



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 123**

51 Int. Cl.:
E21B 21/06 (2006.01)
E21B 43/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04700904 .8**
96 Fecha de presentación : **08.01.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1585885**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.10.2005**

54 Título: **Accionador para válvula de boca de pozo u otras aplicaciones similares y sistema que incorpora el mismo.**

30 Prioridad: **10.01.2003 US 340017**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.01.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.01.2011

73 Titular/es: **WOODWARD GOVERNOR COMPANY**
1000 E. Drake Road P.O. Box 1519
Fort Collins, Colorado 80525, US

72 Inventor/es: **Stewart, Jeffrey, T.;**
Sweer, Grant, A.;
Hybeck, Roger, T.;
Greeb, Kevin, E. y
Kleckler, Joel, W.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 351 123 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

Accionador para válvula de boca de pozo u otras aplicaciones similares y sistema que incorpora el mismo.

Campo de la invención

La presente invención hace referencia a las válvulas reguladoras, y más concretamente a las válvulas reguladoras que operan bajo grandes cargas en ubicaciones remotas donde es posible que no exista fácilmente una fuente de electricidad comercial disponible, como las válvulas reguladoras para bocas de pozo que regulan el flujo de gas natural u otro fluido de proceso fuera de un pozo en tierra.

Antecedentes de la invención

En el sector de la producción de gas natural comercial, una red de conductos colectores de gas conecta y ramifica a menudo de decenas a cientos de pozos en tierra de gas natural en una región geográfica localizada. Los pozos individuales proporcionan gas natural a través de la red de conductos colectores de gas a una localización de salida común. Los pozos pueden ser propiedad de varios propietarios de tierra y/o propietarios de derechos minerales diferentes que pueden vender su producción de gas natural a un proveedor comercial de gas natural. El proveedor comercial comprará normalmente el gas natural a los propietarios de la tierra o de los derechos según sus necesidades. Esto supone la necesidad de regular y supervisar la producción de gas natural de cada pozo. Incluso si el comprador comercial de gas natural posee la tierra o los derechos minerales, también querrá supervisar y/o regular la producción de cada pozo para controlar su suministro. A menudo, la extracción deseada de gas natural es inferior a la capacidad de producción máxima de los diversos pozos combinados. Dichas demandas pueden cambiar debido a las tendencias estacionales cíclicas y por otras razones económicas.

Para regular la extracción de producción de cada pozo individual, el conducto colector de gas para cada pozo individual suele tener una válvula reguladora de flujo y un sensor de flujo de gas dispuestos en serie de fluido. El sensor de flujo de gas indica la cantidad de gas natural que fluye a través del conducto colector. La válvula de control reguladora proporciona un grado variable de abertura que forma un orificio de restricción en el conducto colector y de este modo, establece el caudal de gas natural en el conducto colector.

En función del lugar donde estén ubicados geográficamente los depósitos de gas natural, a menudo los pozos de producción de gas natural están ubicados en áreas remotas donde no hay suministro de electricidad comercial. Dichos pozos también puede estar distantes o no ser accesibles fácilmente desde la civilización. Como resultado, no se han obtenido soluciones directas para lograr el control y accionamiento automáticos de las válvulas reguladoras de gas. La presión del fluido en los pozos de producción de gas natural puede ser tan elevada como 6.205.281 pascales o en algunos casos, superior, y tan baja como 68.947 pascales. Esto requiere o necesita un medio accionador que tenga una elevada fuerza accionadora ya que las válvulas reguladoras de cabeza de pozo pueden aguantar cientos de kilogramos de fuerza ejercida sobre ellas. La respuesta rápida en la técnica anterior ha sido utilizar una pequeña parte del gas

de proceso (como el gas natural) como fluido de trabajo para potenciar una combinación de componentes reguladores/accionadores neumáticos incluyendo un accionador neumático, un regulador I/P, reguladores de reducción de la presión y un posicionador, que están dispuestos en una red de fluido operativo para posicionar la válvula de cabeza de pozo reguladora, como se muestra esquemáticamente en la figura 22, que describe el típico sistema de pozo de producción de cabeza de pozo actualmente empleado en esta disposición. Ha de controlarse el flujo de fluido que se desliza. Un panel solar y una batería (que deben ser lo más pequeños posibles por razones de costes) se emplean frecuentemente para proporcionar una pequeña fuente de alimentación eléctrica local para alimentar un regulador operado por motor que controla eléctricamente el flujo de fluido. Esto proporciona control eléctrico sobre el accionador neumático.

Aunque se ha demostrado que el accionamiento neumático funciona, se han producido varios inconvenientes significativos con el uso del accionamiento neumático como se muestra en la figura 21. En particular, los sistemas accionadores neumáticos de la técnica anterior (incluidos muchos de los componentes individuales reguladores y accionadores) consumen y expelen gas natural, lo que significa que por lo tanto el gas natural es liberado a la atmósfera cuando la válvula reguladora se reposiciona o se controla de otro modo. Debido a la descarga de gas, estos sistemas pueden plantear dificultades para cumplir con las estrictas regulaciones medioambientales relativas a las emisiones fugaces de gas natural. Asimismo, existe un riesgo significativo de seguridad con las emisiones fugaces de gas natural. Una chispa eléctrica, ya sea producida por la iluminación, otro equipo o componentes adyacentes (incluida la electrónica de control), o por parte del personal de mantenimiento o su equipo cuando trabajan en la red de gas (que puede aumentar cuando no se siguen las precauciones de seguridad), pueden prender fuego potencialmente a los escapes de gas natural y provocar una situación potencialmente explosiva. El documento GB 2 364 396 se considera el documento de la técnica anterior más cercano que divulga un sistema para regular el flujo de fluido de proceso que presenta las características especificadas en el preámbulo de la reivindicación 1.

En vista de lo anterior, existe desde hace tiempo la necesidad de proporcionar una solución práctica y viable desde el punto de vista económico para reducir y, si es posible, eliminar los riesgos y otros inconvenientes asociados con las emisiones fugaces de gas natural que se producen al controlar las válvulas reguladoras para cabezas de pozo.

Breve resumen de la invención

Un aspecto de la presente invención se dirige hacia el sistema para regular el flujo de fluido de proceso desde un pozo empleando el accionamiento eléctrico para accionar una válvula de cabeza de pozo. El sistema incluye un conducto colector para recoger el fluido de proceso del pozo, un sensor de flujo que detecta el flujo del fluido de proceso a través del conducto colector, una fuente de alimentación eléctrica local y una válvula de cabeza de pozo en serie con el sensor de flujo para regular el flujo de fluido de proceso a través del conducto colector. El accionamiento eléctrico se logra con un tren de engranajes de reducción y un motor eléctrico. El tren de engranajes de reducción comprende una pluralidad de engranajes para reducir

la fuerza accionadora necesaria para mover la válvula de cabeza de pozo. El motor eléctrico se alimenta mediante la fuente de alimentación eléctrica local y acciona la válvula de cabeza de pozo a través del tren de engranajes de reducción.

Una ventaja de la presente invención es que la válvula de cabeza de pozo puede posicionarse entre todas las posiciones sin utilizar y liberar el gas de proceso para el accionamiento de la válvula de cabeza de pozo. Asimismo, la fuente eléctrica local existente, que suele comprender una batería y un panel solar, puede utilizarse para alimentar la válvula de cabeza de pozo accionada eléctricamente.

Otro aspecto de la presente invención se dirige hacia un procedimiento novedoso para controlar la posición de una válvula de cabeza de pozo para controlar el flujo del gas de proceso desde el pozo utilizando una fuente de alimentación eléctrica local. El procedimiento comprende el accionamiento eléctrico de la válvula de cabeza de pozo con una fuerza de accionamiento para regular el flujo del gas de proceso sin liberar el gas de proceso, alimentando el accionamiento eléctrico utilizando la fuente de alimentación eléctrica local y amplificando la fuerza de accionamiento eléctrico y por lo tanto, reduciendo la velocidad del accionamiento eléctrico, en el que esta amplificación es suficiente, de modo que el accionamiento eléctrico se logra utilizando solamente la fuente de alimentación eléctrica local.

Otro aspecto de la presente invención se dirige hacia un procedimiento de reajuste de una válvula de cabeza de pozo para reducir las emisiones del gas de proceso de un pozo. El procedimiento comprende la retirada de un accionador neumático (y sus componentes reguladores de fluido operativos) que utiliza y expelle gas de proceso para posicionar una válvula de cabeza de pozo en la que el accionador neumático es controlado eléctricamente utilizando una fuente de alimentación eléctrica local. El accionador neumático se reemplaza entonces con un mecanismo accionador eléctrico que tiene un motor eléctrico y un tren de engranajes de reducción. El mecanismo accionador eléctrico acciona la válvula de cabeza de pozo a través del tren de engranajes de reducción sin liberar gas de proceso para la fuerza de accionamiento. El procedimiento incluye además la alimentación del motor eléctrico con la fuente de alimentación eléctrica local proporcionándose el tren de engranajes de reducción con una relación de reducción lo suficientemente grande como para que la fuente de alimentación eléctrica local sea suficiente para que el motor eléctrico accione la válvula de cabeza de pozo a través del tren de engranajes de reducción a pesar de la presión del fluido de proceso y/o la fuerza del muelle ejercidas sobre la válvula de cabeza de pozo. La válvula de cabeza de pozo puede reemplazarse o no al mismo tiempo.

Otro aspecto de la presente invención está dirigido a una disposición novedosa de un accionador eléctrico. El accionador comprende un motor eléctrico adaptado para girar un eje motriz y un tren de engranajes de reducción que comprende una pluralidad de engranajes que incluye un engranaje de entrada en el eje motriz y una salida rotatoria. Los engranajes están adaptados para amplificar la fuerza del engranaje de entrada a la salida rotatoria cuando el motor eléctrico gira el eje motriz. El accionador eléctrico comprende además una entrada de anulación manual que actúa

sobre el tren de engranajes de reducción de modo que el tren de engranajes de reducción puede ser accionado manualmente, y un freno que tiene una posición de conectado en la que el freno está adaptado para evitar que el tren de engranajes de reducción vaya hacia atrás.

De acuerdo con este aspecto, puede disponerse un muelle para impulsar el tren de engranajes de reducción en una dirección predeterminada. Cuando el freno está en la posición conectada, proporciona suficiente resistencia para mantener la posición actual del tren de engranajes de reducción contra la acción del muelle. El motor eléctrico tiene suficiente fuerza de salida rotatoria para vencer la resistencia del freno cuando está en la posición conectada para accionar el tren de engranajes de reducción.

Una característica adicional de la presente invención es que el accionador eléctrico puede configurarse entre tres diferentes modos de operación posibles. La configuración en los tres posibles modos diferentes se logra teniendo una fuerza de empuje del muelle que es reversible manualmente y un freno que también tiene una posición de desconectado de modo que el muelle puede accionar el tren de engranajes de reducción. El accionador eléctrico entonces tiene tres diferentes modos operativos configurables si se produce la pérdida de alimentación del motor eléctrico, incluyendo un primer modo de desviación de fallo en el que el muelle está dispuesto para impulsar el tren de engranajes de reducción en una primera dirección a un primer límite al perder alimentación con el freno en la posición de desconectado, un segundo modo de desviación de fallo en el que el muelle está dispuesto para impulsar el tren de engranajes de dirección en una dirección opuesta a un segundo límite al perder alimentación con el freno en la posición de desconectado y un modo de fijación en caso de fallo en el que el freno está en la posición de conectado y mantiene la posición actual del tren de engranajes de reducción.

El accionador eléctrico puede estar montado o puede montarse en una válvula para proporcionar un paquete de válvula accionado eléctricamente.

Se advertirán otras ventajas de la invención, así como características inventivas adicionales, a partir de la descripción de la invención proporcionada en la presente memoria.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en planta esquemática de un sistema de cabeza de pozo que incorpora la válvula accionada eléctricamente de acuerdo con una realización preferente de la presente invención.

La figura 2 es una vista isométrica de la válvula accionada eléctricamente mostrada en la figura 1.

Las figuras 3-4 son secciones transversales de la válvula accionada eléctricamente mostrada en la figura 2 mostrándose las vistas transversales desde la parte frontal y lateral.

Las figuras 5 y 6 son secciones transversales de la parte del accionador eléctrico de la figura 3.

La figura 7 es una sección transversal del accionador eléctrico mostrado en las figuras anteriores, visto desde arriba.

La figura 8 es una sección transversal agrandada de la parte de la válvula de la válvula accionada eléctricamente mostrada en la figura 4.

La figura 9 es una sección transversal ampliada de la figura 8 que ilustra una disposición de cierre para la válvula.

La figura 10 es una vista de montaje despiezado de la disposición de cierre mostrado en la figura 9.

La figura 11 es una vista isométrica del interior del accionador eléctrico mostrado en las figuras anteriores.

La figura 12 es una vista lateral del interior del accionador eléctrico mostrado en las figuras anteriores.

Las figuras 13-14 son vistas frontales y laterales del interior del accionador eléctrico mostrado en las figuras anteriores.

Las figuras 15 y 17 son vistas extremas frontales y traseras del mecanismo de freno utilizado en el accionador eléctrico mostrado en las figuras anteriores.

La figura 16 es una vista isométrica del alojamiento del freno.

Las figuras 18a y 18b son secciones transversales del mecanismo de freno mostrado en las figuras 15-17, ilustrado en las posiciones de conectado y desconectado, respectivamente.

La figura 19 es una vista de montaje despiezado del mecanismo de freno mostrado en las figuras 15-18.

La figura 20 es la misma vista que la figura 3, con la excepción de que el muelle está invertido para empujar la válvula hacia la posición abierta.

La figura 21 es una sección transversal de una caída en el engranaje del embrague que puede utilizarse en el accionador eléctrico, siendo sustituido por uno de los engranajes.

La figura 22 es una vista esquemática de un sistema de control empleado normalmente para una válvula de cabeza de pozo.

Descripción detallada de la invención

Un accionador eléctrico 10 que es particularmente adecuado para una válvula de cabeza de pozo 12 se muestra en las figuras de acuerdo con una realización preferente de la presente invención. La figura 1 ilustra un sistema de producción del pozo de gas natural 14 que es una aplicación ejemplar y un entorno operativo para el accionador eléctrico 10. Como se muestra en la figura 1, la válvula de cabeza de pozo 12 regula la salida de producción de un pozo de producción de gas natural 16 a través de un conducto colector 18.

La válvula de cabeza de pozo 12 está montada en el conducto colector 18 en serie fluida con un sensor de flujo de gas 20. El grado de abertura de la válvula de cabeza de pozo 12 y la presión del gas natural del pozo 16 (que suele oscilar entre aproximadamente 10-900 psi o incluso más para la mayoría de los pozos de producción) determina la tasa de flujo de gas natural a través del conducto colector 18. El sensor de flujo de gas 20 mide la cantidad de gas natural que fluye a través del conducto 18. El sensor de flujo de gas 20 proporciona retroalimentación eléctrica representativa de la tasa de flujo detectado a un controlador electrónico 22 para control de bucle cerrado sobre el accionador eléctrico 10 y válvula de cabeza de pozo 12.

Dado que el pozo 16 puede estar situado en posición remota de una fuente de alimentación eléctrica disponible comercialmente, se muestra que el sistema 14 incluye una fuente de alimentación eléctrica local que comprende normalmente un pequeño panel solar 24 y una batería 26. El panel solar 24 genera una pequeña fuente de alimentación eléctrica y la batería 26 almacena la fuente de alimentación eléctrica. Ventajosamente, el accionador eléctrico 10 puede sustituir sistemas de accionamiento neumático sin necesi-

dad de fuente de alimentación adicional o generación eléctrica, utilizando únicamente la fuente de alimentación eléctrica local existente, si se desea. Como tal, no tienen que desperdiciarse costes adicionales en generación eléctrica y la presente invención puede emplearse como dispositivo de reajuste para sustituir los sistemas de accionamiento neumático en las válvulas de cabeza de pozo existentes. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que en algunos casos puede ser deseable una expansión adicional de la generación eléctrica o las capacidades de almacenamiento.

En la figura 1 se indican dos controladores separados 22, 82 pero estos pueden integrarse si se desea en un único conjunto controlador. Para proporcionar tanto los sistemas de reajuste como los nuevos, suelen utilizarse normalmente dos controladores separados 22, 82.

