

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 688**

51 Int. Cl.:

**G01N 3/08** (2006.01)

**F16P 3/00** (2006.01)

**G01N 3/20** (2006.01)

**G01N 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2020 PCT/US2020/025636**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020 WO20198729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2020 E 20721948 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2023 EP 3948216**

54 Título: **Aparato de mitigación de colisiones y sistemas de prueba de materiales que tiene el aparato de mitigación de colisiones**

30 Prioridad:

**28.03.2019 US 201962825424 P**

**27.03.2020 US 202016832708**

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

**13.05.2024**

73 Titular/es:

**ILLINOIS TOOL WORKS, INC. (100.0%)  
155 Harlem Avenue  
Glenview, Illinois 60025, US**

72 Inventor/es:

**CONTI, RICHARD A. y  
BURNWORTH, JARON D.**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

ES 2 968 688 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**

Aparato de mitigación de colisiones y sistemas de prueba de materiales que tiene el aparato de mitigación de colisiones

5

Antecedentes

Esta descripción se refiere generalmente a materiales que prueban, y más particularmente, a sistemas de prueba de materiales y a la mitigación de colisiones que tienen aparatos de mitigación de colisiones.

10

Las máquinas de prueba universales se usan para realizar pruebas mecánicas, tales como la prueba de resistencia a la compresión o la prueba de resistencia a la tensión, en materiales o compuestos. Mientras se realiza una prueba dinámica en materiales, típicamente un espécimen del material se prueba a través de someter el espécimen del material a una variedad de cargas de prueba. Por ejemplo, el espécimen del material puede someterse a fuerzas de tracción o fuerzas de compresión. El espécimen de material también puede someterse a fuerzas de torsión. Es posible que durante ciertos procedimientos de prueba la muestra del material se someta simultáneamente a fuerzas de tracción, compresión y torsión. Para llevar a cabo estos procedimientos de prueba de material en un espécimen del material, el espécimen de material debe mantenerse de manera segura en la máquina de prueba de material, a veces denominada sistema de prueba de material, que se diseña para llevar a cabo los procedimientos de prueba de material en el espécimen del material. Un operador o sistema puede controlar los componentes móviles de un sistema de prueba de material para moverse a las posiciones apropiadas, tal como una posición para montar un espécimen de prueba.

15

20

25

El documento JP 2012042321 discute una máquina de prueba de material que tiene una parte del control que monitoree un estado de funcionamiento de un cilindro del ariete y de un motor, detecta un valor de la detección de un sensor de presión para cada tiempo fijo, y para la rotación del motor cuando el cilindro del ariete para, y el valor de la detección del sensor de presión cambia más que fijo cuando el motor se gira.

30

Los documentos JP 2018017579 y JP H1123434 también son ejemplos de máquinas de prueba de materiales.

Resumen

35

El aparato de mitigación de colisiones y los sistemas de prueba de materiales que tienen un aparato de mitigación de colisiones se describen y describen sustancialmente en relación con al menos una de las figuras, como se expone más completamente en las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

40

Estas y otras características, aspectos, y las etiquetas de avances de la presente descripción se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que los caracteres similares representan partes similares a lo largo de los dibujos, en donde:

45

La Figura 1 es un ejemplo de dispositivo de prueba para realizar pruebas de propiedades mecánicas, de acuerdo con aspectos de esta descripción.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un ejemplo de implementación del dispositivo de prueba de la Figura 1.

Las Figuras 3A y 3B ilustran un diagrama de flujo representativo de ejemplos de instrucciones legibles por máquina que pueden ejecutarse por el procesador de control de la Figura 2 para detectar y mitigar una colisión dentro del dispositivo de prueba de las Figuras 1 y 2.

50

La Figura 4 es un diagrama de flujo representativo de ejemplo de instrucciones legibles por máquina que pueden ejecutarse por el procesador de control de la Figura 2 para mitigar una colisión dentro del dispositivo de prueba de las Figuras 1 y 2.

55

Las figuras no están necesariamente a escala. Donde cada vez que sea apropiado, se usan números de referencia similares o idénticos para referirse a componentes similares o idénticos.

Descripción detallada

60

Los sistemas de prueba de materiales, que incluyen sistemas de prueba de materiales que aplican tensión, compresión y/o torsión, incluyen uno o más componentes que incurren en una colocación y/o carga para aplicar y/o medir tensiones en un espécimen de prueba. Como tal, los sistemas de prueba de material incluyen uno o más componentes móviles (por ejemplo, una cruceta) que se configuran para moverse hacia y lejos de otros componentes, lo que introduce la posibilidad de la colisión entre un componente móvil y otro componente del sistema de prueba de material.

65

En algunas situaciones, los operadores pueden hacer que partes de su sistema de prueba de material colisionen

accidentalmente cuando usan los botones de desplazamiento para mover la cruceta del bastidor o cuando regresan a una ubicación predeterminada (por ejemplo, desplazamiento cero).

5 Los sistemas ilustrativos descritos, métodos y aparato detienen el movimiento de los componentes cuando se detecta una colisión mediante el uso del/de los actuador(es) del/de los ponente(s) móvil para aplicar una fuerza inversa como freno. Al probar la velocidad a la que se detecta y/o mitiga una colisión, los sistemas, métodos y aparatos ilustrativos descritos mitigan las colisiones lo suficientemente rápido como para reducir la posibilidad de daños a un bastidor de prueba de materiales, celdas de carga, accesorios y/o especímenes, en comparación con los sistemas de prueba de materiales convencionales.

10 En algunos ejemplos, un procesador de control usa mediciones de fuerza primaria y/o mediciones de desplazamiento que ya están incorporadas en el sistema como entrada(s) para detectar una colisión y/o mitigar la colisión. El procesador de control detecta un cambio de fuerza relativo como criterio de colisión, de manera que la detección de colisión funciona incluso cuando un operador no equilibra o cero la medición de fuerza para reflejar la fuerza real sobre el espécimen. En algunos ejemplos, el procesador de control distingue el movimiento cargado del movimiento libre, y aplica las técnicas de detección y mitigación de colisiones solo cuando se detecta el movimiento libre. Tales sistemas ilustrativos permiten que el operador use funciones de desplazamiento y/o retorno para descargar un sistema que ya se cargó, sin activar la mitigación de colisión.

20 Cuando se detecta una colisión, los sistemas, métodos y aparatos de ejemplo usan la salida del actuador (por ejemplo, una salida del servo) para aplicar un freno por una corta duración. El frenado del actuador de ejemplo puede implicar controlar el actuador para que se accione en una dirección opuesta a la dirección de movimiento. Para aumentar la capacidad de respuesta, los ejemplos descritos controlan el actuador al omitir un lazo normal con control (por ejemplo, un sistema de control de lazo cerrado). Los sistemas, métodos y aparatos de ejemplo pueden determinar un tiempo de frenado y/o aplicar el freno hasta que se alcance una velocidad umbral. La velocidad umbral puede preestablecerse y/o determinarse en base a la velocidad en el momento de la colisión.

25 Como se usa en la presente descripción, una "cruzamiento" se refiere a un componente de un sistema de prueba de material que aplica fuerza de direccional (axial) y/o rotacional a un espécimen. Un sistema de prueba material puede tener una o más crucetas, y la(s) cruceta(s) pueden ubicarse en cualquier posición y/u orientación apropiada en el sistema de prueba de material.

30 Los ejemplos de sistemas de ensayo de materiales descritos incluyen una cruceta configurada para ser accionada para transferir la fuerza de prueba a un espécimen de ensayo durante una prueba de materiales, un actuador configurado para accionar la cruceta y aplicar la fuerza de prueba a la cruceta, un sensor de fuerza configurado para medir la fuerza aplicada por la cruceta al espécimen, y un procesador de control. El procesador de control se configura para determinar un intervalo de fuerza de referencia en base a una primera medición de fuerza del sensor de fuerza en respuesta al inicio del movimiento de la cruceta y, en respuesta a una segunda medición de fuerza por el sensor de fuerza que está fuera del intervalo de fuerza de referencia, controlar el actuador para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta.

