

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 398**

51 Int. Cl.:

G09B 19/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2014** **PCT/IB2014/002346**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2015** **WO15068018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2014** **E 14815865 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020** **EP 3066656**

54 Título: **Sistema y método de entrenamiento para soldadura real y en realidad virtual**

30 Prioridad:

05.11.2013 US 201361900136 P
29.10.2014 US 201414526914

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2021

73 Titular/es:

LINCOLN GLOBAL, INC. (100.0%)
9160 Norwalk Boulevard
Santa Fe Springs, CA 90670, US

72 Inventor/es:

DANIEL, JOSEPH A.;
POSTLETHWAITE, DEANNA y
BLANKENSHIP, GEORGE D.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 806 398 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de entrenamiento para soldadura real y en realidad virtual

5 La invención se refiere a un sistema de soldadura virtual de conformidad con la reivindicación 1. La presente solicitud se presenta como una solicitud de patente no provisional que reivindica prioridad/beneficio en virtud del apartado 35 U.S.C. § 119 (e) de la Solicitud de Patente Provisional de EE. UU. N° 61/900.136 presentada el 5 de noviembre de 2013.

10 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la técnica de la simulación de estaciones de soldadura y más en particular a un secuenciador virtual que simula la soldadura semiautomática de conjuntos complejos.

15 ANTECEDENTES TÉCNICOS DE LA INVENCION

Aprender a realizar todas las etapas necesarias en una estación de soldadura, incluyendo las etapas que se suman a la soldadura, tradicionalmente requiere muchas horas de instrucción, entrenamiento y práctica.

20 Existen muchos tipos diferentes de operaciones que pueden aprenderse, incluidas varias operaciones de soldadura y no soldadura. En condiciones normales, las etapas de una estación de soldadura se aprenden por un operador alumno en una estación de soldadura real que realiza operaciones de soldadura en piezas de metal reales. Dicha formación en el mundo real puede vincular los escasos recursos de soldadura y utilizar materiales de soldadura limitados. La formación durante la soldadura en piezas de producción real puede ser costosa a medida que un operador aprende el funcionamiento de ensamblaje. El tiempo de entrenamiento en piezas de producción real por lo general requiere dos operadores (costosos) y potencialmente genera chatarra, retrabajo o ensamblajes de baja calidad.

Recientemente, sin embargo, la idea de entrenamiento utilizando simulaciones de soldadura se ha hecho más popular. Algunas simulaciones de soldadura se ponen en práctica a través de ordenadores personales, online a través de Internet o incluso como soldadores virtuales. Sin embargo, las simulaciones de soldadura convencionales tienden a limitarse a soldaduras individuales en su enfoque de entrenamiento y suelen implicar una sola técnica de soldadura a la vez. La formación en realidad virtual convencional por lo general solamente implica soldaduras individuales y no prepara ni forma al operador sobre cómo producir un ensamblaje completo que implique múltiples etapas de soldadura y/o ensamblaje. En la práctica, a diferencia de estos simuladores, existen muchas técnicas de soldadura diferentes y operaciones que no requieren soldadura en una estación de soldadura que se necesitan para crear un conjunto soldado completo en su totalidad. Por lo tanto, existe una necesidad insatisfecha de sistemas y métodos de simulación de soldadura que puedan simular, de manera efectiva, la producción de conjuntos completos.

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para simular, de manera efectiva, la producción de conjuntos completos, se describe un sistema de soldadura virtual según la reivindicación 1. Otras formas de realización de la invención están sujetas a las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de la especificación, se ilustran varias formas de realización, a modo de ejemplo, de la invención que, junto con un resumen general de la invención, proporcionado con anterioridad y la descripción detallada dada a continuación, sirven para ejemplificar formas de realización de la presente invención.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema que proporciona formación en soldadura por arco en un entorno de realidad virtual en tiempo real, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

55 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una consola de soldadura simulada y un Dispositivo de Visualización de Observador (ODD) del sistema de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una consola de soldadura simulada y una Pantalla de secuenciador/interfaz de usuario (SDUI) del sistema de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

60 La Figura 4 es un diagrama que ilustra una Mesa/Soporte (T/S) del sistema de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 5 es un dibujo que ilustra una pieza de muestra (soldadura) en un dispositivo de montaje del sistema de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 6 es un dibujo que ilustra varios elementos del Seguidor Espacial (ST) de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

5 La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra, además, el sistema de la Figura 1, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra la lógica del secuenciador, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

10 La Figura 9 es un diagrama del sistema que ilustra un sistema virtual con un controlador del secuenciador virtual reprogramable, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra, además, el ejemplo del controlador del secuenciador virtual reprogramable de la Figura 9;

15 La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra verificaciones condicionales en el ejemplo del controlador de secuencia virtual de las Figuras 9 y 10;

20 La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un programa de control de secuencia en el ejemplo del controlador del secuenciador virtual de las Figuras 9 y 10;

La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones, a modo de ejemplo, incluidas en una secuencia virtual que utiliza una célula de trabajo de soldadura semiautomática, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

25 La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

30 La Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento utilizando una puntuación virtual, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de contratación utilizando una medida de rendimiento virtual, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

35 La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de optimización utilizando una estación de soldadura virtual, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

La Figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo;

40 La Figura 19 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo; y

45 La Figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real para determinar lo bien que la estación virtual predice el rendimiento del mundo real, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

50 En una forma de realización, a modo de ejemplo, una estación de soldadura virtual (simulada) incluye un secuenciador de trabajos de soldadura virtual. El secuenciador de trabajos de soldadura virtual simula un secuenciador de trabajos de soldadura del mundo real (por ejemplo, el secuenciador de soldadura de Lincoln Electric) en un entorno virtual o utilizando uno o más componentes virtuales, tal como un soldador virtual. Un secuenciador de trabajos de soldadura del mundo real puede controlar las operaciones de una célula de trabajo semiautomática, lo que incluye instruir al

55 operador sobre qué hacer a continuación y cambiar automáticamente determinados parámetros de la célula de soldadura, incluidos, por ejemplo, los parámetros de soldadura. El secuenciador de trabajos de soldadura del mundo real puede proporcionar al operador una serie de órdenes e instrucciones que se relacionan con los aspectos de soldadura y sin soldadura de las operaciones asociadas con la estación de soldadura.

60 Una estación de soldadura virtual, que incluye el secuenciador virtual, puede comprender el VRTEX® de Lincoln Electric (máquina de entrenamiento de soldadura por arco de realidad virtual) y las tecnologías de secuenciador de soldadura integradas en la estación de soldadura virtual para crear un entorno de entrenamiento/prueba única. En la estación de soldadura virtual, se utiliza una secuencia de soldadura con el sistema VRTEX para la formación de realidad virtual para obtener un conjunto dado. Lo que antecede requiere una serie de soldaduras virtuales en un ensamblaje virtual, que forma al operador sobre los procesos, operaciones y procedimientos de soldadura requeridos para obtener un ensamblaje real (soldaduras individuales más las instrucciones completas de trabajo). Una vez que

se haya completado la formación virtual, un operador estará preparado para los procesos de soldadura del mundo real y la secuencia de eventos necesarios para crear un ensamblaje real. Después de entrenar con el secuenciador virtual, el operador utiliza ahora el secuenciador de soldadura Weld Sequencer para obtener ensamblajes reales, y se repite la misma secuencia de soldadura. El secuenciador de soldadura Weld Sequencer controla y supervisa las operaciones de soldadura reales, mientras que WeldScore se utiliza para supervisar los procesos de soldadura. El monitor del WeldScore incluye, pero no se limita a, las formas de realización descritas en el documento de EE.UU. N° 12/775,729 presentado el 7 de mayo de 2010, actualmente la patente de EE. UU. N° 8569646.

En una forma de realización, a modo de ejemplo, todos los datos de entrenamiento (de VRTEX y Weld Sequencer) se recopilan en un sistema de supervisión de producción. Esta tecnología proporciona planes integrales de lecciones (con creación de ensamblaje virtual y creación de ensamblaje real). Lo que antecede incluye una secuencia de soldadura común que se utiliza en el entorno virtual (VRTEX) y el controlador del secuenciador de soldadura real junto con un kit de piezas para la parte de soldadura real de la formación. El resultado final de una lección individual es un informe completo de todas las soldaduras/operaciones de entrenamiento, el tiempo del ciclo de ensamblaje y una pieza real del kit.

La secuencia operativa (utilizada tanto en entornos virtuales como en el mundo real) puede contener verificaciones de validación de parámetros tales como la colocación de piezas, la velocidad de desplazamiento (duración de la soldadura), el amperaje medio y otras variables de soldadura. El uso de estos requisitos comunes refuerza los requisitos reales que se aprenden primero en la estación de soldadura virtual y posteriormente se repiten en ensamblajes reales (mientras que el secuenciador virtual y el secuenciador de soldadura dirigen y supervisan las operaciones de la misma manera, respectivamente).

La finalización satisfactoria de la formación virtual puede incluir una puntuación global para todas las operaciones de soldadura, límites de tiempo de ciclo total, límites de tiempo de arco total, número de arranques/paradas de arco y otras variables de soldadura. Una vez que se consiguen los requisitos mínimos (p. ej., una vez que una puntuación de rendimiento alcance un umbral predeterminado), se aprobaría a un operador para la siguiente etapa de formación que implica una soldadura real.

Durante la soldadura real, el secuenciador de soldadura utilizará la misma secuencia de soldadura con los mismos requisitos que el secuenciador virtual para completar de manera satisfactoria un ensamblaje real.

Los datos operativos y de soldadura de las operaciones del secuenciador virtual y del secuenciador de soldadura pueden recogerse en un sistema de supervisión de producción común (por ejemplo, CheckPoint). Los datos pueden resumirse por operador, operaciones de soldadura (virtuales y reales), número de conjuntos creados, puntuaciones de calidad, métricas de tiempo de ciclo, etc.

En una forma de realización, a modo de ejemplo, como con un secuenciador del mundo real, un secuenciador virtual puede seleccionar y poner en práctica de manera automática funciones de una célula de trabajo de soldadura virtual. A modo de ejemplo, una función podría incluir un programa particular de soldadura virtual para ser utilizado dentro de la célula de trabajo virtual. Dicho de otro modo, el secuenciador virtual puede seleccionar un programa de soldadura virtual para utilizarlo en una soldadura virtual particular y modificar la configuración de la célula de trabajo virtual de conformidad con el programa de soldadura virtual seleccionado, de manera automática, para el operador (es decir, sin la intervención específica del operador).

Además, en la forma de realización, a modo de ejemplo, el secuenciador virtual puede indicar automáticamente una secuencia de operaciones, etapas o diferentes soldaduras que el operador debe seguir para crear un conjunto virtual final. Junto con la selección automática de programas de soldadura virtual, esta secuencia indicada permite que un operador siga la secuencia para crear un ensamblaje virtual final, tal como se esperaría que hiciera el operador en la estación de soldadura del mundo real.

En consecuencia, puesto que el secuenciador virtual configura el equipo de soldadura virtual y organiza el flujo de trabajo, al igual que un secuenciador del mundo real, el secuenciador virtual puede utilizarse para formar a los operadores antes de que comiencen a operar en una estación o célula de soldadura del mundo real. De esta manera, la posibilidad de error en la estación de soldadura del mundo real se reduce en gran medida y se mejora la productividad y la calidad.

En una forma de realización, a modo de ejemplo, una estación de soldadura de realidad virtual (VRWS) comprende un subsistema programable basado en procesador, un seguidor espacial conectado de manera operativa al subsistema programable basado en procesador, al menos una herramienta de soldadura simulada capaz de ser seguida espacialmente por el seguidor espacial, y al menos un dispositivo de visualización conectado de manera operativa al subsistema programable basado en procesador. La estación VRWS es capaz de simular, en un espacio de realidad virtual, operaciones asociadas con una estación de soldadura del mundo real. Las operaciones pueden incluir varios tipos diferentes de soldaduras y operaciones sin soldadura. Para operaciones de soldadura, la estación VRWS es capaz de mostrar la cantidad de soldadura simulada en el dispositivo de visualización en tiempo real. Tal como aquí se utiliza, el término "tiempo real" significa percibir y experimentar en el tiempo en un entorno simulado de

la misma manera que un usuario percibiría y experimentaría en un escenario de soldadura del mundo real. Para operaciones que no son de soldadura, tal como, por ejemplo, introducción/escaneado de identificación del operador, introducción/escaneado de identificación de piezas, fijación de piezas, manipulación/control de fijación, inspecciones, etc., el sistema es capaz de replicar y/o simular las etapas que el operador necesita completar para la operación de soldadura en una estación de soldadura en particular. En general, la estación VRWS puede incluir cualquiera o todas de las características y capacidades descritas en las siguientes solicitudes de patente: U.S. Ser. Nº 11/227,349 presentada el 15 de septiembre de 2005, actualmente patente de EE.UU. Nº 8.692.157; U.S. Ser. Nº 11/613,652 presentada el 20 de diciembre de 2006; U.S. Ser. Nº 12/501,257 presentada el 10 de julio de 2009, actualmente patente de EE.UU. Nº 8.747.116; U.S. Ser. Nº 12/501,263 presentada el 10 de julio de 2009; U.S. Ser. Nº 12/504,870 presentada el 17 de julio de 2009; U.S. Ser. Nº 12/719,053 presentada el 8 de marzo de 2010, actualmente patente de EE. UU. Nº 8.274.013; U.S. Ser. Nº 13/081,725 presentada el 7 de abril de 2011, actualmente patente de EE. UU. Nº 8.657.605; U.S. Ser. Nº 13/364,489 presentada el 2 de febrero de 2012; U.S. Ser. Nº 13/720,300 presentada el 19 de diciembre de 2012, actualmente patente de EE. UU. Nº 8.787.051; U.S. Ser. Nº 13/792,288 presentada el 11 de marzo de 2013, actualmente patente de EE. UU. Nº 8.834.168; U.S. Ser. Nº 13/792,309 presentada el 11 de marzo de 2013; U.S. Ser. Nº 13/792,294 presentada el 11 de marzo de 2013, actualmente patente de EE. UU. Nº 8.851.896; U.S. Ser. Nº 13/792,280 presentada el 11 de marzo de 2013; y U.S. Ser. Nº 13/545,058 presentada el 10 de julio de 2012.

Con referencia a continuación a los dibujos, que se proporcionan con el fin de ilustrar las diversas formas de realización, a modo de ejemplo, descritas o sugeridas de otro modo en el presente documento y no con el fin de limitarlas, la Figura 1 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, de un diagrama de bloques de un sistema 100 para proporcionar formación en estaciones de soldadura en un entorno de realidad virtual en tiempo real. El sistema 100 incluye un subsistema programable basado en procesador (PPS) 110. El sistema 100 incluye, además, un seguidor espacial (ST) 120 conectado de manera operativa al subsistema PPS 110. El sistema 100 también incluye una interfaz de usuario de soldadura física (WUI) 130 conectada de manera operativa al subsistema PPS 110 y un dispositivo de visualización montado en la cara (FMDD) 140 conectado de manera operativa al subsistema PPS 110 y al seguidor ST 120. El sistema 100 también puede incluir un Dispositivo de Visualización de Observador (ODD) 150 conectado, de manera operativa, al subsistema PPS 110. El sistema 100 también incluye al menos una herramienta de soldadura simulada (MWT) 160 conectada de manera operativa al ST 120 y al subsistema PPS 110. El sistema 100 puede incluir una mesa/soporte (T/S) 170. El sistema 100 también puede incluir al menos un cupón de soldadura (WC) 180 capaz de conectarse al seguidor T/S 170. El sistema 100 puede incluir un dispositivo de montaje (AF) 182. El sistema 100 también puede incluir al menos una pieza de muestra (SP) 184. El sistema 100 también incluye un secuenciador virtual (VS) 186 y una pantalla de secuenciador/interfaz de usuario (SDUI) 188. En otras formas de realización, a modo de ejemplo, el secuenciador VS 186 puede combinarse con el subsistema PPS 110 y/o la interfaz SDUI 188 puede combinarse con la interfaz WUI 130 y/o otras interfaces, pantallas, etc., para simular el número y tipo de interfaces y/o muestras que el operador de la estación deberá interactuar con la estación de soldadura del mundo real.

El sistema 100 también puede incluir varios otros dispositivos, tales como, por ejemplo, dispositivos operacionales 190, que simulan los dispositivos de la estación de soldadura del mundo real necesarios para ciertas operaciones. Tal como se muestra en la Figura 1, un dispositivo operacional 190 puede estar asociado con el accesorio AF 182, por ejemplo, para verificar la colocación de la pieza SP 184 dentro del accesorio AF 182, manipular la posición del accesorio AF 182, accionar una o más abrazaderas para sostener la pieza SP 184 en el accesorio AF 182, etc. Otros dispositivos (no ilustrados) pueden incluir, por ejemplo, escáneres, lectores, interfaces de usuario, pantallas (que incluyen, por ejemplo, ayudas visuales configurables), indicadores visuales/audibles (por ejemplo, para errores de secuencia, soldadura fuera de los límites, detección de defectos de WeldScore), interfaces PLC, enclavamientos (p. ej., precalentamiento y/o temperatura de etapa, posición de posicionadores automáticos, detección de pieza/pieza cargada, abrazaderas cerradas/abiertas), paneles de control, herramientas de montaje, herramientas de inspección, sensores de posición del operador (p. ej., alfombrilla de detección de peso), sensores de posición/proximidad de la pieza, dispositivos de seguridad/bloqueo, control de iluminación, dispositivos de manipulación de materiales, medidores de piezas y/o ensamblajes (por ejemplo, para control de calidad), etc. De conformidad con otras formas de realización, a modo de ejemplo, se proporciona una botella de gas simulada (no ilustrada) que simula una fuente de gas protector y que tiene un regulador de flujo ajustable. Algunos de los elementos anteriores del sistema 100 pueden ser componentes del mundo real que se utilizan en la estación de soldadura virtual. A modo de ejemplo, un accesorio de montaje del mundo real 182 puede utilizarse para contener la pieza de muestra 184. Cualquier combinación de componentes virtuales y del mundo real puede comprender la estación de soldadura virtual.

