

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 393**

51 Int. Cl.:

A01D 41/14 (2006.01)

A01D 41/127 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/US2011/066826**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12088405**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11849925 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 2654396**

54 Título: **Métodos, sistemas y aparatos para monitorizar rendimiento y vehículo**

30 Prioridad:

22.12.2010 US 201061426376 P

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

11.07.2018

73 Titular/es:

PRECISION PLANTING LLC (100.0%)

**23207 Townline Road
Tremont, IL 61568, US**

72 Inventor/es:

**KOCH, JUSTIN, L. y
SAUDER, DEREK, A.**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 675 393 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

Métodos, sistemas y aparatos para monitorizar rendimiento y vehículo

5 **Antecedentes**

La figura 1A ilustra una cosechadora o combinada convencional 10. A medida que el operario en la cabina 12 conduce la combinada 10 por el campo, el cultivo que se cosecha se extrae a través del cabezal 15 que recoge el material vegetal y lo suministra al alimentador 16. El alimentador 16 lleva el material vegetal a la combinada donde el grano se separa del otro material vegetal. El grano separado es luego transportado hacia arriba por el elevador 120 de grano (figura 1B) al tornillo de Arquímedes (simplemente "tornillo" en lo sucesivo) 150 de fuente que transporta el grano al tanque 20 de grano. El otro material vegetal se descarga por la parte posterior de la combinada.

Cuando el tanque 20 de grano se llena, un vehículo de transporte tal como un carro, un carro o un camión de cereales es conducido hasta la combinada o la combinada es conducida hacia el vehículo de transporte en espera. El tornillo 30 de descarga se balancea hacia fuera hasta que el extremo se posiciona sobre el vehículo de transporte en espera. Un tornillo transversal 35 posicionado en la parte inferior del tanque 20 de grano suministra el grano al tornillo 30 de descarga extendido que a su vez deposita el grano en el vehículo de transporte en espera a continuación.

En la técnica se conoce la monitorización de rendimiento en vivo o en tiempo real durante la cosecha del cultivo. Un tipo de monitor de rendimiento disponible comercialmente usa un sensor de flujo másico tal como el sensor 130 de flujo másico ilustrado en la figura 1B y como se divulga en la patente de Estados Unidos nº 5.343.761, que se incorpora aquí en su totalidad como referencia. Con referencia a la figura 1B, cuando el grano 110 se descarga desde el elevador 120 golpea una placa 140 de impacto. Los sensores asociados con el sensor 130 de flujo másico producen un voltaje relacionado con la fuerza impuesta sobre la placa 140 de impacto. El flujo volumétrico de grano puede entonces calcularse basándose en el voltaje de manera que el sensor 130 de flujo másico determine un flujo de grano asociado con el grano dentro de la combinada 10. Tales sistemas también emplean diversos métodos para registrar la velocidad de la combinada en funcionamiento. Usando la velocidad y el ancho del paso que se cosecha (generalmente el ancho del cabezal), es posible obtener una tasa de rendimiento en fanegas por acre dividiendo la masa de grano cosechada durante un período de tiempo particular por el área cosechada. Además de informar de la tasa de rendimiento actual, dichos sistemas a menudo incorporan GPS u otros sistemas de posicionamiento para asociar cada tasa de rendimiento informada con una ubicación discreta en el campo. Por lo tanto, se puede generar un mapa de rendimiento para referencia en temporadas posteriores.

La mayoría de los sistemas disponibles comercialmente también utilizan un sensor para determinar la humedad del grano a medida que se cosecha. Detectar la humedad del grano permite al operario determinar el tiempo o gasto probable requerido para secar el cultivo cosechado y también permite que el monitor de rendimiento informe de datos de rendimiento más útiles corrigiendo el contenido de agua. Debido a que el grano se seca antes del almacenamiento a largo plazo y la venta (por ejemplo, a una humedad estándar del sector de 15,5%), el nivel de humedad cosechado se puede usar para calcular el peso del grano vendible por acre.

Durante la cosecha, varios factores afectan la fiabilidad del sensor de flujo másico. Se sabe que los cambios en el rendimiento del cultivo, tipo de grano, variedad de semilla y genética, humedad del grano y temperatura ambiente cambian las características de flujo del grano y por lo tanto cambian la señal producida por el sensor para el mismo caudal másico. Debido a estas condiciones de cambio durante el funcionamiento, es bien sabido que los sensores de flujo másico pueden ser inexactos sin la calibración adecuada.

Por esta razón, los manuales provistos con monitores de rendimiento disponibles en el mercado generalmente instruyen al operario a realizar ocasionalmente una rutina de calibración. Más comúnmente, cuando una carga de grano se descarga en un vagón de peso o balanza, el operario introduce el peso medido de grano, y el sistema de monitor de rendimiento aplica un factor de corrección a su señal comparando el peso medido con su acumulación calculada de masa.

Una de las desventajas de este método de calibración de carga por carga es que consume mucho tiempo y, a menudo, el operario no lo realiza regularmente. Reconociendo que muchos productores no realizan calibraciones regulares y en un intento de automatizar el proceso de calibración, algunos carros de grano se han adaptado para transmitir de manera inalámbrica el peso de la carga al sistema de monitor de rendimiento, como se divulga en la patente de los Estados Unidos nº 7.073.314 de Beck et al, que divulga un sistema para calibrar remota y automáticamente un sensor de flujo másico en un monitor de rendimiento de una combinada, en la que, una vez que se obtiene un peso real, un dispositivo de comunicación inalámbrico instalado en un carro de grano envía información de calibración a un dispositivo de comunicación inalámbrico instalado en la combinada para calibrar el sensor de flujo másico. Sin embargo, cuando se usan múltiples carros de grano, este método requiere instrumentación de máquinas adicionales para obtener una calibración de carga por carga, y no es factible ninguna calibración cuando el operario descarga grano directamente en un camión de grano. Además, la calibración de carga por carga puede no ser posible cuando, por ejemplo, el tanque de grano solo se puede descargar parcialmente.

Además, este método no elimina los defectos inherentes de la calibración de carga por carga que se describen a continuación.

5 Incluso si el operario o el sistema de monitor de rendimiento realizan regularmente una rutina de calibración, muchas de las condiciones que afectan al sensor de flujo másico cambian numerosas veces durante la acumulación de cada carga, de modo que la rutina de calibración no puede corregir dichos cambios. Dicho de otra manera, los diversos cambios en las condiciones que requieren la corrección masiva del sensor de flujo rara vez coincidirán con una planificación de calibración de carga por carga. Por ejemplo, una carga de grano de alta humedad se puede cosechar y usar para recalibrar el sensor de flujo másico justo antes de entrar en un área más seca del campo, haciendo que los sensores de flujo másico sean más imprecisos que si no se hubiera realizado la calibración.

10 Como tal, existe la necesidad de un sistema y método para calibrar con precisión el sensor de caudal másico de un monitor de rendimiento durante la cosecha.

15 El documento US 2006/0046800 A1 divulga un aparato para pesar la cosecha encima de una máquina de cosecha autopropulsada, en la que una pluralidad de conjuntos de celdas de carga se colocan en el conjunto del eje de la máquina y están en comunicación con un control inteligente de manera que el peso del producto cosechado contenido en la tolva de la máquina puede pesarse con precisión.

20 De acuerdo con la invención está provisto un método de calibrar un sensor de flujo másico de una cosechadora, como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 A es una vista en perspectiva de una segadora-trilladora convencional.

La figura 1B ilustra un sensor de flujo másico convencional.

La figura 1C ilustra otra realización de un sensor de flujo másico.

30 La figura 1D ilustra otra realización más de un sensor de flujo másico.

La figura 2A ilustra una realización de un proceso para calibrar un sensor de flujo másico.

35 La figura 2B ilustra otra realización de un proceso para calibrar un sensor de flujo másico.

La figura 2C ilustra una característica de calibración para un sensor de flujo másico.

La figura 2D ilustra el peso del vehículo y los datos del sensor de flujo másico.

40 La figura 3 ilustra una realización de un sistema para calibrar un sensor de flujo másico.

La figura 4A es una vista en planta superior de una realización de un sistema de peso del vehículo.

45 La figura 4B es una vista en alzado esquemática del eje delantero de una cosechadora que ilustra la carga en el eje delantero y el sistema de peso del vehículo de la figura 4A.

La figura 4C es una vista en planta superior de otra realización de un sistema de peso del vehículo.

50 La figura 4D es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para detectar cargas de pago fantasma.

La figura 5A es una vista en corte transversal de una realización de un extensómetro.

55 La figura 5B es una vista en corte transversal del soporte del sensor según se ve a lo largo de las líneas B-B de la figura 5A.

La figura 5C es una vista en perspectiva del soporte de imán de la figura 5A.

60 La figura 6 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de calibración de un sistema de peso del vehículo.

La figura 7A ilustra una realización de un sistema para medir el peso del grano o el cambio de peso del tanque de grano a medida que se llena de grano.

65 Las figuras 7B-7E ilustran diferentes vistas de otra realización para medir el peso del grano o el cambio de peso del tanque de grano a medida que se llena con grano.

La figura 8 es una vista en alzado lateral de una realización de un sensor de presión de cabezal.

La figura 9 ilustra un proceso para identificar datos de peso del vehículo no fiables.

5

Descripción detallada

Métodos de calibración

10 Con referencia ahora a los dibujos en los que los mismos números de referencia designan las mismas partes o las correspondientes a lo largo de las diversas vistas, la figura 2A es un diagrama de flujo que muestra los pasos de un proceso preferido 200 para calibrar un sensor 130 de flujo másico (figura 1B). Al iniciar el paso 210 de inicio, comienzan dos pasos 215 y 220 de medición. En el paso 215, se obtiene una señal de caudal másico desde un sensor de flujo másico. En el paso 220, se obtiene una señal de peso del vehículo relacionada con el peso del

15 vehículo de la segadora-trilladora a partir de un sistema de medición del peso del vehículo. En el paso 235, se obtiene preferiblemente un factor de corrección de flujo másico de la ejecución anterior y se multiplica por la masa medida de grano cosechado para obtener un caudal másico corregido. En el paso 237, la medición del flujo másico corregido se informa preferiblemente, se marca fecha y hora y se almacena para un procesamiento posterior. En el paso 250, se determina un error entre la señal de flujo másico y la señal de peso del vehículo y se calcula un nuevo factor de corrección del flujo másico. El nuevo factor de corrección de flujo másico se almacena preferiblemente para su uso en el paso 235; es decir, el nuevo factor de corrección del flujo másico se aplica a los caudales másicos medidos posteriores.

25 La determinación del error y el cálculo de un nuevo factor de corrección en el paso 250 se pueden realizar de acuerdo con diversos métodos. Un método es simplemente dividir la integral de la señal de flujo másico por el cambio en el peso total del vehículo. Sin embargo, un primer problema con este método es que el peso del vehículo no cambia simultáneamente con la señal de flujo másico, es decir, el grano golpeando la placa 140 de impacto (figura 1B) del sensor 130 de flujo másico ya afectó el peso total del vehículo en el punto de cosecha. Este problema puede corregirse parcialmente midiendo el tiempo durante el cual la señal del sensor de flujo másico continúa leyendo un valor distinto de cero después de que la combinada deja de cosechar, y luego cambia el tiempo de la señal de flujo másico para que coincida mejor con la señal de peso del vehículo. Otro problema con este método es que la medición del peso del vehículo en cualquier momento, o incluso el cambio en el peso medido del vehículo entre dos tiempos discretos, puede no ser fiable debido a la pendiente cambiante del vehículo y otras condiciones cambiantes (como se discutió con respecto a varias realizaciones del sistema de peso del vehículo a continuación).

35 Además, los datos empíricos han demostrado que los sensores de flujo másico son relativamente precisos durante el funcionamiento, excepto cuando la combinada encuentra cambios ocasionales en las condiciones del campo o del cultivo. Cuando cambian las condiciones del campo o del cultivo, las pendientes de los datos de flujo másico acumulados medidos serán significativamente diferentes de la pendiente de los datos de peso medidos del vehículo por lo que los conjuntos de datos comenzarán a rastrearse el uno lejos del otro. Una corrección ocasional de la pendiente de los datos del sensor de flujo másico se "ajustará" estrechamente a los conjuntos de datos, pero los conjuntos de datos se deben monitorizar casi de forma continua para aplicar la corrección en los momentos apropiados.

45 A la luz de los problemas y resultados empíricos discutidos anteriormente, se muestra otro proceso para corregir el peso en el paso 250 mediante el diagrama de flujo de la figura 2B. En el proceso de la figura 2B, la necesidad de un factor de corrección se determina basándose en la pendiente relativa de los datos de peso del vehículo y los datos de flujo másico acumulados. En el paso 252, se obtiene preferiblemente un caudal másico a partir de una tabla de búsqueda (descrita en más detalle con respecto a la figura 2C) a la luz de la señal del sensor 130 de flujo másico. En el paso 254, se registra el caudal másico así como una suma acumulada del flujo másico y preferiblemente se marca fecha y hora. En el paso 256, se registra el peso del vehículo y preferiblemente se marca fecha y hora. En el paso 258, se repiten los procesos de los pasos 252, 254 y 256, preferiblemente hasta que se alcanza un período de medición T (por ejemplo, 10 segundos). En los pasos 260 y 262, la pendiente (es decir, la tasa de cambio) del flujo másico a lo largo del tiempo se compara con la pendiente (es decir, la tasa de cambio) del peso del vehículo a lo largo del tiempo. Si los signos que indican la dirección de las pendientes son diferentes o el valor absoluto de las pendientes difiere en más de un porcentaje umbral (por ejemplo, 1%), entonces se calcula un nuevo factor de corrección en el paso 264. De lo contrario, el factor de corrección previo (si lo hubiera) se retiene preferiblemente en el paso 266. Debería apreciarse que retener el factor de corrección previo puede no comprender un paso algorítmico positivo.

60 Se debe apreciar que además de comparar las tasas de cambio, la estimación del cambio de peso basado en flujo puede compararse durante el período de registro T con una estimación del cambio de peso basado en peso (preferiblemente derivada de la diferencia en la señal de peso al principio y final del período de registro) de manera que se pueda determinar un factor de corrección apropiado.

65 La tabla de consulta preferiblemente consultada en el paso 252 comprende preferiblemente un conjunto de curvas

280 de calibración como se ilustra en la figura 2C. La respuesta de algunos sensores de flujo másico de tipo de impacto comercialmente disponibles no es lineal con el caudal másico como es bien conocido en la técnica. La forma de esta relación no lineal puede variar con factores como el tipo de grano, la inclinación del vehículo y el contenido de humedad. De este modo, un conjunto de curvas 280 de calibración correspondiente a cada rango de tales factores puede desarrollarse y consultarse empíricamente para determinar el caudal másico del sensor en el paso 252.