35 En algunos ejemplos de sistemas de ensayo de materiales, el procesador de control se configura para determinar el intervalo de fuerza de referencia como un intervalo de fuerza de referencia de colisión con base en un intervalo de tolerancia y la medición de la primera fuerza. En algunos ejemplos de sistemas de ensayo de materiales, el procesador de control está configurado para determinar un intervalo de fuerza de movimiento libre basado en un segundo intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza, y el procesador de control está configurado para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado adicional en respuesta a la segunda medición de fuerza que está fuera del intervalo de fuerza de movimiento libre.

40 En algunos sistemas de prueba de material ilustrativos, el procesador de control se configura para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado además en respuesta a determinar que la segunda medición de fuerza no es menor que una tercera medición de fuerza tomada antes de la segunda medición de fuerza. En algunos ejemplos de sistemas de ensayo de materiales, el procesador de control se configura para determinar un desplazamiento de referencia de la cruceta con base en una medición de desplazamiento, y el procesador de control se configura para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado adicional en respuesta a la determinación de que una diferencia entre una medición de desplazamiento y el desplazamiento de referencia es superior a un umbral.

45 En algunos sistemas de prueba de material ilustrativos, el procesador de control se configura para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado además en respuesta a determinar que una velocidad de la cruceta es al menos una velocidad umbral. En algunos ejemplos de sistemas de ensayo de materiales, el procesador de control se configura para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado mediante el control del actuador para actuar en una dirección opuesta a una velocidad de cruceta. En algunos ejemplos, el procesador de control se configura para: determinar una velocidad de objetivo final y, en respuesta a determinar que la velocidad de la cruceta ha alcanzado la velocidad de objetivo final, controlar el actuador para eliminar la fuerza de frenado.

60 En algunos sistemas de prueba de material ilustrativos, el procesador de control se configura para controlar el

actuador para mover la cruceta a un valor de desplazamiento observado antes de detectar la segunda medición de fuerza.

5 Los métodos de ejemplo divulgados para controlar un sistema de ensayo de materiales implican: controlar un actuador para que actúe y transfiera la fuerza de prueba a un espécimen de prueba durante una prueba de materiales; medir, mediante un sensor de fuerza, una fuerza aplicada por la cruceta al espécimen; determinar, con un procesador de control, un intervalo de fuerza de referencia basado en una primera medición de fuerza del sensor de fuerza en respuesta al inicio del movimiento de la cruceta; y en respuesta a una segunda medición de fuerza por el sensor de fuerza que está fuera del intervalo de fuerza de referencia, controlar el actuador para que aplique una fuerza de frenado a la cruceta.

15 Algunos métodos ilustrativos involucran además determinar el intervalo de fuerza de referencia como un intervalo de fuerza de referencia de colisión en base a un intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza. Algunos métodos ilustrativos involucran además determinar un intervalo de fuerza de movimiento libre en base a un segundo intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza, en el que el control del actuador para aplicar la fuerza de frenado está además en respuesta a que la segunda medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de movimiento libre.

20 En algunos ejemplos de métodos, el control del actuador para aplicar la fuerza de frenado es además en respuesta a determinar que la segunda medición de fuerza no es menor que una tercera medición de fuerza tomada antes de la segunda medición de fuerza. Algunos ejemplos de métodos implican además determinar un desplazamiento de referencia de la cruceta con base en una medición de desplazamiento, en el que el control del actuador para aplicar la fuerza de frenado es además en respuesta a determinar que una diferencia entre una medición de desplazamiento y el desplazamiento de referencia es mayor que un umbral.

25 En algunos ejemplos de métodos, el control del actuador para aplicar la fuerza de frenado es además en respuesta a determinar que una velocidad de la cruceta es al menos una velocidad umbral. En algunos métodos ilustrativos, el control del actuador para aplicar la fuerza de frenado implica controlar el actuador para accionar en una dirección opuesta de una velocidad de cruceta. Algunos ejemplos de métodos involucran además determinar una velocidad objetivo final y, en respuesta a determinar que la velocidad de cruceta ha alcanzado la velocidad objetivo final, controlar el actuador para eliminar la fuerza de frenado. Algunos métodos ilustrativos implican además controlar el actuador para mover la cruceta a un valor de desplazamiento observado antes de detectar la medición de la segunda fuerza.

30 La Figura 1 es un sistema de prueba de material ilustrativo 100 para realizar pruebas de propiedad mecánica. El sistema 100 de ensayo de materiales de ejemplo puede ser, por ejemplo, un sistema de ensayo universal capaz de realizar pruebas mecánicas estáticas. El sistema de ensayo de materiales 100 puede realizar, por ejemplo, pruebas de resistencia a la compresión, pruebas de resistencia a la tracción, pruebas de resistencia al cizallamiento, pruebas de resistencia a la flexión, pruebas de resistencia a la deflexión, pruebas de resistencia al desgarre, pruebas de resistencia al desprendimiento (por ejemplo, resistencia de una unión adhesiva), pruebas de resistencia a la torsión y/o cualquier otro ensayo de compresión y/o tracción. Alternativa o adicionalmente, el sistema de prueba de material 100 puede realizar una prueba dinámica.

45 El sistema de prueba de material ilustrativo 100 incluye un accesorio de prueba 102 y un dispositivo informático 104 acoplado comunicativamente al accesorio de prueba 102. El accesorio de prueba 102 aplica cargas a un material bajo prueba 106 y mide las propiedades mecánicas de la prueba, tal como el desplazamiento del material bajo prueba 106 y/o la fuerza aplicada al material bajo prueba 106. Aunque el ejemplo de accesorio de prueba 102 se ilustra como un accesorio de doble columna, pueden usarse otros accesorios, tales como accesorios de prueba de una columna.

50 El dispositivo de computación 104 de ejemplo puede usarse para configurar el dispositivo de prueba 102, controlar el dispositivo de prueba 102, y/o recibir datos de medición (por ejemplo, mediciones de transductores tales como fuerza y desplazamiento) y/o resultados de pruebas (por ejemplo, fuerza pico, desplazamiento de rotura, etc.) del dispositivo de prueba 102 para procesamiento, visualización, informes, y/o cualquier otro propósito convenientemente deseado.

60 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un ejemplo de implementación del sistema de prueba de material 100 de la Figura 1. El sistema de prueba de material de ejemplo 100 de la Figura 2 incluye el accesorio de prueba 102 y el dispositivo informático 104. El dispositivo informático 104 de ejemplo puede ser un ordenador de uso general, un ordenador portátil, una tableta, un dispositivo móvil, un servidor, un ordenador todo en uno y/o cualquier otro tipo de dispositivo informático.

65 El ejemplo de dispositivo informático 104 de la Figura 2 incluye un procesador 202. El procesador de ejemplo 202 puede ser cualquier unidad de procesamiento central (CPU) de propósito general de cualquier fabricante. En algunos otros ejemplos, el procesador 202 puede incluir una o más unidades de procesamiento especializadas, tales como procesadores RISC con un núcleo ARM, unidades de procesamiento gráfico, procesadores de señales

digitales y/o sistemas en chips (SoC). El procesador 202 ejecuta instrucciones legibles por máquina 204 que pueden almacenarse localmente en el procesador (por ejemplo, en una memoria caché o SoC incluida), en una memoria de acceso aleatorio 206 (u otra memoria volátil), en una memoria de solo lectura 208 (u otra memoria no volátil tal como memoria FLASH), y/o en un dispositivo de almacenamiento masivo 210. El ejemplo de dispositivo de almacenamiento masivo 210 puede ser un disco duro, una unidad de almacenamiento de estado sólido, una unidad híbrida, una matriz RAID y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de datos masivos.

Un bus 212 permite las comunicaciones entre el procesador 202, la RAM 206, la ROM 208, el dispositivo de almacenamiento masivo 210, una interfaz de red 214 y/o una interfaz de entrada/salida 216.

El ejemplo de interfaz de red 214 incluye hardware, microprograma y/o software para conectar el dispositivo de entrada de comunicaciones 201 a una red de comunicaciones 218 tal como Internet. Por ejemplo, la interfaz de red 214 puede incluir hardware de comunicaciones inalámbricas y/o cableadas compatible con IEEE 202.X para transmitir y/o recibir comunicaciones.

