

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 383**

51 Int. Cl.:

**B61L 1/16** (2006.01)

**B61L 27/57** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2020** **E 20200042 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2024** **EP 3978331**

54 Título: **Método para supervisar una vía férrea y unidad de supervisión para supervisar una vía férrea**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.02.2025**

73 Titular/es:

**SENSONIC GMBH (100.00%)**  
**Bahnhofstrasse 57a**  
**4780 Schärding, AT**

72 Inventor/es:

**Haid, Sebastian y**  
**Zeilinger, Rene**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 999 383 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

Método para supervisar una vía férrea y unidad de supervisión para supervisar una vía férrea

5 Se proporciona un método para supervisar una vía férrea y una unidad de supervisión para supervisar una vía férrea.

10 Para supervisar una vía férrea es necesario controlar la posición de los vehículos ferroviarios en movimiento. Esto incluye la supervisión de la integridad de los vehículos ferroviarios en movimiento. Es decir, para supervisar el movimiento de vehículos ferroviarios en una vía férrea es necesario saber si un vehículo ferroviario sigue completo o si partes del vehículo ferroviario se desconectaron de otras partes. Las partes separadas de los vehículos ferroviarios pueden ser peligrosas para otros vehículos ferroviarios en movimiento y deben detectarse antes de que otro vehículo ferroviario alcance la posición de la parte separada.

15 Para comprobar la integridad de un vehículo ferroviario se pueden emplear sensores de rueda capaces de contar los ejes de los vehículos ferroviarios que pasan. Estos sensores de rueda están dispuestos en posiciones fijas a lo largo del riel. Las distancias entre sensores de rueda vecinos pueden ser de varios 100 metros o de varios kilómetros. Esto significa que, entre dos sensores de rueda vecinos, no es posible comprobar la integridad de un vehículo ferroviario en movimiento. Por razones de seguridad, sólo se permite un vehículo ferroviario entre dos sensores de rueda vecinos, es decir, dentro de un mismo bloque. Sólo si los dos sensores de las ruedas adyacentes al bloque confirman la integridad del vehículo ferroviario, otro vehículo ferroviario podrá entrar en el bloque. En el caso de bloques grandes, esto conduce a un uso ineficaz del riel.

25 En EP 1902923 A2 se describe un sistema para la supervisión en tiempo real del estado de ocupación de las líneas ferroviarias. Los sensores empleados en el sistema pueden ser sensores de rejilla de Bragg. En EP 3275763 A1 se describe una unidad de evaluación para una disposición de sensores para la supervisión ferroviaria, en la que uno de los sensores comprende una fibra óptica.

30 En EP 3531078 A1 se describe un sistema de supervisión de vehículos ferroviarios en el que se emplea un sensor distribuido para detectar la posición.

Es un objetivo proporcionar un método para supervisar una vía férrea con una precisión mejorada. Es además un objetivo proporcionar una unidad de supervisión para supervisar una vía férrea con una precisión mejorada.

35 Estos objetivos se logran con las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones son objeto de reivindicaciones dependientes.

40 De acuerdo con un aspecto de la invención, un método para supervisar una vía férrea comprende detectar una primera señal de supervisión mediante un sensor acústico distribuido en una posición inicial mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición inicial, en donde el sensor acústico distribuido está dispuesto a lo largo de la vía. La primera señal de supervisión es la señal detectada por el sensor acústico distribuido en la posición inicial mientras el vehículo ferroviario pasa por la posición inicial. La primera señal de supervisión puede comprender una pluralidad de primeros valores de la señal de supervisión. Los primeros valores de la señal de supervisión se detectan cada uno en momentos diferentes durante el paso del vehículo ferroviario por la posición inicial. Los primeros valores de la señal de supervisión se detectan uno tras otro durante el paso del vehículo ferroviario por la posición inicial. Es decir, la primera señal de supervisión comprende una serie de primeros valores de la señal de supervisión que son detectados por el sensor acústico distribuido en la posición inicial durante el paso de un vehículo ferroviario.

50 El sensor acústico distribuido puede disponerse en el entorno de la vía férrea. Esto significa que el sensor acústico distribuido puede disponerse cerca de la vía férrea. La longitud del sensor acústico distribuido puede alcanzar varios kilómetros o varios cientos de kilómetros.

55 El método comprende además la detección de una segunda señal de supervisión por el sensor acústico distribuido en al menos una posición predefinida a lo largo de la vía mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición predefinida. La segunda señal de supervisión es la señal detectada por el sensor acústico distribuido en la posición predefinida mientras el vehículo ferroviario pasa por dicha posición. La segunda señal de supervisión puede comprender una pluralidad de segundos valores de la señal de supervisión. Los segundos valores de la señal de supervisión se detectan cada uno en momentos diferentes durante el paso del vehículo ferroviario por la posición predefinida. Los segundos valores de la señal de supervisión se detectan uno tras otro durante el paso del vehículo ferroviario por la posición predefinida. Es decir, la segunda señal de supervisión comprende una serie de segundos valores de la señal de supervisión que son detectados por el sensor acústico distribuido en la posición predefinida durante el paso de un vehículo ferroviario.

65 El método comprende además la comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión entre sí. La comparación de la primera señal de supervisión con la segunda señal de supervisión puede realizarse

electrónicamente. Por ejemplo, una unidad de comparación de una unidad de supervisión está configurada para comparar la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión entre sí.