La válvula de cabeza de pozo 12 puede ser una válvula trasladable linealmente, una válvula rotatoria u otra válvula móvil/posicionable. Con referencia a las figuras 2-4 y 8, la válvula de cabeza de pozo ilustrada 12 se muestra como el tipo lineal que comprende un alojamiento de válvula 28 y un miembro de válvula trasladable linealmente 20. El alojamiento de la válvula 28 incluye un cuerpo de válvula 41 que define un paso de flujo 32. El paso de flujo 32 se extiende entre, y a través de, un par de bridas de montaje 32 en los extremos del cuerpo de la válvula 41. Las bridas de montaje 32 están adaptadas para montar la válvula de cabeza de pozo 12 en un conducto colector 18. El miembro de válvula 20 puede incluir componentes separados que incluyen un miembro de enchufe 36 y un vástago de válvula alargado 38 que se expande desde el miembro del enchufe 38, como se muestra. El vástago de la válvula 38 se extiende a través del alojamiento de la válvula 20 y es accionado por el accionador eléctrico 10. El vástago de la válvula 38 transmite la fuerza de posicionamiento selectivo desde el actuador eléctrico 10 al miembro de enchufe 36. El miembro de enchufe 36 está situado en una jaula 42 a lo largo del paso de flujo 32 para proporcionar un orificio de restricción que regule el flujo a través de la válvula. El miembro de enchufe 36 es trasladable linealmente acercándose y alejándose de un asiento de válvula 40 entre las posiciones totalmente cerrada y totalmente abierta, y posiciones intermedias entre ambas. El miembro de enchufe 36 bloquea todo el flujo cuando está en la posición totalmente cerrada y permite el flujo máximo cuando está en la posición totalmente abierta.

Para proporcionar la instalación del miembro de válvula móvil 20, el alojamiento de la válvula 38 puede estar compuesto por múltiples piezas que incluyen el cuerpo de la válvula 41, una jaula de medición 42 que contiene radialmente y guía el movimiento del miembro de enchufe de la válvula 36 y una tapa 44 que contiene radialmente y proporciona una disposición de cierre 46. La disposición de cierre proporciona un cierre estático y un cierre dinámico para evitar la fuga de gas natural de la válvula 12. Se ilustra una disposición de cierre adecuado para evitar la fuga de gas natural en la válvula en la patente estadounidense nº 6,161,835 a Don Arbuckle, cuya divulgación completa se incorpora por referencia.

Sin embargo, la realización divulgada incluye una disposición de cierre más ventajosa e innovadora 46 que es menos complicada, menos cara y más fiable. Con referencia a las figuras 9-10, la disposición de

cierre 46 incluye un pistón anular de presurización 47 que se extiende a través y alrededor del vástago de la válvula 38. Una cara del pistón 47 es accionada por el fluido de proceso en el paso de flujo de la válvula 32 para presurizar el fluido lubricante de sellado que está contenido en la cavidad sellante 48. El pistón 47 incluye una parte de manguito 49 que contiene guarnición estanca. La periferia exterior del pistón 47 dispone de un cierre de junta tórica 50 para evitar la comunicación entre el fluido de proceso y el lubricante. No se anticipa mucho movimiento de pistón, si lo hubiera, donde está ubicado el cierre por junta tórica 50 y por lo tanto, puede considerarse un cierre estático a todos los efectos prácticos. Otro cierre estático de junta tórica 51 está localizado entre el cuerpo de la válvula 41 y la tapa 44 para evitar la fuga de la cavidad sellante 48. De este modo, los dos sellados de junta tórica 50, 51 están dispuestos en serie y proporcionan un apoyo redundante para garantizar que el fluido de proceso no gotea a través de la cavidad sellante.

La guarnición estanca contenida en la parte del manguito del pistón 49 incluye un par de cierres dinámicos de junta tórica 52, dispuestos en serie fluida, un elemento espaciador 53, un par de arandelas del retén de sellado 54, un manguito guía de PTFE 55, un anillo de fijación 56 y una arandela de retención 57. El anillo de fijación 56 se encaja en una muesca en la parte del manguito del pistón 49 para retener axialmente la guarnición estanca en su sitio. El manguito guía de PTFE 55 está ajustado firmemente alrededor del vástago de la válvula 38 para proporcionar un movimiento deslizante de baja fricción del miembro de la válvula 30. El elemento espaciador 53 separa axialmente los sellados de junta tórica 52 proporcionando las arandelas del retén de cierre 54 equilibrio y retención de los cierres 52. Los puertos 58 se extienden a través del elemento espaciador 53 de modo que un anillo cilíndrico presurizado de lubricante rodea el vástago de la válvula 38 entre los cierres 52 de modo que el lubricante actúe sobre cada uno de los cierres dinámicos 52.

Se proporciona una cubierta 59 que encierra la guarnición y el pistón para evitar que el polvo y otros contaminantes externos dañen la disposición de sellado 46. La cubierta 59 puede retirarse para comprobar manualmente el nivel de lubricante que indica lo bien que funcionan los cierres 50, 51, 52. Concretamente, el extremo de la parte del manguito del pistón actúa como indicador del nivel sellante 61. Cuando el extremo del manguito o indicador 61 está alineado o es coplanar a la superficie superior de la tapa 44, la cavidad sellante 48 contiene la cantidad adecuada de lubricante sellante. Si el indicador se eleva por encima de la superficie superior mediante el movimiento de pistón axial, significa que el sellante se ha salido. Puede proporcionarse una escala dividida a lo largo de la superficie exterior de la parte del manguito del pistón 49 para proporcionar una indicación numérica del nivel de lubricante, si se desea. Se proporcionan varias ventajas con esta disposición de cierre 46, incluyendo una fabricación y montaje más fáciles, la prevención de que los contaminantes alcancen la disposición de sellado y un mecanismo integral que indique el nivel de lubricante de cierre.

La válvula de cabeza de pozo 12 puede incluir un muelle 60 para empujar el miembro de válvula móvil 30 bien a la posición abierta o a la posición cerrada.

Como se muestra en las figuras 3 y 8, el muelle 60 se muestra como un muelle de bobina de acero que está dispuesto para empujar el miembro de válvula 30 a la posición cerrada. Un alojamiento de muelle 62 se monta entre el accionador eléctrico 10 y el cuerpo de la válvula 41 para alojar y soportar el muelle 60. El muelle 60 es soportado por un extremo del alojamiento del muelle 62 y sobre una placa de asiento del muelle 64 que es soportada por un vástago del accionador 66. Un extremo del vástago del accionador 66 se acopla al vástago de la válvula 38, mientras que el otro extremo tiene una cremallera de propulsión 68.

En referencia a las figuras 3 y 11-13, la cremallera de propulsión 68 proporciona un miembro de manguito 67 que se desliza en el vástago del accionador 66 de modo que la cremallera del accionador 68 puede girar en relación con el vástago del accionador 66. Un cojinete de empuje 70 garantiza mejor la rotación libre de la cremallera de propulsión 68, especialmente porque se mantiene axialmente en posición mediante un muelle ondulado 71. El miembro de manguito 67 está contenido axialmente entre un par de tuercas 69 montadas sobre el vástago del accionador 66 y el muelle ondulado 71 que empuja el miembro de manguito 67 y la cremallera de propulsión 68 a una posición fija sobre el vástago del accionador 66. Esta disposición permite la rotación libre de la cremallera de propulsión de modo que las fuerzas del muelle 60 no hacen que se tuerza la cremallera de propulsión 68, evitando de este modo un desgaste prematuro, pero también mantiene la cremallera de propulsión en una posición axial fija en el vástago del accionador. El muelle ondulado 71 también se comprime ligeramente cuando el miembro de válvula 30 contacta con el asiento, reduciendo de este modo la carga de impacto resultante en el engranaje. Otra alternativa a un mecanismo de cremallera y piñón para convertir la energía rotacional en movimiento lineal es un mecanismo de tornillo esférico, y puede utilizarse otros mecanismos de conversión como alternativa.

Ha de tenerse en cuenta que el alojamiento del muelle 62 y el muelle 60 se muestran en la figura 8 siendo parte de la válvula de cabeza de pozo 12. Sin embargo, el alojamiento de muelle 62 y el muelle 60 pueden considerarse alternativamente como parte del accionador eléctrico y/o pueden estar integrados en los componentes del accionador eléctrico o la válvula. En cualquiera de los casos, el muelle 60 aplica una fuerza de empuje a la válvula accionada eléctricamente que actúa de forma efectiva tanto sobre el miembro de enchufe de la válvula 36 y el tren de engranajes de reducción 76, ya sea directa o indirectamente.

La realización divulgada también proporciona una estructura de soporte 65 sobre el vástago del accionador 66 que proporciona una característica para invertir la fuerza de accionamiento del muelle 60 que también es reversible. Como se muestra en la figura 20, el muelle 60 puede acoplarse al otro extremo del alojamiento del muelle 62 con la placa del asiento de muelle 64 soportada por la estructura de soporte alternativa 65, de modo que el muelle comprimido entre la placa del asiento del muelle 64 y el alojamiento del muelle 62 empuja la válvula hacia la posición abierta. De este modo, el muelle es reversible de modo que la válvula de cabeza de pozo accionada eléctricamente puede configurarse para empujar la válvula de cabeza de pozo ya esté abierta o cerrada.

En referencia a las figuras 2-7, el accionador eléctrico 10 comprende un alojamiento del accionador 72 (compuesto por varias estructuras de aluminio sujetas entre sí preferiblemente de manera estanca) que generalmente contiene y soporta un motor de velocidad gradual 74, un tren de engranajes de reducción 76, un mecanismo de freno 78, un mecanismo de anulación manual 80 y un accionador de motor indicado genéricamente como controlador del motor 82. El alojamiento del accionador 72 está montado sobre el alojamiento del muelle 62. El motor de velocidad gradual 74 es un motor de tipo no incentivo que evita la formación de chispas cuando se utiliza el accionador eléctrico alrededor de gas natural u otros líquidos inflamables y por lo tanto, reduce además el potencial de situación peligrosa en caso de fuga de gas. Otros tipos de motores libres de chispas potenciales apropiados incluyen un motor CC sin escobillas y un motor CA libre de chispas.

En una realización de la presente invención referente a aplicaciones de la válvula de cabeza de pozo, el controlador 82 activa selectivamente el motor 74. El motor eléctrico 74 puede ser operado por el controlador 82 en modo de retención para mantener la posición actual de la válvula de cabeza de pozo 12 y en un modo de actuación para accionar la válvula de cabeza de pozo 12. El motor eléctrico consume entre 1 y 3 vatios en el modo de retención (para proporcionar una fuerza que mantenga una posición de válvula con el freno desconectado y entre 4 y 12 vatios en el modo de accionamiento. Este consumo de potencia muy bajo hace que el accionador eléctrico 10 sea capaz de operar únicamente con una fuente de alimentación eléctrica existente proporcionada por un panel solar 24 y batería 26 (dicha fuente de alimentación local puede haber sido prevista originalmente para regular válvulas de cabeza de pozo electroneumáticas).

En referencia a las figuras 11-14, el motor de velocidad gradual 74 incluye un alojamiento de motor o estátor 84 montado en relación fija relativa al alojamiento del accionador 72 y un rotor que comprende un eje motriz 86. El eje motriz 86 gira en relación con el estátor 84. El eje motriz 86 proporciona integralmente un engranaje de piñón 88 en este (ya sea mecanizando el eje motriz o montando un diente del engranaje separado montado sobre este) que proporciona una entrada para el tren de engranajes de reducción 76. El tren de engranajes de reducción 76 comprende una pluralidad de engranajes de reducción individuales 90 a-d que comprende cada uno un diente de engranaje ascendente más grande 92 a-d y un diente de engranaje descendente más pequeño 94 a-d (es decir, un engranaje de "piñón") que están montados en un eje de engranaje común 96a-d.

Los ejes de engranaje 96a-d están montados rotatoriamente o apoyados para girar por el alojamiento del accionador 72 en relación paralela. El engranaje de piñón 88 sobre el eje motriz 86 está engranado con el diente más largo 92a del primer engranaje de reducción 90 de modo que la fuerza es amplificada desde el eje motriz del motor 86 al primer eje de engranaje 96a. Los otros engranajes en el tren de engranajes de reducción están dispuestos de forma similar con los dientes de engranaje más pequeños 94a-94c activando los dientes de engranaje más grandes 92b-92d, respectivamente. A medida que gira el motor, la fuerza de accionamiento eléctrica proporcionada por

el motor 74 es aplicada y amplificada por todo el tren del engranaje de reducción 76 desde el eje motriz del motor 86 a la salida rotatoria que es aplicada entonces por el último diente del engranaje de piñón más pequeño 94d. El diente de engranaje más pequeño 94d se engrana con la cremallera de propulsión 68 para accionar la cremallera de propulsión 68 y de este modo, convertir la energía rotacional en energía de traslación lineal. Un elemento de leva empujado por muelle 73 apoyado por el alojamiento del actuador 72 mantiene la cremallera empujada contra el diente del engranaje de piñón 94d en relación engarzada (esto puede utilizarse como dispositivo limitador del par de torsión para evitar daños en caso de error o situación de exceso de par de torsión). Otra alternativa a un mecanismo de cremallera y piñón para convertir la energía rotacional en movimiento lineal es un mecanismo de tornillo esférico, y pueden utilizarse otros mecanismos de conversión como alternativa.

Con el fin de que sea suficiente para accionar la válvula de cabeza de pozo 12 en los sistemas de la válvula de cabeza de pozo 14, el tren de engranajes tiene preferentemente una relación de engranajes de reducción de al menos 100:1 y más preferentemente de al menos 400:1. Con dicha relación de engranajes de reducción sustancial, una fuerza de motor pequeña (ej. consumiendo 4-12 vatios para accionar la válvula con la tecnología de motor actual que está disponible inmediatamente) es amplificada por el tren de engranajes de reducción para proporcionar una fuerza de accionamiento suficiente para accionar y posicionar la válvula 12 contra las fuerzas del muelle y/o fuerzas de fluido, que pueden ser muy sustanciales en vista del hecho de que las presiones del pozo pueden variar en un rango de aproximadamente 10-900 psi. Obviamente, la velocidad del accionamiento disminuirá sustancialmente con el tiempo de rotación de la válvula 12 entre las posiciones de totalmente abierto y totalmente cerrado, tardando aproximadamente 1-5 minutos. Se ha demostrado que un tiempo de rotación lento es aceptable y no afecta de manera apreciable el control de producción del pozo (especialmente dado que la producción se produce a menudo 24 horas al día con cambios demandados en la salida del pozo que se produce en una base relativamente poco frecuente). Esto también es particularmente cierto al considerar las ventajas significativas asociadas con la reducción y, de hecho, la eliminación para todos los efectos prácticos de todas las emisiones de gas fugitivas utilizando la fuente de alimentación local, proporcionada normalmente en emplazamientos de la válvula de cabeza de pozo.

En referencia a las figuras 15-19, el mecanismo de freno 78 actúa al menos parcialmente a través del tren de engranajes de reducción 76 y como se muestra en la realización divulgada, directamente en el eje motriz 86 del motor 74. El mecanismo de freno 78 puede actuar en el piñón del motor 88 para retardar las fuerzas del muelle de retorno y/o fuerzas de presión de fluido transmitidas a través del tren de engranajes de modo que solo una fracción de la fuerza se transmite al eje del motor 86 del motor 74. De este modo, el mecanismo de freno 78 puede utilizarse para reducir en gran medida la cantidad de fuerza de retención necesaria para que el motor sostenga una posición actual de la válvula, o para eliminar completamente una fuerza de retención para mantener una posición de válvula actual.

El mecanismo de freno 78 incluye un par de zapatas de freno 110 y un rotor 112. Las zapatas de freno 110 incluyen ranuras 114 en sus periferias externas que reciben pasadores de soporte fijos 116 que están apoyados y montados en, por y se extienden desde, el alojamiento del accionador 72. Los pasadores 116 sostienen las zapatas 110 de forma fija y evitan la rotación de las zapatas 110. La zapata exterior 110 también está empotrada axialmente contra el alojamiento del accionador 72 y soportada por él. El rotor 112 incluye una parte de manguito 118 que está ranurada al eje motriz 86, y una parte de placa 120 encajonada axialmente entre las zapatas de freno 110. Las zapatas 110 incluyen nervaduras circulares que se proyectan radialmente hacia el interior 122 que se acoplan friccionalmente a la parte de la placa del rotor 120 cuando el freno está acoplado en la posición de conectado. Las nervaduras 122 son relativamente finas radialmente para proporcionar un anillo de diámetro sustancialmente constante que acople el rotor 112 para proporcionar una fuerza de frenado más consistente (ej. evitando de este modo el deslizamiento en un diámetro menor que podría producirse con una zapata de la pastilla de freno radialmente más ancha). Un muelle de frenado 124 aplica una fuerza axial para acoplar friccionalmente las zapatas 110 contra los lados opuestos del rotor 112.

