

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 452**

51 Int. Cl.:

B23K 9/095 (2006.01)

B23K 9/16 (2006.01)

G09B 19/24 (2006.01)

G09B 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2015 PCT/IB2015/000814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185973**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2015 E 15731664 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3113899**

54 Título: **Sistema y método de monitorización y caracterización de operaciones de soldeo manuales**

30 Prioridad:

02.06.2014 US 201414293826

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

13.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BOULWARE, PAUL C.;
CONRARDY, CHRISTOPHER C.;
CLARK, DOUGLAS A. y
FORQUER, M. WILLIAM**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga

ES 2 773 452 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 monitorización y caracterización de operaciones de soldeo manuales.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un método de monitorización y caracterización de soldeo manual según la reivindicación 1 y a un sistema según la reivindicación 19. La invención descrita se refiere en general a un sistema para caracterizar operaciones de soldeo manuales, y más específicamente a un sistema para proporcionar información útil a un aprendiz de soldeo captando, procesando, y presentando en un formato visible, datos generados por el aprendiz de soldeo que ejecuta manualmente una soldadura real en tiempo real.

Antecedentes de la técnica

El deseo de la industria de fabricación de un aprendizaje de soldador eficaz y económico ha sido un tema bien documentado durante la pasada década a medida que la realización de una grave escasez de soldadores capacitados está resultando evidente de manera alarmante en las fábricas, astilleros, y obras de construcción actuales. Por ejemplo se describe un software de soldeo para la detección y el control de un dispositivo de soldeo en el documento WO 2015/105580 (Art. 54(3) EPC). Se describen diferentes sistemas para enseñar a soldadores en el documento US 2011/0117527 A1 (base para el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 19), y en el documento US 2014/0134580 A1. Se describe un simulador para aprendizaje de soldadura en el documento US 2010/0062406 A1. Una mano de obra que se jubila rápidamente, en combinación con el lento ritmo de aprendizaje de soldadores basado en instructores tradicional ha sido el impulso para el desarrollo de tecnologías de aprendizaje más efectivas. Las innovaciones que permiten el aprendizaje acelerado de las capacidades de habilidades manuales específicas del soldeo, junto con la enseñanza veloz de los fundamentos de soldeo por arco se están volviendo una necesidad. El sistema de aprendizaje y caracterización dado a conocer en el presente documento aborda esta necesidad vital de un aprendizaje de soldador mejorado y permite la monitorización de procedimientos de soldeo manuales para garantizar que los procedimientos están dentro de límites admisibles necesarios para cumplir los requisitos de calidad de toda la industria. A día de hoy, la mayoría de procedimientos de soldeo se realizan manualmente, sin embargo el campo carece de herramientas disponibles comercialmente prácticas para seguir la ejecución de estos procedimientos manuales. Por tanto, hay una necesidad en curso de un sistema efectivo para enseñar a soldadores a ejecutar apropiadamente diversos tipos de soldaduras bajo diversos estados.

Sumario de la invención

Con el fin de mejorar el aprendizaje de soldador se describe un método de monitorización y caracterización de soldeo manual según la reivindicación 1 y un sistema según la reivindicación 19. Las realizaciones preferidas de los métodos son el objeto de las reivindicaciones dependientes. A continuación se proporciona un sumario de determinadas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención. Este sumario no es una visión general exhaustiva y no trata de identificar aspectos clave o críticos o elementos de la presente invención o delimitar su alcance.

Resultarán evidentes características y aspectos adicionales de la presente invención para los expertos habituales en la técnica tras leer y entender la siguiente descripción detallada de las realizaciones a modo de ejemplo. Como el experto en la técnica apreciará, son posibles realizaciones adicionales de la invención sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, los dibujos y descripciones asociadas han de considerarse de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y forman parte de la memoria descriptiva, ilustran esquemáticamente una o más realizaciones a modo de ejemplo de la invención y, junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar los principios de la invención, y en los que:

la figura 1 es un diagrama de flujo de la metodología y el sistema de monitorización de una realización a modo de ejemplo del sistema y el método de la presente invención;

la figura 2 es un diagrama de flujo del componente de respuestas de audio automatizadas del sistema y la metodología de la presente invención; y

la figura 3 es a diagrama de flujo del componente de realidad aumentada del sistema y la metodología de la presente invención.

Descripción detallada

Ahora se describen realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención con referencia a las figuras. Se usan

números de referencia a lo largo de la descripción detallada para hacer referencia a los diversos elementos y estructuras. En otros ejemplos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama de bloques con el fin de simplificar la descripción. Aunque la siguiente descripción detallada contiene muchos detalles con el fin de ilustración, un experto habitual en la técnica apreciará que muchas variaciones y alteraciones en los siguientes detalles están dentro del alcance de la invención. Por consiguiente, las siguientes realizaciones de la invención se exponen sin ninguna pérdida de generalidad con relación a, y sin imponer limitaciones en, la invención reivindicada.

En algunas realizaciones, la presente invención incorpora y amplía la tecnología dada a conocer en la solicitud de solicitud de patente estadounidense con n.º de serie 13/543.240. La solicitud de patente estadounidense con n.º de serie 13/543.240 da a conocer un sistema para caracterizar operaciones de soldeo manuales, y más específicamente un sistema para proporcionar información útil a un aprendiz de soldeo captando, procesando y presentando, en un formato visible, datos generados por el aprendiz de soldeo al ejecutar manualmente una soldadura real en tiempo real. Más específicamente, el sistema dado a conocer en la solicitud de patente estadounidense con n.º de serie 13/543.240 incluye un componente de generación de datos; un componente de captación de datos; y un componente de procesamiento de datos. El componente de generación de datos incluye además un accesorio, en el que las características geométricas del accesorio están predeterminadas; una pieza de trabajo adaptada para montarse en el accesorio, en el que la pieza de trabajo incluye al menos una junta que va a soldarse, y en el que el vector que se extiende a lo largo de la junta que va a soldarse define una trayectoria de funcionamiento; al menos un dispositivo de calibración, en el que cada dispositivo de calibración incluye además al menos dos marcadores de punto integrados en el mismo, y en el que la relación geométrica entre los marcadores de punto y la trayectoria de funcionamiento está predeterminada; y una herramienta de soldeo, en el que la herramienta de soldeo funciona para formar una soldadura en la junta que va a soldarse, en el que la herramienta de soldeo define un punto de herramienta y un vector de herramienta, y en el que la herramienta de soldeo incluye además un objetivo unido a la herramienta de soldeo, en el que el objetivo incluye además una pluralidad de marcadores de punto montados en el mismo con un patrón predeterminado, y en el que el patrón predeterminado de marcadores de punto funciona para definir un cuerpo rígido. El componente de captación de datos incluye además un sistema de obtención de imágenes para captar imágenes de los marcadores de punto. El componente de procesamiento de datos funciona para recibir información del componente de captación de datos y después calcular la posición y la orientación de la trayectoria de funcionamiento con respecto al espacio tridimensional visible por el sistema de obtención de imágenes; la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto al cuerpo rígido; y la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto a la trayectoria de funcionamiento. Con respecto a los componentes del sistema y a los principios operativos descritos anteriormente (es decir, cómo se obtienen los datos que caracterizan la operación de soldeo), la presente invención proporciona medios para beneficiarse de los datos adquiridos en el ámbito de monitorización de producción y proporciona diversos métodos para utilizar datos de caracterización de soldeo manual para monitorizar diversos aspectos de producción.

