



96 EN 9

335733

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "UN ACTUADOR DE VARILLA DE MANDO NUCLEAR", a favor de la firma estadounidense THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, residente en 161 East 42nd Street, Nueva York, N.Y. 10017 (EE.UU.).

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere, en general, a un actuador de la varilla de mando nuclear y, más específicamente, a un actuador de la varilla de mando accionado hidráulicamente y a prueba de fallos, destinado a mover una varilla de mando que contiene un material envenenador de neutrones introdu-

5.



335733

ciéndola o sacándola de un núcleo de un reactor nuclear.

- Una reacción nuclear en cadena autosustentante utiliza neutrones, los cuales hacen que se fisionen átomos de un material de combustible nuclear, desprendiendo más neutrones y otra energía, que puede ser aprovechada para fines útiles. La potencia producida por un reactor nuclear se determina por la disposición y la cantidad de combustible nuclear dentro del núcleo del reactor. El nivel de potencia puede regularse variando el número de neutrones disponibles para sostener la reacción en cadena, y los neutrones disponibles se determinan por el número de neutrones engendrados por la fisión del material de combustible menos los neutrones perdidos de la periferia del reactor y los absorbidos no reproduciblemente por el material estructural dentro del núcleo y el material envenenador de neutrones introducido en el núcleo para fines de regulación.
- 5.
- 10.
- 15.

- El material envenenador de los neutrones se dispone por lo general en varillas de mando situables móvilmente dentro del núcleo. Así, cuando se mueven las varillas de mando hacia dentro del núcleo se introduce más material envenenador y el nivel de potencia del reactor se reduce; en muchos reactores, la inserción completa de todas las varillas de mando concluye la reacción en cadena. A la inversa, cuando se retiran del núcleo las varillas de mando, existe menos material envenenador para reducir el número de neutrones disponibles para proseguir la reacción en cadena y el nivel de potencia aumenta. En consecuencia, tanto la regulación de la potencia
- 20.
- 25.



335733

producida como la conclusión de la reacción en cadena se efectúan por medio de las mismas varillas de mando.

- Los actuadores de la práctica anterior para las varillas de mando se colocaban generalmente fuera del recipiente de presión del reactor, de modo que los componentes del accionamiento no estuvieran sujetos a la alta temperatura y al ambiente de alta radiación del interior del propio reactor. Sin embargo, el desarrollo de reactores de mayor temperatura y mayor presión ha incrementado los problemas asociados con la alineación precisa de los actuadores exteriores de las varillas de control y de estas propias varillas dentro del núcleo del reactor. Estos problemas de alineación han resultado de la utilización de metales desemejantes en los componentes, es decir, en el recipiente de presión del reactor y en el núcleo, que tienen coeficientes de dilatación térmica muy distintos. Por ejemplo, los recipientes de presión de los reactores se fabrican normalmente de acero al carbono con un coeficiente de dilatación térmica de 7 aproximadamente, mientras que las partes internas del reactor son normalmente de acero inoxidable, el cual tiene un coeficiente de dilatación térmica de 10 aproximadamente. Además, a medida que aumentan las temperaturas a que se actúan estos componentes, se incrementa la importancia del problema de desalineación. Por otra parte, a medida que aumentan las presiones de funcionamiento de tales reactores, el problema de obturar la penetración de la varilla móvil de mando a través del recipiente de presión del reactor se vuel-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

335733



5. ve más complicado. En consecuencia, se ha vuelto cada vez más necesario desarrollar un actuador de la varilla de mando que pueda ser situado dentro del recipiente de presión del reactor y, a ser posible, inmediatamente junto al núcleo del reactor.

10. Se ha comprobado que la ubicación de tales actuadores de las varillas de control o mando dentro del núcleo del reactor o junto al núcleo del reactor requiere el uso de un actuador hidráulico, más bien que de un actuador eléctrico, pues el aislamiento eléctrico tiende a fallar cuando está sometido a las altas temperaturas, altas presiones y altos niveles de radiación que imperan dentro de los modernos reactores de alta presión. Además, se ha comprobado que la penetración del recipiente de presión para acomodar conexiones eléctricas resulta más compleja que la penetración del recipiente de presión con una línea hidráulica.