Aunque el mecanismo de freno 78 puede estar posicionado permanentemente en la posición de conectado y por lo tanto, estar diseñado únicamente como freno dinámico, preferiblemente el mecanismo de freno también incluye un dispositivo accionador 126 para acoplar y desacoplar manualmente el freno entre las posiciones de conectado y desconectado como se muestra en las figuras 18a y 18b. El freno puede tener diferentes niveles de acoplamiento así como proporcionar diferentes niveles de fuerza de frenado. En la realización divulgada, el dispositivo accionador 126 incluye un alojamiento de soporte con forma de manguito 128 que se enrosca o se monta de otro modo en el alojamiento del accionador 72. El dispositivo accionador 126 también incluye un miembro interruptor selector con forma de espiga 130 que se inserta de forma deslizante en el alojamiento del soporte 128 para la rotación y el movimiento lineal relativo al alojamiento del soporte 128.

El movimiento lineal y rotacional del miembro interruptor 130 relativo al alojamiento del soporte 128 está limitado con un pasador 132 y un mecanismo de ranura 134. El pasador 132 está montado de forma fija al miembro interruptor 130 y se expande radialmente hacia fuera desde allí hasta la ranura 134, que se define mediante el alojamiento de soporte 128. La ranura 134 incluye una primera y una segunda pata que se extienden axialmente 138, 140 que se corresponden con las posiciones de conectado y desconectado, respectivamente, y una sección intermedia que se extiende radialmente 142 separando las patas 138, 140. La primera pata 138 es más larga que la segunda pata 140 para proporcionar las posiciones de conectado y desconectado. Un muelle exterior 144 se apoya en una arandela 146 que se mantiene fija en una posición fijada por el alojamiento del accionador 72. El muelle exterior 144 empuja axialmente el miembro interruptor 130 hacia el alojamiento de soporte 128 de modo que el pasador 132 es limitado e impulsado hacia el extremo final de la pata cuando el pasador 132 está posicionado en cualquiera de las patas 138, 140.

El miembro interruptor 130 incluye una parte del vástago de accionamiento 148 que se extiende a través de un orificio central en el alojamiento de soporte 128. La parte del vástago 148 incluye una parte de cabezal manivelable manualmente expuesta en la parte exterior del alojamiento del accionador 72. La parte del cabezal manivelable se muestra incluyendo una ranura para destornillador 150 u otra estructura que esté adaptada para ser girada por una herramienta o mecanismo de manivela. Como se muestra en las figuras 18a, 18b, el miembro interruptor 130 puede ser empujado manualmente hacia dentro contra la acción del muelle de retorno exterior 144 y ser girado manualmente entre las posiciones de conectado y desconectado (como se indica en la parte exterior del alojamiento de soporte como se muestra en la figura 15).

El miembro interruptor selector 130 transporta el muelle de freno 124 que está adaptado para aplicar la fuerza de frenado axial a las zapatas del freno 110. El muelle del freno 124 está soportado en un extremo por un asiento de muelle 152 e impulsa axialmente una placa de aplicador de freno 154 alejándola del miembro interruptor selector 130. El asiento de muelle 152 incluye un vástago roscado 156 que se enrosca y se bloquea en una abertura roscada 158 en el miembro interruptor selector 130, mediante una rosca autofloculante de modo que la posición del asiento del muelle 152 está fijada en relación con el miembro interruptor selector 130. La profundidad a la que se atornilla el asiento del muelle 152 en el miembro interruptor selector 130 generalmente determina y se utiliza durante el montaje para graduar y establecer la fuerza de frenado que se aplica en la posición de conectado para el mecanismo de freno 78. La placa del aplicador del freno 154 puede moverse axialmente en relación con el asiento del muelle 152. Un perno de tope 160 se extiende a través de la placa del aplicador del freno 154 y está montado en el asiento del muelle 152. El perno de tope 160 soporta y guía el movimiento de deslizamiento axial de la placa del aplicador 154.

Cuando el mecanismo de freno 78 está en la posición de conectado como se muestra en la figura 18a, el muelle de frenado 124 impulsa la placa del aplicador 154 contra la zapata interna del freno 110 de modo que el muelle comprime las zapatas de freno 110 contra el rotor 112. Cuando el mecanismo de freno 78 está en la posición de pagado como se muestra en la figura 18b, el muelle de frenado 124 impulsa la placa del aplicador 154 contra el cabezal del perno de tope 160 que actúa como tope para evitar que el freno actúe sobre las zapatas 110.

También se proporciona en el accionador eléctrico 10 el mecanismo de anulación manual 80 que incluye un eje de entrada manivelable 162 que incluye un cabezal con una estructura rectangular 164 que puede acoplarse y rotarse mediante una manivela o herramienta manuales. El eje de entrada 162 está albergado en el alojamiento del accionador 72. El eje de entrada 162 actúa a través de un embrague que limita un par de torsión 166 (otro dispositivo de limitación del par de torsión, por ejemplo, un pasador de cizalla) sobre uno de los ejes de engranaje 90d de modo que dicha rotación del eje de entrada 162 puede operarse linealmente al miembro de la válvula 30 manualmente. El embrague que limita el par de torsión 166 evita el exceso de par de torsión manual del aparato y de este modo, evita el daño a la cremallera de propul-

sión 68 y el piñón de accionamiento 94d que podría producirse de otro modo con el exceso de par de torsión manual. El embrague que limita el par de torsión 166 puede incluir una placa de entrada acoplada al eje de entrada 162 que se acopla friccionalmente a una placa de salida acoplada al eje del engranaje 90d. A una fuerza o par de torsión determinados, las placas del embrague 166 se deslizan en relación mutua para evitar la sobremarcha de la válvula. El embrague 166 se establece de tal modo que el par de torsión predeterminado al que se produce el deslizamiento es lo suficientemente pequeño para evitar el daño a la válvula de cabeza de pozo 12 por el exceso de par de torsión manual pero lo suficientemente grande para poder superar todas las fuerzas de frenado y de empuje que actúan sobre la válvula como las causadas por el mecanismo de frenado 78 y el muelle de empuje de la válvula 60, con el que el mecanismo de anulación manual 80 puede operarse manualmente para accionar el miembro de la válvula 30 a una posición seleccionada entre las posiciones completamente abierta y completamente cerrada, incluso con el mecanismo de freno 78 acoplado en la posición de conectado. El cabezal del eje de entrada 162 tiene un puntero 172 y el alojamiento del accionador 72 tiene una escala 174 que indica el grado de abertura de la válvula 12. El puntero 172 y la escala 174 se utilizan para indicar la posición de la válvula visualmente y para el personal de mantenimiento cuando se ajusta la válvula manualmente.

Una característica significativa de la realización divulgada es que el accionador eléctrico 10 puede configurarse entre tres diferentes modos de operación posibles. La configuración se logra teniendo una fuerza de empuje del muelle 60 que es reversible manualmente y un mecanismo de freno 78 que también tiene posiciones de conectado y desconectado de modo que el muelle 60 puede accionar el tren de engranajes de reducción 76 y un miembro de válvula 30, o el mecanismo de freno 78 puede utilizarse para mantener la posición de la válvula, cuando se produce una pérdida de alimentación eléctrica. El accionador eléctrico 10 tiene de este modo tres modos operativos configurables diferentes en caso de pérdida de potencia del motor eléctrico 74, incluyendo un modo de abertura en caso de fallo en el que el muelle está dispuesto para impulsar el tren de engranajes de reducción 76 y un miembro de válvula 30 hacia la posición totalmente abierta en caso de pérdida de potencia 60 con el mecanismo de freno 78 en la posición de desconectado, un modo de cierre en caso de fallo en el que el muelle está dispuesto para impulsar el tren de engranajes de reducción 76 y un miembro de válvula 30 hacia la posición totalmente cerrada en caso de pérdida de potencia 60 con el mecanismo de freno 78 en la posición de desconectado, y un modo de fijación en caso de fallo en el que el mecanismo de freno 78 está en la posición de conectado y mantiene la posición actual del tren de engranajes de reducción 76 y el miembro de válvula 30.

En la realización divulgada se emplean múltiples dispositivos de detección de la posición. En primer lugar, el controlador del motor 82 incorpora integralmente un sensor de posición analógico 176 que deriva su posición de salida rotatoria de las señales de control de posición del motor enviadas al motor eléctrico de velocidad gradual 74. El sensor de posición analógico es una forma de acumulador o contador que

suma números y resta números de una cuenta a medida que el motor de velocidad gradual 74 es accionado para derivar electrónicamente la posición de la válvula 12. Los cambios en la posición de la válvula son linealmente proporcionales a los cambios en la cuenta del sensor de posición analógico 176. La realización divulgada también incluye un sensor de posición redundante conectado eléctricamente y que proporciona retroalimentación al controlador del motor 82, que se muestra en forma de potenciómetro 178. El potenciómetro 178 está posicionado mediante una leva que actúa por una superficie excéntrica en una parte extendida del último eje de engranaje 96. El potenciómetro 178 proporciona retroalimentación redundante que se utiliza para comprobar la precisión del sensor de posición analógico 176 que podría dar error en caso de que hubiera una pérdida de potencia eléctrica o deslizamiento en el motor de velocidad gradual 74. Por último, la realización divulgada también puede incluir interruptores de límite 184 que están montados cerca del último eje de engranaje 96d y establece puntos que representan el final de la trayectoria para la válvula de cabeza de pozo 12 también definidos como posiciones totalmente abiertas y totalmente cerradas. El eje motriz extendido 96d incluye excéntricos de leva que activan los interruptores de límite 184 en los puntos establecidos. Los interruptores de límite 184 están conectados eléctricamente a una interfaz del cliente para proporcionar la indicación de cuando la válvula está en un punto establecido. Esto proporciona retroalimentación independiente para comprobar la precisión del funcionamiento. Alternativamente, las señales de los interruptores de límite pueden utilizarse para apagar la alimentación al motor 74 para garantizar que el controlador 82 no envía una señal al motor para accionar la válvula pasadas las posiciones totalmente abierta o totalmente cerrada. Los interruptores de límite 184 también son ajustables y pueden rotarse manualmente en relación el eje motriz 96d de modo que si un usuario final desea definir un extremo diferente del rango de la trayectoria, el usuario final puede configurar manualmente y definir el extremo del rango de la trayectoria como considere adecuado.

En referencia a la figura 1, el sistema 14 también puede incluir un transmisor inalámbrico 186 alimentado por la fuente de alimentación local que está en comunicación eléctrica con uno o ambos de los controladores 22, 82. Ha de tenerse en cuenta que el primer controlador 22 se proporciona en una ubicación de la válvula de cabeza de pozo normalmente externa al accionador eléctrico 10 para proporcionar control del nivel de sistema. El controlador del motor 82 es más un accionador del motor para facilitar el control sobre el accionamiento del accionador eléctrico 10 y el posicionamiento de la válvula de cabeza de pozo 12. En cualquier caso, el transmisor inalámbrico 186 puede recibir una entrada de control remoto y exigir señales de forma inalámbrica desde un transmisor posicionado remotamente 188, de modo que uno o ambos controladores 22, 82 pueden ser controlados remotamente para ajustar la posición de la válvula de cabeza de pozo 12 sin esfuerzo. El transmisor 186 también puede transmitir retroalimentación a una ubicación remota y de este modo, informar la personal de mantenimiento sobre los parámetros operativos en el emplazamiento de la cabeza de pozo (ej. tasa de flujo, posición de la válvula, niveles de potencia, funcionamiento defectuoso, etc.).

Otro aspecto alternativo de una realización puede ser la incorporación de un modo de hibernación para el accionador eléctrico 10 en el que prácticamente no consume electricidad y desciende automáticamente el consumo de energía cuando la válvula 12 está posicionada correctamente. De acuerdo con este modo, el mecanismo de freno 78 está normalmente en la posición de conectado y por lo tanto, actúa como freno dinámico dispuesto para proporcionar resistencia al movimiento de la válvula 12. Dado que el mecanismo de freno 78, cuando está conectado, proporciona fuerza suficiente para evitar que el tren de engranaje se accione hacia atrás en caso de pérdida de alimentación, el mecanismo de freno 78 puede operarse para mantener una posición actual para la válvula de cabeza de pozo 12. El motor eléctrico 74 proporciona suficiente fuerza y par de torsión para hacer que el freno se deslice y por lo tanto, dominar el freno para mover la válvula de cabeza de pozo 12, cuando se desee. El modo de hibernación proporciona además una eficiencia energética y reduce el consumo de energía cuando la potencia eléctrica en estas ubicaciones remotas es escasa.

Otra característica mostrada en la figura 21 es una caída alternativa en el engranaje de reducción del embrague 190b que puede sustituir al engranaje de reducción 90b. El engranaje de reducción del embrague 190b es particularmente útil y puede utilizarse para el accionador cuando se configura para el modo de apertura en caso de fallo, en el que el muelle 60 está dispuesto para empujar la válvula abierta como se muestra en la figura 20. El engranaje de reducción del embrague 190b incluye igualmente un diente de engranaje más grande 192b y un diente de engranaje de piñón más pequeño 194b en el eje de engranaje 196b. Como se muestra, el diente del engranaje más grande 192b está montado de forma deslizante con un buje sin reborde 191. Un par de arandelas de muelle 193, apoyadas por miembros de apoyo del cojinete fijado axialmente 195 (que están apoyados en el alojamiento del accionador) impulsan un par de placas de apoyo 197 y discos de acoplamiento friccional 198, con un diente de engranaje más grande 192b entre ambas, juntos contra el engranaje de piñón 194b. Las placas de soporte 197 están ranuradas o acunadas al eje 196b de modo que la compresión aplicada por las arandelas del muelle 193 puede operarse para bloquear el diente de engranaje más grande 192b al eje 196b por debajo de un par de torsión predeterminado y permitir un deslizamiento rotacional del diente de engranaje más grande 192b por encima del par de torsión predeterminado. La ventaja del mecanismo de embrague incorporado en el engranaje de reducción 190b es que se produce deslizamiento en un par de torsión predeterminado. Al utilizar un motor de velocidad gradual 74, puede producirse deslizamiento dentro del motor de velocidad gradual con grandes cargas. Al establecer el deslizamiento en el engranaje de reducción del embrague a una carga inferior (considerando la amplificación del engranaje) esto garantiza mejor que no se produzca el deslizamiento en el motor de velocidad gradual 74 que podría de otro modo permitir al muelle

mover la válvula a una posición no deseada.

Finalmente, aunque la presente invención se muestra para su uso en el control o regulación del gas natural en una cabeza de pozo, la presente invención puede tener otras aplicaciones. Por ejemplo, el accionador 10 puede utilizarse con una válvula para regular el flujo de otros tipos de fluido de proceso, incluyendo otros tipos de gases y líquidos.

Todas las referencias, incluidas las publicaciones, solicitudes de patentes y patentes, citadas en la presente se incorporan a la misma por referencia, en la misma medida que si cada referencia fuera indicada individual y específicamente para ser incorporada por referencia y se presentasen en su totalidad en la misma.

El uso de los términos “un/una” y “el/la” y referentes similares en el contexto de descripción de la presente invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) ha de interpretarse para cubrir tanto el singular como el plural, a menos que se indique lo contrario o quede en clara contradicción por el contexto. Los términos “que comprende”, “que tiene”, “que incluye” y “que contiene” han de interpretarse como términos abiertos (es decir, significa “que incluye” pero no está limitado) a menos que se indique lo contrario. La enumeración de los rangos de valores en la presente tienen la mera intención de servir como procedimiento abreviado para indicar individualmente cada valor separado que se incluye dentro del rango, a menos que se indique lo contrario, y cada valor separado se incorpora a la especificación como si fuera recitado individualmente en la misma. Todos los procedimientos descritos en la presente memoria pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario o quede en clara contradicción por el contexto. El uso de cualquiera y de todos los ejemplos, o del lenguaje ejemplar (ej. “como por ejemplo”) proporcionado en la presente memoria, tiene la mera intención de ilustrar mejor la invención y no plantea una limitación al alcance de la invención a menos que se reivindique lo contrario. No debe interpretarse el lenguaje de la especificación como un indicador de cualquier elemento no reivindicado como fundamental para la práctica de la invención.