La Figura 2 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, de una consola de soldadura simulada 135 (que simula una interfaz de usuario de fuente de alimentación de soldadura) con un Dispositivo de Visualización de Observador (ODD) 150 del sistema 100 de la Figura 1. La interfaz WUI 130 física reside en una parte frontal de la consola 135 y proporciona perillas, botones y un joystick para la selección por el usuario de varios modos y funciones. El dispositivo ODD 150 opcional está unido a una parte superior de la consola 135. La herramienta de soldadura simulada MWT 160 se apoya en un soporte unido a una parte lateral de la consola 135. Internamente, la consola 135 puede contener, o de otro modo alojar, varios componentes del sistema 100, por ejemplo, el subsistema PPS 110, el secuenciador VS 186 y/o una parte del seguidor espacial ST 120.

La Figura 3 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, de una consola de soldadura simulada 135 (que simula una interfaz de usuario de fuente de alimentación de soldadura) y una interfaz SDUI 188 del sistema 100 de la Figura 1. También se muestra una vista ampliada de una captura de pantalla, a modo de ejemplo, 189 de la interfaz SDUI 188. La interfaz SDUI 188 física puede proporcionar una pantalla de visualización, perillas, botones y/o un joystick para la selección por el usuario de varios modos y funciones. El secuenciador VS 186 se puede integrar con la interfaz SDUI 188 o se puede incluir con el subsistema PPS 110, que se puede incluir en la consola 135.

La Figura 4 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, de una mesa/soporte (T/S) 170 del sistema 100 de la Figura 1. El seguidor T/S 170 incluye una mesa ajustable 171, un soporte o base 172, un brazo ajustable 173 y un poste vertical 174. La mesa 171, el soporte 172 y el brazo 173 están unidos cada uno al poste vertical 174. La mesa 171 y el brazo 173 son capaces de ajustarse manualmente hacia arriba, hacia abajo y rotacionalmente con respecto al poste vertical 174. El brazo 173 se utiliza para contener varios cupones de soldadura (por ejemplo, cupón de soldadura 175) y/o piezas de muestra 184, y un usuario puede apoyar su brazo sobre la mesa 171 cuando entrena. El poste vertical 174 está indexado con información de posición de tal manera que un usuario puede saber exactamente dónde se ubican verticalmente el brazo 173 y la mesa 171 en el poste 174. El usuario puede introducir esta información de posición vertical en el sistema utilizando la interfaz WUI 130, el dispositivo ODD 150 y/o la interfaz SDUI 188.

La Figura 5 ilustra un accesorio de ensamblaje (AF) 182 a modo de ejemplo, mostrado como una estructura de soporte ajustable única. La estructura de soporte se representa sosteniendo (es decir, soportando) una pieza de muestra (SP) 184, es decir, una soldadura que tiene rieles separados 514, 516. La estructura de soporte 182 incluye una plataforma móvil superior 518, sobre la cual se sostiene una superficie superior 520 de la soldadura 184. La plataforma móvil 518 se ajusta a una posición u orientación deseada, para un área particular de la soldadura 184 para una soldadura simulada. La soldadura 184 está encajada alrededor del marco 522 por tiras alargadas 524 (solamente se muestran pequeños trozos en la Figura 5). La superficie superior 520 de la soldadura 184 es el lado superior de la sección de carril cuando se incorpora al sistema de carril. Las estructuras de abrazaderas 526 están en posiciones espaciadas a lo largo de la longitud de la soldadura 184. Tal como se ilustra en esta figura, las estructuras de abrazaderas 526 están posicionadas para tener rieles 514, 516 posicionados entre las abrazaderas 526 y las partes externas del marco 522 de la soldadura 184. Con mayor atención a la estructura de soporte 182, una base de soporte fija inferior 528 está en conexión utilizable con la plataforma superior móvil 518 a través de bisagras de múltiples posiciones espaciadas transversalmente 530, 532. En una forma de realización, las bisagras de múltiples posiciones pueden ser enlaces de 2 barras, y a continuación se hace referencia principalmente a los componentes o elementos 530, 532 como enlaces de 2 barras. Sin embargo, debe apreciarse que se pueden utilizar otras bisagras u otras estructuras apropiadas que permitan el movimiento adecuado de la plataforma móvil 518 sin desviarse por ello del alcance y de la intención de los conceptos inventivos generales. La plataforma móvil 518 puede controlarse mediante un dispositivo operacional 190 desde el sistema 100 de la Figura 1. Además, la estructura de soporte 182 (tal como el accesorio de ensamblaje AF) y la soldadura 184 (tal como la pieza de muestra SP), según se representa en la Figura 5, son meramente a modo de ejemplo. El accesorio AF 182 y la pieza SP 184 pueden consistir en cualquier forma, construcción, número de piezas, tipo de piezas y tamaño de piezas según se requiera para cualquier operación de soldadura.

Tal como se mencionó con anterioridad, la estructura de soporte 182 puede ajustarse para ubicar la soldadura 184 en una orientación o posición apropiada para una operación de soldadura simulada deseada. Para ajustar la posición de la plataforma superior móvil 518 con respecto a la base de soporte fija 528, accionadores, tales como los elementos de ajuste de longitud 550, 552, están conectados entre clavijas o elementos de pivote 540, 542 y clavijas o elementos de pivote 554 y 556, respectivamente, estando estos últimos situados, por lo general, cerca del centro de la base fija 528. Además, un accionador, tal como el elemento de ajuste de longitud 560, se conecta entre la base de soporte fija 528 a través de clavijas o elementos de pivote 556 y la clavija o elemento de pivote 562 a la plataforma móvil 518. La colocación de los elementos de ajuste de longitud 550, 552 y 560 determina la posición de la plataforma móvil 518 y, por lo tanto, la ubicación de la soldadura 184 que se está realizando. Los elementos de pivote 530c, 532c, 530d, 532d, 540, 542, 554, 556 y 562 proporcionan a la estructura de soporte 182, 3 grados de libertad, es decir, capaz de desplazarse en las direcciones x y z, así como inclinarse en el plano x-z. El tamaño físico y las características operativas de los elementos de ajuste de longitud individuales 550, 552, 560 actúan para determinar la envolvente de movimiento para la estructura de soporte 182. Mientras que, en una forma de realización, a modo de ejemplo, los elementos de ajuste de longitud son accionadores hidráulicos, también pueden representarse otros accionadores tales como accionadores neumáticos, de bola y tornillo, y/o cualquier tipo de accionadores controlados eléctricamente. Cualquiera o todos estos componentes móviles pueden controlarse mediante uno o más dispositivos operacionales 190 desde el sistema 100 de la Figura 1.

Otras formas de realización, a modo de ejemplo, pueden incluir cualquier combinación de una o más de las mesas 171, brazos 173, accesorios de montaje 182, cupones 180 y/o piezas de muestra 184 para simular mejor las operaciones de la estación de soldadura del mundo real que se está simulando.

De conformidad con otras formas de realización, a modo de ejemplo, las posiciones de la mesa 171, el brazo 173 y/o el accesorio AF 182 pueden establecerse automáticamente por el subsistema PPS 110 y/o el secuenciador VS 186 a través de ajustes preprogramados, o a través de la interfaz WUI 130, el dispositivo ODD 150 y/o la interfaz SDUI 188 según lo ordenado por un usuario. En dichas formas de realización, el seguidor T/S 170 y/o el accesorio AF 182 suelen

incluir, por ejemplo, motores y/o servomecanismos, y las órdenes de señal de los dispositivos mencionados con anterioridad activan los motores y/o servomecanismos.

De conformidad con otras formas de realización, a modo de ejemplo, las posiciones de la mesa 171, del brazo 173, del accesorio AF 182, del cupón WC 180 y/o de la pieza SP 184 son detectados por el sistema 100. De esta manera, un usuario no tiene que introducir manualmente la información de posición a través de una interfaz de usuario. En dichas formas de realización, el seguidor T/S 170 y/o el accesorio AF 182 incluyen detectores de posición y orientación y envían órdenes de señal al subsistema PPS 110 y/o al secuenciador VS 186 para proporcionar información de posición y orientación. El cupón WC 175 y/o la pieza SP 184 pueden incluir sensores de detección de posición (por ejemplo, sensores en espiral para detectar campos magnéticos). Un usuario puede observar una representación del seguidor T/S 170 y/o del accesorio AF 182 en el dispositivo ODD 150, en el dispositivo FMDD 140 y/o la interfaz SDUI 188 a medida que se cambian los parámetros de ajuste, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo.

De conformidad con otras formas de realización, a modo de ejemplo, las posiciones de la mesa 171, del brazo 173, del accesorio AF 182, del cupón WC 180 y/o de la pieza SP 184 son dictados y supervisado por el sistema 100. En varias formas de realización, a modo de ejemplo, las posiciones de la mesa 171, del brazo 173, del accesorio AF 182, del cupón WC 180 y/o de la pieza SP 184 pueden controlarse mediante dispositivos operacionales 190 basados en órdenes del subsistema PPS 110 y/o del secuenciador VS 186. En otras formas de realización, a modo de ejemplo, un usuario puede obtener la información de posición a través de una interfaz de usuario y posicionar manualmente la mesa 171, el brazo 173, el accesorio AF 182, el cupón WC 180 y/o la pieza SP 184. Las determinaciones de posicionamiento automático y manual se hacen en función de las operaciones de la estación de soldadura del mundo real que se están simulando.

Se pueden incluir varios otros dispositivos operacionales 190 en la estación VRWS con el fin de simular la estación de soldadura del mundo real. El control y la comunicación con estos dispositivos está diseñado para imitar el entorno de soldadura del mundo real, utilizando dispositivos y componentes virtuales y/o del mundo real, similares al accesorio AF 182, que se describe aquí a modo de ejemplo.

La Figura 6 ilustra varios elementos de una forma de realización, a modo de ejemplo, del seguidor espacial (ST) 120 de la Figura 1. El seguidor ST 120 es un seguidor magnético que es capaz de interactuar de manera operativa con el subsistema PPS 110 del sistema 100. El seguidor ST 120 incluye una fuente magnética 121 y un cable de fuente, al menos un sensor 122 y un cable asociado, software del host en disco 123, una fuente de alimentación 124 y un cable asociado, cables USB y RS-232 125, y una unidad de seguimiento del procesador 126. La fuente magnética 121 puede conectarse de manera operativa a la unidad de seguimiento del procesador 126 o, de otro modo, interactuar con ella (p. ej. mediante un cable). El sensor 122 es capaz de conectarse de manera operativa a la unidad de seguimiento del procesador 126 (por ejemplo, mediante un cable) o interactuar con ella de otro modo. La fuente de alimentación 124 es capaz de conectarse de manera operativa a la unidad de seguimiento del procesador 126 (por ejemplo, mediante un cable) o interactuar con ella de otro modo. La unidad de seguimiento del procesador 126 es capaz de conectarse de manera operativa o interactuar con el subsistema PPS 110 mediante un cable USB o RS-232 125. El software del host en el disco 123 puede cargarse en el subsistema PPS 110 y permitir la comunicación funcional entre el seguidor ST 120 y el subsistema PPS 110.

Tal como se muestra en la Figura 4, la fuente magnética 121 del seguidor ST 120 está montada en una primera parte del brazo 173, o de otra manera interactúa con ella. Haciendo referencia a la Figura 5, la fuente magnética 121 del seguidor ST 120 está montada, o de otra manera interactúa con, la parte posterior de la plataforma superior 18. En otras formas de realización, a modo de ejemplo, múltiples fuentes magnéticas 121 están montadas en varias ubicaciones y pueden utilizarse para proporcionar un seguimiento adecuado. La fuente magnética 121 crea un campo magnético alrededor de la fuente magnética 121, que incluye el espacio que abarca el cupón WC 175 y/o la pieza SP 184, que establece un marco de referencia espacial 3D. El seguidor T/S 170 y/o el accesorio de ensamblaje 182 pueden ser, en gran medida, no metálicos (no férricos y no conductores) para no distorsionar el campo magnético creado por la fuente magnética 121. El sensor 122 puede incluir tres bobinas de inducción alineadas ortogonalmente a lo largo de tres direcciones espaciales. Las bobinas de inducción del sensor 122 pueden medir cada una la intensidad del campo magnético en cada una de las tres direcciones y proporcionar esa información a la unidad de seguimiento del procesador 126. Como resultado, el sistema 100 puede saber dónde se encuentra cualquier parte del cupón WC 175 y/o la pieza SP 184 con respecto al marco de referencia espacial 3D establecido por el campo magnético. El sensor 122 puede estar unido a la herramienta MWT 160 o al dispositivo FMDD 140, permitiendo así que el seguidor ST 120 efectúe el seguimiento a la herramienta MWT 160 o al dispositivo FMDD 140 con respecto al marco de referencia espacial 3D tanto en espacio como en orientación. Cuando se proporcionan dos sensores 122 y se conectan de manera operativa a la unidad de seguimiento del procesador 126, se puede seguir tanto la herramienta MWT 160 como el dispositivo FMDD 140. De esta manera, el sistema 100 es capaz de crear un cupón WC virtual, una pieza SP virtual, una herramienta MWT virtual, una mesa T/S virtual y/o un accesorio AF virtual en el espacio de realidad virtual y mostrar el cupón WC virtual, la pieza SP virtual, la herramienta MWT virtual, el seguidor T/S virtual y/o el accesorio AF virtual en el dispositivo FMDD 140, el dispositivo ODD 150 y/o la interfaz SDUI 188 como la herramienta MWT 160 y el dispositivo FMDD 140 son objeto de seguimiento con respecto al marco de referencia espacial 3D.

De conformidad con otra forma de realización, a modo de ejemplo, los sensores 122 pueden conectarse de forma inalámbrica a la unidad de seguimiento del procesador 126, y la unidad 126 de seguimiento del procesador puede conectarse de forma inalámbrica al subsistema PPS 110. De conformidad con otras formas de realización, a modo de ejemplo, otros tipos de seguidores espaciales 120 se pueden utilizar en el sistema 100 incluyendo, por ejemplo, un seguidor basado en acelerómetro/giroscopio, un seguidor óptico (activo o pasivo), un seguidor de infrarrojos, un seguidor acústico, un seguidor láser, un seguidor de radiofrecuencia, un seguidor inercial y sistemas de seguimiento basados en realidad aumentada. Otros tipos de seguidores también pueden ser posibles. En algunas formas de realización, a modo de ejemplo, se puede emplear una combinación de dos o más tecnologías de seguimiento diferentes.

La Figura 7 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, del sistema 100 de la Figura 1. Los diversos bloques funcionales del sistema 100, tal como se muestra en la Figura 7, se ponen en práctica principalmente a través de instrucciones de software y módulos que se ejecutan en el subsistema PPS 110 y/o el secuenciador VS 186. Los diversos bloques funcionales del sistema 100 incluyen una interfaz física 701, modelos de antorcha y abrazadera 702, modelos del entorno 703, funcionalidad de contenido de sonido 704, sonidos de soldadura 705, modelo de accesorio de montaje/soporte/mesa 706, funcionalidad de arquitectura interna 707, funcionalidad de calibración 708, modelos de dispositivo operacionales 709, modelos de pieza de muestra/cupón 710, física de soldadura 711, herramienta de ajuste de física interna (plataforma tweaker) 712, funcionalidad de interfaz gráfica de usuario 713, funcionalidad de gráficos 714, funcionalidad de informes académicos 715, renderizador 716, renderizado de cordones de soldadura 717, texturas 3D 718, funcionalidad de señales visuales 719, funcionalidad de puntuación y tolerancia 720, editor de tolerancia 721, efectos especiales 722 y modelos de secuencia 723.

La funcionalidad de los diversos bloques mostrados en la Figura 7 funciona de manera similar a la funcionalidad dada a conocer en US. Ser. Nº 12/501, 257. El modelado del accesorio AF 182 puede ser similar al seguidor T/S 170 en el bloque 706. El modelado de la pieza SP 184 puede ser similar al cupón WC 180 en el bloque 710. La funcionalidad de la interfaz gráfica de usuario 713 también puede incluir la interfaz SDUI 188 para configurar/mostrar las operaciones y las etapas de un escenario de estación de soldadura simulada. De conformidad con una forma de realización, a modo de ejemplo, la configuración de un escenario de soldadura incluye seleccionar un idioma, introducir un nombre de usuario y seleccionar una estación de soldadura para simular. De conformidad con la estación de soldadura seleccionada, el secuenciador VS 186 puede seleccionar los modelos de secuencia apropiados del bloque 723. Los modelos de secuencia 723 incluirán los diversos aspectos asociados con las operaciones de la estación de soldadura seleccionada, especificando las etapas del proceso, incluyendo, por ejemplo, la especificación del cupón WC 180 y/o la pieza SP 184; especificando la configuración T/S 170 y/o el accesorio AF 182; especificando uno o más procesos de soldadura (por ejemplo, FCAW, GMAW, SMAW) y métodos asociados de pulverización axial, pulso o arco corto; especificando un tipo de gas y caudal; especificando un tipo de electrodo de barra; especificando un tipo de alambre con núcleo fundente (por ejemplo, auto-blindado, con gas); especificando un entorno (por ejemplo, un entorno de fondo en un espacio de realidad virtual); especificando una velocidad de alimentación de alambre; especificando un nivel de tensión; especificando un amperaje; especificando una polaridad; y activando o desactivando señales visuales particulares. En otras formas de realización, a modo de ejemplo, se le puede solicitar al usuario que especifique ciertas opciones y/o parámetros de conformidad con las decisiones que un operador tendrá que especificar en los procesos de la estación de soldadura del mundo real que se están simulando.