El cálculo de un nuevo factor de corrección en el paso 264 se lleva a cabo para ajustar mejor los datos de caudal másico acumulado a los datos de peso del vehículo durante el período de medición T o los períodos de medición T. El factor de corrección puede comprender un único multiplicador lineal. La figura 2D es un conjunto de datos ilustrativos 270. El conjunto de datos 270 incluye datos 272 de peso del vehículo (representados por un diagrama de dispersión) y datos 271 de caudal másico acumulado (representados por un gráfico de líneas). Durante el período de medición T (en la figura 2D, 60 segundos), la pendiente de los datos 271 de flujo másico acumulado difiere significativamente de la pendiente de los datos 272 de peso del vehículo. Por lo tanto, se usa preferiblemente una pendiente corregida (ilustrada por la línea 271'). Para lograr esto, se calcula un factor de corrección (k) como la relación entre la pendiente de la línea 271' y la pendiente de una línea que mejor se ajusta a los datos 271 de caudal másico.

Debería apreciarse que se puede usar un método de corrección más complejo para ajustar los conjuntos de datos en lugar de multiplicar por una constante. Por ejemplo, un método alternativo puede determinar los coeficientes necesarios para introducir los datos del sensor de flujo másico en un polinomio de primer orden, segundo orden, tercer orden o cuarto orden que mejor se ajuste a los datos de peso del vehículo durante el período de medición T. También se debe apreciar que en algunas aplicaciones, los métodos de procesamiento de señal conocidos en la técnica (como filtros antialiasing y de paso bajo) pueden aplicarse a una o a ambas señales del peso del vehículo y del caudal másico para evitar el registro erróneo de datos.

Sistemas de calibración

La figura 3 es una ilustración esquemática de un sistema 300 de calibración usado preferiblemente para llevar a cabo el proceso 200. El sistema 300 de calibración incluye preferiblemente un sistema 400 de peso del vehículo, una placa 310 de monitor de rendimiento, un sistema 320 de monitorización, un sensor 330 de humedad, un sensor 335 de peso de tornillo, un sensor 340 de velocidad, uno o más giroscopios 345, uno o más acelerómetros 350 (preferiblemente acelerómetros de tres ejes), un sistema 355 de GPS, un sensor 130 de flujo másico, un sensor 380 de presión de cabezal y un sensor 130 de flujo másico.

El sistema 320 de monitor incluye preferiblemente una unidad 324 de visualización y una circuitería de procesamiento que incluye una unidad 322 de procesamiento central (CPU). La unidad 324 de visualización es preferiblemente una interfaz gráfica de usuario configurada para permitir al operario introducir comandos. El sistema 320 de monitor está montado preferiblemente en la cabina 12 (figura 1A) de la combinada 10 de modo que un usuario puede ver la unidad 324 de visualización. En algunas realizaciones, el sistema 320 de monitor también puede configurarse para mostrar información de plantación tal como la divulgada en el documento US 8.386.137. En tales realizaciones, el sistema 320 de monitor está configurado preferiblemente para mostrar mapas que superponen información de plantación con datos de rendimiento y para comparar información de plantación para producir datos.

La placa 310 de monitor de rendimiento está montada preferiblemente en la combinada 10. El giroscopio 345 y el acelerómetro 350 están preferiblemente en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento y montados en la misma. El sensor 340 de velocidad, el sensor 330 de humedad, el sensor 130 de flujo másico, el sensor 380 de presión de cabezal y el sistema 400 de peso del vehículo están todos preferiblemente en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento que está, a su vez, en comunicación eléctrica con el sistema 320 de monitor. El sistema 355 de GPS también está preferiblemente en comunicación eléctrica con el sistema 320 de monitor.

El sensor 340 de velocidad está configurado preferiblemente para medir la velocidad de un eje de la combinada como se conoce en la técnica. Con cada rotación o rotación parcial del eje, el sensor 340 de velocidad envía preferiblemente un impulso de codificador a la placa 310 de monitor de rendimiento. El sistema 320 de monitor determina preferiblemente la velocidad del eje a partir del tiempo entre cada pulso de codificador.

Sistemas de medición del peso del vehículo

La figura 4A ilustra una realización del sistema 400 de peso del vehículo. El sistema 400 de peso del vehículo generalmente incluye un conjunto de extensómetros 500 (descrito en detalle más adelante) unidos a la combinada 10. Como se ilustra, la combinada 10 incluye neumáticos delanteros 410, eje delantero 422, neumáticos traseros 415 y eje trasero 427. Una realización del sistema 400 de peso del vehículo incluye un par de extensómetros delanteros 500f1 y 500f2 montados en el eje delantero 422, y un par de extensómetros traseros 500r1 y 500r2 montados en el eje trasero 427. Cada extensómetro 500 tiene un extremo derecho y un extremo izquierdo y está montado preferiblemente en el eje respectivo en dos ubicaciones cerca de dicho extremo derecho y cerca de dicho

extremo izquierdo. Cada extensómetro 500 se monta preferiblemente usando las abrazaderas 460 (figura 4B) u otro aparato adecuado fijado de forma segura al eje respectivo. Cada extensómetro 500 está preferiblemente en alineación sustancial con el eje respectivo al que está montado. Cada extensómetro 500 está preferiblemente en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento.

5 En el funcionamiento del sistema 400 de peso del vehículo, el peso de la combinada 10 es transportado por los ejes 422, 427 que transfieren la carga a los neumáticos delanteros y traseros 410, 415, respectivamente. Por lo tanto, se imponen tensiones de flexión sobre el eje delantero 422 y el eje trasero 427. La figura 4B es una ilustración esquemática de las cargas que actúan sobre el eje delantero 422. La porción del peso de la combinada 10 transportada por el eje delantero 422 se identifica como Fw. El peso Fw se aplica en dos puntos donde el bastidor de la combinada está unido a los ejes, lo que da como resultado una fuerza Fw/2 en cada punto de unión. La carga Fw se transfiere al suelo por los neumáticos delanteros 410 dando como resultado una fuerza de reacción designada por las fuerzas Fr y Fl en cada neumático delantero 410. Aunque no se muestra, las cargas correspondientes y las fuerzas de reacción que producen tensiones de flexión son experimentadas por el eje trasero 427. Debe apreciarse que a medida que aumenta la carga sobre los ejes 422, 427 debido a que se agrega más grano a la tolva de grano a medida que se cosecha el cultivo, las tensiones de flexión sobre los ejes aumentarán. Estas tensiones de flexión incrementadas darán como resultado el desplazamiento hacia dentro de las abrazaderas 460 una hacia la otra a medida que el eje se dobla como se muestra exagerado por las líneas ocultas en la figura 4B. A medida que las abrazaderas se desplazan hacia dentro, los extensómetros 500 generan un aumento correspondiente en la tensión que se comunica a la placa 310 de monitor de rendimiento. La suma de los voltajes de los extensómetros 500 es proporcional al peso de la combinada 10 y la magnitud de la fuerza Fw impuesta sobre cada eje.

25 En algunas realizaciones, los extensómetros delanteros 500f1 y 500f2 pueden omitirse de manera que solo el eje trasero 427 esté equipado con extensómetros 500r1 y 500r2. Debería apreciarse que en tales realizaciones la exactitud del sistema de peso del vehículo se verá comprometida; sin embargo, después de un período de operación más largo, una realización de este tipo proporcionaría todavía una indicación útil de hasta qué punto el sensor 130 de flujo másico se ha "desplazado" de acuerdo con los métodos descritos con respecto a las figuras 2A y 2B.

Aparato de medición del peso del vehículo

30 La figura 5A ilustra una sección transversal de una realización de un extensómetro 500. El extensómetro 500 incluye preferiblemente un conducto 510, un sensor 530, un soporte 535 de sensor, un imán 520 y un soporte 525 de imán.

35 El conducto 510 está montado en un primer extremo a una primera abrazaderas 460. El soporte 535 de sensor está fijado (por ejemplo, ajuste a presión) dentro del conducto 510. Un tubo 515 está montado preferiblemente dentro del soporte 535 de sensor. Como se ve mejor en la figura 5B, el sensor 530 está alojado dentro del tubo 515, preferiblemente encapsulado.

40 El soporte magnético 525 se aloja de manera deslizante dentro del conducto 510. El soporte magnético 525 está fijado a una varilla 550. La varilla 550 está fijada a una segunda abrazadera 460 cerca de un segundo extremo del conducto 510. El imán 520 está montado preferiblemente dentro del soporte magnético 525, como se ve mejor en la figura 5C. El imán 520 incluye preferiblemente una abertura 522. El soporte 525 de imán incluye una cavidad 527. El tubo 515 se extiende preferiblemente a través de la abertura 522 de imán y dentro de la cavidad del soporte 527 de imán. El tubo está preferiblemente restringido radialmente por una junta tórica 532 alojada dentro del soporte magnético 525.

50 El sensor 530 puede ser cualquier sensor configurado para emitir una señal proporcional a un campo magnético experimentado por el sensor. El sensor 530 es preferiblemente un sensor de efecto Hall tal como el número de modelo A1392 disponible de Allegro MicroSystems, Inc. en Saitama, Japón. El sensor 530 está en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento.

55 En funcionamiento, cuando las abrazaderas 460 se mueven una con respecto a la otra como se describió anteriormente y se ilustra en la figura 4B, el soporte 525 de imán se mueve dentro del conducto 510 de manera que el soporte 525 de imán y el soporte 535 de sensor se mueven uno con respecto al otro. Por lo tanto, el sensor 530 se mueve dentro de la abertura 522 en el imán 520. El imán 520 desarrolla un campo magnético dentro de la abertura 522. La magnitud del campo magnético varía a lo largo del ancho del imán 520 (de derecha a izquierda como se ve en la figura 5A). Cuando el sensor 530 se mueve dentro del campo magnético, el sensor 530 envía una señal a la placa 310 de monitor de rendimiento, cuya tensión es proporcional a la magnitud del campo magnético en la ubicación del sensor 530. Por lo tanto, la tensión producida por el sensor 530 está relacionada con la posición del sensor 530 dentro del imán 520. Asimismo, la tensión producida por el sensor 530 está relacionada con el desplazamiento relativo de las abrazaderas 460.

65 Debería apreciarse que otras realizaciones del extensómetro 500 pueden incluir un imán 520 que tiene una forma diferente y diferentes ubicaciones del sensor 530 con respecto al imán 520. Sin embargo, la realización descrita con respecto a las figuras 5A-5C es preferible porque dentro de la abertura 522, la magnitud del campo magnético adyacente al imán 520 varía sustancialmente y con una linealidad sustancial dentro de la abertura a lo largo del

ancho del imán 520.

Es preferible usar dos extensómetros 500 montados en cada eje debido a escenarios complejos de carga experimentados por los ejes durante el funcionamiento. Por ejemplo, si uno de los ejes se colocase hacia delante o hacia atrás doblándose en la dirección de desplazamiento de la combinada 10 (es decir, transversal a las fuerzas verticales F_w ilustradas en la figura 4B), las abrazaderas 460 experimentarían un desplazamiento relativo no relacionado con un cambio de peso de la combinada 10. Sin embargo, con dos extensómetros 500, tal flexión mueve un par de abrazaderas 460 más separadas al tiempo que acerca el otro par de abrazaderas 460, de modo que la suma de los voltajes enviados por los extensómetros 500 permanece sustancialmente intacta. Se observa una reducción de error similar si cualquiera de los ejes se coloca en torsión. También debería apreciarse que los extensómetros 500 pueden estar montados en la parte inferior de los ejes 422, 427 de modo que las abrazaderas 460 se separen a medida que aumenta el peso de la combinada 10.

Procesamiento de datos de flujo másico

El sistema 300 de calibración también procesa preferiblemente los datos de flujo másico corregidos en datos de rendimiento. Mientras que el método de calibración descrito con respecto a las figuras 2A y 3 se llevan a cabo durante la cosecha, los datos de flujo másico corregidos son almacenados por el sistema 320 de monitor. El sistema 320 de monitor integra preferiblemente datos de flujo másico durante cada período de monitorización discreta (T) (por ejemplo, cinco segundos) durante el funcionamiento para obtener la masa (m) de grano acumulado durante ese período de monitorización T. El usuario preferiblemente introduce el ancho del cabezal (es decir, ancho del cabezal (Wh)) en el sistema 320 de monitor antes del funcionamiento. El sistema 320 de monitor determina una distancia recorrida (D) integrando la velocidad (medida, por ejemplo, mediante el sensor 340 de velocidad) durante el período de monitorización T. El rendimiento (Y) se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{m}{DW_h}$$

Los datos de rendimiento se pueden corregir para la humedad usando la señal del sensor 330 de humedad y se informa en fanegas secas por acre como se conoce en la técnica. Las ubicaciones en el campo asociadas con cada período de monitorización T se establecen usando el sistema GPS 355 y son registradas por el sistema 320 de monitor. El GPS y los datos de rendimiento se pueden usar para producir un mapa de rendimiento que ilustra la variación espacial del rendimiento.

Métodos de calibración del sistema de peso del vehículo

Bajo algunos métodos de calibración del sistema 400 de peso del vehículo, se determinan preferiblemente multiplicadores apropiados para aplicar a la señal enviada por cada extensómetro 500 de manera que la suma de las señales multiplicada por sus multiplicadores individuales es sustancialmente proporcional al peso de la combinada 10. La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso 600 para calibrar un sistema de peso del vehículo. En el paso 610, el sistema 320 de monitor registra las señales V_1 a través de V_n enviadas por cada extensómetro 500. En el paso 620, el sistema de monitor ordena al operario realizar una maniobra de calibración de modo que los diversos neumáticos soporten diferentes fracciones del peso de la combinada 10. Por ejemplo, el sistema de monitor puede indicar al operario que conduzca la combinada sobre una superficie sustancialmente plana a una velocidad dada.

Debido a que el peso total de la combinada 10 no cambia sustancialmente durante la maniobra de calibración, la relación entre las señales V_n puede modelarse mediante una relación como:

$$W = \sum_{n=1}^N C_n V_n(t)$$

donde:

W -- es una constante porque el peso de la combinada es constante (nota: W puede no representar el peso real de la combinada 10)

V_n -- representa la señal enviada por el enésimo extensómetro 500

C_n -- es un coeficiente que representa un factor de calibración o multiplicador asociado con el enésimo extensómetro 500

t -- es el tiempo en segundos.

5 Por lo tanto, en el paso 630, el sistema 320 de monitor preferiblemente determina el conjunto de coeficientes C_n que da como resultado un valor constante W a lo largo de la maniobra de calibración. Se debe apreciar que en algunos casos no se puede obtener en la práctica un valor constante W , en cuyo caso el sistema de monitor determina preferiblemente el conjunto de coeficientes C_n que resultan en la variación más pequeña (por ejemplo, desviación estándar) de W durante la maniobra de calibración.

