

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 792**

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 10186517 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2273013**

54 Título: **Método de control de profundidad del pescante de una excavadora**

30 Prioridad:

**29.06.2007 US 771171**

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

**13.02.2014**

73 Titular/es:

**VERMEER MANUFACTURING COMPANY  
(100.0%)  
1210 Vermeer Road East  
Pella, IA 50219-0200 , US**

72 Inventor/es:

**BRUESS, STEVEN C. y  
HARTWICK, TY**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 442 792 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**

Método de control de profundidad del pescante de una excavadora

Campo Técnico

5 La presente invención se relaciona de manera general con el campo de la excavación, y más particularmente, con un método para controlar un implemento de excavación durante la excavación. Más en detalle, la presente invención se relaciona con un método de acuerdo al preámbulo de la reivindicación 1.

Antecedentes

10 Varios tipos de maquinaria de excavación inician una operación de excavación en una posición por encima del suelo 37 y emplean una herramienta de excavación motorizada para penetrar la tierra a una profundidad d específica. Ciertas máquinas de excavación se diseñan para excavar inicialmente la tierra en una dirección generalmente vertical con respecto a la superficie del suelo, y luego proceden con la excavación en una dirección generalmente horizontal. Para estas y otras máquinas de excavación, normalmente se puede apreciar el tiempo requerido para completar el esfuerzo de la excavación vertical inicial.

15 Una de dichas máquinas de excavación que efectúa una excavación vertical inicial antes de una excavación horizontal se denomina una excavadora de oruga. Una máquina de excavación tipo excavadora de oruga 30 mostrada en las FIGS. 1 y 2, incluye normalmente un motor 36 acoplado a un impulsor de oruga izquierdo 32 y un impulsor de oruga derecho 34 que comprenden juntos una porción de tractor 45 de una excavadora de oruga 30. Un acoplamiento 46, usualmente montado sobre un pescante 47, se acopla normalmente a la parte trasera de la porción del tractor 45 y efectúa normalmente un tipo específico de operación de excavación.

20 Se emplea a menudo una cadena de zanjadora 50 para acabar zanjas relativamente grandes a una tasa apreciable. La cadena de zanjadora 50 permanece generalmente por encima del suelo en una configuración de transporte 56 cuando se maniobra la excavadora 30 alrededor del sitio de trabajo. Durante la excavación, la cadena de zanjadora 50 es bajada a una posición por debajo del suelo 39, penetrando el suelo y escavando una zanja a la profundidad y velocidad deseada aunque en una configuración de excavación 58.

25 Otros acoplamientos de excavación populares se denominan una rueda giratoria 60 en la técnica, mostrada en la Figura 3, y se puede operar de manera similar a aquella de la cadena zanjadora 50. También se conocen acoplamientos adicionales, tales como un TERRAIN LEVELER™, fabricado por Vermeer Manufacturing Company de Pella, Iowa, en la técnica y se operan de manera similar.

30 Una máquina de excavación tipo excavadora de oruga normalmente emplea uno o más sensores que monitorean varios parámetros físicos de la máquina. La información recogida de los sensores se utiliza generalmente como una entrada para regular una función particular de la máquina, y/o suministrarle al operador información, normalmente al transducir una señal del sensor para comunicación con una o más pantallas 500 o instrumentos de despliegue, tal como un tacómetro, por ejemplo.

35 Como se muestra en la Fig.4, el interruptor de posición manual del pescante (arriba/abajo) 583 se suministra normalmente para permitirle al operador controlar el movimiento y la posición vertical del acoplamiento 46. Un interruptor de auto inmersión 585 se suministra normalmente para permitirle al operador controlar el movimiento y la posición del pescante de acoplamiento 47 en conjunto con la regulación de retroalimentación de la velocidad del motor 36. La regulación de retroalimentación normalmente monitorea la velocidad del motor 36 y reduce la velocidad del movimiento del pescante de acoplamiento 47 durante la carga pesada del motor e incrementa la velocidad del movimiento del pescante de acoplamiento 47 durante la carga liviana del motor. Un control de velocidad del propulsor de acoplamiento 598 se suministra normalmente para permitirle al operador seleccionar y ajustar la velocidad del propulsor de acoplamiento 46. Un acelerador de motor 506 se suministra normalmente para limitar la velocidad del motor 36. Estos controles le permiten al operador elevar y bajar el acoplamiento 46 entre la posición por encima del piso 37 y la posición por debajo del piso 39 y efectuar una operación de excavación denominada corte de inmersión.

40

45

Es generalmente deseable mantener el motor 36 a un nivel de salida constante durante la excavación la cual, a su vez, le permite al acoplamiento de excavación 46 operar a un nivel de salida de excavación constante. En ciertas aplicaciones, se desea mantener el motor 36 a su máximo nivel de salida de potencia. Controlar la excavadora 30 durante la excavación del corte de inmersión al emplear un sistema de control de retroalimentación como se describió en la patente US 5, 768,811, emitida en Junio 23, 1998, elimina la necesidad de que el operador haga

50

frecuentes ajustes al interruptor de posición manual del pescante 583 con el fin de mantener el motor 36 a un nivel de salida de motor objetivo.

5 La EP 1 914 354 A describe un controlador para vehículos de oruga de una excavadora que recibe una indicación de la velocidad de un motor y la velocidad de una salida de un convertidor de torque que acopla el motor a un elemento de excavación para escavar una zanja. Con base en la proporción de la velocidad del motor y la velocidad de salida del convertidor de torque, el controlador anula la entrada del operador sobre los vehículos de oruga y detiene o hace más lenta la excavadora cuando la proporción excede un rango predeterminado.

10 El documento US 5 065 326 A describe un sistema de control y un método que controla un implemento de trabajo de una máquina de excavación para efectuar un ciclo de trabajo de excavación completo. Al efectuar el ciclo de trabajo, el sistema de control extiende automáticamente el implemento de trabajo hacia abajo hacia la excavación, completa un golpe de excavación, captura el material escavado, hace oscilar el implemento de trabajo para descargar, descarga la carga, regresa el implemento de trabajo a la excavación, y repite el ciclo de trabajo hasta que la excavación esta escavada de acuerdo con las especificaciones programadas por el operador. El sistema de control monitorea la posición del implemento de trabajo y las fuerzas ejercidas sobre el implemento de trabajo y acciona controlablemente el implemento de trabajo de acuerdo a una posición predeterminada y los valores de consigna de fuerza.

20 El documento US 2004/211092 A describe una máquina de relleno integrada que incorpora una barrena de excavación frontal que es preferiblemente mecánica opuesta hidráulicamente motorizada, que en conjunto con un montaje de barra ruptora suministra capacidades para excavación y trituración, y que incorpora otras varias mejoras y avances, incluyendo pantalla y medios de control del nivel de transportador de pase de cruce, un sistema de monitoreo de nivel de relleno en tiempo real y un modelo de control de ayuda, controles mejorados, control de polvo, y un relleno de clima frio, y métodos para utilizar la máquina.

25 El documento FR 1 596 736 A describe un mecanismo para una máquina que mueve tierra que trabaja a velocidad lenta equipada con un motor que suministra energía tanto para el motor de traslación como el de operación y con un engranaje de distribuidor para particionar la potencia del motor a los ejes y vástagos de impulsión.

30 El documento US 4 896 442 a describe una excavadora que comprende una excavadora localizada adyacente a las ruedas traseras, cuyo par de ruedas son impulsadas hidráulicamente y que tienen un área abierta entre ellas en las cuales la excavadora se puede ubicar parcialmente. Las ruedas delanteras de la excavadora son dirigibles mediante el uso de un mecanismo de ajuste angular auto asegurante. El mecanismo de seguro se suministra para las ruedas delanteras cuando se inicia la acción de corte del circuito hidráulico de la excavadora que incluye una válvula de alivio de presión suministra una presión sustancialmente constante sobre la cadena de la excavadora. El mecanismo de seguro se suministra para las ruedas delanteras cuando se inicia la acción de corte de la excavadora.

35 La FR 2 222 498 A1 describe una maquina alto propulsada que tiene un miembro de impulsión, del tipo que comprende un motor, una transmisión para operar el miembro de impulsión que tiene un mango de seguridad que desconecta el miembro de impulsión de dicho motor en caso de sobrecarga.

40 Existe deseo entre los fabricantes de maquinaria de excavación de minimizar la dificultad de operar tales maquinas e incrementar su productividad cuando escavan, y más particularmente, cuando se hace corte de inmersión. También se desea que se logren niveles de productividad mientras se escava y se hace corte de inmersión bajo una variedad de condiciones de operación y ambientes y que la maquinaria de excavación sea sintonizable y adaptable a estas condiciones variantes. Adicionalmente, existe otro deseo entre los operadores de tal maquinaria de excavación para especificar la profundidad deseada a la cual la maquinaria de excavación escava y tener que la profundidad d se mantenga automáticamente sin una intervención adicional del operador. La presente invención cumple estas y otras necesidades al suministrar un método cuyas características se definen en la reivindicación 1 anexa.

#### Resumen

45 La presente descripción se relaciona con un sistema y método para controlar un implemento de excavación durante la excavación entre una posición sobre el piso y una posición por debajo del piso. El implemento de excavación se acopla a una máquina de excavación que tiene un motor. La posición y la tasa de cambio en la posición del implemento de excavación se regulan mediante el uso de una relación modificable por el operador entre una velocidad de motor y un multiplicador de carga. La posición y la tasa de cambio en la posición del implemento de excavación son reguladas adicionalmente mediante el uso de una relación modificable por el operador entre una velocidad de impulsión de acoplamiento y un multiplicador de acoplamiento. Un ordenador controla la posición del

implemento de excavación y la tasa a la cual se mueve el implemento de excavación en una dirección generalmente vertical mientras se escava la tierra entre las posiciones por encima del suelo y por debajo del suelo.

Los sensores detectan los parámetros de desempeño indicativos del desempeño del motor y el desempeño del implemento de excavación en la medida en que el implemento de excavación progresa a través de la tierra. El ordenador modifica el accionamiento del implemento de excavación en respuesta a los parámetros de desempeño detectados con el fin de mantener el motor a un nivel de salida objetivo cuando el motor está sujeto a variaciones en la carga en la medida en que el implemento de excavación es movido entre las posiciones por encima del piso y por debajo del piso. Adicionalmente el ordenador modifica el accionamiento del implemento de excavación en respuesta a los parámetros de desempeño detectados con el fin de mantener la velocidad de impulsión del implemento de excavación a una velocidad objetivo cuando el implemento de excavación se somete a variaciones en la carga en la medida en que el implemento de excavación se mueve entre las posiciones por encima del piso y por debajo del piso. El ordenador responde a los parámetros de desempeño detectados y a las variaciones del motor y la carga de excavación se puede sintonizar mediante una configuración de operador que modifica la relación entre la velocidad del motor y el multiplicador de carga y además sintonizada por la configuración del operador que modifica la relación entre la velocidad de impulsión del acoplamiento y un multiplicador de acoplamiento.

De acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, una máquina de excavación de excavadora de oruga incluye un pescante montado pivotantemente en la máquina de excavación y que apoya una cadena de excavación sinfín. Un cilindro, acoplado a la máquina de excavación y el pescante, mueve el pescante entre la posición por encima del piso y la posición por debajo del piso durante la excavación. Un detector de posición de pescante detecta la posición del cilindro y/o el pescante y genera una señal que comunica esta posición al ordenador. La profundidad de excavación deseada se establece por la configuración del operador y se comunica al ordenador. Una válvula controlable, responde a las señales de control recibidas del ordenador y otro dispositivo de control, regula el desplazamiento del cilindro para modificar la tasa de movimiento del pescante y la posición del pescante. El ordenador y/o el dispositivo de control, acoplados al motor y a la válvula controlable, controla la válvula controlable con el fin de modificar la tasa del movimiento del pescante con fin de mantener el motor a los niveles de salida objetivo en la medida en que el pescante se mueve entre las posiciones por encima del piso y por debajo del piso durante la excavación. El ordenador y/o el dispositivo de control, acoplado al propulsor de acoplamiento y a la válvula controlable, controlan, la válvula controlable con el fin de modificar la tasa de movimiento del pescante con el fin de mantener la velocidad del propulsor de acoplamiento a la velocidad objetivo en la medida en que el pescante se mueve entre las posiciones por encima del suelo y por debajo del suelo durante la excavación. El ordenador y/o el dispositivo de control, acoplado al sensor de posición del pescante y a la válvula controlable, controla la válvula controlable con el fin de modificar la posición del pescante con el fin de obtener y mantener una profundidad de excavación durante la excavación.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La FIG. 1 es una vista lateral derecha de una excavadora de oruga, incluyendo un acoplamiento de excavación de la cadena zanjadora operablemente montado sobre el pescante de acoplamiento.

La FIG. 2 es una vista superior generalizada de la excavadora de oruga que incluye un propulsor de oruga derecho, y un propulsor de oruga izquierdo, y un propulsor de acoplamiento;

La FIG. 3 es una vista lateral derecha de la excavadora de oruga con un acoplamiento de excavación de la rueda gigante acoplado a este;

La FIG. 4 es una vista en elevación completa de la consola de control de la excavadora de la técnica anterior que incorpora un control de velocidad de acoplamiento, un acelerador de motor, un control de pescante de acoplamiento, y un monitor;

La FIG. 5 es una vista en perspectiva completa de una consola de control de la excavadora de oruga que incorpora una perilla de control de carga, un acelerador de motor, un control de velocidad de acoplamiento, un control de un manual de pescante, un interruptor que posibilita la auto inmersión, y un monitor con una pluralidad de navegación de menú y botones de selección;

La FIG. 6 es una vista en elevación completa de la consola de control de la FIG. 5:

La FIG. 7 es una vista lateral izquierda de la excavadora de oruga de la FIG. 1 descrita con el pescante de acoplamiento en una configuración por encima del suelo antes de efectuar la operación de corte de inmersión;