El sistema 100 es capaz de analizar y mostrar los resultados de la actividad de la estación de soldadura virtual. Al analizar los resultados, se entiende que el sistema 100 es capaz de determinar cuándo, durante las etapas de proceso especificados, incluyendo las operaciones de soldadura y de no soldadura, el usuario se ha desviado de los límites aceptables de los procesos especificados. Se puede atribuir una puntuación al rendimiento del usuario. En una forma de realización, a modo de ejemplo, la puntuación puede ser una función de operaciones fallidas; piezas mal fijadas; y desviación en la posición, orientación y velocidad de la herramienta de soldadura simulada 160 mediante márgenes de tolerancias, que pueden extenderse desde una etapa de soldadura ideal a una actividad de soldadura marginal o inaceptable, verificaciones de calidad perdidas o cualesquiera otras operaciones asociadas con la estación de soldadura seleccionada.

La funcionalidad de señales visuales 719 puede proporcionar retroalimentación inmediata al usuario al mostrar colores e indicadores superpuestos en el dispositivo FMDD 140, el dispositivo ODD 150 y/o la interfaz SDUI 188. Se pueden proporcionar señales visuales para cada una, o partes de cada una, de las operaciones asociadas con la estación de soldadura seleccionada.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de una lógica de secuenciador, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo. En esta forma de realización, a modo de ejemplo, el secuenciador virtual puede indicar al operador que realice cualquier número de operaciones para simular la estación de soldadura del mundo real. A modo de ejemplo, el secuenciador virtual puede indicar al operador que realice la operación 1 para alcanzar un estado particular. La finalización de la operación 1 también puede estar asociada con una verificación de condición. Si no se cumple la condición (p. ej., no se introdujo el número de pieza, la pieza no se colocó en el accesorio, la duración de la soldadura no fue lo suficientemente larga, etc.), la secuencia puede tomar una acción, tal como, por ejemplo, esperar, volver a instruir, detener, o cualquier otra acción. Estas acciones pueden diseñarse para simular la acción deseada en la estación de soldadura del mundo real o pueden desviarse de la estación de soldadura del mundo real para

proporcionar una mejor experiencia de formación para el operador (por ejemplo, re-instrucción). La secuencia se completa cuando se completan todas las operaciones (y se cumplen las condiciones asociadas) para la estación de soldadura virtual.

Las Figuras 9 a 12 describen un sistema de control, de conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo. Con referencia a continuación a las Figuras 9 a 11, un sistema de control, a modo de ejemplo, 902 para el sistema 100 de la figura 1 se muestra a este respecto. En diversas formas de realización, el sistema de control 902 puede estar incorporado en el subsistema PPS 110, en el secuenciador VS 186, en la consola de soldadura simulada 135 y/o en otros componentes. El sistema 902 incluye una pluralidad de componentes del sistema de soldadura 950, que suelen ser componentes virtuales, que incluyen una fuente de alimentación 951, un alimentador de alambre 952, un carro de desplazamiento 953, un solenoide de gas 954, un solenoide de refrigerante 955, un sistema de extracción de humos 956, y un robot o controlador lógico programable (PLC) 957, donde los componentes del sistema ilustrados 950 son meramente ejemplos, y un sistema puede estar provisto de más o menos componentes de conformidad con los conceptos inventivos generales. Los componentes de soldadura virtual pueden incluirse en una consola de soldadura simulada 135, tal como se muestra en la Figura 2. Los componentes con o sin soldadura del mundo real pueden utilizarse en la estación de soldadura virtual si determinados componentes no pueden simularse de manera adecuada.

Tal como se muestra en la Figura 10, el sistema 902 comprende, además, un controlador de secuenciador virtual 910 con un microprocesador 912, un programa de control de secuencia 922 y uno o más ficheros de tablas de estados 924, 926, 928, donde el controlador de secuenciador virtual 910 también proporciona varias interfaces que incluyen una interfaz de red 914 para acoplar, de manera operativa, el secuenciador 910 con una red 930, una o más interfaces de comunicaciones dedicadas 916 que proporcionan conectividad de comunicaciones directas con uno o más de los componentes del sistema 950 a través de los cables 940, así como una interfaz de usuario 918 (tal como, por ejemplo, la interfaz SDUI 188 de la Figura 1) que proporciona acceso de operador o de usuario al secuenciador 910 para establecer parámetros, valores, etc., y/o para proporcionar información operativa a un usuario.

Tal como se muestra en la Figura 8, la red 930 puede acoplar uno o más de los componentes del sistema 950 y el controlador 910 entre sí y también puede proporcionar la utilización compartida de datos y otro intercambio de información entre cualquiera de los componentes 910, 950 y dispositivos externos u otras redes (no ilustrado). Lo que antecede incluye conectarse a la misma red que las estaciones de soldadura del mundo real.

De manera alternativa o en combinación, además, se puede utilizar un cableado dedicado 940 para interconectar el secuenciador 910 con algunos o todos los componentes del sistema de soldadura 950, tales como el cable de control de la fuente de alimentación 941, el cable alimentador de alambre 942, el cable del carro de desplazamiento 943, el cable de control de gas 944, el cable de control de solenoide de refrigerante 945, el cable de control de extractor de humos 946, y/o un cable de robot o PLC 947, en donde la interfaz a través de la red 930 (y la interfaz de red 914) y/o los cables 940 (y las interfaces 916) proporcionan la función de intercambio de datos u otra información, señalización, mensajes, etc., mediante los cuales las entradas de control de secuencia 921 se pueden obtener de uno o más componentes del sistema 950 y las salidas de control de secuencia 923 se pueden proporcionar a uno o más de los componentes 950.

En una puesta en práctica, a modo de ejemplo, el procesador 912 es un microprocesador, microcontrolador, DSP, dispositivo lógico programable, etc., aunque cualquier forma de componente de procesamiento informático puede emplearse dentro del alcance de los conceptos inventivos generales, ya sea hardware, software, firmware, o sus combinaciones, y que pueden ser un dispositivo único o pueden ponerse en práctica en múltiples componentes. Conviene señalar, además que, el controlador 910 puede integrarse en uno de los componentes del sistema 950, tal como la fuente de alimentación 951, el alimentador de alambre 952, etc., en donde la interfaz de usuario 918 puede incluir uno o más dispositivos de visualización, perillas de control de usuario, interruptores, teclados, etc., y pueden interactuar con un usuario con aspectos del componente del sistema 950, así como los del controlador del secuenciador 910. El controlador 910, además, incluye una memoria 920, que puede ser cualquier almacenamiento de datos adecuado, integrado o distribuido, que esté de manera operativa acoplado con el procesador 912 para permitir el acceso del procesador 912 a ficheros, programas, instrucciones, rutinas, datos, etc., almacenados en la memoria 920. Conviene señalar que, aunque el componente de procesamiento 912 y la memoria 920 puede integrarse en un solo componente, tal como una placa de circuito unitario, estos elementos pueden proporcionarse por separado o distribuirse a través de múltiples componentes del sistema para proporcionar un controlador 910 dentro del alcance de los conceptos inventivos generales. La memoria 920 almacena el programa de control de secuencia 922 y los ficheros de tablas de estados 924, 926, 928 que proporcionan acceso al mismo por el procesador 912. La memoria 920 también puede incluir una herramienta de configuración de secuencia 929, tal como un programa de software que también puede ser ejecutado por el procesador 912. Los estados se pueden utilizar para definir varias etapas del proceso de ensamblaje, incluidos los estados semiautomáticos o manuales previstos al final de las operaciones individuales (por ejemplo, pieza en accesorio, tiempo de soldadura, etc.) y/o estados automáticos que ocurren durante una operación que se controla de manera automática (p. ej., cambios en los parámetros de soldadura que tienen lugar durante una soldadura única).

En una forma de realización, a modo de ejemplo, la fuente de alimentación, a modo de ejemplo, 951 y otros componentes están basados en tablas de estados, en donde algunas de las salidas 923 del controlador se proporcionan como entradas 996 a los componentes. En funcionamiento, el controlador 910 proporciona un nivel o niveles de salida deseados como una o más salidas de controlador 923 y a los diversos componentes virtuales, que emplean los niveles de salida para definir y regular el estado deseado del componente. A modo de ejemplo, el controlador 910 puede regular un estado de soldadura particular, un estado de accesorio particular, etc. El microprocesador 912 ejecuta una rutina estándar de conformidad con el programa de control de secuencia, que simula la totalidad de las operaciones (y sus parámetros asociados) que están asociados con la estación de soldadura especificada. El controlador puede leer cada estado, regular las instrucciones asociadas con el estado actual y determinar si una serie de verificaciones condicionales es verdadera y, de ser así, bifurcarse al siguiente estado (u operación).

En algunas formas de realización, a modo de ejemplo, se pueden realizar ciertas verificaciones para asegurar que la secuencia esté lista para avanzar a la siguiente operación. La Figura 11 ilustra el funcionamiento de un programa de control, a modo de ejemplo, 962 que incluye verificaciones condicionales, en donde una primera tabla de estados y una tabla de datos se cargan en 1150 y los valores de entrada se obtienen en 1152. Los parámetros se calculan y las instrucciones de estado se ejecutan en 1154, después de lo cual se carga una primera verificación condicional en 1156 y es objeto de prueba (por ejemplo, VERDADERO o FALSO) en 1158. Si la primera condición es verdadera (SÍ en 1158), el programa 962 ejecuta la instrucción asociada en 1160, actualiza los temporizadores en 1162 y pasa al siguiente estado correspondiente en 1164, después de lo cual las salidas se actualizan en 1166, y el programa 962 retorna a 1152. Si la primera condición probada no es verdadera (NO en 1158), se realiza una determinación en 1170 en cuanto a si se especifican más verificaciones el estado actual, y si es así (SÍ en 1170), la siguiente verificación condicional se carga en 1172, y el programa prueba la nueva condición en 1158 tal como se describió con anterioridad. Una vez que todas las verificaciones condicionales se han encontrado falsas para el estado actual (NO en 1170), el programa 962 actualiza los temporizadores en 1174, actualiza las salidas en 1166 y luego retorna de nuevo a 1152 tal como se describió con anterioridad.

En referencia a la Figura 12, el procesador 912 ejecuta un programa de control de secuencia virtual, a modo de ejemplo, 922, de conformidad con las entradas de controlador de secuencia 921 y de conformidad con un fichero de tablas de estados de control de secuencia seleccionado 924, 926, 928 para proporcionar las salidas de controlador de secuencia 923 para realizar una operación virtual poniendo en práctica las funciones designadas o instrucciones en forma de estado por estado (o etapa a etapa), donde las verificaciones de condición prevén la bifurcación a un siguiente estado apropiado en función de las entradas, temporizadores, etc. En funcionamiento, un usuario selecciona de entre los ficheros de tablas de estados 924, 926, 928 disponibles (por ejemplo, una secuencia de estación de soldadura virtual), utilizando una función de selección en la interfaz de usuario del secuenciador 918. La ejecución del programa de control de secuencia 922 se inicia en 1202 en la Figura 12, donde el componente de procesamiento 912 obtiene una entrada de fichero de tablas de estados de control de secuencia actual en 1204 a partir del fichero de tablas de estados de control de secuencia 924, y obtiene entradas de controlador de secuencia actual 921 de al menos uno de los componentes del sistema virtual en 1206. En 1208, el procesador 912 ejecuta una o más instrucciones ejecutables o rutinas del programa de control 922 identificadas por los identificadores de instrucciones de la entrada actual utilizando uno o más de sus parámetros de instrucción y proporciona las salidas del controlador de secuencia 923 en 1210. Las condiciones del sistema virtual identificadas por uno o más identificadores de condición de salida de la entrada del fichero de las tablas de estados se verifican en 1212 y se realiza una determinación en 1214 en cuanto a si cualesquiera condiciones de salida identificadas se satisfacen, o no, de conformidad con las entradas de controlador de secuencia actuales 921, incluyendo los temporizadores asociados con el estado actual. Si no es así, el estado actual continúa (NO en 1214) y la ejecución del programa retorna a 1206-1212 tal como se describió con anterioridad. De esta manera, el controlador de secuencia 910 pone en práctica un estado de una secuencia virtual proporcionada de conformidad con la definición de estado en la entrada del fichero de tabla correspondiente hasta que se cumplan una o más de las condiciones de salida especificadas. Una vez que se cumple una condición de salida (SÍ en 1214), el procesador 912 obtiene la siguiente entrada del fichero de las tablas de estados de control de secuencia en 1216 que corresponde al identificador de condición de salida satisfecha. Además, las instrucciones o rutinas correspondientes a cualquier identificador de acción especificado para la condición satisfecha se ejecutan en 1216. La ejecución del programa de control 922 luego retorna para obtener las entradas actuales del sistema 921 en 1206 para ejecutar las instrucciones identificadas en la nueva entrada del fichero de las tablas de estados y generar las salidas correspondientes 923 en 1208 y 1210, respectivamente, y verificar las nuevas condiciones de salida de estado en 1212 y 1214 tal como se describió con anterioridad.

Conviene señalar que el programa de control de secuencia 922 es bastante genérico con respecto a la interoperación con el fichero de tablas de estados seleccionado 924, en donde las instrucciones codificadas y las rutinas del programa 922 son las apropiadas para interactuar y controlar los diversos componentes del sistema y para obtener entradas a partir de los mismos, mientras que la lógica específica de una secuencia virtual proporcionada se obtiene a partir de las entradas del fichero de las tablas de estados y sus elementos. De esta manera, las formas de realización esencialmente desacoplan la lógica de secuencia virtual en los ficheros de tabla 924, 926, 928 a partir de las instrucciones y rutinas ejecutables codificadas del programa de control 922. En consecuencia, la reconfiguración de un sistema virtual completo se puede lograr sin recompilar e instalar software o firmware y sin modificación de hardware (por ejemplo, no es necesario modificar o recompilar el programa de control de secuencia 922). En cambio, un fichero

de tablas de estados 924, 926, 928 puede construirse y almacenarse simplemente en la memoria 920 (o en cualquier almacenamiento de datos adecuado accesible por el componente de procesamiento 912) con el fin de poner en práctica una nueva secuencia operativa virtual. Además, los ficheros de tablas de estados existentes 924, 926, 928 se pueden utilizar como un punto de partida o plantilla, con las entradas del fichero de tablas de estados que se pueden cambiar, agregar o eliminar del mismo para poner en práctica operaciones virtuales nuevas o modificadas utilizando el controlador de secuencia 910. Si los ficheros de tablas de estados del secuenciador 924, 926, 928 se crean fuera de la memoria 920, además, dichos ficheros pueden descargarse fácilmente a un almacenamiento de datos accesible por el componente de procesamiento 912. A este respecto, los operadores de sistemas virtuales o el personal de servicio pueden configurar el controlador de secuencia 910 y, por lo tanto, un sistema virtual completo desde una ubicación remota, de conformidad con los conceptos inventivos generales, donde los ficheros de tablas de estados 924, 926, 928 se pueden descargar a través de la red 930 y otras redes conectadas de manera operativa a la misma, incluyendo redes LANS, WANS, conexiones a Internet, etc. Además, conviene señalar que los elementos de las entradas del fichero de las tablas de estados pueden ser etiquetas, cadenas, punteros, direcciones, etc. que proporcionen una indicación de instrucciones, rutinas, valores numéricos, estados o acciones que el procesador 912 puede comprender al ejecutar el programa de control de secuencia 922. Por lo tanto, la herramienta de configuración de secuencia 929 (Figura 10) puede ser cualquier hardware, software, firmware o sus combinaciones adecuadas que puedan obtener los elementos y la lógica de una secuencia virtual y crear un fichero de tablas de estados 924, 926, 928 y sus entradas, y que luego se puedan utilizar para realizar una operación virtual.

Una forma de realización, a modo de ejemplo, de una secuencia virtual que incluye varias operaciones de soldador (operador) y no soldador se representa de manera esquemática en la Figura 13. En la Figura 13, en la operación 1310, el secuenciador virtual comienza a funcionar y puede indicarle al operador que introduzca el número de identificación del operador, el número de identificación de pieza apropiado, el número de identificación del ensamblaje, etc. El secuenciador virtual también puede configurar el equipo de soldadura virtual para utilizar el programa de soldadura A (operación 1320) e indicar al operador que realice virtualmente las soldaduras nº 1, nº 2 y nº 3. A continuación, el operador realiza virtualmente las soldaduras nº 1, nº 2 y nº 3 utilizando el programa de soldadura A (operaciones 1322, 1324 y 1326). A continuación, el secuenciador virtual configura el equipo de soldadura virtual para utilizar el programa de soldadura B (operación 1330) y le indica al operador que realice la soldadura nº 4. A continuación, el operador realiza la soldadura nº 4 utilizando el programa de soldadura B (operaciones 1332). Después de completar el programa de soldadura B, el secuenciador virtual configura el equipo de soldadura virtual para utilizar el programa de soldadura C (operación 1350) e indica al operador que realice las soldaduras nº 5 y nº 6 y para que inspeccione visualmente la pieza. A continuación, el operador realiza las soldaduras nº 5 y nº 6 (operaciones 1352 y 1354) utilizando el programa de soldadura C e inspecciona la pieza o el conjunto completado para confirmar que sea correcto (operación 1360). Esta inspección puede incluir verificación dimensional, confirmación de defecto visual o cualquier otro tipo de verificación que pueda ser necesaria. Además, la operación 1360 puede incluir un requisito de que el operador indique afirmativamente que la inspección se ha completado, tal como presionando un botón "Aceptar", antes de que sea posible continuar con la siguiente operación. Por último, el secuenciador virtual indica que el funcionamiento de soldadura virtual ha finalizado (operación 1370) y se reinicia para la siguiente operación. Los datos, incluidos los datos de producción, se pueden recoger durante todas las operaciones.

En consecuencia, tal como se indicó con anterioridad, la secuenciación y la programación de operaciones de soldadura virtual se completa, o de otra manera se facilita, por el secuenciador, simulando la estación de soldadura del mundo real. Otras operaciones realizadas de manera automática por el secuenciador virtual podrían incluir, por ejemplo, cambiar la posición de un accesorio, accionar dispositivos operativos, mostrar ayudas visuales, controlar indicadores audibles y visuales, verificar ciertas comprobaciones, etc. Otras operaciones dirigidas por el secuenciador virtual para el operador del soldador podrían incluir, por ejemplo, recuperar una pieza de muestra, introducir un identificador ID de pieza de muestra, colocar la pieza de muestra en un dispositivo, accionar abrazaderas de dispositivo, realizar una prueba, etc.

