

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 959**

51 Int. Cl.:
H02P 29/00 (2006.01)
F16K 31/04 (2006.01)
F15B 21/08 (2006.01)
G05B 19/23 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05011437 .0**
96 Fecha de presentación: **27.05.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1727274**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.11.2006**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA ACTIVACIÓN DE UN SERVO ELEMENTO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
Lendi, Dominic

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 373 959 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

Procedimiento y dispositivo para la activación de un servo elemento

La invención se refiere a un procedimiento para la activación de un servo elemento así como a un servo accionamiento para la realización del procedimiento de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 8.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención es silencioso y eficiente en cuanto a la energía y se emplea con ventaja en accionamientos de válvula para la determinación del punto de cierre de una válvula. No obstante, tales procedimientos se pueden emplear, en general, en servo accionamientos para la determinación de un tope mecánico de un servo elemento o para la detección de bloqueos de servo elementos. Un procedimiento de acuerdo con la invención se puede emplear en un servo accionamiento especialmente cuando hay que activar un servo
10 elemento controlado por fuerza, silencioso y eficiente de energía; por lo tanto, la invención se puede emplear de manera ventajosa en la técnica de calefacción, de refrigeración, de frío y de climatización, por ejemplo en una válvula de radiador controlada con mando a distancia sin hilos.

Se conoce a partir del documento DE 41 07 860 A1 un procedimiento para la detección de la posición cerrada de una válvula, en el que se detecta una sumida de la corriente de un motor de accionamiento eléctrico. Además, se
15 conoce, por ejemplo, a partir del documento EP 0 050 960 A o a partir del documento EP 1 015 800 A evaluar una caída del número de revoluciones de un motor de accionamiento eléctrico para la detección de la posición cerrada de una válvula.

En el documento EP 1 015 800 A se propone mover una válvula en dirección cerrada con tensión constante del motor y detener el motor cuando existe una cierta caída del número de revoluciones y calcular el punto de cierre. La
20 regulación necesaria para ello de la tensión de alimentación para el motor puede conducir, en el caso de alimentación con batería, a una reducción esencial de la duración de la vida útil de la batería.

Para el ahorro de sensores y para la optimización de la dinámica de regulación en accionamientos de avance electro hidráulicos, el documento US 5 829 335 propone la evaluación en-línea del modelo de sistema y el cálculo de las variables de estado necesarias.

25 La invención tiene el cometido de indicar un procedimiento alternativo para la activación de un servo elemento, con el que se puede detectar una posición final del servo elemento o un bloqueo del servo accionamiento, y cuya realización necesita poca energía y, por lo tanto, se puede emplear bien especialmente también en servo accionamientos accionados con batería. Además, e crea un servo accionamiento para la activación de un servo elemento, con el que se puede realizar el procedimiento.

30 El cometido mencionado se soluciona de acuerdo con la invención por medio de las características de las reivindicaciones 1 a 8.

Las configuraciones ventajosas se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes.

A continuación se explican en detalle ejemplos de realización de la invención con la ayuda del dibujo. En este caso:

35 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de una instalación de regulación y de control de un servo accionamiento.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques sobre el modo de funcionamiento de un módulo de excitación de motor.

La figura 3 muestra estados de un elemento regulador.

La figura 4 muestra un diagrama sobre el desarrollo de una fuerza reguladora.

La figura 5 muestra un módulo de cálculo para el cálculo de la fuerza reguladora, y

40 En la figura 1, se designa con 1 un motor eléctrico que está acoplado a través de un engranaje 2 con un elemento de transformación 3. Un par motor M_M generado por el motor eléctrico 1 es convertido a través de la caja de cambios 2 en un par de accionamiento M_A transmitido al elemento de transformación 3. El elemento de transformación 3 convierte un movimiento giratorio generado por el motor eléctrico 1 en un movimiento longitudinal con una carrera H. A través del movimiento longitudinal, un empujador 4 actúa con una fuerza reguladora F sobre el elemento regulador
45 5. El elemento regulador 5 es aquí una válvula con un cuerpo de cierre, sobre el que actúa el empujador 4. La válvula es típicamente una válvula regulable sin escalonamiento en un circuito de agua de calefacción o de agua de refrigeración, por ejemplo una válvula de radiador.