- La FIG. 8 es una vista lateral izquierda de la excavadora de oruga de la FIG. 1 descrita con el pescante de acoplamiento que hace transición desde la configuración por encima del suelo a la configuración por debajo del suelo;
- 5 La FIG.9 es una vista lateral izquierda de la excavadora de oruga de la FIG. 1 descrita con el pescante de acoplamiento en una configuración por debajo del suelo luego de completar la operación de corte de inmersión;
- La FIG. 10 es una vista lateral izquierda de un accionador de pescante operablemente conectado al sensor de posición del pescante descrito en una configuración retraída;
- La FIG. 11 es una vista lateral izquierda del accionador del pescante y el sensor de posición del pescante de la FIG. 10 descrita en una configuración extendida;
- 10 La FIG. 12 es un diagrama de bloque que ilustra una red de ordenador para controlar la operación de corte de inmersión del pescante de la excavadora de oruga que emplea la perilla de control de carga, el interruptor que posibilita la auto inmersión, el control manual del pescante, el sensor de posición del pescante, y la pantalla con una navegación del menú y los botones de selección;
- 15 La FIG. 12 A es un diagrama de bloque que ilustra una lista de ejemplos de variables que se relacionan con una pluralidad de configuraciones de operador utilizadas en la red de ordenador de la FIG 12;
- La FIG. 12 B es un diagrama de bloque que ilustra una lista de ejemplo de las variables que se relacionan con una pluralidad de los valores calculados y utilizados con la red de ordenador de la FIG. 12;
- La FIG. 12 C es un diagrama de bloque que ilustra una lista de ejemplo de las variables que se relacionan con una pluralidad de configuraciones preestablecidas utilizadas dentro de la red del ordenador de la FIG. 12;
- 20 La FIG. 12 D es un diagrama de bloque que ilustra una lista de ejemplo de las variables que se relacionan con una pluralidad de valores calibrados utilizados dentro de la red del ordenador de la FIG.12;
- La FIG. 13 grafica un multiplicador de carga versus una velocidad de motor a una configuración particular e ilustra una banda proporcional de velocidad de multiplicador/motor de carga modificable con un límite superior y un límite inferior;
- 25 La FIG. 14 ilustra la banda proporcional modificable y la gráfica de la FIG. 13 donde la ubicación de la banda se ha incrementado al cambiar la perilla de control de carga en el sentido de las manecillas del reloj;
- La FIG. 15 ilustra la banda proporcional modificable y la gráfica de la Figura 13 donde la ubicación de la banda se ha disminuido al girar la perilla de control de carga en sentido contrario a las manecillas del reloj;
- 30 La FIG. 16 grafica un multiplicador de acoplamiento versus una velocidad de propulsor de acoplamiento en una configuración particular e ilustra una banda proporcional de velocidad de multiplicador/acoplamiento del acoplamiento modificable con un límite superior y un límite inferior;
- La FIG. 17 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de una válvula controlable que recibe señales de la red de ordenador y regula el movimiento y la posición del accionador del pescante con retroalimentación desde el sensor de posición del pescante;
- 35 La FIG. 18 ilustra un proceso de control para calcular los límites de la banda proporcional de velocidad del multiplicador/motor de carga de la FIG. 13 a 15 para los parámetros de ingreso corrientes.
- La FIG. 19 ilustra un proceso de control para calcular el multiplicador de carga de la FIGS. 13 a 15 dado los parámetros de ingreso corrientes,
- 40 La FIG. 20 ilustra un proceso de control para calcular el multiplicador de acoplamiento de la FIG. 16 dados los parámetros de ingreso corrientes;
- La FIG. 21 ilustra un proceso de control para calcular una caída corriente del pescante calculada los parámetros de ingresos corrientes

La FIG. 22 ilustra un proceso de control para calcular una caída del pescante preliminar corriente y una subida del pescante preliminar corriente dados los parámetros de ingreso;

La FIG. 23 ilustra un proceso de control para calcular una caída de auto inmersión corriente y una subida de auto inmersión corriente dados los parámetros de ingreso corrientes;

- 5 La FIG. 24 ilustra un proceso de control para calcular una caída del pescante corriente y una subida del pescante corriente dados los parámetros de ingreso corrientes.

Descripción Detallada

10 La presente invención se dirige a un método para controlar un implemento de excavación 51 de una máquina de excavación mientras se escava la tierra entre una posición por encima del suelo 37 y una posición por debajo del suelo 39.

15 En referencia ahora a las Figuras 7 a 9, se ilustra una descripción de una máquina de excavación de excavadora de oruga 30 que incluye un pescante 47 montado pivotantemente en la porción del tractor 45 de la excavadora de oruga 30. La porción de tractor 45 incluye un propulsor de oruga derecho 34, un propulsor de oruga izquierdo 32 y un motor 36. El pescante 47, sobre el cual una cadena de excavación sinfín 50 esta operablemente montada, se mueve entre las posiciones por encima del suelo y por debajo del suelo 37 y 39 mediante el accionamiento de un cilindro hidráulico 43 montado en el pescante 47 y la porción del tractor 45 de la excavadora de oruga 30. El cilindro 43 incluye un eje extendible 53 que esta mecánicamente acoplado al pescante 47. También acoplado al cilindro 43 mediante un acoplador 409 está un sensor de posición del pescante 408, como se muestra en las figuras 10 y 11 que suministra una señal de posición de pescante 410 a una red de ordenador 182. Como se muestra en la FIG. 17, una válvula controlable 41 regula el flujo del fluido hidráulico al cilindro hidráulico 43 en respuesta a la señal de control de la válvula de caída del pescante 414 y a la señal de control de la válvula de subida del pescante 415 generado por la red de ordenador 182, como se describirá con mayor detalle adelante.

25 En una configuración de ejemplo, la red de ordenador 182 incluye una pluralidad de controladores y otros componentes que cumplen con el estándar PLUS + 1™ definido por Sauer – Danfoss, Inc. de Ames, Iowa. Los módulos controladores de ejemplo incluyen un módulo controlador MC050 -010, un módulo controlador MC050-020, un módulo de entrada 1X024- 010, un módulo de salida OX024- 010 todos los cuales son vendidos por Sauer-Danfoss, Inc. De Ames, Iowa. En una configuración de ejemplo, se almacenan varios parámetros en una memoria no volátil y se mantiene un código de software en un EPROM.

30 Como se muestra en las FIGS. 7 a 9 y 12, el pescante 47 es un componente y la estructura principal de un acoplamiento 46 que además está comprendido de un motor de impulsión de acoplamiento 48, o que preferiblemente deriva potencia de una bomba propulsora de acoplamiento 49 el sensor de velocidad 186 acopla preferiblemente al motor de propulsión de acoplamiento 48 y genera una señal de velocidad de propulsión de acoplamiento 324. La bomba de propulsión de acoplamiento 49, que deriva potencia del motor 36, regula preferiblemente el flujo de aceite hidráulico al motor de propulsión de acoplamiento 48 el cual, a su vez, suministra potencia para el acoplamiento 46. La bomba de propulsión de acoplamiento 49 preferiblemente responde a las instrucciones comunicadas por una señal de la bomba de propulsión de acoplamiento 322 determinadas por la red de ordenador 182 como se ilustra en la fig. 12. Alternativamente, el control de acoplamiento puede operar sobre un motor de acoplamiento 48. Uno o más motores de propulsión de acoplamiento 48 y una o más bombas de propulsión de acoplamiento 49 se pueden utilizar juntas en un circuito hidrostático paralelo.

40 En ciertas realizaciones de la presente invención, el accionamiento del motor de propulsión de acoplamiento 48 es monitoreado por el sensor de velocidad 186. La señal de salida 324 producida por el sensor 186 se comunica a la red del ordenador 182. En ciertas realizaciones de la presente invención, la presión hidráulica operacional creada entre el motor de propulsión de acoplamiento 48 y la bomba de propulsión de acoplamiento 49 se monitorea mediante un sensor de presión y se comunica mediante una señal de presión de propulsión hidrostática de acoplamiento 323 a la red del ordenador 182.

50 En una realización preferida, el acoplamiento 46 se acopla a la parte trasera de la porción del tractor 45 de la excavadora de oruga 30. Varios acoplamientos 46 son conocidos en la técnica, cada uno especializado en efectuar un tipo específico de operación de excavación. La FIG. 1 ilustra un tipo de acoplamiento 46 que emplea la cadena de excavación 50, y la FIG. 3 ilustra un acoplamiento 46 de la rueda de giro 60. Otros acoplamientos 46, tales como el TERRAIN LEVELER™, elaborado por Vermeer Manufacturing Company of Pella, Iowa, también son conocidos en la técnica. La presente invención es adaptable a los varios acoplamientos 46 descritos aquí y a otros.

De acuerdo con la realización ilustrada en las FIGS. 7 a 9, en la excavadora de oruga 30 esta inicialmente ubicada en una ubicación de excavación deseada, con el pescante 47 elevado en la posición por encima del piso 37. Un esfuerzo de excavación involucra dos operaciones de excavación. La primera operación, denominada operación de corte de inmersión, involucra cortar o remover de otra manera la tierra entre el nivel del piso (ilustrado en la FIG. 8) y un nivel de excavación por encima del piso, indicado como la profundidad  $d$  en la FIG. 9. La profundidad de excavación típica,  $d$ , varía entre aproximadamente 2 pies y 20 pies para la excavadora de oruga 30 del tipo ilustrado en las FIGS. 7 a 9. Después de completar la operación de corte de inmersión con el pescante 47 que penetra la tierra a una profundidad de excavación deseada,  $d$ , la segunda operación de excavación es opcionalmente iniciada, denominada operación de excavación, un procedimiento de excavación vertical involucra mantener el pescante 47 en la profundidad de excavación,  $d$ , y propulsar el tractor 45 y de esta manera el acoplamiento 46 de la excavadora de oruga 30 en una dirección deseada, cortando de esta manera una excavación desde la ubicación de corte de inmersión inicial a un extremo deseado de la ubicación de la excavación.

La excavación de una zanja resulta cuando se aplica potencia hidráulica al acoplamiento 46 y al propulsor y el propulsor de oruga 32 y 34 mientras la excavadora de oruga 30 está en una posición por debajo del suelo 39. La excavación del corte por inmersión resulta cuando la potencia hidráulica se aplica al acoplamiento 46 y al cilindro del pescante 43 y en la dirección de esencia del pescante 47 (ver FIG. 17). La excavación y el corte por inmersión pueden ocurrir simultáneamente dando como resultado una excavación al incrementar la profundidad  $d$ . Durante la excavación de la zanja, la excavación de corte por inmersión, o una combinación de ambos, la potencia hidráulica induce al movimiento de la porción activa del acoplamiento 46, es decir, la cadena de excavación 50 o la rueda giratoria 60. Opcionalmente montada en la porción activa del acoplamiento 46 están las herramientas de excavación formadas de un material adecuadamente duro tal como unos dientes de carburo u otros implementos de corte. La potencia hidráulica suministrada por los propulsores de oruga 32 y 34 y/o el cilindro del pescante 43 mueve la porción activa del acoplamiento 46 que propulsan la porción subterránea del acoplamiento 46 hacia el suelo no excavado. La porción activa del acoplamiento 46 y las herramientas montadas en este se acoplan y rompen el suelo para alejarlo del área excavada.

Efectuar una operación de corte por inmersión en el suelo que tiene unas características geofísicas variantes producirá variaciones concomitantes en la dificultad de la excavación en la medida en que la cadena de excavación activada 50 y el pescante 47 se mueven desde la posición por encima del suelo 37 a través del suelo variante, a la profundidad de excavación,  $d$ . Además, el corte por inmersión o la excavación a través del suelo con variaciones geofísicas significativas en las capas adyacentes puede resultar en un desbarbado y desasentamiento de la capa más dura que esta pobremente soportada por la capa adyacente suave. La capa dura desasentada se puede trabar en los implementos de corte y originar que la cadena de excavación 50 y el acoplamiento 46 se propulsen hasta pararse.

El sistema de control responde automáticamente sin requerir la intervención del operador, a la detención del propulsor de acoplamiento 46 al levantar el pescante 47 hasta que la trabazón pasa. Posteriormente, el pescante 47 es de nuevo descendido y se reanuda el corte de inmersión y/o la excavación del excavamiento.

El sistema de control y el método se modifica sin requerir la intervención del operador, el accionamiento del implemento de excavación 51 aunque escavar la tierra entre las posiciones por encima del suelo y por debajo del suelo con el fin de mantener el motor 36 generando potencia al implemento de excavación 51 a un nivel operativo objetivo en respuesta a las variaciones en la carga del motor durante la operación de excavamiento. De manera similar, el sistema de control y el método simultáneamente modifican el accionamiento del implemento de excavación 51 con el fin de mantener el propulsor de acoplamiento 46 a una velocidad objetiva durante la excavación.

El sistema de control y el método se obtiene y de esta manera se mantiene, sin requerir la intervención del operador, la profundidad de excavación deseada  $d$ . En una realización, la posición del pescante deseado (o cilindro de pescante 432) es seleccionado por el operador. La red de ordenador 182 compara la posición del pescante deseado 432 con la señal de posición del pescante 410 transducida por el sensor de posición del pescante 408. La diferencia entre la posición deseada 432 y la señal de posición del pescante 410 da como resultado enviar una señal de caída de la válvula del pescante corregida 414 o una señal hacia arriba de la válvula del pescante corregida 415 a la válvula controlable 41. Esto da como resultado el movimiento del pescante 47 a una posición más cercana a la posición deseada 432. Este proceso es repetido iterativamente hasta que se obtiene la posición deseada 432. Posteriormente, el proceso es repetido iterativamente para mantener la posición deseada 432, acomodando las perturbaciones que se pueden introducir a sistema.

En una realización preferida de la presente invención, varias señales y configuraciones se utilizan mediante el sistema de control para lograr sus varias metas y funciones. Para el propósito de esta descripción, estas variables del sistema de control se pueden clasificar de manera general en 7 categorías principales. Estas categorías pueden

traslaparse una con la otra y se introducen para organizar esta descripción. Estos y otros elementos de la presente invención se pueden clasificar mediante otros métodos y el siguiente método de clasificación no se debe interpretar como la colocación de ninguna limitación a la presente invención.

5 En ciertas realizaciones, ciertas de las varias señales y configuraciones 391, 392, 393 y 394 se almacenan en una memoria no volátil dentro de la red de ordenador 182 como se ilustró en la FIG. 12. Otras señales y configuraciones se pueden representar mediante una válvula de salida desde una palanca de perilla de control o una señal digital transmitida mediante un componente tal como un motor 36.

10 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 FIG. 12 C. Estas incluyen una velocidad operativa de motor máximo 304 en revoluciones por minuto (RPM), un ancho 305 de una banda proporcional 330 en RPM, y un valor 416 de una señal de comando de la válvula saturada que solicita la apertura máxima de la válvula. Otras realizaciones de la presente invención se pueden permitir para algunas o todas estas válvulas para ser ajustadas y/o restablecidas en otros momentos.

15 La segunda categoría de las señales y las configuraciones incluye un grupo de valores calibrados 394 derivado durante un procedimiento de calibración. Un ejemplo de estos valores calibrados 394 se ilustra en la FIG. 12D. Este incluye un valor umbral de la salida de caída del pescante 402 para la válvula controlable 41. El método de calibración para determinar este valor simplemente incrementa la señal de control de la válvula de caída del pescante 414 a la válvula controlable 41 hasta que la barra del cilindro 53 del cilindro hidráulico del pescante 43 se mueve. El valor de la señal de control 414 que inicia el movimiento es luego registrado como un valor umbral de caída del pescante 402 y almacenado 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.

25 Esta tercera categoría de señales y configuraciones incluye un grupo de configuraciones de operador 391 establecidas por el operador sobre una base ocasional, normalmente al acceder a un control sobre una consola de control del operador 52 (ver FIGS. 5 y 6). Ejemplos de estas configuraciones de operador 391 se ilustran en la FIG. 12A. Ejemplos adicionales incluyen una configuración de acelerador 206 de motor, una configuración de control de velocidad de acoplamiento 98, una configuración que posibilita la auto inmersión 185, y una señal de control de carga 308 en porcentaje. La señal de control de carga 308 se genera preferiblemente mediante una perilla de control de control de carga 380 que produce una señal de 0% cuando rota completamente contra las manecillas del reloj, 100% cuando rota completamente en la misma dirección de las manecillas del reloj y valores proporcionales cuando se encuentra entre estos extremos. Una pantalla de operador 100 y unos botones de selección y navegación y selección de menú del software 102 suministran acceso para ver y evitar varias configuraciones del menú del sistema de control. De manera alternativa, la pantalla 100 puede ser una pantalla sensible al toque y/o navegada de navegación en el ordenador con ratón. En una realización preferida, las configuraciones editables por vía de la pantalla 100 incluyen una configuración de control límite de carga 303 en RPM, un valor limitador de la velocidad de caída del pescante 406 en porcentaje. La posición del pescante deseada (o cilindro del pescante) 432 en porcentaje, un límite inferior de onda proporcional a la velocidad de propulsión de acoplamiento 462, y un límite superior de banda proporcional a la velocidad de propulsión de el acoplamiento 463. Varios otros controles de accesorios están opcionalmente localizados en la consola de control del operador 52. Ciertos operadores y ciertas excavaciones y técnicas de corte de inmersión pueden utilizar una o más de estas configuraciones sobre una base continua. En ciertas realizaciones, algunas de estas configuraciones se pueden preestablecer en la fabricación del sistema y pueden no ser modificables por el operador.