La figura 1 proporciona un diagrama de flujo que detalla el sistema 100 y un método asociado según la presente invención para integrar mediciones de ejecución de soldeo manual en el contexto de la monitorización de producción. Desde configurar inicialmente un sistema hasta medir la calidad de producción, la metodología descrita en el presente documento incluye medios para beneficiarse de mediciones manuales de manipulación de herramientas y de procedimiento para monitorizar mejor la calidad de producción y el resultado. Como se muestra en la figura 1, la etapa inicial en el procedimiento es configurar las entradas del sistema en la etapa 110. Más específicamente, esta etapa incluye proporcionar al sistema 100 información de parte y objetivos de control de variables de procedimiento y límites de aceptabilidad. La monitorización de producción puede comenzar una vez que está presente la información de configuración para al menos una parte. La etapa 120 incluye seleccionar una parte, que es la primera etapa en el aspecto de monitorización de la metodología. La selección de la parte inicia los ajustes de monitorización, e inicia la producción de la parte para la primera tarea de producción en la etapa 130. La tarea activa se ejecuta con o sin respuestas en tiempo real en la etapa 150 en la ejecución en la etapa 140. Entonces se evalúa la ejecución en un procedimiento posterior para identificar cualquier posible problema de calidad en la etapa 160 y los datos correspondientes se almacenan en la etapa 170. Si se requiere una acción correctora, la misma se indica al usuario en forma de o bien una tarea de producción dispar o bien una solicitud para completar la tarea activa. Si la tarea se considera completa, el sistema cambia a la siguiente tarea de producción. Una vez que la tarea de producción final se ha completado, la parte se considera acabada y el usuario puede pasar a la siguiente parte (véanse las etapas 162 y 164 de decisión y la etapa 166 de finalización en la figura 1).

Como se ha indicado anteriormente, la etapa 110 incluye configurar las entradas del sistema. El fin de esta etapa es completar el sistema con las partes que se monitorizarán y sus características correspondientes, que incluyen tanto variables de parte como variables de tarea como se detalla a continuación en las tablas 1 y 2.

TABLA 1
Lista de variables de partes
Variables de parte

Nombre o ID de parte
 Modelo sólido
Número de tareas (por ejemplo soldaduras, sellos, uniones de parte, etc.)

TABLA 2

Lista de variables de tarea

Variables de tarea

Nombre o ID de tarea
 Ubicaciones o trayectoria de funcionamiento
 Dirección de funcionamiento (si es necesario)
 Variables específicas de tarea*

5 Para cada tipo de tarea, se introduce entonces un conjunto de variables específicas para esa tarea en el sistema en la etapa 110. Por ejemplo, una tarea de soldeo incluirá variables tanto de forma como de ejecución que definen la tarea. Las tablas 3 y 4, que aparecen a continuación, proporcionan ejemplos de estos tipos de variables.

TABLA 3

Ejemplos de variables de forma

Valores típicos de variables de forma

Proceso	SMAW, GMAW, FCAW, GTAW
Tipo de junta	En ángulo, solape, ranura
Posición	Plana, horizontal, vertical, elevada
Material	Acero, aluminio, titanio
Grosor	0,25, 0,5, 1 [in]
Tipo de electrodo	ER70S-6
Abertura de raíz	0,03, 0,06, 0,125 [in]
Descanso de raíz	0,03, 0,125, 0,25 [in]
Ángulo incluido	10, 15, 20 [°]

TABLA 4

Ejemplos de variables de ejecución

Valores típicos de variables de ejecución

Polaridad	DCEP, DCEN
Ángulo de trabajo	45 ± 5 [°]
Ángulo de desplazamiento	5 ± 5 [°]
Longitud de arco	0,5 ± 0,125 [in]
Velocidad de desplazamiento	10 ± 2 [ipm]
Colocación de herramienta	0,0 ± 0,1 [in]
Corriente	180 ± 20 [A]
Tensión	22 ± 2 [V]
Longitud de soldadura	8 ± 0,25 [in]
Tamaño de soldadura	0,25 ± 0,025 [in]

10 Las variables enumeradas en las tablas 3 y 4 proporcionan al usuario información que tanto describe la tarea como definen la manera apropiada de ejecución. Además, la función de configuración proporciona los medios para introducir definiciones de herramienta en el sistema. Las definiciones de herramienta permiten que el sistema integre una posición de herramienta en su sistema de coordenadas de trabajo, que permite que la posición y la orientación de la herramienta se comparen con la trayectoria de funcionamiento de la tarea, permitiendo de ese modo la adquisición de variables de manipulación de herramienta. Cada tarea que requiere una herramienta debe tener una
 15 definición antes de que la monitorización de producción pueda ejecutarse. El sistema invoca entonces estas herramientas cuando un usuario inicia una tarea que requiere la herramienta.

