

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 798**

51 Int. Cl.:

E02F 9/20 (2006.01)

E02F 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2008** **E 08772020 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012** **EP 2167739**

54 Título: **Sistema para controlar un actuador que sube y baja un accesorio de excavación, y zanjadora equipada con dicho sistema**

30 Prioridad:

29.06.2007 US 771171

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2013

73 Titular/es:

**VERMEER MANUFACTURING COMPANY
(100.0%)
1210 VERMEER ROAD EAST
PELLA, IA 50219-0200, US**

72 Inventor/es:

HARTWICK, TY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 397 798 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema para controlar un actuador que sube y baja un accesorio de excavación, y zanjadora equipada con dicho sistema.

Campo Técnico

- 5 La presente invención se relaciona de manera general con el campo de la excavación y, más particularmente con un sistema y proceso para controlar un implemento de excavación durante la excavación.

Antecedentes

- 10 Diversos tipos de maquinarias de excavación inician una operación de excavación en una posición sobre la tierra 37 y emplean una herramienta de excavación energizada para penetrar la tierra a una profundidad específica d. Ciertas máquinas de excavación se diseñan para excavar inicialmente la tierra en una dirección de manera general vertical con respecto a la superficie del suelo, y después procede con la excavación en una dirección generalmente horizontal. Para estas y otras máquinas de excavación, es normalmente apreciable el tiempo requerido para completar el esfuerzo de excavación vertical inicial.

- 15 Dicha máquina de excavación que realiza una excavación vertical inicial antes de una excavación horizontal se denomina una zanjadora. Una máquina de excavación zanjadora 30, mostrada en las FIGURAS 1 y 2, incluye normalmente un motor 36 acoplado a una rueda motriz izquierda 32 y una rueda motriz derecha 34 que juntas comprenden una parte del tractor 45 de la zanjadora 30. Un accesorio 46, usualmente montado sobre un pescante 47, que se acopla normalmente a la parte trasera de la parte del tractor 45 y realiza normalmente un tipo específico de operación de excavación.

- 20 Se emplea frecuentemente una cadena zanjadora 50 para excavar zanjas relativamente grandes en un índice apreciable. La cadena zanjadora 50 permanece de manera general sobre el suelo en una configuración de transporte 56 cuando se opera la zanjadora 30 alrededor de un sitio de trabajo. Durante la excavación, la cadena zanjadora 50 se baja a una posición por debajo del suelo 39, que penetra el suelo y excava una zanja a una profundidad y velocidad deseada mientras está en una configuración de formación de zanja 58.

- 25 Otro accesorio popular para hacer zanjas se denomina en la técnica comoruada zanjadora 60, mostrada en la FIGURA 3, y se puede operar en una forma similar a aquella de la cadena zanjadora 50. Los accesorios adicionales, tales como TERRAIN LEVELER™, fabricados por Vermeer Manufacturing Company of Pella, Iowa, también se conocen en la técnica y también se operan en una forma similar

- 30 Una máquina de excavación zanjadora emplea normalmente uno o más sensores que supervisan diferentes parámetros físicos de la máquina. La información recolectada de los sensores se utiliza de manera general como una entrada para regular la función de una máquina particular, y/o dar información a un operador, normalmente al transducir una señal de sensor para comunicación con una o más pantallas 500 o instrumentos de visualización, tal como un tacómetro, por ejemplo.

- 35 Como se muestra en la FIGURA 4, un interruptor manual 583 de posición (arriba/abajo) de pescante se proporciona normalmente para permitir que el operador controle el movimiento y la posición vertical del accesorio 46. Un interruptor de autoinmersión 585 se proporciona normalmente para permitirle al operador controlar el movimiento y posición del pescante de accesorio 47 en conjunto con la regulación de retroalimentación de velocidad del motor 36. La regulación de retroalimentación normalmente supervisa la velocidad de un motor 36 y reduce la velocidad de movimiento de un pescante de accesorio 47 durante la carga del motor ligero y aumenta la velocidad de movimiento del pescante de accesorio 47 durante la carga ligera del motor. Un control de velocidad de impulsión de accesorio 598 se proporciona normalmente para permitir que el operador seleccione y ajuste la velocidad de impulsión del accesorio 46. Normalmente se proporciona un acelerador de motor 506 para limitar la velocidad del motor 36. Estos controles le permiten al operador subir o bajar el accesorio 46 entre la posición sobre la tierra 37 y la posición por debajo de la tierra 39 y realizar una operación de excavación denominada corte de penetración.

- 45 De manera general es deseable mantener el motor 36 en un nivel de rendimiento constante durante excavación que, a su vez, permite que el accesorio para hacer zanjas 46 opere en un nivel de rendimiento de elaboración de zanja constante. En ciertas aplicaciones, se desea mantener el motor 36 en su nivel de producción de energía máximo. Controlar la zanjadora 30 durante excavación por corte de penetración al emplear un sistema de control retroalimentado como se describe en la Patente Estadounidense 5,768,811, presentada en Junio 23, 1998, elimina la necesidad del operador para hacer ajustes frecuentes al interruptor manual de posición de pescante 583 con el fin de mantener el motor 36 en un nivel de rendimiento de motor objetivo.

El documento US 5,768,811 describe un sistema y un proceso para controlar una excavación, en donde un ordenador modifica el accionamiento del dispositivo de excavación de acuerdo con un parámetro de desempeño, con el objetivo de mantener el motor en un nivel de rendimiento predeterminado.

5 El documento US 6,317,669, describe una pala automática y un controlador relacionado configurado para almacenar una pluralidad de posiciones de trabajo de la pala.

El documento US 5,975,214 describe una maquinaria con un dispositivo de control que comprende una unidad de detección de carga para detectar una carga aplicada de un plano de trabajo y medios para detectar posturas de los brazos de trabajo de la maquinaria; adicionalmente el dispositivo de control comprende una unidad que calcula la fuerza ejercida sobre dicho plano de trabajo.

10 El documento US2005/7004734 describe un sistema y método relacionado para controlar un brazo mecánico, por medio de planear, medir y determinar el error de la ruta.

El documento WO 91/02853 describe una maquinaria que comprende medios para producir una señal de posición en respuesta a la posición de un implemento de trabajo; aquellos sensores incluyen sensores de desplazamiento.

15 El documento EPO 803 614 describe una unidad de control que calcula la posición de un dispositivo frontal de una maquinaria de acuerdo con las señales que vienen de los sensores de ángulo y luego calcula un vector de velocidad objetivo.

El documento EP 0 905 325 describe una maquinaria que tiene medios de configuración de la velocidad de movimiento objetivo y medios de control para recibir información de la configuración de velocidad de movimiento objetivo con el fin de hacer que un miembro de trabajo retenga una velocidad de movimiento objetivo.

20 Existe un deseo entre los fabricantes de maquinarias de excavación para minimizar la dificultad de operación de dichas máquinas e incrementar su productividad mientras se excava y, más particularmente, mientras hace corte por penetración. También se desea que se logren altos niveles de productividad mientras se excava y corta por penetración a través de una variedad de condiciones de operación y entorno y que la maquinaria de excavación se pude ajustar y adaptar a estas condiciones variadas. Adicionalmente, existe otro deseo entre los operadores de
25 dichas maquinarias de excavación para especificar la profundidad deseada d a la que excavan las maquinarias de excavación y mantener la profundidad d automáticamente sin intervención adicional del operador. La presente invención supera estas y otras necesidades.

Resumen

30 De acuerdo con la presente invención se describe un sistema de control para controlar un actuador de acuerdo con la reivindicación 1.

Breve Descripción de los Dibujos

La FIGURA 1 es una vista lateral derecha de una zanjadora, que incluye un accesorio para hacer zanjas con cadena zanjadora operablemente montada en un pescante accesorio;

35 La FIGURA 2 es una vista superior generalizada de la zanjadora, que incluye una rueda motriz derecha, una rueda motriz izquierda, y un accesorio;

La FIGURA 3 es una vista lateral derecha de la zanjadora con un accesorio para hacer zanjas con rueda zanjadora acoplada a la misma;

40 La FIGURA 4 es una vista de elevación completa de una consola de control de la zanjadora de la técnica anterior que incorpora un control de velocidad de accesorio, un acelerador de motor, un control de pescante accesorio, y una pantalla;

La FIGURA 5 es una vista en perspectiva completa de una consola de control de zanjadora que incorpora un botón de mando de control de carga, un acelerador de motor, un control de velocidad de accesorio, un control manual de pescante, un interruptor que habilita autoinmersión, y una pantalla con una pluralidad de botones de selección y de navegación de menú;

45 La FIGURA 6 es una vista de elevación completa de la consola de control de la FIGURA 5;

La FIGURA 7 es una vista lateral izquierda de la zanjadora de la FIGURA 1 descrita con el pescante de accesorio en una configuración sobre el suelo antes de realizar una operación de corte por penetración;

La FIGURA 8 es una vista lateral izquierda de la zanjadora de la FIGURA 1 descrita con el pescante de accesorio en transición de la configuración sobre el suelo a configuración bajo el suelo;

- 5 La FIGURA 9 es una vista lateral izquierda de la zanjadora de la FIGURA 1 descrita con el pescante de accesorio en una configuración bajo el suelo luego de la terminación de la operación de corte por penetración;

La FIGURA 10 es una vista lateral izquierda de un accionador de pescante de accesorio conectado operablemente a un sensor de posición de pescante descrito en una configuración retraída;

- 10 La FIGURA 11 es una vista lateral izquierda del pescante de accesorio y el sensor de posición de pescante de la FIGURA 10 descrito en una configuración extendida;

La FIGURA 12 es un diagrama de bloques que ilustra una red de ordenador para controlar la operación de corte con penetración del pescante de zanjadora que emplea el botón de mando de control de carga, el interruptor que habilita el autoinmersión, el control manual de pescante, el sensor de posición de pescante, y la pantalla con botones de selección y de navegación de menú;

- 15 La FIGURA 12A es un diagrama de bloques que ilustra una lista de ejemplo de las variables relacionadas con una pluralidad de configuraciones de operador utilizadas dentro de la red de ordenador de la FIGURA 12;

La FIGURA 12B es un diagrama de bloques que ilustra una lista de ejemplo de variables relacionadas con una pluralidad de valores calculados y utilizados dentro de la red de ordenadores de la FIGURA 12;

- 20 La FIGURA 12C es un diagrama de bloques que ilustra una lista de ejemplo de las variables relacionadas con una pluralidad de configuraciones preestablecidas utilizadas dentro de la red de ordenador de la FIGURA 12;

La FIGURA 12D es un diagrama de bloques que ilustra una lista de ejemplo de las variables relacionadas con una pluralidad de valores calibrados utilizadas dentro de la red de ordenador de la FIGURA 12;

- 25 La FIGURA 13 grafica un multiplicador de carga vs. velocidad de motor en una configuración particular e ilustra un multiplicador de carga modificable / banda proporcional de velocidad de motor con un límite superior y un límite inferior;

La FIGURA 14 ilustra la banda proporcional modificable y la gráfica de la FIGURA 13 en donde la ubicación de la banda ha sido aumentada al girar hacia la derecha el mando de control de carga;

La FIGURA 15 ilustra la banda proporcional modificable y grafica la FIGURA 13 en donde la ubicación de la banda se ha reducido al girar hacia la izquierda el botón de mando de control de carga del contador;

- 30 La FIGURA 16 grafica un multiplicador de accesorio vs. velocidad de impulsión de accesorio en una configuración particular e ilustra un multiplicador de accesorio modificable / banda proporcional de velocidad de accesorio con un límite superior y un límite inferior;

- 35 La FIGURA 17 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de válvula controlable que recibe señales de la red de ordenadores y regula el movimiento y la posición del pescante accesorio con la retroalimentación del sensor de posición de pescante;

La FIGURA 18 ilustra un proceso de control para calcular los límites del multiplicador de carga / banda de velocidad proporcional de motor de las FIGURAS 13 a 15 que da los parámetros de entrada de corriente;

La FIGURA 19 ilustra un proceso de control para calcular el multiplicador de carga de las FIGURAS 13 a 15 dados los parámetros de entrada de corriente;

- 40 La FIGURA 20 ilustra un proceso de control para calcular el multiplicador de accesorio de la FIGURA 16 dados los parámetros de entrada de corriente;

La FIGURA 21 ilustra un proceso de control para calcular una corriente de descenso de pescante calculada dados los parámetros de entrada de corriente;

La FIGURA 22 ilustra un proceso de control para calcular una corriente de descenso de pescante preliminar y una corriente de ascenso de pescante preliminar que da los parámetros de entrada de corriente;

La FIGURA 23 ilustra un proceso de control para calcular corriente de descenso de autoinmersión y una corriente de ascenso y penetración que da los parámetros de entrada de corriente; y

- 5 La FIGURA 24 ilustra un proceso de control para calcular una corriente de descenso de pescante y una corriente de ascenso de pescante dados los parámetros de entrada de corriente.

Descripción Detallada

10 La presente invención se dirige a un sistema y método para controlar un implemento de excavación 51 de una máquina de excavación mientras excava tierra entre una posición sobre la tierra 37 y una posición debajo de la tierra 39.

Con referencia ahora a las FIGURAS 7 a 9, se ilustra una descripción de una máquina de excavación zanjadora 30 que incluye un pescante 47 montada en forma giratoria a una parte del tractor 45 de la zanjadora 30. La parte del tractor 45 incluye una rueda motriz derecha 34, una rueda motriz izquierda 32, y un motor 36. El pescante 47, sobre el que se monta operablemente una cadena de excavación sinfín 50, se mueve entre la posición debajo del suelo y la posición encima del suelo 37 y 39 mediante el accionamiento de un cilindro hidráulico 43 montado al pescante 47 y la parte del tractor 45 de la zanjadora 30. El cilindro 43 incluye un eje extendible 53 que está mecánicamente acoplado al pescante 47. También acoplado al cilindro 43 por un acoplador 409 hay un sensor de posición de pescante 408, como se muestra en las FIGURAS 10 y 11 que proporciona una señal de posición de pescante 410 a una red de ordenador 182. Como se muestra en la FIGURA 17, una válvula controlable 41 regula el flujo de fluido hidráulico al cilindro hidráulico 43 en respuesta a una señal de control de válvula de descenso de pescante 414 y una señal de control de válvula de ascenso de pescante 415 generada por la red de ordenador 182, como se describirá en mayor detalle adelante.

En una configuración de ejemplo, la red de ordenador 182 incluye una pluralidad de controladores y otros componentes que cumplen con un estándar PLUS+1™ definido por Sauer-Danfoss, Inc. de Ames, Iowa. Los módulos de controlador de ejemplo incluyen un módulo de controlador MC050-010, un módulo de controlador MC050-020, un módulo de entrada IX024-010, y un módulo de salida OX024-010 todos los cuales se venden por Sauer-Danfoss, Inc. de Ames, Iowa. En una configuración de ejemplo, se almacenan diversos parámetros en una memoria no volátil y un código de software se mantiene en un EPROM.

