

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 955**

51 Int. Cl.:

G01P 3/481 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2009 PCT/EP2009/066642**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2010 WO10066742**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2009 E 09771549 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2374009**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para determinar la velocidad de un vehículo terrestre con ruedas a partir de mediciones de un campo magnético**

30 Prioridad:

09.12.2008 FR 0858386

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

04.03.2020

73 Titular/es:

**SYSNAV (100.0%)
1 Rue Jean Remy de Becker ZI B Aubevoye
27940 Aubevoye, FR**

72 Inventor/es:

VISSIERE, ALAIN

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 745 955 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

Dispositivo y procedimiento para determinar la velocidad de un vehículo terrestre con ruedas a partir de mediciones de un campo magnético.

5

La invención se refiere, de manera general, a la determinación de la velocidad de desplazamiento de los vehículos terrestres con ruedas mediante la medición de campo magnético. Más particularmente, la invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento de determinación de la velocidad de desplazamiento de vehículos terrestres con ruedas por determinación de una frecuencia de rotación de las ruedas del vehículo con la ayuda de un magnetómetro.

10

Un vehículo con ruedas en desplazamiento comprende numerosas piezas en movimiento rotativo o alternativo en translación (por ejemplo para un coche: ruedas, pistones, cigüeñales, etc.). Se conoce la utilización de uno o varios magnetómetros para determinar una frecuencia de rotación de por lo menos una de estas piezas y deducir de ello una velocidad de desplazamiento del vehículo.

15

El método más directo consiste en determinar directamente una frecuencia de rotación de una rueda, es decir el número de revoluciones por segundo de la rueda sobre sí misma. Basta entonces multiplicar esta frecuencia por el perímetro de la rueda considerada para obtener la velocidad de desplazamiento del vehículo.

20

Para ello, un método conocido en la técnica anterior consiste en fijar un imán sobre la rueda y en disponer un magnetómetro cerca de esta rueda, por ejemplo sobre la carrocería del vehículo en la embocadura de la rueda, como por ejemplo en el documento US2005/0093539.

25

En cada rotación, el magnetómetro mide un fuerte aumento de campo magnético debido a la proximidad del imán. Este tipo de señal es transmitida a una unidad de tratamiento.

La unidad de tratamiento compara la señal representativa del campo magnético con un valor de referencia. Proporciona, a la salida, para cada medición de campo magnético, un 0 o un 1 dependiendo si la medición es inferior o superior al valor umbral de referencia.

30

Así, la unidad de tratamiento proporciona una señal en sectores sucesivos de 0 y de 1, representando el tiempo entre dos sectores de 1 sucesivos la duración de una revolución de la rueda considerada. Se obtiene así la frecuencia de rotación de la rueda en un instante dado.

35

Sin embargo, este tipo de enfoque no proporciona total satisfacción. En particular:

- el imán permanente debe estar fijado sólidamente sobre la rueda, lo cual implica restricciones de montaje.
- el imán permanente puede inducir a un desequilibrio indeseable.
- el magnetómetro debe estar dispuesto muy cerca del imán permanente para detectar los picos de campo magnético. Esto implica unas restricciones de montaje suplementarias, por cuanto que el magnetómetro debe estar protegido de la intemperie y de las demás piezas en movimiento.

45

Un objetivo de la invención es por lo tanto proponer un dispositivo de medición de una velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas mejorado.

Con este fin, la invención propone un dispositivo de medición de una velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas según la reivindicación 1.

50

La invención se basa en el descubrimiento sorprendente de que es posible, gracias a un tratamiento de señal evolucionado, deducir la frecuencia de rotación de una rueda mediante un tratamiento de las variaciones de campo magnético inducidas por la rueda metálica tal cual. Se libera así de la fijación de un imán sobre la rueda, y existe una gran flexibilidad en cuanto a la ubicación del magnetómetro.

55

Se debe observar que este descubrimiento no está limitado a la determinación de la velocidad de un vehículo y que es posible, mediante un tratamiento de la señal similar al descrito a continuación, seguir en función del tiempo la frecuencia de desplazamiento de cualquier cuerpo que perturbe periódicamente el campo magnético terrestre.

60

Es el caso en particular de los cuerpos por lo menos parcialmente metálicos en movimiento rotativo o en translación alternativa, por ejemplo los cigüeñales o los pistones en un motor de coche.