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

50 La quinta categoría de señales y configuraciones incluye aquellas señales que indican una excavadora física medida 30 o una condición ambiental y/o una excavadora 30 responde al sistema de control y al ambiente. Ejemplos de estas incluyen una señal de velocidad de motor 312 en RPM generada por un sensor de velocidad de motor 208, en la señal de velocidad del propulsor de acoplamiento 324 en RPM generada por el sensor de velocidad de propulsión de acoplamiento 186, la presión de propulsión hidrostática de acoplamiento 323, la señal de posición del pescante (o cilindro del pescante) 410 en porcentaje, y varias temperaturas del sistema y el ambiente.

55 La sexta categoría de señales y configuraciones incluye un grupo de valores calculado 392 calculado mediante la red de ordenadores de sistema de control 182 para uso adicional por el sistema de control. Ejemplos de estos valores calculados 392 se ilustran en la FIG.12B. Estas incluyen un multiplicador de carga 317, un límite inferior de

la banda proporcional a la velocidad del multiplicador/motor de carga 310, un límite superior de la banda proporcional a la velocidad del multiplicador/motor de carga 311, un multiplicador de acoplamiento 417, una corriente de caída del pescante calculada 442, una corriente de caída del pescante preliminar 444, una corriente de subida del pescante preliminar 445, una corriente de caída de auto inmersión 446, y una corriente de subida de auto inmersión 447.

La séptima categoría de señales y configuraciones incluye aquellas señales derivadas del sistema de control para el control de un parámetro del sistema. Ejemplos de estas señales incluyen la señal de control de la válvula de calidad del pescante 414, la señal de control de la válvula de subida del pescante 415, y la señal de la bomba de propulsión del acoplamiento 322.

Las señales y configuraciones del sistema de control descritas anteriormente se pueden generar por una selección del operador de una configuración de interruptor física discreta (por ejemplo la configuración que posibilita la auto inmersión 185), una selección del operador de una configuración de control física continua (por ejemplo, la posición deseada del pescante 432), o una selección del operador de una configuración discreta o continua por vía de la pantalla del operador 100 y unos botones de menudo 102 (por ejemplo la configuración de control límite de carga 303). El método para acceder y cambiar estas configuraciones como se describió anteriormente se puede reconfigurar entre los puntos de acceso del sistema de control físico y virtual sin apartarse del verdadero espíritu de la presente invención.

En referencia a las figuras para facilitar la discusión en profundidad, y más particularmente las FIGS. 5 y a 24, se muestra un sistema de control de profundidad de auto inmersión y el pescante para uso en la escaladora de oruga 30.

Como se discutió anteriormente, las FIGS. 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 automática o manualmente las varias funciones asociadas con el control de profundidad de corte de inmersión y del pescante.

La FIGS. 7 y 9 ilustran una realización de la configuración cinemática y las conexiones del pescante 47, el tractor 45, el cilindro hidráulico de accionamiento del pescante 43 en la medida en que el pescante 47 se mueve a través de su rango de movimiento. Las FIGS. 10 y 11 ilustran adicionalmente el cilindro hidráulico de accionamiento del pescante 43 que tiene una longitud retraída R, y una longitud extendida, R+E. En la realización preferida, el sensor de posición del cilindro del pescante 408 se acopla al cilindro hidráulico 43 mediante el acoplador 409 de tal manera que cualquier extensión o retracción del cilindro 53 sobresale una extensión correspondiente o retracción del sensor 408.

En una realización preferida, el sensor 408 es un sensor de efecto de salón que produce una señal eléctrica proporcional a la extensión del sensor 408.

La FIG. 12 ilustra una realización de las varias señales transmitidas y recibidas por la red de ordenador y su conexión a los varios componentes de la excavadora de oruga 30. Adicionalmente, se ilustran varias conexiones mecánicas e hidráulicas entre los varios componentes.

Las FIGS. 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 posteriormente modificar la ubicación de la banda proporcional 330 al incrementar 331 o disminuirla 332 mediante el uso de una perilla de control de carga 380. Como se ilustra en la FIG.14, el movimiento en el sentido de las manecillas del reloj de la perilla de control de carga 380 incrementa 331 la posición de la banda proporcional 330. Por el contrario, un movimiento en el sentido contrario a las manecillas de reloj de la perilla de control de carga 380 disminuye 332 la posición tal como se ilustra en la FIG.15. La ubicación específica de la perilla de control de carga 380 se puede establecer de acuerdo a una preferencia del operador y/o al ambiente de corte por inmersión/escalamiento corriente. La banda proporcional 330 y el multiplicador de carga 317 como se muestra en la FIGS. 13 a 15 y se calcula en las FIGS. 18 y 19 describen una relación proporcional y lineal. En otras realizaciones de la presente invención, otras relaciones funcionales no lineales se pueden utilizar y otros elementos, de tal manera que los términos integral y derivado se pueden incluir.

La FIG. 16 ilustra una banda proporcional modificable 460 en donde la relación entre la velocidad de propulsión de acoplamiento 324 y el multiplicador de acoplamiento 417 es proporcional. El operador puede seleccionar y posteriormente modificar la ubicación de límite superior 463 de la banda proporcional 460 al incrementarla 467 o disminuirla 468. De manera similar, el operador puede seleccionar y posteriormente modificar la ubicación del límite inferior 462 de la banda proporcional 460 al incrementarla 465 o disminuirla 466. Al incrementar 467 y 465 y disminuir 468 y 466 los límites 463 y 462 se puede lograr al utilizar la pantalla del operador 100 y los botones de selección de navegación y selección del menú del software 102 de la consola de control del operador 52. La banda proporcional 460 y el multiplicador de acoplamiento 417 tal como se muestra en la FIG.16 y se calculó en la FIG.20

describe una relación proporcional lineal. En otras realizaciones de la presente invención, otras relaciones funcionales no lineales se pueden utilizar y otros elementos tales como el descargar se pueden incluir.

5 La FIG. 17 es un diagrama esquemático simplificado que ilustra una relación entre la red de ordenador 182, y la válvula controlable 41, el cilindro hidráulico del pescante 43, el sensor de posición del cilindro del pescante 408, una  
 10 bomba de suministro hidráulico 55, y un tanque hidráulico 57. Como se mencionó anteriormente, la red de ordenador 182 compara la posición actual del cilindro del pescante 43, representada por la señal de posición del cilindro del pescante 410, a la posición deseada del cilindro del pescante 432 (ver FIG.12). Si se desea extender la posición del cilindro del pescante 43, la señal de control de la válvula de caída del pescante 414, tal como se calculó en la FIGS.  
 15 18, 24, se transmite la válvula controlable 41. Cambiando el carrete a la izquierda y haciendo que la presión de la bomba de suministro 55 sea enviada a lo largo de la línea hidráulica 59 al cilindro 43. Esto, a su vez, hace que la barra del cilindro 53 se extienda y regrese al fluido hidráulico para ser enviado al tanque 57 a lo largo de la línea hidráulica 61. Si se desea retraer la posición del cilindro del pescante 43, la señal del control de la válvula de subida del pescante 415, tal como se calculó en las FIGS. 18 a 24, se transmite a la válvula controlable 41, cambiando el  
 20 carrete a la derecha y haciendo que la presión de la bomba de suministro sea enviada a lo largo de la línea hidráulica 61 al cilindro 43. Esto, a su vez, origina que la barra del cilindro 53 se retraiga y regrese el fluido hidráulico para ser enviado al tanque 57 a lo largo de la línea hidráulica 59. Si no se desea un cambio en la posición del cilindro del pescante 43, no se envía señal a la válvula controlable 41 y el carrete permanece centrado bloqueando las líneas hidráulicas 59 y 61. Esto, a su vez, hace que la barra del cilindro 52 permanezca fija. Otras realizaciones de la presente invención pueden sustituir otras válvulas que tienen diferentes detalles pero que producen resultados similares.

Las FIGS. 18 a 24 describen una realización de la presente invención en el contexto de los diagramas de flujo que calculan y manipulan varias de las variables del sistema de control para controlar la posición del pescante 47 tanto en los modos automáticos como manuales. Se anticipa que se pueden considerar otros algoritmos que dan como resultado unas relaciones equivalentes entre las varias variables.

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

35 La FIG. 19 ilustra un método mediante el cual el multiplicador de carga 317 se calcula y almacena. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 620 a 626 e incluyen la velocidad de motor presente 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 o igual que el límite inferior 310, entonces el multiplicador de carga 317 se ajusta a 0% en la etapa 630 y se almacena. Si el resultado de la etapa 628 es no, la velocidad del motor 312 es probada 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 el resultado de la etapa 632 es no, la velocidad del motor 312 se prueba en la etapa 636. Si la velocidad del motor 312 se encuentra que es mayor o igual que el límite superior 311 entonces el multiplicador de carga 317 se ajusta al 100% en la etapa 638 y se almacena. Si el resultado de la etapa 636 es no, entonces una falla de fuera de rango se genera en la etapa 640. El ciclo de cálculo se repite después de que el multiplicador de carga 317 se almacena o después de la etapa 640.

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

Una característica de ciertas realizaciones de la presente invención se relaciona con el multiplicador de carga 317 y la banda proporcional modificable del operador asociado 330 mostrado en la FIGS. 13 a 15 y se calcula en las FIGS. 18 y 19. El multiplicador de carga 317 suministra retroalimentación del motor 36 al sistema de control y se utiliza para calcular la corriente de caída del pescante calculada 442 como se muestra en la FIG. 21. Además, una

5 característica en ciertas realizaciones de la presente invención se relaciona con el multiplicador de acoplamiento 417 y la banda proporcional modificable del operador asociado 460 mostrado en la FIG.16 se calcula en la FIG.20. El multiplicador de acoplamiento 417 suministra una retroalimentación de la velocidad de propulsión de acoplamiento 324 al sistema de control y se utiliza para calcular la corriente de caída del pescante calculada 442 como se muestra en la FIG.21. La corriente de caída del pescante calculada 442 se utiliza adicionalmente como la corriente de caída

10 del pescante preliminar 444 si ciertas pruebas se cumplen como se muestra en la FIG.22. Si la corriente de caída del pescante preliminar 444 se utiliza además como la corriente de caída de auto inmersión 446 si ciertas pruebas se cumplen como se muestra en la FIG.23. La corriente de caída de auto inmersión 446 se utiliza además como la corriente de caída del pescante 414 y se envía a la válvula controlable 41 si ciertas pruebas cumplen como se muestra en la FIG. 24.

15 El multiplicador de carga 317 y la banda proporcional 330 suministran un beneficio de ajustar continuamente la corriente de caída del pescante calculada 442 con base en la carga del motor. Esto le permite al motor 36 operar continuamente a altos niveles de salida y así la excavadora de oruga 30 obtiene altos niveles de producción. En otros términos, si el suelo compactado es encontrado por la escaladora de oruga 30 de tal manera que la velocidad del motor 312 es bajada durante la operación de corte de inmersión, el multiplicador de carga 317 se disminuye lo

20 cual también da como resultado una reducción en la corriente de caída del pescante calculada 442. En el caso en que la corriente de caída del pescante calculado 442 también se vuelva la corriente de caída del pescante 414 (como se describió en el párrafo precedente), la válvula controlable 41 disminuye la tasa del pescante 47 que se sumerge y así alivia algo de la carga sobre el motor 36 y le permite a la velocidad del motor 312 incrementarse. Por el contrario, si se encuentra solo suelto de tal manera que la velocidad del motor 312 se incrementa, se incrementa

25 el multiplicador de carga 317. Esto da como resultado correspondientemente un incremento en la tasa de inmersión del pescante 47. Esta acción incrementa la carga sobre el motor 36 y disminuye la velocidad del motor 312. Mediante el ajuste adecuado de las variables del sistema de control, la velocidad del motor 312 se puede mantener en una región de alta salida y la tasa del pescante 47 que se sumerge se puede ajustar continua y automáticamente para este propósito.

30 El multiplicador de acoplamiento 417 y la banda proporcional 460 suministran el beneficio de ajustar continuamente la corriente de caída del pescante calculada 442 con base en la velocidad de propulsión del acoplamiento 324. Esto le permite a la velocidad de propulsión del acoplamiento 324 operar continuamente cerca a la velocidad objetivo. En otros términos, si se encuentra solo compactado por la excavadora de oruga 30 de tal manera que la velocidad de propulsión del acoplamiento 324 es disminuido durante la operación de corte de inmersión, el multiplicador del

35 acoplamiento 417 se disminuye lo cual también da como resultado una reducción de la corriente de caída del pescante calculada 442. En el caso en que la corriente de caída del pescante calculada 442 también se vuelva la corriente de caída del pescante 414 (como se describió en los dos párrafos precedentes), la válvula controlable 41 disminuye la tasa del pescante 47 que se sumerge y así alivia alguna de las cargas del motor de acoplamiento 48 y le permite a la velocidad de propulsión del acoplamiento 324 incrementarse. Por el contrario, si se encuentra suelo

40 suelto de tal manera que se incrementa la velocidad de propulsión del acoplamiento 324, el multiplicador de acoplamiento 417 se incrementa lo cual correspondientemente da como resultado un incremento en la tasa de inmersión del pescante 47. Esta acción incrementa la carga sobre el motor de acoplamiento 48 y disminuye la velocidad de propulsión del acoplamiento 324. Mediante el ajuste adecuado de las variables del sistema de control, la velocidad de propulsión del acoplamiento 324 se puede mantener en una región deseada y la tasa de inmersión

45 del pescante 47 se puede ajustar continua y automáticamente para este propósito.

Las disposiciones que le permitan al operador ajustar la banda proporcional 330 al rotar la perilla de control de carga 380 suministran un beneficio de posibilitarle al operador sintonizar la excavadora de oruga 30 en un ambiente dado o con un desempeño deseado. Cargar el motor 36 de manera diferente utiliza los caballos de potencia disponibles y el torque de manera diferente y así permite que los resultados de la excavación varíen y se sintonicen. De manera

50 similar, disposiciones que le permitan al operador ajustar la banda proporcional de velocidad de acoplamiento 460 le dan un beneficio de posibilitarle al operador sintonizar adicionalmente la excavadora de oruga 30. Cargar el motor de acoplamiento 48 de manera diferente le permite a la excavación que los resultados sean variados y sintonizados.

Regresando ahora a la FIG.21 se ilustra un método para calcular y almacenar la corriente de caída del pescante calculada 442. Este método utiliza el multiplicador de acoplamiento 417 y el multiplicador de carga 317 para

55 suministrar retroalimentación, como se discutió anteriormente. Las entradas para este método son recuperadas en las etapas 700 a 708 que incluyen una corriente de pescante máxima 416 en la etapa 700, el limitador de velocidad de caída del pescante 406 en la etapa 702, el multiplicador de acoplamiento 417 en la etapa 704, el multiplicador de carga 317 en la etapa 706, y la corriente umbral del pescante 402 en la etapa 708. La corriente de caída del

pescante calculada 442 se calcula como se muestra en la etapa 710 y se almacena. El ciclo de cálculo entonces se repite.