Como se muestra en las FIGURAS 7 a 9 y 12, el pescante 47 es un componente y estructura principal de un accesorio 46 que está comprendido adicionalmente de un motor de impulsión de accesorio 48, que preferiblemente extrae energía de una bomba de impulsión de accesorio 49. Un sensor de velocidad 186 se acopla preferiblemente al motor de impulsión de accesorio 48 y genera una señal de velocidad de impulsión de accesorio 324. La bomba de impulsión de accesorio 49, que extrae energía del motor 36, preferiblemente regula el flujo de aceite hidráulico al motor de impulsión de accesorio 48 que, a su vez, proporciona energía para el accesorio 46. La bomba de impulsión de accesorio 49 responde preferiblemente a las instrucciones comunicadas por una señal de bomba de impulsión de accesorio 322 determinada por la red de ordenador 182 como se ilustra en la FIGURA 12. Alternativamente, el control del accesorio puede operar en el motor de accesorio 48. Uno o más motores de impulsión de accesorio 48 y una o más bombas de impulsión de accesorio 49 se pueden utilizar en un circuito hidrostático paralelo.

En ciertas realizaciones de la presente invención, el accionamiento del motor de impulsión de accesorio 48 se supervisa por el sensor de velocidad 186. La señal de salida 324 producida por el sensor 186 se comunica con la red de ordenador 182. En ciertas realizaciones de la presente invención, la presión hidráulica operacional creada entre el motor de impulsión de accesorio 48 y la bomba de impulsión de accesorio 49 se supervisa por un sensor de presión y se comunica por una señal de presión de impulsión hidrostática de accesorio 323 al red de ordenador 182.

En una realización preferida, el accesorio 46 se acopla a la parte trasera de la parte del tractor 45 de la zanjadora 30. Se conocen diversos accesorios 46 en la técnica, cada uno especializado para realizar un tipo específico de operación de excavación. La FIGURA 1 ilustra un tipo de accesorio 46 que emplea la cadena de excavación 50, y la FIGURA 3 ilustra un accesorio 46 de rueda zanjadora 60. También se conocen en la técnica otros accesorios 46, tal como un TERRAIN LEVELER™, fabricado por Vermeer Manufacturing Company de Pella, Iowa. La presente invención se puede adaptar a los diversos accesorios 46 descritos aquí y a otros.

50 De acuerdo con la realización ilustrada en las FIGURAS 7 a 9, la zanjadora 30 se posiciona inicialmente en una ubicación de excavación deseada, con el pescante 47 subida a la posición sobre la tierra 37. Un esfuerzo de excavación normal involucra dos operaciones de excavación. La primera operación, denominada una operación de corte de penetración, implica cortar o de retirar tierra otra forma entre el nivel del suelo (ilustrado en la FIGURA 8) y un nivel de excavación bajo el suelo, indicado como una profundidad d en la FIGURA 9. Una profundidad de

excavación típica, d, varía entre aproximadamente dos pies a veinte pies para la zanjadora 30 del tipo ilustrado en las FIGURAS 7 a 9. Después de la terminación de la operación de corte de penetración con el pescante 47 que penetra la tierra a la profundidad de excavación deseada, d, la segunda operación de excavación se inicia opcionalmente, denominada operación de elaboración de zanja. Un procedimiento de formación de zanja normal implica mantener el pescante 47 a la profundidad de excavación, d, e impulsa el tractor 45 y por lo cual el accesorio 46 de la zanjadora 30 en una dirección deseada, por lo cual se corta una zanja desde la ubicación de corte de penetración inicial hasta un extremo deseado de la ubicación de la zanja.

La excavación de la zanja resulta cuando se aplica energía hidráulica a un accesorio 46 y las ruedas motrices 32 y 34 mientras que la zanjadora 30 están en la posición por debajo de la tierra 39. La excavación mediante corte de penetración resulta cuando se aplica energía hidráulica al accesorio 46 y al cilindro de pescante 43 en la dirección de bajada de pescante 47 (ver FIGURA 17). Puede ocurrir formación de zanjas y corte de penetración simultáneamente lo que resulta en una zanja de profundidad aumentada d. Durante la excavación de la zanja, la excavación mediante corte de penetración, o una combinación de ambos, la energía hidráulica induce movimiento en la parte activa del accesorio 46, es decir la cadena de excavación 50 o la rueda zanjadora 60. Opcionalmente se montan en la parte activa del accesorio 46 las herramientas de excavación formadas de un material adecuadamente duro tal como dientes de carburo u otros implementos de corte. La energía hidráulica proporcionada a las ruedas motrices 32 y 34 y/o el cilindro de pescante 43 se mueven a la parte activa del accesorio 46 que impulsa la parte subterránea del accesorio 46 en el suelo no excavado. La parte activa del accesorio 46 y las herramientas se montan a este para enganchar y romper la tierra y llevarlo lejos del área excavada.

Realizar una operación de corte de penetración en el suelo tiene varias características geofísicas que producirán variaciones concomitantes en la dificultad de excavación ya que la cadena de excavación activada 50 y el pescante 47 se mueven de la posición sobre la tierra 37, a través del suelo variante, a la profundidad de excavación, d. Adicionalmente, el corte de penetración o la formación de zanjas a través del suelo con variaciones geofísicas significativas en las capas adyacentes puede resultar en enganche y desprendimiento de la capa endurecida que está soportada pobremente por la capa adyacente blanda. La capa dura desprendida de descarga se puede atorar en los implementos de corte y provoca que la cadena de excavación 50 y el accesorio 46 se detenga.

El sistema de control responde automáticamente, sin requerir intervención del operador, al puesto de impulsión de accesorio 46 al levantar el pescante 47 hasta que se desatasca. Después de esto, el pescante 47 se baja de nuevo y corta por penetración y/o reinicia la excavación de zanjas.

El sistema de control y método modifica, sin requerir la intervención del operador, el accionamiento del implemento de excavación 51 mientras excava tierra entre la posición debajo del suelo y la posición encima del suelo con el fin de mantener el motor 36 energizando el implemento de excavación 51 en un nivel de operación objetivo en respuesta a variaciones en la carga del motor durante la operación de excavación. De forma similar, el sistema de control y método modifica simultáneamente el accionamiento del implemento de excavación 51 con el fin de mantener el impulso de accesorio 46 a una velocidad objetivo durante excavación.

El sistema de control y el método obtiene y después mantiene, sin requerir la intervención del operador, la profundidad de excavación deseada d. En una realización, se selecciona una posición de pescante deseada (o cilindro de pescante) 432 por el operador. La red de ordenador 182 compara la posición de pescante deseada 432 con la señal de posición de pescante 410 transducida por el sensor de posición de pescante 408. Una diferencia entre la posición deseada 432 y la señal de posición de pescante 410 resulta en enviar una señal de descenso de válvula de pescante correctiva 414 o una señal de ascenso de válvula de pescante correctiva 415 a la válvula controlable 41. Esto resulta en el movimiento del pescante 47 a una posición más cercana a la posición deseada 432. Este proceso se repite iterativamente hasta que se obtiene la posición deseada 432. Después de esto, el proceso se repite iterativamente para mantener la posición deseada 432, acomodando perturbaciones que se pueden introducir en el sistema.

En una realización preferida de la presente invención, se utilizan diversas señales y configuraciones por el sistema de control para llevar a cabo sus diversas metas y funciones. Para los propósitos de la descripción, estos sistemas de control variables se pueden clasificar generalmente en siete categorías principales. Estas categorías se pueden sobreponer entre sí y se introducen para organizar esta descripción. Estos y otros elementos de la presente invención también se pueden clasificar por otros métodos y el siguiente método de clasificación no se debe interpretar que pone alguna limitación en la presente invención.

En ciertas realizaciones, se almacenan ciertas de las diversas señales y configuraciones 391, 392, 393, y 394 en la memoria no volátil dentro del red de de ordenador 182 como se ilustra en la FIGURA 12. Otras señales y configuraciones se pueden representar por un valor de salida de un nivelador de control o botón de mando o una señal digital transmitida por un componente tal como el motor 36.

La primera categoría de las señales del sistema de control y las configuraciones incluyen un grupo de configuraciones preestablecidas 393 que se preestablecen en la fabricación del sistema de control. Ejemplos de

estas configuraciones preestablecidas 393 se ilustran en la FIGURA 12C. Estas incluyen una velocidad máxima de operación de motor 304 en revoluciones por minuto (RPM), un ancho 305 de una banda proporcional 330 en RPM, y un valor 416 d una señal de comando de válvula saturada que solicita abertura de válvula máxima. Otras realizaciones de la presente invención pueden permitir algunos o todos los valores fijados y/o re-establecidos en otros momentos.

La segunda categoría de señales y configuraciones incluye un grupo de valores calibrados 394 derivados durante un procedimiento de calibración. Un ejemplo de estos valores calibrados 394 se ilustra en la FIGURA 12D. Esto incluye un valor de umbral de señal de salida descendente de pescante 402 para la válvula controlable 41. El método de calibración para determinar este valor simplemente aumenta la señal de control de válvula de descenso de pescante 414 a la válvula controlable 41 hasta que se mueve el rodillo de cilindro 53 del pescante cilindro hidráulico 43. El valor de la señal de control 414 que inicia el movimiento luego se registra como el valor de umbral descendente de pescante de 402 y se almacena en la red de ordenador 182. En ciertas realizaciones de la presente invención, la válvula controlable 41 se puede pre-calibrar o puede no requerir calibración.

La tercera categoría de señales y configuraciones incluye un grupo de configuraciones de operador 391 establecidas por el operador sobre una base ocasional, normalmente al tener acceso a un control en una consola de control del operador 52 (ver FIGURAS 5 y 6). Ejemplos de estas configuraciones de operador 391 se ilustran en la FIGURA 12A. Ejemplos adicionales incluyen una configuración de acelerador de motor 206, una configuración de control de velocidad de accesorio 98, una configuración de habilitación de autoinmersión 185, y una señal de control de carga 308 en porcentaje. La señal de control de carga 308 preferiblemente se genera por un botón de mando de control de carga 380 que produce una señal de 0 % cuando se hace girar hacia la izquierda completamente, 100 % cuando se hace girar a la derecha completamente y valores proporcionales cuando están entre estos extremos. Una pantalla de operador 100 y botones de selección y de navegación de menú de software 102 proporciona acceso para ver y editar diversas configuraciones del menú del sistema de control. Alternativamente, la pantalla 100 puede ser táctil y/o navegar CON el mouse del ordenador. En una realización preferida, las configuraciones editables a través de la pantalla 100 incluyen una configuración de control de límite de carga 303 en RPM, un valor limitador de velocidad de caída de pescante 406 en porcentaje, la posición de pescante deseada (o cilindro de pescante) 432 en porcentaje, la velocidad de un límite inferior de banda proporcional de impulsión de accesorio 462, y el límite superior de banda proporcional a la velocidad de impulsión de accesorio 463. Se ubican opcionalmente diversos otros controles de acceso en la consola de control del operador 52. Ciertos operadores y ciertas técnicas de formación de zanja y corte de penetración pueden utilizar una o más de estas configuraciones sobre una base continua. En ciertas realizaciones, algunas de estas configuraciones se pueden pre-establecer en la fabricación del sistema de control y no se pueden modificar por el operador.

La cuarta categoría de señales y configuraciones incluye aquellas configuraciones ajustadas por el operador sobre una base continua o más frecuente, normalmente al tener acceso a un control sobre la consola de control del operador 52 (ver FIGURAS 5 y 6). Un ejemplo de esto incluye un interruptor manual de control de pescante 183 para operar la posición de pescante 47 manualmente.

La quinta categoría de señales y configuraciones incluye aquellas señales que indican un zanjador físico medido 30 o condición ambiental y/o un zanjador 30 que responde al sistema de control y el ambiente. Ejemplos de estos incluyen una señal de velocidad de motor 312 en RPM generada por una velocidad de motor sensor 208, la señal de velocidad de impulsión de accesorio 324 en RPM generada por el sensor de velocidad de impulsión de accesorio 186, la presión de impulsión hidrostática de accesorio 323, la señal de posición de pescante (o el cilindro de pescante) 410 en porcentaje, y varias temperaturas del sistema y ambientales.

La sexta categoría de señales y configuraciones incluye un grupo de valores calculados 392 que se calculan por el sistema de control de red de ordenador 182 para uso adicional por el sistema de control. Ejemplos de estos valores calculados 392 se ilustran en la FIGURA 12B. Estos incluyen un multiplicador de carga 317, un límite inferior de multiplicador de carga / banda proporcional de velocidad de motor 310, un límite superior de multiplicador de carga / banda proporcional de velocidad de motor 311, un multiplicador de accesorio 417, una corriente de descenso de pescante calculada 442, una corriente de descenso de pescante preliminar 444, una corriente de ascenso de pescante preliminar 445, una corriente de descenso de autoinmersión 446, y una corriente de ascenso y penetración 447.

Una séptima categoría de señales y configuraciones incluyen aquellas señales derivadas por el sistema de control para el control de un parámetro de sistema. Ejemplos de estas señales incluyen la señal de control de válvula de descenso de pescante 414, la señal de control de válvula de ascenso de pescante 415, y la señal de la bomba de impulsión de accesorio 322.

Las señales de entrada del sistema de control y las configuraciones descritas anteriormente se pueden generar por una selección de operador de una configuración de interruptor física discreta (por ejemplo, señal de control de válvula de ascenso y penetración 185), una selección de operador de una configuración de control físico continuo (por ejemplo, la posición de pescante deseada 432), o una selección de operador de una configuración discreta o

continua por medio de la pantalla del operador 100 y botones de menú 102 (por ejemplo la configuración de control de límite de carga 303). El método para tener acceso y cambiar esta configuración como se describió anteriormente se puede configurar entre el sistema de control físico y virtual que tiene acceso a puntos sin apartarse del espíritu verdadero de la presente invención.

- 5 Con referencia ahora a las figuras para facilitar una discusión en profundidad, y más particularmente a las FIGURAS 5 a 24, se muestra un sistema de control de profundidad de pescante y de autoinmersión para uso con una zanjadora 30.

10 Como se discutió anteriormente, las FIGURAS 5 y 6 ilustran una realización de la consola de control del operador 52 con una pluralidad de puntos de acceso físico y virtual que le permiten al operador controlar automáticamente o manualmente las diversas funciones asociadas con control de profundidad de pescante y corte de penetración.

15 Las FIGURAS 7 a 9 ilustran una realización del trazado cinemático y las conexiones del pescante 47, el tractor 45, y el cilindro hidráulico 43 que acciona el pescante cuando el pescante 47 se mueve a través de su rango de movimiento. Las FIGURAS 10 y 11 ilustran adicionalmente el pescante que actúa en el cilindro hidráulico 43 que tiene una longitud retraída, R, y una longitud extendida, R+E. En una realización preferida, el sensor de posición del cilindro de pescante 408 se acopla al cilindro hidráulico 43 por el acoplador 409 de tal manera que cualquier extensión o retracción del rodillo de cilindro 53 produce una extensión o retracción correspondiente del sensor 408. En una realización preferida, el sensor 408 es un sensor Hall Effect que produce una señal eléctrica proporcional a la extensión del sensor 408.