20. Por otra parte, se ha descubierto que, para una determinada necesidad de potencia, los actuadores hidráulicos son más eficaces y capaces de transmitir cantidades mucho mayores de potencia por unidad de volumen de los actuadores que no los actuadores accionados magnéticamente. Como resultado, los actuadores hidráulicos de este invento pueden construirse con un volumen que es solo una cuarta parte del necesario para los actuadores magnéticos, obteniéndose disposiciones mucho más compactas e incluso disposiciones que no eran posibles hasta ahora, con una disminución respectiva del coste pero sin ningún sacrificio de seguridad ni de eficacia.

25.

335733



- Antes se había considerado indeseable utilizar actuadores de las varillas de mando accionados hidráulicamente, por el temor de que una rotura en las tuberías del sistema primario del reactor pudiera hacer perder presión al sistema, creando así una caída de presión anormalmente alta a través del núcleo y por lo tanto a través de la varilla de mando, caída que extraería todas las varillas de mando que se hallaran en el núcleo en tal momento y produciría un brote incontrolado de reactividad precisamente en el momento en que debiera extinguirse inmediatamente el reactor. Además, se temía que un fallo en el suministro de fluido actuante hiciera que el actuador moviera la varilla de mando en toda su extensión de carrera.
- 5.
- 10.

- El uso de motores giratorios accionados hidráulicamente como actuadores de las varillas de control dentro del recipiente de presión del reactor se ha tomado en cuenta como solución para los problemas anteriores. Sin embargo, tales actuadores deben ser capaces de funcionar durante períodos dilatados de tiempo sin necesitar mantenimiento. Se ha comprobado que los mecanismos que actúan en ambientes de agua tan purificados como es el caso en los reactores refrigerados por agua deben ser lo más sencillos que resulte posible, pues la lubricación que proporcionan estos refrigerantes puros es muy escasa. En efecto, se ha visto que, en tales ambientes de agua pura, los coeficientes de fricción pueden ser hasta diez veces mayores de lo que cabe esperar en los ambientes normales.
- 15.
- 20.
- 25.



335733

En consecuencia, este invento se dirige hacia un actuador de la varilla de mando simple, robusto y accionado hidráulicamente, así como a un sistema y un método para manejar un actuador que funciona basándose en un principio de gato elevador.

5.

Además, este invento proporciona un actuador de la varilla de mando accionado hidráulicamente que utiliza tan solo una línea de suministro de fluido hidráulico para servir a todas las funciones del actuador. Así pues, la varilla de mando puede introducirse o sacarse del núcleo del reactor moviéndola por incrementos o bien puede ser extinguida dentro del núcleo del reactor.

10.

Por otra parte, el actuador de la varilla de control de este invento requiere un flujo particular, del tipo de impulsos, del fluido para el actuador, con el fin de retirar del núcleo del reactor la varilla de mando. La aplicación al actuador de un solo y gran impulso de flujo de fluido no moverá la varilla de mando en más de un incremento. Como resultado, es muy improbable que pueda ocurrir ningún accidente al reactor o al suministro de fluido para el actuador que duplique la secuencia particular del flujo para el actuador necesaria para realizar el movimiento de la varilla de mando.

15.

20.

El actuador de este invento es por lo tanto fundamentalmente a prueba de fallos. Además, con la disposición de este invento, si ocurriera un fallo en el circuito de refrigerante primario del reactor, no existe posibilidad de que las varillas de mando sean movidas en más de un incremento por el brote

25.



súbito de presión.

335733

- En consecuencia, este invento proporciona un actuador para la varilla de mando nuclear que comprende un elemento acoplador fijo y un elemento acoplador móvil, dispuestos para prender la varilla de mando. El elemento acoplador móvil está conectado a un émbolo que lo acciona, émbolo que es actuado por flúido y que se halla dentro de un cilindro que rodea la varilla de mando. Cuando se aplica el flúido del actuador de la varilla de mando, el elemento acoplador móvil queda cerrado, el elemento acoplador estacionario queda suelto y el elemento acoplador móvil se mueve por la acción del flúido sobre el émbolo que lleva consigo la varilla de mando. Luego se cierra el elemento acoplador estacionario y se suelta el elemento acoplador móvil, y el émbolo vuelve a su primera posición, con lo cual el elemento acoplador móvil aferra la varilla de mando.
- 5.
- 10.
- 15.

- Cuando se invierte el flujo del flúido del actuador, se sueltan tanto el elemento acoplador móvil como el estacionario, lo cual permite que la varilla de mando se extinga de inmediato dentro del núcleo del reactor.
- 20.