En la presente se describen las realizaciones preferentes de la presente invención, incluyendo el mejor modo conocido por los inventores para llevar a cabo la invención. Los expertos en la técnica pueden advertir las variaciones a estas realizaciones preferentes al leer la descripción anterior. Los inventores esperan que los expertos empleen dichas variaciones según sea adecuado, y los inventores pretenden que la invención se practique de otro modo al descrito específicamente en esta memoria. Por consiguiente, la presente invención incluye todas las modificaciones y equivalentes del objeto definido en las reivindicaciones adjuntas según permita la legislación aplicable. Asimismo, la invención abarca cualquier combinación de los elementos anteriormente descritos en todas las variaciones posibles de los mismos a menos que se indique lo contrario o quede en clara contradicción por el contexto.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para regular el flujo de fluido de proceso de un pozo, que comprende:

un conducto colector para recoger el fluido de proceso del pozo;

una válvula de cabeza de pozo (12), teniendo la válvula de cabeza de pozo (12) un alojamiento de válvula (28) y un miembro de válvula (30), pudiéndose mover dicho miembro de válvula (30) para regular el flujo de fluido de proceso a través del conducto colector;

una fuente de alimentación eléctrica (26);

un motor eléctrico (74) alimentado por la fuente de alimentación eléctrica (26)

un tren de engranajes de reducción (76) que comprende una pluralidad de engranajes para reducir la fuerza de accionamiento necesaria para mover el miembro de válvula (30) de la válvula de cabeza de pozo (12) y

dicho motor eléctrico (74) que genera dicha fuerza de accionamiento que se amplifica y acopla al miembro de válvula (30) de la válvula de cabeza de pozo (12) a través del tren de engranajes de reducción (76) para accionar y posicionar el miembro de válvula (30) de la válvula de cabeza de pozo (12) entre todas las posiciones sin utilizar ni liberar gas de proceso para el accionamiento de la válvula de cabeza de pozo, **caracterizado** porque

se proporciona un sensor de flujo (20) en serie con dicha válvula de cabeza de pozo que detecta el flujo del fluido de proceso a través del conducto colector de modo que la fuente de alimentación eléctrica es una fuente de alimentación eléctrica local que comprende un panel solar (24) y una batería (26) y

porque el motor eléctrico (74) opera únicamente con dicha fuente de alimentación eléctrica local.

2. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un freno, teniendo el freno una posición de conectado en la que el freno actúa sobre la válvula de cabeza de pozo para mantener una posición actual de la válvula de cabeza de pozo.

3. El sistema de la reivindicación 2 en el que el freno puede moverse entre la posición de conectado y la posición de desconectado mediante un interruptor selector accionado manualmente.

4. El sistema de la reivindicación 3, que comprende además una entrada de anulación manual y un embrague, la entrada de anulación manual acoplada a la válvula de cabeza de pozo de tal modo que la rotación manual de la entrada de anulación posiciona la válvula de cabeza de pozo, en la que el embrague está dispuesto para limitar la cantidad de par de torsión aplicada por la entrada de anulación manual al tren de engranajes de reducción y a la válvula de cabeza de pozo.

5. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un freno dinámico que aplica una fuerza de sujeción a la válvula de cabeza de pozo, proporcionando el motor eléctrico una fuerza de accionamiento eléctrico de magnitud suficiente para superar la fuerza de sujeción del freno dinámico para accionar la válvula de cabeza de pozo, actuando el freno a través de al menos parte del tren de engranajes de reducción para mantener la posición en curso de la válvula de cabeza de pozo cuando el motor eléctrico no proporciona ninguna fuerza de accionamiento eléctrico de modo que la válvula de cabeza de pozo mantiene la posición en

curso en caso de pérdida de potencia de la fuente de alimentación.

6. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un muelle que empuja la válvula de cabeza de pozo a una posición totalmente cerrada, moviéndose la válvula de cabeza de pozo automáticamente a la posición totalmente cerrada en caso de pérdida de potencia eléctrica en el motor eléctrico, comprendiendo además medios que incluyen un freno y una entrada manual para establecer selectivamente una posición de la válvula de cabeza de pozo en caso de pérdida de potencia en el motor eléctrico.

7. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un muelle que empuja la válvula de cabeza de pozo a una posición totalmente abierta, moviéndose la válvula de cabeza de pozo automáticamente a la posición totalmente abierta en caso de pérdida de potencia eléctrica en el motor eléctrico, comprendiendo además medios que incluyen un freno y una entrada manual para establecer selectivamente una posición de la válvula de cabeza de pozo en caso de pérdida de potencia en el motor eléctrico.

8. El sistema de la reivindicación 1, en el que el motor eléctrico es un motor libre de chispas seleccionado de un grupo que comprende un motor de pasos, un motor CC sin escobillas y un motor CA libre de chispas.

9. El sistema de la reivindicación 1 en el que el tren de engranajes de reducción tiene una relación de engranajes mayor de aproximadamente 100:1, en el que la fuerza aplicada por el motor eléctrico a la válvula de cabeza de pozo es aumentada por la relación de engranajes.

10. El sistema de la reivindicación 9 en el que la relación de engranajes es mayor que 400:1.

11. El sistema de la reivindicación 9, comprendiendo además un controlador para energizar selectivamente el motor, en el que el motor eléctrico tiene un modo de retención para mantener la posición en curso de la válvula de cabeza de pozo y un modo de accionamiento para accionar la válvula de cabeza de pozo, consumiendo el motor eléctrico entre 1 y 3 vatios en el modo de retención y entre 4 y 12 vatios en el modo de accionamiento.

12. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además: un controlador alimentado por la fuente de alimentación eléctrica local que opera el motor eléctrico para establecer la posición de la válvula, teniendo el controlador un modo de retención en el que la válvula de cabeza de pozo se mantiene en una posición actual y un modo activo en el que el controlador energiza activamente el motor eléctrico para posicionar la válvula de cabeza de pozo, consumiendo el motor eléctrico menos potencia eléctrica de la fuente de alimentación eléctrica local en el modo de retención, en comparación con el modo activo.

13. El sistema de la reivindicación 1, en el que la fuente de alimentación local comprende una rejilla de alimentación solar y una batería cerca de la válvula de cabeza de pozo.

14. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un controlador alimentado por la fuente de alimentación eléctrica local que tiene una entrada de demanda que representa la salida demandada de fluido de proceso del pozo, respondiendo el controlador al sensor de flujo para establecer la posición de la válvula de cabeza de pozo de acuerdo con la entrada de demanda.

15. El sistema de la reivindicación 14, comprendiendo además un sensor de posición que indica la posición de la válvula de cabeza de pozo, siendo el controlador receptivo al sensor de posición para establecer la posición de la válvula de cabeza de pozo de acuerdo con la entrada demandada.

16. El sistema de la reivindicación 15, en el que el sensor de posición incluye un sensor de posición analógico incorporado en el controlador que deriva la posición de la válvula de cabeza de pozo de las señales de control de la posición del motor enviadas al motor eléctrico, comprendiendo además un sensor de posición redundante que proporciona retroalimentación al controlador para comprobar la precisión del sensor de posición analógico.

17. El sistema de la reivindicación 15, comprendiendo además un transmisor inalámbrico alimentado por la fuente de alimentación eléctrica local en comunicación eléctrica con dicho controlador, en el que el controlador puede ser controlado de forma remota para ajustar la posición de la válvula de cabeza de pozo de forma inalámbrica y puede indicar los parámetros operativos de forma inalámbrica.

18. El sistema de la reivindicación 1 en el que la válvula de cabeza de pozo comprende un alojamiento de válvula y un miembro de válvula montado de forma deslizable en el alojamiento de válvula para reciprocación lineal, estando el miembro de válvula acoplado a una cremallera, incluyendo el tren de engranajes de reducción un engranaje de piñón de entrada en un eje motriz rotatorio del motor eléctrico, un engranaje de piñón de salida engranado con la cremallera para accionar la cremallera, y una pluralidad de engranajes entre los engranajes de piñón de entrada y salida, en los que la velocidad se reduce y el par de torsión aumenta desde el engranaje de piñón de entrada al engranaje de piñón de salida.

19. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además un freno dinámico dispuesto para proporcionar resistencia al movimiento de la válvula, y un controlador alimentado por la fuente de alimentación eléctrica local y que activa el motor eléctrico en un modo de accionamiento con fuerza suficiente para superar la resistencia proporcionada por el freno dinámico para establecer la posición de la válvula, teniendo el controlador un modo de hibernación en el que el motor eléctrico no está activado y en el que el freno dinámico actúa al menos parcialmente a través del tren de engranajes de reducción con fuerza suficiente proporcionada para neutralizar el muelle y/o las fuerzas fluido que actúan sobre la válvula de cabeza de pozo para evitar el movimiento de la válvula de cabeza de pozo cuando está en el modo de hibernación.

20. Un procedimiento para controlar el posicionamiento de una válvula de cabeza de pozo (12) para controlar el flujo de gas de proceso desde el pozo utilizando una fuente de alimentación eléctrica (26) que comprende:

alimentar un motor eléctrico (74) empleando la fuente de alimentación eléctrica (26);

accionando un miembro de válvula (20) de la válvula de cabeza de pozo (12) con una fuerza de accionamiento para regular el flujo del gas de proceso sin liberar gas de proceso;

utilizar dicho motor eléctrico (74) para generar dicha fuerza de accionamiento que se amplifica y se acopla al miembro de la válvula (30) de la válvula de cabeza de pozo (12) a través de un tren de engranajes de reducción (76) para accionar y posicionar el miembro de válvula (20) de la válvula de cabeza de pozo (12) entre todas las posiciones sin utilizar y sin liberar gas de proceso para el accionamiento de la válvula de cabeza de pozo, **caracterizado** por usar una fuente de alimentación eléctrica local que comprende un panel solar (24) y una batería (26) como fuente de alimentación eléctrica y operar el motor eléctrico (74) solamente a partir de dicha fuente de alimentación eléctrica local.

21. El procedimiento de la reivindicación 20, comprendiendo además el empuje de la válvula de cabeza de pozo hacia una de las posiciones abierta o cerrada con fuerza de empuje, siendo la fuerza de accionamiento eléctrico mayor que la fuerza de empuje.

22. El procedimiento de la reivindicación 21, comprendiendo además la aplicación de una fuerza de frenado a la válvula de cabeza de pozo y amplificando la fuerza de frenado, siendo la fuerza de frenado cuando se amplifica mayor que la fuerza de empuje para mantener la posición actual de la válvula de cabeza de pozo pero menor que la fuerza de accionamiento eléctrico cuando se amplifica.

23. El procedimiento de la reivindicación 21, comprendiendo además el posicionamiento manual de la válvula en caso de pérdida de accionamiento eléctrico en una posición seleccionada y manteniendo selectivamente la válvula en la posición seleccionada con fuerza suficiente para obviar la fuerza de empuje.

24. El procedimiento de la reivindicación 20, además comprende:

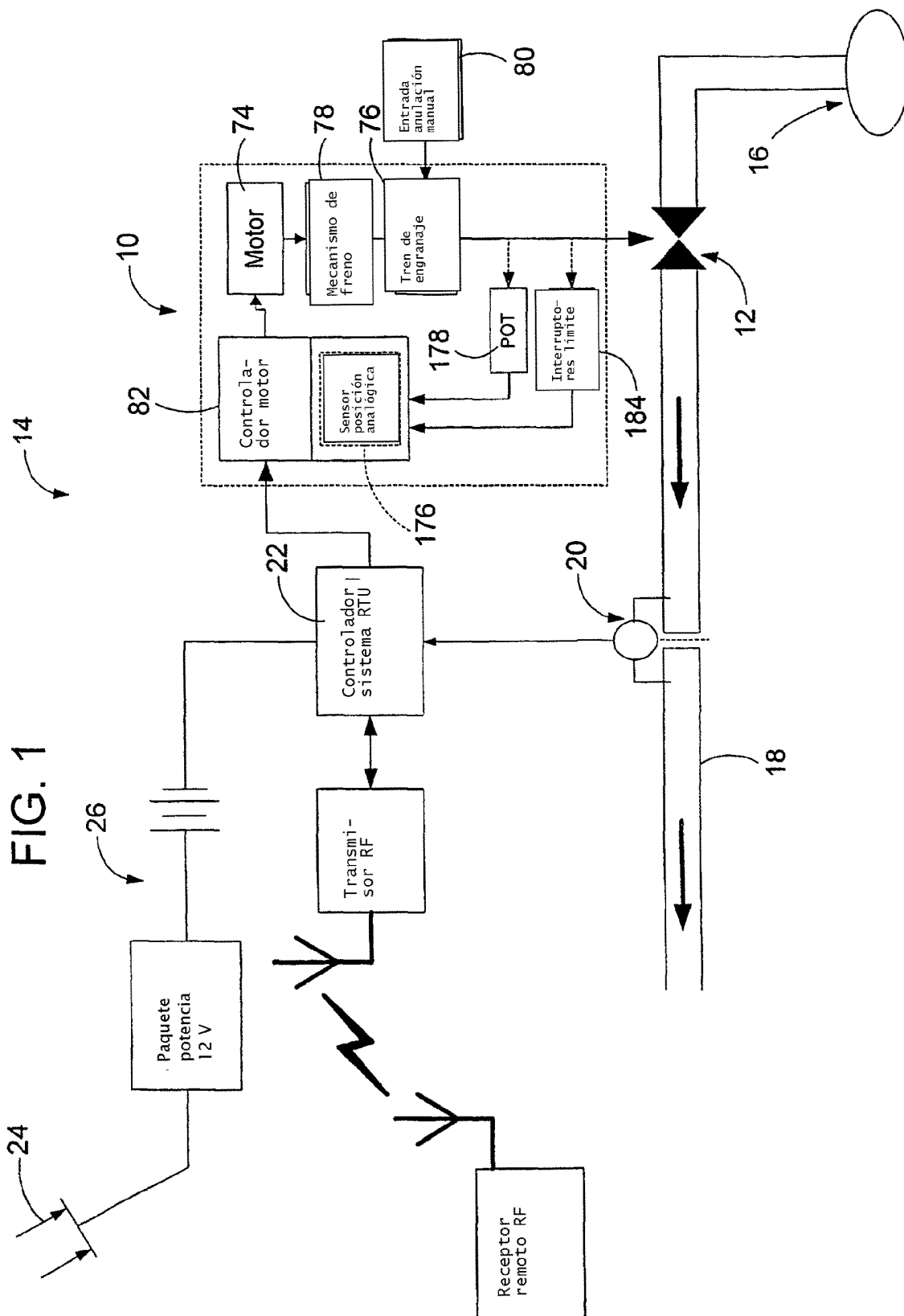
la detección de un caudal a través del conductor de recogida;

la recepción de un caudal demandada para el flujo de fluido a través del conducto colector; y

el control de la posición de la válvula de cabeza de pozo para que coincida con el caudal demandado con el caudal detectado.

25. El procedimiento de la reivindicación 24, comprendiendo además la detección de la posición de la válvula de cabeza de pozo, siendo el control sensible a la detección de la posición para mover la válvula a un punto establecido.

26. El procedimiento de la reivindicación 20, comprendiendo además la generación y almacenamiento de la fuente de alimentación local con un panel solar y una batería cerca de la válvula de cabeza de pozo.