La primera señal de supervisión comprende características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial y la segunda señal de supervisión comprende características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida. Las características pueden ser, por ejemplo, picos en la primera señal de supervisión o en la segunda señal de supervisión. Es decir, las características de la primera señal de supervisión pueden ser puntos o regiones de una amplitud mayor en comparación con los puntos o regiones entre las características. Las características de la segunda señal de supervisión pueden ser puntos o regiones de una amplitud aumentada en comparación con los puntos o regiones entre las características. La primera señal de supervisión comprende una característica para cada eje del vehículo ferroviario que pase por la posición inicial. La segunda señal de supervisión comprende una característica por cada eje del riel que pasa por la posición predefinida. Cada característica de la primera señal de supervisión se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial. Cada característica de la segunda señal de supervisión se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida. Por lo tanto, el número de características de la primera señal de supervisión es el mismo que el número de ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial. El número de características de la segunda señal de supervisión es el mismo que el número de ejes del vehículo ferroviario que pasan por la posición predefinida.

La comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión entre sí comprende el recuento de las características relativas a los ejes del vehículo ferroviario de paso respectivo para la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión. Es decir, para la primera señal de supervisión se determina el número de características y para la segunda señal de supervisión se determina el número de características. El número de características de la primera señal de supervisión se compara con el número de características de la segunda señal de supervisión.

A partir de la primera señal de supervisión se puede determinar el número de ejes del vehículo ferroviario que pasa. El número de ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial es el mismo que el número de características de la primera señal de supervisión. A partir de la segunda señal de supervisión puede determinarse el número de ejes del vehículo ferroviario que pasa para la posición predefinida. El número de ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida es el mismo que el número de características de la segunda señal de supervisión. Por lo tanto, a partir de la primera señal de supervisión y de la segunda señal de supervisión se puede determinar si el vehículo ferroviario que pasa tiene el mismo número de ejes en la posición predefinida que en la posición inicial. Para ello, el número de características de la primera señal de supervisión se compara con el número de características de la segunda señal de supervisión.

En consecuencia, el método descrito en la presente permite supervisar la integridad de los vehículos ferroviarios que pasan. Si se conoce la integridad de un vehículo ferroviario para la posición inicial, una comparación del número de características de la primera y la segunda señal de supervisión proporciona la información de si el vehículo ferroviario tiene el mismo número de ejes en la posición predefinida que en la posición inicial. Esto significa que se puede supervisar la integridad del vehículo ferroviario.

La posición predefinida puede ser cualquier posición a lo largo de la vía férrea en la que la segunda señal de supervisión comprenda características distintivas que se refieran cada una a un eje de un vehículo ferroviario que pase. Este es el caso, por ejemplo, de las posiciones a lo largo de la vía férrea en las que la amplitud de la señal de supervisión aumenta en comparación con otras regiones de la vía férrea. Así, las posiciones predefinidas pueden estar en defectos del riel, en desvíos, en conexiones de diferentes rieles o en otras irregularidades del riel. Un riel típico tiene una pluralidad de posiciones que pueden emplearse como posiciones predefinidas. Por lo tanto, en comparación con el empleo de sensores de rueda, la integridad de un vehículo ferroviario que pasa puede supervisarse en un número significativamente mayor de posiciones. De este modo, se mejora la precisión de la supervisión de la vía férrea. Además, la vía férrea se puede emplear de forma más eficiente, ya que los vehículos ferroviarios se pueden disponer en la vía con distancias más cortas entre sí, lo que significa que se puede aumentar su densidad. Al mismo tiempo, se pueden garantizar las normas de seguridad, ya que se supervisa la integridad de los vehículos ferroviarios en una pluralidad de posiciones. Otra ventaja es que los sensores acústicos distribuidos ya están dispuestos en paralelo a muchas vías férreas existentes. Por lo tanto, no es necesario ningún equipo nuevo. Esto significa que el coste para mejorar la precisión, la eficacia y la seguridad es bajo.

De acuerdo con al menos una realización del método, la comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión entre sí comprende además el cálculo de una correlación entre la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión. Esto significa que, además de contar las características relativas a los ejes del vehículo ferroviario de paso respectivo para la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión, se calcula una correlación entre la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión. Es decir, la forma de la primera señal de supervisión se compara con la forma de la segunda señal de supervisión. Para la correlación, la amplitud de la primera señal de supervisión se correlaciona con la amplitud de la segunda señal de supervisión. La amplitud de las señales de supervisión está influida por una pluralidad de factores, como

por ejemplo el peso de las diferentes partes del vehículo ferroviario, la interacción de las diferentes ruedas del vehículo ferroviario con el riel y también la longitud del vehículo ferroviario, es decir, el número de ejes del vehículo ferroviario. Es decir, la forma de las características en la primera señal de supervisión y en la segunda señal de supervisión depende de estos factores. Así, cada señal de supervisión tiene una forma particular para cada

5 vehículo ferroviario. Por ejemplo, para un vagón pesado la amplitud de la señal de supervisión respectiva es mayor que para un vagón más ligero. Además, la forma de las ruedas determina la interacción con el riel y, por tanto, la amplitud de la señal de supervisión correspondiente. Mediante el cálculo de una correlación entre la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión se determina si el vehículo ferroviario que pasa por la posición

10 predefinida da lugar a la misma forma característica de la segunda señal de supervisión que la primera señal de supervisión. A partir de esta correlación se puede determinar si todas las partes del vehículo ferroviario que pasaron por la posición inicial se siguen detectando en la posición predefinida. De este modo, se puede controlar la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida.

Para confirmar la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida, se determina a partir de la correlación si la forma característica de la segunda señal de supervisión es la misma que la de la primera señal de supervisión. Si uno o varios rasgos característicos de la primera señal de supervisión que se refieren a uno o varios ejes del vehículo ferroviario faltan en la segunda señal de supervisión, no se confirma la integridad del vehículo ferroviario. Además, la integridad del vehículo ferroviario no se confirma si el orden de los rasgos característicos de la segunda señal de supervisión es diferente del orden de los rasgos característicos correspondientes de la

15 primera señal de supervisión.

Ventajosamente, el cálculo de la correlación entre la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión es una posibilidad más para controlar la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida. Así, se pueden emplear dos medidas para determinar la integridad de un vehículo ferroviario en la posición predefinida, a saber, el recuento de los ejes y el cálculo de la correlación entre la primera y la segunda señal de supervisión. De este modo, aumenta la seguridad de la supervisión de la vía férrea.