En los dibujos:

- la Figura 1A es una sección parcial que ilustra una versión simplificada de un conjunto de actuador para varilla de mando conforme a este invento, en la que el elemento acoplador está desconectado de la varilla de mando;
- 25.

la Figura 1B es una sección parcial que muestra el elemento acoplador prendiendo la varilla de mando;



335733

la Figura 2 es una sección parcial de una segunda modalidad de un conjunto de actuador para varilla de mando;

la Figura 3A es una sección parcial de una tercera modalidad de un conjunto de actuador para varilla de mando,

5. y en ella ambos elementos acopladores prenden la varilla de mando;

la Figura 3B es una sección parcial que muestra ambos elementos acopladores desconectados de la varilla de mando; y

10. la Figura 4 es otra modalidad más de este invento.

El actuador (10) de la varilla de mando representado en las Figuras 1A y 1B, comprende un miembro cilíndrico (12), que puede estar suspendido del extremo inferior de un elemento de combustible en un núcleo de reactor por medio del miembro tubular (14) o sostenido en el extremo superior del elemento de combustible por el miembro tubular (16). Una varilla de mando (18) que lleva material envenenador nuclear, o una extensión de la varilla de control, se extiende de modo fundamentalmente coaxial a través de los miembros tubulares (14) y (16) y del cilindro (12). El cilindro está provisto de cierres terminales (22) y (24) que conectan los extremos superior e inferior del cilindro a los miembros tubulares (14) y (16), respectivamente. El extremo inferior del cilindro está formado con una sección tubular (26) solidaria, de tipo reentrante, que se extiende hacia arriba coaxialmente con el miembro cilíndrico (12) y penetrando en él. El extremo superior del miembro reentrante (26) está provisto de una super-

15.

20.

25.



335733

- ficie (28) de forma troncocónica y que se inclina radialmente hacia afuera. El miembro reentrante (26) coopera con el extremo inferior (24) del cilindro para crear un asiento (30) para muelle anular, asiento que se describirá con más detalle en lo que sigue. Un miembro de émbolo (32), hueco, está dispuesto deslizablemente dentro del cilindro (12) para moverse entre un tope superior (34) y un tope inferior (36), dispuestos en la superficie interna del miembro cilíndrico. El miembro de émbolo (32) está situado coaxialmente entorno a la varilla de mando (18) y tiene una superficie cilíndrica interna (38). Un miembro retentor cilíndrico (40) está dispuesto coaxialmente dentro del miembro de émbolo (32) y se extiende desde un asiento (42) para muelle, cercano al extremo superior del émbolo, en casi toda la longitud de la superficie (38). La superficie interna (44) del miembro retentor (40) es en esencia cilíndrica en una porción principal de su longitud y termina en una superficie troncocónica e inclinada hacia adentro (46) en el extremo inferior del mismo. Un miembro posicionador (48), en forma de copa, y situado dentro del miembro retentor (40), está dispuesto para ser movido deslizablemente a lo largo de la superficie interna (44) del miembro. El miembro posicionador de copa (48) tiene una porción terminal inferior (50), extendida hacia dentro, que se apoya en una pluralidad de bolas o rodillas (52) dispuestos entorno a la varilla de mando dentro del miembro retentor (40); dichas bolas o rodillos actúan como medio de acoplamiento entre el émbolo (32) y la varilla
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

16 ENE 1967

335733

- de mando (18). Un resorte (54) se extiende entre el asiento de resorte (42), en el extremo superior del émbolo, y el extremo inferior (50) del miembro posicionador de copa y sirve para retener este miembro en contacto con los rodillos o las bolas (52). Un segundo miembro de resorte (56) se extiende entre el asiento de resorte (30), en el extremo inferior del cilindro (12) y el extremo inferior del miembro retentor (40) y actúa para mantener normalmente el miembro retentor (40) y el émbolo (32) situados dentro de la porción superior del cilindro (12). Dos líneas (58) y (60) transferentes de fluido actuante que se extienden a través de la pared del miembro cilíndrico (12) se abren en una cámara o espacio anular (62) definido por un labio (64) proyectado hacia adentro en la superficie interna del cilindro (12) y una superficie (66) extendida hacia afuera del miembro de émbolo (32).