El motor eléctrico 1 es alimentado a través de un módulo de excitación del motor 7 conectado con una fuente de tensión 6.

En la caja de cambios 2 está dispuesta una instalación de sensor 8 para la detección de un movimiento giratorio. Una señal s , generada por la instalación de sensor 8, es conducida, por ejemplo, sobre un módulo de cálculo 9. Con ventaja, en el módulo de cálculo 9 se generan con la ayuda de la señal s una señal de la velocidad ω y una señal de posición p .

5 Una instalación de regulación de un servo accionamiento para el elemento regulador 5 presenta un bucle de regulación cerrado interior y con ventaja también un bucle de regulación cerrado exterior. El bucle de regulación interior conduce desde la instalación de sensor 8 a través de la señal de velocidad ω convertida por el módulo de cálculo 9 y a través de una primera instalación de comparación 19 sobre un primer módulo de regulación 11 sobre módulo de excitación del motor 7. El bucle de regulación exterior conduce desde la instalación de sensor 8 a través de la señal de posición p convertida por el módulo de cálculo 9 y a través de una segunda instalación de comparación 12 por medio de un segundo módulo de regulación 13 sobre la primera instalación de comparación 10, y desde allí a través del primer módulo de regulación 11 sobre el módulo de excitación del motor 7. En la segunda instalación de comparación 12 se alimenta como variable de guía con ventaja una señal de la posición teórica p_s del elemento regulador.

15 En un ejemplo de realización ventajoso del servo accionamiento, el motor eléctrico 1 es un motor de corriente continua y el módulo de excitación del motor 7 presenta una unidad de excitación 20 (figura 2) y un circuito de puente 21, que se encuentra en la alimentación de la batería U_B para la activación del motor eléctrico 1. Cuatro conmutadores electrónicos 22, 23, 24 y 25 del circuito puente 21 se pueden activar desde la unidad de excitación 20. A través de estados correspondientes de los cuatro conmutadores 22, 23, 24 y 25, se pueden controlar la duración y la polaridad de una corriente I_M a través del motor eléctrico 1 desde la unidad de excitación 20. La unidad de excitación 20 es controlable con ventaja a través de una señal de control.

La señal de control m es a modo de ejemplo una señal, cuya anchura del impulso es modulada a través del primer módulo de regulación 11.

25 La unidad de excitación 20 es a modo de ejemplo un módulo integrado, mientras que los conmutadores electrónicos 22, 23, 24 y 25 se realizan, por ejemplo, a través de transistores de efecto de campo MOS.

En principio, el módulo de excitación del motor 7 se puede adaptar en su estructura a un tipo de motor seleccionado, en el que de acuerdo con el requerimiento planeado al servo accionamiento se selecciona un tipo de motor adecuado y se emplea, por ejemplo, en lugar del circuito puente 21, un circuito de conmutación electrónico adaptado al tipo de motor.

30 El elemento regulador 5, representado de forma simplificada en las figuras 3a, 3b y 3c es, por ejemplo, una válvula con un cuerpo de cierre 30 utilizable como servo elemento, que es móvil a través del empujador 4 en contra de la fuerza de un muelle 31 hacia un asiento de válvula 32. El empujador 4 es móvil, de acuerdo con el sentido de giro del husillo de accionamiento 33 del motor eléctrico 1, en vaivén sobre un eje longitudinal 34 del cuerpo de cierre 30. El elemento de transformación 33 del motor eléctrico 1, es móvil en vaivén sobre un eje longitudinal 34 del cuerpo de cierre 30. El elemento de transformación 3 es aquí un a rosca exterior 35 configurada en el empujador 4 en conexión con una rosca interior configurada en una rueda de engranaje 36.

35 En la figura 3a, la válvula se representa en el estado abierto, el cuerpo de cierre 30 está, por lo tanto, en una primera posición final, un caudal de flujo posible q para un fluido es 100 %. También el empujador 4 está en una posición final, formándose un intersticio de aire 37 entre el empujador 4 y el cuerpo de cierre 30. Especialmente cuando el accionamiento de la válvula se puede montar como accionamiento universal sobre diferentes tipos de válvula, las posiciones finales alcanzables individualmente en el cuerpo de cierre y el accionamiento de la válvula no coinciden con exactitud. Con ventaja, las posiciones finales comunes del accionamiento de la válvula y del cuerpo de cierre se definen después del montaje en un procedimiento de calibración y se registran en memoria de manera más ventajosa en un modelo de carrera en el servo accionamiento.