La FIG. 22 ilustra un método en el cual la corriente de caída del pescante preliminar 444 y la corriente de subida del pescante preliminar 445 se calcula y almacena. Este método le permite al sistema de control controlar automáticamente la posición del pescante con la meta de lograr y mantener la posición del cilindro del pescante deseada 432. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 720 a 726 e incluyen una corriente de pescante máxima 416 en la etapa 720, la corriente de caída del pescante calculada 442 en la etapa 722, la posición del cilindro del pescante deseada 432 en la etapa 724, y la posición actual del cilindro del pescante 410 en la etapa 726. La posición del cilindro actual del pescante 410 se prueba en la etapa 728 y si se encuentra que es menor que la posición deseada del cilindro del pescante 432, entonces la corriente de caída preliminar del pescante 444 se ajusta para que sea igual a la corriente de caída calculada del pescante 442 en la etapa 730 y se almacena en la corriente de subida preliminar del pescante 445 para que se ajuste igual a 732 y se almacena. Si el resultado de la etapa 728 es no, la posición del cilindro actual del pescante 410 se prueba en la etapa 734 y si se encuentra que es igual a la posición del cilindro deseado del pescante 432, entonces la corriente de caída preliminar del pescante 444 se ajusta para ser cero en la etapa 736 y se almacena y la corriente de subida preliminar del pescante 445 se ajusta para ser igual a cero en la etapa 738 y se almacena. Si el resultado de la etapa 734 es no, la posición del cilindro actual del pescante 410 se prueba en la etapa 740 y si se encuentra que es mayor que la posición del cilindro deseado del pescante 432, entonces la corriente de caída preliminar del pescante 444 se ajusta para ser igual a cero en la etapa 742 y se almacena y la corriente de subida preliminar del pescante 445 se ajusta para ser igual a la corriente máxima del pescante 416 en la etapa 744 y se almacena. Si el resultado de la etapa 740 es no, entonces una falla de fuera de rango se genera en la etapa 746. El ciclo del cálculo se repite después de que la corriente de caída preliminar del pescante 444 y la corriente de subida preliminar del pescante 445 se almacenan o después de la etapa 746. Este método también puede incluir o incorporar técnicas del sistema de control conocidas en el arte tal como suministrar una banda muerta en las etapas 728, 734 y 740. Este método puede además incluir e incorporar tales técnicas del sistema de control como el ciclo P-I-D para lograr la posición deseada del cilindro del pescante 432.

La FIG. 23 ilustra un método mediante el cual la corriente de bajada de auto inmersión 446 y la corriente de subida de auto inmersión 447 se calculan y almacenan. Este método le permite al sistema de control interrumpir automáticamente el proceso de auto inmersión y/o de escavado y levanta el pescante 47 cuando el propulsor de acoplamiento se ha detenido y se reanuda cuando se recupera de la detención. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 760 a 766 e incluyen la corriente de pescante máxima 416 en la etapa 760, la corriente de bajada del pescante preliminar 444 en la etapa 762, la corriente de subida del pescante preliminar 445 en la etapa 764, y la velocidad propulsora de acoplamiento 324 en la etapa 766. La velocidad de propulsión del acoplamiento 324 se prueba en la etapa 768 y si se encuentra que es cero, entonces la corriente de bajada de auto inmersión 446 se ajusta igual a cero en la etapa 770 y se almacena y la corriente de subida de auto inmersión 447 se ajusta igual a la corriente del pescante máxima 416 en la etapa 772 y se almacena. Si el resultado de la etapa 768 es no, entonces la corriente de bajada de auto inmersión 446 se ajusta igual a la corriente de bajada preliminar del pescante 444 en la etapa 764 y se almacena y la corriente de subida de auto inmersión 447 se ajusta igual a la corriente de subida preliminar del pescante 445 en la etapa 776 y se almacena. El ciclo de cálculo entonces se repite. Este método también puede incluir e incorporar técnicas de sistema de control conocidas en el arte tales como suministrar una banda muerta en la etapa 768.

La FIG. 24 ilustra un método mediante el cual la corriente de caída del pescante 414 y la corriente de subida del pescante 415 se calculan y almacenan. Este método permite posibilitar el control de profundidad del pescante en auto inmersión y automáticamente. Este método también le permite al sistema de control interrumpir las funciones de control de profundidad del pescante de auto inmersión automáticas cuando el operador activa el control manual del pescante 183 y se reanuda luego de la desactivación. Adicionalmente, este método le permite al control manual del pescante 183 que sean utilizadas funciones con las funciones del control de profundidad del pescante de auto inmersión de automáticas deshabilitadas. Las entradas para este método se recuperan en las etapas 800 a 808 e incluyen la corriente máxima del pescante 416 en la etapa 800, la posición de interruptor que posibilita la auto inmersión 185 en la etapa 802, la posición del interruptor de control manual del pescante 183 en la etapa 804, la corriente de bajada de auto inmersión 446 en la etapa 806, y la corriente de subida de auto inmersión 447 en la etapa 808. La posición del interruptor del control normal del pescante 183 se prueba en la etapa 810 y si se encuentra que esta "ARRIBA" entonces la corriente de bajada del pescante 414 se iguala a cero en la etapa 812 y se almacena y la corriente de subida del pescante 415 se ajusta igual a la corriente máxima del pescante 416 en la etapa 814 y se almacena. Si el resultado de la etapa 810 es no, entonces la posición de interruptor del control manual del pescante 183 se prueba en la etapa 816 y si se encuentra que está "ABAJO", entonces la corriente de bajada del pescante 414 se ajusta para ser igual a la corriente máxima del pescante 416 en la etapa 818 y se almacena y la corriente de subida del pescante 415 se ajusta igual a cero en la etapa 820 y se almacena. Si el resultado de la etapa 816 es no, entonces la posición de interruptor de control manual del pescante 183 se prueba

5 en la etapa 822, y si se encuentra que esta "APAGADO" entonces la posición de interruptor que posibilita la Auto inmersión 185 se prueba en la etapa 824 y si se encuentra que esta "PRENDIDA" entonces la corriente de bajada del pescante 414 se ajusta igual a la corriente de caída por la corriente de bajada de auto inmersión 446 en la etapa 826 y se almacena y la corriente de subida del pescante 415 se ajusta igual a la corriente de subida de auto inmersión 447 en la etapa 828 y se almacena. Si el resultado de la etapa 824 es no, entonces la posición del interruptor que posibilita la auto inmersión 185 se prueba en la etapa 830 y si se encuentra que esta "APAGADO" entonces la corriente de bajada del pescante 414 se ajusta igual a cero en la etapa 832 y se almacena y la corriente de subida del pescante 415 se ajusta igual a cero en la etapa 834 y se almacena. Si el resultado de la etapa 830 es no, entonces una falla de salida de rango se genera en la etapa 836. Si el resultado de la etapa 822 es no, entonces la falla de salida de rango se genera en la etapa 838. El ciclo de cálculo se repite después de que la corriente de bajada del pescante 414 y la corriente de subida del pescante 415 se almacenan o después de las etapas 836 u 838.

15 La red del ordenador 182 descrita en esta especificación puede incluir una o más dispositivos de cómputo. Estos dispositivos de cómputo pueden ser distribuidos físicamente a través de la excavadora de oruga 30 y se pueden incorporar dentro de ciertos componentes de la excavadora de oruga 30, por ejemplo el motor 36 que controla el sistema puede tener un dispositivo de cómputo que este incorporado en la red de ordenador 182. Los dispositivos de cómputo pueden ser conocidos con varios nombres que incluyen controlador y ordenador. Los dispositivos de cómputo pueden ser digitales o análogos y pueden ser programables mediante software.

20 En ciertos casos, la descripción anterior se refiere a un sistema específico de unidades cuando se discute una variable particular por ejemplo, RPM. Se anticipa que un sistema alternativo de unidades se podría utilizar en cada uno de los casos. Se anticipa además que un sistema transformado de unidad se puede utilizar cuando se desee, por ejemplo, una posición de cilindro de pescante deseado en porcentaje se puede transformar en una posición deseada de pescante en grados.

25 Ciertas señales descritas anteriormente y en las figuras en los términos de los tipos de señal específica y unidades, por ejemplo, la señal de control de carga 308 se describe por tener un rango de 0% a 100% y las señales de válvula controlables 414 y 415 se describen como utilizando miliamperios (mA) de corriente eléctrica. Otras varias señales y unidades se pueden sustituir por aquellas descritas anteriormente sin apartarse del espíritu real de la presente invención, por ejemplo, la señal de control de carga 308 se puede reemplazar con una señal de modelación de ancho de pulso (PWM). De manera similar, estas señales también pueden ser transformadas de un tipo de señal a un tipo de señal dentro del sistema de control mismo, por ejemplo las señales de válvula controlable 414 y 415 pueden originarse como una señal numérica digital en la red de ordenador 182 y se transforman en una señal de mili voltios (mV). Estas transformaciones pueden ocurrir en varias ubicaciones que se incluyen dentro del dispositivo que genera la señal, dentro del convertidor de señal, dentro de un controlador, y/o dentro de la red de ordenador 182.

35 Las especificaciones anteriores establecen las realizaciones de la presente invención que tienen varios ciclos de control de retroalimentación. Muchos tipos de control de ciclo son conocidos en la técnica. Incluidos en estos se encuentran varios métodos de cálculo de error, ganancias de corrección, tiempos de rampla, retrasos, promedios de valor, histéresis, Derivadas Integrales Proporcionales, y otras técnicas de control de ciclo matemático. Se anticipa que ciertos de estos métodos se pueden combinar e implementar con las realizaciones descritas anteriormente.

40 La especificación anterior establece las realizaciones de la presente invención que reciben retroalimentación del motor 36 y la velocidad de propulsión del acoplamiento 324 para utilizar en el control de la tasa de movimiento del pescante 47. Otras realizaciones de la presente invención reciben retroalimentación de otros parámetros, tales como la presión de propulsión del acoplamiento 323, que también se utilizan para este propósito.

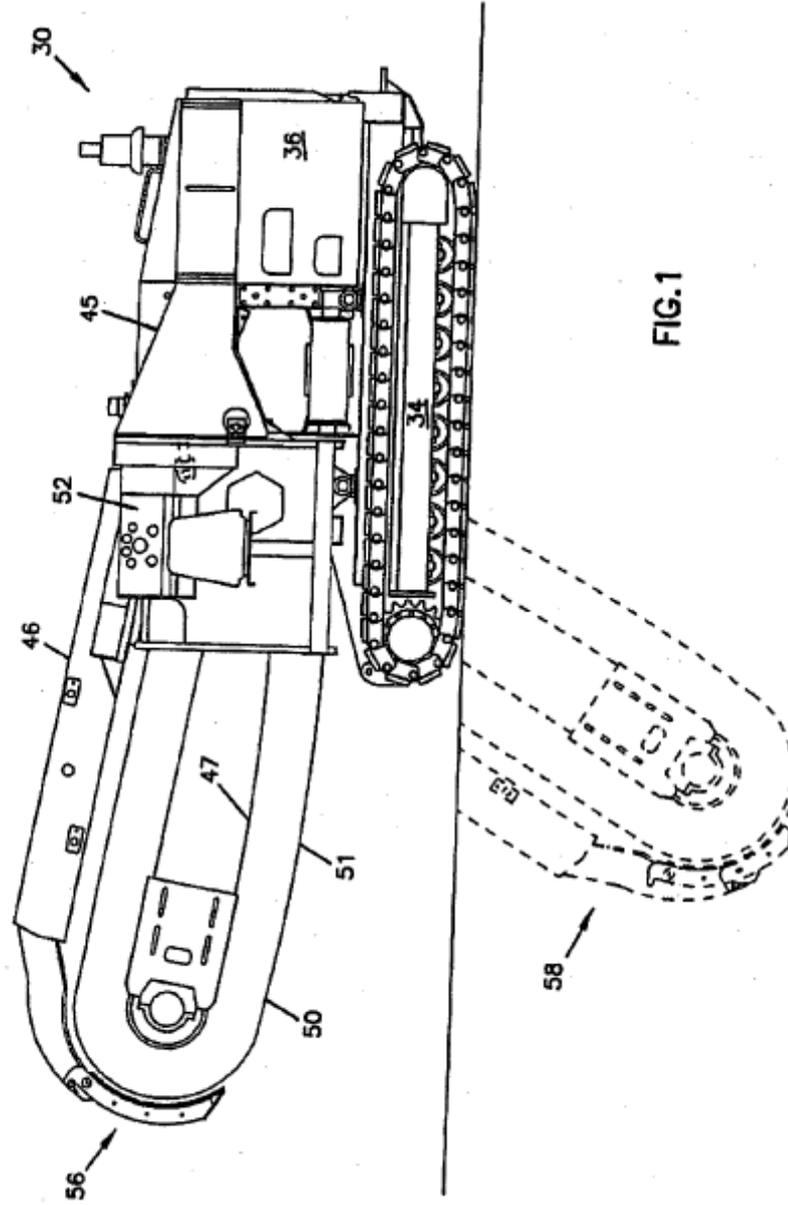
45 Se conoce en el estado de la técnica de los accionadores eléctricos y mecánicos. Adicionalmente, el motor puede energizar el accionador eléctrico y/o mecánico y el accionador puede estar operablemente conectado a un pescante. Se anticipa que el accionador anterior se puede sustituir por el cilindro hidráulico 43, la válvula controlable 41, y la bomba de suministro 55 en la anterior especificación. El sistema de control de la descripción corriente se puede adaptar para controlar el accionador anterior.

50 La especificación anterior, ejemplos y datos suministran una descripción completa de la fabricación y el uso de la composición de la invención. En razón a que muchas realizaciones de la invención se pueden hacer sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar un implemento de excavación (51) durante la excavación entre la posición por encima del suelo y la posición por debajo del suelo,
- 5 el implemento de excavación (51) esta acoplado a una máquina de excavación de una excavadora de oruga (30) que tiene un motor (39) e incluye un pescante (47) montado pivotantemente a una posición del tractor (45) de la máquina de excavación de la excavadora de oruga (30),
- un acoplamiento (46) que se acopla a la parte trasera de la porción del tractor (45) de la máquina de excavación de la excavadora de oruga (30),
- el método comprende:
- 10 durante la operación de excavación, una operación de corte de inmersión o una combinación de ambos, la energía hidráulica induce movimiento sobre una porción activa del acoplamiento (46) en el cual las herramientas de excavación están opcionalmente montadas, las herramientas de excavación que son implementos de corte formados de un material adecuadamente duro;
- 15 caracterizado por un sistema de control que responde automáticamente, sin requerir la intervención del operador, a una detención en la propulsión del acoplamiento al interrumpir automáticamente el corte de inmersión y/o la operación de excavación cuando la propulsión de acoplamiento se ha detenido y se resume luego de que la detención se ha suspendido.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la operación de corte de inmersión involucra cortar o de otra manera remover tierra entre un nivel de excavación del suelo y por debajo del suelo.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en donde la operación de excavación se inicia opcionalmente después de completar la operación de corte de inmersión con el pescante (47) que penetra la tierra a la profundidad (d) deseada, e involucra mantener el pescante (47) la profundidad de excavación (d) y propulsar el tractor (45) de esta manera el acoplamiento (46) de la excavadora de oruga (30) en una dirección deseada, cortando de esta manera una excavación de la ubicación de corte de inmersión inicial al extremo deseado de la ubicación de la excavación.
- 25 4. El método de la reivindicación 1, en donde los implementos de corte incluyen dientes de carburo.
5. El método de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento de excavación (46) incluye una cadena de excavación (50).
6. El método de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento de excavación (46) incluye una rueda rodante (60).
7. El método de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento de excavación (46) incluye un nivelador de terreno.