- Durante el funcionamiento, el actuador (10) de la varilla de mando puede estar situado dentro del recipiente de presión del reactor y está sumergido en un cuerpo de fluido de alta presión, es decir, el fluido refrigerante primario del reactor. Unos miembros tubulares (14) y (16) están abiertos al fluido en que está inmerso el actuador, de modo que se impone la presión circundante, o sea la presión del refrigerante primario, a las superficies superior e inferior del miembro de émbolo (32) y a los componentes asociados. Sin embargo, el espacio (62) entre la superficie externa del émbolo y la superficie interna del cilindro se mantiene a la presión existente en las líneas (58) y (60) de transferencia de fluido



335733

- actuante. Si la presión dentro de estas líneas es fundamentalmente igual a la de la presión circundante, el miembro de émbolo (32) es retenido en el extremo superior del cilindro (12) por el miembro de resorte (56) que actúa sobre la superficie inferior del miembro retentor (40), como se vé en la
5. Figura 1B. La superficie cónica (46) del miembro retentor (40) fuerza las bolas (52), que están dispuestas entorno a la varilla de mando (18), a contacto de fricción con la varilla de mando, impidiendo así el movimiento axial de ésta.
10. Cuando se desea mover hacia arriba la varilla de mando, se impone a la línea de transferencia (58) una presión negativa, es decir, una presión inferior a la presión circundante, con lo cual se reduce la presión en el espacio (62) y se permite que la presión circundante actúe sobre la superficie superior del émbolo (32) haciéndolo mover hacia abajo contra
15. la fuerza del resorte (56), dado que la superficie superior expuesta a la presión circundante es mayor que la superficie inferior así expuesta. Cuando el miembro de émbolo (32) se mueve hacia abajo, la fuerza ejercida por la superficie cónica (46) del miembro retentor (40) contra los elementos de acoplamiento, o sea las bolas (52), se afloja y la varilla de mando queda suelta. El miembro posicionador de copa (48), con su resorte actuador asociado (54), asegura que las bolas del miembro cilíndrico (52) no se queden atrás en el movimiento descendente del miembro de émbolo, de modo que existe una liberación
20. prácticamente instantánea de la varilla de mando. Cuando el émbolo descendente cierra la entrada de la línea de transfe-
- 25.



335733

5. rencia (58), desaparece del espacio (62) la presión negativa, de modo que el resorte (56) vuelve rápidamente el miembro de émbolo y los elementos asociados a la posición superior. Cuando el miembro retentor (40) asciende, y dado que el miembro posicionador de copa (48) había asegurado el que los miembros (52) siguieran el viaje descendente del émbolo, los miembros o bolas (52) establecen un nuevo agarre friccional sobre la varilla de mando en una posición por debajo del agarre anterior y mueven la varilla de mando hacia arriba durante el resto de la carrera ascendente del émbolo. El sistema neumático está combinado de modo que las carreras descendente y ascendente del émbolo y los componentes asociados se realizan tan rápidamente que la inercia impide el descenso de la varilla de mando durante el período en que las bolas no están en contacto con ella. En una disposición en la que puede imponerse al émbolo en dirección descendente una aceleración de cinco veces la fuerza de la gravedad, las pruebas han demostrado que un recorrido de 0,4 pulgadas aproximadamente del émbolo da por resultado el descenso de la varilla de mando en tan solo 0,002 pulgadas aproximadamente, de manera que el movimiento ascendente neto de la varilla de mando es de 0,398 pulgadas por cada carrera del actuador.
- 10.
- 15.
- 20.

25. Si se desea hacer descender la varilla de mando, por la fuerza de la gravedad o por un diferencial de presión entre la parte superior y la inferior del reactor, se impone una presión negativa en la línea de transferencia (60), presión que tira el émbolo (32) hacia abajo, liberando las bolas



335733

(52) del contacto con la varilla de control y manteniéndolas apartadas de la varilla por la acción de la superficie troncocónica (28) del miembro reentrante (26). La superficie (28) asegura que los miembros acopladores (52) no puedan contactar efectivamente con la superficie (46) del miembro retentor y reencajar así la varilla de mando y detienen su movimiento descendente hasta que se ha terminado la presión negativa en la línea (60).

En la Figura 2 se ilustra una segunda modalidad de este invento, en la que el miembro cilíndrico (70) está dispuesto deslizablemente dentro de una caja tubular (72) sostenida dentro del reactor. El miembro tubular (72) está alojado permanentemente dentro del recipiente de presión del reactor y cuenta con una línea de transferencia (74) del fluido actuante que se extiende por una pared de él fundamentalmente a mitad de distancia entre la cima y el fondo. El miembro cilíndrico (70) está provisto de un par de anillos de empaquetadura (76) y (78), dispuestos para crear un ajuste hermético a cada lado de la línea de transferencia (74) de fluido actuante cuando el cilindro (70) está encajado en el miembro tubular (72). La cima del miembro cilíndrico (70) está cerrada por una placa anular (80), apropiadamente asegurada y dispuesta para el paso de la varilla de mando (82) coaxialmente a través de ella. El miembro cilíndrico (70) tiene un agujero interno (84) a través de una porción importante de su longitud; este agujero se reduce hacia el extremo inferior del cilindro, en (86). La parte reducida del agujero del ci-



