

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 527**

51 Int. Cl.:

**B25J 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2014 PCT/US2014/043642**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14209878**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2014 E 14742400 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3013536**

54 Título: **Celda de trabajo reconfigurable modular para la conexión rápida de periféricos**

30 Prioridad:

**24.06.2013 US 201361838698 P**  
**27.02.2014 US 201414191831**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.07.2018**

73 Titular/es:

**X DEVELOPMENT LLC (100.0%)**  
**1600 Amphitheatre Parkway**  
**Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:

**EDSINGER, AARON;**  
**JULES, ANTHONY;**  
**NUSSER, STEFAN;**  
**JAIN, ADVAIT y**  
**VINES, JAMES, NICHOLAS**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 674 527 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

Celda de trabajo reconfigurable modular para la conexión rápida de periféricos

5 Antecedentes

A menos que se indique lo contrario en este documento, los materiales descritos en esta sección no son arte previo a las reivindicaciones en esta solicitud y no se admiten como estado de la técnica por inclusión en esta sección.

10 Una celda de trabajo proporciona una estructura de montaje para conectar periféricos de robot, como sensores, accionadores, brazos, ordenadoras y fuentes de potencia. Por lo general, un técnico integra estos periféricos para crear una solución de celda de trabajo personalizada para resolver una tarea específica.

15 Este esfuerzo de integración incluye la instalación mecánica de periféricos de robot en la celda de trabajo, cableando estos dispositivos juntos, describiendo su configuración dentro de un controlador de automatización y luego calibrando una ubicación geométrica de estos dispositivos entre sí y para el mundo.

20 Este proceso de integración puede llevar mucho tiempo y ser costoso. Si se desea modificar la funcionalidad de la celda de trabajo, gran parte de este esfuerzo de integración se repite. Además, las celdas de trabajo a menudo no se pueden reconfigurar ya que las celdas de trabajo generalmente se personalizan para una tarea o requisito específico. Un alto costo de modificación también puede hacer que no sea deseable cambiar los dispositivos más antiguos o dañados.

El documento WO 03/061830 divulga un sistema robótico automatizado que tiene una arquitectura modular.

25 El documento US 2006/111813 divulga un sistema de fabricación automatizado.

El documento US 2009/246081 divulga un sistema de prueba automatizado.

30 Resumen

La invención está definida por las reivindicaciones.

35 En un ejemplo, se proporciona una celda de trabajo reconfigurable modular que comprende uno o más compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie de la celda de trabajo que soporta la conexión de uno o más módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija, y los respectivos compartimentos de acoplamiento modular incluyen una pluralidad de conexiones eléctricas para una variedad de buses de potencia y comunicación del uno o más módulos de acoplamiento que se adjuntarán. El uno o más módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo. La celda de trabajo también incluye un plano posterior para acoplar los buses de comunicación entre el uno o más compartimentos de acoplamiento modular y proporcionar circuitos de potencia a uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, una o más características estructurales en uno o más compartimentos de acoplamiento modulares para permitir la inserción del uno o más módulos de acoplamiento en la configuración geométrica fija tal que la orientación de uno o más módulos de acoplamiento relativos a la celda de trabajo está definida de forma única, y un procesador para determinar una calibración geométrica de periféricos conectados en función de una ubicación y la orientación del correspondiente o más módulos de acoplamiento conectados a uno o más compartimentos de acoplamiento modulares y basados en una identificación de los periféricos conectados de los correspondientes uno o más módulos de acoplamiento.

45 En otro ejemplo, se proporciona una celda de trabajo reconfigurable modular que comprende uno o más compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie de la celda de trabajo que soporta la conexión de módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija, y los respectivos compartimentos de acoplamiento modulares incluyen una pluralidad de conexiones eléctricas para una variedad de los buses de potencia y comunicación de los módulos de acoplamiento a conectar. La celda de trabajo también comprende uno o más módulos de acoplamiento insertados dentro de uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, y el uno o más módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo. La celda de trabajo también comprende un procesador para determinar una calibración geométrica de periféricos conectados basándose en una ubicación y una orientación de los correspondientes uno o más módulos de acoplamiento conectados a uno o más compartimentos de acoplamiento modulares y basándose en una identificación de los periféricos conectados de los correspondientes uno o más módulos de acoplamiento.

50 En otro ejemplo, se proporciona una celda de trabajo reconfigurable modular que comprende un recinto que incluye uno o más compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie del recinto que soporta la unión de módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija, y los compartimentos de acoplamiento modulares respectivos incluyen una pluralidad de conexiones eléctricas para una variedad de buses de potencia y comunicación de los módulos de acoplamiento que se conectarán. El recinto incluye además un plano posterior para acoplar los buses de comunicación entre uno o más compartimentos de acoplamiento modulares y proporcionar circuitos de potencia a uno o más compartimentos de acoplamiento modulares. La celda de trabajo también incluye uno o más módulos de acoplamiento

insertados dentro de uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, y el uno o más módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo.

5 En otros ejemplos, se proporcionan métodos y productos de programas informáticos que incluyen instrucciones ejecutables por un dispositivo o por uno o más procesadores para realizar funciones de los métodos. Los métodos pueden ser ejecutables para operar una celda de trabajo, o para determinar una calibración geométrica de periféricos conectados a la celda de trabajo.

10 Estos, así como otros aspectos, ventajas y alternativas, serán evidentes para los expertos en la materia leyendo la siguiente descripción detallada, con referencia cuando sea apropiado a las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

15 La Figura 1 ilustra un ejemplo de celda de trabajo reconfigurable modular.

La figura 2A ilustra una vista en despiece ordenado que muestra un ejemplo de una estructura interna de un recinto.

La Figura 2B ilustra un plano posterior de ejemplo con subsistemas conectados.

20 La Figura 2C ilustra una estación de acoplamiento de ejemplo PCB que interconecta señales eléctricas desde el plano posterior a un módulo de acoplamiento.

La Figura 2D ilustra una vista detallada de una estación de acoplamiento PCB instalada en el recinto.

25 La Figura 3 ilustra un ejemplo de celda de trabajo reconfigurable modular

La Figura 4 ilustra otro ejemplo de celda de trabajo reconfigurable modular.

30 La Figura 5 ilustra un ejemplo de construcción de dos capas de un recinto para soportar una disposición 1x3 de compartimentos de acoplamiento y disposiciones similares.

Las Figuras 6A-6B ilustran una vista superior y en sección transversal de un ejemplo de módulo de acoplamiento 600.

35 Las Figuras 7A-7B ilustran la inserción de un módulo de acoplamiento de ejemplo.

La Figura 8 ilustra una vista inferior de un módulo de acoplamiento de ejemplo.

La Figura 9 ilustra una vista inferior de otro ejemplo de módulo de acoplamiento.

40 La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura funcional de ejemplo de componentes de una celda de trabajo.

La Figura 11 ilustra un dibujo esquemático de un dispositivo informático de ejemplo.

45 La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para operar una celda de trabajo.

Descripción detallada

50 La siguiente descripción detallada describe varias características y funciones de los sistemas y métodos divulgados con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, símbolos similares identifican componentes similares, a menos que el contexto dicte lo contrario. El sistema ilustrativo y las realizaciones de método descritas en la presente memoria no pretenden ser limitantes. Puede entenderse fácilmente que ciertos aspectos de los sistemas y métodos divulgados se pueden disponer y combinar en una amplia variedad de configuraciones diferentes, todas las cuales se contemplan aquí.

55 En los ejemplos, se proporciona una celda de trabajo reconfigurable que incluye un recinto que alberga una o más estaciones de acoplamiento modulares. El recinto puede estar sellado a un entorno exterior, y capaz de soportar rígidamente las fuerzas de trabajo ejercidas por un brazo robótico conectado u otro periférico. El recinto puede configurarse para ser montado en cualquier superficie incluyendo una mesa de trabajo, piso, pared o techo, por ejemplo. El recinto incluye requisitos de potencia y ordenador, y dispositivos relacionados necesarios para la funcionalidad de la celda de trabajo, y puede utilizar la superficie del recinto como superficie de trabajo para una tarea específica.

60 En algunos ejemplos, una o más estaciones de acoplamiento modulares están expuestas en una superficie superior del recinto que admite el acoplamiento de conectar y arrancar de periféricos de robot y puede permitir una conexión rápida sin herramientas de modo que el periférico se pueda conectar sin herramientas. Las estaciones de acoplamiento modulares incluyen características para evitar la instalación del periférico en una orientación incorrecta, y características para asegurar una alineación repetible y precisa del periférico al recinto. Los compartimentos de acoplamiento modular

también pueden incluir características que permiten la conexión eléctrica de uno o más buses de potencia y comunicación al periférico conectado sin el uso de herramientas o conectores eléctricos manuales.

5 Con referencia ahora a las figuras, la Figura 1 ilustra un ejemplo de celda de trabajo 100 reconfigurable modular. La celda de trabajo 100 incluye un recinto 102 con seis compartimentos 104a-f de acoplamiento modulares dispuestos en una matriz de 2x3. Los compartimentos 104a-f de acoplamiento modulares están sobre una superficie del recinto 102 y soportan la unión de uno o más módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija. Los compartimentos 104a-f de acoplamiento modulares incluyen una pluralidad de conexiones eléctricas para una variedad de buses de potencia y comunicación de los módulos de acoplamiento a conectar, y los módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo 100. Como se muestra en la figura 1, dos compartimentos 104d y 104f de acoplamiento modulares incluyen módulos de acoplamiento insertados y configurados con dos módulos periféricos que incluyen un periférico 106 de brazo de robot y un periférico 108 de cámara, aunque puede lograrse cualquier variedad y configuración de periféricos. Otros periféricos de ejemplo incluyen un dispositivo para localizar un dispositivo en ensamblado y una herramienta de medición para medir un dispositivo bajo inspección. Además, se pueden elegir otros números y arreglos de estaciones de acoplamiento.