20

25

De acuerdo con al menos una realización del método, en la posición inicial se da la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial. Esto significa que, para la posición inicial, se sabe o se confirma que el vehículo ferroviario está completo. Que el vehículo ferroviario está completo significa que no falta ni está desconectado ningún vagón del vehículo ferroviario. La posición inicial es, por tanto, una posición que puede emplearse como referencia. La primera señal de supervisión comprende las características que se refieren al vehículo ferroviario completo. Ventajosamente, mediante la comparación de la primera señal de supervisión detectada en la posición inicial con la segunda señal de supervisión se puede supervisar la integridad del vehículo

30

35

De acuerdo con al menos una realización del método, la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial es confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo. Por ejemplo, la posición inicial es una posición en la que el personal del vehículo ferroviario puede comprobar si el vehículo ferroviario está completo. La posición inicial puede estar dentro de una estación o cerca de ella. La información de que el vehículo ferroviario está completo en la posición inicial puede proporcionarse a una unidad de supervisión que lleve a cabo el método de supervisión de la vía férrea. El dispositivo externo puede ser un sensor de rueda dispuesto en el riel. El sensor de ruedas está configurado para contar los ejes de un vehículo ferroviario que pasa con un estándar de seguridad muy elevado. Es decir, la señal proporcionada por el sensor de rueda es muy fiable y proporciona la información de cuántos ejes tiene el vehículo ferroviario. Para confirmar la integridad del vehículo ferroviario en la posición inicial ventajosamente sólo se emplean fuentes de información fiables como el personal del vehículo ferroviario o el dispositivo externo.

40

45

De acuerdo con al menos una realización del método, la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial se confirma para el caso de que la primera señal de supervisión comprenda el mismo número de características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial que una señal de supervisión anterior para la que la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición, en la que se detecta la señal de supervisión anterior, es confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo. Es decir, la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial se confirma comparando entre sí la señal de supervisión anterior y la primera señal de supervisión, donde las características relativas a los ejes del respectivo vehículo ferroviario que pasa se cuentan para la señal de supervisión anterior y para la primera señal de supervisión. Si la primera señal de supervisión comprende el mismo número de características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa que la señal de supervisión anterior, el vehículo ferroviario tiene la misma longitud en la posición inicial que en la posición en la que se detecta la señal de supervisión anterior. En la posición en la que se detecta la señal de supervisión anterior se confirma o se conoce la integridad del vehículo ferroviario. La posición en la que se detecta la señal de supervisión previa puede estar dentro de una estación o cerca de ella. En la estación, el personal del vehículo ferroviario tiene la posibilidad de comprobar la integridad del mismo. El dispositivo externo puede ser un sensor de rueda dispuesto en el riel. En consecuencia, se emplea una fuente de información fiable para confirmar la integridad del vehículo ferroviario en la posición inicial. De este modo, se mejora la seguridad para supervisar la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida.

50

55

60

65

El sensor acústico distribuido comprende una fibra óptica dispuesta a lo largo de la vía y las señales de supervisión son señales retrodispersadas de una señal de entrada que se suministra a la fibra óptica. La fibra óptica puede disponerse en el suelo cerca de la vía férrea. También es posible que la fibra óptica esté dispuesta por encima del suelo, cerca de la vía férrea. La fibra óptica se extiende aproximadamente paralela a la vía férrea. La señal de entrada puede ser una señal óptica, por ejemplo un pulso láser. La señal de entrada se suministra a la fibra óptica en una entrada de la misma. Una pequeña parte de la luz láser se refleja de vuelta a la entrada, ya que la luz láser se dispersa en los puntos de dispersión, como por ejemplo las impurezas de la fibra óptica, que pueden ser naturales o artificiales. Los cambios en la señal retrodispersada están relacionados con cambios físicos en la fibra óptica que pueden estar causados por ruido, ruido estructural, vibraciones u ondas sonoras a lo largo de la fibra óptica. Por lo tanto, se puede detectar una señal retrodispersada cuando un vehículo ferroviario se desplaza por la vía. Mediante la evaluación de la señal retrodispersada, se puede determinar la ubicación del ruido o del vehículo ferroviario a lo largo de la fibra óptica. Cada valor de la señal de supervisión es la amplitud de la señal retrodispersada para una posición distinta a lo largo de la vía férrea en un momento distinto. Detectando las señales retrodispersadas se pueden supervisar los vehículos ferroviarios que circulan por la vía férrea.

De acuerdo con al menos una realización del método, se proporciona la posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía. Además de supervisar la integridad de los vehículos ferroviarios en movimiento, es posible proporcionar la posición de los vehículos ferroviarios en movimiento en la vía férrea. El sensor acústico distribuido es capaz de detectar las señales retrodispersadas de la fibra óptica dispuesta a lo largo de la vía. El ruido emitido por un vehículo ferroviario en movimiento da lugar a una forma característica de la señal retrodispersada. Analizando desde qué posición a lo largo de la vía se origina la forma característica de la señal retrodispersada relativa a un vehículo ferroviario en movimiento, es posible determinar en qué posición a lo largo de la vía se está moviendo el vehículo ferroviario. Como las señales retrodispersadas pueden detectarse de forma continua, el movimiento de un vehículo ferroviario en la vía férrea también puede controlarse de forma continua. Esto conlleva una mayor seguridad y precisión en la supervisión de la vía férrea.