45 En la figura 3b, el empujador 4 actúa con una fuerza reguladora F_B sobre el cuerpo de cierre 30, que se apoya en el estado representado en el asiento de la válvula 32. El caudal de flujo q es en este estado aproximadamente 0 %, la válvula está prácticamente cerrada.

50 En el estado de la válvula representado en la figura 3c, el empujador 4 actúa con una fuerza reguladora F_C mayor – con relación al estado representado en la figura 3b- sobre el cuerpo de cierre 30, de manera que el cuerpo de cierre 30 es presionado en el asiento de la válvula 32. El asiento de la válvula 32 está fabricado aquí, por ejemplo, de un material elástico, que se deforma con la fuerza reguladora F_C correspondientemente grande desde el cuerpo de cierre 30. El caudal de flujo q es en este estado 0 %, la válvula está herméticamente cerrada.

55 En la figura 4 se representa un modelo de carrera de la válvula como curva de principio $H(F)$. La curva $H(F)$ muestra la relación entre la carrera H del cuerpo de cierre 30 y la fuerza reguladora F aplicada en el cuerpo de cierre 30. Hasta un valor F_A mínimo, el cuerpo de cierre 30 permanece en la primera posición final representada en la figura 3a. Para que el cuerpo de cierre 30 se mueva hacia el asiento de la válvula 32, el empujador 4 que trabaja en contra

del muelle 31 debe superar una fuerza reguladora F que se incrementa aproximadamente lineal. Cuando el alcanza un cierto valor F_B de la fuerza reguladora, se identifica en el diagrama un valor de referencia H_0 correspondiente de la carrera. El valor de referencia H_0 corresponde a un estado del elemento regulador, en el que el cuerpo de cierre 30, que funciona como elemento de ajuste, alcanza el asiento de la válvula 32. Una carrera adicional, por encima del valor de referencia H_0 hacia un valor de bloqueo H_{0F} , requiere una elevación muy sobreproporcional de la fuerza reguladora F por encima del valor F_B hacia el valor F_C . Pero dicha elevación sobreproporcional de la fuerza reguladora F requiere también un aumento fuerte de la potencia momentánea del motor eléctrico 1 y, por lo tanto, un consumo de energía correspondientemente alto.

En un procedimiento de regulación ventajoso, en el que el caudal de flujo q se puede controlar con el elemento regulador 5, posiblemente no se excede el valor de referencia H_0 , si un consumo de energía del servo accionamiento debe ser mínimo, lo que debe pretenderse con ventaja en el caso de una alimentación de energía por medio de batería.

En un procedimiento de calibración ventajoso para un elemento regulador, que presenta un elemento de ajuste con al menos una posición final bloqueada mecánicamente, se detecta de manera más ventajosa una fuerza aplicada por el servo accionamiento o un par motor aplicado por el servo accionamiento y cuando se alcanza un valor predeterminado de la fuerza o bien del par motor, se detecta la posición actual del elemento de ajuste y se registra en memoria como posición final mecánica del elemento regulador o bien del elemento de ajuste y se tiene en cuenta en un procedimiento de regulación.

El procedimiento de calibración es activado, por ejemplo, a través de una señal inicial k alimentada al segundo módulo de regulación 13 (figura 1). Con ventaja, la frecuencia de rotación del motor eléctrico 1 durante el procedimiento de calibración se mantiene constante en un valor más bajo con respecto a un funcionamiento normal, siendo adaptado de manera correspondiente el valor teórico de la velocidad ω_s generado por el segundo módulo de regulación 13.

Si el elemento regulador es, por ejemplo, una válvula de termostato abierta en el estado de reposo, cuya carrera H se comporta en función de la fuerza reguladora F , en principio como se representa en la figura 4, el cuerpo de cierre se mueve con ventaja solamente en el procedimiento de calibración por encima del valor de referencia H_0 de la carrera.

