

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 503**

51 Int. Cl.:

B05B 1/30	(2006.01)
G01F 25/00	(2006.01)
G01R 35/00	(2006.01)
G01F 13/00	(2006.01)
B05B 9/01	(2006.01)
B05B 12/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2013 PCT/US2013/026682**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13172895**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2013 E 13790145 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2849891**

54 Título: **Accionador de pistola compuesto de solenoide inteligente y método de calibración automática**

30 Prioridad:

15.05.2012 US 201213471782

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

05.03.2018

73 Titular/es:

**STOLLE MACHINERY COMPANY, LLC (100.0%)
6949 South Potomac Street
Centennial, Colorado 80112, US**

72 Inventor/es:

**ZUMBERGER, NEIL, A. y
HOLT, STEVEN, W.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 657 503 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

Accionador de pistola compuesto de solenoide inteligente y método de calibración automática

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 El concepto divulgado y reivindicado se refiere a un sistema que utiliza una boquilla, que está cerrada por una aguja interna, estructurado para dispensar líquidos y, más específicamente, a un sistema para la calibración de la elevación de la aguja con relación al cuerpo de la boquilla.

Antecedentes

15 Ciertos sistemas de dispensación de fluido están estructurados para dispensar un líquido que es menos viscoso cuando está caliente. Si se permite que el líquido se enfríe, la viscosidad aumenta, haciendo que sea más difícil aplicar el líquido de una manera controlada y/o consistente. Dichos sistemas dispensadores de líquido pueden utilizar conjuntos de boquillas, o "pistolas de pulverización" que están cerradas por una aguja interna. El líquido puede ser un sellador o un adhesivo. El resto de esta descripción usará un adhesivo como ejemplo, pero se entiende que el líquido no está limitado a un adhesivo. En general, un adhesivo es un adhesivo a base de solvente o un adhesivo a base de agua. En algunos aspectos, la pistola de pulverización se adapta a un tipo específico de tipo de adhesivo. Por ejemplo, un sistema basado en disolvente incluirá un control de temperatura para mantener la temperatura del líquido. La pistola de pulverización incluye una carcasa que define una cámara con una boquilla. La cámara incluye una entrada de líquido y puede contener una salida de líquido. El líquido fluye a la cámara a través de la entrada de líquido. El líquido puede almacenarse, brevemente, en la cámara antes de la aplicación. Para un adhesivo a base de agua, el líquido es, normalmente, expulsado exclusivamente a través de la boquilla. Para un adhesivo a base de disolvente, se puede dispensar una porción del líquido a través de la boquilla y se puede reciclar cualquier exceso de líquido desde la cámara a través de la salida. El líquido puede ser drenado del sistema o recalentado y recirculado. En esta configuración, el líquido en la cámara puede mantenerse a una temperatura que permita un caudal conocido y consistente. Normalmente, los líquidos dispensados por tales pistolas de pulverización deben mantenerse en un rango de temperatura muy limitado mientras están en la cámara de líquido de la pistola de pulverización.

35 La boquilla define un pasaje interno que tiene una forma generalmente troncocónica, es *decir*, un cono truncado. La boquilla incluye además un asiento interno; el asiento puede ser parte de la superficie interna de la boquilla. Una aguja que tiene su eje longitudinal alineado con el eje del pasaje de boquilla se usa para sellar el pasaje. Es decir, la aguja acoplada a un accionador estructurado para mover la aguja en una dirección axial; es *decir*, longitudinalmente. El extremo proximal de la aguja está acoplado al accionador y el extremo opuesto de la punta distal de la aguja está conformado generalmente, o sustancialmente, para corresponder a la forma del asiento de la boquilla. Cuando la aguja está en una primera posición hacia delante, la punta distal de la aguja se acopla herméticamente al asiento de la boquilla. En esta configuración, la pistola de pulverización está cerrada. Cuando la aguja está retraída, en la segunda posición, la punta distal de la aguja está completamente espaciada del asiento de la boquilla. En esta configuración, la pistola de pulverización está abierta. La distancia entre la aguja y el asiento se identifica como la "elevación de la aguja". Además, y como se describe a continuación, la aguja también puede colocarse en cualquier lugar entre la primera y la segunda posición, haciendo que la boquilla se abra parcialmente. Es decir, cuando la aguja está en la segunda posición, es *decir*, completamente separada del pasaje interno de la boquilla, la boquilla está, esencialmente, desbloqueada y permite la velocidad máxima de flujo de la boquilla. Se observa que, mientras está en la segunda posición, la aguja puede estar dispuesta dentro del pasaje interno de la boquilla, siempre que la boquilla alcance su caudal de flujo máximo previsto. Si la aguja está en alguna parte entre la primera y la segunda posición, la boquilla está parcialmente abierta y el líquido fluye a una velocidad menor que la tasa máxima de flujo.

50 Normalmente, tales pistolas de pulverización deben abrirse y cerrarse tanto rápidamente como de forma intermitente. Es decir, la boquilla se abre cíclicamente durante un breve período de tiempo y luego se cierra durante un breve período de tiempo. Esto permitiría, por ejemplo, aplicar una cantidad de sellador a un objeto mientras la pistola de pulverización está abierta, luego para que el objeto se mueva y se recolocque mientras la pistola de pulverización está cerrada. Esto es útil para un proceso automatizado o línea de ensamblaje en la que objetos tales como, entre otros, latas se mueven a través del sistema dispensador de fluidos.

60 Muchos conjuntos de boquillas de este diseño utilizan un solenoide para mover la aguja entre la primera y segunda posiciones. Hay al menos dos problemas con tales solenoides. Primero, los solenoides están dispuestos relativamente cerca de las boquillas. Esto es un problema porque la corriente que causa la apertura y el cierre rápidos de la pistola de pulverización también hace que el solenoide se caliente. Debido a que el solenoide está cerca de la cámara de líquido de la pistola de pulverización, el líquido de la cámara puede calentarse. Además, los cambios en la temperatura ambiente pueden variar mucho. Como se indicó anteriormente, los líquidos dispensados por tales pistolas de pulverización deben mantenerse en un rango de temperatura muy limitado mientras están en la cámara de líquido de la pistola de pulverización. Por lo tanto, el calor agregado al líquido por el solenoide puede

elevar el líquido por encima de la temperatura deseada. Además, dichos solenoides normalmente tienen solo dos configuraciones; cuando se carga el solenoide, la aguja se coloca en la segunda posición totalmente abierta. Cuando el solenoide no está cargado, un muelle o un dispositivo similar devuelve la aguja a la primera posición cerrada. Por lo tanto, no había medios para permitir un flujo parcial del líquido.

5 Como se muestra en la patente US 5.945.160, esta desventaja posterior se solucionó controlando el solenoide de la aguja con dos solenoides de escalonamiento, un solenoide de escalonamiento de apertura y un solenoide de escalonamiento de cierre. La varilla solenoide de escalonamiento se acopló al solenoide de la aguja y movió el solenoide de la aguja hacia adelante y hacia atrás en la carcasa de la pistola de pulverización. En lugar de utilizar una bobina cargada, y posiblemente un muelle, para mover una varilla hacia adelante y hacia atrás, un solenoide de escalonamiento a paso utiliza una carga para mover gradualmente una varilla en una dirección. Es decir, cada movimiento incremental fue un "paso". El movimiento incremental se puede lograr girando una varilla dispuesta en un orificio roscado en lugar de mover la varilla axialmente. Es decir, un solenoide de escalonamiento puede incluir un orificio roscado fijo y el vástago solenoide puede tener una parte roscada acoplada con el mismo. La activación de la bobina de solenoide provoca que la varilla del solenoide gire una parte de una revolución, *es decir*, el incremento indicado anteriormente. Esta rotación hace que la varilla del solenoide se mueva axialmente con respecto al orificio roscado fijo. Por lo tanto, la varilla del solenoide se puede mover de forma incremental axialmente. Es decir, un solo accionamiento de la bobina de solenoide provoca que la varilla del solenoide gire sobre un arco, *por ejemplo*, 5 grados. Por lo tanto, múltiples actuaciones hacen que la varilla del solenoide se mueva sobre múltiples arcos, en este ejemplo, arcos de 5 grados cada uno. Cada rotación parcial de la varilla mueve la varilla axialmente con respecto al orificio roscado. Por lo tanto, la varilla solenoide de escalonamiento puede ser "escalonada" hacia adelante. El uso de un segundo solenoide de escalonamiento permite el movimiento en la otra dirección, *es decir*, la varilla solenoide puede retroceder. Como tal, la posición del solenoide de la aguja en la carcasa de la pistola de pulverización, y, por lo tanto, la posición de la aguja podría ajustarse.

25 Tales solenoides de escalonamiento son útiles como la elevación de la aguja pueden ser cambiados durante el uso de la pistola de pulverización. Por ejemplo, supongamos que una pistola de pulverización está inactiva por la noche. Cuando la pistola de pulverización se usa por primera vez en la mañana, está fría y el líquido calentado que se aplica con la pistola de pulverización no se ve afectado por la temperatura de la pistola de pulverización. Con el líquido a esta temperatura, la elevación de la aguja debe ser de 0,035 pulgadas (0,889 cm). A medida que avanza el día, la temperatura ambiente aumenta, lo que eleva la temperatura del líquido. Al mediodía, el líquido almacenado es menos viscoso y, para lograr los mismos resultados que en la mañana, la elevación de la aguja debe reducirse a 0,015 pulgadas (0,381 cm). Este tipo de ajuste no se puede lograr con solenoides tradicionales que no escalonan. Un sistema que tiene un solenoide escalonado puede hacer tal ajuste.

35 Los solenoides de escalonamiento responden normalmente a una entrada en forma de un pulso. Es decir, los solenoides de escalonamiento se activan y, por lo tanto, se mueven un incremento en respuesta a la recepción de un único pulso de energía. Esta energía se puede suministrar directamente a la bobina de solenoide, o se puede usar para abrir y cerrar un circuito que energiza la bobina del solenoide. Para cada pulso recibido, el solenoide mueve un incremento o paso. Por lo tanto, para mover la varilla del solenoide y la aguja a una distancia seleccionada, *por ejemplo*, 0,015 pulgadas (0,381 cm), el solenoide de escalonamiento tendría que recibir treinta pulsos. El sistema de control del accionador registra el número de pulsos enviados a cada solenoide de escalonamiento, rastreando así la posición de la aguja.

45 Aunque este tipo de pistola de pulverización permitido para un mayor control de la tasa de flujo de líquido, *es decir*, permitiendo que la aguja se coloque en múltiples configuraciones parcialmente abierta, otro problema desarrollado; la aguja no siempre estaba donde el sistema de control accionador "creía" que era. Es decir, el registro del sistema de control del accionador de dónde estaba posicionada la aguja no siempre era preciso. El sistema de control del accionador incluye una memoria y un procesador, de aquí en adelante un circuito lógico programable (PLC), o dispositivo similar estructurado para ejecutar una serie de instrucciones. La memoria incluye las instrucciones para el PLC, normalmente almacenadas en "módulos", así como los datos almacenados en un registro. Algunos de los datos almacenados incluyen datos que representan la posición de la aguja "virtual". Es decir, un módulo de posición de la aguja virtual correlaciona el cambio en la posición de la aguja con el número registrado de pulsos enviados a cada solenoide de escalonamiento. Alternativamente, los datos podrían compilarse en una "base de datos de posición de la aguja" virtual que correlacione una cantidad de pulsos con una posición de la aguja virtual, *por ejemplo*:

Cantidad de pulsos	Elevación de la aguja en pulgadas (posición de la aguja virtual)
1	0,0005 (0,00127 cm)
2	0,0010 (0,00635 cm)
3	0,0015 (0,00635 cm)
4	0,0020 (0,00127 cm)
5	0,0025 (0,00635 cm)

Por lo tanto, en lugar de calcular la posición de la aguja, el módulo de posición de la aguja virtual podría simplemente registrar el tipo (*es decir*, el movimiento hacia adelante o hacia atrás) y el número de pulsos enviados y después buscar la posición de la aguja virtual correspondiente.