De acuerdo con al menos una realización del método, se proporciona una señal de confirmación si la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión se refieren al mismo número de ejes del respectivo vehículo ferroviario que pasa. La señal de confirmación puede ser proporcionada por una unidad de supervisión configurada para llevar a cabo la comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión. La señal de confirmación se proporciona bajo la condición de que la comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión arroje que el vehículo ferroviario está completo en la posición predefinida. Es decir, la señal de confirmación es una confirmación de la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida. Si no se emite ninguna señal de confirmación tras el paso del vehículo ferroviario por la posición predefinida, pueden tomarse precauciones de seguridad, por ejemplo, no podría permitirse el paso de ningún otro vehículo ferroviario por la sección de la vía comprendida entre la posición inicial y la posición predefinida. Así, proporcionar la señal de confirmación bajo la condición de que la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión se refieran al mismo número de ejes del respectivo vehículo ferroviario de paso aumenta la seguridad.

De acuerdo con al menos una realización del método, se proporciona una señal de confirmación si la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión tienen al menos un nivel de correlación predefinido. El nivel de correlación predefinido se elige de tal manera que para el nivel de correlación predefinido para cada característica de la primera señal de supervisión que se refiere a un eje del vehículo ferroviario que pasa, la segunda señal de supervisión comprende una característica correspondiente. Así, el nivel de correlación predefinido es un umbral por encima del cual la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión comprenden características que se refieren al paso del mismo vehículo ferroviario con todas sus piezas. La primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión que tienen al menos el nivel de correlación predefinido se refieren a que el vehículo ferroviario está completo en la posición predefinida. Proporcionar la señal de confirmación bajo la condición de que la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión tengan al menos el nivel de correlación predefinido aumenta la seguridad en la supervisión de la vía férrea.

De acuerdo con al menos una realización del método, al menos la posición predefinida se determina realizando un análisis de correlación de las señales de supervisión detectadas en una pluralidad de posiciones a lo largo de la vía durante el paso de un vehículo ferroviario con la primera señal de supervisión, en el que una posición a lo largo de la vía es una posición predefinida si la señal de supervisión en la posición respectiva tiene al menos un coeficiente de correlación predefinido con la primera señal de supervisión. Las posiciones predefinidas pueden ser posiciones a lo largo del riel que presenten irregularidades. En estas posiciones, las señales de supervisión pueden tener una amplitud mayor en comparación con las señales de supervisión en el entorno de las posiciones predefinidas. Las posiciones predefinidas se emplean en los métodos descritos en la presente ya que es posible discriminar características distintas en las señales de supervisión que se detectan en posiciones predefinidas. En las posiciones que se encuentran entre las posiciones predefinidas y que no presentan irregularidades, las características de la señal de supervisión relativas a los ejes de un vehículo ferroviario que pasa pueden discriminarse con menos claridad que en las posiciones predefinidas o no discriminarse en absoluto. Esto significa que las posiciones predefinidas se seleccionan de tal manera que las características relativas a los ejes de un vehículo ferroviario que pasa puedan discriminarse en las señales de supervisión detectadas en las posiciones

predefinidas. Para determinar si una posición puede emplearse como posición predefinida se determina una correlación de la señal de supervisión detectada en la posición concreta con la primera señal de supervisión. El coeficiente de correlación predefinido es un umbral por encima del cual la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión comprenden características distintas que se refieren al paso del mismo vehículo ferroviario con todas sus partes.

Que una posición pueda emplearse como posición predefinida depende del contacto entre la rueda y el carril en la posición concreta, del entorno del riel y del sensor acústico distribuido y de la distancia entre el riel y el sensor acústico distribuido. Estos tres factores son diferentes para las distintas posiciones a lo largo del riel y son independientes entre sí. El contacto entre la rueda y el riel se ve influenciado por la forma del riel. Los rieles suelen presentar una pluralidad de irregularidades que se distribuyen a lo largo de su longitud. En las irregularidades pueden producirse vibraciones durante el paso de una rueda de un vehículo ferroviario. Estas vibraciones se limitan a un pequeño entorno alrededor de la irregularidad y su amplitud disminuye rápidamente por lo que son relativamente cortas. Por lo tanto, las vibraciones causadas por el paso de una rueda en la posición de una irregularidad del riel pueden reconocerse como una característica independiente en una señal de supervisión detectada en esta posición. Así, por cada eje que pasa por la posición de la irregularidad se presenta una característica distinta en la señal de supervisión detectada en esta posición. Esto permite contar los ejes de un vehículo ferroviario que pasa. La posición de estas irregularidades no suele cambiar salvo en el caso de que se cambien o reparen los rieles. Por lo tanto, las posiciones de las irregularidades pueden emplearse como posiciones predefinidas en la supervisión de la integridad de los vehículos ferroviarios que pasan. Ventajosamente, en condiciones habituales, cada riel comprende una pluralidad de posiciones que pueden emplearse como posiciones predefinidas, de modo que la integridad de un vehículo ferroviario que pasa puede supervisarse en más posiciones de lo que es posible con sensores de rueda dispuestos con distancias mayores entre sí. Por lo tanto, se mejora la precisión de la supervisión de la vía férrea.

De acuerdo con al menos una realización del método, en la posición predefinida el riel presenta un defecto o una irregularidad. En estas posiciones, una señal de supervisión detectada durante el paso de un vehículo ferroviario comprende ventajosamente una característica distintiva para cada eje del vehículo ferroviario que pasa. Así, es posible contar los ejes de un vehículo ferroviario que pasa para supervisar la integridad del mismo.