20 Con referencia nuevamente a la figura 1, la porción restante de la metodología de monitorización de esta invención lleva al usuario a través de la producción de una parte y la monitorización discreta de la ejecución en la fabricación de esa parte. Antes de que la monitorización pueda comenzar, se selecciona una parte en la etapa 120 cuando un usuario del sistema accede a la biblioteca de partes configurada en la etapa 110. El sistema se autocompleta entonces con toda la información con respecto a la parte seleccionada. Esta información incluye una lista de tareas para la terminación de la parte, una representación gráfica de la parte, tareas destacadas en la parte, una indicación de la primera tarea que va a llevarse a cabo, y cualquier otra información relevante. Entonces tiene lugar una
 25 indicación de la siguiente tarea en la etapa 130. La tarea activa se indica gráficamente al usuario y toda la información pertinente se proporciona al usuario para llevar a cabo la terminación de la tarea. Esta información varía de una tarea a otra. Por ejemplo, si la tarea es soldar dos componentes de la parte entre sí, el sistema proporcionará al usuario toda la información enumerada en las tablas 3 y 4. Las ubicaciones de inicio y parada se identificarán claramente al usuario. Además, se destacará información de periferia, lo que puede incluir accesorios especiales,
 30 herramientas, posibles deficiencias, etc. La ejecución de una tarea de producción tiene lugar en la etapa 140. Una

vez que el usuario ha asimilado la información necesaria para llevar a cabo la tarea, se inicia la producción de la tarea. Nuevamente, este aspecto de la invención varía de una tarea a otra. Nuevamente usando el ejemplo de soldeo, la terminación de la tarea incluye depositar una soldadura en la ubicación apropiada, con la velocidad apropiada, la técnica apropiada, variables de procedimiento apropiadas, etc. En la etapa 150 se proporcionan respuestas en tiempo real. Durante la ejecución de una tarea de producción, están disponibles varias variables de respuestas en tiempo real para ayudar al usuario a permanecer dentro de la ventana de control de calidad definida. Para tareas de soldeo, estos mecanismos de respuestas incluyen las respuestas de audio automatizadas y la representación de soldadura de realidad aumentada.

Las respuestas de audio automatizadas incluyen un mecanismo de respuestas en tiempo real que proporciona respuestas al usuario mediante diversos comandos de voz automatizados. Se reproducen ficheros pregrabados dependiendo de qué variables están fuera de los límites de control. La figura 2 proporciona un diagrama de flujo del componente 200 de respuestas de audio automatizadas, en el que el ejercicio comienza en 210; las variables de ejecución se miden en la etapa 220; el ejercicio puede finalizar en la etapa 230 o si se infringe un límite en el punto 240 de decisión, se toma una determinación de una infracción de alta prioridad en la etapa 250; y se reproduce un archivo de audio corrector en la etapa 260. Como se muestra en la tabla 5, a continuación se establece una jerarquía mediante la que variables de alta prioridad tienen preferencia sobre variables de menor prioridad. Para cualquier marco de interpretación de datos dado, se ejecuta sólo un comando de respuestas basándose en la jerarquía de prioridad (por ejemplo la colocación de la herramienta adopta preferencia sobre el ángulo de la herramienta, que adopta preferencia sobre la velocidad desplazamiento, etc.).

TABLA 5

Jerarquía de asesoramiento de audio automatizado	
Variable de categorías	
1	Colocación de herramienta
2	Desviación de herramienta
3	Velocidad de desplazamiento
4	Ángulo de trabajo
5	Ángulo de desplazamiento

Los comandos se basan en la dirección, lo que significa que los comandos asesoran al usuario en la dirección de cumplimiento (por ejemplo, si la ejecución infringe un límite inferior, los comandos asesorarán al aprendiz para aumentar la variable dada).

La realidad aumentada proporciona respuestas en tiempo real durante la ejecución de la tarea. En tareas de soldeo, los sensores proporcionan los valores de posición y orientación en tiempo real tanto del casco para soldeo como de la herramienta de soldeo además de procesar datos en un servidor basado en la nube. Este servidor ejecuta cálculos de representación intensivos de procesador y/o cálculos de elementos finitos, enviando como respuesta al sistema local datos de imagen que van a superponerse sobre la vista del soldador de la junta de soldeo. La figura 3 proporciona un diagrama de flujo del sensor y el flujo de datos para el componente 300 de realidad aumentada, en el que el ejercicio comienza en 310; se miden las variables del procedimiento, la herramienta y el casco en la etapa 320; el ejercicio puede finalizar en 330 o pueden enviarse datos al servidor en la etapa 340; se procesan representaciones aumentadas en la etapa 350; se devuelven datos de representación en la etapa 360; y la representación se superpone en el elemento de presentación visual del casco en la etapa 370. Para soldar, las imágenes superpuestas pueden incluir las siguientes características: aspectos destacados de la ubicación de la junta de soldeo; forma y posición de baño de soldadura objetivo y real (esta es la primera etapa para aprender a manipular un baño de soldadura); colocación de arco objetivo y real dentro de la junta; ángulos de la herramienta objetivos y reales; desviación de la herramienta objetivo y real; velocidad desplazamiento objetivo y real; indicación en directo de la formación de defectos a lo largo de la soldadura; o combinaciones de los mismos. Puede utilizarse un servidor basado en la nube para gestionar los datos para respuestas de realidad aumentada. Específicamente, la potencia de procesamiento del servidor puede utilizarse para incorporar información de bajo recuento de datos (es decir, de procedimiento, herramienta y casco), para generar representaciones de imágenes que pueden superponerse inmediatamente en el elemento de presentación visual transparente del usuario. La figura 3 también ilustra la funcionalidad de procesamiento de datos remotos de esta invención. Una vez que la ejecución de una tarea está completa, el sistema evalúa la calidad de ejecución en la etapa 160 (véase la figura 1). Esta evaluación puede realizarse (i) en lo que se refiere a mediciones de ejecución (por ejemplo, variables de manipulación de herramienta y de procedimiento dentro de los límites de control); y/o (ii) en lo que se refiere a simulaciones de calidad numéricas (por ejemplo, probabilidad de formación de defectos), y/o (iii) con mediciones de calidad directas.

