

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 545**

51 Int. Cl.:

**G01M 13/02** (2009.01)

**G01P 3/48** (2006.01)

**G01M 13/04** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2017** **E 17306619 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 3489650**

54 Título: **Sistema y método de medición del consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.04.2021**

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)**  
**48, rue Albert Dhalenne**  
**93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

**BARLINI, DAVIDE y**  
**MACCALLI, GIACOMO**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 818 545 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 y método de medición del consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios

5 La presente invención se refiere a un sistema y método para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios.

10 El Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM) para motores de tracción de vehículos ferroviarios es una tarea realmente exigente y es necesario evitar fallas en el servicio general, lo que afecta la opinión de los clientes sobre la confiabilidad del proveedor ferroviario, y también para ahorrar costos por mantenimiento innecesario.

Los sensores dedicados generalmente se integran en un sistema de un vehículo ferroviario para detectar y monitorear posibles fallas de motores.

15 Con referencia a estas fallas, los cojinetes son los componentes que tienen más probabilidades de sufrir daños. Para realizar una detección temprana de fallas en los cojinetes de motor se han implementado varias técnicas, que generalmente se basan en sensores de temperatura, acelerómetros, micrófonos, etc. y que usualmente se ocupan de las mediciones mecánicas.

20 El documento US 4835467 A describe un sensor magnetorresistivo que monitorea el paso de los dientes en una rueda giratoria que genera una señal de velocidad polarizada por CC y describe el preámbulo de la reivindicación 1.

25 La principal desventaja de estos sistemas basados en mediciones mecánicas de vibraciones de motor es que es necesario agregar nuevos sensores y en caso de fallar el sistema podría poner fuera de servicio los motores monitoreados. También se han empleado mediciones eléctricas, tales como el análisis de corriente de fase, pero estas técnicas requieren una placa electrónica potente para realizar el análisis a tiempo.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de tener un sistema y método innovador para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios que sea capaz de detectar el consumo de cojinetes sin requerir componentes adicionales y utilizar la placa electrónica actual ya instalada en el tren, superando por lo tanto las limitaciones de la soluciones de la técnica anterior.

35 Estos y otros objetos se logran mediante un sistema para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios que tienen las características definidas en la reivindicación 1, y mediante un método para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios que tienen las características definidas en la reivindicación 5.

Las realizaciones preferidas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe entenderse como parte integral de la presente descripción.

40 Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción, proporcionada simplemente a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 - La Figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema para medir la velocidad del motor y el consumo de cojinetes de vehículos ferroviarios de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 2 muestra un gráfico de curvas relativas a las mediciones del sensor; y
- 50 - La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de las etapas de un método para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios de acuerdo con la presente invención.

En resumen, el sistema de la presente invención comprende una rueda fónica fijada a un eje de un rotor de un motor de un vehículo ferroviario, este eje gira gracias a una pluralidad de cojinetes, y un sensor de velocidad fijado a una parte estática del propio motor y que se orienta a la rueda fónica.

55 Si los cojinetes, debido al movimiento de rotación del eje, comienzan a consumir, se produce un movimiento radial del eje hacia la parte estática del motor, por lo tanto, también la rueda fónica se mueve acercándose o separándose del sensor.

60 La vibración del rotor produce una variación del espacio de aire bien conocida entre los dientes de la rueda fónica y el sensor, y esta variación produce una modulación en una onda sinusoidal medida por el sensor.

De hecho, el sensor, que se utiliza habitualmente, en sistemas de la técnica anterior, para medir la velocidad de la rueda fónica, y por tanto indirectamente la velocidad del vehículo ferroviario, produce una onda cuasi sinusoidal que es función del paso alterno de dientes y agujeros de la rueda fónica frente al sensor.

65

En los sistemas de la técnica anterior, la onda sinusoidal se eleva al cuadrado mediante una unidad electrónica del propio sensor, de modo que la frecuencia de la onda cuadrada está relacionada con la velocidad del rotor y, a su vez, con la velocidad del vehículo ferroviario.