El ejemplo de interfaz de E/S 216 de la Figura 2 incluye hardware, microprograma, y/o software para conectar uno o más dispositivos de entrada/salida 220 al procesador 202 para proporcionar entrada al procesador 202 y/o proporcionar salida desde el procesador 202. Por ejemplo, la interfaz de E/S 216 puede incluir una unidad de procesamiento de gráficos para interactuar con un dispositivo de visualización, un puerto bus serie universal para interactuar con uno o más dispositivos compatibles con USB, un FireWire, un bus de campo y/o cualquier otro tipo de interfaz. El ejemplo de sistema de prueba de materiales 100 incluye un dispositivo de visualización 224 (por ejemplo, una pantalla LCD) acoplado a la interfaz de E/S 216. Otros ejemplos de dispositivo(s) de E/S 220 pueden incluir un teclado, un teclado numérico, un ratón, una seguidora, un dispositivo señalador, un micrófono, un altavoz de audio, un dispositivo de visualización, una unidad de medios ópticos, una pantalla táctil multitáctil, una interfaz de reconocimiento de gestos, una unidad de medios magnéticos, y/o cualquier otro tipo de dispositivo de entrada y/o salida.

El ejemplo de dispositivo informático 104 puede hacer que se produzca un medio legible por máquina no transitorio 222 a través de la interfaz de E/S 216 y/o el/los dispositivo(s) de E/S 220. Algunos ejemplos del medio legible por máquina 222 de la Figura 2 incluyen discos ópticos (por ejemplo, discos compactos (CD), discos versátiles/videos digitales (DVD), discos Blu-ray, etc.), medios magnéticos (por ejemplo, disquetes), medios de almacenamiento portátiles (por ejemplo, unidades flash portátiles, tarjetas digitales seguras (SD), etc.), y/o cualquier otro tipo de medio legible por máquina extraíble y/o instalado.

El sistema de prueba de material ilustrativo 100 de la Figura 1 incluye además el accesorio de prueba 102 acoplado al dispositivo informático 104. En el ejemplo de la Figura 2, el accesorio de prueba 102 se acopla al dispositivo informático a través de la interfaz de E/S 216, tal como a través de un puerto USB, un puerto Thunderbolt, un puerto FireWire (IEEE 1394) y/o cualquier otro tipo de puerto de datos en serie o paralelo. En otros ejemplos, el dispositivo de prueba 102 se acopla a la interfaz de red 214 y/o a la interfaz de E/S 216 mediante una conexión por cable o inalámbrica (por ejemplo, Ethernet, Wi-Fi, etc.), ya sea directamente o a través de la red 218.

El accesorio de prueba 102 de la Figura 2 incluye un bastidor 228, una celda de carga 230, un transductor de desplazamiento 232, un cargador de miembros cruzados 234, accesorios de material 236 y un procesador de control 238. El bastidor 228 proporciona soporte estructural rígido para los otros componentes del accesorio de prueba 102 que realizan la prueba. La célula de carga 230 mide la fuerza aplicada a un material sometido a prueba por el cargador de travesaños 234 a través de las fijaciones de material 236. El cargador de miembros cruzados 234 aplica fuerza al material bajo prueba, mientras que los accesorios de material 236 (que incluyen agarres 248) agarran o acoplan de cualquier otra manera el material bajo prueba al cargador de miembros cruzados 234. El ejemplo de cargador de travesaños 234 incluye un motor 242 (u otro actuador) y un travesaño 244. La cruceta 244 acopla los accesorios de material 236 al bastidor 228, y el motor 242 hace que la cruceta se mueva con respecto al bastidor para posicionar los accesorios de material 236 y/o para aplicar fuerza al material bajo prueba. Ejemplos de actuadores que pueden usarse para proporcionar fuerza y/o movimiento a un componente del sistema de ensayo de materiales 100 incluyen motores eléctricos, actuadores neumáticos, actuadores hidráulicos, actuadores piezoeléctricos, relés y/o conmutadores.

Mientras que el accesorio de prueba de ejemplo 102 usa un motor 242, tal como un servomotor lineal o de accionamiento directo, otros sistemas pueden usar diferentes tipos de actuadores. Por ejemplo, pueden usarse actuadores hidráulicos, neumáticos y/o de cualquier otro tipo, con base en los requerimientos del sistema.

Los ejemplos de agarres 248 incluyen platos de compresión, abrazaderas u otros tipos de fijaciones, en dependencia de la propiedad mecánica que se esté probando y/o del material que se esté probando. Los agarres 248 pueden configurarse manualmente, controlarse mediante entrada manual, y/o controlarse automáticamente mediante el procesador de control 238. La cruceta 244 y las empuñaduras 248 son componentes accesibles por el operador.

El sistema de prueba de material ilustrativo 100 de la Figura 2 puede incluir además uno o más paneles de control

250, que incluyen uno o más conmutadores de modo 252. Los conmutadores de modo 252 pueden incluir botones, conmutadores y/u otros dispositivos de entrada ubicados en un panel de control del operador. Por ejemplo, los conmutadores de modo 252 pueden incluir botones que controlan el motor 242 para desplazar (por ejemplo, posición) la cruceta 244 en una posición particular en el bastidor 228, conmutadores (por ejemplo, conmutadores de pie) que controlan los actuadores de agarre 246 para cerrar o abrir las empuñaduras neumáticas 248, y/o cualquier otro dispositivo de entrada para controlar el funcionamiento del accesorio de prueba 102.

El procesador de control de ejemplo 238 se comunica con el dispositivo de computación 104 para, por ejemplo, recibir parámetros de prueba del dispositivo de computación 104 y/o informar de medidas y/o otros resultados al dispositivo de computación 104. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede incluir una o más interfaces de comunicación o de E/S para permitir la comunicación con el dispositivo informático 104. El procesador de control 238 puede controlar el cargador de miembros cruzados 234 para aumentar o disminuir la fuerza aplicada, controlar el/los accesorio(s) 236 para agarrar o liberar un material bajo prueba y/o recibir mediciones del transductor de desplazamiento 232, la celda de carga 230 y/u otros transductores.

El procesador de control 238 de ejemplo se configura para implementar un proceso de mitigación de colisión cuando se detecta una colisión mientras la cruceta 244 está en movimiento. Por ejemplo, el movimiento de la cruceta 244 por un operador distraído puede resultar en un conjunto de agarres 248 unidos a la cruceta 244 golpeando otro conjunto de agarres 248. Para detectar una colisión, el procesador de control 238 monitorea la célula de carga 230 como sensor de medición de fuerza. Cuando el procesador de control 238 identifica un cambio en la salida de fuerza relativa por la célula de carga 230 (por ejemplo, en comparación con una medición de fuerza inicial al comienzo del movimiento de la cruceta 244), el procesador de control 238 controla el motor 242 (u otro actuador acoplado a la cruceta 244) para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta 244 para reducir rápidamente una velocidad y mitigar la fuerza sobre los componentes del dispositivo de prueba 102 causada por la colisión. Figuras 3A, 3B y 4 descritos más abajo describen un proceso ilustrativo que puede realizarse por el procesador de control 238 para detectar y mitigar la colisión.

Las Figuras 3A y 3B muestran un diagrama de flujo representativo de ejemplos de instrucciones legibles por máquina 300 que pueden ser ejecutadas mediante el procesador de control 238 de la Figura 2 para detectar y mitigar una colisión dentro del mecanismo de ensayo 102 de las Figuras 1 y 2.

En el bloque 302, el procesador de control 238 determina si se ha iniciado el movimiento de la cruceta 244. Por ejemplo, el movimiento de la cruceta puede ser iniciado por un operador presionando un botón de "desplazamiento" (por ejemplo, uno de los conmutadores de modo 252 y/o uno de los dispositivos de E/S 220 de la Figura 2) y/o por el procesador de control 238 como parte de un movimiento programado (por ejemplo, regresando la cruceta 244 a una posición predeterminada después del final de una prueba de material). Si no se ha iniciado el movimiento de la cruceta (bloque 302), el procesador de control 238 devuelve el control al bloque 302 para seguir comprobando el movimiento de la cruceta.