De acuerdo con al menos una realización del método, la segunda señal de supervisión tiene una amplitud que está por encima de un umbral predefinido y las señales de supervisión detectadas durante el paso de un vehículo ferroviario en posiciones diferentes de al menos una posición predefinida tienen una amplitud que está por debajo del umbral predefinido. Es decir, la posición predefinida se selecciona de forma que la amplitud de la segunda señal de supervisión sea mayor que la amplitud de las señales de supervisión detectadas en posiciones diferentes a la posición predefinida. La amplitud de la segunda señal de supervisión puede ser superior a la amplitud de las señales de supervisión detectadas durante el paso de un vehículo ferroviario en posiciones distintas de al menos una posición predefinida, ya que el riel presenta una irregularidad en la posición predefinida que provoca un aumento de la amplitud de la segunda señal de supervisión. Al menos la posición predefinida se selecciona de este modo para permitir que puedan distinguirse en la segunda señal de supervisión características distintas relativas a los ejes del vehículo ferroviario que pasa. Para las posiciones a lo largo del riel que difieren de al menos una posición predefinida no suele ser posible diferenciar rasgos distintivos en las señales de supervisión, por ejemplo porque la amplitud es demasiado baja o la relación señal-ruido es demasiado alta. De este modo, empleando al menos la posición predefinida para supervisar la vía férrea, se puede supervisar la integridad de un vehículo ferroviario que pasa por al menos la posición predefinida.

De acuerdo con al menos una realización del método, éste se lleva a cabo para una pluralidad de posiciones predefinidas. La pluralidad de posiciones predefinidas puede disponerse a lo largo de la vía férrea. Para cada una de la pluralidad de posiciones predefinidas pueden distinguirse características en la segunda señal de supervisión relativas a los ejes de un vehículo ferroviario que pasa. De este modo, ventajosamente se puede vigilar la integridad de un vehículo ferroviario que pasa por una pluralidad de posiciones a lo largo de la vía férrea.

Además, se proporciona una unidad de supervisión para supervisar una vía férrea. La unidad de supervisión puede emplearse preferentemente en los métodos descritos en la presente. Esto significa que todas las características divulgadas para el método de supervisión de una vía férrea se divulgan también para la unidad de supervisión de una vía férrea y viceversa.

En otro aspecto de la invención, una unidad de supervisión para supervisar una vía férrea comprende una entrada conectable a un sensor acústico distribuido dispuesto a lo largo de la vía. La unidad de supervisión puede estar configurada para recibir datos o señales del sensor acústico distribuido en su entrada.

La unidad de supervisión comprende además una unidad de detección configurada para recibir señales de supervisión detectadas por el sensor acústico distribuido. La unidad de detección puede conectarse a la entrada de la unidad de supervisión.

La unidad de supervisión comprende además una unidad de comparación que está configurada para comparar

entre sí una primera señal de supervisión detectada por el sensor acústico distribuido en una posición inicial mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición inicial y una segunda señal de supervisión detectada por el sensor acústico distribuido en al menos una posición predefinida a lo largo de la vía mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición predefinida. La unidad de comparación puede conectarse a la unidad de detección. La unidad de comparación puede estar configurada para recibir la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión de la unidad de detección.

La primera señal de supervisión comprende características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial y la segunda señal de supervisión comprende características que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida.

La comparación de la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión entre sí comprende el recuento de las características relativas a los ejes del vehículo ferroviario de paso respectivo para la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión.

La unidad de supervisión puede emplearse ventajosamente para supervisar la integridad de un vehículo ferroviario que pase por la posición predefinida. Dado que una vía férrea típica tiene una pluralidad de posiciones que pueden emplearse como posiciones predefinidas, la integridad de un vehículo ferroviario que pasa puede supervisarse para un número de posiciones significativamente mayor que en el caso en que se emplean sensores de rueda. De este modo, la unidad de supervisión permite supervisar la vía férrea con una mayor precisión.

En al menos una realización de la unidad de supervisión, ésta comprende además una salida en la que se proporciona una señal de confirmación para el caso de que la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión se refieran al mismo número de ejes. La unidad de comparación determina si la primera señal de supervisión y la segunda señal de supervisión se refieren al mismo número de ejes. Para ello, la unidad de comparación está configurada para determinar si la primera señal de supervisión comprende el mismo número de características relativas a un eje de un vehículo ferroviario que pasa, respectivamente, que la segunda señal de supervisión. Proporcionar la señal de confirmación tiene la ventaja de que la vía férrea se supervisa con una mayor seguridad.

En al menos una realización de la unidad de supervisión, ésta es capaz de proporcionar la posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía. La posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía férrea puede determinarse a partir de las señales proporcionadas por el sensor acústico distribuido. Al proporcionar la posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía férrea, ésta se supervisa con una mayor precisión.

En al menos una realización de la unidad de supervisión, ésta comprende el sensor acústico distribuido o al menos una parte del sensor acústico distribuido.

La siguiente descripción de las figuras puede ilustrar y explicar mejor las realizaciones ejemplares. Los componentes que son funcionalmente idénticos o tienen un efecto idéntico se denotan mediante referencias idénticas. Los componentes idénticos o efectivamente idénticos podrían describirse sólo con respecto a las figuras en las que aparecen en primer lugar. Su descripción no se repite necesariamente en las figuras sucesivas.

La figura 1 describe una realización ejemplar del método de supervisión de una vía férrea.

La figura 2 muestra señales de supervisión para supervisar una vía férrea.

Las figuras 3 y 4 muestran realizaciones ejemplares de la unidad de supervisión para supervisar una vía férrea.

La figura 5 muestra una realización ejemplar de la unidad de supervisión con un sensor acústico distribuido.

En la figura 1 se describen los pasos de una realización ejemplar del método de supervisión de una vía férrea 29. En un primer paso S1 del método se detecta una primera señal de supervisión M1 mediante un sensor acústico distribuido 20 en una posición inicial 21 mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición inicial 21. El sensor acústico distribuido 20 está dispuesto a lo largo de la vía 29. La primera señal de supervisión M1 comprende características 23 que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21. En un segundo paso S2 del método, el sensor acústico distribuido 20 detecta una segunda señal de supervisión M2 en al menos una posición predefinida 22 a lo largo de la vía 29 mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición predefinida 22. La segunda señal de supervisión M2 comprende características 23 que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida 22. En un tercer paso S3 del método, la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 se comparan entre sí. La comparación de la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 entre sí comprende el recuento de las características 23 relativas a los ejes del vehículo ferroviario de paso respectivo para la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2. En la posición inicial 21 se da la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21. Por ejemplo, la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21 es confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo.

