

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 627**

51 Int. Cl.:

**G01L 5/04** (2006.01)

**G01M 13/02** (2006.01)

**G01B 7/04** (2006.01)

**G01B 11/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2013 E 13706183 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2810035**

54 Título: **Sistema de monitorización para medida de la velocidad y de la elongación de cadenas de transporte**

30 Prioridad:

**31.01.2012 IT MI20120120**

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

**14.04.2016**

73 Titular/es:

**REXNORD FLATTOP EUROPE S.R.L. (100.0%)  
Via Dell'Industria 4  
42015 Correggio (RE), IT**

72 Inventor/es:

**ANDREOLI, ANDREA y  
SALICE, FABIO**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 566 627 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de monitorización para medida de la velocidad y de la elongación de cadenas de transporte.

5 La presente invención se refiere, de forma general, al campo de las cintas transportadoras de artículos; de forma más específica la invención se refiere a un sistema de monitorización para la medida de la elongación de cadenas de transporte de tales cintas transportadoras.

Las cintas transportadoras de artículos, y en particular las cintas transportadoras de banda, de placa deslizante o de cadena, son utilizadas en muchos campos industriales o civiles, desde la industria de comida hasta los aeropuertos.

10 En términos muy generales, una cinta transportadora comprende uno o más elementos de transporte, adaptados para proporcionar una superficie de apoyo para los productos que van a ser transportados, los cuales están dispuestos para avanzar a lo largo de un camino de transporte, mediante medios de movimiento adecuados tales como motores eléctricos, piñones o engranajes de accionamiento.

15 En particular, las cintas transportadoras de placa deslizante o de banda utilizan como medios de transporte una cadena que consiste en varios segmentos formados por una pluralidad de eslabones, articulados entre ellos mediante respectivos pasadores para formar una superficie de apoyo lisa sustancialmente plana, destinada a soportar a los artículos que van a ser transportados.

20 Al igual que todos los sistemas mecánicos, también las cintas transportadoras y sus componentes están sujetos a desgaste durante su funcionamiento. Por ejemplo, los pasadores que articulan los eslabones de los segmentos de cadena se pueden desgastar cuando estén sujetos a esfuerzos prolongados. En cadenas de plástico con pasadores de acero, el asiento de los pasadores se desgasta más que el propio pasador, mientras que en cadenas hechas enteramente de acero o enteramente hechas de plástico, el desgaste está presente en proporciones similares tanto en el pasador como en el asiento de articulación del pasador. En cualquier caso, debido al desgaste, los eslabones que constituyen los segmentos de cadena puede tender a abrirse y distanciarse unos con respecto a otros, con el resultado de que la superficie del elemento de transporte nunca más proporciona la capacidad de transporte necesaria. La separación de los eslabones provocada por el desgaste causa la correspondiente elongación progresiva de la cadena, la cual, si es excesiva, puede afectar negativamente al correcto acoplamiento de la cadena con los piñones. De hecho, cuando la elongación llega a ser excesiva, los eslabones de la cadena, en el momento en que se acoplan con los dientes del piñón, tienden a moverse hacia la punta del diente en lugar de cerca del fondo del espacio entre dos dientes sucesivos.

30 La separación progresiva de los eslabones de cadena del fondo del espacio entre dientes sucesivos del piñón es tal que puede causar una variación gradual de la velocidad de movimiento de la cadena. Si la elongación de la cadena debida a la apertura de los eslabones excede un cierto umbral crítico, como por ejemplo el 3% de su longitud inicial, la cadena puede saltar un diente del piñón, provocando que la cadena esté sujeta a esfuerzos dinámicos muy altos, y por lo tanto determinando más o menos parones frecuentes en el flujo de los artículos transportados, y consecuentes caídas de los mismos de la cadena de transporte.

35 Por esta razón, las cintas transportadoras requieren inspecciones periódicas por operadores cualificados con el fin de controlar la cantidad actualizada de elongación de la cadena y, si fuera necesario, proceder a planificar la parada de la planta y la reparación o remplazo de la cadena.

40 Sin embargo, teniendo en cuenta los considerables costes asociados a la monitorización tradicional, es preferible implementar un sistema capaz de monitorizar automáticamente la elongación de las cadenas de la cinta transportadora.

Por ejemplo, cada cadena puede estar provista de un dispositivo de medida inteligente adecuado, capaz de medir la elongación de la cadena y de informar en tiempo real cuando dicha elongación ha excedido un umbral crítico predeterminado. Sin embargo, la implementación de un sistema de monitorización automático de este tipo se ha comprobado que es muy compleja, por las siguientes razones.

45 Primero, debido a que el tamaño efectivo a ser detectado es una cantidad relativamente pequeña (el umbral crítico es del orden del 3%), el dispositivo de medida debería ser lo suficientemente preciso. Además, la mayoría de los dispositivos de medida de este tipo extensamente utilizados en el mercado son muy complejos, ya que se tienen que adaptar para detectar la magnitud (elongación) mediante una medida local. Entonces, teniendo en cuenta el hecho de que en un único sitio (por ejemplo, una fábrica) podría haber un gran número de cintas transportadoras, cada una de ellas comprendiendo una pluralidad de cadenas, y que cada cadena puede estar sujeta a una elongación independiente de las demás, el número de dispositivos de medida del sistema de monitorización automática se puede elevar fácilmente hasta alcanzar un número elevado. Finalmente, los aparatos de medida deben ser, de forma necesaria, robustos, con el fin de operar de forma correcta incluso en las condiciones adversas que pueden ocurrir en un ambiente de trabajo hostil como una planta industrial, como por ejemplo la presencia de maquinaria eléctrica en

las proximidades de la cinta transportadora que podría generar interferencias electromagnéticas inapreciables, altas temperaturas, excesiva humedad, presencia de polvo, vibraciones, y productos químicos de limpieza agresivos.

5 En GB 2 4068844 se ha descrito un sistema de monitorización en donde se expone un aparato de monitorización de elongación de cadena, que comprende dos sensores montados en un soporte fijo separados una distancia fija predeterminada para generar señales eléctricas en respuesta a la detección de, al menos, dos marcadores conectados a una cadena.