10 En el paso 640, se agrega o elimina un peso conocido del sistema. Por ejemplo, el cabezal 15 puede retirarse de la combinada 10 de manera que el peso total de la combinada decrece por el peso conocido del cabezal. En el paso 650, se calculan los nuevos coeficientes C_n de modo que el cambio en W sea igual al cambio conocido en el peso de la combinada. Por ejemplo, los coeficientes C_n se pueden multiplicar por una constante única igual a la disminución en W dividida por el cambio de peso conocido (por ejemplo, el peso del cabezal 15). En el paso 660, el sistema 320 de monitor almacena preferiblemente los nuevos coeficientes C_n para su aplicación a mediciones de peso
15 posteriores.

20 En una fase de configuración opcional anterior a la calibración descrita en el diagrama 600 de flujo de proceso, el sistema 320 de monitor instruye preferiblemente al operario para llevar a cabo una rutina similar a la rutina 620 de calibración de manera que cambie la fracción de peso transportada por los diversos neumáticos. A medida que se lleva a cabo cada subrutina, el sistema 320 de monitor evalúa el cambio en las señales V_n y determina si los cambios en las señales corresponden al cambio esperado en la fracción de peso transportada por cada neumático. Por ejemplo, si el sistema de monitor ordena al operario acelerar el vehículo, se debe observar un aumento en las señales de los extensómetros delantero y trasero dispuestos hacia atrás 500f2 y 500r2. Si no se observa dicho cambio, el sistema 320 de monitor instruye preferiblemente al operario para garantizar que los extensómetros
25 dispuestos hacia atrás 500f2 y 500r2 estén instalados apropiadamente.

30 En una fase opcional de evaluación del sistema, el sistema 320 de monitor determina nuevos coeficientes C_n (como se realiza en el paso 630 en el flujo 600 de proceso) mientras que la combinada 10 se mueve pero no está cosechando. Como ejemplo, el sistema 320 de monitor puede iniciar el paso 630 del proceso 600 cuando el sistema GPS 355 indica que la combinada 10 se mueve a más de 16 kilómetros por hora o cualquier velocidad predeterminada por encima de la cual la combinada 10 está probablemente en un modo de transporte y no está cosechando. Debería apreciarse que es preferible calcular nuevos coeficientes C_n mientras está en el transporte porque el peso de la combinada 10 está cambiando entre los miembros portadores de carga pero la combinada no está acumulando grano.
35

Datos no fiables

40 En el funcionamiento del sistema 400 de peso del vehículo, ciertos parámetros medioambientales y de funcionamiento ocasionalmente causan inexactitud en los datos de peso del vehículo. Dichos datos se identifican preferiblemente por el sistema de monitor y, preferiblemente, no se usan para calibrar la señal de caudal másico proporcionada por el sensor 130 de flujo másico.

45 De este modo, se muestra un proceso preferido 900 para filtrar los datos de peso del vehículo no fiables en el diagrama de flujo de la figura 9. En el paso 200, el sistema 320 de monitor preferiblemente calibra la señal de caudal másico usando el peso del vehículo de acuerdo con el proceso 200 descrito con respecto a la figura 2A. En el paso 910, el sistema 320 de monitor preferiblemente monitoriza un criterio de calidad de datos. El criterio de calidad de datos comprende preferiblemente una señal correspondiente a la precisión de los datos generados por el sistema 400 de peso del vehículo. En el paso 920, el sistema 302 de monitor preferiblemente compara la calidad de los datos con un umbral predeterminado. El umbral puede comprender un porcentaje predeterminado o número de desviaciones estándar del criterio de calidad de datos medio o simplemente un valor predeterminado. El umbral preferiblemente se encuentra entre un rango de calidad de datos no deseado y un rango de calidad de datos deseado.
50

55 Si el criterio de calidad de datos excede el umbral, entonces en el paso 930 el sistema de monitor calibra preferiblemente la señal de caudal másico con los datos de peso del vehículo. Al llevar a cabo el paso 930, el sistema 320 de monitor preferiblemente continúa registrando datos del sistema 400 de peso del vehículo, pero deja de usar el sistema de peso del vehículo. En realizaciones en las que el sistema 320 de monitor calibra el sensor de flujo masivo usando un factor de corrección (por ejemplo, como se describe con respecto a la figura 2B), el sistema de monitor puede continuar usando el último factor de corrección calculado antes de que el criterio de calidad de datos excediera el umbral de datos fiable.
60

65 En el paso 940, el sistema de monitor determina preferiblemente si el criterio de calidad de datos está por debajo del umbral de datos de confianza (es decir, si se puede confiar nuevamente en los datos de peso del vehículo). Si es así, en el paso 950, el sistema 320 de monitor reanuda preferiblemente la calibración del flujo másico con los datos de peso del vehículo.

Datos no fiables - Operaciones de descarga

Durante el funcionamiento del sistema 300 de calibración, el operario ocasionalmente activará el tornillo 30 de descarga de la combinada 10 para eliminar el grano acumulado 110 del tanque 20 de grano de la combinada. A menudo, esta operación se lleva a cabo durante la cosecha, con un tractor que tira de un carro de grano o de un tornillo al lado de la combinada 10. Durante tales operaciones, el peso de la combinada cambia debido a la descarga y, por lo tanto, el peso del vehículo no se debe usar para calibrar el sensor 130 de flujo másico como se describe en el presente documento. Por lo tanto, un sensor 335 de peso de tornillo se incluye preferiblemente en la realización del sistema 300 de calibración como se ilustra en la figura 3.

El sensor 335 de peso puede comprender un extensómetro unido a cualquier miembro portador de carga de la combinada 10 que soporta el peso del tornillo 30 de descarga y configurado para medir la deformación (por ejemplo, el esfuerzo) del miembro portador de carga, o cualquier otro sensor configurado para enviar una señal proporcional al peso del sinfín 30 de descarga. En una fase de configuración, el sistema 320 de monitor registra un valor de la señal del sensor 335 de peso del tornillo cuando no hay grano en el tornillo 30 de descarga. En funcionamiento, cuando la combinada descarga grano a través del tornillo 30 de descarga, el peso del tornillo de descarga aumenta y la señal del sensor 335 de peso del tornillo aumenta. Cuando la señal del sensor 335 de peso del tornillo alcanza un nivel umbral superior al valor registrado en la fase de establecimiento, el sistema 320 de monitor entra en el modo de datos no fiable como se describe con respecto a la figura 9. Se debe apreciar que cuando el tornillo 30 de descarga gira, el contenido de frecuencia de la señal del sensor de peso del tornillo cambiará porque el tornillo de descarga experimentará una vibración vertical sustancial. Por lo tanto, en un método alternativo, el espectro de frecuencia de la señal del sensor de peso del tornillo se usa para determinar cuándo gira el tornillo. Cuando la señal del sensor de peso del tornillo incluye una componente de frecuencia dentro de un rango predeterminado que tiene una amplitud dentro de un rango predeterminado, el sistema 320 de monitor preferiblemente entra en modo de datos no fiables.

Además, la señal del sensor 335 de peso de tornillo se puede usar para determinar si el tanque 20 de grano se ha vaciado por completo. Si el operario descarga solo una porción del tanque 20 de grano y detiene el tornillo 30 de descarga, entonces la frecuencia de la señal del sensor de peso del tornillo regresará por debajo de su valor de umbral (indicando que el tornillo de descarga no está girando) pero el valor de la señal permanecer por encima de su valor de umbral porque el tornillo de descarga no puede vaciarse hasta que el tanque 20 de grano se vacíe. Así, cuando la señal del sensor de peso del tornillo vuelve por debajo de su valor de umbral, el sistema 320 de monitor determina preferiblemente que el tanque 20 de grano está vacío y puede realizar cualquier paso que requiera un tanque de grano vacío, como comparar la suma de las señales del extensómetro a la suma medida durante la configuración o indicando visualmente al operario que el tanque de grano está vacío.

Datos no fiables - Dinámica del vehículo

El acelerómetro 350 está preferiblemente orientado y configurado para enviar una señal a la placa 310 de control de rendimiento relacionada con la aceleración o deceleración de la combinada 10 a lo largo de la dirección de desplazamiento. Debido a que la aceleración o deceleración excesiva puede imponer cargas excesivas en el aparato de peso del vehículo, el sistema 320 de monitor preferiblemente entra en el modo de datos no fiable cuando la señal del acelerómetro excede un valor de umbral predefinido. De manera similar, el giroscopio 345 está orientado y configurado preferiblemente para enviar señales a la placa 310 de control de rendimiento, cuyas señales están relacionadas con la inclinación y el balanceo de la combinada 10. Debido a que una inclinación o balanceo excesivo de la combinada 10 hace que el aparato de peso del vehículo sufra cargas que pueden no estar directamente relacionadas con el peso de la combinada, el sistema 320 de monitor entra preferiblemente en el modo de datos no fiable cuando cualquiera de las señales giroscópicas excede valores de umbral predefinidos.

Datos no fiables - Contacto de cabezal-suelo

Debería apreciarse que cuando el cabezal 15 contacta con el suelo, la capacidad de un sistema 400 de peso del vehículo para pesar la combinada 10 se ve comprometida porque una porción del peso del vehículo es transportada por el cabezal. De este modo, el sensor 380 de presión del cabezal se puede usar en aplicaciones en las que el cabezal 15 está en contacto ocasionalmente o regularmente con el suelo. El sensor 380 de presión del cabezal puede comprender cualquier sensor de presión configurado para producir una señal correspondiente a la presión en uno o más accionadores hidráulicos usados para posicionar el cabezal 15. La figura 8 ilustra un sensor 380 de presión del cabezal en comunicación fluida con la cámara 810 de trabajo de un accionador hidráulico 800. En la realización ilustrada, el sensor 380 de presión del cabezal está instalado de manera que el fluido de una línea 820 de suministro de presión fluya a través del sensor 380 de presión del cabezal antes de entrar en la cámara 810 de trabajo. El sensor 380 de presión del cabezal puede comprender un transductor de presión tal como los fabricados por Gems Sensors & Controls en Plainville, Connecticut. El sensor 380 de presión del cabezal envía una señal a la placa 310 de monitor de rendimiento correspondiente a la presión en la cámara 810 de trabajo.

En funcionamiento, el sistema 320 de monitor compara preferiblemente la señal del sensor 380 de presión del cabezal con un valor de umbral correspondiente a la presión requerida para mantener el cabezal 15 justo por encima de la superficie. A medida que la presión disminuye por debajo de la presión de umbral, la diferencia de presión

corresponde al peso del cabezal transportado por el suelo. Durante el funcionamiento, el sistema 320 de monitor preferiblemente resta este peso del peso del vehículo medido por el sistema 400 de peso del vehículo. En algunas aplicaciones, particularmente cuando no se espera que el cabezal 15 esté en contacto frecuentemente con el suelo durante el funcionamiento, la señal del sensor 380 de presión del cabezal puede usarse simplemente para determinar si el sistema 310 de monitor debe entrar en modo de datos no fiables.

Datos no fiables - Carga útil fantasma

En algunas realizaciones, el sistema 320 de monitor también introduce preferiblemente el modo de datos no fiables cuando el punto efectivo de carga en los neumáticos 410 se desplaza. La figura 4C ilustra una combinada 10 que tiene neumáticos delanteros duales 410 como es común en las combinadas disponibles comercialmente. En funcionamiento, si el peso de la combinada 10 se desplaza de un neumático dual interior y hacia un neumático dual exterior (como, por ejemplo, cuando el neumático dual exterior encuentra una pendiente pronunciada u obstrucción), el punto de carga efectivo se desplaza desde el centro del eje delantero 422. De este modo, la flexión del eje delantero 422 aumenta de tal manera que la señal desde los extensómetros 500f1 y 500f2 aumenta, incluso aunque el peso de la combinada no haya cambiado. Esta señal falsa se describe en el presente documento como "señal fantasma" y la carga calculada resultante se describe en el presente documento como "carga útil fantasma".

Para detectar la carga útil fantasma, la realización del sistema 400 de peso del vehículo ilustrado en la figura 4C incluye preferiblemente extensómetros duales 500d11 y 500d12 entre los neumáticos delanteros izquierdos 4101 y los extensómetros 500f1 y 500f2. Además, la misma realización incluye preferiblemente extensómetros duales 500dr1 y 500dr2 entre los neumáticos delanteros derechos 410r y los extensómetros 500f1 y 500f2. Los extensómetros duales 500d están preferiblemente montados en la combinada 10 usando una abrazadera u otro aparato adecuado. Los extensómetros duales 500d están en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento. Se apreciará a la luz de la divulgación de esta solicitud que un solo extensómetro 500d se puede montar cerca de cada neumático dual 410, pero se incluyen preferiblemente dos extensómetros (como se ilustra en la figura 4C) para cancelar los efectos de torsión y flexión no vertical. Cuando la suma de las señales de cualquier par de extensómetro dual 500d excede un valor de umbral, el sistema 320 de monitor preferiblemente entra en modo de datos no fiables.

Usando las realizaciones del sistema de peso del vehículo descritas en el presente documento con respecto a la figura 4C, el sistema 320 de monitor puede detectar la carga útil fantasma cuando la relación entre las señales de cualquier par de extensómetros duales adicionales 500d y los extensómetros delanteros 500f excede un valor de umbral. En un método, el sistema 320 de monitor simplemente puede introducir el modo de datos no fiable cuando se detecta la carga útil fantasma. Sin embargo, de acuerdo con otro método como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 4D, el sistema 320 de monitor también puede calcular y restar la carga útil fantasma detectada de la carga útil medida. En el diagrama 480 de flujo de proceso de la figura 4D, en el paso 481, el sistema de monitor determina preferiblemente que la combinada 10 está cosechando de acuerdo con una serie de indicadores, que incluyen: (a) si la cabezal se baja usando el sensor 380 de peso de cabezal; (b) si la aceleración vertical es ruidosa usando el acelerómetro 350; (c) si la combinada está girando usando el giroscopio 345; o (d) si la velocidad de combinada está dentro de un rango predeterminado (por ejemplo, 3,21 y 11,26 kilómetros por hora) usando el sistema GPS 355 o el sensor 340 de velocidad.

Si la combinada 10 está cosechando, entonces en el paso 482 el sistema 320 de monitor determina si el balanceo de la combinada está dentro de un rango predeterminado aceptable usando el giroscopio 345. Si el balanceo es aceptable, la combinada preferiblemente ajusta las señales del extensor dual y del eje delantero en el paso 483 a señales calculadas "sin inclinación" determinando la inclinación usando el acelerómetro 350, determinando un factor de inclinación por el que se ve afectada la carga del eje delantero debido a la inclinación de la combinada y dividiendo las señales por el factor de inclinación. En el paso 484, el sistema 320 de monitor preferiblemente determina señales de extensómetro dual "sin inclinación" pronosticadas que usan el sensor 360 de flujo másico para determinar el cambio en el peso del grano. En el paso 485, el sistema 320 de monitor preferiblemente resta cada señal de extensómetro dual "sin inclinación" predicho de la correspondiente señal del extensómetro dual "sin inclinación" calculado para obtener la "señal fantasma". En el paso 486, el sistema 320 de monitor preferiblemente aplica los multiplicadores calculados para los extensómetros duales 500d (como se describe con respecto a la figura 6) a cada "señal fantasma" y suma las "señales fantasmas" para obtener la carga útil fantasma total. En el paso 487, el sistema 320 de monitor preferiblemente resta la "carga útil fantasma" de la carga total "sin inclinación" en el eje delantero 422 para obtener la carga corregida "sin inclinación" en el eje delantero. En el paso 488, el sistema 320 de monitor preferiblemente reajusta la carga de "no paso" en el eje delantero 422 multiplicándola por el factor de paso calculado en el paso 483. Por lo tanto, el sistema 320 de monitor puede eliminar la "carga útil fantasma" del peso del vehículo medido.