Más generalmente aún, se podría determinar así la velocidad de funcionamiento de robots con movimientos repetitivos en una cadena de montaje automatizada, la velocidad de rotación de una turbina o de otras aplicaciones diversas.

65

Ventajosamente, pero facultativamente, el dispositivo según la invención comprende por lo menos una de las características siguientes:

- 5 * los medios de tratamiento son aptos para establecer un espectro de frecuencias de las mediciones de un campo magnético mediante una transformada de Fourier rápida de ventana deslizante,
- * el magnetómetro y los medios de tratamiento están dispuestos de manera separada uno del otro, y el dispositivo comprende además un canal de transmisión entre ellos,
- 10 * el magnetómetro es apto para medir un campo magnético según uno o varios ejes de medición, y el magnetómetro está dispuesto de manera que el eje de rotación de la rueda sea sustancialmente paralelo a uno de dichos ejes de medición,
- 15 * el magnetómetro es apto para medir un campo magnético según uno o varios ejes de medición, y el magnetómetro está dispuesto de manera que el eje de rotación de la rueda sea sustancialmente perpendicular a uno de dichos ejes de medición.

20 La invención se refiere asimismo a un procedimiento de medición de una velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:

- medir un campo magnético variable, del cual algunas variaciones son generadas por la rotación de por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica del vehículo, tal cual, y
- 25 - establecer un espectro de frecuencias de dichas mediciones, determinar, a partir de dicho espectro de frecuencias, una frecuencia de rotación de dicha rueda, y deducir de esta frecuencia y de una información representativa del radio de la rueda, una velocidad de desplazamiento del vehículo.

30 Ventajosamente, pero facultativamente, el procedimiento según la invención comprende por lo menos una de las características siguientes:

- * el establecimiento del espectro de frecuencias se efectúa mediante transformada de Fourier rápida de ventana deslizante,
- 35 * la frecuencia de rotación de la rueda se efectúa por selección de la frecuencia principal del espectro de frecuencias,
- * las mediciones de un campo magnético se efectúan según un eje sustancialmente paralelo al eje de rotación de la rueda del vehículo,
- 40 * las mediciones de un campo magnético se efectúan según un eje sustancialmente perpendicular al eje de rotación de la rueda del vehículo.

45 La invención se refiere asimismo a un vehículo terrestre con ruedas que comprende por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica, caracterizado por que comprende un dispositivo de determinación de velocidad según la invención.

Ventajosamente, pero facultativamente, el vehículo según la invención comprende por lo menos una de las características siguientes:

- 50 * el magnetómetro está fijado a la carrocería del vehículo,
- * el vehículo comprende un salpicadero, y el magnetómetro está dispuesto cerca del salpicadero,
- * el vehículo comprende un maletero y el magnetómetro está dispuesto en el maletero.

55 Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención aparecerán a partir de la lectura de la descripción detallada siguiente, con respecto a los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplos no limitativos y en los que:

- 60 - la figura 1 ilustra de manera esquemática un dispositivo de determinación de la velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas por determinación de una frecuencia de rotación de las ruedas del vehículo con la ayuda de un magnetómetro según una forma de realización posible de la invención, y
- las figuras 2a a 2c ilustran cada una un vehículo terrestre con ruedas equipado con un dispositivo de determinación de la velocidad según una forma de realización posible de la invención,
- 65 - la figura 3 es un gráfico que representa la curva de velocidad de un vehículo en función del tiempo obtenida

por un dispositivo según la invención y una curva de velocidad reconstituida a partir de las mediciones de una central inercial montada sobre el vehículo.

5 En referencia a la figura 1, un dispositivo 1 de determinación de la velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas según una forma de realización posible de la invención comprende un magnetómetro 2 y una unidad de tratamiento de datos 3.

10 El magnetómetro 2 es apto para captar un campo magnético ambiente y para transmitir una señal 20 representativa de la evolución del campo magnético hacia una unidad de tratamiento de datos 3.

15 La unidad de tratamiento 3 establece un espectro de frecuencias de la señal 20. Por ejemplo, se puede utilizar un método de tipo "detección del máximo de autocorrelación de la señal con su versión retardada". En este método, descrito en uno de los trabajos del matemático Stéphane Mallat, si $u(t)$ es la señal, se traza la integral en modo ventana de $u(t) \cdot u(t-T)$ y se toma el primer valor de T que maximiza esta integral. Preferentemente, el método utilizado es la transformada de Fourier rápida de ventana deslizante (comúnmente denominada FFT), algoritmo conocido por su velocidad de ejecución. Se podrá, no obstante, utilizar cualquier otro método de análisis frecuencial de una señal conocida por el experto en la materia.