Cada compartimento 104a-f de acoplamiento modular es una ubicación en la que se puede insertar un módulo periférico. Una parte superior del recinto 102 puede incluir áreas sin estaciones de acoplamiento, proporcionando una superficie de trabajo 110 para tareas de automatización. Debido a que la superficie de trabajo 110 está en el propio recinto, se puede lograr una ubicación de un objeto de trabajo y calibración. La inclusión de áreas sin compartimentos de acoplamiento también crea un volumen dentro del recinto 102 que no está ocupado con el hardware del compartimento de acoplamiento. Este volumen puede usarse para subsistemas internos.

25 Como se muestra en la Figura 1, los compartimentos de acoplamiento modulares que no tienen módulos de acoplamiento insertados, tales como los compartimentos 104a, 104b, 104c y 104e de acoplamiento modulares, pueden incluir cada uno una cubierta instalada para sellar los compartimentos de acoplamiento si no hay un periférico presente.

30 La figura 2A ilustra una vista en despiece ordenado que muestra un ejemplo de una estructura interna de un recinto. El recinto incluye una placa 202 inferior que puede incluir características para unir mecánicamente periféricos. La placa 202 inferior puede actuar como un elemento estructural, permitiendo que un periférico unido mecánicamente pase una carga a una superficie de montaje del recinto. La placa 202 inferior también puede proporcionar características para montar un subsistema eléctrico o plano posterior 204. El subsistema eléctrico del plano posterior 204 puede incluir ordenadores, fuentes de potencia y componentes electrónicos que conectan los periféricos conectados a las ordenadoras. El plano posterior 204 puede acoplar buses de comunicación entre compartimentos de acoplamiento modulares y proporcionar circuitos de potencia a los compartimentos de acoplamiento modulares. El plano posterior 204 se puede considerar un subsistema eléctrico y puede comprender o ser un arnés de cables.

40 El recinto también incluye placas laterales 206 y una placa superior 208 que forman el recinto cuando están unidas a la placa inferior 202. El recinto puede sellarse para evitar la entrada de polvo, líquido u otros elementos ambientales no deseados. La placa superior 208 tiene orificios idénticos cortados en la placa superior 208 para acomodar cada compartimento de acoplamiento.

45 Un panel trasero 210 proporciona conexiones eléctricas para la potencia y la comunicación entre el subsistema 204 eléctrico del plano posterior y una fuente externa. Los módulos de acoplamiento, como el módulo de acoplamiento 212, se pueden insertar en cada compartimento de acoplamiento. El módulo de acoplamiento 212 proporciona una interfaz eléctrica y mecánica para integrar una amplia variedad de periféricos, tales como el brazo 214 de robot al recinto.

50 La figura 2B ilustra un subsistema 204 eléctrico de plano posterior de ejemplo con subsistemas conectados. Los subsistemas proporcionan la funcionalidad requerida para la celda de trabajo. Los subsistemas pueden incluir una fuente de potencia 220, un procesador de control 222 para manejar el control en tiempo real de periféricos de brazo de robot, un procesador de tareas 224 para manejar tareas no en tiempo real y una placa de circuito impreso central (PCB) 226 que proporciona interconexiones eléctricas entre una o más PCB 228a-b de estaciones de acoplamiento y los procesadores 222 y 224.

55 La PCB 226 de plano posterior puede incluir funcionalidad para multiplexar buses de comunicación, concentradores o conmutadores de bus, circuitos de administración de potencia o recursos computacionales. Cada compartimento de acoplamiento modular tiene un factor de forma idéntico. Las PCB 228a-b de la estación de acoplamiento pueden conectarse a la PCB 226 del plano posterior por medio de conectores de borde de tarjeta, por un arnés de cables o por ser parte del plano posterior. El plano posterior 204 puede incluir adicionalmente características para el acoplamiento y registro de módulos de acoplamiento. Uno o más postes 230 cónicos, ganchos de enclavamiento 232 o características de extrusión con rosca pueden actuar como una interfaz mecánica entre una placa 234 inferior del plano posterior 204 y un módulo de acoplamiento, por ejemplo.

65 El plano posterior 204 puede incluir además una unidad de medida inercial (IMU) 236 para determinar una aceleración experimentada por la celda de trabajo, por ejemplo. La IMU 236 puede controlar las aceleraciones anormales impartidas al plano posterior 204. Las aceleraciones anormales pueden ser una indicación de un contacto periférico o inesperado de

un brazo que no funciona bien, con una persona u otra maquinaria. En algunos ejemplos, al detectar una aceleración anormal, la celda de trabajo puede operar en un modo de falla de seguridad. Además, la IMU 236 puede proporcionar una orientación del plano posterior 204 con respecto a la gravedad. Algunos periféricos, como un brazo de robot, pueden beneficiarse del conocimiento de un vector de gravedad para lograr el control basado en la compensación de gravedad. La IMU 236 puede sacar el procesador de control 236, que puede recibir la aceleración y determinar una indicación de un periférico defectuoso o contacto de un periférico con otro elemento.

La figura 2C ilustra un ejemplo de un PCB 250 de la estación de acoplamiento de ejemplo que conecta señales eléctricas desde el plano posterior 204 a un módulo de acoplamiento. El PCB 250 de la estación de acoplamiento incluye un PCB 252 con una o más ubicaciones para receptáculos 254, 256, 258, y 260 de conexión eléctrica rápida colocado de manera que se realice una conexión eléctrica a un conector correspondiente en un módulo de acoplamiento cuando se inserta un periférico. Los receptáculos pueden estar expuestos a las almohadillas de lámina, tales como los receptáculos 254, 256 y 258, los conectores de las cuchillas, tales como los receptáculos 260, o las características de conexión rápida eléctrica de resortes relacionados. El PCB 250 de la estación de acoplamiento incluye características de registro para garantizar una instalación precisa y repetible dentro del recinto. El PCB 250 de la estación de acoplamiento puede incluir barras 262 del bus de potencia para un bus de potencia. Se puede emplear un conector 264 de borde de PCB para conectar la PCB 250 de estación de acoplamiento a un conector 266 correspondiente en la PCB 204 de plano posterior central.

La Figura 2D ilustra una vista detallada de un PCB 270 de la estación de acoplamiento instalada en el recinto. La PCB 270 de la estación de acoplamiento incluye un conector 272 de borde de tarjeta que se une a la PCB 204 de plano posterior central. También se muestran ganchos 274 de conexión mecánicos y un poste 276 cónico para asegurar la alineación durante la instalación periférica. La PCB 204 de la placa posterior también puede proporcionar potencia y comunicaciones a las ordenadoras 278 conectadas.

Así, como se muestra en las Figuras 2A-2D, la celda de trabajo incluye un procesador en el recinto y uno o más compartimentos de acoplamiento modulares se acoplan a uno o más módulos de acoplamiento a través del plano posterior y a través de un conector de borde de tarjeta de placa de circuito impreso (PCB) o arnés de cables. Los compartimentos de acoplamiento modulares incluyen una variedad de conexiones eléctricas, como conexiones Ethernet, Firewire, CANBUS y USB, para acoplar a los módulos de acoplamiento. El recinto incluye además una fuente de potencia y una placa de circuito del plano posterior central que proporciona interconexiones eléctricas entre el uno o más módulos de acoplamiento y la fuente de potencia y entre uno o más módulos de acoplamiento y el procesador. El recinto permite acceder a todos los compartimentos de acoplamiento modulares a través de una superficie de la celda de trabajo, y puede sellarse a un entorno exterior.

En ejemplos, la celda de trabajo mostrada en las Figuras 2A-2D permite la ubicación conjunta de un periférico con un sistema de potencia y control en un recinto para evitar la necesidad de un arnés de cableado de conexión.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de celda de trabajo 300 reconfigurable. La celda de trabajo 300 incluye diferentes periféricos instalados en cada compartimento de acoplamiento que incluyen un brazo periférico de siete grados de libertad (DOF) con pasadores 302, un brazo periférico de siete DOF con cámara 304, un dispositivo de prueba periférico para evaluar la funcionalidad 306 de dispositivo en prueba, un periférico sensor 3D para medir una ubicación de un dispositivo en ensamblaje 308, una cubierta 310 de compartimento y de acoplamiento y un periférico 312 de entrada/salida (I/O) de expansión para interconectarse a dispositivos externos tales como máquinas de prueba, PLC y resguardos de seguridad. Cualquiera de los periféricos puede insertarse dentro de cualquier compartimento de acoplamiento y configurarse como se desee para una aplicación o tarea específica. En los ejemplos, cada compartimento de acoplamiento modular es idéntico, y los compartimentos de acoplamiento sin módulos de acoplamiento insertados y periféricos pueden incluir la cubierta de la cubierta 310 asegurada sobre el compartimento de acoplamiento modular para proporcionar una superficie de trabajo uniforme y proteger el subsistema eléctrico.

La Figura 4 ilustra un ejemplo de celda de trabajo 400 reconfigurable. La celda de trabajo está configurada para incluir una matriz de 1x3 de compartimentos de acoplamiento. En esta configuración, la celda de trabajo 400 incluye un recinto 402 que tiene dos capas internas, de modo que las ordenadoras internas, las fuentes de potencia y los componentes electrónicos pueden colocarse debajo de cada compartimento de acoplamiento. En este ejemplo, se puede usar una placa intermedia para que los periféricos 404, 406 y 408 acoplen. Una estructura de soporte interna puede transferir carga a una placa base, por ejemplo.

