

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 344**

51 Int. Cl.:

G01F 15/06 (2006.01)

G01D 4/00 (2006.01)

G01F 15/04 (2006.01)

G01F 15/075 (2006.01)

G01F 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2017 PCT/US2017/053335**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2018 WO18058075**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2017 E 17781266 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021 EP 3516344**

54 Título: **Contador modular eficiente alimentado por batería**

30 Prioridad:

26.09.2016 US 201662399799 P

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

24.11.2021

73 Titular/es:

**ITRON, INC. (100.0%)
2111 N. Molter Road
Liberty Lake, WA 99019, US**

72 Inventor/es:

ILIEV, GEORGE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 880 344 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).

DESCRIPCION

Contador modular eficiente alimentado por batería

Solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud de patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente US número de serie 62/399,799, titulada "Modular, Power Efficient Battery Powered Meter", presentada el 26/09/2016, transferida al presente solicitante.

Antecedentes

10 Los servicios públicos como el gas, el agua y la electricidad que se suministran a los clientes se miden normalmente en la ubicación del cliente. El consumo de energía del contador es un problema en los contadores de gas y agua, porque estos contadores suelen funcionar con baterías. Además, el coste es un inconveniente, debido al coste agregado de los contadores utilizados por millones de clientes en todo el país.

La energía utilizada por los contadores de gas suele ser consumida por las funciones de los sensores y los analógicos 15, el procesamiento de datos y las comunicaciones de datos. La gestión de estos gastos de energía es importante, debido a los requisitos de diseño para la duración de la batería.

15 El documento US 2014/366643 A1 describe sistemas, dispositivos y procedimientos para medir y procesar las mediciones de los contadores de combustible, como las mediciones de volumen de los contadores de gas rotativos. Algunos aspectos de los sistemas, dispositivos y procedimientos descritos en el presente documento pueden permitir que un cuerpo de contador de combustible realice todo el procesamiento relativo a una cantidad de combustible dispensada desde el cuerpo de contador de combustible y puede permitir que el cuerpo de contador de combustible proporcione los resultados del procesamiento a un accesorio configurado para mostrar datos a un usuario.

20 El documento US 2002/193144 A1 describe un contador para la recogida y comunicación de datos de flujo de un producto básico, incluyendo un líquido, un gas o electricidad, transportado a través de un sistema de medición, utilizando la transferencia de datos inalámbrica, el contador incluye una carcasa, un sensor para la detección de un caudal de recursos, y un registro para registrar la entrada de datos en el mismo, el registro incluye un procesador para procesar la entrada de datos en el mismo. Se proporciona un transmisor inalámbrico para la salida de los datos detectados del contador o la recepción de información de instrucciones a través de una antena. También se puede proporcionar una interfaz para la salida de los datos detectados del contador o para la recepción de información de instrucciones de un dispositivo externo al contador, que recibe la salida de datos del contador y/o emite información de instrucciones al contador. El sensor, el procesador y el transmisor inalámbrico están dispuestos dentro de la carcasa.

25 El documento US 2015/323364 A1 describe un contador de gas que incluye una entrada en la que fluye un fluido, y una salida de la que sale el fluido, y que está configurado para derivar un valor de flujo del fluido que fluye desde la entrada hasta la salida. El dispositivo de medición de gas comprende pasajes de fluido de medición proporcionados en paralelo entre la entrada y la salida; unidades de medición del valor de flujo proporcionadas en los pasajes de fluido de medición, respectivamente, y configuradas para medir independientemente los valores de flujo de los fluidos que fluyen a través de los pasajes de fluido de medición, respectivamente; una unidad de cálculo del valor de flujo promedio configurada para derivar un valor de flujo promedio de los valores de flujo medidos por las unidades de medición del valor de flujo, respectivamente; y una unidad de comparación del valor de flujo configurada para obtener valores de índice que indican una relación entre el valor de flujo promedio derivado por la unidad de cálculo del valor de flujo promedio y los valores de flujo medidos por las unidades de medición del valor de flujo, y determinar si cada uno de los valores de índice es igual o mayor que un valor predeterminado.

Breve descripción de los dibujos

30 La descripción detallada se describe con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, la(s) cifra(s) situada(s) a la izquierda de un número de referencia identifica(n) la figura en la que el número de referencia aparece por primera vez. En todos los dibujos se utilizan los mismos números para referirse a características y componentes similares. Además, las figuras pretenden ilustrar conceptos generales, y no indicar elementos requeridos y/o necesarios. Las figuras 2B, 3A y 3B pueden ser especialmente útiles para comprender la invención definida en las reivindicaciones.

50 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que muestra una red ejemplar en la que un contador de servicios públicos incluye una unidad de metrología y una unidad de índice.

La FIG. 2A es un diagrama de bloques que muestra un primer ejemplo de componentes dentro de la unidad de metrología y la unidad de índice.

La FIG. 2B es un diagrama de bloques que muestra un segundo ejemplo de componentes con la unidad de metrología y la unidad de índice.

La FIG. 3A es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de secuencia operativa de procesamiento dentro de un contador de servicios públicos, y que muestra una primera división de la funcionalidad entre la unidad de metrología y la unidad de índice.

5 La FIG. 3B es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de secuencia operativa de procesamiento dentro de un contador de servicios públicos, y que muestra una segunda división de la funcionalidad entre la unidad de metrología y la unidad de índice.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

10 La FIG. 6 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

La FIG. 9 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de índice ejemplar.

15 La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de índice ejemplar.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de una unidad de índice ejemplar.

La FIG. 13 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de un ejemplo de unidad de índice.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de funcionamiento de un contador que incluye una unidad de metrología y una unidad de índice.

20 La FIG. 15 es un diagrama de flujo que muestra varias técnicas ejemplares mediante las cuales se puede enviar un mensaje con datos desde la unidad de metrología a la unidad de índice.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que muestra ejemplos de técnicas de funcionamiento de una unidad de metrología.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo que muestra ejemplos de técnicas de funcionamiento de una unidad de metrología.

25 Descripción detallada

Sumario

30 La divulgación describe técnicas para procesar más eficientemente los datos de metrología, de manera que se conserve la energía de la batería y el ancho de banda de la red o del bus de datos en un contador de gas natural, y particularmente en el funcionamiento de una unidad de metrología y una unidad de índice. La presente invención definida en las reivindicaciones proporciona una unidad de metrología para medir un volumen de flujo de gas según la reivindicación 1 y un procedimiento para medir un volumen de flujo de gas según la reivindicación 8.

Ejemplos de sistemas y técnicas

35 La FIG. 1 muestra un ejemplo de sistema 100 en el que un contador de servicios públicos 102 incluye una unidad de metrología 104 y una unidad de índice 106. El contador de servicios 102 puede estar configurado para medir el gas, el agua u otro producto utilizado por un cliente de servicios. La unidad de metrología 104 puede medir el flujo de fluido a través de una tubería 108. El fluido puede ser gas o agua. La unidad de metrología 104 puede examinar aspectos del flujo de fluido y generar datos relacionados con la velocidad del fluido, la temperatura, el volumen, la vibración u otras características.

40 La unidad de metrología 104 puede comunicar información de recursos a la unidad de índice 106. En un ejemplo de comunicación, la unidad de índice 106 solicita o extrae información de recursos de la unidad de metrología 104. La solicitud puede ser en forma de mensaje, señal de interrupción u otra técnica. En un ejemplo alternativo de la comunicación, la unidad de metrología envía la información de los recursos a la unidad de índice de acuerdo con una programación mutuamente reconocida y/o entendida. En otro ejemplo de comunicación, la unidad de metrología envía la información a la unidad de índice. La unidad de índice 106 comunica los datos relacionados con el consumo a uno o varios servidores 110 de un proveedor de servicios públicos. En el sistema ejemplar 100, se pueden utilizar uno o más intermediarios para transmitir los datos (por ejemplo, los datos de consumo) desde el contador de servicios 102 al proveedor de servicios 110. En un ejemplo, la unidad de índice 106 comunica los datos relacionados con el consumo a través de la señal electromagnética inalámbrica 112 a un dispositivo lector 114. Los datos pueden ser trasladados desde el dispositivo lector 114 por cable o conexión de radiofrecuencia (RF) a un servidor de servicios 110, a través de una o más redes 118, o por otros medios. En otro ejemplo, el contador de servicios públicos 102 (por ejemplo, mediante el funcionamiento de la unidad de índice 106) comunica los datos relacionados con el consumo a una persona a través de una pantalla. A continuación, la persona introduce los datos relacionados con el consumo en el lector 114. En otro ejemplo, el contador de servicios públicos 102 y/o la unidad de índice 106 comunica los datos relacionados con el consumo a través de la señal electromagnética inalámbrica 116 a uno o más dispositivos de la red 118. En este ejemplo, el o los dispositivos de la red 118 pueden ser uno o más de otro contador de servicios públicos, un nodo de recolección, una estación base celular u otro dispositivo de comunicación. La red 118 puede ser una red compuesta, como la que incluye redes públicas, propietarias y/o de empresas de servicios públicos, y/o Internet, y/o otras combinaciones de redes.

60 Utilizando el dispositivo lector 114 y/o la red 118, los datos (por ejemplo, los datos de consumo de servicios públicos del cliente) llegan al servidor de servicios públicos 110 desde la unidad de índice 106 del contador de servicios

públicos 102. El proveedor de servicios públicos utiliza los datos relacionados con el consumo en el servidor de servicios públicos 110 para llevar a cabo una o más acciones relacionadas con los servicios públicos, tales como la generación de una factura, la identificación de patrones de uso, la asignación de recursos de servicios públicos, la respuesta a las fugas del sistema, el inicio de la activación o el cierre de los servicios públicos, u otras acciones.

5 El contador de servicios públicos 102 puede incluir una caja 120. La unidad de metrología 104 también puede tener una caja 122, a través de la cual se produce un flujo de gas 122 y conexiones a la tubería 108. El proceso de medición del flujo de gas es realizado por la unidad de metrología 104, y los datos totalizados se comunican a la unidad de índice 106, que puede estar contenida dentro de una caja 124. Por lo tanto, el flujo de gas 122 está contenido dentro de la caja o recinto 122 de la unidad de metrología 104, y la unidad de índice 106 está separada de
10 dicho flujo.

La FIG. 2A muestra un ejemplo de componentes de un contador de servicios públicos 102 que tiene una unidad de metrología 104 y una unidad de índice 106, y muestra así una posible implementación de los dispositivos mostrados en la FIG. 1. En un ejemplo, la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106 están implementadas como unos dispositivos separados físicamente acoplados por un enlace 200. Una ventaja de esta implementación separada es
15 que el mantenimiento del sistema combinado (por ejemplo, el contador 102) se simplifica. Por ejemplo, en un contador de gas, con una implementación separada, si la unidad de índice 106 falla, puede ser reemplazada sin perturbar la interfaz de la unidad de metrología 104 con la tubería de gas. Del mismo modo, si las condiciones de comunicación entre la unidad de índice 106 y la red 118 o el lector 114 son difíciles, la ubicación de la unidad de índice puede moverse sin perturbar la unidad de metrología 104 y/o su interfaz con la tubería de gas. La
20 implementación separada de la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106 también facilita la flexibilidad y la simplicidad en el diseño de sistemas de medición que utilizan diferentes técnicas de medición. En el ejemplo de un contador de gas, una única unidad de índice 106 puede emparejarse alternativamente con unidades de metrología que utilicen diferentes tecnologías, como las técnicas de medición mecánica de fluidos, las técnicas de medición ultrasónica de fluidos, la medición térmica del flujo másico u otras técnicas de medición. Esto permite utilizar una
25 única unidad de índice 106 en sistemas que utilizan diferentes tecnologías de metrología, lo que redundaría en la eficiencia de la fabricación y el suministro.

La unidad de metrología 104 incluye uno o más sensores 202. En un ejemplo, una pluralidad de sensores 202 puede estar presente en la unidad de metrología 104. En el ejemplo, un sensor de metrología 202 puede incluir uno o más
30 de entre un sensor ultrasónico, un sensor de temperatura, un sensor de inclinación, un sensor de flujo másico térmico, y/o otro(s) sensor(es). Otros sensores pueden estar relacionados con la temperatura, la inclinación (por ejemplo, la inclinación de la unidad 104, que indica una posible manipulación) y otros factores. Los sensores 202 están acoplados al procesador 204. En un ejemplo, el procesador 204 es un ASIC, un FPGA, un microprocesador de propósito general, un microcontrolador, un sistema o PC en un chip/tarjeta, u otro mecanismo de procesamiento. Aunque se muestra como un solo bloque, el procesador 204 puede implementarse como uno o más dispositivos
35 separados. En un ejemplo, los sensores 202 pasan las lecturas de los sensores al procesador 204. El procesador 204 está acoplado a la memoria 206. Aunque se muestran como bloques separados, el procesador 204 y la memoria 206 pueden implementarse como un único dispositivo o como múltiples dispositivos. El procesador 204 envía las lecturas de los sensores 202 a la memoria 206 para su almacenamiento. En un ejemplo, el procesador 204 realiza una o más operaciones sobre las lecturas del sensor, tales como la acumulación, el refinamiento y/o la mejora de la medición, la adquisición, la utilización y/o el almacenamiento de los datos de temperatura, u otros cálculos. El procesador 204 también puede utilizar controladores y dispositivos de hardware adecuados para comunicarse con la unidad de índice 106.

El procesador 204 está acoplado a la interfaz 208. En un ejemplo, la interfaz 208 es un conector multipolo, que puede ser soportado por uno o más circuitos integrados, según lo requiera un diseño particular. En un ejemplo, dos
45 o más pines de la interfaz 208 proporcionan conexiones para la alimentación, el retorno y/o la puesta a tierra desde el enlace 200, para así proporcionar alimentación y puesta a tierra para uno o más componentes en la unidad de metrología 104. Por ejemplo, un primer conjunto de pines en la interfaz 208 proporciona una primera puesta a tierra y medio de alimentación (por ejemplo, 3 voltios) para el procesador 204. Un segundo conjunto de pines puede proporcionar energía (por ejemplo, 12 voltios) y puesta a tierra para el motor de válvula 210. En otro ejemplo, uno o más pines de la interfaz 208 se utilizan para las comunicaciones entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106. Las comunicaciones pueden ser en serie, en paralelo, propietarias y/o según una norma. En un ejemplo, las comunicaciones entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106 se realizan a través de un enlace en serie mediante la interfaz 208, el cable 200 y la interfaz 212. Los componentes de la unidad de metrología 104 pueden recibir líneas de alimentación, de tierra y de comunicación que se dirigen directa o indirectamente (por
50 ejemplo, a través de otros componentes) desde la interfaz 208. La unidad de metrología 104 puede utilizar buses de datos y/o de alimentación o cableado de circuito impreso, que pueden estar conectados a la interfaz 208, para proporcionar energía y conectividad de datos a algunos o todos los dispositivos.