20 La FIGURA 12 ilustra una realización de las diversas señales transmitidas y recibidas por la red de ordenador y su conexión a los diversos componentes de la zanjadora 30. Adicionalmente, se ilustran diversas conexiones mecánicas e hidráulicas entre los diversos componentes.

25 Las FIGURAS 13 a 15 ilustran una banda proporcional modificable 330 en donde la relación entre la velocidad del motor 312 y el multiplicador de carga 317 es proporcional. El operador puede seleccionar y finalmente modificar la ubicación de la banda proporcional 330 al aumentar 331 o reducir 332 mediante el uso del botón de mando de control de carga 380. Como se ilustra en la FIGURA 14, un movimiento hacia la derecha del botón de mando de control de carga 380 aumenta la posición 331 de la banda proporcional 330. Por el contrario, un movimiento hacia la izquierda del botón de mando de control de carga 380 reduce la posición 332 como se ilustra en la FIGURA 15. La ubicación específica del botón de mando de control de carga 380 se puede configurar de acuerdo con la preferencia del operador y/o el entorno de formación de zanja /corte de penetración actual. La banda proporcional 330 y el multiplicador de carga 317, como se muestra en las FIGURAS 13 a 15 y se calcula en las FIGURAS 18 y 19 describe una relación proporcional lineal. En otras realizaciones de la presente invención, se pueden utilizar otras relaciones funcionales no lineales y se pueden incluir otros elementos, tal como términos integrales y derivados.

35 La FIGURA 16 ilustra una banda proporcional modificable 460 en donde es proporcional la relación entre la velocidad de impulsión de accesorio 324 y el multiplicador de accesorio 417. El operador se puede seleccionar y modificar finalmente la ubicación del límite superior 463 de la banda proporcional 460 al aumentarlo 467 o reducirlo 468. De forma similar, el operador puede seleccionar y finalmente modificar la ubicación del límite inferior 462 de la banda proporcional 460 al aumentarlo 465 o reducirlo 466. Se puede llevar a cabo el aumento 467 y 465 y la reducción 468 y 466 de los límites 463 y 462 al utilizar la pantalla de operador 100 y los botones de selección y de navegación de menú 102 del software en la consola de control del operador 52. La banda proporcional 460 y el multiplicador de accesorio 417, como se muestra en la FIGURA 16 y se calcula en la FIGURA 20 describe una relación proporcional lineal. En otras realizaciones de la presente invención, se pueden utilizar otras relaciones funcionales no lineales y otros elementos, tal como amortiguación se puede incluir.

45 La FIGURA 17 es un diagrama esquemático simplificado que ilustra una relación entre la red de ordenador 182, la válvula controlable 41, el cilindro hidráulico de pescante 43, el sensor de posición del cilindro de pescante 408, una bomba de suministro hidráulico 55, y un tanque hidráulico 57. Como se mencionó anteriormente, la red de ordenador 182 compara la posición del cilindro de pescante actual 43, representado por la señal de la posición del cilindro de pescante 410, con la posición del cilindro de pescante deseado 432 (ver FIGURA 12). Si se desea extender la posición del cilindro de pescante 43, la señal de control de válvula de descenso de pescante 414, como se calcula en las FIGURAS 18 a 24, se transmite a la válvula controlable 41, cambiando el carrete a la izquierda y provocando que la presión de la bomba de suministro 55 sea enviado a lo largo del conducto hidráulico 59 al cilindro 43. Esto, a su vez, provoca que el rodillo de cilindro 53 se extienda y retorne fluido hidráulico que se va a enviar al tanque 57 a lo largo del conducto hidráulico 61. Si se desea la retracción de la posición del cilindro de pescante 43, la señal de control de válvula de ascenso de pescante 415, como se calcula en las FIGURAS 18 a 24, se transmite a la válvula controlable 41, cambiando el carrete a la derecha y provocando que la presión de la bomba de suministro 55 se envíe a lo largo del conducto hidráulico 61 al cilindro 43. Esto, a su vez, provoca que el rodillo de cilindro 53 se retraiga y regrese al fluido hidráulico para ser enviado al tanque 57 a lo largo del conducto hidráulico 59. Si no se desea cambio en la posición del cilindro de pescante 43, no se envía señal a la válvula controlable 41 y el carrete permanece centrado y bloqueando los conductos hidráulicos 59 a 61. Esto, a su vez, provoca que el rodillo de

cilindro 53 permanezca fijo. Otras realizaciones de la presente invención pueden sustituir otras válvulas que tienen diferentes detalles pero que producen resultados similares.

Las FIGURAS 18 a 24 describen una realización de la presente invención en el contexto de diagramas de flujo que calculan y manipulan diversos sistemas de control variable para controlar la posición del pescante 47 en los modos automáticos y manuales. Se anticipa que se pueden crear otros algoritmos lo que resulta en relaciones equivalentes entre las diversas variables.

La FIGURA 18 ilustra un método mediante el cual el límite superior 311 y el límite inferior 310 de la banda proporcional 330 se calculan y almacenan. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 602 a 608 e incluyen la velocidad máxima de operación de motor 304 en la etapa 602, el ancho de la banda proporcional 305 en la etapa 604, la configuración de control de límite de carga 303 en la etapa 606, y la configuración de control de carga 308 en la etapa 608. El límite inferior 310 se calcula como se muestra en la etapa 610 y se almacena y el límite superior 311 se calcula como se muestra en la etapa 612 y se almacena. Luego se repite el ciclo de cálculo.

La FIGURA 19 ilustra un método mediante el cual se calcula y se almacena el multiplicador de carga 317. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 620 a 626 e incluyen la velocidad de motor actual 312 en la etapa 620, el límite inferior 310 en la etapa 622 y el límite superior 311 en la etapa 624 de la banda proporcional 330, y el ancho de la banda proporcional 305 en la etapa 626. La velocidad del motor 312 se prueba en la etapa 628 y si se encuentra que es menor de o igual al límite inferior 310, entonces el multiplicador de carga 317 se fija a 0 % en la etapa 630 y se almacena. Si no hay resultado de la etapa 628, la velocidad del motor 312 se prueba en la etapa 632. Si la velocidad del motor 312 se encuentra que está dentro del límite superior 311 y el límite inferior 310, entonces el multiplicador de carga 317 se calcula como se muestra en la etapa 634 y se almacena. Si no hay resultado de la etapa 632, la velocidad del motor 312 se prueba en la etapa 636. Si la velocidad del motor 312 se encuentra que es mayor de o igual al límite superior 311, entonces el multiplicador de carga 317 se fija a 100 % en la etapa 638 y se almacena. Si no hay resultado de la etapa 636, entonces se genera una falla de fuera de rango en la etapa 640. El ciclo de cálculo se repite después que el multiplicador de carga 317 se almacena o después de la etapa 640.

La FIGURA 20 ilustra un método mediante el cual el multiplicador de accesorio 417 se calcula y se almacena. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 660 a 664 e incluyen la velocidad de impulsión de accesorio 324 en la etapa 660 y el límite inferior 462 en la etapa 662 y el límite superior 463 en la etapa 664 de la banda proporcional de velocidad del accesorio 460. La velocidad de impulsión de accesorio 324 se prueba en la etapa 668 y si se encuentra que es menor de o igual al límite inferior 462, entonces el multiplicador de accesorio 417 se fija a 0 % en la etapa 670 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 668, la velocidad de impulsión de accesorio 324 se prueba en la etapa 672. Si la velocidad de impulsión de accesorio 324 se encuentra que está dentro del límite superior 463 y el límite inferior 462, entonces el multiplicador de accesorio 417 se calcula como se muestra en la etapa 674 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 672, la velocidad de impulsión de accesorio 324 se prueba en la etapa 676. Si la velocidad de impulsión de accesorio 324 se encuentra que es mayor de o igual a el límite superior 463, entonces el multiplicador de accesorio 417 se fija a 100 % en la etapa 678 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 676, entonces falla de fuera de rango se genera en la etapa 680. El ciclo de cálculo se repite después del multiplicador de accesorio 417 se almacena o después de la etapa 680.

Una característica en ciertas realizaciones de la presente invención se relaciona con el multiplicador de carga 317 y la banda proporcional modificable de operador asociado 330 mostrado en las FIGURAS 13 a 15 y se calcula en las FIGURAS 18 y 19. El multiplicador de carga 317 proporciona retroalimentación de motor 36 para el sistema de control y se utiliza para calcular la corriente descendente de pescante calculada 442 como se muestra en la FIGURA 21. Adicionalmente, una característica en ciertas realizaciones de la presente invención se relaciona con el multiplicador de accesorio 417 y la banda proporcional modificable de operador asociado 460 mostrado en la FIGURA 16 y se calcula en la FIGURA 20. El multiplicador de accesorio 417 proporciona retroalimentación de velocidad de impulsión de accesorio 324 para el sistema de control y también se utiliza para calcular la corriente descendente de pescante calculada 442 como se muestra en la FIGURA 21. La corriente descendente de pescante calculada 442 se utiliza adicionalmente como la corriente de descenso de pescante preliminar 444 si se cumplen ciertas pruebas como se muestra en la FIGURA 22. La corriente de descenso de pescante preliminar 444 se utiliza adicionalmente como la corriente de descenso y autoinmersión 446 si se cumplen ciertas pruebas como se muestra en la FIGURA 23. La corriente de descenso y autoinmersión 446 se utiliza adicionalmente como la corriente de descenso de pescante 414 y se envía a la válvula controlable 41 si se cumplen ciertas pruebas como se muestra en la FIGURA 24.

El multiplicador de carga 317 y la banda proporcional 330 proporcionan un beneficio de ajustar continuamente la corriente de descenso de pescante calculada 442 con base en la carga del motor. Esto permite que el motor 36 opere continuamente en altos niveles de rendimiento y así la zanjadora 30 obtiene altos niveles de producción. En otros palabras, si la zanjadora 30 encuentra el suelo compactado de tal manera que la velocidad del motor 312 se reduce durante la operación de corte de penetración, se reduce el multiplicador de carga 317 lo que también resulta en una reducción de la corriente de descenso de pescante calculada 442. En el caso que la corriente de descenso de pescante calculada 442 también llegue a ser la corriente de descenso de pescante 414 (como se describe en el

párrafo anterior), la válvula controlable 41 reduce el índice de penetración de pescante 47 y así alivia algo de la carga en el motor 36 y permite aumentar la velocidad del motor 312. Por el contrario, si el suelo se encuentra flojo de tal manera que se aumenta la velocidad del motor 312, se aumenta el multiplicador de carga 317. Esto resulta correspondientemente en un aumento en el índice de penetración del pescante 47. Esta acción aumenta la carga en el motor 36 y reduce la velocidad del motor 312. Mediante el ajuste apropiado de los sistemas de control variables, la velocidad del motor 312 se puede mantener en una región de alto rendimiento y el índice de penetración de pescante 47 se puede ajustar continuamente y automáticamente para este propósito.

El multiplicador de accesorio 417 y la banda proporcional 460 proporcionan un beneficio para ajustar continuamente la corriente de descenso de pescante calculada 442 con base en la velocidad de impulsión de accesorio 324. Esto permite que la velocidad de impulsión de accesorio 324 opere continuamente cerca a su velocidad objetivo. En otros términos, si la zanjadora 30 encuentra el suelo compactado de tal manera que la velocidad de impulsión de accesorio 324 reduce durante una operación de corte de penetración, se reduce el multiplicador de accesorio 417 lo que también resulta en una reducción de la corriente de descenso de pescante calculada 442. En el caso que la corriente de descenso de pescante calculada 442 también llegue a ser la corriente de descenso de pescante 414 (como se describe en los dos párrafos anteriores), la válvula controlable 41 reduce el índice de penetración de pescante 47 y así alivia alguna carga del motor de accesorio 48 y permite que se aumente la velocidad de impulsión de accesorio 324. Por el contrario, si se encuentra que la tierra está floja de tal manera que se aumenta la velocidad de impulsión de accesorio 324, se aumenta el multiplicador de accesorio 417 que resulta correspondientemente en un aumento en el índice de penetración de pescante 47. Esta acción aumenta la carga en el motor del accesorio 48 y reduce la velocidad de impulsión de accesorio 324. Mediante el ajuste apropiado de los sistemas de control variables, la velocidad de impulsión de accesorio 324 se puede mantener en una región deseada y el índice de penetración de pescante 47 se puede ajustar continuamente y automáticamente para este propósito.

Las disposiciones que le permiten al operador ajustar la banda proporcional 330 al hacer girar el botón de mando de control de carga 380 proporcionan un beneficio que le permite al operador ajustar la zanjadora 30 a un ambiente dado o desempeño deseado. El motor de carga 36 utiliza en forma diferente caballos de potencia disponibles y torque en forma diferente y así permite que los resultados de la formación de zanja varíen y se ajusten. De forma similar, las provisiones que permiten que el operador ajuste la banda proporcional de velocidad del accesorio 460 proporcionan un beneficio que le permite al operador ajustar adicionalmente la zanjadora 30. La carga del motor de accesorio 48 permite de manera diferente que los resultados de la formación de zanja varíen y se ajusten.

Ahora con referencia a la FIGURA 21, se ilustra un método para calcular y almacenar la corriente de descenso de pescante calculada 442. Este método utiliza el multiplicador de accesorio 417 y el multiplicador de carga 317 que proporciona retroalimentación, como se discutió anteriormente. Las entradas para este método se recuperan en la etapas 700 a 708 e incluyen la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 700, el limitador de velocidad de caída de pescante 406 en la etapa 702, el multiplicador de accesorio 417 en la etapa 704, el multiplicador de carga 317 en la etapa 706, y el umbral de corriente de pescante 402 en la etapa 708. La corriente de descenso de pescante calculada 442 se calcula como se muestra en la etapa 710 y se almacena. El ciclo de cálculo luego se repite.

La FIGURA 22 ilustra un método mediante el cual la corriente de descenso de pescante preliminar 444 y la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 se calculan y se almacenan. Este método permite que el sistema de control controle automáticamente la posición del pescante con el objetivo de lograr y mantener la posición deseada del cilindro de pescante 432. Las entradas para este método se recuperan en la etapas 720 a 726 e incluyen la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 720, la corriente de descenso de pescante calculada 442 en la etapa 722, la posición deseada del cilindro de pescante 432 en la etapa 724, y La posición de cilindro de pescante actual 410 en la etapa 726. La posición de cilindro de pescante actual 410 se prueba en la etapa 728 y si se encuentra que es menor de la posición deseada del cilindro de pescante 432, entonces la corriente de descenso de pescante preliminar 444 se establece igual a la corriente de descenso de pescante calculada 442 en la etapa 730 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 se establece igual a cero en la etapa 732 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 728, la posición de cilindro de pescante actual 410 se prueba en la etapa 734 y si se encuentra que es igual a la posición deseada del cilindro de pescante 432, entonces la corriente de descenso de pescante preliminar 444 se establece igual a cero en la etapa 736 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 se establece igual a la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 744 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 740, entonces se genera una falla de fuera de rango en la etapa 746. El ciclo de cálculo se repite después de la corriente de descenso de pescante preliminar 444 y la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 se almacena o después pasa a la etapa 746. Este método también puede incluir e incorporar las técnicas del sistema de control conocidas en el arte tal como proporcionar una banda muerta en la etapas 728, 734, y 740. Este método puede incluir adicionalmente e incorporar dichas técnicas del sistema de control como un bucle P-I-D para lograr la posición deseada del cilindro de pescante 432.

