionavegación por satélite se toma en la salida de antena de un receptor de radionavegación por satélite a bordo del vehículo.

Según un aspecto particular de la invención, el primer dispositivo está configurado para recibir, a través de un enlace de radio, un identificador de dicho vehículo.

Según un aspecto particular de la invención, la señal de interferencia es emitida por dicho vehículo.

Según una variante particular, el sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según la invención comprende además un dispositivo de localización de un vehículo emisor de la señal de interferencia por detección de la dirección de llegada de la señal de interferencia.

- 5 Según un aspecto particular de la invención, dicha al menos una característica de la señal de radionavegación por satélite se toma de entre: una relación señal a ruido después de la correlación, un nivel de potencia de la señal después de la correlación, una forma de la función de correlación de la señal.

El objeto de la invención es también un radar de automóvil que comprende un sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según la invención.

- 10 Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán mejor al leer la descripción que sigue en relación con los dibujos adjuntos que representan:

- La figura 1, un esquema de un sistema de detección de emisores de interferencias GNSS según la invención,
- La figura 2, un esquema de un sistema de detección de emisores de interferencias GNSS según una variante de la invención,

- 15 La figura 1 ilustra, en un esquema, el principio de un sistema de detección de emisores de interferencias GNSS según la invención. Un vehículo VEH que circula por una carretera está equipado con un receptor de señales GNSS RSG, por ejemplo, un receptor GPS, GALILEO o GLONASS. El conductor del vehículo VEH busca inhibir la recepción de señales GNSS por parte del receptor RSG para no ser geolocalizado. Para esto, usa un emisor de interferencias personal BRP capaz de emitir una señal de interferencia que se superpone a las señales GNSS para que el receptor RSG no las pueda usar.
- 20

Sin embargo, la señal de interferencia emitida por el emisor de interferencias personal BRP puede tener un alcance tal que perturbe la recepción de señales GNSS más allá del entorno inmediato del vehículo.

- Un objetivo de la invención es detectar e identificar el vehículo VEH desde el cual se emite la señal de interferencia. Para esto, la invención propone un sistema de detección de emisores de interferencias SDBR que está dispuesto en un terminal ubicado cerca de una carretera, preferentemente en una zona sensible.
- 25

El sistema SDBR comprende principalmente un primer dispositivo MSG para recibir señales GNSS, un segundo dispositivo DBR para analizar las señales GNSS para detectar la presencia de una señal de interferencia y un tercer dispositivo FLASH para activar una toma de imágenes del vehículo VEH cuando se detecta una señal de interferencia.

- 30 El primer dispositivo MSG puede estar constituido por un dispositivo de medición de señal GNSS simple que recibe las señales procedentes de los satélites visibles y las retransmite al segundo dispositivo DBR para su análisis. El primer dispositivo MSG y el segundo dispositivo DBR también pueden ubicarse en un solo dispositivo de recepción y de análisis.

El dispositivo de análisis DBR está configurado para analizar al menos una característica de la señal GNSS recibida con el fin de detectar una perturbación de esta señal GNSS por una señal de interferencia.

- 35 Se pueden considerar diferentes procedimientos para realizar este análisis.

- Un primer procedimiento posible consiste en medir la relación señal a ruido de la señal GNSS después de la correlación. Como recordatorio, una señal GNSS se modula con un código de expansión para que su nivel sea inferior al ruido térmico. Un receptor GNSS realiza una correlación de la señal recibida con una réplica local del código de expansión con el fin de, en particular, estimar el instante de recepción de la señal y luego la información de posición (explotando varias señales emitidas por varios satélites). La señal obtenida después de la correlación normalmente debe presentar una alta relación señal a ruido. Excepto si esta señal ha sido perturbada por una señal de interferencia, la relación señal a ruido después de la correlación será significativamente menor que su nivel esperado. De este modo, al comparar la relación señal a ruido después de la correlación con un umbral de detección predeterminado, es posible detectar un evento anormal que puede estar relacionado con la presencia de una señal de interferencia.
- 40

- 45 Otro procedimiento posible consiste en analizar la potencia de la señal recibida y, en particular, sus variaciones. Esto se puede realizar mediante un dispositivo de control automático de ganancia. Una variación inusual en el nivel de señal puede indicar la presencia de un emisor de interferencias.