En un ejemplo, la unidad de metrología 104 incluye el motor de válvula 210. El motor de válvula 210 opera para abrir o cerrar una válvula, y así proporcionar un control total o parcial sobre el volumen o el caudal de un material, como el
60 gas o el agua, a través de una tubería a la que la unidad de metrología 104 está conectada. El motor de válvula 210 puede estar acoplado al procesador 204, a un bus de alimentación y/o datos, o directamente a la interfaz 208.

Alternativa o adicionalmente, el motor de válvula 210 puede estar unido al controlador del motor 224 a través de la interfaz y el enlace 200. En consecuencia, el controlador del motor 224 y/o el procesador 204 pueden proporcionar señales de control y/o energía al motor de válvula 210 para facilitar la apertura o el cierre de una válvula en la tubería (por ejemplo, la tubería 108 de la FIG. 1).

5 La unidad de metrología 104 está acoplada a la unidad de índice 106, por ejemplo a través de una conexión 200 por cable, óptica y/o de RF. En un ejemplo, la conexión 200 es un conector, cable y/o conductor multifilar que proporciona conexiones de alimentación y comunicación y rendimiento. En el ejemplo mostrado, la conexión 200 se acopla mediante un cableado, entre la interfaz 208 de la unidad de metrología 104 y la interfaz 212 de la unidad de índice 106. En una implementación con conexión por cable, la unidad de metrología 104 puede recibir energía de la
10 unidad de índice 106.

La unidad de índice 106 puede incluir una radio 214. En un ejemplo, la radio 214 incluye un amplificador de potencia, un transmisor, un receptor, filtros, interruptores y otros circuitos para soportar la comunicación inalámbrica de RF. La radio 214 está acoplada a una o más antenas para transmitir y/o recibir señales inalámbricas. En un ejemplo, las señales se envían hacia o desde el lector 114 o dispositivo(s) de la red 118 (ambos mostrados en la FIG. 1). Aunque se muestra dentro de la unidad de índice 106, la antena puede estar alojada dentro, parcialmente dentro o fuera de la unidad de índice. La radio 214 puede estar acoplada al procesador 216. En un ejemplo, el procesador 216 es similar al procesador 204 y se implementa como uno o más ASICs, FPGAs, microprocesadores u otros mecanismos de procesamiento. El procesador 216 está acoplado a la memoria 218, por ejemplo mediante un bus de datos que conecta algunos o todos los dispositivos de la unidad de índice 106. Aunque se muestran como bloques separados, el procesador 216 y la memoria 218 pueden implementarse como un único dispositivo o como múltiples dispositivos.
15
20

El procesador 216 puede estar acoplado a la interfaz 212, ya sea por cableado directo, placa de circuito impreso, o uno o más buses de datos y/o direcciones. En un ejemplo, la interfaz 212 es similar a la interfaz 208 de la unidad de metrología 104 y permite el suministro de energía a la unidad de metrología 104 desde la unidad de índice 106 y el intercambio de comunicación entre las dos unidades. En un ejemplo, el procesador 216 recibe información metrológica de la unidad de metrología 104 a través del conector 200 y la interfaz 212. El procesador 216 almacena la información metrológica en la memoria 218. En un ejemplo, el procesador 216 realiza una o más operaciones sobre la información metrológica, como la acumulación o los cálculos matemáticos, y almacena el resultado en la memoria 218. En un ejemplo, el procesador 216 envía la información metrológica al dispositivo lector 114 o a los dispositivos de la red 118 (ambos mostrados en la FIG. 1) a través de la radio 214 y la antena asociada.
25

La unidad de índice 106 incluye una fuente de alimentación 220 acoplada a una batería 222. La batería 222 puede incluir una o más celdas y/o baterías. La fuente de alimentación 220 toma energía de la batería 222 y suministra energía regulada por tensión a uno o más elementos de la unidad de índice 106 o de la unidad de metrología 104. En un ejemplo, la fuente de alimentación 220 proporciona energía a un primer nivel de tensión y/o corriente a elementos como el procesador 216 y el procesador 204 y energía a un nivel de tensión diferente al controlador del motor 224 y a un amplificador de potencia dentro de la radio 214. En consecuencia, la fuente de alimentación 220 proporciona niveles de tensión consistentes y/o deseados a diferentes niveles de corriente de salida y/o diferentes tensiones de la batería (por ejemplo, a medida que la batería se descarga). La fuente de alimentación 220 puede estar acoplada al procesador 216, la memoria 218, la radio 214, el controlador del motor 224 y otros componentes de la unidad de índice 106 a través de conexiones directas o del uso de un bus de alimentación de la unidad de índice. La fuente de alimentación 220 también puede suministrar energía a los elementos de la unidad de metrología 104 a través de la interfaz 212, el conector 200 y la interfaz 208.
30
35
40

En un ejemplo, la unidad de índice 106 incluye un controlador del motor 224. El controlador del motor 224 puede estar acoplado a los buses de datos y de alimentación, o directamente al procesador 216. El controlador del motor 224 también puede, o en la alternativa, estar acoplado al motor de válvula 210 a través de la interfaz 212, el conector 200 y la interfaz 208. En un ejemplo, el controlador del motor 224 suministra una o más señales y/o niveles de potencia al motor de válvula 210 para hacer que el motor de válvula abra o cierre una válvula, y encienda o cierre el flujo de fluido a través de una tubería a la que la unidad de metrología 104 está conectada.
45

En un ejemplo, la unidad de índice 106 incluye uno o más sensores 226 acoplados al procesador 216. En un ejemplo, los sensores 226 pueden incluir un sensor de inclinación, un sensor de vibración, un detector de fugas, y/o otros sensores. En un ejemplo, la información de un sensor 226 es utilizada por el procesador 216 para realizar cálculos sobre los datos recibidos de la unidad de metrología 104. En otro ejemplo, la información del sensor 226 es comunicada por el procesador 216 al proveedor de servicios 110 (de la FIG. 1) para utilizarlo en las decisiones de conexión o desconexión del servicio público a un cliente.
50

Una interfaz de usuario 228 puede incluir una pantalla para mostrar información. En un ejemplo, un operario puede pulsar un botón y ver los datos mostrados en respuesta a la activación del botón. Los datos visualizados pueden ser introducidos en el dispositivo lector 114 de la FIG. 1, para su transmisión al servidor de servicios públicos 110.
55

La disposición de los elementos mostrados en la FIG. 2A es un ejemplo de selección y disposición de componentes. En otro ejemplo, los componentes utilizados en la unidad de metrología 104 y/o la unidad de índice 106 pueden ser sustituidos por otro(s) componente(s). Además, los componentes, su equivalente, y/o su sustitución, pueden ser

transferidos entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106. Por ejemplo, el controlador del motor 224, el sensor 226, la fuente de alimentación 220 y la batería 222 pueden moverse, retirarse, duplicarse y/o reorganizarse entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106.

5 La FIG. 2B muestra un ejemplo de componentes de un contador de servicios públicos 250 que tiene una unidad de metrología 104 y una unidad de índice 106, y muestra así una posible implementación de los dispositivos mostrados en la FIG. 1. En el ejemplo mostrado, el contador de servicios 250 es similar al contador 102 mostrado en las FIGS. 1 y 2. Sin embargo, el contador 250 se alimenta de las baterías internas 258. En consecuencia, la unidad de metrología 252 es capaz de totalizar los datos de consumo de gas sin la energía proporcionada por la unidad de índice 254. Además, la unidad de metrología 252 puede estar configurada para calcular un volumen de gas que sea
10 preciso dentro de un valor o error de umbral, sin la asistencia o intervención de la unidad de índice 254. El valor umbral o el error permitido puede basarse en requisitos legales y/o empresariales, como una fracción concreta de un porcentaje de inexactitud.

Ventajosamente, la unidad de metrología 252 es una unidad independiente. En consecuencia, la unidad de índice 254 puede ser sustituida por otra unidad del mismo o diferente diseño sin que sea necesario rediseñar, recalibrar y/o recertificar (por ejemplo, por una agencia gubernamental) la unidad de metrología 252. Esto permite sustituir la
15 unidad de índice por un coste mucho menor que en el caso de que la unidad de metrología y la unidad de índice compartan componentes, software, energía y/o funciones en el cálculo de los datos de volumen de gas y/o datos de consumo de gas totalizados. Dicha sustitución no implica la necesidad de rediseñar, recalibrar y/o recertificar la unidad de metrología.

20 La unidad de metrología 252 incluye una o más baterías 258, que pueden alimentar varios componentes, incluyendo uno o más sensores 202, el procesador 204, la memoria 206, el controlador del motor 224, el motor de válvula 210, el dispositivo de comunicaciones 264 y/o otros componentes. En el ejemplo mostrado, las baterías 258 proporcionan energía a los componentes a través de una fuente de alimentación 260, que proporciona tensiones reguladas a niveles de corriente deseados. Por consiguiente, a medida que la batería se descarga, se suministra energía
25 regulada a los componentes de la unidad de metrología 252.

Una interfaz 260, 262 entre la unidad de metrología 252 y la unidad de índice 254 puede ser cableada o inalámbrica. En el contador de servicios públicos 250 de la FIG. 2B, se puede utilizar una interfaz inalámbrica, en parte porque
30 ambas unidades se alimentan de sus respectivas baterías, y no es necesario el cableado para proporcionar energía entre las unidades. La interfaz 260, 262 puede incluir dispositivos de comunicación 264, 266, que pueden estar basados en tecnologías ópticas, de radiofrecuencia, magnéticas o de otro tipo.

Las FIGS. 3A y 3B muestran otros ejemplos de configuraciones de contadores de servicios públicos 300 y 350, respectivamente. Cada contador está configurado con una unidad de metrología y una unidad de índice. Sin embargo, la ubicación y/o el diseño de varios bloques funcionales distinguen los dos ejemplos.

35 La FIG. 3A es un diagrama de bloques que muestra una secuencia de procesamiento ejemplar dentro de un contador de servicios públicos 300, y que muestra una primera división de la funcionalidad entre una unidad de metrología 302 y una unidad de índice 304. En el ejemplo, una interfaz 306 la unidad de metrología 302 se comunica con una interfaz 308 de la unidad de índice 304. Si bien la interfaz 306, 308 se muestra como una interfaz en serie cableada, podrían sustituirse las interfaces paralelas, de radiofrecuencia, magnéticas, ópticas y otras tecnologías. Un par de transductores ultrasónicos 310 es representativo de los dispositivos de detección de flujo de gas. Los
40 transductores ultrasónicos 310 proporcionan una o más señales de salida a un procesador 312. En el ejemplo mostrado, los transductores ultrasónicos están definidos, al menos en parte, en el hardware. En una posible configuración, los transductores ultrasónicos envían una o más ondas acústicas en direcciones opuestas, y miden un tiempo diferencial de transmisión de las dos ondas para producir una señal de velocidad del gas. Los transductores ultrasónicos 310 o un dispositivo diferente pueden medir la temperatura del gas, que se proporciona al procesador 312. Un bloque funcional T (temperatura) 314 puede estar definido dentro del procesador, y puede estar configurado para recibir datos de temperatura como entrada. El bloque T 314 puede estar configurado para acondicionar la señal de temperatura recibida para su transmisión a la interfaz en serie, por ejemplo para su uso posterior, como para la calibración del contador. La información de temperatura procesada en el bloque T 314 puede ser enviada al procesador 326 para ser utilizada por un bloque de factor C 316 (es decir, bloque de factor de compensación de
50 temperatura). Mientras que el bloque T 314 se muestra en la unidad de metrología 302 y es operado por el procesador 312, los datos de temperatura en bruto podrían pasar a través de la unidad de índice 304 del contador 300, y el bloque T podría estar ubicado en la unidad de índice 304 y podría ser ejecutado por el procesador 326. El bloque de factor C 316 utiliza la información de temperatura para producir datos utilizables para refinar las mediciones de volumen de gas calculadas según la temperatura del gas y la temperatura base. Un bloque dt 318 procesa la información de medición de la temporización de la señal, que puede estar en el rango de los nanosegundos (u otro rango, según indiquen los requisitos de diseño). El bloque dt puede procesar una medición de diferencia de tiempo de una señal ultrasónica enviada aguas arriba y una señal ultrasónica enviada aguas abajo. Estas señales pueden considerarse como tiempo de subida (T-up) y tiempo de bajada (T-down). Dichas señales pueden ser incrementalmente (es decir, muy ligeramente) diferentes, como resultado del movimiento del gas (flujo) a medida que las señales se mueven a través de la corriente de gas. La diferencia puede utilizarse para ayudar a
60 calcular la velocidad del flujo de gas. Las señales de tiempo diferencial pueden ser enviadas al bloque V(m/s) 320,

donde se calcula la velocidad de la corriente de gas (por ejemplo, en metros por segundo). La velocidad puede calcularse en parte considerando la longitud de la trayectoria de la señal ultrasónica, el ángulo de transmisión de la señal y otros factores. En un bloque 322 de $Q(l/h)$, se determina y/o aplica una sección transversal del flujo de gas. La notación longitud/altura también puede representar cálculos más complejos de la sección transversal. En consecuencia, los bloques 320 y 322 calculan información a partir de la cual es posible derivar el flujo de gas según la velocidad y una sección transversal por la que se mueve el gas. El bloque de ganancia 324 se utiliza como control de la fuerza y la amplitud de la señal, y ayuda a compensar la temperatura del gas, la presión del gas, la composición del gas y otros factores. El bloque de ganancia 324 puede estar configurado para recibir y transmitir información, de modo que la ganancia puede determinarse basándose en la entrada recibida del transductor ultrasónico. Además, el bloque de ganancia 324 puede estar configurado para recibir información de manera que se pueda establecer un nivel deseado de ganancia (por ejemplo, la amplitud de la señal), y una trama de datos configurada para su transmisión a la unidad de indexación 304 del contador 300. El nivel de ganancia también puede utilizarse para determinar la funcionalidad del transductor. Por ejemplo, un alto nivel de ganancia y/o saturación en combinación con un bajo nivel de señal y/o datos erróneos puede indicar que el transductor 310 está cerca del final de su vida útil. En otro ejemplo, si la ganancia está por encima de un valor umbral, se puede suponer un fallo del transductor ultrasónico. Los datos que representan un volumen del gas que fluye a lo largo del tiempo pueden acumularse en un acumulador. En el ejemplo mostrado, el bloque $Vm(m^3)$ 328 se encuentra en el procesador 326 y acumula el volumen de gas (por ejemplo, en metros cúbicos) a medida que se mide en el tiempo. El volumen calculado en el bloque 328 de $Vm(m^3)$ puede considerarse como datos de volumen en bruto, que se ajustan a la temperatura en el bloque 330 de Vb . La salida del bloque 316 del factor C puede ser utilizada como entrada por el bloque 330 de Vb para calcular un volumen de gas ajustado a la temperatura.