30



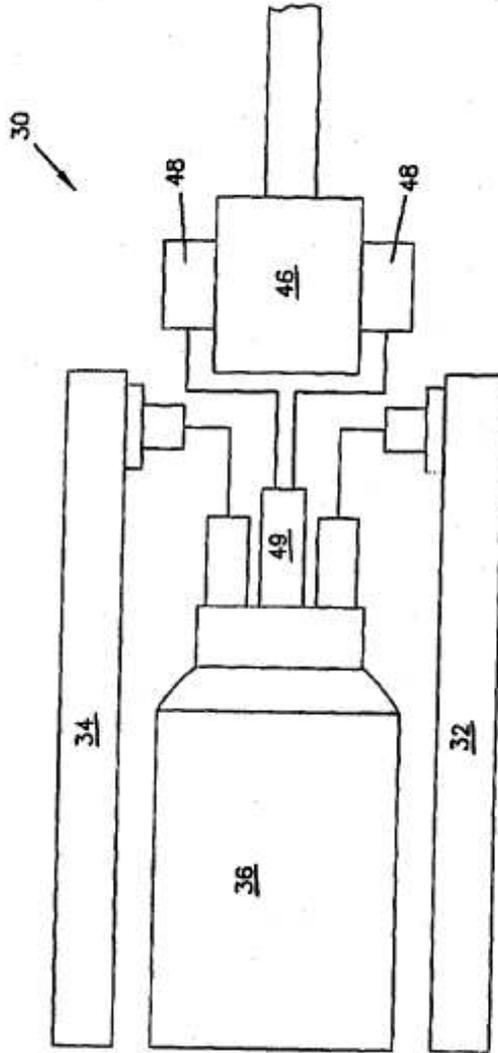
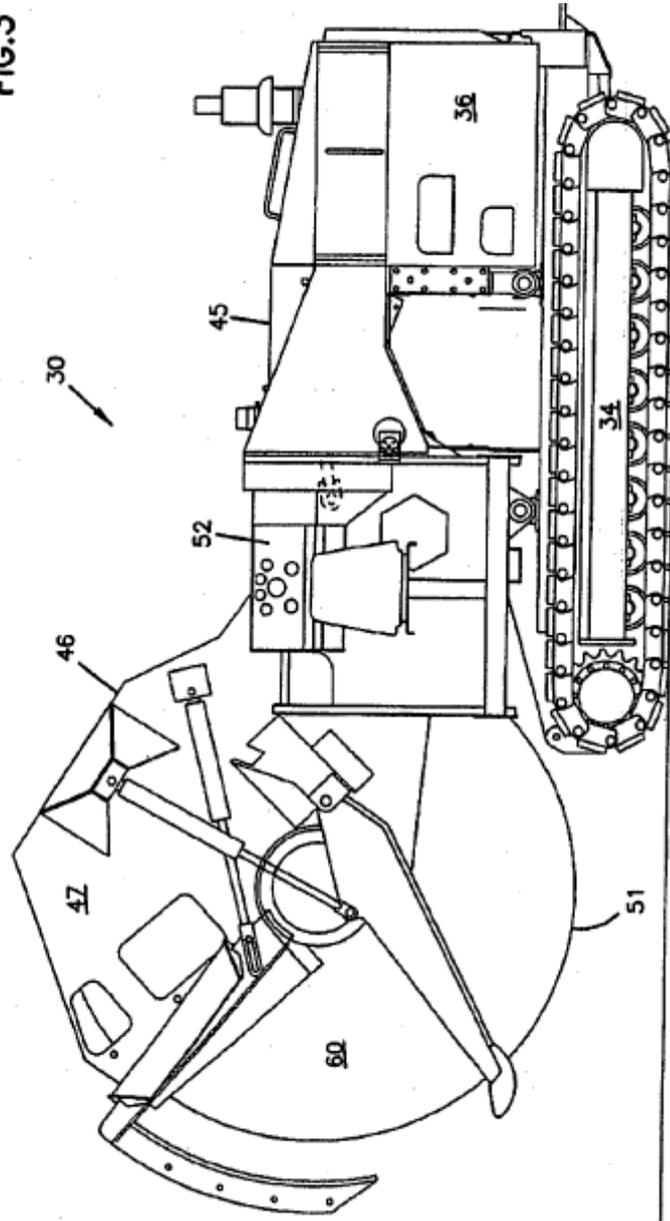
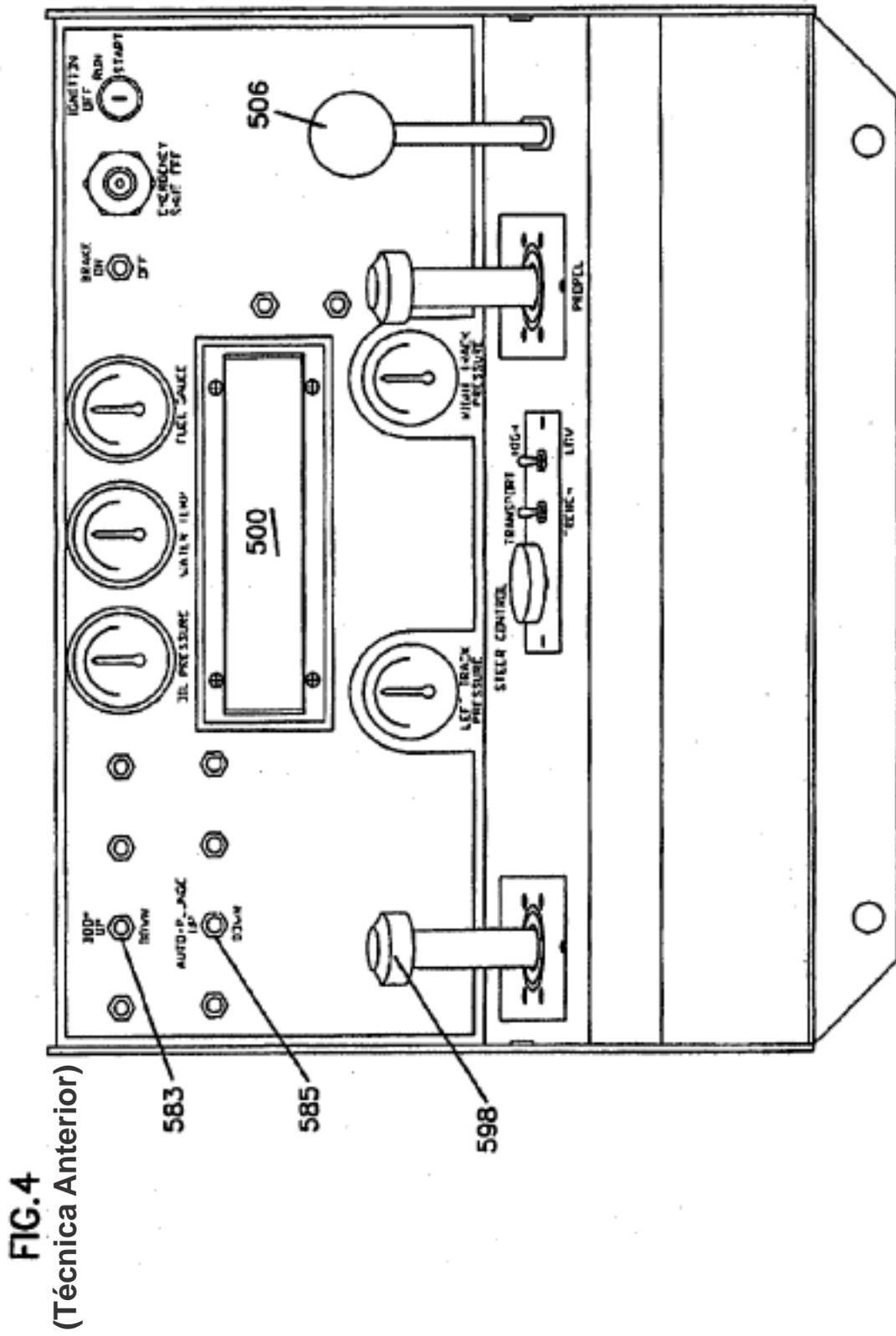