El solicitante ha abordado por lo tanto el problema de cómo obtener un sistema para monitorización de cintas transportadoras, para la detección elongación de cadenas que no esté afectado por los inconvenientes mencionados más arriba.

10 Un aspecto de una solución de acuerdo con un modo de realización de la invención propone un sistema de monitorización para una cinta transportadora de artículos. La cinta transportadora de artículos comprende una porción estática y al menos una correspondiente cinta de transporte sin fin adaptada para moverse con respecto a la porción estática cuando la cinta transportadora de artículos esté en funcionamiento. El sistema incluye un elemento de referencia situado en la cadena de transporte, un primer sensor integrado en la porción estática y un segundo sensor  
15 integrado en la porción estática. Dichos primeros y segundos sensores están separados entre sí por una primera distancia; cada sensor está configurado para detectar el paso del elemento de referencia próximo al propio sensor durante el funcionamiento de la cinta transportadora. El sistema además incluye medios de recuento acoplados a los sensores y configurados para medir un primer tiempo correspondiente al tiempo transcurrido entre el primer paso del elemento de referencia cercano al primer sensor y el primer paso del elemento de referencia cercano al segundo  
20 sensor. Los medios de recuento están además configurados para medir un segundo tiempo correspondiente al tiempo transcurrido entre el primer paso del elemento de referencia cercano al primer sensor y un segundo paso del elemento de referencia cercano al primer sensor, o el tiempo transcurrido entre el primer paso del elemento de referencia cercano al segundo sensor y un segundo paso del elemento de referencia cercano al segundo sensor. Dicho segundo paso es posterior al primer paso. El sistema además comprende medios de computación configurados para determinar la velocidad de movimiento de la cadena de transporte con respecto a la porción estática, basándose en el primer tiempo medido y la primera distancia, y que determinan la longitud de la cadena basándose en la velocidad del movimiento determinada y basándose en el segundo tiempo medido.

30 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la cadena de transporte comprende una pluralidad de eslabones de cadena; dicho elemento de referencia es un único elemento de referencia situado en un elemento de cadena.

Dichos medios de recuento están además configurados para memorizar un primer grupo de primeros tiempos medidos; dicho primer grupo comprende una serie de primeros tiempos medidos más recientemente mediante dichos medios de recuento. Dichos medios de computación además comprenden una unidad de procesamiento configurada para determinar, para cada primer tiempo medido del primer grupo, un valor correspondiente de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte, dividiendo la primera distancia por el primer tiempo medido.  
35

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, dichos medios de recuento están además configurados para memorizar un segundo grupo de segundos tiempos medidos. Dicho segundo grupo comprende una serie de segundos tiempos medidos más recientemente por los medios de recuento. Dicha unidad de procesamiento está además configurada para determinar, para cada segundo tiempo medido del segundo grupo, un valor correspondiente de la longitud de cadena, multiplicando dicho segundo tiempo medido por el correspondiente valor determinado para la velocidad de movimiento de la cadena de transporte.  
40

De forma preferente, la unidad de procesamiento está además configurada para determinar un valor promedio de la longitud de la cadena, sumando entre sí los valores de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte determinados basándose en los segundos tiempos de medida del segundo grupo y dividiendo dicha suma por el número de segundos tiempos medidos del segundo grupo.  
45

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, dichos medios de computación están configurados para determinar un valor instantáneo de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte, multiplicando dicho valor instantáneo de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte por el segundo tiempo medido.

50 De forma ventajosa, los medios de computación son remotos con respecto a los medios de recuento; dicho sistema además comprende una unidad de intercomunicación en comunicación con los medios de recuento y los medios de computación.

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la unidad de intercomunicación está adaptada para interrogar a los medios de recuento para recibir los primeros tiempos medidos y los segundos tiempos medidos calculados por los medios de recuento; los medios de computación están adaptados para interrogar a dicha unidad de intercomunicación para recibir los primeros tiempos medidos y los segundos tiempos medidos recibidos de la unidad de intercomunicación.  
55

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, dichos sensores están configurados para detectar una cantidad física y dicho elemento de referencia está configurado para generar, en el espacio que lo rodea, anomalías tales que alteren el valor de la cantidad física, detectables por los sensores.

5 De acuerdo con un modo realización de la presente invención, dichos sensores son sensores Hall, y dicho elemento de referencia es un imán.

10 Una solución de acuerdo con uno o más modos de realización de la invención, así como características adicionales y ventajas de la misma, serán entendidas mejor con referencia a la siguiente descripción detallada, dada meramente como un ejemplo indicativo y no limitativo, para ser leída en conjunción con los dibujos que se acompañan (en los cuales los elementos correspondientes están indicados con la misma referencia o similares y su explicación no es repetida por brevedad). A tal respecto, se comprende de forma explícita que las figuras no están necesariamente a escala (con algunos detalles que pueden estar exagerados / o simplificados) y que, a no ser que se indique de otra manera, son usadas meramente para ilustrar de forma conceptual las estructuras y procedimientos descritos. En particular:

La Figura 1A representa de forma esquemática una pequeña sección de la cinta transportadora de artículos;

15 la figura 1B es una sección transversal de un elemento de apoyo de la cadena de la figura 1A;

la figura 1C es una vista en sección de la cinta transportadora de la figura 1A;

la figura 2 es una vista simplificada, con partes parcialmente eliminadas de la cinta transportadora de la figura 1A, en la cual un aparato detector es visible de acuerdo con uno de los modos de realización de la presente invención, y

20 la figura 3 ilustra de forma esquemática un sistema de monitorización de acuerdo con uno de los modos de realización de la presente invención.