El secuenciador virtual puede seleccionar y poner en práctica una nueva función, tal como la selección y puesta en práctica de los programas de soldadura A, B y C que se muestran en la Figura 13, basados en varias variables o entradas. A modo de ejemplo, el secuenciador virtual puede simplemente seleccionar nuevos programas de soldadura basados en una supervisión del tiempo transcurrido desde el comienzo de las operaciones de soldadura o desde el cese de la soldadura (tal como el tiempo después de la soldadura nº 3 en la Figura 13 anterior). De manera alternativa, el secuenciador virtual puede supervisar las acciones del operador, comparar las acciones con la secuencia identificada de soldaduras y seleccionar nuevos programas de soldadura de manera adecuada.

Aún más, se pueden poner en práctica varias combinaciones de estos métodos, o cualquier otro método eficaz, siempre que el efecto final sea simular la secuencia y el entorno del mundo real en la estación de soldadura del mundo real. A modo de ejemplo, y no a modo de limitación, las siguientes funciones del mundo real pueden simularse en la estación de soldadura virtual e incluirse en la secuencia virtual.

Una función de control de calidad requiere que se realice un control de calidad de la soldadura (ya sea durante la soldadura o después de que se complete la soldadura) antes de permitir que continúe la secuencia de trabajo. El control de calidad puede supervisar varios parámetros de soldadura virtual y puede pausar el funcionamiento de

soldadura y alertar al operador si se detecta una anomalía. Un ejemplo de un parámetro de soldadura medible por esta función serían los datos de arco.

Otra función, a modo de ejemplo, es una función de repetición. Esta función le indicaría al operador que repita una soldadura virtual particular o una secuencia de soldadura. Un ejemplo de la utilización de esta función incluye cuando la función de control de calidad muestra una anomalía, o cuando se requieren múltiples instancias de la misma soldadura.

Otra función, a modo de ejemplo, es una función de notificar al soldador, que comunica información al soldador. Esta función mostraría información, emitiría una señal audible o se comunicaría con el soldador por algún otro medio. Los ejemplos de uso de esta función incluyen una indicación al operador de que es libre de iniciar la soldadura virtual o una indicación de que el operador debe verificar alguna parte de la pieza soldada con fines de calidad.

Otra función, a modo de ejemplo, es la función de introducir información de trabajo. Esta función requerirá que el soldador introduzca información, tal como el número de serie de la pieza de muestra, un número de identificación personal u otras condiciones especiales antes de que el secuenciador virtual pueda continuar. Esta información también se puede leer desde una pieza de muestra o etiqueta de inventario a través de RFID, escaneo de código de barras o similar. El secuenciador virtual podría utilizar luego la información introducida para las operaciones de soldadura virtual. Un ejemplo del uso de esta función sería como predecir la operación de soldadura virtual completa, con el fin de indicar al secuenciador virtual qué programas y/o secuencias deberían seleccionarse.

Otra función, a modo de ejemplo, es una función de informe de trabajo. Esta función creará un informe sobre el trabajo de soldadura virtual, que podría incluir información tal como: el número de soldaduras virtuales realizadas, sincronización de arco total e individual, interrupciones de secuencia, errores, fallos, uso de cables, datos de arco y similares. Un ejemplo del uso de esta función sería informar a un departamento de calidad de fabricación sobre la eficiencia y la calidad de los procesos virtuales.

Otra función, a modo de ejemplo, es una función de verificación del sistema. Esta función establecerá si el trabajo de soldadura virtual puede continuar y podría supervisar parámetros tales como: suministro de alambre, suministro de gas, tiempo restante en el turno (en comparación con el tiempo requerido para terminar el trabajo) y similares. La función podría determinar si los parámetros indican que hay suficiente tiempo y/o material para que continúe el trabajo de soldadura virtual. Esta función simula los esfuerzos para evitar el tiempo de inactividad debido al agotamiento del material y evitaría que los ensamblajes de trabajo en proceso se retrasen, lo que puede conducir a problemas de calidad debido a problemas térmicos y de programación.

Además, tal como se mencionó con anterioridad, el secuenciador virtual puede seleccionar y poner en práctica una nueva función, basada en diversas variables o entradas. Estas variables y entradas no están particularmente limitadas e incluso pueden ser otra función. Por ejemplo, otra función, a este respecto, compatible con el secuenciador virtual, es una función de realizar operación de soldadura. Esta función está diseñada para detectar la soldadura virtual realizada por el operador e informar sobre esa soldadura para que el secuenciador virtual pueda determinar si procede con otras operaciones. A modo de ejemplo, esta función puede funcionar comenzando cuando el operador aprieta el gatillo para comenzar la operación de soldadura virtual y acabar cuando el operador suelta el gatillo después de que se complete la soldadura virtual, o después de que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado. Esta función podría finalizar cuando se suelta el gatillo o podría configurarse para desconectarse automáticamente después de un período de tiempo, una cantidad de cable o una cantidad de energía entregada. Esta función puede utilizarse para determinar cuándo seleccionar una nueva función, tal como un nuevo programa de soldadura, tal como se describió con anterioridad.

Además, varias células de trabajo semiautomáticas y/o robóticas pueden integrarse de manera conjunta en una sola red, y la secuencia de etapas de soldadura virtual en una sola célula de trabajo puede integrarse completamente en un programa de producción virtual completo, que en sí mismo puede modificarse según sea necesario para seguir variaciones en el cronograma de producción virtual. La información de secuenciación y/o programación también se puede almacenar en una base de datos, almacenarse por fecha como información de archivo y se puede acceder para proporcionar diversos informes de producción virtual.

Las formas de realización, a modo de ejemplo, de estación de soldadura virtual descritas con anterioridad y en las figuras, incluyendo las formas de realización, a modo de ejemplo, del secuenciador virtual, pueden utilizarse para una variedad de técnicas de entrenamiento y optimización operativa, incluyendo planes de lecciones basados en los siguientes procedimientos. Los datos de supervisión de producción pueden recogerse, compararse y manipularse en una o más bases de datos comunes o separadas de operaciones virtuales y del mundo real.

A modo de ejemplo, la Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento a modo de ejemplo. Un operador puede realizar operaciones de estación de soldadura virtual antes de proceder a operaciones de soldadura del mundo real.

La Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento, a modo de ejemplo, utilizando una puntuación virtual. En esta forma de realización, el operador debe lograr una cierta puntuación antes de proceder a operar en la estación de soldadura del mundo real.

- 5 La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de contratación, a modo de ejemplo, utilizando una medida de rendimiento virtual. En esta forma de realización, el solicitante (operador) debe lograr un cierto rendimiento utilizando la estación de soldadura virtual a contratar.

- 10 La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de optimización, a modo de ejemplo, que utiliza una estación de soldadura virtual. En esta forma de realización, la estación de soldadura virtual se utiliza para optimizar algún aspecto de la secuencia de operaciones propuesta. Las operaciones virtuales se modifican hasta que uno o más aspectos son aceptables (p. ej., superar un umbral predeterminado o satisfacer uno o más parámetros de calidad). A continuación, la secuencia virtual se utiliza como la secuencia del mundo real.

- 15 La Figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento, a modo de ejemplo, utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real. En esta forma de realización, el operador debe lograr una cierta puntuación antes de proceder a operar en la estación de soldadura del mundo real. A continuación, el mismo operador utiliza un secuenciador del mundo real (por ejemplo, el secuenciador de soldadura de Lincoln Electric) en la misma operación, y se determina una puntuación del mundo real.

- 20 La Figura 19 es otro diagrama de flujo que ilustra una rutina de entrenamiento, a modo de ejemplo, utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real. En esta forma de realización, el operador debe lograr una cierta puntuación antes de proceder a operar en la estación de soldadura del mundo real. A continuación, se determina una puntuación del mundo real, y si la puntuación del mundo real cae por debajo de un umbral, el operador puede recibir formación adicional utilizando la estación de soldadura virtual.

- 25 La Figura 20 es otro diagrama de flujo que ilustra una rutina utilizando una puntuación virtual y una puntuación del mundo real para determinar lo bien que la estación virtual predice el rendimiento del mundo real. En esta forma de realización, las puntuaciones de rendimiento del mundo real y virtual se comparan para determinar lo bien que la simulación virtual predice el rendimiento del mundo real. Si la correlación no es suficiente, la simulación virtual puede modificarse.

- 30 Tal como se puede observar, la estación de soldadura virtual y el secuenciador virtual se pueden utilizar para recoger y almacenar una gran cantidad de datos que se pueden utilizar para calcular y en última instancia, aumentar la productividad. Estos datos se pueden almacenar en una "nube" de datos y luego acceder a los mismos para su análisis y manipulación. El secuenciador virtual puede supervisar e instruir al usuario para evitar faltas de soldaduras, falta de etapas de soldadura, falta de otras operaciones, uso excesivo de consumibles de soldadura y otras actividades indeseables. El secuenciador virtual también se puede utilizar para formar a los usuarios en el momento adecuado para realizar o completar varias etapas de soldadura o no soldadura en un ensamblaje en particular. El secuenciador virtual también conduce a un orden de proceso coherente para hacer un ensamblaje de soldadura en particular. El secuenciador virtual también reduce el tiempo de entrenamiento y de chatarra. También se puede determinar el número de veces que cada usuario tuvo que ser entrenado en determinados conjuntos para marcar partes problemáticas para un usuario en particular. Todos estos elementos conducen a una mayor productividad y menor pérdida de tiempo y recursos.

- 45

REFERENCIAS NUMÉRICAS

100	sistema	520	superficie
110	subsistema (PPS)	522	marco
120	seguidor espacial (ST)	524	banda
121	fuelle magnética	526	estructura/soporte
122	sensor	528	Base
123	disco	530	bisagra
124	fuelle de alimentación	530c	elemento
125	cable	532c	elemento
126	unidad de seguimiento	530d	elemento
130	interfaz de usuario de soldadura (WUI)	532d	elemento
135	consola	532	bisagra
140	dispositivo de visualización montado en la cara (FMDD)	540	elemento anterior
150	dispositivo de visualización de observador (ODD)	542	elemento anterior
		550	elemento

160	herramienta de soldadura simulada (MWT)	552	elemento
170	mesa/soporte (T/S)	554	elemento anterior
171	mesa	556	elemento anterior
172	base	560	elemento
173	brazo	562	elemento
174	poste vertical	701	interfaz
175	cupón de soldadura (WC)	702	modelo
180	cupón de soldadura (WC)	703	modelo
182	accesorio de montaje (AF)	704	funcionalidad
184	pieza de muestra (SP)	705	sonido de soldadura
186	secuenciador virtual (VS)	706	modelo
188	pantalla del secuenciador/interfaz de usuario (SD/UI)	707	funcionalidad
189	captura de pantalla	708	funcionalidad
190	dispositivos operacionales	709	modelo
514	carril	710	modelo
516	carril	711	física de soldadura
518	plataforma	712	plataforma tweaker
714	funcionalidad	713	funcionalidad
715	funcionalidad	953	cartucho
716	renderizador	954	solenoides
717	renderizado de cordones de soldadura	955	solenoides
718	textura	956	sistema de extracción
719	funcionalidad	957	controlador lógico programable (PLC)
720	funcionalidad	962	programa
721	funcionalidad	1150	verificación
722	efecto	1152	verificación
723	modelo	1154	verificación
902	sistema	1156	verificación
910	controlador/secuenciador	1158	verificación
912	microprocesador	1160	verificación
914	interfaz	1162	verificación
916	interfaz	1164	verificación
918	interfaz	1166	verificación
920	memoria	1170	verificación
921	entrada de control	1172	verificación
922	programa	1174	verificación
923	salida de control	1202	verificación
924	fichero de tablas de estados	1204	verificación
926	fichero de tablas de estados	1206	verificación
928	fichero de tablas de estados	1208	verificación
930	red	1210	verificación
940	cable	1212	verificación
941	cable	1214	verificación
942	cable	1216	verificación
943	cable	1310	operación
944	cable	1320	operación
945	cable	1322	operación
946	cable	1324	operación
947	cable	1326	operación

ES 2 806 398 T3

950	componentes	1330	operación
951	fuelle de alimentación	1332	operación
952	alimentador del cable	1350	operación
1352	operación	PPS	subsistema programable basado en procesador
1354	operación	SDUI	pantalla secuenciador/interfaz de usuario
1360	operación	SP	pieza de muestra
1370	operación	ST	seguidor espacial
AF	accesorio de montaje	T/S	soporte de mesa
FMDD	dispositivo de visualización montado en la cara	WC	cupón de soldadura
MWT	herramienta de soldadura simulada	WUI	interfaz de usuario de soldadura
ODD	dispositivo de visualización de observador	VS	secuenciador virtual
PLC	controlador lógico programable		

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de soldadura virtual (100) que comprende:
 - 5 un subsistema basado en un procesador lógico (110) utilizable para ejecutar instrucciones codificadas para generar un entorno de soldadura interactiva que emule la actividad de soldadura en una junta de soldadura virtual definida por al menos uno de entre un cupón de soldadura (175, 180) y una pieza de muestra (184);
 - 10 un controlador de secuencia virtual conectado, de manera operativa, al subsistema basado en el procesador lógico (110) para poner en práctica una secuencia virtual (186),
la secuencia virtual que contiene verificaciones de validación en parámetros tales como la colocación de la pieza, la velocidad de desplazamiento, la duración de la soldadura, el amperaje medio y/u otras variables de soldadura;
 - 15 medios de visualización conectados de manera operativa al subsistema basado en el procesador lógico (110) para representar visualmente el entorno de soldadura interactiva que incluye la junta de soldadura virtual;
 - un dispositivo de entrada para realizar una actividad de soldadura virtual en la junta de soldadura virtual en tiempo real; y
 - 20 un seguidor espacial (120) que comprende uno o más sensores (122) adaptados para seguir el movimiento del dispositivo de entrada en tiempo real para comunicar datos sobre el movimiento del dispositivo de entrada al subsistema basado en el procesador lógico (110);
 - 25 en donde el secuenciador virtual se utiliza por un operador antes de utilizar un secuenciador de soldadura para producir conjuntos reales repitiendo la misma secuencia de soldadura;
 - en donde la secuencia virtual (186) incluye una pluralidad de operaciones a realizar en orden, estando cada operación destinada a alcanzar un estado particular,
 - 30 en donde al menos una de las operaciones es una operación manual a realizar por el usuario,
 - en donde una operación manual consiste en una de entre proporcionar información de usuario, recuperar una pieza, proporcionar información de la pieza, colocar una pieza, fijar una pieza y proporcionar información de ensamblaje,
 - 35 en donde el secuenciador virtual y el secuenciador de soldadura dirigen y/o supervisan las operaciones de soldadura; y
 - 40 en donde, durante la soldadura real, el secuenciador de soldadura utiliza la misma secuencia de soldadura con los mismos requisitos que la secuencia virtual para realizar satisfactoriamente un ensamblaje real.
2. El sistema de soldadura virtual (100) según la reivindicación 1, que comprende, además, una interfaz de usuario para que un usuario proporcione información de entrada al sistema de soldadura virtual (100).
- 45 3. El sistema de soldadura virtual (100) según la reivindicación 1 o 2, en donde el subsistema basado en el procesador lógico (110) está alojado dentro de una consola de soldadura simulada (135), que está dimensionada y conformada para aproximarse a una fuente de alimentación de soldadura (124).
- 50 4. El sistema de soldadura virtual según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el controlador de secuencia virtual comprende un microprocesador (512), un programa de control de secuencia y una memoria (920), y
en donde la memoria (920) almacena uno o más ficheros de tablas de estados.
- 55 5. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la secuencia virtual está definida por al menos uno de los ficheros de tablas de estados, y/o
en donde un usuario selecciona uno de los ficheros de tablas de estados en función de una tarea a realizar; y en donde la tarea es la obtención de un conjunto virtual completo.
- 60 6. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además, un medio de visualización de secuencia virtual;
en donde el medio de visualización de secuencia virtual muestra información sobre el funcionamiento manual.
- 65 7. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos una de las operaciones es una operación automática que debe realizar el sistema de soldadura virtual.

- 5 8. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el funcionamiento automática consiste en una de entre especificar un proceso de soldadura, especificar un tipo de gas, especificar un caudal de gas, especificar un tipo de electrodo de barra, especificar un tipo de alambre con núcleo fundente, especificar una velocidad de alimentación de alambre, especificar un nivel de tensión, especificar un amperaje, especificar una polaridad y especificar un entorno de fondo para el entorno de soldadura interactiva.
- 10 9. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde cada estado está asociado con una condición.
- 15 10. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el controlador de secuencia realiza una acción si no se cumple la condición.
11. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el medio de visualización es una pantalla montada en la cara.
- 20 12. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende, además, una estructura de soporte.
- 25 13. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 12, en donde la estructura de soporte es un soporte que comprende una base, un poste vertical, una mesa ajustable y un brazo ajustable, y/o en donde la estructura de soporte es un dispositivo de montaje para sostener la pieza de muestra (184).
14. El sistema de soldadura virtual (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende, además, medios para recoger y almacenar datos de soldadura y operativos desde el controlador de secuencia virtual, y/o que comprende, además, medios para asignar una puntuación de calidad a la actividad de soldadura virtual.