FIG. 2

FIG.3





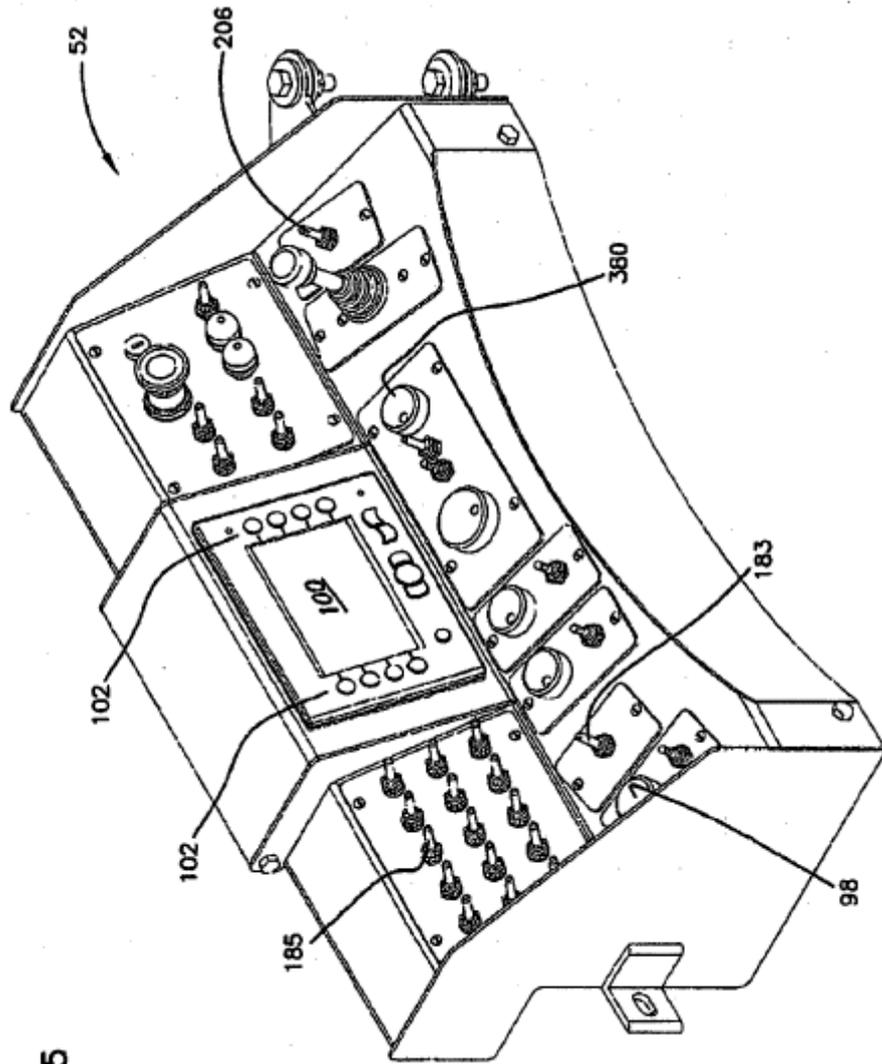


FIG.5

FIG.6

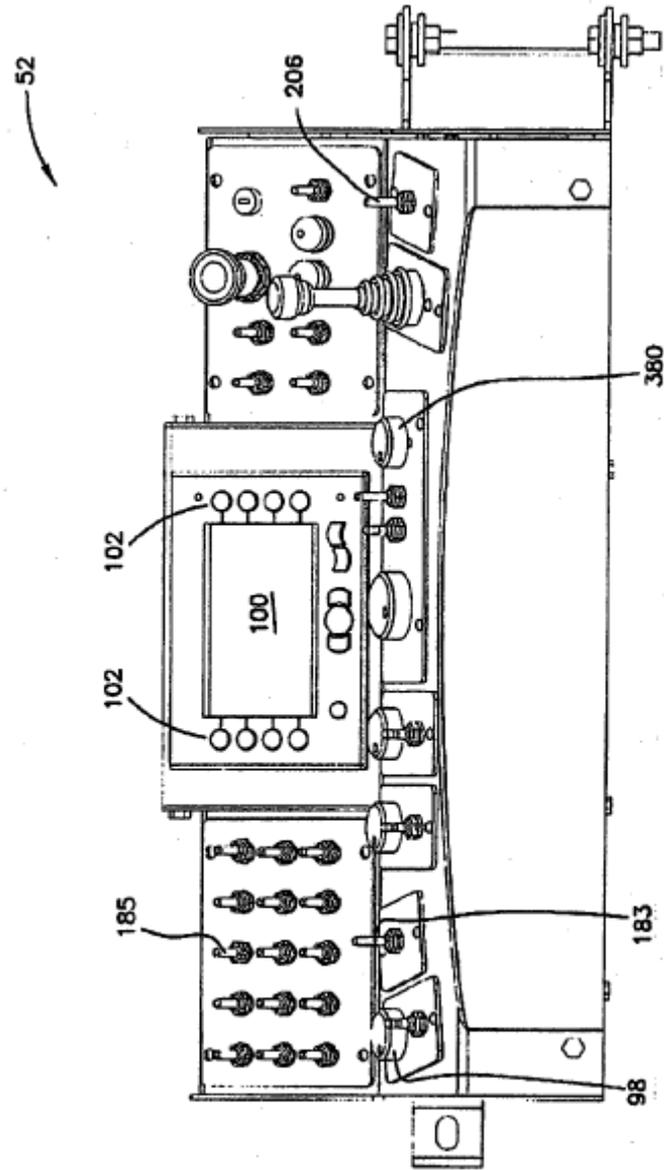
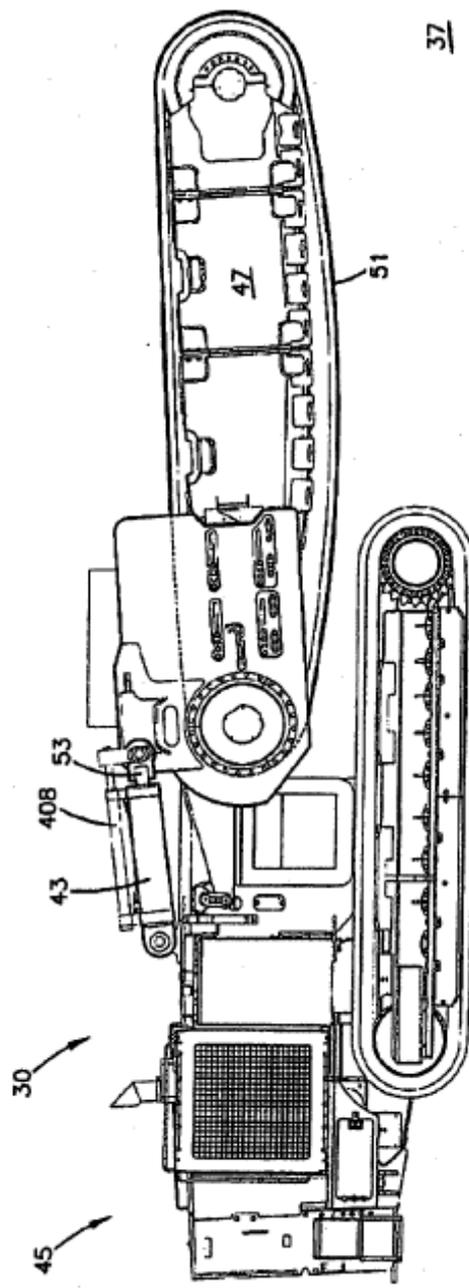
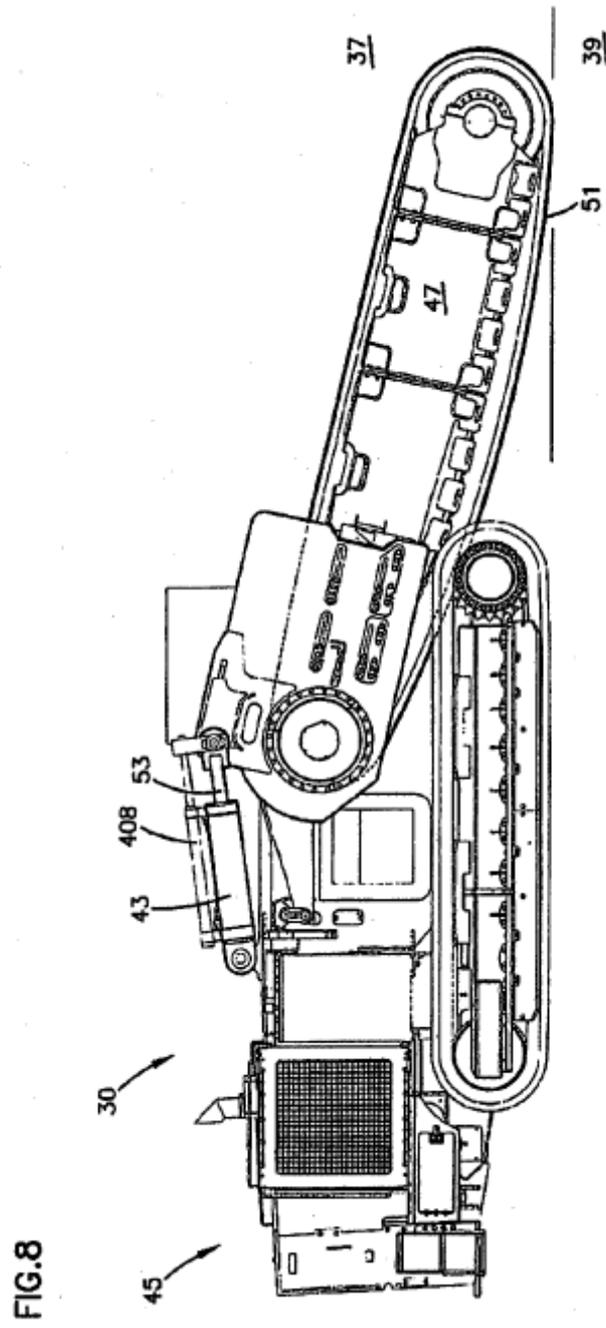
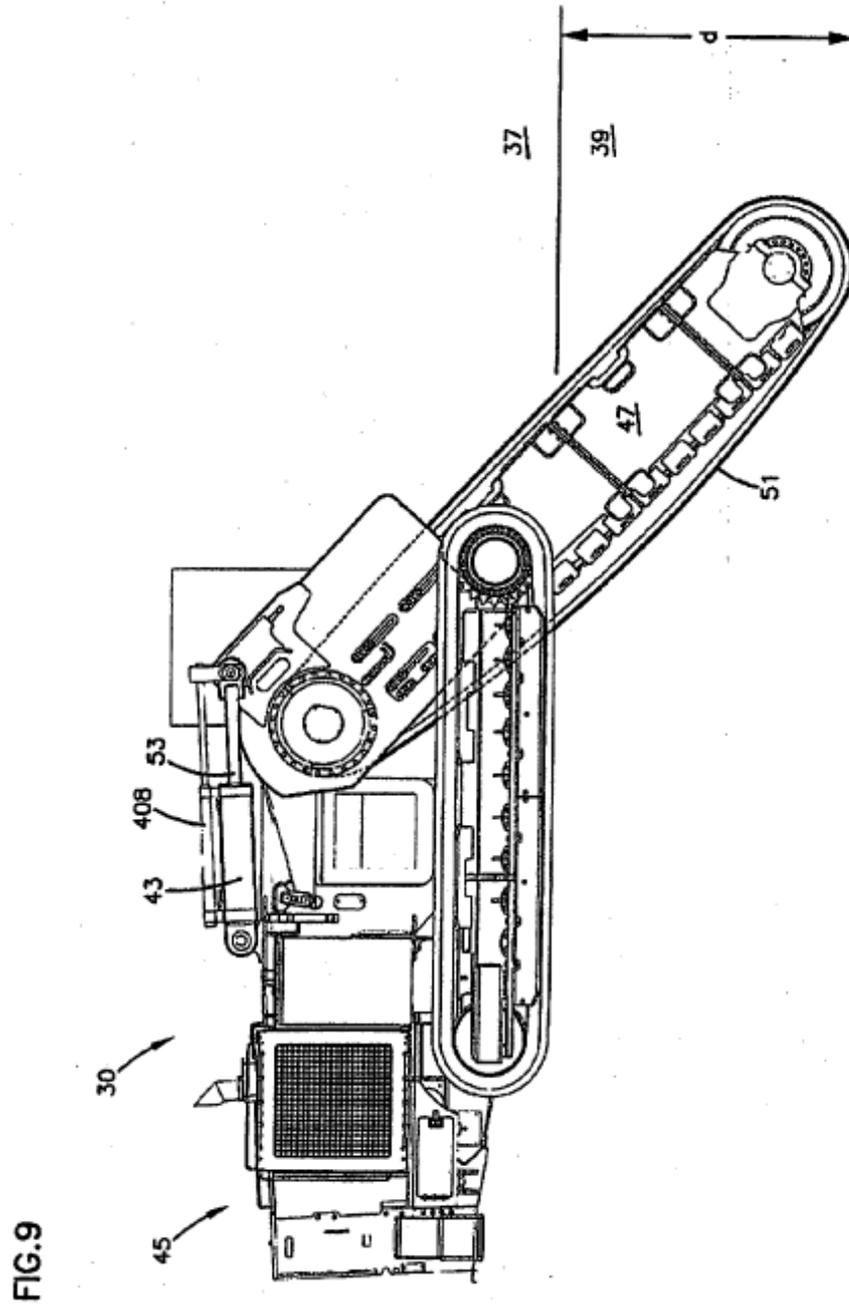