20 La unidad de tratamiento 3 determina a continuación, entre las frecuencias identificadas, la frecuencia de rotación de por lo menos una rueda metálica del vehículo. Esta frecuencia se multiplica después por el perímetro de la rueda en cuestión para obtener la velocidad de desplazamiento del vehículo.

25 Es importante señalar en este caso que la rueda del vehículo es una rueda tal cual, es decir desprovista de cualquier imán u otra pieza magnética destinada específicamente a interactuar con el magnetómetro.

30 Además, se entiende por "rueda parcialmente metálica" una rueda de la cual por lo menos uno de los constituyentes está realizado por lo menos parcialmente en material metálico. Puede tratarse de la llanta, del disco de freno, de un tapacubos, o de cualquier otro componente en rotación a la misma velocidad que la rueda. Así, el constituyente por lo menos parcialmente metálico provoca una perturbación periódica del campo magnético y la frecuencia de esta perturbación es la misma que la de la rotación de la rueda.

El material metálico puede estar constituido por acero, por una aleación a base de aluminio o por cualquier aleación metálica, en particular las utilizadas generalmente en la construcción de los constituyentes de una rueda.

35 La invención se basa en el hecho de que, en primer lugar, el campo magnético terrestre (del orden de 0,5 gauss) es perturbado por los elementos del vehículo en movimiento periódico. Así, en un coche con motor de combustión por ejemplo, el movimiento de las ruedas, pero también de los pistones, del cigüeñal, de los órganos de transmisión, etc., provoca tantas perturbaciones periódicas cuyas frecuencias se encuentran en el espectro de la señal 20 transmitida por el magnetómetro 2.

40 La invención se basa asimismo en el hecho de que un tratamiento apropiado en el seno de la unidad de tratamiento 3 es apto para identificar, en el espectro de frecuencias, la frecuencia de rotación de una rueda del vehículo.

45 Preferentemente, pero no limitativamente, la identificación de la frecuencia de rotación de una rueda se realiza por selección de la frecuencia principal en el espectro de frecuencias de la señal 20, es decir la de mayor amplitud.

Se debe observar que el campo magnético es perturbado también por el entorno del vehículo, en particular por unas transmisiones de altas y medias frecuencias (encendido del motor, teléfono, radio).

50 Ventajosamente, la unidad de tratamiento 3 es también apta para filtrar, aguas arriba del tratamiento frecuencial, la señal suministrada por el magnetómetro. Preferentemente, la filtración es un filtrado de paso bajo para filtrar el ruido a altas frecuencias contenido en la señal y que procede del entorno del vehículo.

Ventajosamente, pero no limitativamente, el magnetómetro 2 tiene las características siguientes:

- 55
- un intervalo de medición del orden de +/- 2 gauss por lo menos,
 - una precisión de por lo menos 1 miligauss,

60

 - una frecuencia de muestreo del campo magnético de por lo menos 100 Hz, y preferentemente de por lo menos 150 Hz,
 - en el caso de un magnetómetro digital, los datos se proporcionan sobre por lo menos 12 bits.

65 Preferentemente, pero no limitativamente, el magnetómetro 2 es un magnetómetro digital de tres ejes de referencia HMR2300 de la marca Honeywell®, que proporciona directamente una señal digital que muestrea el valor corriente

del campo según los tres ejes sobre 16 bits.

La unidad de tratamiento comprende una memoria que contiene un dato representativo del radio R de la rueda o de su perímetro $2\pi R$.

5 Así, la frecuencia de rotación de la rueda se multiplica por el valor $2\pi R$ para obtener la velocidad de desplazamiento del vehículo, como se ha explicado anteriormente.

10 Ventajosamente, el dispositivo 1 comprende una unidad de visualización 4 para mostrar en tiempo real el valor de la velocidad determinada por el dispositivo 1.

De manera ventajosa, el dispositivo 1 comprende además una caja 5 que contiene el magnetómetro 2 y la unidad de tratamiento 3.

