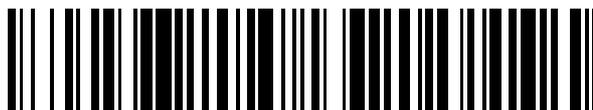


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 712**

51 Int. Cl.:

**B23K 37/00** (2006.01)

**B23K 31/02** (2006.01)

**B23K 31/12** (2006.01)

**G01D 18/00** (2006.01)

**G09B 19/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2014 PCT/US2014/065518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2015 WO15105583**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2014 E 14821904 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 3092633**

54 Título: **Herramienta de calibración y método para un sistema de soldadura**

30 Prioridad:

**07.01.2014 US 201414149286**

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

**06.11.2018**

73 Titular/es:

**ILLINOIS TOOL WORKS INC. (100.0%)**

**155 Harlem Avenue**

**Glenview, IL 60025, US**

72 Inventor/es:

**BECKER, WILLIAM J. y**

**MARCUSEN, DAVID P.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 688 712 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

Herramienta de calibración y método para un sistema de soldadura

### Antecedentes

La invención se refiere en general a la soldadura y, más particularmente, a un sistema de soldadura que se puede utilizar para la capacitación.

- 5 La soldadura es un proceso que se ha utilizado cada vez más en diversas industrias y aplicaciones. Dichos procesos se pueden automatizar en determinados contextos, aunque sigue existiendo un gran número de aplicaciones para las operaciones de soldadura manuales. En ambos casos, dichas operaciones de soldadura dependen de diversos tipos de equipos para garantizar que se proporciona el suministro de los consumibles de soldadura (por ejemplo, la alimentación del hilo, el gas de protección, etc.) a la soldadura en cantidades apropiadas en el momento deseado.
- 10 Como preparación para realizar las operaciones de soldadura manuales, los operadores de soldadura se pueden capacitar utilizando un sistema de soldadura (por ejemplo, un sistema de capacitación de soldadura). El sistema de soldadura se puede diseñar para capacitar a los operadores de soldadura con las técnicas adecuadas para realizar diversas operaciones de soldadura. Determinados sistemas de soldadura pueden utilizar varios métodos de capacitación. Según se puede apreciar, estos sistemas de capacitación pueden ser costosos de adquirir y operar.
- 15 Por consiguiente, las instituciones de capacitación en soldadura solo pueden adquirir un número limitado de dichos sistemas de capacitación. Además, determinados sistemas de soldadura pueden no capacitar adecuadamente a los operadores de soldadura para realizar soldaduras de alta calidad. El documento US20100298640 describe un sistema para calificar ejercicios de soldadura manual y proporcionar capacitación a soldadores que incluye componentes para generar, capturar y procesar datos. El componente de generación de datos incluye además una
- 20 fijación, una pieza de trabajo, al menos un dispositivo de calibración, teniendo cada uno al menos dos marcadores de punto integrados con los mismos y una herramienta de soldadura.

### Breve descripción

La presente invención hace referencia a una herramienta de calibración y al método correspondiente según se define en las reivindicaciones independientes 1 y 12.

### Dibujos

- 25 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se llegarán a comprender mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que símbolos similares representan partes similares a lo largo de los dibujos, en donde:
- La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 30 La FIG. 2 es un diagrama de bloques de una forma de realización de partes del sistema de soldadura de la FIG. 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 2A es un diagrama esquemático de una forma de realización de la circuitería del soplete de soldadura de la FIG. 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 3 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soplete de soldadura de la FIG. 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 35 La FIG. 4 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soporte de soldadura de la FIG. 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 5 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un dispositivo de calibración de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 40 La FIG. 6 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto de fijación de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 7 es una vista en perspectiva de una herramienta de calibración de la separación de la punta de soldadura del hilo de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 8 es una vista en planta de la herramienta de calibración de la separación de la punta de soldadura del hilo de soldadura de la FIG. 7 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 45 La FIG. 9 es una forma de realización de un método para calibrar la separación de la punta de soldadura del hilo de un soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;

- La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un consumible de soldadura que tiene marcas físicas de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 11 es una vista en perspectiva de una forma de realización del hilo de soldadura que tiene marcas físicas de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 5 La FIG. 12 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto brazo vertical del soporte de soldadura de la FIG. 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 13 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto brazo de soldadura aérea de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 10 La FIG. 14 es un diagrama de bloques de una forma de realización del software de soldadura que tiene múltiples modos de capacitación de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 15 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un modo de realidad virtual del software de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 16 es una forma de realización de un método para integrar datos de resultados de capacitación de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 15 La FIG. 17 es una forma de realización de un gráfico que ilustra múltiples conjuntos de datos de soldadura para un operador de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 18 es una forma de realización de un cuadro que ilustra los datos de soldadura para un soldador en comparación con los datos de soldadura para una clase de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 20 La FIG. 19 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de almacenamiento de datos para almacenar datos de estado de certificación de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 20 es una forma de realización de una pantalla que ilustra los datos correspondientes a una soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 21 es una forma de realización de una pantalla que ilustra un análisis de discontinuidad de una soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 25 La FIG. 22 es un diagrama de bloques de una forma de realización de una pantalla instructora de soldadura del software de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 23 es una forma de realización de un método para la capacitación de soldadura que utiliza realidad aumentada de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 30 La FIG. 24 es una forma de realización de otro método para capacitación de soldadura que utiliza realidad aumentada de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 25 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 26 es una forma de realización de un método para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura que utiliza un soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 35 La FIG. 27 es una gráfica de una forma de realización de dos patrones que incluye cada uno una frecuencia diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 28 es un gráfico de una forma de realización de dos patrones que incluye cada uno una modulación diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 40 La FIG. 29 es una gráfica de una forma de realización de dos patrones, que incluye cada uno una amplitud diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 45 La FIG. 30 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un soplete de soldadura que tiene marcadores esféricos que se pueden utilizar para monitorizar el soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 31 es una forma de realización de un método para mostrar en una pantalla de un soplete de soldadura un parámetro de soldadura con respecto a un umbral de acuerdo con aspectos de la presente descripción;

- La FIG. 32 es una forma de realización de un conjunto de capturas de pantalla de una pantalla de un soplete de soldadura para mostrar un parámetro de soldadura con respecto a un umbral de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 5 La FIG. 33 es una forma de realización de un método para monitorizar un soplete de soldadura en un sistema de soldadura que utiliza al menos cuatro marcadores de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 34 es una forma de realización de un método para detectar la capacidad de un procesador para comunicarse con un soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 35 es una forma de realización de un método para calibrar una unión de soldadura curva que se puede utilizar con un sistema de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 10 La FIG. 36 es un diagrama de una forma de realización de una unión de soldadura curva de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 37 es una forma de realización de un método para monitorizar una operación de soldadura de múltiples pasadas de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 38 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un soporte de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 15 La FIG. 39 es una vista en sección transversal de una forma de realización de una superficie de soldadura del soporte de soldadura de la FIG. 38 de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 40 es una vista en sección transversal de una forma de realización de un dispositivo de detección que tiene una cubierta extraíble de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 20 La FIG. 41 es una vista en perspectiva de una forma de realización de una herramienta de calibración de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 42 es una vista en perspectiva de la herramienta de calibración de la FIG. 41 que tiene una cubierta externa extraída de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 43 es una vista de perfil de una forma de realización de una punta puntiaguda de una herramienta de calibración de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 25 La FIG. 44 es una vista de perfil de una forma de realización de una punta redondeada de una herramienta de calibración de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 45 es una vista de perfil de una forma de realización de una punta redondeada de una herramienta de calibración que tiene una punta puntiaguda pequeña de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- 30 La FIG. 46 es una forma de realización de un método para detectar un punto de calibración de acuerdo con aspectos de la presente descripción;
- La FIG. 47 es una forma de realización de un método para determinar una puntuación de soldadura en base a una trayectoria de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción; y
- 35 La FIG. 48 es una forma de realización de un método para la transición entre modos de soldadura que utiliza una interfaz de usuario de un soplete de soldadura de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

#### **Descripción detallada**

- La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de soldadura 10. Según se utiliza en la presente memoria, un sistema de soldadura puede incluir cualquier sistema adecuado relacionado con la soldadura, incluyendo, pero no limitado a, un sistema de capacitación de soldadura, un sistema de soldadura real, un sistema de soldadura simulado, un sistema de soldadura de realidad virtual, etc. El sistema de soldadura 10 incluye un soporte de soldadura 12 para proporcionar soporte para diversos dispositivos de capacitación. Por ejemplo, el soporte 12 se puede configurar para soportar una superficie de soldadura, una pieza de trabajo, una fijación, uno o más brazos de capacitación, etc. El sistema de soldadura 10 también incluye un soplete de soldadura 14 que se puede utilizar por un operador de soldadura (por ejemplo, un estudiante de soldadura) para realizar operaciones de soldadura (por ejemplo, operaciones de capacitación). Según se describe con mayor detalle a continuación, el soplete de soldadura 14 se puede configurar con una interfaz de usuario configurada para recibir entradas del operador de soldadura, circuitería de control configurada para procesar las entradas y una interfaz de comunicación configurada para proporcionar las entradas a otro dispositivo. Además, el soplete de soldadura 14 puede incluir una o más pantallas y/o indicadores para proporcionar datos al operador de soldadura. Además, el sistema de soldadura 10 incluye un dispositivo de detección 16 (por ejemplo, detector, conjunto de detección, etc.) utilizado para detectar una posición de uno o más dispositivos de soldadura y/o para detectar una orientación de uno
- 40
- 45
- 50

o más dispositivos de soldadura. Por ejemplo, el dispositivo de detección 16 se puede utilizar para detectar una posición y/o una orientación del soporte 12, el soplete de soldadura 14, una superficie de soldadura, una pieza de trabajo, una fijación, uno o más brazos de capacitación, etc. El dispositivo de detección 16 puede incluir cualquier dispositivo de detección adecuado, tal como un dispositivo de detección de movimiento o un dispositivo de monitorización de movimiento. Además, el dispositivo de detección 16 puede incluir una o más cámaras, tales como una o más cámaras de infrarrojos, una o más cámaras de espectro visible, una o más cámaras de alto rango dinámico (HDR), etc.

El dispositivo de detección 16 se acopla con capacidad de comunicación a un ordenador 18. El dispositivo de detección 16 se configura para proporcionar datos (por ejemplo, datos de imagen, datos detectados, datos de seis grados de libertad (6DOF), etc.) al ordenador 18. Además, el dispositivo de detección 16 se puede configurar para recibir datos (por ejemplo, datos de configuración, datos de ajuste, comandos, ajustes del registro, etc.) desde el ordenador 18. El ordenador 18 incluye uno o más procesadores 20, dispositivos de memoria 22 y dispositivos de almacenamiento 24. El(los) procesador(es) 20 se pueden utilizar para ejecutar software, tal como software de soldadura, software de procesamiento de imágenes, software de dispositivos de detección, etc. Además, el(los) procesador(es) 20 pueden incluir uno o más microprocesadores, tales como uno o más microprocesadores de "propósito general", uno o más microprocesadores de propósito especial y/o circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), o alguna combinación de los mismos. Por ejemplo, el(los) procesador(es) 20 pueden incluir uno o más procesadores de conjuntos de instrucciones reducidos (RISC).

El(los) dispositivo(s) de almacenamiento 24 (por ejemplo, almacenamiento no volátil) pueden incluir ROM, memoria flash, un disco duro o cualquier otro medio de almacenamiento óptico, magnético o de estado sólido adecuado o una combinación de los mismos. El(los) dispositivo(s) de almacenamiento 24 pueden almacenar datos (por ejemplo, datos correspondientes a una operación de soldadura, video y/o datos de parámetros correspondientes a una operación de soldadura, etc.), instrucciones (por ejemplo, software o firmware para el sistema de soldadura, el dispositivo de detección 16, etc.) y cualquier otro dato adecuado. Según se apreciará, los datos que corresponden a una operación de soldadura pueden incluir una grabación de video de la operación de soldadura, un video simulado, una orientación del soplete de soldadura 14, una posición del soplete de soldadura 14, un ángulo de trabajo, un ángulo de desplazamiento, una distancia entre una punta de contacto del soplete de soldadura 14 y una pieza de trabajo, una velocidad de desplazamiento, una proximidad, un voltaje, una corriente, una trayectoria recorrida, un análisis de discontinuidad, ajustes del dispositivo de soldadura, etc.

El(los) dispositivo(s) de memoria 22 pueden incluir una memoria volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de solo lectura (ROM). El(los) dispositivo(s) de memoria 22 pueden almacenar una variedad de información y se pueden utilizar para diversos fines. Por ejemplo, el(los) dispositivo(s) de memoria 22 pueden almacenar instrucciones ejecutables por el procesador (por ejemplo, firmware o software) para que las ejecute(n) el(los) procesador(es) 20, tales como instrucciones para una simulación de capacitación de soldadura y/o para el dispositivo de detección 16. Además, una variedad de regímenes de control para varios procesos de soldadura, junto con ajustes y parámetros asociados, se pueden almacenar en el(los) dispositivo(s) de almacenamiento 24 y/o dispositivo(s) de memoria 22, junto con el código configurado para proporcionar una salida específica (por ejemplo, iniciar la alimentación de hilo, habilitar el flujo de gas, capturar datos de la corriente de soldadura, detectar los parámetros de cortocircuito, determinar la cantidad de salpicaduras, etc.) durante la operación. La 28 se puede utilizar para proporcionar potencia de soldadura a una operación de soldadura de fuente de alimentación de soldadura arco real, y el alimentador de hilo 30 se puede utilizar para proporcionar hilo de soldadura a la operación de soldadura de arco real.

El sistema de soldadura 10 incluye una pantalla 32 para visualizar datos y/o pantallas asociadas con la soldadura (por ejemplo, para visualizar datos correspondientes a un software de soldadura). Por ejemplo, la pantalla 32 puede proporcionar una interfaz gráfica de usuario a un operador de soldadura (por ejemplo, instructor de soldadura, estudiante de soldadura). La interfaz gráfica de usuario puede proporcionar varias pantallas para permitir al instructor de soldadura organizar una clase, proporcionar tareas a la clase, analizar las tareas realizadas por la clase, proporcionar tareas a un individuo, analizar tareas realizadas por el individuo, agregar, cambiar y/o eliminar parámetros para una tarea de soldadura, etc. Además, la interfaz gráfica de usuario puede proporcionar varias pantallas para permitir que un operador de soldadura (por ejemplo, un estudiante de soldadura) realizar una tarea de soldadura, ver los resultados de tareas de soldadura anteriores, etc. En determinadas formas de realización, la pantalla 32 puede ser una pantalla táctil configurada para recibir entradas táctiles y para proporcionar datos correspondientes a las entradas táctiles al ordenador 18.

Una pantalla externa 34 se acopla al ordenador 18 para permitir que un individuo situado remotamente del sistema de soldadura 10 pueda ver datos correspondientes al sistema de soldadura 10. Además, un dispositivo de red 36 se acopla al ordenador 18 para permitir que el ordenador 18 se comunique con otros dispositivos conectados a Internet u otra red 38 (por ejemplo, para proporcionar resultados de pruebas a otro dispositivo y/o para recibir resultados de pruebas de otro dispositivo). Por ejemplo, el dispositivo de red 36 puede permitir que el ordenador 18 se comunique con un sistema de soldadura externo 40, un sistema de producción de soldadura 42 y/o un ordenador remoto 44. Según se puede apreciar, el sistema de soldadura 10 descrito en la presente memoria se puede utilizar para capacitar a los estudiantes de soldadura de una manera rentable. Además, el sistema de soldadura 10 se configura

para integrar soldadura real con soldadura simulada de una manera que prepare a los estudiantes de soldadura para la soldadura de producción de alta calidad.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de una forma de realización de partes del sistema de soldadura 10 de la FIG. 1. Según se ilustra, un conjunto de distribución de potencia 46 proporciona potencia al soplete de soldadura 14 y al ordenador 18. Además, el soplete de soldadura 14 incluye circuitería de control 52 configurada para controlar la operación del soplete de soldadura 14. En la forma de realización ilustrada, la circuitería de control 52 incluye uno o más procesadores 54, dispositivos de memoria 56 y dispositivos de almacenamiento 58. En otras formas de realización, la circuitería de control 52 puede no incluir los procesadores 54, los dispositivos de memoria 56 y/o los dispositivos de almacenamiento 58. El(los) procesador(es) 54 se puede(n) utilizar para ejecutar software, tal como el software del soplete de soldadura. Además, el(los) procesador(es) 54 puede(n) ser similares a el(los) procesador(es) 20 descritos anteriormente. Además, el(los) dispositivo(s) de memoria 56 pueden ser similares el(los) dispositivo(s) de memoria 22 y el(los) dispositivo(s) de almacenamiento 58 pueden ser similares a el(los) dispositivo(s) de almacenamiento 24.

El soplete de soldadura 14 incluye una interfaz de usuario 60 para permitir que un operador de soldadura (por ejemplo, un estudiante de soldadura, un instructor de soldadura, etc.) interactúe con el soplete de soldadura 14 y/o proporcione entradas al soplete de soldadura 14. Por ejemplo, la interfaz de usuario 60 puede incluir botones, interruptores, pantallas táctiles, paneles táctiles, etc. Las entradas proporcionadas al soplete de soldadura 14 por el operador de soldadura se pueden proporcionar al ordenador 18. Por ejemplo, las entradas proporcionadas al soplete de soldadura 14 se pueden utilizar para controlar el software de soldadura que está ejecutando el ordenador 18. Como tal, el operador de soldadura puede utilizar la interfaz de usuario 60 en el soplete de soldadura 14 para navegar por las pantallas del software de soldadura, procedimientos de configuración, análisis de datos, cursos de soldadura, hacer selecciones dentro del software de soldadura, configurar el software de soldadura, etc. Por lo tanto, el operador de soldadura puede utilizar el soplete de soldadura 14 para controlar el software de soldadura (por ejemplo, el operador de soldadura no tiene que soltar el soplete de soldadura 14 para utilizar un dispositivo de entrada diferente). El soplete de soldadura 14 también incluye indicadores visuales 61, tales como una pantalla 62 y LED 64. Los indicadores visuales 61 se pueden configurar para indicar o visualizar datos y/o imágenes correspondientes a un software de soldadura, capacitación de soldadura y/o soldadura. Por ejemplo, los indicadores visuales 61 se pueden configurar para indicar una orientación del soplete de soldadura, una velocidad de desplazamiento del soplete de soldadura, una posición del soplete de soldadura, una distancia de la punta de contacto a la pieza de trabajo, una proximidad del soplete de soldadura 14 con respecto a la pieza de trabajo, un objetivo del soplete de soldadura 14 (por ejemplo, a qué punto se dirige el soplete de soldadura 14), información de capacitación para el operador de soldadura, etc. Además, los indicadores visuales 61 se pueden configurar para proporcionar indicaciones visuales antes de una soldadura, durante una soldadura y/o después de una soldadura. En determinadas formas de realización, los LED 64 se pueden iluminar para facilitar su detección por el dispositivo de detección 16. En dichas formas de realización, los LED 64 se pueden colocar para permitir que el dispositivo de detección 16 determine una posición y/o una orientación del soplete de soldadura 14 en base a una posición espacial de los LED 64.

En determinadas formas de realización, el soplete de soldadura 14 incluye una circuitería de conversión de potencia 66 configurada para recibir potencia del dispositivo de información de datos 26 (por ejemplo, u otro dispositivo), y para convertir la potencia recibida para alimentar el soplete de soldadura 14. En determinadas formas de realización, el soplete de soldadura 14 puede recibir potencia que ya está convertida y/o no utiliza conversión de potencia. Además, en algunas formas de realización, el soplete de soldadura 14 se puede alimentar mediante una batería o cualquier mecanismo de alimentación adecuado. El soplete de soldadura 14 también incluye una interfaz de comunicación 68 (por ejemplo, un controlador RS-232) para facilitar la comunicación entre el soplete de soldadura 14 y el dispositivo de información de datos 26 (u otro dispositivo). En la forma de realización ilustrada, el soplete de soldadura 14 se puede comunicar con el ordenador 18 proporcionando datos al dispositivo de información de datos 26 utilizando las interfaces de comunicación 50 y 68, a continuación, el dispositivo de información de datos 26 comunica los datos al ordenador 18. Por consiguiente, las entradas proporcionadas al soplete de soldadura 14 se pueden proporcionar al ordenador 18. En determinadas formas de realización, el soplete de soldadura 14 puede proporcionar entradas al ordenador 18 comunicándose directamente con el ordenador 18.

El soplete de soldadura 14 incluye un iniciador 70 configurado para accionar mecánicamente un interruptor de iniciación 72 entre una posición abierta (según se ilustra) y una posición cerrada. El iniciador 70 proporciona un conductor 71 para transportar una señal a la circuitería de control 52 para indicar si el interruptor de iniciación 72 está en la posición abierta o en la posición cerrada. El alimentador de hilo 30, la fuente de alimentación de soldadura 28, el ordenador 18 y/o el dispositivo de información de datos 26 pueden determinar si existe continuidad a través del soplete de soldadura 14 a través de un primer conductor de iniciación 74 y un segundo conductor de iniciación 76. El interruptor de iniciación 72 se acopla eléctricamente entre el primer conductor de iniciación 74 y el segundo conductor de iniciación 76. La continuidad a través del primer conductor de iniciación 74 y el segundo conductor de iniciación 76 se puede determinar aplicando un voltaje a través de los conductores 74 y 76, aplicando una corriente a través de los conductores 74 y 76, midiendo una resistencia a través de los conductores 74 y 76, etc. En determinadas formas de realización, partes del primer conductor de iniciación 74 y/o partes del segundo conductor de iniciación 76 se pueden disponer dentro de un conector del soplete de soldadura 14. Además, en determinadas

formas de realización, la disposición de interruptores y/o conductores dentro del soplete de soldadura 14 puede ser diferente de la ilustrada en la FIG. 2.

La fuente de alimentación de soldadura 28 puede determinar si permite que la potencia de soldadura fluya a través del soplete de soldadura 14 en base a si existe continuidad a través de los conductores 74 y 76. Por ejemplo, la fuente de alimentación de soldadura 28 puede permitir que la potencia de soldadura fluya a través del soplete de soldadura 14 mientras existe continuidad a través de los conductores 74 y 76, y la fuente de alimentación de soldadura 28 puede impedir que la potencia de soldadura fluya a través del soplete de soldadura 14 mientras existe un circuito abierto a través de los conductores 74 y 76. Además, el alimentador de hilo 30 puede proporcionar hilo de soldadura al soplete de soldadura 14 mientras existe continuidad a través de los conductores 74 y 76, y puede impedir que se proporcione el hilo de soldadura al soplete de soldadura 14 mientras exista un circuito abierto a través de los conductores 74 y 76. Además, el ordenador 18 puede utilizar la continuidad a través de los conductores 74 y 76 y/o la posición del iniciador 70 o el interruptor de iniciación 72 para iniciar y/o detener una operación de soldadura, una simulación de soldadura, grabación de datos, etc.

Con el interruptor de iniciación 72 en la posición abierta, existe un circuito abierto a través de los conductores 74 y 76, por lo tanto, la posición abierta del interruptor de iniciación 72 bloquea el flujo de electrones entre los conductores 74 y 76. Por consiguiente, la fuente de alimentación de soldadura 28 puede impedir que la potencia de soldadura del bloque fluya a través del soplete de soldadura 14 y el alimentador de hilo 30 puede impedir que el hilo de soldadura se suministre al soplete de soldadura 14. Al presionar el iniciador 70 se dirige el interruptor de iniciación 72 a la posición cerrada donde el interruptor de iniciación 72 permanece mientras que el iniciador 70 está presionado. Con el interruptor de iniciación 72 en la posición cerrada, existe continuidad entre el primer conductor de iniciación 74 y un conductor 77 conectado eléctricamente al interruptor de iniciación 72 y un interruptor de capacitación 78.

El interruptor de capacitación 78 se acopla eléctricamente entre el primer conductor de iniciación 74 y el segundo conductor de iniciación 76. Además, el interruptor de capacitación 78 se controla eléctricamente mediante la circuitería de control 52 a una posición abierta o a una posición cerrada. En determinadas formas de realización, el interruptor de capacitación 78 puede ser cualquier interruptor adecuado controlado eléctricamente, tal como un transistor, relé, etc. La circuitería de control 52 puede controlar selectivamente el interruptor de capacitación 78 a la posición abierta o a la posición cerrada. Por ejemplo, mientras el software de soldadura del sistema de soldadura 10 está funcionando en un modo de arco real, la circuitería de control 52 se puede configurar para controlar el interruptor de capacitación 78 a la posición cerrada para permitir un arco de soldadura real mientras se presiona el iniciador 70. Por el contrario, mientras el software de soldadura del sistema de soldadura 10 está funcionando en cualquier modo que no sea el modo de arco real (por ejemplo, simulación, realidad virtual, realidad aumentada, etc.), la circuitería de control 52 se puede configurar para controlar el interruptor de capacitación 78 en la posición abierta para impedir un arco de soldadura real (bloqueando el flujo de electrones entre los conductores 74 y 76).

En determinadas formas de realización, el interruptor de capacitación 78 se puede predeterminar en la posición abierta, estableciendo de este modo un circuito abierto a través de los conductores 74 y 76. Según se puede apreciar, mientras el interruptor de capacitación 78 está en la posición abierta, existirá un circuito abierto a través los conductores 74 y 76 independientemente de la posición del interruptor de iniciación 72 (por ejemplo, el flujo de electrones entre los conductores 74 y 76 se bloquea por la posición abierta del interruptor de capacitación 78). Sin embargo, cuando el interruptor de capacitación 78 se controla hasta la posición cerrada, y el interruptor de iniciación 72 está en la posición cerrada, se establece conductividad entre los conductores 74 y 76 (por ejemplo, se habilita el flujo de electrones entre los conductores 74 y 76). Por consiguiente, la fuente de alimentación de soldadura 28 puede permitir que la potencia de soldadura fluya a través del soplete de soldadura 14 solamente mientras el interruptor de capacitación 78 está en la posición cerrada y mientras el interruptor de iniciación 72 está en la posición cerrada. Por ejemplo, la potencia de soldadura puede fluir desde la fuente de alimentación de soldadura 28 a través de un hilo de soldadura 80, el soplete de soldadura 14, una pieza de trabajo 82 y regresar a la fuente de alimentación de soldadura 28 a través de un hilo de trabajo 84 (por ejemplo, electrodo negativo, o polaridad directa). Por el contrario, la potencia de soldadura puede fluir desde la fuente de alimentación de soldadura 28 a través del hilo de trabajo 84, la pieza de trabajo 82, el soplete de soldadura 14 y regresar a la fuente de alimentación de soldadura 28 a través del hilo de soldadura 80 (por ejemplo, electrodo positivo o polaridad inversa).

Según se puede apreciar, el interruptor de capacitación 78 se puede situar físicamente en cualquier parte adecuada del sistema de soldadura 10, tal como el dispositivo de información de datos 26, el ordenador 18, etc. Además, en determinadas formas de realización, la funcionalidad del interruptor de capacitación 78 se puede reemplazar por cualquier hardware y/o software adecuado en el sistema de soldadura 10.

La FIG. 2A es un diagrama esquemático de una forma de realización de circuitería del soplete de soldadura 14 de la FIG. 1. En la forma de realización ilustrada, el interruptor de iniciación 72 conecta selectivamente un conductor de suministro de potencia (por ejemplo, fuente de voltaje, etc.) al conductor 71. Por consiguiente, mientras el interruptor de iniciación 72 está abierto, no se aplica voltaje al conductor 71, y mientras el interruptor de iniciación 72 está cerrado, la tensión del conductor de suministro de potencia se suministra al conductor 71. La circuitería de control 52 puede proporcionar una señal de habilitación de disparo (por ejemplo, TRIGGER\_EN) para controlar selectivamente al interruptor de capacitación 78 y controlar de ese modo un interruptor de habilitación del alimentador 85. Por

ejemplo, cuando la señal de habilitación del iniciador controla el interruptor de capacitación 78 a una posición abierta, no se aplica voltaje al interruptor de habilitación del alimentador 85 (por ejemplo, a través de la conexión FEEDER\_EN), manteniendo de este modo el interruptor de habilitación del alimentador 85 en la posición abierta. Por el contrario, cuando la señal de habilitación del iniciador controla el interruptor de capacitación 78 a una posición cerrada, se aplica voltaje al interruptor de habilitación del alimentador 85, controlando de este modo el interruptor de habilitación del alimentador 85 a la posición cerrada. Con el interruptor de habilitación de alimentador 85 en la posición cerrada, se establece la conductividad entre los conductores 74 y 76. Aunque se proporciona un ejemplo de la circuitería del soplete de soldadura 14, se puede utilizar cualquier circuitería adecuada dentro del soplete de soldadura 14. Un microprocesador de la circuitería de control 52 puede pulsar la señal de habilitación del iniciador a rangos predeterminados para proporcionar una indicación a la circuitería de detección de la circuitería de control 52 que la señal de habilitación de disparo funciona correctamente. Si la circuitería de detección no detecta la señal de habilitación del iniciador, el iniciador puede no estar habilitado.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soplete de soldadura 14 de las FIG. 1 y 2. Según se ilustra, la interfaz de usuario 60 incluye múltiples botones 86 que se pueden utilizar para proporcionar entradas al soplete de soldadura 14. Por ejemplo, los botones 86 pueden permitir que un operador de soldadura navegue a través del software de soldadura. Además, el soplete de soldadura 14 incluye la pantalla 62 que puede mostrar los datos del operador de soldadura correspondientes al software de soldadura, los datos correspondientes a una operación de soldadura, etc. Según se ilustra, los LED 64 se pueden colocar en diversas ubicaciones en el soplete de soldadura 14. Por consiguiente, los LED 64 se pueden iluminar para facilitar la detección por el dispositivo de detección 16.

La FIG. 4 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soporte 12 de la FIG. 1. El soporte 12 incluye una superficie de soldadura 88 en la cual se pueden realizar soldaduras reales (por ejemplo, soldaduras verdaderas, soldaduras reales) y/o soldaduras simuladas. Las patas 90 proporcionan soporte a la superficie de soldadura 88. En determinadas formas de realización, la superficie de soldadura 88 puede incluir ranuras 91 para ayudar al operador de soldadura a colocar y orientar la pieza de trabajo 84. En determinadas formas de realización, la posición y orientación de la pieza de trabajo 84 se puede proporcionar al software de soldadura del sistema de soldadura 10 para calibrar el sistema de soldadura 10. Por ejemplo, un operador de soldadura puede proporcionar una indicación al software de soldadura que identifique con qué ranura 91 de la superficie de soldadura 88 está alineada la pieza de trabajo 84. Además, una tarea de soldadura predefinida puede dirigir al operador de soldadura para alinear la pieza de trabajo 84 con una ranura 91 particular. En determinadas formas de realización, la pieza de trabajo 84 puede incluir una extensión 92 configurada para extenderse en una o más ranuras 91 para la alineación de la pieza de trabajo 84 con la una o más ranuras 91. Según se puede apreciar, cada una de las ranuras 91 se puede colocar en una ubicación correspondiente a una ubicación respectiva definida en el software de soldadura.

La superficie de soldadura 88 incluye una primera abertura 93 y una segunda abertura 94. Las aberturas primera y segunda 93 y 94 se pueden utilizar juntas para determinar una posición y/o una orientación de la superficie de soldadura 88. Según se puede apreciar, en determinadas formas de realización se pueden utilizar al menos tres aberturas para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. En algunas formas de realización, se pueden utilizar más de tres aberturas para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. La primera y la segunda aberturas 93 y 94 se pueden colocar en cualquier ubicación adecuada en la superficie de soldadura 88, y pueden tener cualquier tamaño adecuado. En determinadas formas de realización, la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto al dispositivo de detección 16 se puede calibrar utilizando la primera y la segunda aberturas 93 y 94. Por ejemplo, como se describe con mayor detalle a continuación, un dispositivo de calibración configurado para ser detectado por el dispositivo de detección 16 se puede insertar en la primera abertura 93, o tocar la primera abertura 93. Mientras el dispositivo de calibración está insertado en, o toca, la primera abertura 93, una entrada de usuario proporcionada al software de soldadura (u otro software de calibración) puede indicar que el dispositivo de calibración está insertado en la primera abertura 93. Como resultado, el software de soldadura puede establecer una correlación entre un primer conjunto de datos (por ejemplo, datos de calibración) recibidos desde el dispositivo de detección 16 (por ejemplo, datos de posición y/u orientación) en un primer momento y la ubicación de la primera abertura 93. El dispositivo de calibración se puede insertar en la segunda abertura 94, o tocado por la segunda abertura 94. Mientras el dispositivo de calibración está insertado en, o toca, la segunda abertura 94, una entrada de usuario proporcionada al software de soldadura puede indicar que el dispositivo de calibración está insertado en la segunda abertura 94. Como resultado, el software de soldadura puede establecer una correlación entre un segundo conjunto de datos (por ejemplo, datos de calibración) recibidos del dispositivo de detección 16 en un segundo momento y la ubicación de la segunda abertura 94. Por lo tanto, el software de soldadura puede ser capaz de calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto a el dispositivo de detección 16 utilizando el primer conjunto de datos recibido en el primer momento y el segundo conjunto de datos recibido en el segundo momento.