La FIG. 3B es un diagrama de bloques que muestra una secuencia de procesamiento ejemplar dentro de un contador de servicios públicos 350, y que muestra una segunda división de la funcionalidad entre la unidad de metrología 352 y la unidad de índice 354. En el ejemplo, un procesador 356 está configurado para recibir datos de ganancia, flujo de gas y temperatura de gas desde el transductor ultrasónico 310. En el procesador 356, el bloque de ganancia 324, el bloque de dt 318, el bloque de $V(m/s)$ 320, el bloque de $Q(l,h)$ 322, el bloque de T 314 y el bloque de factor C 316 son similares a la disposición vista en la FIG. 3A. Sin embargo, el bloque $Vm(m^3)$ 328, el bloque Vb 330 y el bloque de datos de calibración del contador 332 están configurados para ser operados por el procesador 356 de la unidad de metrología 352.

30 Ejemplo de transmisión de mensajes

Las FIGS. 4-17 son diagramas de flujo que muestran un ejemplo de los procesos 400-1700 que son representativos de las técnicas para su uso en los contadores de servicios públicos y otros dispositivos que tienen comunicaciones internas. Los procesos pueden, pero no necesariamente, ser implementados en su totalidad o en parte por el sistema 100 y/o los contadores de las FIGS. 1 a 3. En algunos ejemplos de las técnicas descritas en el presente documento, los procedimientos de funcionamiento pueden ser realizados por uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) o pueden ser realizados por un procesador de propósito general que utiliza software definido en medios legibles por ordenador. En los ejemplos y técnicas discutidos aquí, la memoria 206, 218 puede comprender medios legibles por ordenador y puede tomar la forma de memoria volátil, como la memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o la memoria no volátil, como la memoria de sólo lectura (ROM) o la RAM flash. Los dispositivos de medios legibles por ordenador incluyen medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información, como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos para su ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo informático. Entre los ejemplos de medios legibles por ordenador se incluyen, entre otros, la memoria de cambio de fase (PRAM), la memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), la memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), la memoria de sólo lectura (ROM), la memoria de sólo lectura programable eléctricamente borrable (EEPROM) memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de sólo lectura en disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro tipo de almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no transitorio que pueda utilizarse para almacenar información para su acceso por un dispositivo informático.

Como se define en el presente documento, los medios legibles por ordenador no incluyen los medios transitorios, como las señales de datos moduladas y las ondas portadoras, y/o las señales.

Las FIGS. 4 a 9 son diagramas de flujo que muestran el funcionamiento de una unidad de metrología ejemplar, como la unidad de metrología 104 de las FIGS. 1 y 2. Sin embargo, acciones similares pueden ser realizadas alternativamente por una unidad de metrología similar o alternativa.

La FIG. 4 muestra un ejemplo de funcionamiento 400 de una unidad de metrología, en el que los datos de las lecturas de los sensores se envían a una unidad de índice. En el bloque 402, la unidad de metrología 104 realiza una lectura del sensor. En un ejemplo, la lectura del sensor es una medición del tiempo de propagación, que puede ser realizada por un par de sensores ultrasónicos. En el bloque 404, la unidad de metrología 104 envía la lectura del sensor a la unidad de índice 106. En un ejemplo, la unidad de metrología 104 realiza la lectura del sensor varias veces para asegurar una medida precisa de la cantidad de un recurso consumido. Por ejemplo, con las mediciones

de caudal, el caudal medido puede convertirse en una medición de volumen. Si las mediciones de caudal se realizan a corta distancia, el volumen derivado de cada medición de caudal es una aproximación exacta del volumen real de recurso (por ejemplo, fluido, gas, agua) consumido desde la última medición. Sin embargo, si las mediciones de caudal se realizan con mayor intervalo, es posible que el caudal haya cambiado significativamente entre las mediciones, y el cálculo del volumen a partir de una medición de caudal no se aproximará con exactitud al volumen de recurso consumido desde la última medición de caudal. En un ejemplo, para obtener una precisión suficiente, la unidad de metrología 104 realiza una lectura del sensor ultrasónico del caudal aproximadamente cada uno o dos segundos. La lectura es enviada por la unidad de metrología 104 a la unidad de índice 106. En un ejemplo, la unidad de índice 106 realiza la lectura según sea necesario o para ajustarse a un programa, etc. En el ejemplo, la unidad de índice 106 puede enviar una demanda a la unidad de metrología 104, y recibir datos en respuesta a la demanda.

La FIG. 5 muestra un ejemplo de funcionamiento 500 de una unidad de metrología, en el que los datos de las mediciones de los sensores se utilizan en los cálculos, y los datos calculados se envían (por ejemplo, en respuesta a una demanda, en un proceso de extracción) a una unidad de índice. En el bloque 502, una unidad de metrología 104 realiza una lectura del sensor. El bloque 502 puede realizarse de manera similar al bloque correspondiente de la figura anterior. En el bloque 504, la unidad de metrología 104 calcula una métrica basada en la lectura del sensor. En un ejemplo, la lectura del sensor es una lectura del sensor ultrasónico de caudal. En este ejemplo, la unidad de metrología 104 convierte el caudal en una métrica de volumen. En otro ejemplo, la unidad de metrología 104 realiza tanto un cálculo de volumen como un cálculo de compensación de temperatura en la lectura del sensor para generar una métrica de volumen con compensación de temperatura. En el bloque 506, la unidad de metrología 104 envía (por ejemplo, en respuesta a una demanda de la unidad de índice, en un proceso "pull") la métrica a la unidad de índice 106.

En algunas circunstancias, es beneficioso reducir el número de comunicaciones entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106. La cantidad de energía utilizada para comunicar las lecturas o métricas de los sensores desde la unidad de metrología 104 a la unidad de índice 106 representa una porción significativa de la energía de la batería utilizada por todo el sistema. Así, la reducción de la potencia para las comunicaciones entre estas unidades se traduce en una mayor duración de las baterías, en la reducción del tamaño o del número de baterías, o en una potencia adicional disponible para otros fines.

La FIG. 6 muestra un ejemplo de funcionamiento 600 de una unidad de metrología, en el que se realiza la acumulación de datos, permitiendo así transmisiones de datos menos frecuentes y el correspondiente ahorro de energía. Aunque los bloques se muestran en una secuencia, las técnicas descritas en dos o más bloques podrían realizarse simultáneamente. En el bloque 602, una unidad de metrología 104 realiza una lectura del sensor. En un ejemplo, un sensor ultrasónico proporciona una medición del tiempo de propagación, a partir de la cual se puede calcular el caudal. En un ejemplo, los cálculos se realizan en la unidad de metrología. En el bloque 604, la unidad de metrología 104 acumula la lectura del sensor. En un ejemplo, el procesador 204 toma la lectura actual y la añade a un valor acumulado en la memoria 206. En el bloque de decisión 606, la unidad de metrología 104 determina si ha habido una cantidad suficiente, deseada y/o umbral de acumulación de lecturas del sensor acumuladas y/o otros datos. En un ejemplo, se considera que la acumulación es suficiente si la unidad de índice ha solicitado datos a la unidad de metrología. La solicitud puede ser parte de un proceso "pull", por el cual los datos son extraídos de la unidad de metrología por la unidad de índice, o la solicitud puede ser parte de un proceso "push", por el cual los datos son enviados por la unidad de metrología sin una solicitud de datos correspondiente. En un ejemplo, la unidad de metrología 104 determina la finalización de la acumulación utilizando un contador para registrar un número de acumulaciones a realizar, o un periodo de tiempo durante el cual acumular. En otro ejemplo, la unidad de metrología 104 realiza acumulaciones de forma continua. A intervalos, la unidad de metrología 104 puede recibir una notificación, solicitud, demanda y/o interrupción de la unidad de índice 106. En el caso de que la unidad de índice 106 realice dicha demanda, la unidad de metrología 104 procede al bloque 608. En el bloque 608, la unidad de metrología 104 envía la lectura acumulada del sensor a la unidad de índice 106. Si la unidad de metrología no detecta ninguna demanda de la unidad de índice, las funciones de sensor y acumulación continúan en el bloque 602. Ventajosamente, al acumular las lecturas del sensor en la unidad de metrología 104, el número de comunicaciones entre la unidad de metrología 104 y la unidad de índice 106 puede reducirse significativamente sin sacrificar la precisión de la función de medición. En un ejemplo, en lugar de comunicar una lectura del sensor de la unidad de metrología 104 cada uno o dos segundos en respuesta a, o en sincronización con, la toma de las lecturas del sensor, la unidad de metrología 104 puede enviar lecturas acumuladas del sensor, por ejemplo, en respuesta a una demanda de la unidad de índice 106, cada minuto, cada hora, cada 12 horas, o incluso más tiempo. Ventajosamente, las transmisiones de los datos acumulados no son críticas en cuanto al tiempo. En consecuencia, se pueden realizar otros eventos de tiempo crítico y retrasar o ajustar de otro modo la notificación de los datos acumulados. El ahorro de batería de la acumulación, y la reducción asociada de las transmisiones, son significativos.

La FIG. 7 muestra un ejemplo de funcionamiento 700 de una unidad de metrología, en el que se realiza la acumulación de datos y los cálculos, permitiendo así transmisiones de datos menos frecuentes y el correspondiente ahorro de energía. En el bloque 702, la unidad de metrología 104 realiza una lectura del sensor. En el bloque 704, la unidad de metrología 104 acumula la lectura del sensor. En el bloque de decisión 706, la unidad de metrología 104 determina si se ha recibido una solicitud, demanda o interrupción de la unidad de índice, solicitando datos. En el bloque 708, si se recibió una solicitud, la unidad de metrología 104 calcula una métrica basada en las lecturas

acumuladas de los sensores. En el bloque 710, la unidad de metrología 104 envía la métrica, los datos calculados y/o los datos acumulados a la unidad de índice 106, en respuesta a la solicitud del bloque 706. Si no se recibe ninguna solicitud o demanda en el bloque 706, las lecturas de los sensores y la acumulación continúan, en los bloques 702 y 704

5 La FIG. 8 muestra un ejemplo de funcionamiento 800 de una unidad de metrología, que en algunas configuraciones puede ser un esclavo con respecto a la unidad de índice. La relación puede utilizar técnicas en las que la unidad de índice "extrae" datos de la unidad de metrología, como por ejemplo enviando a la unidad de metrología una demanda de datos. En respuesta a la demanda de la unidad de índice, la unidad de metrología envía datos de metrología a la unidad de índice. En el bloque 802, la unidad de metrología 104 envía los datos de la unidad de metrología a la unidad de índice 106. En un ejemplo, la memoria 206 incluye uno a más dispositivos de memoria no volátil. En este ejemplo, la memoria no volátil almacena uno o más de los datos de calibración del sensor 202, información de identificación para la unidad de metrología 104, u otra información. Ventajosamente, la información de calibración o identificación almacenada en la unidad de metrología 104 puede aumentar la modularidad de todo el sistema. Por ejemplo, si la información de calibración se almacena en la unidad de metrología 104 en lugar de en la unidad de índice 106, la unidad de metrología 104 puede calibrarse por separado de la unidad de índice 106. Además, la unidad de índice 106 puede sustituirse fácilmente sin perturbar la unidad de metrología 104. En un ejemplo, los datos de la unidad de metrología se envían como un mensaje distinto. En otro ejemplo, los datos de la unidad de metrología pueden enviarse como parte de otro mensaje, como los mensajes enviados en los pasos 404, 506, 608 o 710 de las FIGS. 4, 5, 6 y 7, respectivamente.

20 La FIG. 9 muestra un ejemplo de funcionamiento 900 de una unidad de metrología, en el que la unidad de metrología recibe un mensaje de configuración, y posteriormente envía datos de acuerdo con las instrucciones de configuración recibidas en el mensaje. En el bloque 902, la unidad de metrología 104 recibe un mensaje de configuración de la unidad de índice 106. En un ejemplo, el mensaje de configuración se recibe en combinación con un acuse de recibo de una transmisión anterior a la unidad de índice 106. En un ejemplo, el mensaje de configuración contiene un indicador de selección de modo que instruye a la unidad de metrología 104 a operar en un modo particular. En un ejemplo, los posibles modos corresponden a uno o más de los procesos descritos con respecto a los diagramas de flujo 400-800 de las FIGS. 4 a 8. En otro ejemplo, el indicador de modo instruye a la unidad de metrología para que seleccione entre un modo de acumulación, como los procesos 600 y 700 de las FIGS. 6 y 7, y un modo discreto, como los procesos de los diagramas de flujo 800 y 900 de las FIGS. 8 y 9, respectivamente. En otro ejemplo, el mensaje de configuración indica qué datos de la unidad de metrología, si los hay, deben incluirse en un mensaje posterior de la unidad de metrología 104 a la unidad de índice 106. En el bloque 904, la unidad de metrología 104 realiza uno de los procesos 400 a 800 descritos con respecto a las FIGS. 4 a 8 que responden al mensaje de configuración. En un ejemplo, la unidad de metrología 104 repite el proceso seleccionado hasta que se recibe un mensaje de configuración nuevo o diferente.

35 Las FIGS. 10 a 13 son diagramas de flujo que muestran un ejemplo de funcionamiento de una unidad de índice (por ejemplo, la unidad de índice 106 de las FIGS. 1 y 2). FIG. 10 muestra un ejemplo de funcionamiento 1000 de una unidad de índice 106, en la que la unidad de índice recibe un mensaje de la unidad de metrología y envía o reenvía la información a través de una red. En el bloque 1002, la unidad de índice 106 recibe un mensaje de la unidad de metrología 104. En un ejemplo, el mensaje contiene una o más lecturas del sensor, lecturas acumuladas del sensor, métricas calculadas a partir de una sola lectura del sensor, métricas calculadas a partir de lecturas acumuladas del sensor, datos de metrología u otra información. En el bloque 1004, la unidad de índice 106 envía parte o toda la información del mensaje recibido a través de la red 118 o al lector 114. En un ejemplo, la transmisión de la información puede retrasarse en función de un horario de la unidad de índice 106 para comunicar la información a través de la red 118 o al lector 114.

45 La FIG. 11 muestra un ejemplo de funcionamiento 1100 de una unidad de índice, en el que se recibe un mensaje, en la unidad de índice y desde la unidad de metrología, se calcula una métrica en la unidad de índice, y la métrica calculada y/o otros datos se envían a través de la red. En el bloque 1102, la unidad de índice 106 recibe un mensaje de la unidad de metrología 104. En el bloque 1104, la unidad de índice 106 calcula una métrica basada en el mensaje. En un ejemplo, la unidad de índice 106 determina una métrica compensada por temperatura realizando una compensación de temperatura una métrica de volumen recibida del mensaje. En el bloque 1106, la unidad de índice 106 envía información a la red 118 o al lector 114. En un ejemplo, la información enviada incluye la métrica calculada en la unidad de índice 106.