25 En referencia en particular a las figuras, la figura 1A representa de forma esquemática una pequeña sección de una cinta transportadora de artículos 100, de forma particular una cinta transportadora de cadena, que comprende por ejemplo una cadena 105 de cinta transportadora para el transporte de artículos tales como, por ejemplo, botellas de bebida (agua mineral, refrescos y similares), no mostrados en la figura. Se ha de insistir que el tipo de cinta transportadora, y la naturaleza de los artículos para los que está destinada a transportar, no son limitativos para los propósitos de la presente invención, la cual aplica en generar a cualquier tipo de cinta transportadora, con independencia de la naturaleza de los artículos a ser transportados.

30 La cadena 105 está constituida por una pluralidad de segmentos de cadena, cada uno de los cuales está su vez constituido por una pluralidad de eslabones 110 de cadena articulados entre sí mediante pasadores (no mostrados) para definir una superficie lisa sustancialmente plana, para sustentar los productos que se van a transportar. La cadena 105 de transporte esta accionada en su movimiento mediante medios de accionamiento adecuados (no mostrados, dado que son conocidos y no son relevantes para la comprensión del modo de realización de la invención aquí considerado) y en funcionamiento se supone que desliza a lo largo de la dirección de la flecha mostrada en la figura. La cadena 105 es una cadena sin fin la cual forma un bucle cerrado, que comprende una porción de ida adaptada para proporcionar la superficie de apoyo de los productos que se van a transportar y una porción de retorno. Durante el funcionamiento de la cinta transportadora 100, cada eslabón 110 de la cadena 105 es entonces capaz de moverse a lo largo de una trayectoria cerrada, de aquí en adelante referida con el término "circuito de cadena".

35 En la posición de ida, la cadena 105 se apoya de forma deslizante, en correspondencia con sus bordes externos, sobre respectivos perfiles 115, 115' guía, hechos de un material con un bajo coeficiente de rozamiento, montados sobre resaltes de los elementos 120 de apoyo.

40 En términos generales, el sistema de monitorización, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, permite que al menos un aparato detector esté asociado a cada cadena que se monitoriza, comprendiendo un par de sensores de proximidad adaptados para detectar el paso de un elemento de referencia situado sobre la cadena. Aprovechando los sensores de proximidad, cada aparato detector es capaz de medir el tiempo empleado por el elemento de referencia para recorrer un tramo de trayectoria, y enviar ese tiempo a una unidad de procesamiento la cual, basándose en el tiempo medido, es capaz de determinar la velocidad de movimiento de la cadena. La velocidad de movimiento de la cadena así medida es después aprovechada por la unidad de procesamiento para determinar la longitud actual de la cadena basándose en el tiempo empleado por el elemento de referencia en recorrer una vuelta completa del circuito de cadena. Este tiempo de recorrido del circuito es determinado por el aparato, midiendo el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del elemento de referencia por el mismo sensor de proximidad.

45 De acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención, los sensores de proximidad son sensores de proximidad magnéticos, tales como sensores Hall, y el elemento de referencia es un imán.

5 En particular, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, el aparato detector de la cadena 105 comprende un imán 130 situado sobre (por ejemplo, encastrado en) un eslabón 110, y un par de sensores Hall (no visibles en la figura 1A), por ejemplo situados en una porción de la cinta transportadora 100 justo por debajo de la cadena 105, de tal manera que la trayectoria recorrida por el imán 130 durante el movimiento de la cadena 105 pase justo por encima de los sensores por efecto Hall. Sin entrar en detalles de sobra conocidos por expertos en la materia, un sensor Hall es un dispositivo electrónico que permite la medida de la intensidad de campo magnético utilizando el efecto Hall.

10 La figura 1B es una sección transversal del elemento 120 de apoyo, en la cual es visible la posición de los sensores Hall de acuerdo con un modo de realización de la invención, mientras que la figura 1C es una vista en sección (a lo largo de la línea II de la figura 1A) de la cinta transportadora 100. De acuerdo con este modo de realización, un primer sensor 202c Hall y un segundo sensor 202d Hall son instalados en la placa 204 de un circuito impreso en una porción definida del miembro 120 de apoyo situado por debajo del perfil 115 guía. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1C, la placa 204 puede estar instalada en una cavidad 206 formado en el propio elemento 120 de apoyo.

15 Una vista simplificada, con partes parcialmente eliminadas de la cinta transportadora 100, en la cual el aparato detector de la cadena 105 es visible de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se ilustra de forma esquemática la figura 2.

20 El imán 130, situado sobre un eslabón 110 de la cadena 105, con el fin de realizar una vuelta completa del circuito de cadena, tiene que recorrer una distancia  $S$  la cual, empezando desde un valor inicial conocido, con el paso del tiempo, tiende a incrementarse debido a la elongación de la cadena 105 causada por el desgaste de los componentes de la propia cadena. Por ejemplo, como se menciona en la parte introductoria de este documento, la elongación de la cadena 105 puede ser causada por el desgaste de los pasadores que conectan los eslabones 110 cuando están sujetos a un esfuerzo prolongado.

25 Los dos sensores 202c y 202d Hall están alineados con respecto a la dirección del movimiento de la cadena 105 (identificado en la figura mediante una flecha) y están separados entre sí por una distancia  $S_{cd}$ . La placa 204 que contiene a los sensores 202c y 202d esta situada próxima a la porción de ida del bucle cerrado definido por la cadena 105 a una distancia  $d$  (en la dirección perpendicular al plano definido por la cadena 105) desde la propia cadena 105; la distancia  $d$  es lo suficientemente reducida como para permitir que cada sensor 202c, 202d detecte la presencia del campo magnético generado por el imán 130 en el momento en el cual el imán está situado por encima del sensor. Consideraciones similares se pueden aplicar cuando los sensores 202c y 202d están situados de diferentes formas, por ejemplo en las proximidades de la posición de vuelta del bucle cerrado definido por la cadena 105.