Cuando se ha iniciado el movimiento de cruceta, en el bloque 304, el procesador de control 238 determina una medición de la fuerza de referencia a partir de un sensor de fuerza. Por ejemplo, la medición de fuerza puede ser una salida de la celda de carga 230 que se mantiene por la cruceta 244. en el bloque 306, el procesador de control 238 determina un intervalo de fuerza de referencia de movimiento libre y un intervalo de fuerza de referencia de colisión basado en la medición de fuerza de referencia. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede aplicar un primer intervalo de tolerancia de fuerza a la medición de fuerza de referencia para determinar el intervalo de fuerza de referencia de movimiento libre, y aplicar un segundo intervalo de tolerancia de fuerza para determinar el intervalo de fuerza de referencia de colisión. En el ejemplo de las Figuras 3A y 3B, el primer intervalo de tolerancia a la fuerza es un intervalo más pequeño que el segundo intervalo de tolerancia a la fuerza para acomodar la descarga de espectros altamente conformes (por ejemplo, estirados). El primer y segundo intervalos de tolerancia a la fuerza pueden ser simétricos o asimétricos con respecto a la medición de la fuerza de referencia.

En el bloque 308, el procesador de control 238 determina una medición de desplazamiento de referencia basada en una medición o datos recibidos del transductor de desplazamiento 232. Por ejemplo, el transductor de desplazamiento 232 puede medir una posición actual, o desplazamiento (por ejemplo, con relación a una ubicación predeterminada en el bastidor 228), de la cruceta 244.

En el bloque 310, la celda de carga 230 mide una fuerza. Por ejemplo, la celda de carga 230 puede medir una fuerza sobre la fijación del material 236 y/o las mordazas 248 y proporcionar la medición al procesador de control 238. Dependiendo del estado del dispositivo de ensayo 102 (por ejemplo, agarre de un espécimen intacto, agarre de un espécimen roto, no agarre de un espécimen), la célula de carga 230 puede medir una fuerza descargada, una carga de tracción o una carga de compresión.

En el bloque 312, el procesador de control 238 determina si la medición de fuerza que se ha realizado es válida. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede tener uno o más criterios con los que el procesador de control 238 puede evaluar la validez de la medición de fuerza, como por ejemplo si el valor está dentro de un intervalo válido determinado previamente y/o si una calibración de la célula de carga 230 sigue siendo válida. Si la medición de

fuerza es válida (bloque 312), en el bloque 314 el procesador de control 238 determina si el parámetro de fuerza medida está fuera del intervalo de fuerza de referencia de movimiento libre. El intervalo de fuerza de referencia de movimiento libre puede seleccionarse para indicar un cambio en la fuerza en la celda de carga 230 (y, por extensión, la fijación del material 236) que es indicativo de movimiento que se carga movimiento (por ejemplo, no movimiento libre).

Si la medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia de movimiento libre (bloque 314), en el bloque 316 el procesador de control 238 determina si el parámetro de medición de fuerza es menor (por ejemplo, más cercano a cero) que la medición de fuerza anterior (por ejemplo, más reciente). Por ejemplo, el procesador de control 238 puede determinar si la fuerza medida por la célula de carga 230 aumenta, disminuye o permanece constante. Debido a que las mediciones de fuerza pueden tener valores positivos o negativos, el procesador de control 238 de ejemplo puede considerar que una magnitud de fuerza que está más cerca de cero que la magnitud anterior es menor que la magnitud anterior. Si la magnitud de la medida de fuerza es menor (por ejemplo, más cercana a cero) que la medida de fuerza anterior (bloque 316), el control vuelve al bloque 304 para determinar la medida de fuerza de referencia a partir de los sensores de fuerza.

Por otro lado, si la magnitud de la medición de fuerza no es menor (por ejemplo, más cercana a cero) que la medición de fuerza anterior (bloque 316), en el bloque 317 el procesador de control 238 determina si la medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia de colisión. El intervalo de fuerza de referencia de colisión puede seleccionarse para indicar un cambio de fuerza en la celda de carga 230 (y, por extensión, la fijación de material 236) que es indicativo de una colisión entre componentes en el accesorio de prueba 102. Si la medición de fuerza no está fuera del intervalo de fuerza de referencia de colisión (bloque 317), el control regresa al bloque 310 para continuar monitoreando las mediciones de fuerza.

Por otro lado, si la medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia de colisión (bloque 317), en el bloque 318 el procesador de control 238 controla el actuador de la cruceta 244 (por ejemplo, el motor 242) para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta 244 para detener el movimiento de la cruceta más rápidamente que simplemente dejando de controlar el actuador. Un proceso de ejemplo para implementar el bloque 318 para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado se describe a continuación con referencia a la Figura 4. Después de aplicar la fuerza de frenado (bloque 318), las instrucciones de ejemplo 300 pueden terminar.

Volviendo a la Figura 3B, si el parámetro forzado medido no está fuera del intervalo de fuerza de referencia (bloque 314), en el bloque 320 el procesador de control 238 mide el parámetro de desplazamiento a través del transductor de desplazamiento 232. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede determinar una posición presente de la cruceta 244.

En el bloque 322, el procesador de control 238 determina si la diferencia entre el desplazamiento de referencia y el desplazamiento de referencia medido es mayor que el valor de un umbral de movimiento libre. El umbral de movimiento libre puede ser un cambio en el desplazamiento que indica que el movimiento de la cruceta 244 no es un movimiento cargado (por ejemplo, no está aplicando o reduciendo la carga a un espécimen de ensayo). Si la diferencia entre el desplazamiento medido y el desplazamiento de referencia no es mayor que el umbral de movimiento libre, el control vuelve al bloque 310 para continuar monitoreando la fuerza.

Si la diferencia es mayor que el umbral de movimiento libre (bloque 322), en el bloque 326 el procesador de control 238 determina el valor del parámetro de fuerza de referencia el sensor de fuerza (por ejemplo, la célula de carga 230). En el bloque 328, el procesador de control 238 determina el intervalo de fuerza de referencia en base a la medición de la fuerza de referencia. Los bloques 326 y 328 pueden realizarse de manera similar o idéntica a los bloques 304 y 306 de la Figura 3A.

En el bloque 330, el procesador de control 238 mide la fuerza (por ejemplo, una fuerza sobre la cruceta 244) a través del sensor de fuerza (por ejemplo, la célula de carga 230). En el bloque 332, el procesador de control 238 determina si el parámetro de medición de fuerza medido es válido. El bloque 332 puede realizarse en un bloque similar o idéntico al bloque 312 de la Figura 3A.

Si la medición de fuerza es válida (bloque 332), en el bloque 334 el procesador de control 238 determina si el parámetro de medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia.

Si el parámetro de medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia (bloque 334), en el bloque 336 el procesador de control 238 controla el actuador de la cruceta 244 (por ejemplo, el motor 242) para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta 244 para detener el movimiento de cruceta más rápidamente que simplemente detener el control del actuador. Un proceso de ejemplo para implementar el bloque 336 para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado se describe a continuación con referencia a la Figura 4. Después de aplicar la fuerza de frenado (bloque 336), las instrucciones de ejemplo 300 pueden terminar.

Por otro lado, si la medición de fuerza no está fuera del intervalo de fuerza de referencia (bloque 334), en el bloque 338 el procesador de control 238 permite que el accionamiento de la cruceta continúe, y el control regresa al bloque

330 para continuar monitoreando la fuerza sobre la cruceta 244 mediante sensores de fuerza.

Si el procesador de control 238 determina que la medición de fuerza no es válida (bloque 312 o 332), en el bloque 340 el procesador de control 238 detiene el movimiento de cruceta y genera un mensaje de error de salida o señal de error. Las instrucciones de ejemplo 300 luego terminan. En cualquier momento durante la ejecución de las instrucciones 300 para realizar la detección de colisiones, el movimiento de cruceta podría detenerse por el cese de la entrada que causa el movimiento (por ejemplo, el operador que libera el botón de desplazamiento, la cruceta llega al final del movimiento de retorno, etc.). El cese del control de movimiento provocaría un cese normal del movimiento de la cruceta 244 y puede provocar que las instrucciones 300 finalicen.