La FIGURA 23 ilustra un método mediante el cual la corriente de descenso y autoinmersión 446 y la corriente de ascenso y penetración 447 se calculan y se almacenan. Este método permite que el sistema de control interrumpa automáticamente el proceso de corte de penetración y/o de formación de zanja y eleva el pescante 47 cuando el accesorio de tracción se ha estancado y reanuda luego de recuperación. Las entradas para este método se recuperan en la etapas 760 a 766 e incluyen la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 760, la corriente de descenso de pescante preliminar 444 en la etapa 762, la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 en la etapa 764, y la velocidad de impulsión de accesorio 324 en la etapa 766. La velocidad de impulsión de accesorio 324 se prueba en la etapa 768 y si se encuentra que es cero, entonces la corriente de descenso y autoinmersión 446 se establece igual a cero en la etapa 770 y se almacena y la corriente de ascenso y penetración 447 se establece igual a la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 772 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 768, entonces la corriente de descenso y autoinmersión 446 se establece igual a la corriente de descenso de pescante preliminar 444 en la etapa 774 y se almacena y la corriente de ascenso y penetración 447 se establece igual a la corriente de ascenso de pescante preliminar 445 en la etapa 776 y se almacena. El ciclo de cálculo luego se repite. Este método también puede incluir e incorporar las técnicas del sistema de control conocidas en el arte tal como proporcionar una banda muerta en la etapa 768.

La FIGURA 24 ilustra un método mediante el cual la corriente de descenso de pescante 414 y la corriente de ascenso de pescante 415 se calculan y se almacenan. Este método permite que se posibilite el control automático de profundidad de pescante y de autoinmersión. Este método también permite que el sistema de control interrumpa las funciones de control automático de profundidad de pescante y de autoinmersión cuando el operador activa el control manual de pescante 183 y reanuda luego de desactivación. Adicionalmente, este método permite que el control manual de pescante 183 funcione para ser utilizado con las funciones de control automático de profundidad de pescante y de autoinmersión deshabilitadas. Las entradas para este método se recuperan en la etapas 800 a 808 e incluyen la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 800, el interruptor que habilita la posición de autoinmersión 185 en la etapa 802, la posición del interruptor manual de control de pescante 183 en la etapa 804, la corriente de descenso y autoinmersión 446 en la etapa 806, y la corriente de ascenso y penetración 447 en la etapa 808. La posición del interruptor manual de control de pescante 183 se prueba en la etapa 810 y se encuentra que es "UP", entonces la corriente de descenso de pescante 414 se establece igual a cero en la etapa 812 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante 415 se establece igual a la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 814 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 810, entonces la posición del interruptor manual de control de pescante 183 se prueba en la etapa 816 y se encuentra que es "DOWN", entonces la corriente de descenso de pescante 414 se establece igual a la corriente máxima de pescante 416 en la etapa 818 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante 415 se establece igual a cero en la etapa 820 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 816, entonces la posición del interruptor manual de control de pescante 183 se prueba en la etapa 822 y si se encuentra que es "OFF", entonces la posición del interruptor que habilita la autoinmersión 185 se prueba en la etapa 824 y si se encuentra que es "ON", entonces la corriente de descenso de pescante 414 se establece igual a la corriente de descenso y autoinmersión 446 en la etapa 826 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante 415 se establece igual a la corriente de ascenso y penetración 447 en la etapa 828 y se almacena. Si no hay resultado de la etapa 824, entonces la posición del interruptor que habilita la autoinmersión 185 se prueba en la etapa 830 y si se encuentra que es "OFF", entonces la corriente de descenso de pescante 414 se establece igual a cero en la etapa 832 y se almacena y la corriente de ascenso de pescante 415 se establece igual a cero en la etapa 834 y se almacena. Si no hay resultado en la etapa 830, entonces se genera una falla de fuera de rango en la etapa 836. Si no hay resultado en la etapa 822, entonces se genera una falla de fuera de rango en la etapa 838. El ciclo de cálculo se repite después que la corriente de descenso de pescante 414 y la corriente de ascenso de pescante 415 se almacenan o después de la etapas 836 o 838.

La red de ordenador 182 descrita en esta especificación puede incluir uno o más dispositivos de ordenador. Estos dispositivos de ordenador se pueden distribuir físicamente a través de la zanjadora 30 y se pueden incorporar dentro de ciertos componentes de la zanjadora 30, por ejemplo el sistema de control del motor 36 puede tener un dispositivo de ordenador que se incorpora en la red de ordenador 182. Los dispositivos de ordenador se pueden conocer por varios nombres que incluyen controlador y ordenador. Los dispositivos de ordenador pueden ser digitales o analógicos y se pueden programar por software.

En ciertos casos, la descripción anterior referencia un sistema específico de unidades cuando se discute una variable particular, por ejemplo RPM. Se anticipa que un sistema alterno de unidades se puede utilizar en cada uno de estos casos. Se anticipa adicionalmente que un sistema transformado de unidades se puede utilizar cuando se desee, por ejemplo la posición del cilindro de pescante deseada en porcentaje se puede transformar en la posición de pescante deseada en grados.

Se describieron anteriormente ciertas señales y en las figuras en términos de los tipos y unidades de señal específicos, por ejemplo la señal de control de carga 308 se describe por tener un rango de 0 % a 100 % y las señales de la válvula controlable 414 y 415 se describe ya que utilizan miliamperios (mA) de corriente eléctrica. Se pueden sustituir diversos otros tipos y unidades de señal para aquellos descritos anteriormente sin apartarse del espíritu verdadero de la presente invención, por ejemplo la señal de control de carga 308 se puede reemplazar con una señal de modulación de pulso-ancho (PWM). De forma similar, estas señales también se pueden transformar del

tipo de señal al tipo de señal dentro del sistema de control propiamente dicho, por ejemplo las señales de la válvula controlable 414 y 415 pueden originar una señal numérica digital en la red de ordenador 182 y se transforman en una señal de milivoltios (mV). Estas transformaciones pueden ocurrir en diversas ubicaciones que incluyen dentro del dispositivo generar la señal, dentro de un convertidor de señal, dentro de un controlador, y/o dentro de la red de ordenador 182.

5

La especificación anterior establece las realizaciones de la presente invención que tiene diversos bucles de control de retroalimentación. Se conocen muchos tipos de control de bucle en la técnica. Se incluyen en estos diversos métodos de cálculo de error, ganancias por corrección, tiempos de rampa, retardos, promedio de valor, histéresis, Derivada Integral Proporcional, y otras técnicas de control de bucle matemáticas. Se anticipa que ciertos de estos métodos se pueden combinar e implementar con las realizaciones descritas anteriormente.

10

La especificación anterior establece las realizaciones de la presente invención que reciben la retroalimentación del motor 36 y la velocidad de impulsión de accesorio 324 para uso en controlar el índice de movimiento de pescante 47. Otras realizaciones de la presente invención reciben la retroalimentación de otros parámetros, tal como presión de impulsión de accesorio 323, que también se utilizan para este propósito.

15

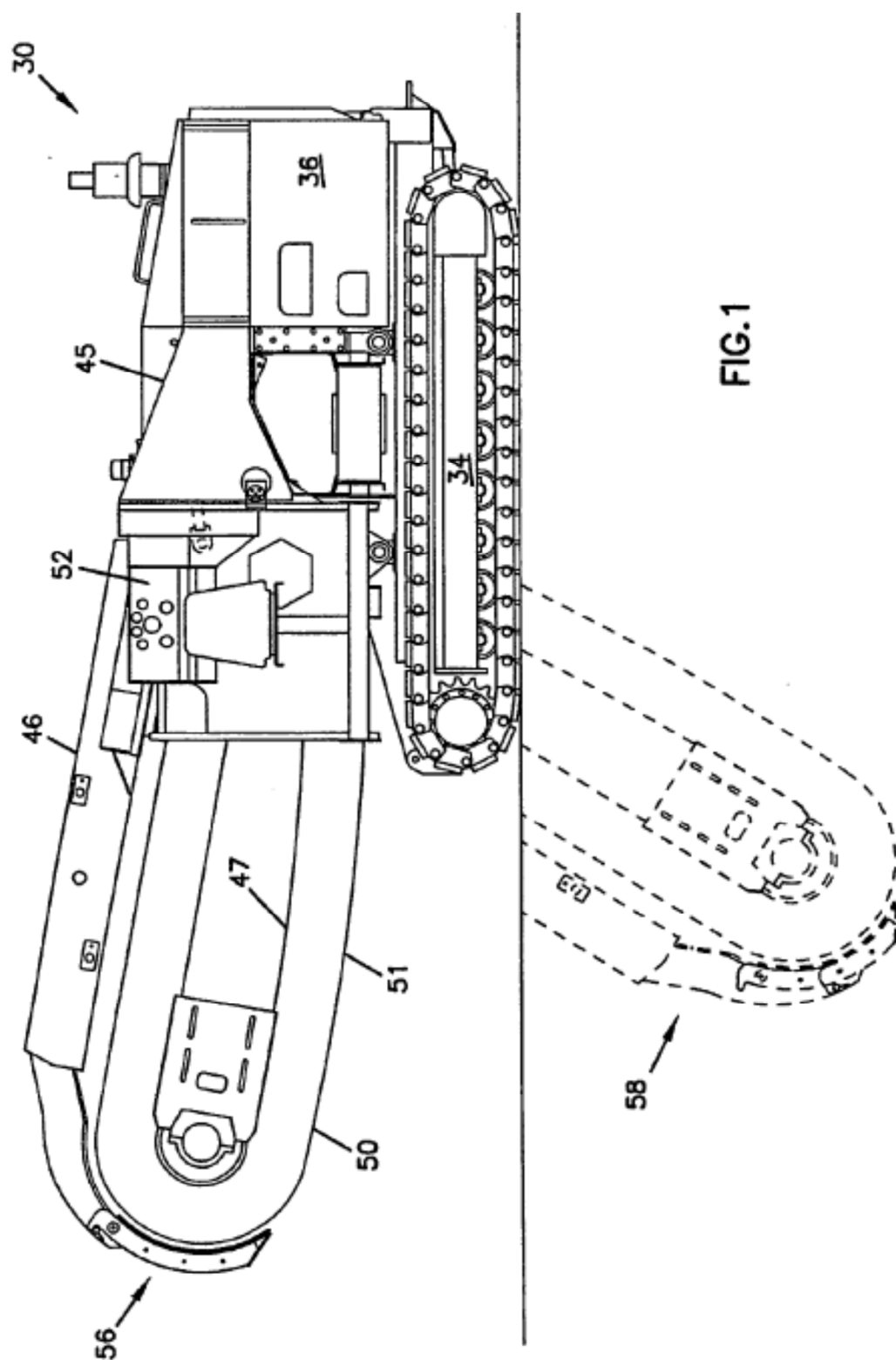
Se conocen en la técnica actuadores eléctricos y mecánicos. Adicionalmente, un motor puede energizar un actuador eléctrico y/o mecánico, y el actuador se puede conectar operativamente a un pescante. Se anticipa que el actuador anterior se puede sustituir por el cilindro hidráulico 43, la válvula controlable 41, y la bomba de suministro 55 en la especificación anterior. El sistema de control de la descripción actual se puede adaptar para controlar el actuador anterior.

20

La especificación anterior, los ejemplos y datos proporcionan una descripción completa de la fabricación y el uso de la composición de la invención. Debido a que se pueden hacer muchas realizaciones de la invención sin apartarse del espíritu y alcance de la invención que se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control para controlar un actuador (43) que sube y baja un accesorio de excavación (46), el accesorio de excavación (46) energizado por un accesorio de impulsión (48) que tiene una velocidad de impulsión, por la que dicho sistema de control comprende un controlador (182) configurado para supervisar la velocidad de tracción, caracterizado porque dicho controlador se configura para generar una señal de salida de accionador para subir el accesorio de excavación (46) cuando la velocidad de impulsión alcanza una velocidad predeterminada.
2. El sistema de control de la reivindicación 1 en donde, la velocidad predeterminada es cero.
3. Una máquina de excavación zanjadora (30) que comprende:
 - un accesorio de excavación (46);
 - un accesorio de excavación (48) que tiene una velocidad de impulsión y se configura proporcionar energía al accesorio de excavación (48);
 - un actuador (43) configurado para subir y bajar el accesorio de excavación (48), y
 - un sistema de control de acuerdo con la reivindicación 1.
4. La máquina de excavación zanjadora de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la velocidad de impulsión predeterminada es cero.