30 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, cada sensor 202c, 202d está configurado para proporcionar una respectiva señal eléctrica de detección  $R_c$ ,  $R_d$  dependiendo de la intensidad del campo magnético detectado. Por ejemplo, cada sensor 202c, 202d es un sensor Hall de umbral con histéresis. Cuando ningún imán está situado en las proximidades del detector, la intensidad del campo magnético detectado es despreciable, y la señal de detección es definida por el dispositivo sensor a un valor lógico bajo; a medida que el imán se aproxima, la intensidad del campo magnético detectado aumenta, creciendo hasta que alcanza un valor máximo cuando el imán está situado en la posición la cual es la más cercana al sensor. El sensor está configurado para conmutar la señal de detección a un valor lógico alto tan pronto como la intensidad del campo magnético detectado excede un primer umbral predeterminado. La señal de detección se mantiene en el valor lógico alto por el sensor siempre y cuando la intensidad del campo magnético detectado esta por encima de un segundo umbral predefinido (por ejemplo, igual al primer umbral); tan pronto como la intensidad del campo magnético detectado desciende por debajo de este segundo umbral, los sensores vuelven a computar la señal de detección al valor lógico bajo. Consecuentemente, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, con el fin de detectar el paso del imán por encima de un sensor, es suficiente con detectar un límite creciente de la correspondiente señal de detección. La placa 204 además comprende una unidad 210 de recuento acoplada a los sensores 202c y 202d para recibir las señales de detección  $R_c$ ,  $R_d$  y para realizar las correspondientes medidas de los tiempos empleados por el imán 130 para recorrer tramos de trayectoria predefinidos, tal y como se describirá en detalle a continuación.

35 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, con el fin de evaluar la elongación de la cadena 105, la unidad 210 de recuento está configurada para realizar la medida de dos intervalos de tiempo utilizando un contador C basado en una señal de recuento periódica que tiene una frecuencia  $f_c$ , por ejemplo 20 kHz.

40 Inicialmente, el contador C está inicializado a cero, cuando el sensor 202c detecta el paso del imán 130 (es decir, en la detención de un límite creciente de la señal de detección  $R_c$ ), la unidad 210 de recuento comienza a contar, empezando a incrementar el contador C. El recuento es marcado mediante una señal de recuento, es decir, el contador C es incrementado una unidad cada vez que transcurre un intervalo de tiempo igual a  $1/f_c$ . Cuando el paso del imán 130 es detectado por el sensor 202d (es decir, en la detención de un límite creciente de la señal de detección  $R_d$ ), el valor  $C_1$  asumido por el contador C en el momento del paso es almacenado por la unidad 210 de recuento, por ejemplo en una memoria de trabajo dentro de la propia unidad 210 de recuento. Cuando el sensor 202c detecta un paso posterior del imán 130 (es decir, en la detención de un límite creciente posterior, de la señal de detección  $R_c$ ) el valor

45

50

55

C2 asumido por el contador C en ese momento es también memorizado por la unidad 210 de recuento. El contador C es entonces inicializado a cero inmediatamente y el recuento se reinicia inmediatamente.

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la unidad 210 de recuento está configurada para almacenar un registro de los valores C1 y C2 del contador C obtenidos al finalizar los recuentos, y realiza operaciones estadísticas sobre dichos registros con el fin de reducir los errores de detección posibles, tal y como se describirá más adelante en la presente descripción. En particular, definiendo con C1(i) el valor asumido por el contador al paso del imán 130 detectado por el sensor 202d al recuento i-ésimo genérico, y con C2(i) al valor asumido por el contador al siguiente paso del imán 130 detectado por el sensor 202c al mismo recuento i-ésimo, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la unidad de recuento está configurada para guardar en memoria los valores C1(i) C2(i) (i = 1, 2, , ..., p) de los últimos p recuentos. El valor C1(i) es proporcional al tiempo empleado por el imán 130 en recorrer un tramo de trayectoria de longitud igual a S<sub>cd</sub> - es decir, desde el sensor 202c al sensor 202d - durante el recuento i-ésimo, mientras que el valor C2(i) es proporcional al tiempo tomado por el imán 130 en el recuento i-ésimo para recorrer la distancia S correspondiente a una vuelta completa del circuito de cadena.

Consecuentemente, definiendo con V(i) a velocidad (espacio recorrido S<sub>cd</sub> dividido por el tiempo empleado) con la cual se mueve la cadena 105 durante el recuento i-ésimo, se puede obtener la siguiente ecuación:

$$V(i) = \frac{S_{cd}}{(C1(i)) \cdot \left(\frac{1}{fc}\right)}; \quad (1)$$

Se ha de tener en cuenta que en el denominador de la ecuación anterior, C1(i) ha sido multiplicado por la inversa de la frecuencia fc con el fin de obtener un tiempo actualizado.

Dado que la distancia S<sub>cd</sub> entre los sensores 202c y 202d es constante a lo largo del tiempo, de acuerdo con la ecuación (1) es posible monitorizar la velocidad de la cadena, reduciendo el valor V(i) a través del valor C1(i) calculado por la unidad 210 de recuento. Una vez que se obtiene el valor V(i) de la velocidad es obtenido, puede ser obtenido la longitud de la cadena 105, igual al valor S(i) de la distancia S recorrida por el imán 130 para realizar una vuelta completa del circuito de cadena en el recuento i-ésimo, utilizando la siguiente ecuación:

$$S(i) = V(i) \cdot (C2(i)) \cdot \left(\frac{1}{fc}\right). \quad (2)$$

Se ha de tener en cuenta que incluso en este caso, el denominador de la ecuación previa, C2(i) ha sido multiplicado por la inversa de la frecuencia fc con el fin de obtener un tiempo actualizado.