La evaluación basada en la ejecución usa mediciones de ejecución directas comparadas con límites de control preestablecidos para realizar una determinación de calidad a lo largo de la trayectoria de funcionamiento. Por ejemplo, en tareas de soldeo, se establecerán límites de control para cada una de las variables de ejecución enumeradas en la tabla 4. Si cualquiera de las variables medidas queda fuera de los límites de control en una determinada ubicación a lo largo de la soldadura, esa ubicación se señala como un potencial problema de calidad. El tipo de infracción de límite de control se incluye en la señal. Por tanto, es importante ajustar apropiadamente los límites de control para que se alineen con indicaciones de producción de calidad. Los límites deben ser

5 suficientemente ajustados para detectar problemas de calidad cuando se presentan, pero suficientemente laxos para evitar la generación de falsos positivos. Además, muchas aplicaciones de soldeo requieren que los límites de control sean variables a lo largo de la longitud de la soldadura. Dicho de otro modo, el ajuste de límite de control (es decir, ventana de máximo y mínimo permisibles) puede cambiar en función de la posición a lo largo de la trayectoria de funcionamiento. Esto es normal para trayectorias de funcionamiento curvas o trayectorias de funcionamiento que giran. Generar conjuntos de límite de control variable puede ser tedioso para trayectorias de funcionamiento largas y sinuosas y para facilitar el procedimiento, estos conjuntos pueden generarse enseñando el sistema con un conjunto de soldaduras "buenas" y soldaduras "malas". En la configuración, el usuario calibra el conjunto de control realizando la tarea de producción varias veces y asignando a cada ejecución un valor bueno o malo. El sistema genera entonces automáticamente un conjunto de límites de control basados en la posición para la tarea usando desviaciones estándar de la media de las soldaduras buenas.

15 La evaluación de calidad simulada usa mediciones de manipulación de herramienta y de procedimiento para calcular probabilidades de formación de defectos en función de la posición a lo largo de la trayectoria de funcionamiento. Para tareas de soldeo, la salida puede ser una probabilidad de formación de defectos de bajo la superficie (por ejemplo, porosidad, falta de fusión, falta de penetración, etc.) o defectos de superficie (por ejemplo, mordedura, concavidad, ángulos de acuerdo incorrectos, etc.), o defectos de material (generación de una fase o un constituyente no deseado, alta deformación, generación de grietas). Estos valores se generan mediante una simulación numérica en la que las variables de ejecución y forma actúan como las entradas y la generación de defectos es la salida. Al igual que la evaluación basada en ejecución, estos resultados pueden mostrarse gráficamente al usuario en forma de puntos destacados en el modelo sólido de parte.

25 La evaluación de calidad medida directamente es básicamente idéntica a la evaluación de calidad simulada excepto que la generación de los datos de calidad se toma a partir de herramientas de sensor que miden físicamente la presencia de defectos. Estas herramientas pueden variar desde herramientas de inspección de bajo la superficie (por ejemplo inspección por ultrasonidos, corriente de Foucault, rayos X) hasta herramientas de superficie (por ejemplo, escáner por láser, visión artificial, colorante penetrante, etc.). Al igual que las otras formas de evaluación, cualquier indicación de ejecución inaceptable se destaca gráficamente al usuario en forma de puntos destacados en un modelo sólido de la parte. Si la ejecución de una tarea se ha visto comprometida a pesar de una evaluación basada en ejecución o una evaluación basada en calidad, la interfaz de usuario proporcionará una acción correctora. Esto puede ser tan sencillo como un indicador para inspeccionar para dar instrucciones al usuario de rehacer la tarea. Con referencia a la figura 1, una vez que una tarea se considera completa en el punto 164 de decisión, la interfaz de usuario se mueve a la siguiente tarea de ejecución en 130. Una vez que todas las tareas de ejecución están completas, la parte se considera completa en el punto 166 de finalización. Se almacenan datos de ejecución adquiridos para cada tarea de producción en un servidor o bien local o bien remoto en 170. Estos datos pueden usarse entonces para un control de procedimiento estadístico, una validación de calidad para asuntos legales, y para otros fines.

40 Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante la descripción de realizaciones a modo de ejemplo de la misma, pueden realizarse divergencias de tales detalles sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

NÚMEROS DE REFERENCIA

100	sistema	230	etapa
110	etapa	240	punto
120	etapa	250	etapa
130	etapa	260	etapa
140	etapa	300	componente
150	etapa	310	etapa
160	etapa	320	etapa
162	etapa	330	etapa
164	etapa	340	etapa
166	etapa	350	etapa
170	etapa	360	etapa
200	componente de respuestas de audio	370	etapa
210	etapa		
220	etapa		