5 Dentro del sensor de velocidad se integran usualmente dos sensores físicos, uno para cada canal de salida del sensor de velocidad, para transmitir, a una unidad de control externa del vehículo ferroviario que controla el propio vehículo ferroviario, las ondas cuadradas procedentes de estos sensores, que se desplazan respectivamente de 90 grados, para la detección de la dirección de rotación del eje también.

10 La esencia del sistema y método de la presente invención es utilizar el sensor de velocidad que se utiliza habitualmente para detectar la velocidad del rotor para detectar también el consumo de los cojinetes, utilizando los mismos canales de salida para transmitir tanto la velocidad como la información relativa para dicho consumo a la unidad de control externa.

15 La Figura 1 muestra un sistema 1 para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios que comprende una rueda fónica 2, dispuesta para fijarse a un eje de un rotor, la rueda fónica 2 que tiene un perfil que incluye una alternancia de dientes y agujeros. La rueda fónica 2 se orienta hacia un sensor magnetorresistivo 4, dispuesto para medir el espacio de aire puntual entre los dientes de la rueda fónica 2 y el propio sensor 4 durante la rotación del eje y la rueda fónica asociada 2.

20 En particular, el sensor 4 genera, de una manera per se conocida, una señal sinusoidal básica que varía en función del perfil de la rueda fónica 2 que pasa delante del propio sensor 4 (un agujero o un diente), dicha señal sinusoidal básica se dispone para que se cuadre por el propio sensor 4, como se ha descrito anteriormente, para medir la velocidad de rotación del eje del rotor.

25 La señal sinusoidal básica se superpone generalmente a una onda moduladora, representativa del movimiento radial del eje y, por tanto, representativa de la variación del espacio de aire entre el propio sensor 4 y el perfil de la rueda fónica 2. En lo que sigue, una señal completa es por tanto la combinación de la señal sinusoidal básica y la onda moduladora y se genera por el sensor 4.

30 El sensor 4 comprende una unidad de control 4a dispuesta para medir, a partir de la señal completa, un valor de amplitud máxima y mínima de la señal completa, dichos valores representan los valores de espacio de aire máximo y mínimo entre la rueda fónica 2 y el sensor 4.

35 La unidad de control 4a también está dispuesta para calcular un valor de oscilación del espacio de aire, por ejemplo, como diferencia entre el valor máximo y mínimo del espacio de aire o por medio de otra elaboración que proporcione información de oscilación del espacio de aire.

40 El sensor 4 comprende además medios de memoria 4b dispuestos para almacenar tal valor de oscilación del espacio de aire una vez que se mide un valor más alto con respecto al anterior registrado. Además, también se almacena en los medios de memoria 4b la velocidad de frecuencia que corresponde a tal valor de oscilación del espacio de aire.

45 Cuando el eje deja de girar, el sensor 4 se dispone entonces para transmitir a una unidad externa de control 6 que controla el vehículo ferroviario dicho valor de oscilación del espacio de aire y los valores de velocidad correspondientes, como se detalla a continuación.

50 La Figura 2 muestra un gráfico que muestra una primera curva 100 representativa de la señal sinusoidal completa (medición del sensor), una segunda curva 102 representativa de la señal cuadrada generada normalmente por el sensor 4 y una tercera curva 104 representativa de la oscilación del espacio de aire. La unidad interna de control 4a también está dispuesta para realizar un método para medir el consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios de acuerdo con la presente invención, que se describirá a continuación con referencia a la Figura 3, que muestra un diagrama de bloques de las etapas a realizar.

55 En una primera etapa 200, el sensor 4 genera una señal completa a lo largo del tiempo y, en la etapa 202, la unidad de control 4a mide, de manera progresiva, los valores de amplitud máxima y mínima de las señales completas durante el movimiento del vehículo ferroviario. En una siguiente etapa 204, la unidad de control 4a calcula, como se indicó anteriormente, el valor de oscilación del espacio de aire entre la rueda fónica 2 y el sensor 4.