5 Por ejemplo, suponga que el módulo de posición de la aguja virtual se correlaciona cada pulso con un desplazamiento de la aguja de 0,0005 pulgadas (0,00127 cm). Supóngase además que la aguja comienza en la primera posición. Si el solenoide de escalonamiento de apertura recibiera treinta pulsos y el solenoide de escalonamiento de cierre 100A recibiera quince pulsos, el módulo de posición de la aguja registraría que la aguja
10 tiene una elevación de la aguja de 0,0075 pulgadas (0,01905 cm). Esto es un movimiento de $0,0005 * 30 = 0,015$ pulgadas (0,0381 cm) lejos del asiento de la aguja y $0,0005 * 15 = 0,0075$ pulgadas (0,01905 cm) hacia el asiento de la aguja con una elevación de la aguja de 0,0075 pulgadas (0,01905 cm). La posición de la aguja registrada se identifica como "virtual" ya que el sistema de control del accionador no puede verificar que la aguja está realmente a 0,0075 pulgadas (0,01905 cm) del asiento de la boquilla. De hecho, muchas veces la aguja no tiene una elevación
15 de la aguja que coincida con la posición "virtual" de la aguja.

Este desplazamiento entre la posición de la aguja virtual y la posición real de la aguja fue causado por diversos factores. Por ejemplo, las tolerancias de fabricación de los diversos componentes de la pistola de pulverización están en el rango de aproximadamente +/- 0,0001 a +/- 0,0005 pulgadas (0,000254 a +/- 0,00127 cm). Por lo tanto,
20 durante el montaje de la pistola, la acumulación de tolerancias puede crear un error en cuanto a la posición real de la aguja. Además, la medición inicial de la elevación de la aguja se realizó manualmente, lo que también podría ser un error. Por ejemplo, el operador podría cometer un error en la medición real, un error al ingresar los datos de medición manual, o incluso puede olvidarse de ingresar los datos en el PLC de control. Además, la pistola puede,
25 por muchas razones, no funcionar, *por ejemplo*, avanzar o retraer la aguja, de forma controlada. Por lo tanto, ya sea desde el uso inicial o desarrollándose a lo largo del tiempo, la posición virtual de la aguja y la posición real de la aguja pueden no ser las mismas. Esto es una desventaja ya que el movimiento de la aguja se basa en los datos que representan la posición virtual de la aguja.

Los fabricantes de pistolas de pulverización recomiendan que se realice un mantenimiento regular en las boquillas
30 de la pistola de pulverización para recalibrar la elevación de la aguja. Esta operación normalmente requiere que la pistola de pulverización se desconecte para poder medir la elevación de la aguja real. Estos datos se incorporan en la base de datos de posición de la aguja virtual. Este procedimiento lleva mucho tiempo, requiere un costoso dispositivo de calibración externo y requiere limpiar la pistola de pulverización para eliminar el sellador. Como tal, se sabe que los usuarios recalibran una pistola de pulverización con métodos no aprobados, como forzar el avance de
35 la aguja y restablecer la posición virtual. Es decir, los usuarios accionan el solenoide de escalonamiento de cierre por un período que hace que la aguja avance. Después de un período de tiempo corto pero indeterminado, la aguja se acopla al asiento. Como el usuario no sabe exactamente cuándo ocurre esto, el usuario normalmente permite que el solenoide de escalonamiento de cierre continúe funcionando. Este movimiento continuo hacia adelante de la aguja puede causar daños a la aguja, el asiento de la boquilla y el solenoide de escalonamiento de cierre. Una vez que el
40 usuario detiene el solenoide de escalonamiento de cierre, la base de datos de posición de la aguja virtual se actualiza para indicar que la posición actual de la aguja es la primera posición.

El documento EP2227949 A1 describe un método para operar un dispositivo de despliegue agrícola. El método implica controlar una descarga de líquidos mediante una válvula modulada por pulsos. La válvula modulada por
45 pulsos está interconectada entre una fuente de líquido y una abertura de descarga. El parámetro adecuado para la modulación de pulsos se determina teniendo en cuenta los parámetros operativos o circundantes, preferiblemente el flujo volumétrico descargado.

Sumario de la invención

50 El concepto descrito y reivindicado proporciona un sistema y método para la calibración de elevación de la aguja en un conjunto de pistola de pulverización. El sistema incluye el sistema de control del accionador que tiene un dispositivo de entrada de usuario, un procesador y memoria, así como un sensor de accionador estructurado para detectar cambios en la corriente en al menos un conductor de línea de accionador y para proporcionar una señal de
55 salida. Es decir, el al menos un conductor de línea de accionador es el conductor que suministra potencia a dicho al menos un accionador. El sensor de accionador está estructurado para detectar cambios en las características de corriente a lo largo del tiempo en al menos un conductor de línea de accionador. En la realización preferida, la característica que se mide es un cambio en la inductancia; se entiende, sin embargo, que las otras características actuales pueden ser monitorizadas. Más específicamente, el al menos un accionador tiene una respuesta específica
60 cuando la aguja se aplica al asiento de la boquilla que causa una anomalía identificable en la señal de salida de corriente. Cuando se detecta esta anomalía identificable, el sistema de control del accionador detiene el movimiento hacia adelante de la aguja, es decir, desacopla el al menos un accionador. Además, el sistema de control del accionador actualiza la posición virtual de la aguja para indicar que la posición actual de la aguja es la primera posición cerrada. Esta operación recalibra la posición real de la aguja con la posición virtual de la aguja.

65 La presente invención proporciona un sistema para la calibración de elevación de la aguja en un conjunto de pistola

de pulverización. La presente invención también proporciona un método para calibrar la elevación de la aguja en un conjunto de pistola de pulverización. Características adicionales de la invención se establecen en las reivindicaciones dependientes.

5 Breve descripción de los dibujos

Una comprensión completa de la invención se puede obtener a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lee conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

10 La figura 1 es una vista esquemática de una pistola de pulverización y un sistema de control del accionador.
 La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra las etapas del método asociado con el uso de la pistola de pulverización.

15 Descripción de las realizaciones preferidas

Como se usa en este documento, y cuando se utiliza en referencia a la comunicación de datos o una señal, "en comunicación electrónica" incluye tanto formas de línea dura como inalámbricas de comunicación. Se entiende además que "en comunicación electrónica" incluye la comunicación indirecta de datos y señales que se convierten en diferentes formatos siempre que los componentes identificados se comuniquen. Por ejemplo, si un sensor produce una señal analógica que un modulador convierte a un formato digital, y los datos digitales se comunican a un procesador, el sensor y el procesador están "en comunicación electrónica".

20 Como se usa en el presente documento, "acoplado" significa que un enlace entre dos o más elementos ya sea directo o indirecto, siempre y cuando se produzca un enlace.

25 Como se usa en el presente documento, "acoplado directamente" significa que dos elementos están directamente en contacto unos con otros.

30 Como se usa en el presente documento, "acoplado de forma fija" o "fijado" significa que dos componentes están acoplados de manera que se mueven como uno mientras mantienen una orientación constante con respecto al otro. Los componentes fijos pueden, o no, estar directamente acoplados.

35 Como se usa en este documento, la palabra "unitario" se refiere a un componente se crea como una sola pieza o unidad. Es decir, un componente que incluye piezas que se crean por separado y luego se juntan como una unidad no es un componente o cuerpo "unitario".

40 Como se muestra en la figura 1, una pistola de pulverización 10 incluye una carcasa 12 que define un espacio cerrado 13, y un mecanismo de funcionamiento 14. Preferiblemente, la carcasa 12 de la pistola de pulverización es alargada y tiene un eje longitudinal 16. La carcasa 12 de la pistola de pulverización define al menos una cámara de fluido 20 y preferiblemente también define una cámara 68 del mecanismo de funcionamiento. La cámara de fluido 20 y la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento están selladas entre sí de manera que no puede pasar fluido desde la cámara de fluido 20 a la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento. La cámara de fluido 20 tiene una entrada de fluido 22 y una boquilla 26. Además, la cámara de fluido 20 puede tener una salida de fluido en exceso 24. La entrada de fluido 22 y la salida de fluido en exceso 24 están acopladas cada una a, y en comunicación fluida con, un sistema de suministro/circulación de producto líquido 18. El sistema de suministro/circulación de producto líquido 18 entrega un producto líquido a la cámara de fluido 20 a través de la entrada de fluido 22. Si hay una necesidad de recirculación del líquido, el exceso de producto líquido sale de la cámara de fluido 20 a través de la salida de fluido en exceso 24.

50 La boquilla 26 define un pasaje 28 que está en comunicación de fluido con la cámara de fluido 20 y el espacio exterior de la carcasa 12 de la pistola de pulverización. Es decir, el pasaje de boquilla 28 termina en una abertura 30. Preferiblemente, la boquilla 26 tiene un cuerpo 32 con una forma generalmente troncocónica. Además, el pasaje de boquilla 28, o la porción del pasaje de boquilla 28 inmediatamente adyacente a la abertura de boquilla 30, también puede tener una forma troncocónica. El pasaje de boquilla 28 alrededor de la abertura de boquilla 30 define un asiento de la aguja 34. El asiento de la aguja 34 está estructurado para acoplarse herméticamente con el extremo distal 64 del cuerpo de la aguja como se describe a continuación.

60 En esta configuración, el producto líquido puede fluir en la cámara de fluido 20 a través de la entrada de fluido 22. El producto líquido, o una porción del mismo, puede pasar a través de la boquilla 26 y aplicarse a una pieza de trabajo (no mostrada). De nuevo, si hay una necesidad de recirculación del líquido, el resto del producto líquido sale de la cámara de fluido 20 a través de la salida de fluido en exceso 24 y puede recircularse.

65 El mecanismo de funcionamiento 14 tiene al menos dos accionadores accionados eléctricamente 36, 40, una aguja 42 y un sistema de control del accionador 44. Se observa que el sistema de control del accionador 44 y los componentes relacionados, tales como, pero sin limitación, módulos, memoria y PLC, se muestran esquemáticamente. Además, el sistema de control del accionador 44 se muestra como una unidad externa. Es decir,

el sistema de control del accionador 44 se muestra fuera de la carcasa del solenoide 52. Se entiende que el sistema de control del accionador 44 puede estar dispuesto dentro o fuera, o parcialmente dentro, de la carcasa del solenoide 52. Se observa además que el sistema de control del accionador 44 se muestra como una sola unidad. Como es sabido, sin embargo, el sistema de control del accionador 44 puede ser de varios elementos, cada uno
 5 dispuesto en ubicaciones separadas. Por ejemplo, un sistema 80 para calibrar la elevación de la aguja y un sensor de accionador 82, cada uno descrito a continuación y cada uno de los cuales es parte del sistema de control del accionador 44, se muestran como incorporados en el amplificador 50 (descrito a continuación).