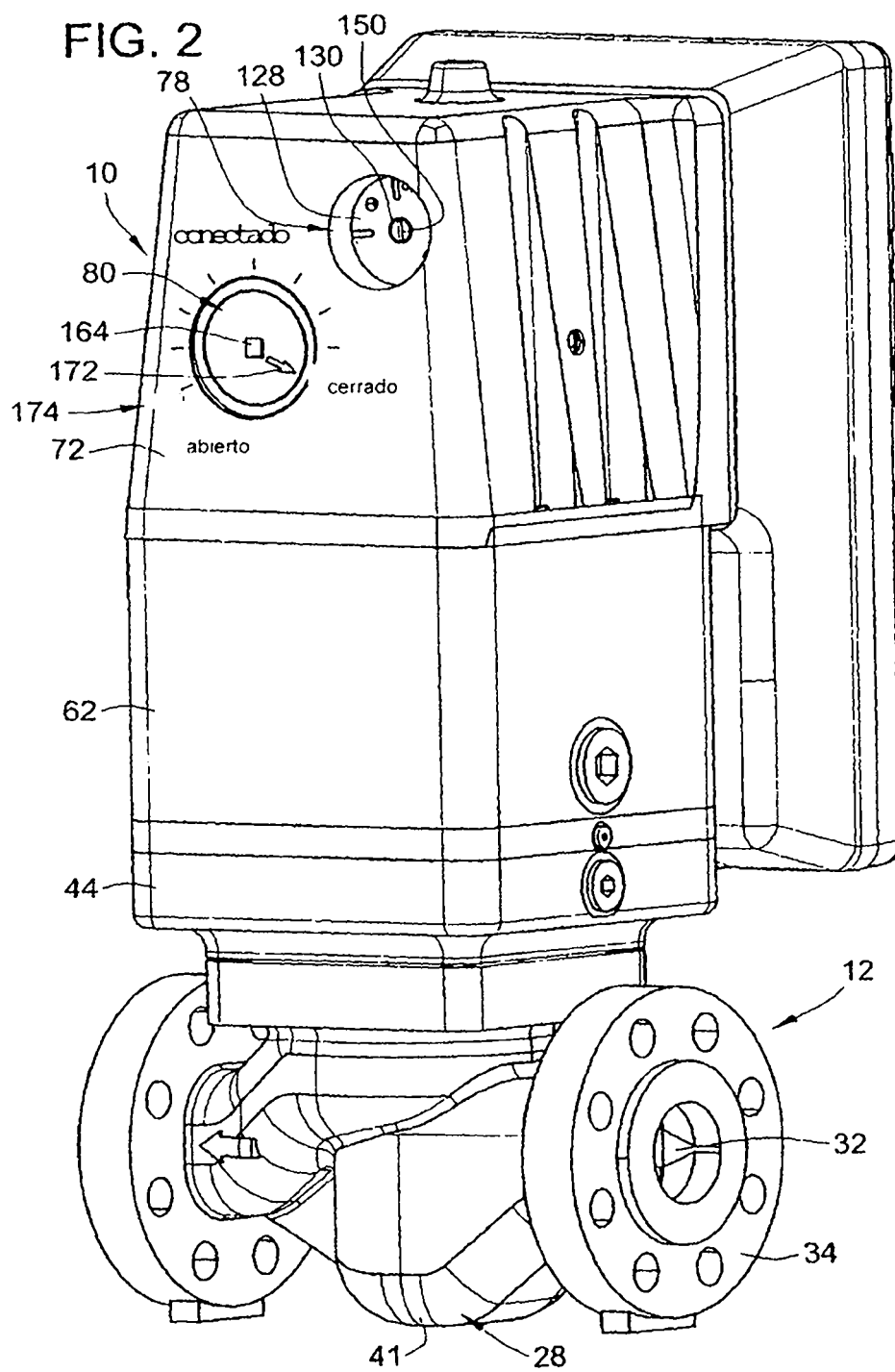
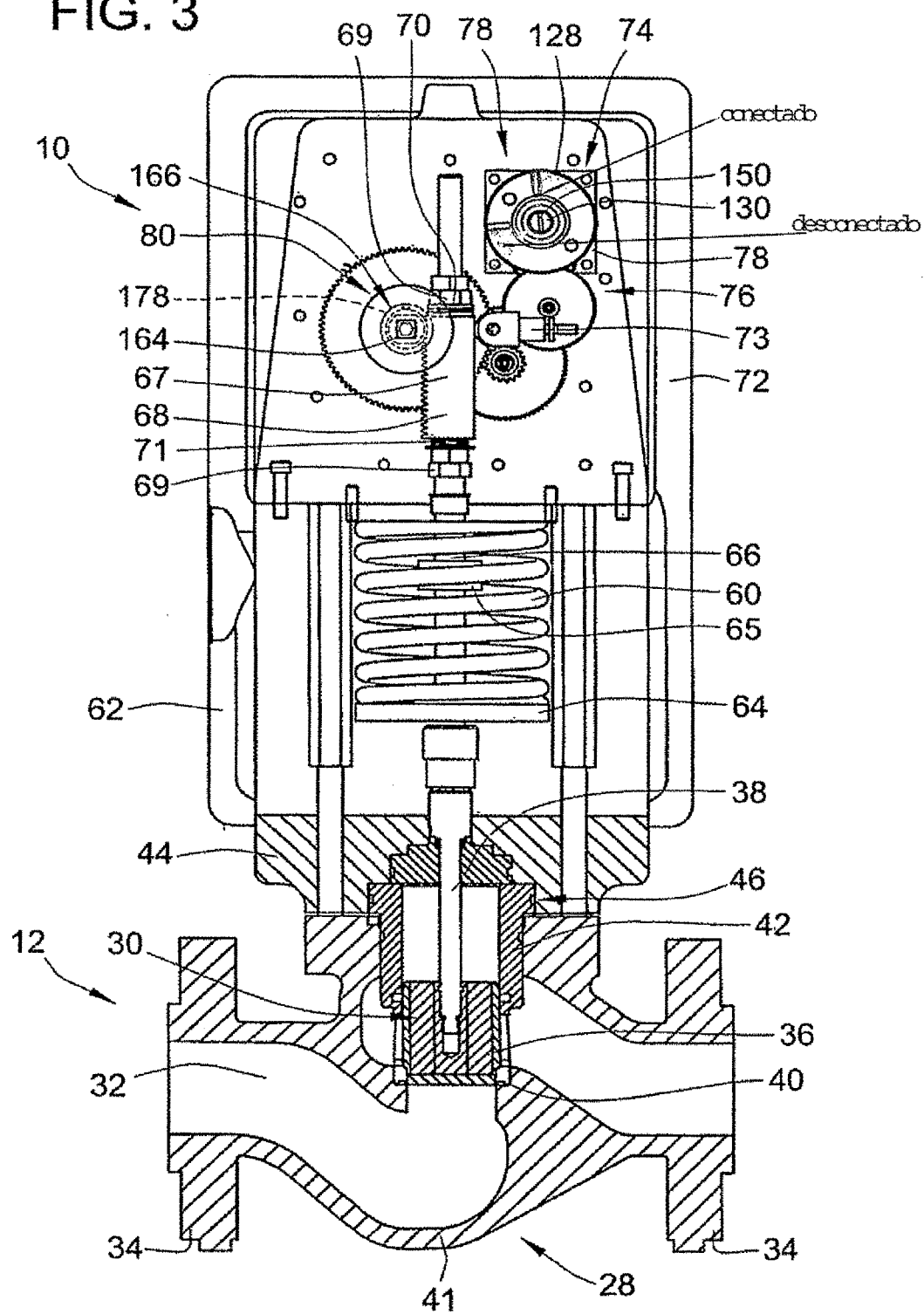
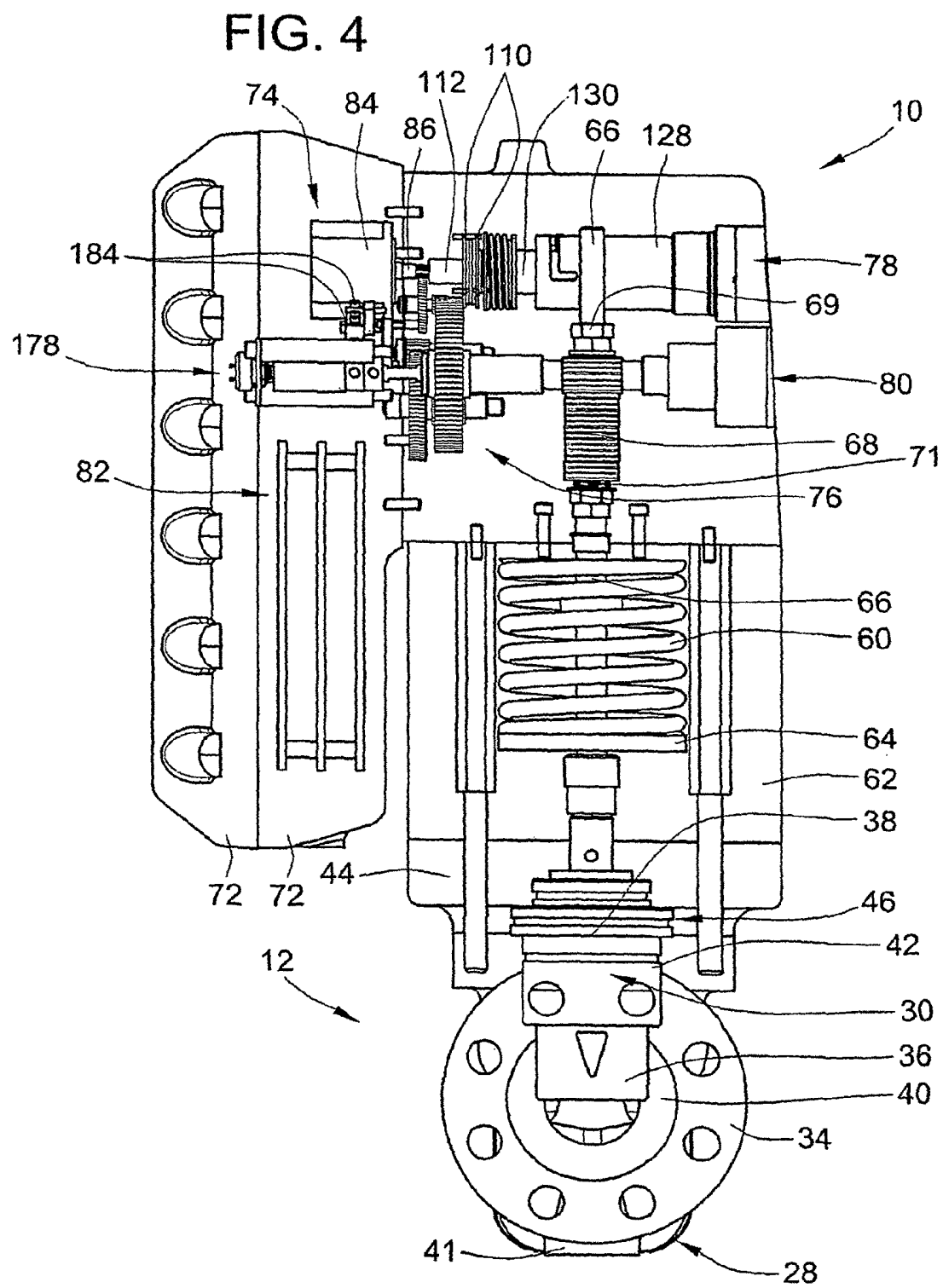