La superficie de soldadura 88 también incluye un primer marcador 95 y un segundo marcador 96. Los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden utilizar juntos para determinar una posición y/o una orientación de la superficie de soldadura 88. Según se puede apreciar, en determinadas formas de realización, se pueden utilizar al menos tres marcadores para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. En algunas formas de realización, se pueden utilizar más de tres marcadores para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. Los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden formar a partir de cualquier material

adecuado. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden integrar en la superficie de soldadura 88, mientras que, en otras formas de realización, los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden unir a la superficie de soldadura. 88. Por ejemplo, los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden unir a la superficie de soldadura 88 utilizando un adhesivo y/o los marcadores primero y segundo 95 y 96 pueden ser adhesivos. Los marcadores primero y segundo 95 y 96 pueden tener cualquier forma, tamaño y/o color adecuados. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 95 y 96 pueden ser un reflector formado a partir de un material reflectante. Los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden utilizar por el sistema de soldadura 10 para calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto al dispositivo de detección 16 sin un dispositivo de calibración por separado. Por consiguiente, los marcadores primero y segundo 95 y 96 se configuran para ser detectados por el dispositivo de detección 16. En determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 95 y 96 se pueden colocar en ubicaciones predeterminadas en la superficie de soldadura 88. Además, el software de soldadura se puede programar para utilizar las ubicaciones predeterminadas para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. En otras formas de realización, la ubicación de los marcadores primero y segundo 95 y 96 se puede proporcionar al software de soldadura durante la calibración. Con los marcadores primero y segundo 95 y 96 en la superficie de soldadura 88, el dispositivo de detección 16 puede detectar la posición y/o la orientación de los marcadores primero y segundo 95 y 96 con respecto al dispositivo de detección 16. Utilizando estos datos detectados junto con la ubicación de los marcadores primero y segundo 95 y 96 en la superficie de soldadura 88, el software de soldadura puede ser capaz de calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto al dispositivo de detección 16. En algunas formas de realización, la superficie de soldadura 88 puede ser extraíble y/o reversible. En dichas formas de realización, la superficie de soldadura 88 se puede dar la vuelta, tal como si la superficie de soldadura 88 se desgastase.

En la forma de realización ilustrada, la pieza de trabajo 84 incluye un primer marcador 98 y un segundo marcador 99. Los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden utilizar juntos para determinar una posición y/o una orientación de la pieza de trabajo 84. Según se puede apreciar, se utilizan al menos dos marcadores para determinar la posición y/o la orientación de la pieza de trabajo 84. En determinadas formas de realización, se pueden utilizar más de dos marcadores para determinar la posición y/o la orientación de la pieza de trabajo 84. Los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden formar a partir de cualquier material adecuado. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden integrar en la pieza de trabajo 84, mientras que, en otras formas de realización, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden unir a la pieza de trabajo 84. Por ejemplo, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden unir a la pieza de trabajo 84 utilizando un adhesivo y/o los marcadores primero y segundo 98 y 99 pueden ser adhesivos. Como un ejemplo adicional, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden sujetar o afianzar sobre la pieza de trabajo 84. Los marcadores primero y segundo 98 y 99 pueden tener cualquier forma, tamaño y/o color adecuados. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 98 y 99 pueden ser un reflector formado a partir de un material reflectante. Los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden ser utilizados por el sistema de soldadura 10 para calibrar la posición y/o la orientación de la pieza de trabajo 84 con respecto al dispositivo de detección 16 sin un dispositivo de calibración por separado. Por consiguiente, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se configuran para ser detectados por el dispositivo de detección 16. En determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 98 y 99 se pueden colocar en ubicaciones predeterminadas en la pieza de trabajo 84. Además, el software de soldadura se puede programar para utilizar las ubicaciones predeterminadas para determinar la posición y/o la orientación de la pieza de trabajo 84. En otras formas de realización, la ubicación de los marcadores primero y segundo 98 y 99 se puede proporcionar al software de soldadura durante la calibración. Con los marcadores primero y segundo 98 y 99 en la pieza de trabajo 84, el dispositivo de detección 16 puede detectar la posición y/o la orientación de los marcadores primero y segundo 98 y 99 con respecto al dispositivo de detección 16. Utilizando estos datos detectados junto con la ubicación de los marcadores primero y segundo 98 y 99 en la pieza de trabajo 84, el software de soldadura puede ser capaz de calibrar la posición y/o la orientación de la pieza de trabajo 84 con respecto al dispositivo de detección 16. Si bien los marcadores 95, 96, 98 y 99 se han descrito en la presente memoria como detectados por el dispositivo de detección 16, en determinadas formas de realización, los marcadores 95, 96, 98 y 99 pueden indicar ubicaciones en las que tiene que tocar un dispositivo de calibración para la calibración utilizando el dispositivo de calibración, según se describió previamente.

El soporte 12 incluye un primer brazo 100 que se extiende verticalmente desde la superficie de soldadura 88 y se configura para proporcionar soporte para el dispositivo de detección 16 y la pantalla 32. Un mando 101 se une al primer brazo 100 y se puede utilizar para ajustar una orientación del dispositivo de detección 16 con respecto al primer brazo 100. Por ejemplo, cuando se ajusta el mando 101, los componentes mecánicos que se extienden a través del primer brazo 100 pueden ajustar un ángulo del dispositivo de detección 16. La pantalla 32 incluye una cubierta 102 para proteger la pantalla 32 de las emisiones de soldadura que puedan ocurrir durante una operación de soldadura real. La cubierta 102 se puede fabricar de cualquier material adecuado, tal como un material transparente, un polímero, etc. Al utilizar un material transparente, un operador de soldadura puede ver la pantalla 32 mientras que la cubierta 102 está colocada delante de la pantalla 32, tal como antes, durante y/o después de una operación de soldadura. Una cámara 104 se puede acoplar al primer brazo 100 para grabar las operaciones de soldadura. En determinadas formas de realización, la cámara 104 puede ser una cámara de alto rango dinámico (HDR). Además, un emisor 105 se puede acoplar al primer brazo 100. El emisor 105 se puede utilizar para calibrar la

posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto al dispositivo de detección 16. Por ejemplo, el emisor 105 se puede configurar para emitir un patrón visible en la superficie de soldadura 88. El patrón visible se puede mostrar sobre la superficie de soldadura 88. Además, el patrón de detección se puede detectar por el dispositivo de detección 16 para calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88 con respecto al dispositivo de detección 16. Por ejemplo, las alineaciones y/u orientaciones de los patrones visibles se pueden determinar en base a características particulares mediante el dispositivo de detección 16 y/o el software de soldadura. Además, el patrón visible emitido por el emisor 105 se puede utilizar para facilitar la colocación de la pieza de trabajo 84 en la superficie de soldadura 88.

El soporte 12 también incluye un segundo brazo 106 que se extiende verticalmente desde la superficie de soldadura 88 y configurado para proporcionar soporte para una placa de soldadura 108 (por ejemplo, placa de soldadura vertical, placa de soldadura horizontal, placa de soldadura aérea, etc.). El segundo brazo 106 se puede ajustar para facilitar la soldadura aérea a diferentes alturas. Además, el segundo brazo 106 se puede fabricar de varias maneras diferentes para facilitar la soldadura aérea a diferentes alturas. La placa de soldadura 108 se acopla al segundo brazo 106 utilizando un conjunto de montaje 110. El conjunto de montaje 110 facilita el giro de la placa de soldadura 108 según se ilustra por la flecha 111. Por ejemplo, la placa de soldadura 108 se puede girar de extenderse generalmente en el plano horizontal (por ejemplo, para soldadura aérea), según se ilustra, a extenderse generalmente en el plano vertical (por ejemplo, para soldadura vertical). La placa de soldadura 108 incluye una superficie de soldadura 112. La superficie de soldadura 112 incluye ranuras 114 que pueden ayudar a un operador de soldadura a colocar la pieza de trabajo 84 en la superficie de soldadura 112, similar a las ranuras 91 en la superficie de soldadura 88. En determinadas formas de realización, la posición de la pieza de trabajo 84 se puede proporcionar al software de soldadura del sistema de soldadura 10 para calibrar el sistema de soldadura 10. Por ejemplo, un operador de soldadura puede proporcionar una indicación al software de soldadura que identifique con qué ranura 114 de la superficie de soldadura 112 está alineada la pieza de trabajo 84. Además, una tarea de soldadura predefinida puede dirigir al operador de soldadura para alinear la pieza de trabajo 84 con una ranura 114 particular. En determinadas formas de realización, la pieza de trabajo 84 puede incluir una extensión configurada para extenderse en una o más de las ranuras 114 para alinear la pieza de trabajo 84 con la una o más ranuras 114. Según se puede apreciar, cada una de las ranuras 114 se puede colocar en una ubicación correspondiente a una ubicación respectiva definida en el software de soldadura.

La superficie de soldadura 112 también incluye un primer marcador 116 y un segundo marcador 118. Los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden utilizar juntos para determinar una posición y/o una orientación de la superficie de soldadura 112. Según se puede apreciar, al menos dos marcadores se utilizan para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 112. En determinadas formas de realización, se pueden utilizar más de dos marcadores para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 112. Los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden formar a partir de cualquier material adecuado. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden integrar en la superficie de soldadura 112 (u otra parte de la placa de soldadura 108), mientras que en otras formas de realización, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden unir a la superficie de soldadura 112 (u otra parte de la placa de soldadura 108). Por ejemplo, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden unir a la superficie de soldadura 112 utilizando un adhesivo y/o los marcadores primero y segundo 116 y 118 pueden ser adhesivos. Como un ejemplo adicional, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden sujetar o afianzar en la superficie de soldadura 112. En algunas formas de realización, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden integrar en una abrazadera de sujeción que se afianza sobre un cupón de soldadura. Los marcadores primero y segundo 116 y 118 pueden tener cualquier forma, tamaño y/o color adecuados. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 116 y 118 pueden ser un reflector formado a partir de un material reflectante.

Los marcadores primero y segundo 116 y 118 pueden ser utilizados por el sistema de soldadura 10 para calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 112 con respecto al dispositivo de detección 16 sin un dispositivo de calibración por separado. Por consiguiente, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se configuran para ser detectados por el dispositivo de detección 16. En determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 116 y 118 se pueden colocar en ubicaciones predeterminadas en la superficie de soldadura 112. Además, el software de soldadura se puede programar para utilizar las ubicaciones predeterminadas para determinar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 112. En otras formas de realización, la ubicación de los marcadores primero y segundo 116 y 118 se puede proporcionar al software de soldadura durante la calibración. Con los marcadores primero y segundo 116 y 118 en la superficie de soldadura 112, el dispositivo de detección 16 puede detectar la posición y/o la orientación de los marcadores primero y segundo 116 y 118 con respecto al dispositivo de detección 16. Utilizando estos datos detectados junto con la ubicación de los marcadores primero y segundo 116 y 118 en la superficie de soldadura 112, el software de soldadura puede ser capaz de calibrar la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 112 con respecto al dispositivo de detección 16. Además, el dispositivo de detección 16 puede detectar y/o monitorizar los marcadores primero y segundo 116 y 118 durante una soldadura para tener en cuenta cualquier movimiento de la placa de soldadura 108 que pueda ocurrir durante la soldadura. Aunque los marcadores 116 y 118 se han descrito en la presente memoria como detectados por el dispositivo de detección 16, en determinadas formas de realización, los marcadores 116 y 118 pueden indicar

ubicaciones en las que tiene que tocar o insertar un dispositivo de calibración para la calibración utilizando el dispositivo de calibración, según se describió previamente.

La FIG. 5 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un dispositivo de calibración 120. En algunas formas de realización, el dispositivo de calibración 120 tiene forma de soplete y se puede utilizar para calibrar la posición y/o la orientación de las superficies de soldadura 88 y 112 con respecto al dispositivo de detección 16. En otras formas de realización, el dispositivo de calibración 120 se puede utilizar para calibrar la posición y/o la orientación de una unión de soldadura. El dispositivo de calibración 120 incluye un mango 122 y una boquilla 124. La boquilla 124 incluye un extremo puntiagudo 126 que se puede utilizar para tocar una ubicación para la calibración y/o para insertarlo en una abertura para la calibración. El dispositivo de calibración 120 también incluye una interfaz de usuario 128 que permite que el operador de soldadura proporcione la entrada correspondiente a un momento en que el dispositivo de calibración 120 toca una ubicación para calibración y/o se inserta en una abertura para calibración. Además, en determinadas formas de realización, el dispositivo de calibración 120 incluye marcadores 130 configurados para ser detectados por el dispositivo de detección 16. Según se ilustra, los marcadores 130 se extienden desde el dispositivo de calibración 120. Sin embargo, en otras formas de realización, los marcadores 130 pueden no extenderse desde el dispositivo de calibración 120. Los marcadores 130 pueden ser cualquier marcador adecuado configurado para ser detectado por el dispositivo de detección 16. Además, los marcadores 130 pueden ser de cualquier tamaño, forma y/o color adecuados.

Durante la calibración, el dispositivo de detección 16 puede detectar una posición del dispositivo de calibración 120 y/o una orientación del dispositivo de calibración 120. La posición y/o la orientación del dispositivo de calibración 120 se puede utilizar por el software de soldadura para determinar una posición y/u orientación de una o más de las superficies de soldadura 88 y 112 con respecto al dispositivo de detección 16, una posición y/u orientación de la pieza de trabajo 84 con respecto al dispositivo de detección 16, una posición y/u orientación de una fijación con respecto al dispositivo de detección 16, etc. Por lo tanto, el dispositivo de calibración 120 puede facilitar la calibración del sistema de soldadura 10. En algunas formas de realización, una bandeja se puede colocar debajo de la superficie de soldadura 88 para almacenar el dispositivo de calibración 120. Además, en determinadas formas de realización, la soldadura real se puede desactivar si el dispositivo de detección 16 puede monitorizar el dispositivo de calibración 120 (por ejemplo, para impedir que las salpicaduras entren en contacto con el dispositivo de calibración 120).

La FIG. 6 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto de fijación 132. El conjunto de fijación 132 se puede colocar en la superficie de soldadura 88 y/o la superficie de soldadura 112, y puede asegurar la pieza de trabajo 84 en la misma. En determinadas formas de realización, el conjunto de fijación 132 se puede configurar para alinearse con una o más de las ranuras 92 y 114. En otras formas de realización, el conjunto de fijación 132 se puede colocar en cualquier ubicación en la superficie de soldadura 88 y/o la superficie de soldadura 122. El conjunto de fijación 132 también incluye un primer marcador 134 y un segundo marcador 136. Los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden utilizar juntos para determinar una posición y/o una orientación del conjunto de fijación 132. Según se puede apreciar, se utilizan al menos dos marcadores para determinar la posición y/o la orientación del conjunto de fijación 132. Los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden formar a partir de cualquier material adecuado. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden integrar en el conjunto de fijación 132, mientras que, en otras formas de realización, los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden unir al conjunto de fijación 132. Por ejemplo, los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden unir al conjunto de fijación 132 utilizando un adhesivo y/o los marcadores primero y segundo 134 y 136 pueden ser adhesivos. Los marcadores primero y segundo 134 y 136 pueden tener cualquier forma, tamaño y/o color adecuados. Además, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 134 y 136 pueden ser un reflector formado a partir de un material reflectante. Los marcadores primero y segundo 134 y 136 pueden ser utilizados por el sistema de soldadura 10 para calibrar la posición y/o la orientación del conjunto de fijación 132 con respecto al dispositivo de detección 16 sin un dispositivo de calibración por separado. Por consiguiente, los marcadores primero y segundo 134 y 136 se configuran para ser detectados por el dispositivo de detección 16. En determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 134 y 136 se pueden colocar en ubicaciones predeterminadas en el conjunto de fijación 132. Además, el software de soldadura se puede programar para utilizar las ubicaciones predeterminadas para determinar la posición y/o la orientación del conjunto de fijación 132. En otras formas de realización, la ubicación de los marcadores primero y segundo 134 y 136 se puede proporcionar al software de soldadura durante la calibración. Con los marcadores primero y segundo 134 y 136 en el conjunto de fijación 132, el dispositivo de detección 16 puede detectar la posición y/o la orientación de los marcadores primero y segundo 134 y 136 con respecto al dispositivo de detección 16. Utilizando estos datos detectados junto con la ubicación de los marcadores primero y segundo 134 y 136 en el conjunto de fijación 132, el software de soldadura puede ser capaz de calibrar la posición y/o la orientación del conjunto de fijación 132 con respecto al dispositivo de detección 16. Si bien los marcadores primero y segundo 134 y 136 se han descrito en la presente memoria como detectados por el dispositivo de detección 16, en determinadas formas de realización, los marcadores primero y segundo 134 y 136 pueden indicar ubicaciones en las que tiene que tocar o insertar un dispositivo de calibración para la calibración utilizando el dispositivo de calibración 120, según se describió anteriormente.

En la forma de realización ilustrada, el conjunto de fijación 132 se configura para asegurar una parte inferior 138 de la pieza de trabajo 84 a una parte superior 140 de la pieza de trabajo 84 para realizar una soldadura por

solapamiento. En otras formas de realización, el conjunto de fijación 132 se puede configurar para asegurar partes de la pieza de trabajo 84 para realizar una soldadura a tope, una soldadura de filete, etc., para ayudar al operador de soldadura a realizar una soldadura. El conjunto de fijación 132 incluye brazos verticales 142 que se extienden desde una base 143. Una barra transversal 144 se extiende entre los brazos verticales 142 y se asegura a los brazos verticales 142. Los mecanismos de ajuste 146 (por ejemplo, mandos) se pueden ajustar para dirigir los dispositivos de bloqueo 148 hacia la pieza de trabajo 84 para asegurar la pieza de trabajo 84 entre los dispositivos de bloqueo 148 y la base 143 del conjunto de fijación 132. Por el contrario, los mecanismos de ajuste 146 se pueden ajustar para dirigir los dispositivos de bloqueo 148 fuera de la pieza de trabajo 84 para extraer la pieza de trabajo 84 de estar entre los dispositivos de bloqueo 148 y la base 143. Por consiguiente, la pieza de trabajo 84 se puede asegurar de forma selectiva al conjunto de fijación 132.

La FIG. 7 es una vista en perspectiva de una herramienta 150 de calibración de la separación de la punta de soldadura del hilo de soldadura. La herramienta 150 se configura para calibrar una longitud del hilo de soldadura que se extiende fuera de una boquilla del soplete hasta una longitud que se puede seleccionar. Por consiguiente, la herramienta 150 incluye un primer mango 152 y un segundo mango 154. La herramienta 150 también incluye un soporte de boquilla de soplete 156 unido a una parte central 157 de la herramienta 150 y que se extiende hacia fuera desde la parte central 157 a una distancia seleccionada. En la forma de realización ilustrada, el soporte de boquilla de soplete 156 tiene un cuerpo 158 generalmente cilíndrico (por ejemplo, con forma de copa); sin embargo, en otras formas de realización, el cuerpo 158 del soporte de boquilla de soplete 156 puede tener cualquier forma adecuada. Además, el soporte de boquilla de soplete 156 se configura para recibir la boquilla del soplete a través de una entrada para boquilla 160 de manera que la boquilla del soplete se extienda dentro del cuerpo 158. Además, el soporte de boquilla de soplete 156 incluye una abertura 162 configurada para permitir que el hilo de soldadura se extienda fuera del extremo del soporte de boquilla de soplete 156, y para impedir que la boquilla del soplete se extienda a través de la abertura 162. Cuando la boquilla del soplete se extiende dentro del soporte de boquilla de soplete 156, el hilo de soldadura se extiende fuera de la abertura 162 del soporte de boquilla de soplete 156 hacia un conjunto cuchilla 164 de la herramienta 150. El conjunto cuchilla 164 incluye uno o más lados 165 y 166 configurados para entrar en contacto con el hilo de soldadura. En determinadas formas de realización, ambos lados 165 y 166 incluyen cuchillas para cortar lados opuestos del hilo de soldadura, mientras que en otras formas de realización, solo uno de los lados 165 y 166 incluye una cuchilla para cortar un lado del hilo de soldadura y el otro lado incluye una superficie hacia la cual se dirige la cuchilla. Para calibrar la longitud del hilo de soldadura, el hilo de soldadura se puede extender a través de la abertura 162 y dentro del conjunto cuchilla 164. El hilo de soldadura se puede cortar a una longitud seleccionable presionando el primer mango 152 y el segundo mango 154 uno hacia el otro, calibrando de este modo la longitud del hilo que se extiende desde la boquilla del soplete. La longitud de calibración se puede seleccionar utilizando un mecanismo de ajuste 167 para ajustar una distancia 168 entre el conjunto cuchilla 164 y la abertura 162 del soporte de boquilla de soplete 156. Por lo tanto, utilizando la herramienta 150, se puede calibrar la longitud del hilo que se extiende desde la boquilla del soplete.

La FIG. 8 es una vista en planta de la herramienta 150 de calibración de la separación de la punta de soldadura del hilo de soldadura de la FIG. 7. Según se ilustra, el soplete de soldadura 14 se puede utilizar con la herramienta 150. Específicamente, una boquilla 170 del soplete de soldadura 14 se puede insertar en el soporte de boquilla de soplete 156 en una dirección 172. El hilo de soldadura 174 que se extiende desde el soplete de soldadura 14 se dirige a través de la entrada para boquilla 160, la abertura 162 y el conjunto cuchilla 164. Por consiguiente, los mangos primero y segundo 152 y 154 se pueden presionar juntos para cortar el hilo de soldadura 174 a la distancia 168 (por ejemplo, la longitud de calibración) ajustada por el mecanismo de ajuste 167.

La FIG. 9 es una forma de realización de un método 176 para calibrar la separación de la punta de soldadura del hilo del soplete de soldadura 14. La herramienta 150 se puede utilizar para calibrar la longitud del hilo de soldadura 174 que se extiende desde la boquilla 170 utilizando una variedad de métodos. En el método 176, el mecanismo de ajuste 167 de la herramienta 150 de calibración de la separación de la punta de soldadura del hilo de soldadura se puede ajustar para una longitud del hilo de soldadura 174 seleccionada (bloque 178). Por ejemplo, la distancia 168 del soporte de boquilla de soplete 156 desde la herramienta 150 se puede establecer en un rango de entre aproximadamente 0,5 a 2,0 cm, de 1,0 a 3,0 cm, etc. El soplete de soldadura 14 se puede insertar en el soporte de boquilla de soplete 156 de la herramienta 150, de tal modo que la boquilla 170 del soplete de soldadura 14 haga tope con el soporte de boquilla de soplete 156, y que el hilo de soldadura 174 se extienda a través de la abertura 162 del soporte de boquilla de soplete 156 (bloque 180). En determinadas formas de realización, el hilo de soldadura 174 puede ser suficientemente largo para extenderse a través del conjunto cuchilla 164. Sin embargo, si el hilo de soldadura 174 no se extiende a través del conjunto cuchilla 164, un operador de soldadura puede accionar el iniciador 70 del soplete de soldadura 14 para alimentar el hilo de soldadura 174 de tal modo que el hilo de soldadura 174 se extienda a través del conjunto cuchilla 164 (bloque 182). Por consiguiente, el operador de soldadura puede comprimir los mangos 152 y 154 de la herramienta 150 para cortar el hilo de soldadura 174 que se extiende a través del conjunto cuchilla 164 y calibrar de este modo la longitud del hilo de soldadura 174 (bloque 184).

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un consumible de soldadura 186 que tiene marcas físicas. El consumible de soldadura 186 puede ser cualquier consumible de soldadura adecuado, tal como una varilla de soldadura, una barra de soldadura o un electrodo de soldadura. El consumible de soldadura 186 incluye marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204. Las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 pueden ser cualquier marca física adecuada. Por ejemplo, las marcas físicas 188, 190, 192,

194, 196, 198, 200, 202 y 204 pueden incluir un código de barras, una imagen, una forma, un color, texto, un conjunto de datos, etc. En determinadas formas de realización, las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 se pueden grabar con láser. Además, en determinadas formas de realización, las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 pueden ser visibles a simple vista (por ejemplo, dentro del espectro visible), mientras que en otras formas de realización las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 pueden no ser visibles a simple vista (por ejemplo, fuera del espectro visible).

Cada una de las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 indica una ubicación en el consumible de soldadura 186 con respecto tanto a un primer extremo 206 como a un segundo extremo 208 del consumible de soldadura 186. Por ejemplo, la marca física 188 puede indicar una distancia desde el primer extremo 206, una distancia desde el segundo extremo 208 o alguna otra ubicación con respecto al consumible 186 de soldadura. En determinadas formas de realización, las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202 y 204 pueden indicar un número que corresponde al primer extremo 206 y/o al segundo extremo 208. Por ejemplo, la marca física 188 puede indicar un número "1" que indica que es la primera marca física desde el primer extremo 206 y/o la marca física 188 puede indicar un número "9" que indica que es la novena marca física desde el segundo extremo 208. Un dispositivo de procesamiento puede utilizar una tabla de búsqueda para determinar una distancia desde el primer extremo 206 o el segundo extremo 208 en base al número indicado por la marca física.

Un sistema de detección basado en cámaras, que puede incluir el dispositivo de detección 16 u otro tipo de sistema se configura para detectar las marcas físicas 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, y 204 durante la soldadura por arco real o una simulación de soldadura. Además, el sistema de detección basado en cámaras se configura para determinar una longitud restante del consumible de soldadura 186, una longitud consumida del consumible de soldadura 186, una tasa de utilización del consumible de soldadura 186, un índice de inmersión del consumible de soldadura 186, etc., en base a las marcas físicas detectadas. Por consiguiente, los datos correspondientes a la utilización del consumible de soldadura 186 se pueden monitorizar mediante el sistema de soldadura 10 para capacitación y/o análisis.

La FIG. 11 es una vista en perspectiva de una forma de realización del hilo de soldadura 210 que tiene marcas físicas 212, 214, 216 y 218. Las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 pueden ser cualquier marca física adecuada. Por ejemplo, las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 pueden incluir un código de barras, una imagen, una forma, un texto, un conjunto de datos, etc. En determinadas formas de realización, las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 se pueden grabar con láser. Además, en determinadas formas de realización, las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 pueden ser visibles a simple vista (por ejemplo, dentro del espectro visible), mientras que en otras formas de realización las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 pueden no ser visibles a simple vista (por ejemplo, fuera del espectro visible).

Cada una de las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 indica una ubicación en el hilo de soldadura 210 con respecto tanto a un primer extremo 220 como a un segundo extremo 222 del hilo de soldadura 210. Por ejemplo, la marca física 212 puede indicar una distancia desde el primer extremo 220, una distancia desde el segundo extremo 222 o alguna otra ubicación con respecto al hilo de soldadura 210. En determinadas formas de realización, las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 pueden indicar un número que corresponde al primer el extremo 220 y/o el segundo extremo 222. Por ejemplo, la marca física 212 puede indicar un número "1" que indica que es la primera marca física desde el primer extremo 220 y/o la marca física 212 puede indicar un número "4" indicando que es la cuarta marca física desde el segundo extremo 222. Un dispositivo de procesamiento puede utilizar una tabla de búsqueda para determinar una distancia desde el primer extremo 220 o el segundo extremo 222 en base al número indicado por la marca física.

Un sistema de detección basado en cámaras, que puede incluir el dispositivo de detección 16, u otro tipo de sistema se configura para detectar las marcas físicas 212, 214, 216 y 218 durante la soldadura por arco real o una simulación de soldadura. Además, el sistema de detección basado en cámaras se configura para determinar una longitud restante del hilo de soldadura 210, una longitud consumida del hilo de soldadura 210, una tasa de utilización del hilo de soldadura 210, un índice de inmersión del hilo de soldadura 210, etc., en base a las marcas físicas detectadas. Por consiguiente, los datos correspondientes a la utilización del hilo de soldadura 210 se pueden monitorizar mediante el sistema de soldadura 10 para capacitación y/o análisis.

La FIG. 12 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto de brazo vertical 223 del soporte 12 de la FIG. 4. Según se ilustra, el dispositivo de detección 16 se une al primer brazo 100. Además, el dispositivo de detección 16 incluye cámaras 224 y un emisor de infrarrojos 226. Sin embargo, en otras formas de realización, el dispositivo de detección 16 puede incluir cualquier número adecuado de cámaras, emisores y/u otros dispositivos detectores. Un conjunto de pivote 228 se acopla al primer brazo 100 y al dispositivo de detección 16, y permite ajustar un ángulo del dispositivo de detección 16 mientras el dispositivo de detección 16 gira según se ilustra por la flecha 229. Según se puede apreciar, ajustar el ángulo del dispositivo de detección 16 con respecto al primer brazo 100 cambia el campo de visión del dispositivo de detección 16 (por ejemplo, para cambiar la parte de la superficie de soldadura 88 y/o la superficie de soldadura 112 detectada por el dispositivo de detección 16).

Un cable 230 se extiende entre el mando 101 y el dispositivo de detección 16. El cable 230 se dirige a través de una polea 232 para facilitar el giro del dispositivo de detección 16. Por lo tanto, un operador de soldadura puede girar el

mando 101 para ajustar manualmente el ángulo del dispositivo de detección 16. Según se puede apreciar, la combinación del cable 230 y la polea 232 es un ejemplo de un sistema para girar el dispositivo de detección 16. Se debe observar que se puede utilizar cualquier sistema adecuado para facilitar el giro del dispositivo de detección 16. Aunque se ilustra una forma de realización de un mando 101, se puede apreciar que se puede utilizar cualquier mando adecuado para ajustar el ángulo del dispositivo de detección 16. Además, el ángulo del dispositivo de detección 16 se puede ajustar utilizando un motor 234 acoplado al cable 230. Por consiguiente, un operador de soldadura puede hacer funcionar el motor 234 para ajustar el ángulo del dispositivo de detección 16. Además, en determinadas formas de realización, la circuitería de control se puede acoplar al motor 234 y puede controlar el ángulo del dispositivo de detección 16 en base a un campo de visión deseado del dispositivo de detección 16 y/o en base a la monitorización de un objeto dentro del campo de visión del dispositivo de detección 16.

La FIG. 13 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un conjunto de brazo de soldadura aérea 235. El conjunto de brazo de soldadura aérea 235 ilustra una forma de realización de un diseño de fabricación que permite que el segundo brazo 106 tenga una altura ajustable. Por consiguiente, según se puede apreciar, el segundo brazo 106 se puede fabricar para tener una altura ajustable de varias maneras. Según se ilustra, el conjunto de soldadura aérea 235 incluye mangos 236 utilizados para elevar y/o bajar verticalmente el segundo brazo 106 según se ilustra mediante las flechas 238. El conjunto de brazo de soldadura aérea 235 incluye un dispositivo de bloqueo 240 para bloquear el segundo brazo 106 a una altura deseada. Por ejemplo, el dispositivo de bloqueo 240 puede incluir un botón que se presiona para desacoplar un pestillo configurado para extenderse dentro de las aberturas 242, desbloqueando de este modo el segundo brazo 106 para que no esté asegurado a los carriles laterales 243. Con el segundo brazo 106 desbloqueado de los carriles laterales 243, los mangos 236 se pueden ajustar verticalmente a una altura deseada, ajustando de este modo la placa 112 a la altura deseada. Según se puede apreciar, la liberación del botón puede dar como resultado que el pestillo se extienda dentro de las aberturas 242 y que bloquee el segundo brazo 106 a los carriles laterales 243. Según se puede apreciar, el dispositivo de bloqueo 240 puede funcionar manualmente según se describe y/o el dispositivo de bloqueo 240 se puede controlar mediante un sistema de control (por ejemplo, controlado automáticamente). Además, el segundo brazo 106 se puede elevar y/o bajar verticalmente utilizando el sistema de control. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, el software de soldadura puede controlar el segundo brazo 106 para que se mueva automáticamente a una posición deseada. Por lo tanto, la placa 112 se puede ajustar a una altura deseada para la soldadura aérea.

La FIG. 14 es un diagrama de bloques de una forma de realización del software de soldadura 244 (por ejemplo, software de capacitación de soldadura) del sistema de soldadura 10 que tiene múltiples modos. Según se ilustra, el software de soldadura 244 puede incluir uno o más de un modo de arco real 246 configurados para permitir la capacitación utilizando un arco de soldadura real (por ejemplo, verdadero), un modo de simulación 248 configurado para permitir la capacitación utilizando una simulación de soldadura, un modo de realidad virtual (VR) 250 configurado para permitir la capacitación utilizando una simulación VR y/o un modo de realidad aumentada 252 configurado para permitir la capacitación utilizando la simulación de realidad aumentada.

El software de soldadura 244 puede recibir señales desde una entrada de audio 254. La entrada de audio 254 se puede configurar para permitir que un operador de soldadura opere el software de soldadura 244 mediante comandos audibles (por ejemplo, activación por voz). Además, el software de soldadura 244 se puede configurar para proporcionar una salida de audio 256 y/o una salida de video 258. Por ejemplo, el software de soldadura 244 puede proporcionar información audible a un operador de soldadura utilizando la salida de audio 256. Dicha información audible puede incluir instrucciones para configurar (por ejemplo, ajustar) el sistema de soldadura 10, retroalimentación en tiempo real proporcionada a un operador de soldadura durante una operación de soldadura, instrucciones a un operador de soldadura antes de realizar una operación de soldadura, instrucciones a un operador de soldadura después de realizar una operación de soldadura, advertencias, etc.