Cada uno de los al menos dos accionadores 36, 40 tiene un conductor de línea 46 (mostrado esquemáticamente)
 10 estructurado para estar en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación (no mostrado). Los al menos dos accionadores 36, 40 incluyen un solenoide 38 y, preferiblemente, un conjunto de solenoide de escalonamiento 100. Como es sabido, un solenoide 38 incluye una carcasa 52, un muelle 51 y un conjunto de bobina 54 dispuesto alrededor de una varilla del solenoide 56. La varilla del solenoide 56 es un elemento magnético que se puede mover,
 15 *por ejemplo*, deslizablemente, acoplado a la carcasa del solenoide 52 y se extiende parcialmente en su interior. El muelle de solenoide 51 polariza la varilla del solenoide 56 a una primera posición extendida, *es decir*, la varilla del solenoide 56 está sustancialmente fuera de la carcasa del solenoide 52. El eje de la varilla del solenoide 56 está sustancialmente dispuesto en el eje longitudinal 16 de la carcasa. La bobina de solenoide 54 está dispuesta dentro de la carcasa del solenoide 52 y está parcialmente dispuesta alrededor, pero no directamente acoplada a la varilla del solenoide 56. La activación de la bobina 54 crea un campo magnético que atrae la varilla del solenoide 56,
 20 parcialmente, dentro de la carcasa 52; esta es la segunda posición retirada de la varilla solenoide 56. La varilla del solenoide 56 se mueve entre una primera y una segunda posición; la distancia recorrida por la varilla solenoide 56 es la "carrera" y es una característica del solenoide 38. Es decir, la carrera generalmente no se puede cambiar y es una distancia conocida. Cuando la bobina 54 no está energizada, el muelle de solenoide 51 mantiene la varilla del solenoide 56 en la primera posición. Además, debido a que se conoce la longitud de la carrera, la pistola de pulverización 10 puede colocarse en una "configuración inicial". Como se usa aquí, la "configuración inicial" de la pistola de pulverización 10 es cuando el solenoide 38 está posicionado dentro de la carcasa 12 de la pistola de pulverización, de modo que la aguja 42 sella contra el asiento de la aguja 34 al final de la carrera del solenoide. Es decir, el solenoide 38 está sustancialmente a la distancia exacta del asiento de la aguja 34 de la carrera, de modo que el extremo distal de la aguja 64 (descrito a continuación) se acopla herméticamente al asiento de la aguja 34 al
 25 final de la carrera del solenoide. Se observa que, si el solenoide 38 está demasiado cerca del asiento de la aguja 34, el muelle 51 desviará el extremo distal de la aguja 64 contra el asiento de la aguja antes del final de la carrera.

Como se muestra, el solenoide 38 puede incluir un elemento de accionamiento 58 dispuesto alrededor de la varilla del solenoide 56. El elemento accionador de solenoide 58 está hecho de un material que es atraído por campos magnéticos. El elemento accionador de solenoide 58 actúa como una masa capaz de ser influenciada por un campo magnético. Por lo tanto, cuando el conjunto de bobina 54 está energizado, existe una fuerte influencia magnética sobre el elemento accionador de solenoide 58 y la varilla del solenoide 56 que atrae la varilla del solenoide 56 dentro de la carcasa de solenoide 52. Además, el elemento accionador de solenoide 58 se extiende parcialmente dentro de la carcasa del solenoide 52. El elemento accionador de solenoide 58 tiene un extremo interno 57 dentro de la
 35 carcasa del solenoide 52. Entre el extremo interior 57 del elemento accionador de solenoide y otros elementos del solenoide 38 hay un dispositivo de separación, que normalmente es una arandela, en lo sucesivo la arandela de solenoide 55. Cuando el solenoide 38 está energizado, el elemento accionador de solenoide 58 es arrastrado dentro de la carcasa del solenoide 52 hasta que el elemento accionador de solenoide 58 se acopla a la arandela solenoide 55. Es decir, el elemento accionador de solenoide 58 toca fondo contra la arandela de solenoide 55. Este acoplamiento limita la longitud de recorrido, *es decir*, la carrera, de la varilla solenoide 56. Es decir, una vez que el elemento de accionador 58 toca fondo contra la arandela de solenoide 55, el elemento de accionador 58, y por lo tanto la varilla del solenoide 56, ha movido la distancia máxima dentro de la carcasa de solenoide 52. Además, el elemento accionador de solenoide 58 puede incluir una brida 59 estructurada para acoplarse, *es decir*, contactar, la carcasa del solenoide 52. Como se analiza en detalle a continuación, todo el solenoide 38 está dispuesto de forma móvil en la carcasa 12 de la pistola de pulverización. Además, la carcasa del solenoide 52 puede incluir un acoplamiento roscado 122, ubicado adyacente al solenoide de escalonamiento 100.

La aguja 42 tiene un cuerpo alargado 60 que tiene un extremo proximal 62 y un extremo distal 64. El extremo proximal de la aguja 62 está acoplado a la varilla 56 de solenoide. El extremo distal de la aguja 64 está conformado para corresponder a la forma del asiento de la aguja 34. Preferiblemente, el extremo distal de la aguja 64 es cónico. El extremo distal de la aguja 64 está dispuesto adyacente al asiento de la aguja 34. Se observa que se prefiere la forma troncocónica de la boquilla 26 y la aguja 42, pero no se requiere. Como es sabido, la aguja 42 puede tener un elemento esférico (no mostrado) en el extremo distal y la abertura de la boquilla 30 puede tener un asiento anular (no mostrado) dispuesto alrededor. En esta configuración, la aguja 42 se mueve axialmente con la varilla solenoide
 55 56 sustancialmente a lo largo del eje longitudinal 16 de la carcasa. La distancia que mueve la aguja 42 es equivalente a la carrera de la varilla solenoide 56.

Por lo tanto, en esta configuración, la aguja 42 se mueve entre una primera posición cerrada, en la que la varilla del solenoide 56 está siendo empujada hacia la boquilla 26 por el muelle de solenoide 51, y una segunda posición abierta, en la que la varilla del solenoide 56 ha sido extraída de la boquilla 26 energizando el conjunto de bobina 54. Cuando la aguja 42 está en la primera posición cerrada, el extremo distal 64 del cuerpo de la aguja se acopla

herméticamente al asiento de la boquilla 34. Además, como se conoce la carrera del solenoide 38, la distancia del cuerpo de la aguja 60 se desplaza a una distancia fija. Por lo tanto, excepto por errores de fabricación, expansión térmica y otros factores, se fija la "elevación de la aguja", es decir, la distancia entre el extremo distal de la aguja 64 y el asiento de la aguja 34 cuando el cuerpo de la aguja 60 está en la segunda posición. Como se analiza a continuación, sin embargo, la posición real de la aguja puede ser difícil de rastrear.

Además, se observó que la rotación del solenoide 38 puede ser prevenida por varios métodos conocidos tales como, pero no limitado a, proporcionar una forma enchavetada o que tenga un terminal de anti-rotación (no mostrado). Por ejemplo, la carcasa del solenoide 52 y el interior de la carcasa 12 de la pistola de pulverización pueden tener una forma de sección transversal que no sea circular; en esta configuración, los elementos están "enchavetados" porque no pueden girar entre sí. Alternativamente, una lengüeta (no mostrada) puede extenderse desde la superficie interna de la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento hacia la carcasa del solenoide 52. En esta configuración, el solenoide 38 puede moverse axialmente en la carcasa 12 de la pistola de pulverización, pero no girar.

Un conjunto de solenoide de escalonamiento 100 funciona de una manera ligeramente diferente. Es decir, un conjunto de solenoide de escalonamiento 100 está estructurado para hacer que una varilla del solenoide 106, o un accionador fijado a la varilla del solenoide 106, gire. Un solenoide de escalonamiento 100 también tiene una carcasa 102, un conjunto de bobina 104 dispuesto alrededor de una varilla del solenoide giratoria 106. Se entiende que el accionador (no mostrado) puede fijarse al tipo uno del conjunto de solenoide de escalonamiento 100 incluye un conjunto de bobina 104 y una varilla del solenoide 106 que tienen cada uno un número de picos radiales (no mostrados) o estructura similar, dispuestos alrededor de su interior y circunferencia externa, respectivamente. Los elementos radiales que se extienden hacia dentro se extienden hasta un punto próximo a, pero no en contacto con, las puntas de una rueda dentada (no mostrada) fijadas a la varilla del solenoide 106. El conjunto de bobina 104 incluye al menos dos, y normalmente tres, bobinas separadas (no mostradas) de cable, cada una capaz de ser energizada independientemente. Las bobinas separadas están acopladas cada una a conjuntos alternativos, o más normalmente secuenciales y repetitivos, de elementos radiales que se extienden hacia dentro, por ejemplo, un conjunto de elementos radiales está asociado con cada bobina. En esta configuración, la fuerza magnética creada cuando se energiza una bobina en el conjunto de bobina de solenoide de escalonamiento 104 se concentra en el conjunto asociado de los elementos radiales de extensión. Esta fuerza magnética hace que las puntas de la rueda dentada del solenoide de escalonamiento se muevan hacia ese conjunto de elementos radiales que se extienden hacia dentro. Cuando se energiza la siguiente bobina, el siguiente conjunto de elementos radiales que se extienden hacia el interior se vuelven magnéticos y atrae las puntas de la rueda dentada del solenoide de escalonamiento para moverse hacia ese conjunto de elementos radiales que se extienden hacia dentro. Al energizar secuencialmente las bobinas, el efecto magnético sobre la rueda dentada de solenoide de escalonamiento hace que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento gire.

Alternativamente, la varilla 106 del solenoide de escalonamiento puede moverse axialmente, pero ser acoplada a un disco (no mostrado) que tiene una o más pistas arqueadas (no mostrado) en su interior. Las pistas son superficiales en un extremo y más profundas en el otro. Un rodamiento (no se muestra), tal como, pero sin limitarse a, un rodamiento de bolas está dispuesto en la carrera. El disco está dispuesto adyacente a la carcasa de solenoide de escalonamiento 102. Cuando se acciona el conjunto de solenoide de escalonamiento 100, el disco es arrastrado hacia la carcasa 102 del solenoide de escalonamiento. Esto hace que los rodamientos se muevan hacia la parte más profunda de las pistas, lo que a su vez hace que el disco gire; es decir, los rodamientos realmente mantienen una posición generalmente estacionaria relativa al desplazamiento en la carcasa solenoide escalonada 102, pero, como los rodamientos están predispuestos hacia la parte más profunda de las pistas arqueadas, el disco gira colocando una parte más profunda de las pistas sobre los cojinetes. Un trinquete, o una construcción similar, (no mostrado) dispuesta entre la varilla 106 del solenoide de escalonamiento y el disco se usa para evitar la rotación contraria cuando el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 está desactivado.

Este tipo de conjuntos de solenoide de escalonamiento 100 son a modo de ejemplo y esta descripción no se limita a ningún tipo específico de conjunto de solenoide de escalonamiento 100. Sin embargo, cualquier conjunto de solenoide de escalonamiento 100 está estructurado para hacer que una varilla 106 del solenoide de escalonamiento gire sobre un arco cuando el conjunto de bobina 104 está energizado.

Preferiblemente, el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 incluye dos solenoides de escalonamiento, es decir, un primer y segundo solenoide de escalonamiento 100A, 100B, que tiene una varilla de solenoide común 106. Preferiblemente, la varilla 106 del solenoide de escalonamiento está sustancialmente alineada con la carcasa 12 de la pistola de pulverización con el eje longitudinal 16 y la abertura de la boquilla 30. Los dos solenoides de escalonamiento 100A, 100B también pueden compartir una carcasa 102. El primer conjunto 104A de bobina solenoide está estructurado para hacer que la varilla del solenoide 106 común gire en una primera dirección y el segundo conjunto de bobina solenoide de escalonamiento 104B esté estructurado para hacer que la varilla del solenoide 106 común gire en una segunda dirección. Por lo tanto, el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 es bidireccional, es decir, estructurado para hacer girar la varilla 106 del solenoide de escalonamiento en dos direcciones. En una realización alternativa, un único conjunto de solenoide de escalonamiento 100 es un conjunto de solenoide de escalonamiento bidireccional 100. Por ejemplo, un conjunto de solenoide de escalonamiento 100 puede estructurarse de modo que la corriente pueda pasar en dos direcciones a través del conjunto de bobina 104

haciendo que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento gire en una dirección asociada con la dirección de la corriente.