FIG. 3





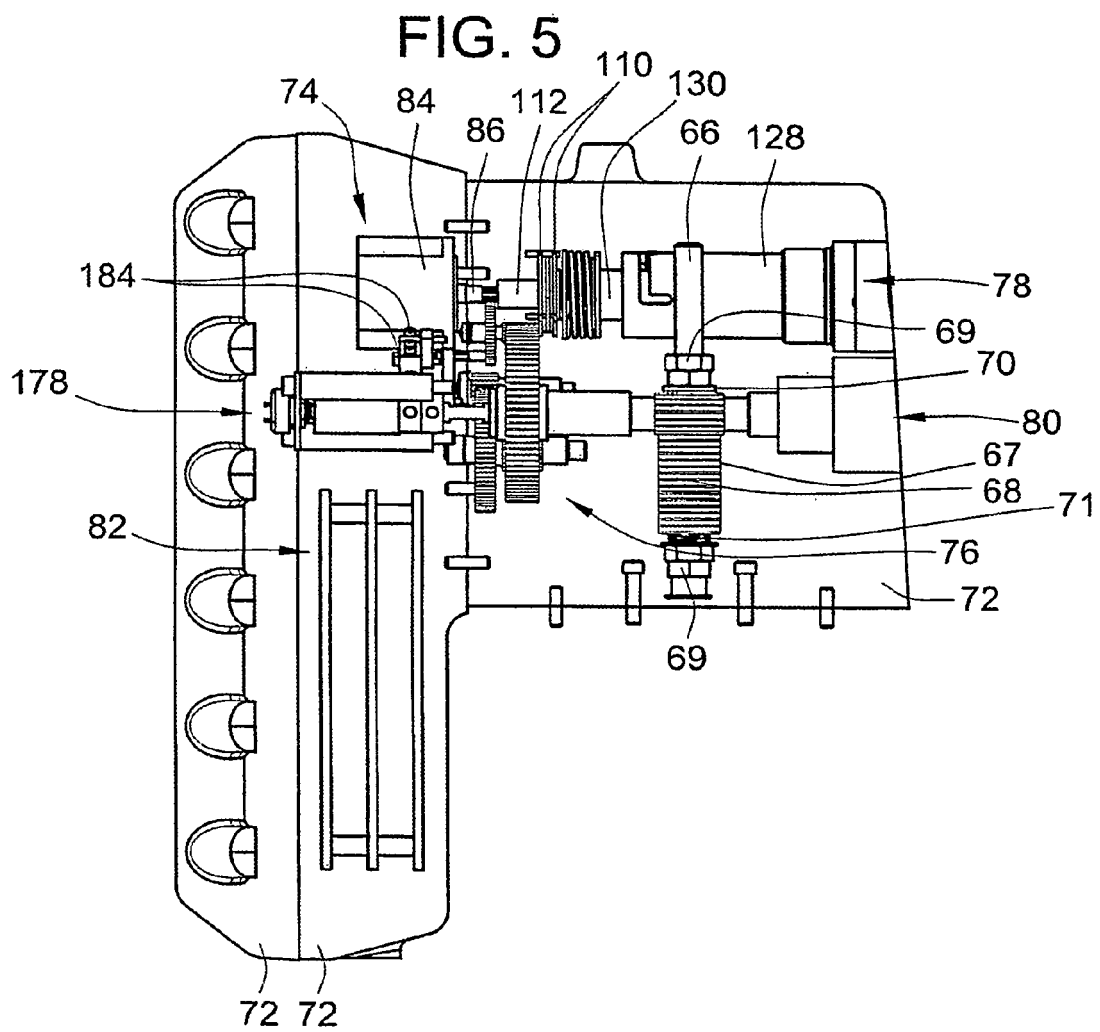


FIG. 6

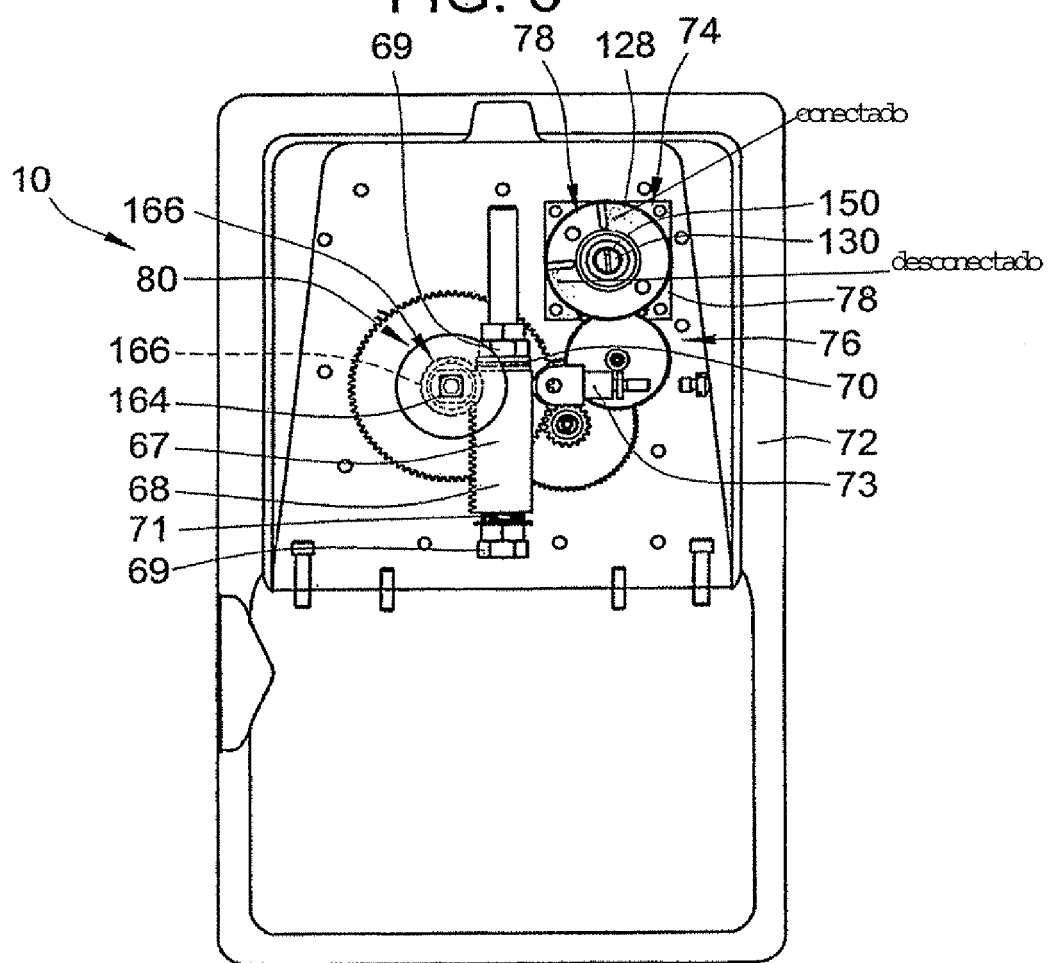


FIG. 7

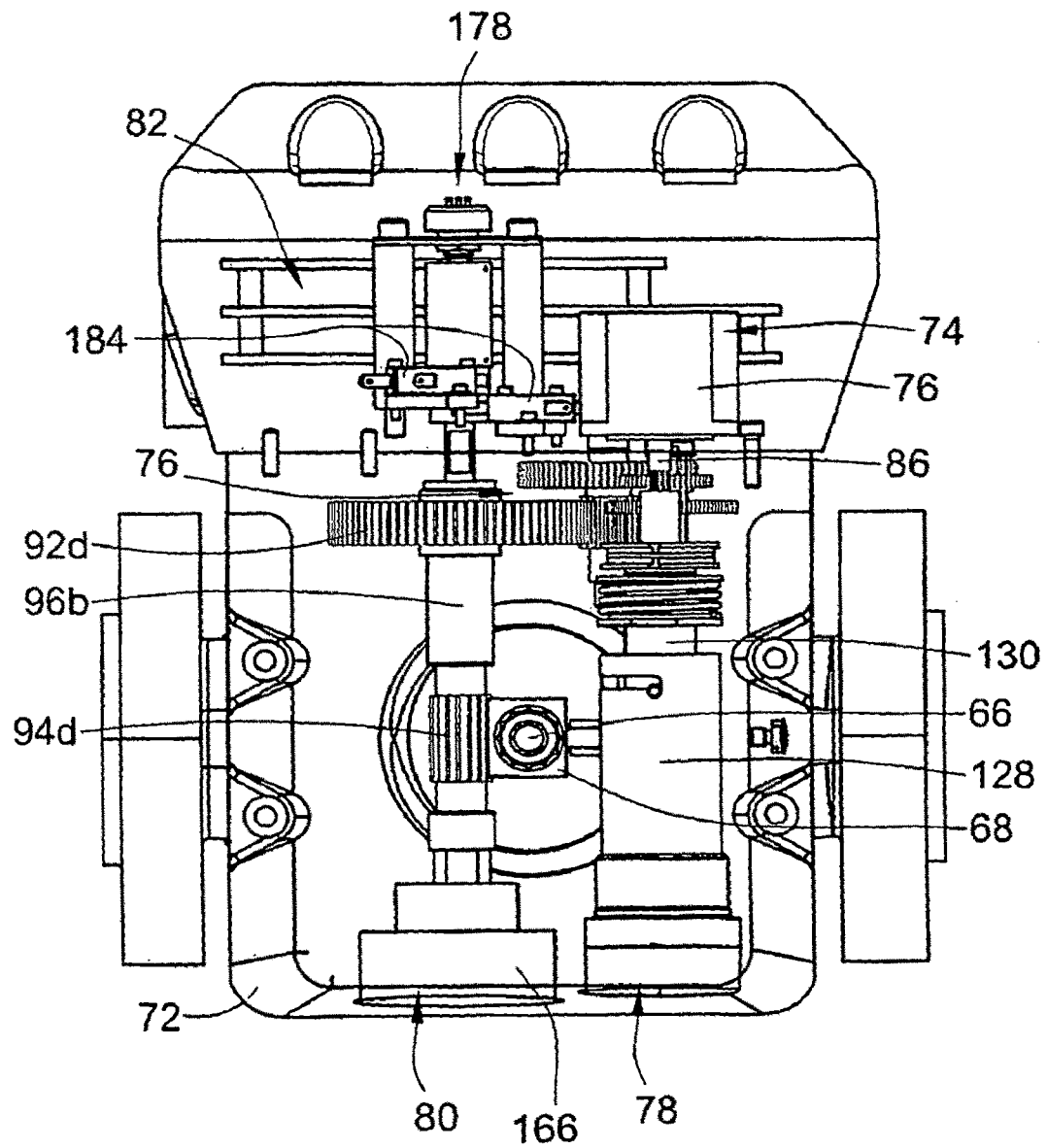
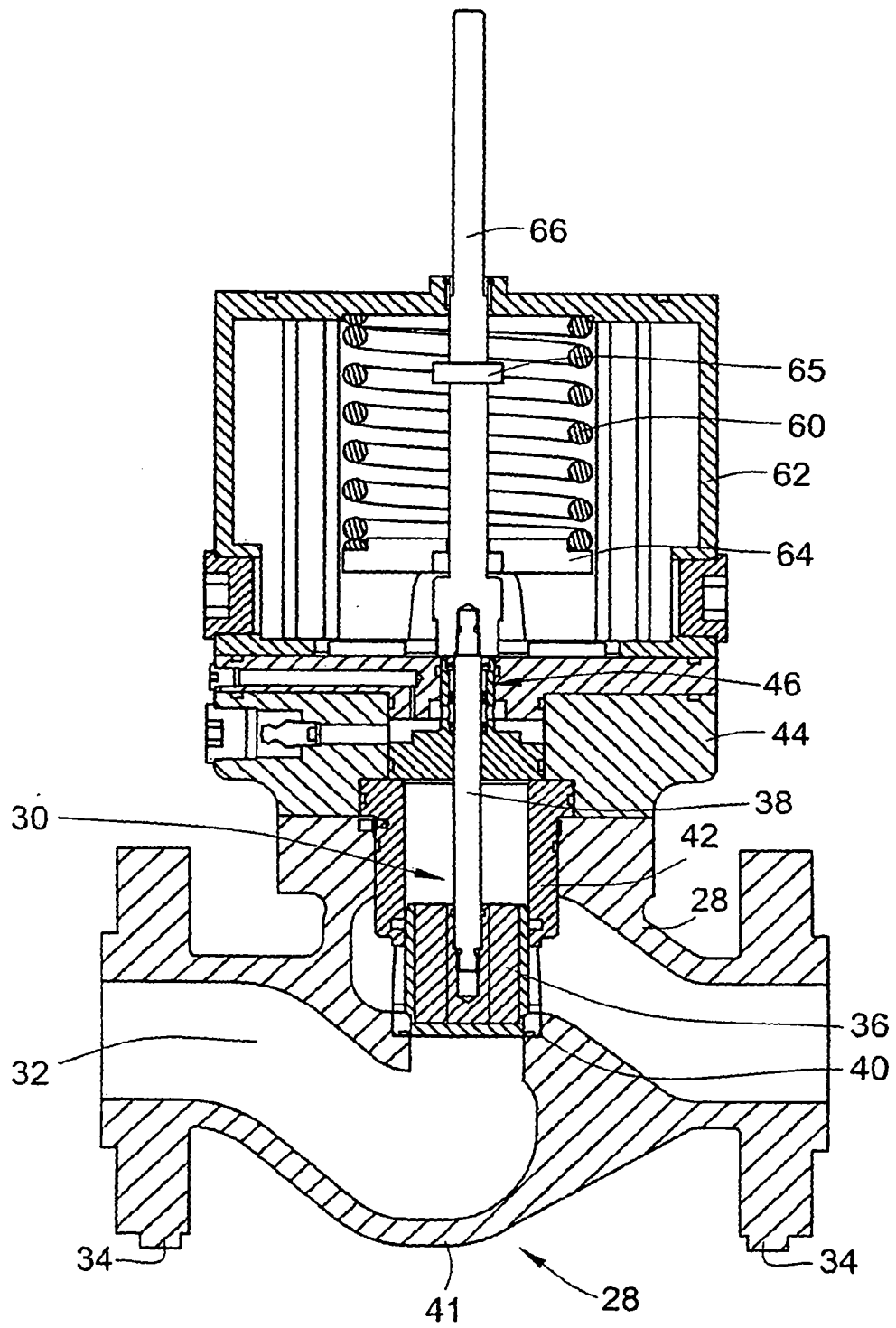
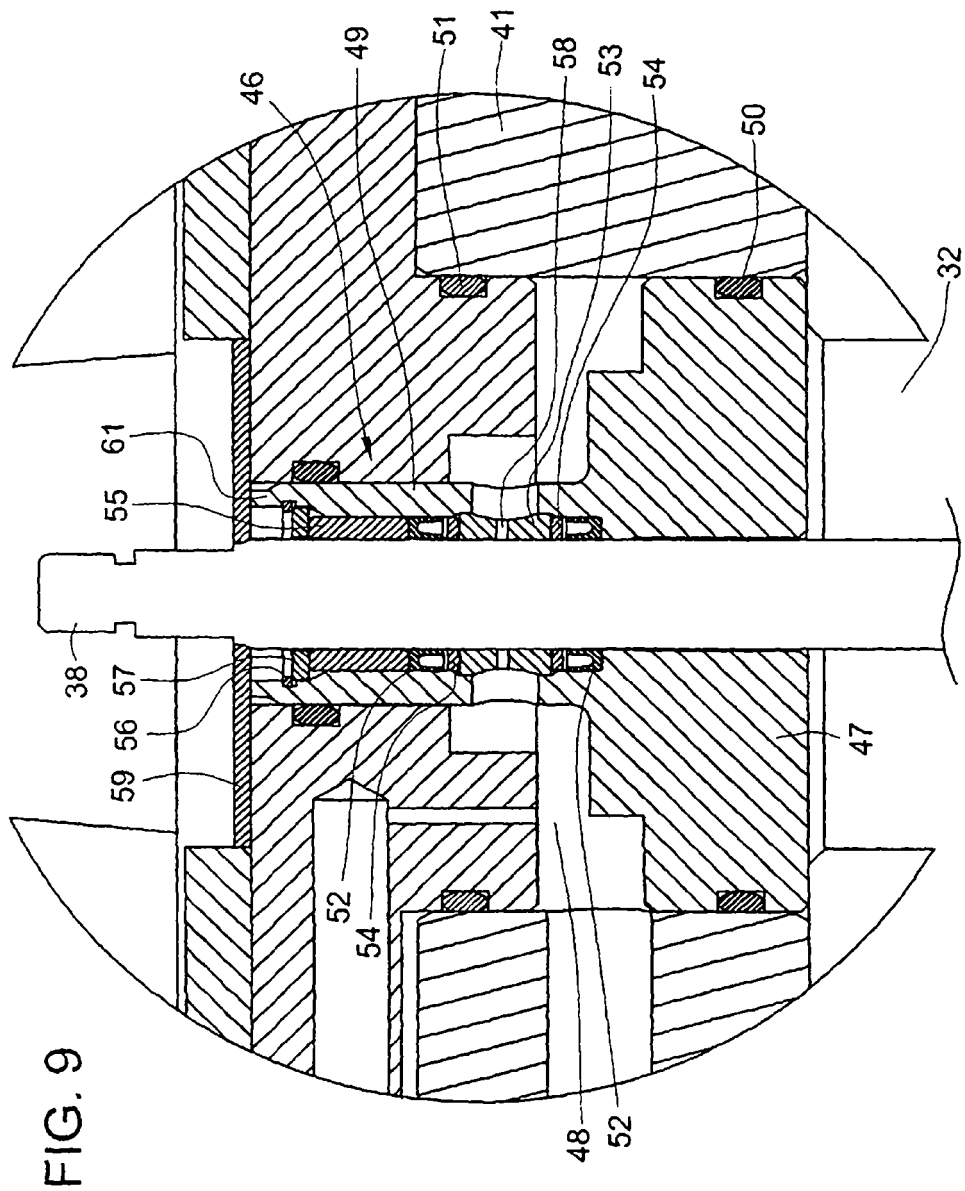
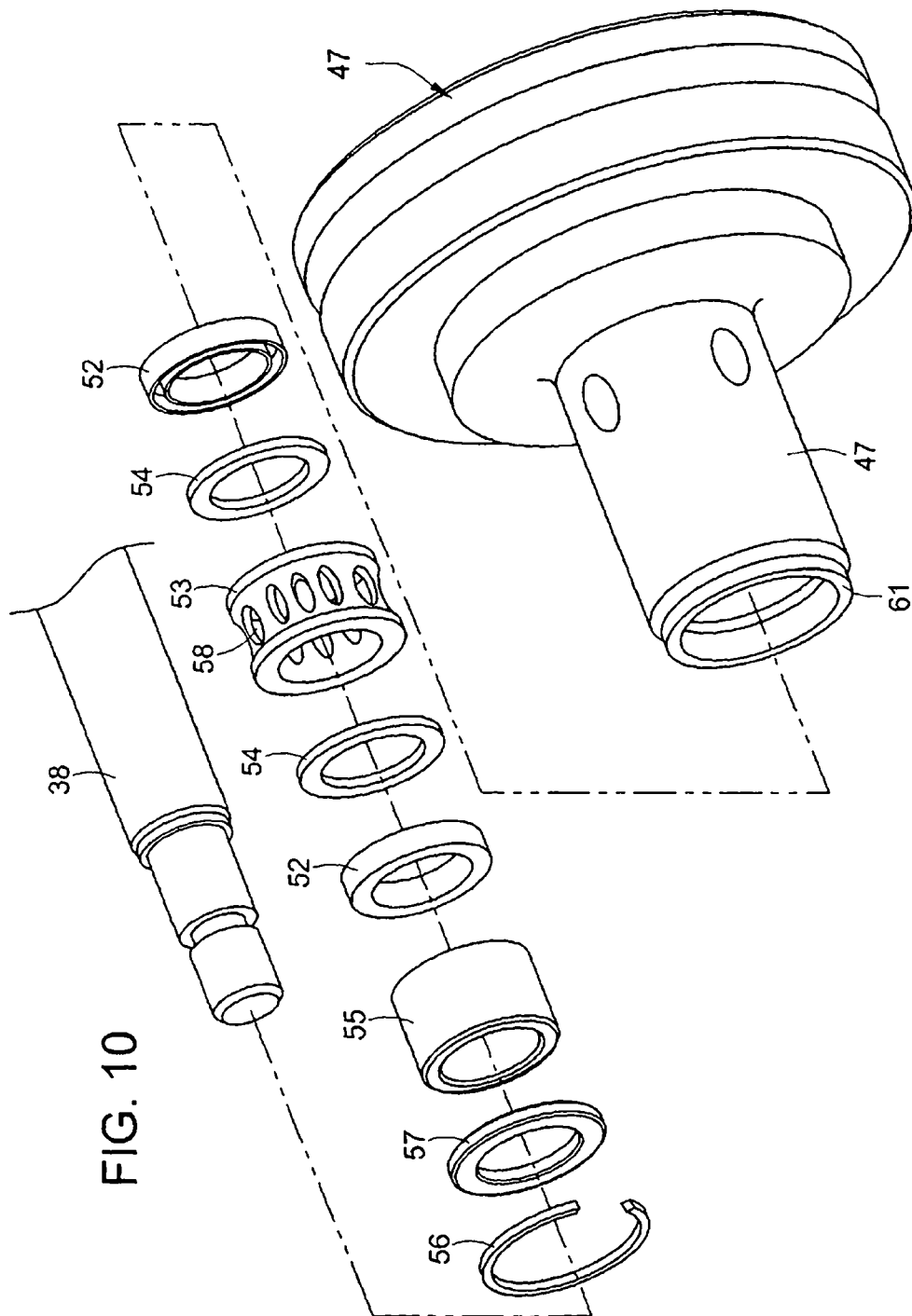