Alternativamente, la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21 puede confirmarse para el caso de que la primera señal de supervisión M1 comprenda el mismo número de características 23 que se refieran cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21 que una señal de supervisión anterior para la que la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición, en la que se detecta la señal de supervisión anterior, sea confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo.

En un cuarto paso opcional S4 se calcula una correlación entre la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2. La correlación puede ser, por ejemplo, una correlación cruzada. El cálculo de la correlación entre la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 es otra posibilidad de supervisar la integridad del vehículo ferroviario en la posición predefinida 22.

En un quinto paso opcional S5 se proporciona una señal de confirmación si la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 se refieren al mismo número de ejes del respectivo vehículo ferroviario que pasa. Además, es posible que se proporcione una señal de confirmación si la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 tienen al menos un nivel de correlación predefinido.

Al menos la posición predefinida 22 se determina realizando un análisis de correlación de las señales de supervisión detectadas en una pluralidad de posiciones a lo largo de la vía 29 durante el paso de un vehículo ferroviario con la primera señal de supervisión M1, en el que una posición a lo largo de la vía 29 es una posición predefinida 22 si la señal de supervisión en la posición respectiva tiene al menos un coeficiente de correlación predefinido con la primera señal de supervisión M1. Por ejemplo, en la posición predefinida 22 el riel presenta un defecto o una irregularidad. Así, la segunda señal de supervisión M2 puede tener una amplitud superior a un umbral predefinido y las señales de supervisión detectadas durante el paso de un vehículo ferroviario en posiciones distintas de la al menos una posición predefinida 22 tienen una amplitud inferior al umbral predefinido.

El método puede llevarse a cabo para una pluralidad de posiciones predefinidas 22.

Además, el método permite proporcionar la posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía 29.

En la figura 2 se muestran señales de supervisión para supervisar una vía férrea 29. En el eje x se traza la distancia a lo largo de la vía férrea 29 en unidades arbitrarias. En el eje y el tiempo se traza en unidades arbitrarias a lo largo de la flecha, es decir, de arriba hacia abajo. El tercer eje no se muestra en esta representación bidimensional, sin embargo, las líneas que aparecen en el diagrama son señales de supervisión detectadas por el sensor acústico distribuido 20 dispuesto a lo largo de la vía férrea 29. Las cinco líneas representan la señal que detecta el sensor acústico distribuido 20 a lo largo de una distancia de la vía férrea 29 durante un periodo de tiempo determinado. Las cinco líneas sólo representan esquemáticamente la forma de la señal. En condiciones normales casi no se pueden discriminar características distintivas en las señales de supervisión. Sólo se puede discriminar que la amplitud de las señales de supervisión aumenta en las posiciones en las que se desplaza un vehículo ferroviario durante el tiempo en el que el vehículo ferroviario se desplaza en dichas posiciones. Esto significa que, para las zonas blancas del diagrama, la amplitud de las señales de supervisión no aumenta. Entre las cinco líneas también aumenta la amplitud de las señales de supervisión. Así, el movimiento de un vehículo ferroviario está representado por una zona de mayor amplitud de las señales de supervisión en este diagrama.

El diagrama de la figura 2 muestra además una posición inicial 21 y tres posiciones predefinidas 22. Para estas cuatro posiciones, las señales de supervisión tienen características pronunciadas 23. La posición inicial 21 es la posición por la que pasa primero el vehículo ferroviario de entre estas cuatro posiciones. En la posición inicial 21, el riel puede tener una irregularidad o cualquier otra característica que provoque vibraciones localizadas en el momento en que una rueda de un vehículo ferroviario pase por la posición inicial 21. En la posición inicial 21 se detecta la primera señal de supervisión M1. La primera señal de supervisión M1 comprende cinco características 23 que pueden distinguirse entre sí. Cada una de las cinco características 23 se refiere a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial 21. Así, contando las características 23 en la primera señal de supervisión M1 se puede determinar el número de ejes del vehículo ferroviario que pasan por la posición inicial 21. En la posición inicial 21 se da la integridad del vehículo ferroviario.

Tras pasar por la posición inicial 21, el vehículo ferroviario en movimiento pasa por las tres posiciones predefinidas 22. También en las posiciones predefinidas 22 el riel puede tener una irregularidad o cualquier otra característica que provoque vibraciones localizadas en el momento en que una rueda de un vehículo ferroviario pase por la respectiva posición predefinida 22. En las posiciones predefinidas 22 se detectan las segundas señales de supervisión M2. Cada segunda señal de supervisión M2 comprende cinco características 23 que pueden distinguirse entre sí. Cada una de las cinco características 23 se refiere a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida 22 respectiva. De este modo, mediante el recuento de las características 23 en la segunda señal de supervisión M2 se puede determinar el número de ejes del vehículo ferroviario que pasan por la posición predefinida 22 respectiva. Alternativamente, el espacio entre dos ejes pasantes puede considerarse una característica 23. De este modo, también se puede determinar el número de ejes del vehículo ferroviario que pasan por la posición predefinida 22 respectiva.

En el ejemplo de la figura 2, el vehículo ferroviario tiene el mismo número de ejes en la posición inicial 21 y en las tres posiciones predefinidas 22. Por lo tanto, para las tres posiciones predefinidas 22 se confirma la integridad del vehículo ferroviario.