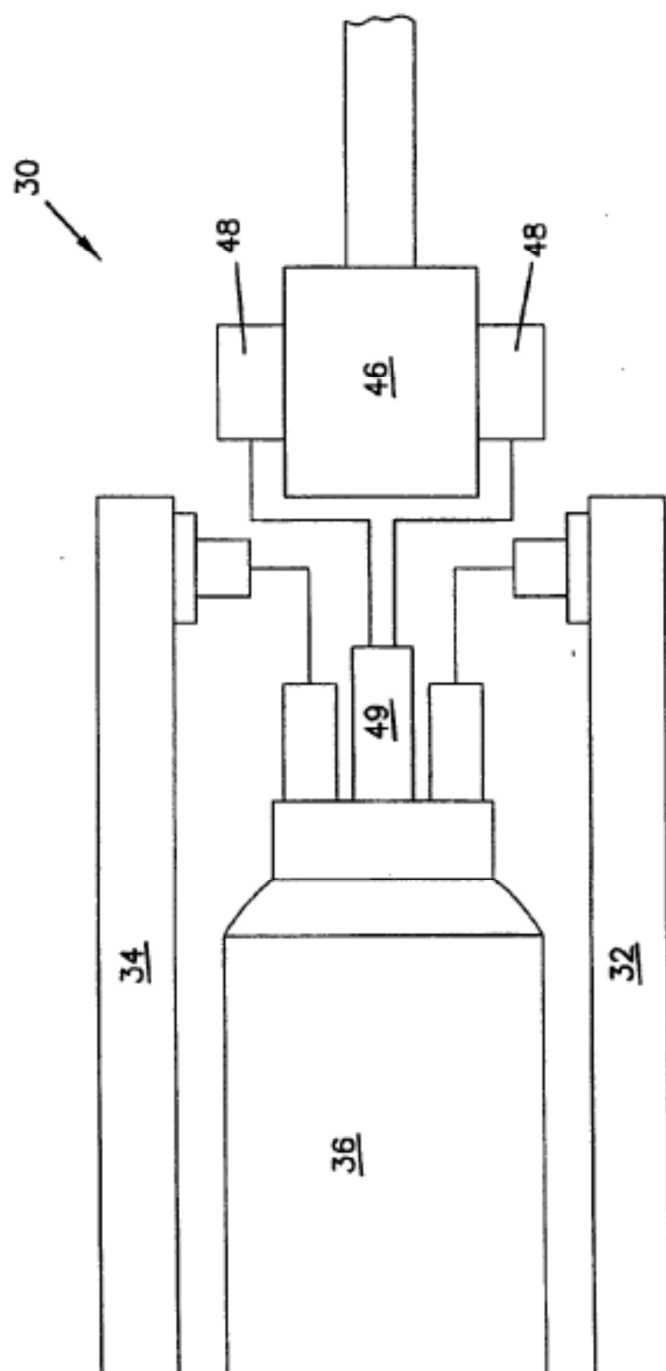


FIG.2

FIG.3

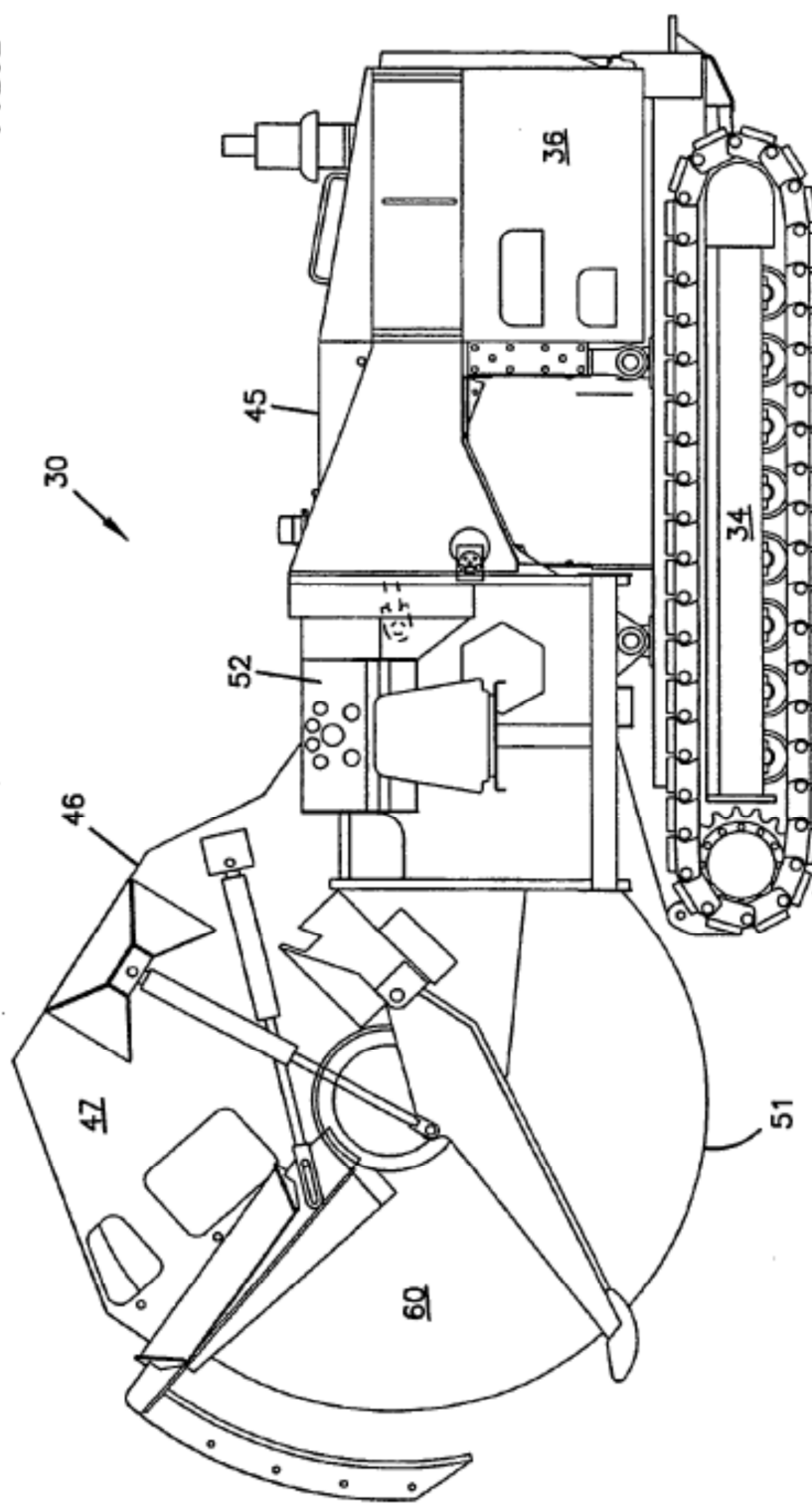
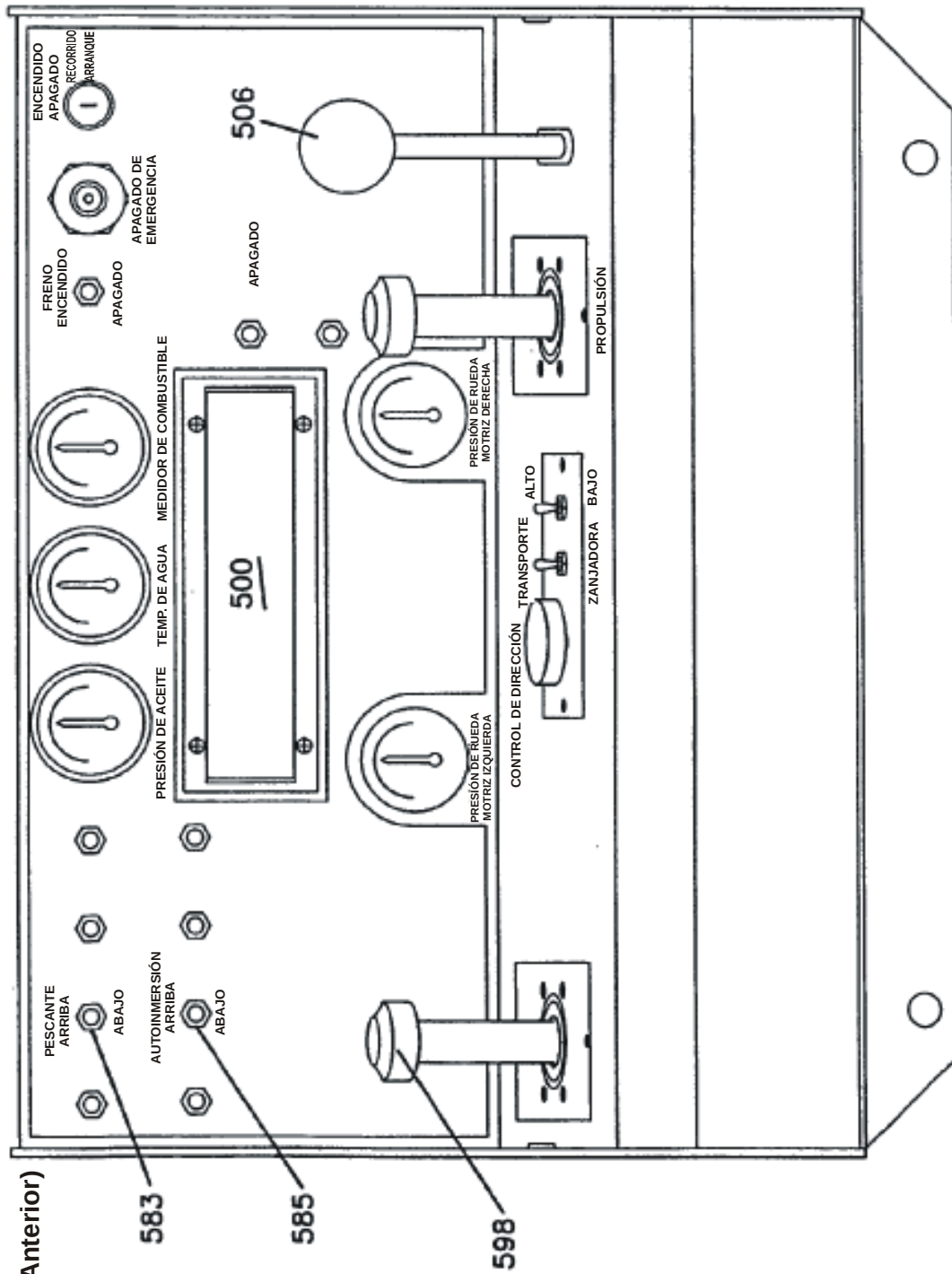
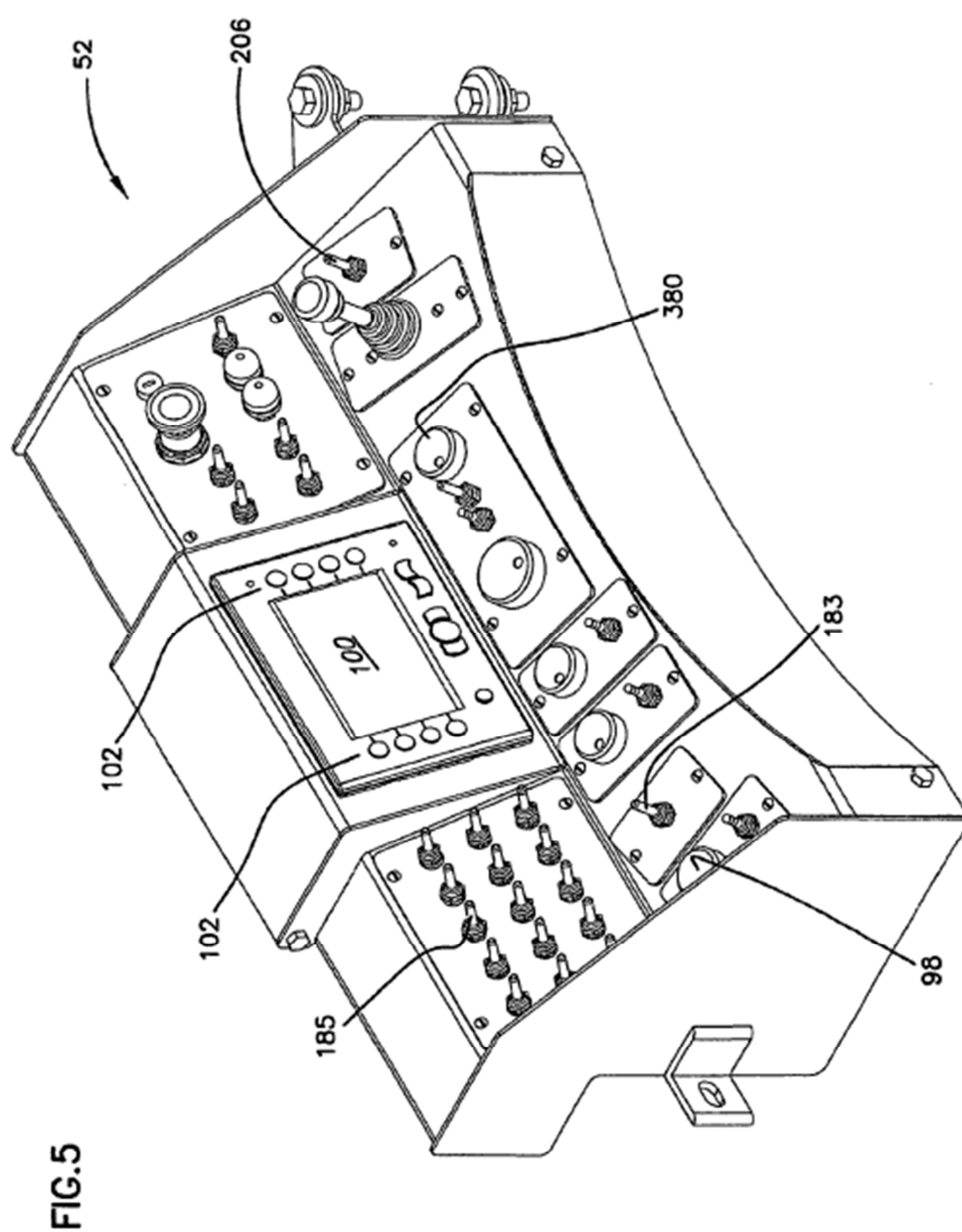


FIG.4
(Técnica Anterior)