Si el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 es el tipo en el que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento solo gira, es *decir*, la realización en la que no se usan pistas arqueadas, el extremo distal 120 de la varilla del solenoide de escalonamiento puede estar roscado, es *decir*, el extremo de la varilla 106 del solenoide de escalonamiento que se extiende fuera de la carcasa 102 del solenoide de escalonamiento puede roscarse. El extremo distal roscado 120 de la varilla del solenoide de escalonamiento está estructurado para enroscarse en el acoplamiento roscado 122 de la carcasa del solenoide. Como se indicó anteriormente, el solenoide 38 está dispuesto de forma móvil en la carcasa 12 de la pistola de pulverización, pero también se evita que gire. Es decir, el solenoide 38 está estructurado para deslizarse axialmente en la carcasa 12 de la pistola de pulverización. En esta configuración, la varilla 106 del solenoide de escalonamiento gira, pero no se mueve axialmente y el solenoide 38 está estructurado para deslizarse axialmente pero no girar. De este modo, cuando la varilla del solenoide rosca el extremo distal 120 gira en el acoplamiento roscado de la carcasa del solenoide 122, el solenoide 38 se mueve axialmente.

Si el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 tiene un accionador en forma de disco, es *decir*, un conjunto de escalonamiento de solenoide 100 que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento mueve axialmente, así como gira, la varilla de extremo distal escalonamiento solenoide 120 pueden ser sujeta al solenoide 38. Es decir, el solenoide 38 y el extremo distal 120 de varilla solenoide están estructurados para apoyarse entre sí, o de lo contrario mantienen una separación fija. Sin embargo, el acoplamiento entre el solenoide 38 y el extremo distal 120 de la varilla del solenoide permite que la varilla del solenoide 106 gire. Se observa nuevamente que el solenoide 38 está estructurado para deslizarse axialmente pero no girar. Por lo tanto, en esta configuración, el accionamiento del conjunto de solenoide de escalonamiento 100 hace que el solenoide 38 se mueva axialmente a medida que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento se mueve axialmente.

Por lo tanto, el accionamiento del solenoide de escalonamiento 100 hace que todo el solenoide 38 para mover hacia delante o hacia atrás en la cámara de mecanismo de accionamiento 68, permitiendo de este modo el ajuste y/o recalibración de la posición de la aguja. Es decir, la actuación del primer o el segundo solenoide de escalonamiento 100A, 100B hace que la varilla 106 del solenoide de escalonamiento gire en una dirección. Como la varilla 106 del solenoide de escalonamiento está acoplada al solenoide 38, ya sea de forma roscada o en una relación fija, y debido a que el solenoide 38 está dispuesto de forma no giratoria pero deslizante en la carcasa 12 de la pistola de pulverización, actuación del primer o segundo solenoide de escalonamiento 100A, 100B hace que el solenoide 38 se deslice dentro de la carcasa 12 de la pistola de pulverización. Además, el solenoide 38 se mueve sobre una trayectoria generalmente alineada con el eje de carcasa 16. Para el propósito de esta solicitud, se supone que la actuación del primer solenoide de escalonamiento 100A hace que el solenoide 38 se aleje de la boquilla 26 y el accionamiento del segundo solenoide de escalonamiento 100B hace que el solenoide 38 se mueva hacia la boquilla 26. Como el cuerpo de la aguja 60 está acoplado al solenoide 38, el ajuste de la posición del solenoide 38 también ajusta la posición del cuerpo de la aguja 60.

Preferiblemente, una carga se aplica al conjunto de bobina de solenoide de escalonamiento 104, en pulsos. Para cada pulso, la varilla del solenoide 56 gira un incremento discreto o "escalón". Por lo tanto, la varilla 106 del solenoide de escalonamiento se mueve en incrementos discretos o "escalones". Se observa que la distancia axial a la que se mueve la varilla del solenoide 56 se puede controlar ajustando el paso de las roscas en el acoplamiento roscado 122 de la carcasa del solenoide. En la realización preferida, la varilla del solenoide 56 se mueve axialmente entre aproximadamente 0,001 y 0,0005 pulgadas (0,00254 y 0,00127 cm) por paso y, más preferiblemente, aproximadamente 0,0005 pulgadas (0,00127 cm) por escalón. Además, se observa que los pulsos pueden proporcionarse al conjunto de bobina de solenoide de avance 104 directamente desde el sistema de control del accionador 44 a través del al menos un conductor de línea 46 de accionador, lo que significa que el sistema de control del accionador 44 es la fuente de alimentación, o al menos un conductor de línea 46 de accionador puede acoplarse a un sistema de potencia (no mostrado) y el sistema de control del accionador 44 puede controlar un interruptor (no mostrado) dispuesto entre el sistema de potencia y el al menos un conductor de línea 46 de accionador. Preferiblemente, hay un amplificador 50, que es parte del sistema de control del accionador 44, que está dispuesto entre los conjuntos de bobina de solenoide de escalonamiento 104A, 104B y otras partes del sistema de control 4, tal como el PLC 48 (explicado más adelante). Además, como se analiza a continuación, el amplificador 50 incluye un sistema de control que tiene al menos una memoria 47.

Además, y dependiendo de qué solenoide de escalonamiento 100A, 100B es accionado, los pulsos se pueden decir que tengan una "dirección" asociada. Es decir, los pulsos pueden hacer que el solenoide 38, y por lo tanto el cuerpo de la aguja 60, se mueva lejos de la abertura de boquilla 30 o hacia la abertura de boquilla 30. Tal como se usa aquí, un "pulso de apertura" es un pulso que acciona el solenoide de escalonamiento de apertura 100A. A la inversa, un "pulso de cierre" es un pulso que acciona el solenoide de escalonamiento de cierre 100B haciendo que el solenoide 38 se mueva hacia la abertura de boquilla 30.

Por lo tanto, el solenoide 38 está estructurado para recibir órdenes de entrada desde el sistema de control del accionador 44 y mover la aguja 42 entre la primera posición y una posición seleccionada, o la segunda posición, mientras que el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 está estructurado para recibir órdenes de entrada

desde el sistema de control del accionador 44 y mover gradualmente la aguja 42 en respuesta a las órdenes.

Es decir, el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 se mueve el solenoide 38 dentro de la carcasa 12 de la pistola de pulverización que, a su vez, mueve la aguja 42. Por lo tanto, el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 está estructurado para proporcionar un ajuste fino a la posición de la aguja 42. El sistema de control del accionador 44 incluye uno o más PLC 48 y una memoria 49. En lo sucesivo, "PLC" significará uno o más PLC. La memoria 49 incluye memoria de acceso aleatorio (los datos pueden grabarse y leerse) y memoria de solo lectura (los datos pueden leerse solamente) y puede estar físicamente incorporada por cualquier dispositivo de memoria conocido tal como, pero no limitado a, circuitos integrados (chips de computadora), memoria flash, memoria magnética, memoria óptica o memoria basada en disco (CD, DVD, discos duros, etc.). El PLC 48 y la memoria 49 están en comunicación electrónica entre sí.

Se observa que los elementos del sistema de control del accionador 44 se muestran esquemáticamente como estando separados del cuerpo de la pistola 12 y agrupados para mayor claridad. Como es sabido, sin embargo, los elementos del sistema de control del accionador 44 pueden estar dispuestos en, o sobre, la carcasa 12 de la pistola de pulverización y no pueden agruparse como se muestra. Por ejemplo, los elementos del sistema de control del accionador 44 pueden colocarse para reducir el ruido electrónico y la interferencia. Por lo tanto, las reivindicaciones no están limitadas a la configuración esquemática del sistema de control del accionador 44 como se muestra. Por ejemplo, el amplificador 50 está, preferiblemente, dispuesto en la carcasa 12 de la pistola de pulverización, y más preferentemente en el extremo de la carcasa de la pistola de pulverización opuesta a la boquilla 26. Este extremo de la carcasa 12 de la pistola de pulverización puede incluir un puerto de comunicación o acoplamiento 45.

El funcionamiento de un PLC 48 está más allá del alcance de este documento, sin embargo, como se sabe, un PLC 48 está estructurado para ejecutar una serie de instrucciones, para recibir la entrada, y para proporcionar una salida. Como se usa en el presente documento, la serie de instrucciones está contenida en uno o más "módulos" que están incorporados en el PLC 48 o almacenados en una memoria asociada 49. El PLC 48 está estructurado para leer y ejecutar uno o más módulos de manera sustancialmente simultánea. Además, se entiende que el sistema de control del accionador 44 incluye componentes, tales como, entre otros, uno o más temporizadores estructurados para rastrear o medir el tiempo, moduladores/demoduladores para convertir señales digitales a señales analógicas y viceversa, generando señales de video u otras señales de salida, etc., que permiten que el sistema de control del accionador 44 realice cualquier función que el sistema de control del accionador 44 esté estructurado para realizar. Nuevamente, los detalles de cómo un PLC 48 realiza estas funciones está fuera del alcance de este documento, pero son conocidos en la técnica. Además, se entiende que el sistema de control del accionador 44 incluye cualquier conductor, conector, etc., que se requieren para permitir que los diversos componentes se comuniquen entre sí. Por ejemplo, el sistema de control del accionador 44 está dispuesto adyacente al amplificador 50 y hay un conductor (no mostrado) que se extiende entre ellos. De forma similar, hay conductores (no mostrados) que se extienden entre el amplificador 50 y ambos, el solenoide 38 y los solenoides de escalonamiento 100A, 100B.

El sistema de control del accionador 44, preferiblemente, incluye, además, una interfaz remota de usuario 70, un módulo de interfaz 72 de usuario, un módulo de mando 74 del accionador, y un módulo de posición de la aguja 76. Normalmente, el módulo de interfaz 72 de usuario, el módulo de control 74 del accionador y el módulo de posición de la aguja 76 (módulos mostrados esquemáticamente) se almacenan en la memoria 49 del sistema de control del accionador y se cargan en el PLC 48 según sea necesario. Alternativamente, uno o más de los módulos 72, 74, 76 pueden incorporarse permanentemente en el PLC 48. La interfaz de usuario remota 70 es una interfaz presentada de una manera que puede ser utilizada por un usuario. La interfaz de usuario remota 70 puede presentarse en cualquier interfaz conocida tal como, pero no limitada a, una pantalla táctil, un monitor y un teclado, o una pantalla analógica y dispositivos de entrada manual, *por ejemplo*, perillas, botones, interruptores, etc., siempre que la interfaz de usuario remota 70 permita al usuario introducir una elevación de la aguja deseada, iniciar el uso de la pistola de pulverización 10, finalizar el uso de la pistola de pulverización 10 y recalibrar la elevación de la aguja, como descrito abajo. El módulo de interfaz 72 de usuario está estructurado para recibir la entrada de un usuario a través de la interfaz de usuario 70 y para comunicar esa entrada al módulo de control 74 del accionador.