Por lo tanto, dentro de los ejemplos, se pueden proporcionar celdas de trabajo que incluyen compartimentos de acoplamiento modulares dispuestas en una matriz MxN (por ejemplo, 2x3 como se muestra en la Figura 1), y circuitos de potencia y otras ordenadoras se pueden disponer entre filas de los compartimentos de acoplamiento modulares. En otros ejemplos, se pueden proporcionar celdas de trabajo incluyendo compartimentos de acoplamiento modulares dispuestas en una matriz 1xM (por ejemplo, 1x3 como se muestra en la figura 4), y los circuitos de potencia y las ordenadoras se pueden disponer debajo de una fila de los compartimentos de acoplamiento modulares.

En ejemplos adicionales, los periféricos adicionales pueden incluir un mecanismo de deslizamiento que se acopla entre dos módulos de acoplamiento, y otro periférico puede unirse al deslizador para moverse desde un compartimento de acoplamiento a otro. De esta manera, la celda de trabajo puede colocarse junto a una correa transportadora, y un periférico

puede moverse a lo largo de la correa transportadora. Por lo tanto, se pueden acoplar múltiples módulos junto con una corredera para combinar dos módulos y ampliar el alcance de uno o más periféricos. Los módulos podrían intercambiar información de geometría entre sí y la diapositiva para realizar la calibración, por ejemplo.

5 La Figura 5 ilustra un ejemplo de construcción de dos capas de un recinto para soportar una disposición 1x3 de compartimentos de acoplamiento y disposiciones similares. En la figura 5, los componentes electrónicos 502 internos dentro de una capa inferior están provistos y contruidos dentro de una estructura 504 metálica rígida. Una placa 506 de montaje del módulo de acoplamiento está unida a una parte superior de la estructura 504 de metal de manera que los módulos de acoplamiento pueden unirse a la placa 506 de montaje del módulo de acoplamiento con pernos 508 o un mecanismo similar.

10 Las Figuras 6A-6B ilustran una vista superior y en sección transversal de un ejemplo de módulo 600 de acoplamiento. El módulo 600 de acoplamiento funciona como una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico y el recinto. El módulo 600 de acoplamiento incluye una carcasa 602 que transfiere la carga desde una placa 604 periférica a una inferior del recinto. Si el periférico puede producir cargas elevadas, tal como con un brazo de robot, la carcasa 602 puede ser un metal rígido. Si el periférico produce cargas más ligeras, como con una cámara, la carcasa 602 puede ser un plástico moldeado por inyección. Alternativamente, la carga periférica puede transferirse a la superficie de montaje a través del caparazón del recinto. En este ejemplo, las placas laterales de la caja pueden ser extruidas, mecanizadas, fundidas o chapadas.

15 El módulo 600 de acoplamiento puede insertarse a través de una parte superior de una base de una celda de trabajo a lo largo de una única dirección. El módulo 600 de acoplamiento puede estar unido con uno o más pernos 606 que se atornillan en características roscadas en la placa 604 inferior. Cada característica roscada puede incluir una saliente extendida 608 que actúa para alinear con precisión el módulo 600 de acoplamiento a la placa 604 inferior y para proporcionar transferencia de carga entre el módulo 600 de acoplamiento y la placa 604 inferior. La saliente 608 puede incluir un ahusamiento para permitir la alineación inicial.

20 Una característica roscada en la placa 604 inferior puede formar un ajuste deslizante preciso con un receptáculo 610 en la carcasa 602, como se muestra en la Figura 6B, para alinear con precisión el módulo 600 de acoplamiento. En los ejemplos, el espaciado no simétrico de estas características asegura que solo hay una orientación de inserción alcanzable.

25 Características de acoplamiento y registro de la carcasa 600, como el receptáculo 610, actúan para proporcionar la lateralidad de manera que una posición y orientación del módulo 600 de acoplamiento con respecto a la placa 604 inferior se define de forma precisa y única. Esto permite que se especifique una calibración geométrica de un periférico adjunto en el momento del diseño hasta una precisión de un proceso de fabricación. Por lo tanto, el receptáculo 610 puede ser una característica estructural en el módulo 600 de acoplamiento que se alinea con la característica estructural de la saliente 608 de los compartimentos de acoplamiento modulares para permitir la inserción del módulo 600 de acoplamiento en la configuración geométrica fija de modo que una orientación del módulo 600 de acoplamiento relativa a la celda de trabajo está definida de forma única.

30 Las Figuras 7A-7B ilustran la inserción de un módulo 700 de acoplamiento de ejemplo. El módulo 700 de acoplamiento puede insertarse usando un método sin herramientas, por ejemplo. En este ejemplo, uno o más brazos 702 de palanca en una carcasa 704 del módulo 700 de acoplamiento se acoplan con los ganchos 706 unidos a una placa 708 de montaje. Cuando el brazo 702 de palanca se acopla con el gancho 706, se genera una fuerza de sujeción constante entre el módulo 700 de acoplamiento y la placa 708 de montaje. Esta fuerza se puede generar usando un resorte 710 o usando un contorno 712 de leva central en el brazo 702 de la palanca. El resorte 710 permite que el brazo de palanca gire hacia arriba cuando el módulo 700 de acoplamiento se separa. Se pueden usar otros mecanismos para generar el mismo efecto de crear una conexión rígida mediante una presión constante entre el módulo 700 de acoplamiento y la placa 708 de montaje.

35 La Figura 8 ilustra una vista inferior de un ejemplo de módulo 800 de acoplamiento. El módulo 800 de acoplamiento permite conexiones eléctricas rápidas entre la electrónica periférica y la electrónica del recinto. Para lograr una conexión eléctrica rápida, los conectores 802 y 804 de pasador cargados con resorte (por ejemplo, pasadores Pogo) se pueden usar para contactar contra la lámina de una PCB rígida. Alternativamente, se puede usar un conector 806 de hoja de metal que se inserta en un receptáculo de acoplamiento. Se pueden emplear otras tecnologías similares de conexión rápida que permiten una tolerancia adecuada a la desalineación durante la inserción del módulo.

40 El módulo 800 de acoplamiento que incluye una carcasa 808 incluye una PCB que proporciona los conectores 802, 804, 806 y 810 de conexión rápida. Cada conector se enruta en la PCB o el arnés de cableado a la electrónica interna del periférico. Una ubicación y función de cada conector puede ser fija según una especificación de interfaz eléctrica. Esto permite la conexión modular de una gama de dispositivos periféricos que se adhieren a la especificación de la interfaz eléctrica.

45 Como se muestra en la Figura 8, el conector 802 es un bus de nueve pasadores, el conector 804 es un bus de ocho pasadores, y el conector 806 es un bus de potencia de cinco palas. Si un periférico no es compatible con una funcionalidad de conector particular, una ubicación del conector puede dejarse en blanco, como se muestra en la ubicación del conector 810. Un módulo de acoplamiento solo necesita rellenar los pasadores para los buses de comunicación y potencia que se

requieren para ese módulo específico. Una disposición geométrica es tal que la ausencia de los pasadores elásticos de un conector da como resultado que no se realice conexión eléctrica con el periférico para ese bus en particular.

5 También se muestra que el módulo 800 de acoplamiento incluye características para acoplarse a una placa inferior, tal como los brazos 812a-b de palanca, y los receptáculos de alineación 814a-c. Los receptáculos de alineación 814a-c pueden alinearse con salientes extendidas dentro de las cuales pueden insertarse tornillos para sujetar el módulo de acoplamiento a la placa inferior, por ejemplo.

10 La Figura 9 ilustra una vista inferior de otro ejemplo de módulo 900 de acoplamiento. En la figura 9, se proporciona una configuración de conector de resorte alternativo para el módulo 900 de acoplamiento. En esta configuración, un periférico soporta un bus 902 de nueve pasadores y un bus 904 de ocho pasadores, así como un bus de potencia. Otra ubicación 906 de bus no es compatible, y se deja en blanco. Por lo tanto, los módulos de acoplamiento pueden proporcionar diferentes tipos de buses, y rellenando diferentes ubicaciones de componentes de los módulos de acoplamiento, se puede implementar una conexión personalizada para un periférico específico.

15 La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura funcional de ejemplo de componentes de una celda de trabajo 1000. La celda de trabajo incluye un subsistema 1002 eléctrico de plano posterior que se acopla a clientes, tal como un cliente móvil 1004 y un cliente de escritorio 1006 u otras pantallas integradas y dispositivos de entrada que proporcionan interfaces gráficas de usuario para permitir que el usuario configure y programe la celda de trabajo 1000. Por ejemplo, el cliente móvil 1004 puede ser un dispositivo de tableta que se comunica de forma inalámbrica con la celda de trabajo 1000.

20 El plano posterior 1002 incluye interfaces 1008 de acoplamiento de recinto modular, un módulo 1010 de potencia, un módulo 1012 de comunicación, un procesador de control 1014, un procesador de tareas 1016, un suministro de potencia 1018, una interfaz 1020 de red área local (LAN) y una interfaz 1022 de seguridad.

30 El plano posterior 1002 proporciona la interconexión eléctrica de las interfaces 1008 de acoplamiento, el módulo 1010 de potencia, el módulo 1012 de comunicación y las CPU 1014 y 1016. El plano posterior 1002 puede comprender uno o más PCB interconectados. Las interfaces de estación de compartimento modular 1008 permiten que un módulo de acoplamiento se acople a la celda de trabajo 1000. Por ejemplo, la interfaz 1008 de acoplamiento proporciona comunicación digital, potencia y conexión mecánica a los periféricos conectados, y puede definir estándares eléctricos, mecánicos y de software requeridos de todos los periféricos compatibles.