La FIG. 12 muestra un ejemplo de funcionamiento 1200 de una unidad de índice 106, en la que se recibe un mensaje, se acumula el mensaje o los datos del mensaje, y se envía la información acumulada a través de una red. En el bloque 1202, la unidad de índice 106 recibe un mensaje de la unidad de metrología 104. En el bloque 1204, la unidad de índice 106 acumula el contenido del mensaje. En un ejemplo, el procesador 216 de la unidad de índice 106 toma el contenido actual del mensaje recibido y lo añade a un valor acumulado en la memoria 218. En un ejemplo, el contenido de los mensajes acumulados es una métrica de volumen calculada por la unidad de metrología 104. En este ejemplo, la unidad de índice 106 puede recibir las métricas de volumen una vez por minuto, pero puede enviar la información de volumen a la empresa de servicios públicos en unidades de consumo por hora. Así, la unidad de índice 106 acumula incrementos más pequeños hasta completar una acumulación horaria. En el paso de

decisión 1206, la unidad de índice 106 determina si se ha registrado una acumulación suficiente. En un ejemplo, como se ha descrito anteriormente, la acumulación se basa en una unidad de tiempo de uso, como 15 minutos, una hora o un día. Si la acumulación no está completa, la unidad de índice 106 vuelve al bloque 1202. Si la acumulación está completa, la unidad de índice procede al bloque 1208. En el bloque 1208, la unidad de índice 106 envía la información acumulada a la red 118 o al lector 114. En un ejemplo, la unidad de índice 106 también puede realizar un cálculo sobre la información acumulada antes de enviar la información acumulada a la red. En un ejemplo, este cálculo es similar al realizado en el bloque 1104 de la FIG. 11.

La FIG. 13 muestra un ejemplo de funcionamiento 1300 de una unidad de índice, en la que se envía un mensaje de configuración a una unidad de metrología y posteriormente se puede realizar al menos una de una pluralidad de acciones diferentes. En el bloque 1302, la unidad de índice 106 envía un mensaje de configuración a la unidad de metrología 104. En un ejemplo, el mensaje de configuración se envía en combinación con un acuse de recibo de una transmisión anterior de la unidad de metrología 104. En otro ejemplo, el mensaje de configuración contiene un indicador de selección de modo que instruye a la unidad de metrología 104 a operar en un modo particular. En otro ejemplo, los posibles modos corresponden a uno o más de los procesos descritos con respecto a los procedimientos 400 a 900 de las FIGS 4 a 9. En otro ejemplo, el indicador de modo instruye a la unidad de metrología 104 para que seleccione entre un modo de acumulación, como los procesos 600, 700 de las FIGS. 6 y 7, y un modo discreto, como los procesos de 800 y 900 de las FIGS. 8 y 9. En otro ejemplo, el mensaje de configuración indica qué datos de la unidad de metrología, si los hay, deben incluirse en un mensaje posterior de la unidad de metrología 104 a la unidad de índice 106. En el bloque 1304, la unidad de índice 106 realiza uno de los procesos 1000 a 1200 descritos con respecto a las FIGS. 10 a 12 al recibir un mensaje de la unidad de metrología 104 en respuesta al envío del mensaje de configuración. En otro ejemplo, la unidad de índice 106 repite el proceso seleccionado hasta que se envía un mensaje de configuración nuevo o diferente.

Ejemplos de procedimientos

La FIG. 14 muestra un ejemplo de funcionamiento 1400 de un contador configurado para incluir una unidad de metrología y una unidad de índice. La unidad de metrología y la unidad de índice pueden estar configuradas como una sola unidad, o como dos unidades discretas que se comunican a través de un enlace por cable o por radiofrecuencia. En el bloque 1402, en la unidad de metrología, se pueden generar datos de caudal según las lecturas de un sensor de flujo estático. Los datos de caudal pueden obtenerse de un sensor de caudal, como un par de transductores ultrasónicos, que pueden estar situados en la unidad de metrología del contador. El caudal puede ser muestreado frecuentemente, por ejemplo cada dos segundos.

En el bloque 1404, en la unidad de metrología, los datos del caudal se utilizan en cálculos para producir datos de volumen de gas en bruto. Al realizar los cálculos en la unidad de metrología, no se incurre en el coste en energía de la batería de enviar los datos de caudal a la unidad de índice. Estas transmisiones son especialmente intensivas en gasto de energía, tanto por su frecuencia como por su carácter crítico en el tiempo.

En el bloque 1406, en la unidad de metrología, se mide la temperatura del gas para producir datos de temperatura del gas. El sensor de temperatura puede ser un sensor independiente, o puede estar integrado con el sensor de caudal. Las mediciones pueden realizarse con una frecuencia o temporización igual o diferente a la de las mediciones de caudal.

En el bloque 1408, en la unidad de metrología, los datos de volumen de gas sin procesar se ajustan utilizando los datos de temperatura del gas, para producir datos de volumen de gas corregidos. Al realizar el cálculo en la unidad de metrología, no hay coste de batería por el envío de los datos de temperatura a la unidad de índice.

En el bloque 1410, en la unidad de metrología, se acumulan los datos de volumen de gas corregidos, normalmente durante más de un minuto, o hasta doce horas o más. El envío de datos de caudal cada dos segundos, como hacen los sistemas conocidos, tiene un importante coste de batería. En un ejemplo, el proceso de acumulación mantiene un total de los datos corregidos del volumen de gas. Al acumular los datos en un periodo de un minuto, una hora, doce horas o un día, el coste en energía de la batería de la transmisión de datos se reduce considerablemente con respecto a los contadores y sistemas convencionales.

En el bloque 1412, se envía un mensaje, por ejemplo, desde la unidad de metrología y a una unidad de índice del contador. En un ejemplo, el mensaje puede ser atraído por una demanda de la unidad de índice, y enviado desde la unidad de metrología en respuesta a la demanda. El mensaje puede incluir datos asociados a los datos de volumen de gas acumulados y corregidos por la temperatura, que representan el flujo de gas durante el tiempo de acumulación. En el bloque 1414, en un primer ejemplo de la transmisión del mensaje del bloque 1412, pueden realizarse otras comunicaciones, como por ejemplo entre la unidad de índice y un nodo de red. La comunicación del bloque 1414 puede ser, por coincidencia o programación, aproximadamente el mismo tiempo que la transmisión del mensaje del bloque 1412. Debido a que el mensaje del bloque 1412 no es de tiempo crítico, la comunicación del bloque 1414 puede retrasar la transmisión y recepción del mensaje enviado en el bloque 1412. Debido a la flexibilidad de cuándo se envía el mensaje del bloque 1412, se pueden utilizar dispositivos de hardware más lentos y de mayor eficiencia energética. En el bloque 1416, en un segundo ejemplo de la transmisión del bloque 1412, la unidad de índice y/o la unidad de metrología pueden participar en la realización de tareas aproximadamente en el

momento de la transmisión del bloque 1412. Sin embargo, como el mensaje del bloque 1412 no es de tiempo crítico, la comunicación en el bloque 1412 puede retrasarse. La flexibilidad temporal del envío del mensaje en el bloque 1412 se basa, al menos en parte, en la capacidad de la unidad de metrología para acumular datos durante períodos de tiempo más largos y/o más cortos. Esta flexibilidad puede dar lugar a un hardware menos costoso, un diseño de hardware más flexible y un menor consumo de energía de la batería.

En el bloque 1418, los datos de volumen de gas corregidos acumulados se transmiten desde la unidad de índice y a un servidor de servicios. En el bloque 1420, en un primer ejemplo, los datos de volumen de gas acumulados se transmiten al servidor de la empresa de servicios públicos a través de un dispositivo lector, como el dispositivo lector 114 de la FIG. 1. En el bloque 1422, en un segundo ejemplo, los datos de volumen de gas acumulados se transmiten al servidor de la empresa de servicios públicos a través de una o más redes, como la red 118 de la FIG. 1.

En el bloque 1424, los datos de temperatura del gas (o más generalmente, del fluido) y/o los elementos de datos pueden ser descartados y/o sobrescritos en la memoria después de que los datos sean utilizados, como en los cálculos que ajustan los datos en bruto de volumen de gas para obtener datos corregidos de volumen de gas en el bloque 1408. Esta acción proporciona un importante ahorro de energía de la batería y un ahorro de ancho de banda de transmisión de datos con respecto a los sistemas conocidos que transmiten los datos de temperatura desde la unidad de metrología y a la unidad de índice. Al realizar los cálculos que utilizan los datos de temperatura (por ejemplo, la conversión de volumen en bruto de gas a volumen de gas corregido) en la unidad de metrología, la unidad de índice no necesita los datos de temperatura. En algunas realizaciones ejemplares, los datos de temperatura pueden ser extraídos de la unidad de metrología por la unidad de índice, y utilizados por la unidad de índice para fines tales como la visualización, la evidencia de manipulación, etc.

En el bloque 1426, la unidad de metrología puede ser calibrada usando los datos de calibración del contador. En el bloque 1428, en un ejemplo, la generación de datos de caudal en el bloque 1402, el cálculo de datos de volumen en bruto de gas en el bloque 1404, y/o la medición de datos de temperatura de gas en el bloque 1406, u otra funcionalidad, se calibra en la unidad de metrología.

La FIG. 15 muestra varias técnicas ejemplares 1500 por las que un mensaje con datos, por ejemplo, datos de volumen de gas corregido acumulado, puede ser extraído de la unidad de metrología por una demanda enviada por la unidad de índice. En consecuencia, los bloques de la FIG. 15 pueden realizarse de forma alternativa, o en algunos casos y/o sistemas, de forma combinada. Las técnicas 1500 pueden ser variaciones o ejemplos del bloque 1412 de la FIG. 14.

En el bloque 1502, en modo de inspección, en modo de prueba, en condición de alarma, en estado de alarma y/o en modo de alarma, se puede enviar una interrupción, desde la unidad de metrología y a la unidad de índice. La interrupción puede estar configurada para despertar a la unidad de índice de un período, estado o modo de bajo consumo de energía. El mensaje del bloque 1412 se envía entonces, desde la unidad de metrología a la unidad de índice, en respuesta a la interrupción. En consecuencia, el mensaje se envía en respuesta a una interrupción, enviada desde la unidad de metrología y a la unidad de índice, en la que la interrupción está configurada para despertar a la unidad de índice de un período, estado o modo de bajo consumo de energía. En el bloque 1504, la unidad de índice envía una demanda de mensaje, que se recibe en la unidad de metrología. El mensaje se envía, desde la unidad de metrología y hacia la unidad de índice, en respuesta a la demanda. En consecuencia, el mensaje se envía en respuesta a una demanda del mensaje, en la que la demanda fue enviada por la unidad de índice. En el bloque 1506, se reconoce una hora programada para el mensaje. El reconocimiento del horario puede ser tanto por la unidad de metrología como por la unidad de índice. A continuación, se envía el mensaje, basándose, al menos en parte, en la hora programada. En consecuencia, el mensaje se envía en respuesta a una hora programada para el mensaje. En el bloque 1508, puede haber una condición de alarma. En un ejemplo, la condición de alarma podría estar relacionada con el flujo libre de gas, que puede resultar de una tubería rota. En respuesta a una condición de alarma, se envía una interrupción desde la unidad de metrología (que reconoció la condición de alarma) a la unidad de índice. La interrupción puede configurarse para despertar a la unidad de índice de un período, modo o estado de bajo consumo, si es necesario. El mensaje se envía entonces, tras la transmisión de la interrupción. En consecuencia, el mensaje se envía en respuesta a una condición de alarma.

La FIG. 16 muestra ejemplos de técnicas 1600 mediante las cuales se opera una unidad de metrología. En el bloque 1602, se generan datos de caudal, en una unidad de metrología de un contador, según un sensor de flujo estático.

En el bloque 1604, los datos de caudal se procesan, en la unidad de metrología del contador, para producir un procesamiento de datos de volumen de gas. En el bloque 1606, en un primer ejemplo del procesamiento del bloque 1604, los datos de caudal se procesan para producir datos de volumen en bruto. En el bloque 1608, los datos de volumen en bruto se procesan, basándose al menos en parte en la temperatura medida, para producir los datos de volumen de gas corregidos. En el bloque 1610, en un segundo ejemplo del procesamiento del bloque 1604, se mide la temperatura del gas, en la unidad de metrología, para producir datos de temperatura del gas. En el bloque 1612, los datos en bruto de volumen de gas se ajustan, en la unidad de metrología, utilizando los datos de temperatura del gas, para producir los datos corregidos de volumen de gas.

En el bloque 1614, los datos del volumen de gas se acumulan, en la unidad de metrología del contador. En algunos sistemas, los datos pueden acumularse durante varios minutos, horas o incluso días antes de ser extraídos de la unidad de metrología por una demanda de la unidad de índice. En el bloque 1616, los datos se extraen de la unidad de metrología por una demanda o solicitud de una unidad de índice del contador. Los datos pueden incluir los datos del volumen de gas acumulado.

La FIG. 17 muestra ejemplos de técnicas 1700 mediante las cuales se opera una unidad de metrología. En el ejemplo mostrado, la unidad de metrología puede configurarse según las técnicas mostradas, descritas y asociadas a la FIG. 2B. El contador de servicios públicos 250, que tiene una unidad de metrología 104 y una unidad de índice 106, está configurado de manera que la unidad de metrología se alimenta con baterías y no depende de la unidad de índice para obtener energía o ayuda para medir la velocidad del gas o para calcular el consumo de gas dentro de un valor de error umbral legalmente permitido. En consecuencia, la unidad de índice 106 puede ser sustituida sin tener que volver a certificar la unidad de metrología y la unidad de índice recién emparejadas.