El módulo de control 74 del accionador recibe la entrada del módulo de interfaz 72 de usuario y está estructurado para poner en práctica la entrada del usuario. El módulo de control 74 del accionador coopera y se comunica con el módulo de posición de la aguja 76 para mover la aguja 42 de acuerdo con la entrada del usuario. Por lo tanto, por ejemplo, el usuario puede hacer que el solenoide 38 se abra y se cierre en un patrón específico. Además, el sistema de control del accionador 44 en conjunción con los solenoides de escalonamiento 100A, 100B se puede usar para realizar ajustes finos en la posición de la aguja o recalibrar la posición de la aguja. Esto se lleva a cabo accionando los solenoides de escalonamiento 100A, 100B para mover mecánicamente el solenoide 38 hacia o desde la boquilla 26, como se describió anteriormente. El movimiento mecánico del solenoide 38, *es decir*, la posición del solenoide 38, y por lo tanto el cuerpo de la aguja 60, es rastreado por el sistema de control del accionador 44.

Más específicamente, la memoria de control 49 de accionamiento del sistema, y/o la memoria del amplificador 47, en conjunción con, o como parte de, el módulo de posición de la aguja 76, se utilizan como registros para rastrear el número y dirección de los pulsos enviados a los solenoides de escalonamiento 100A, 100B y/o la posición del solenoide 38. Se supone que la aguja 42 siempre comienza a funcionar en la primera posición, *es decir*, cerrada. Es

decir, el solenoide 38 está en la primera posición y el extremo distal 64 del cuerpo de la aguja está acoplado al asiento de la aguja 34. Cuando existe la necesidad de realizar un ajuste fino a la posición del cuerpo de la aguja 60, el sistema de control del accionador 44 envía un número de pulsos, o envía un comando o señal a un interruptor que a su vez envía un número de pulsos a dicho al menos un accionador 40 que hace que la aguja 42 se mueva como se describió anteriormente. Estos pulsos pueden pasar a través del amplificador 50. Cada pulso y su dirección asociada se registran en los registros 77 del módulo de posición de la aguja dentro de la memoria 49 del sistema de control del accionador y la memoria 47 del amplificador, como se describe a continuación.

Por ejemplo, durante el día, las temperaturas ambientales aumentan y la viscosidad del fluido puede disminuir. Para asegurarse de que se aplica la cantidad adecuada de líquido, se debe ajustar la posición de la aguja. En este ejemplo, el solenoide 38 debe moverse hacia delante, *es decir*, hacia el asiento 34 de boquilla, reduciendo de ese modo la elevación de la aguja cuando el cuerpo 60 de la aguja está en la segunda posición. Antes de que esta operación se pueda realizar automáticamente, se puede hacer manualmente para determinar la cantidad de ajuste que se necesita. Por lo tanto, el solenoide 38 se energiza y se mide la elevación de la aguja. En este ejemplo, se supone que la elevación de la aguja es demasiado grande, *es decir*, el cuerpo de la aguja 60 está demasiado lejos del asiento de la aguja 34 cuando está en la segunda posición, por lo que se acciona el solenoide de escalonamiento de cierre 100B. Esto hace que el solenoide 38 se mueva hacia el asiento de boquilla 34 como se describió anteriormente. La distancia que necesita mover el solenoide 38 puede determinarse mediante una medición manual. Después de que dichos datos se graban a lo largo de un período de tiempo, la distancia puede seleccionarse como la distancia promedio en que normalmente se mueve el solenoide 38. Por lo tanto, en este ejemplo, un usuario ajustaría la posición de la aguja hacia delante todos los días en un momento determinado o una vez que la temperatura ambiente alcanzara una marca seleccionada. Además, la cantidad de ajuste se registrará en los registros del módulo de posición de la aguja 77. Por lo tanto, si la posición de la aguja, *es decir*, la posición del solenoide 38, necesita ser reiniciada a la posición original, el usuario simplemente tiene que mover el solenoide 38 hacia el asiento 34 de boquilla por la misma distancia, *es decir*, el mismo número de pulsos, pero en la dirección opuesta.

Este sistema también puede ser utilizado para calibrar la posición de la aguja. Antes de discutir el proceso de calibración, se observa que los elementos físicos de la pistola de pulverización 10 tienen características conocidas, tales como, pero sin limitación, dimensiones, que no cambian. De este modo, si los elementos de la pistola de pulverización 10 se colocan en una configuración seleccionada en la que se conoce la posición real de la aguja, entonces el sistema de control del accionador 44 puede calibrarse a esta posición conocida. Por consiguiente, la pistola de pulverización 10 tiene una "configuración de calibración" en la que los elementos identificados a continuación se colocan en una configuración específica. La "configuración de calibración" se logra realizando las siguientes etapas. En primer lugar, se acciona el solenoide de escalonamiento de cierre 100B. Esto hace que el solenoide 38 se mueva hacia el asiento de la aguja 34 como se describió anteriormente. Cuando el solenoide 38 se mueve hacia el asiento de la aguja 34, el elemento accionador del solenoide 58, y más preferiblemente la brida del elemento accionador del solenoide 59, se acopla a la carcasa 12 de la pistola de pulverización. Cuando esto ocurre, el elemento accionador de solenoide 58 ya no puede moverse. El accionamiento continuo del solenoide de escalonamiento de cierre 100B hace que el solenoide 38 continúe moviéndose hacia el asiento de la aguja 34. El movimiento del solenoide 38 hace que la varilla del solenoide 56, y eventualmente el elemento accionador de solenoide 58, se muevan dentro de la carcasa del solenoide 52. El movimiento del solenoide 38 continúa hasta que el elemento accionador de solenoide 58 toca fondo contra la arandela de solenoide 55. Es decir, el solenoide 38 se mueve hacia delante hasta que el elemento accionador de solenoide 58 toca fondo contra la arandela de solenoide 55. En este punto, el solenoide 38 ya no puede moverse hacia adelante. Se observa además que, la varilla del solenoide 56 está en la segunda posición mientras que la aguja 42 todavía se aplica al asiento de boquilla 34. En lo sucesivo, el acto del elemento accionador de solenoide 58 tocando fondo contra la arandela de solenoide 55 se identificará como "el elemento accionador 58 se asienta contra el solenoide 38".

Esta es la "configuración de calibración", como la posición de todos los elementos son conocidos. Se observa que la "configuración inicial" y la "configuración de calibración" se refieren a la configuración del solenoide 38 y a un conjunto de solenoide escalonado, *es decir*, a los solenoides de escalonamiento 100A, 100B, y su relación entre sí. El sistema de control del accionador 44 puede calibrarse a esta posición conocida. Es decir, la "posición virtual de la aguja", que es donde el sistema de control del accionador 44 "cree" que el cuerpo 60 de la aguja puede configurarse para corresponderse con la "posición real de la aguja" que se conoce cuando la pistola de pulverización 10 está en la "configuración de calibración". Además, la diferencia entre la configuración de calibración y la configuración inicial puede determinarse mediante medición manual. Es decir, el sistema de control del accionador 44 está programado con una "configuración de calibración virtual" que debería corresponder a la posición real de la aguja cuando la pistola de pulverización 10 está en la configuración de calibración.

Por ejemplo, después de múltiples mediciones manuales de la configuración de la pistola de pulverización 10 en la configuración de la calibración, se puede determinar que el solenoide 38 se mueve normalmente hacia delante una distancia correspondiente a cincuenta pulsos de avance del solenoide de escalonamiento de cierre 100B. Por lo tanto, la "configuración de calibración virtual" con respecto a la posición inicial puede registrarse como cincuenta pulsos de avance. Por lo tanto, cuando la pistola de pulverización 10 está en la configuración de calibración, el registro 77 del módulo de posición de la aguja puede reiniciarse para tener cincuenta pulsos de avance (en este

ejemplo). Alternativamente, la pistola de pulverización 10 puede retornarse a la configuración inicial después de la calibración. Es decir, el sistema de control del accionador 44 hará que el solenoide de escalonamiento de apertura 100A se active cincuenta veces. En este punto, es *decir*, después de que el solenoide de escalonamiento de apertura 100A se haya activado cincuenta veces (en este ejemplo) después de la calibración, la pistola de pulverización 10 está en la "configuración inicial" descrita anteriormente. Además, cuando la pistola de pulverización 10 está en esta configuración, el registro 77 del módulo de posición de la aguja puede reiniciarse a cero de modo que la posición virtual de la aguja corresponda a la posición real de la aguja, que es la configuración inicial. Es decir, el registro 77 del módulo de posición de la aguja puede reiniciarse cuando la pistola de pulverización 10 está en la configuración de calibración, donde la posición del elemento de la pistola de pulverización 10 es conocida o el registro 77 del módulo de posición de la aguja puede reiniciarse a cero inmediatamente después calibración con la pistola de pulverización 10 en la configuración inicial. El acto de reiniciar el registro 77 del módulo de posición de la aguja se identifica en lo sucesivo como "puesta a cero" del módulo de posición de la aguja 76. Se requiere calibración, o al menos es deseable, cuando la posición real de la aguja ya no corresponde a la posición virtual de la aguja.

El módulo de posición de la aguja 76 se ejecuta en el sistema de control del accionador 44 y está estructurado para realizar un rastreo de la "posición de la aguja virtual." Si bien este rastreo puede hacerse con respecto a cualquier punto, por el bien de este ejemplo, se supondrá que el punto de referencia es una posición abierta seleccionada de la aguja 42, es *decir*, cuando el solenoide 38 está en la segunda posición y el extremo distal 64 del cuerpo de la aguja está separado del asiento de la aguja 34 por la distancia de la carrera del solenoide 38. En esta configuración, y cuando el solenoide 38 no está accionado, la aguja 42 se acopla herméticamente al asiento 34 de la boquilla; esta es la configuración "cero" o configuración inicial para la pistola de pulverización 10. Una vez que la pistola de pulverización 10 está en la configuración inicial, la aguja 42 "posición real de la aguja" se puede medir como la distancia que la aguja 42 se ha movido con respecto a la aguja en la primera posición. Es decir, la "posición real de la aguja" se mide cuando el cuerpo 60 de la aguja está en la segunda posición. La "posición de la aguja virtual" refleja la misma posición "virtual", pero se basa en la suposición de que el movimiento de la varilla 106 de solenoide de escalonamiento, y por lo tanto de la aguja 42, es exacto.

Por el bien de este ejemplo, se supone que la pistola de pulverización se calibra inicialmente. Es decir, la pistola de pulverización 10 está en la configuración inicial y la posición real de la aguja corresponde a la posición virtual de la aguja. Por lo tanto, como la varilla del solenoide 56 tiene una carrera predeterminada, es *decir*, una cantidad conocida de recorrido, también se conoce la segunda posición del cuerpo de la aguja 60. Por consiguiente, al arrancar la pistola de pulverización 10, la posición real de la aguja es la primera posición cerrada y se conoce la cantidad de elevación de la aguja cuando el cuerpo 60 de la aguja está en la segunda posición. Además, la posición virtual de la aguja se registra inicialmente como la primera posición cerrada. Para este ejemplo, los registros 77 del módulo de posición de la aguja están vacíos, o los valores almacenados totalizan cero, cuando la pistola de pulverización 10 está en la configuración inicial. El módulo de posición de la aguja 76 puede incluir una base de datos 78 que correlaciona el valor total de pulsos, es *decir*, el número de pulsos hacia adelante menos el número de pulsos hacia atrás, a una posición de la aguja, es *decir*, una elevación de la aguja seleccionada, como se muestra en la tabla siguiente.