35 El módulo 1010 de potencia distribuye potencia desde la fuente de potencia 1018 a cada interfaz 1008 de acoplamiento y el procesador 1014 y 1016. El módulo 1010 de potencia puede incluir monitorización de potencia, arranque suave, apagado seguro y características de suministro de potencia ininterrumpidas. La fuente de potencia 1018 puede convertir la potencia de la batería o de la línea (CA) para generar uno o más voltajes de suministro necesarios para alimentar los periféricos conectados y las ordenadoras de a bordo.

40 El módulo 1012 de comunicación puede encaminar señales de bus de comunicación desde cada interfaz 1008 de acoplamiento a las interfaces de red de las CPU y la LAN. El módulo 1012 de comunicación puede comprender uno o más USB, EtherCAT, concentradores de Ethernet, conmutadores o paso de cruce, así como otros tipos de buses comunes. La interfaz 1020 LAN proporciona una conexión en red cableada o inalámbrica desde el plano posterior 1002 a otros dispositivos.

45 El procesador de control 1014 proporciona un control determinista en tiempo real de uno o más dispositivos accionados, y se comunica en un bus de control en tiempo real (tal como EtherCAT) a cada interfaz 1008 de acoplamiento. El procesador de tareas 1016 proporciona servicios de ejecución de tareas, cómputo para detección y percepción, servicios de análisis y gestión de datos, control no en tiempo real de dispositivos accionados e interfaces de red (USB, Ethernet) a dispositivos externos. El procesador de tareas 1016 y el procesador de control 1014 pueden ser núcleos separados en una CPU, un solo núcleo o núcleos separados en ordenadoras separadas, según se desee.

50 La interfaz 1022 de seguridad proporciona una conexión eléctrica y mecánica de un dispositivo de seguridad externo 1024 (tal como una parada de emergencia) al plano posterior 1002.

55 La celda de trabajo 1000 puede proporcionarse en un recinto, y una placa superior del recinto funciona como una superficie de trabajo calibrada para una tarea de automatización. La superficie de trabajo puede incluir puntos de montaje para conectar elementos estacionarios para permitir la tarea, como plantillas de montaje.

60 Para registrar cinemáticamente un módulo de acoplamiento en el recinto, se puede usar cualquier cantidad de métodos. Un método incluye acoplar tres pasadores en la placa inferior del plano posterior 1002 en tres ranuras en la carcasa del módulo de acoplamiento. Esto limita de forma única y precisa una orientación del módulo con respecto a la placa inferior cuando está instalado.

65 La celda de trabajo 1000 puede incluir características para sellar el recinto cuando se instala un periférico. Por ejemplo, se puede unir una junta o junta tórica de goma al lado inferior del módulo de acoplamiento periférico. La placa superior

del recinto tiene una característica de labio coincidente. Cuando se instala el módulo, una fuerza de sujeción del módulo a la placa inferior de la caja hace que la junta forme un sello entre la placa periférica y la placa superior.

5 La celda de trabajo 1000 puede estar unida a una superficie plana tal como una mesa, pared o techo. La placa inferior puede incluir características de orificio pasante tales que un perno desde arriba puede sujetar la placa inferior a la superficie. Se puede utilizar un sello de tapón extraíble para acceder a una característica de conexión, y mantener aún el recinto sellado. Por el contrario, la placa inferior puede incluir características de orificios de rosca, de modo que un perno desde abajo puede tirar de la placa inferior a la superficie.

10 La celda de trabajo 1000 puede incluir iluminación (LED) y altavoces para proporcionar retroalimentación a un usuario durante el funcionamiento y durante la configuración. Estas modalidades se pueden usar para notificar a un usuario de un mal funcionamiento o que la celda de trabajo 1000 está en funcionamiento. Estas modalidades también se pueden usar para mejorar la experiencia del usuario. Por ejemplo, se puede generar un "clic" audible siempre que se enchufa un periférico y se lo interroga con éxito.

15 Muchos componentes de la celda de trabajo 1000 pueden tomar la forma de un dispositivo informático, tal como se ilustra en la figura 11, que ilustra un dibujo esquemático de un dispositivo 1100 informático de ejemplo. En algunos ejemplos, algunos componentes ilustrados en la Figura 11 se pueden distribuir a través de múltiples dispositivos informáticos. Sin embargo, a modo de ejemplo, los componentes se muestran y describen como parte de un dispositivo 1100 de ejemplo.  
 20 El dispositivo 1100 puede ser o incluir un dispositivo móvil, una ordenadora de escritorio, una tableta o un dispositivo similar que pueda configurarse para realizar las funciones descritas en este documento.

25 El dispositivo 1100 puede incluir una interfaz 1102, sensor(es) 1104, almacenamiento de datos 1106, y un procesador 1108. Los componentes ilustrados en la figura 11 pueden estar unidos por un enlace de comunicación 1110. El enlace de comunicación 1110 se ilustra como una conexión por cable; Sin embargo, también se pueden usar conexiones inalámbricas. El dispositivo 1100 también puede incluir hardware para permitir la comunicación dentro del dispositivo 1100 y entre el dispositivo 1100 y otro dispositivo informático (no mostrado), tal como una entidad de servidor. El hardware puede incluir transmisores, receptores y antenas, por ejemplo.

30 La interfaz 1102 puede estar configurada para permitir que el dispositivo 1100 se comunice con otro dispositivo informático (no mostrado), tal como un servidor. Por lo tanto, la interfaz 1102 se puede configurar para recibir datos de entrada de uno o más dispositivos informáticos, y también se puede configurar para enviar datos de salida a uno o más dispositivos informáticos. La interfaz 1102 también se puede configurar para recibir entrada y proporcionar salida a un accionador controlado por par, un enlace modular de un brazo de robot u otro periférico de un módulo de acoplamiento, por ejemplo. La interfaz 1102 puede incluir un receptor y un transmisor para recibir y enviar datos. En otros ejemplos, la  
 35 interfaz 1102 también puede incluir una interfaz de usuario, tal como un teclado, micrófono, pantalla táctil, etc., para recibir también entradas.

40 El sensor 1104 puede incluir uno o más sensores, o puede representar uno o más sensores incluidos dentro del dispositivo 1100. Los sensores de ejemplo incluyen un acelerómetro, giroscopio, podómetro, sensores de luz, micrófono, cámara u otra ubicación y/o sensores sensibles al contexto que pueden recopilar datos del periférico (por ejemplo, movimiento del brazo) y proporcionar los datos al almacenamiento de datos 1106 o procesador 1108.

45 El procesador 1108 puede estar configurado para recibir datos desde la interfaz 1102, el sensor 1104 y el almacenamiento de datos 1106. El almacenamiento de datos 1316 puede almacenar la lógica de programa 1112 a la que el procesador 1108 puede acceder y ejecutar para realizar funciones ejecutables para determinar las instrucciones para el funcionamiento del brazo de robot. Las funciones de ejemplo incluyen la calibración de periféricos conectados, el funcionamiento de periféricos conectados, funciones de detección de seguridad u otras funciones específicas de la aplicación. Cualquier función descrita aquí, u otras funciones de ejemplo para la celda de trabajo pueden ser realizadas  
 50 por el dispositivo 1100 o el procesador 1108 del dispositivo mediante la ejecución de instrucciones almacenadas en el almacenamiento de datos 1106.

55 El dispositivo 1100 se ilustra para incluir un procesador adicional 1114. El procesador 1114 puede estar configurado para controlar otros aspectos del dispositivo 1100 que incluyen pantallas o salidas del dispositivo 1100 (por ejemplo, el procesador 1114 puede ser una GPU). Los métodos de ejemplo descritos en la presente memoria pueden realizarse individualmente mediante componentes del dispositivo 1100, o en combinación con uno o todos los componentes del dispositivo 1100. En un caso, porciones del dispositivo 1100 pueden procesar datos y proporcionar una salida internamente en el dispositivo 1100 al procesador 1114, por ejemplo. En otros casos, porciones del dispositivo 1100 pueden procesar datos y proporcionar salidas externamente a otros dispositivos informáticos.

60 El dispositivo informático 1100 se puede configurar para determinar calibraciones de periféricos conectados a la celda de trabajo, por ejemplo. La geometría de una superficie de trabajo de la celda de trabajo se conoce como una posición relativa de todos los compartimentos de acoplamiento, puntos de montaje y módulos de acoplamiento. Este conocimiento permite la calibración de periféricos cuando están conectados. Las partes de la superficie de trabajo también pueden estar formadas por las cubiertas del compartimento de acoplamiento. En un ejemplo, el procesador 1108 puede determinar una calibración  
 65 geométrica de periféricos conectados basándose en una ubicación y la orientación de los correspondientes módulos de

acoplamiento conectados a los compartimentos de acoplamiento modulares y en base a una identificación de los periféricos conectados de los correspondientes uno o más módulos de acoplamiento.

5 Se puede recibir una identificación del periférico adjunto de varias maneras. Como un ejemplo, el periférico se puede unir a una celda de trabajo usando una conexión eléctrica (por ejemplo, a través de un módulo como se muestra en las Figuras 8-9). En este ejemplo, los datos pueden proporcionarse eléctricamente que indique información del periférico.