La Figura 4 es un diagrama de flujo representativo de ejemplos de instrucciones legibles por máquina 400 que pueden ejecutarse por el procesador de control 238 de la Figura 2 para mitigar una colisión dentro del dispositivo de prueba de las Figuras 1 y 2. Las instrucciones de ejemplo 400 pueden ser ejecutadas mediante el procesador de control 238 para implementar el bloque 318 y/o el bloque 336 de las Figuras 3A y 3B. Las instrucciones 400 se describen a continuación como se invoca por el procesador de control 238 en respuesta a determinar que la medición de fuerza no es menor que la medición de fuerza anterior (bloque 316) o que la medición de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de referencia (bloque 334).

En el bloque 402, el transductor de desplazamiento 232 de ejemplo mide una velocidad de la cruceta. Por ejemplo, el transductor de desplazamiento 232 y/o el procesador de control 238 pueden comparar mediciones secuenciales de desplazamiento fabricadas por el transductor de desplazamiento 232, y los tiempos correspondientes, para determinar la velocidad resultante.

En el bloque 404, el procesador de control 238 determina si la velocidad medida de la cruceta es mayor que la velocidad umbral. Si la velocidad de la cruceta es mayor que la velocidad umbral (bloque 404), en el bloque 406 el procesador de control 238 determina una velocidad objetivo final. La velocidad de meta final es representativa de una velocidad a la que se puede detener el control de frenado. Un ejemplo de velocidad objetivo final puede ser una fracción predeterminada de la velocidad de la cruceta medida en el bloque 402, y/o un umbral de velocidad constante predeterminado cerca de cero. En algunos ejemplos, la velocidad objetivo final se selecciona para proporcionar al procesador de control 238 tiempo suficiente para detener el control del actuador (por ejemplo, el motor 242) para evitar invertir el movimiento de la cruceta 244.

En el bloque 408, el procesador de control 238 controla el actuador (por ejemplo, el motor 242) para accionar en la dirección opuesta de la velocidad de la cruceta para aplicar la fuerza de frenado. El procesador de control 238 puede ejercer el control del actuador fuera del lazo de control del actuador típico para reducir (por ejemplo, minimizar) el tiempo de respuesta de la acción de frenado. Por ejemplo, un lazo de control proporcional-integral-derivado (PID) u otros esquemas de control en lazo cerrado pueden provocar retrasos inaceptables en la acción de frenado. Por lo tanto, el procesador de control de ejemplo 238 puede invocar un proceso o rutina para omitir dicho lazo de control cuando se realiza la acción de frenado.

En el bloque 410, el procesador de control 238 mide la velocidad de la cruceta. El bloque 410 puede realizarse de manera similar o idéntica al bloque 402. En el bloque 412, el procesador de control 238 determina si la velocidad de la cruceta es mayor que la velocidad objetivo final.

Si la velocidad de la cruceta medida es mayor que la velocidad objetivo final (bloque 412), el control regresa al bloque 408 para controlar el actuador para aplicar la fuerza de frenado.

Si el parámetro de velocidad de la cruceta no es mayor que la velocidad del objetivo final (bloque 412), en el bloque 414 el procesador de control 238 controla el actuador para eliminar la fuerza de frenado. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede restablecer el lazo de control normal del actuador con una velocidad objetivo de cero. En el bloque 416, el procesador de control 238 controla el actuador para mover la cruceta a un valor de desplazamiento observado antes de detectar la colisión (por ejemplo, en el bloque 318, 336). Por ejemplo, el procesador de control 238 puede controlar el actuador para mover la cruceta 244 a una ubicación en la que se espera que no haya contacto o que haya poco contacto con otro objeto. En otros ejemplos, el procesador de control 238 no intenta mover la cruceta 244 después de realizar el frenado.

Si el parámetro de velocidad de la cruceta medido no es mayor que la velocidad umbral (bloque 404), en el bloque 418 el procesador de control 238 controla el actuador para detener el movimiento de la cruceta sin usar el frenado del actuador (por ejemplo, usando el lazo de control normal del actuador).

Después de mover la cruceta a un valor de desplazamiento (bloque 416), o detener el movimiento de la cruceta (bloque 418), las instrucciones de ejemplo 400 terminan.

Los presentes métodos y sistemas pueden realizarse en hardware, software y/o una combinación de hardware y software. Los presentes métodos y/o sistemas pueden realizarse de manera centralizada en al menos un sistema informático, o de manera distribuida donde diferentes elementos se dispersan a través de varios sistemas

informáticos interconectados. Es adecuado cualquier tipo de sistema informático u otro aparato adaptado para llevar a cabo los métodos descritos en la presente descripción. Una combinación típica de hardware y software puede incluir un sistema informático de propósito general con un programa u otro código que, cuando se carga y ejecuta, controla el sistema informático de manera que lleva a cabo los métodos descritos en la presente descripción. Otra implementación típica puede comprender un circuito integrado o chip de aplicación específica. Algunas cosas pueden comprender un medio legible por máquina no transitorio (por ejemplo, legible por ordenador) (por ejemplo, unidad FLASH, disco óptico, disco de almacenamiento magnético o similares) que tiene almacenado una o más líneas de código ejecutables por una máquina, lo que hace que la máquina realice procesos como se describe en la presente descripción. Como se usa en la presente descripción, el término "medio legible por máquina no transitorio" se define para incluir todos los tipos de medios legibles por máquina y para excluir las señales de propagación.

En la presente descripción, los términos "circuitos" y "circuitaría" se refieren a componentes electrónicos físicos (es decir, hardware) y a cualquier software y/o microprograma ("código") que pueda configurar el hardware, ser ejecutado por el hardware o estar asociado de cualquier otra manera con el hardware. Como se usa en la presente descripción, por ejemplo, un procesador y memoria particulares pueden comprender un primer "circuito" cuando se ejecuta una primera o más líneas de código y pueden comprender un segundo "circuito" cuando se ejecuta una segunda o más líneas de código. Como se utiliza en la presente descripción, "y/o" significa uno cualquiera o más de los elementos de la lista unidos por "y/o". Como ejemplo, "x y/o y" significa cualquier elemento del conjunto de tres elementos  $\{(x), (y), (x, y)\}$ . En otras palabras, "x y/o y" significa "uno o ambos de x e y". Como otro ejemplo, "x, y, y/o z" se refiere a cualquier elemento del conjunto de siete elementos  $\{(x), (y), (z), (x, y), (x, z), (y, z), (x, y, z)\}$ . En otras palabras, "x, y/o z" significa "uno o más de x, y y z". Como se usa en la presente descripción, el término "ilustrativo" significa que sirve como un ejemplo, caso o ilustración no limitante. Tal como se utilizan en la presente descripción, los términos "por ejemplo" y "por ejemplo" establecen listas de uno o más ejemplos no limitantes, casos o ilustraciones. Como se usa en la presente descripción, los circuitos son "operables" para realizar una función cuando los circuitos comprenden el hardware y el código necesarios (si los hubiera) para realizar la función, independientemente de si el rendimiento de la función está desactivado o no activado (por ejemplo, mediante un ajuste configurado por el usuario, recorte de fábrica, etc.).

Si bien el presente método y/o sistema se ha descrito con referencia a determinadas realizaciones, los expertos en la técnica entenderán que pueden introducirse diversos cambios y sustituirse equivalentes sin apartarse del alcance del presente método y/o sistema. Por ejemplo, el bloque y/o los componentes de los ejemplos descritos pueden unirse, dividirse, reorganizarse y/o modificarse de cualquier otra manera. Adicionalmente, pueden hacerse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente descripción sin apartarse de su alcance. Por lo tanto, el presente método y/o sistema no están relacionados con las implementaciones particulares descritas. En cambio, el presente método y/o sistema incluirá todas las implementaciones dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de prueba de material (100), que comprende:

5 una cruceta (244) configurada para accionarse para transferir la fuerza de prueba a un espécimen de prueba durante una prueba de material;  
 un actuador (242) configurado para accionar la cruceta (244) y para aplicar la fuerza de prueba a la cruceta (244);  
 10 un sensor de fuerza (230) configurado para medir la fuerza aplicada por la cruceta (244) al espécimen; y  
 un procesador de control (238) configurado para:

15 determinar un intervalo de fuerza de referencia en base a una primera medición de fuerza del sensor de fuerza (230) en respuesta al inicio del movimiento de la cruceta (244); y en respuesta a una segunda medición de fuerza por el sensor de fuerza (230) que está fuera del intervalo de fuerza de referencia, controlar el actuador (242) para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta (244); y

20 caracterizado porque el procesador de control (238) se configura para determinar el intervalo de fuerza de referencia como un intervalo de fuerza de referencia de colisión en base a un intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza.

2. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 1, en donde el procesador de control (238) se configura para determinar un intervalo de fuerza de movimiento libre basado en un segundo intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado adicional en respuesta a la segunda medición de fuerza que está fuera del intervalo de fuerza de movimiento libre.

3. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 2, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado además en respuesta a determinar que la segunda medición de fuerza no es menor que una tercera medición de fuerza tomada antes de la segunda medición de fuerza; y opcionalmente  
 30 en donde el procesador de control (238) se configura para determinar un desplazamiento de referencia de la cruceta (244) en base a una medición de desplazamiento, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado adicional en respuesta a determinar que una diferencia entre una medición de desplazamiento y el desplazamiento de referencia es mayor que un umbral.

35 4. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 1, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado además en respuesta a determinar que una velocidad de la cruceta (244) es al menos una velocidad umbral.

40 5. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 1, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado controlando el actuador (242) para accionarse en una dirección opuesta a una velocidad de cruceta (244).

45 6. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 5, en donde el procesador de control (238) se configura para:  
 determinar una velocidad objetivo final; y  
 en respuesta a determinar que la velocidad de la cruceta (244) ha alcanzado la velocidad objetivo final,  
 50 controlar el actuador (242) para eliminar la fuerza de frenado.

7. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 1, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para mover la cruceta (244) a un valor de desplazamiento observado antes de detectar la medición de la segunda fuerza.

55 8. El sistema de prueba de material como se definió en la reivindicación 1, en donde el procesador de control (238) se configura para determinar un desplazamiento de referencia de la cruceta (244) con base en una medición de desplazamiento, en donde el procesador de control (238) se configura para controlar el actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado adicional en respuesta a determinar que una diferencia entre una medición de desplazamiento y el desplazamiento de referencia es mayor que un umbral.

60 9. Un método para controlar un sistema de prueba de material (100), el método que comprende:  
 controlar un actuador (242) para que actúe y transfiera la fuerza de prueba a un espécimen de prueba durante una prueba de material;  
 65 medir, mediante un sensor de fuerza (230), una fuerza aplicada por la cruceta (244) al espécimen;  
 determinar, con un procesador de control (238), un intervalo de fuerza de referencia basado en una primera

- medición de fuerza del sensor de fuerza (230) en respuesta a la iniciación del movimiento de la cruceta (244);  
y  
en respuesta a una segunda medición de fuerza por el sensor de fuerza (230) que está fuera del intervalo de  
fuerza de referencia, controlar el actuador (242) para aplicar una fuerza de frenado a la cruceta (244); y  
5 caracterizado por determinar el intervalo de fuerza de referencia como un intervalo de fuerza de referencia de  
colisión basado en un intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza.
10. El método como se definió en la reivindicación 9, que comprende además determinar un intervalo de fuerza de  
movimiento libre basado en un segundo intervalo de tolerancia y la primera medición de fuerza, en donde el  
10 control del actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado es además en respuesta a que la segunda medición  
de fuerza está fuera del intervalo de fuerza de movimiento libre.
11. El método como se definió en la reivindicación 10, en donde el control del actuador (242) para aplicar la fuerza  
de frenado es además en respuesta a determinar que la segunda medición de fuerza no es menor que una  
15 tercera medición de fuerza tomada antes de la segunda medición de fuerza; y opcionalmente  
que comprende además determinar un desplazamiento de referencia de la cruceta (244) en base a una medición  
de desplazamiento, en donde el control del actuador (242) para aplicar la fuerza de frenado es además en  
respuesta a determinar que una diferencia entre una medición de desplazamiento y el desplazamiento de  
20 referencia es mayor que un umbral.
12. El método como se definió en la reivindicación 9, en donde el control del actuador (242) para aplicar la fuerza de  
frenado es además en respuesta a determinar que una velocidad de la cruceta (244) es al menos una velocidad  
umbral.
- 25 13. El método como se definió en la reivindicación 9, en donde el control del actuador (242) para aplicar la fuerza de  
frenado comprende controlar el actuador (242) para que actúe en dirección opuesta a la velocidad de la cruceta  
(244); y opcionalmente que comprende, además:  
30 determinar una velocidad objetivo final; y  
en respuesta a determinar que la velocidad de la cruceta (244) ha alcanzado la velocidad objetivo final,  
controlar el actuador (242) para eliminar la fuerza de frenado.
14. El método como se definió en la reivindicación 9, comprende además controlar el actuador (242) para mover la  
35 cruceta (244) a un valor de desplazamiento observado antes de detectar la segunda medición de fuerza.
15. El método como se definió en la reivindicación 9, comprende además determinar un desplazamiento de  
referencia de la cruceta (244) en base a una medición de desplazamiento, en donde el control del actuador (242)  
para aplicar la fuerza de frenado es además en respuesta a determinar que una diferencia entre una medición de  
desplazamiento y el desplazamiento de referencia es mayor que un umbral.  
40