335733

- lindro (70) es fundamentalmente mayor que la varilla de control (72) que pasa a través de ella. Un miembro de émbolo (88) está dispuesto dentro del agujero (84) del miembro cilíndrico y tiene una porción descendente (90) que se extiende a través del agujero reducido (86) del miembro cilíndrico.
5. El miembro de émbolo (88) está provisto de empaquetaduras para flúido (92) y (94) que contactan con las superficies internas (84) y (86), respectivamente, del miembro cilíndrico (70). El miembro de émbolo está cargado hacia el extremo inferior del miembro cilíndrico por un muelle (96) dispuesto entre el extremo superior del émbolo y la placa terminal (80) del miembro cilíndrico. Un primer elemento de acoplamiento, o collar elevador, (98), está dispuesto dentro de la porción superior del miembro de émbolo (88) y tiene un agujero cónico (100) que rodea la varilla de mando (82) y está dispuesto para contactar con ella. Un lado del collar elevador (98) descansa en un espaldón (102) del émbolo (88), y el lado opuesto está cargado hacia abajo por el muelle (104). Un segundo medio de acoplamiento, o collar sujetador, (106), que tiene un agujero cónico (108), está dispuesto entorno a la varilla de mando y en contacto con ella dentro del miembro cilíndrico (70), debajo del extremo inferior (90) del émbolo (88). Un lado del collar sujetador (106) está sostenido por la espiga (110), retenida en posición por obra del resorte (112) en el extremo inferior del cilindro (70). El lado opuesto del collar sujetador (106) está cargado hacia abajo por el muelle (114). El espacio (116) definido por las empaquetaduras (76) y (78) en-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



335733

tre el miembro tubular (72) y el cilindro (70) recibe flúido actuante por la línea de transferencia (74) y se abre, por las aberturas (118), espaciadas entorno a la periferia del cilindro (70), hacia el espacio debajo del émbolo (88) que se halla entre las empaquetaduras (92) y (94) del émbolo.

5. Una espiga de retén (120) que pasa por la pared del cilindro (70) está dispuesta para encajar con la superficie inferior del collar elevador (98).

En el funcionamiento, con el émbolo (88) cargado hacia abajo por el muelle (96) hasta una posición neutra, el extremo inferior (90) del émbolo contacta con la superficie superior del collar sujetador (106), que está impulsado hacia arriba por la espiga (110). El collar elevador (98) está pivotado entorno al espaldón (106) por el muelle (104), de acción descendente, de modo que el agujero cónico (100) contacta por fricción con la varilla de mando (82), impidiendo su movimiento descendente.

10. Por la línea de transferencia (74) se introduce en el espacio (116), por las aberturas (118), flúido actuante, a presión superior a la del ámbito en que está dispuesto el actuador, y este flúido actúa sobre la superficie inferior del émbolo (88) moviéndolo hacia arriba contra la fuerza del muelle (96). El collar elevador (98) asciende con el émbolo y se lleva consigo la varilla de mando (82). Dado que el movimiento ascendente de la varilla de mando a través del collar sujetador (106) tiende a alzar ese collar contra la acción del muelle (114), el collar se desconecta de la varilla de mando y en consecuencia no impide el

15.

20.

25.



335733

movimiento ascendente de ésta. Cuando el émbolo llega al límite superior de su carrera, el flujo de fluido actuante se detiene y el muelle (96) devuelve el émbolo a la posición neutra de partida. Mientras el émbolo se mueve hacia abajo,

5. la varilla de mando es mantenida estacionaria por el contacto del collar sujetador (106) con ella, en tanto que el collar elevador (98) pivota entorno al espaldón (102), comprimiendo el muelle (104) de modo que el collar (98) se desprende y se desliza hacia abajo por la superficie de la varilla

10. de mando, ahora estacionaria. En la posición inferior, neutra, del émbolo, el collar elevador (98) prende de nuevo la varilla de mando y el fluido actuante puede volver a suministrarse por la línea de transferencia (74) y puede reanudarse el movimiento ascendente de la varilla de control. Así pues,

15. el suministro de un fluido actuante pulsado eleva la varilla de mando en una serie de pasos de incremento hasta alcanzar la posición deseada, en cuyo momento se detiene el flujo de fluido actuante.