10 En otro ejemplo, el periférico puede estar conectado a un módulo que se acopla mecánicamente a un compartimento de acoplamiento. Un conjunto de pasadores o perillas puede accionarse o presionarse mediante la inserción del periférico, y una determinada combinación de pasadores o perillas accionadas puede asociarse con una identificación del periférico. El procesador 1108 puede determinar el conjunto de pasadores accionados, y acceder a una tabla de búsqueda para determinar qué periférico está asociado con los pasadores accionados para identificar mecánicamente el periférico sin usar comunicación eléctrica con el periférico o módulo, por ejemplo. Por lo tanto, una propiedad de una interfaz mecánica puede identificar de manera única el periférico y la celda de trabajo puede buscar información de geometría desde una base de datos que puede ser actualizada por un usuario. Esto puede permitir la impresión 3D de periféricos personalizados y una extensión más dinámica de la celda de trabajo en el campo.

20 En otros ejemplos adicionales, se puede usar una combinación de conexiones y comunicaciones mecánicas y eléctricas para identificar periféricos conectados.

25 El procesador 1108 puede recibir, desde un periférico conectado respectivo, una descripción del periférico conectado respectivo que incluye características geométricas del periférico conectado al conectarse un módulo de acoplamiento correspondiente del periférico conectado respectivo a los compartimentos de acoplamiento modulares. El procesador 1108 puede determinar la calibración geométrica basándose en la ubicación de uno o más módulos de acoplamiento uno con respecto al otro, y en base a compartimentos vacíos de acoplamiento modular dados. Por lo tanto, dada una descripción de la ubicación periférica del periférico insertado en el compartimento modular, y la orientación del módulo de acoplamiento, el procesador 1108 puede determinar los parámetros de calibración de la celda de trabajo.

30 Los parámetros de calibración pueden incluir distancias entre los respectivos periféricos y las orientaciones que se poseen entre los respectivos periféricos para permitir que los respectivos periféricos interactúen entre sí. La configuración de la celda de trabajo y los compartimentos de acoplamiento modulares obliga a una orientación específica de los periféricos conectados en un número limitado de formas. Usando las restricciones forzadas, los parámetros de calibración pueden determinarse o identificarse a partir de un conjunto conocido de parámetros de calibración almacenados en la memoria. Como ejemplo, los parámetros de calibración conocidos pueden predeterminarse para cualquier número de permutaciones de configuraciones de parámetros de ejemplo, y una vez que se identifican los periféricos conectados y se determina una ubicación de cada uno, se puede acceder al archivo de parámetros almacenados para determinar los parámetros correspondientes que coinciden con una configuración actual de la celda de trabajo.

40 En algunos ejemplos, las operaciones pueden describirse como métodos para realizar funciones y los métodos pueden incorporarse en un producto de programa informático (por ejemplo, un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible o un medio legible por ordenador no transitorio) que incluye instrucciones ejecutables para realizar las funciones.

45 La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 1200 para operar una celda de trabajo. En el bloque 1202, el método 1200 incluye determinar una ubicación y una orientación de los módulos de acoplamiento unidos al uno o más compartimentos de acoplamiento modulares. En el bloque 1204, el método 1200 incluye determinar una identificación de los periféricos conectados del correspondiente uno o más módulos de acoplamiento. En el bloque 1206, el método 1200 incluye basándose en la ubicación y orientación de los módulos de acoplamiento y en la identificación de los periféricos conectados, determinar una calibración geométrica de los periféricos conectados.

50 Se han descrito muchos ejemplos de celdas de trabajo reconfigurables modulares que incluyen diversos componentes. Un ejemplo de celda de trabajo incluye múltiples compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie de la celda de trabajo que admite la conexión de múltiples módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija. Los compartimentos de acoplamiento modulares incluyen una serie de conexiones eléctricas para una variedad de buses de potencia y comunicación de los módulos de acoplamiento a unir, y los módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo. Este ejemplo de celda de trabajo también incluye un plano posterior para acoplar los buses de comunicación entre los compartimentos de acoplamiento modulares y proporcionar circuitos de potencia a los compartimentos de acoplamiento modulares y características estructurales en los compartimentos de acoplamiento modulares para permitir la inserción de los módulos de acoplamiento en la configuración geométrica fija de tal manera que la orientación de los módulos de acoplamiento en relación con la celda de trabajo está definida de forma única. Este ejemplo de celda de trabajo incluye además un procesador para determinar una calibración geométrica de periféricos conectados basándose en una ubicación y la orientación de los correspondientes módulos de acoplamiento unidos a los compartimentos de acoplamiento modulares y en base a una identificación de los periféricos conectados de los correspondientes módulos de acoplamiento.

65 Otro ejemplo de celda de trabajo reconfigurable modular puede incluir múltiples compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie de la celda de trabajo que soporta la unión de módulos de acoplamiento en una configuración

5 geométrica fija, y los respectivos compartimentos de acoplamiento modulares incluyen varias conexiones eléctricas para una variedad de buses de potencia y comunicación de módulos de acoplamiento para adjuntar. Esta celda de trabajo de ejemplo incluye módulos de acoplamiento insertados dentro de los compartimentos de acoplamiento modulares, y los módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo. Este ejemplo de celda de trabajo también incluye un procesador para determinar una calibración geométrica de periféricos conectados basándose en una ubicación y una orientación de los correspondientes módulos de acoplamiento conectados a los compartimentos de acoplamiento modulares y en base a una identificación de los periféricos conectados de los correspondientes módulos de acoplamiento.

10 Otro ejemplo de celda de trabajo reconfigurable modular puede incluir un recinto que incluye compartimentos de acoplamiento modulares en una superficie del recinto que admite la unión de módulos de acoplamiento en una configuración geométrica fija, y los respectivos compartimentos de acoplamiento modulares incluyen varias conexiones eléctricas para una variedad de potencia y buses de comunicación de los módulos de acoplamiento a unir. El recinto también incluye un plano posterior para acoplar los buses de comunicación entre los compartimentos de acoplamiento modulares y proporcionar circuitos de potencia a los compartimentos de acoplamiento modulares. Esta celda de trabajo  
15 de ejemplo incluye módulos de acoplamiento insertados dentro de los compartimentos de acoplamiento modulares, y los módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico respectivo y la celda de trabajo.

20 También se pueden proporcionar muchas otras configuraciones diferentes de ejemplo de celdas de trabajo usando cualquiera de los componentes descritos en este documento en cualquier combinación. En los ejemplos, la celda de trabajo proporciona un entorno de conectar y arrancar para agregar nuevos periféricos o cambiar una configuración según sea necesario. Por ejemplo, si un brazo no puede alcanzar un área necesaria, el brazo puede moverse a otro compartimento modular abierto. Los periféricos pueden describirse a sí mismos en un bus (por ejemplo, proporcionar  
25 dimensiones, forma, funciones realizadas, nombre de periféricos, etc.) de manera que se pueda determinar un modelo geométrico conocido de los periféricos para la calibración.

Debe entenderse que las disposiciones descritas en este documento son solo para fines de ejemplo. Como tales, los expertos en la técnica apreciarán que otras disposiciones y otros elementos (por ejemplo, máquinas, interfaces, funciones,  
30 órdenes y agrupaciones de funciones, etc.) pueden utilizarse en su lugar, y algunos elementos pueden omitirse por completo de acuerdo con el resultado deseado. Además, muchos de los elementos que se describen son entidades funcionales que pueden implementarse como componentes discretos o distribuidos o en conjunto con otros componentes, en cualquier combinación y ubicación adecuada, u otros elementos estructurales descritos como estructuras independientes pueden combinarse.

35 Aunque se han descrito varios aspectos y realizaciones en la presente memoria, otros aspectos y realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Los diversos aspectos y realizaciones divulgados en este documento son a título ilustrativo y no pretenden ser limitantes, con el verdadero alcance indicado por las siguientes reivindicaciones, junto con el alcance completo de los equivalentes a los que dichas reivindicaciones tienen derecho. También debe entenderse  
40 que la terminología utilizada en este documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares solamente, y no pretende ser limitante.

**REIVINDICACIONES**

1. Una celda de trabajo (100, 200, 300, 400) reconfigurable modular que comprende:
  - 5 varios compartimentos de acoplamiento (104a a 104f) modulares que soportan la unión de uno o más módulos de acoplamiento (212, 600, 700, 800) en una configuración geometría fija, en la que los respectivos compartimentos de acoplamiento modular incluyen una pluralidad de conexiones eléctricas (254, 256, 258, 260) para una variedad de buses (262) de potencia y comunicación del uno o más módulos de acoplamiento a ser conectados, y en el que el uno o más módulos de acoplamiento proporcionan una interfaz eléctrica y mecánica entre un periférico (214, 304, 308, 306, 302, 10 404, 408) respectivo y la celda de trabajo;
 