La FIG. 15 es un diagrama de bloques de una forma de realización del modo VR 250 del software de soldadura 244. El modo VR 250 se configura para proporcionar a un operador de soldadura una simulación VR 260. La simulación VR 260 se puede mostrar a un operador de soldadura a través de unos auriculares VR, gafas VR, una pantalla VR o cualquier dispositivo VR adecuado. La simulación VR 260 se puede configurar para incluir una variedad de objetos virtuales, tales como los objetos ilustrados en la FIG. 15, que permiten la interacción entre un operador de soldadura y un objeto virtual seleccionado de la variedad de objetos virtuales dentro de la simulación VR 260. Por ejemplo, los objetos virtuales pueden incluir una pieza de trabajo virtual 262, un soporte de soldadura virtual 264, un soplete de soldadura virtual 266, cortadores de hilo virtuales 268, configuración de software virtual 270, resultados de datos de capacitación virtual 272 y/o un guante virtual 274.

En determinadas formas de realización, el operador de soldadura puede interactuar con los objetos virtuales sin tocar un objeto físico. Por ejemplo, el dispositivo de detección 16 puede detectar el movimiento del operador de soldadura y puede dar lugar a movimientos similares que ocurren en la simulación VR 260 en base a los movimientos del operador de soldadura en el mundo real. En otras formas de realización, el operador de soldadura puede utilizar un guante o el soplete de soldadura 14 para interactuar con los objetos virtuales. Por ejemplo, el guante o el soplete de soldadura 14 pueden ser detectados por el dispositivo de detección 16, y/o el guante o el soplete de soldadura 14 pueden corresponder a un objeto virtual en la simulación VR 260. Además, el operador de soldadura puede ser capaz de operar el software de soldadura 244 dentro de la simulación VR 260 utilizando la configuración de software virtual 270 y/o los resultados de datos de capacitación virtuales 272. Por ejemplo, el

operador de soldadura puede utilizar su mano, el guante o el soplete de soldadura 14 para seleccionar elementos dentro del software de soldadura 244 que se muestran virtualmente dentro de la simulación VR 260. Además, el operador de soldadura puede realizar otras acciones tales como recoger cortadores de hilo y cortar el hilo de soldadura virtual que se extiende desde el soplete virtual 266, todo dentro de la simulación VR 260.

5 La FIG. 16 es una forma de realización de un método 276 para integrar datos de resultados de capacitación. El método 276 incluye el software de soldadura 244 del ordenador 18 que recibe un primer conjunto de datos de soldadura desde un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento 24) (bloque 278). El primer conjunto de datos de soldadura puede incluir datos de soldadura correspondientes a una primera tarea de soldadura. El método 276 también incluye el software de soldadura 244 que recibe un segundo conjunto de datos de soldadura desde el dispositivo de almacenamiento (bloque 280). En determinadas formas de realización, el primer conjunto y/o el segundo conjunto de datos de soldadura se pueden recibir desde un dispositivo de almacenamiento en red. El dispositivo de almacenamiento en red se puede configurar para recibir datos de soldadura y/o proporcionar datos de soldadura al sistema de soldadura 10 y/o al sistema de soldadura externo 40. El software de soldadura 244 puede integrar los conjuntos primero y segundo de datos de soldadura en un gráfico para permitir una comparación visual del primer conjunto de datos de soldadura con el segundo conjunto de datos de soldadura (bloque 282). Según se puede apreciar, el gráfico puede ser un gráfico de barras, un gráfico circular, un gráfico de líneas, un histograma, etc. En determinadas formas de realización, integrar el primer conjunto de datos de soldadura con el segundo conjunto de datos de soldadura incluye filtrar el primer conjunto de datos de soldadura y el segundo conjunto de datos de soldadura para visualizar un subconjunto del primer conjunto de datos de soldadura y un subconjunto del segundo conjunto de datos de soldadura. El software de soldadura 244 puede proporcionar el gráfico a un dispositivo de visualización (por ejemplo, la pantalla 32) (bloque 284). En determinadas formas de realización, proporcionar el gráfico al dispositivo de visualización incluye proporcionar elementos seleccionables en el gráfico que cuando se seleccionan muestran datos correspondientes a un elemento seleccionado respectivo de los elementos seleccionables (por ejemplo, seleccionar la velocidad del hilo del gráfico puede cambiar la pantalla para mostrar el historial de velocidad del hilo para una tarea particular de soldadura).

El primer conjunto de datos de soldadura y/o el segundo conjunto de datos de soldadura puede incluir una orientación del soplete de soldadura, una velocidad de desplazamiento del soplete de soldadura, una posición del soplete de soldadura, una distancia de una punta de contacto a la pieza de trabajo, una proximidad del soplete de soldadura con respecto a la pieza de trabajo, un objetivo del soplete de soldadura, una puntuación de soldadura, un grado de soldadura, etc. Además, el primer conjunto de datos de soldadura y el segundo conjunto de datos de soldadura pueden corresponder a la capacitación realizada por un operador de soldadura y/o por una clase de operadores de soldadura. Además, la primera tarea de soldadura y la segunda tarea de soldadura pueden corresponder a la capacitación realizada por un operador de soldadura y/o por una clase de operadores de soldadura. En determinadas formas de realización, la primera tarea de soldadura puede corresponder a la capacitación realizada por un primer operador de soldadura y la segunda tarea de soldadura puede corresponder a la soldadura realizada por un segundo operador de soldadura. Además, la primera tarea y la segunda tarea pueden corresponder al mismo escenario de soldadura.

La FIG. 17 es una forma de realización de un gráfico 285 que ilustra múltiples conjuntos de datos de soldadura para un operador de soldadura. El gráfico 285 se puede producir por el software de soldadura 244 y se puede proporcionar a la pantalla 32 para ser utilizado por un instructor de soldadura para revisar las operaciones de soldadura realizadas por un estudiante de soldadura, y/o se puede proporcionar a la pantalla 32 para ser utilizado por un estudiante de soldadura para revisar las operaciones de soldadura realizadas por ese estudiante de soldadura. El gráfico 285 ilustra una comparación de gráfico de barras entre diferentes tareas de un primer conjunto de tareas de soldadura realizadas por un operador de soldadura. El primer conjunto de tareas de soldadura incluye las tareas 286, 288, 290, 292 y 294. El gráfico 285 también ilustra una comparación de gráfico de barras entre diferentes tareas de un segundo conjunto de tareas de soldadura realizadas por el operador de soldadura. El segundo conjunto de tareas de soldadura incluye las tareas 296, 298, 300, 302 y 304. Por consiguiente, las tareas de soldadura se pueden comparar entre sí para fines de análisis, instrucción, certificación y/o capacitación. Según se ilustra, las tareas de soldadura se pueden comparar entre sí utilizando uno de varios criterios, como una puntuación total, un ángulo de trabajo, un ángulo de desplazamiento, una velocidad de desplazamiento, una distancia de contacto al trabajo, una proximidad, un modo (ej., modo de arco real, modo de simulación, etc.), un estado de finalización (por ejemplo, completo, incompleto, parcialmente completado, etc.), un tipo de unión (por ejemplo, filete, tope, T, solape, etc.), un posición de soldadura (por ejemplo, plana, vertical, aérea, etc.), un tipo de metal utilizado, un tipo de metal de relleno, etc.

La FIG. 18 es una forma de realización de un gráfico 305 que ilustra los datos de soldadura para un soldador en comparación con los datos de soldadura para una clase. Por ejemplo, el gráfico 305 ilustra una puntuación 306 de un operador de soldadura en comparación con una puntuación 308 (por ejemplo, promedio, media o alguna otra puntuación) de una clase para una primera tarea. Además, una puntuación 310 del operador de soldadura se compara con una puntuación de 312 (por ejemplo, promedio, media o alguna otra puntuación) de la clase para una segunda tarea. Además, una puntuación 314 del operador de soldadura se compara con una puntuación de 316 (por ejemplo, promedio, media, o alguna otra puntuación) de la clase para una tercera tarea. Según se puede apreciar, las puntuaciones de uno o más operadores de soldadura se pueden comparar con puntuaciones de toda la clase. Una comparación de este tipo permite a un instructor de soldadura evaluar el progreso de los estudiantes de

soldadura individuales en comparación con la clase de estudiantes de soldadura. Además, las puntuaciones de uno o más operadores de soldadura se pueden comparar con puntuaciones de uno o más operadores de soldadura. En determinadas formas de realización, las puntuaciones de una clase se pueden comparar con puntuaciones de otra clase. Además, las puntuaciones de la primera tarea, la segunda tarea y/o la tercera tarea se pueden seleccionar para la comparación.

La FIG. 19 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de almacenamiento de datos 318 para almacenar datos de estado de certificación. Los datos de estado de certificación se pueden producir cuando un operador de soldadura completa varias tareas en el sistema de soldadura 10. Por ejemplo, un conjunto predeterminado de tareas puede certificar a un operador de soldadura para un dispositivo de soldadura y/o un proceso de soldadura particular. El sistema de almacenamiento de datos 318 incluye la circuitería de control 320, uno o más dispositivos de memoria 322, y uno o más dispositivos de almacenamiento 324. La circuitería de control 320 puede incluir uno o más procesadores, que puede(n) ser similar(es) al(a los) procesador(es) 20. Además, el(los) dispositivo(s) de memoria 322 puede(n) ser similar(es) al(a los) dispositivo(s) de memoria 22, y el(los) dispositivo(s) de almacenamiento 324 puede(n) ser similar(es) al(a los) dispositivo(s) de almacenamiento 24. El(los) dispositivo(s) de memoria 322 y/o el(los) dispositivo(s) de almacenamiento 324 se pueden configurar para almacenar los datos de estado de certificación 326 correspondientes a una certificación de soldadura (por ejemplo, certificación de capacitación de soldadura) de un operador de soldadura.

Los datos de estado de certificación 326 pueden incluir datos de soldadura del operador de soldadura (por ejemplo, cualquier dato relacionado con las tareas para certificar al operador de soldadura), cualquier dato relacionado con una certificación real (por ejemplo, certificado, no certificado, cualificado, no cualificado, etc.), una cantidad de una o más soldaduras realizadas por el operador de soldadura, una marca de tiempo para una o más soldaduras realizadas por el operador de soldadura, datos de parámetros de soldadura para una o más soldaduras realizadas por el operador de soldadura, una clasificación de calidad del operador de soldadura, un nivel de calidad del operador de soldadura, un historial de soldaduras realizadas por el operador de soldadura, un historial de soldaduras de producción realizadas por el operador de soldadura, un primer proceso de soldadura (por ejemplo, un proceso de soldadura de gas inerte de metal (MIG), un proceso de soldadura de gas inerte de tungsteno (TIG), un proceso de soldadura con varilla, etc.) estado de certificación (por ejemplo, el operador de soldadura está certificado para el primer proceso de soldadura, el operador de soldadura no está certificado para el primer proceso de soldadura), un segundo estado de certificación de proceso de soldadura (por ejemplo, el operador de soldadura está certificado para el segundo proceso de soldadura, el operador de soldadura no está certificado para el segundo proceso de soldadura), un primer dispositivo de soldadura (por ejemplo, un alimentador de hilo, una fuente de alimentación, un número de modelo, etc.) estado de certificación (por ejemplo, el operador de soldadura está certificado para el primer dispositivo de soldadura, el operador de soldadura no está certificado para el primer dispositivo de soldadura) y/o un segundo estado de certificación del dispositivo de soldadura (por ejemplo, el operador de soldadura está certificado para el segundo dispositivo de soldadura, el operador de soldadura no está certificado para el segundo dispositivo de soldadura).

La circuitería de control 320 se puede configurar para recibir una solicitud para el primer estado de certificación del proceso de soldadura, el segundo estado de certificación del proceso de soldadura, el primer estado de certificación del dispositivo de soldadura y/o el segundo estado de certificación del dispositivo de soldadura del operador de soldadura. Además, la circuitería de control 320 se puede configurar para proporcionar una respuesta a la solicitud. La respuesta a la solicitud puede incluir el primer estado de certificación del proceso de soldadura, el segundo estado de certificación del proceso de soldadura, el primer estado de certificación del dispositivo de soldadura y/o el segundo estado de certificación del dispositivo de soldadura del operador de soldadura. En determinadas formas de realización, el operador de soldadura puede estar autorizado para utilizar un primer proceso de soldadura, un segundo proceso de soldadura, un primer dispositivo de soldadura y/o un segundo dispositivo de soldadura en base al menos parcialmente en la respuesta. Además, en algunas formas de realización, el primer proceso de soldadura, el segundo proceso de soldadura, el primer dispositivo de soldadura y/o el segundo dispositivo de soldadura de un sistema de soldadura se pueden habilitar o deshabilitar en base, al menos parcialmente, a la respuesta. Además, en determinadas formas de realización, el primer proceso de soldadura, el segundo proceso de soldadura, el primer dispositivo de soldadura y/o el segundo dispositivo de soldadura de un sistema de soldadura se pueden habilitar o deshabilitar automáticamente. Por lo tanto, los datos de certificación de un operador de soldadura se pueden utilizar para habilitar y/o deshabilitar la capacidad del operador de soldadura de utilizar un sistema de soldadura, dispositivo de soldadura y/o un proceso de soldadura en particular. Por ejemplo, un operador de soldadura puede tener una certificación para un primer proceso de soldadura, pero no para un segundo proceso de soldadura. Por consiguiente, en determinadas formas de realización, un operador de soldadura puede verificar su identidad en un sistema de soldadura (por ejemplo, iniciando sesión u otra forma de autenticación). Después de verificar la identidad del operador de soldadura, el sistema de soldadura puede verificar el estado de certificación del operador de soldadura. El sistema de soldadura puede permitir que el operador de soldadura realice operaciones utilizando el primer proceso de soldadura en base al estado de certificación del operador de soldadura, pero puede impedir que el operador de soldadura realice el segundo proceso de soldadura en base a el estado de certificación del operador de soldadura.

La FIG. 20 es una forma de realización de una pantalla 327 que ilustra los datos correspondientes a una soldadura. La pantalla 327 se puede producir mediante el software de soldadura 244 y se puede visualizar en la pantalla 32. La

pantalla 327 ilustra parámetros que se pueden mostrar gráficamente a un operador de soldadura antes, durante y/o después de realizar una operación de soldadura. Por ejemplo, los parámetros pueden incluir un ángulo de trabajo 328, un ángulo de desplazamiento 330, una distancia de la punta de contacto a la pieza de trabajo 332, una velocidad de desplazamiento del soplete de soldadura 334, una proximidad del soplete de soldadura con respecto a la pieza de trabajo 336, un voltaje de soldadura 337, una corriente de soldadura 338, una orientación del soplete de soldadura, una posición del soplete de soldadura, un objetivo del soplete de soldadura, etc.

Según se ilustra, los parámetros ilustrados gráficamente pueden incluir una indicación 339 de un valor de corriente de un parámetro (por ejemplo, mientras se realiza una tarea de soldadura). Además, un gráfico 340 puede mostrar un historial del valor del parámetro, y una puntuación 341 puede mostrar un porcentaje global que corresponde a la cantidad de tiempo durante la tarea de soldadura que el operador de soldadura estuvo dentro de un rango de valores aceptables. En determinadas formas de realización, se puede proporcionar una reproducción de video 342 de una tarea de soldadura en la pantalla 327. La reproducción de video 342 puede mostrar video real de un operador de soldadura realizando una soldadura real, video real del operador de soldadura realizando una soldadura simulada, video real del operador de soldadura realizando una soldadura de realidad virtual, video real del operador de soldadura realizando una soldadura de realidad aumentada, video real de un arco de soldadura, video real de un charco de soldadura y/o video simulado de una operación de soldadura.

En determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 puede capturar datos de vídeo durante una tarea de soldadura, y almacenar los datos de vídeo en el dispositivo de almacenamiento 24. Además, el software de soldadura 244 se puede configurar para recuperar los datos de vídeo desde el dispositivo de almacenamiento 24, para recuperar datos de parámetros de soldadura del dispositivo de almacenamiento 24, para sincronizar los datos de video con los datos de parámetros de soldadura y para proporcionar los datos de parámetros de soldadura y video sincronizados a la pantalla 32.

El software de soldadura 244 puede analizar datos de parámetros de soldadura para determinar una trayectoria recorrida 344 que se puede mostrar en la pantalla 32. En algunas formas de realización, un operador de soldadura puede seleccionar un tiempo 346 durante una soldadura. Seleccionando el tiempo 346, el operador de soldadura puede ver la reproducción de video 342 y/o la trayectoria recorrida 344 junto con los parámetros de soldadura tal como estaban en el tiempo 346 seleccionado para establecer una correlación entre los parámetros de soldadura, la reproducción de video 342 y/o la trayectoria recorrida 344. El software de soldadura 244 se puede configurar para recrear datos de soldadura en base, al menos parcialmente, a datos de parámetros de soldadura, para sincronizar la reproducción de video 342 con los datos de soldadura recreados, y para proporcionar la reproducción de video 342 sincronizada y recrear los datos de soldadura en la pantalla 32. En determinadas formas de realización, los datos de soldadura recreados pueden ser datos de charcos de soldadura y/o una soldadura simulada.

En determinadas formas de realización, el dispositivo de almacenamiento 24 se puede configurar para almacenar un primer conjunto de datos correspondiente a múltiples soldaduras realizadas por un operador de soldadura, y para almacenar un segundo conjunto de datos correspondiente a múltiples soldaduras de no capacitación realizadas por el operador de soldadura. Además, la circuitería de control 320 se puede configurar para recuperar al menos parte del primer conjunto de datos del dispositivo de almacenamiento 24, para recuperar al menos parte del segundo conjunto de datos del dispositivo de almacenamiento 24, para sincronizar al menos parte del primer conjunto de datos con al menos parte del segundo conjunto de datos y para proporcionar la al menos parte sincronizada del primer conjunto de datos y al menos parte del segundo conjunto de datos a la pantalla 32.

La FIG. 21 es una forma de realización de una pantalla 347 que ilustra un análisis de discontinuidad 348 de una soldadura. El análisis de discontinuidad 348 incluye un listado 350 que puede detallar problemas potenciales con una operación de soldadura. El análisis de discontinuidad 348 proporciona retroalimentación al operador de soldadura con respecto a los períodos de tiempo dentro de la operación de soldadura en la cual la soldadura no cumple con un umbral de calidad predeterminado. Por ejemplo, entre los instantes 352 y 354, existe una alta discontinuidad (por ejemplo, la calidad de la soldadura es pobre, la soldadura tiene una alta probabilidad de fallo, la soldadura es defectuosa). Además, entre los instantes 356 y 358, existe una discontinuidad media (por ejemplo, la calidad de la soldadura es media, la soldadura tiene una probabilidad media de fallo, la soldadura es parcialmente defectuosa). Además, entre los instantes 360 y 362, existe una alta discontinuidad, y entre los instantes 364 y 366, existe una baja discontinuidad (por ejemplo, la calidad de la soldadura es buena, la soldadura tiene una baja probabilidad de fallo, la soldadura no es defectuosa). Con esta información, un operador de soldadura puede ser capaz de analizar rápidamente la calidad de una operación de soldadura.

La FIG. 22 es un diagrama de bloques de una forma de realización de una pantalla instructora de soldadura 368 del software de soldadura 244. El software de soldadura 244 se configura para proporcionar simulaciones de capacitación para muchas configuraciones de soldadura diferentes. Por ejemplo, las configuraciones de soldadura pueden incluir un proceso de soldadura MIG 370, un proceso de soldadura TIG 372, un proceso de soldadura con varilla 374, el modo de soldadura por arco real 346, el modo de soldadura por simulación 248, el modo de soldadura por realidad virtual 250 y/o el modo de soldadura de realidad aumentada 252.

La pantalla instructora de soldadura 368 se puede configurar para permitir que un instructor de soldadura restrinja la capacitación de un operador de soldadura 376 (por ejemplo, a una o más configuraciones de soldadura

seleccionadas), para restringir la capacitación de una clase de operadores de soldadura 378 (por ejemplo, a una o más configuraciones de soldadura seleccionadas) y/o restringir la capacitación de una parte de una clase de operadores de soldadura 380 (por ejemplo, a una o más configuraciones de soldadura seleccionadas). Además, la pantalla instructora de soldadura 368 se puede configurar para permitir que el instructor de soldadura asigne tareas de capacitación seleccionadas al operador de soldadura 382, para asignar tareas de capacitación seleccionadas a una clase de operadores de soldadura 384 y/o para asignar tareas de capacitación seleccionadas a una parte de una clase de operadores de soldadura 386. Además, la pantalla instructora de soldadura 368 se puede configurar para permitir que el instructor de soldadura avance automáticamente al operador de soldadura (o a una clase de operadores de soldadura) desde una primera tarea a una segunda tarea 388. Por ejemplo, el operador de soldadura puede avanzar desde una primera tarea a una segunda tarea en base, al menos en parte, a una calidad de ejecución de la primera tarea.

La FIG. 23 es una forma de realización de un método 389 para capacitación de soldadura que utiliza realidad aumentada. Un operador de soldadura puede seleccionar un modo del software de soldadura 244 (bloque 390). El software de soldadura 244 determina si se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252 (bloque 392). Si se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252, el software de soldadura 244 ejecuta una simulación de realidad aumentada. Se debe observar que el operador de soldadura puede estar utilizando un casco de soldadura y/o algún otro tipo de protector de la cabeza configurado para colocar un dispositivo de visualización delante de la vista del operador de soldadura. Además, el dispositivo de visualización puede ser generalmente transparente para permitir que el operador de soldadura vea los objetos reales; sin embargo, un entorno de soldadura virtual se puede retratar en partes del dispositivo de visualización. Como parte de esta simulación de realidad aumentada, el software de soldadura 244 recibe una posición y/o una orientación del soplete de soldadura 14, tal como desde el dispositivo de detección 16 (bloque 394). El software de soldadura 244 integra el entorno de soldadura virtual con la posición y/o la orientación del soplete de soldadura 14 (bloque 396). Además, el software de soldadura 244 proporciona el entorno de soldadura virtual integrado al dispositivo de visualización (bloque 398). Por ejemplo, el software de soldadura 244 puede determinar dónde se debe colocar un cordón de soldadura dentro del campo de visión del operador de soldadura, y el software de soldadura 244 puede mostrar el cordón de soldadura en el dispositivo de visualización tal como que el cordón de soldadura parezca estar sobre una pieza de trabajo. Después de la finalización de la soldadura, la simulación de realidad aumentada permite que el operador de soldadura borre una parte del entorno de soldadura virtual (por ejemplo, el cordón de soldadura) (bloque 400), y el software de soldadura 244 vuelve al bloque 390.

Si no se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252, el software de soldadura 244 determina si se ha seleccionado el modo de arco real 246 (bloque 402). Si se ha seleccionado el modo de arco real 246, el software de soldadura 244 entra en el modo de arco real 246 y el operador de soldadura puede realizar la soldadura de arco real (bloque 404). Si el modo de arco real 246 no se ha seleccionado y/o después de ejecutar el bloque 404, el software de soldadura 244 vuelve al bloque 390. Por consiguiente, el software de soldadura 244 se configura para permitir que un operador de soldadura practique una soldadura en el modo de realidad aumentada 252, para borrar al menos una parte del entorno de soldadura virtual de la soldadura de práctica, y para realizar una soldadura real en el modo de arco real 246. En determinadas formas de realización, el operador de soldadura puede practicar la soldadura en el modo de realidad aumentada 252 consecutivamente un número múltiple de veces.

La FIG. 24 es una forma de realización de otro método 406 para capacitación de soldadura que utiliza realidad aumentada. Un operador de soldadura puede seleccionar un modo del software de soldadura 244 (bloque 408). El software de soldadura 244 determina si se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252 (bloque 410). Si se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252, el software de soldadura 244 ejecuta una simulación de realidad aumentada. Se debe observar que el operador de soldadura puede estar utilizando un casco de soldadura y/o algún otro tipo de protector de cabeza configurado para colocar un dispositivo de visualización delante de la vista del operador de soldadura. Además, el dispositivo de visualización puede impedir completamente el campo de visión del operador de soldadura de tal manera que las imágenes observadas por el operador de soldadura hayan sido capturadas por una cámara y visualizadas en el dispositivo de visualización. Como parte de esta simulación de realidad aumentada, el software de soldadura 244 recibe una imagen del soplete de soldadura 14, tal como desde el dispositivo de detección 16 (bloque 412). El software de soldadura 244 integra el entorno de soldadura virtual con la imagen del soplete de soldadura 14 (bloque 414). Además, el software de soldadura 244 proporciona el entorno de soldadura virtual integrado con la imagen del soplete de soldadura 14 al dispositivo de visualización (bloque 416). Por ejemplo, el software de soldadura 244 puede determinar dónde se debe colocar un cordón de soldadura dentro del campo de visión del operador de soldadura y el software de soldadura 244 muestra el cordón de soldadura en el dispositivo de visualización con la imagen del soplete de soldadura 14 y otros objetos en el entorno de soldadura. Después de la finalización de la soldadura, la simulación de realidad aumentada puede permitir que el operador de soldadura borre una parte del entorno de soldadura virtual (por ejemplo, el cordón de soldadura) (bloque 418) y el software de soldadura 244 vuelve al bloque 408.

Si no se ha seleccionado el modo de realidad aumentada 252, el software de soldadura 244 determina si el modo de arco real 246 se ha seleccionado (bloque 420). Si el modo de arco real 246 ha sido seleccionado, el software de soldadura 244 entra en el modo de arco real 246 y el operador de soldadura puede realizar la soldadura de arco real (bloque 422). Si el modo de arco real 246 no se ha seleccionado y/o después de ejecutar el bloque 422, el software de soldadura 244 vuelve al bloque 408. Por consiguiente, el software de soldadura 244 se configura para permitir

que un operador de soldadura practique una soldadura en el modo de realidad aumentada 252, para borrar al menos una parte del entorno de soldadura virtual de la soldadura de práctica, y para realizar una soldadura real en el modo de arco real 246. En determinadas formas de realización, el operador de soldadura puede practicar la soldadura en el modo de realidad aumentada 252 consecutivamente un número múltiple de veces

5 La FIG. 25 es un diagrama de bloques de una forma de realización del soplete de soldadura 14. El soplete de soldadura 14 incluye la circuitería de control 52, la interfaz de usuario 60 y la pantalla 62 descritas anteriormente. Además, el soplete de soldadura 14 incluye una variedad de detectores y otros dispositivos. En particular, el soplete de soldadura 14 incluye un detector de temperatura 424 (por ejemplo, termopar, termistor, etc.), un detector de movimiento 426 (por ejemplo, acelerómetro, giroscopio, magnetómetro, etc.) y un dispositivo de vibración 428 (por ejemplo, motor de vibración). En determinadas formas de realización, el soplete de soldadura 14 puede incluir más de un detector de temperatura 424, un detector de movimiento 426 y/o un dispositivo de vibración 428.

15 Durante la operación, el soplete de soldadura 14 se puede configurar para utilizar el detector de temperatura 424 para detectar una temperatura asociada con el soplete de soldadura 14 (por ejemplo, una temperatura de los componentes electrónicos del soplete de soldadura 14, una temperatura de la pantalla 62, una temperatura de un dispositivo emisor de luz, una temperatura del dispositivo de vibración, una temperatura de una parte del cuerpo del soplete de soldadura 14, etc.). La circuitería de control 52 (o la circuitería de control de otro dispositivo) puede utilizar la temperatura detectada para realizar diversos eventos. Por ejemplo, la circuitería de control 52 se puede configurar para inhabilitar la utilización del modo de arco real 246 (por ejemplo, soldadura real) por el soplete de soldadura 14 si la temperatura detectada alcanza y/o sobrepasa un umbral predeterminado (por ejemplo, tal como 85 °C).  
20 Además, la circuitería de control 52 también se puede configurar para desactivar varios dispositivos de producción de calor del soplete de soldadura 14, tal como el dispositivo de vibración 428, dispositivos emisores de luz, etc. La circuitería de control 52 también se puede configurar para mostrar un mensaje en la pantalla 62, tal como "Esperando a que el soplete se enfríe. Disculpe por la inconveniencia". En determinadas formas de realización, la circuitería de control 52 se puede configurar para desactivar determinados componentes o características si la temperatura detectada alcanza un primer umbral y para desactivar componentes o características adicionales si la temperatura detectada alcanza un segundo umbral.

Además, durante la operación, el soplete de soldadura 14 se puede configurar para utilizar el detector de movimiento 426 para detectar un movimiento (por ejemplo, aceleración, etc.) asociado con el soplete de soldadura 14. La circuitería de control 52 (o la circuitería de control de otro dispositivo) puede utilizar la aceleración detectada para realizar varios eventos. Por ejemplo, la circuitería de control 52 se puede configurar para activar la pantalla 62 (u otra pantalla) después de que el detector de movimiento 426 detecte que el soplete de soldadura 14 se ha movido. Por consiguiente, la circuitería de control 52 puede dirigir la pantalla 62 a "despertarse", tal como desde un modo de reposo y/o salir de un modo de protector de pantalla para facilitar que un operador de soldadura del soplete de soldadura 14 utilice una interfaz gráfica de usuario (GUI) en la pantalla 62.

35 En determinadas formas de realización, la circuitería de control 52 se puede configurar para determinar que ha ocurrido un evento de fuerte golpe (por ejemplo, una caída, se utilizó como un martillo, etc.) en el soplete de soldadura 14 en base, al menos parcialmente, al movimiento detectado. Tras determinar que se ha producido un evento de fuerte golpe, la circuitería de control 52 puede almacenar (por ejemplo, registrar) una indicación de que el soplete de soldadura 14 ha sido golpeado. Junto con la indicación, la circuitería de control 52 puede almacenar otros datos correspondientes, tales como una fecha, un tiempo, una aceleración, un nombre de usuario, datos de identificación del soplete de soldadura, etc. La circuitería de control 52 también se puede configurar para mostrar un aviso en la pantalla 62 a un operador de soldadura solicitando al operador que se abstenga de golpear el soplete de soldadura 14. En algunas formas de realización, la circuitería de control 52 se puede configurar para utilizar el movimiento detectado por el detector de movimiento 426 para permitir que el operador de soldadura navegue y/o realice selecciones dentro de una interfaz de usuario del software (por ejemplo, un software de soldadura, un software de capacitación de soldadura, etc.). Por ejemplo, la circuitería de control 52 se puede configurar para recibir la aceleración y hacer una selección de software si la aceleración coincide con un patrón predeterminado (por ejemplo, la aceleración indica un movimiento desigual en una determinada dirección, la aceleración indica que el soplete de soldadura 14 se está sacudiendo, etc.).

50 El dispositivo de vibración 428 se configura para proporcionar retroalimentación a un operador de soldadura dirigiendo el soplete de soldadura 14 para que vibre y/o sacuda (por ejemplo, proporcionando vibración o retroalimentación háptica). El dispositivo de vibración 428 puede proporcionar retroalimentación de vibración durante la soldadura real y/o durante la soldadura simulada. Según se puede apreciar, la retroalimentación de vibración durante la soldadura real se puede ajustar a una frecuencia específica para permitir que un operador de soldadura diferencie entre la vibración que se produce debido a la soldadura real y la retroalimentación de vibración. Por ejemplo, la retroalimentación de vibración se puede proporcionar a aproximadamente 3,5 Hz durante la soldadura real. La utilización de una frecuencia de este tipo puede permitir que un operador de soldadura detecte cuándo se produce la retroalimentación de vibración al mismo tiempo que se produce la vibración natural debida a la soldadura real. Por el contrario, la retroalimentación de vibración se puede proporcionar a aproximadamente 9 Hz durante la soldadura real. Sin embargo, la frecuencia de 9 Hz se puede confundir con la vibración natural que ocurre debido a la soldadura real.

La FIG. 26 es una forma de realización de un método 430 para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura que utilice el soplete de soldadura 14. La circuitería de control 52 (o circuitería de control de otro dispositivo) detecta un parámetro (por ejemplo, un ángulo de trabajo, un ángulo de desplazamiento, una velocidad de desplazamiento, una distancia punta-a-trabajo, un objetivo, etc.) correspondiente a una operación de soldadura (bloque 432). Según se puede apreciar, la operación de soldadura puede ser una operación de soldadura real, una operación de soldadura simulada, una operación de soldadura de realidad virtual y/o una operación de soldadura de realidad aumentada. La circuitería de control 52 determina si el parámetro está dentro de un primer rango predeterminado (bloque 434). Según se puede apreciar, el primer rango predeterminado puede ser un rango que esté justo fuera de un rango aceptable. Por ejemplo, el parámetro puede ser un ángulo de trabajo, el rango aceptable puede ser de 45 a 50 grados, y el primer rango predeterminado puede ser de 50 a 55 grados. Por consiguiente, en un ejemplo de este tipo, la circuitería de control 52 determina si el ángulo de trabajo está dentro del primer rango predeterminado de 50 a 55 grados.