60 En la etapa 205, la unidad de control 4a verifica el valor de oscilación del espacio de aire, en particular, compara el valor calculado en la etapa 204 con respecto a un valor previamente almacenado en los medios de memoria 4b. En caso de que el valor de oscilación del espacio de aire calculado en la etapa 204 sea mayor que el anterior, la unidad de control 4a, en la etapa 206, almacena el valor de oscilación del espacio de aire y ventajosamente el correspondiente valor de velocidad de frecuencia en los medios de memoria 4b.

65

Si, en instantes de tiempo sucesivos, cambian los valores de amplitud máxima y mínima de las señales completas, se repiten las etapas anteriores para actualizar el valor de oscilación del espacio de aire y ventajosamente su correspondiente velocidad de frecuencia.

5 La unidad externa de control 6 está dispuesta para recibir desde el sensor 4, a través de una conexión 8, una señal cuadrada representativa de la velocidad del rotor como en los sistemas de la técnica anterior. En particular, la conexión 8 comprende dos canales 8a y 8b a través de los cuales el sensor 4 transmite a la unidad externa de control 6, durante el movimiento del vehículo ferroviario, las dos ondas cuadradas provenientes del sensor 4, como se describe anteriormente.

10 Volviendo a la Figura 3, en una siguiente etapa 208, la unidad de control 4a detecta una parada del vehículo ferroviario al detectar una interrupción de la función de medición del sensor 4, es decir, al detectar que el sensor 4 ya no está midiendo la señal completa: esto significa que el eje del rotor se ha detenido debido a la parada del vehículo ferroviario.

15 En particular, la unidad de control 4a comprueba si el sensor 4 no mide la señal completa durante un intervalo de tiempo predeterminado.

Preferiblemente, la unidad de control 4a incluye un contador, dispuesto para comenzar a contar durante un intervalo de tiempo predeterminado cada vez que el sensor 4 deja de generar la señal completa.

20 Una vez transcurrido el intervalo de tiempo predeterminado, en la etapa 210, se envía una señal de alerta a la unidad externa de control 6 a través de la conexión 8, para informar a la unidad externa de control 6 que va a comenzar una transmisión de datos relacionada con el consumo de cojinetes.

25 Cuando el sensor 4 deja de medir la señal completa, la unidad externa de control 6 también está dispuesta de una manera conocida per se para detectar correspondientemente que el sensor 4 se ha detenido y que, por lo tanto, el vehículo ferroviario se ha detenido.

30 Como consecuencia, cuando después de la parada del vehículo ferroviario, la unidad externa de control 6 recibe la señal de alerta que corresponde a la velocidad máxima del tren, reconoce que esta es la señal de alerta debido a que el vehículo ferroviario no puede alcanzar inmediatamente su velocidad máxima a partir de una posición inactiva.

La señal de alarma se envía a través del primer canal 8a o del segundo canal 8b.

35 En este punto, en la etapa 212, el valor de oscilación del espacio de aire se convierte por la unidad de control 4a en una señal de oscilación del espacio de aire, de una manera conocida per se, y en la etapa 214, el sensor 4 envía a la unidad externa de control 6, a través del canal 8a o en el canal 8b, dicha señal de oscilación del espacio de aire.

40 Debido al hecho de que la unidad externa de control 6 está dispuesta para recibir señales cuadradas, también la señal de oscilación del espacio de aire es ventajosamente una señal cuadrada cuya frecuencia corresponde al valor de oscilación del espacio de aire.

45 En una realización preferida de la invención, los medios de memoria 4b están dispuestos para almacenar también el valor de velocidad de frecuencia del rotor que corresponde a la oscilación del espacio de aire almacenado, y en la etapa 214 este valor de velocidad de frecuencia también se envía a la unidad externa de control.