Cantidad de pulsos	Elevación de la aguja cuando está en la segunda posición, en pulgadas (posición de la aguja virtual)
0	0,0020 (Primera posición de la aguja) (0,0051 cm)
1	0,0025 (0,0064 cm)
2	0,0030 (0,0076 cm)
3	0,0035 (0,0089 cm)
4	0,0040 (0,0102 cm)
5	0,0045 (0,0114 cm)

Alternativamente, el módulo de posición de la aguja 76 puede ser programado con un multiplicador, *por ejemplo*, cada pulso hacia atrás es igual a una elevación de la aguja adicional de 0,0005 pulgadas (0,0013 cm). Por lo tanto, el módulo de posición de la aguja 76 solo necesitaría registrar el número de pulsos y su dirección asociada (colectivamente, y tal como se usa en el presente documento, «datos de posición de la aguja») para resolver la posición virtual de la aguja. Alternativamente, la posición de la aguja puede ser rastreada por un codificador o Transformador Diferencial de Variable Lineal (LVDT).

Independientemente de si el módulo de posición de la aguja 76 tiene una base de datos o calcula la posición cada vez, el módulo de posición de la aguja 76 rastrea el número de pulsos enviados a dicho al menos un accionador 40, así como la dirección en que se mueve la aguja 42. Por ejemplo, si hay dos solenoides de escalonamiento 100A, 100B, el módulo de posición de la aguja 76 rastrea el número de pulsos enviados a cada solenoide de escalonamiento 100A, 100B. Basándose en esta información, el módulo de posición de la aguja 76 puede calcular, o buscar, la posición virtual de la aguja. Otros módulos pueden solicitar esta información.

El módulo de posición de la aguja 76 registra los datos de posición de la aguja en un registro 77 del módulo de posición de la aguja y esta información también puede grabarse en un registro amplificador 79. El registro 77 del módulo de posición de la aguja puede registrar todos, o una parte de, los datos de la posición de la aguja enviados por el módulo de control 74 del accionador a los solenoides de escalonamiento 100A, 100B. La porción de datos grabados puede ser solo la posición actual de la aguja 42. Independientemente de la cantidad de datos grabados o del tipo de datos grabados, los datos de posición de la aguja siempre incluyen datos que indican la posición virtual actual de la aguja 42. Por ejemplo, y asumiendo nuevamente que la aguja 42 comienza en la primera posición, el registro 77 del módulo de posición de la aguja puede registrar los datos de posición de la aguja para las últimas cuatro instrucciones enviadas a los solenoides de escalonamiento 100A, 100B, *por ejemplo*, siete pulsos hacia adelante, cinco pulsos hacia atrás, tres pulsos hacia adelante y cinco pulsos más hacia atrás. El módulo de posición de la aguja 76 puede determinar la posición actual de la aguja virtual sumando el número de pulsos y multiplicando la suma por un multiplicador, como se indicó anteriormente. En este ejemplo, la suma es cero, por lo que el módulo de posición de la aguja 76 determinaría que la aguja está en la posición en la que comenzó, es *decir*, la primera posición virtual. Esta posición debería corresponderse con el extremo distal 64 del cuerpo de la aguja que tiene una elevación correspondiente a la carrera seleccionada del solenoide 38 cuando el cuerpo de la aguja 60 está en la segunda posición. Sin embargo, debido a varios factores identificados anteriormente, esto puede no ser cierto.

Como un ejemplo específico, se supone que los solenoides de escalonamiento 100A, 100B han sido cada uno accionado un número de veces de manera que la posición del cuerpo de la aguja 60 en la segunda posición ya no corresponde a la posición inicial. El registro 77 del módulo de posición de la aguja ha registrado los datos de la posición de la aguja. Supongamos además que la operación de la pistola de pulverización 10 fue interrumpida por un corte de energía y el registro 77 del módulo de posición de la aguja se reinicia. Por lo tanto, después de la interrupción, la posición real de la aguja ya no corresponde a la posición virtual de la aguja. Es decir, como se ha descrito, los solenoides de escalonamiento 100A, 100B han sido accionados varias veces de modo que la posición del cuerpo de la aguja 60 en la segunda posición ya no corresponde a la posición inicial, pero el registro 77 del módulo de posición de la aguja es en blanco, lo que significa que los datos disponibles para el sistema de control del accionador 44 indican que el cuerpo de la aguja 60 está en la posición inicial. Es decir, el sistema de control del accionador 44 "cree" que el cuerpo de la aguja 60 está en la posición inicial. Cuando esto ocurre, la pistola de pulverización 10 necesita ser recalibrada.

Para ello, la pistola de pulverización 10 se coloca en la configuración de calibración descrito anteriormente. Es decir, el solenoide de escalonamiento de cierre 100B se acciona hasta que el elemento accionador 58 se asiente contra el solenoide 38. La posición virtual de la aguja se restablece luego como la configuración de calibración virtual para reflejar la configuración real, o, la pistola de pulverización 10 se puede colocar en la configuración inicial y el módulo de posición de la aguja 76 se puede poner a cero, como se describió anteriormente.

En el ejemplo anterior, la pistola de pulverización 10 se colocó en la configuración inicial y el registro 77 de módulo de posición de la aguja se puso a cero, poniendo de acuerdo la posición de la aguja real y la posición de la aguja virtual. Este proceso puede realizarse mediante la pistola de pulverización 10 automáticamente como se describe a continuación. El sistema de control del accionador 44 puede incluir además un sistema 80 para calibrar la elevación de la aguja. El sistema 80 de calibración de elevación de la aguja incluye un sensor de accionador 82, un módulo 84 de calibración, y el módulo de posición de la aguja 76 descrito anteriormente. El sensor de accionador 82 está estructurado para detectar cambios en las características de las corrientes en al menos un conductor de línea 46 de accionador y para proporcionar una señal de salida. En la realización preferida, las características de corriente que se monitorizan son la reactancia inductiva de la bobina medida por los cambios en la corriente, tales como cambios en la corriente y la tensión, pero se puede controlar cualquier característica apropiada. El cambio detectado es una "anomalía identificable" en la característica que se mide.

Es decir, la corriente a dicho al menos un accionador 40 tiene una serie de características tales como la inductancia. Las características actuales tienen cambios predecibles. Por ejemplo, cuando el al menos un accionador 40 se usa para hacer avanzar la aguja 42, se puede medir la inductancia de la corriente y, si se muestra, se puede ver como una onda identificable y conocida. Además, las características actuales también pueden reflejar cambios aleatorios, generalmente identificados como "ruido". El ruido puede detectarse y, si se muestra, puede verse como anomalías en un patrón regular. Sin embargo, existen "anomalías identificables" que se producen como resultado de una acción específica.

Por ejemplo, si el cierre de solenoide de escalonamiento 100B está avanzando, es *decir*, moviendo el solenoide 38 hacia adelante y el elemento accionador 58 se asienta contra el solenoide 38, como se describió anteriormente, hay una respuesta mecánica desde el solenoide de escalonamiento de cierre 100B. Esta realimentación al solenoide de escalonamiento de cierre 100B produce una anomalía en las características de la corriente y la tensión en al menos un conductor de línea 46 de accionador. Además, esta anomalía, o una anomalía sustancialmente similar, se produce cada vez que el elemento accionador 58 se asienta contra el solenoide 38 mientras el solenoide de escalonamiento de cierre 100B avanza. Esta anomalía específica solo ocurre cuando la pistola de pulverización 10 está en la configuración de calibración. Como tal, esta anomalía es una "anomalía identificable" que es diferente de las características normales de la corriente en al menos un conductor de línea 46 de accionador, así como diferente de las características de ruido aleatorio. Por consiguiente, tal como se usa en la presente memoria, una "anomalía

identificable" es una anomalía en la corriente y la tensión en al menos un conductor de línea 46 de accionador que se ha asociado con una condición física, configuración o estado de los solenoides de escalonamiento 100A, 100B. Más específicamente, una "anomalía de asiento de solenoide" es una corriente anómala en el al menos un conductor de línea 46 de accionador que se ha determinado que se produce cuando el elemento accionador 58 se asienta contra el solenoide 38. En general, una anomalía se asocia con una condición basada en la experimentación y verifica que se produce una anomalía específica distinta cada vez que los solenoides de escalonamiento 100A, 100B se colocan en una condición física, configuración o estado específicos. Preferiblemente, la anomalía identificable asociada con el elemento accionador 58 que se asienta contra el solenoide 38 es un cambio en la inductancia identificado por cambios en la corriente y la tensión.

Se hace notar que las características actuales se han identificado como siendo medible y se muestran en la forma de una onda. Si bien se puede proporcionar un monitor (no se muestra) y se muestra la onda, esto no es necesario. Es decir, como es sabido, el sistema de control del accionador 44 puede estar estructurado para detectar la onda y cualquier anomalía sin crear realmente una imagen visual de la onda y/o anomalía.

El módulo de calibración 84 es un conjunto de instrucciones estructuradas para ser ejecutado por el sistema de control del accionador 44 y, más específicamente por el PLC 48 del sistema de control del accionador. Como con la descripción del PLC 48, está más allá del alcance de este documento describir en detalle cómo un módulo interactúa con el PLC 48; sin embargo, como es sabido, el módulo 84 se ejecuta con el PLC 48 y se puede describir como realizar, o como estar estructurado para realizar, operaciones y funciones seleccionadas. Por lo tanto, como se describió anteriormente, el módulo de posición de la aguja 76 está estructurado para seguir la posición "virtual" de la aguja 42. El módulo de calibración 84 se ejecuta, con preferencia, con poca frecuencia. Por ejemplo, el módulo de calibración 84 puede ejecutarse basándose en un período de tiempo, *por ejemplo*, cada dos semanas, o después de un cierto número de operaciones, *por ejemplo*, cada 2 millones de actuaciones de los solenoides de escalonamiento 100A, 100B. El módulo de calibración 84 está estructurado para restablecer la posición virtual de la aguja, es decir, poner a cero el módulo de posición de la aguja 76, para reflejar la posición real de la aguja. Preferiblemente, el módulo de calibración 84 borra todos los datos en el registro 77 del módulo de posición de la aguja. Alternativamente, el módulo de calibración 84 puede actualizar la última entrada en el registro 77 del módulo de posición de la aguja para indicar que la pistola de pulverización está en la configuración inicial. Es decir, cuando se inicia la operación de la pistola de pulverización 10, la pistola de pulverización está en la configuración inicial. A medida que se utilizan los solenoides de escalonamiento 100A, 100B, el módulo de posición de la aguja 76 registra los datos virtuales de la posición de la aguja, como se describió anteriormente. Con el tiempo, la posición virtual de la aguja ya no se corresponde con la posición real de la aguja y la posición de la aguja debe calibrarse. Esto se lleva a cabo ejecutando el módulo de calibración 84 que coloca primero el solenoide 38 en la configuración de calibración.

Durante esta operación, el módulo de calibración 84 monitoriza el al menos un conductor de línea 46 de accionador para una anomalía de identificación que indica que el elemento de accionamiento 58 ha asentado contra el solenoide 38. Cuando se detecta la anomalía identificable, se detiene el movimiento hacia delante del solenoide de escalonamiento 100B y el módulo de calibración 84 devuelve la pistola de pulverización 10 a la configuración inicial, como se describió anteriormente, y cierra el módulo de posición de la aguja 76 para que el módulo de posición de la aguja 76 identifique la configuración actual de la pistola de pulverización como la configuración inicial. En este punto, la posición de la aguja 42 está calibrada y la pistola de pulverización 10 puede retornarse a las operaciones normales. Se observa que, a diferencia de los métodos de calibración manual anteriores, esto puede lograrse mientras la cámara de fluido 20 se llena con producto líquido. Es decir, el módulo de calibración 84 es operable cuando la cámara de fluido 20 está llena de fluido.