Si el parámetro está dentro del primer rango predeterminado, la circuitería de control 52 hace vibrar el soplete de soldadura con un primer patrón (bloque 436). El primer patrón puede tener una primera frecuencia, una primera modulación de frecuencia, una primera amplitud, etc. Además, si el parámetro no está dentro del primer rango predeterminado, la circuitería de control 52 determina si el parámetro está dentro de un segundo rango predeterminado (bloque 438). El segundo rango predeterminado puede ser un rango que esté justo fuera del primer rango predeterminado. Por ejemplo, continuando el ejemplo descrito anteriormente, el segundo rango predeterminado puede ser de 55 a 60 grados. Por consiguiente, en un ejemplo de este tipo, la circuitería de control 52 determina si el ángulo de trabajo está dentro del segundo rango predeterminado de 55 a 60 grados. Si el parámetro está dentro del segundo rango predeterminado, la circuitería de control 52 hace vibrar el soplete de soldadura con un segundo patrón (bloque 440). El segundo patrón puede ser una segunda frecuencia, una segunda modulación de frecuencia, una segunda amplitud, etc. Se debe observar que el segundo patrón es normalmente diferente al primer patrón. En determinadas formas de realización, los patrones primero y segundo pueden ser iguales. Además, se pueden proporcionar indicaciones audibles al operador de soldadura para indicar si el parámetro está dentro del primer rango predeterminado o dentro del segundo rango predeterminado. Además, las indicaciones audibles se pueden utilizar para indicar que un parámetro no se encuentra dentro de un rango aceptable. En dichas formas de realización, la vibración se puede utilizar para indicar que un operador de soldadura está haciendo algo mal y se pueden utilizar indicaciones audibles para identificar qué está haciendo mal el operador de soldadura y/o cómo solucionarlo. El parámetro puede ser cualquier parámetro adecuado, como un ángulo de trabajo, un ángulo de desplazamiento, una velocidad de desplazamiento, una distancia punta-a-trabajo y/o un objetivo. Las FIG. 27 a 29 ilustran formas de realización de diversos patrones.

La FIG. 27 es una gráfica 442 de una forma de realización de dos patrones, cada uno de los cuales incluye una frecuencia diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura. Un primer patrón 444 está separado de un segundo patrón 446 por el tiempo 448. En la forma de realización ilustrada, el primer patrón 444 tiene una primera frecuencia y el segundo patrón 446 tiene una segunda frecuencia que es diferente de la primera frecuencia. La primera y la segunda frecuencias pueden ser cualquier frecuencia adecuada. Según se puede apreciar, la primera y la segunda frecuencias se pueden configurar para ser diferentes a la frecuencia natural producida durante la soldadura real para facilitar que un operador de soldadura diferencie entre la frecuencia natural y las frecuencias primera y segunda. Aunque la forma de realización ilustrada muestra que la primera frecuencia es más baja que la segunda frecuencia, en otras formas de realización, la segunda frecuencia puede ser más baja que la primera frecuencia.

La FIG. 28 es una gráfica 450 de una forma de realización de dos patrones, cada uno de los cuales incluye una modulación diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura. Un primer patrón 452 se separa de un segundo patrón 454 por el tiempo 456. En la forma de realización ilustrada, el primer patrón 452 tiene una primera modulación y el segundo patrón 454 tiene una segunda modulación que es diferente de la primera modulación. La primera y la segunda modulaciones pueden ser cualquier modulación adecuada. Por ejemplo, la primera modulación puede incluir un primer número de pulsos de vibración (por ejemplo, dos pulsos) y la segunda modulación puede incluir un segundo número de pulsos de vibración (por ejemplo, tres pulsos). Además, la modulación puede variar una cantidad de pulsos, un tiempo entre pulsos, etc. En determinadas formas de realización, un número de pulsos de vibración y/o un tiempo entre pulsos se puede configurar para aumentar o disminuir gradualmente a medida que un parámetro se acerca o se aleja de valores de parámetros aceptables. Aunque la forma de realización ilustrada muestra que la primera modulación tiene menos pulsos que la segunda modulación, en otras formas de realización, la segunda modulación puede tener menos pulsos que la primera modulación.

La FIG. 29 es una gráfica 458 de una forma de realización de dos patrones, cada uno de los cuales incluye una amplitud diferente para proporcionar retroalimentación de vibración a un operador de soldadura. Un primer patrón 460 se separa de un segundo patrón 462 por el tiempo 464. En la forma de realización ilustrada, el primer patrón 460 tiene una primera amplitud y el segundo patrón 462 tiene una segunda amplitud que es diferente de la primera amplitud. La primera y la segunda amplitudes pueden ser de cualquier amplitud adecuada. Aunque la forma de realización ilustrada muestra que la primera amplitud es más baja que la segunda amplitud, en otras formas de realización, la segunda amplitud puede ser más baja que la primera amplitud.

La FIG. 30 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soplete de soldadura 14 que tiene marcadores esféricos que se pueden utilizar para monitorizar el soplete de soldadura 14. El soplete de soldadura 14 incluye una carcasa 466 que encierra la circuitería de control 52 del soplete de soldadura 14 y/u otros componentes del soplete de soldadura 14. La pantalla 62 y la interfaz de usuario 60 se incorporan en una parte superior de la carcasa 466.

Según se ilustra, un cuello 470 se extiende desde la carcasa 466 del soplete de soldadura 14. Los marcadores para monitorizar el soplete de soldadura 14 se pueden disponer en el cuello 470. Específicamente, una barra de montaje 472 se utiliza para acoplar los marcadores 474 al cuello 470. Los marcadores 474 son marcadores esféricos en la forma de realización ilustrada; sin embargo, en otras formas de realización, los marcadores 474 pueden tener cualquier forma adecuada (por ejemplo, tal como una forma de un LED). Los marcadores 474 son utilizados por el dispositivo de detección 16 para monitorizar la posición y/o la orientación del soplete de soldadura 14. Según se puede apreciar, tres de los marcadores 474 se utilizan para definir un primer plano. Además, los marcadores 474 se disponen de tal manera que un cuarto marcador 474 está en un segundo plano diferente del primer plano. Por consiguiente, el dispositivo de detección 16 se puede utilizar para monitorizar la posición y/o la orientación del soplete de soldadura 14 utilizando los cuatro marcadores 474. Se debe observar que aunque la forma de realización ilustrada muestra cuatro marcadores 474, la barra de montaje 472 puede tener cualquier número adecuado de marcadores 474.

En determinadas formas de realización, los marcadores 474 pueden ser marcadores reflectantes, mientras que en otras formas de realización los marcadores 474 pueden ser marcadores emisores de luz (por ejemplo, diodos emisores de luz LED). En formas de realización en las que los marcadores 474 son marcadores emisores de luz, los marcadores 474 se pueden alimentar mediante componentes eléctricos dentro de la carcasa 466 del soplete de soldadura 14. Por ejemplo, los marcadores 474 se pueden alimentar por una conexión 476 entre la barra de montaje 472 y la carcasa 466. Además, la circuitería de control 52 (o la circuitería de control de otro dispositivo) se puede utilizar para controlar el encendido y/o apagado (por ejemplo, iluminar) los marcadores 474. En determinadas formas de realización, los marcadores 474 se pueden encender y/o apagar individualmente en base a la posición y/o la orientación del soplete de soldadura 14. En otras formas de realización, los marcadores 474 se pueden encender y/o apagar en grupos en base a la posición y/o la orientación del soplete de soldadura 14. Se debe observar que en las formas de realización que no incluyen la barra de montaje 472, la conexión 476 se puede reemplazar con otro marcador 468 en un plano diferente de los marcadores 468 ilustrados.

La FIG. 31 es una forma de realización de un método 478 para mostrar en una pantalla de un soplete de soldadura un parámetro de soldadura con respecto a un umbral. En la forma de realización ilustrada, la circuitería de control 52 (o circuitería de control de otro dispositivo) recibe una selección hecha por un operador de soldadura de un parámetro de soldadura asociado con una posición, una orientación y/o un movimiento del soplete de soldadura 14 (bloque 480). Por ejemplo, el operador de soldadura puede seleccionar un botón en la interfaz de usuario 60 del soplete de soldadura 14 para seleccionar un parámetro de soldadura. El parámetro de soldadura puede ser cualquier parámetro de soldadura adecuado, tal como un ángulo de trabajo, un ángulo de desplazamiento, una velocidad de desplazamiento, una distancia punta-a-trabajo, un objetivo, etc. Según se puede apreciar, el sistema de soldadura 10 puede seleccionar el parámetro de soldadura automáticamente sin la entrada de un operador de soldadura. Después de hacer la selección, la pantalla 62 del soplete de soldadura 14 muestra o visualiza una representación del parámetro de soldadura con respecto a un rango de umbral predeterminado y/o un valor objetivo para el parámetro de soldadura (bloque 482). El parámetro de soldadura visualizado se configura para cambiar cuando cambia la posición del soplete de soldadura 14, cuando cambia la orientación del soplete de soldadura 14 y/o cuando cambia el movimiento del soplete de soldadura 14. Por lo tanto, el operador de soldadura puede utilizar el soplete de soldadura 14 para colocar y/u orientar adecuadamente el soplete de soldadura 14 mientras realiza (por ejemplo, antes de comenzar, arrancar, parar, etc.) una soldadura, permitiendo de este modo que el operador de soldadura realice la operación de soldadura con el parámetro de soldadura dentro del rango de umbral predeterminado o en el valor objetivo.

Por ejemplo, el operador de soldadura puede desear comenzar la operación de soldadura con un ángulo de trabajo apropiado. Por consiguiente, el operador de soldadura puede seleccionar el "ángulo de trabajo" en el soplete de soldadura 14. Después de que se seleccione el "ángulo de trabajo", el operador de soldadura puede colocar el soplete de soldadura 14 en un ángulo de trabajo deseado. Cuando el operador de soldadura mueve el soplete de soldadura 14, se muestra un ángulo de trabajo actual con respecto a un ángulo de trabajo deseado. Por lo tanto, el operador de soldadura puede mover el soplete de soldadura 14 hasta que el ángulo de trabajo actual coincida con el ángulo de trabajo deseado y/o esté dentro de un rango deseado de ángulos de trabajo. Según se puede apreciar, la pantalla 62 se puede apagar y/u oscurecer de manera que se quede en blanco durante una operación de soldadura. Sin embargo, un operador de soldadura puede seleccionar un parámetro de soldadura deseado antes de realizar la operación de soldadura. Incluso con la pantalla 62 en blanco, la circuitería de control 52 se puede configurar para controlar el parámetro de soldadura y proporcionar retroalimentación al operador de soldadura durante la operación de soldadura (por ejemplo, retroalimentación de vibración, retroalimentación de audio, etc.).

La FIG. 32 es una forma de realización de un conjunto de capturas de pantalla de la pantalla 62 del soplete de soldadura 14 para mostrar un parámetro de soldadura con respecto a un umbral. El conjunto de capturas de pantalla ilustra varias formas en que los parámetros de soldadura se muestran para un operador de soldadura para realizar

una operación de soldadura. Según se puede apreciar, en determinadas formas de realización, los parámetros de soldadura se pueden mostrar al operador de soldadura antes, durante y/o después de la operación de soldadura. La pantalla 484 ilustra un ángulo de trabajo que no está dentro de un rango de umbral predeterminado. Una parte de parámetros 486 de la pantalla 62 indica el parámetro seleccionado. Además, una sección de rango 488 indica si el parámetro seleccionado está dentro del rango de umbral predeterminado. Además, una sección de valores de parámetros 490 indica el valor del parámetro seleccionado. En la pantalla 484, el ángulo de trabajo de 38 está fuera de rango, según lo indica la flecha que se extiende hacia afuera desde el círculo central. La pantalla 492 ilustra un ángulo de trabajo de 45 que está dentro del rango de umbral predeterminado según se indica mediante ninguna flecha que se extiende desde el círculo central.

- 5
- 10 Según se puede apreciar, el dispositivo de detección 16 se puede configurar para detectar si el ángulo de desplazamiento es un ángulo de arrastre (por ejemplo, el ángulo de desplazamiento está por delante del arco de soldadura) o un ángulo de empuje (por ejemplo, el ángulo de desplazamiento sigue detrás del arco de soldadura). Por consiguiente, la pantalla 494 ilustra un ángulo de desplazamiento de arrastre de 23 que está fuera de un rango de umbral predeterminado según se indica mediante una flecha que se extiende hacia fuera desde un círculo central.
- 15 Por el contrario, la pantalla 496 ilustra un ángulo de desplazamiento de empuje de 15 que está dentro del rango de umbral predeterminado según se indica mediante ninguna flecha que se extiende desde el círculo central. Además, la pantalla 498 ilustra una velocidad de desplazamiento de 12 que está dentro de un rango de umbral predeterminado según se indica mediante una línea vertical alineada con el círculo central. Por el contrario, la pantalla 500 ilustra una velocidad de desplazamiento de 18 que está fuera del rango de umbral predeterminado según se indica por la línea vertical a la derecha del círculo central.
- 20

La pantalla 502 ilustra una distancia punta-a-trabajo de 1,5 que es mayor que un rango de umbral predeterminado según se indica mediante un pequeño círculo dentro de una banda externa. Además, la pantalla 504 ilustra la distancia punta-a-trabajo de 0,4 que es menor que un rango de umbral predeterminado según se indica por el círculo fuera de la banda externa. Además, la pantalla 506 ilustra la distancia punta-a-trabajo de 1,1 que está dentro del rango de umbral predeterminado según se indica mediante el círculo que llena considerablemente el área dentro de la banda externa. Además, la pantalla 508 ilustra un objetivo de 0,02 que está dentro de un rango de umbral predeterminado según se indica mediante una línea horizontal alineada con un círculo central. Por el contrario, la pantalla 510 ilustra un objetivo de 0,08 que no está dentro del rango de umbral predeterminado según se indica por la línea horizontal hacia la parte superior del círculo central. Aunque se han mostrado representaciones gráficas específicas en la pantalla 62 en la forma de realización ilustrada para mostrar un parámetro de soldadura con respecto a un umbral, otras formas de realización pueden utilizar cualesquiera representaciones gráficas adecuadas para mostrar un parámetro de soldadura con respecto a un umbral. Además, en determinadas formas de realización, las guías visuales de parámetros individuales se pueden combinar de manera que se visualicen visualmente múltiples parámetros juntos.

25

30

- 35 Además, en determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 puede detectar si el soplete de soldadura 14 está cerca y/o lejos de una unión de soldadura. Estar cerca de la unión de soldadura es una función de la distancia punta de contacto-a-trabajo (CTWD) y los parámetros objetivo. Cuando tanto el CTWD como los parámetros objetivo están dentro de rangos predeterminados adecuados, el sistema de soldadura 10 puede considerar el soplete de soldadura 14 cerca de la unión de soldadura. Además, cuando el soplete de soldadura 14 está cerca de la unión de soldadura, las guías visuales se pueden mostrar en el soplete de soldadura 14. Cuando el soplete de soldadura 14 está cerca de la unión de soldadura y en el modo de soldadura real, se puede mostrar un mensaje (por ejemplo, un mensaje de advertencia) en una pantalla que indique que debe haber en sitio un equipo de soldadura adecuado (por ejemplo, casco de soldadura, etc.) como medida de seguridad para los espectadores. Sin embargo, una pantalla externa puede continuar mostrando los datos en tiempo real a una distancia segura de la operación de soldadura. Además, en algunas formas de realización, cuando el soplete de soldadura 14 está cerca de la unión de soldadura y en el modo de soldadura real, la pantalla del soplete de soldadura 14 se puede cambiar (por ejemplo, en esencia, a una vista que no distraiga, a una imagen predeterminada, etc., en blanco y/o transparente) mientras un operador de soldadura acciona el iniciador del soplete de soldadura 14. Cuando el soplete de soldadura 14 está lejos de la unión de soldadura, el accionamiento del iniciador del soplete 14 no funcionará (por ejemplo, comienza) una ejecución de prueba. Además, cuando el soplete de soldadura 14 está lejos de la unión de soldadura, el accionamiento del soplete de soldadura 14 no tendrá efecto en un modo de soldadura no real, y puede alimentar hilo de soldadura en el modo de soldadura real sin comenzar una ejecución de prueba.
- 40
- 45
- 50

La FIG. 33 es una forma de realización de un método 512 para monitorizar el soplete de soldadura 14 en el sistema de soldadura 10 utilizando al menos cuatro marcadores. Una o más cámaras (por ejemplo, tal como una o más cámaras del sistema de detección 16) se utilizan para detectar los marcadores del soplete de soldadura 14 (bloque 514). Según se describió anteriormente, los marcadores pueden ser marcadores reflectantes y/o marcadores emisores de luz. Además, los marcadores pueden incluir cuatro o más marcadores para facilitar la determinación de una posición y/u orientación precisas del soplete de soldadura 14. Se pueden utilizar uno o más procesadores 20 del ordenador 18 (u otros procesadores) con el sistema de detección 16 para monitorizar la posición del soplete de soldadura 14 y/o la orientación del soplete de soldadura 14 en base a los marcadores detectados (bloque 516). Si la una o más cámaras no pueden detectar uno o más de los marcadores, el uno o más procesadores 20 (o circuitería de control, tal como la circuitería de control 52) se pueden configurar para impedir la soldadura real mientras que la una o más cámaras no puedan detectar los marcadores (bloque 518). Además, la pantalla 62 del soplete de

55

60

soldadura 14 se puede configurar para mostrar un mensaje indicando que los marcadores no se detectan mientras que la una o más cámaras no puedan detectar los marcadores del soplete de soldadura 14 (bloque 520). Por consiguiente, se puede impedir la soldadura real que utiliza el soplete de soldadura 14 si el soplete de soldadura 14 no se puede monitorizar mediante el sistema de detección 16.

5 La FIG. 34 es una forma de realización de un método 522 para detectar la capacidad del procesador 20 (o de cualquier otro procesador) para comunicarse con el soplete de soldadura 14. El soplete de soldadura 14 se configura para detectar una señal del procesador 20 (bloque 524). La señal se proporciona desde el procesador 20 al soplete de soldadura 14 en un intervalo predeterminado. En determinadas formas de realización, la señal puede ser una  
 10 señal pulsada proporcionada desde el procesador 20 al soplete de soldadura 14 en el intervalo predeterminado. Además, la señal se proporciona al soplete de soldadura 14 de manera que el soplete de soldadura 14 pueda determinar que el soplete de soldadura 14 se puede comunicar con el procesador 20. Si el soplete de soldadura 14 no recibe la señal del procesador 20 dentro del intervalo predeterminado, la circuitería de control 52 (o la circuitería de control de otro dispositivo) se configura para impedir la soldadura real utilizando el soplete de soldadura 14 mientras no se detecte la señal (bloque 526). Además, la pantalla 62 se puede configurar para mostrar un mensaje  
 15 indicando que la señal del procesador 20 no se detecta mientras la soldadura activa está bloqueada (bloque 528). Por consiguiente, el soplete de soldadura 14 puede detectar la capacidad del procesador 20 para comunicarse con el soplete de soldadura 14.

La FIG. 35 es una forma de realización de un método 530 para calibrar una unión de soldadura curva que se puede utilizar con el sistema de soldadura 10. Una o más cámaras (por ejemplo, tal como una o más cámaras del sistema  
 20 de detección 16) se utilizan para detectar una primera posición (por ejemplo, primer punto de calibración) de la unión de soldadura curva (bloque 532). Por ejemplo, una herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 se pueden utilizar para identificar la primera posición de la unión de soldadura curva a la una o más cámaras (por ejemplo, tal como tocando con una punta de la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 la primera  
 25 posición). Además, la una o más cámaras se pueden utilizar para monitorizar la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 para determinar una posición y/o una orientación de la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 para detectar la primera posición de la unión de soldadura curva.

Además, la una o más cámaras se utilizan para detectar una segunda posición (por ejemplo, un segundo punto de calibración) de la unión de soldadura curva (bloque 534). Por ejemplo, la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 se pueden utilizar para identificar la segunda posición de la unión de soldadura curva a la una o más  
 30 cámaras. Además, la una o más cámaras se pueden utilizar para monitorizar la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 para determinar una posición y/o una orientación de la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 para detectar la segunda posición de la unión de soldadura curva. Además, la una o más cámaras se utilizan para detectar una parte curva de la unión de soldadura curva entre las posiciones primera y  
 35 segunda de la unión de soldadura curva (bloque 536). Por ejemplo, la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 se pueden utilizar para identificar la unión de soldadura curva entre las posiciones primera y segunda de la unión de soldadura curva. Además, la una o más cámaras se pueden utilizar para monitorizar la herramienta de calibración y/o el soplete de soldadura 14 para detectar la parte curva de la unión de soldadura curva. Según se puede apreciar, durante la operación, se puede detectar la primera posición, a continuación, se puede detectar la  
 40 unión de soldadura curva, y a continuación, se puede detectar la segunda posición. Sin embargo, la detección de la primera posición, la segunda posición y la unión de soldadura curva puede ocurrir en cualquier orden adecuado. En determinadas formas de realización, una representación de la parte curva de la unión de soldadura curva se puede almacenar para determinar una calidad de una operación de soldadura comparando una posición y/o una orientación del soplete de soldadura 14 durante la operación de soldadura con la representación almacenada de la parte curva  
 45 de la unión de soldadura curva. Según se puede apreciar, en determinadas formas de realización, la operación de soldadura puede ser una operación de soldadura de múltiples pasadas.

Además, la calibración para algunas uniones, tales como las uniones de soldadura circulares (por ejemplo, uniones de tubería) se puede realizar tocando con la herramienta de calibración en tres puntos diferentes alrededor de la  
 50 circunferencia de la unión de soldadura circular. Una trayectoria de la unión de soldadura circular se puede determinar a continuación calculando un círculo de mejor ajuste que interseque los tres puntos. La trayectoria de la unión de soldadura circular se puede almacenar y utilizar para evaluar los parámetros de soldadura de las soldaduras de capacitación. Para una geometría más compleja, la herramienta de calibración se puede arrastrar a lo largo de toda la unión para indicar la unión al sistema de manera que se puedan calcular todos los parámetros.

La FIG. 36 es un diagrama de una forma de realización de una unión de soldadura curva 538. Una unión de soldadura curva 538 de este tipo se puede calibrar utilizando el método 530 descrito en la FIG. 35. La unión de soldadura curva 538 está en una pieza de trabajo 540. Específicamente, la unión de soldadura curva 538 incluye una primera posición 542, una segunda posición 544 y una parte curva 546. Utilizando el método 530, una forma de la unión de soldadura curva 538 se puede determinar y/o almacenar para evaluar a un operador de soldadura que realiza una operación de soldadura en la unión de soldadura curva 538.

60 La FIG. 37 es una forma de realización de un método 548 para monitorizar una operación de soldadura de múltiples pasadas. Una o más cámaras (por ejemplo, tal como una o más cámaras del sistema de detección 16) se utilizan

para detectar una primera pasada del soplete de soldadura 14 a lo largo de una unión de soldadura durante la operación de soldadura de múltiples pasadas (bloque 550). Además, la una o más cámaras se utilizan para detectar una segunda pasada del soplete de soldadura 14 a lo largo de la unión de soldadura durante la operación de soldadura de múltiples pasadas (bloque 552). Además, la una o más cámaras se utilizan para detectar una tercera pasada del soplete de soldadura 14 a lo largo de la unión de soldadura durante la operación de soldadura de múltiples pasadas (bloque 554). La circuitería de control 52 (o la circuitería de control de otro dispositivo) se puede configurar para almacenar una representación de la primera pasada, la segunda pasada y/o la tercera pasada juntas como una sola operación de soldadura para determinar una calidad de la operación de soldadura de múltiples pasadas. Según se puede apreciar, la operación de soldadura de múltiples pasadas puede ser una operación de soldadura real, una operación de soldadura de capacitación, una operación de soldadura de realidad virtual y/o una operación de soldadura de realidad aumentada.

La FIG. 38 es una vista en perspectiva de una forma de realización del soporte de soldadura 12. El soporte de soldadura 12 incluye la superficie de soldadura 88 soportada por las patas 90. Además, la superficie de soldadura 88 incluye una o más ranuras 91 para facilitar la colocación de una pieza de trabajo en la superficie de soldadura 88. Además, la superficie de soldadura 88 incluye aberturas múltiples 556 (por ejemplo, agujeros o aberturas) que se extienden a través de la superficie de soldadura 88. Las aberturas 556 se pueden utilizar para permitir que el dispositivo de detección 16 determine una posición y/o una orientación de la superficie de soldadura 88. Específicamente, los marcadores se pueden disponer debajo de las aberturas 556, aún dentro de la vista del dispositivo de detección 16 para permitir que el dispositivo de detección 16 determine la posición y/o la orientación de la superficie de soldadura 88. Los marcadores se pueden disponer debajo de la superficie de soldadura 88 para facilitar la mayor duración de los marcadores y/o para impedir que la suciedad cubra los marcadores, según se explica con mayor detalle con respecto a la FIG. 39.

Los cajones 558 se unen al soporte de soldadura 12 para permitir el almacenamiento de diversos componentes con el soporte de soldadura 12. Además, las ruedas 560 se acoplan al soporte de soldadura 12 para facilitar el movimiento del soporte de soldadura 12 fácilmente. Junto a los cajones 558, una herramienta de calibración 562 y un soporte del soplete de soldadura 564 permiten el almacenamiento de una herramienta de calibración y el soplete de soldadura 14. En determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 se puede configurar para detectar que la herramienta de calibración está en el soporte de la herramienta de calibración 562 en diferentes momentos, tales como antes de realizar una operación de soldadura. Una estructura de soporte 566 que se extiende verticalmente desde la superficie de soldadura 88 se utiliza para proporcionar soporte estructural al dispositivo de detección 16 y la pantalla 32. Además, una bandeja 568 se acopla a la estructura de soporte 566 para facilitar el almacenamiento de diversos componentes.

La cubierta protectora 102 se coloca sobre la pantalla 32 para impedir que determinados elementos ambientales entren en contacto con la pantalla 32 (por ejemplo, las salpicaduras de soldadura, humo, chispas, calor, etc.). Un mango 570 se acopla a la cubierta protectora 102 para facilitar el giro de la cubierta protectora 102 desde una primera posición (según se ilustra) utilizada para impedir que determinados elementos ambientales entren en contacto la pantalla 32 hasta una segunda posición elevada alejada de la pantalla 32, según se ilustra mediante las flechas 572. La segunda posición no está configurada para impedir que los elementos ambientales entren en contacto con la pantalla 32. En determinadas formas de realización, la cubierta protectora 102 se puede mantener en la primera y/o segunda posición mediante un dispositivo de enclavamiento, un amortiguador, un actuador, un tope, etc.

Se utiliza un interruptor 573 para detectar si la cubierta protectora 102 está en la primera posición o en la segunda posición. Además, el interruptor 573 se puede acoplar a la circuitería de control 52 (o circuitería de control de otro dispositivo) y se puede configurar para detectar si la cubierta protectora 102 está en la primera o la segunda posición y para impedir o habilitar varias operaciones (por ejemplo, soldadura real, potencia auxiliar, etc.) mientras que el interruptor 573 detecta que la cubierta protectora 102 está en la primera y/o segunda posición. Por ejemplo, si el interruptor 573 detecta que la cubierta protectora 102 está en la segunda posición (por ejemplo, que no cubre adecuadamente la pantalla 32), la circuitería de control 52 puede impedir la soldadura real y/o la soldadura de simulación (con la cubierta protectora 102 en la segunda posición, el dispositivo de detección 16 puede ser incapaz de detectar los marcadores con precisión). Como otro ejemplo, si el interruptor 573 detecta que la cubierta protectora 102 está en la segunda posición, la circuitería de control del soporte de soldadura 12 puede impedir la disponibilidad de potencia proporcionada a una salida 574 del soporte de soldadura 12. En determinadas formas de realización, la pantalla 32 puede mostrar una indicación de que la cubierta protectora 102 está en la primera y/o segunda posición. Por ejemplo, mientras la cubierta protectora 102 está en la segunda posición, la pantalla 32 puede proporcionar una indicación al operador de soldadura de que la soldadura real y/o la potencia en la salida 574 no están disponibles. El soporte de soldadura 12 incluye altavoces 575 para permitir que se proporcione retroalimentación de audio a un operador de soldadura que utiliza el soporte de soldadura 12. Además, en determinadas formas de realización, si el iniciador del soplete de soldadura 14 se acciona mientras la cubierta de protección 102 está en la segunda posición, el sistema de soldadura 10 puede proporcionar retroalimentación visual y/o de audio al operador (por ejemplo, el sistema de soldadura 10 puede proporcionar un mensaje visual y un efecto de sonido audible).

Según se ilustra, la estructura de soporte 566 incluye un primer brazo 576 y un segundo brazo 578. Los brazos primero y segundo 576 y 578 pueden girar alrededor de la estructura de soporte 566 para permitir que los brazos

primero y segundo 576 y 578 se coloquen a una altura seleccionada para soldadura vertical y/o aérea. En la forma de realización ilustrada, los brazos primero y segundo 576 y 578 pueden girar de forma independiente (por ejemplo, por separado) uno con respecto a otro de manera que el primer brazo 576 se puede colocar en una primera posición vertical mientras que el segundo brazo 578 se puede colocar en una segunda posición vertical diferente de la primera posición vertical. En otras formas de realización, los brazos primero y segundo 576 y 578 se configuran para girar juntos. Además, en determinadas formas de realización, los brazos primero y segundo 576 y 578 se pueden girar de forma independiente y/o juntos en base a una selección realizada por un operador de soldadura. Según se puede apreciar, en otras formas de realización, los brazos pueden no estar acoplados a la estructura de soporte 566, sino que se pueden colocar en otras ubicaciones, tales como colocarse para extenderse verticalmente por encima de una o más patas delanteras, etc. Además, en algunas formas de realización, se puede acoplar una estructura al soporte de soldadura 12 para facilitar que un operador de soldadura se incline y/o repose sobre el mismo (por ejemplo, una barra inclinada).

Cada uno de los brazos primero y segundo 576 y 578 incluye un amortiguador 580 (u otro dispositivo de soporte) que facilita la sujeción de los brazos primero y segundo 576 y 578 en posiciones verticales seleccionadas. Además, cada uno de los brazos primero y segundo 576 y 578 incluye un sistema de frenado 582 configurado para bloquear los brazos primero y segundo 576 y 578 individualmente en posiciones seleccionadas. En determinadas formas de realización, el sistema de frenado 582 se desbloquea aplicando una fuerza a un mango, un interruptor, un pedal y/u otro dispositivo.

La pieza de trabajo 84 se acopla al segundo brazo 578 para soldadura aérea y/o vertical. Además, el primer brazo 576 incluye la placa de soldadura 108 para soldadura aérea, horizontal y/o vertical. Según se puede apreciar, la pieza de trabajo 84, la placa de soldadura 108 y/o una abrazadera utilizada para sujetar la placa de soldadura 108 pueden incluir marcadores múltiples (por ejemplo, emisión reflectante y/o luminosa) para facilitar la monitorización mediante el dispositivo de detección 16. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, la pieza de trabajo 84, la placa de soldadura 108 y/o la abrazadera pueden incluir tres marcadores en una superficie (por ejemplo, en un plano) y un cuarto marcador en otra superficie (por ejemplo, en un plano diferente) para facilitar la monitorización mediante el dispositivo de detección 16. Según se ilustra, un liberador de freno 584 se une a cada uno de los brazos primero y segundo 576 y 578 para desbloquear cada sistema de frenado 582. En determinadas formas de realización, se puede prolongar hacia abajo una cadena de tracción desde cada liberador de freno 584 para facilitar el desbloqueo y/o bajar los brazos primero y segundo 576 y 578, tal como cuando el liberador de freno 584 de los brazos primero y segundo 576 y 578 está verticalmente por encima del alcance de un operador de soldadura. Por lo tanto, el operador de soldadura puede tirar de un mango de la cadena de tracción para desbloquear el sistema de frenado 582 y/o para bajar los brazos primero y segundo 576 y 578.

Según se ilustra, el segundo brazo 578 incluye un conjunto de abrazadera 588 para acoplar la pieza de trabajo 84 al segundo brazo 578. Además, el conjunto de abrazadera 588 incluye múltiples mangos en T 590 para ajustar, apretar, asegurar y/o aflojar abrazaderas y otras partes del conjunto de abrazadera 588. En determinadas formas de realización, el primer brazo 576 también puede incluir varios mangos en T 590 para ajustar, apretar, asegurar y/o aflojar la placa de soldadura 108. Según se puede apreciar, el conjunto de abrazadera 588 puede incluir marcadores múltiples (por ejemplo, reflexivo y/o emisión de luz) para facilitar la monitorización mediante el dispositivo de detección 16. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, el conjunto de abrazadera 588 puede incluir tres marcadores en una superficie (por ejemplo, en un plano) y un cuarto marcador en otra superficie (por ejemplo, en un plano diferente) para facilitar la monitorización mediante el dispositivo de detección 16. Se debe observar que el sistema de soldadura 10 puede incluir el conjunto de abrazadera 588 en uno o ambos brazos primero y segundo 576 y 578.

El dispositivo de detección 16 incluye una cubierta extraíble 592 dispuesta delante de una o más cámaras del dispositivo de detección 16 para impedir que elementos ambientales (por ejemplo, salpicaduras, humo, calor, etc.) u otros objetos entren en contacto con el dispositivo de detección 16. La cubierta extraíble 592 se dispone en ranuras 594 configuradas para mantener la cubierta extraíble 592 delante al dispositivo de detección 16. En determinadas formas de realización, la cubierta extraíble 592 se puede insertar, extraer y/o reemplazar sin la utilización de herramientas. Según se explica en detalle a continuación, la cubierta extraíble 592 se puede disponer delante del dispositivo de detección 16 formando un ángulo para facilitar que la luz infrarroja pase a través de la misma.