- Por último, se conocen varios procedimientos de detección de una señal de interferencia, basados en un análisis de la forma de la función de correlación de señal. La función de correlación se obtiene realizando varias correlaciones de la señal con el código de expansión local desfasada por diferentes retrasos. Estos procedimientos se describen en las solicitudes de patentes francesas presentadas por el solicitante y publicadas con los números FR 3012620, FR 3012621, FR 3012622.
- 50

La función de correlación se puede calcular para varios puntos de correlación correspondientes a diferentes retrasos

- entre la señal recibida y el código de expansión local. Por ejemplo, se pueden considerar tres puntos de correlación diferentes. El primer punto corresponde a una correlación de la señal en fase con el código de expansión local, en otras palabras, lo que da el máximo valor posible de la correlación. El segundo punto corresponde a una correlación de la señal con el código de expansión local avanzado de un desfase temporal τ y el tercer punto corresponde a una correlación de la señal con el código de expansión local retrasado por un desfase temporal τ . Estos tres puntos de correlación se usan típicamente en un receptor de señales de navegación por radio satelital para estimar el desfase temporal entre la señal recibida y el reloj asociado con el código generado localmente. Los desfases temporales de avance y retraso son inferiores a la duración de un chip de código de expansión.
- En ausencia de interferencia, la forma de la función de correlación corresponde sustancialmente a un triángulo isósceles en función del desfase temporal (avance o retraso) entre el código local y la señal recibida. Por el contrario, en presencia de una señal de interferencia, esta forma se modifica sustancialmente.
- El procedimiento propuesto en la solicitud de patente FR 3012620 consiste en estimar la pendiente de la función de correlación (sobre uno de los lados del triángulo isósceles) y luego en comparar el valor de esta pendiente con un umbral de detección configurado en función de relación señal a ruido objetivo.
- El procedimiento propuesto en la solicitud de patente FR 3012621 usa como criterio de presencia de una señal de interferencia, una información de intercorrelación entre una primera medición de correlación realizada para un desfase "de avance" y una segunda medición de correlación realizada para un desfase "de retraso", siendo los dos desfases simétricos con respecto a la abscisa temporal del máximo de la función de correlación. La información de intercorrelación también se compara con un umbral de detección predeterminado para identificar la presencia de una señal de interferencia.
- Por último, la solicitud de patente FR 3012622 propone un procedimiento basado en la explotación de varias diferencias de fase entre dos correlaciones realizadas en dos posiciones temporales sucesivas. La desviación estándar de todas las diferencias de fase se calcula y se compara entonces con un umbral de detección. En presencia de una señal de interferencia, esta desviación estándar es pequeña porque la fase de la señal de interferencia cambia linealmente con el retraso. En cambio, en ausencia de interferencia, esta desviación estándar es elevada porque la fase sigue una distribución aleatoria.
- El dispositivo de análisis DBR puede realizar uno o varios de los procedimientos descritos anteriormente. El uso de varios procedimientos de detección hace posible eliminar cualquier ambigüedad relacionada con el hecho de que otras fuentes de interferencia (que no son emisores de interferencias) posiblemente puedan perturbar la recepción de señales GNSS.
- Sin salir del ámbito de la invención, cualquier otro procedimiento que permita detectar la presencia de una señal de interferencia analizando una o varias características de la señal GNSS recibida, puede considerarse como un reemplazo de uno o varios de los procedimientos descritos anteriormente.
- Cuando el dispositivo DBR detecta la presencia de un emisor de interferencias, controla inmediatamente el dispositivo de toma de imágenes FLASH para que active una toma de imágenes del vehículo VEH. El dispositivo de toma de imágenes FLASH puede comprender una cámara acoplada a un flash que ilumina la carretera para garantizar la iluminación correcta del vehículo VEH.
- En una variante de realización de la invención, el sistema SDBR también puede comprender un dispositivo para localizar el vehículo VEH emisor de la señal de interferencia, determinando la dirección de llegada de la señal de interferencia. Tal dispositivo puede, por ejemplo, comprender una antena de tipo CRPA (Controlled Reception Pattern Array).
- La figura 2 esquematiza una variante de realización de la invención. Según esta variante, el receptor de señales GNSS RSG a bordo del vehículo VEH se modifica para retransmitir las señales GNSS recibidas hacia el terminal que comprende el sistema SDBR según la invención. Para esto, el receptor RSG comprende o está acoplado con un emisor EM de radio.
- El sistema de detección de señales de interferencia SDBR también se modifica porque el dispositivo de medición de señales GNSS MSG consta de un receptor de radio para recibir las señales de radiofrecuencias RF de salida de antena de provenientes del vehículo VEH. Ventajosamente, la señal emitida por el emisor EM también consta de un identificador del vehículo VEH.
- El dispositivo de detección de señales de interferencia DBR luego realiza un análisis de las señales provenientes del vehículo VEH. Una ventaja de esta variante es que permite identificar con precisión el vehículo emisor de la señal de interferencia mediante el análisis del identificador transmitido. En efecto, esta variante de la invención permite analizar, desde una estación remota, las señales GNSS recibidas directamente por un vehículo y retransmitidas por el vehículo hacia la estación. Este enfoque permite asegurar el estado real de interferencia cerca del vehículo y no de la estación. Las fuentes de interferencia a bordo de un vehículo son generalmente de baja potencia, la invención permite controlar de este modo posibles intentos de interferencia a bordo del vehículo.