5

La figura 3 muestra una realización ejemplar de la unidad de supervisión 24 para supervisar una vía férrea 29. La unidad de control 24 comprende una entrada 25 que está conectada a un sensor acústico distribuido 20 dispuesto a lo largo de la vía 29. La unidad de supervisión 24 comprende además una unidad de detección 26 que está configurada para recibir señales de supervisión detectadas por el sensor acústico distribuido 20. La unidad de detección 26 está conectada a la entrada 25. La unidad de supervisión 24 comprende además una unidad de comparación 27 que está configurada para comparar entre sí la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2. La unidad de comparación 27 está conectada a la unidad de detección 26. La unidad de supervisión 24 comprende además una salida 28 en la que se proporciona una señal de confirmación para el caso de que la primera señal de supervisión M1 y la segunda señal de supervisión M2 se refieran al mismo número de ejes. La unidad de comparación 27 está conectada a la salida 28.

10

15

La figura 4 muestra otra realización ejemplar de la unidad de supervisión 24. La única diferencia con la configuración mostrada en la figura 3 es que la unidad de supervisión 24 comprende el sensor acústico distribuido 20 o al menos una parte del sensor acústico distribuido 20.

20

La figura 5 muestra una realización ejemplar de la unidad de supervisión 24 con el sensor acústico distribuido 20. La unidad de supervisión 24 está conectada al sensor acústico distribuido 20. El sensor acústico distribuido 20 comprende una fibra óptica 30 dispuesta a lo largo de la vía 29. Por lo tanto, las señales de supervisión son señales retrodispersadas de una señal de entrada que se suministra a la fibra óptica 30.

25

Números de referencia

20: sensor acústico distribuido

21: posición inicial

30

22: posición predefinida

23: característica

24: unidad de supervisión

25: entrada

26: unidad de detección

35

27: unidad de comparación

28: salida

29: vía férrea

30: fibra óptica

M1: primera señal de supervisión

40

M2: segunda señal de supervisión

S1-S5: pasos

REIVINDICACIONES

1. Método para supervisar una vía férrea (29), que comprende:

- 5 - detectar una primera señal de supervisión (M1) mediante un sensor acústico distribuido (20) en una posición inicial (21) mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición inicial (21), en el que el sensor acústico distribuido (20) está dispuesto a lo largo de la vía (29),
- detectar una segunda señal de supervisión (M2) por el sensor acústico distribuido (20) en al menos una posición predefinida (22) a lo largo de la vía (29) mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición predefinida (22),
- 10 - comparar entre sí la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2), donde
- la primera señal de supervisión (M1) comprende características (23) que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21), donde cada característica (23) de la primera señal de supervisión (M1) se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21) y la
- 15 segunda señal de supervisión (M2) comprende características (23) que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida (22), donde cada característica (23) de la segunda señal de supervisión (M2) se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida (22),
- comparar la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) entre sí comprende el recuento de las características (23) relativas a los ejes del vehículo ferroviario que pasa respectivo para la primera
- 20 señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2); y
- el sensor acústico distribuido (20) comprende una fibra óptica (30) dispuesta a lo largo de la pista (29) y las señales de supervisión son señales retrodispersadas de una señal de entrada que se suministra a la fibra óptica (30).

25 2. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con la reivindicación anterior, donde la comparación de la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) entre sí comprende además el cálculo de una correlación entre la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2).

30 3. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde en la posición inicial (21) se da la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21).

4. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con la reivindicación anterior, donde la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21) es confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo.

35 5. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 o 4, donde la integridad del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21) se confirma para el caso en que la primera señal de supervisión (M1) comprende el mismo número de características (23) que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21) que una señal de supervisión anterior para la que la integridad del

40 vehículo ferroviario que pasa por la posición, en la que se detecta la señal de supervisión anterior, es confirmada por el personal del vehículo ferroviario respectivo o por un dispositivo externo.

6. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde se proporciona la posición de un vehículo ferroviario que se desplaza por la vía (29).

45 7. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde se proporciona una señal de confirmación si la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) se refieren al mismo número de ejes del respectivo vehículo ferroviario que pasa.

50 8. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde se proporciona una señal de confirmación si la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) tienen al menos un nivel de correlación predefinido.

55 9. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una posición predefinida (22) se determina realizando un análisis de correlación de las señales de supervisión detectadas en una pluralidad de posiciones a lo largo de la vía (29) durante el paso de un vehículo ferroviario con la primera señal de supervisión (M1), en donde una posición a lo largo de la vía (29) es una posición predefinida (22) si la señal de supervisión en la posición respectiva tiene al menos un coeficiente de correlación predefinido con la primera señal de supervisión (M1).

60 10. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde en la posición predefinida (22) el riel presenta un defecto o una irregularidad.

65 11. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde la segunda señal de supervisión (M2) tiene una amplitud que está por encima de un umbral predefinido y las señales de supervisión detectadas durante el paso de un vehículo ferroviario en posiciones diferentes de al menos una

posición predefinida (22) tienen una amplitud que está por debajo del umbral predefinido.

12. Método para supervisar una vía férrea (29) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde el método se lleva a cabo para una pluralidad de posiciones predefinidas (22).

5

13. Unidad de supervisión (24) para supervisar una vía férrea (29), la unidad de supervisión (24) que comprende:

- una entrada (25) conectable a un sensor acústico distribuido (20) dispuesto a lo largo de la vía (29),  
- una unidad de detección (26) configurada para recibir señales de supervisión detectadas por el sensor acústico distribuido (20),

10

- una unidad de comparación (27) que está configurada para comparar entre sí una primera señal de supervisión (M1) detectada por el sensor acústico distribuido (20) en una posición inicial (21) mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición inicial (21) y una segunda señal de supervisión (M2) detectada por el sensor acústico distribuido (20) en al menos una posición predefinida (22) a lo largo de la vía (29) mientras un vehículo ferroviario pasa por la posición predefinida (22), en la que

15

- la primera señal de supervisión (M1) comprende características (23) que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21), donde cada característica (23) de la primera señal de supervisión (M1) se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición inicial (21) y la segunda señal de supervisión (M2) comprende características (23) que se refieren cada una a un eje del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida (22), donde cada característica (23) de la segunda señal de supervisión (M2) se detecta durante el paso de uno de los ejes del vehículo ferroviario que pasa por la posición predefinida (22),

20

- comparar la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) entre sí comprende el recuento de las características (23) relativas a los ejes del vehículo ferroviario que pasa respectivo para la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2); y

25

- el sensor acústico distribuido (20) comprende una fibra óptica (30) dispuesta a lo largo de la pista (29) y las señales de supervisión son señales retrodispersadas de una señal de entrada que se suministra a la fibra óptica (30).