REIVINDICACIONES

1. Método de monitorización y caracterización de soldeo manual, que comprende;
 - 5 (a) proporcionar un sistema de soldeo, en el que el sistema de soldeo incluye además tanto componentes de hardware como de software, en el que el hardware y el software funcionan para recoger y procesar datos en tiempo real, y en el que los datos se obtienen de un ejercicio de soldeo real llevado a cabo por un soldador;
 - 10 (b) proporcionar al sistema información de parte, objetivos de control de variables de procedimiento, y límites de aceptabilidad;
 - (c) seleccionar una parte que va a soldarse de la información de parte;
 - 15 (d) indicar una tarea de producción que va a completarse en la parte seleccionada;
 - (e) ejecutar la tarea de producción indicada;
 - 20 (f) evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada basándose en los objetivos de control de variables de procedimiento y los límites de aceptabilidad;
 - (g) almacenar datos recogidos a partir de la evaluación de la ejecución de la tarea de producción indicada, y el método se caracteriza porque:
 - 25 el sistema de soldeo incluye además: (a) un componente de generación de datos, en el que el componente de generación de datos incluye además: (i) un accesorio, en el que las características geométricas del accesorio están predeterminadas; (ii) una pieza de trabajo adaptada para montarse en el accesorio, en el que la pieza de trabajo incluye al menos una junta que va a soldarse, y en el que el vector que se extiende a lo largo de la junta que va a soldarse define una trayectoria de funcionamiento; (iii) al menos un dispositivo de calibración, en el que cada dispositivo de calibración incluye además al menos dos marcadores de punto integrados en el mismo, y en el que la relación geométrica entre los marcadores de punto y la trayectoria de funcionamiento está predeterminada; y (iv) una herramienta de soldeo, en el que la herramienta de soldeo funciona para formar una soldadura en la junta que va a soldarse, en el que la herramienta de soldeo define un punto de herramienta y un vector de herramienta, y en el que la herramienta de soldeo incluye además un objetivo unido a la herramienta de soldeo, en el que el objetivo incluye además una pluralidad de marcadores de punto montados en el mismo con un patrón predeterminado, y en el que el patrón predeterminado de marcadores de punto funciona para definir un cuerpo rígido; y (b) un componente de captación de datos, en el que el componente de captación de datos incluye además un sistema de obtención de imágenes para captar imágenes de los marcadores de punto; y (c) un componente de procesamiento de datos, en el que el componente de procesamiento de datos funciona para recibir información del componente de captación de datos y después calcular: (i) la posición y la orientación de la trayectoria de funcionamiento con respecto al espacio tridimensional visible por el sistema de obtención de imágenes; (ii) la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto al cuerpo rígido; y (iii) la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto a la trayectoria de funcionamiento,
 - 30 en el que la tarea de producción que va a completarse en la parte incluye además variables de forma y variables de ejecución; en el que las variables de forma incluyen además tipo de procedimiento, tipo de junta, posición, material, grosor, tipo de electrodo, abertura de raíz, descanso de raíz y ángulo incluido; y en el que las variables de ejecución incluyen además polaridad, ángulo de trabajo, ángulo de desplazamiento, longitud de arco, velocidad de desplazamiento, colocación de herramienta, corriente, tensión, longitud de soldadura y tamaño de soldadura.
- 55 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además; (f) proporcionar respuestas en tiempo real al soldador que ejecuta la tarea de producción indicada; (h) requerir una acción correctora con respecto a la calidad de la ejecución de la tarea de producción indicada.
- 60 3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la información de parte incluye además variables de parte y variables de tarea; y/o porque la tarea de producción que va a completarse en la parte incluye además variables de forma y variables de ejecución; y/o porque las respuestas en tiempo real incluyen además respuestas de audio automatizadas o representación de soldadura de realidad aumentada; comprendiendo además el método la evaluación de calidad que se basa además en mediciones de ejecución, simulaciones de calidad numéricas; mediciones de calidad directas; o combinaciones de las mismas; (h) requerir acción correctora con respecto a la calidad de la ejecución de la tarea de producción indicada, en el que la acción correctora es o bien una tarea de producción dispar o bien una solicitud para
 - 65

completar una tarea de producción indicada activa; y (i) almacenar datos recogidos a partir de la evaluación de la ejecución de la tarea de producción indicada.

- 5 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el sistema de soldeo está en comunicación con al menos un servidor basado en la nube.
- 10 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la información de parte incluye además variables de parte y variables de tarea; en el que las variables de parte incluyen además nombre o identificación de parte, al menos un modelo sólido de la parte, y una lista de tareas que van a completarse en la parte; y en el que las variables de tarea incluyen además nombre o identificación de tarea, ubicaciones o trayectoria de funcionamiento, direcciones de funcionamiento, y otras variables específicas de tarea.
- 15 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las respuestas en tiempo real incluyen además respuestas de audio automatizadas, y en el que las respuestas de audio automatizadas proporcionan respuestas en tiempo real al soldador mediante diversos comandos de voz automatizados.
- 20 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las respuestas en tiempo real incluyen además representación de soldadura de realidad aumentada, en el que la representación de soldadura de realidad aumentada incluye además el uso de sensores que proporcionan valores de posición y orientación en tiempo real tanto de un casco de soldeo como de una herramienta de soldeo además de procesar datos en un servidor basado en la nube, en el que el servidor ejecuta cálculos de representación o cálculos de elementos finitos, y en el que se generan datos de imagen basándose en estos cálculos y se superponen sobre la vista del soldador de una junta de soldeo durante la ejecución de la tarea de producción indicada.
- 25 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en la ejecución, y en el que la evaluación basada en la ejecución usa mediciones de ejecución directas comparadas con límites de control preestablecidos para realizar una determinación de calidad a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 30 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en simulaciones de calidad numéricas, y en el que las simulaciones de calidad numéricas usan mediciones de manipulación de herramienta y de procedimiento para calcular probabilidades de formación de defectos en función de la posición a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 35 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en mediciones de calidad directas, y en el que las mediciones de calidad directas se toman de herramientas de sensor que miden físicamente la presencia de defectos de soldadura.
- 40 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la acción correctora es o bien una tarea de producción dispar o bien una solicitud para completar una tarea de producción indicada activa.
- 45 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque las variables de parte incluyen además nombre o identificación de parte, al menos un modelo sólido de la parte, y una lista de tareas que van a completarse en la parte; y en el que las variables de tarea incluyen además nombre o identificación de tarea, ubicaciones o trayectoria de funcionamiento, direcciones de funcionamiento y otras variables específicas de tarea.
- 50 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque las variables de forma incluyen además tipo de procedimiento, tipo de junta, posición, material, grosor, tipo de electrodo, abertura de raíz, descanso de raíz y ángulo incluido; y en el que las variables de ejecución incluyen además polaridad, ángulo de trabajo, ángulo desplazamiento, longitud de arco, velocidad desplazamiento, colocación de herramienta, corriente, tensión, longitud de soldadura y tamaño de soldadura.
- 55 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque las respuestas de audio automatizadas proporcionan respuestas en tiempo real al soldador mediante diversos comandos de voz automatizados.
- 60 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque la representación de soldadura de realidad aumentada incluye además el uso de sensores que proporcionan valores de posición y orientación en tiempo real tanto de un casco de soldeo como de una herramienta de soldeo además de procesar datos en un servidor basado en la nube, en el que el servidor ejecuta cálculos de representación o cálculos de elementos finitos, y en el que se generan datos de imagen basándose en estos cálculos y se
- 65

superponen sobre la vista del soldador de una junta de soldeo durante la ejecución de la tarea de producción indicada.