5 Además, las señales GNSS retransmitidas por el receptor RSG en la salida de la antena pueden ser señales del tipo PRS de Galileo, que son naturalmente más robustas para bloquear o atrapar las señales GNSS estándar del tipo C/A GPS u OS Galileo. Como la autenticación de las señales de PRS Galileo está garantizada por las autoridades, opera como un estampado que impide cualquier falsificación de la señal y prueba el paso del vehículo en una posición determinada y una fecha determinada.

10 El sistema SDBR según la invención puede integrarse directamente en un radar de supervisión de automóviles. En ese caso, el dispositivo de toma de imágenes FLASH usado es el ya disponible en el radar de supervisión de automóviles. Una ventaja de esta solución es que no requiere el despliegue de una nueva infraestructura y permite utilizar los terminales de radar ya desplegados en un territorio para complementarlos con la nueva funcionalidad propuesta por la invención.

En las diferentes variantes de realización del sistema SBDR según la invención, los diferentes componentes del sistema se pueden organizar según diferentes arquitecturas, en particular, se pueden combinar varios componentes en un solo dispositivo.

15 Cada uno de los dispositivos de los que consta el sistema según la invención puede producirse en forma de software y/o hardware. Cada dispositivo puede consistir en particular en un procesador y una memoria. El procesador puede ser un procesador genérico, un procesador específico, un circuito integrado específico para una aplicación (también conocido bajo el nombre inglés de ASIC para "Application-Specific Integrated Circuit") o una red de puertas programables in situ (también conocido bajo el nombre inglés de FPGA para "Field-Programmable Gate Array").

REIVINDICACIONES

1. Sistema (SDBR) de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite, destinado a colocarse en el borde de una carretera, comprendiendo el sistema:
- un primer dispositivo (MSG) configurado para recibir, a través de un enlace de radio, una secuencia de una señal de radionavegación por satélite recibida por un vehículo (VEH) y retransmitida por dicho vehículo (VEH) hacia el sistema (SDBR) a través del enlace de radio,
 - un segundo dispositivo (DBR) configurado para medir al menos una característica de dicha señal de radionavegación por satélite recibida y para detectar, a partir de dicha al menos una característica, una perturbación de dicha señal de radionavegación por satélite por una señal de interferencia,
 - un tercer dispositivo (FLASH) de activación de una toma de imágenes de la carretera si dicha señal de radionavegación por satélite es perturbada por una señal de interferencia.
2. Sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según la reivindicación 1, en el que la secuencia de una señal de radionavegación por satélite se toma a la salida de la antena de un receptor de radionavegación por satélite a bordo del vehículo (VEH).
3. Sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el primer dispositivo (MSG) está configurado para recibir, a través de un enlace de radio, un identificador de dicho vehículo (VEH).
4. Sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según la reivindicación 1, que comprende, además, un dispositivo de localización de un vehículo (VEH) emisor de la señal de interferencia por detección de la dirección de llegada de la señal de interferencia.
5. Sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha al menos una característica de la señal de radionavegación por satélite se elige de entre: una relación señal a ruido después de la correlación, un nivel de potencia de la señal después de la correlación, una forma de la función de correlación de la señal.
6. Radar de automóvil que comprende un sistema de detección de emisores de interferencias de señales de radionavegación por satélite (SDBR) según una de las reivindicaciones anteriores.