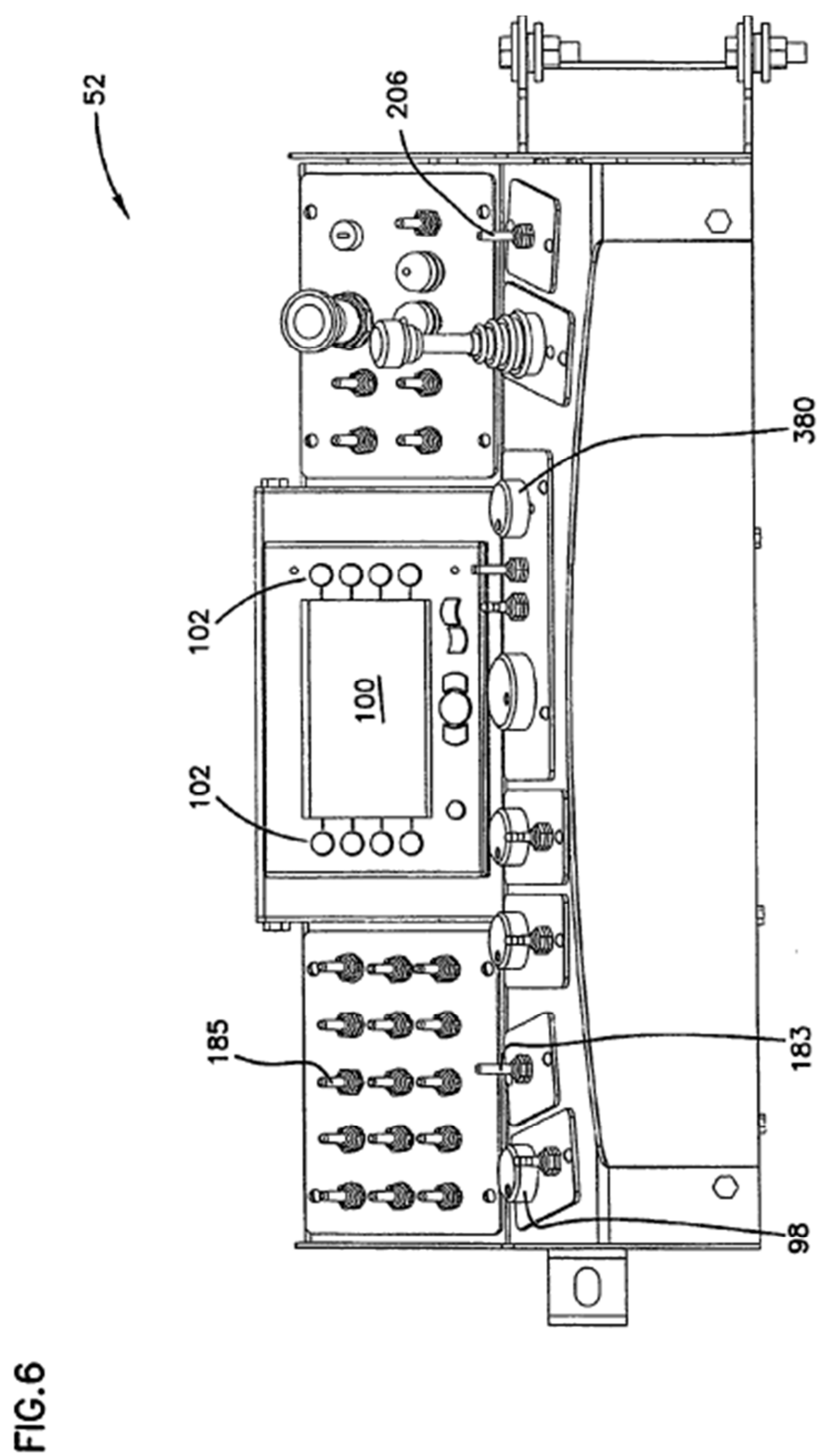


FIG.7

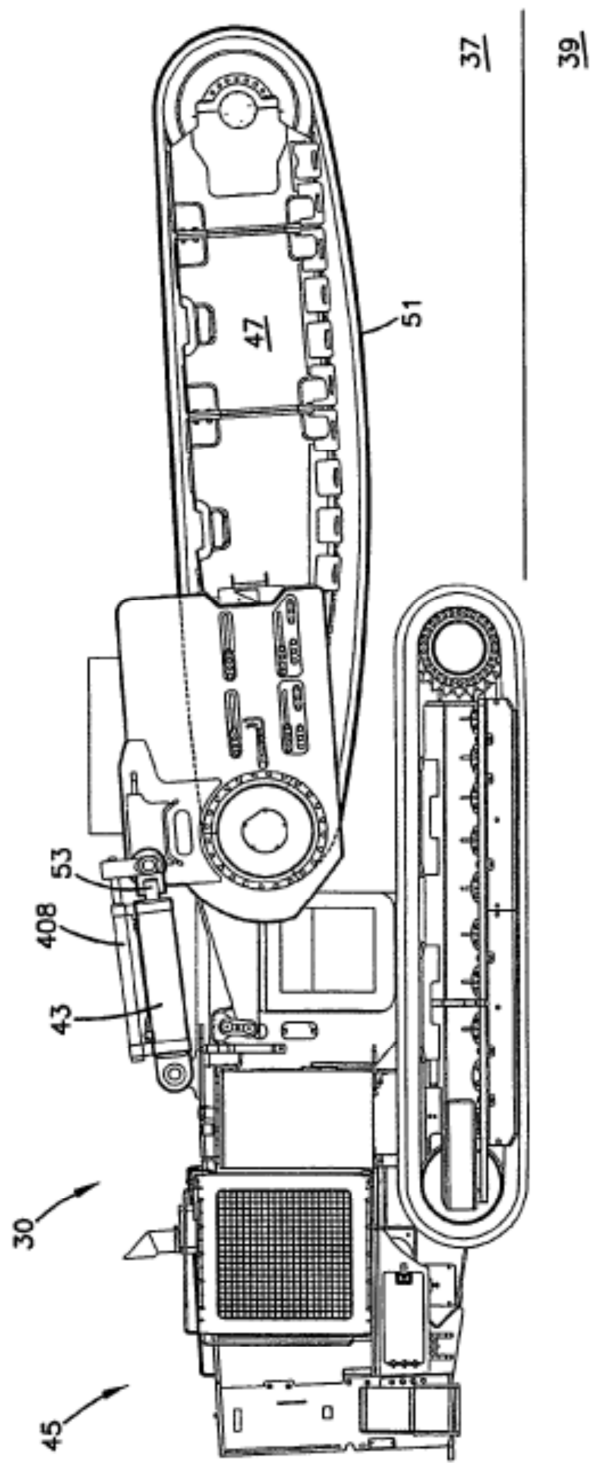


FIG.8

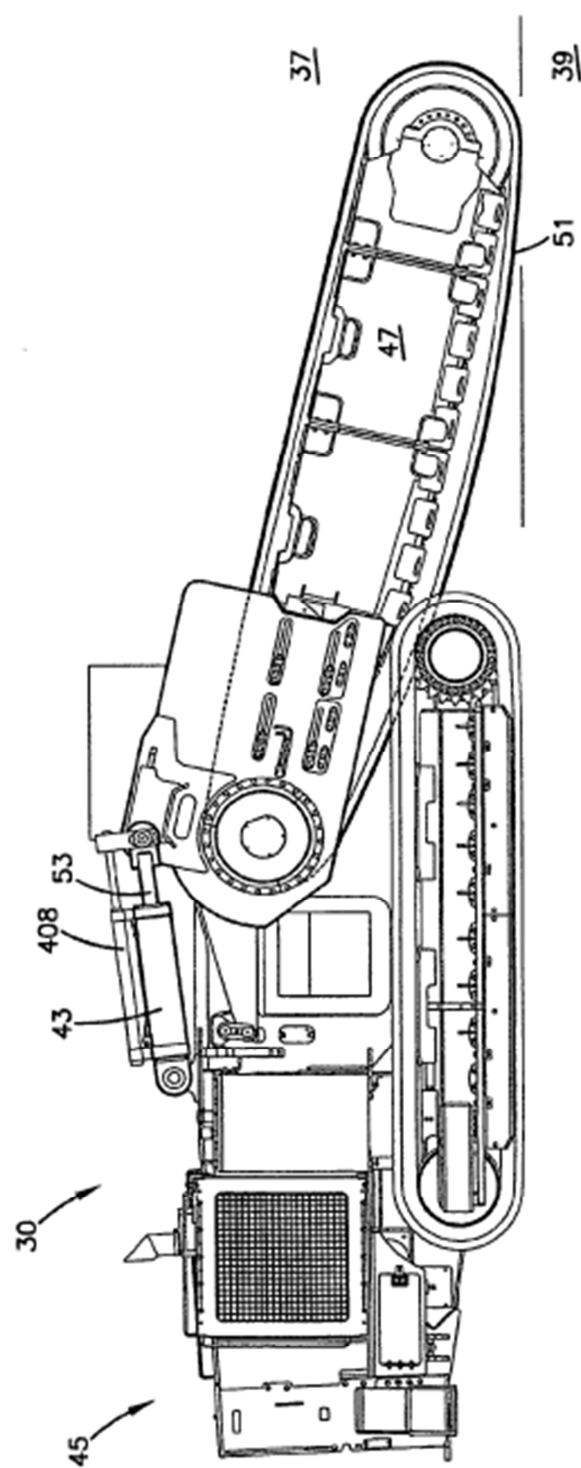
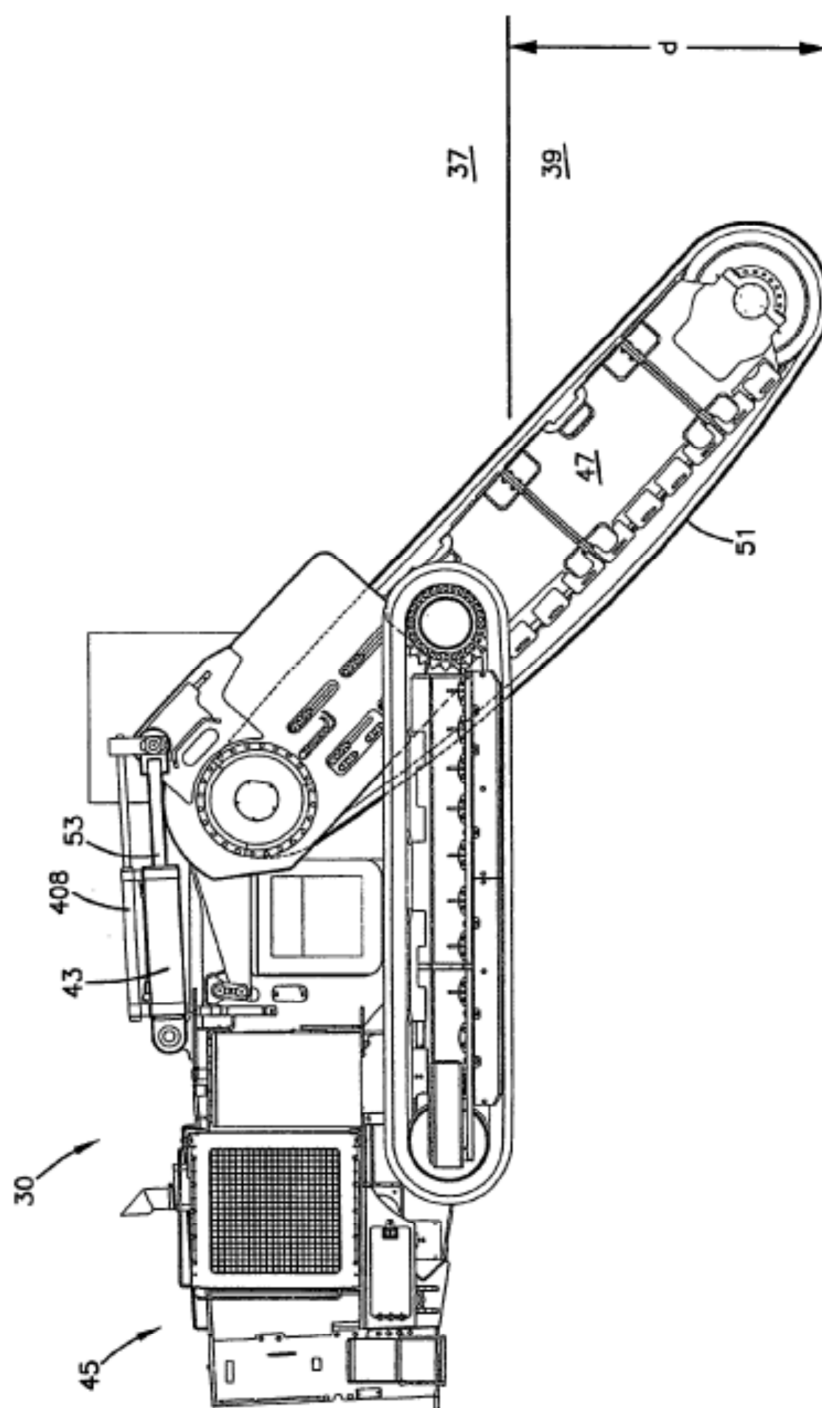