- 5 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la evaluación basada en la ejecución usa mediciones de ejecución directas comparadas con límites de control preestablecidos para realizar una determinación de calidad a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 10 17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque las simulaciones de calidad numéricas usan mediciones de manipulación de herramienta y de procedimiento para calcular probabilidades de formación de defectos en función de la posición a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 15 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque las mediciones de calidad directas se toman de herramientas de sensor que miden físicamente la presencia de defectos de soldadura.
- 20 19. Sistema (100) para monitorizar y caracterizar soldeo manual, comprendiendo el sistema (100) tanto componentes de hardware como de software, en el que el hardware y el software funcionan para recoger y procesar datos en tiempo real, y en el que los datos se obtienen de un ejercicio de soldeo real llevado a cabo por un soldador,
- 25 en el que al sistema se le proporciona (110) información de parte, objetivos de control de variables de procedimiento, y límites de aceptabilidad;
- en el que se selecciona (120) una parte que va a soldarse de la información de parte;
- 30 en el que se indica (130) una tarea de producción que va a completarse en la parte seleccionada;
- en el que se ejecuta la tarea de producción indicada;
- 35 en el que se evalúa (140, 150) la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada basándose en los objetivos de control de variables de procedimiento y los límites de aceptabilidad;
- en el que se almacenan datos recogidos a partir de la evaluación de la ejecución de la tarea de producción indicada;
- 40 y caracterizado porque:
- el sistema de soldeo incluye además: (a) un componente de generación de datos, en el que el componente de generación de datos incluye además: (i) un accesorio, en el que las características geométricas del accesorio están predeterminadas; (ii) una pieza de trabajo adaptada para montarse en el accesorio, en el que la pieza de trabajo incluye al menos una junta que va a soldarse, y en el que el vector que se extiende a lo largo de la junta que va a soldarse define una trayectoria de funcionamiento; (iii) al menos un dispositivo de calibración, en el que cada dispositivo de calibración incluye además al menos dos marcadores de punto integrados en el mismo, y en el que la relación geométrica entre los marcadores de punto y la trayectoria de funcionamiento está predeterminada; y (iv) una herramienta de soldeo, en el que la herramienta de soldeo funciona para formar una soldadura en la junta que va a soldarse, en el que la herramienta de soldeo define un punto de herramienta y un vector de herramienta, y en el que la herramienta de soldeo incluye además un objetivo unido a la herramienta de soldeo, en el que el objetivo incluye además una pluralidad de marcadores de punto montados en el mismo con un patrón predeterminado, y en el que el patrón predeterminado de marcadores de punto funciona para definir un cuerpo rígido; y (b) un componente de captación de datos, en el que el componente de captación de datos incluye además un sistema (300) de obtención de imágenes para captar imágenes de los marcadores de punto; y (c) un componente de procesamiento de datos, en el que el componente de procesamiento de datos funciona para recibir información del componente de captación de datos y después calcular: (i) la posición y la orientación de la trayectoria de funcionamiento con respecto al espacio tridimensional visible por el sistema (300) de obtención de imágenes; (ii) la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto al cuerpo rígido; y (iii) la posición del punto de herramienta y la orientación del vector de herramienta con respecto a la trayectoria de funcionamiento,
- 55 en el que la tarea de producción que va a completarse en la parte incluye además variables de forma y variables de ejecución; en el que las variables de forma incluyen además tipo de procedimiento, tipo de junta, posición, material, grosor, tipo de electrodo, abertura de raíz, descanso de raíz y ángulo incluido; y en el que las variables de ejecución incluyen además polaridad, ángulo de trabajo, ángulo desplazamiento, longitud de arco, velocidad desplazamiento, colocación de herramienta, corriente, tensión, longitud de soldadura y tamaño de soldadura.
- 60
- 65

20. Sistema (100) según la reivindicación 19, caracterizado porque se proporcionan respuestas en tiempo real al soldador que ejecuta la tarea de producción indicada, y/o se requiere la acción correctora con respecto a la calidad de la ejecución de la tarea de producción indicada.
- 5 21. Sistema (100) según la reivindicación 19 ó 20, caracterizado porque la información de parte incluye además variables de parte y variables de tarea; (c) seleccionar una parte que va a soldarse de la información de parte; (d) indicar una tarea de producción que va a completarse en la parte seleccionada, en el que la tarea de producción que va a completarse en la parte incluye además variables de forma y variables de ejecución; (e) ejecutar la tarea de producción indicada; (f) proporcionar respuestas en tiempo real al soldador que ejecuta la tarea de producción indicada, en el que respuestas en tiempo real incluyen además respuestas de audio automatizadas o representación de soldadura de realidad aumentada; (g) evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada basándose en los objetivos de control de variables de procedimiento y los límites de aceptabilidad, y en el que la evaluación de calidad se basa además en mediciones de ejecución, simulaciones de calidad numéricas; mediciones de calidad directas; o combinaciones de las mismas; (h) requerir acción correctora con respecto a la calidad de la ejecución de la tarea de producción indicada, en el que la acción correctora es o bien una tarea de producción dispar o bien una solicitud para completar una tarea de producción indicada activa; y (i) almacenar datos recogidos a partir de la evaluación de la ejecución de la tarea de producción indicada.
- 10 22. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en la ejecución, y porque la evaluación basada en la ejecución usa mediciones de ejecución directas comparadas con límites de control preestablecidos para realizar una determinación de calidad a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 15 23. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en simulaciones de calidad numéricas, y en el que las simulaciones de calidad numéricas usan mediciones de manipulación de herramienta y de procedimiento para calcular probabilidades de formación de defectos en función de la posición a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 20 24. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 23, caracterizado porque evaluar la calidad de la ejecución del soldador de la tarea de producción indicada se basa en mediciones de calidad directas, y porque las mediciones de calidad directas se toman de herramientas de sensor que miden físicamente la presencia de defectos de soldadura.
- 25 25. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 24, caracterizado porque la acción correctora es o bien una tarea de producción dispar o bien una solicitud para completar una tarea de producción indicada activa.
- 30 26. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 25, caracterizado porque las variables de parte incluyen además nombre o identificación de parte, al menos un modelo sólido de la parte, y una lista de tareas que van a completarse en la parte; y porque las variables de tarea incluyen además nombre o identificación de tarea, ubicaciones o trayectoria de funcionamiento, direcciones de funcionamiento, y otras variables específicas de tarea.
- 35 27. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 26, caracterizado porque las respuestas de audio automatizadas proporcionan respuestas en tiempo real al soldador mediante diversos comandos de voz automatizados.
- 40 28. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 27, caracterizado porque la representación de soldadura de realidad aumentada incluye además el uso de sensores que proporcionan valores de posición y orientación en tiempo real tanto de un casco de soldeo como de una herramienta de soldeo además de procesar datos en un servidor basado en la nube, en el que el servidor ejecuta cálculos de representación o cálculos de elementos finitos, y en el que se generan datos de imagen basándose en estos cálculos y se superponen sobre la vista del soldador de una junta de soldeo durante la ejecución de la tarea de producción indicada.
- 45 29. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 28, caracterizado porque la evaluación basada en la ejecución usa mediciones de ejecución directas comparadas con límites de control preestablecidos para realizar una determinación de calidad a lo largo de la trayectoria de funcionamiento.
- 50 30. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 19 ó 29, caracterizado porque las mediciones de calidad directas se toman de herramientas de sensor que miden físicamente la presencia de defectos de soldadura.
- 55 60 65