Considerando un número p de recuentos correspondiente a un intervalo de tiempo durante el cual se puede considerar, de forma razonable, un cambio de la longitud de la cadena, debido al desgaste, nulo (por ejemplo, el valor de p puede ser elegido para incluir todos los recuentos realizados por la unidad de recuento en un día), es posible calcular un valor medio S de la distancia S con la siguiente fórmula.

$$S = \frac{\sum_{i=1}^p S(i)}{p}. \quad (3)$$

La distancia S tiende a incrementarse a lo largo del tiempo, desde un valor inicial conocido, debido a la elongación de la cadena 105 producida por el desgaste de los componentes de la propia cadena. Observando la evolución en el tiempo de los valores adoptados por S, es entonces posible monitorizar, de forma eficiente, la elongación total de la cadena 105. En particular, definiendo con S(t<sub>0</sub>) el valor inicial de la distancia medida en un tiempo t<sub>0</sub> (por ejemplo, la primera vez que una cadena nueva ha sido instalada) mediante la ecuación (3), y con S(t<sub>1</sub>) el valor de la distancia S obtenible mediante la ecuación (3) en un tiempo posterior t<sub>1</sub>, la elongación El (en porcentaje) a la que la cadena 105 esta sujeta durante un tiempo entre t<sub>0</sub> y t<sub>1</sub> es igual a:

$$El = \frac{S(t1)}{S(t0)} - 1. \quad (4)$$

Una posible configuración adecuada para ser utilizada con una cinta transportadora de banda cuya cadena 105 se mueva a una velocidad de aproximadamente 4 kilómetros por hora, y cuyos eslabones 110 tengan una longitud (a lo

largo de la dirección del movimiento) igual a aproximadamente 10 cm, puede, por ejemplo, provocar que los sensores 202c y 202d estén situados, sobre la placa 204, a una distancia Scd igual a aproximadamente 300 mm.

5 Volviendo ahora a la figura 3, se muestra de forma esquemática un sistema 300 de monitorización de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Con la referencia numérica 310 se indican plantas genéricas (referidas como plantas de servicio) para hacer uso de las cintas transportadoras de cadena; por ejemplo, cada planta de servicio puede ser una planta industrial o una planta de transporte de equipaje de un aeropuerto.

10 Cada sistema 310 de servicio incluye una pluralidad de cintas transportadoras 100 (j) (j = 1, 2, ...), cada una de ellas provista del aparato de detección de la figura 2 y que comprenden respectivas unidades de recuento 210 (j), y una pluralidad de unidades de intercomunicación 315(k) (k01, 2, ...), a partir de ahora en la descripción referidas como "concentradores", para la recolección de los datos de recuento generados por la unidad 210(j) de recuento.

De forma específica, dentro de cada uno de los sistemas 310 de servicio, cada concentrador 315(k) esta acoplado a los aparatos de detección de un respectivo grupo de cintas transportadoras 100(j) mediante respectivos buses de campo 320(k) (por ejemplo, de acuerdo con la especificación de conexión en serie RS-485) conectados a la respectivas unidades 210(j) de recuento de las cintas transportadoras 100(j) del grupo.

15 Cada sistema 310 de servicio además comprende un enrutador (pasarela) 325 adaptado para comunicar - por ejemplo, a través de un canal inalámbrico utilizando una banda de radiofrecuencia permitida (de acuerdo con las regulaciones en vigor en los diferentes países) - con varios concentradores 315(k) para recibir los datos recolectados por los aparatos de detección asociados a las cintas transportadoras 100(j) (los valores C1(i) y C2(i)), y enviarlos a un módem 330, para la transmisión hacia una unidad 340 de procesamiento remota a través de una red 345 externa, como por ejemplo una Red de Area Metropolitana (MAN), una Red de Area Extensa (WAM), una Red Privada Virtual (VPN), Internet, o una red telefónica. Mediante el procesado de los datos recibidos (C1(i) y C2(i)), la unidad 340 de procesamiento calcula las elongaciones actualizadas a las que ha estado sujeta la cadena de la cinta transportadora 100(j), mediante la ecuación (4).

20

25 Mediante una aplicación software apropiada, como por ejemplo una aplicación basada en servicios web, un operador 350 se puede conectar el mismo/ella misma a la unidad 340 de procesamiento para obtener información relacionada con la elongación efectiva a la que está sujeta la cadena de una cinta transportadora 100(j) específica.

30 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, cada concentrador 315(k) y las unidades 210(j) de recuento de los respectivos grupos de cintas transportadoras 100(j) están dispuestos de acuerdo a una arquitectura maestro-esclavo, en la que el concentrador 315(k) (maestro) comprueba y dirige el funcionamiento de las unidades 210(j) de recuento de los aparatos de detección (esclavos). De este modo, las unidades 210(j) de recuento situadas en las cintas transportadoras 100(j) están exentas de tener que realizar operaciones demasiado complejas, y por lo tanto el poder computacional requerido, proporcional al consumo de energía, se puede mantener a un nivel bajo. De forma específica, cada unidad 210(j) de recuento tiene que ser capaz de realizar los cálculos en base a las señales recibidas desde los sensores, almacenando los resultados de los últimos p recuentos, y calculando C1(i) y C2(i) que serán enviados al concentrador 315(k).

35

Con el fin de permitir que la unidad 340 de procesamiento reconozca el origen de los datos recibidos, cada concentrador 315(k) esta identificado mediante un respectivo código de identificación de concentrador IDC(k); del mismo modo, cada unidad 210(j) de recuento asociada a una cinta transportadora 100(j) está definida mediante un código de identificación de unidad IDU(j).

40 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, la unidad 340 de procesamiento y los concentradores 315(k) están dispuestos de acuerdo con una arquitectura maestro-esclavo, en la cual la unidad 340 de procesamiento (maestro) está configurada para interrogar a los concentradores 315(k) (esclavo) con el fin de recibir los datos recolectados por este último. En particular, cuando la unidad 340 de procesamiento interroga a un concentrador 315(k) específico, este responde enviando a la unidad 340 de procesamiento los datos adquiridos, junto con su propio código de identificador de concentrador IDC (k).

45

La unidad 340 de procesamiento, cuando ha recibido los datos necesarios para calcular la elongación de las cadenas de cintas transportadoras, actualiza una base de datos adecuadamente estructurada.

50 Cuando un operador 350 se conecta a la unidad 340 de procesamiento para obtener información referente al estado de una cinta transportadora 110(j) específica, por ejemplo proporcionando un correspondiente código de identificación de unidad IDU(j), la unidad 340 de procesamiento responde entregando el valor de elongación calculado El. De esta manera, el operador 350 puede comprobar si es necesario o no el reemplazo / reparación de la cadena 105. De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, las unidades 340 de procesamiento también pueden reportar de forma autónoma al operador 350 cuando la elongación El ha excedido un umbral crítico predeterminado (por ejemplo 3%).