un subsistema (204) eléctrico para acoplar los buses de comunicación entre varios compartimentos de acoplamiento modular y suministrar circuitos de potencia a los compartimentos de acoplamiento modulares;
  - 15 una o más características estructurales (608, 706) en varios compartimentos de acoplamiento modulares configurados para habilitar inserción de uno o más módulos de acoplamiento en la configuración geométrica fija con una orientación definida de forma única relativa a la celda de trabajo; y caracterizado por que
  - 20 los varios compartimentos de acoplamiento modulares se proporcionan en una superficie (110) de la celda de trabajo, y en la que la celda de trabajo reconfigurable modular comprende un procesador (1108) para determinar los parámetros de calibración para una configuración actual de la celda de trabajo basada en una ubicación y la orientación de varios módulos de acoplamiento conectados a los varios compartimentos de acoplamiento modulares y basados en una identificación de los periféricos conectados correspondientes a los varios módulos de acoplamiento, en el que los parámetros de calibración incluyen distancias entre los periféricos conectados y orientaciones y poseen entre los periféricos conectados para habilitar 25 los periféricos conectados para interactuar entre sí.
2. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, que comprende además el uno o más módulos de acoplamiento insertados dentro de uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, en donde uno o más módulos 30 de acoplamiento incluyen conectores eléctricos para acoplar el uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, en donde los conectores eléctricos incluyen uno o más de un conector de pasador cargado por resorte y un conector de hoja metálica.
3. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, que comprende además el uno o más módulos de acoplamiento insertados dentro del uno o más compartimentos de acoplamiento modulares, en los que uno o más módulos 35 de acoplamiento incluyen uno o más brazos (702, 712) de palanca para acoplar con una o más características estructurales (706) en uno o más compartimentos de acoplamiento modulares y para crear una conexión rígida entre el uno o más módulos de acoplamiento y la celda de trabajo.
4. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en el que uno o más compartimentos de acoplamiento modulares se acoplan al uno o más módulos de acoplamiento a través del subsistema eléctrico y mediante un conector 40 (264) de borde de tarjeta de circuito impreso (PCB) o un arnés de cables.
5. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en la que la superficie de la celda de trabajo sobre la que están provistos los diversos compartimentos de acoplamiento modulares es una superficie de trabajo. 45
6. Un sistema que comprende la celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, y uno o más periféricos, en el que uno o más periféricos incluyen uno o más de un brazo de robot, una cámara, una pinza, un brazo de siete grados de libertad (DOF) con una cámara, un dispositivo para evaluar la funcionalidad del dispositivo bajo prueba, un sensor para 50 medir la ubicación de un dispositivo bajo prueba y un periférico de entrada/salida (I/O) para la interfaz con un dispositivo externo.
7. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en la que el uno o más compartimentos de acoplamiento modulares están dispuestos en un conjunto MxN, y en el que el circuito de potencia y el procesador están 55 dispuestos entre filas de los compartimentos de acoplamiento modulares.
8. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en la que el uno o más compartimentos de acoplamiento modulares están dispuestos en una matriz 1xM, y en el que el circuito de potencia y el procesador están dispuestos debajo de una fila de los compartimentos de acoplamiento modulares. 60
9. La celda de trabajo reconfigurable modular según la reivindicación 5, que comprende además una cubierta (310) asegurada sobre un compartimento de acoplamiento modular dado que está sin un módulo de acoplamiento correspondiente, en el que parte de la superficie de trabajo está formada por la tapa.
- 65 10. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en la que el uno o más compartimentos de acoplamiento modulares son idénticos.

- 5 11. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, en la que el procesador está configurado para recibir desde un periférico conectado respectivo, después de la fijación de un módulo de acoplamiento correspondiente del periférico conectado respectivo al uno o más compartimientos de acoplamiento modulares, una descripción de los respectivos periféricos conectados que incluyen las características geométricas del periférico conectado.
- 10 12. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, que comprende además una fuente de potencia y una placa (226) de circuitos de plano posterior que proporciona interconexiones eléctricas entre el uno o más módulos de acoplamiento y la fuente (220) de potencia y entre el uno o más módulos de acoplamiento y el procesador.
- 15 13. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, que comprende además un recinto (102) que incluye:  
el uno o más compartimientos de acoplamiento modulares accesibles a través de la superficie de la celda de trabajo;  
el subsistema eléctrico; y  
el procesador,  
20 en el que el recinto está sellado a un entorno exterior.
- 25 14. La celda de trabajo reconfigurable modular de la reivindicación 1, que comprende además:  
una unidad de medida inercial (236), IMU, para determinar una o más de una aceleración experimentada por la celda de trabajo y una orientación de la celda de trabajo,  
en el que el procesador está acoplado a la IMU para recibir el uno o más de la aceleración y la orientación de la celda de trabajo y para determinar una indicación de un periférico que funciona mal o el contacto de un periférico con otro elemento.