Una zona de regulación R memorizada en el modelo de carrera del servo accionamiento (figura 4) se establece con ventaja en función del valor de referencia H_0 calculado. La zona de regulación R para la válvula de termostato ejemplar comprende, por lo tanto, posiciones extremas utilizables para una regulación con H_p – es decir, cerrada, o bien un caudal de flujo $q \approx 0\%$ - y H_{100} – es decir, abierta, o bien un caudal de flujo $q = 100\%$.

La información de la señal s suministrada por la instalación de sensor 8 (figura 1) posibilita un cálculo de la frecuencia de rotación actual del motor eléctrico 1 y del movimiento del empujador 4. Con ventaja, en el módulo de cálculo 9 está memorizado un módulo de carrera, en el que están disponibles parámetros importantes como una posición actual del cuerpo de cierre, posiciones finales del cuerpo de cierre 30 y una velocidad actual, con preferencia la frecuencia de rotación actual del motor eléctrico 1 o en caso necesario la velocidad actual del cuerpo de cierre 30.

La instalación de sensor 8 comprende con preferencia una fuente luminosa y una unidad de detección adaptada al espectro de la fuente luminosa, de manera que la fuente luminosa está dirigida sobre un patrón óptico móvil por el motor eléctrico 1, de manera que cuando el motor eléctrico 1 está funcionando, los impulsos luminosos llegan sobre la unidad de detección. El patrón óptico es, por ejemplo, un disco dispuesto en la caja de cambios 2 con zonas reflectantes óptimamente, o con taladros o dientes, que están configurados de tal forma que se modula una señal de la fuente luminosa a través del patrón óptico movido.

Pero, en principio, la instalación de sensor 9 se puede implementar también de otra manera, por ejemplo por medio de una instalación de trabaja por inducción.

En la segunda instalación de comparación 12, a partir de la señal de la posición teórica p_s y a partir de la señal de la posición p calculada por el módulo de cálculo 9, se forma una diferencia de regulación $(p_s - p)$ y se conduce al segundo módulo de regulación 13. En el segundo módulo de regulación 13, se genera una variable de guía para la primera instalación de comparación 10. La variable de guía es con ventaja un valor teórico de la velocidad ω_s . En la primera instalación de comparación 10 se forma a partir del valor teórico de la velocidad ω_s y de la señal de la velocidad ω calculada por el módulo de cálculo 9 una diferencia de regulación $(\omega_0 - \omega)$ y se conduce al primer módulo de regulación 11. En el primer módulo de regulación 11 se genera con la ayuda de la diferencia de regulación $(\omega_0 - \omega)$ la señal de control m para el módulo de excitación del motor 7.

A través del bucle de regulación interior, que presenta el primer módulo de regulación 11, se mantiene constante el número de revoluciones del motor eléctrico 1. De esta manera, también los elementos rotatorios de la caja de

5 cambios 2 acoplada mecánicamente con el motor eléctrico 1 y del elemento de transformación 3 están regulados para la neutralización de sus momentos de inercia de masas, respectivamente, a frecuencias de rotación constantes. La regulación del motor eléctrico 1 a una frecuencia de rotación constante aporta las ventajas de que también un nivel de ruido dependiente del número de revoluciones del servo accionamiento es constante y se puede optimizar a través de la selección adecuada del valor teórico de la velocidad ω_s . Además, con dicha regulación de la velocidad va unida la ventaja de que la auto inducción del motor eléctrico 1 y los momentos de inercia de masas de elementos rotatorios del servo accionamiento no deben tenerse en cuenta en el cálculo de un valor de estimación actual F_E para la fuerza reguladora F.

10 Una posición final de un servo elemento se puede determinar de manera fiable cuando el elemento regulador se mueve hacia la posición final y en este caso a través de un módulo de cálculo 40 (figura 5) del servo accionamiento se calcula de forma repetida el valor de estimación actual F_E para la fuerza reguladora F y se compara con un valor límite predeterminado.