5 En resumen, el sistema de monitorización descrito de acuerdo con la invención proporciona, para una detección de cantidades físicas (periodos de tiempo, calculados mediante contadores) llevada a cabo de forma local en la cinta transportadora, la recolección de dichas cantidades detectadas en un concentrador adaptado para dirigir las operaciones de detección, y un cálculo actualizado de la elongación de la cadena llevada a cabo mediante una unidad de procesamiento remota. Habiendo subdividido las operaciones que se van a realizar en un sistema distribuido, es posible obtener resultados precisos y fiables sin tener que estar forzado a utilizar dispositivos demasiado complicados, delicados y/o caros.

Por supuesto, con el fin de satisfacer requisitos contingentes y específicos, un experto en la materia puede aplicar a la solución descrita más arriba muchas modificaciones y alteraciones.

10 Por ejemplo, aunque en la presente descripción se hace referencia a aparatos de detección que comprenden un par de sensores Hall adaptados para detectar la presencia de un imán situado en un eslabón de la cadena, los conceptos de la presente invención pueden ser aplicados a distintos aparatos de detección, en los cuales los sensores de proximidad y/o los elementos de referencia sean de diferente tipo. En particular, los conceptos de la presente invención se pueden aplicar a un aparato de detección que comprende un par de cualquier sensores capaces de detectar una  
 15 cantidad física, y un elemento de referencia capaz de generar anomalías en el espacio que le rodea, tales que alteren el valor de la cantidad física, detectables por los sensores. Por ejemplo los sensores de proximidad pueden ser sensores capacitivos capaces de detectar variaciones de la capacidad eléctrica (con el elemento de referencia hecho de un material conductor), sensores inductivos capaces de detectar variaciones de la reluctancia (con el elemento de referencia hecho de material ferromagnético), sensores ópticos capaces de detectar la reflexión de un haz de luz (con  
 20 el elemento de referencia realizado con materiales opacos y/o reflectantes adecuados), o sensores ultrasónicos capaces de detectar ecos de retorno acústicos (con los medios de referencia conformados de acuerdo a una forma apropiada).

Aunque en el modo de realización descrito el cálculo de la velocidad y de la elongación supone la utilización de medidas calculadas mediante la unidad de recuento teniendo en cuenta los últimos  $p$  valores del contador  $C$ , los cuales  
 25 han sido recolectados y almacenados, los conceptos de la presente invención se pueden aplicar en el caso de que la velocidad y/o la elongación sean calculadas teniendo en cuenta cada vez sólo el último valor  $C1$  y/o el último valor  $C2$  del contador, obteniendo por tanto una medida instantánea, realizada en tiempo real.

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, evaluando directamente la distancia  $S$  recorrida por el imán para realizar una vuelta completa del circuito de cadena, mediante el último valor  $C1$  y/o el último valor  $C2$  del  
 30 contador, es posible obtener la longitud actualizada de la cadena de transporte en tiempo real. En este caso, las operaciones para el cálculo de la longitud deberían también ser ejecutadas por la unidad de recuento.

Aunque en el modo de realización descrito la velocidad y la longitud de la cadena han sido calculadas realizando recuentos utilizando un solo contador, el cual se reinicia y se reanuda cada vez que el imán 130 es detectado por el sensor 202c, consideraciones similares aplican en el caso en el cual el sistema de monitorización utilice dos contadores  
 35 diferentes, comprendiendo un primer contador configurado para ser iniciado cada vez que el imán 130 es detectado por el sensor 202c y un segundo contador configurado para ser iniciado cada vez que el imán 130 es detectado por el sensor 202d. Con esta implementación, el cálculo de la longitud de la cadena puede realizarse o bien midiendo el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del imán por el sensor 202c o bien midiendo el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del imán por el sensor 202d.

40

Reivindicaciones

1. Un sistema de monitorización para una cinta transportadora de artículos (100; 100(j)), comprendiendo dicha cinta transportadora de artículos una porción estática y al menos una correspondiente cadena de transporte (105) sin fin adaptada para moverse con respecto a la porción estática cuando la cinta transportadora de artículos esté en funcionamiento, incluyendo dicho sistema:
- 5
- un elemento (130) de referencia situado sobre la cadena de transporte;
  - un primer sensor (202c) integrado en la porción estática y un segundo sensor (202d) integrado en la porción estática, estando dichos primer y segundo sensores separados entre sí una primera distancia (Scd), estando configurado cada sensor para detectar el paso del elemento de referencia cercano al propio sensor, durante el funcionamiento de la cinta transportadora;
- 10
- medios (210(j)) de recuento acoplados a los sensores y configurados para medir:
    - a) un primer tiempo correspondiente al tiempo transcurrido entre un primer paso del elemento de referencia cercano al primer sensor y un primer paso del elemento de referencia cercano al segundo sensor, y
    - b) un segundo tiempo correspondiente:
      - 15 - al tiempo transcurrido entre el primer paso del elemento de referencia cercano al primer sensor y un segundo paso del elemento de referencia cercano al primer sensor, o
      - el tiempo transcurrido entre el primer paso del elemento de referencia cercano al segundo sensor y un segundo paso del elemento de referencia cercano al segundo sensor,
- siendo dicho segundo paso posterior al primer paso;
- 20
- medios (210(j)); 340) de computación configurados para:
    - c) determinar la velocidad de movimiento de la cadena de transporte con respecto a la porción estática basándose en el primer tiempo medido y en la primera distancia, y
    - d) determinar la longitud de la cadena basándose en la velocidad de movimiento determinada y basándose en el segundo tiempo medido.
- 25
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la cadena de transporte comprende una pluralidad de eslabones (110) de cadena, siendo dicho elemento de referencia, un único elemento de referencia situado sobre un elemento de cadena.
- 30
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde dichos medios de recuento están además configurados para memorizar un primer grupo de primeros tiempos medidos, comprendiendo dicho primer grupo una serie de primeros tiempos medidos más recientemente mediante dichos medios de recuento, comprendiendo dichos medios de computación además una unidad (340) de procesamiento configurada para determinar, para cada uno de los primeros tiempos medidos del primer grupo, un valor correspondiente de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte, dividiendo la primera distancia por dicho primer tiempo medido.
- 35
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dichos medios de recuento están además configurados para memorizar un segundo grupo de segundos tiempos medidos, comprendiendo dicho segundo grupo una serie de segundos tiempos medidos más recientemente mediante dichos medios de recuento, estando dicha unidad de procesamiento configurada para determinar, para cada uno de los segundos tiempos medidos del segundo grupo, un valor correspondiente de la longitud de la cadena, multiplicando dicho segundo tiempo medido por un correspondiente valor determinado de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte.
- 40
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la unidad de procesamiento esta además configurada para determinar un valor promedio de la longitud de la cadena, sumando entre sí los valores de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte determinado basándose en los segundos tiempos medidos del segundo grupo y dividiendo dicha suma por el número de segundos tiempos medidos del segundo grupo.
- 45
6. El sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde dichos medios de computación están configurados para determinar:
- un valor instantáneo de la velocidad de movimiento de la cadena de transporte, dividiendo la primera distancia por el primer tiempo medido, y