En el bloque 1702, el flujo de gas se dirige a través de una caja o recinto de una unidad de metrología, dentro del cual un sensor de metrología, un procesador y un dispositivo de memoria son alimentados por una batería dentro de la caja o recinto. Con referencia al ejemplo de las FIGS. 1 y 2B, la unidad de metrología 252 incluye un sensor de metrología 202, un procesador 204, un dispositivo de memoria 206, una batería 258 y una fuente de alimentación 260 que están todos dentro de la caja 122 (de la FIG. 1). En el bloque 1704, se suministra energía al sensor de metrología, al procesador y al dispositivo de memoria desde la batería y/o la fuente de alimentación. El bloque 1706 muestra un ejemplo que ilustra cómo se puede suministrar energía a los componentes de la unidad de metrología. En el ejemplo, la energía recibida de la batería puede ser regulada para controlar la tensión en diferentes flujos de corriente y niveles de carga de la batería. La FIG. 2B muestra que la regulación puede realizarse dentro de la caja o recinto de la unidad de metrología 252 mediante la fuente de alimentación 260. En el bloque 1708, se puede medir una velocidad del flujo de gas, como por ejemplo mediante la operación de un sensor de metrología. En el ejemplo de la FIG. 2B, el sensor de metrología 202 mide la velocidad del flujo de gas. Sin embargo, pueden utilizarse tecnologías y sensores alternativos. En el bloque 1710, un volumen del flujo de gas puede ser calculado por la operación de un procesador, tal como el uso de los valores medidos por el sensor(es) como entrada. El volumen calculado se expresará en forma de datos totalizados con una precisión de un valor umbral. El valor umbral puede ser exigido por la normativa legal, de la agencia o del gobierno. El bloque 1712 muestra un ejemplo que ilustra cómo se selecciona el valor umbral para dar lugar a un cálculo preciso del flujo de gas totalizado que no tiene que ser revisado o hecho más preciso por la operación de la unidad de índice. En el ejemplo del bloque 1712, el valor de umbral puede seleccionarse para excluir, u obviar la necesidad de cálculos de volumen de gas por parte de la unidad de índice. Debido a la precisión de la medición realizada por la unidad de metrología, la sustitución de la unidad de índice 254 no requiere la recertificación de la precisión de los cálculos del volumen de gas totalizado de la unidad de metrología 252. En el bloque 1714, los datos totalizados se transmiten desde la unidad de metrología a una unidad de índice. Los bloques 1716 y 1718 muestran un ejemplo de procedimiento por el que se puede realizar la transmisión. En el bloque 1716, se utiliza un dispositivo de comunicación, configurado para la comunicación inductiva, óptica o de radiofrecuencia, para comunicarse con la unidad de índice. En el bloque 1718, el dispositivo de comunicaciones permite la comunicación entre la unidad de metrología y la unidad de índice, como por ejemplo a través de una interfaz configurada para la comunicación bidireccional inalámbrica. En el ejemplo, la interfaz permite a la unidad de metrología enviar los datos totalizados a la unidad de índice. En un ejemplo de uso, en el bloque 1720, un motor, alimentado por la batería y un controlador de motor, puede ser operado para cerrar una válvula y cerrar el flujo de gas. La batería, el controlador del motor, el motor y la válvula pueden estar situados dentro de la caja de la unidad de metrología.

Conclusión

Aunque la materia objeto se ha descrito en un lenguaje específico de características estructurales y/o actos metodológicos, debe entenderse que la materia objeto se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de metrología, que comprende:

un sensor de metrología (202) configurado para medir la velocidad del flujo de gas;
un procesador (204) configurado para recibir datos del sensor de metrología (202) y para calcular el
volumen de gas, en el que el procesador (204) está configurado para:

calcular una velocidad de una corriente de gas basada en un diferencial de tiempo entre la transmisión
de señales de un par de transductores ultrasónicos (310);
determinar una sección transversal del flujo de gas; y
deducir el volumen del flujo de gas basándose en la velocidad de la corriente de gas calculada y en la
sección transversal determinada del flujo de gas;

un dispositivo de memoria (206) para almacenar los datos del sensor de metrología (202);
una batería (258) para alimentar el sensor de metrología (202), el procesador (204) y el dispositivo de
memoria (206); y
una caja (122) para encerrar el sensor de metrología (202), el procesador (204), el dispositivo de memoria
(206) y la batería (258), en la que una porción interior de la caja está configurada para el flujo de gas, y en
la que: el procesador (204) está configurado adicionalmente para calcular los datos totalizados para tener
una precisión que esté dentro de un valor umbral antes de la transmisión de los datos totalizados, la unidad
de metrología comprende adicionalmente: una interfaz (260) configurada para transmitir los datos
totalizados a una unidad de índice (106; 254).

2. La unidad de metrología según la reivindicación 1, que comprende además:

un motor (210), alimentado por la batería y configurado para cortar el flujo de gas; y
un controlador del motor (224), alimentado por la batería, en el que el controlador del motor (224)
proporciona circuitos lógicos y de control para operar el motor (210).

3. La unidad de metrología según la reivindicación 1, en la que: la interfaz (260) está configurada para la
comunicación inalámbrica bidireccional con la unidad de índice (106; 254), en la que la comunicación inalámbrica
bidireccional proporciona datos de consumo de gas a la unidad de índice (106; 254), y en la que los datos de
consumo de gas comprenden datos en bruto que han sido procesados para crear datos que indican el uso a lo largo
de períodos de tiempo.

4. La unidad de metrología según la reivindicación 1, que comprende además: un dispositivo de comunicación (264)
configurado para al menos una de las comunicaciones inductivas, ópticas o de radiofrecuencia con la unidad de
índice (106; 254).

5. La unidad de metrología según en la reivindicación 1, en la que la unidad de metrología (104) está configurada
para el cálculo de la medición de gas independientemente de la unidad de índice (106; 254).

6. La unidad de metrología según en la reivindicación 1, en la que: el procesador (204) calcula el volumen de gas
utilizando datos basados en el flujo de gas sin la acción de la unidad de índice.

7. La unidad de metrología según la reivindicación 1, que comprende además: una fuente de alimentación (260),
dentro de la caja del dispositivo de metrología, configurada para regular la energía recibida de la batería (258).

8. Un procedimiento de medida del volumen de un flujo de gas, que comprende:

dirigir el flujo de gas a través de una caja (122) de una unidad de metrología, en la que un sensor de
metrología (202), un procesador (204), un dispositivo de memoria (206) y una batería (258) se encuentran
en la caja (122);

proporcionar energía al sensor de metrología (202), al procesador (204) y al dispositivo de memoria (206)
desde la batería;

medir una velocidad del flujo de gas, mediante el funcionamiento del sensor de metrología (202);
calcular un volumen del flujo de gas mediante el funcionamiento del procesador (204), en el que el volumen
calculado del flujo de gas comprende datos totalizados que son precisos dentro de un valor umbral; y
transmitir los datos totalizados a una unidad de índice (106; 254), en el que el paso de calcular el volumen
de gas comprende:

calcular una velocidad de una corriente de gas basada en un diferencial de tiempo entre la transmisión
de señales de un par de transductores ultrasónicos (310);
determinar una sección transversal del flujo de gas; y derivar el volumen del flujo de gas basado en la
velocidad calculada de la corriente de gas y la sección transversal determinada del flujo de gas.

9. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además: regular la potencia recibida de la batería para controlar la tensión a diferentes flujos de corriente y niveles de carga de la batería, en el que la regulación se realiza dentro de la caja (122) de la unidad de metrología.
- 5 10. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la transmisión comprende: comunicar de forma inalámbrica con la unidad de índice (106; 254) para proporcionar los datos totalizados a la unidad de índice (106; 254).
11. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la transmisión comprende: transmitir los datos totalizados a la unidad de índice (106; 254) a través de al menos una de entre las comunicaciones inductivas, ópticas o de radiofrecuencia.
- 10 12. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el valor umbral se selecciona para evitar la necesidad de calcular el volumen de gas por la unidad de índice (106; 254).
13. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además: operar un motor (210), alimentado por la batería (258), para cerrar el flujo de gas, en el que el motor (210) está situado dentro de la caja de la unidad de metrología.