Alternativas - Sistemas de peso del vehículo

Debería apreciarse que el método de calibración del sensor 130 de flujo másico descrito en el presente documento, así como el sistema para realizar el método, podría llevarse a cabo con cualquier aparato configurado para medir el peso (o el cambio de peso) de la combinada 10 o del tanque 20 de grano que contiene grano limpio 110. La figura

7A ilustra una realización alternativa del sistema 400 de peso del vehículo en el que el tanque 20 de grano de la combinada 10 está soportado por las celdas 720 de carga. Cada celda 720 de carga está equipada con extensómetros otros dispositivos configurados para enviar una señal proporcional a la compresión de la celda de carga. En la realización ilustrada, el tanque 20 de grano incluye crestas superiores e inferiores 750u y 750l. Las celdas de carga se montan entre las crestas 750 y el bastidor de la combinada. Debería apreciarse que otras realizaciones del sistema de peso del vehículo pueden incluir celdas 720 de carga en otras ubicaciones y orientaciones que soportan el peso del tanque 20 de grano.

Sin embargo, como se ve mejor en la figura 1A, en la mayoría de las combinadas comercialmente disponibles, el elevador 120 de grano y el tornillo transversal 35 comprenden miembros de portadores de carga y de imposición de carga con respecto al tanque 20 de grano, de modo que es difícil determinar el peso del grano dentro del tanque de grano sin modificar la estructura de la combinada 10.

Por lo tanto, se ilustra una combinada 10 modificada que incorpora otra realización del sistema 400 de peso del vehículo en las figuras 7B-7E. En esta realización, el peso del tanque 20 de grano está aislado de otros miembros de la combinada 10 y está soportado por las celdas 720 de carga. El elevador 120 de grano pasa a través de la pared del tanque 20 sin imponer cargas significativas sobre el tanque, preferiblemente a través de un sello 123 que puede construirse de cualquier material (por ejemplo, caucho) adecuado para sellar grano en el tanque mientras permite que el elevador 120 de grano y el tanque 20 de grano se muevan uno con respecto al otro. Adicionalmente, el tornillo transversal 35 está situado debajo de una ranura transversal 38 en el tanque 20 de grano de tal manera que el grano cae desde el tanque al tornillo transversal para su transporte al tornillo 30 de descarga. En tales realizaciones, una compuerta o puerta que se cierra de forma selectiva (no mostrada) sobre el tornillo transversal 35 en el fondo del tanque 20 de grano se incorpora preferiblemente para retener el grano en el tanque de grano cuando el grano no se está descargando. Sustancialmente, todo el peso del tanque 20 descansa sobre las patas 36 de soporte del tanque de grano. Las celdas 720 de carga están interpuestas entre las patas 36 de soporte del depósito de grano y los miembros 37 de soporte del bastidor de la combinada.

Debe apreciarse que en las realizaciones descritas anteriormente con respecto a las figuras 7B-7E, la estructura de soporte y el sistema de medición de peso podrían modificarse significativamente mientras se obtiene una medición relacionada con el peso del tanque 20 de grano. En algunas realizaciones, las patas 36 de soporte se podrían unir directamente (por soldadura o por juntas) a los miembros 37 de soporte y las patas 36 de soporte equipadas con extensómetros. En otras realizaciones, las patas 36 de soporte podrían unirse a los miembros 37 de soporte mediante pasadores instrumentados.

En las realizaciones discutidas anteriormente con respecto a la figura 7A o las realizaciones discutidas anteriormente con respecto a las figuras 7B-E, cada celda 720 de carga está en comunicación eléctrica con la placa 310 de monitor de rendimiento. Se apreciará que la suma de las señales de las celdas 720 de carga enviadas al tanque es proporcional al peso del tanque de grano y su contenido. La calibración de la realización del sistema de peso del vehículo 400 puede realizarse registrando una primera suma de las señales de celda de carga S_1 cuando el tanque 20 de grano está vacío, añadiendo un peso conocido W_{cal} al tanque de grano, y registrando una segunda suma de las señales de celda de carga S_2 con el peso conocido en su lugar. La relación de W_{cal} en la diferencia entre S_2 y S_1 constituye una característica k de calibración (en unidades de, por ejemplo, libras por milivoltio). Por lo tanto, a medida que se agrega grano al tanque durante el funcionamiento, el peso del grano W_g se puede representar en términos de la suma actualmente registrada de las señales de celda de carga S de la siguiente manera:

$$W_g = k(S - S_1)$$

En algunas realizaciones, la respuesta de las celdas de carga puede ser no lineal de manera que la característica k de calibración se debería reemplazar con una curva característica (por ejemplo, curva 280 de la figura 2C) que relaciona un conjunto de pesos conocidos con señales de celda de carga. En otras realizaciones, puede ser preferible llevar a cabo una maniobra de calibración y obtener un conjunto de multiplicadores correspondiente a cada celda 720 de carga como se describe con respecto a la figura 6.

Alternativas - Sensores de flujo másico

También debería apreciarse que el sensor 130 de flujo másico no necesita comprender el tipo de placa de impacto ilustrada en la figura 1B pero puede comprender cualquier sensor configurado para enviar una señal correspondiente al flujo másico de grano en la combinada 10. Por ejemplo, la figura 1C ilustra un elevador 120 de grano accionado por un árbol 122 de accionamiento. Un sensor 124 de par está acoplado al árbol 122 de accionamiento. El sensor 124 de par de torsión está en comunicación eléctrica o inalámbrica con la placa 310 de monitor de rendimiento. El sensor 124 de torsión puede ser un sensor de par de torsión rotativo en línea tal como los disponibles en FUTEK Advanced Sensor Technology, Inc en Irvine, California. El sensor 124 de par de torsión está configurado preferiblemente para producir una señal correspondiente al par en el árbol 122 de accionamiento. El par de torsión sobre el árbol 122 de accionamiento aumenta cuando el elevador 120 de grano lleva el peso del grano 110. Por lo

5 tanto, la señal del sensor 124 de par de torsión puede usarse para medir el peso del grano 110 en el elevador 120 de grano en un momento dado. De acuerdo con un método para usar la realización del sensor 130 de flujo másico, la velocidad del árbol 122 de accionamiento puede medirse usando un sensor de velocidad similar al sensor 340 de velocidad u otro aparato adecuado. Usando la velocidad del árbol 122 de accionamiento y la longitud conocida del elevador 120 de grano, la placa de control de rendimiento determina preferiblemente cuándo el elevador de grano ha completado un ciclo y registra el peso del grano 110 añadido a la combinada en cada ciclo.

10 En otra realización del sensor 130 de flujo másico ilustrado en la figura 1D, el árbol 122 de accionamiento es accionado por un motor eléctrico o hidráulico 126. La potencia extraída por el motor 126 se mide como se conoce en la técnica y se informa a la placa 310 de control de rendimiento. Al igual que el par de torsión en el árbol 122 de accionamiento, la potencia extraída por el motor 126 está relacionada con el peso del grano 110 en el elevador 120 de grano y puede ser usada por el sistema 320 de monitor para medir un caudal de grano 110 de acuerdo con el método descrito anteriormente.

15 En otras realizaciones, el sensor 130 de flujo másico puede comprender un aparato usado para medir el peso del grano limpio 110 a medida que se mueve a través de la combinada 10 como se divulga en la patente de Estados Unidos nº 5.779.541.

20 Otros tipos de sensores de flujo másico que pueden calibrarse mediante el método descrito en el presente documento incluyen sensores de flujo másico ópticos como se conocen en la técnica.

25 La descripción anterior se presenta para permitir a un experto en la técnica hacer y usar los sistemas, métodos y aparatos descritos en el presente documento y se proporciona en el contexto de una solicitud de patente y sus requisitos. Diversas modificaciones a la realización preferida del aparato, y los principios y características generales del sistema y métodos descritos en el presente documento serán evidentes para los expertos en la técnica. Por lo tanto, la invención no debe limitarse a las realizaciones del aparato, sistema y métodos descritos anteriormente e ilustrados en las figuras de los dibujos, sino que debe otorgarse el alcance más amplio consistente con el alcance de esta invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para calibrar un sensor (130) de flujo másico de una cosechadora (10) mientras cosecha grano, incluyendo dicho método:
- 5 interceptar un flujo de grano con un sensor (130) de flujo másico;
- medir un flujo másico de dicho grano con dicho sensor (130) de flujo másico para obtener un caudal másico medido;
- 10 almacenar dicho grano en un tanque (20) de grano en la cosechadora (10);
- caracterizado por:
- 15 obtener mediciones de peso de una porción de dicha cosechadora (10) que incluye dicho tanque (20) de grano en una primera vez y una segunda vez para obtener un cambio medido en el peso del grano;
- comparar dicho cambio medido en peso del grano con dicho caudal másico medido;
- 20 determinar una imprecisión en dicho caudal másico medido basándose en dicho cambio en el peso del grano; y
- corregir caudales másicos medidos posteriores basándose en dicha inexactitud.
- 2.- El método de la reivindicación 1, que incluye además:
- 25 realizar una rutina de calibración correspondiente a un cambio de peso conocido;
- comparar dicho cambio medido en el peso del grano con un cambio conocido en el peso del grano; y
- 30 determinar un factor de corrección para corregir dicho cambio medido en el peso del grano a dicho cambio conocido en el peso del grano; y
- aplicar el multiplicador a una medición de peso posterior.
- 3.- El método de la reivindicación 1, que incluye además:
- 35 obtener una señal relacionada con la fiabilidad de dichas mediciones de peso; y
- filtrar dicha medición del peso basándose en dicha señal.
- 4.- El método de la reivindicación 1, en el que dicho paso de comparar dicho cambio medido en peso del grano con dicho caudal másico medido incluye:
- 40 determinar una tasa de cambio en el peso del grano, una suma acumulativa de dicho caudal másico, y una tasa de cambio de dicho suma acumulativa; y
- 45 comparar dicha tasa de cambio en el peso del grano con dicha tasa de cambio de dicha suma acumulativa.
- 5.- El método de la reivindicación 1, en el que dicho paso de comparar dicho cambio medido en el peso del grano con dicho caudal másico incluye:
- 50 integrar dicho caudal másico medido durante un período de registro para obtener una estimación de cambio de peso basada en el flujo;
- determinar un cambio en la señal de peso durante dicho período de registro para obtener una estimación de cambio de peso basada en el peso; y
- 55 comparar dicha estimación de cambio de peso basada en el flujo con dicha estimación de cambio de peso basada en el peso.
- 6.- El método de la reivindicación 1, en el que el paso de obtener las mediciones de peso de una porción de dicha cosechadora (10) incluye:
- 60 obtener dichas mediciones de peso con un sistema (400) de peso del vehículo, dicho sistema (400) del peso del vehículo incluyendo un primero sensor (500) de peso y un segundo sensor (500) de peso.
- 65
- 7.- El método de la reivindicación 6, en el que el paso de obtener las mediciones de peso de una porción de dicha

cosechadora (10) incluye además:

llevar a cabo una rutina de calibración mientras un peso de dicha cosechadora (10) permanece sustancialmente sin cambios; y

5 determinar un primer factor de calibración asociado con dicho primer sensor (500, 720) de peso y un segundo factor de calibración asociado con dicho segundo sensor (500, 720) de peso de manera que una medición de peso de calibración de dicha cosechadora (10) permanezca sustancialmente constante durante dicha rutina de calibración.

10 8.- El método de la reivindicación 6, en el que el paso de obtener mediciones de peso de una porción de dicha cosechadora (10) incluye además:

cambiar un peso conocido de dicha cosechadora (10) de modo que dicha señal de peso cambie; y

15 determinar un primer factor de calibración asociado con dicho primer sensor (500, 720) de peso y un segundo factor de calibración asociado con dicho segundo sensor (500, 720) de peso de modo que dicho cambio medido en el peso del grano corresponde con dicho peso correspondiente con dicho peso conocido.

9.- El método de la reivindicación 1, que incluye además:

20 generar un criterio de calidad de datos asociado con dichas mediciones de peso;

comparar dicho criterio de calidad de datos con un rango deseado;

25 determinar un error asociado con dicha tasa de flujo usando una de dichas mediciones de peso registradas mientras dicho criterio de calidad de datos estaba dentro de dicho rango deseado;

corregir dicha tasa de flujo usando dicho error para generar un caudal másico corregido; y

30 visualizar dicho caudal másico corregido.

10.- El método de la reivindicación 1, en el que dicho paso de determinar una inexactitud en dicho caudal másico medido basándose en dicho cambio en el peso del grano es llevado a cabo por circuitería de procesamiento configurada para calcular un caudal másico basándose en dicha inexactitud.

35 11.- El método de la reivindicación 10, que comprende además:

generar un criterio de calidad de datos con un sensor (500, 720, 335, 340, 345, 350, 355, 380), dicho sensor (500, 720, 335, 340, 345, 350, 355, 380) estando en comunicación eléctrica con dicha circuitería de procesamiento.

40 12.- El método de la reivindicación 11, en el que dicho sensor (500, 720, 335, 340, 345, 350, 355, 380) comprende uno de un giroscopio (345), un acelerómetro (350), un sensor (340) de velocidad, un sensor (335) de peso de tornillo, un sistema (355), y un sensor (380) de presión de cabezal.

45 13.- El método de la reivindicación 12, que comprende además:

comparar dicho criterio de calidad de datos con un umbral; y

50 ignorar una señal de peso cuando dicho criterio de calidad de datos introduce un rango no deseado definido por dicho umbral.

14.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:

medir una deformación de un miembro (422, 427, 36, 37) de portador de carga de dicha cosechadora (10).

55 15.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:

generar una señal de peso usando una celda (500, 720) de carga, dicha señal (500, 720) de carga soportando una porción del peso de dicha cosechadora (10).