FIG.9



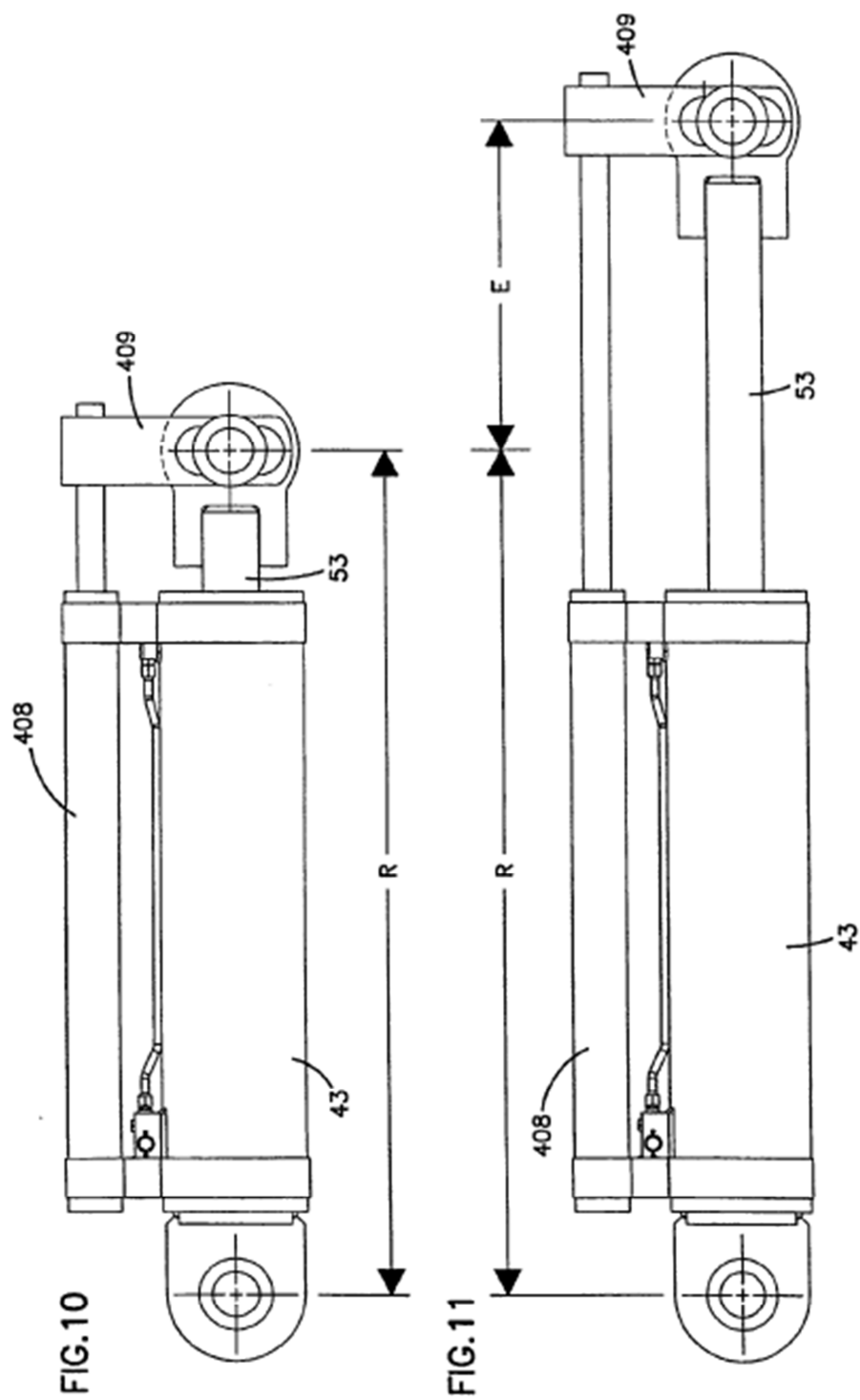


FIG. 12

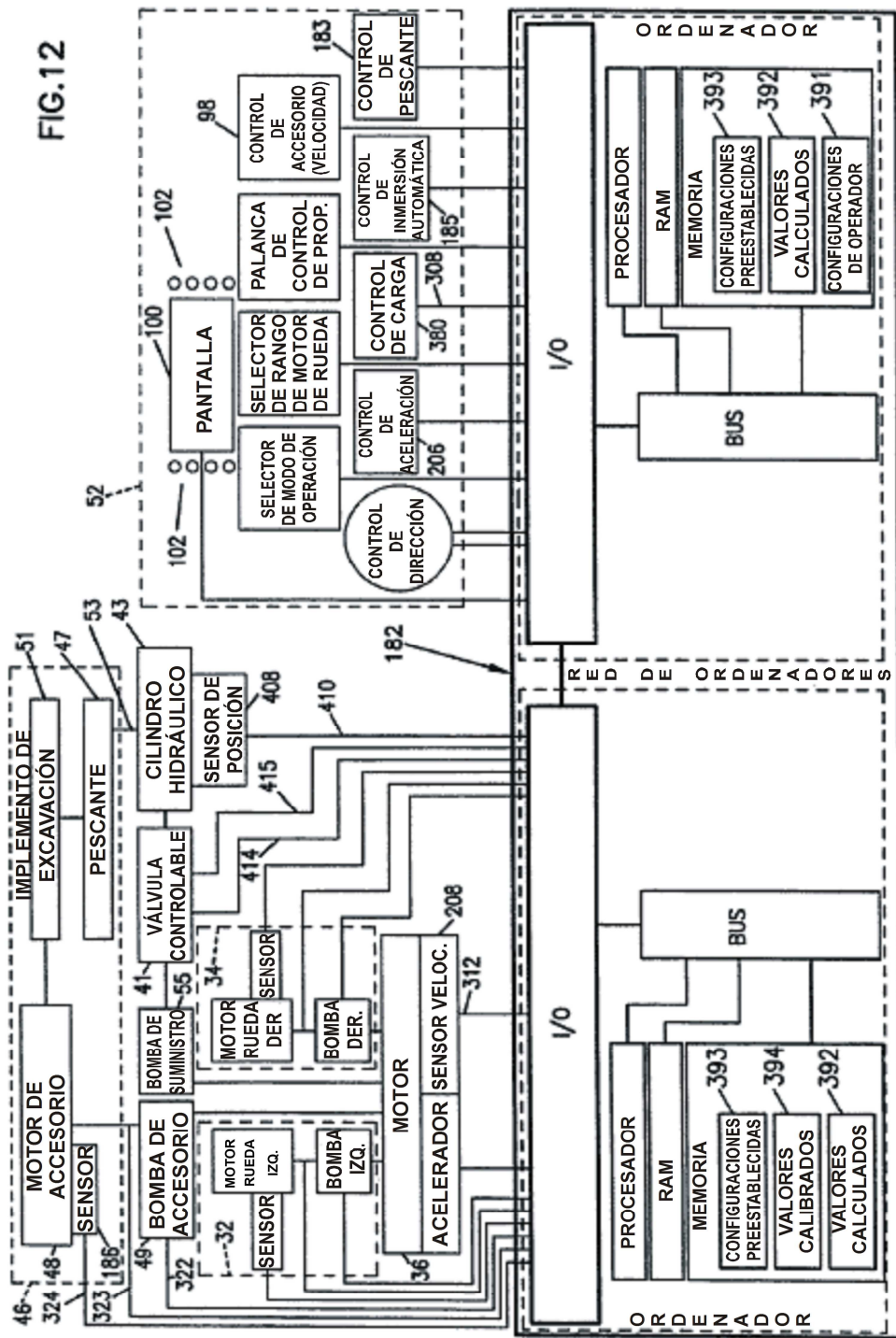


FIG.12A

CONFIGURACIONES DE OPERADOR	
LÍMITE DE CARGA	303
LIMITADOR DE VELOC DE CAIDA DE PESCANTE	406
POSICIÓN DE CILINDRO DESEADA	432
LÍMITE INFERIOR DE BANDA DE ACCESORIO	462
LÍMITE SUPERIOR DE BANDA DE ACCESORIO	463

FIG.12B

VALORES CALCULADOS	
LÍMITE DE BANDA PROPORCIONAL INFERIOR	310
LÍMITE DE BANDA PROPORCIONAL SUPERIOR	311
MULTIPLICADOR DE CARGA	317
MULTIPLICADOR DE ACCESORIO	417
CORRIENTE CALC. DE DESCENSO DE PESCANTE	442
CORRIENTE PRELIM. DE DESCENSO DE PESCANTE	444
CORRIENTE PRELIM. ASCENDENTE DE PESCANTE	445
CORRIENTE DE DESCENSO DE AUTOINMERSIÓN	446
CORRIENTE DE ASENSO DE AUTOINMERSIÓN	447

FIG.12C

CONFIGURACIONES PREESTABLECIDAS	
VELOCIDAD MAX. DE OPERACIÓN DE MOTOR	304
ANCHO DE BANDA PROPORCIONAL	305
VALOR DE SEÑAL DE VÁLVULA SATURADA	416