50 De acuerdo con la invención, la unidad externa de control 6 está adaptada para determinar el consumo de cojinete en función de la señal de oscilación del espacio de aire y preferentemente también de la correspondiente velocidad de frecuencia. Por lo tanto, la unidad externa de control 6 está configurada para detectar y monitorear posibles fallas de motores relacionadas con el consumo de cojinetes.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de medición del consumo de cojinetes de motor de vehículos ferroviarios, que comprende:
  - 5 - una rueda fónica (2), dispuesta para fijarse a un eje de un rotor, que tiene un perfil que incluye una alternancia de dientes y agujeros;
  - un sensor (4), dispuesto para medir un espacio de aire entre los dientes de la rueda fónica (2) y dicho sensor (4) durante la rotación del eje, generando dicho sensor (4) una función de señal sinusoidal básica de dicho perfil, en donde la señal sinusoidal básica se superpone a una onda moduladora, representativa de un movimiento radial del eje, la señal básica y la onda moduladora que forman una señal completa;
  - 10 caracterizado porque el sensor (4) comprende, además:
    - 15 una unidad de control (4a) dispuesta para medir un valor de amplitud máxima y mínima de la señal completa, dichos valores de amplitud máxima y mínima que representan el espacio de aire máximo y mínimo entre la rueda fónica (2) y el sensor (4), y para calcular un valor de oscilación del espacio de aire;
    - medios de memoria (4b) dispuestos para almacenar dicho valor de oscilación del espacio de aire;
    - 20 en donde dicho sensor (4) está dispuesto para enviar a una unidad externa de control (6) dicho valor de oscilación del espacio de aire cuando el eje deja de girar, dicha unidad externa de control (6) que se dispone para determinar el consumo del cojinete de motor en función de dicho valor de oscilación del espacio de aire.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sensor es un sensor magnetorresistivo.
- 25 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los medios de memoria (4b) están dispuestos además para almacenar una frecuencia de la señal completa relacionada con la velocidad de la rueda fónica correspondiente al valor de oscilación del espacio de aire.
- 30 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el sensor (4) está dispuesto además para enviar dicha frecuencia de la señal completa relacionada con la velocidad de la rueda fónica.
5. Método para medir el desgaste de los cojinetes de motor de vehículos ferroviarios que comprende las etapas de:
  - 35 - proporcionar un sistema de acuerdo con la reivindicación 1;
  - generar (200) una señal completa representativa de la rotación de la rueda fónica (2) y de un movimiento radial del eje del rotor;
  - 40 - calcular (204), partiendo de dicha señal completa, el valor de oscilación del espacio de aire, y almacenarlo (206) dentro del sensor (4);
  - detectar (208) una parada de la rotación del eje;
  - transmitir (210) a la unidad externa de control (6) dicho valor de oscilación del espacio de aire, y
  - determinar el consumo de los cojinetes de motor en función de dicho valor de oscilación del espacio de aire.
  - 45
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que incluye además la etapa de comparar (205) el valor de oscilación del espacio de aire calculado con respecto a un valor previamente almacenado en los medios de memoria (4b).
- 50 7. El método de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en donde la etapa de calcular (204) el valor de oscilación del espacio de aire comprende las etapas de:
  - medir (202), de manera progresiva, los valores de amplitud máxima y mínima de las señales completas;
  - 55 - calcular (204) el valor de oscilación del espacio de aire como diferencia de dichos valores de amplitud máxima y mínima.
8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la etapa de detectar (208) una parada de la rotación del eje comprende detectar que el sensor (4) no mide la señal completa durante un intervalo de tiempo predeterminado.
- 60 9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde la etapa de transmitir (210) a la unidad externa de control (6) el valor de oscilación del espacio de aire comprende las etapas de:
  - enviar (210) una señal de alerta a la unidad externa de control (6) para informar a la unidad externa de control (6) que va a comenzar una transmisión de datos relacionada con el desgaste del cojinete;
  - 65 - convertir (212) el valor de oscilación del espacio de aire en una señal de oscilación del espacio de aire;

- enviar (214) la señal de oscilación del espacio de aire a la unidad externa de control (6).
- 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la señal de oscilación del espacio de aire es una señal cuadrada.
- 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la frecuencia de la señal de oscilación del espacio de aire corresponde al valor de oscilación del espacio de aire.