- un valor instantáneo de la velocidad de la cadena de transporte, multiplicando dicho valor instantáneo de la velocidad del movimiento de la cadena de transporte por el segundo tiempo medido.

5 7. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde los medios de computación son remotos con respecto a los medios de recuento, comprendiendo además dicho sistema una unidad de intercomunicación (315(k)) en comunicación con los medios de recuento y los medios de computación.

8. El sistema de la reivindicación 7 en donde:

e) la unidad de intercomunicación esta adaptada para interrogar a los medios de recuento para recibir los primeros tiempos medidos y los segundos tiempos medidos calculados por los medios de recuento, y

10 f) los medios de computación están adaptados para interrogar a dicha unidad de intercomunicación para recibir los primeros tiempos medidos y los segundos tiempos medidos recibidos de la unidad de intercomunicación.

9. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:

g) dichos sensores están configurados para detectar una cantidad física, y

h) estando configurado dicho elemento de referencia para generar, en el espacio que le rodea, anomalías tales que alteren el valor de la cantidad física, detectables mediante los sensores.

15 10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde:

i) dichos sensores son sensores Hall, y

j) dicho elemento de referencia es un imán.



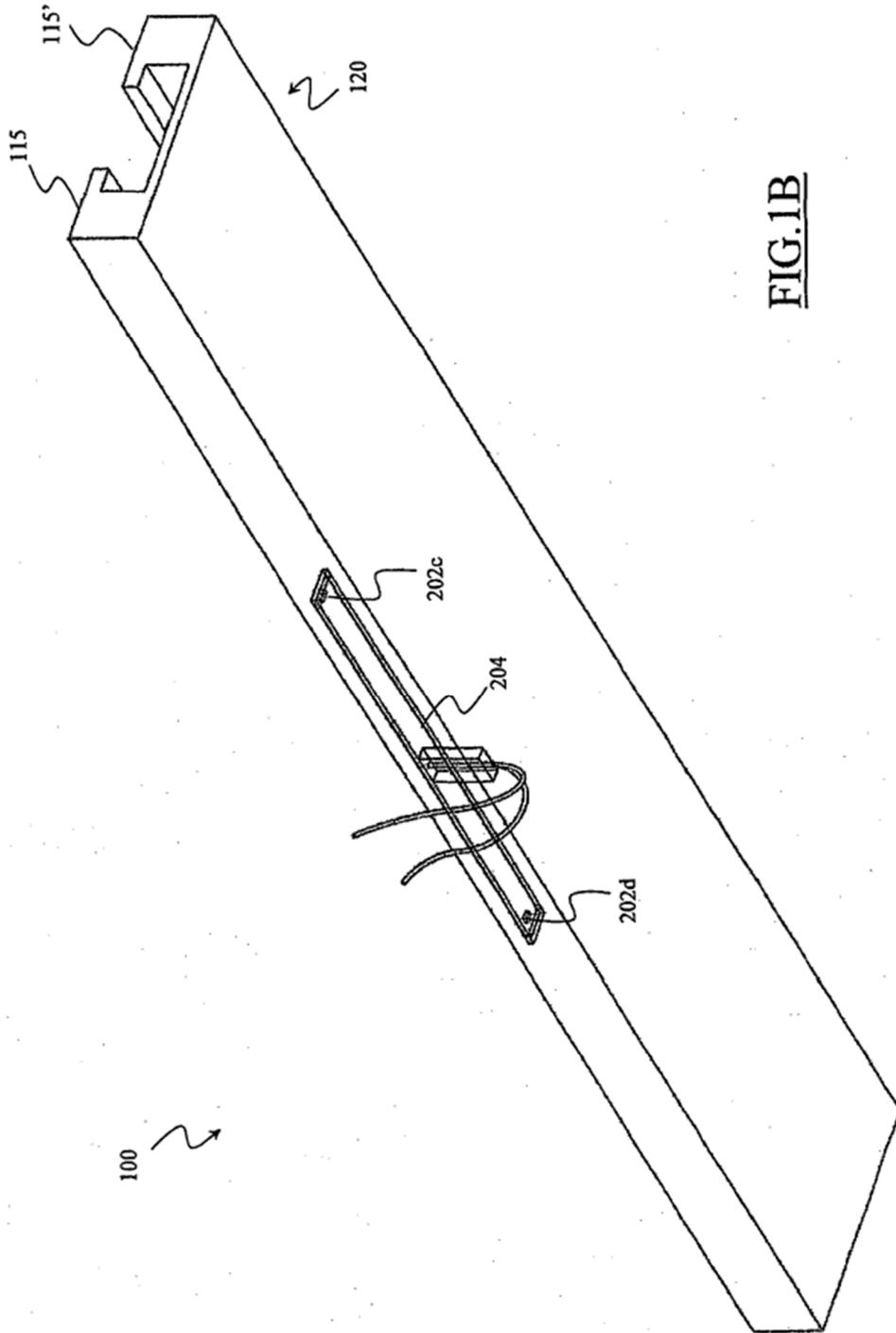


FIG. 1B

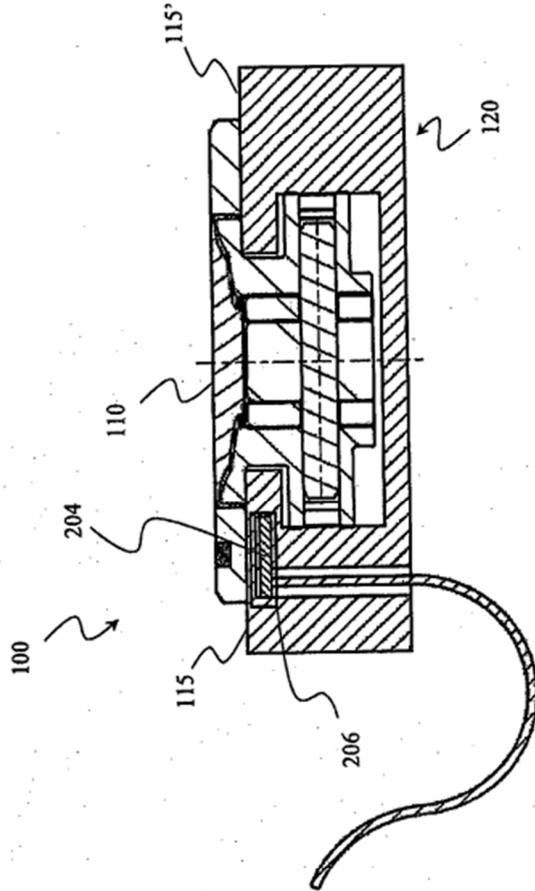


FIG.1C



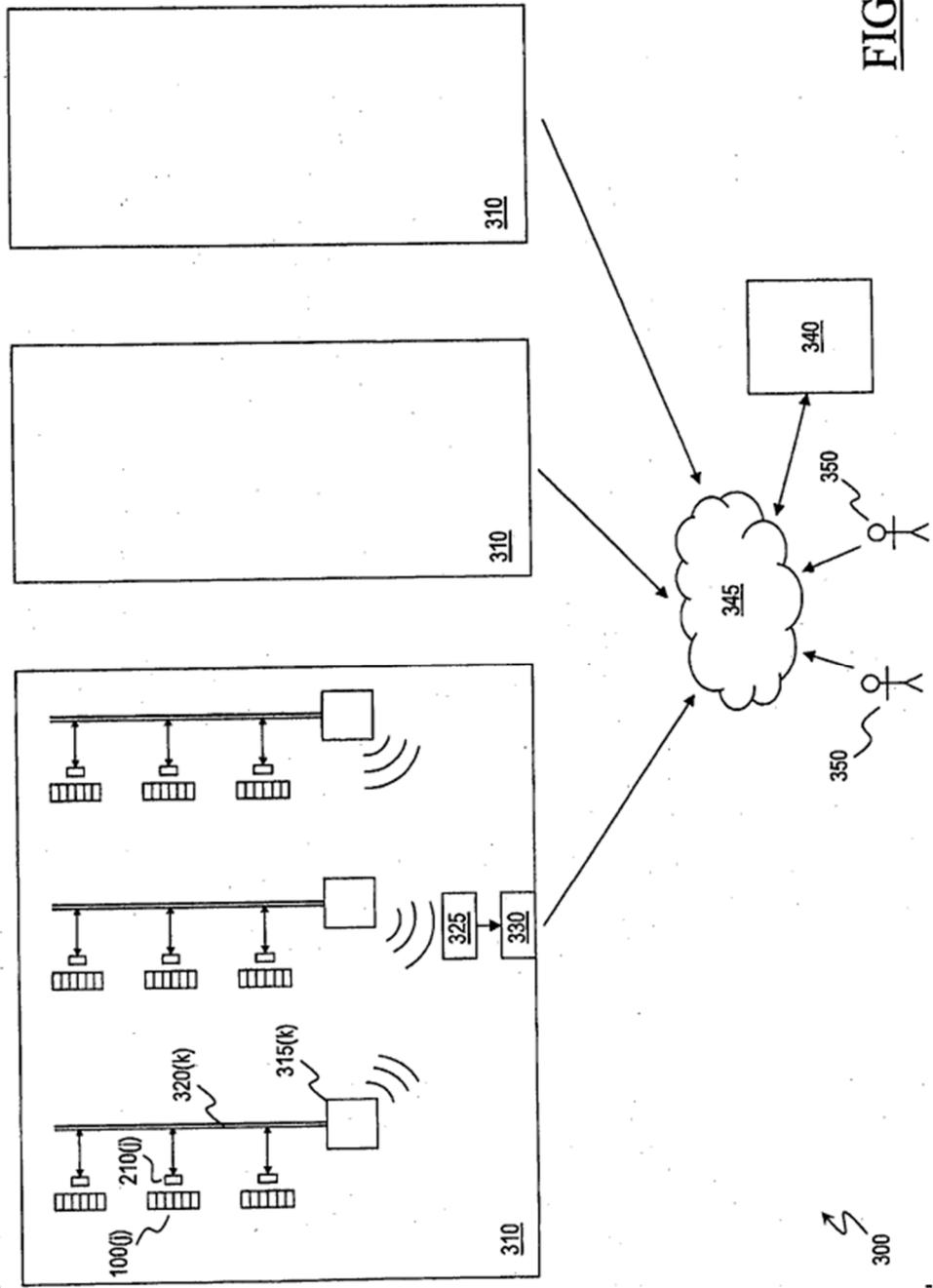


FIG.3