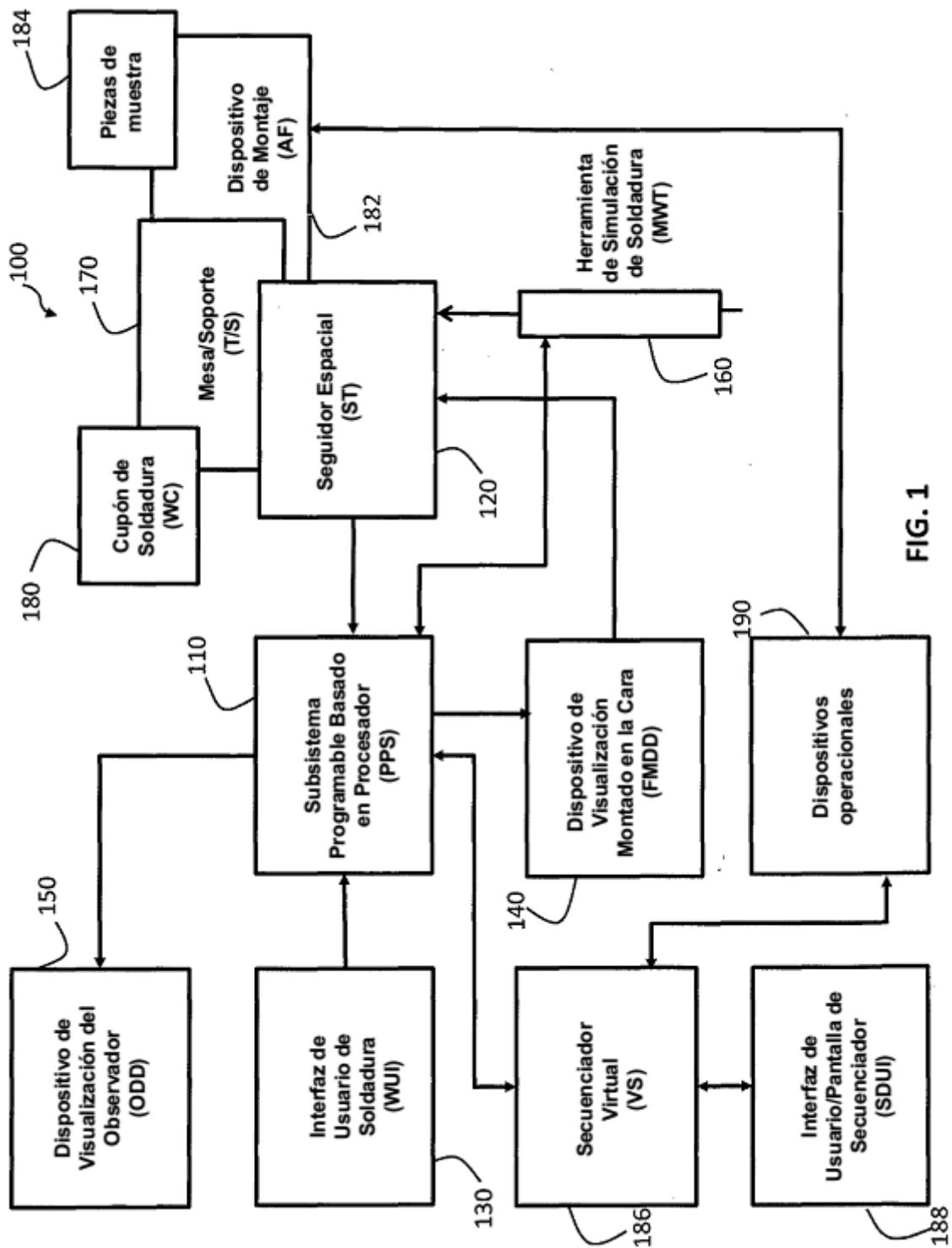


FIG. 1

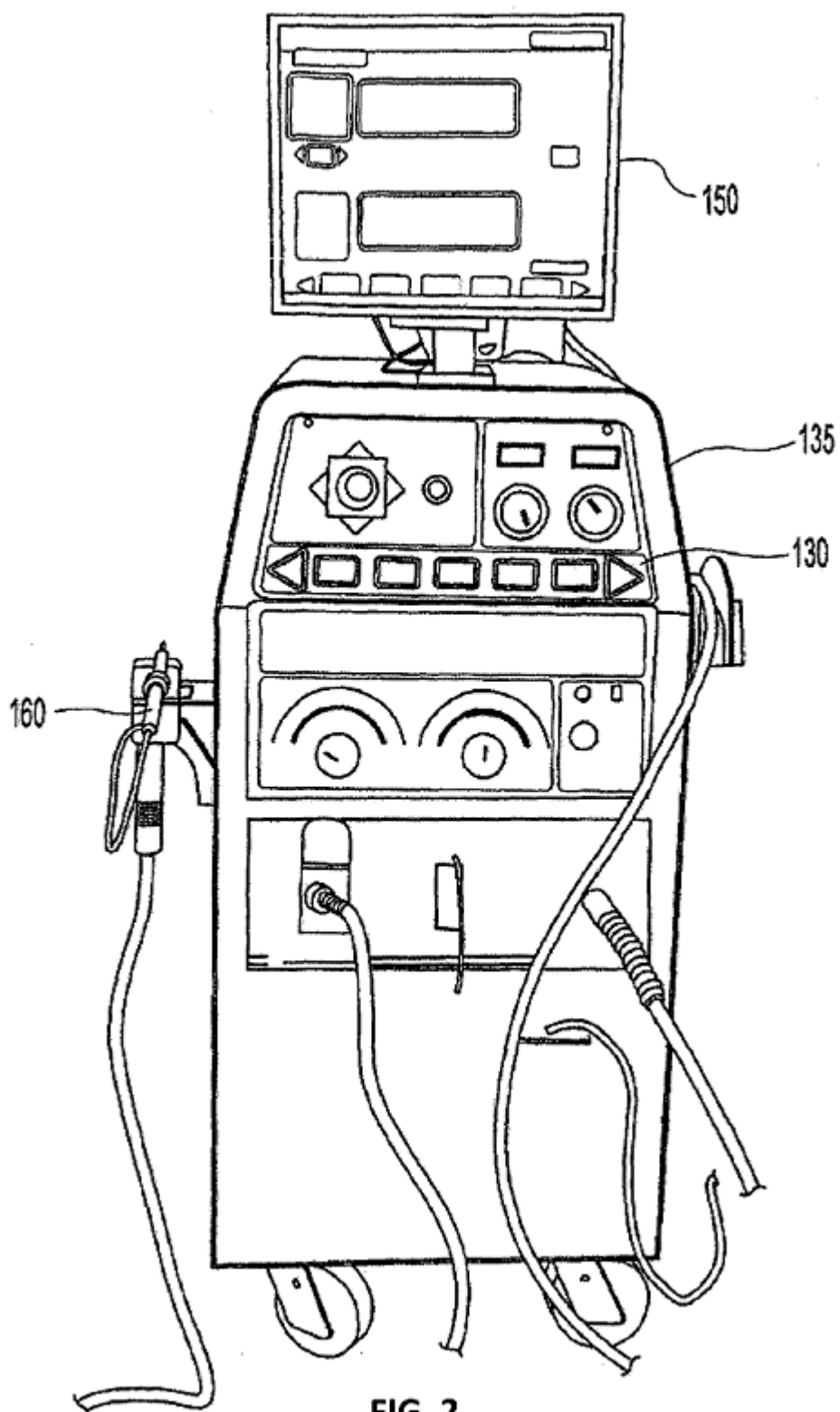
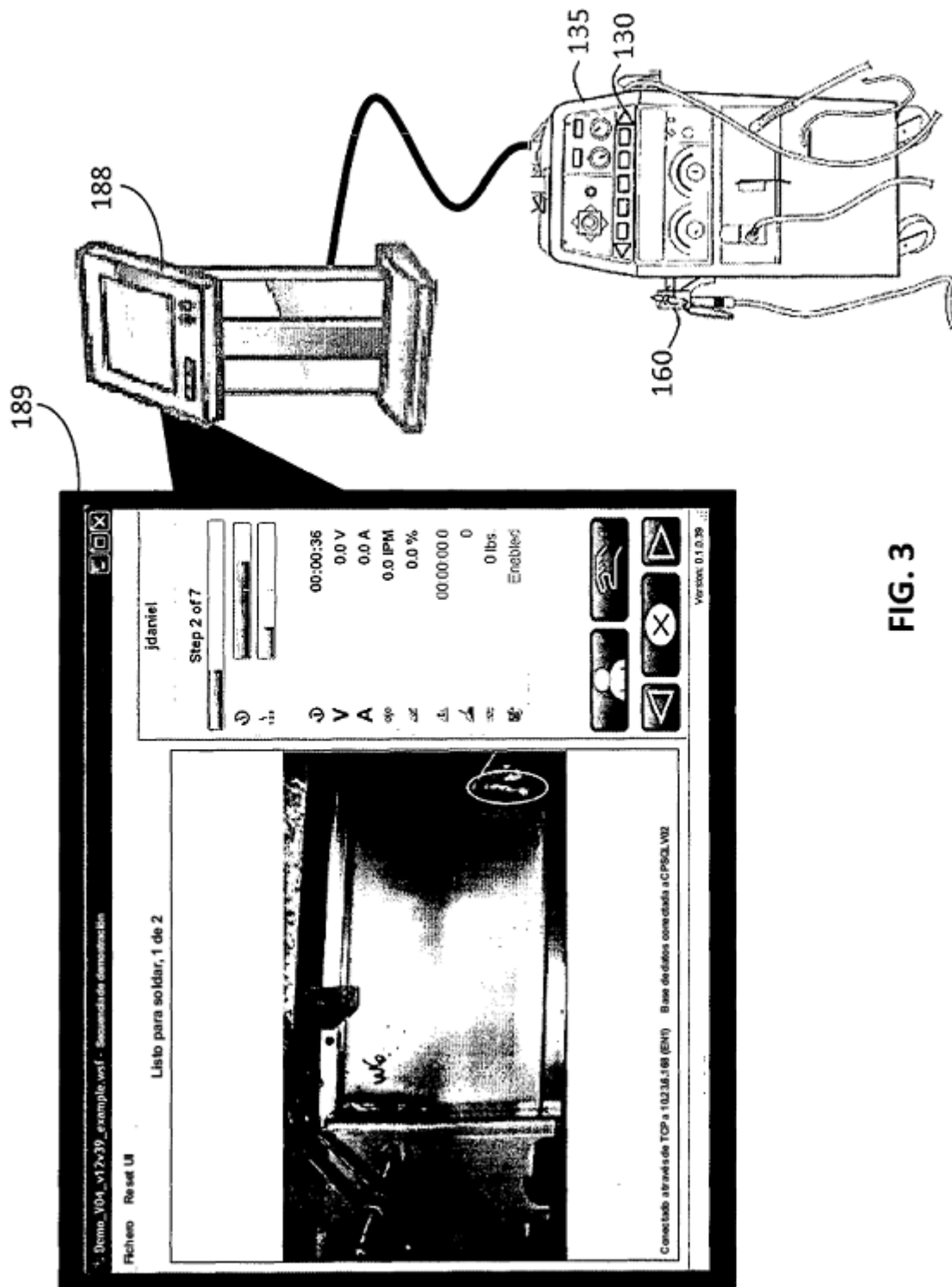