15 Con la ayuda de la señal de control m aplicada en el módulo de excitación del motor 7 y de la tensión de la batería U_B , se puede calcular el valor de estimación F_E en una primera variante sólo de manera aproximada con una fórmula lineal A. El producto formado a partir de la señal de control m, el valor actual de la tensión de la batería U_B y de una primera constante K_U se reduce en la medida de una segunda constante K_f :

$$F_E = U_B \times k_U \times m - F_f \quad \{\text{Formula A}\}$$

20 Puesto que en el cálculo de valor de estimación F_E , además de la señal de control m, se utiliza también todavía la señal de la velocidad ω retornada sobre la primera instalación de comparación 10, con una fórmula B resulta una variante mejorada, en la que el valor de estimación F_E se puede calcular con mayor exactitud. La señal de la velocidad ω se multiplica por una tercera constante k_ω y el producto resultante se resta del valor de estimación F_E . La descripción matemática del modelo de accionamiento y, por lo tanto, la fórmula B para el cálculo mejorado del valor de estimación F_E dice lo siguiente:

$$F_E = U_B \times k_U \times m - k_\omega \times \omega - k_f \quad \{\text{Formula B}\}$$

25 La formula B para el cálculo del valor de estimación F_E está constituida de manera optimizada con las tres constantes para una implementación adaptada para microprocesador. Se entiende por sí mismo que la fórmula B a través de conversión matemática, por ejemplo unida con una elevación del número de constantes utilizada, puede calcular un valor de estimación adecuado de la fuerza reguladora.

30 Con poco gasto se pueden determinar las tres constantes k_U , k_ω y k_f , de manera que el valor de estimación F_E para la determinación de la posición final del elemento de ajuste se puede calcular con suficiente exactitud.

A través de las tres constantes k_U , k_ω y k_f se tienen en cuenta valores característicos o propiedades del motor eléctrico 1, del módulo de excitación del motor 7, de la caja de cambios 8 y del elemento de transformación 3.

35 El módulo de cálculo 40 comprende una estructura de datos memorizada de manera más ventajosa en un microordenador del servo accionamiento y al menos una rutina de programa, ejecutable por el microordenador, para el cálculo del valor de estimación F_E . La tensión actual U_B de la batería, es leída para el cálculo del valor de estimación F_E , por ejemplo en cada caso a través de una entrada analógica del microordenador.

40 En una forma de realización ejemplar del módulo de cálculo 40, las propiedades del módulo de excitación del motor 7 son tenidas en cuenta en particular con una primera constante k_U , mientras que con la segunda constante k_ω se tienen en cuenta sobre todo valores característicos del motor eléctrico 1, como por ejemplo la constante del motor y la resistencia de la corriente continua. La caja de cambios 8 se tiene en cuenta con la tercera constante k_f . Además, en el cálculo del valor de estimación F_E se tiene en cuenta el rendimiento del servo accionamiento, influyendo en cada una de las tres constantes k_U , k_ω y k_f .

Lista de signos de referencia

- 1 Motor eléctrico
- 45 2 Caja de cambios
- 3 Elemento de transformación
- 4 Empujador
- 5 Elemento regulador
- 6 Fuente de tensión
- 50 7 Módulo de excitación del motor
- 8 Instalación de sensor
- 9 Módulo de cálculo
- 10 Primera instalación de comparación
- 11 Primer módulo de regulación

	12	Segunda instalación de comparación
	13	Segundo módulo de regulación
	20	Unidad de excitación
	21	Circuito puente
5	22	Conmutador electrónico
	23	Conmutador electrónico
	24	Conmutador electrónico
	25	Conmutador electrónico
	30	Cuerpo de cierre
10	31	Muelle
	32	Asiento de válvula
	33	Husillo de accionamiento
	34	Eje longitudinal
	35	Rosca exterior
15	36	Rueda de engranaje
	37	Intersticio de aire
	40	Módulo de cálculo
	M_M	Par motor
	M_A	Par de accionamiento
20	H	Carrera
	F	Fuerza reguladora
	F_A	Valor de la fuerza reguladora (fuerza del punto de contacto de la válvula)
	F_B	Valor de la fuerza reguladores (fuerza del punto de cierre)
	F_C	Valor de la fuerza reguladoras (fuerza de bloqueo de la válvula)
25	s	Señal de la instalación de sensor
	ω	Señal de la velocidad
	ω_s	Valor teórico de la velocidad
	p	Señal de posición
	p_s	Señal de la posición teórica
30	I_M	Corriente a través del motor eléctrico
	m	Señal de control
	H_0	Valor de referencia
	H_{0F}	Valor de bloqueo
	q	Caudal de flujo
35	F_E	Valor de estimación para la fuerza reguladora
	k	Señal inicial
	k_u	Primera constante
	k_ω	Segunda constante
	k_F	Tercera constante
40	U_B	Tensión de la batería
	U_M	Tensión del motor