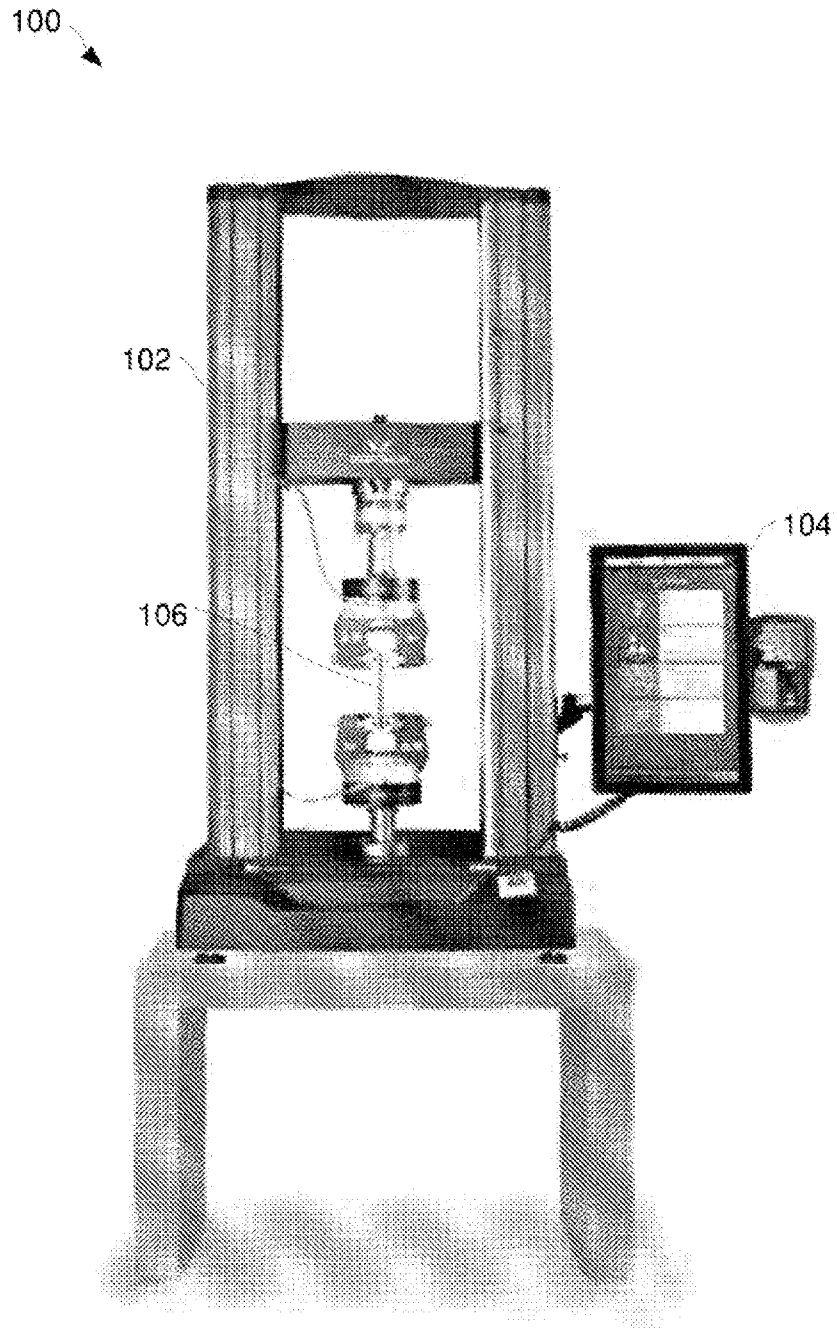


FIGURA 1

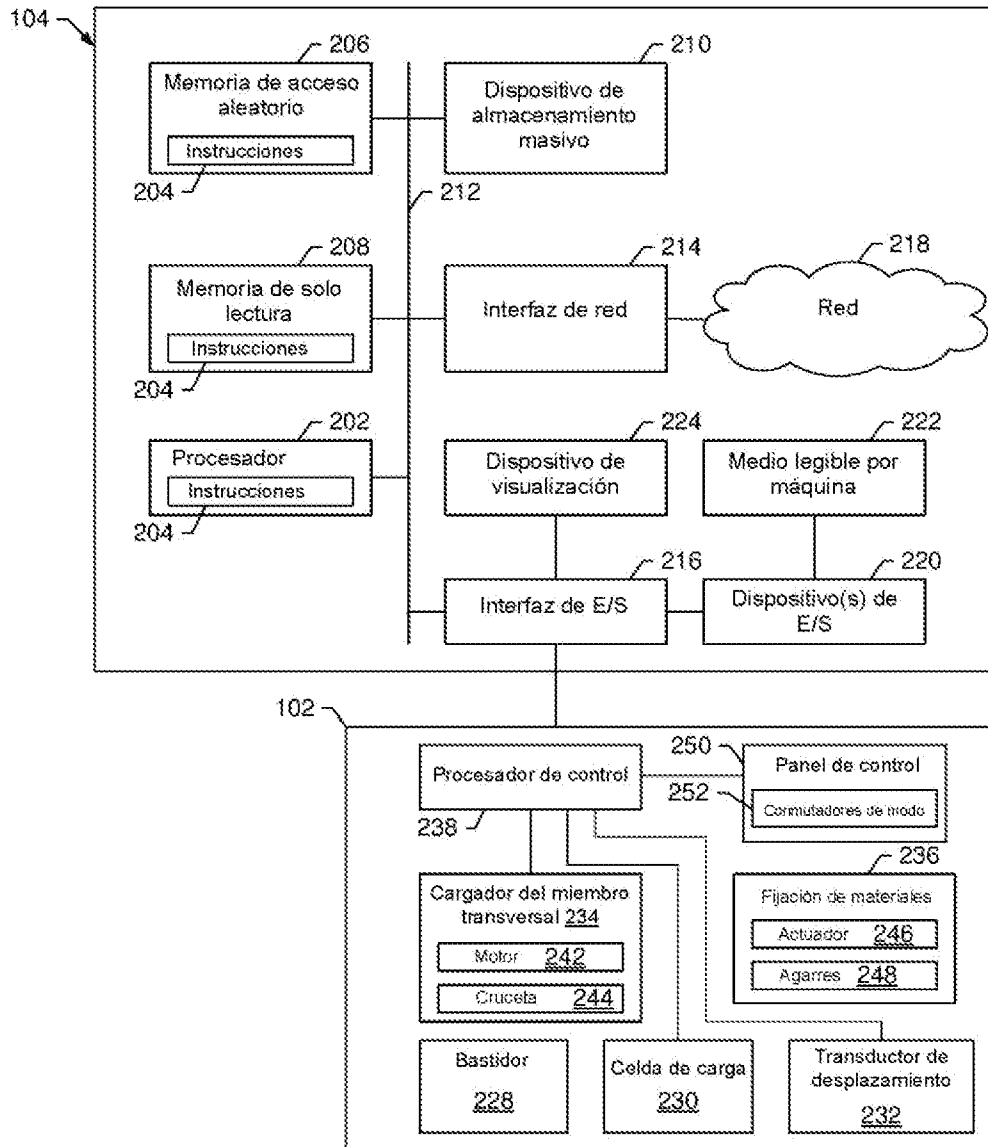


FIGURA 2

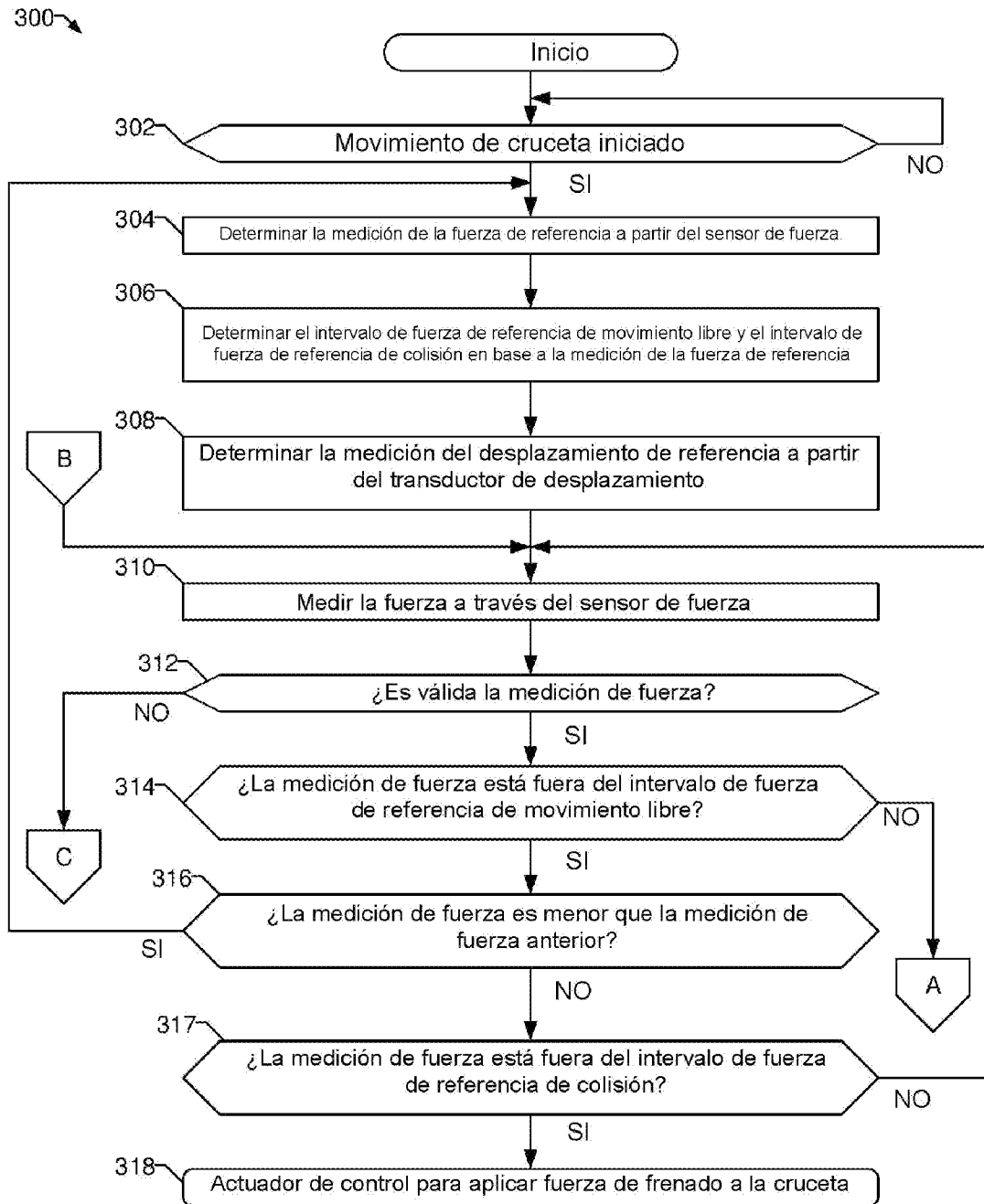