30

14. Unidad de supervisión (24) de acuerdo con la reivindicación anterior, donde la unidad de supervisión (24) comprende además una salida (28) en la que se proporciona una señal de confirmación para el caso de que la primera señal de supervisión (M1) y la segunda señal de supervisión (M2) se refieran al mismo número de ejes.

DIBUJOS

FIG. 1

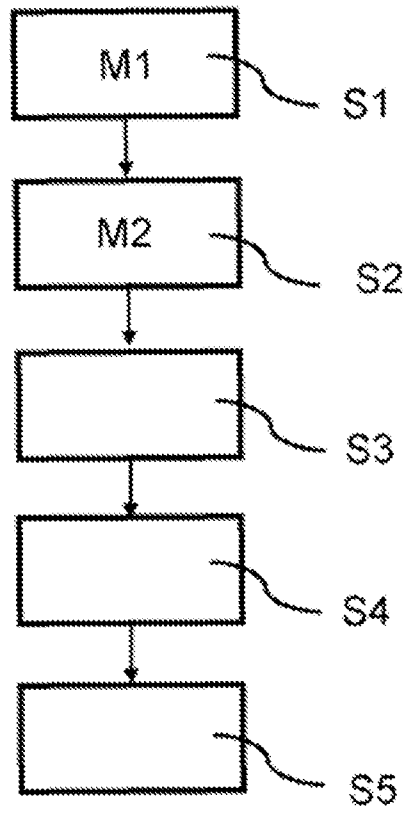


FIG. 2

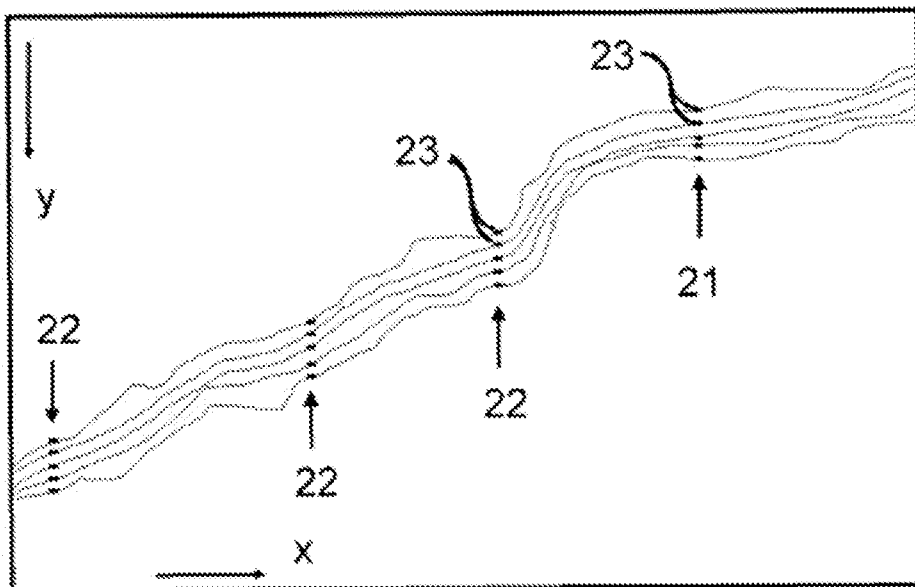


FIG. 3

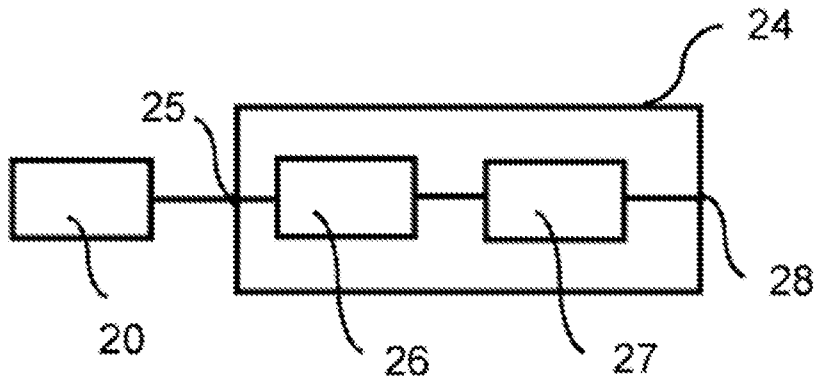


FIG. 4

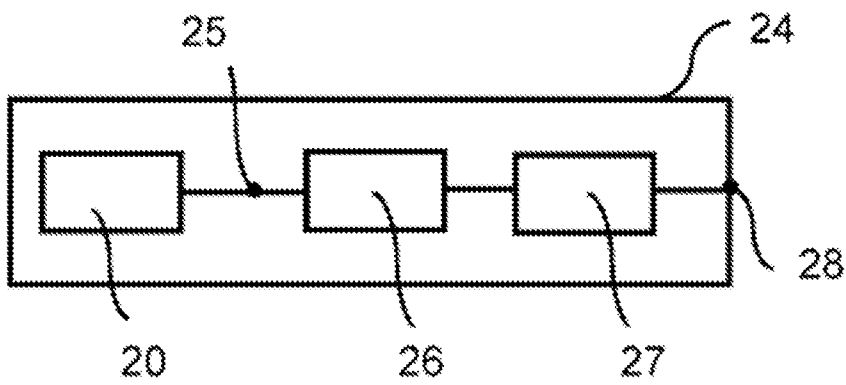


FIG. 5