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la activación de un servo elemento (30) dispuesto en un servo elemento (5), cuya posición se puede mover desde un motor eléctrico (1) a través de una instalación de caja de cambios mecánica (2, 3, 4) con una fuerza reguladora (F), que actúa sobre el servo elemento (30), en contra de un tope mecánico, en el que el motor eléctrico (1) se puede alimentar a través de un módulo de excitación del motor (7), caracterizado por las siguientes etapas del procedimiento:
- 10 - regulación de la frecuencia de rotación del motor eléctrico (1) a un valor constante,
 - cálculo de un valor de estimación (F_E) para la fuerza reguladora (F),
 - comparación del valor de estimación (F_E) con un valor límite predeterminado,
 - detección de una posición actual (p) del servo elemento (30) con el valor límite predeterminado y asociación de la posición detectada a una posición final memorizada en un modelo de carrera.
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se genera una señal de control (m) alimentada al módulo de excitación del motor (7), de tal manera que se regula la frecuencia de rotación del motor eléctrico (1) al valor constante, y porque la señal de control (m) se utiliza para el cálculo del valor de estimación (F_E).
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque adicionalmente se detecta la frecuencia de rotación (ω) del motor eléctrico (1) y se utiliza en el cálculo del valor de estimación (F_E).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se detecta el valor actual de la tensión de la batería (U_B) y se utiliza en el cálculo del valor de estimación (F_E).
- 25 5.- Procedimiento de acuerdo con una reivindicación anterior, caracterizado porque la frecuencia de rotación (ω) del motor eléctrico (1) se regula a través de un bucle de regulación cerrado.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una reivindicación anterior, caracterizado porque la señal de control (m) es una señal modulada en la amplitud del impulso.
- 30 7.- Procedimiento de acuerdo con una reivindicación anterior, caracterizado porque a la señal de control (m) está asociado un intervalo de valores de 0 % a 100 %.
- 35 8.- Servo accionamiento con un microordenador para la activación de un servo elemento (30) dispuesto en un elemento regulador (5), cuya posición es móvil por un motor eléctrico (1) a través de una instalación de caja de cambios mecánica (2, 3, 4) con una fuerza reguladora F, que actúa sobre el servo elemento (30), hacia un tope mecánico, en el que el motor eléctrico (1) se puede alimentar a través de un módulo electrónico de excitación del motor (7), caracterizado por:
- 40 - un módulo de regulación (11) para la regulación de la frecuencia de revolución del motor eléctrico (1) a un valor constante,
 - un módulo de cálculo (40) para el cálculo de un valor de estimación (F_E) para la fuerza reguladora (F), y para la comparación del valor de estimación (F_E) con un valor límite predeterminado,
 - un módulo de cálculo (9) para la memorización de un modelo de carrera, y para la detección de una posición actual (p) del servo elemento (30) con un valor límite predeterminado y asociación de la posición detectada a una posición final memorizada en el modelo de carrera.
- 45 9.- Servo accionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por una instalación de sensor (8) dispuesta en la instalación de caja de cambios (2, 3, 4), a través de la cual se puede generar una señal de sensor (s), a partir de la cual se puede calcular el número de revoluciones o bien la frecuencia de rotación del motor eléctrico (1).
- 50 10.- Servo accionamiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por una primera instalación de comparación (10) para la generación de una diferencia de regulación desde un valor teórico de la velocidad (ω_s) y a partir de una señal de la velocidad (ω) generada por un módulo de cálculo (9) a partir de la señal de sensor (s), en el que en un primer módulo de cálculo (11) se puede generar la señal de control (m) con la ayuda de la diferencia de regulación.
- 55 11.- Servo accionamiento de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por una segunda instalación de comparación (12) para la generación de una diferencia de regulación ($p_s - p$) a partir de una señal de la posición teórica (p_s) y a partir de una señal de la posición (p) generada por el módulo de cálculo (9) a partir de la señal del sensor (s), en el que en un segundo módulo de regulación (13) se puede generar con la ayuda de la diferencia de regulación ($p_s - p$) el valor teórico de la velocidad (ω_s).
- 60 12.- Servo accionamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por un modelo de carrera

del elemento regulador memorizado en el servo accionamiento.