FIG.7







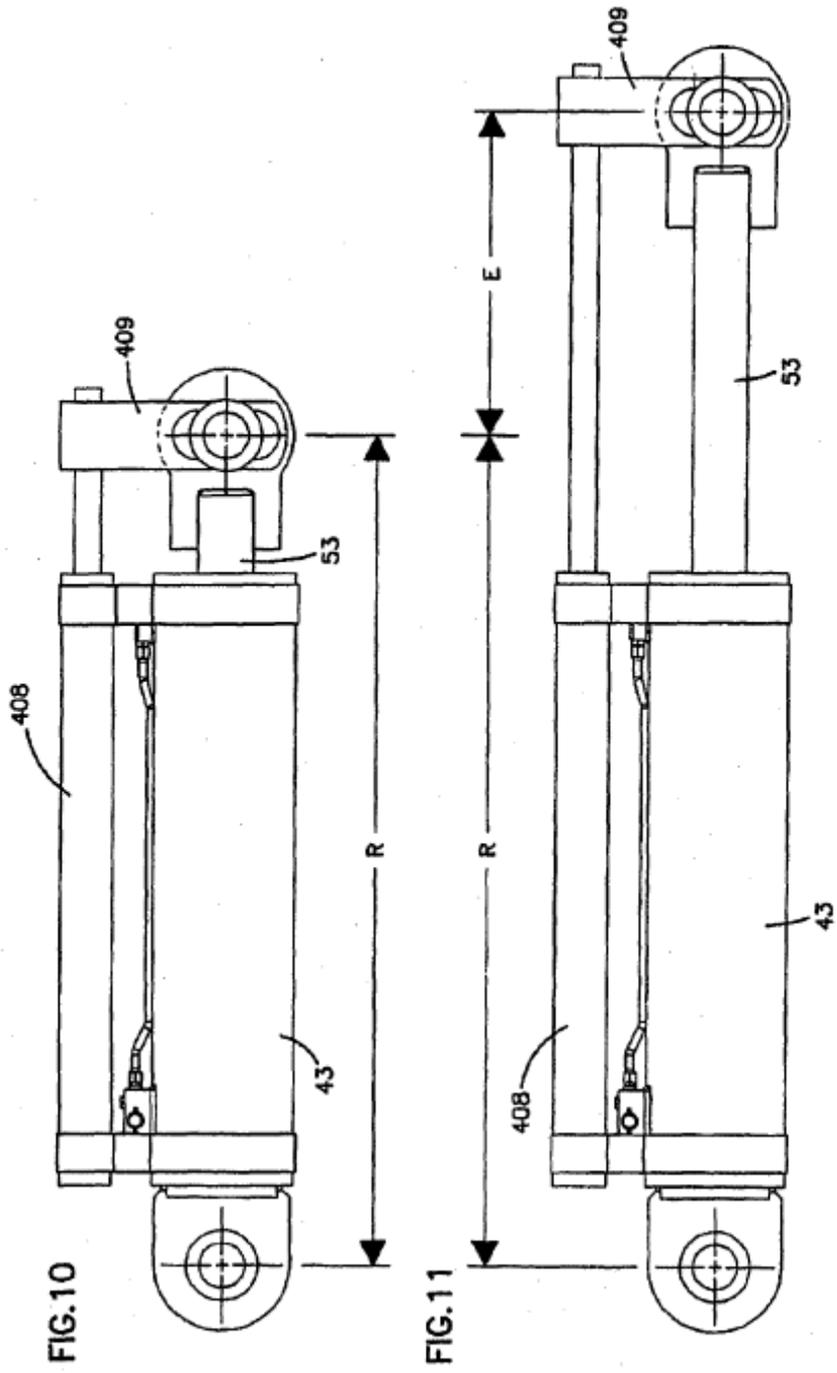


FIG.12

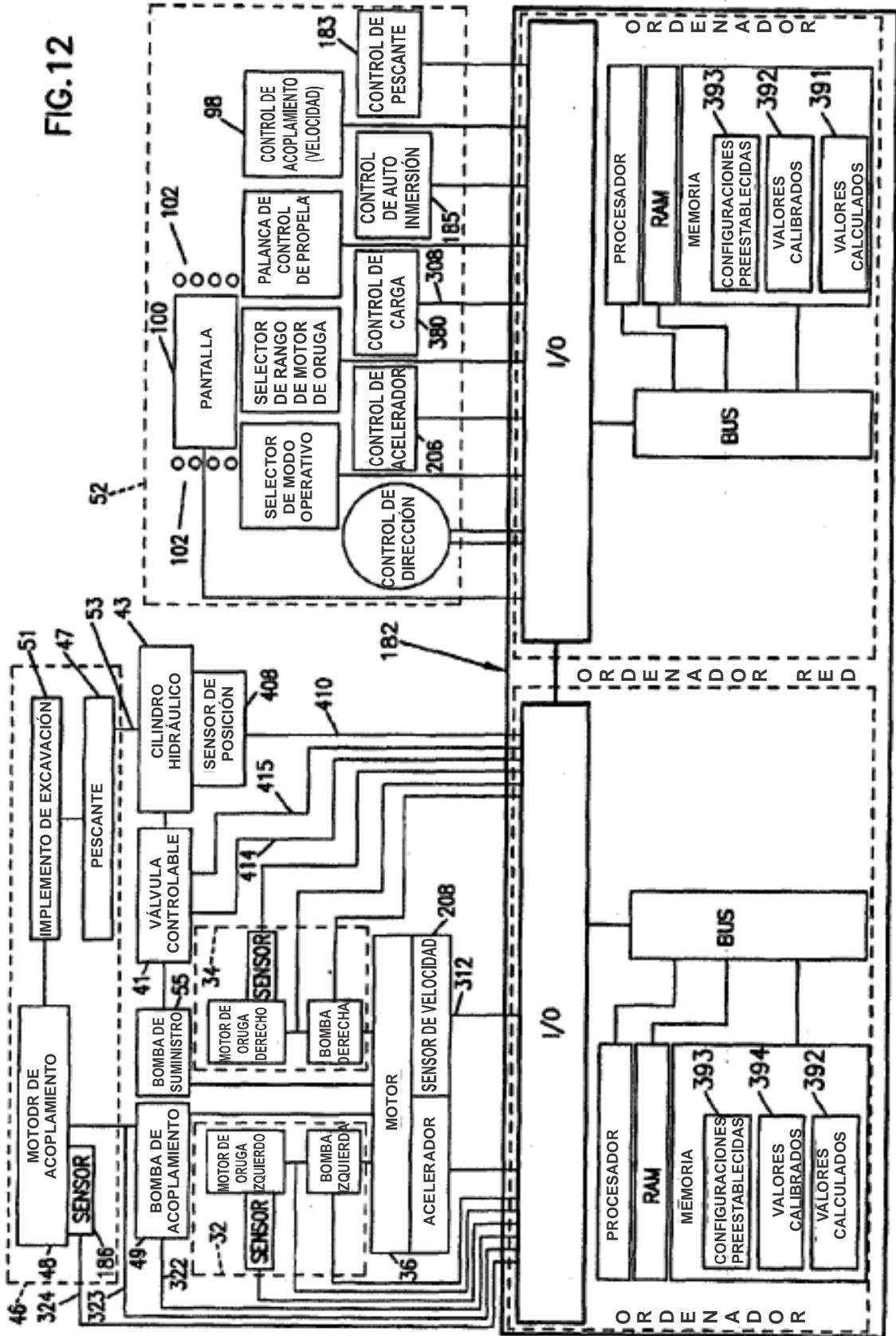


FIG.12A

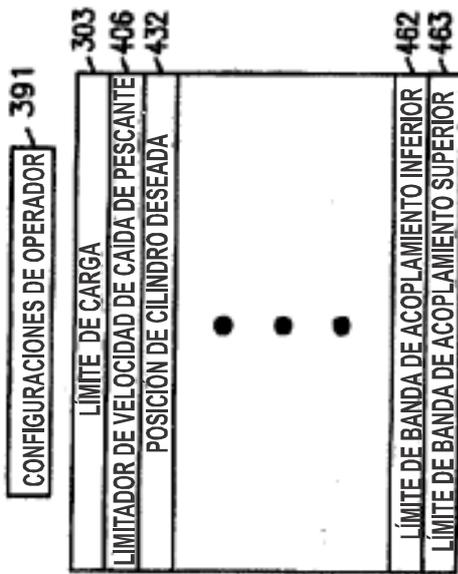


FIG.12B

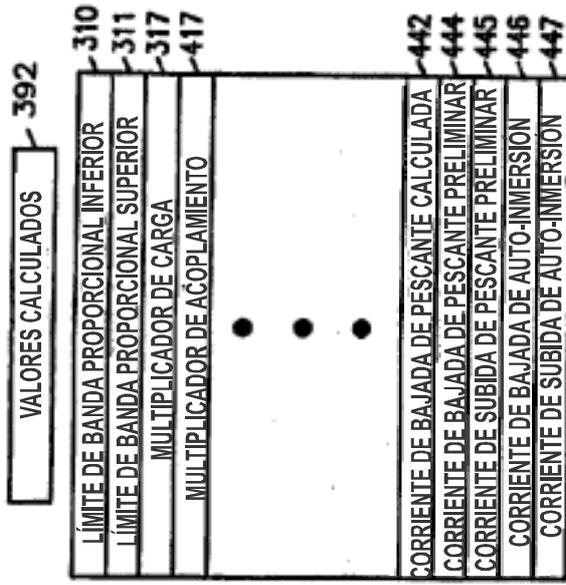


FIG.12C

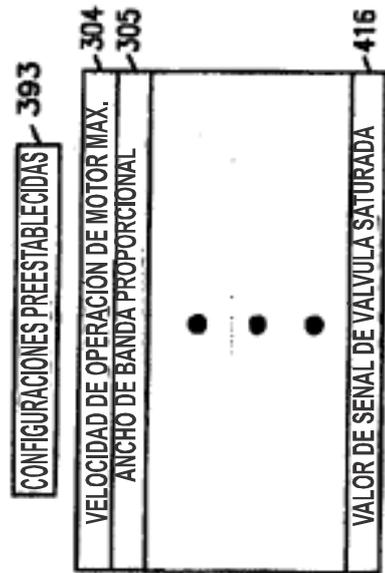


FIG.12D

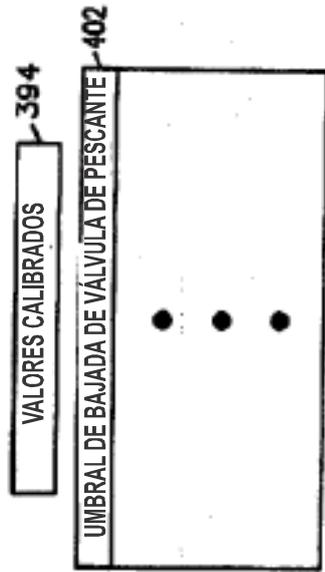




FIG.14

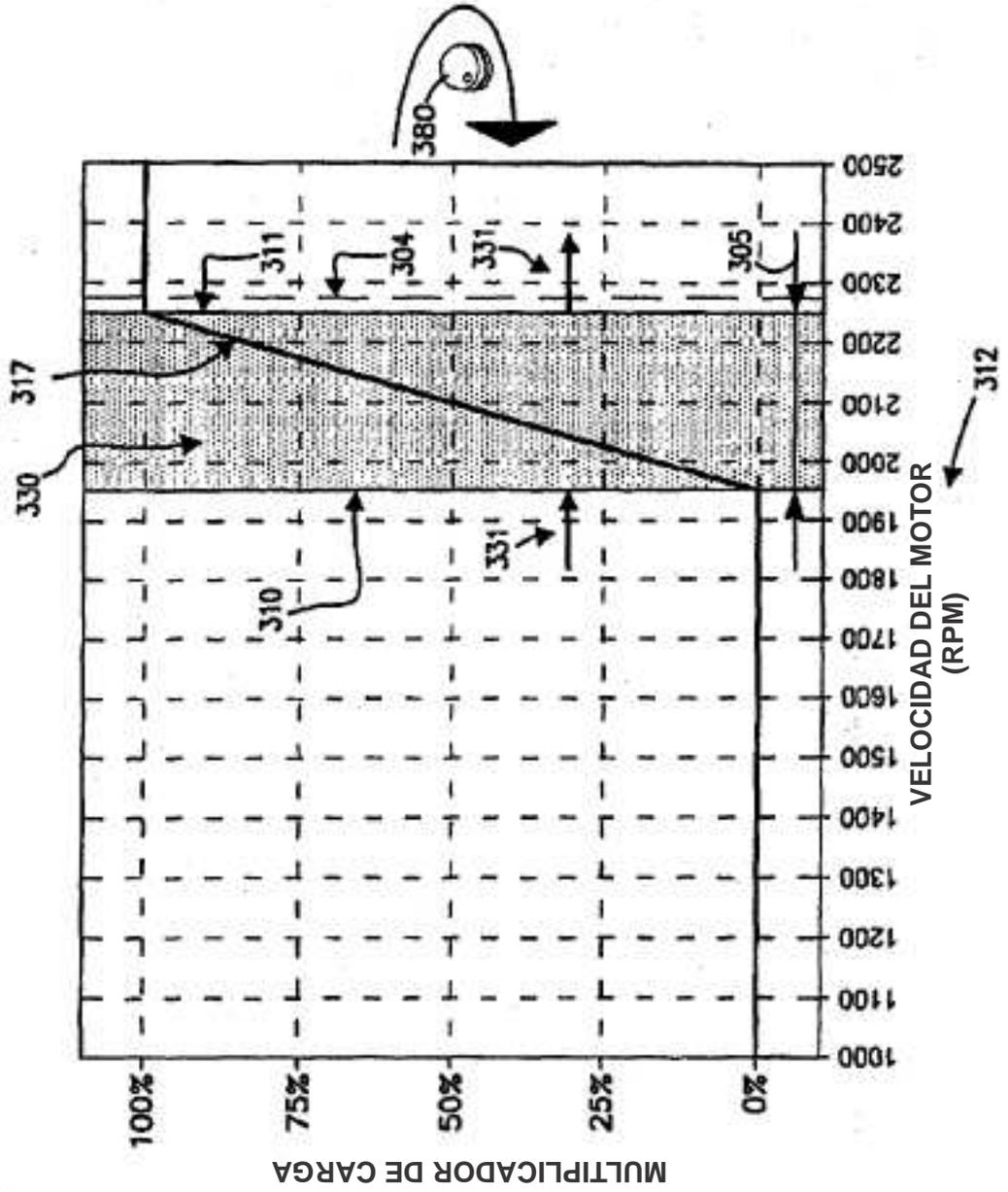


FIG.15