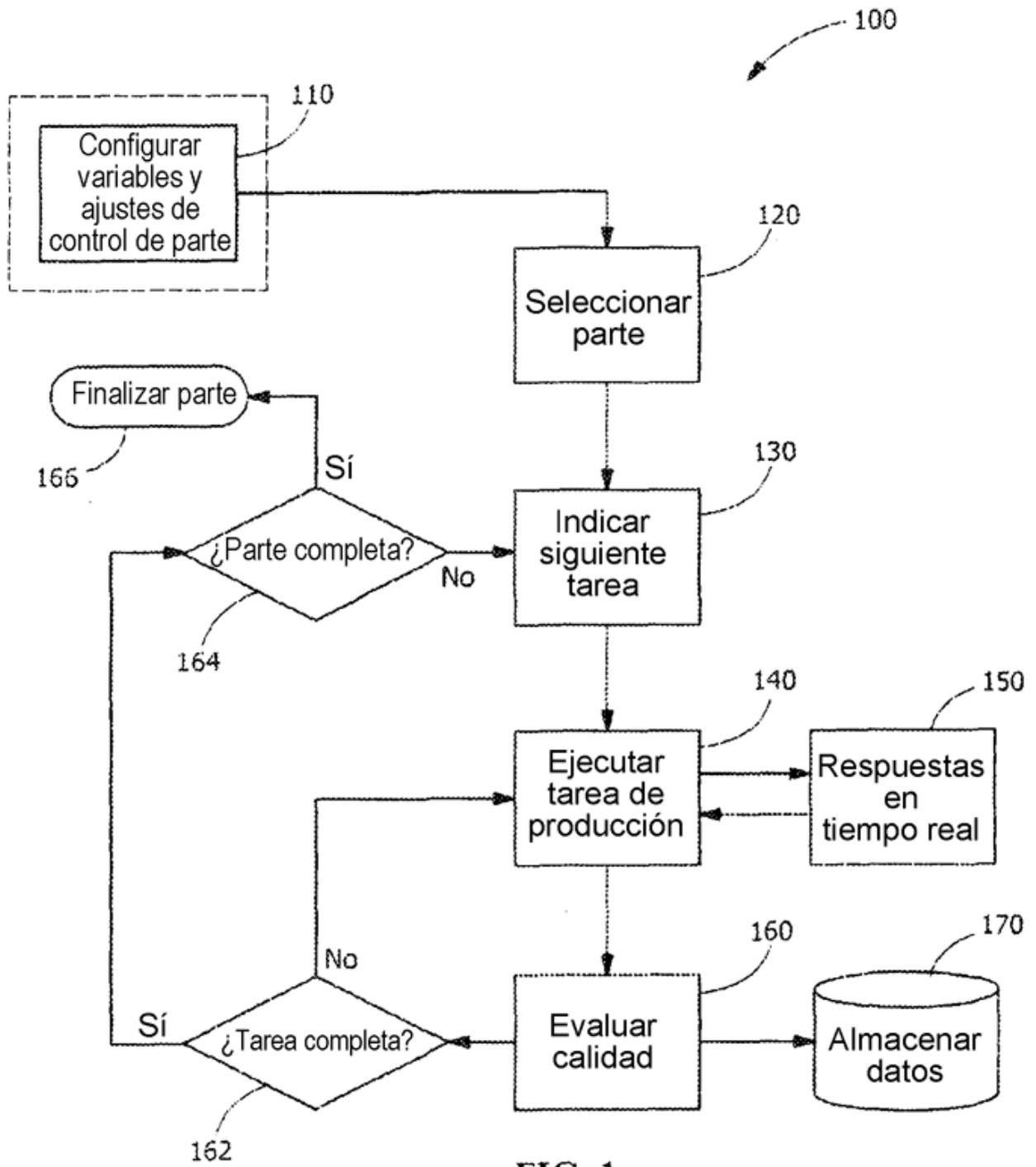


FIG. 1

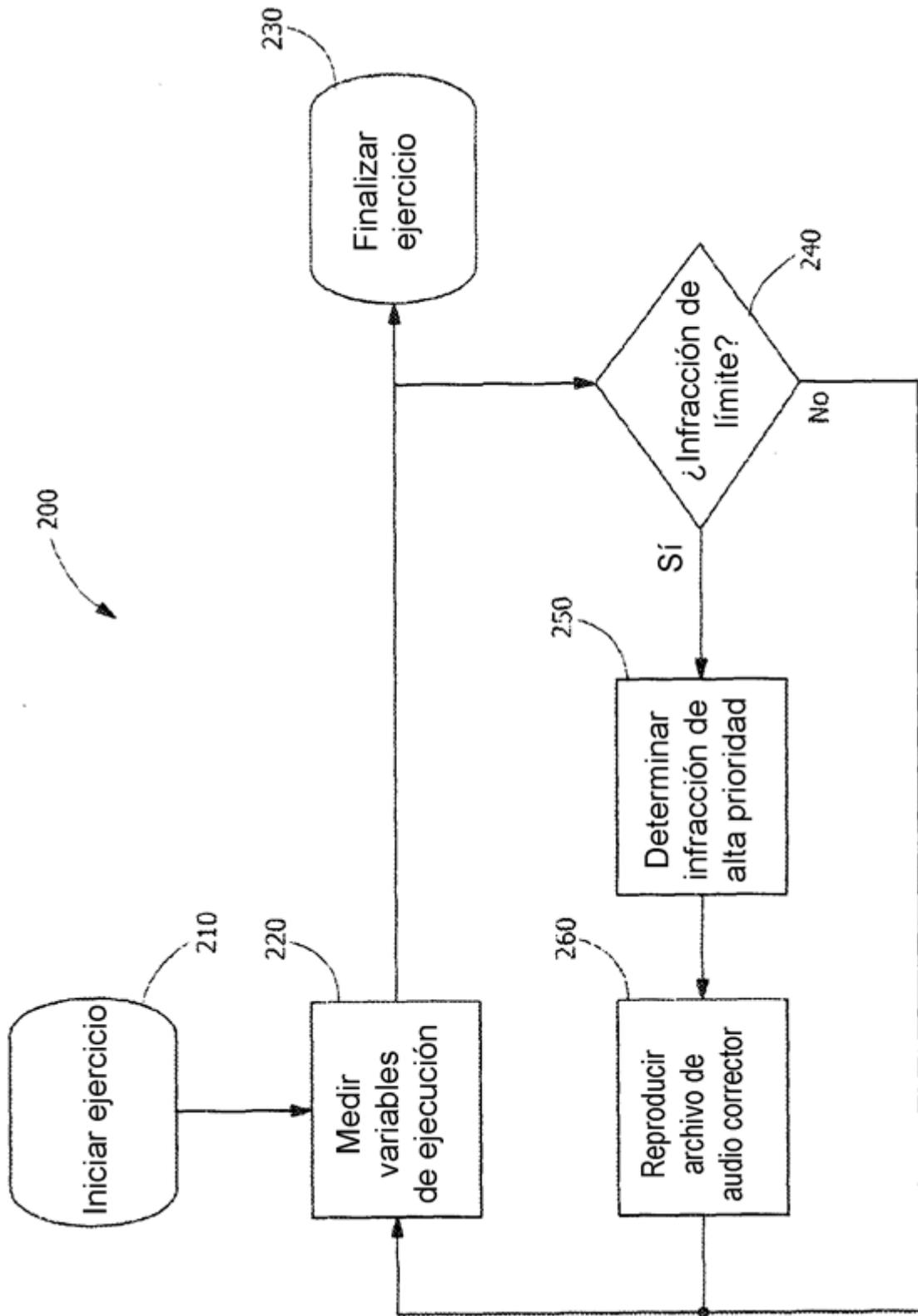