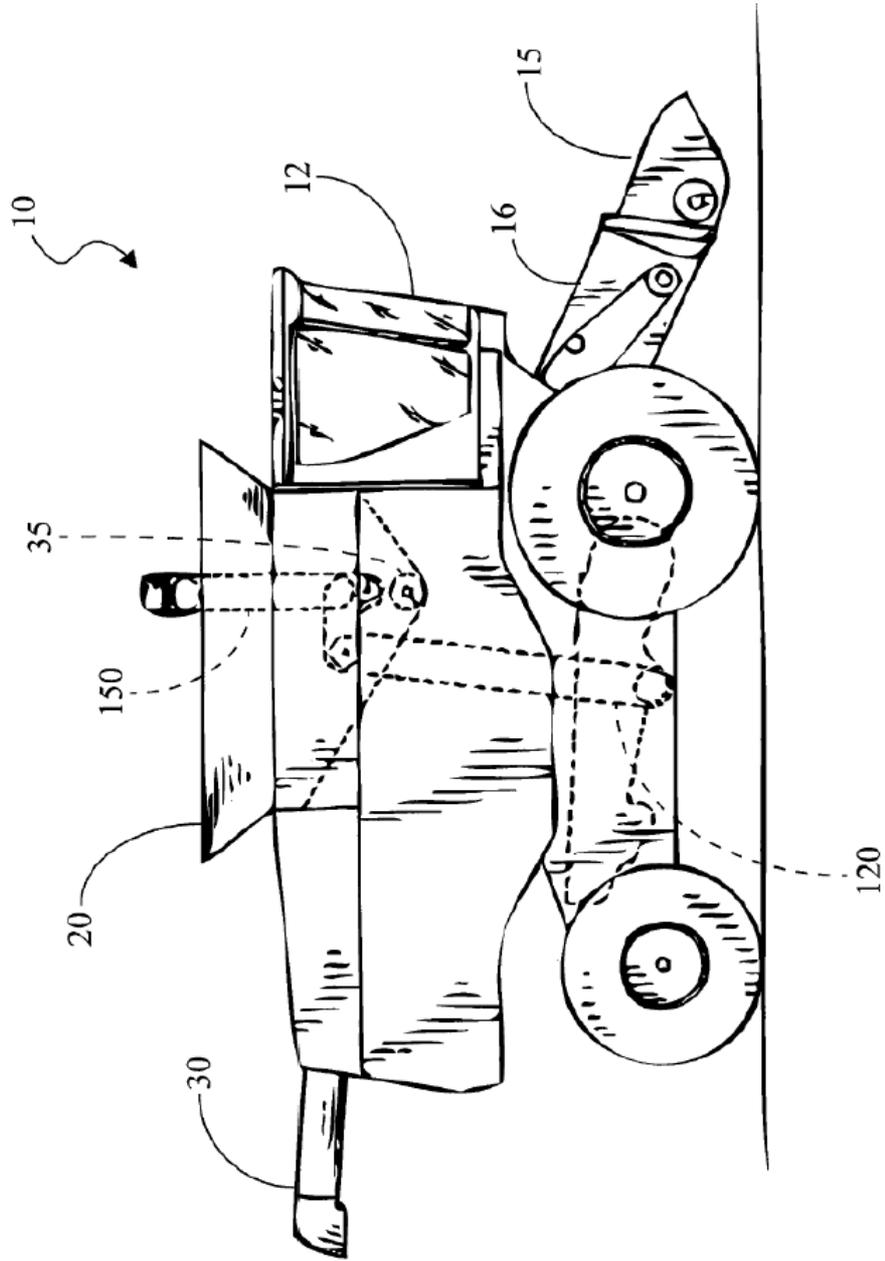


FIG. 1A
(TÉCNICA ANTERIOR)

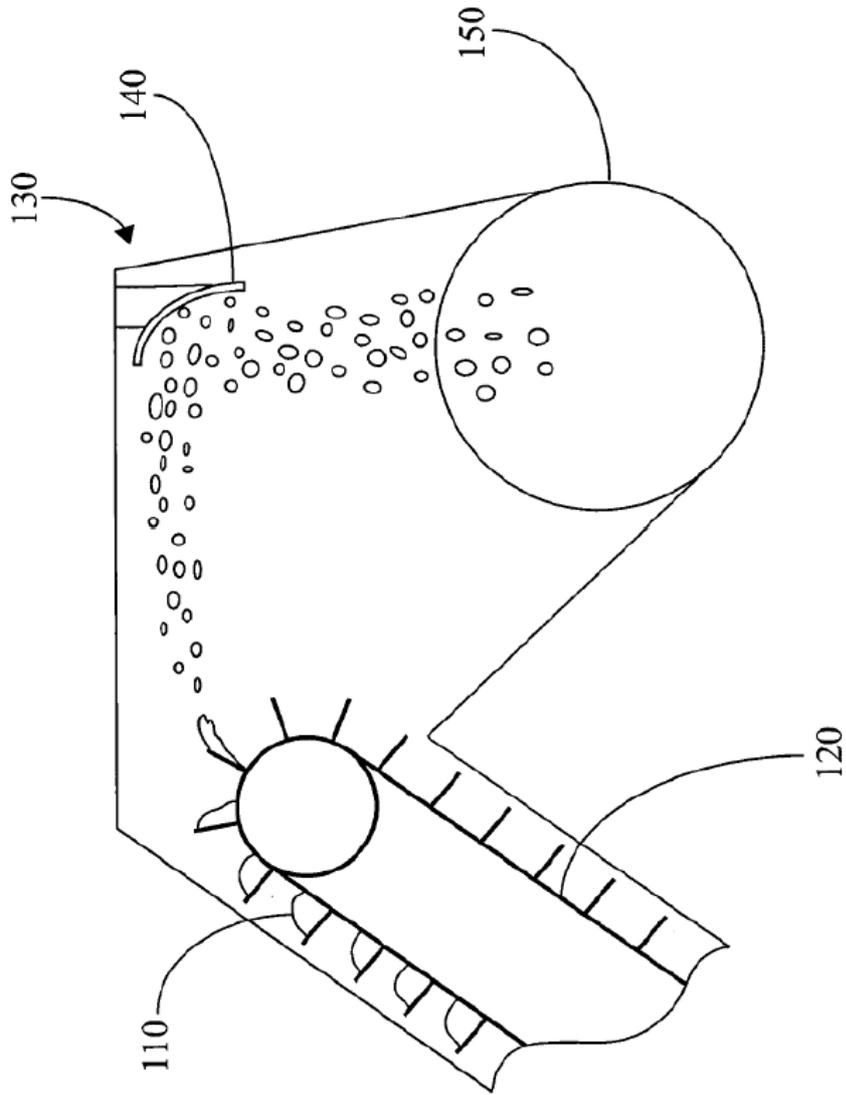


FIG. 1B
(TÉCNICA ANTERIOR)