FIG. 2



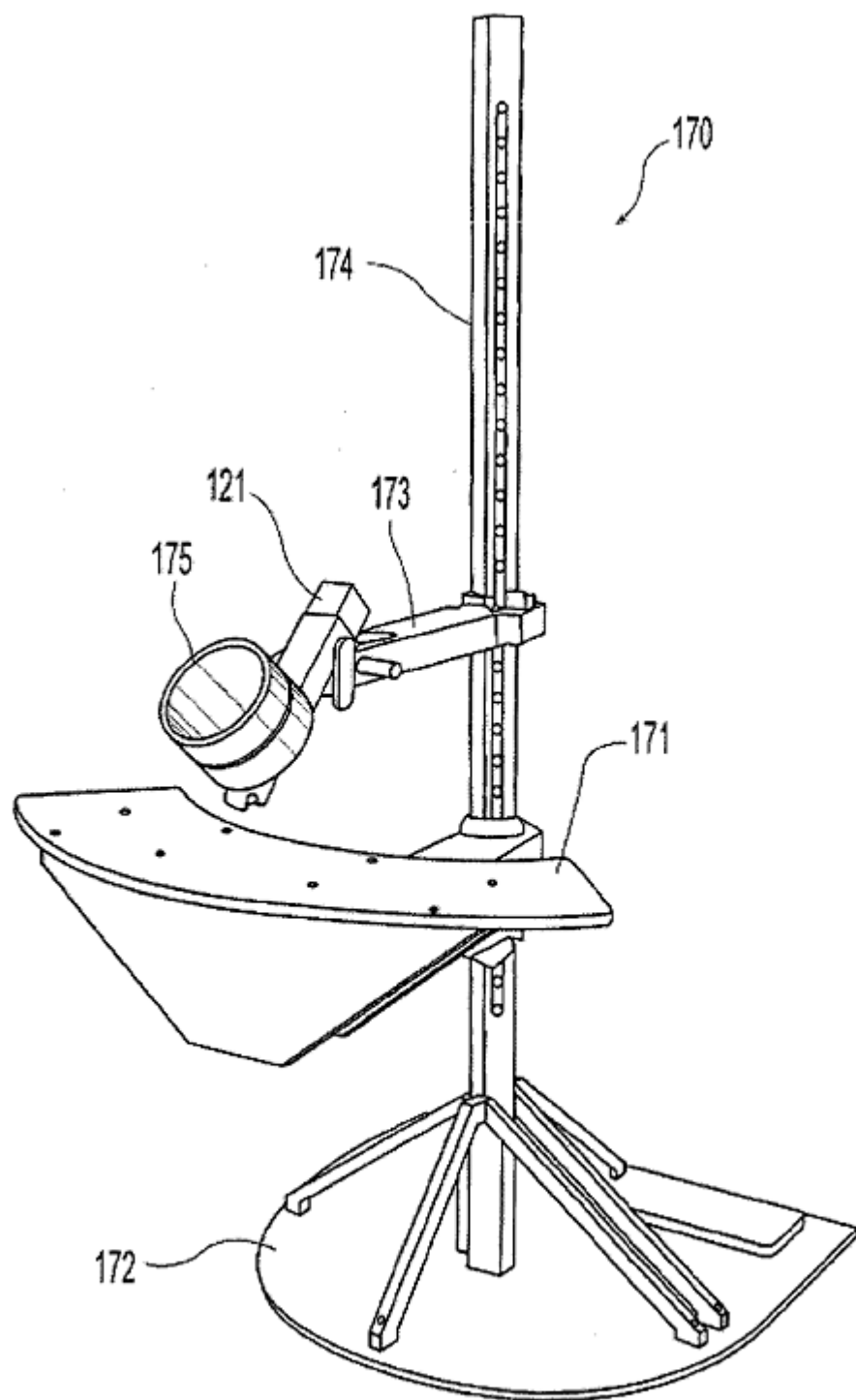


FIG. 4

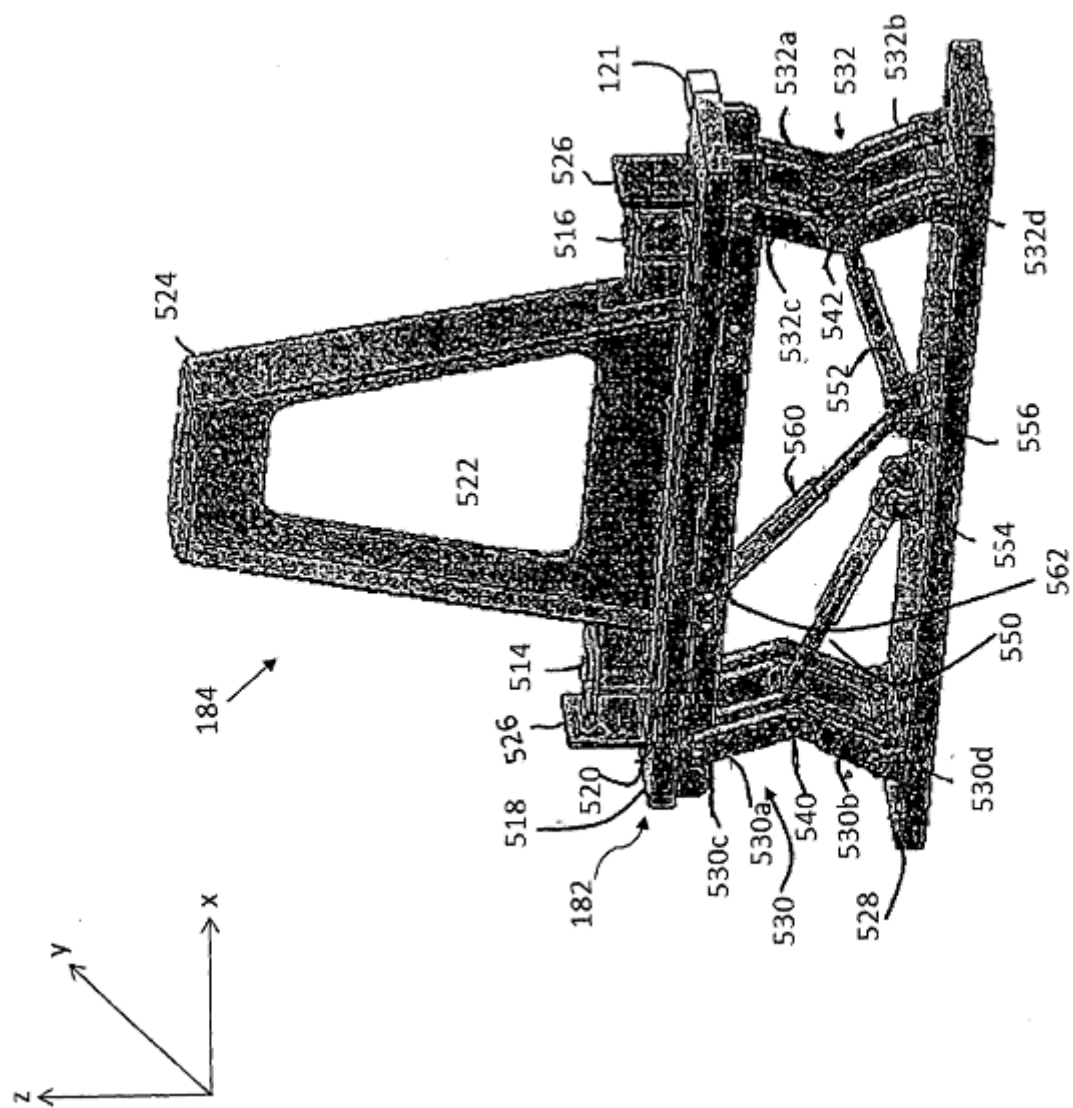


FIG. 5

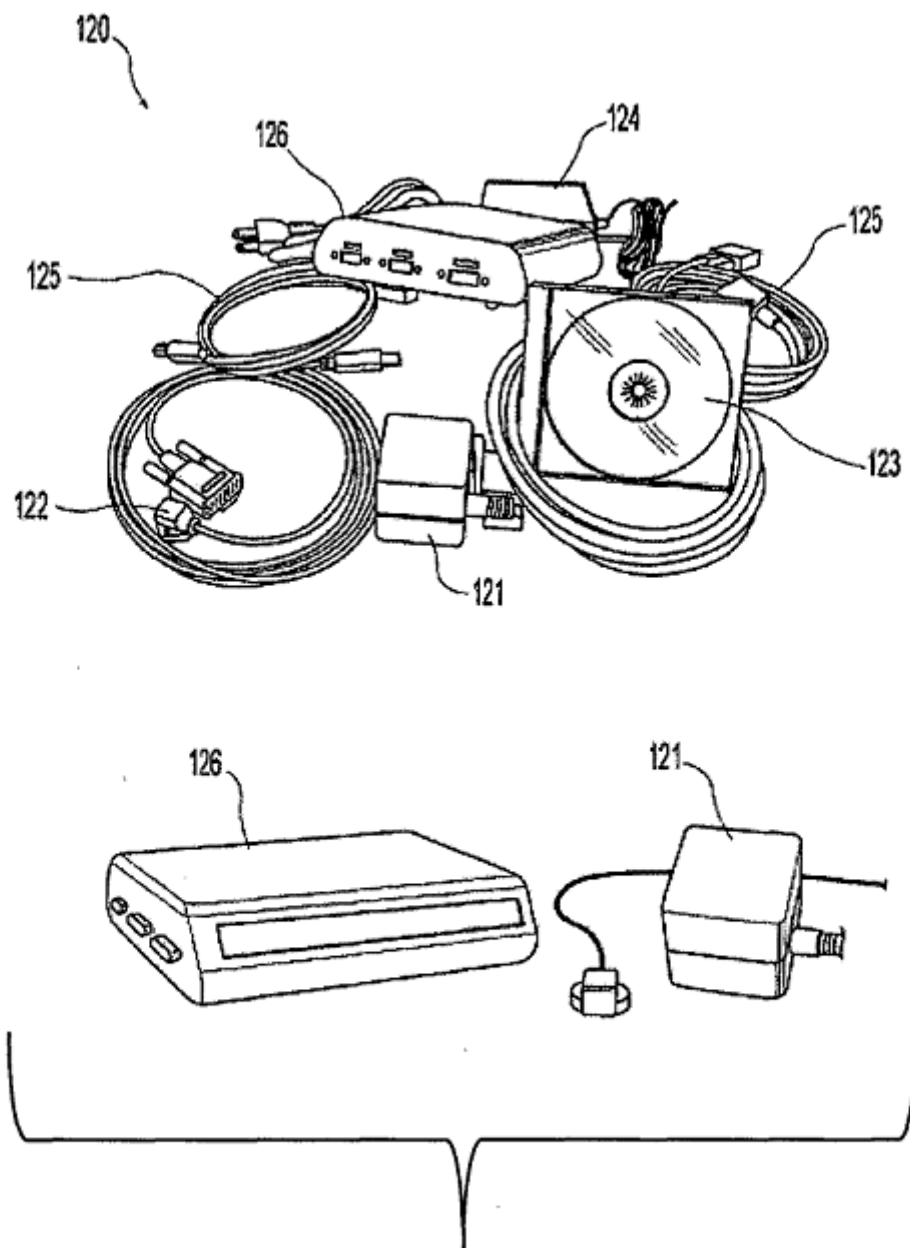


FIG. 6

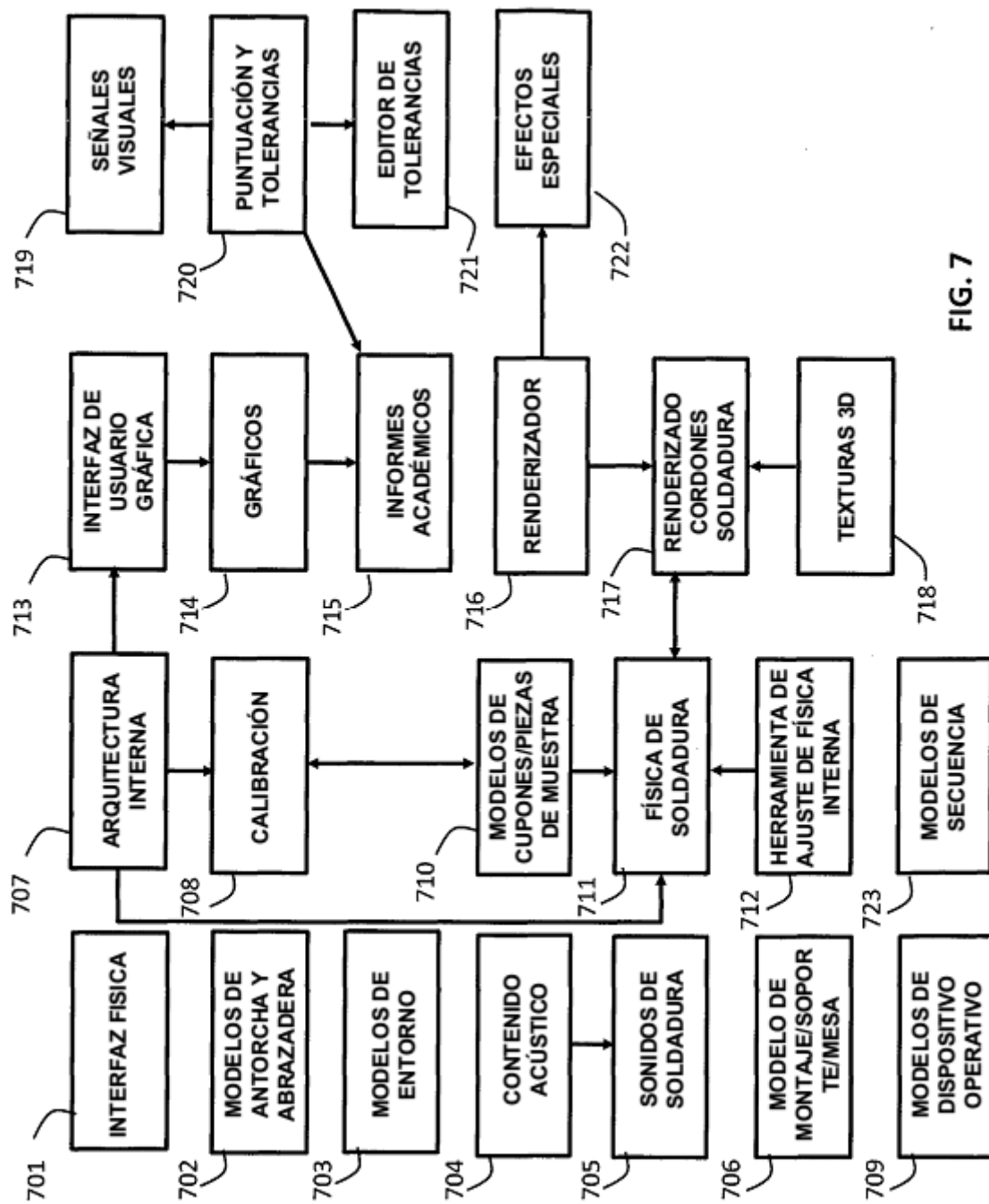


FIG. 7

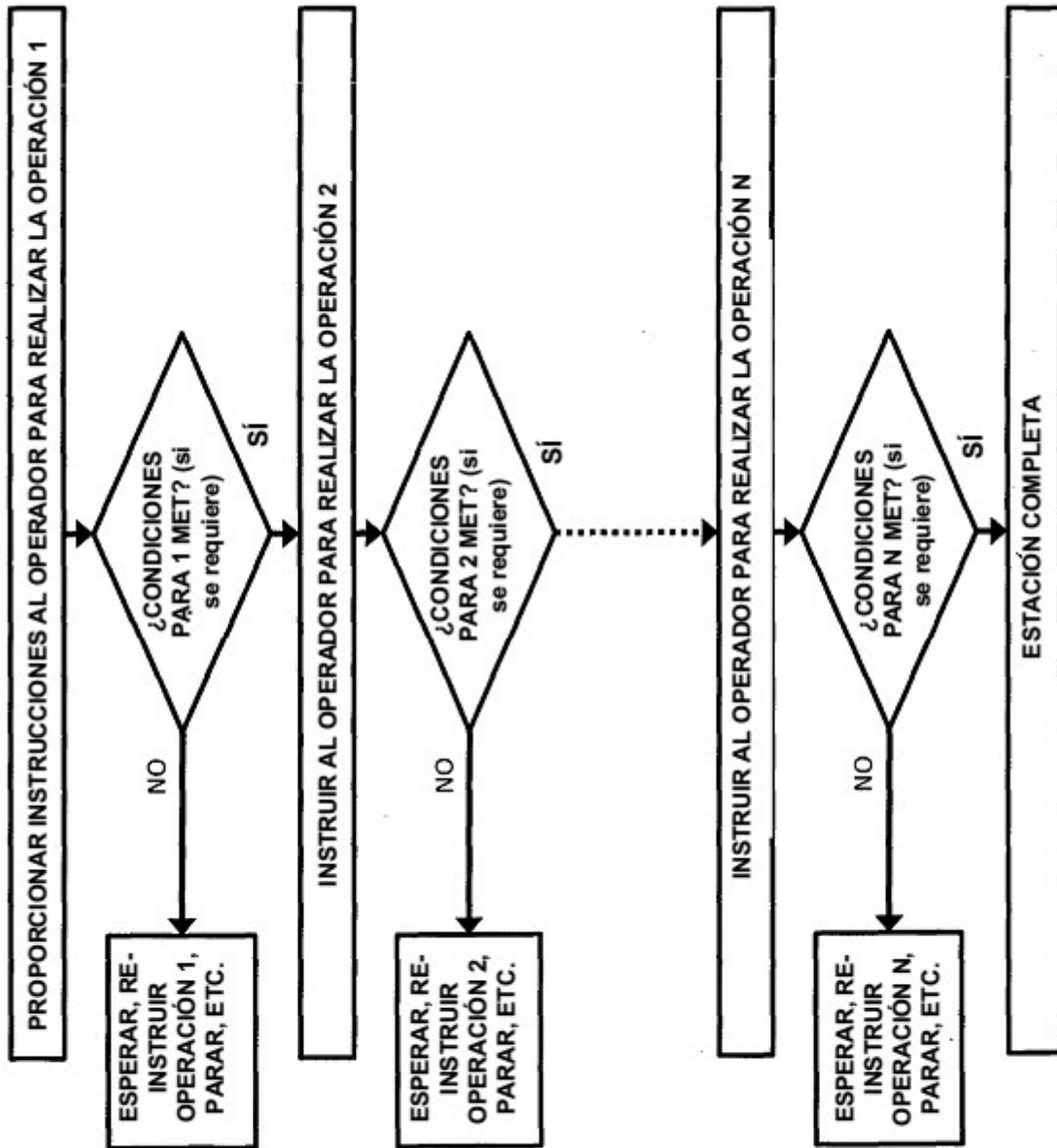


FIG. 8

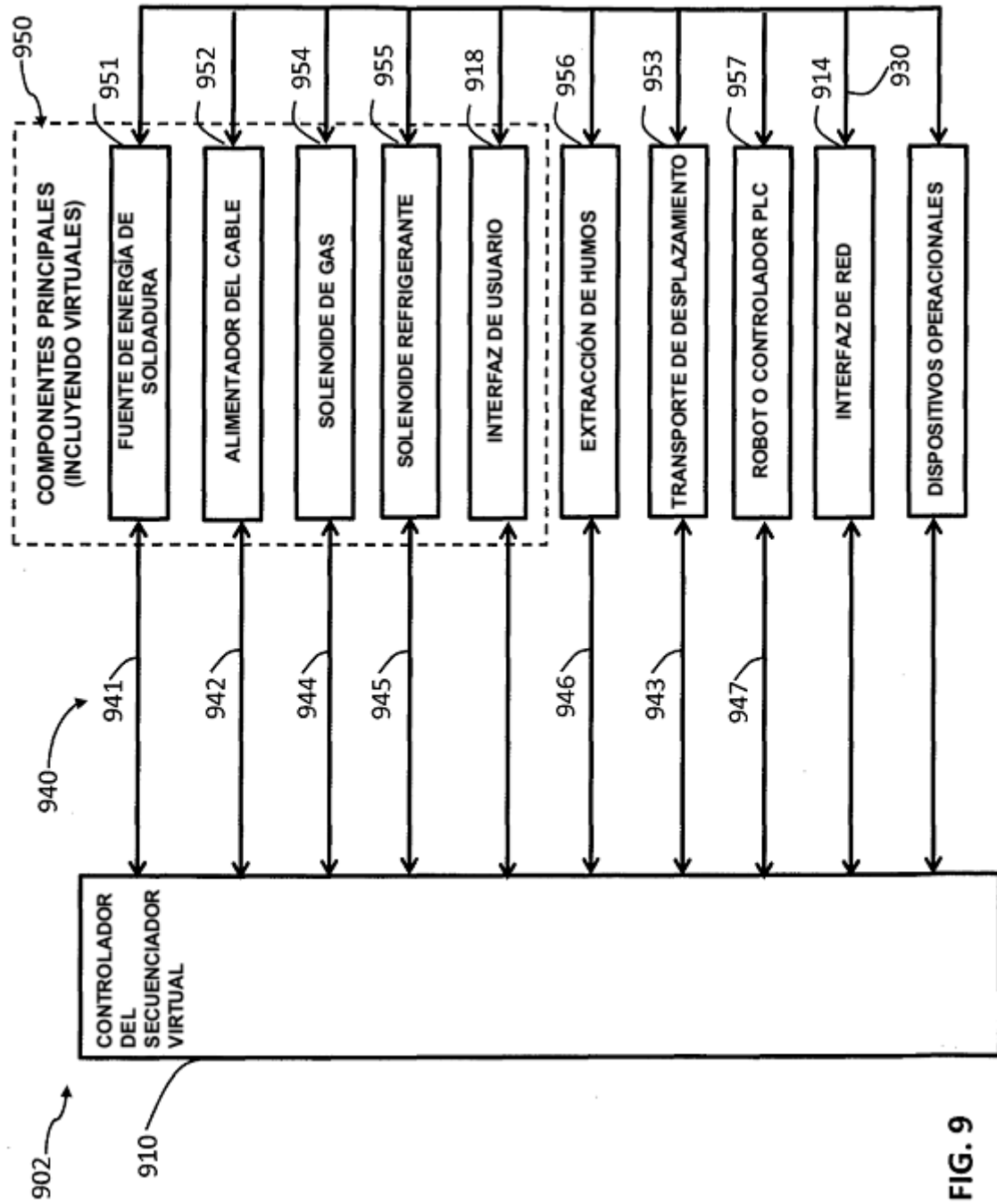
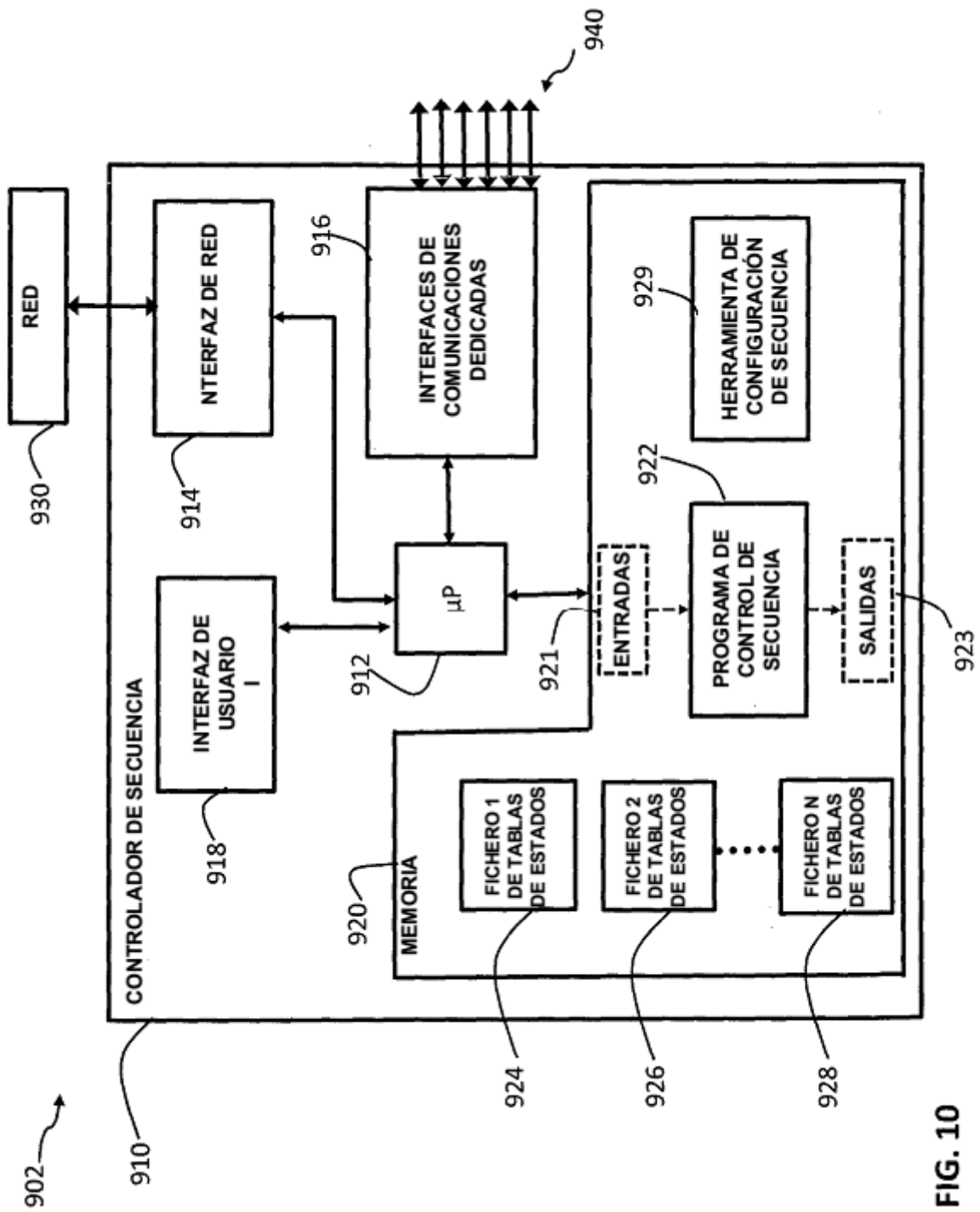
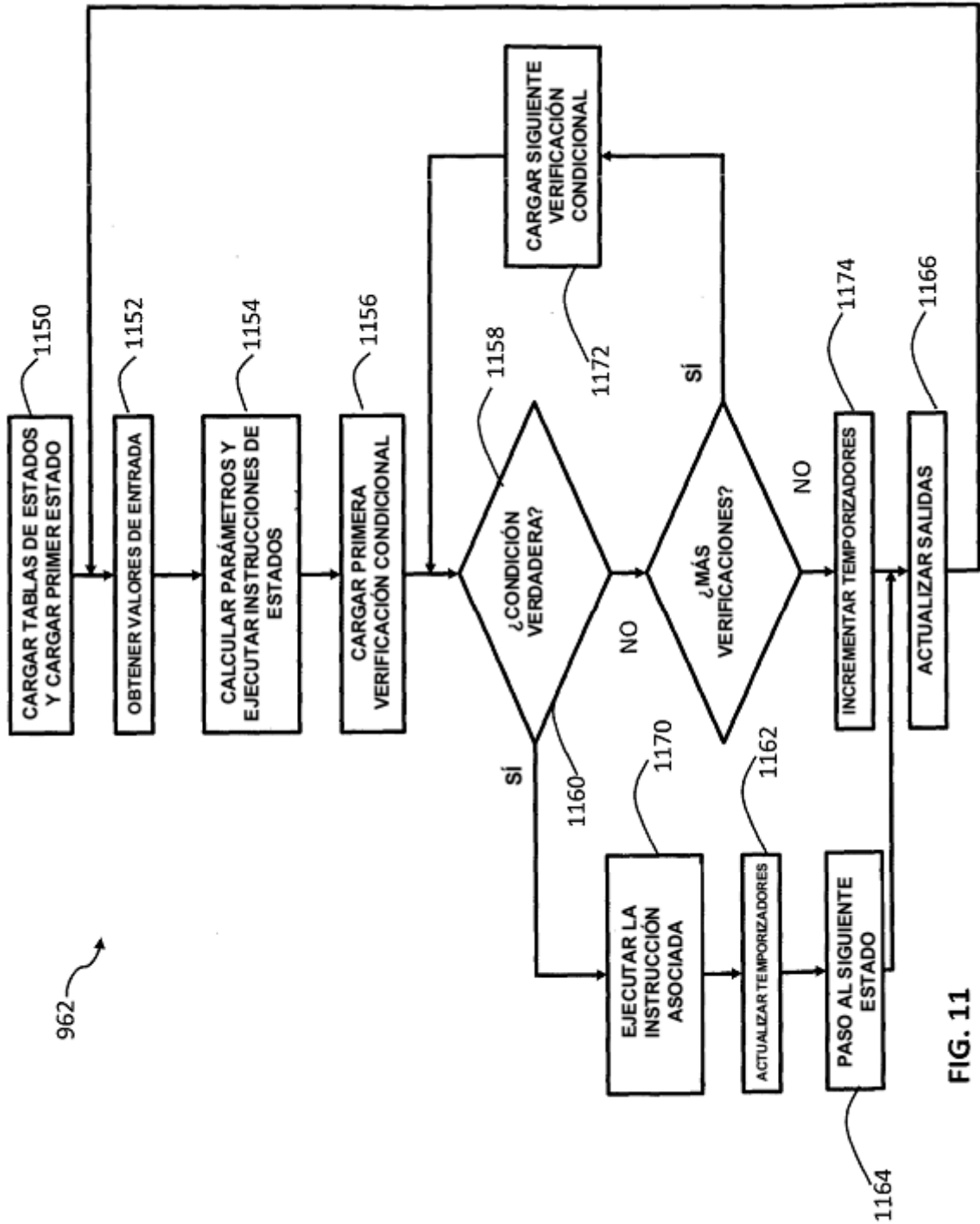