Los al menos dos accionadores, 36, 40 y el sistema de control del accionador 44 están, preferiblemente, dispuestos sustancialmente en la cámara 68 de mecanismo de funcionamiento. Es decir, porciones del al menos un accionador 40 y el sistema de control del accionador 44 pueden extenderse más allá de la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento. Por ejemplo, la varilla del solenoide 56 y/o la aguja 42 se extienden desde la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento a la cámara de fluido 20. Sin embargo, la mayor parte del al menos un accionador 40 y el sistema de control del accionador 44 están dispuestos en la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento. Además, el sensor de accionador 82 está dispuesto completamente dentro de la cámara 68 del mecanismo de funcionamiento, y es preferiblemente parte del amplificador 50. En esta configuración, la pistola de pulverización 10 no está acoplada a un sistema de control externo. Se observa que el sistema de control del accionador 44 y el sensor de accionador 82 están dispuestos cerca del conjunto de solenoide de escalonamiento 100 a fin de reducir el "ruido" en los conductores que puede interferir con la detección de una anomalía identificable.

Por consiguiente, y usando los componentes descritos anteriormente, un método para calibrar la elevación de la aguja en una pistola de pulverización 10 incluye las siguientes etapas: colocar 200 la pistola de pulverización 10 en una configuración de calibración, monitorizar 202 la corriente en el conjunto de solenoide de escalonamiento 100 que tiene un conductor de línea 46, detectando 204 una anomalía identificable en las características de la corriente, colocando 205 la pistola de pulverización 10 en una configuración inicial, y poniendo a cero 206 el módulo de posición de la aguja 76.

5 Como se señaló anteriormente, el módulo de posición de la aguja 76 está estructurado para registrar un número de pulsos enviados al conjunto de solenoide de escalonamiento 100. Por lo tanto, la etapa de puesta a cero 206 del módulo de posición de la aguja 76 para registrar la configuración de la pistola de pulverización 10 como configuración inicial puede incluir la etapa de cambiar 212 el valor total de los pulsos registrados a cero. Este cambio se puede lograr agregando un número de pulsos, con una dirección asociada, a los datos de posición de la aguja registrados de modo que la suma de los datos de posición de la aguja sea igual a cero. Alternativamente, la etapa de puesta a cero 206 del módulo de posición de la aguja 76 para registrar la configuración de pistola de pulverización 10 ya que la configuración inicial puede incluir la etapa de borrar 214 el registro 77 de módulo de posición de la aguja, en donde "borrar" significa eliminar todas las entradas en la aguja registro del módulo de posición 77.

10 Además, como se indicó anteriormente, las cuatro etapas de la calibración 200, 202, 204 y 206 pueden ocurrir cuando la cámara de fluido 20 se llena con un líquido.

15 Aunque realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, se apreciará por parte de los expertos en la técnica que diversas modificaciones y alternativas a esos detalles podrían desarrollarse a la luz de las enseñanzas globales de la divulgación. De acuerdo con ello, las disposiciones particulares divulgadas pretenden ser ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención, al que se le ha de dar la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (80) para calibrar la elevación de una aguja en un conjunto de pistola de pulverización (10), teniendo dicho conjunto de pistola de pulverización (10) una carcasa (12) y un mecanismo de funcionamiento (14),
 5 definiendo dicha carcasa (12) al menos una cámara de fluido (20), teniendo dicha cámara de fluido (20) una entrada de fluido (22) y una boquilla (26), dicha cámara de fluido (20) acoplada a, y en comunicación fluida con, un suministro de fluido a través de dicha entrada de fluido (22), teniendo dicha boquilla (26) una abertura (30) y un asiento de la aguja (34) dispuesto alrededor de la superficie interior de dicha abertura de boquilla (30),
 10 teniendo dicho mecanismo de funcionamiento (14) al menos dos accionadores accionados eléctricamente (36, 40), una aguja (42) y un sistema de control del accionador (44),
- teniendo dicha aguja (42) un extremo proximal (62) y un extremo distal (64), estando dicho extremo proximal de la aguja (62) acoplado a dicho solenoide (38), estando dicho extremo distal de la aguja (64) configurado para acoplarse herméticamente a dicho asiento de la aguja (34), estando dicho extremo distal de la aguja (64)
 15 dispuesto en dicha cámara de fluido (20), incluyendo dichos al menos dos accionadores (36, 40) un solenoide (38) y un conjunto de solenoide de escalonamiento (100),
- estando estructurado dicho solenoide (38) para mover dicha aguja (42) entre una primera posición, donde dicho extremo distal de la aguja (64) se acopla herméticamente a dicho asiento de la aguja (34), y una segunda posición en la que dicho extremo distal de la aguja (64) está separado de dicho asiento de la aguja (34), teniendo dicho solenoide (38) un elemento accionador móvil,
 20 estando dicho conjunto solenoide de escalonamiento (104) acoplado a dicho solenoide (38) con dicho muelle de solenoide (51) dispuesto entre ellos, teniendo dicho conjunto solenoide de escalonamiento (100) un conductor de línea (46) estructurado para estar en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación, dicho un conjunto de solenoide de escalonamiento (100) estructurado para recibir órdenes de entrada de dicho sistema de control del accionador (44) y mover el solenoide 38 incrementalmente dentro de dicha carcasa 12 en respuesta a dichas órdenes,
 25
- estando estructurado dicho sistema de control del accionador (44) para controlar dicho conjunto de solenoide (100) y dicho solenoide (38) para mover dicha aguja (42) entre dicha primera posición y dicha segunda posición y dicho conjunto de solenoide de escalonamiento (100) para proporcionar un ajuste fino a dicha posición de la aguja, teniendo dichos al menos dos accionadores (36) una configuración inicial y una configuración de calibración,
 30
- estando dicho sistema (80) para calibrar la elevación de la aguja, **caracterizado por** comprender:
 35
- un sensor de accionador (82) estructurado para detectar cambios en la corriente en dicho conductor de línea (46) de montaje de solenoide de escalonamiento y para proporcionar una señal de salida;
 40 un módulo de calibración (84) que se ejecuta en dicho sistema de control del accionador (44), estando dicho módulo de calibración (84) estructurado para recibir dicha señal de salida del sensor de accionador (82); siendo ejecutado un módulo de posición de la aguja (76) en dicho sistema de control del accionador (44), estando dicho módulo de posición de la aguja (76) estructurado para rastrear la posición virtual de dicha aguja (42); y
 45 dicho módulo de calibración (84) estructurado adicionalmente para detectar una anomalía identificable en dicha señal de salida del sensor, indicando dicha anomalía dicho asiento del elemento accionador contra dicho solenoide (38) y, en respuesta a la detección de dicha anomalía identificable, registrando datos de posición virtual de la aguja que indican la posición actual de dicha aguja (42) que corresponde a la configuración de calibración de la pistola de pulverización.
 50
2. El sistema (80) para calibrar la elevación de una aguja en un conjunto de pistola de pulverización (10) de la reivindicación 1, en el que:
 55 dicha anomalía identificable es un cambio en una característica actual.
3. El sistema (80) para calibrar la elevación de una aguja en un conjunto de pistola de pulverización (10) de la reivindicación 1, en el que dicha anomalía identificable es un cambio en la reactancia inductiva de la bobina medida por los cambios en la corriente.
- 60 4. El sistema (80) para calibrar la elevación de una aguja en un conjunto de pistola de pulverización (10) de la reivindicación 1, en el que dicho módulo de calibración (84) puede funcionar cuando dicha cámara de fluido (20) está llena de fluido.
5. Un conjunto de pistola de pulverización (10), que comprende:
 65 una carcasa (12) que define al menos una cámara de fluido (20);

teniendo dicha cámara de fluido (20) una entrada de fluido (22), una salida de fluido en exceso (24) y una boquilla (26), estando dicha cámara de fluido (20) estructurada para acoplarse a, y en comunicación fluida con, un suministro de fluido a través de dicha entrada de fluido (22);

5 teniendo dicha boquilla (26) una abertura (30) y un asiento de la aguja (34) dispuesto alrededor de la superficie interior de dicha abertura de boquilla (30);

un mecanismo de funcionamiento (14) que tiene al menos dos accionadores accionados eléctricamente (36, 40), una aguja (42) y un sistema de control del accionador (44);

dichos al menos dos accionadores (36, 40) que incluyen un solenoide (38) y un conjunto de solenoide de escalonamiento (100);

10 teniendo dicho solenoide un elemento accionador movable acoplado a dicha aguja (42) y estando estructurado para mover dicha aguja (42) entre una primera posición, donde dicho extremo distal de la aguja (64) se acopla herméticamente a dicho asiento de la aguja (34), y una posición seleccionada en la que dicho extremo distal de la aguja (64) está separado de dicho asiento de la aguja (34);

15 estando estructurado dicho sistema de control del accionador (44) para controlar dichos al menos dos accionadores (36, 40) para mover dicha aguja (42) entre dicha primera posición y una posición seleccionada;

teniendo dicho conjunto de solenoide de escalonamiento (100) un conductor de línea (46) estructurado para estar en comunicación eléctrica con una fuente de energía, estando dicho conjunto de solenoide de escalonamiento (100) estructurado para recibir órdenes de entrada desde dicho sistema de control del accionador (44) y mover incrementalmente dicha aguja (42) en respuesta a dichas órdenes;

20 teniendo dicha aguja (42) un extremo proximal (62) y un extremo distal (64), dicho extremo proximal de la aguja (62) acoplado a dicho solenoide (38), estando dicho extremo distal de la aguja (64) configurado para acoplar herméticamente dicho asiento de la aguja (34), estando dicho extremo distal de la aguja (64) dispuesto en dicha cámara de fluido (20);

25 estando dicho conjunto de solenoide de escalonamiento (100) acoplado a dicho solenoide (38) a través de dicho muelle de solenoide (51) y estructurado para mover dicho solenoide (38) dentro de dicha carcasa (12) de pistola de pulverización;

teniendo dicho solenoide (38) y conjunto de solenoide de escalonamiento (104) una configuración inicial y una configuración de calibración;

30 comprendiendo dicho conjunto además un sistema para calibrar el elevador de la aguja de acuerdo con cualquier reivindicación anterior.

6. El conjunto de pistola de pulverización (10) de la reivindicación 5, en el que:

35 dicha anomalía identificable es un cambio en una característica actual.

7. El conjunto de pistola de pulverización (10) de la reivindicación 6, en el que dicha anomalía identificable es un cambio en la reactancia inductiva de la bobina medida por los cambios en la corriente.