5

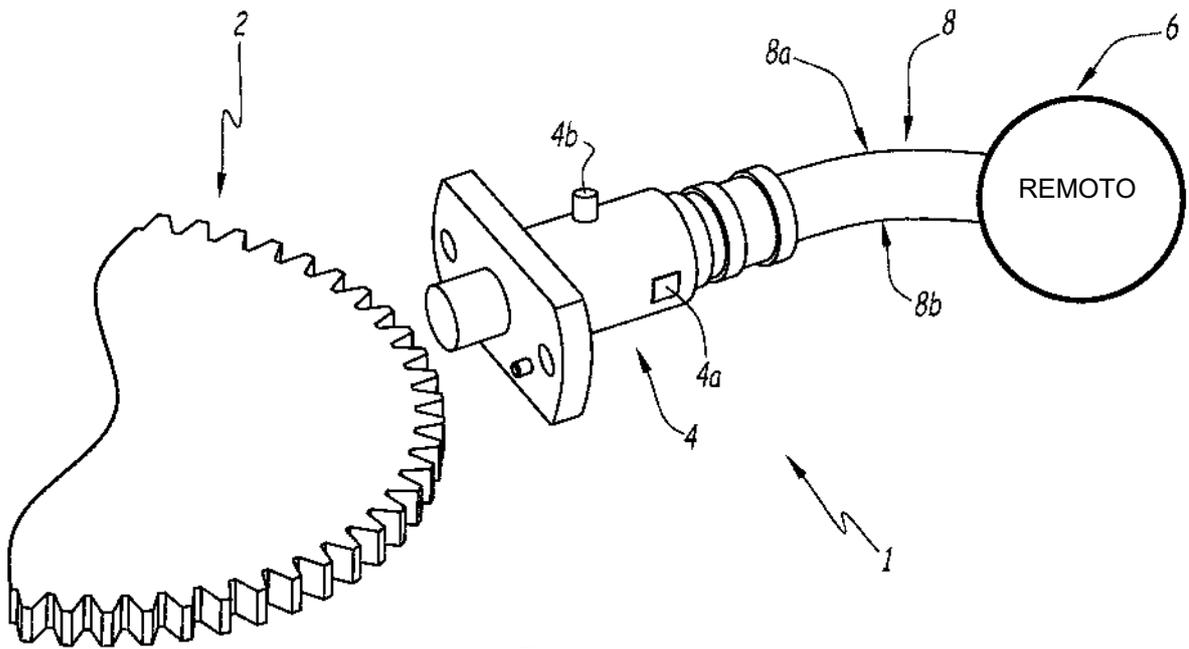


Figura 1

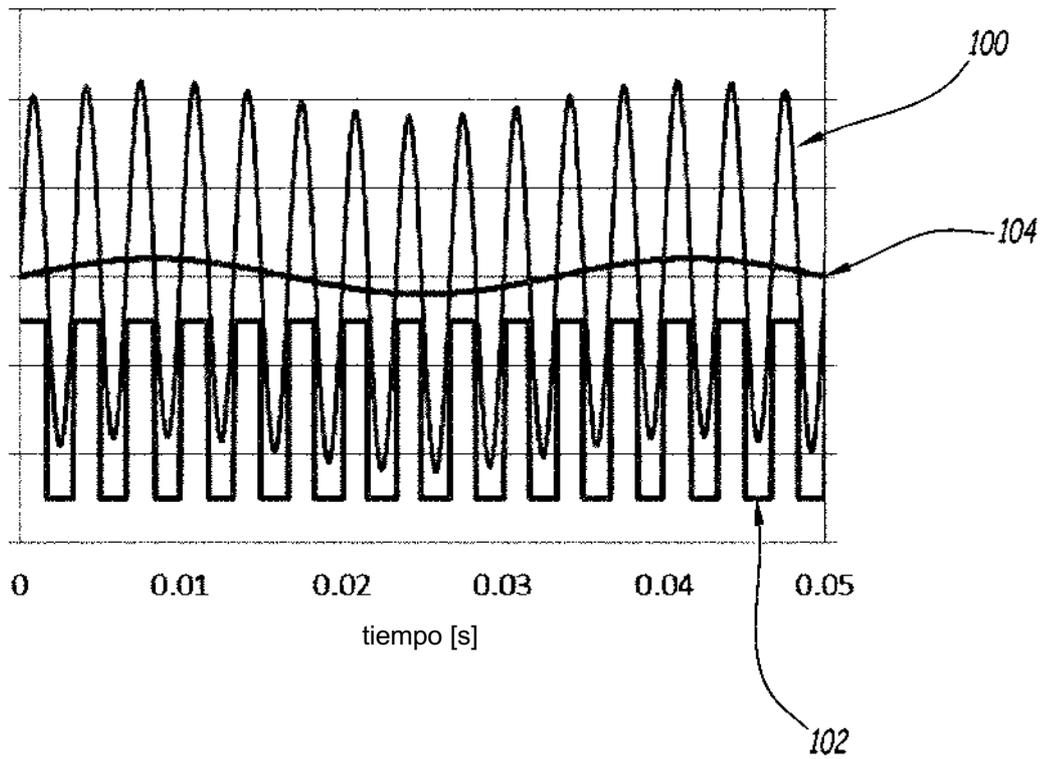