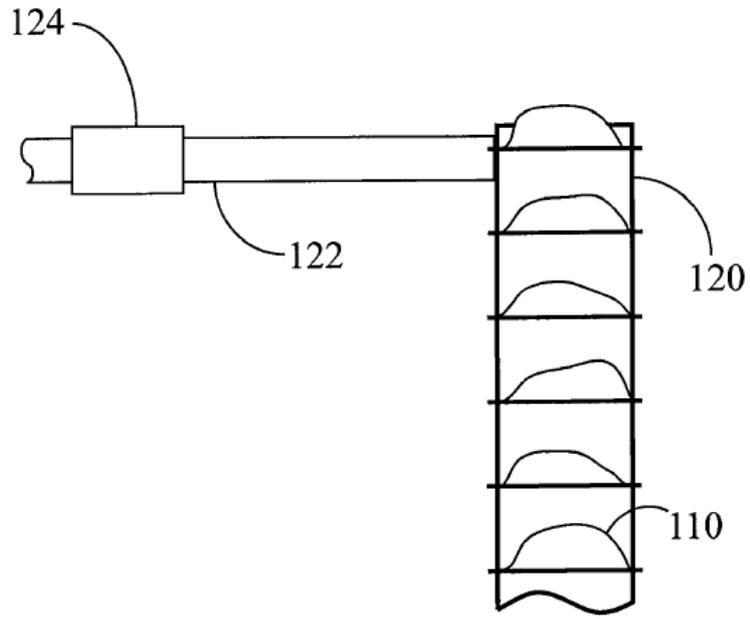


FIG. 1C

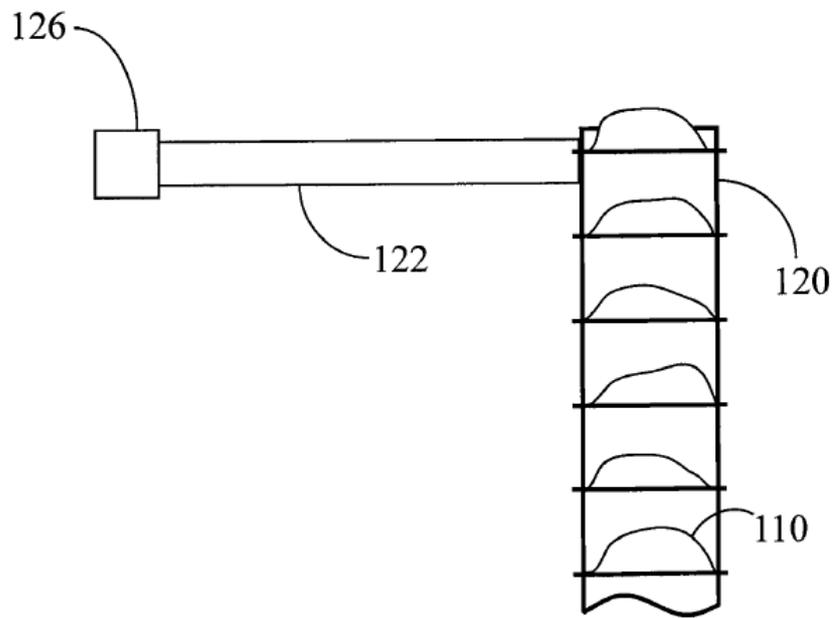


FIG. 1D

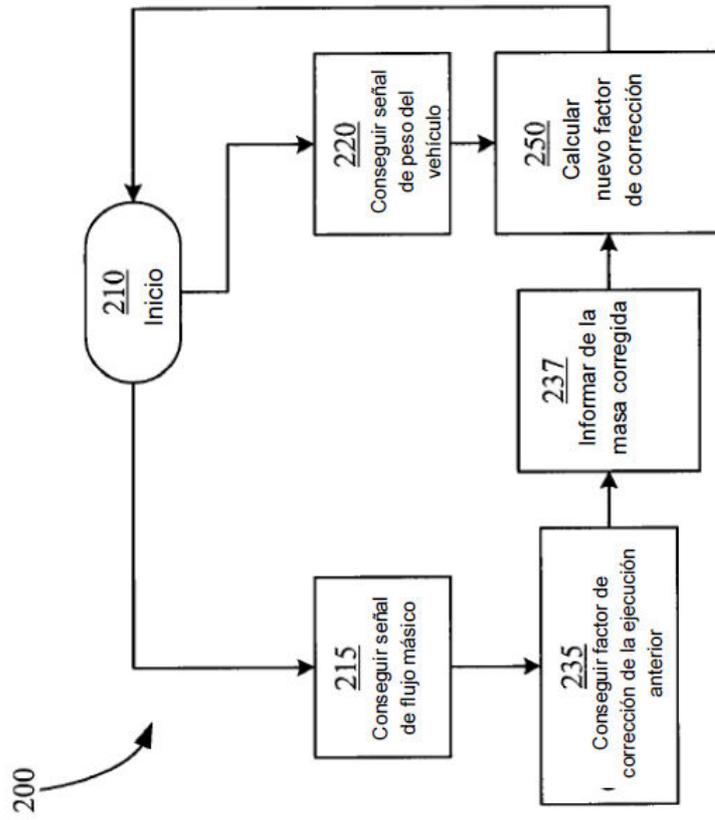


FIG. 2A

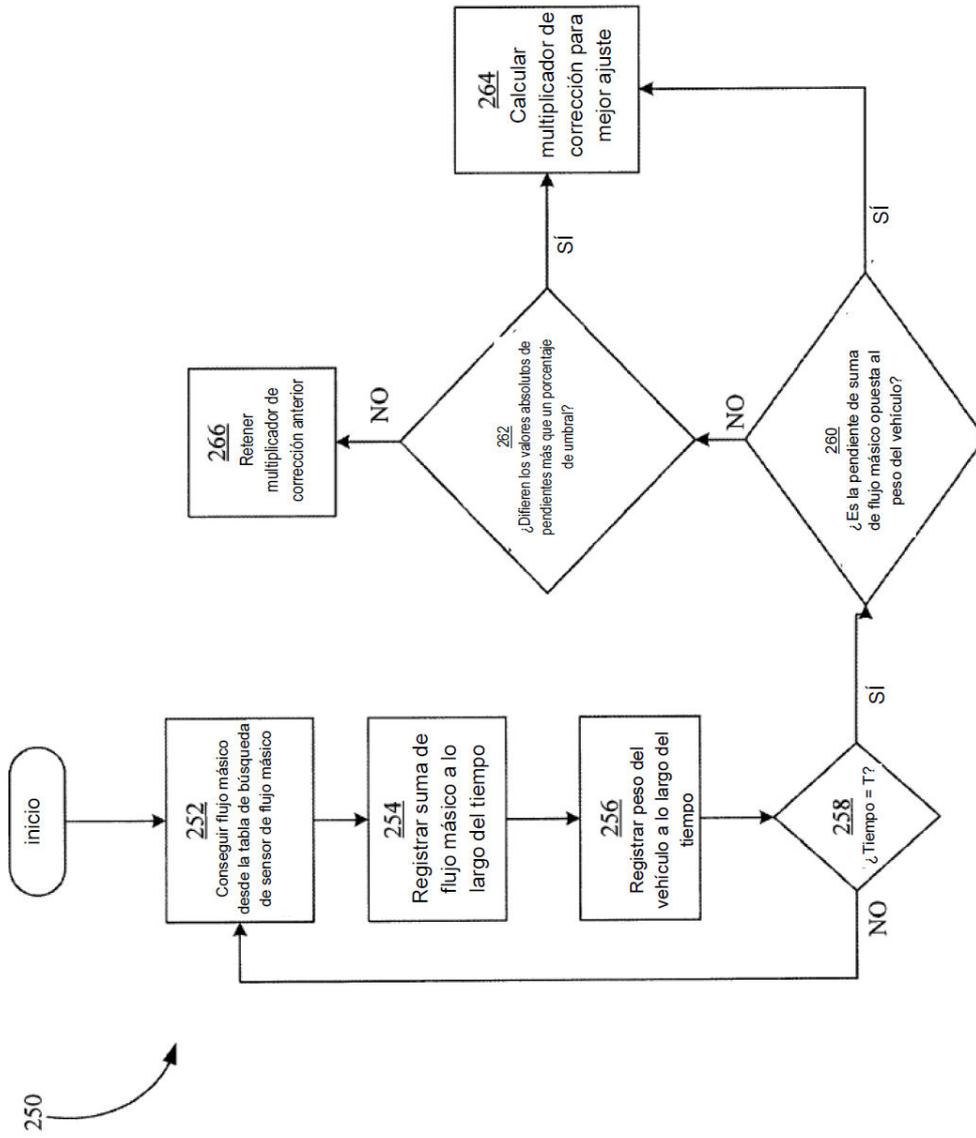


FIG. 2B

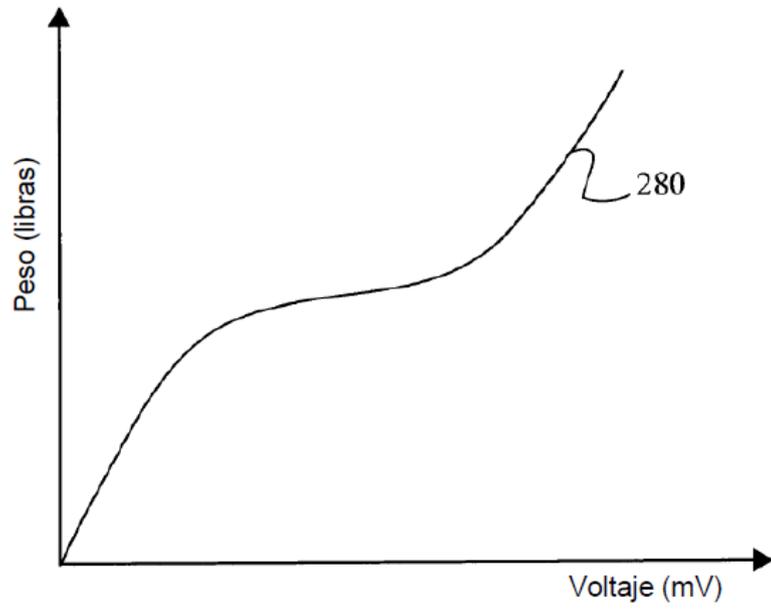


FIG. 2C

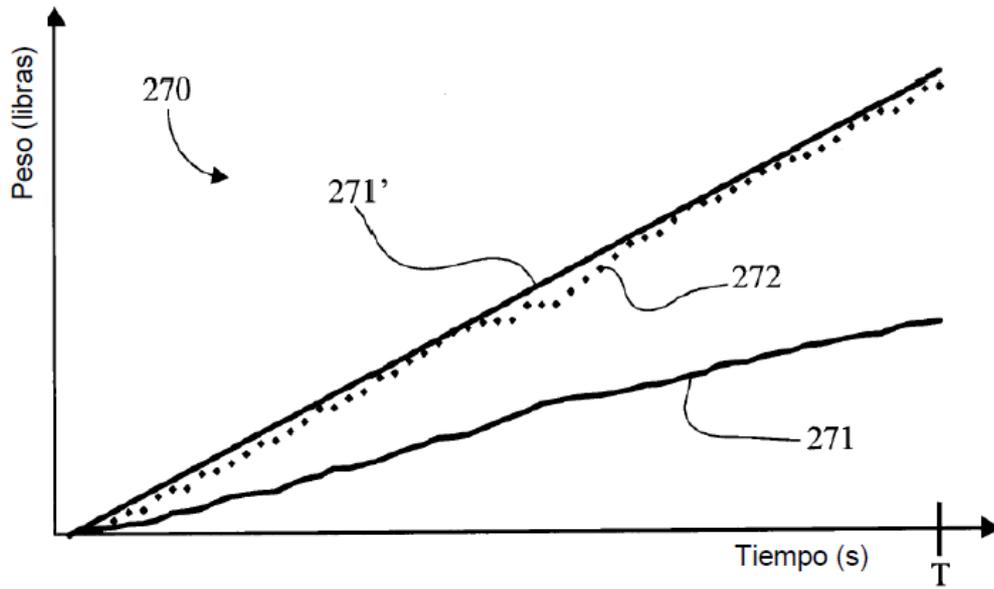


FIG. 2D

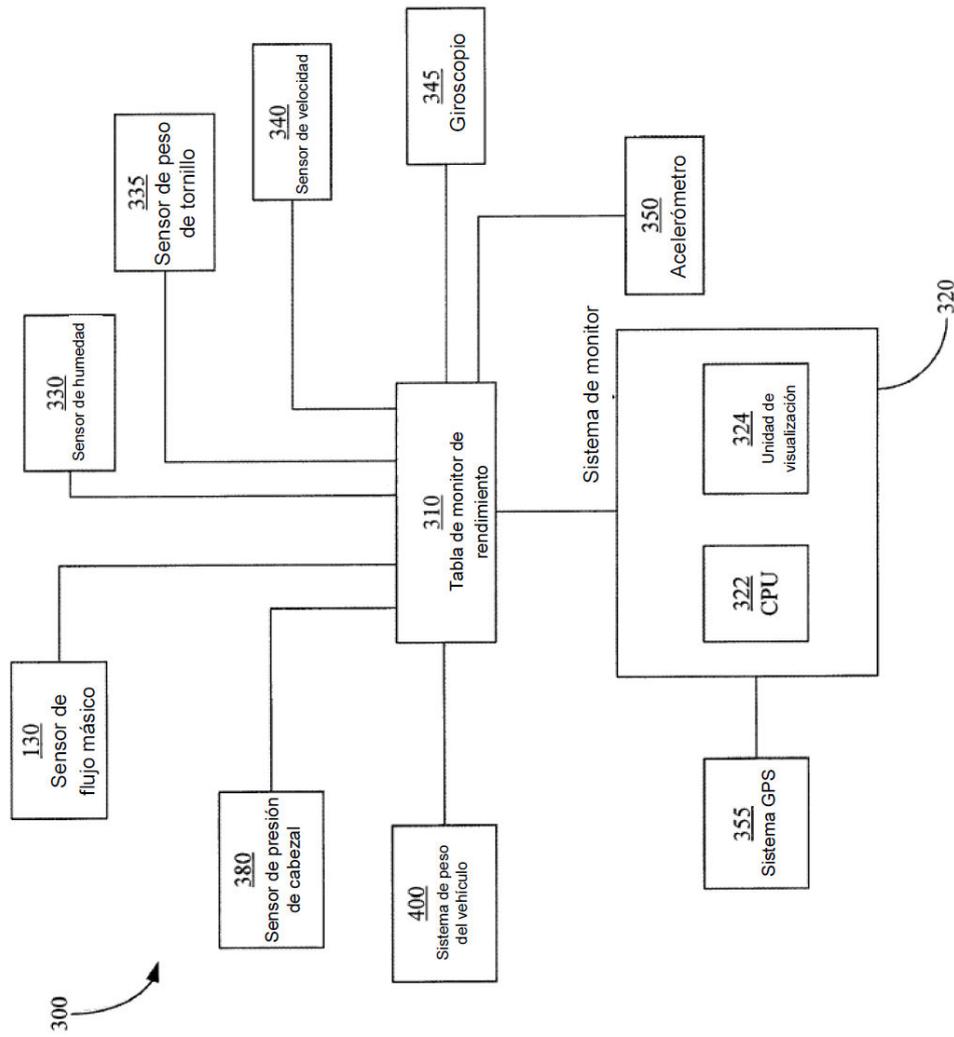


FIG. 3