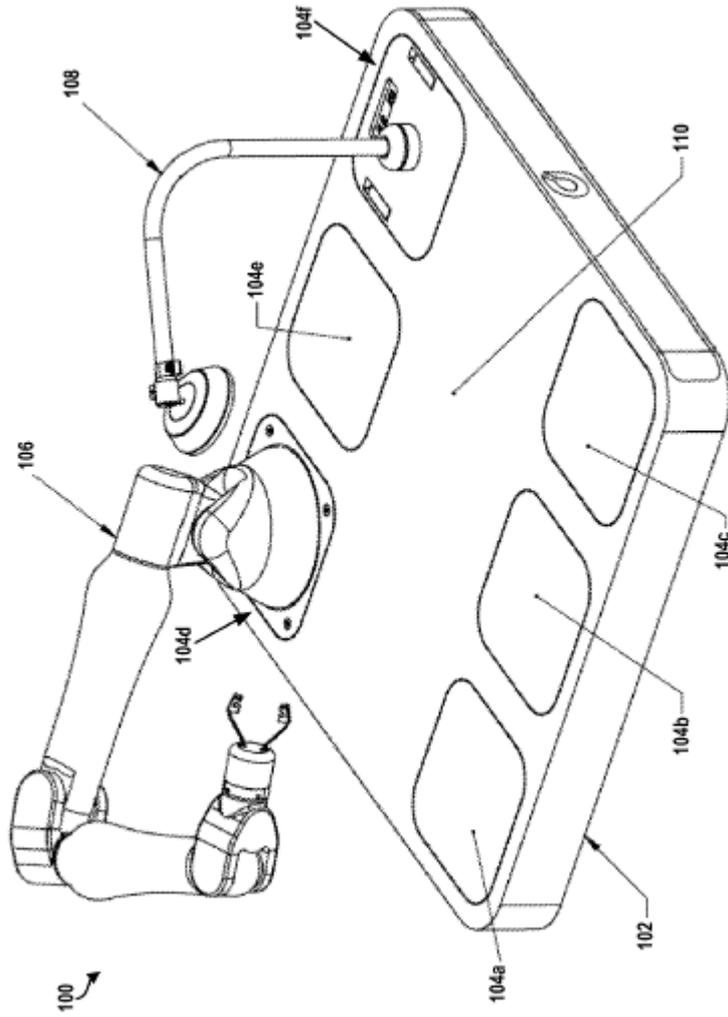


FIG. 1

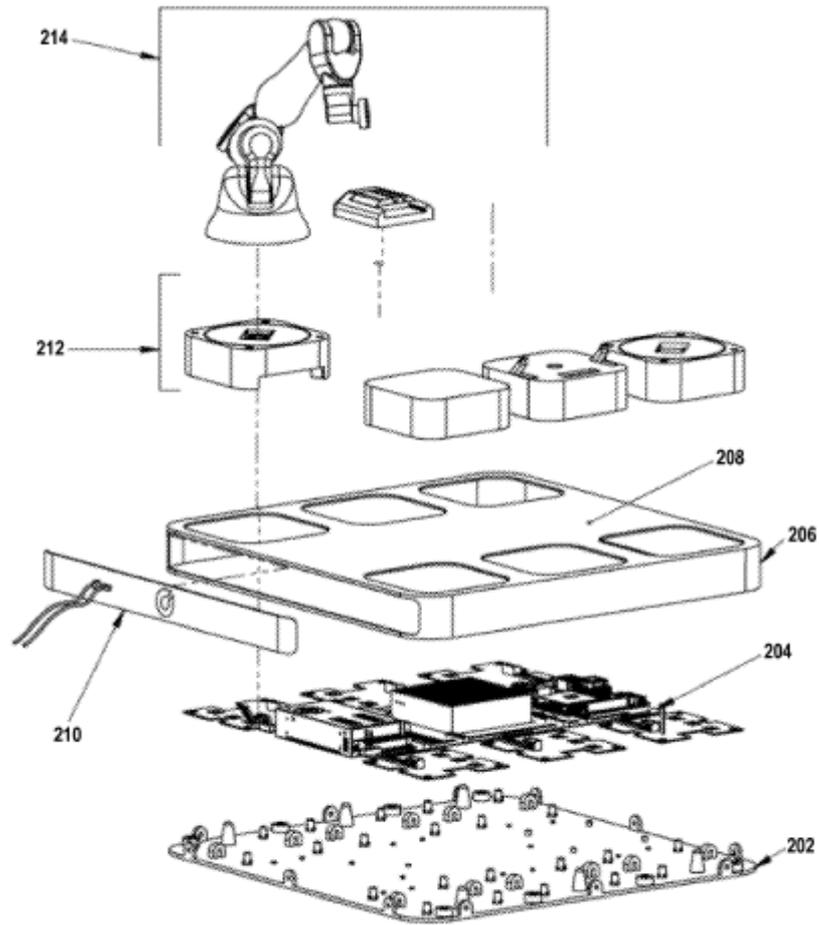


FIG. 2A

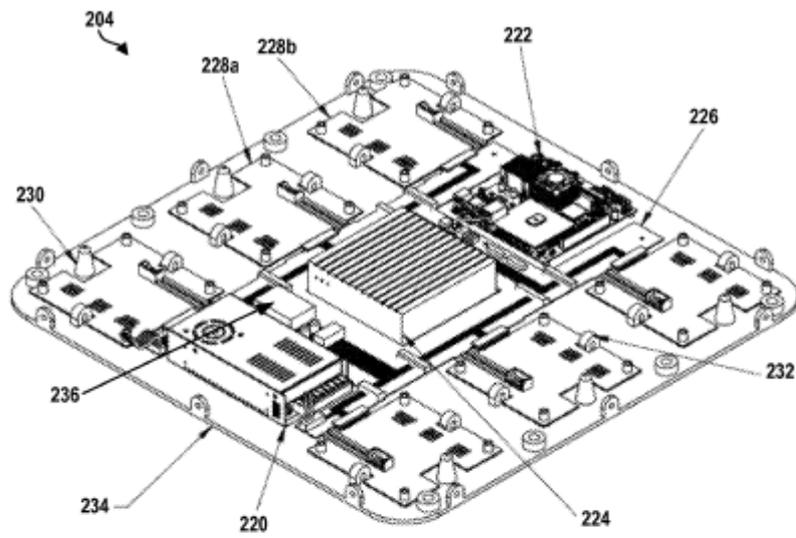


FIG. 2B

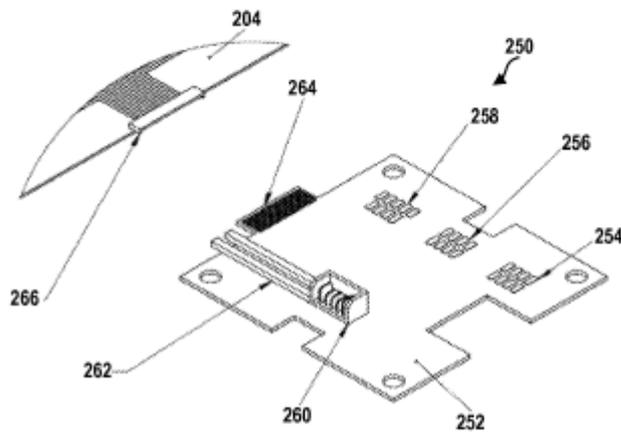


FIG. 2C

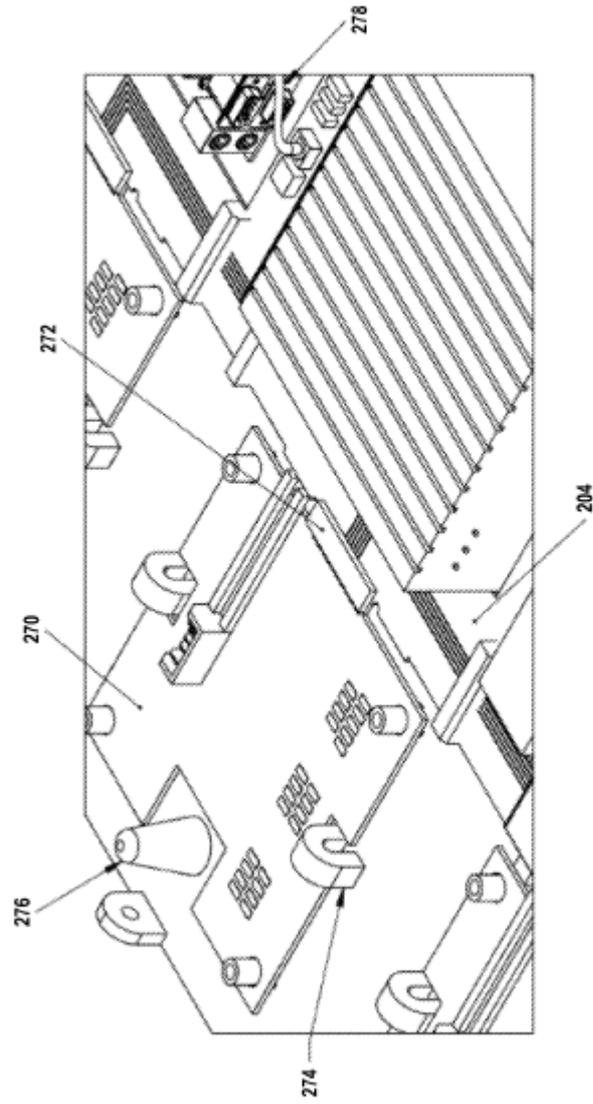
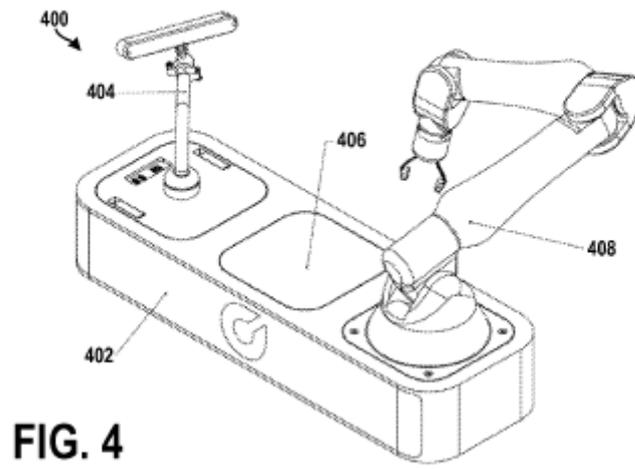
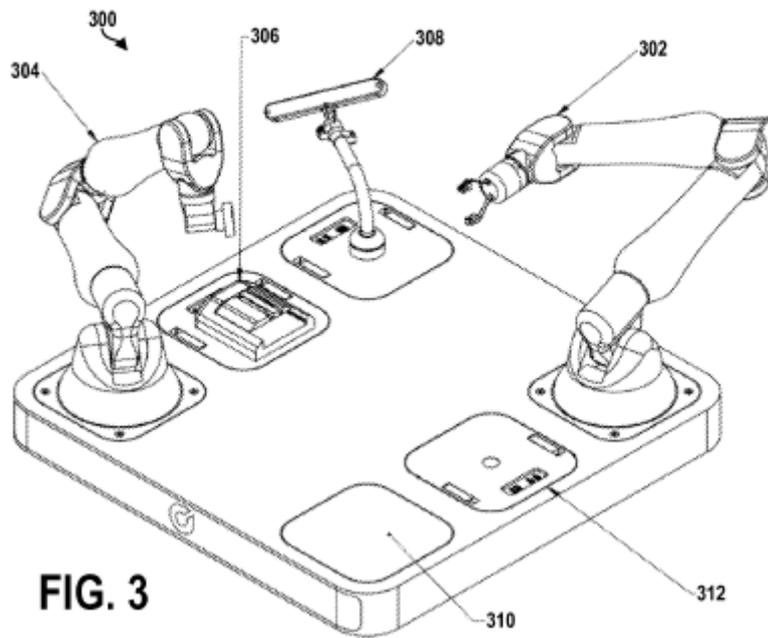
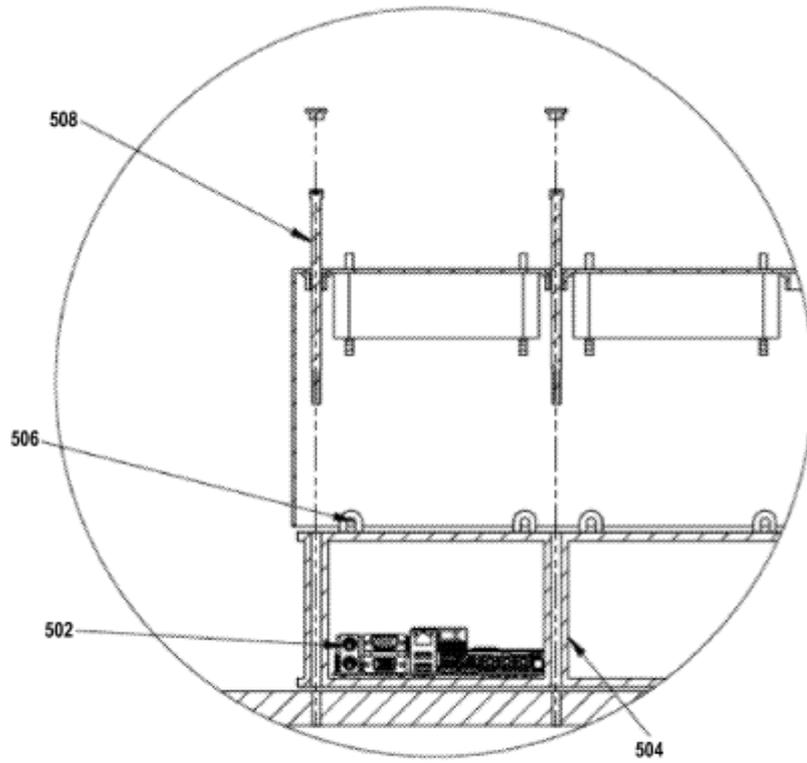