FIG.12D

VALORES CALIBRADOS	
UMBRAL DE DESCENSO DE VÁLVULA DE PESCANTE	402

FIG.13

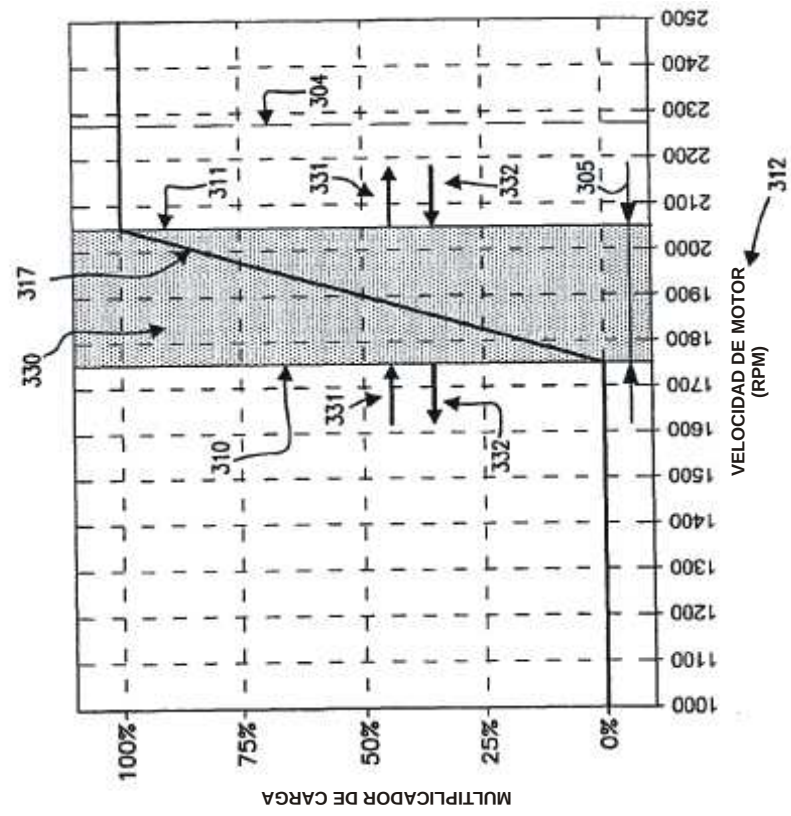


FIG.14

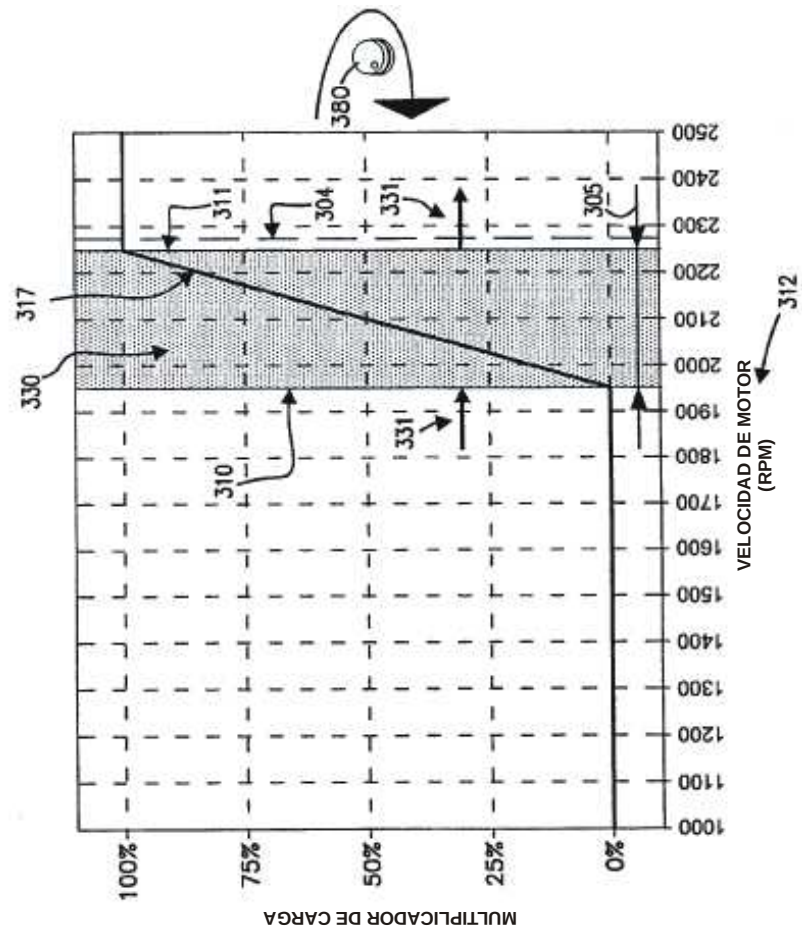


FIG.15

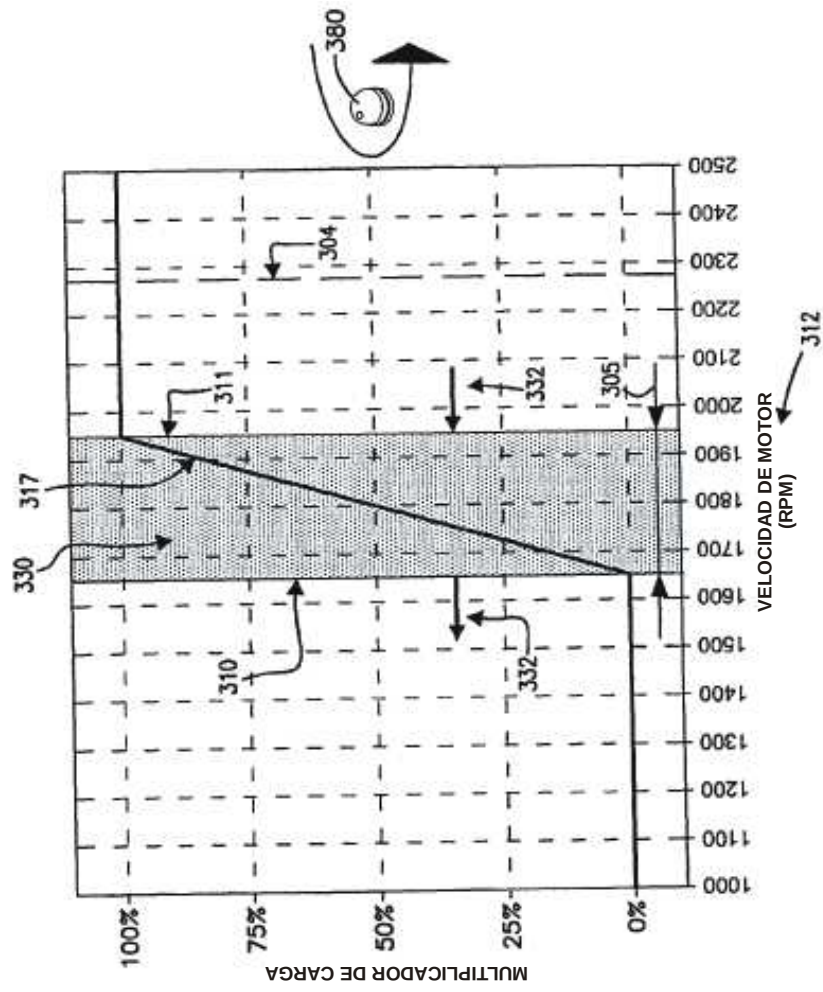


FIG.16

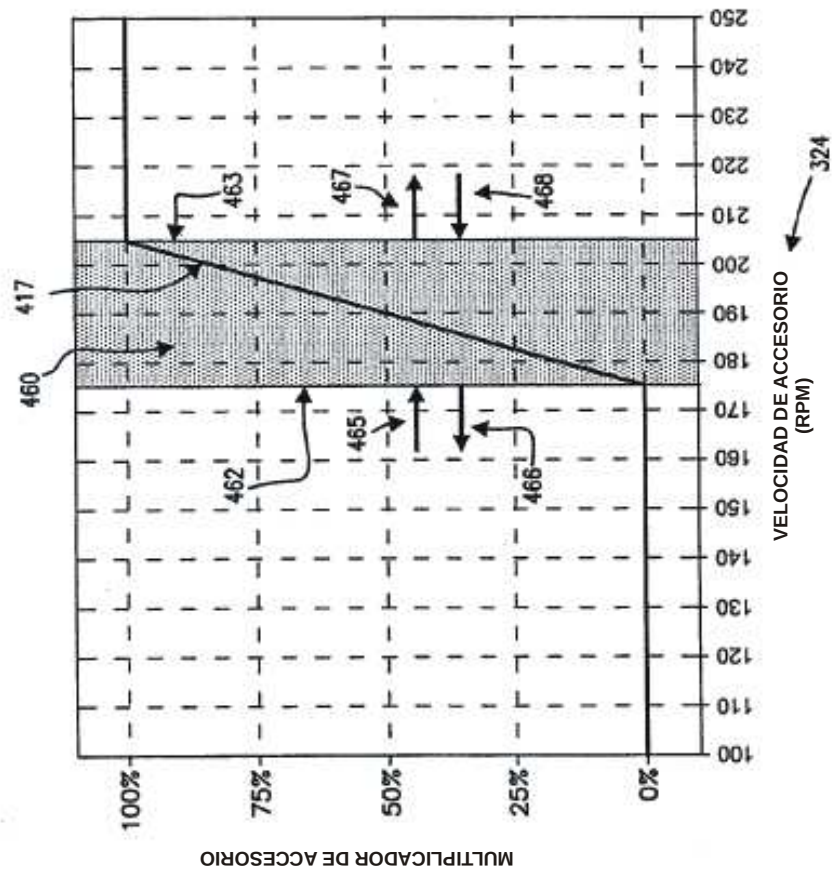


FIG.17

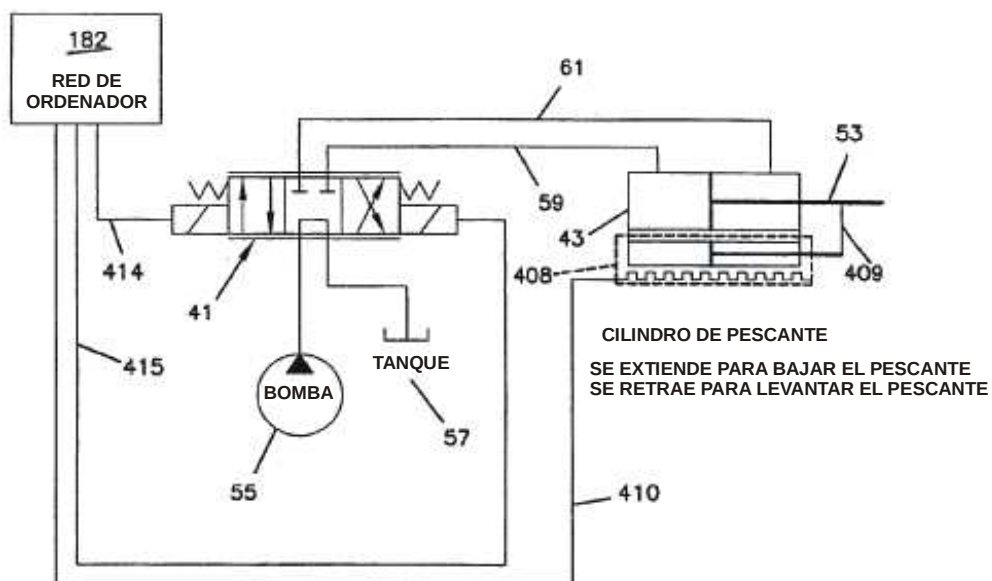


FIG.18

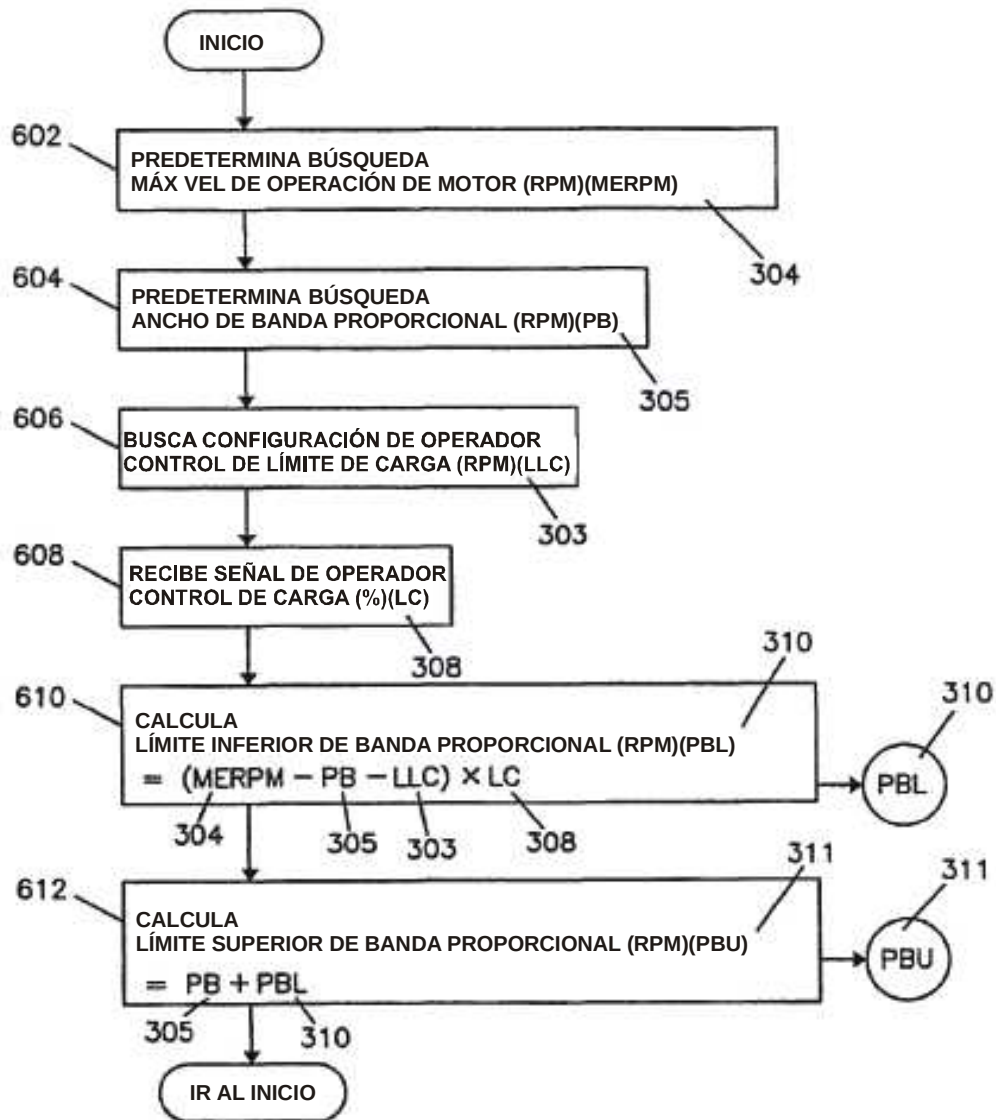




FIG.20

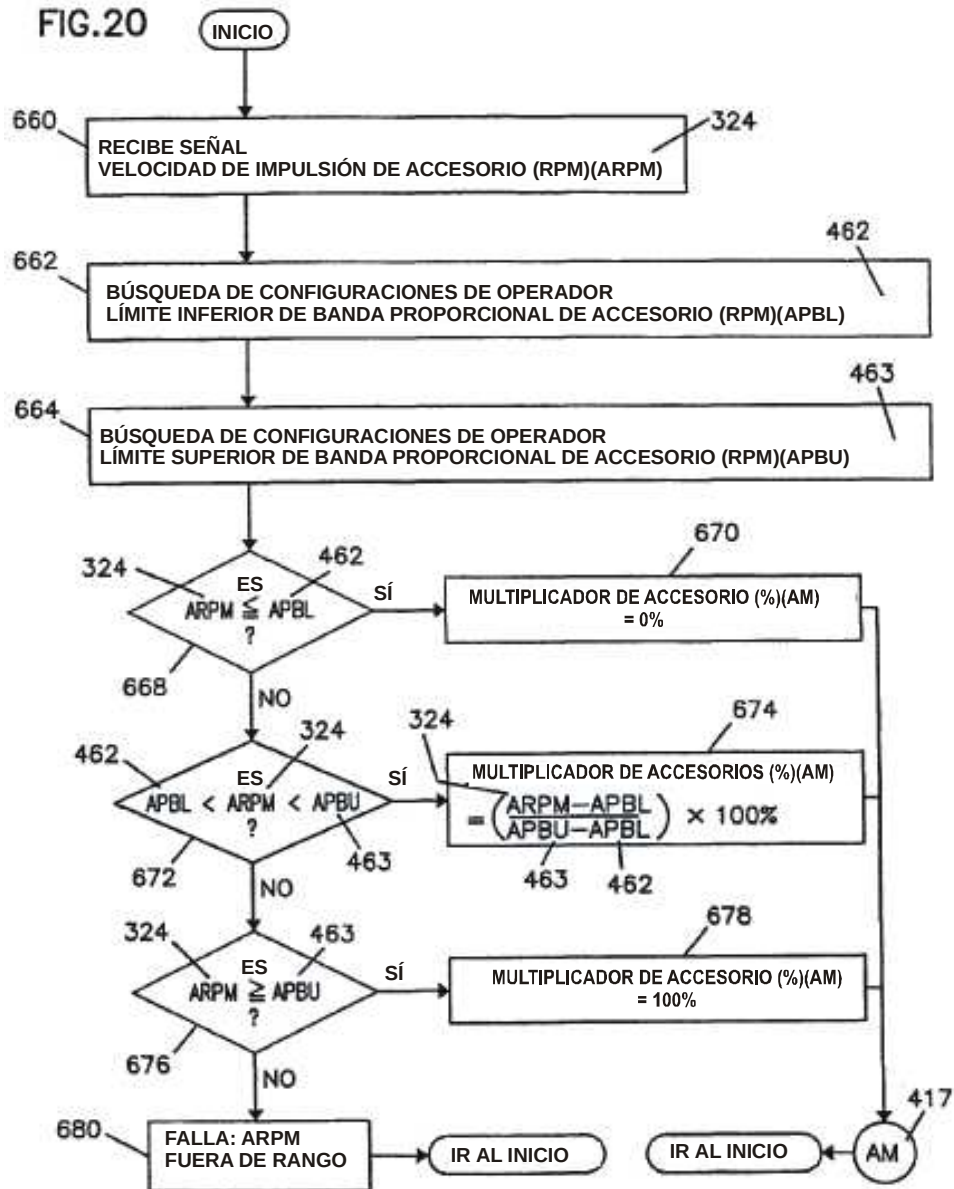


FIG.21

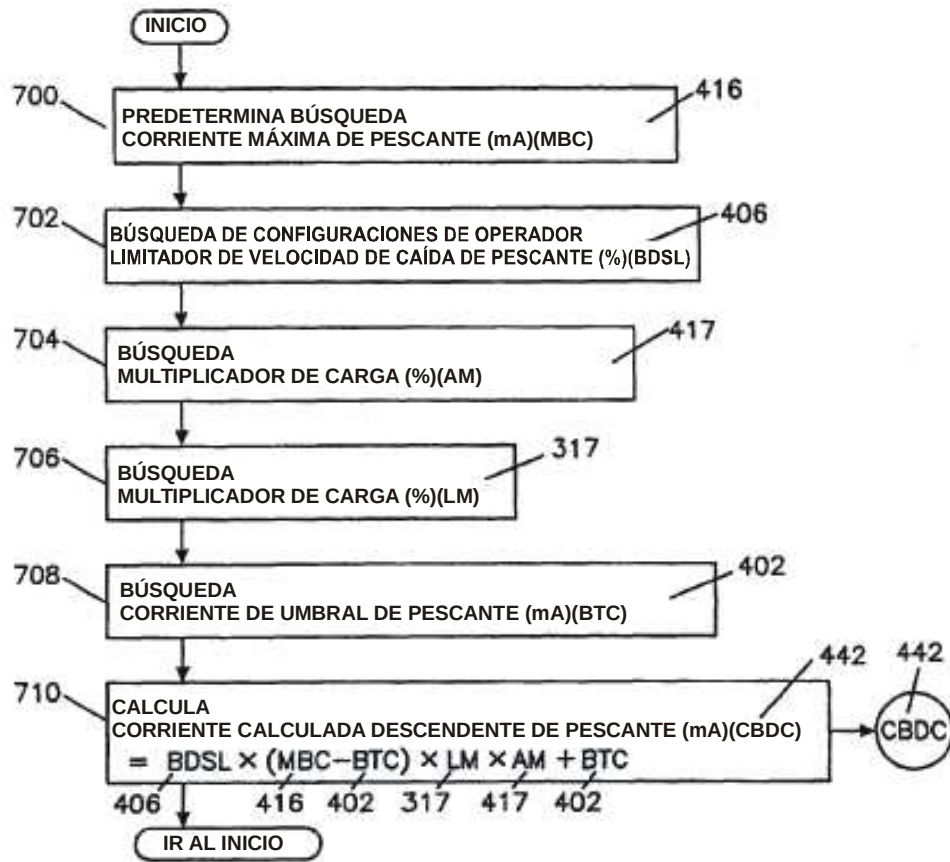


FIG.22

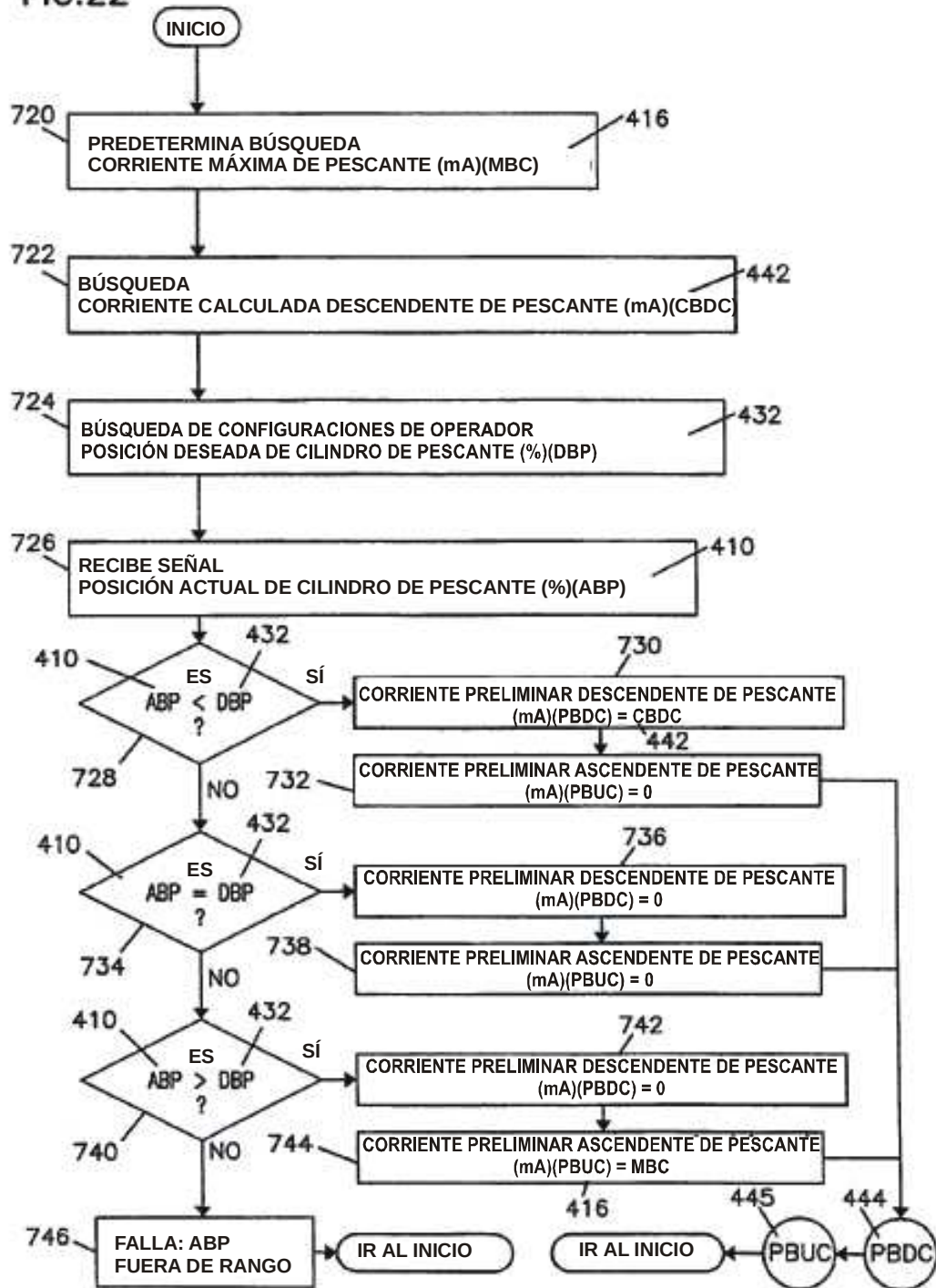


FIG.23