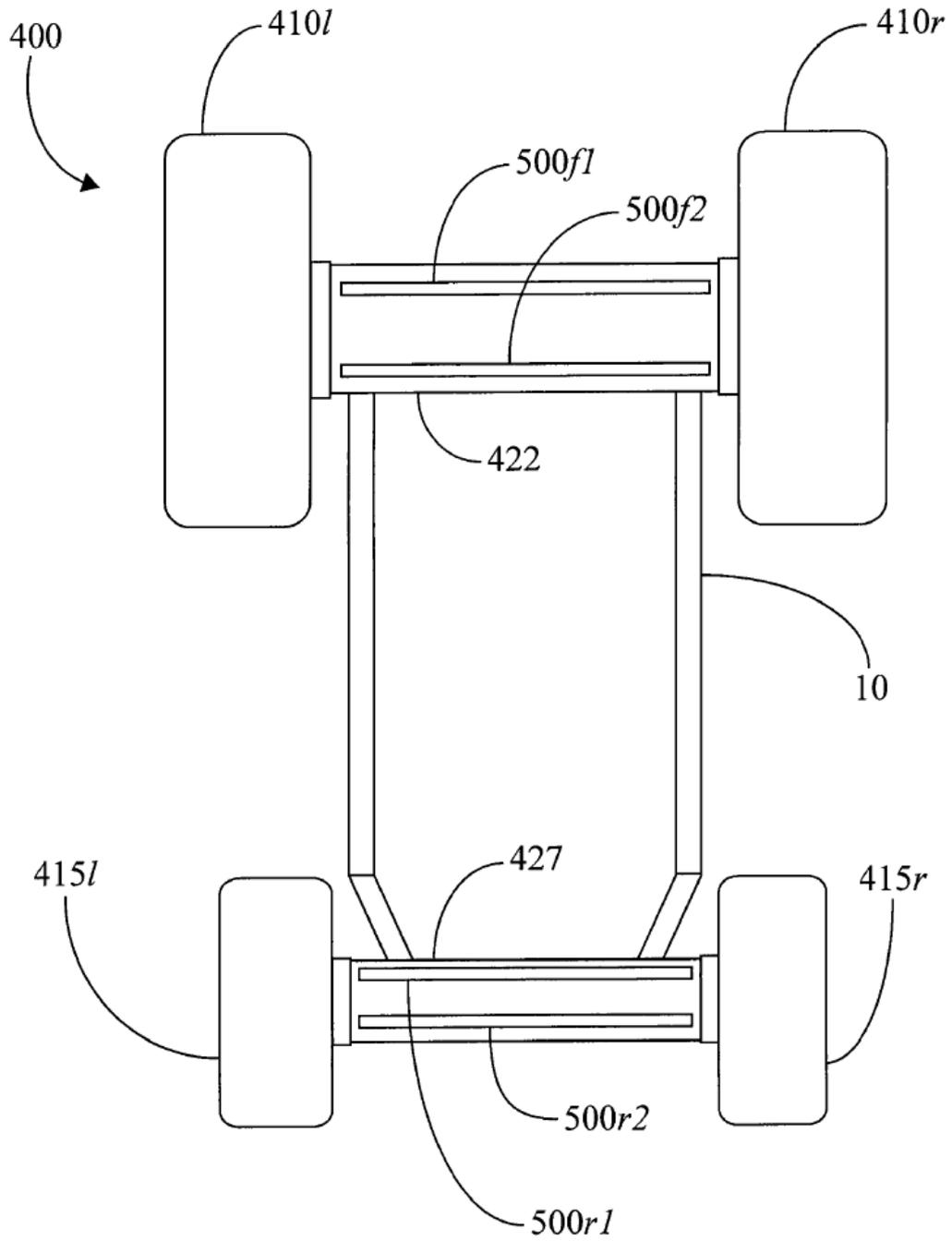


FIG. 4A

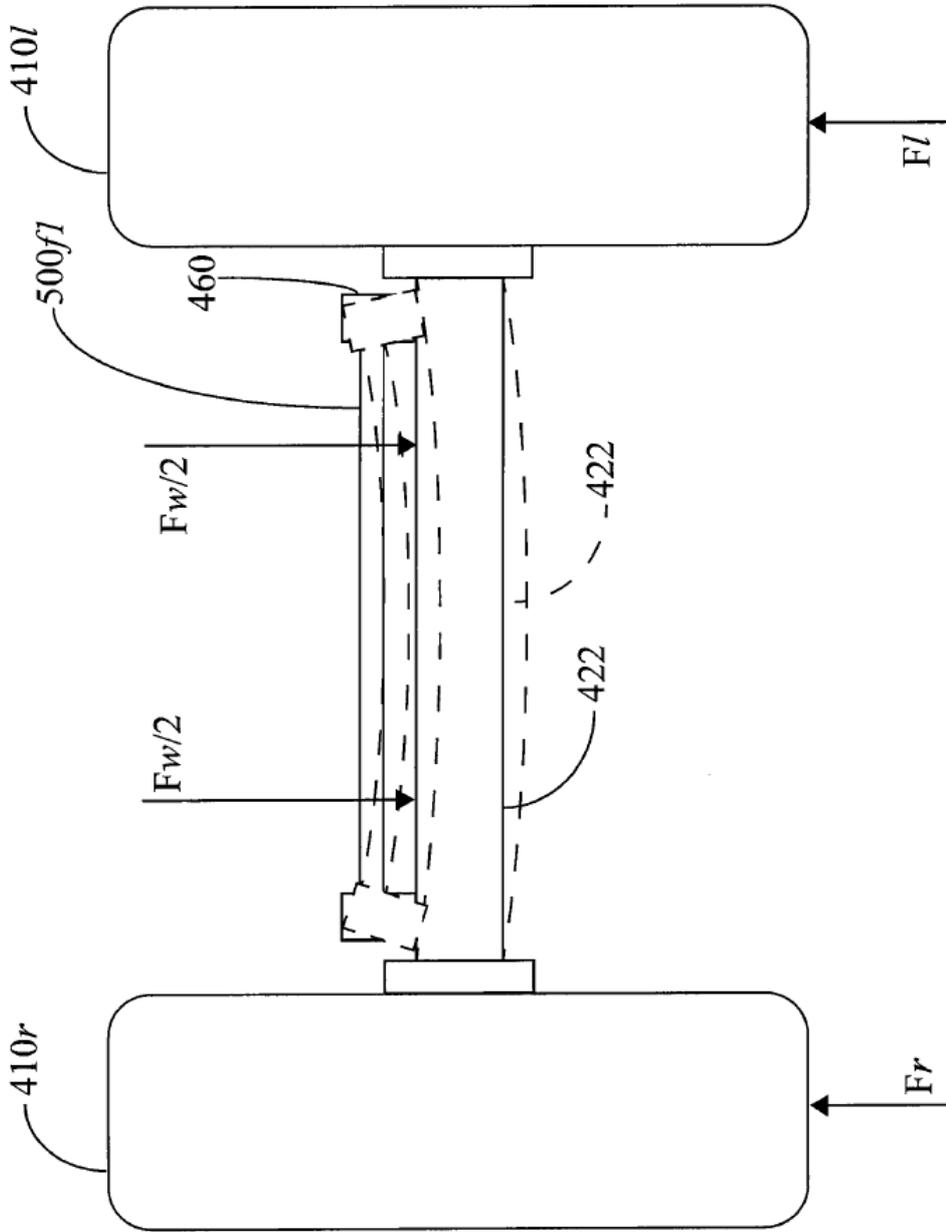


FIG. 4B

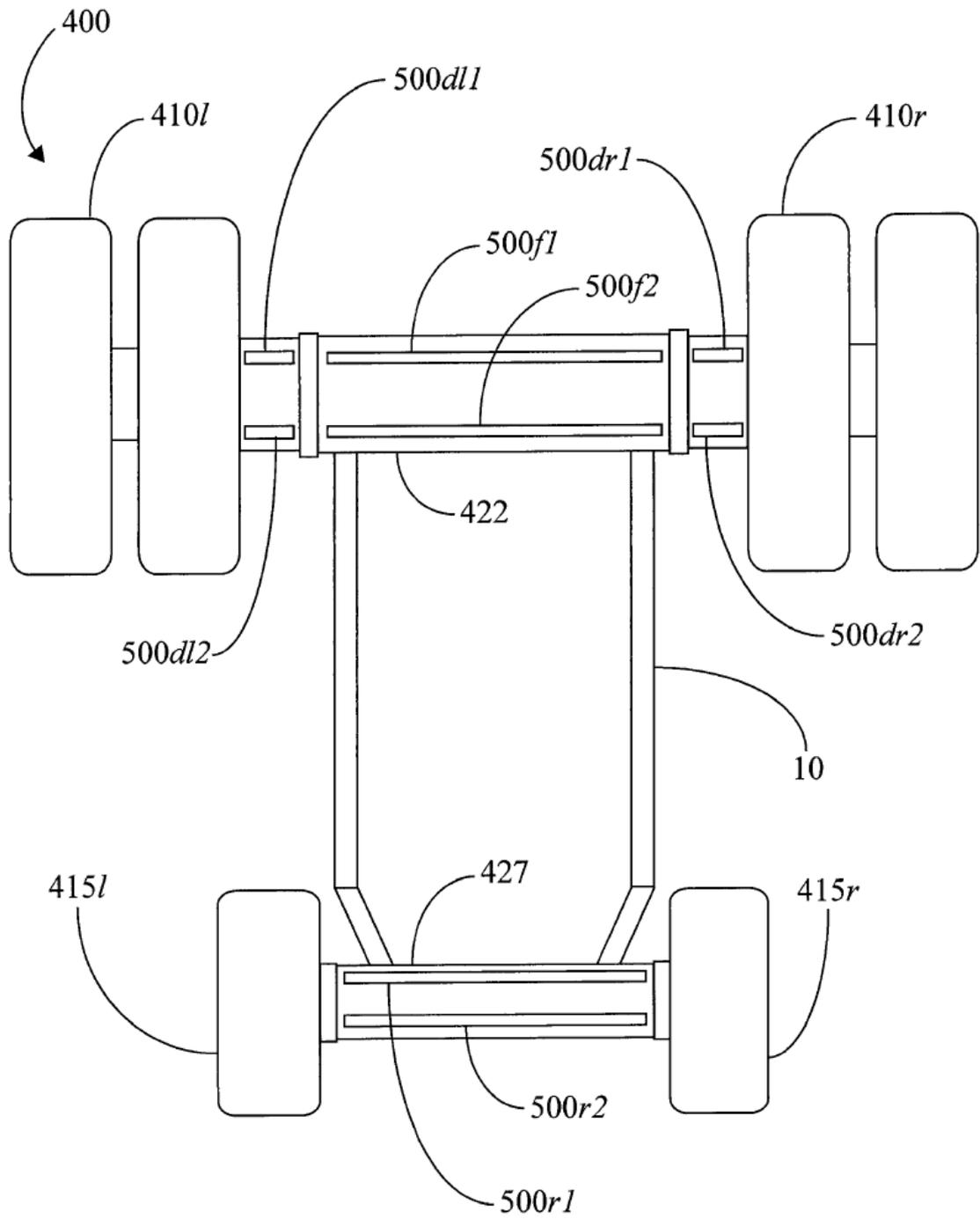


FIG. 4C

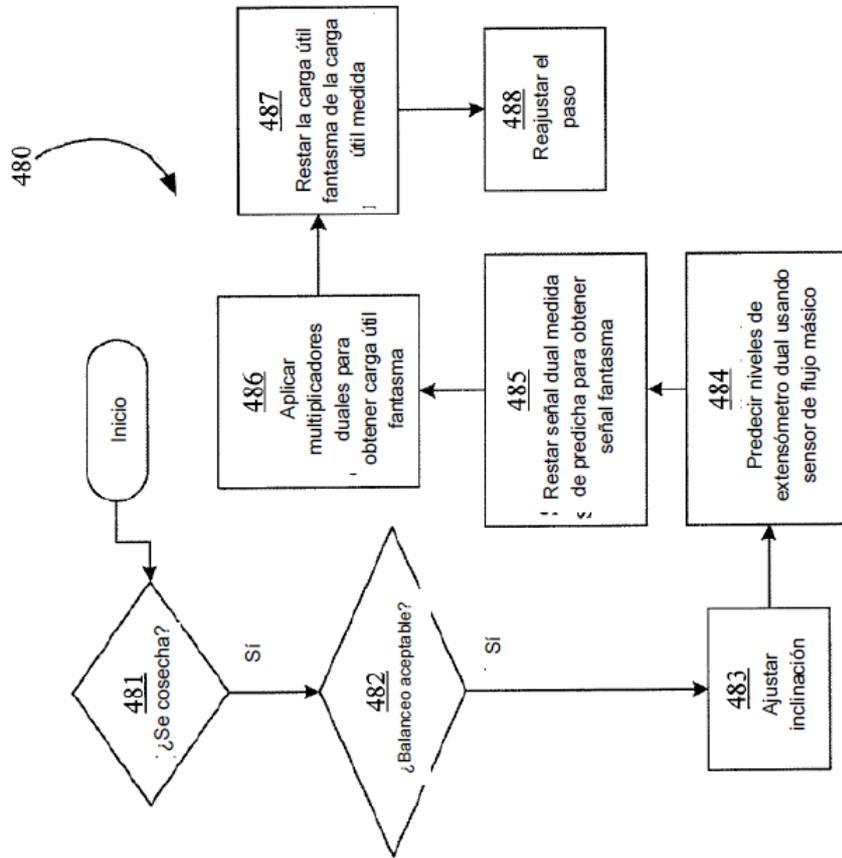


FIG. 4D

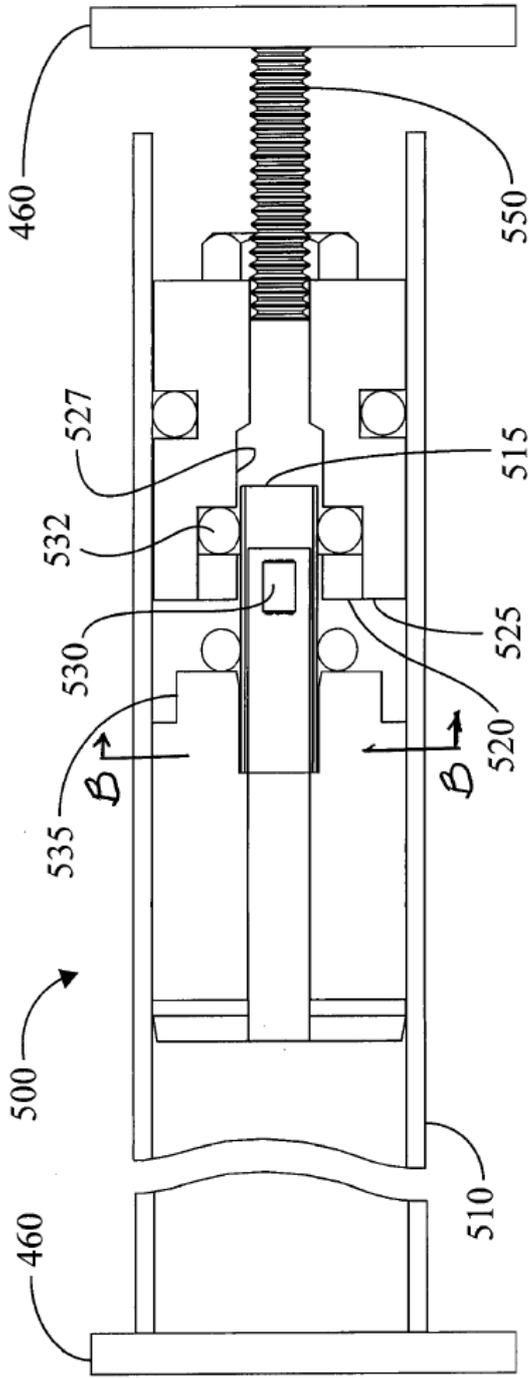


FIG. 5A

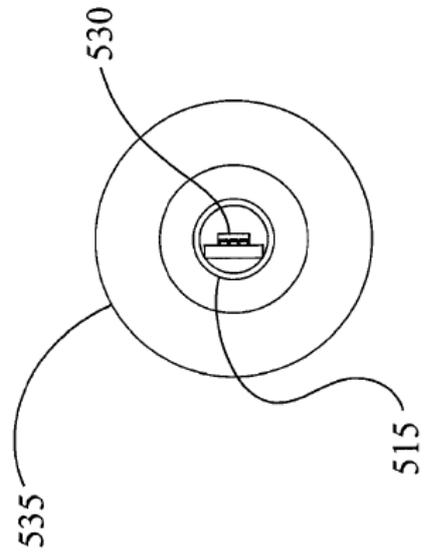


FIG. 5B

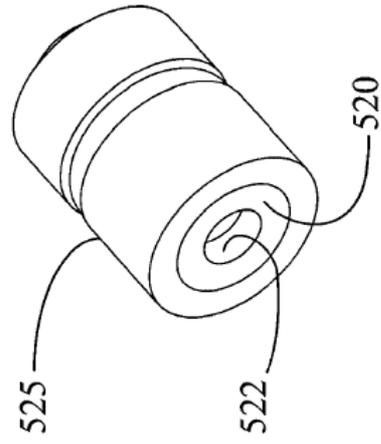


FIG. 5C

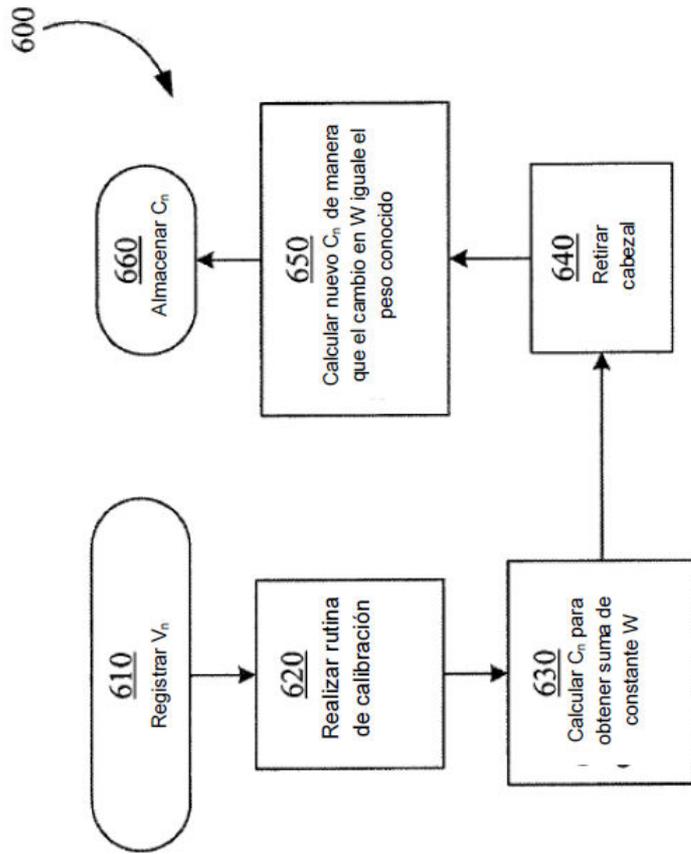