15 Preferentemente, pero no limitativamente, la unidad de tratamiento 3 es un procesador de señal digital (DSP por "Digital Signal Processor" en terminología anglosajona). El dispositivo 1 se presenta entonces en forma de una caja 5 cuyas dimensiones son de algunos centímetros hasta un decímetro según los tres ejes.

Más generalmente, la unidad de tratamiento puede contener cualquier medio de cálculo.

20 Según otra forma de realización posible de la invención, el magnetómetro 2 y la unidad de tratamiento 3 están dispuestos en sitios diferentes en el vehículo. La señal 20 sigue entonces una transmisión cableada o inalámbrica, por ejemplo de tipo Wi-fi o Bluetooth.

25 Más ventajosamente, la unidad de tratamiento de datos 3 y el dispositivo de visualización 4 están reunidos en una misma unidad, incluso integrados en el salpicadero del vehículo.

Según una forma de realización posible de la invención, el dispositivo 1 está acoplado a un dispositivo de geolocalización 6, por ejemplo de tipo GPS (Por "Global Positioning System" en terminología anglosajona).

30 Así, cuando el dispositivo de geolocalización 6 no recibe más datos de satélites (por ejemplo, cuando el vehículo pasa bajo un túnel), el dispositivo 1 toma el relevo y proporciona un dato representativo de la velocidad de desplazamiento del vehículo al dispositivo de geolocalización 6, que puede entonces determinar la posición del vehículo en el túnel.

35 Se ha representado en cada una de las figuras 2a a 2c un vehículo terrestre con ruedas 7 equipado con un dispositivo 1 para determinar su velocidad según la invención.

40 El vehículo 7 posee por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica 70, por ejemplo la rueda delantera izquierda para un vehículo de cuatro ruedas.

45 En referencia a la figura 2a y según una forma de realización posible de la invención, el magnetómetro 2 del dispositivo 1 está colocado cerca de la rueda 70, estando fijado sobre la carrocería del vehículo 7. Así, la rotación de la rueda 70 perturba significativamente el campo magnético en la región del magnetómetro, lo cual facilita la determinación de la frecuencia de rotación de la rueda en el espectro de las frecuencias de la señal 20.

50 En este ejemplo, la unidad de tratamiento 3 está dispuesta en otro sitio sobre el vehículo 7. Preferentemente, pero no limitativamente, el vehículo 7 comprende un salpicadero 71 en el que se sitúa la unidad de tratamiento 3. De manera ventajosa, la unidad de tratamiento 3 recibe entonces la señal 20 del magnetómetro 2 por comunicación inalámbrica.

55 Preferentemente, pero no limitativamente, uno de los ejes de mediciones del magnetómetro 2 es sustancialmente paralelo (respectivamente perpendicular) al eje de rotación de la rueda 70, es decir que los dos ejes son paralelos (o respectivamente perpendiculares) o que existe una separación angular del orden de 30° como máximo entre el eje de medición en cuestión y el eje de rotación de la rueda (respectivamente la perpendicular al eje de rotación de la rueda).

60 En referencia a la figura 2b, el vehículo 7 comprende ventajosamente un maletero 72 en el que está dispuesto el magnetómetro 2.

Así, el magnetómetro está alejado de los elementos del motor que perturban el campo magnético tales como los pistones, el cigüeñal, etc. Estas perturbaciones serán por lo tanto menos importantes en la señal 20.

65 Según otro modo de realización de la invención, el vehículo representado en la figura 2c comprende un salpicadero 71 en el que está dispuesto el dispositivo 1 en su totalidad, es decir incluyendo el magnetómetro 2. Preferentemente, la señal 20 es transmitida entonces por comunicación por cable.

Este modo de realización se presta particularmente a la asociación del dispositivo 1 con un dispositivo de geolocalización 6 como se ha descrito anteriormente.

5 Se han efectuado unos ensayos para validar la fiabilidad del dispositivo según la invención.

Así, se ha montado un dispositivo 1 sobre un vehículo equipado con un dispositivo de geolocalización de tipo GPS. En este caso, el vehículo es un coche de la marca Volkswagen[®] del modelo Golf III TDI[®].

10 En este ejemplo, el magnetómetro 2 efectúa unas mediciones a una frecuencia de 154 Hz.

Se ha representado, en la figura 3, un diagrama de la velocidad del vehículo, en km/h, en función del tiempo, en segundos.

15 La curva 9 representa la evolución del valor de la velocidad del vehículo reconstituida a partir de los datos satélites recibidos por el GPS.