FIG. 8







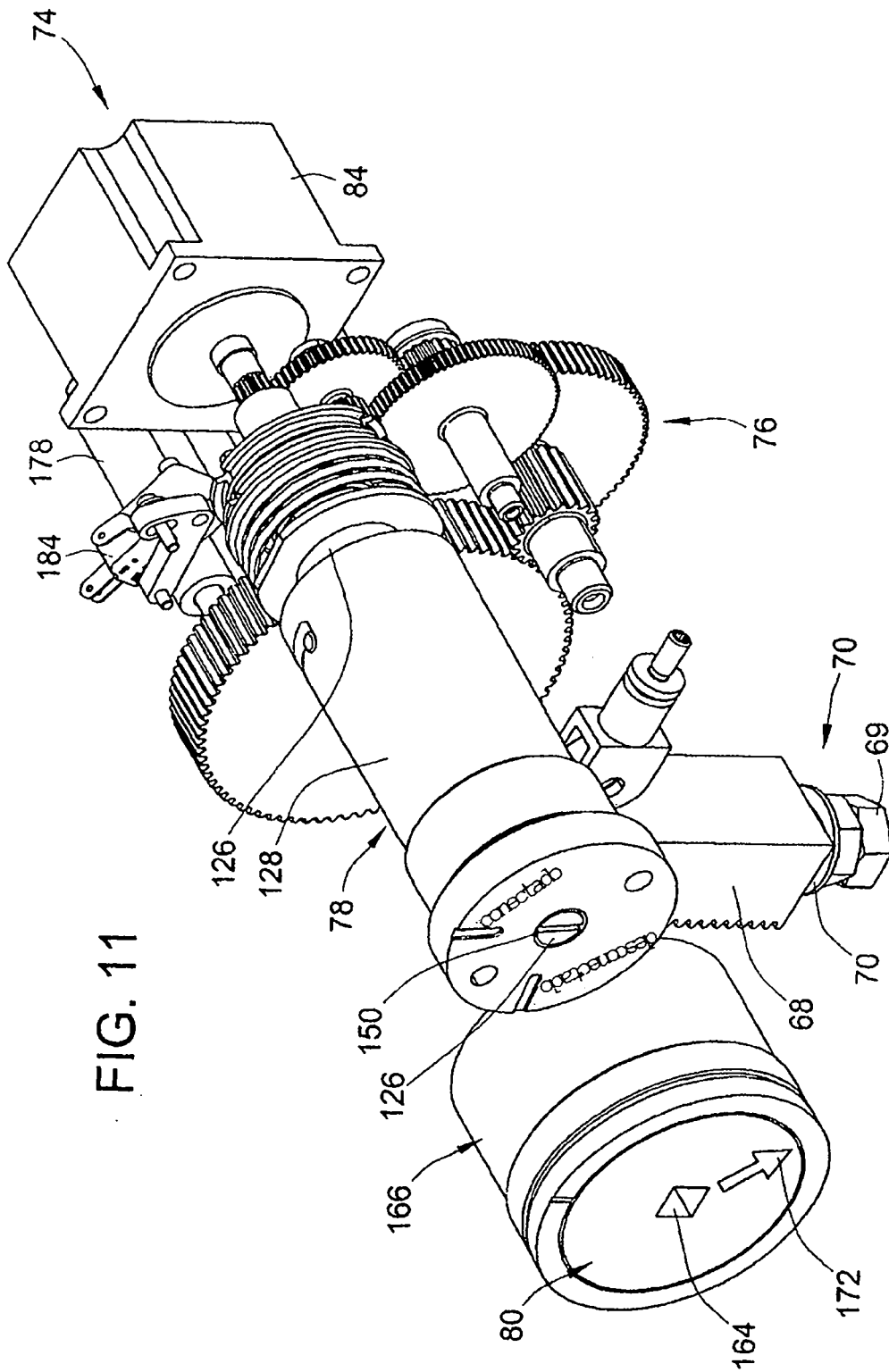


FIG. 11

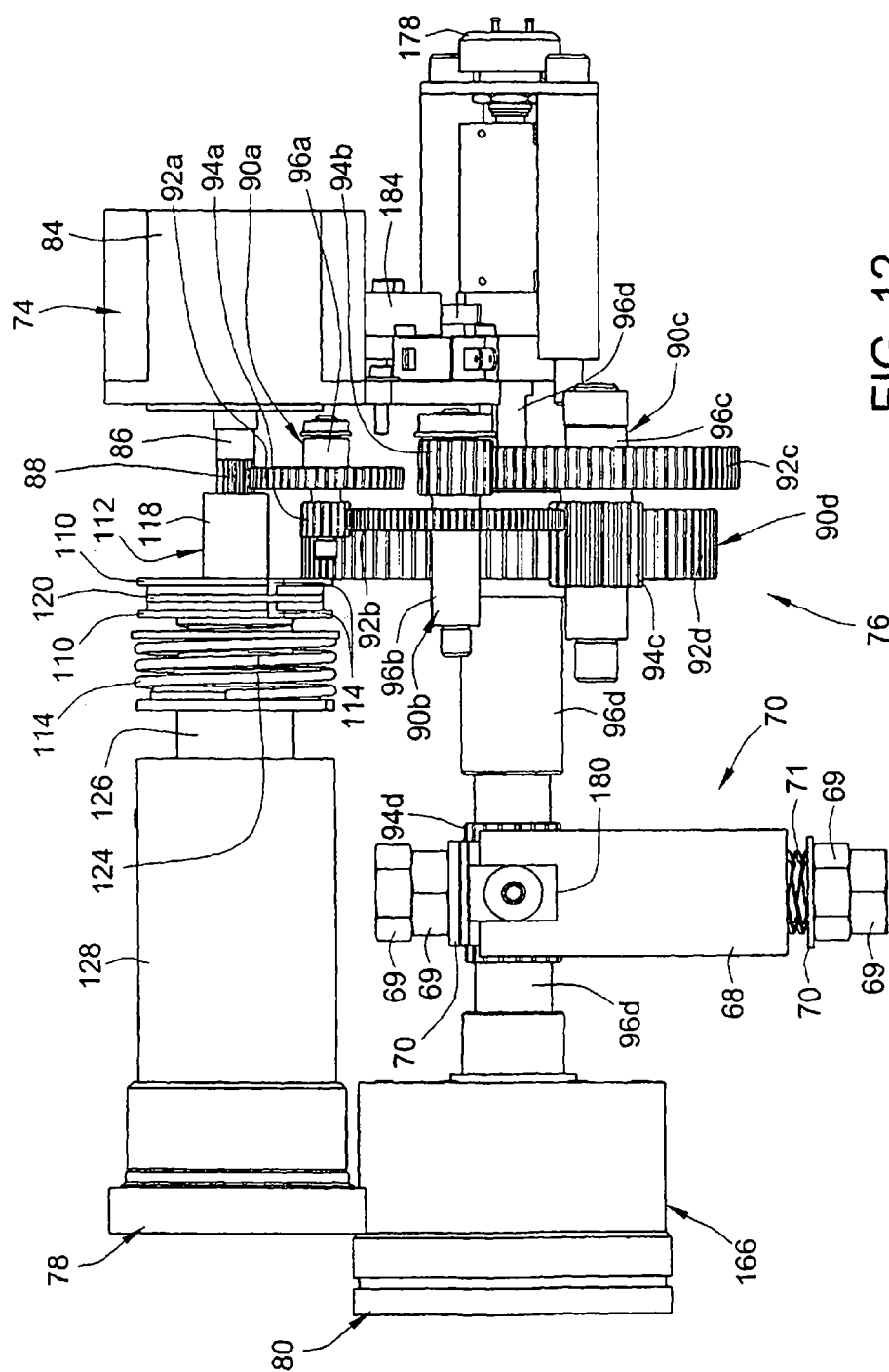
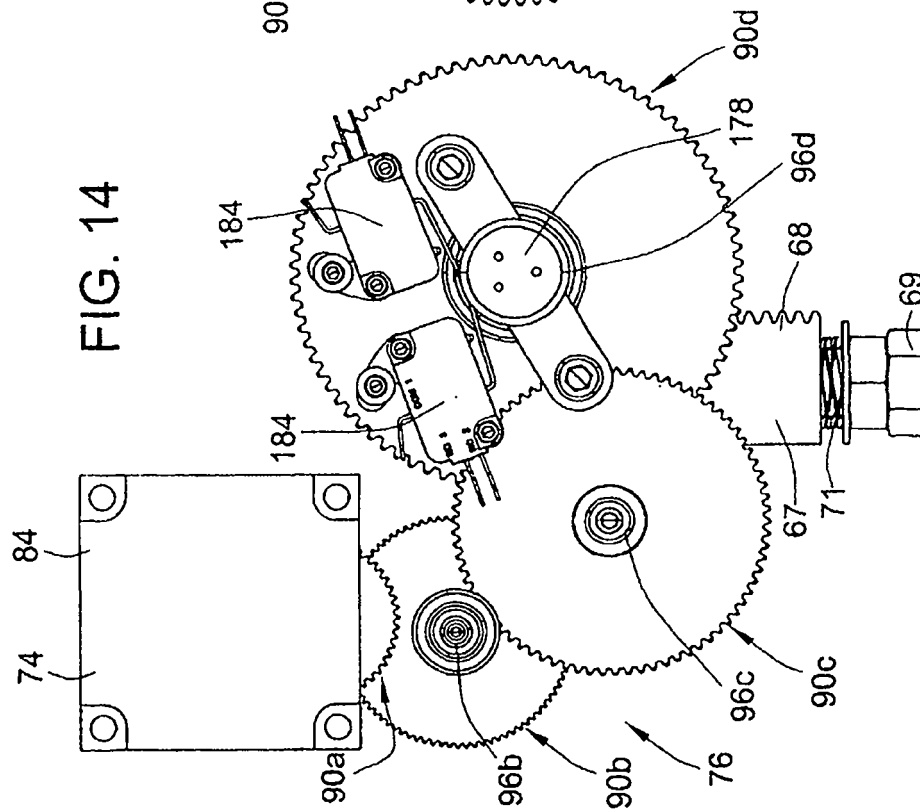
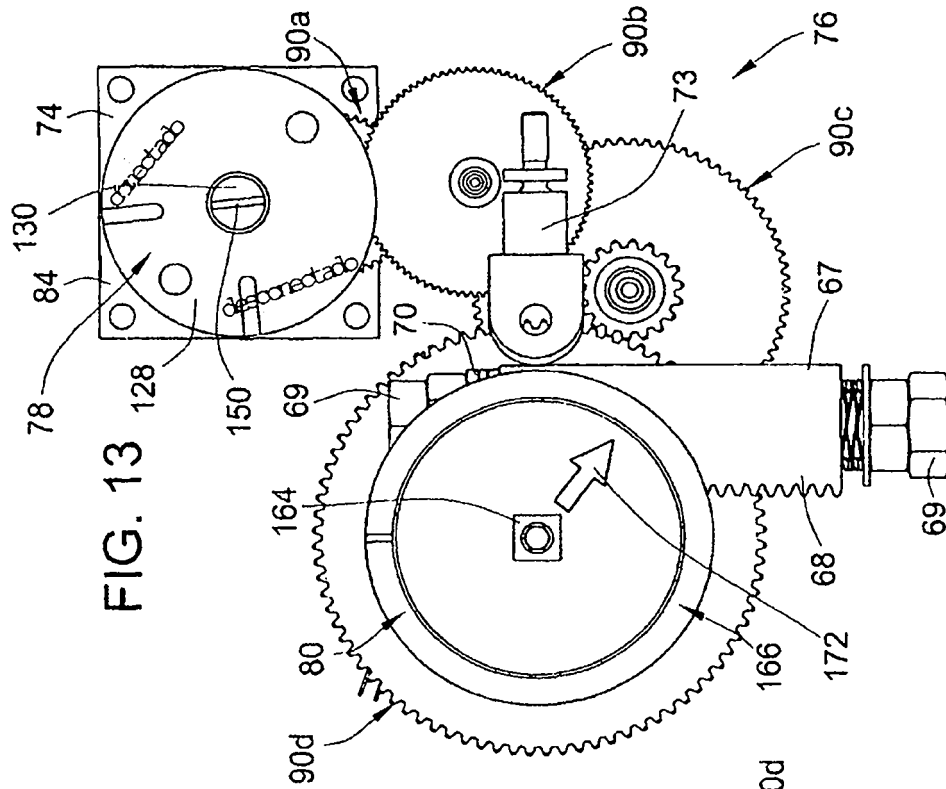
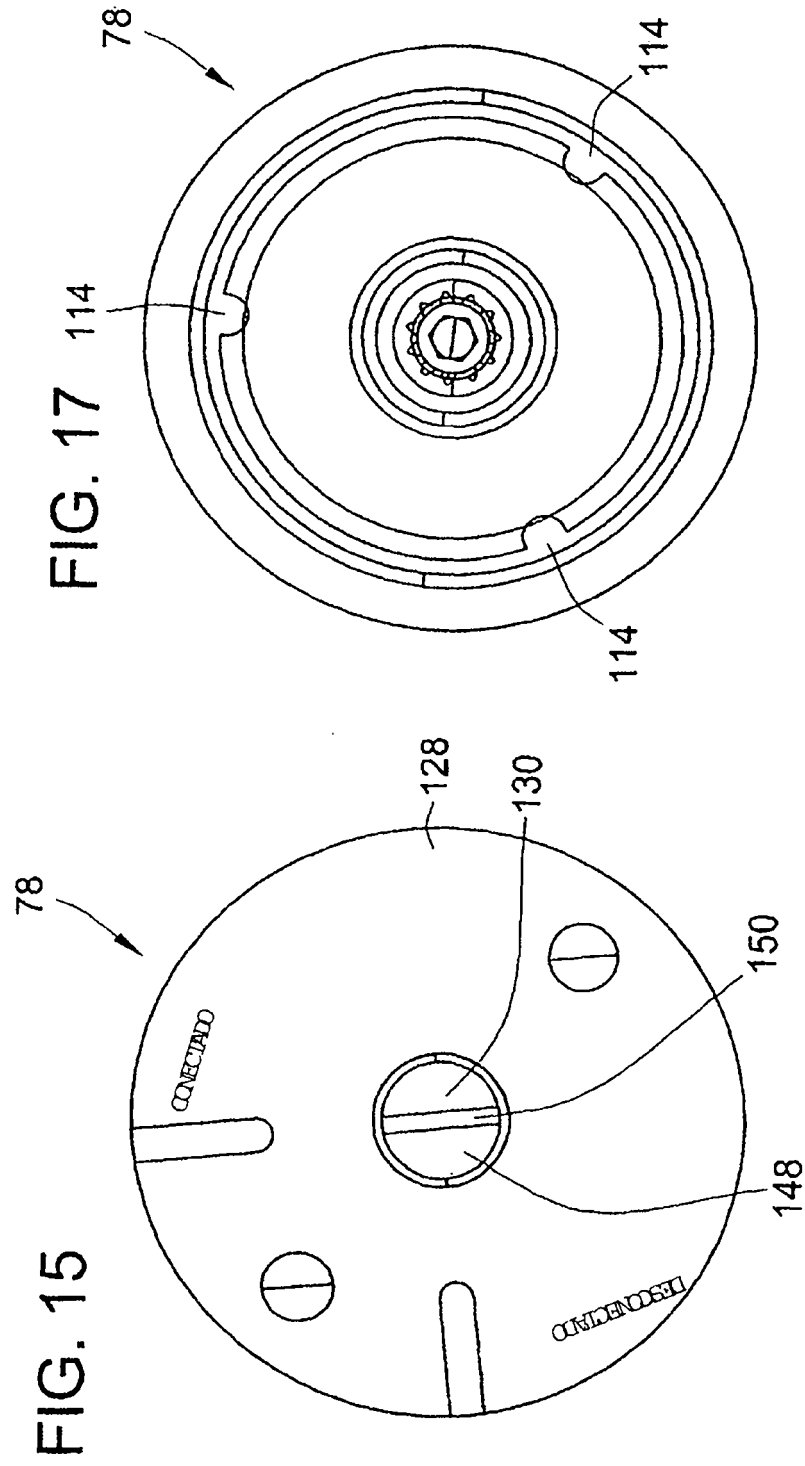
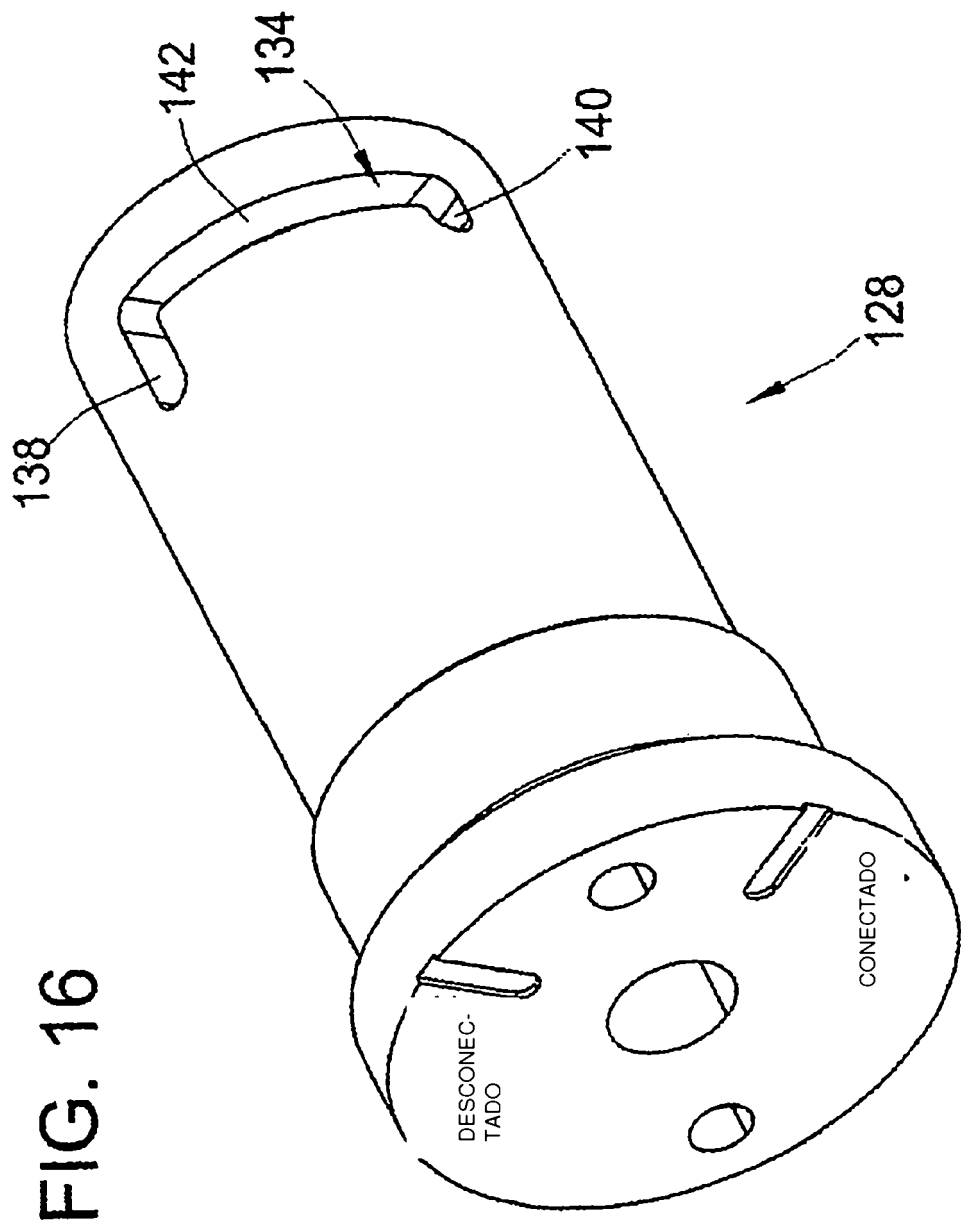
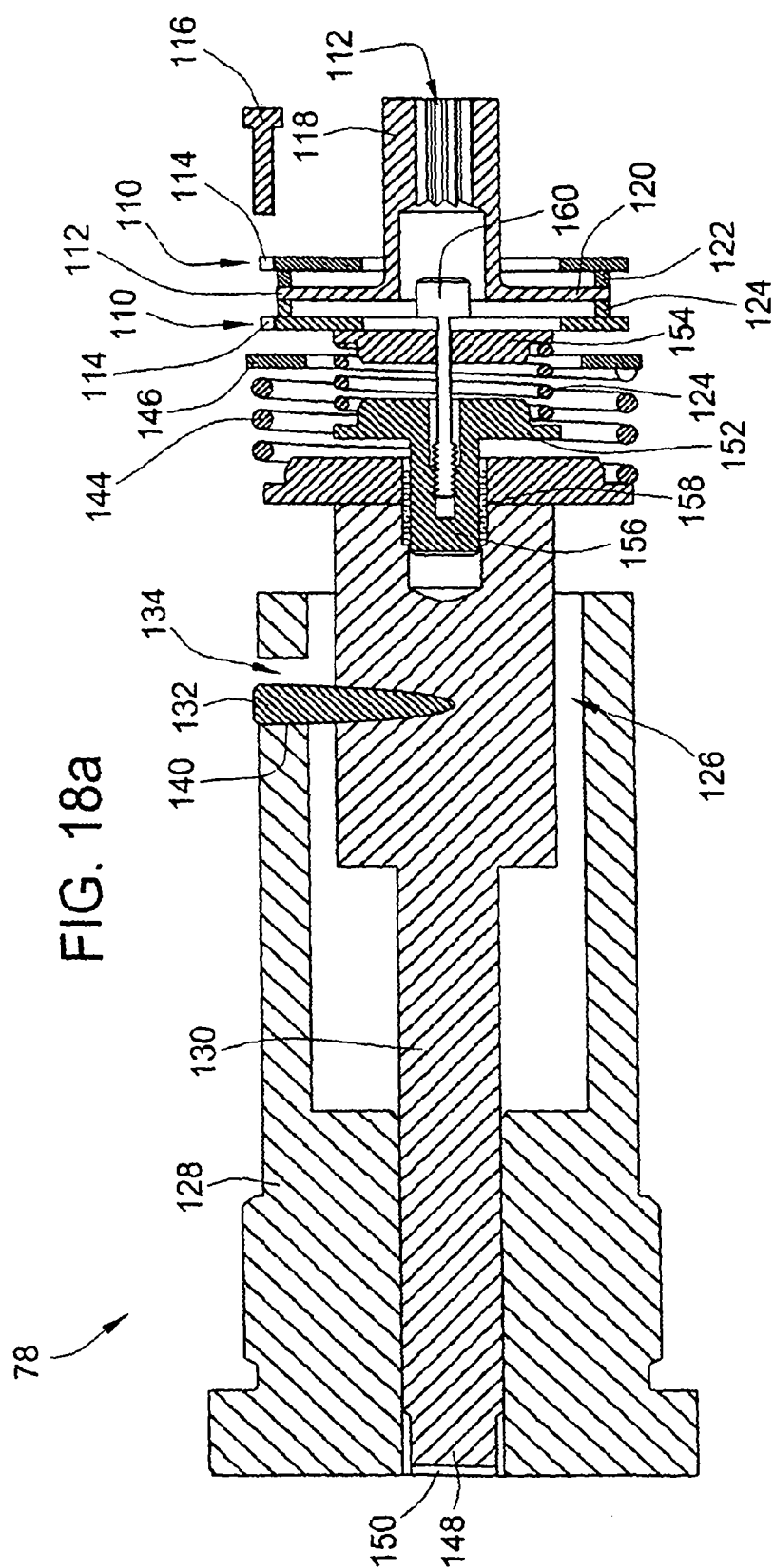