FIG. 9





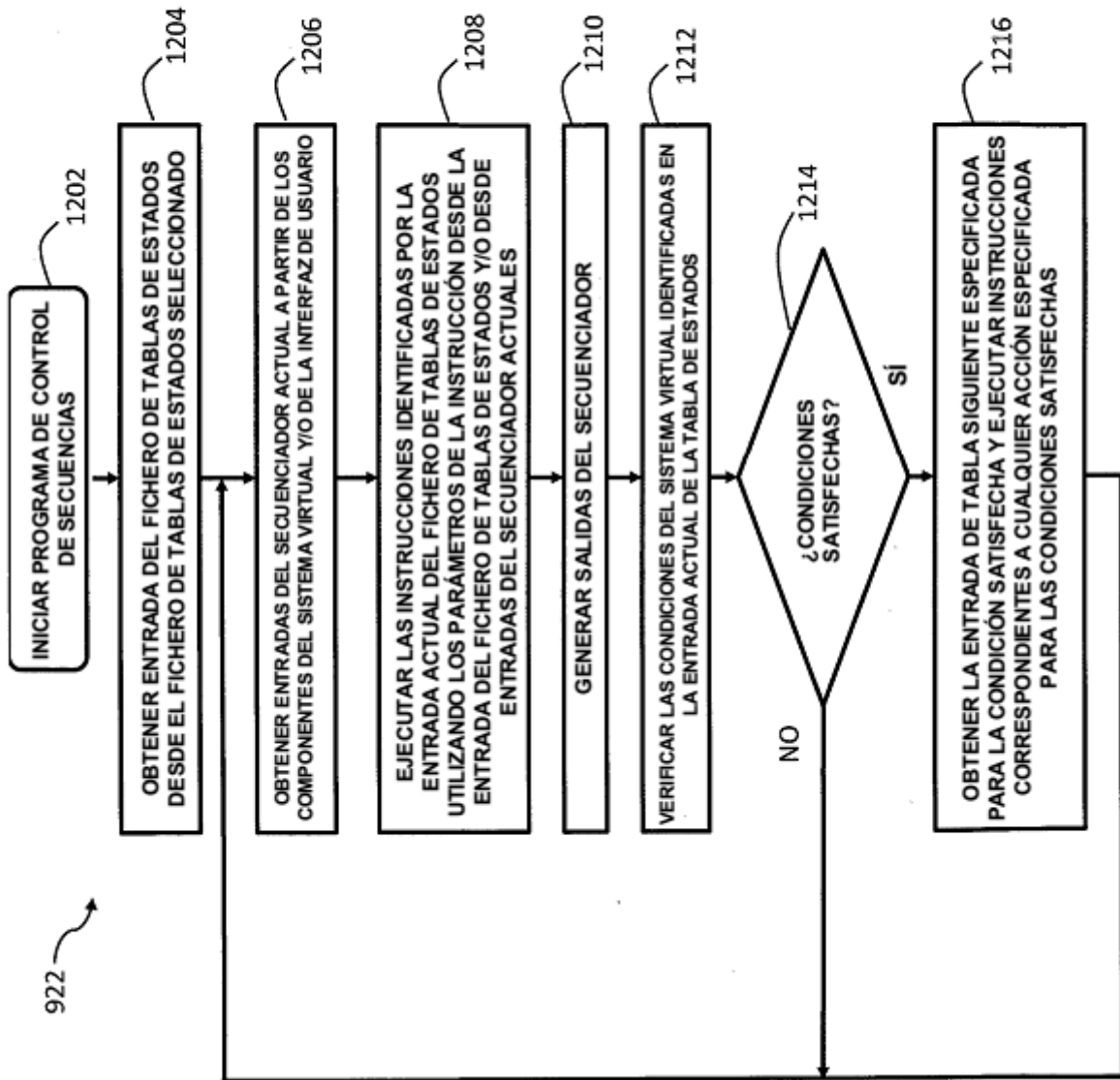


FIG. 12

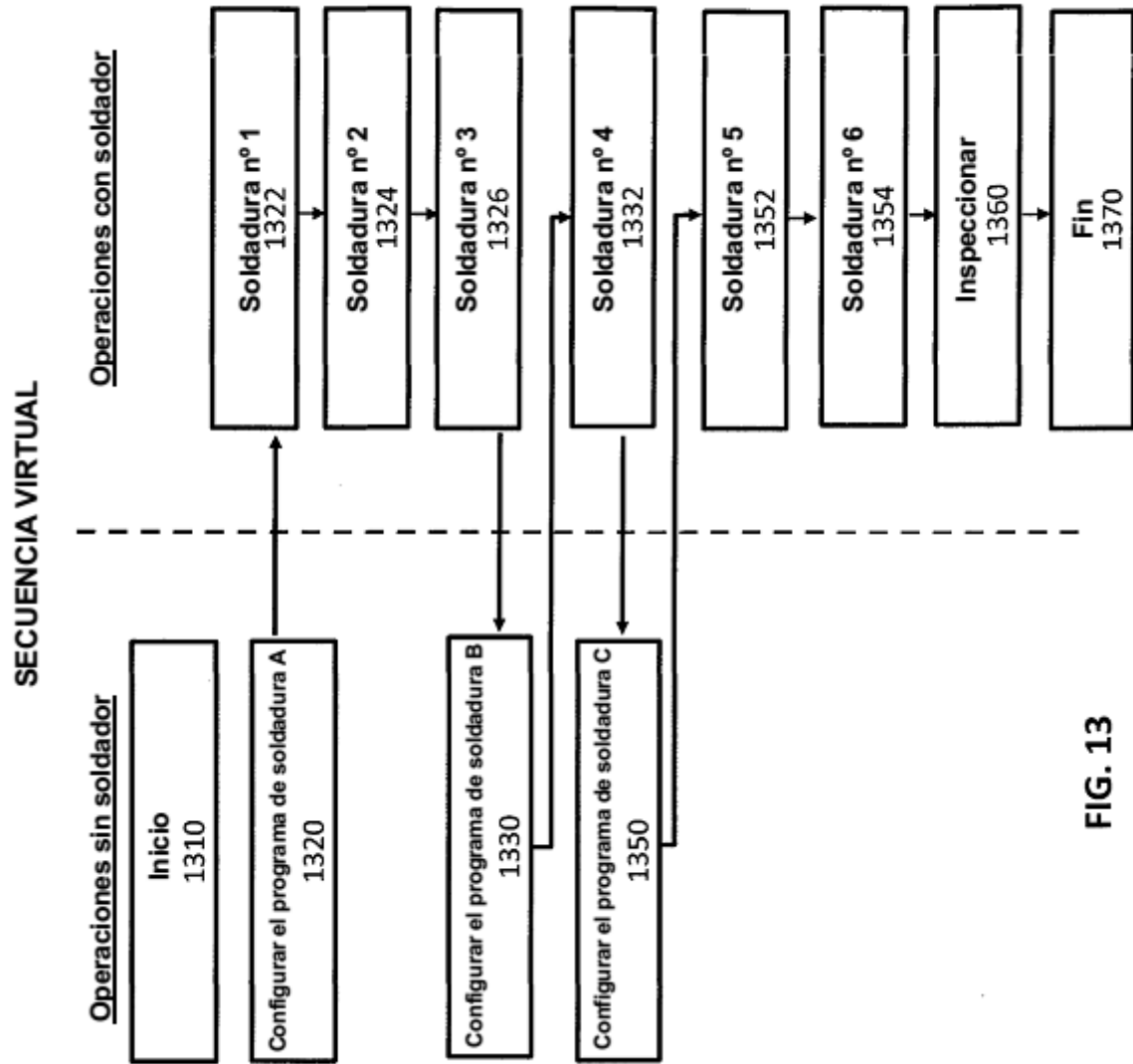


FIG. 13

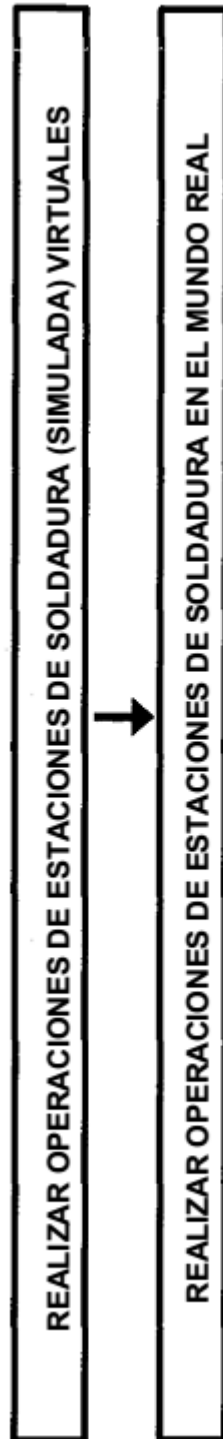


FIG. 14

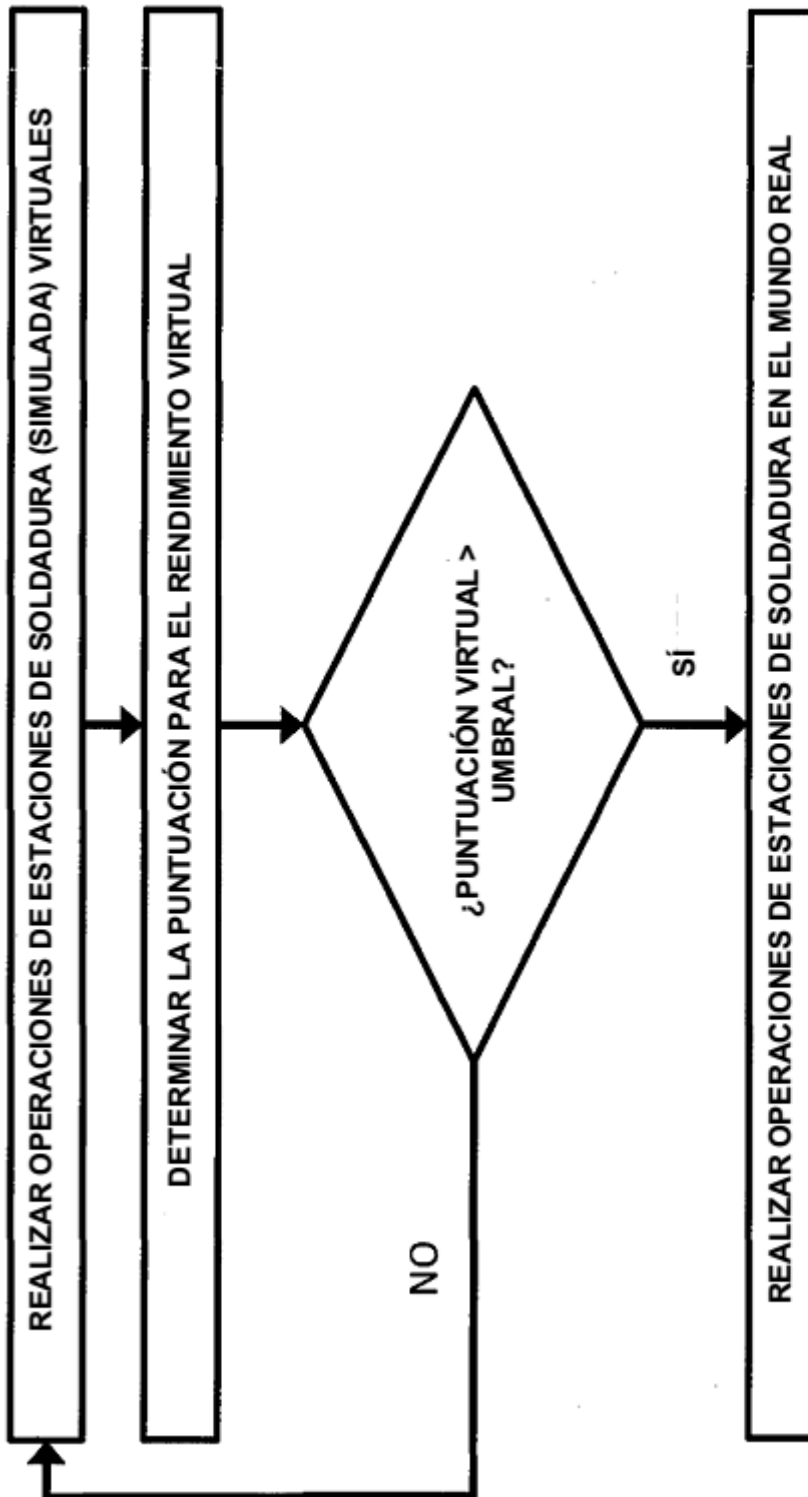


FIG. 15