La curva 8 representa la evolución del valor de la velocidad determinada por el dispositivo 1 según la invención en función del tiempo. Esta curva es considerablemente similar a la obtenida a partir del GPS.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de medición de la velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas, caracterizado por que comprende un magnetómetro fijo con respecto a la carrocería del vehículo destinado a efectuar unas mediciones de un campo magnético y posicionado de manera que sea sensible a las variaciones de campo magnético generadas por la rotación de por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica del vehículo, tal cual, y apto para proporcionar una señal correspondiente, y unos medios de tratamiento de dicha señal aptos para establecer un espectro de frecuencias de éste, para determinar, a partir de dicho espectro de frecuencias, una frecuencia de rotación de dicha rueda, y para deducir de ello, a partir de una información representativa del radio de la rueda, la velocidad de desplazamiento del vehículo.
- 10
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que dichos medios de tratamiento son aptos para establecer un espectro de frecuencias de dicha señal mediante una transformada de Fourier rápida de ventana deslizante.
- 15 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el magnetómetro y los medios de tratamiento están dispuestos de manera separada uno del otro, y que comprende además un canal de transmisión entre ellos.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el magnetómetro es apto para suministrar una señal representativa del campo magnético según varios ejes de medición, y en el que el magnetómetro está dispuesto de manera que el eje de rotación de la rueda sea sustancialmente paralelo a uno de dichos ejes de medición.
- 20
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el magnetómetro es apto para suministrar una señal representativa del campo magnético según varios ejes de medición, y en el que el magnetómetro está dispuesto de manera que el eje de rotación de la rueda sea sustancialmente perpendicular a uno de dichos ejes de medición.
- 25
6. Procedimiento de medición de la velocidad de desplazamiento de un vehículo terrestre con ruedas, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- 30
- generar una señal representativa de un campo magnético variable medido por un magnetómetro fijo con respecto a la carrocería del vehículo, campo magnético del cual algunas variaciones son generadas por la rotación de por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica del vehículo, tal cual, y
- 35
- establecer un espectro de frecuencias de dicha señal,
 - determinar, a partir de dicho espectro de frecuencias, una frecuencia de rotación de dicha rueda, y
- 40
- deducir de esta frecuencia y de una información representativa del radio de la rueda, la velocidad de desplazamiento del vehículo.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de establecimiento de dicho espectro de frecuencia se lleva a cabo mediante transformada de Fourier rápida de ventana deslizante.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 y 7, en el que la etapa de determinación de la frecuencia de rotación de la rueda se lleva a cabo mediante selección de la frecuencia principal del espectro de frecuencias.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que dicha señal es representativa del campo magnético según un eje sustancialmente paralelo al eje de rotación de la rueda del vehículo.
- 50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que dicha señal es representativa del campo magnético según un eje sustancialmente perpendicular al eje de rotación de la rueda del vehículo.
11. Vehículo terrestre con ruedas que comprende por lo menos una rueda por lo menos parcialmente metálica, caracterizado por que comprende un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 55 12. Vehículo según la reivindicación 11, en el que el magnetómetro está fijado a la carrocería del vehículo.
13. Vehículo según la reivindicación 11, que comprende un salpicadero, y en el que el magnetómetro está dispuesto cerca de dicho salpicadero.
- 60 14. Vehículo según la reivindicación 11, que comprende un maletero, y en el que el magnetómetro está dispuesto en dicho maletero.