Según se ilustra, un conjunto de unión 596 se puede acoplar entre los brazos primero y/o segundo 576 y 578 y el dispositivo de detección 16 para facilitar el giro del dispositivo de detección 16 cuando los brazos primero y/o segundo 576 y 578 se giran. Por consiguiente, a medida que se giran los brazos primero y/o segundo 576 y 578, el dispositivo de detección 16 también puede girar de manera que una o más cámaras del dispositivo de detección 16 se coloquen para monitorizar una superficie de soldadura seleccionada. Por ejemplo, si los brazos primero y/o segundo 576 y 578 se colocan en una posición baja, el dispositivo de detección 16 se puede configurar para monitorizar las operaciones de soldadura que se producen en la superficie de soldadura 88. Por otro lado, si los brazos primero y/o los segundo 576 y 578 se colocan en una posición elevada, el dispositivo de detección 16 se puede configurar para monitorizar operaciones de soldadura vertical, horizontal y/o aérea. En algunas formas de realización, los brazos primero y/o segundo 576 y 578 y el dispositivo de detección 16 pueden no estar mecánicamente unidos, aunque el giro de los brazos primero y/o segundo 576 y 578 puede facilitar el giro del dispositivo de detección 16. Por ejemplo, se pueden detectar los marcadores en los brazos primero y/o segundo 576

y 578 mediante el dispositivo de detección 16 y el dispositivo de detección 16 se puede mover (por ejemplo, utilizando un motor) en base a la posición detectada del primer y/o segundo brazo 576 y 578.

La FIG. 39 es una vista en sección transversal de una forma de realización de la superficie de soldadura 88 del soporte de soldadura 12 de la FIG. 38. Según se ilustra, la superficie de soldadura 88 incluye múltiples aberturas 556 que se extienden a través de ella entre un plano superior 597 de la superficie de soldadura 88 y un plano inferior 598 de la superficie de soldadura 88. Un soporte 599 se coloca debajo de cada abertura 556. Los soportes 599 se pueden acoplar a la superficie de soldadura 88 utilizando cualquier medio de sujeción o fijador adecuado. En la forma de realización ilustrada, los soportes 599 se acoplan a la superficie de soldadura 88 utilizando fijadores 600 (por ejemplo, pernos, tornillos, etc.). En otras formas de realización, los soportes 599 se pueden soldar, pegar o asegurar de otro modo a la superficie de soldadura 88. Además, en determinadas formas de realización, los soportes 599 se pueden montar en un lado lateral del soporte de soldadura 12 en lugar de la superficie de soldadura 88. Los marcadores 602 se acoplan a los soportes 599 y se colocan verticalmente debajo de las aberturas 556, pero los marcadores 602 están desplazados horizontalmente de las aberturas 556 para impedir que el polvo y/o las salpicaduras entren en contacto con los marcadores 602 y para permitir que el dispositivo de detección 16 detecte los marcadores 602. En algunas formas de realización, los marcadores 602 se pueden colocar dentro de las aberturas 556 y/o en cualquier ubicación de manera que el sistema de monitorización del movimiento se coloque en un lado del plano superior 597 y los marcadores 602 se coloquen en el lado opuesto del plano superior 597. Según se puede apreciar, los marcadores 602 pueden ser reflectantes y/o emisores de luz. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, los marcadores 602 se pueden formar a partir de una cinta reflectante a la luz. En algunas formas de realización, los marcadores 602 pueden ser marcadores esféricos. Por consiguiente, el dispositivo de detección 16 puede detectar los marcadores 602 para determinar una posición y/o una orientación de la superficie de soldadura 88.

La FIG. 40 es una vista en sección transversal de una forma de realización del dispositivo de detección 16 que tiene la cubierta extraíble 592. Según se ilustra, la cubierta extraíble 592 se dispone en las ranuras 594. El dispositivo de detección 16 incluye una cámara 604 (por ejemplo, cámara infrarroja) que tiene una cara 605 en un lado de la cámara 604 que tiene una lente 606. La cubierta extraíble 592 se configura para permitir que la luz infrarroja pase a su través y para impedir que los elementos ambientales (por ejemplo, salpicaduras, humo, calor, etc.) u otros objetos entren en contacto con la lente 606 de la cámara 604. Según se puede apreciar, la cámara 604 puede incluir uno o más emisores de infrarrojos 607 configurados para emitir luz infrarroja. Si la cubierta extraíble 592 se coloca directamente delante a la cara 605, se puede reflejar una gran cantidad de la luz infrarroja de los emisores de infrarrojos 607 mediante la cubierta extraíble 592 hacia la lente 606 de la cámara 604. Por consiguiente, la cubierta extraíble 592 se coloca con un ángulo 608 con respecto a la cara 605 de la cámara 604 para dirigir una parte considerable de la luz infrarroja a reflejarse hacia la lente 606. Específicamente, en determinadas formas de realización, la cubierta extraíble 592 se puede colocar con el ángulo 608 entre aproximadamente 10 a 60 grados con respecto a la cara 605 de la cámara 604. Además, en otras formas de realización, la cubierta extraíble 592 se puede colocar con el ángulo 608 entre aproximadamente 40 a 50 grados (por ejemplo, aproximadamente 45 grados) con respecto a la cara 605 de la cámara 604. La cubierta extraíble 592 se puede fabricar a partir de cualquier material transmisor de luz adecuado. Por ejemplo, en determinadas formas de realización, la cubierta extraíble 592 se puede fabricar a partir de un material polimérico o cualquier otro material adecuado.

La FIG. 41 es una vista en perspectiva de una forma de realización de una herramienta de calibración 610. Según se puede apreciar, la herramienta de calibración 610 se puede utilizar para calibrar una pieza de trabajo, una superficie de trabajo, una unión de soldadura, etc., para una operación de soldadura. La herramienta de calibración 610 incluye un mango 612 para facilitar el agarre de la herramienta de calibración 610. Además, la herramienta de calibración 610 se configura para ser detectada mediante el dispositivo de detección 16 para determinar una posición espacial en la que se contacta con una punta 614 de la herramienta de calibración 610. En determinadas formas de realización, el ordenador 18 acoplado al dispositivo de detección 16 se puede configurar para determinar un punto de calibración simplemente mediante la punta 614 que contacta con una superficie específica. En otras formas de realización, el ordenador 18 se configura para determinar un punto de calibración mediante un operador de soldadura que proporciona una entrada que indica que la punta 614 está en contacto con un punto de calibración. Además, en la forma de realización ilustrada, el ordenador 18 se configura para detectar un punto de calibración mediante la punta 614 que contacta con el punto de calibración mientras se aplica una fuerza hacia abajo a la herramienta de calibración 610 a través del mango. La fuerza hacia abajo dirige una distancia entre dos marcadores adyacentes para que disminuya por debajo de un umbral predeterminado, indicando de este modo un punto de calibración seleccionado. El dispositivo de detección 16 se configura para detectar el cambio en la distancia entre los dos marcadores adyacentes y el ordenador 18 se configura para utilizar el cambio de distancia para identificar el punto de calibración.

El mango 612 se acopla a una cubierta transmisora de la luz 616. Además, una junta de estanqueidad 618 se acopla a un extremo de la cubierta transmisora de luz 616, mientras que una tapa de extremo 620 se acopla a un extremo opuesto de la cubierta transmisora de luz 616. Durante la operación, a medida que se aplica una fuerza hacia abajo a la herramienta de calibración 610 utilizando el mango 612, disminuye una distancia 622 entre la punta 613 y la junta de estanqueidad 618.

La FIG. 42 es una vista en perspectiva de la herramienta de calibración 610 de la FIG. 41 que tiene la cubierta externa 616 extraída. La herramienta de calibración 610 incluye una primera parte 624 que tiene un primer eje 626. Además, el primer eje 626 incluye la punta 614 en un extremo, y un cojinete 628 (o estructura de montaje) en un extremo opuesto. En determinadas formas de realización, el cojinete 628 tiene una estructura en forma de copa configurada para ajustarse alrededor de una punta de contacto del soplete de soldadura 14. Además, el primer eje 626 incluye un primer marcador 630 y un segundo marcador 632 acoplados al mismo. La herramienta de calibración 610 también incluye una segunda parte 634 que tiene un segundo eje 636 con un tercer marcador 638 acoplado al mismo. Un muelle 640 se dispone alrededor del segundo eje 636 entre el tercer marcador 638 y el cojinete 628. Según se puede apreciar, el muelle 640 facilita que el tercer marcador 638 se dirija hacia el segundo marcador 632. Por ejemplo, cuando se aplica una fuerza hacia abajo a la herramienta de calibración 610 utilizando el mango 612, el muelle 640 se comprime para disminuir una primera distancia 642 entre los marcadores segundo y tercero 632 y 638. Por el contrario, a medida que se elimina la fuerza hacia abajo de la herramienta de calibración 610, el muelle 640 se descomprime para aumentar la primera distancia 642 entre los marcadores segundo y tercero 632 y 638. Una segunda distancia 644 entre los marcadores primero y segundo 630 y 632 es fija, y una tercera distancia 646 entre el primer marcador 630 y la punta 614 también es fija.

En determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 utiliza la herramienta de calibración 610 para detectar puntos de calibración utilizando un algoritmo predeterminado. Por ejemplo, la tercera distancia 646 entre la punta 614 y el marcador más cercano a la punta 614 (por ejemplo, el primer marcador 630) se mide. La tercera distancia 646 se almacena en la memoria. La segunda distancia 644 entre dos marcadores fijos (por ejemplo, el primer marcador 630 y el segundo marcador 632) se mide. La segunda distancia 644 también se almacena en la memoria. Además, se mide una distancia comprimida entre los marcadores (por ejemplo, los marcadores segundo y tercero 632 y 638) con el muelle 640 dispuesto entre los mismos. Se calcula una línea entre los dos marcadores fijos utilizando sus ubicaciones x, y, z. La línea se utiliza para proyectar un vector a lo largo de esa línea con una longitud de la tercera distancia 646 comenzando en el primer marcador 630 más cercano a la punta 614. La dirección del vector se puede seleccionar para se aleje de los marcadores comprimidos. Por consiguiente, la ubicación tridimensional de la punta se puede calcular utilizando los marcadores. En algunas formas de realización, la herramienta de calibración 610 puede utilizar solo dos marcadores. En dichas formas de realización, se puede suponer que el marcador más cercano a la punta 614 es el marcador más cercano a la superficie de trabajo (por ejemplo, mesa o abrazadera). Aunque la herramienta de calibración 610 en la forma de realización ilustrada utiliza compresión para indicar un punto de calibración, la herramienta de calibración 610 puede indicar un punto de calibración de cualquier manera adecuada, tal como destapando un marcador, cubriendo un marcador, encendiendo un LED (por ejemplo, un LED IR), apagando un LED (por ejemplo, un LED IR), habilitando y/o deshabilitando una transmisión inalámbrica a un ordenador, etc.

Los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632 y 638 son esféricos, según se ilustra; sin embargo, en otras formas de realización, los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632 y 638 pueden tener cualquier forma adecuada. Además, los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632 y 638 tienen una superficie externa reflectante y/o incluyen un dispositivo emisor de luz. Por consiguiente, los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632 y 638 se pueden detectar mediante el dispositivo de detección 16. Por lo tanto, el dispositivo de detección 16 se configura para detectar las distancias primera, segunda y tercera 642, 644 y 646. Cuando la primera distancia 642 disminuye por debajo de un umbral predeterminado, el ordenador 18 se configura para identificar un punto de calibración. Según se puede apreciar, las distancias primera, segunda y tercera 642, 644 y 646 son todas diferentes para permitir que el dispositivo de detección 16 y/o el ordenador 18 determinen una ubicación de la punta 614 utilizando la ubicación de los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632 y 638.

Para calibrar una pieza de trabajo, la pieza de trabajo se puede primero afianzar a la superficie de soldadura 88. Después de que la pieza de trabajo se afianza a la superficie de soldadura 88, un operador de soldadura puede proporcionar entrada al sistema de soldadura 10 para significar que la pieza de trabajo está lista para ser calibrada. En determinadas formas de realización, la abrazadera utilizada para asegurar la pieza de trabajo a la superficie de soldadura 88 puede incluir marcadores que facilitan que el sistema de soldadura 10 detecte que la pieza de trabajo está afianzada a la superficie de soldadura 88. Después de que el sistema de soldadura 10 reciba una indicación de que la pieza de trabajo está afianzada a la superficie de soldadura 88, el operador de soldadura utiliza la herramienta de calibración 610 para identificar dos puntos de calibración. Específicamente, en la forma de realización ilustrada, el operador de soldadura toca con la punta 614 en un primer punto de calibración y aplica fuerza hacia abajo utilizando el mango 612 hasta que el sistema de soldadura 10 detecta un cambio suficiente en la distancia entre marcadores adyacentes, indicando de este modo el primer punto de calibración. Además, el operador de soldadura toca con la punta 614 en un segundo punto de calibración y aplica fuerza hacia abajo utilizando el mango 612 hasta que el sistema de soldadura 10 detecta un cambio suficiente en la distancia entre marcadores adyacentes, indicando de este modo el segundo punto de calibración. En determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 solo detectará un punto de calibración si la herramienta de calibración 610 se presiona y sostiene en el punto de calibración durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, 0,1, 0,3, 0,5, 1,0, 2,0 segundos, etc.). El sistema de soldadura 10 se puede configurar para capturar múltiples puntos de calibración (por ejemplo, 50, 100, etc.) sobre el período de tiempo predeterminado y promediarlos juntos. Si se detecta que el movimiento de los puntos de calibración múltiples es mayor que un umbral predeterminado, la calibración se puede rechazar y hacer de nuevo. Además, si se calibra con éxito un primer punto, se puede requerir que un segundo

punto esté a una distancia mínima del primer punto (por ejemplo, 2, 4, 6 pulgadas, etc.). Si el segundo punto no está separado una distancia mínima del primer punto, la calibración del segundo punto se puede rechazar y hacer de nuevo. El sistema de soldadura 10 utiliza los dos puntos de calibración para calibrar la pieza de trabajo.

5 En determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 puede determinar una línea virtual entre los puntos de calibración primero y segundo. La línea virtual puede ser infinitamente larga y extenderse más allá de los puntos de calibración primero y segundo. La línea virtual representa una unión de soldadura. Varios parámetros de soldadura (por ejemplo, ángulo de trabajo, ángulo de desplazamiento, distancia punta-a-trabajo (CTWD), objetivo, velocidad de desplazamiento, etc.) se pueden referir a esta línea virtual. Por consiguiente, la línea virtual puede ser importante para calcular los diversos parámetros de soldadura.

10 Se debe observar que en determinadas formas de realización los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632, y 638 se disponen todos verticalmente por encima del mango 612, mientras que en otras formas de realización, uno o más de los marcadores primero, segundo y tercero 630, 632, y 638 se disponen verticalmente debajo del mango 612 para permitir una mayor distancia entre los marcadores adyacentes. En determinadas formas de realización, la primera parte 624 se puede extraer de la herramienta de calibración 610 y acoplarse a una punta de contacto del soplete de soldadura 14 para calibrar el soplete de soldadura 14. Según se puede apreciar, la punta 614 de la herramienta de calibración 610 puede tener cualquier forma adecuada. Las FIG. 43 a 45 ilustran algunas formas de realización de las formas que la punta 614 puede tener.

20 Específicamente, la FIG. 43 es una vista de perfil de una forma de realización de una punta puntiaguda 648 de la herramienta de calibración 610. Utilizando la punta puntiaguda 648, la herramienta de calibración 610 se puede utilizar para calibrar varias uniones en la pieza de trabajo 84, tal como la unión de filete ilustrada, una unión de solape, una unión a tope sin abertura de raíz, etc. Además, la FIG. 44 es una vista de perfil de una forma de realización de una punta redondeada 650 de la herramienta de calibración 610. Utilizando la punta redondeada 650, la herramienta de calibración 610 se puede utilizar para calibrar varias uniones en la pieza de trabajo 84, tal como la unión de filete ilustrada, una unión a tope con una abertura de raíz, una unión de solape, etc. Además, la FIG. 45 es una vista de perfil de una forma de realización de la punta redondeada 650 de la herramienta de calibración 610 que tiene una pequeña punta puntiaguda 652. Utilizando la pequeña punta puntiaguda 652 en el extremo de la punta redondeada 650, la herramienta de calibración 610 se puede utilizar para calibrar varias uniones en la pieza de trabajo 84, tal como la unión a tope ilustrada sin abertura de raíz, una unión rellena, una unión de solape, etc. En determinadas formas de realización, la punta de la herramienta de calibración 610 se puede extraer y/o es reversible, de manera que la punta incluye dos tipos diferentes de puntas (por ejemplo, un tipo de punta en cada extremo opuesto). Por consiguiente, un operador de soldadura puede seleccionar el tipo de punta utilizado por la herramienta de calibración 610. En determinadas formas de realización, uno o más marcadores se pueden acoplar a la herramienta de calibración 610 si la herramienta de calibración 610 es reversible. El uno o más marcadores se pueden utilizar para indicar qué lado de la punta se está utilizando, de manera que el sistema de soldadura 10 pueda utilizar una distancia punta-marcador adecuada para los cálculos de calibración.

30 La FIG. 46 es una forma de realización de un método 654 para detectar un punto de calibración. El dispositivo de detección 16 (u otro componente del sistema de soldadura 10) detecta un primer marcador de la herramienta de calibración 610, un segundo marcador de la herramienta de calibración 610 y/o un tercer marcador de la herramienta de calibración 610 (bloque 656). Además, el sistema de soldadura 10 determina una primera distancia entre el primer marcador y el segundo marcador y/o una segunda distancia entre el segundo marcador y el tercer marcador (bloque 658). Además, el sistema de soldadura 10 detecta si la primera distancia o la segunda distancia están dentro de un rango de distancia predeterminado (por ejemplo, indicando una distancia comprimida) (bloque 660).

45 El sistema de soldadura 10 determina una posición de un punto de calibración si la primera distancia o la segunda distancia está dentro del rango distancia predeterminado (por ejemplo, indicando una distancia comprimida) (bloque 662). Además, el sistema de soldadura 10 determina una ubicación de una punta de calibración de la herramienta de calibración 610 con respecto a al menos uno de los marcadores primero, segundo y tercero para determinar la posición espacial del punto de calibración (bloque 664).

50 La FIG. 47 es una forma de realización de un método 666 para determinar una puntuación de soldadura en base a una trayectoria de soldadura. Por consiguiente, el método 666 se puede utilizar para evaluar una operación de soldadura. El dispositivo de detección 16 (o cualquier sistema de monitorización de movimiento adecuado) detecta una posición inicial de la operación de soldadura (bloque 668). Además, el dispositivo de detección 16 detecta una posición terminal de la operación de soldadura (bloque 670). Además, el dispositivo de detección 16 detecta una trayectoria espacial de la operación de soldadura entre la posición inicial y la posición del terminal (bloque 672). Por ejemplo, el dispositivo de detección 16 monitoriza una posición y/o una orientación de la operación de soldadura. El sistema de soldadura 10 determina una puntuación de la operación de soldadura basada, al menos parcialmente, en la trayectoria espacial de la operación de soldadura (por ejemplo, si la operación de soldadura recibe una puntuación de aprobación en base a la trayectoria espacial de la operación de soldadura) (bloque 674). Por ejemplo, en determinadas formas de realización, la trayectoria espacial de la operación de soldadura se puede utilizar solo para determinar si falla una puntuación de soldadura. En algunas formas de realización, el dispositivo de detección 16 se puede utilizar para detectar un punto de calibración que corresponde a la posición inicial y/o un punto de calibración que corresponde a la posición terminal.

Por ejemplo, en determinadas formas de realización, el sistema de soldadura 10 determina si la operación de soldadura recibe una puntuación de aprobación al determinar si: una distancia de la trayectoria de la operación de soldadura es mayor que un umbral predeterminado inferior, la distancia de la trayectoria de la operación de soldadura es menor que el umbral predeterminado inferior, la distancia de la trayectoria de la operación de soldadura es mayor que un umbral predeterminado superior, la distancia de la trayectoria de la operación de soldadura es menor que el umbral predeterminado superior, la trayectoria de la operación de soldadura se desvía considerablemente de una trayectoria predeterminada de la operación de soldadura, la trayectoria de la operación de soldadura indica que se produjeron múltiples pasadas de soldadura en una sola ubicación a lo largo de una unión de soldadura, un tiempo de soldadura a lo largo de la trayectoria de la operación de soldadura es mayor que un umbral predeterminado inferior, el tiempo de soldadura a lo largo de la trayectoria de la operación de soldadura es menor que el umbral predeterminado inferior, el tiempo de soldadura a lo largo de la trayectoria de la operación de soldadura es mayor que un umbral predeterminado superior, y/o el tiempo de soldadura a lo largo de la trayectoria de la operación de soldadura es menor que el umbral predeterminado superior.

Además, en algunas formas de realización, para que el sistema de soldadura 10 determine una puntuación, el sistema de soldadura 10 puede ignorar una primera parte de la trayectoria adyacente a la posición inicial y una segunda parte de la trayectoria adyacente a la posición terminal. Por ejemplo, la primera parte de la trayectoria y la segunda parte de la trayectoria pueden incluir una distancia de aproximadamente 0,5 pulgadas. Además, en otras formas de realización, la primera parte de la trayectoria y la segunda parte de la trayectoria pueden incluir partes de la trayectoria formadas durante un tiempo de aproximadamente 0,5 segundos.

La FIG. 48 es una forma de realización de un método 676 para la transición entre modos de soldadura utilizando una interfaz de usuario del soplete de soldadura 14. La circuitería de control 52 del soplete de soldadura 14 (o circuito de control de otro dispositivo) detecta una señal producida por una interfaz de usuario del soplete de soldadura 14 que indica una solicitud para cambiar el modo de soldadura (por ejemplo, modo de capacitación de soldadura) (bloque 678). Además, la circuitería de control 52 determina un período de tiempo durante el cual se detecta la señal (bloque 680). La circuitería de control 52 se configura para cambiar el modo de soldadura desde un modo de simulación (por ejemplo, modo de realidad virtual, modo de realidad aumentada, etc.) a un modo de soldadura real si el período de tiempo durante el cual se detecta la señal es mayor que un umbral predeterminado (bloque 682). Por el contrario, la circuitería de control 52 se configura para cambiar el modo de soldadura desde el modo de soldadura real al modo de simulación simplemente si se detecta la señal (bloque 684) (por ejemplo, no existe un período de tiempo durante el cual se debe detectar la señal antes de realizar una transición desde el modo de soldadura real). La circuitería de control 52 se configura para dirigir el soplete de soldadura 14 para que vibre después de cambiar al modo de soldadura real (bloque 686). Por ejemplo, la circuitería de control 52 se puede configurar para dirigir el soplete de soldadura 14 para que vibre dos o más veces (por ejemplo, pulsos de vibración) para indicar un cambio al modo de soldadura real.

Además, la circuitería de control 52 se puede configurar para dirigir el soplete de soldadura 14 para que vibre cualquier cantidad adecuada de veces (por ejemplo, un número predeterminado de veces) para indicar un cambio al modo de soldadura real. Según se puede apreciar, la señal que indica la solicitud para cambiar el modo de soldadura se puede producir presionando un botón en la interfaz de usuario del soplete de soldadura 14. Como tal, el modo de soldadura se puede cambiar del modo de soldadura real presionando y soltando el botón (por ejemplo, el botón no se tiene que mantener presionado durante un período de tiempo predeterminado). Por el contrario, el modo de soldadura se puede cambiar del modo de simulación al modo de soldadura real presionando y manteniendo presionado el botón durante un período de tiempo predeterminado. En determinadas formas de realización, se puede producir un sonido audible después de cambiar los modos de soldadura. Además, en algunas formas de realización, un sonido audible y una vibración pueden acompañar cualquier cambio entre modos de soldadura. Además, una pantalla del soplete de soldadura 14 puede mostrar el modo de soldadura después de cambiar el modo de soldadura. En algunas formas de realización, la pantalla puede hacer parpadear el modo de soldadura en la pantalla un número predeterminado de veces.

Según se puede apreciar, utilizando los sistemas, dispositivos, y técnicas descritas en la presente memoria, se puede proporcionar un sistema de soldadura 10 para la capacitación de operadores de soldadura. El sistema de soldadura 10 puede ser rentable y puede permitir que los estudiantes de soldadura reciban prácticas de capacitación de alta calidad.

Según se utiliza en la presente memoria, el término "rango predeterminado" puede significar cualquiera de lo siguiente: un grupo de números delimitado por un límite superior predeterminado y un límite inferior predeterminado, un grupo de números mayores que un límite predeterminado y un grupo de números menores a un límite predeterminado. Además, el rango puede incluir números iguales a uno o más límites predeterminados.

Aunque en la presente memoria solo se han ilustrado y descrito determinadas características de la invención, muchas modificaciones y cambios se les ocurrirán a los expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Una herramienta de calibración (610) que comprende:  
una punta de calibración (614);  
un primer marcador (632) dispuesto a una primera distancia (644, 646) de la punta de calibración (614); y  
5 un segundo marcador (638) dispuesto a una segunda distancia (642) del primer marcador (632),  
caracterizado por que  
la segunda distancia (642) se puede ajustar durante la calibración mediante una fuerza hacia abajo que ponga  
en contacto la punta de calibración (614) con un punto de calibración disminuyendo dicha segunda distancia  
(642) por debajo de un umbral predeterminado identificando de este modo dicho punto de calibración.
- 10 2. La herramienta de calibración de la reivindicación 1, que comprende un muelle (640) dispuesto entre el  
primer marcador (632) y el segundo marcador (638), en donde el muelle (640) se configura para comprimirse para  
disminuir la segunda distancia (642) y expandirse para aumentar la segunda distancia (642).
3. La herramienta de calibración de la reivindicación 1 o 2, en donde los marcadores primero y segundo  
(632, 638) comprenden un material reflectante.
- 15 4. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la punta de calibración (614)  
es redondeada.
5. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la punta de calibración (614)  
es puntiaguda.
- 20 6. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la punta de calibración (614)  
es redondeada con un punto que se extiende desde la misma.
7. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un tercer  
marcador (630) dispuesto a una tercera distancia (642, 644) del segundo marcador (638), en donde las distancias  
segunda y tercera son diferentes entre sí.
8. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un mango  
25 (612) que facilita la manipulación de la herramienta de calibración (610).
9. La herramienta de calibración de la reivindicación 8, en donde la segunda distancia (642) se configura  
para que sea ajustada por un operador poniendo en contacto la punta de calibración (614) con un punto de  
calibración y aplicando una fuerza hacia la punta de calibración (614) mientras agarra el mango (612)
10. La herramienta de calibración de una de las reivindicaciones precedentes, que comprende una parte  
30 extraíble que tiene la punta de calibración (614).
11. La herramienta de calibración de la reivindicación 10, en donde la parte extraíble se configura para  
acoplarse a un soplete de soldadura (14) para calibrar el soplete de soldadura.
12. Un método que comprende:  
detectar, utilizando un sistema de soldadura (10), un primer marcador (632) de una herramienta de calibración  
35 (610) según se define en una de las reivindicaciones precedentes y un segundo marcador (638) de la  
herramienta de calibración (610);  
determinar, utilizando el sistema de soldadura (10), una primera distancia (642) entre el primer marcador (632) y  
el segundo marcador (638);  
40 detectar, utilizando el sistema de soldadura (10), si la primera distancia (642) está dentro de un rango  
predeterminado; y  
determinar, utilizando el sistema de soldadura (10), una posición de un punto de calibración si la primera  
distancia (642) está dentro del rango predeterminado.
13. El método de la reivindicación 12, que comprende detectar un tercer marcador (630) de la herramienta de  
calibración y determinar una segunda distancia (642, 644) entre el segundo marcador (638) y el tercer marcador  
45 (630).
14. El método de la reivindicación 12 o 13, en donde los marcadores primero y segundo (632, 638) son  
reflectantes.

15. El método de una de las reivindicaciones 12 a 14, que comprende determinar una ubicación de una punta de calibración (614) de la herramienta de calibración (610) con respecto a al menos uno de los marcadores primero y segundo (632, 638).

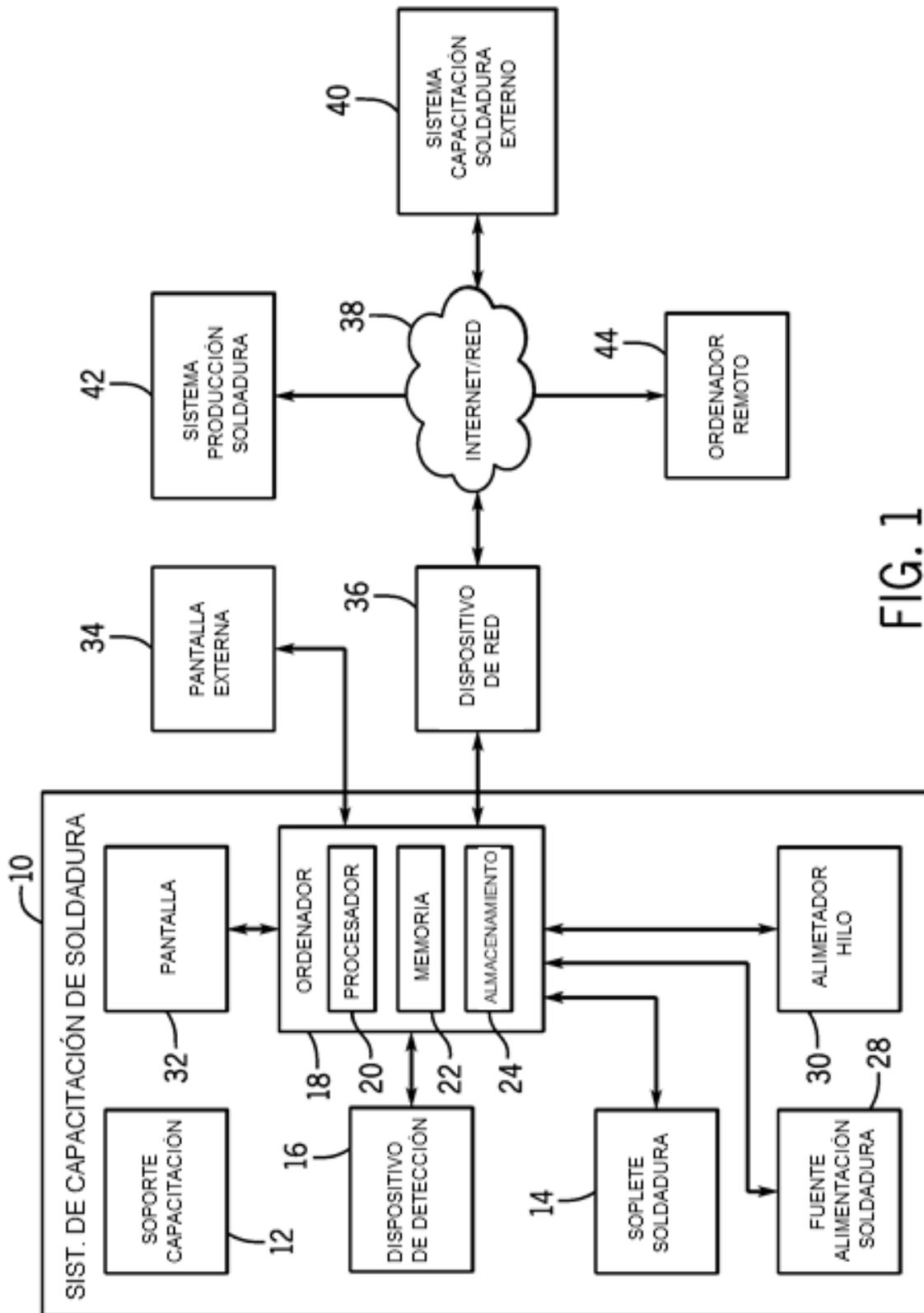
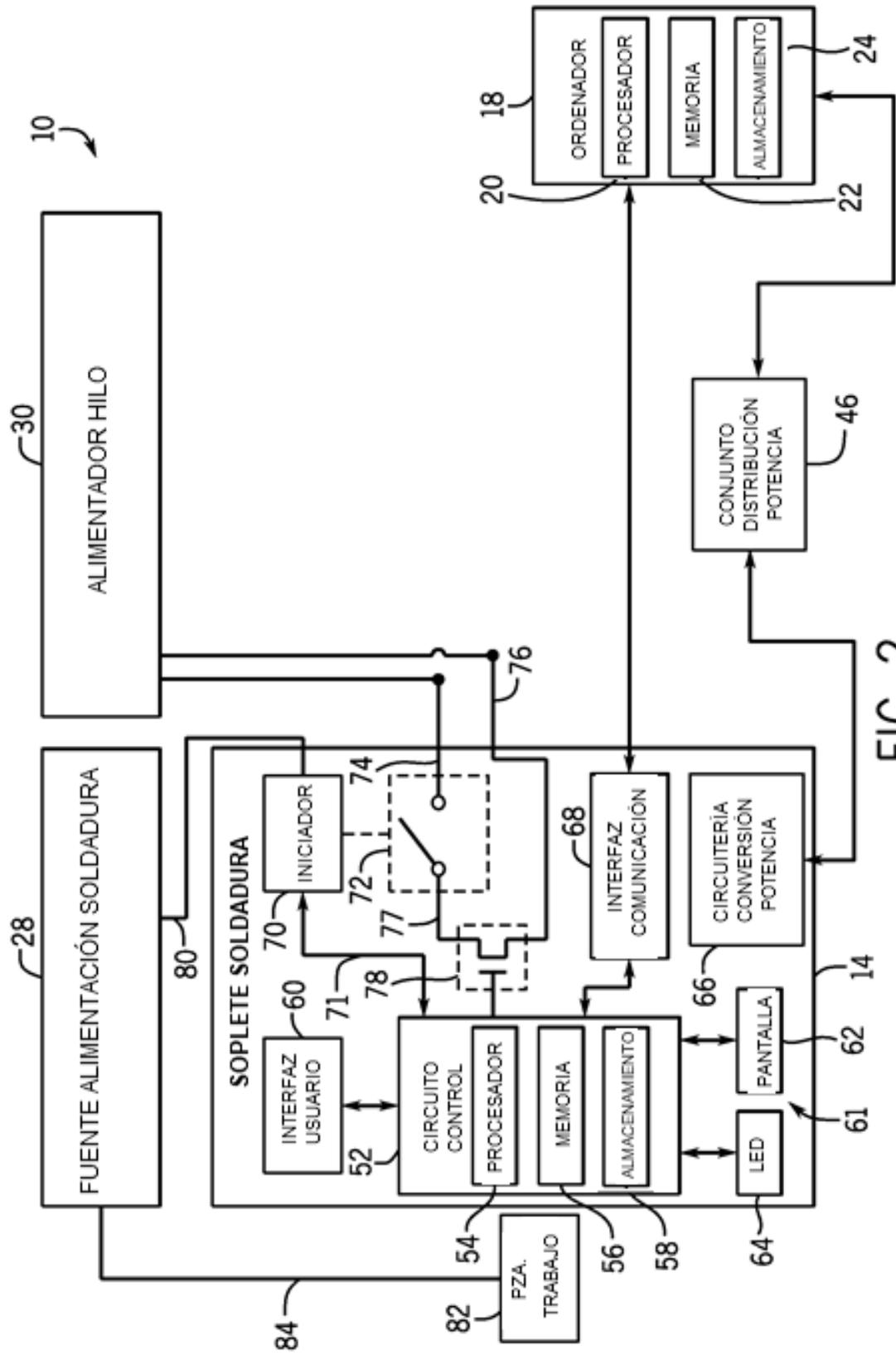