FIG. 2D





**FIG. 5**

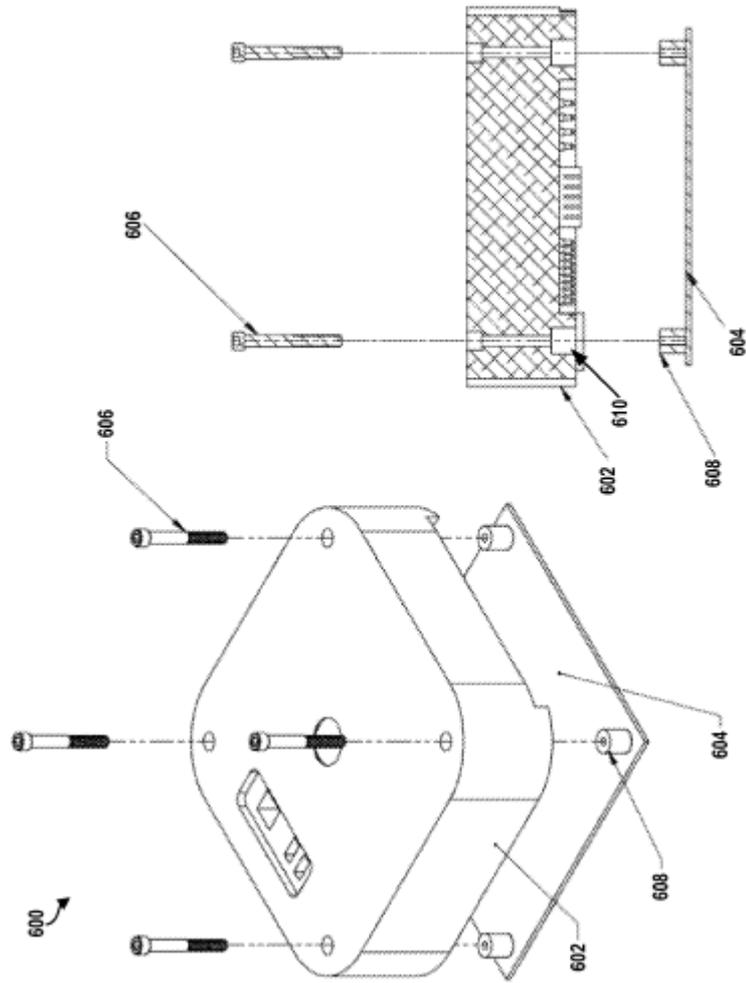


FIG. 6B

FIG. 6A

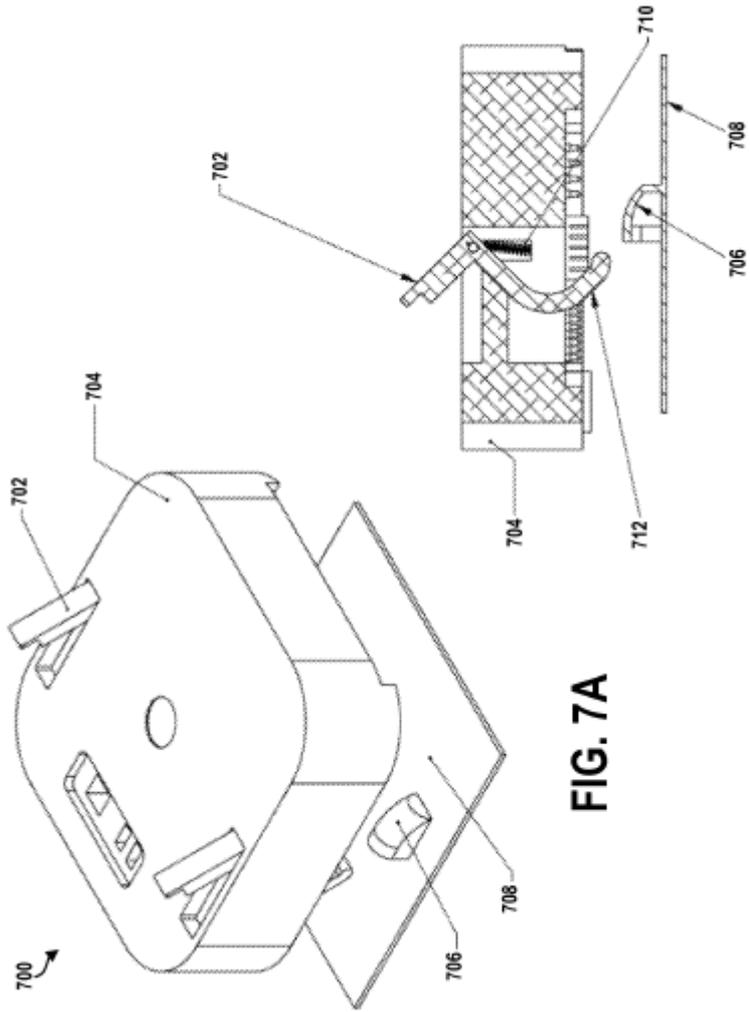
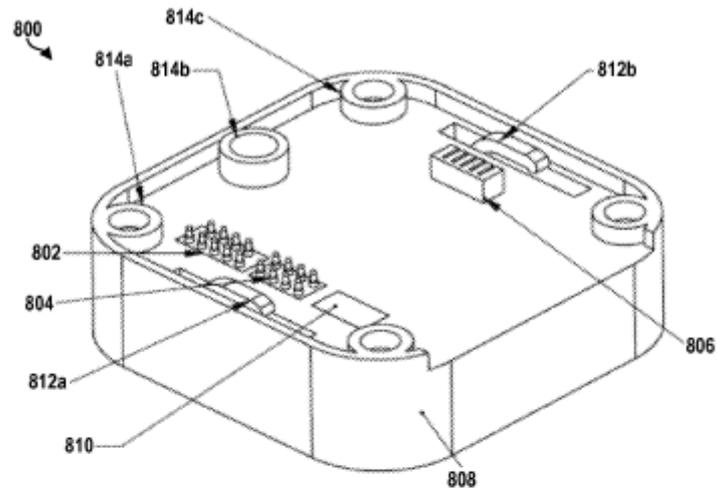
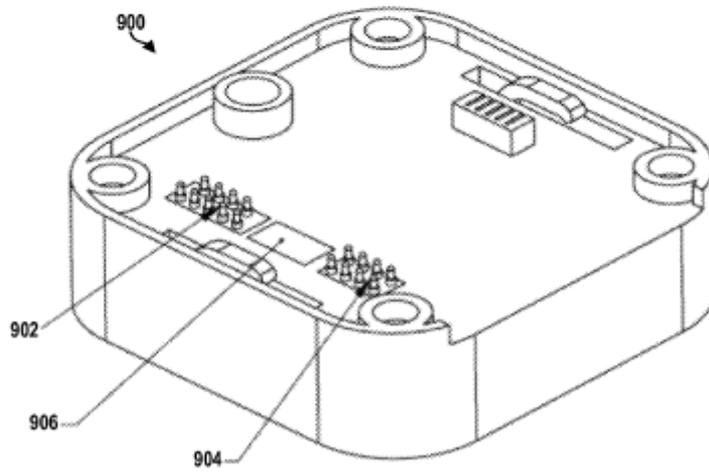


FIG. 7A

FIG. 7B



**FIG. 8**



**FIG. 9**



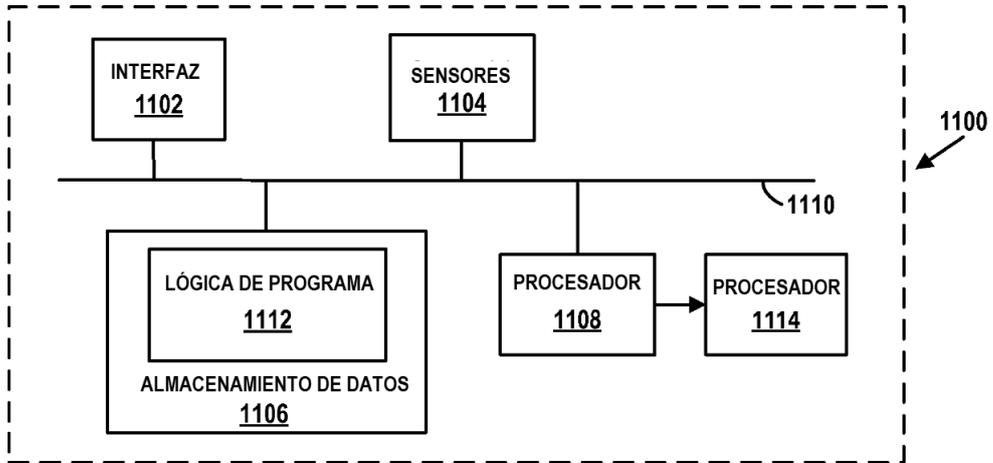


FIG. 11

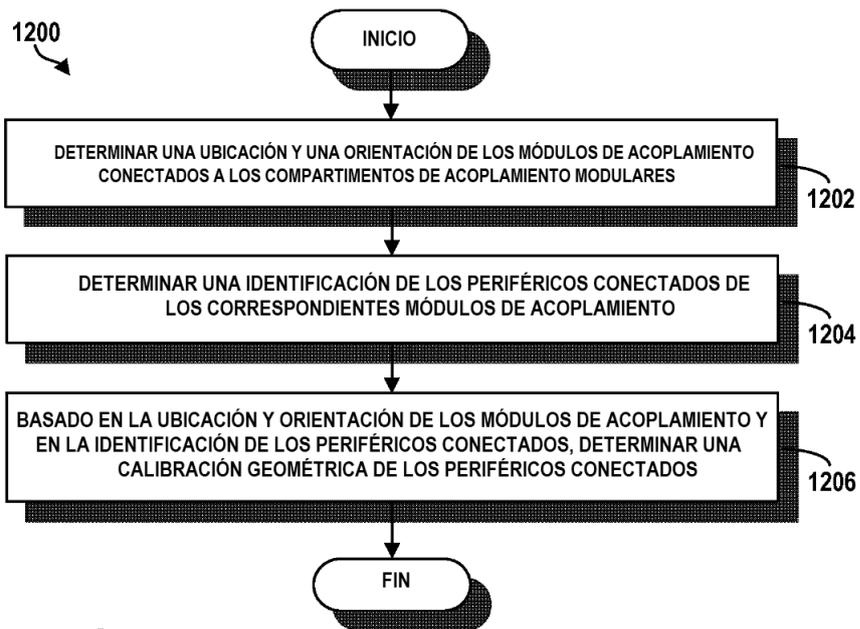


FIG. 12