FIG 3A

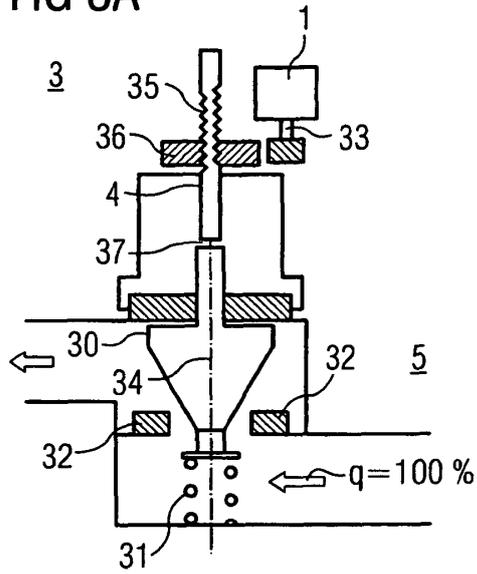


FIG 3B

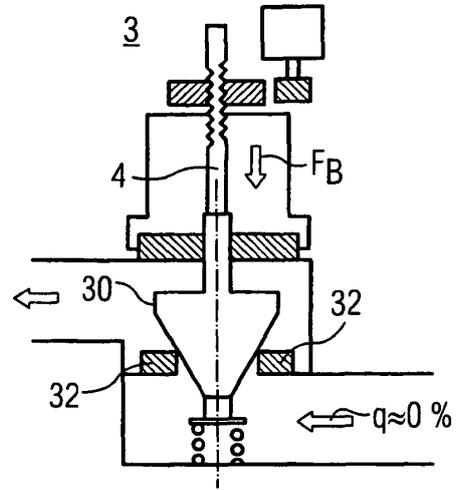


FIG 3C

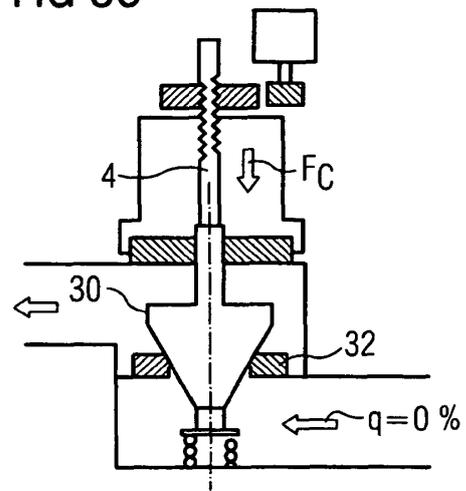


FIG 4

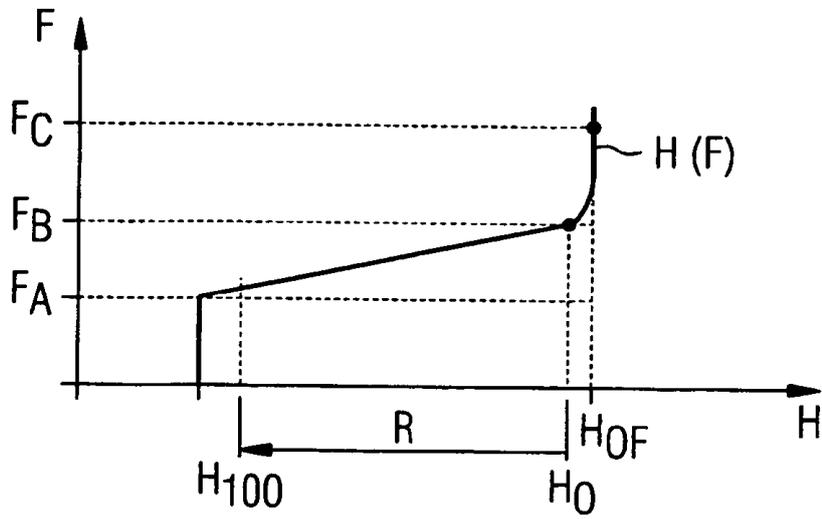


FIG 5