FIGURA 3A

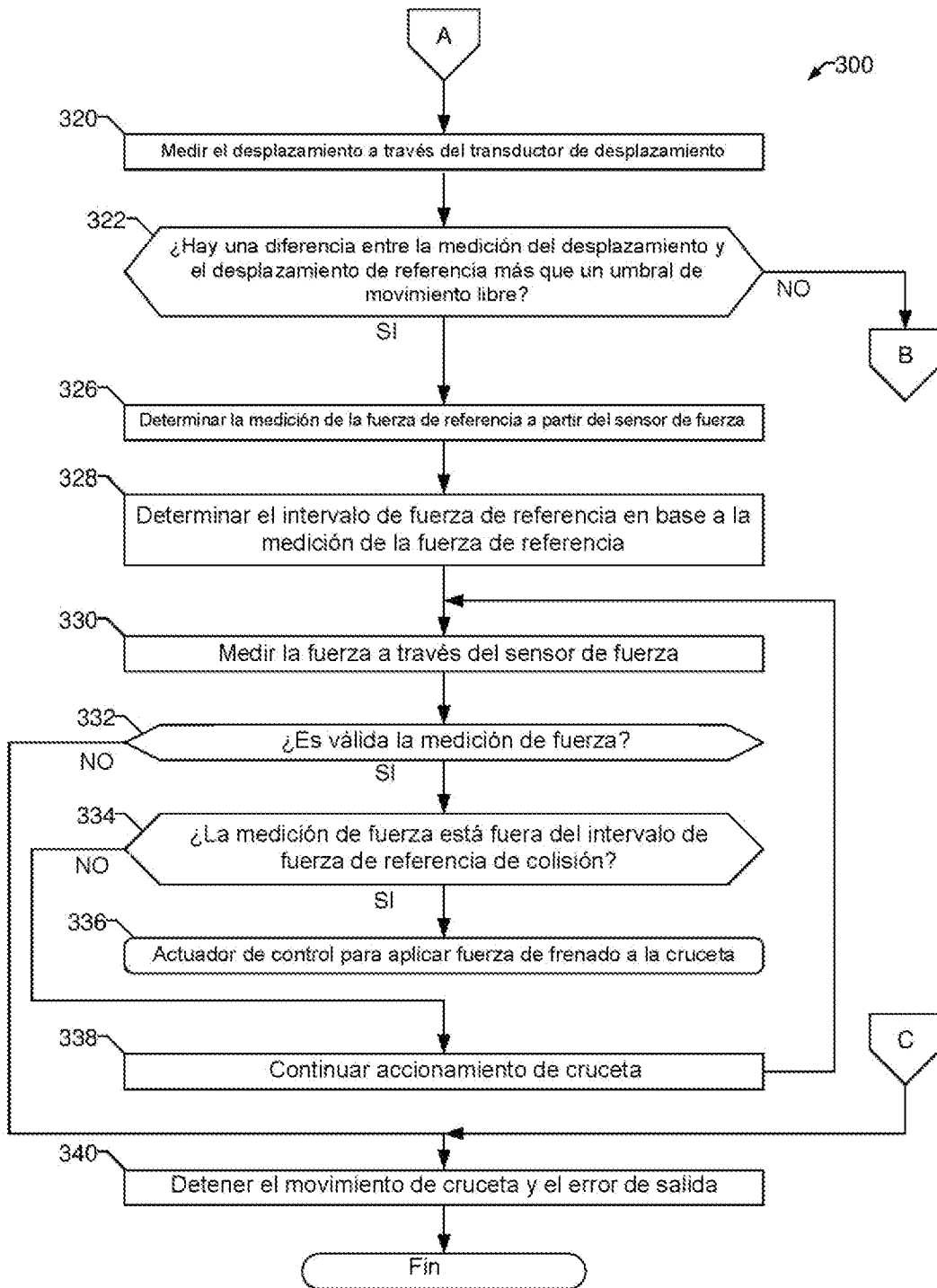


FIGURA 3B

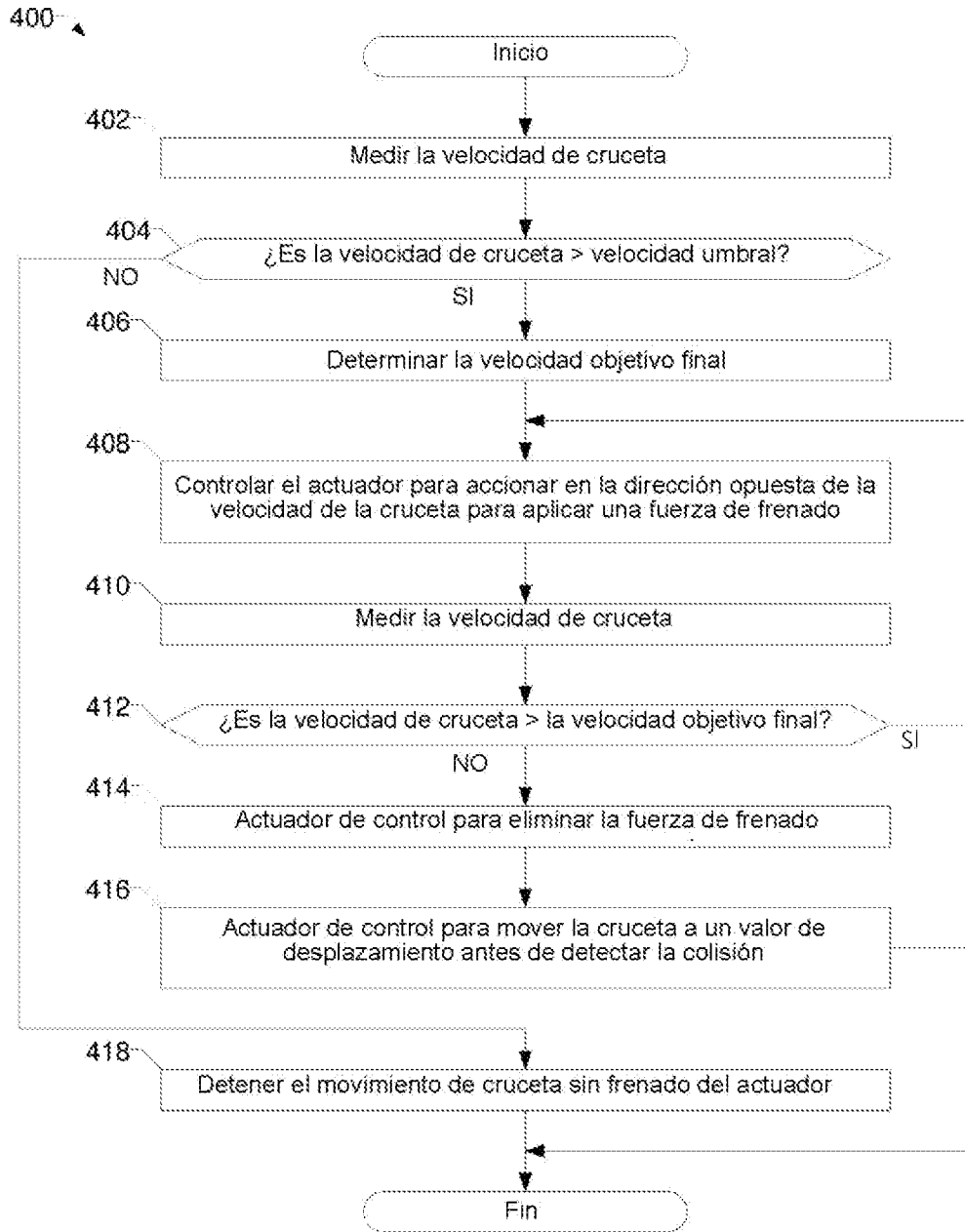


FIGURA 4