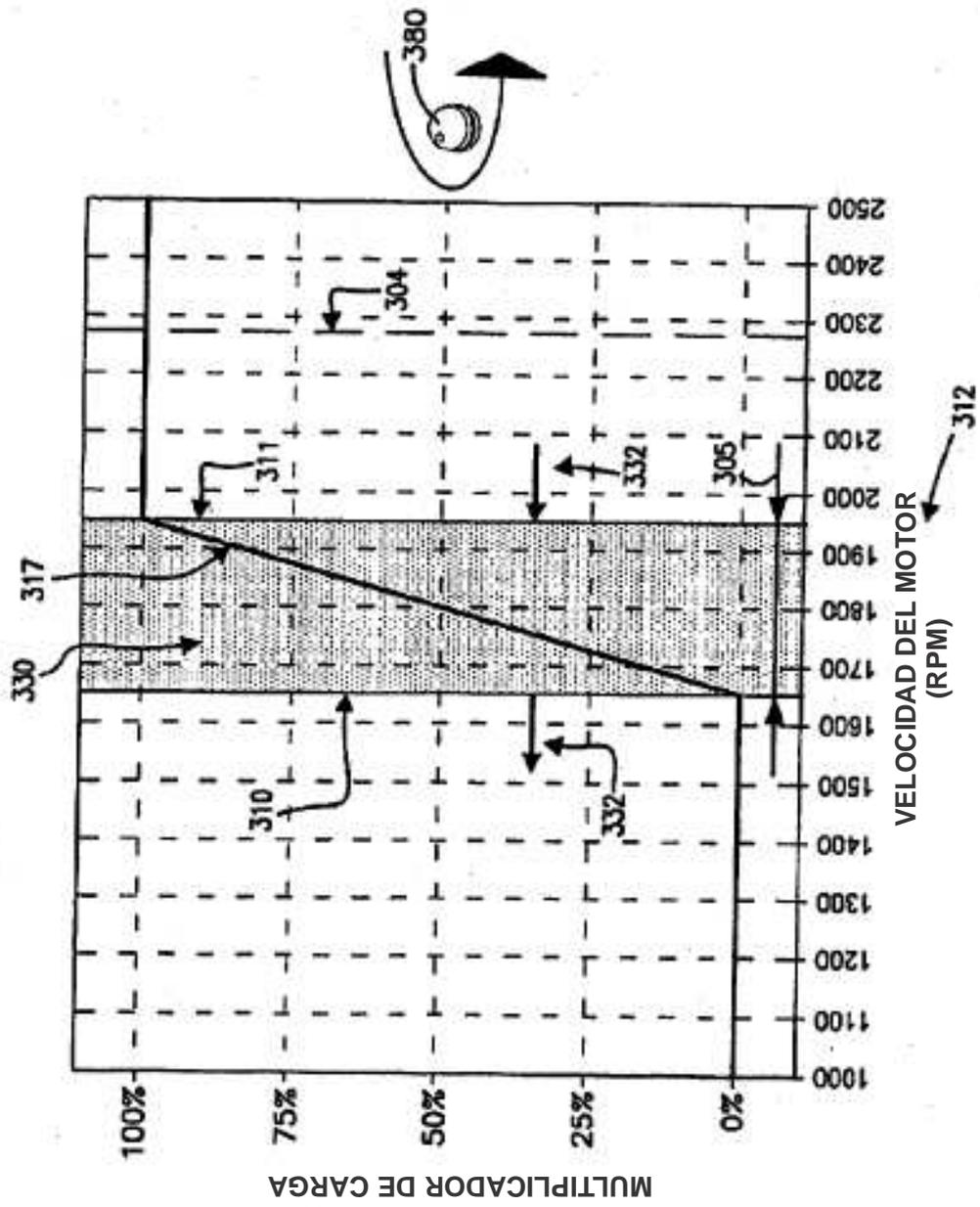


FIG.16

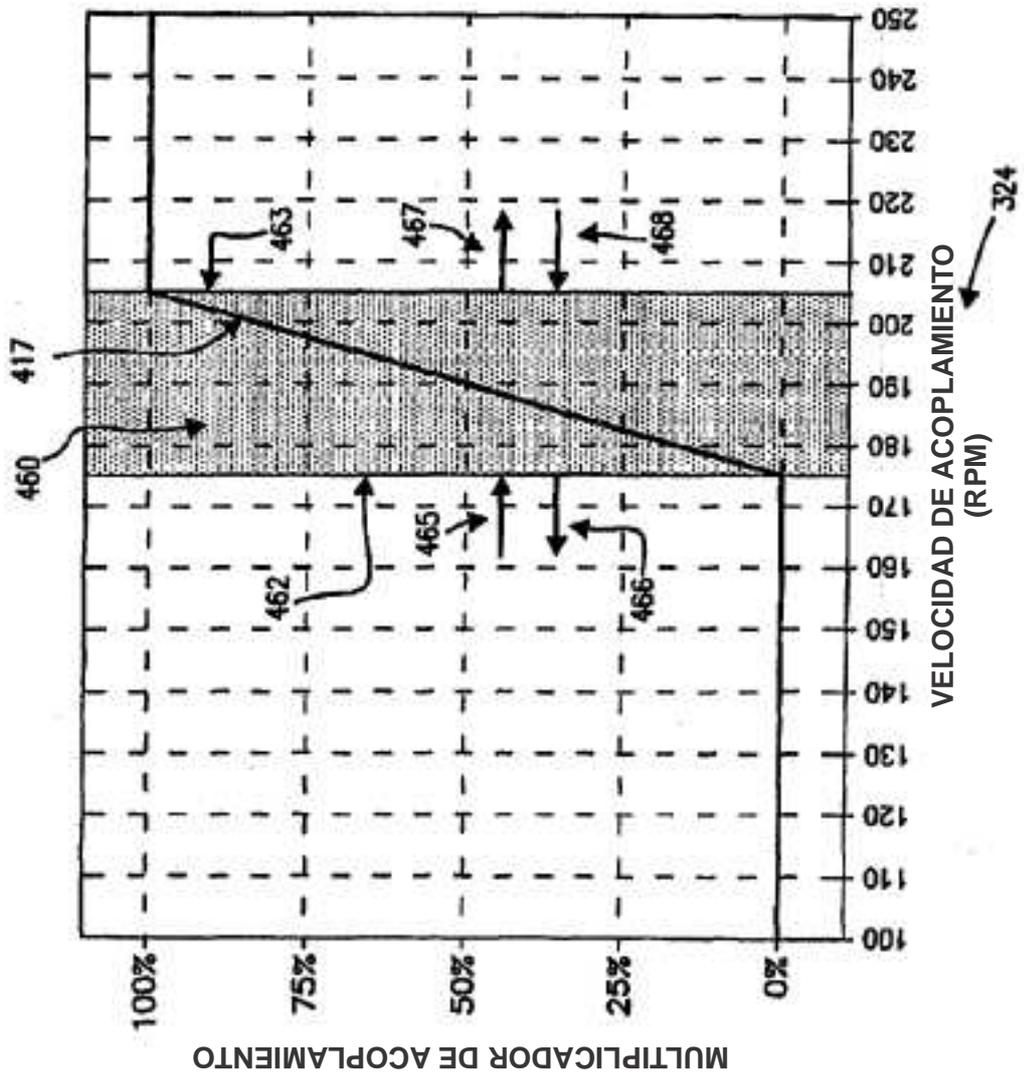


FIG.17

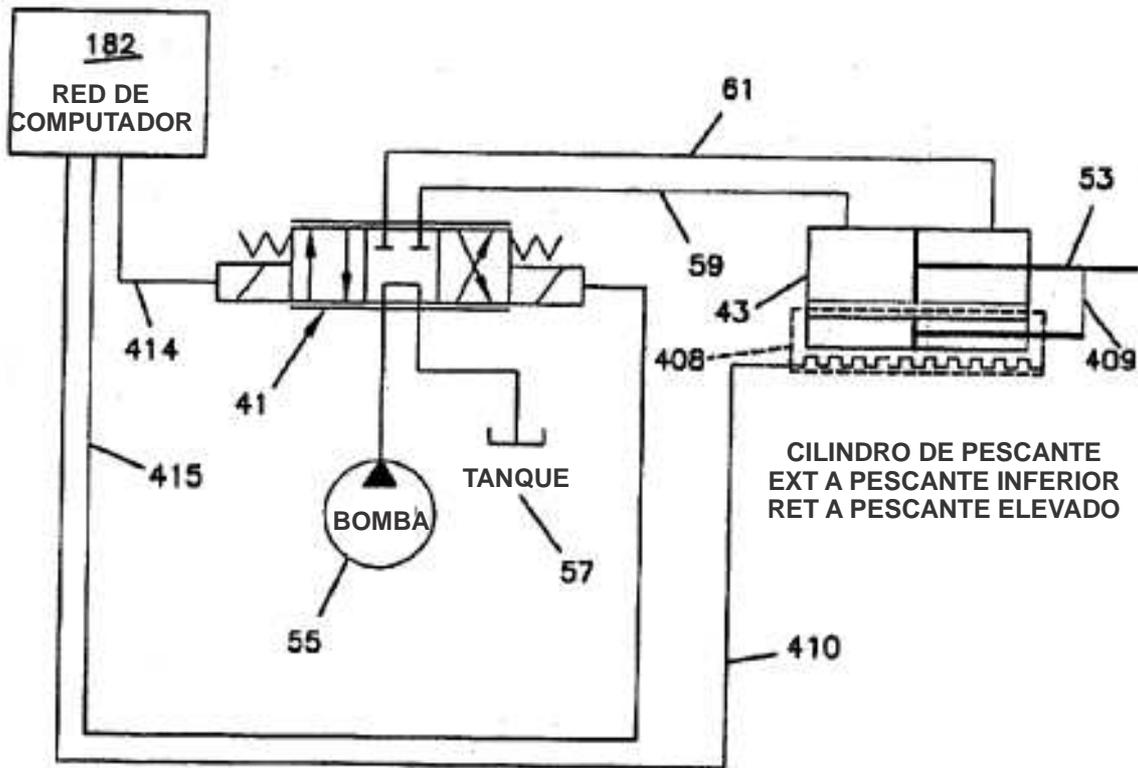
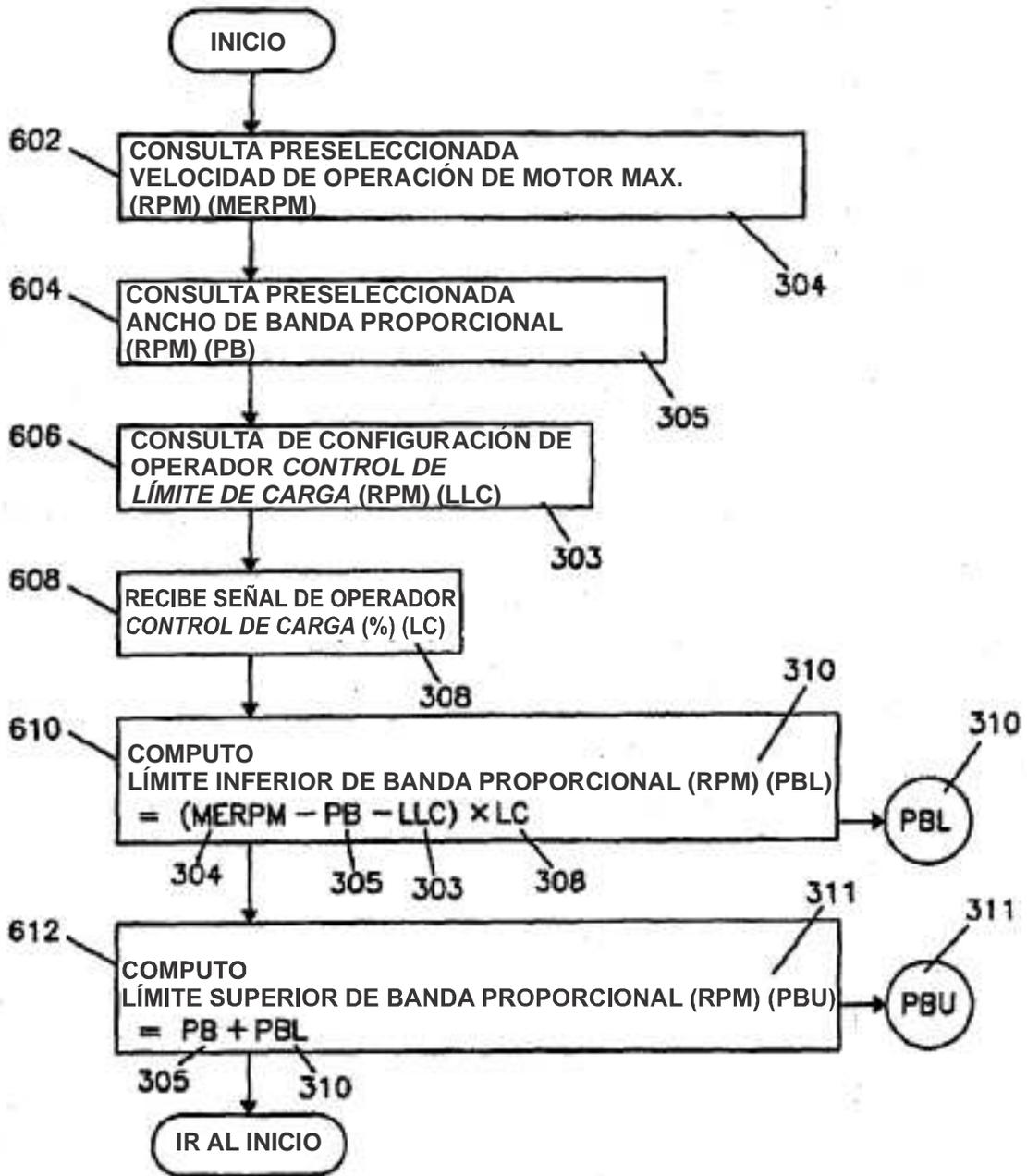
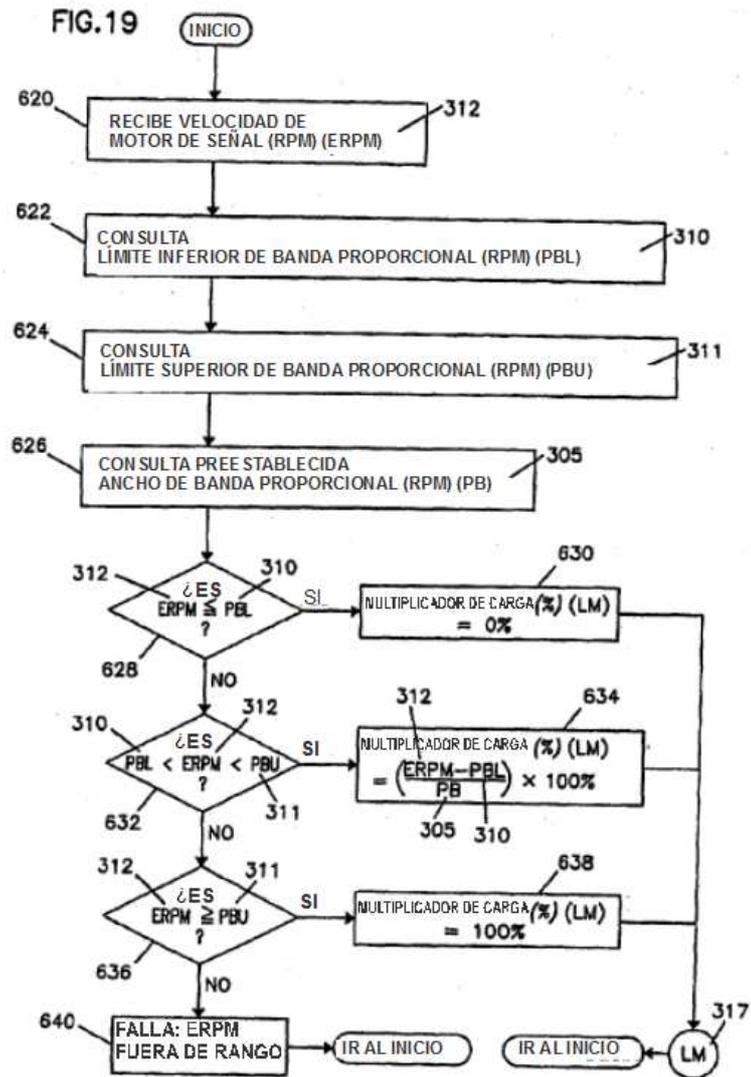


FIG.18





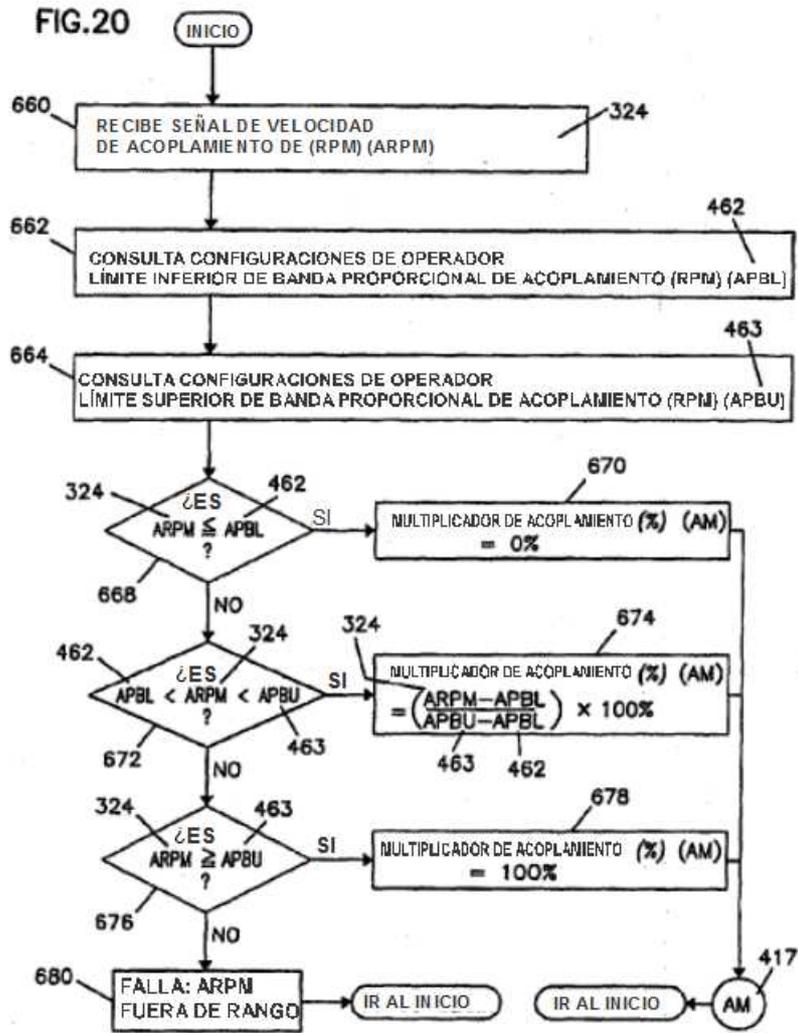


FIG.21

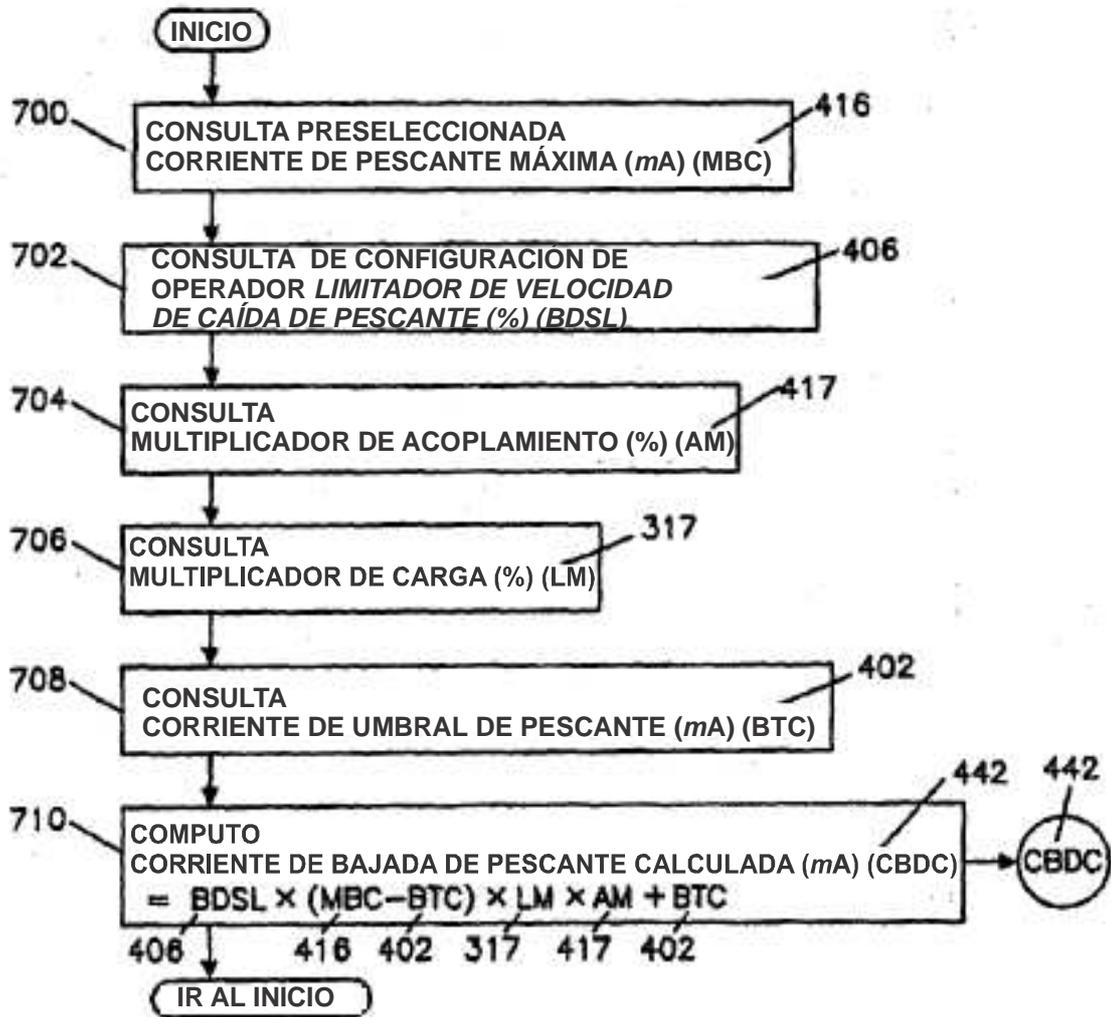


FIG.22

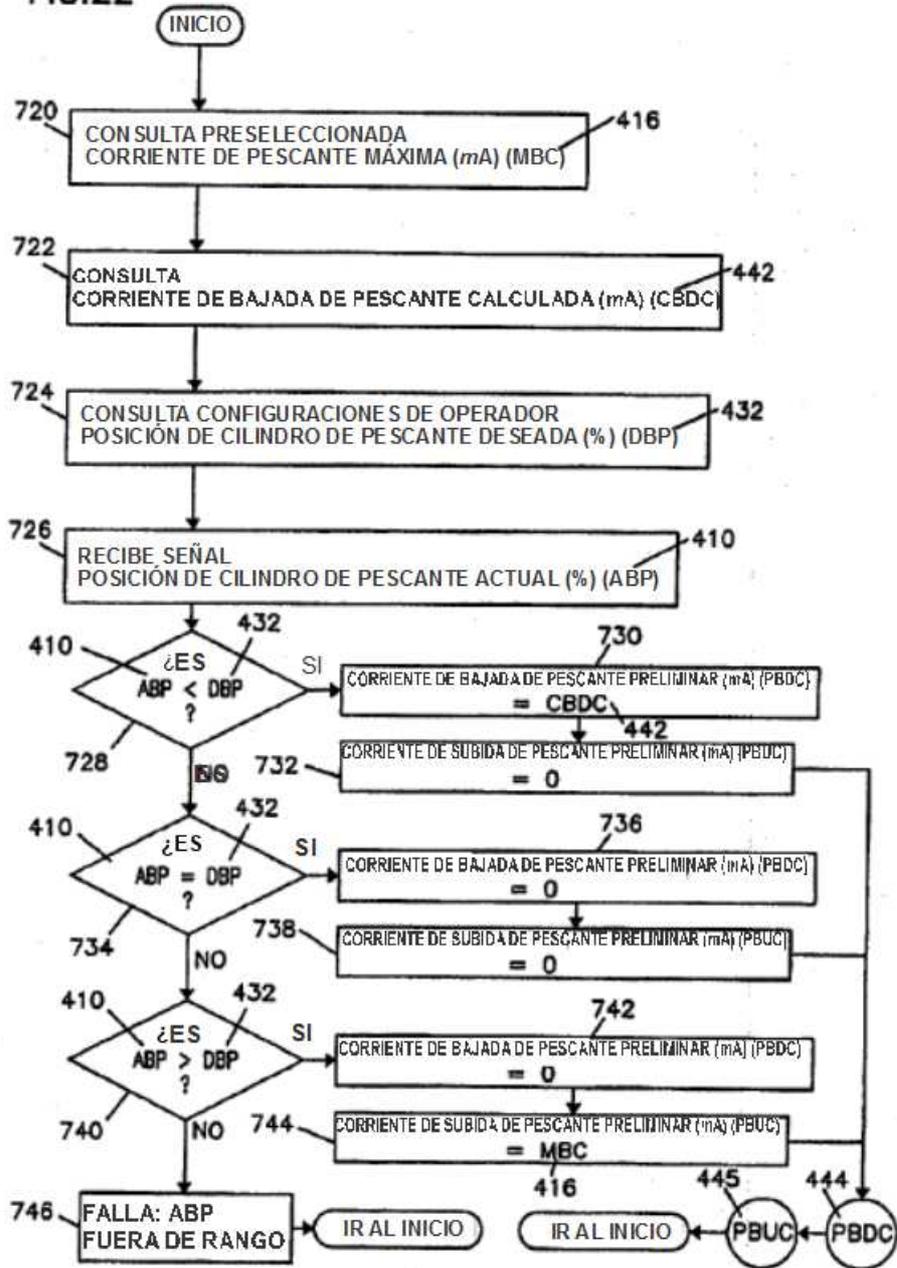


FIG.23