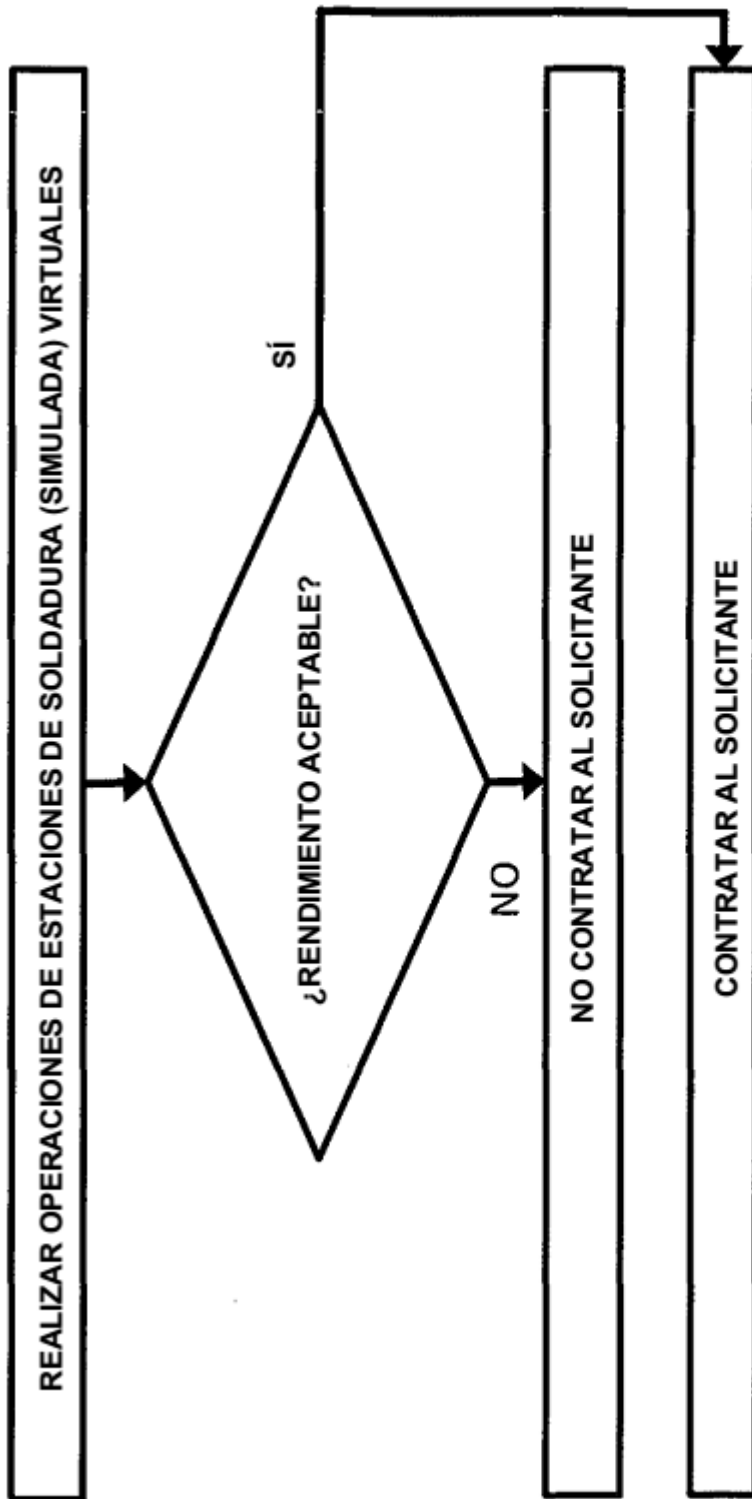


FIG. 16

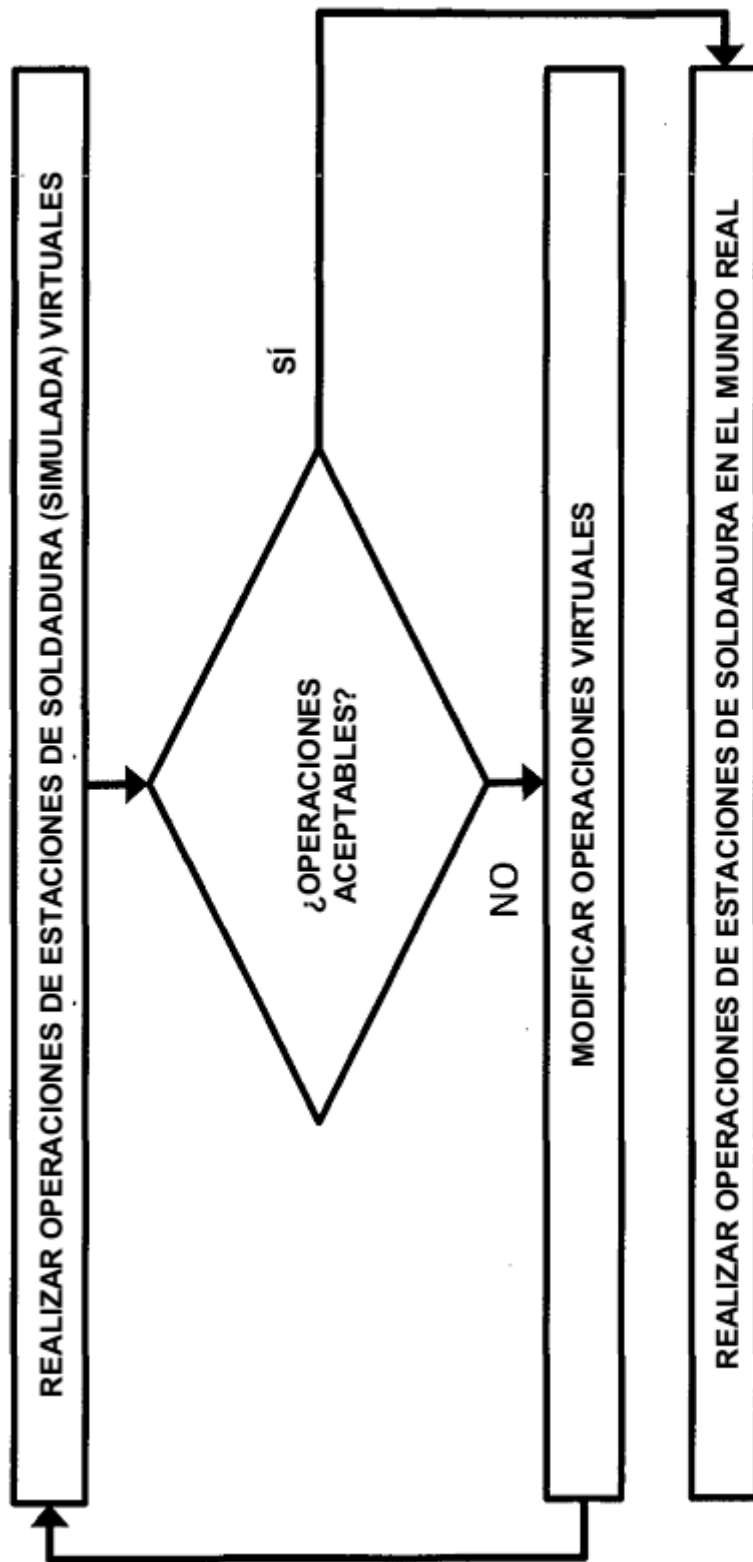


FIG. 17

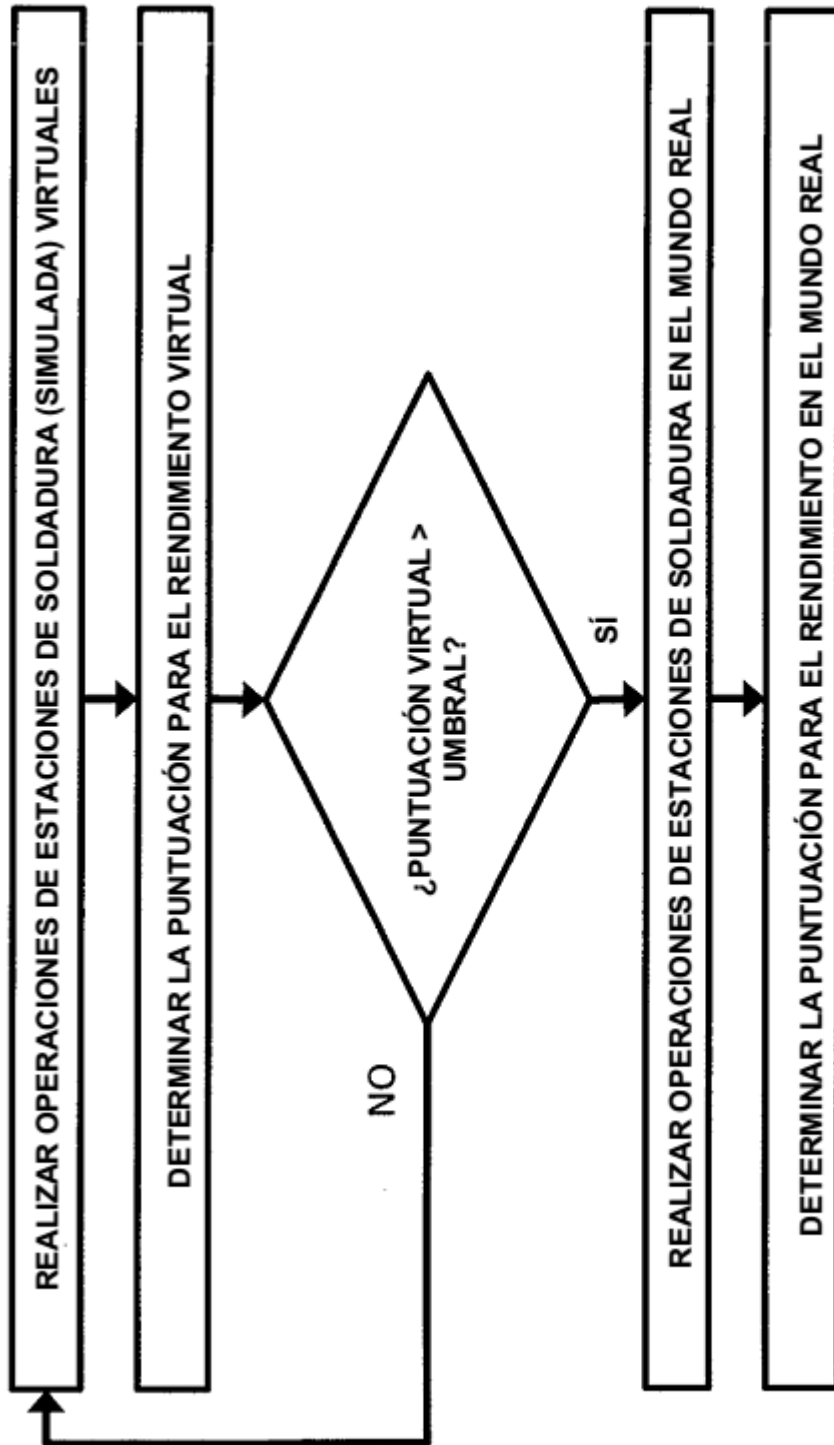


FIG. 18

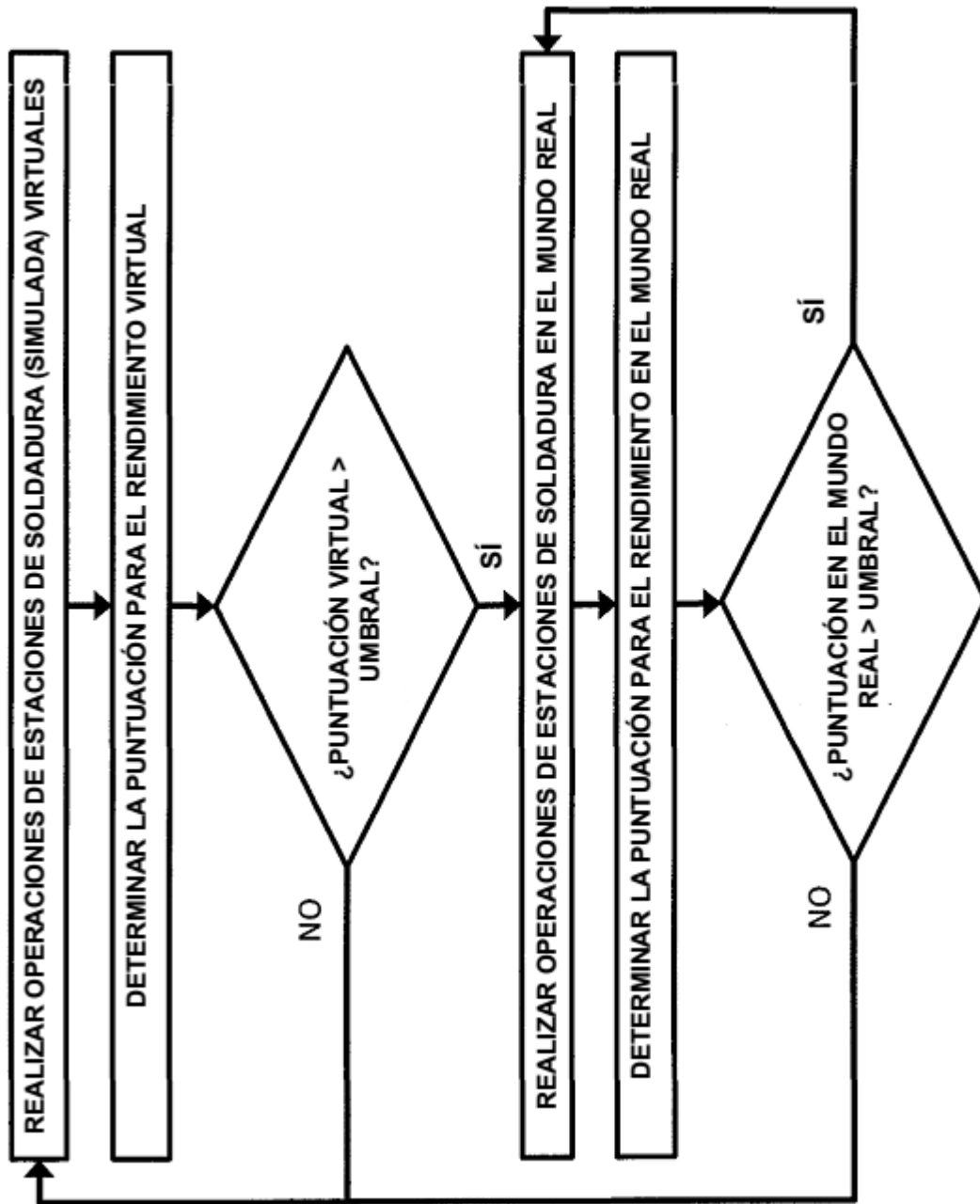


FIG. 19

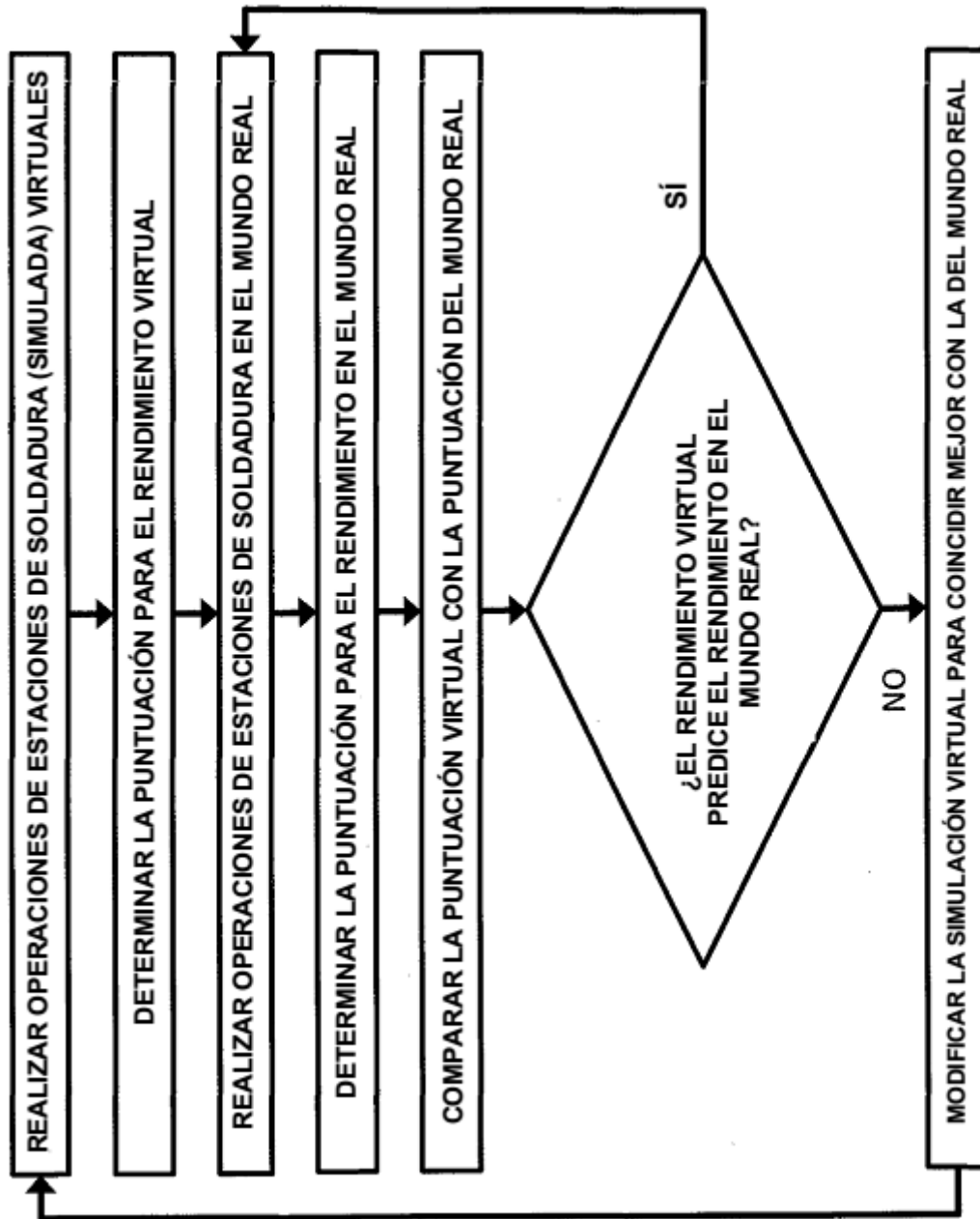


FIG. 20