Figura 2

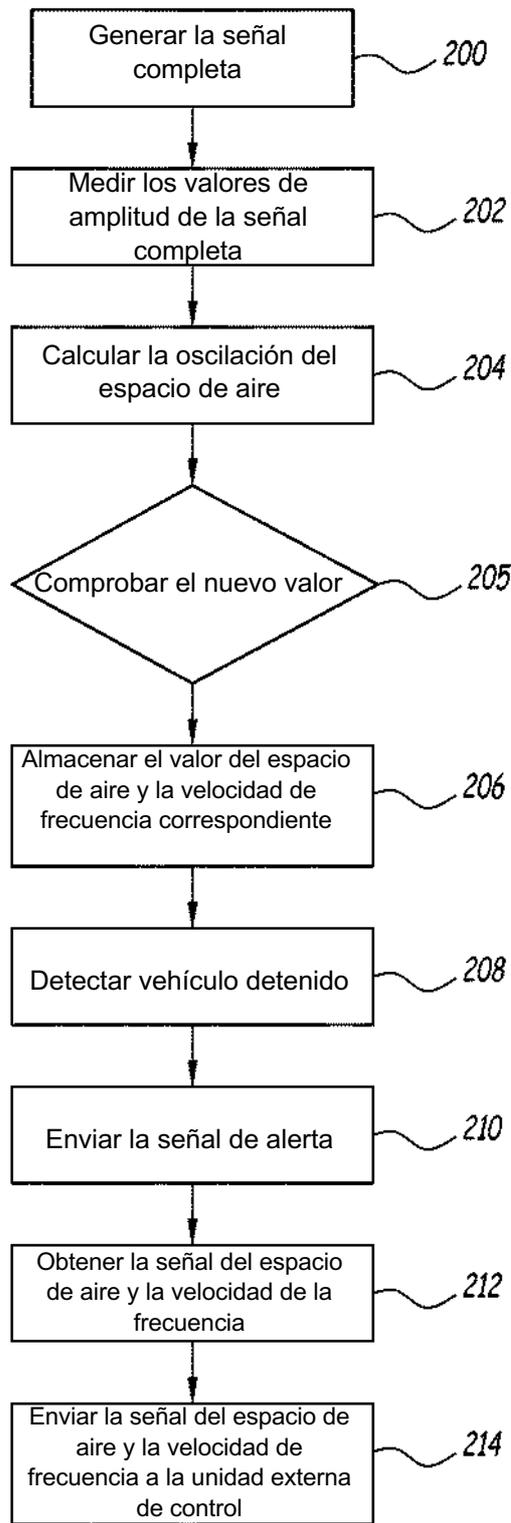


Figura 3