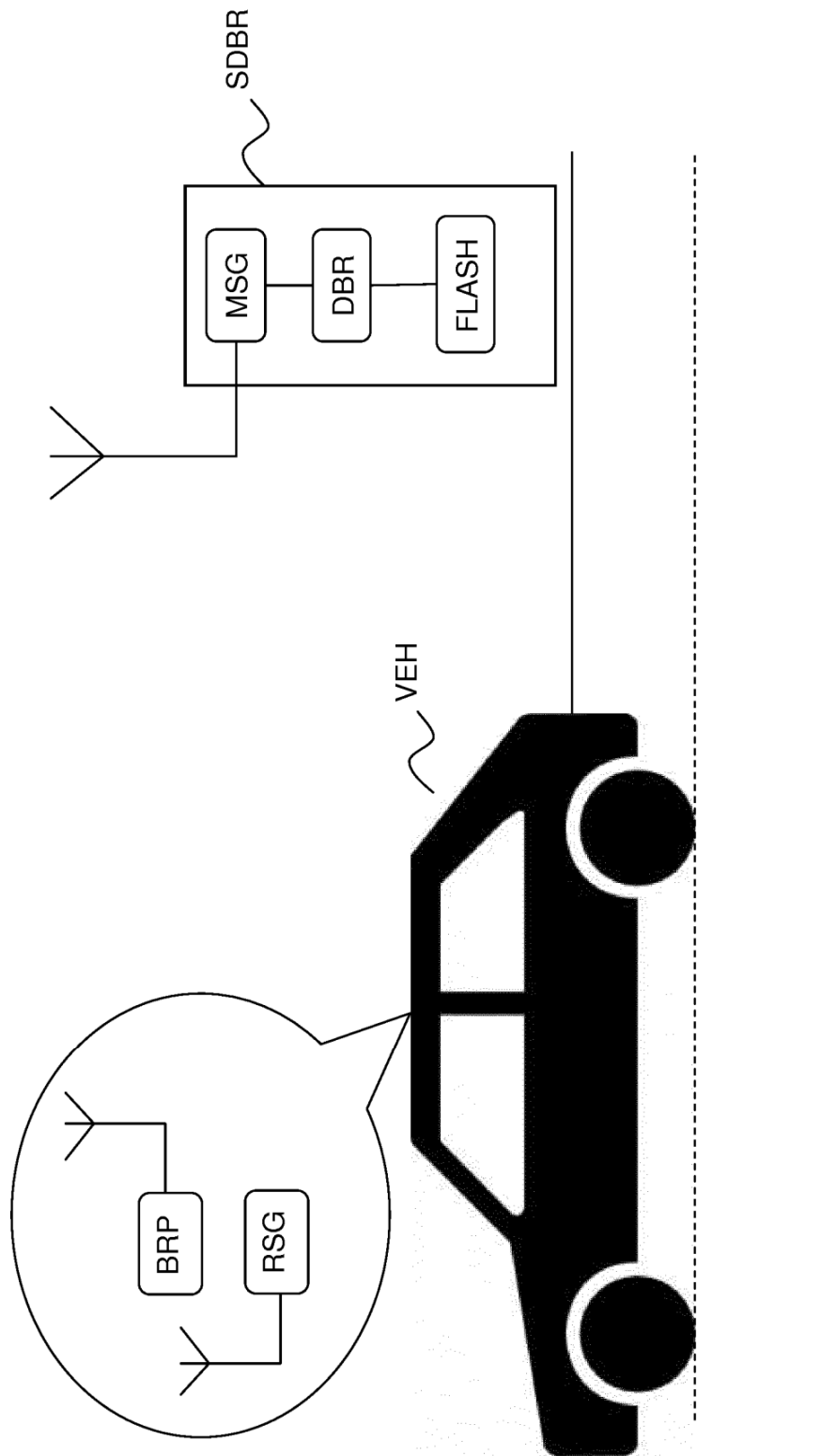


FIG.1