FIG. 1







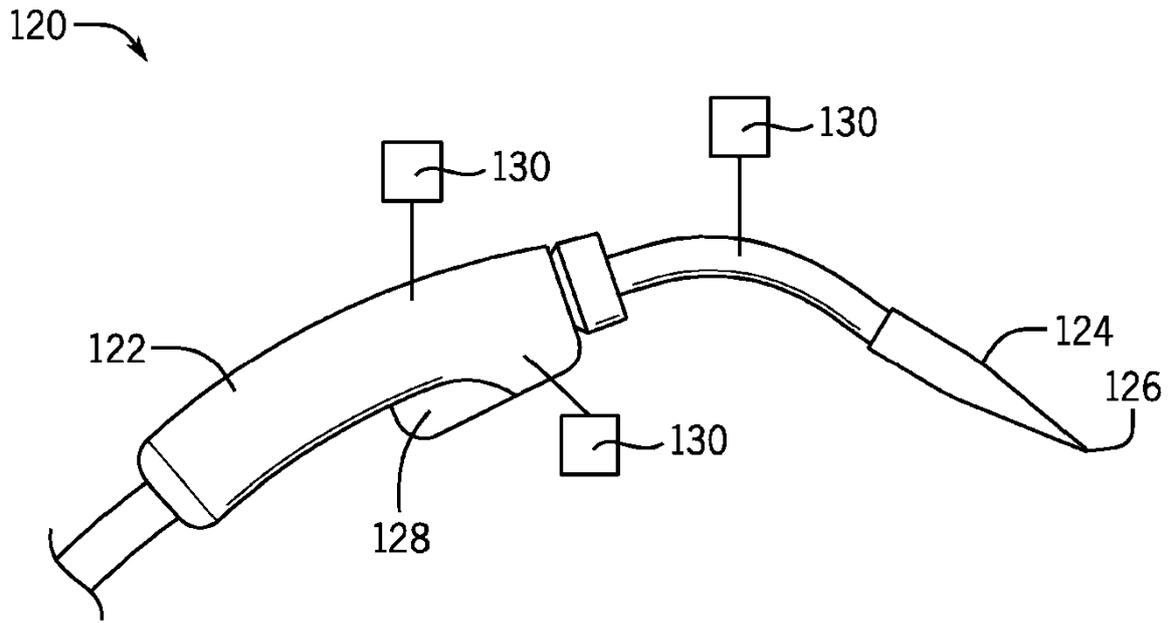
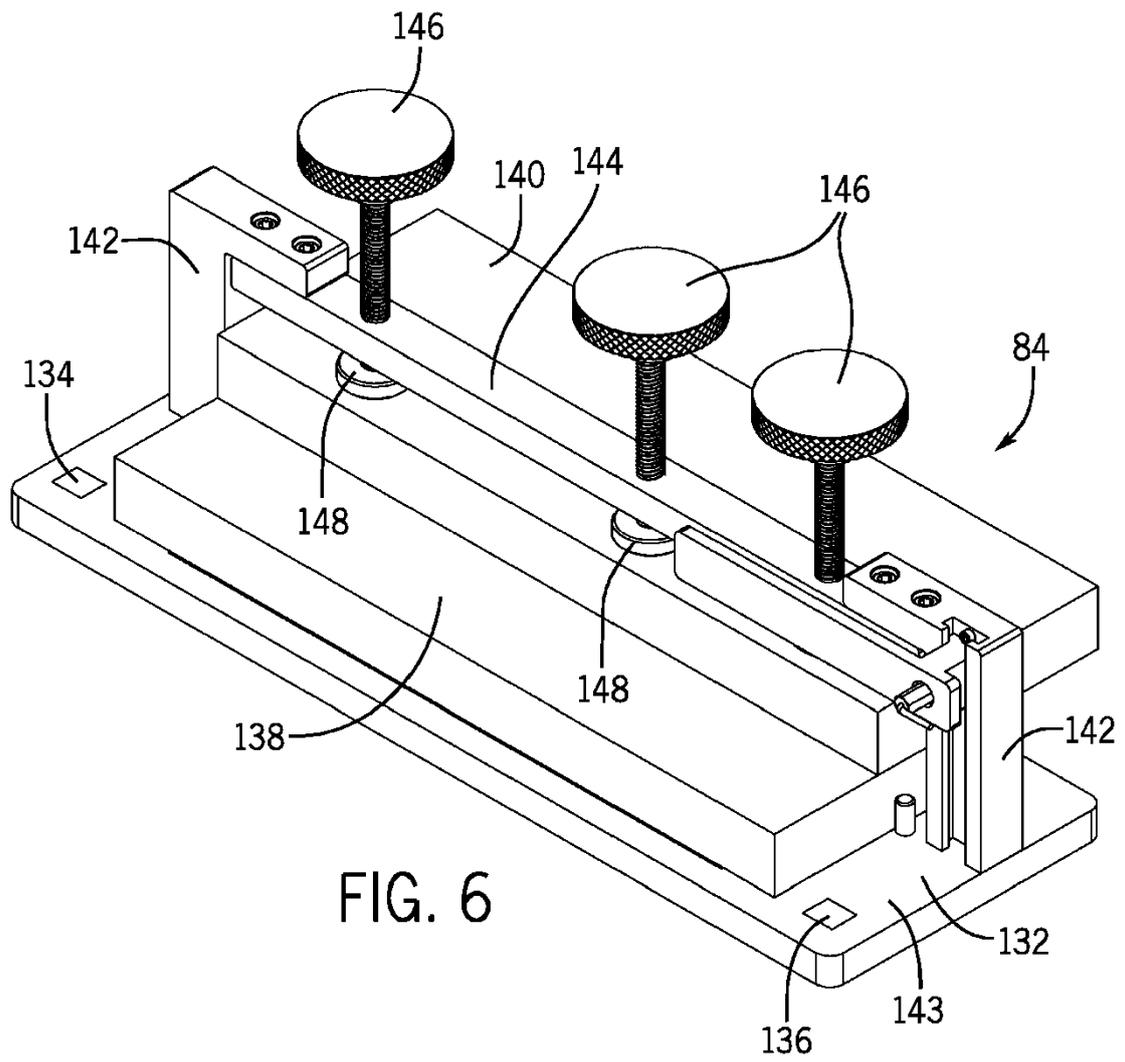


FIG. 5



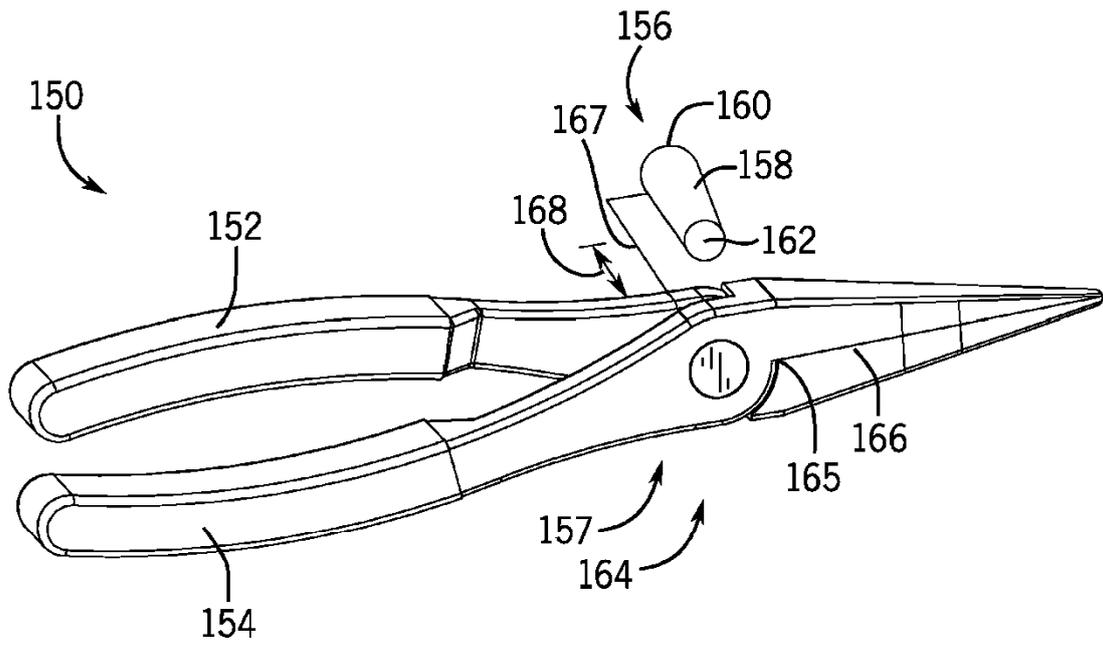


FIG. 7

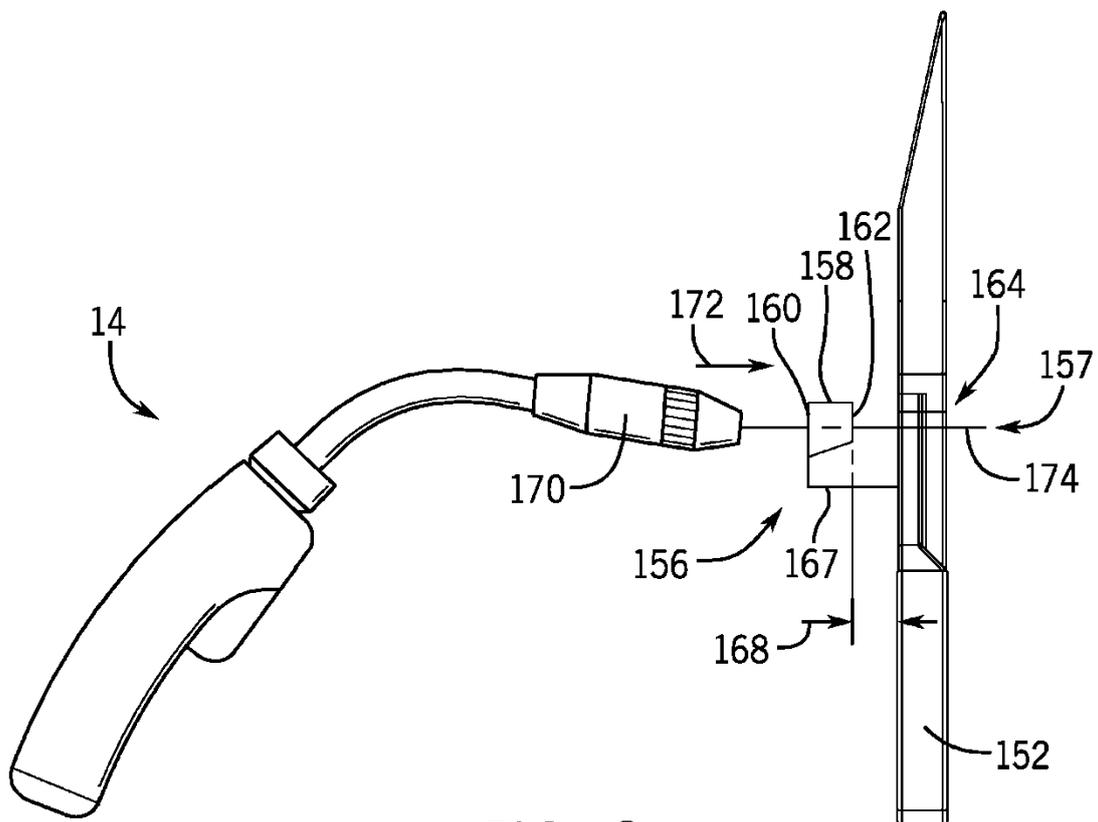


FIG. 8

176

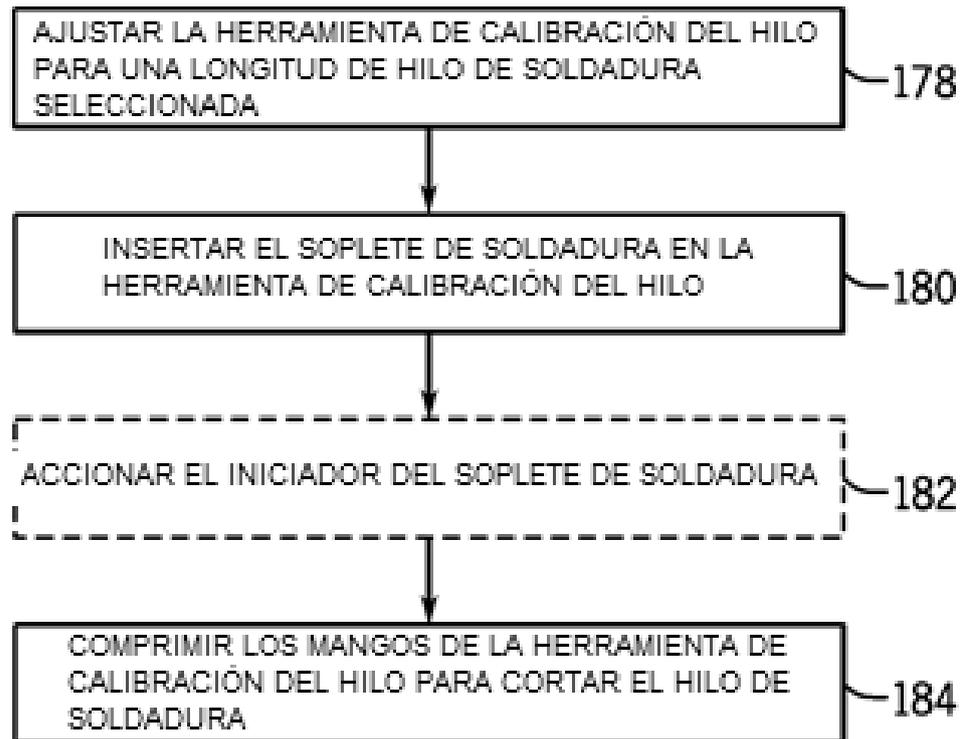
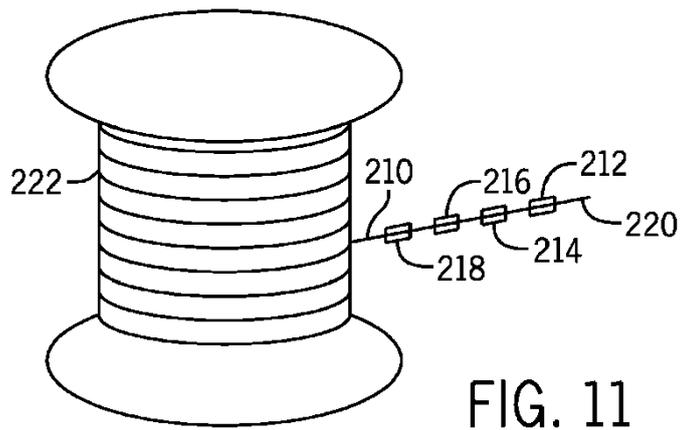
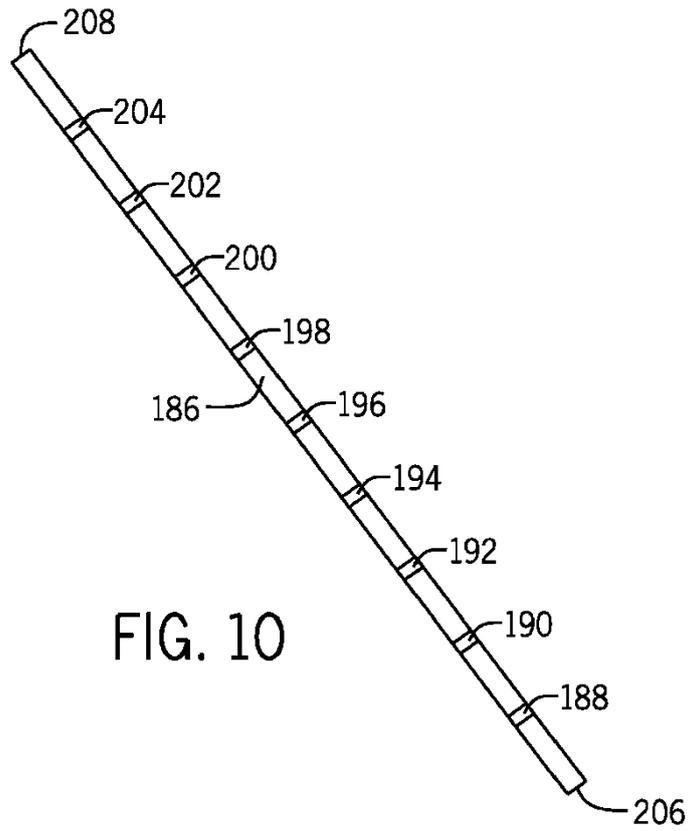