FIG. 2

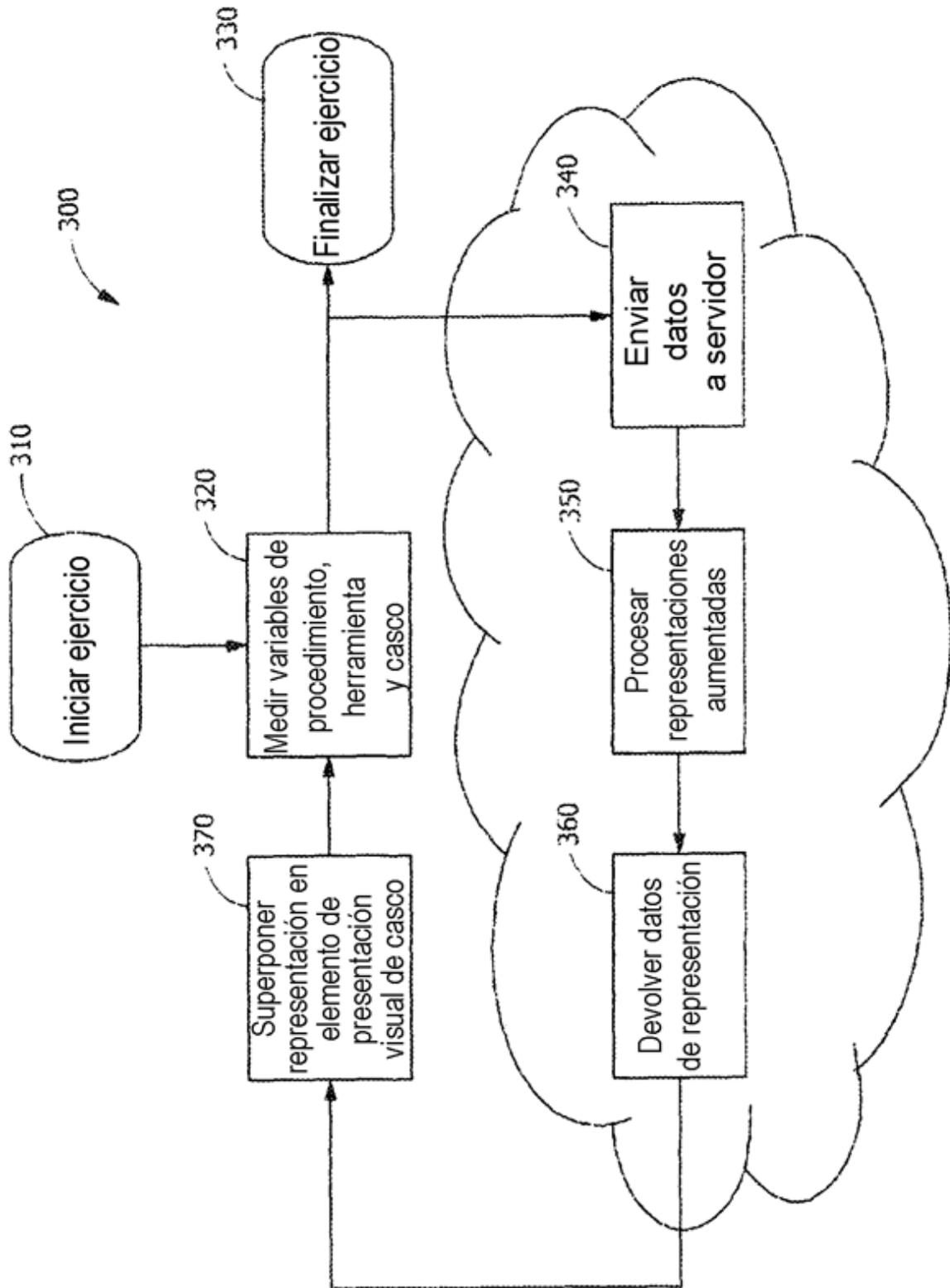


FIG. 3