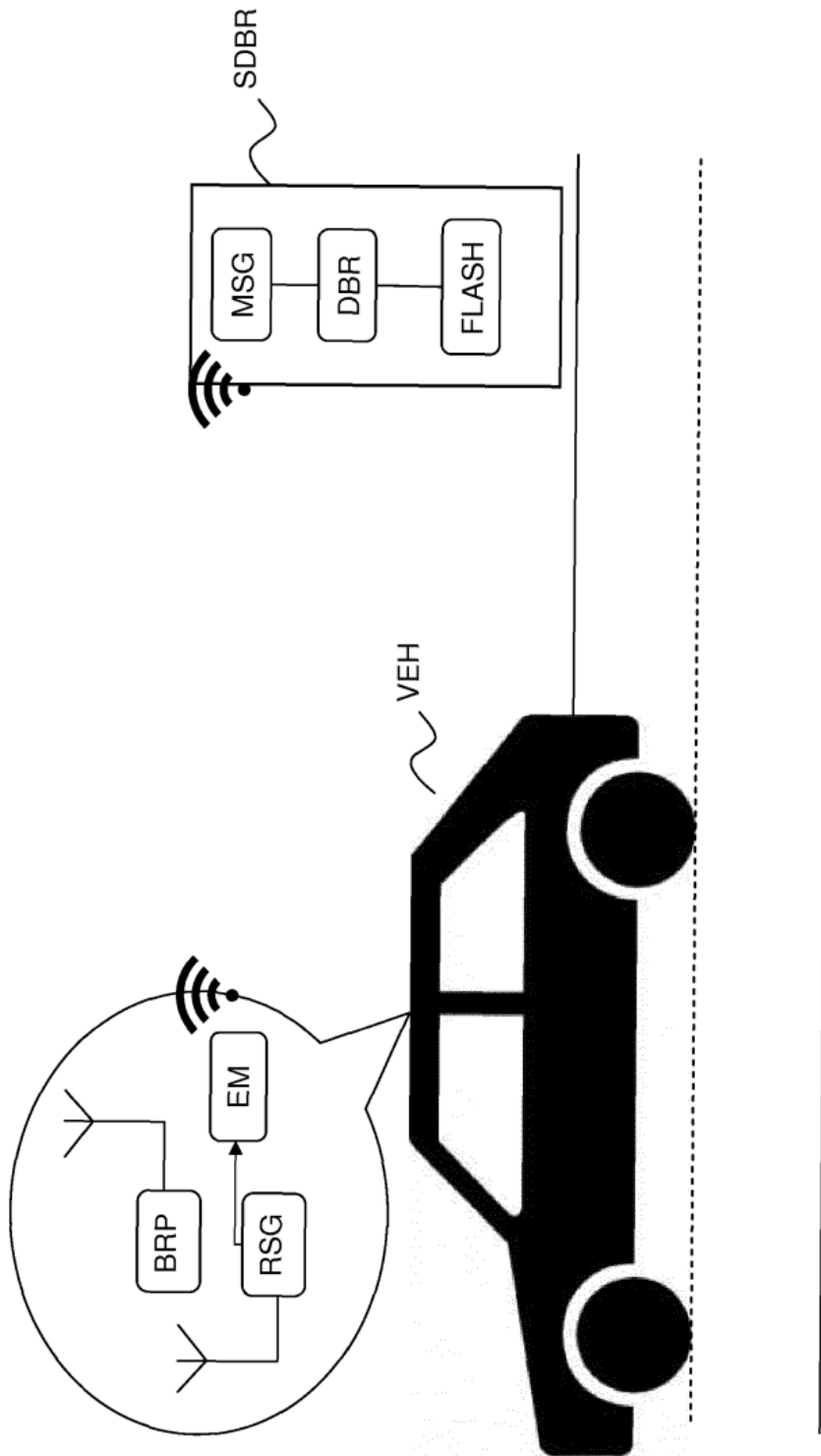


FIG.2