FIG. 9



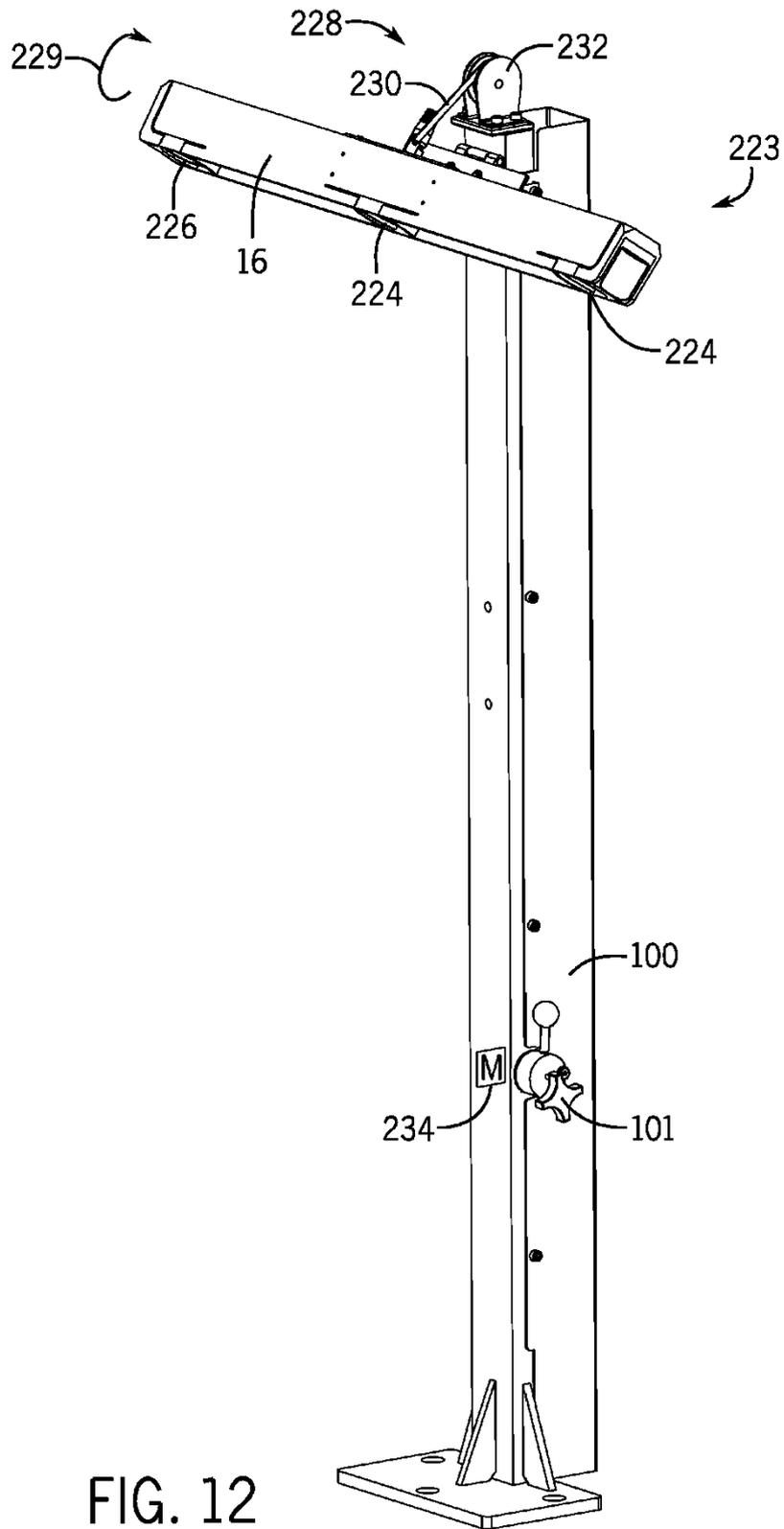


FIG. 12

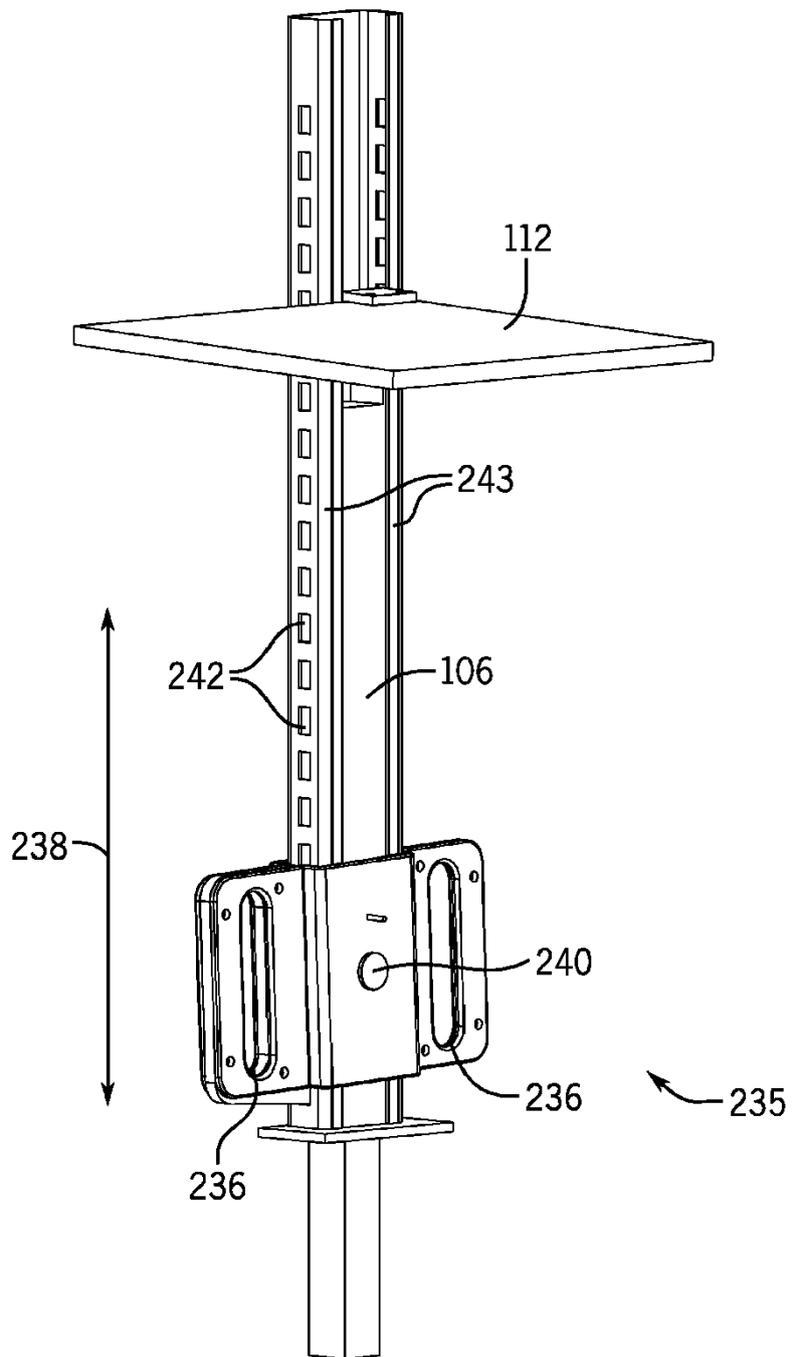


FIG. 13

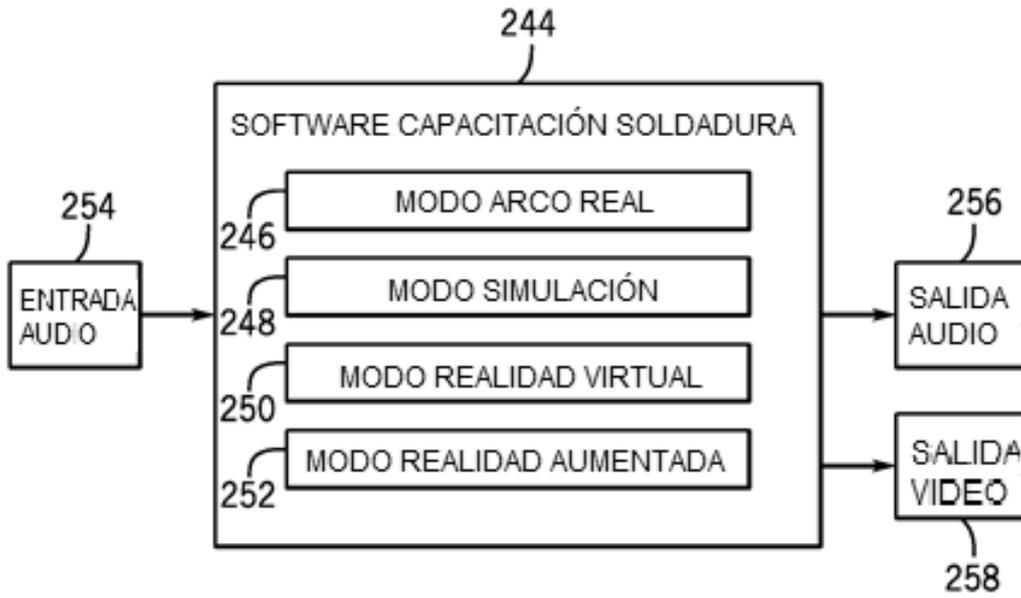


FIG. 14

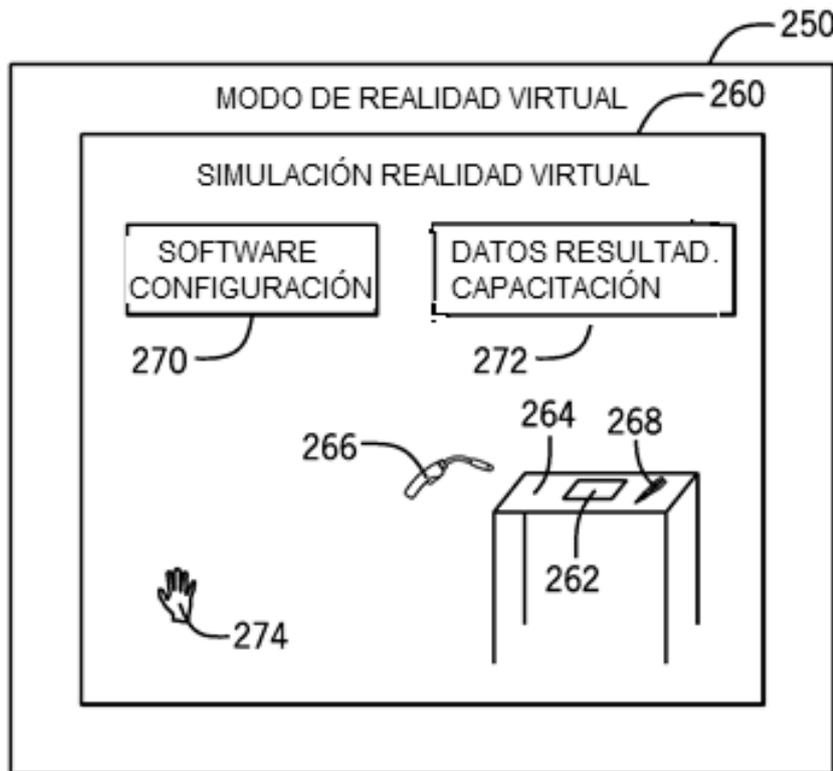


FIG. 15

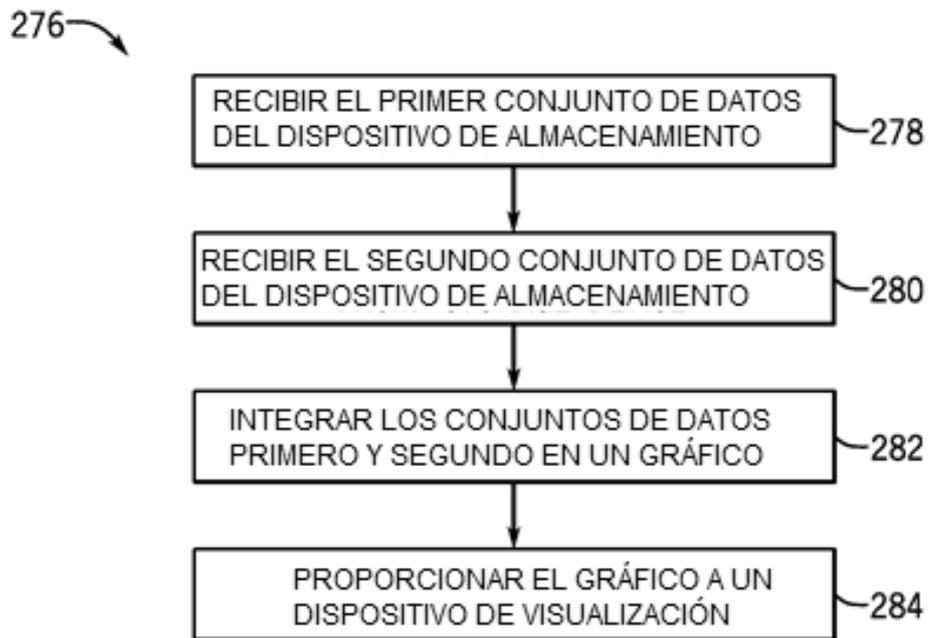


FIG. 16

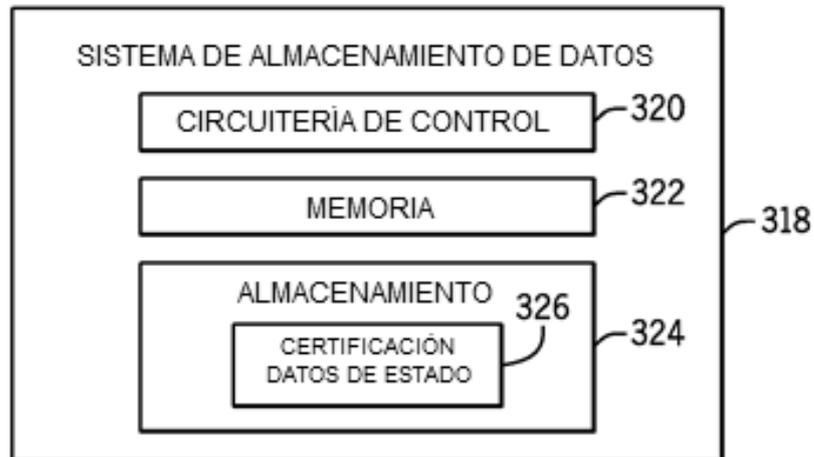


FIG. 19

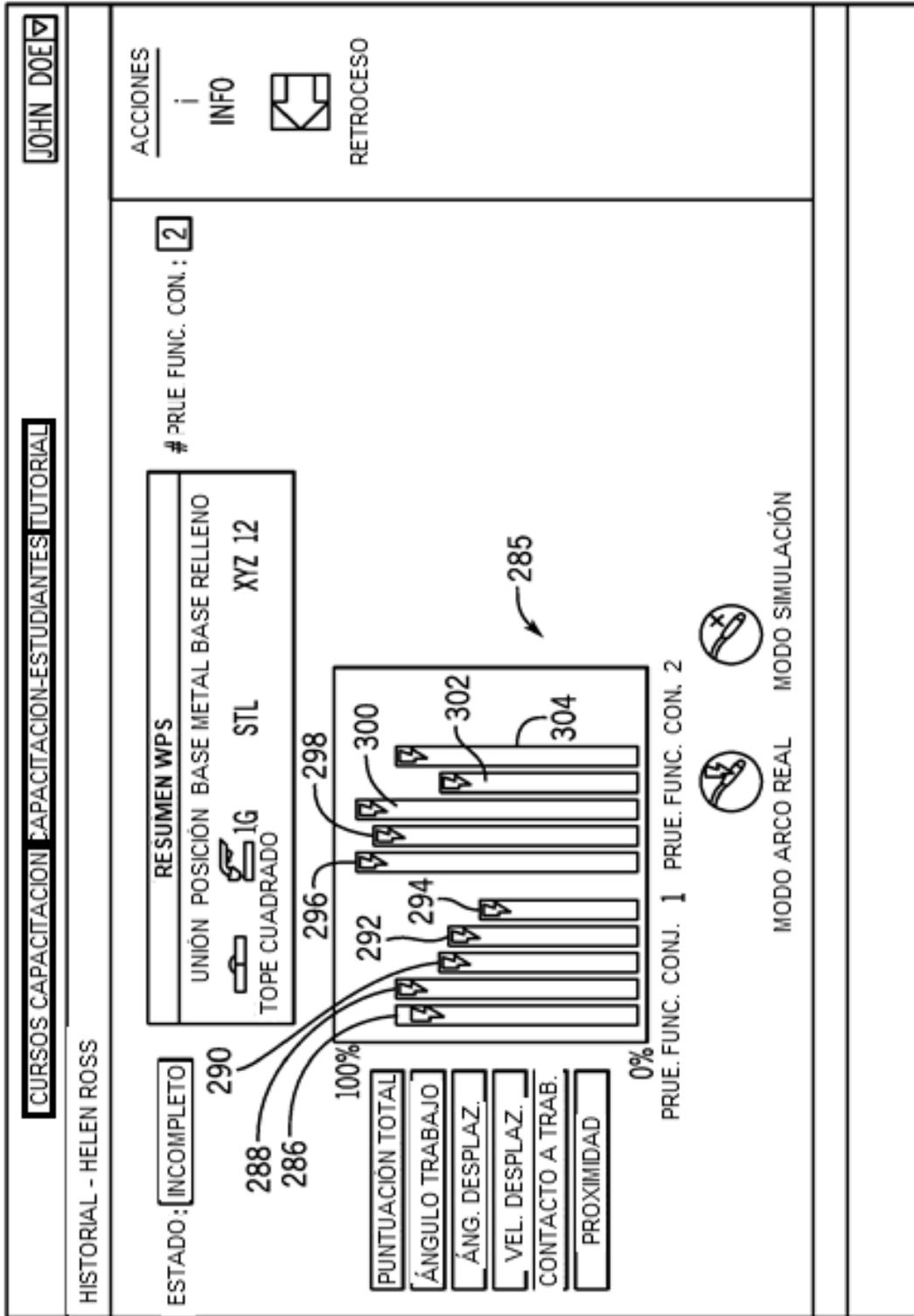


FIG. 17

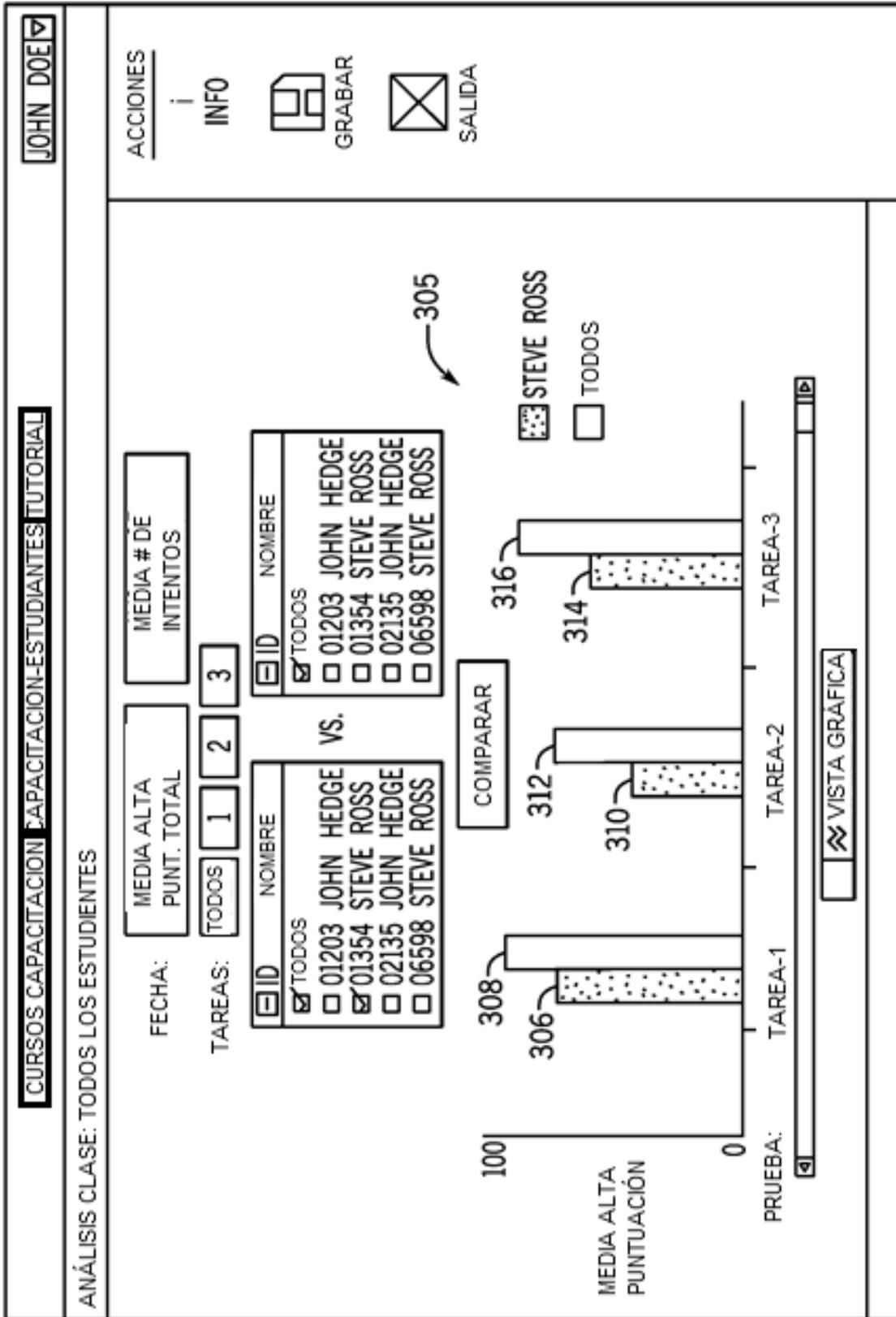


FIG. 18

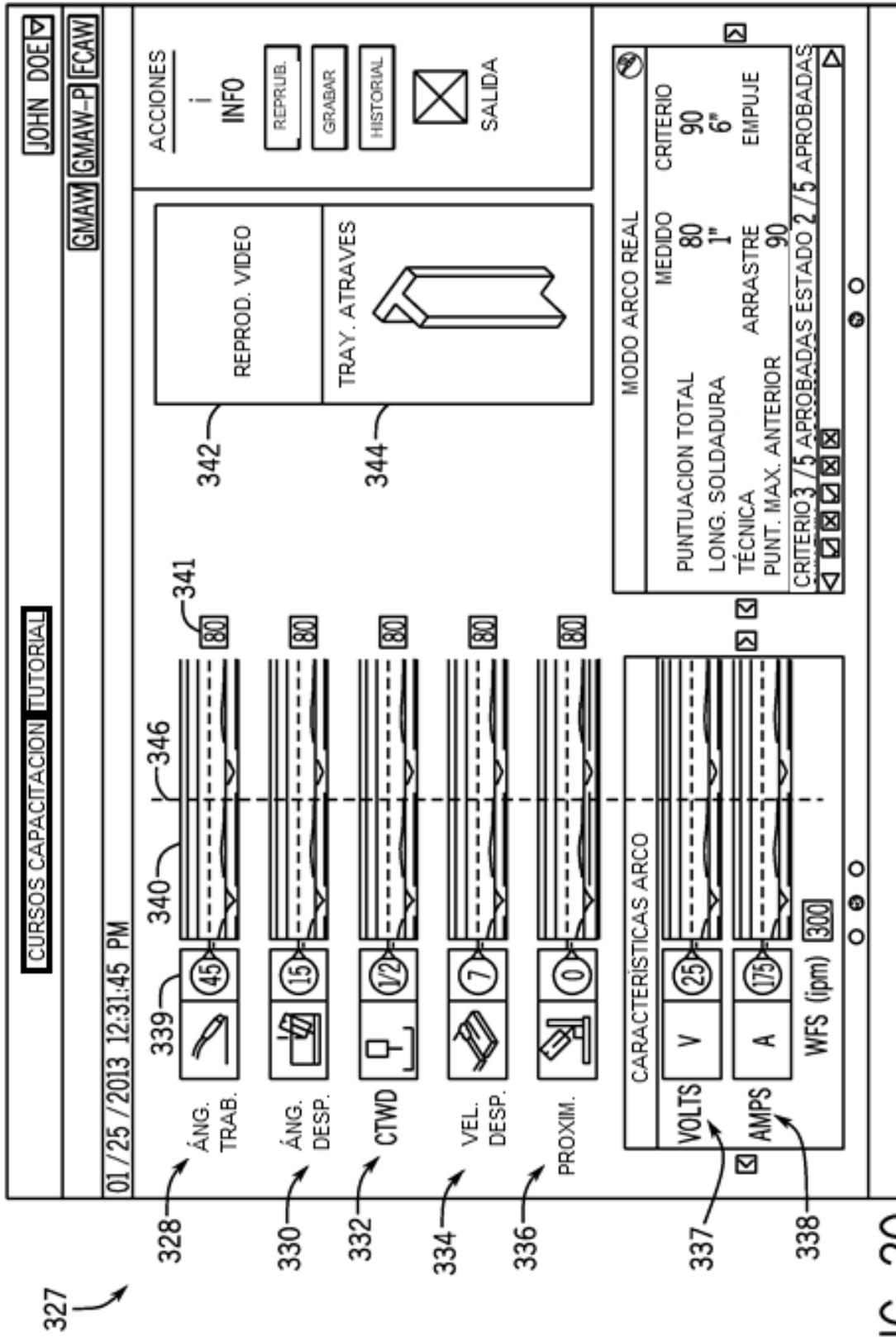


FIG. 20

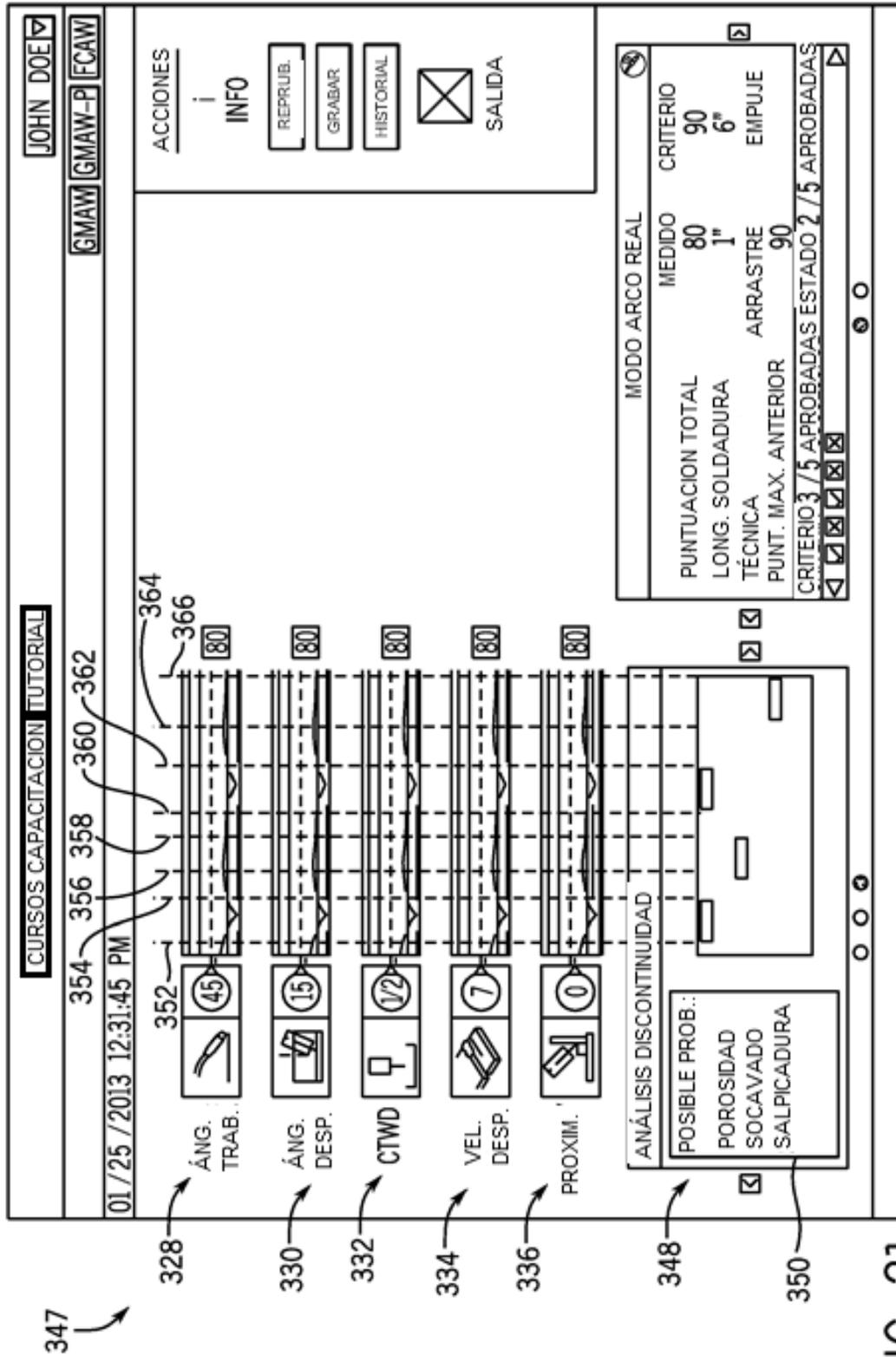


FIG. 21

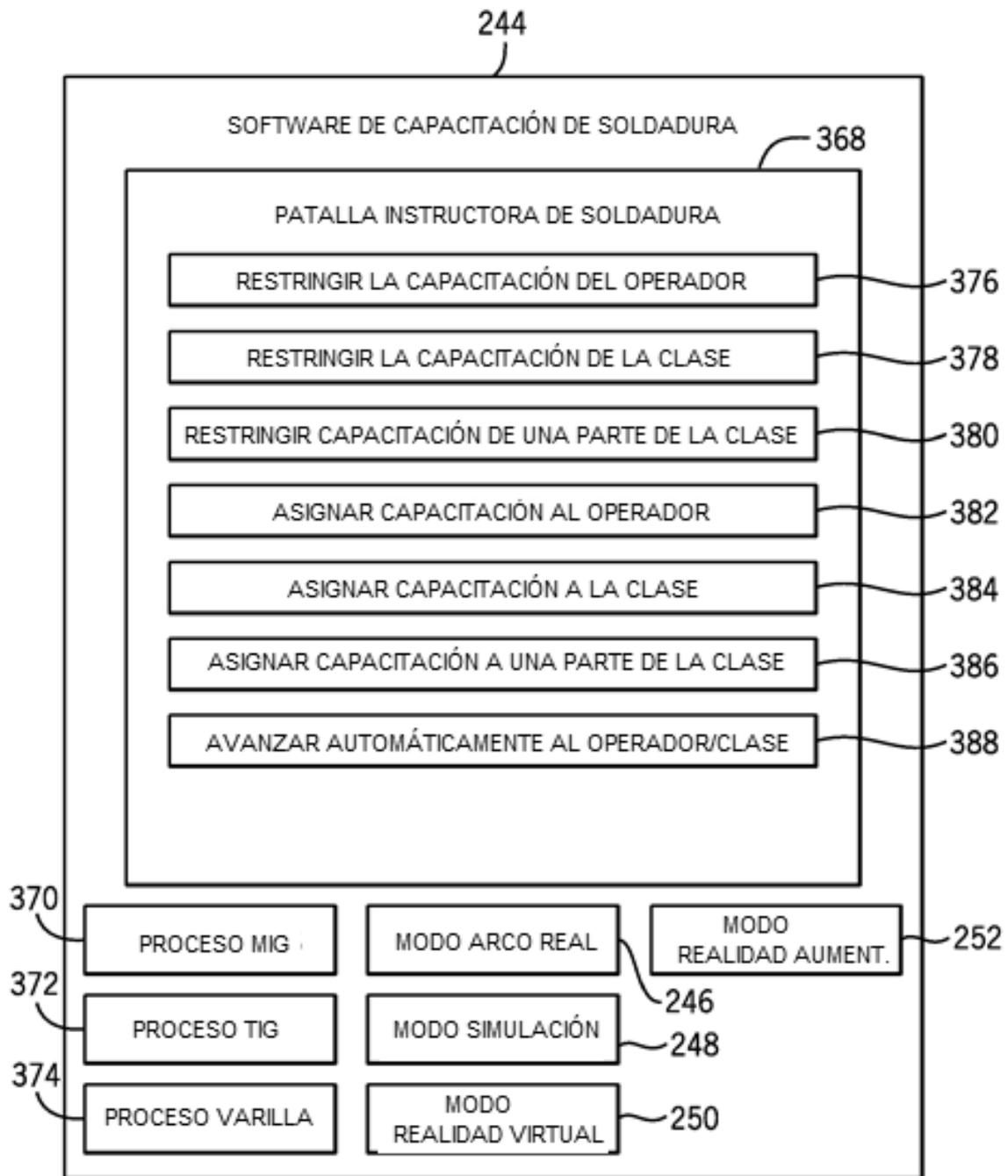


FIG. 22

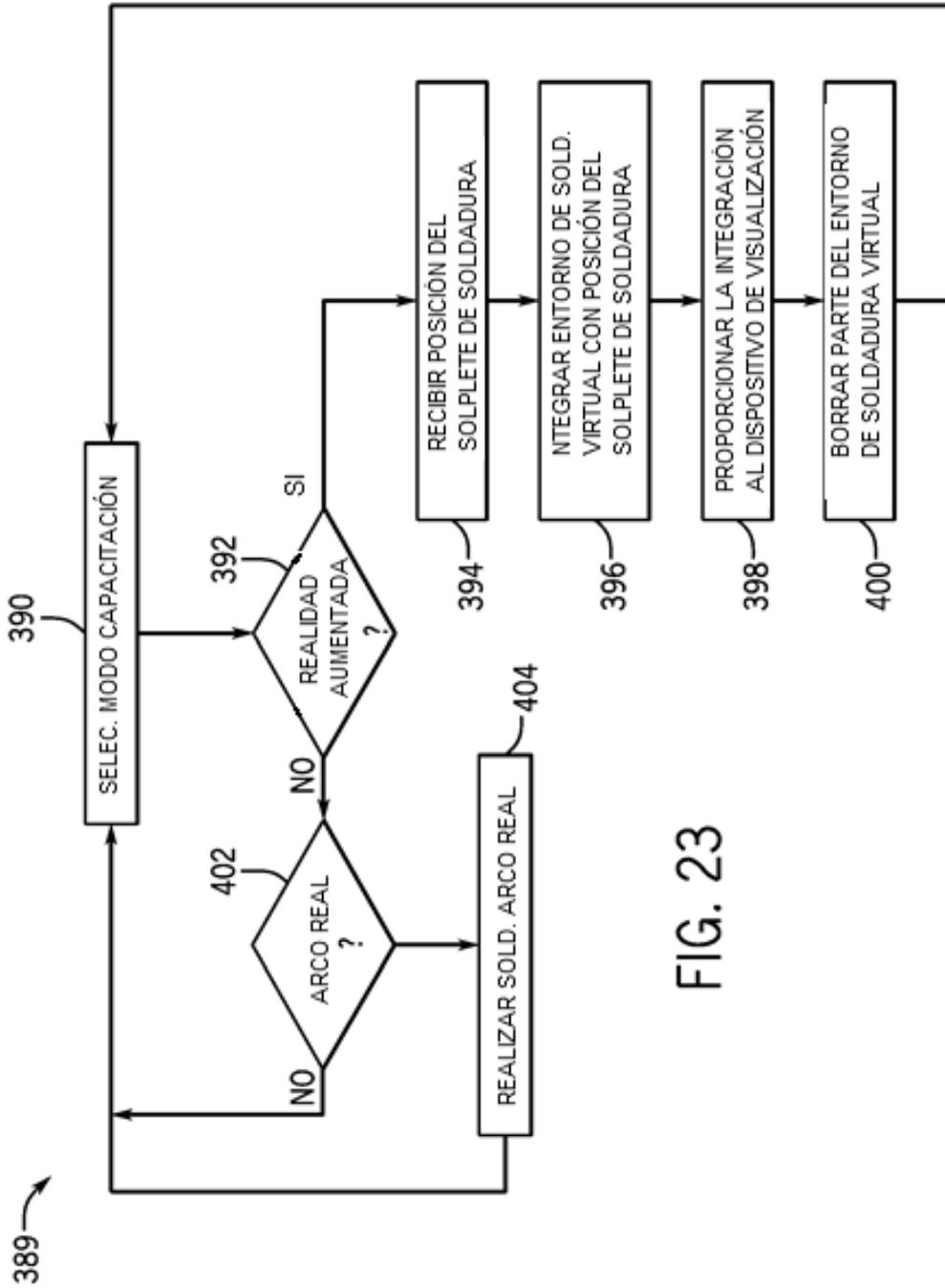


FIG. 23

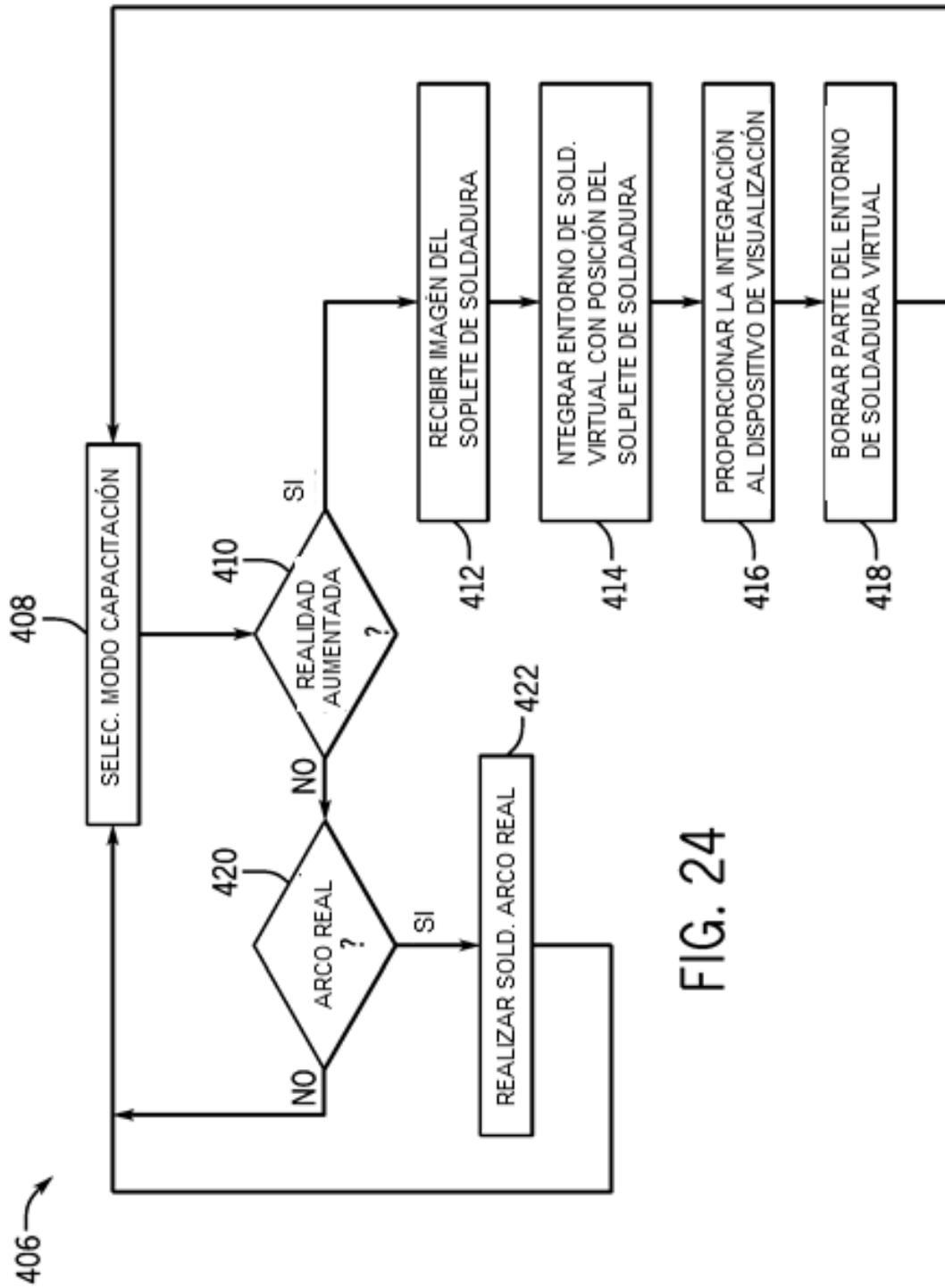


FIG. 24

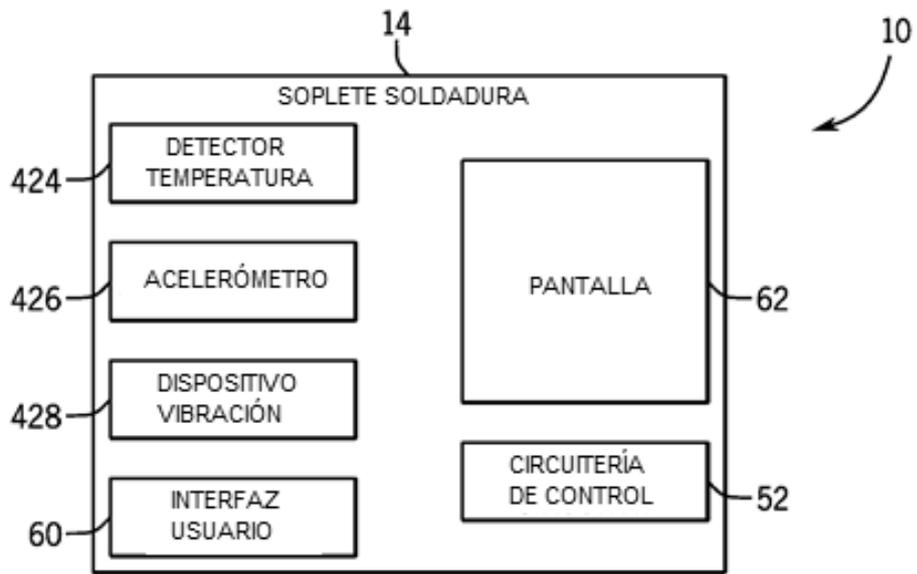


FIG. 25

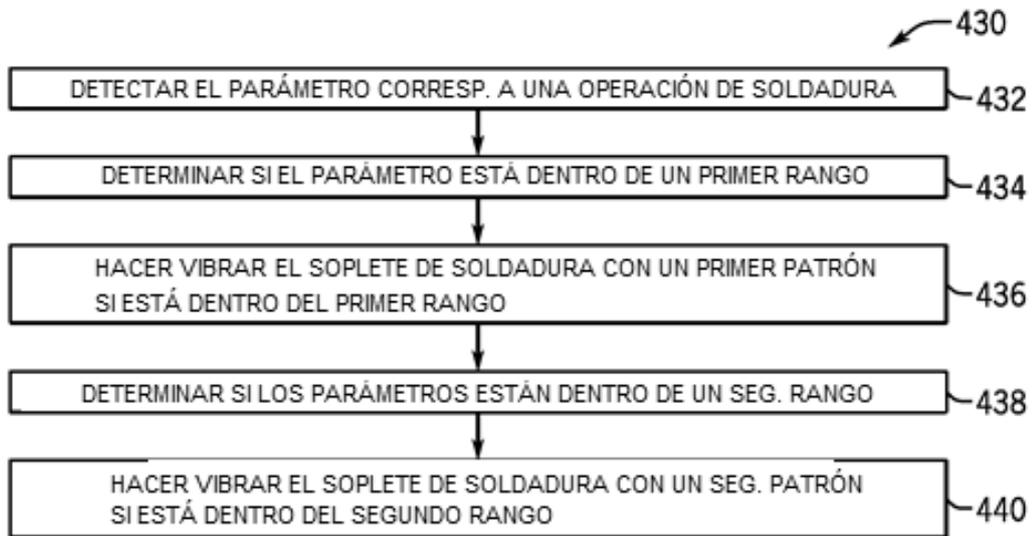


FIG. 26

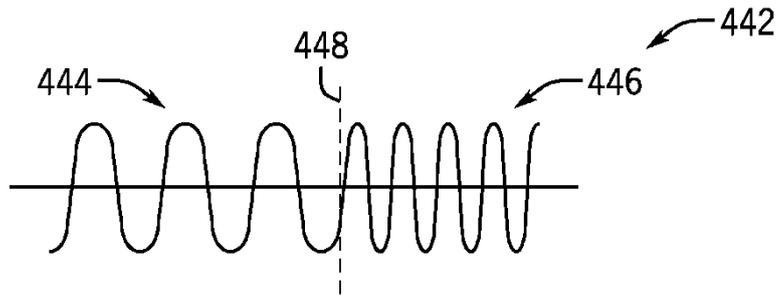


FIG. 27

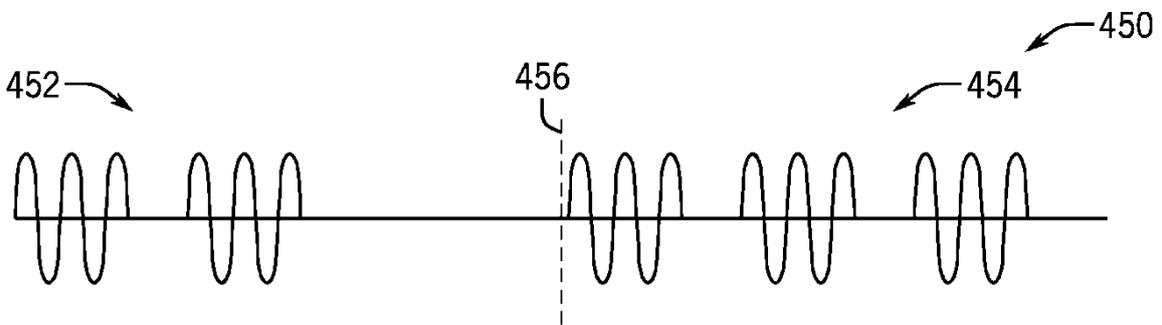


FIG. 28

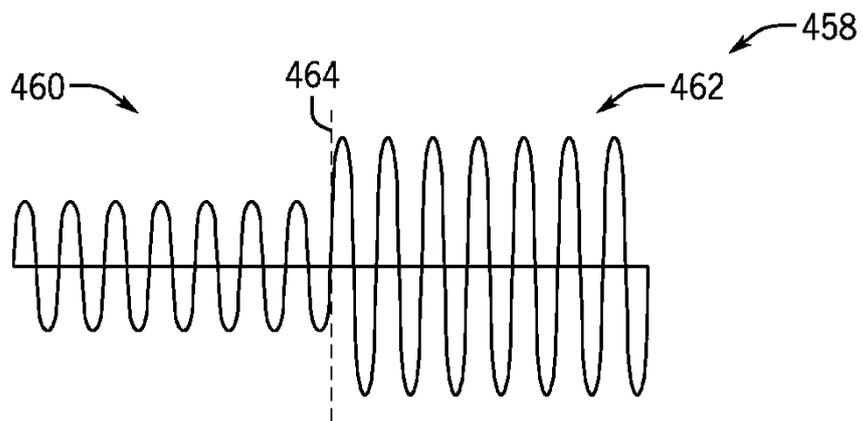