FIG. 1

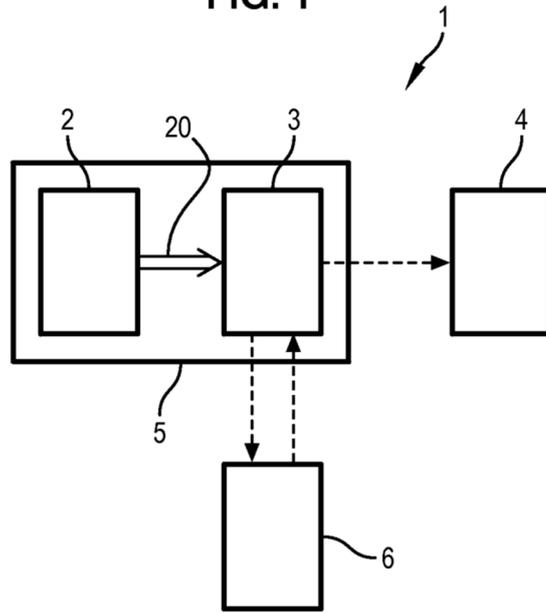


FIG. 2a

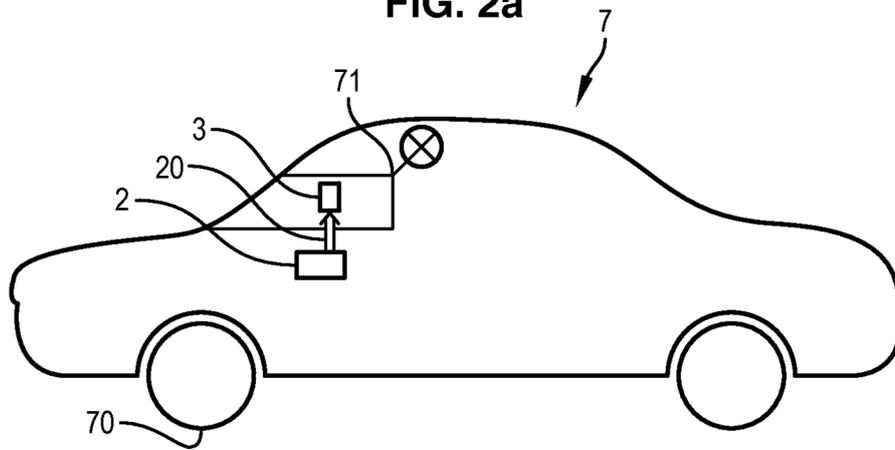


FIG. 2b

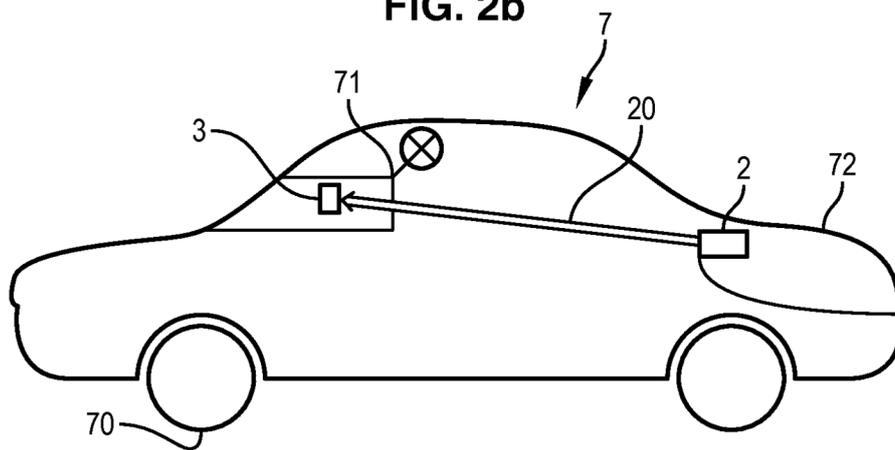


FIG. 2c

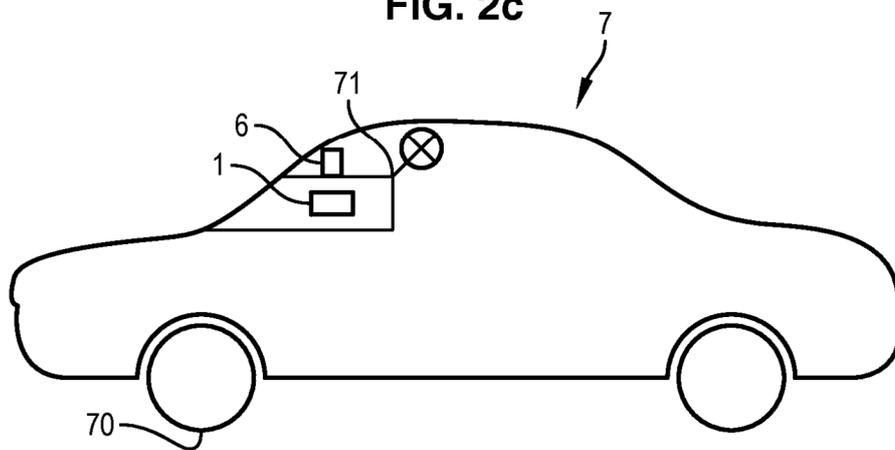


FIG. 3