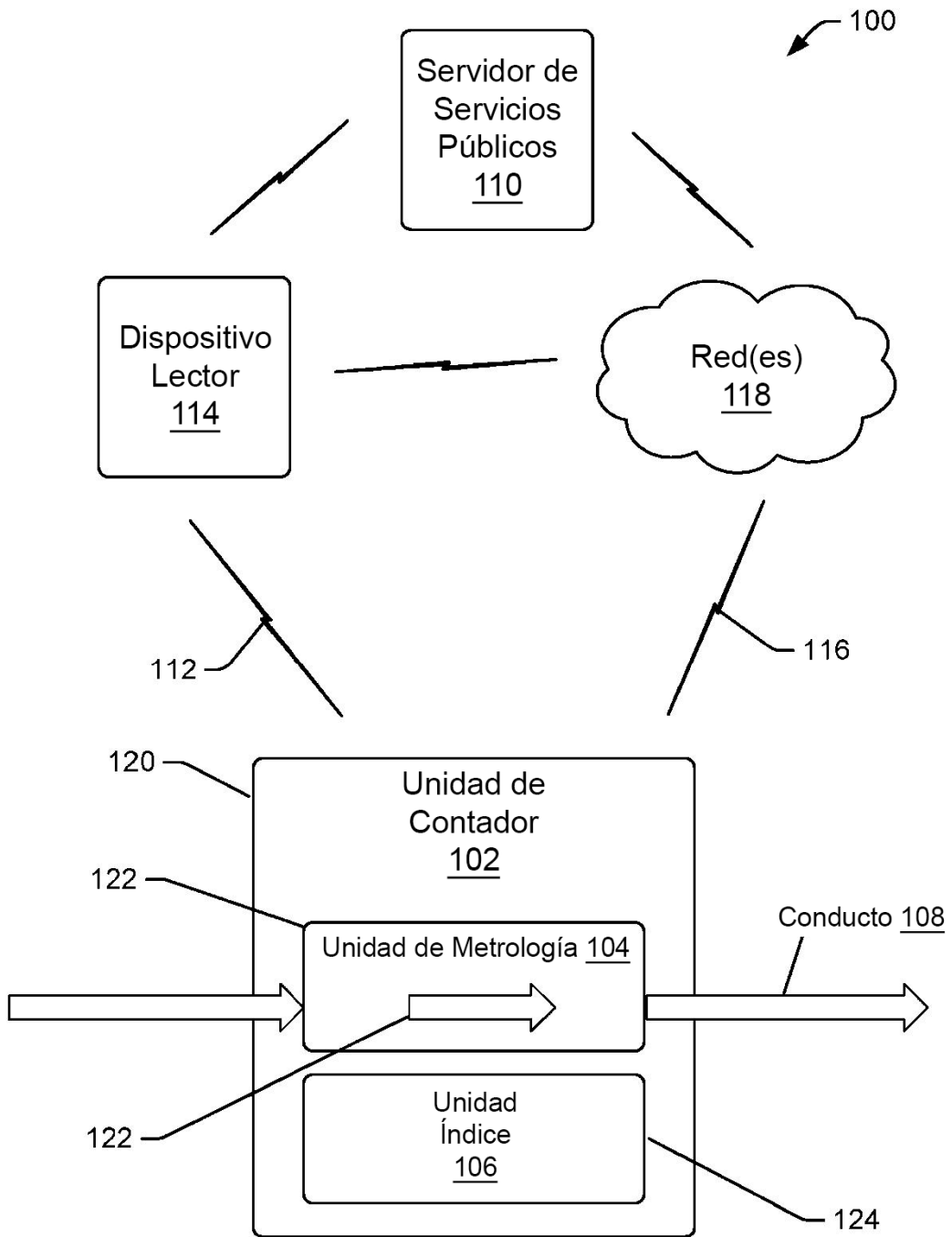


FIG. 1

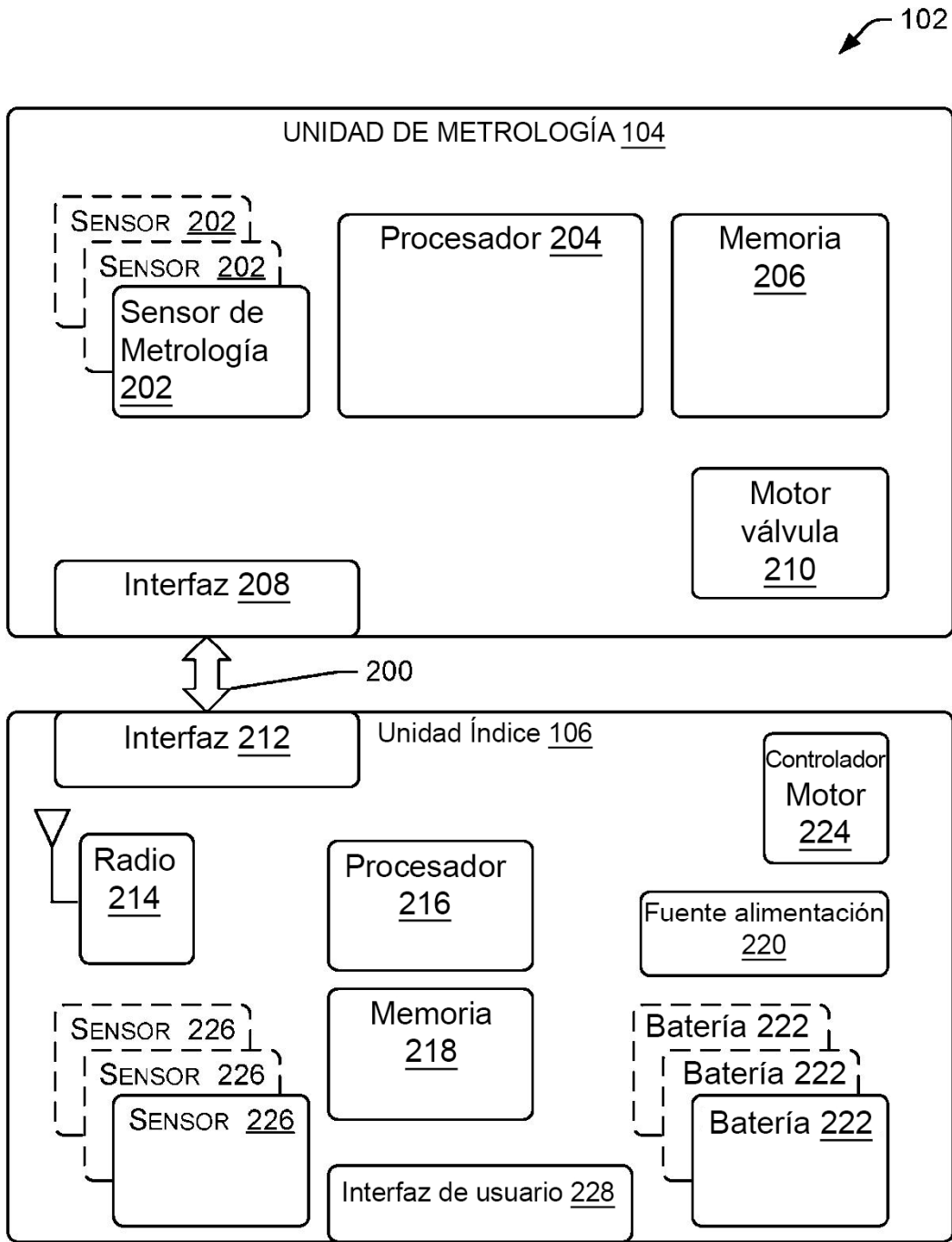


FIG. 2A

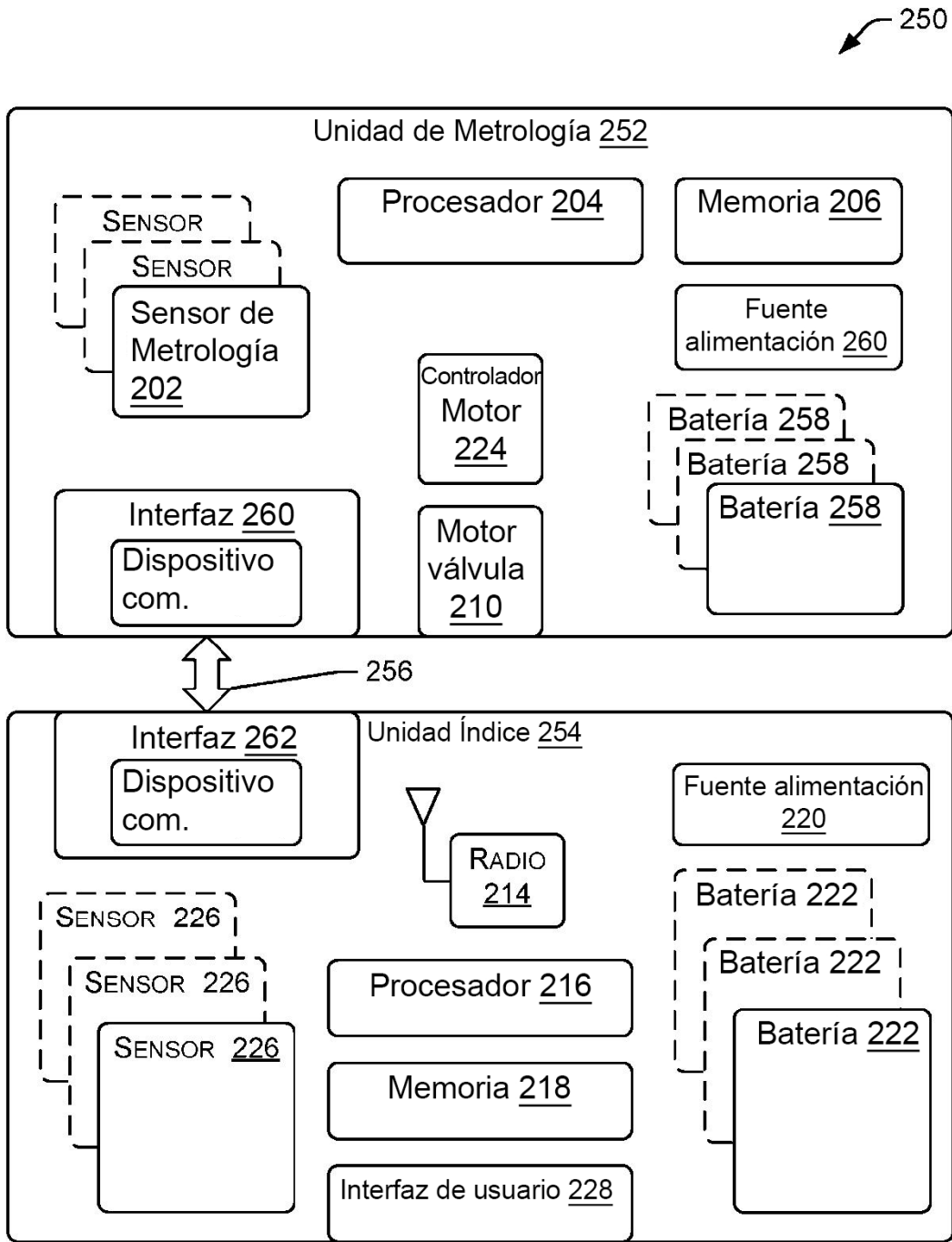


FIG. 2B

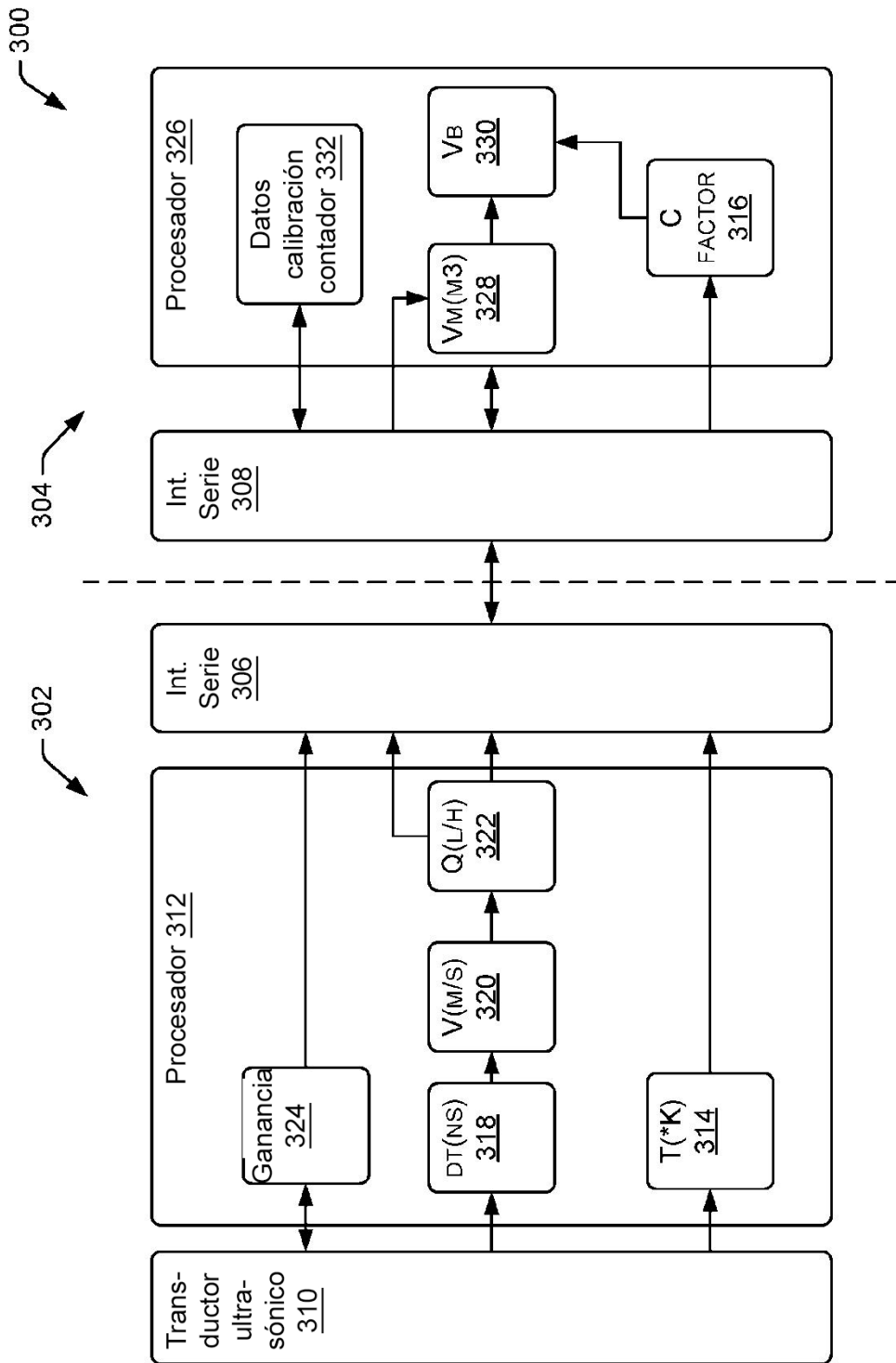


FIG. 3A

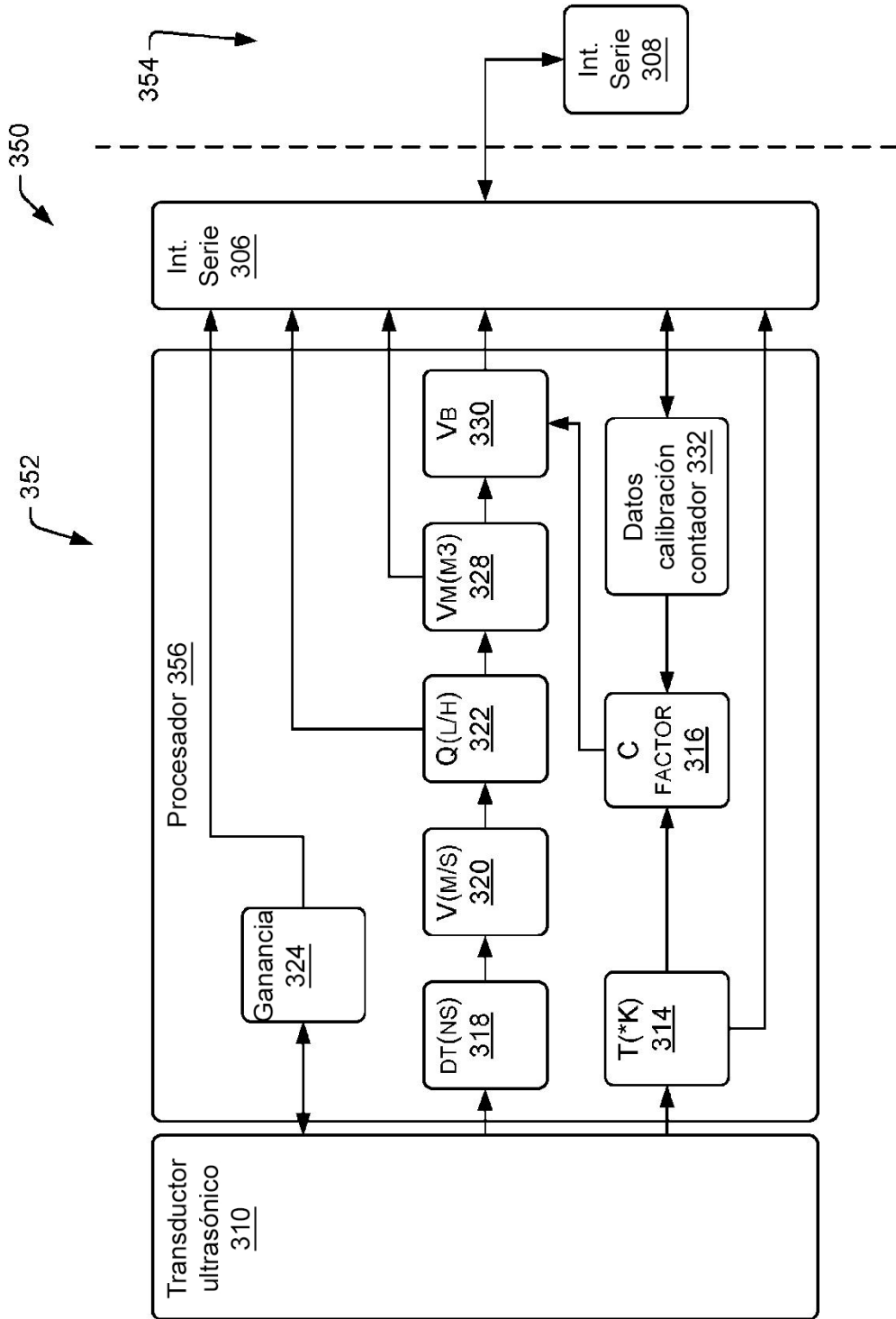


FIG. 3B

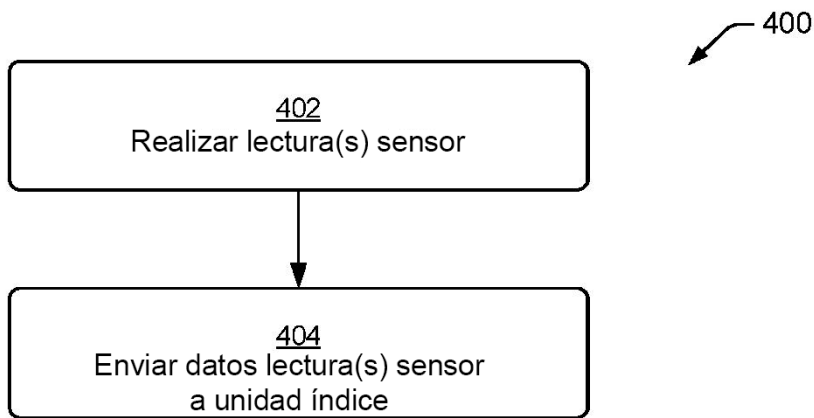


FIG. 4