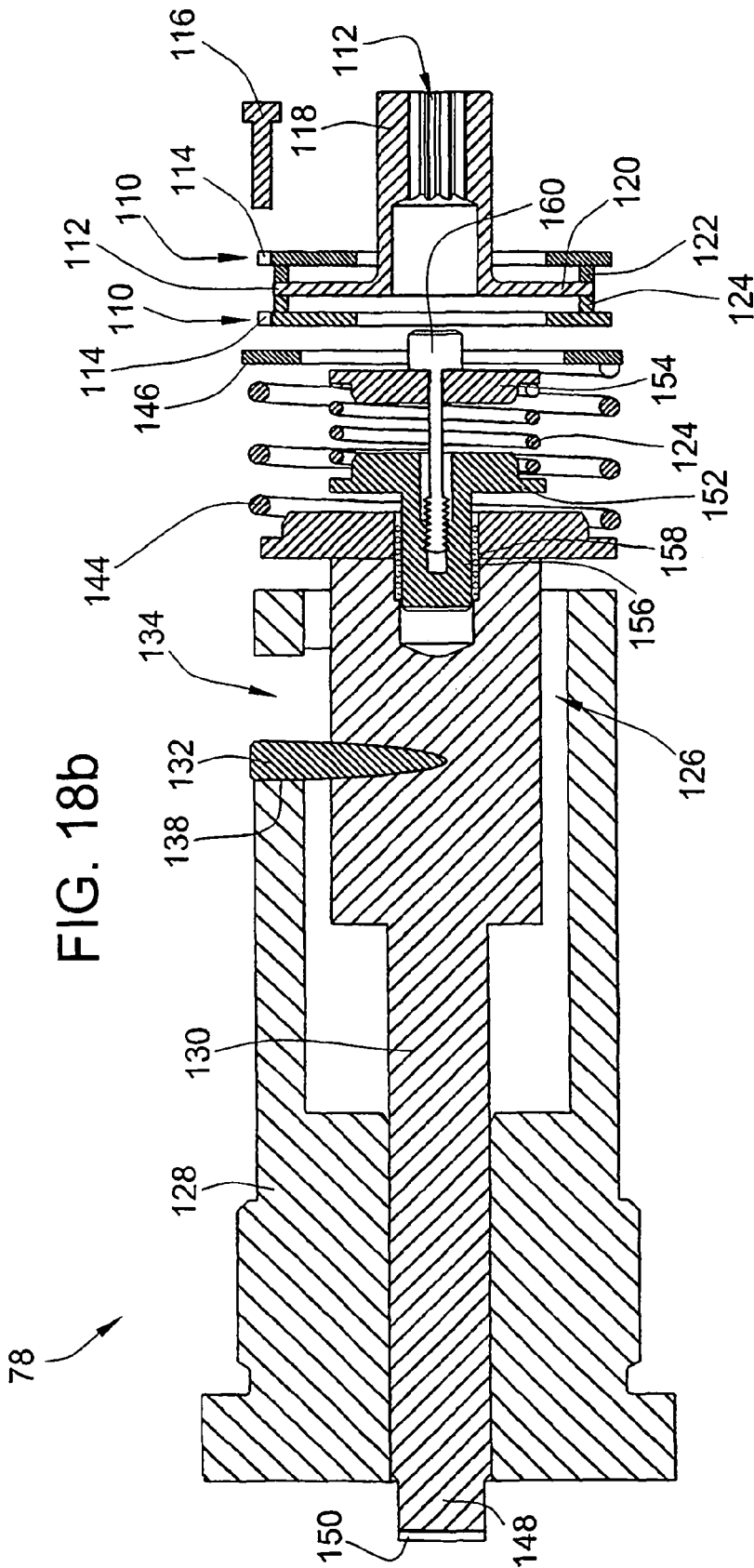
FIG. 12











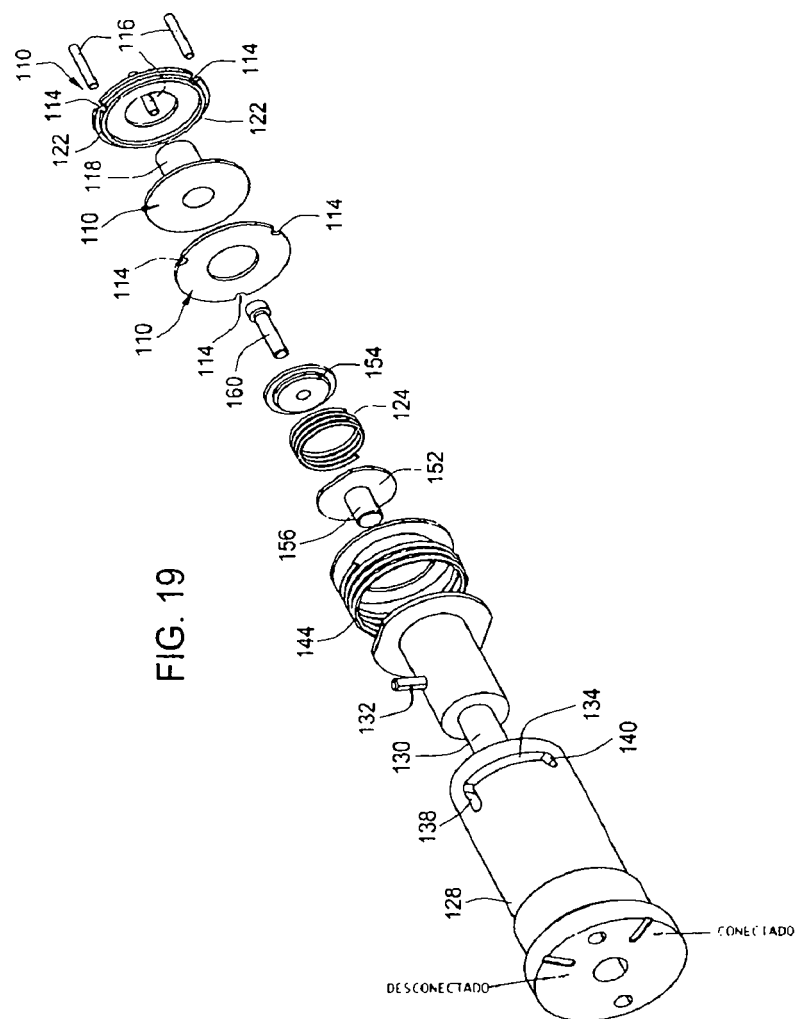


FIG. 20

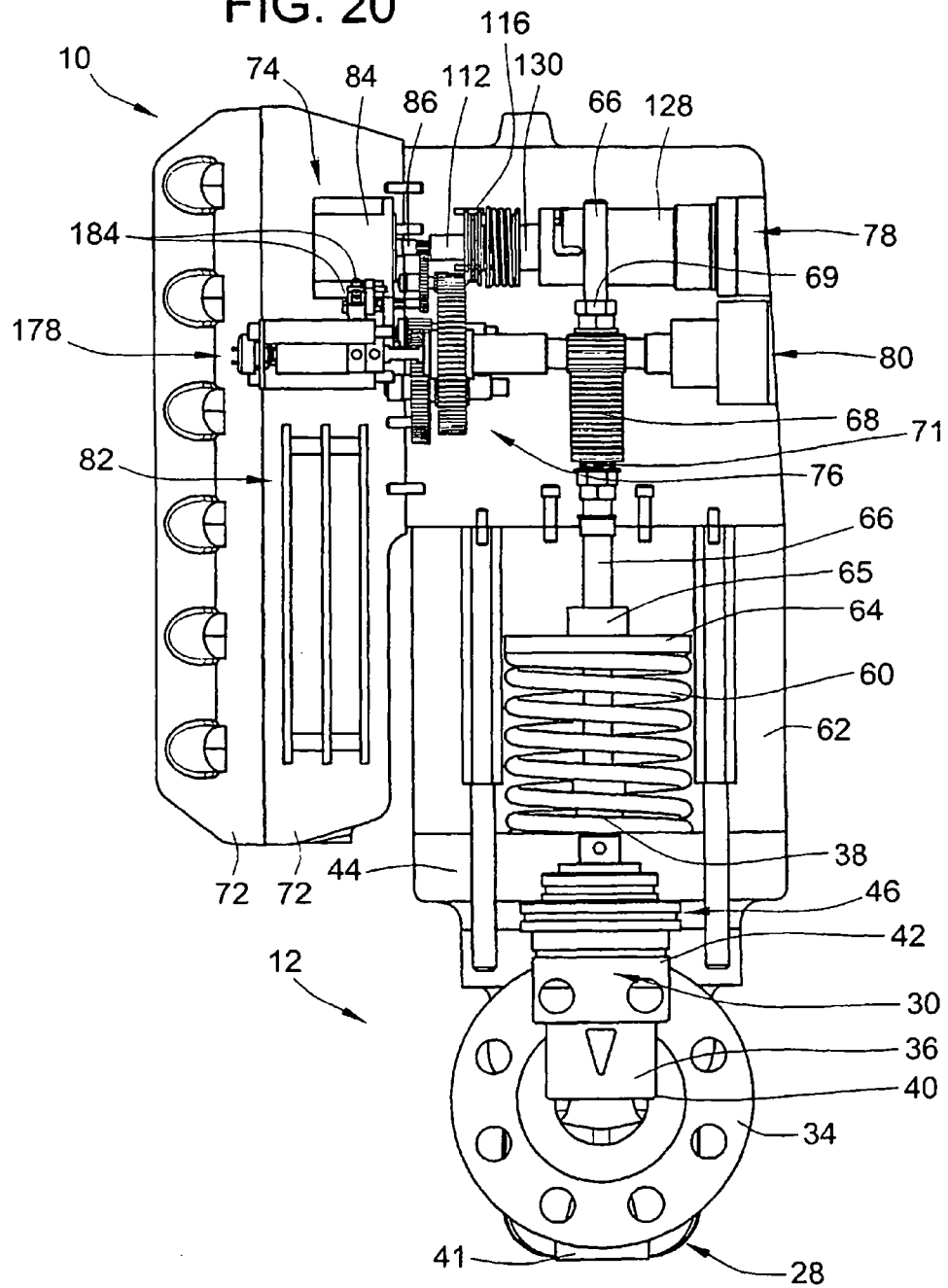


FIG. 21