FIG. 29

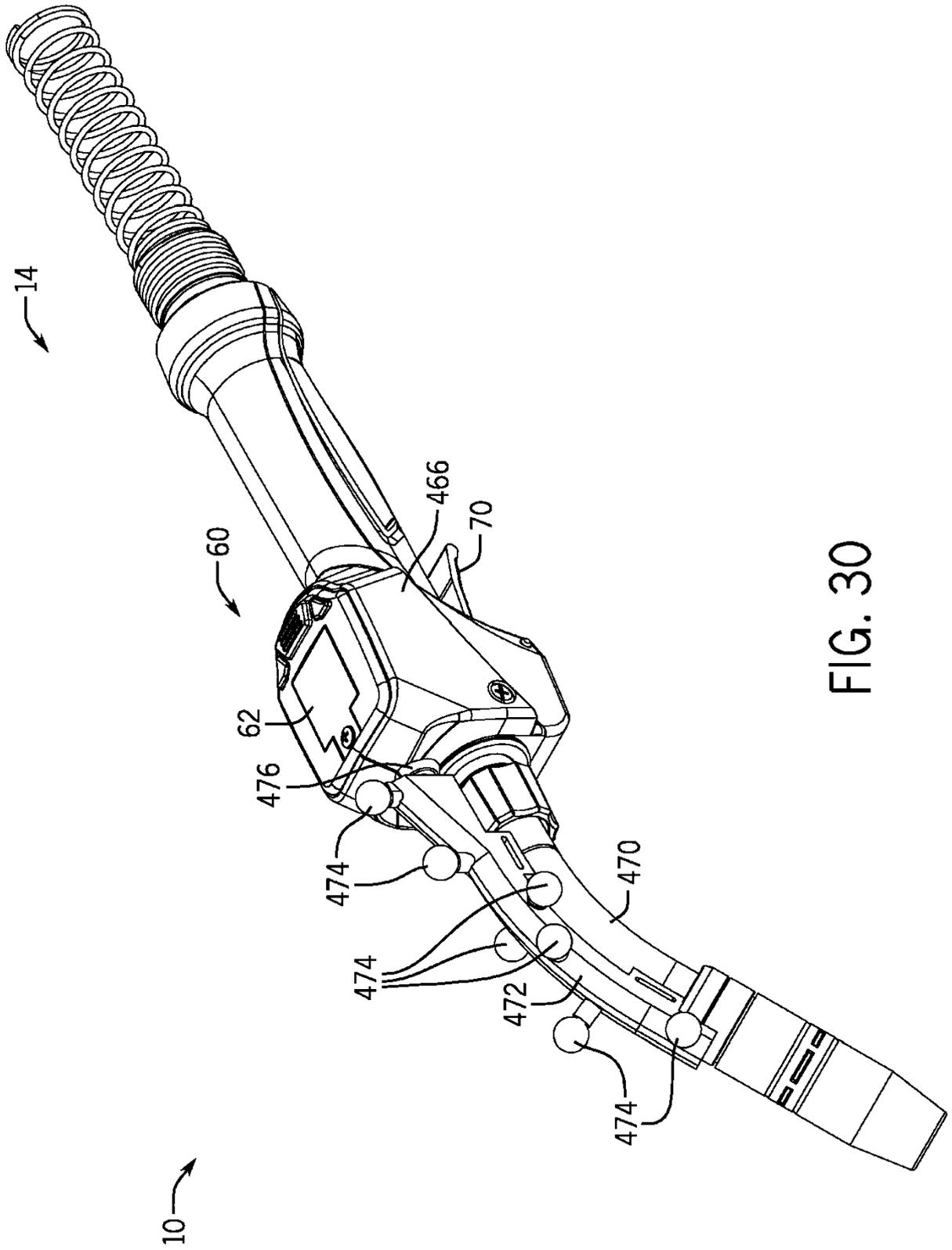


FIG. 30

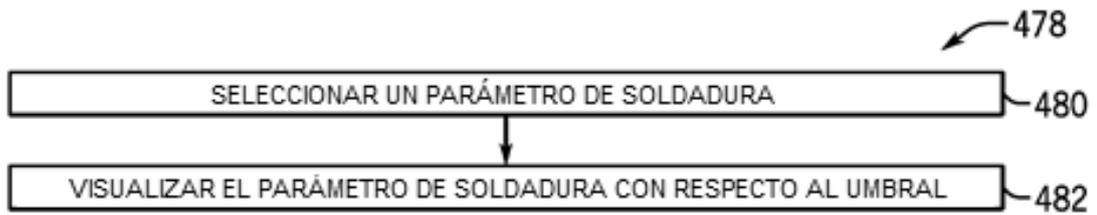


FIG. 31

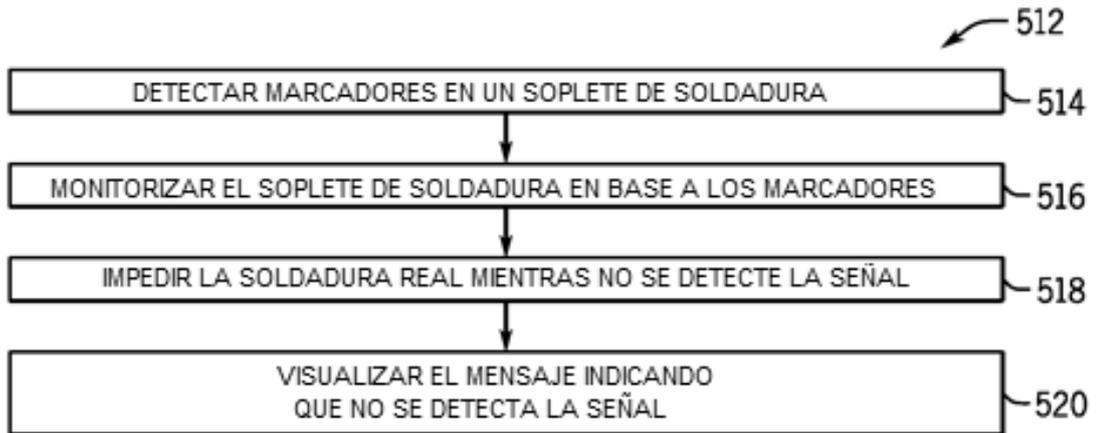


FIG. 33

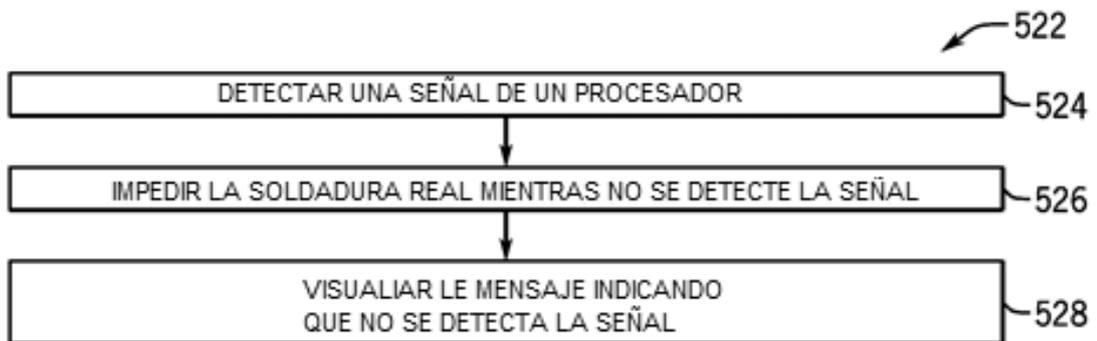
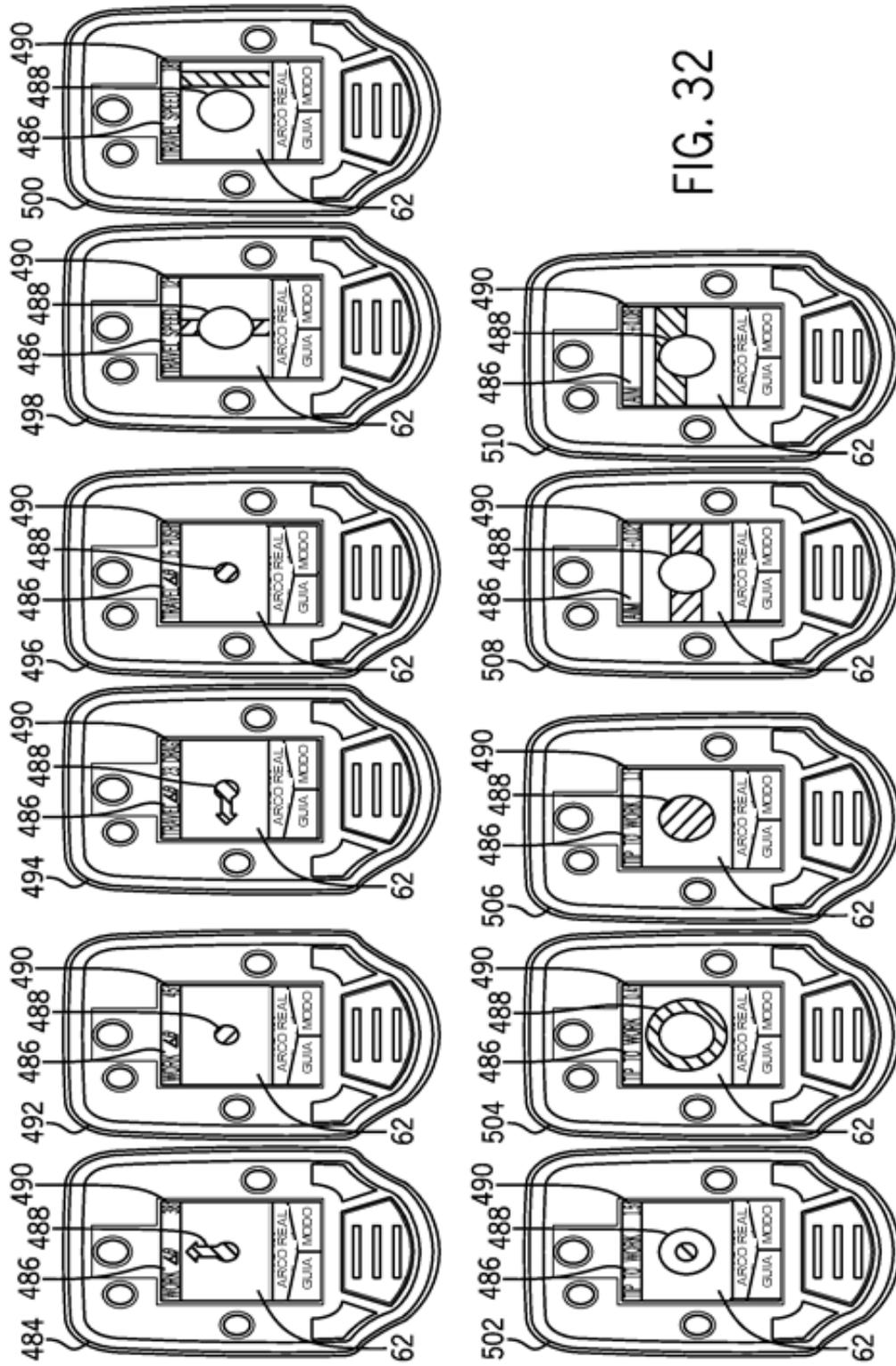


FIG. 34



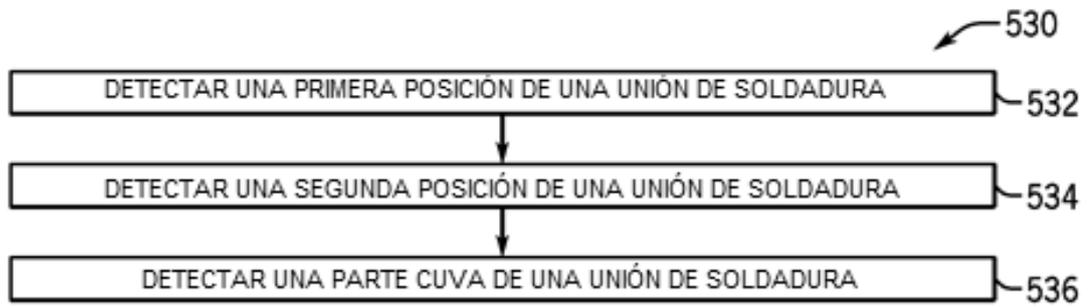


FIG. 35

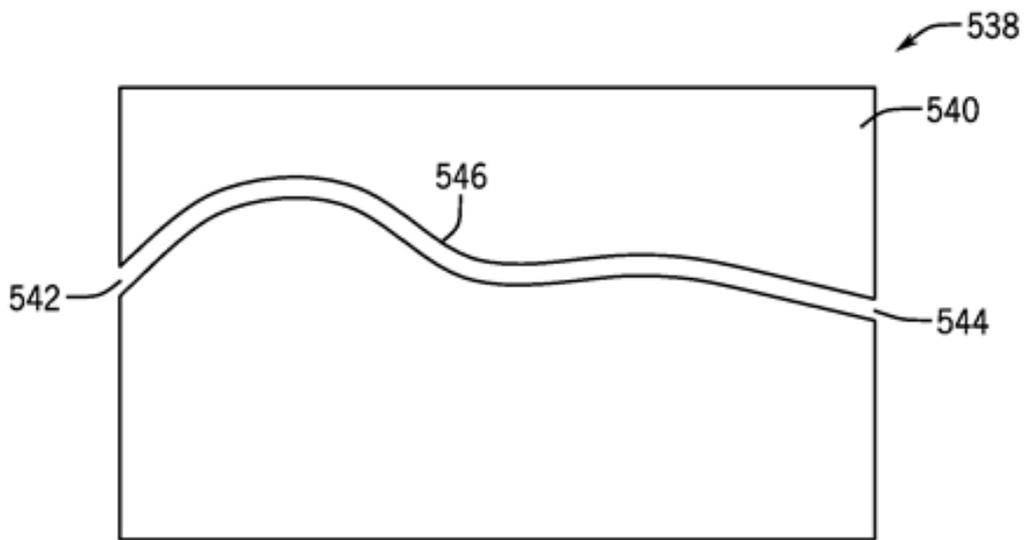


FIG. 36

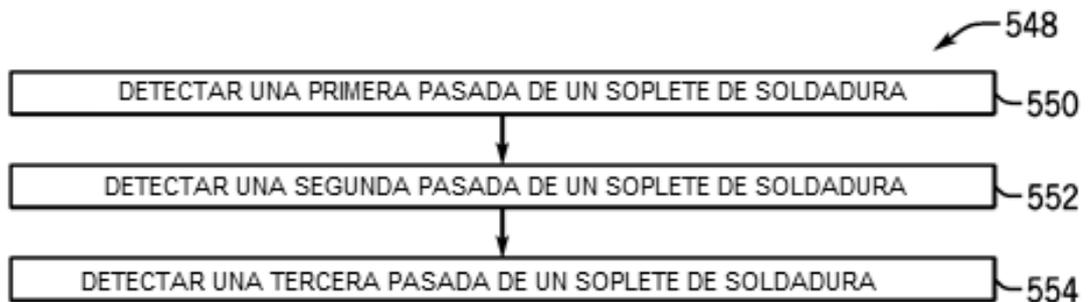


FIG. 37



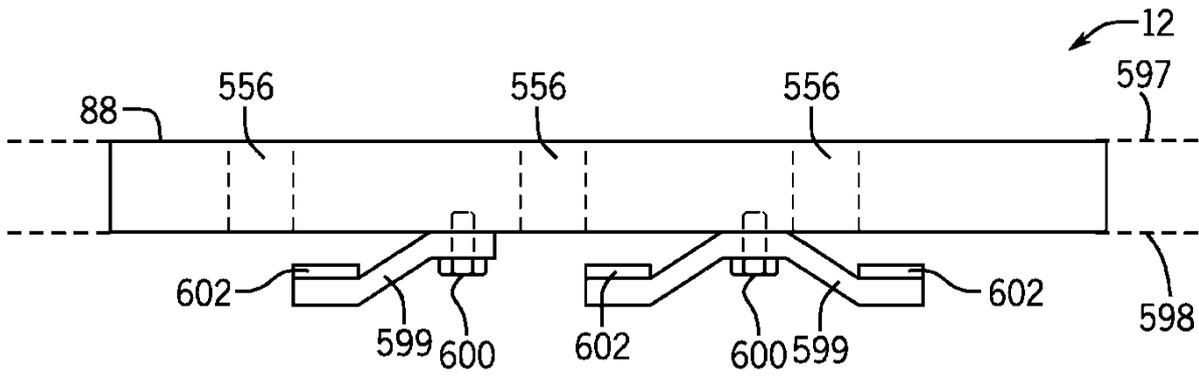


FIG. 39

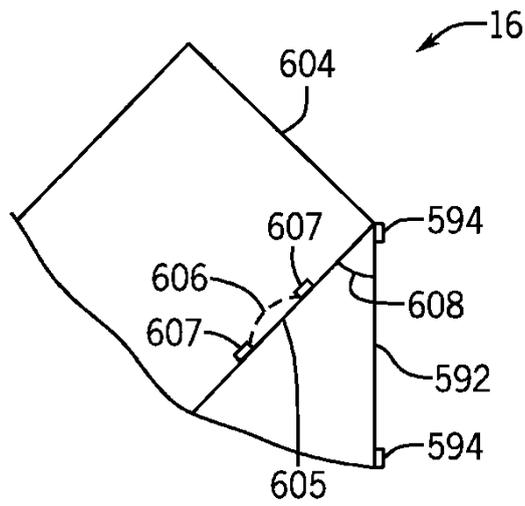
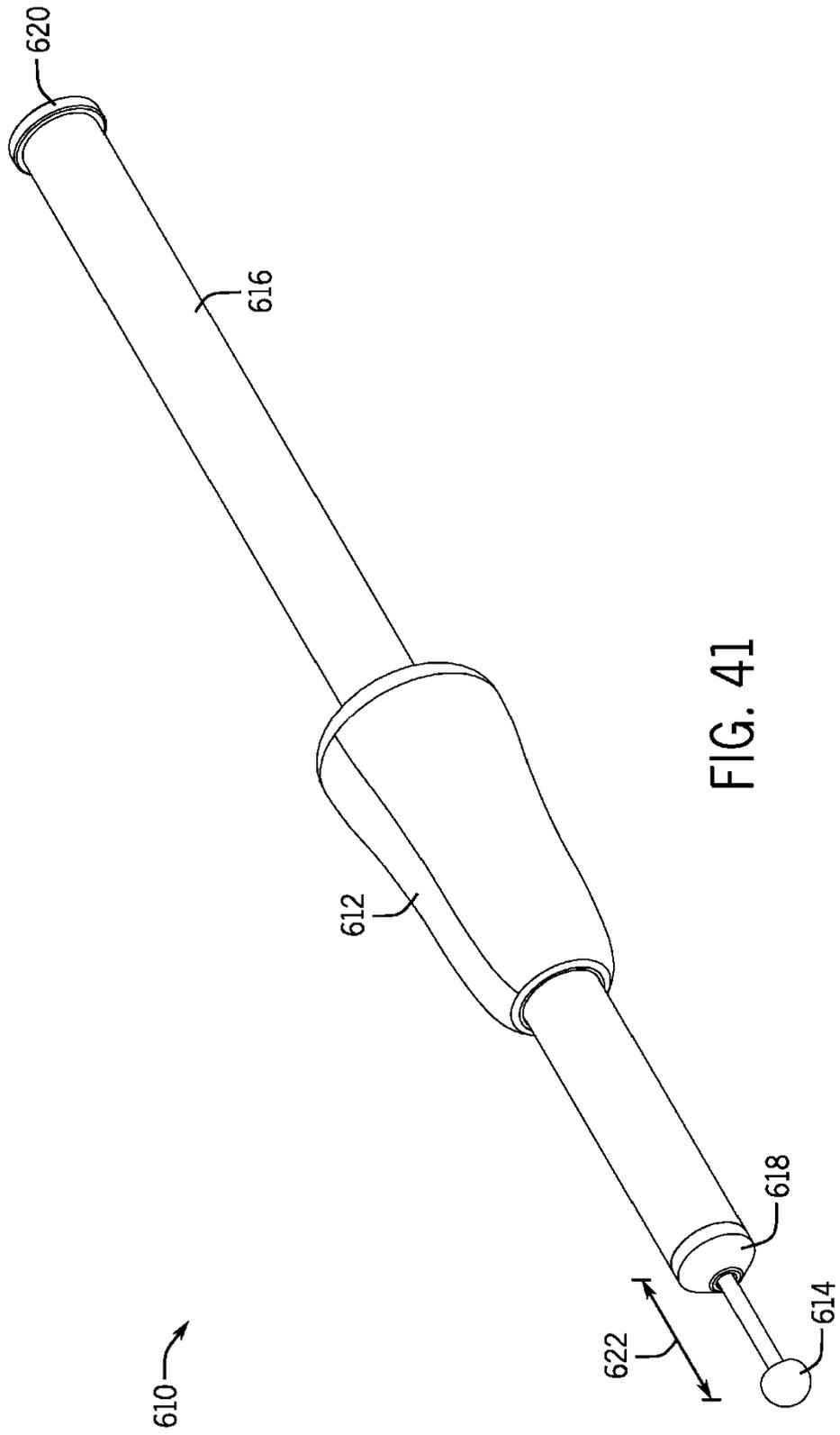


FIG. 40



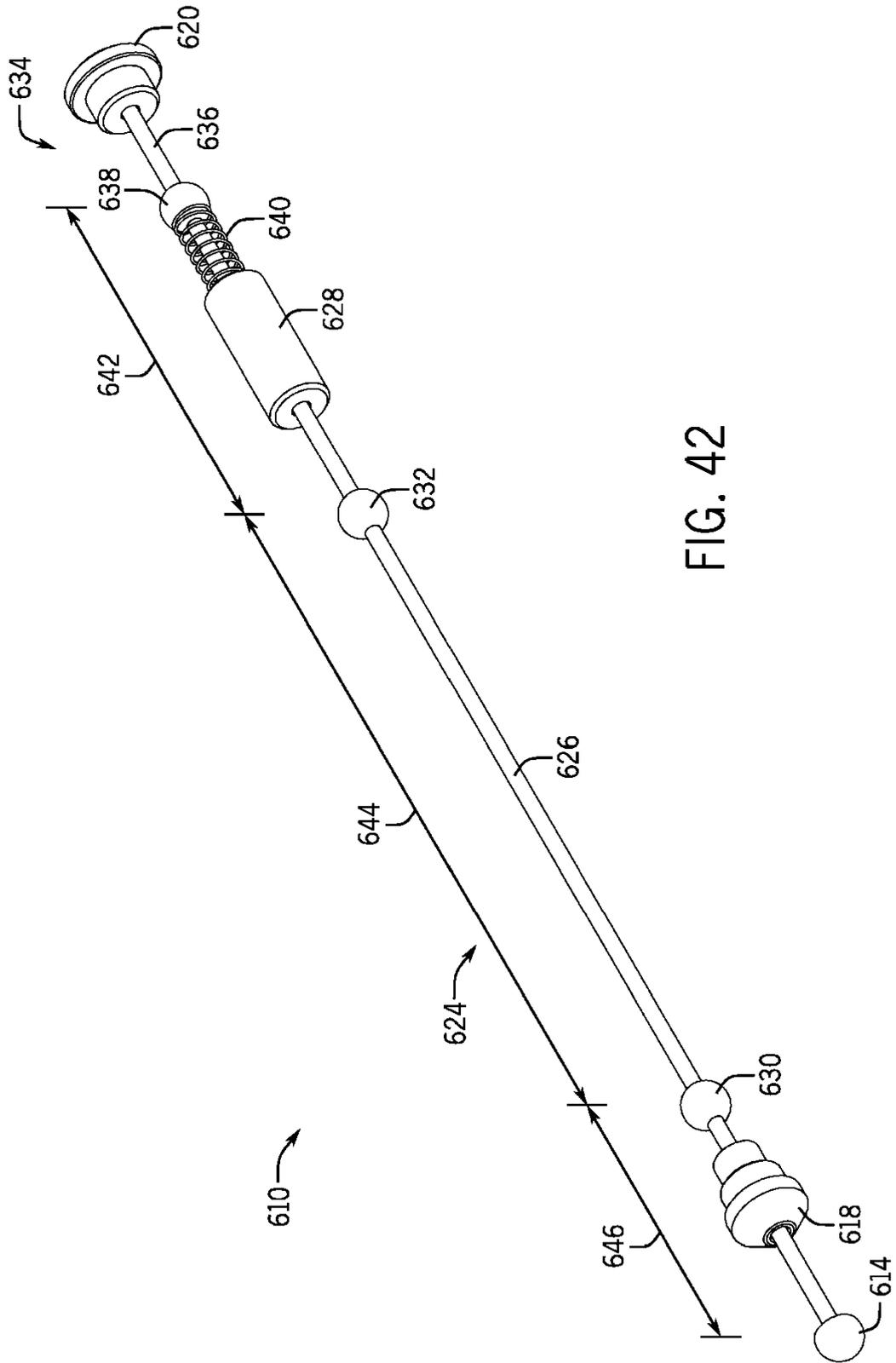


FIG. 42

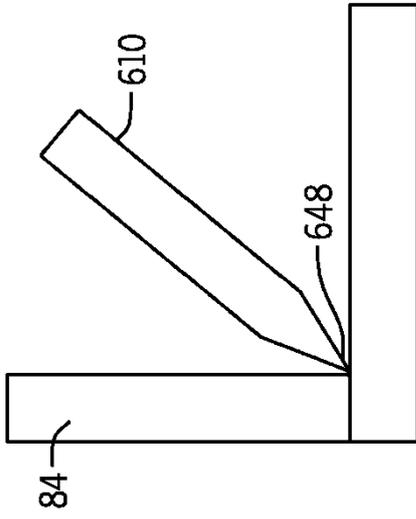


FIG. 43

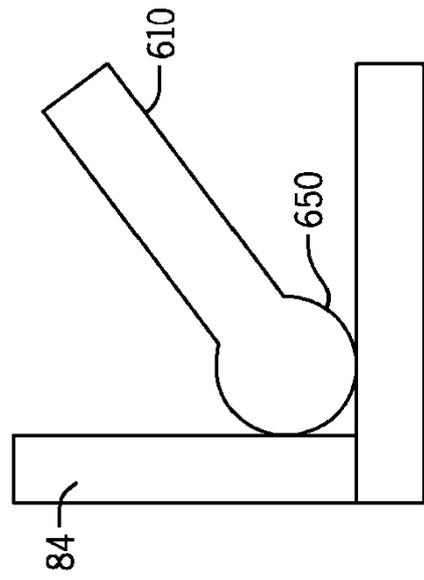


FIG. 44

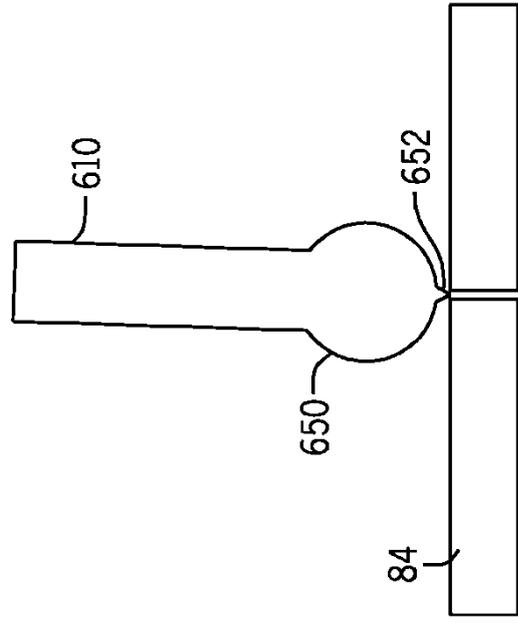


FIG. 45

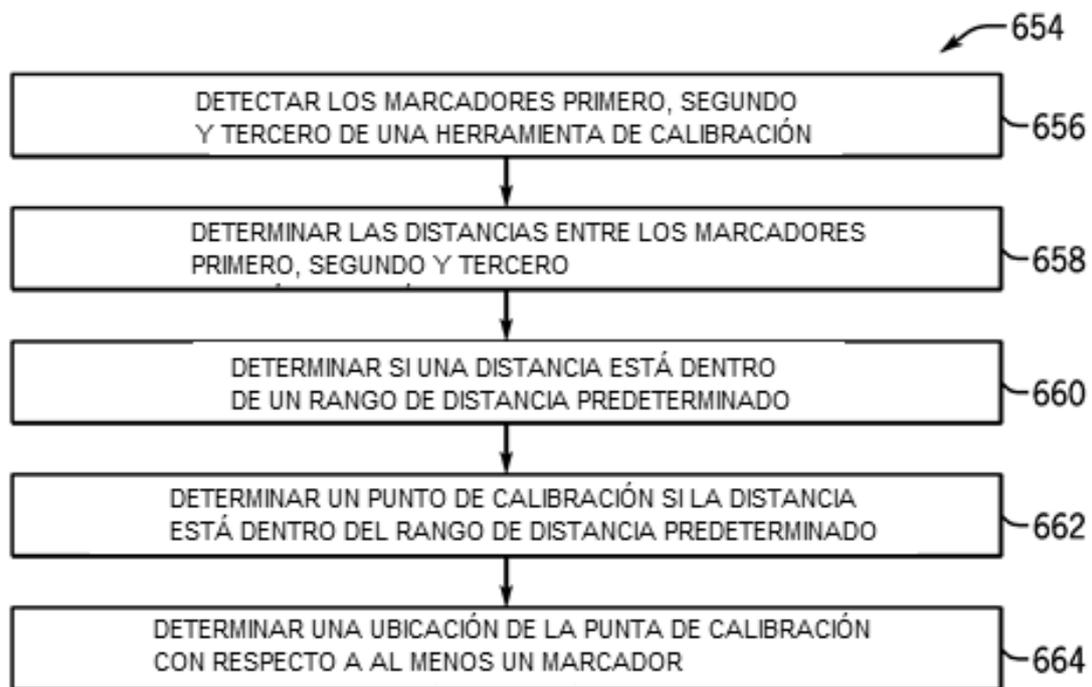


FIG. 46

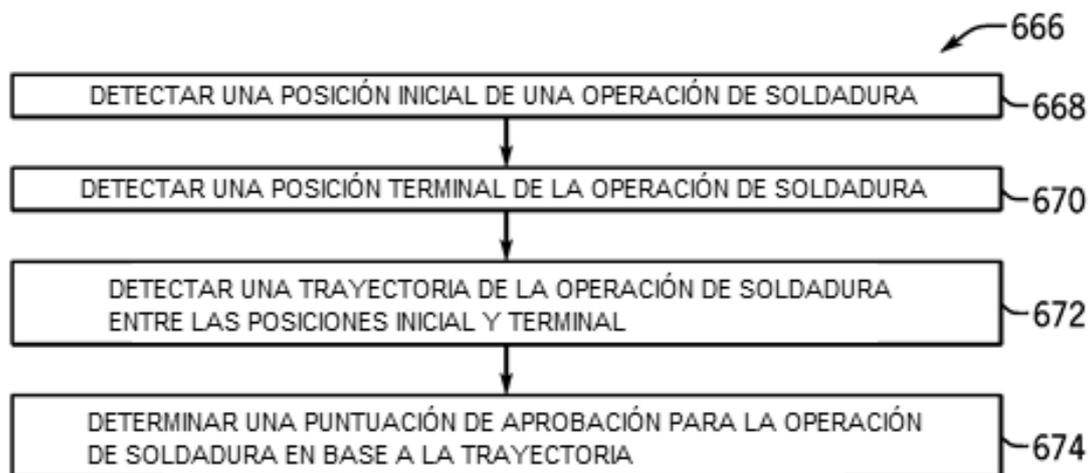


FIG. 47

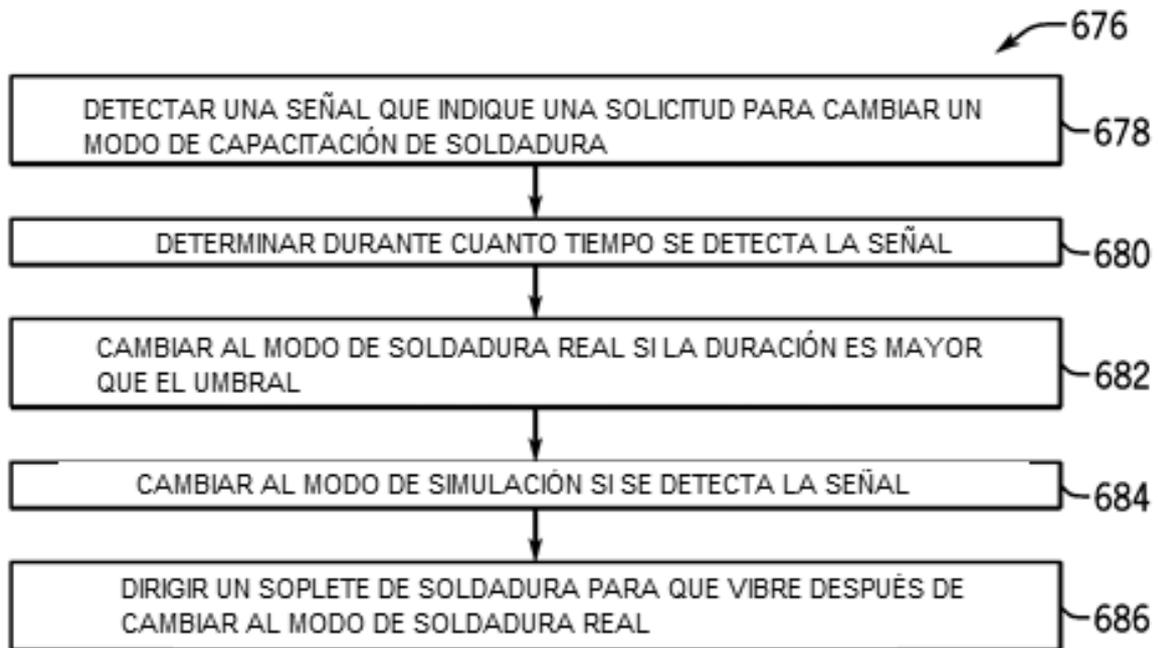


FIG. 48