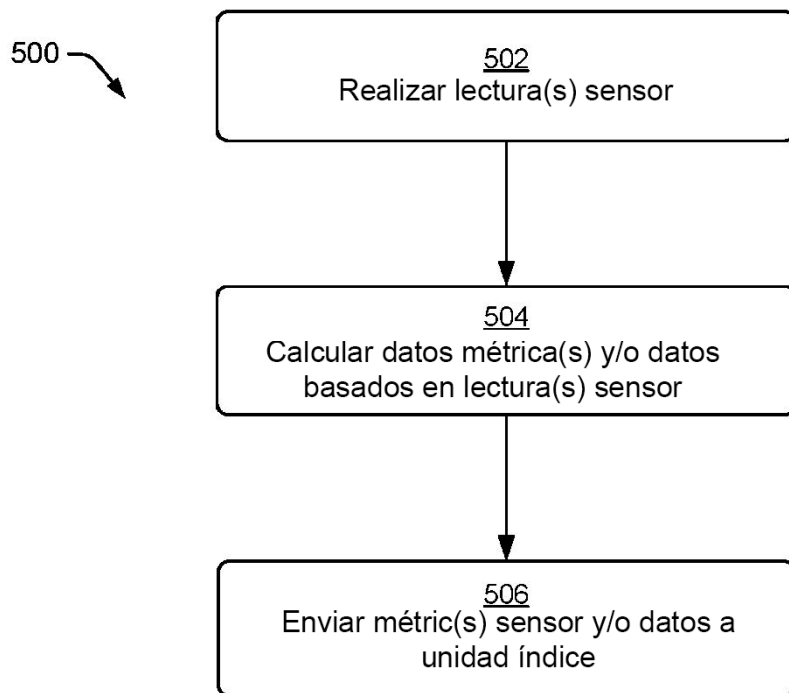


FIG. 5

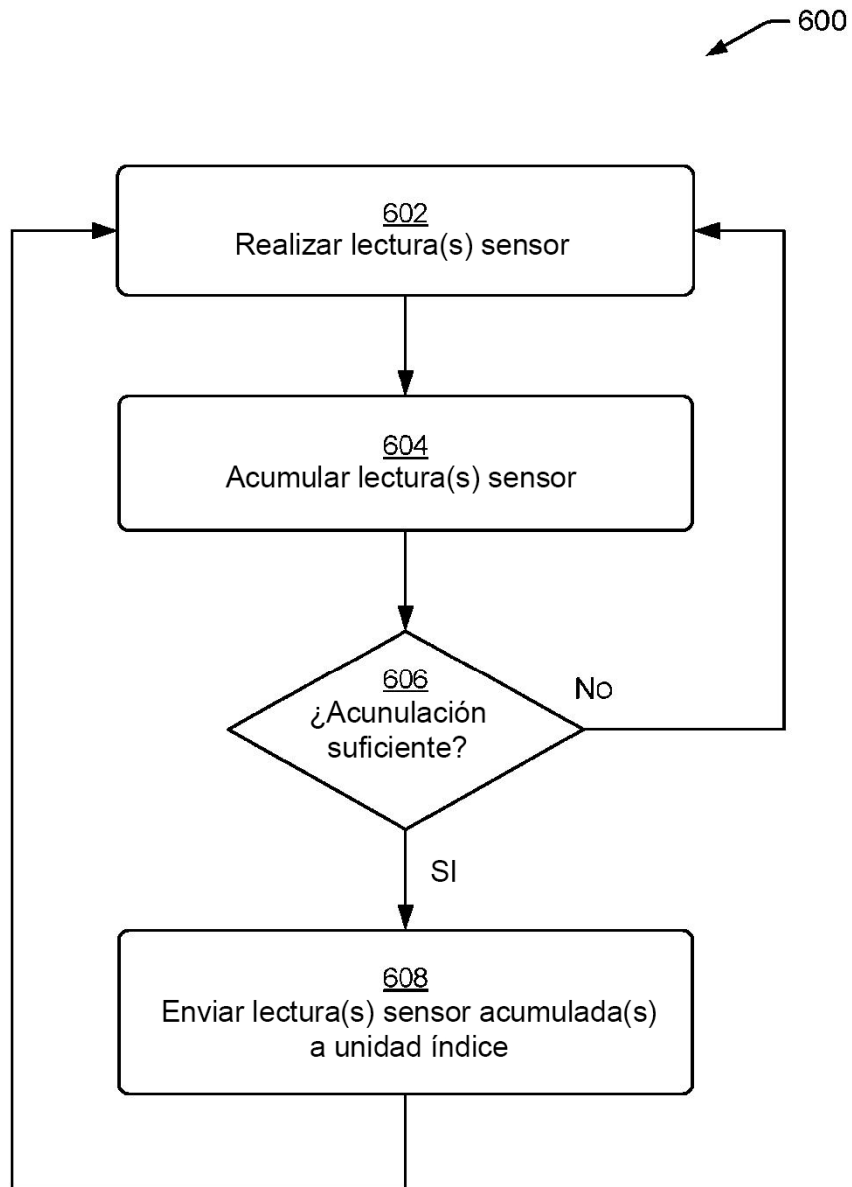


FIG. 6

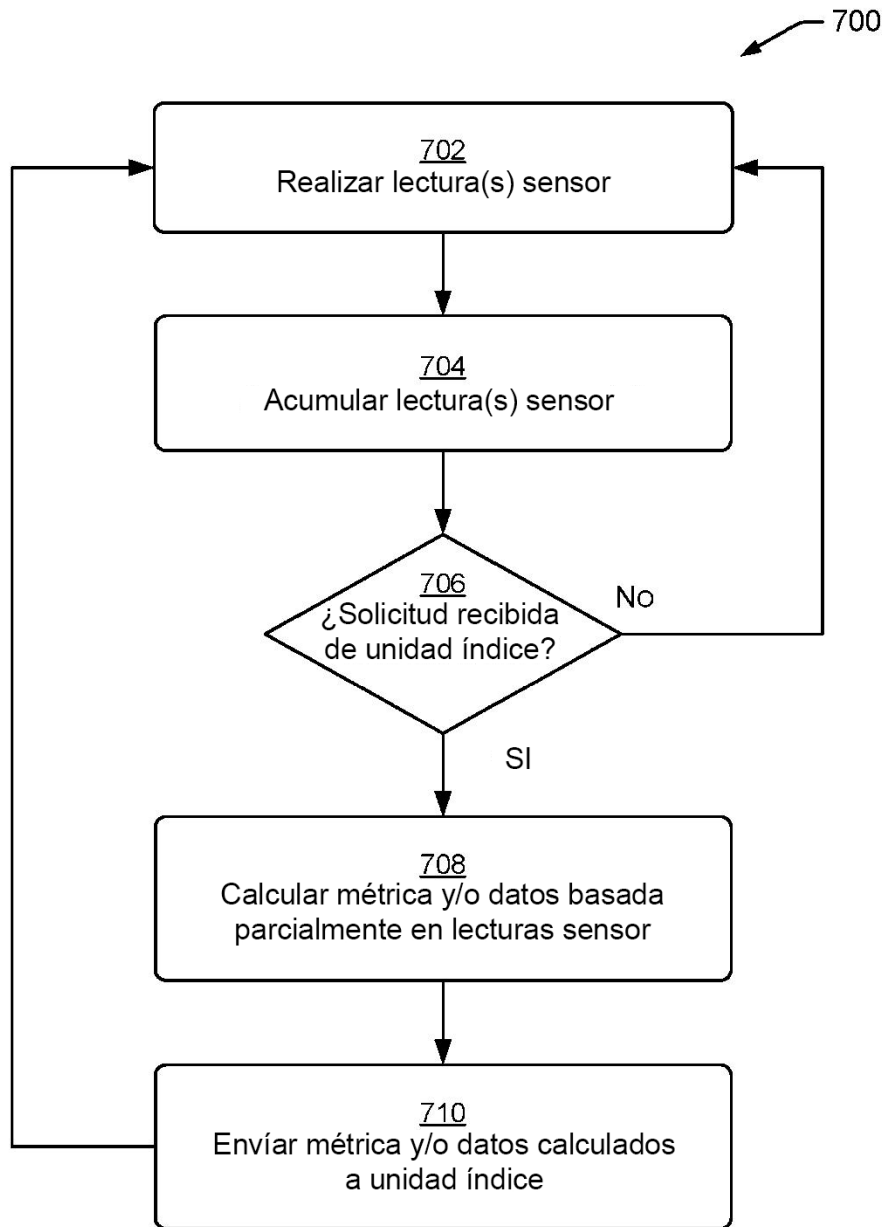


FIG. 7

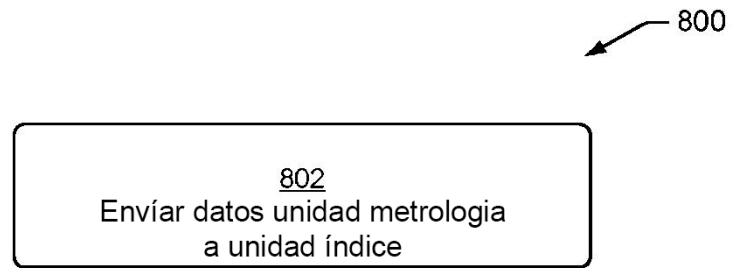


FIG. 8

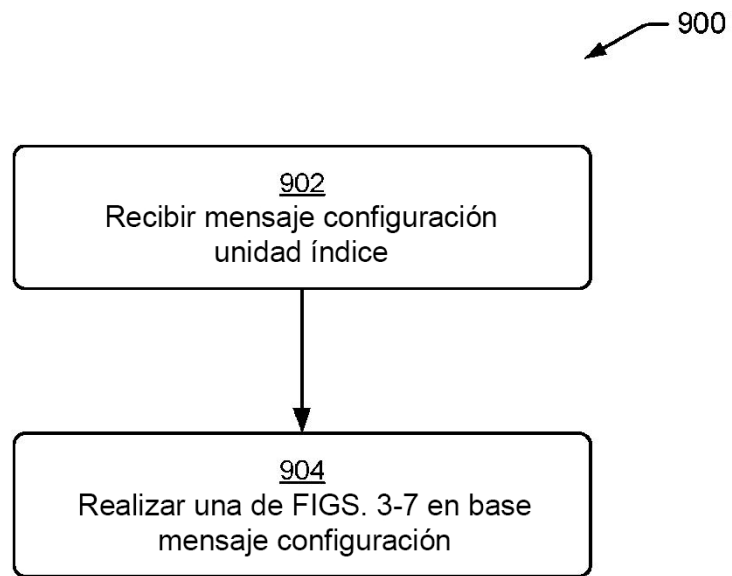


FIG. 9

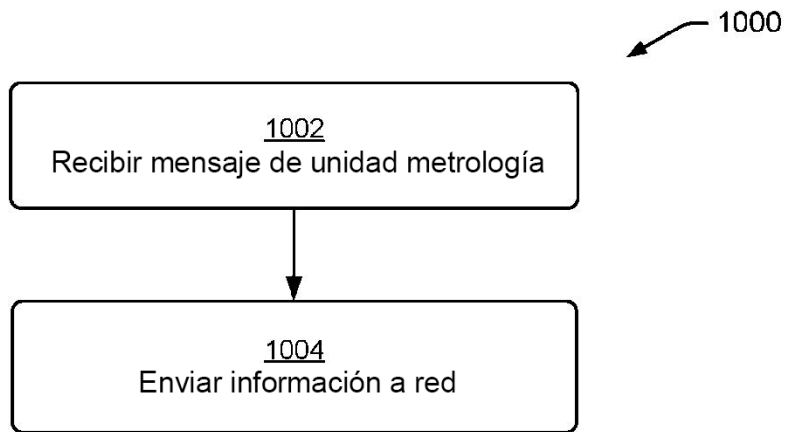


FIG. 10

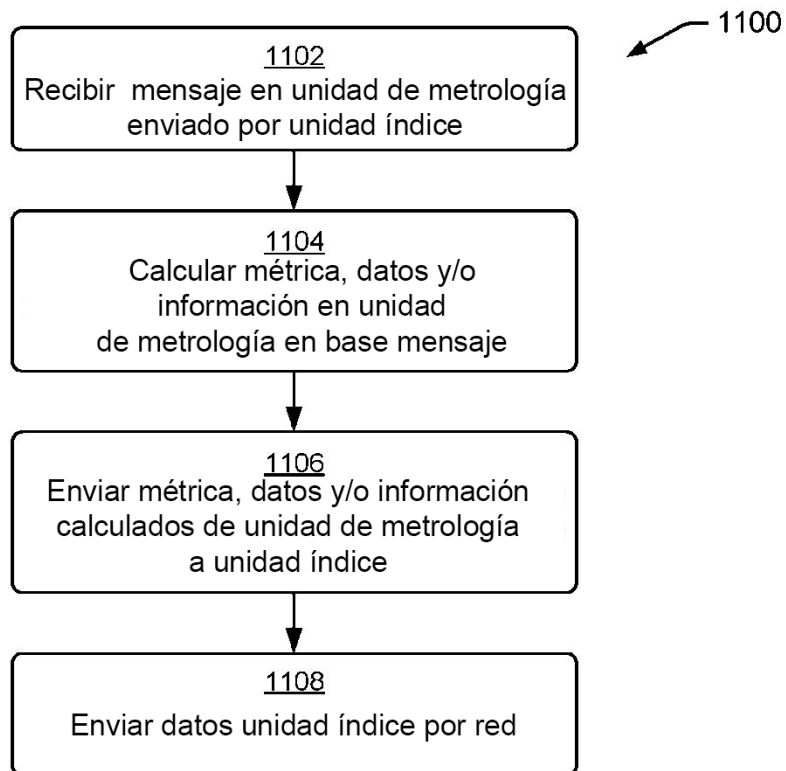