FIG. 6

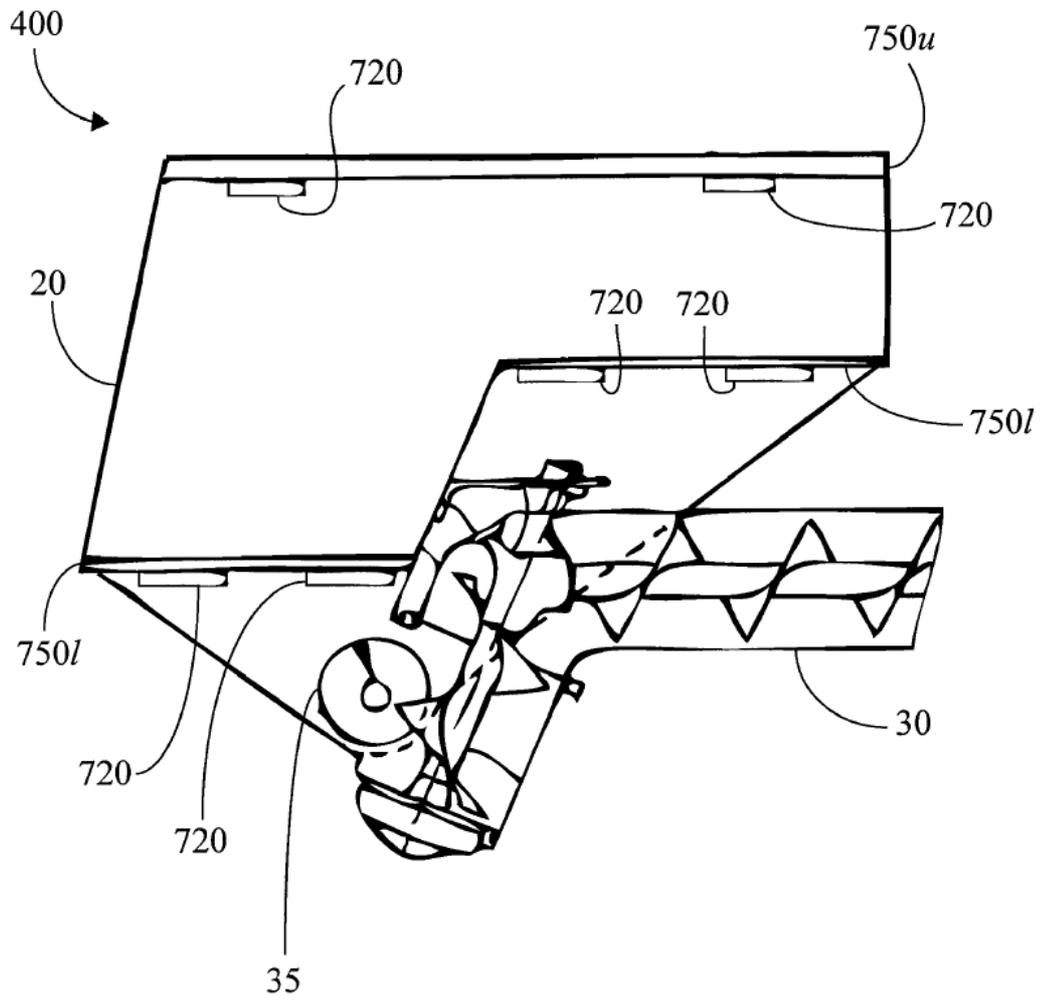


FIG. 7A

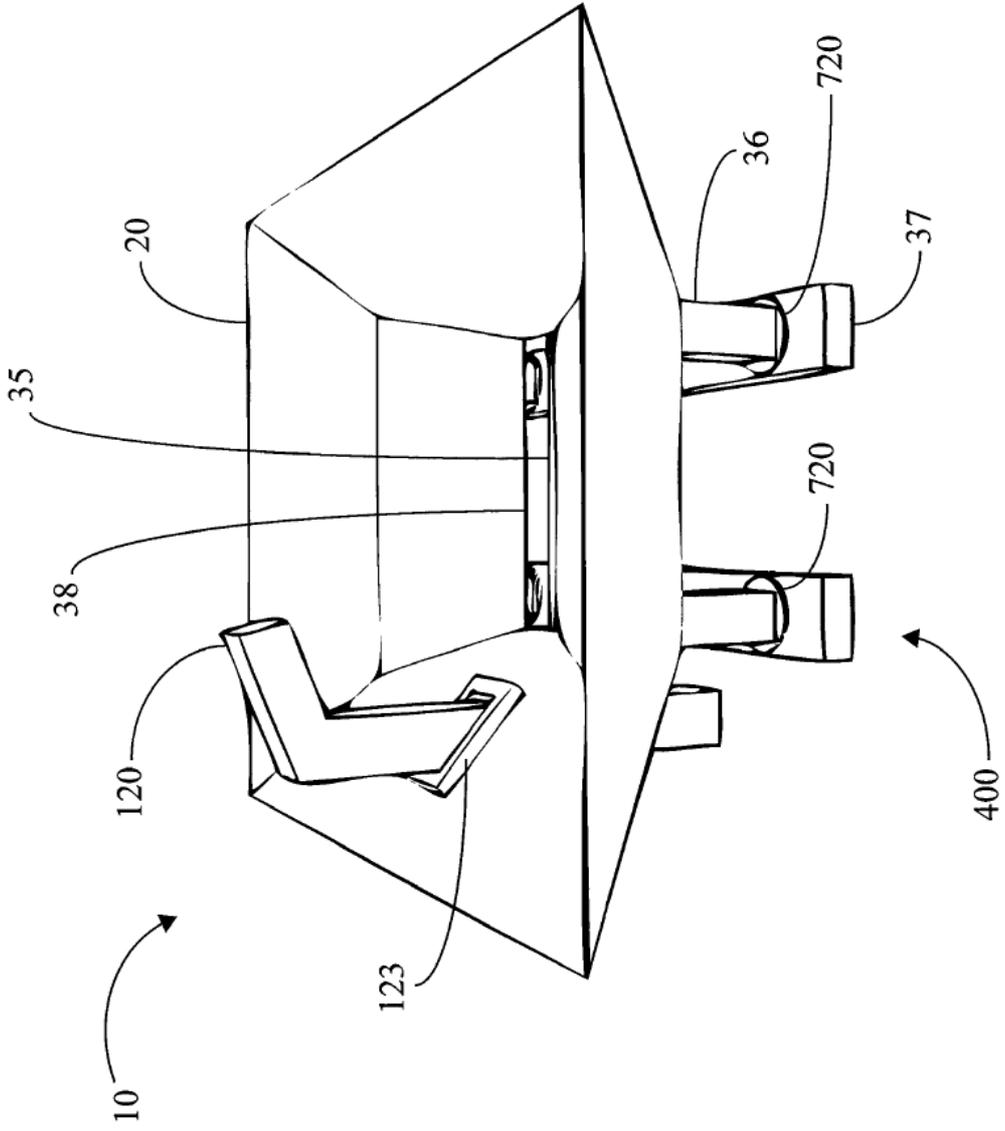


FIG. 7B

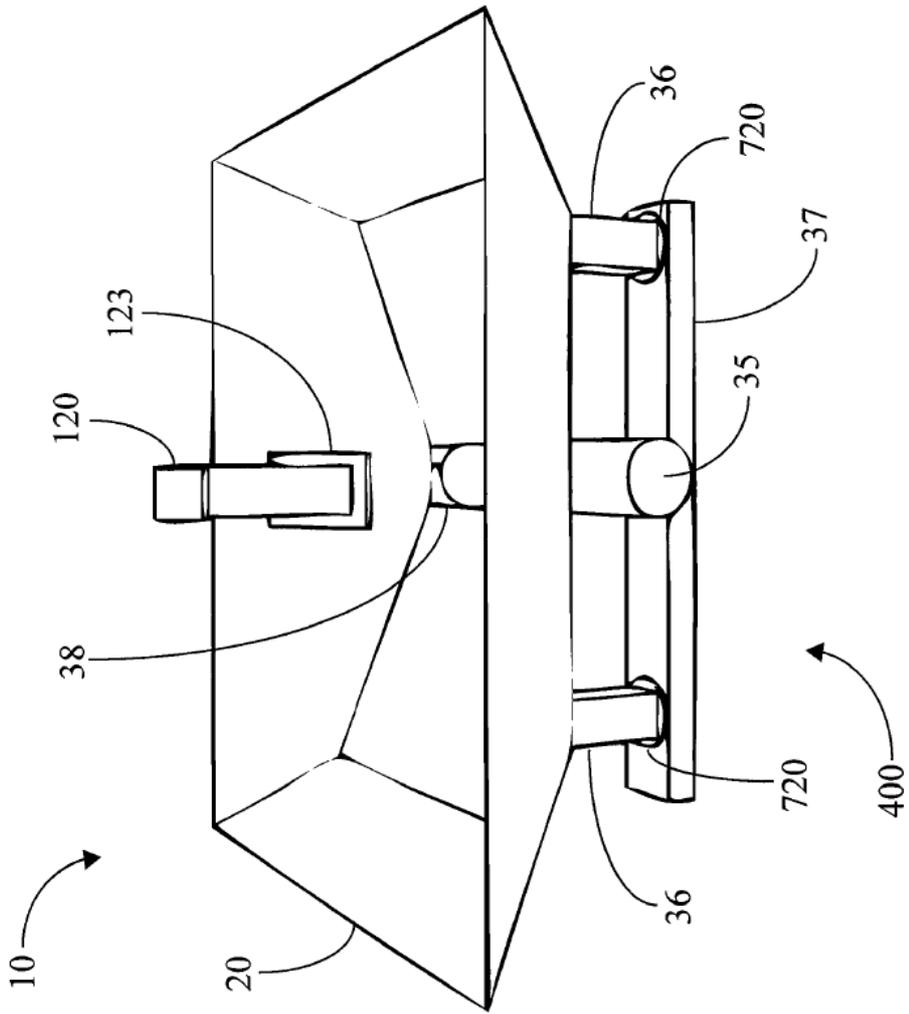


FIG. 7C

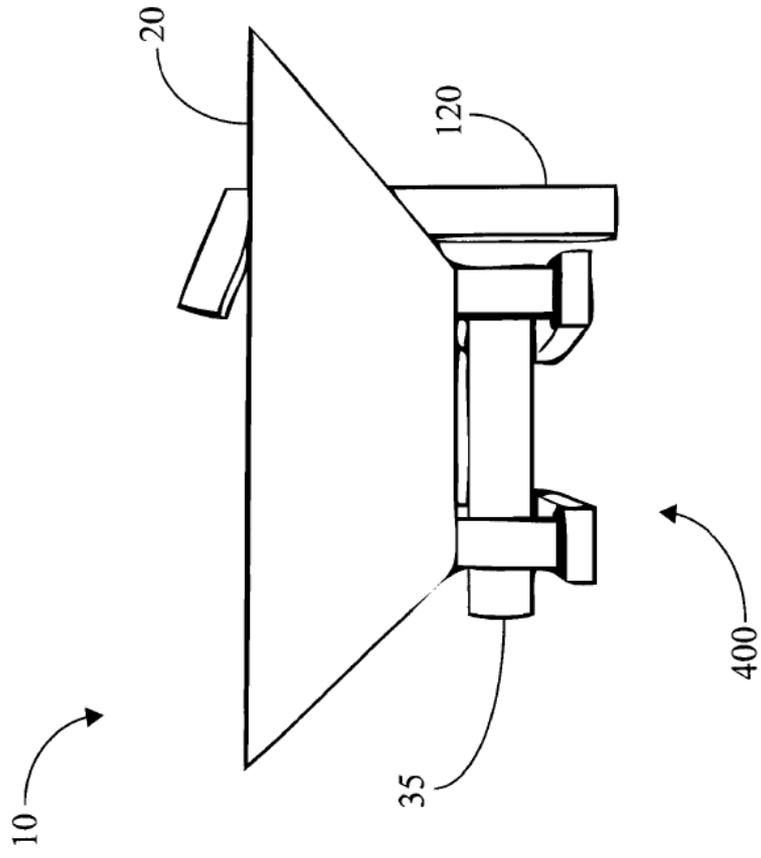


FIG. 7D

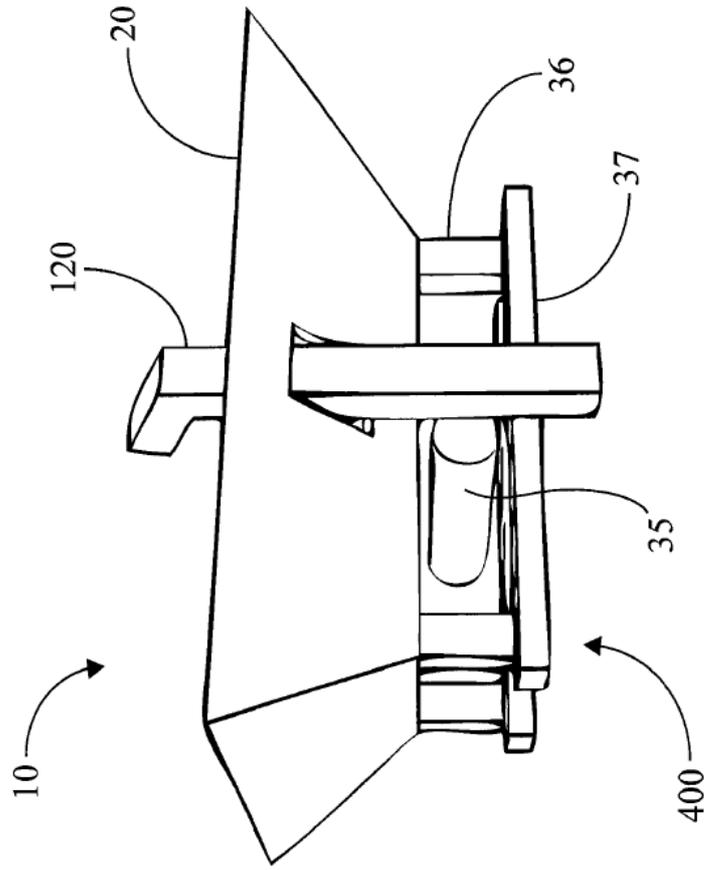


FIG. 7E

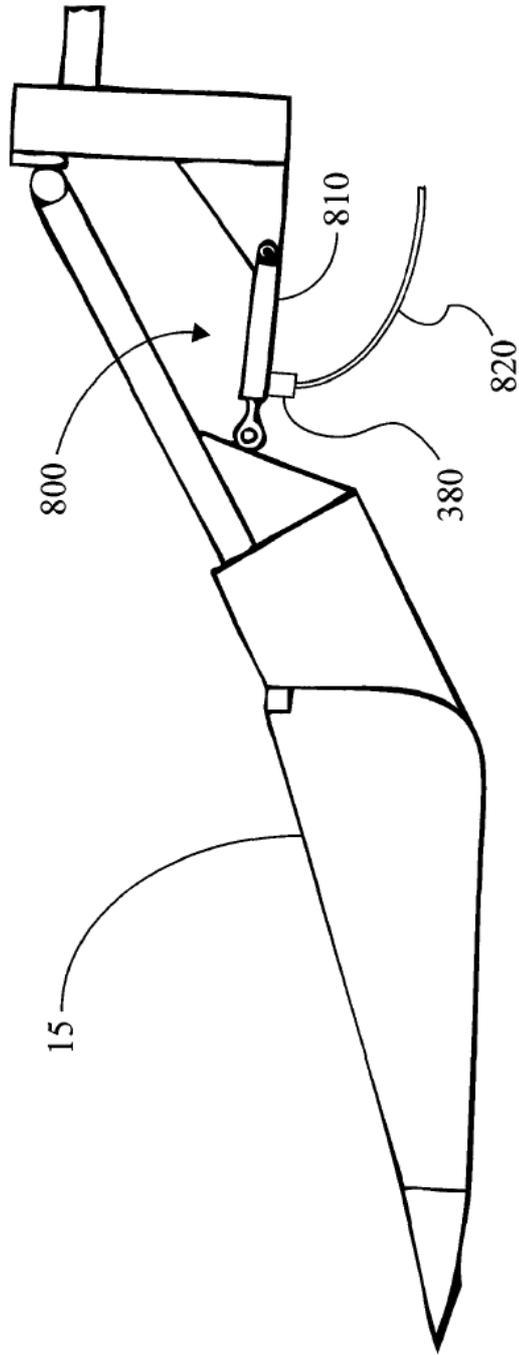


FIG. 8

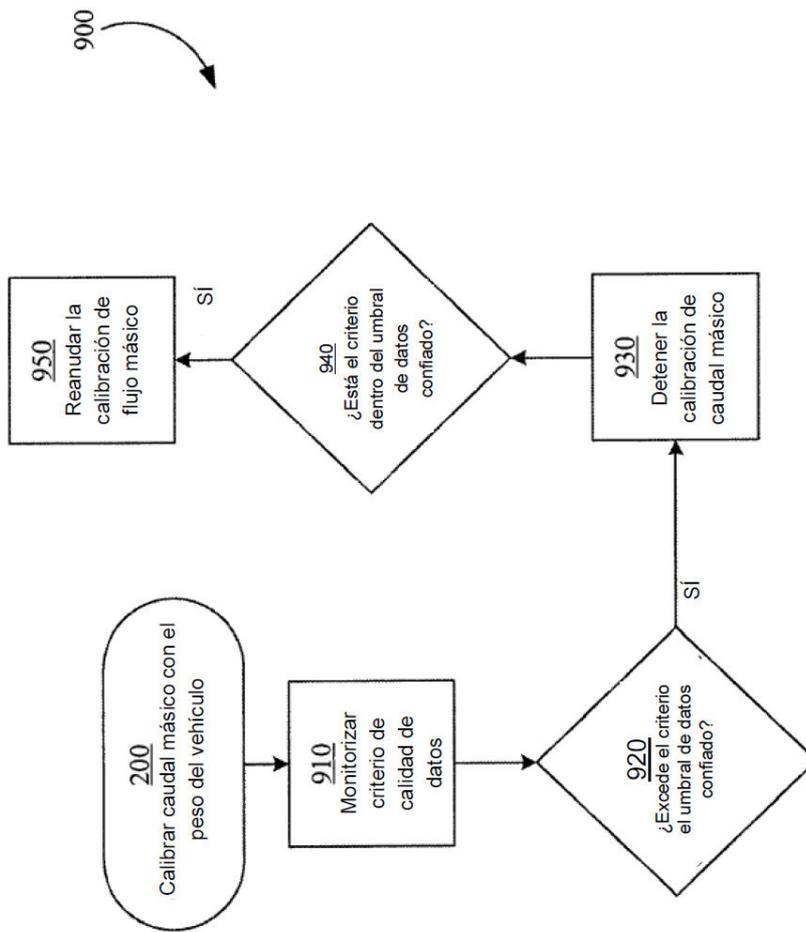


FIG. 9