40 8. Un método para calibrar la elevación de una aguja en un conjunto de pistola de pulverización (10), teniendo dicho conjunto de pistola de pulverización (10) una carcasa (12), un mecanismo de funcionamiento (14) y un sistema (80) para calibrar la elevación de la aguja,

45 definiendo dicha carcasa (12) al menos una cámara de fluido (20), teniendo dicha cámara de fluido (20) una entrada de fluido (22) y una boquilla (26), estando dicha cámara de fluido (20) acoplada a, y en comunicación fluida con, un suministro de fluido a través de dicha entrada de fluido, teniendo dicha boquilla una abertura (30) y un asiento de la aguja (34) dispuesto alrededor de la superficie interna de dicha abertura de boquilla (30), teniendo dicho mecanismo de funcionamiento (14) al menos dos accionadores accionados eléctricamente (36, 40), una aguja (42) y un sistema de control del accionador,

50 teniendo dicha aguja un extremo proximal y un extremo distal, estando dicho extremo proximal de la aguja acoplado a dicho solenoide, estando dicho extremo distal de la aguja configurado para acoplarse herméticamente a dicho asiento de la aguja, estando dicho extremo distal de la aguja dispuesto en dicha cámara de fluido;

incluyendo dichos al menos dos accionadores un solenoide y un conjunto de solenoide de escalonamiento,

55 estando estructurado dicho solenoide para mover dicha aguja entre una primera posición, donde dicho extremo distal de la aguja se acopla herméticamente a dicho asiento de la aguja, y una segunda posición en la que dicho extremo distal de la aguja está separado de dicho asiento de la aguja, teniendo dicho solenoide un elemento accionador móvil,

60 estando dicho conjunto solenoide de escalonamiento acoplado a dicho solenoide con dicho muelle de solenoide dispuesto entre ellos, teniendo dicho conjunto solenoide de escalonamiento un conductor de línea estructurado para estar en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación, dicho conjunto de solenoide de escalonamiento estructurado para recibir órdenes de entrada de dicho sistema de control del accionador y mover el solenoide incrementalmente dentro de dicha carcasa en respuesta a dichas órdenes,

65 estando dicho sistema de control del accionador estructurado para controlar dicho conjunto de solenoide y dicho solenoide para mover dicha aguja entre dicha primera posición y dicha segunda posición y dicho conjunto de

solenoides de escalonamiento para proporcionar un ajuste fino a dicha posición de la aguja, dichos al menos dos accionadores teniendo una configuración inicial y una configuración de calibración,

estando dicho sistema (80) para calibrar la elevación de la aguja caracterizado por incluir:

- 5 un sensor de accionador (82), un módulo de calibración (84) y un módulo de posición de la aguja (76),
- estando estructurado dicho sensor de accionador (82) para detectar cambios en la corriente en dicho conductor de línea (46) de montaje de solenoide de escalonamiento y para proporcionar una señal de salida; siendo dicho módulo de calibración (84) ejecutado en dicho sistema de control del accionador (44), estando dicho módulo de calibración (84) estructurado para recibir dicha señal de salida del sensor de accionador (82);
- 10 siendo dicho módulo de posición de la aguja (76) ejecutado en dicho sistema de control del accionador (44), estando dicho módulo de posición de la aguja (76) estructurado para rastrear la posición virtual de dicha aguja (42), y
- 15 dicho módulo de calibración (84) estructurado adicionalmente para detectar una anomalía identificable en dicha señal de salida del sensor, dicha anomalía identificable indicativa de dicho elemento accionador que se asienta contra dicho solenoide y, en respuesta a detectar dicha anomalía identificable, registrar los datos de posición virtual de la aguja indicando que la corriente la posición de dicha aguja (42) corresponde a la configuración de calibración de la pistola de pulverización, comprendiendo dicho método para calibrar la elevación de la aguja:
- 20 colocar (200) la pistola de pulverización 10 en dicha configuración de calibración; monitorizar (202) la corriente en dicho conductor de línea (46) de montaje de solenoide de escalonamiento; detectar (204) una anomalía identificable en las características de dicha corriente; colocar (205) la pistola de pulverización (10) en dicha configuración inicial; y poner a cero (206) dicho módulo de posición de la aguja (76) para registrar la posición actual de la aguja como dicha primera posición de la aguja (42).
- 25
- 30 9. El método de la reivindicación 8, en el que dicha anomalía identificable es un cambio en una característica actual.
10. El método de la reivindicación 8, en el que dicha anomalía identificable es un cambio en la reactancia inductiva de la bobina medida por los cambios en la corriente.
- 35 11. El método de la reivindicación 8, en el que dicha anomalía identificable es una anomalía de asiento de solenoide de la aguja (42).
12. El método de la reivindicación 8, en el que dicho módulo de posición de la aguja (76) está estructurado para registrar un número de pulsos enviados a dicho al menos un accionador (36, 40) y en el que dicha etapa de poner a cero (206) dicho módulo de posición de la aguja (76) para registrar la posición actual de la aguja como dicha primera posición de la aguja incluye la etapa de cambiar (212) a cero el valor total de los pulsos grabados.
- 40 13. El método de la reivindicación 8, en el que dicho módulo de posición de la aguja (76) incluye un registro de módulo de posición de la aguja (77) estructurado para registrar datos indicativos de la posición virtual de la aguja, y en el que dicha etapa de poner a cero (206) dicho módulo de posición de la aguja (76) para registrar la posición actual de la aguja como dicha primera posición de la aguja (42) incluye la etapa de limpieza (214) del registro del módulo de posición de la aguja (77).
- 45 14. El método según la reivindicación 8, en el que dichas etapas de colocar (200) la pistola de pulverización (10) en dicha configuración de calibración, monitorizar (202) la corriente en dicho al menos un accionador (36, 40) que tiene un conductor de línea (44), detectar (204) una anomalía identificable en dicha corriente y poner a cero (206) dicho módulo de posición de la aguja (76) se produce cuando dicha cámara de fluido (20) se llena con un líquido.
- 50

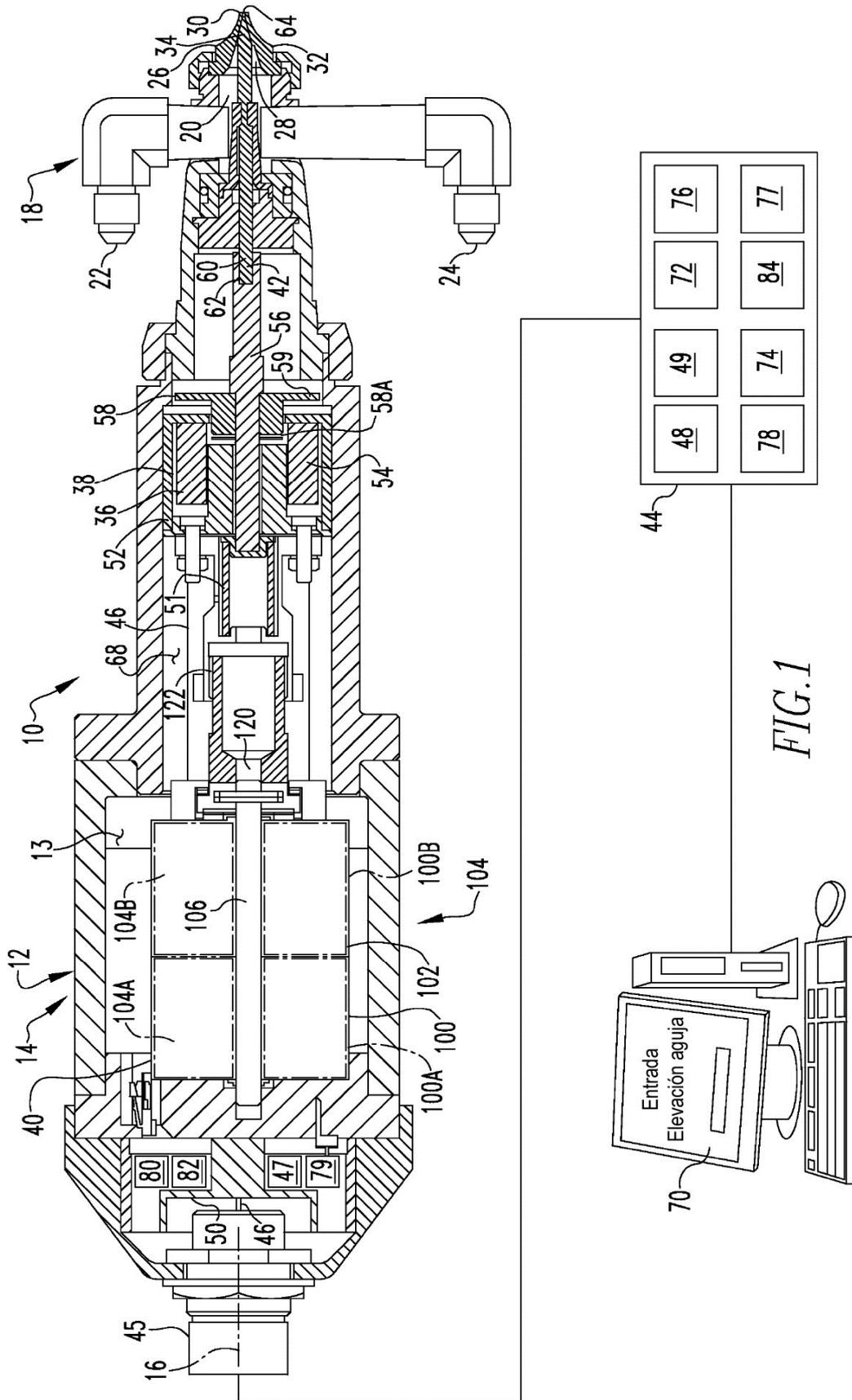


FIG.1

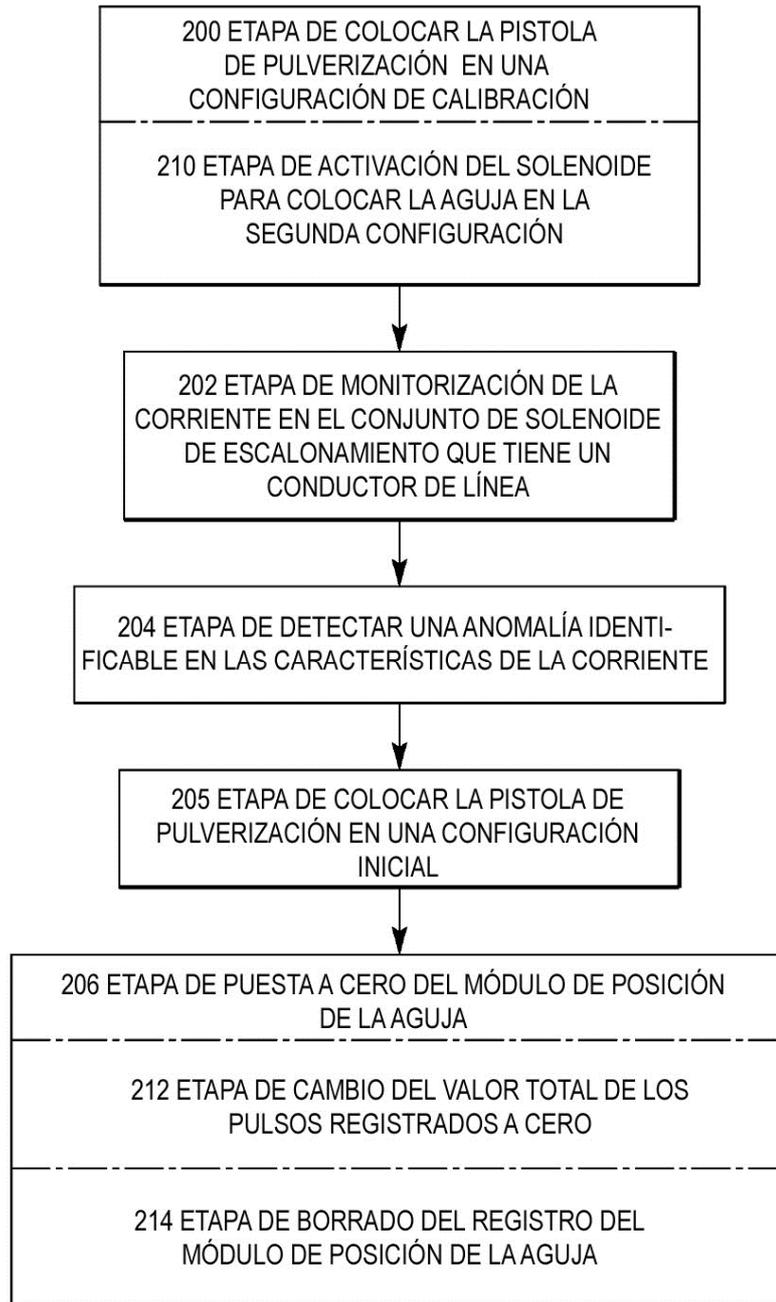


FIG.2