FIG. 11

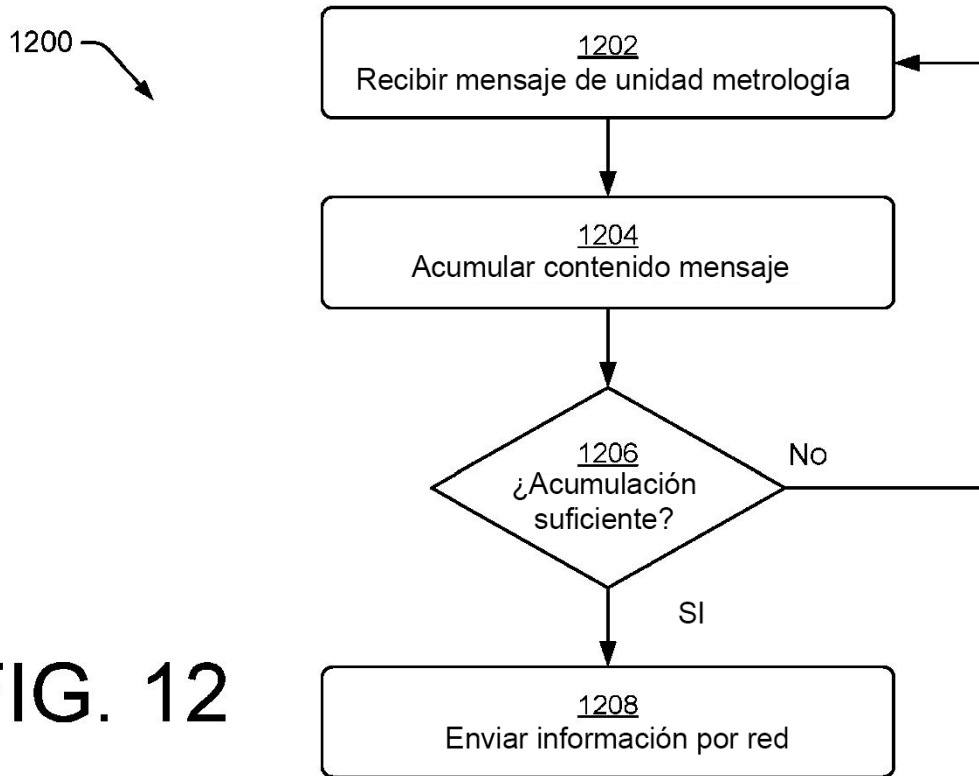


FIG. 12

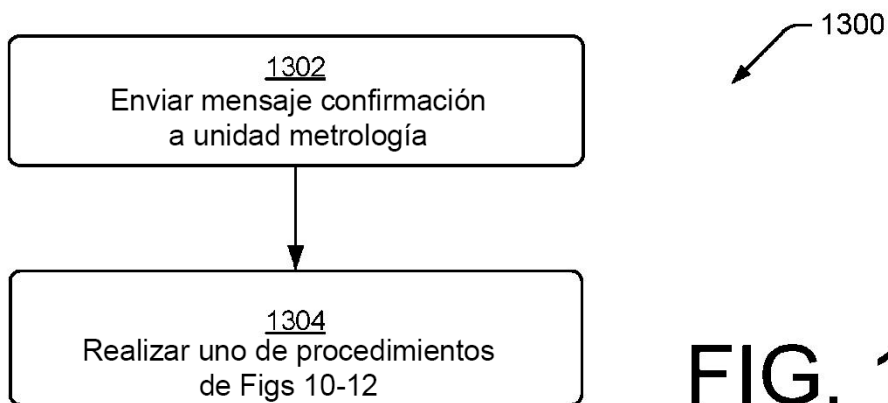
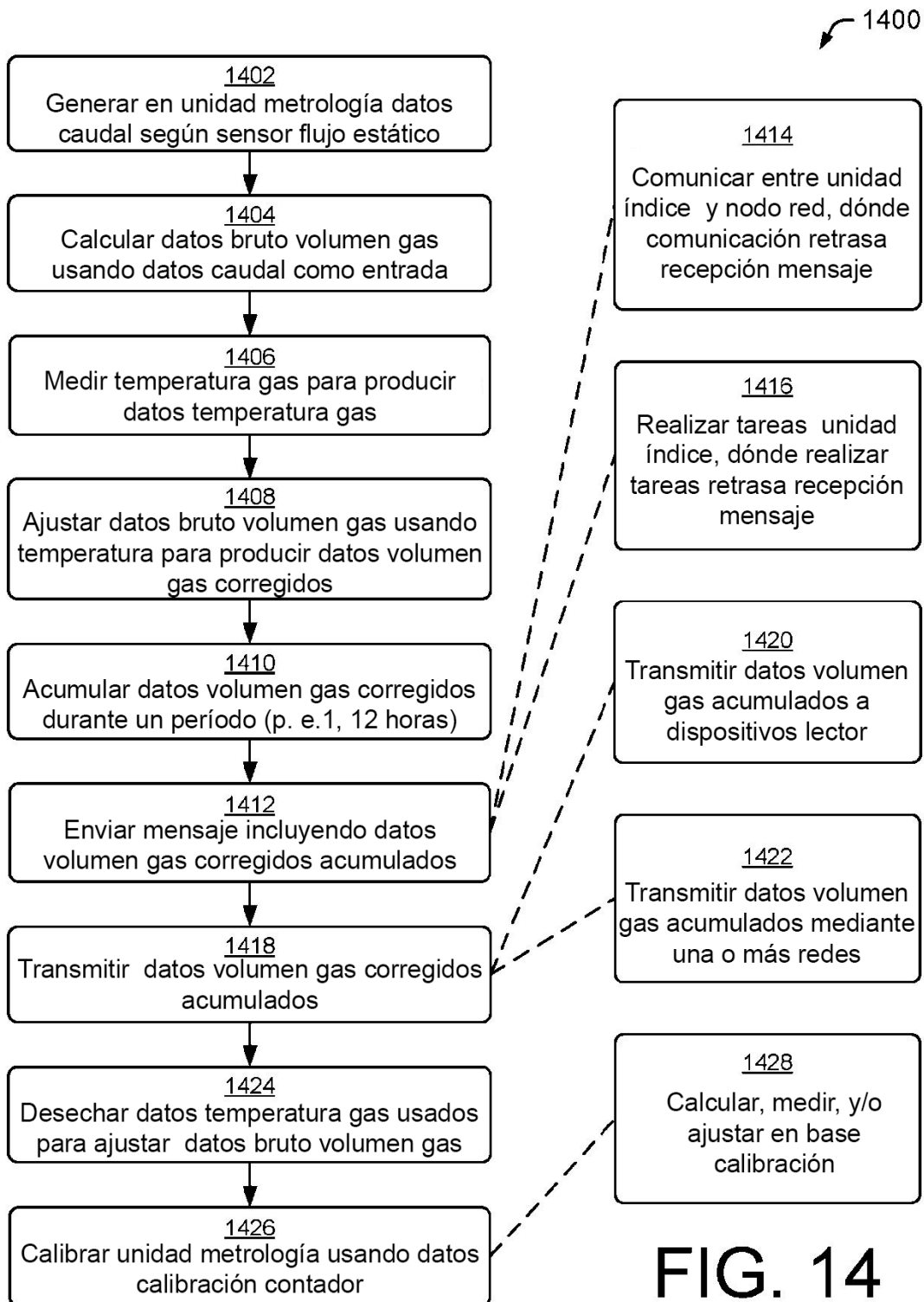


FIG. 13



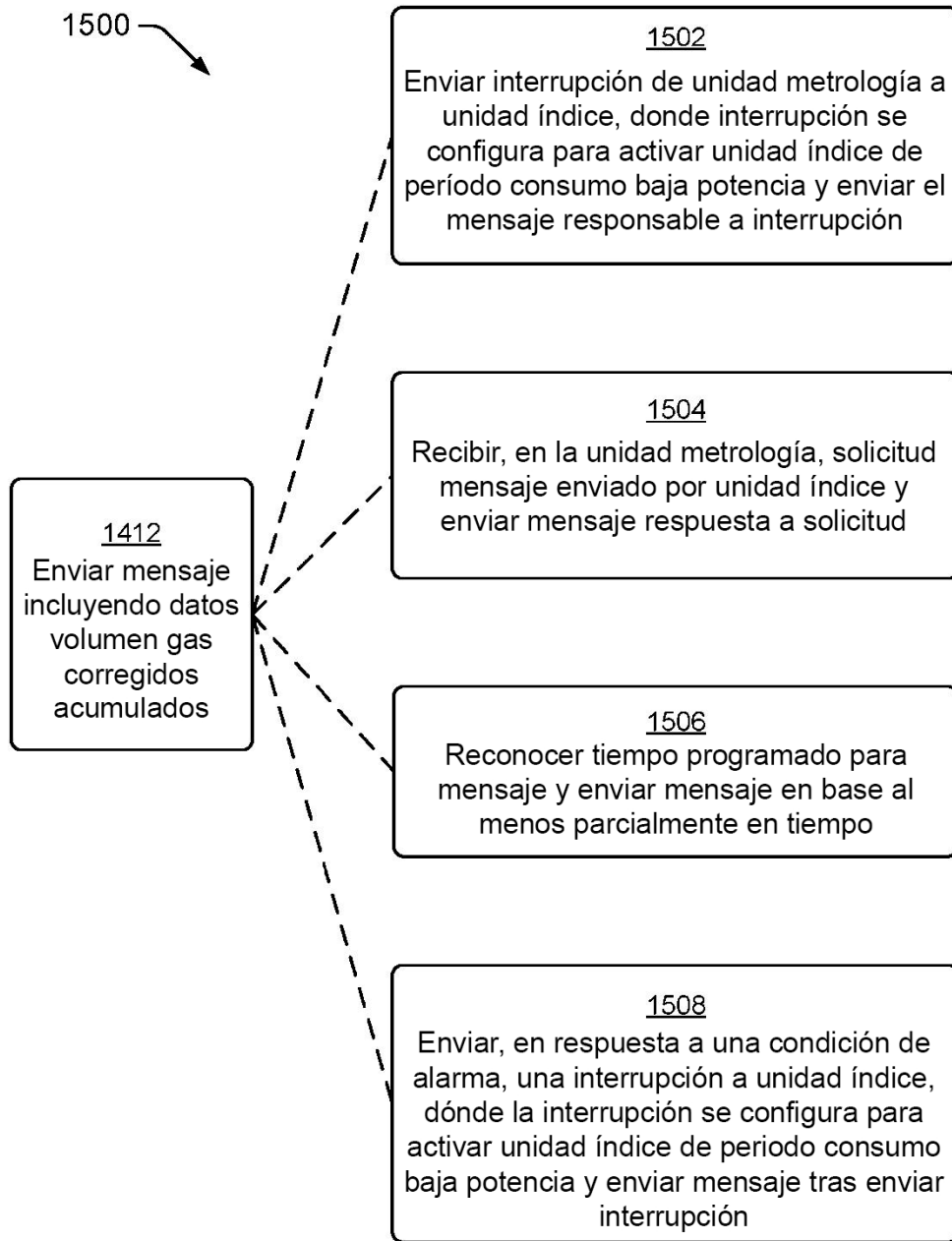
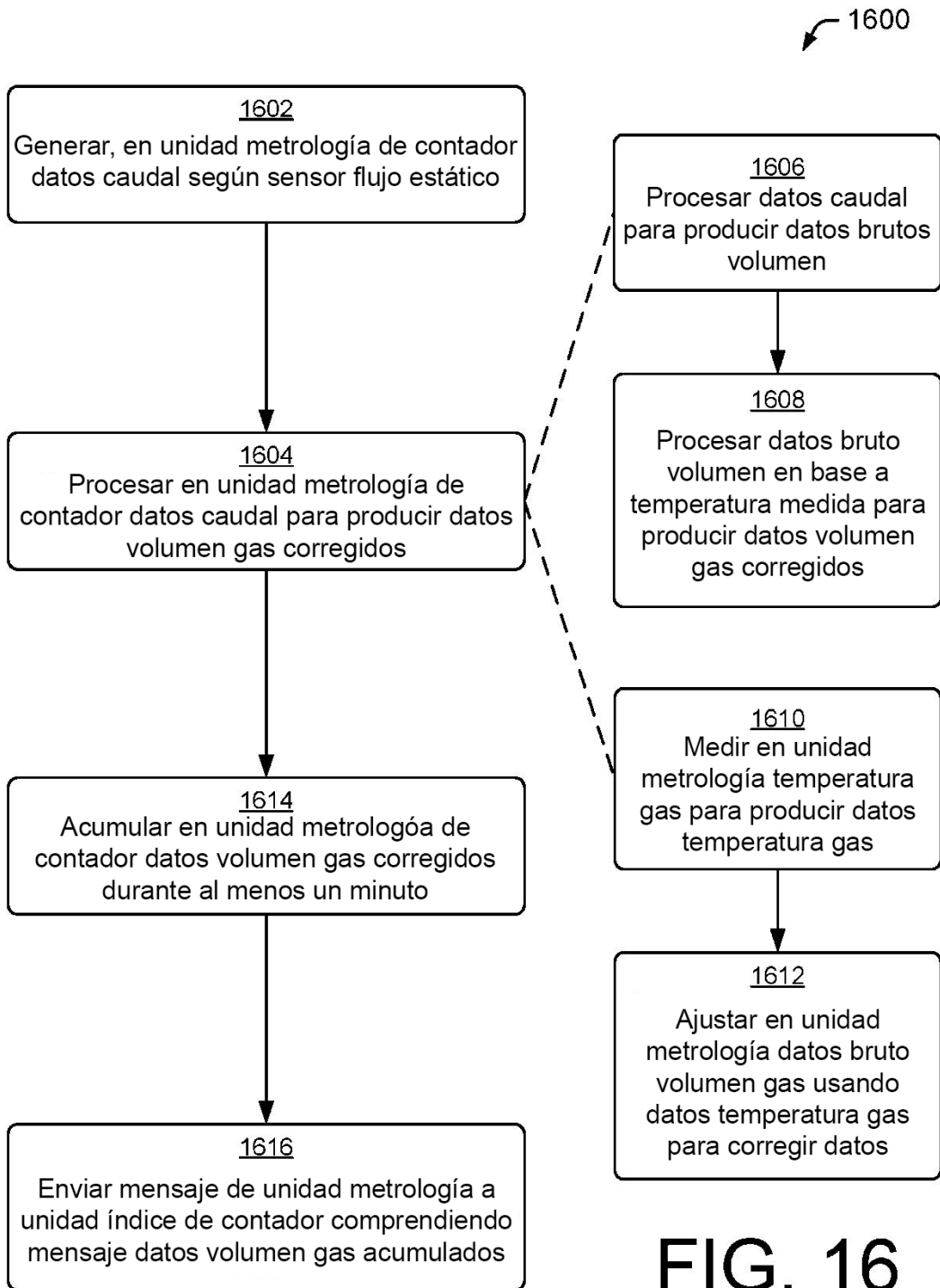


FIG. 15



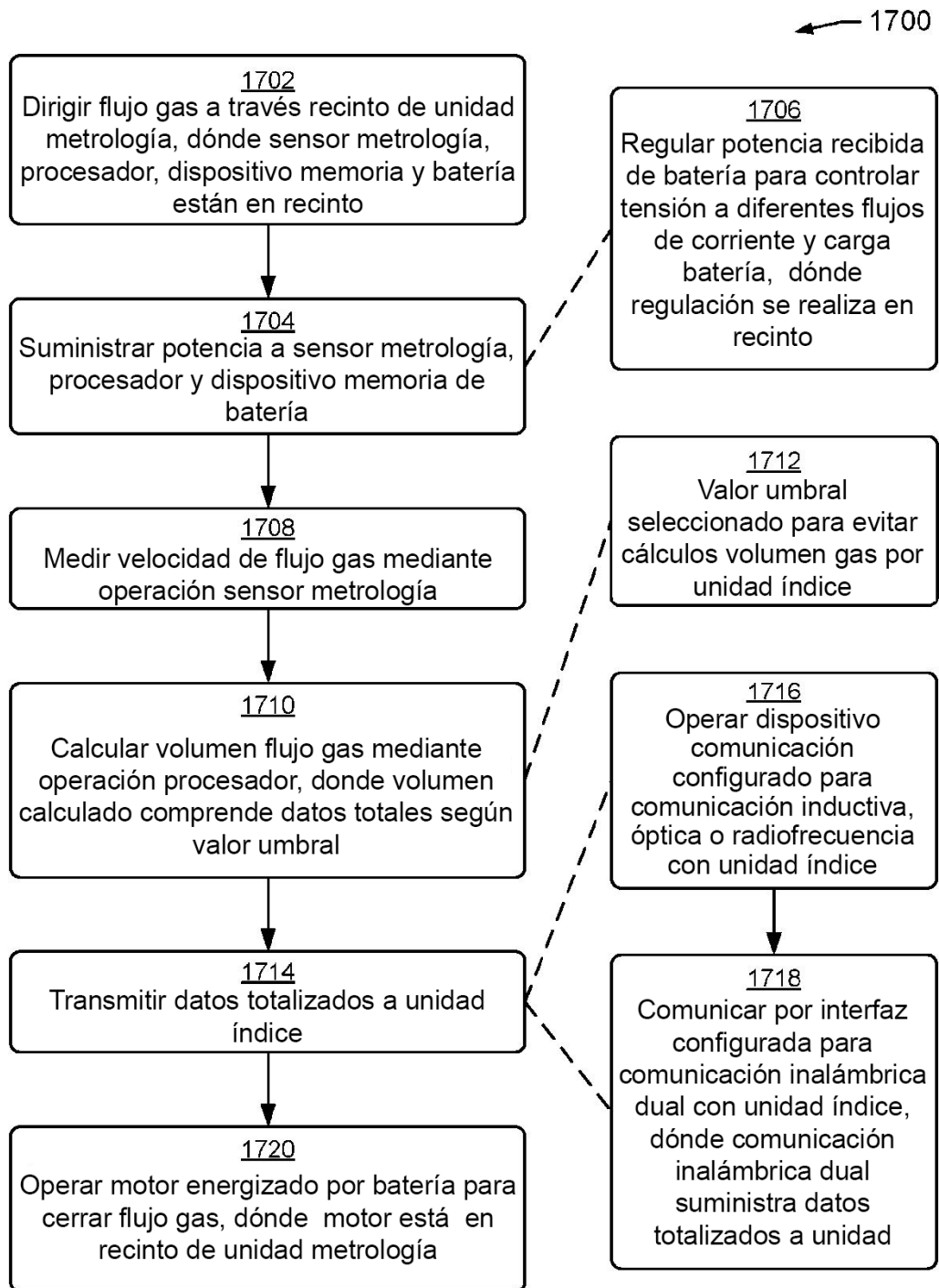


FIG. 17