20. Cuando se desea el movimiento descendente de la varilla de mando, se impone una presión negativa a la línea de transferencia (74), impulsando el émbolo (88) hacia abajo contra la fuerza del muelle (112) actuando por medio de la espiga (110) y el collar sujetador (106). Así pues, se mueve hacia abajo el collar sujetador (106), dejando libre la varilla

25. de mando, y al mismo tiempo el borde del collar elevador (98) es atacado por la espiga de retén (120), que fuerza este lado del collar elevador hacia arriba contra el impulso del

335733

16



- muelle (104), desconectando de la varilla de mando el collar elevador (98). La varilla de mando está entonces libre para moverse hacia abajo por la fuerza de la gravedad y la presión diferencial entre la parte superior y la parte inferior del reactor.
5. Si se desea impulsar la varilla de mando completamente hasta abajo, se mantiene la presión negativa en la línea de transferencia (74) hasta que cesa la marcha de la varilla de mando. Por otra parte, si solo se desea mover la varilla de mando hacia abajo en incrementos, se aplica a la
10. línea de transferencia una presión negativa pulsada hasta que la varilla de mando llega al lugar deseado.

- Se observará que esta modalidad de actuador puede con facilidad insertarse en el reactor y extraerse de él para mantenimiento o sustitución. Dado que el actuador se sostiene
15. dentro del miembro tubular (72), que está situado permanentemente dentro del reactor y conectado permanentemente a la línea de transferencia (74) del fluido actuador, puede sacarse del reactor el actuador con el elemento de combustible que va asociado a cada varilla de mando (82). Puede introducirse
20. entonces en el reactor un nuevo actuador, con el nuevo elemento de combustible y la varilla de mando, sin necesidad ninguna de procurarse acceso al miembro tubular dentro del reactor.

- Una tercera modalidad de este invento es la que se ilustra en las Figuras 3A y B, donde se han incorporado como
25. medio de acoplamiento miembros de bola semejantes a los de la modalidad representada en la Figura 1, al paso que se emplean dos medios de acoplamiento semejantes a los de la modalidad



335733

- ilustrada en la Figura 2. Sin embargo, en esta modalidad los miembros de bola están dispuestos para contactar positivamente con la varilla de mando. Así, el actuador representado en las Figuras 3A y B comprende un miembro cilíndrico (130), que tiene una superficie interna cilíndrica (132) extendida hacia abajo desde un miembro terminal superior (134) hasta un espaldón (136) extendido hacia dentro, que conduce a una superficie cilíndrica (138) de menor diámetro, extendida hacia abajo desde él hasta un segundo espaldón (140). Un miembro de émbolo (142) que tiene un extremo superior de diámetro fundamentalmente igual al de la superficie (132) está dispuesto en contacto de deslizamiento hermético con ella. El extremo inferior (144) del miembro de émbolo (142) tiene menor diámetro y está en contacto de deslizamiento hermético, o sea con empaquetadura, con la superficie interna cilíndrica (138) del miembro cilíndrico (130). La longitud del miembro de émbolo (142) es tal que, cuando el extremo superior del mismo toca el espaldón (136), el extremo más bajo se extiende por debajo del espaldón (140). El extremo inferior del cilindro (130) está cerrado por un miembro de placa (146), provisto de una porción tubular (148) que se extiende hacia arriba desde él coaxialmente dentro del cilindro (130) y termina por encima del espaldón (136). Un collar sujetador anular (150) está dispuesto entorno al extremo inferior de la porción tubular (148) y es impelido a relación de tope con el espaldón (140) por el muelle (152), que se asienta en la superficie interna del miembro de placa
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.



335733

(146). El extremo superior del miembro de émbolo (142) está provisto de un asiento (154) para muelle, que aloja el muelle (156), el cual se extiende hacia abajo desde una superficie asentante (158) del miembro terminal superior (134). La línea de transferencia (160) de fluido actuante se abre a través de la pared del cilindro (130) en el espacio anular entre la superficie interna (138) del cilindro y el émbolo (142).

La varilla de mando o varilla seguidora (162) utilizada con esta disposición de actuador está provista de una pluralidad de ranuras circunscritas (164) en intervalos uniformemente espaciados en toda su longitud. El espaciado de las ranuras adyacentes se elige de modo que proporciona los incrementos de movimiento de la varilla deseados. El collar sujetador (150) está provisto de una superficie asentante interna cónica (166), y la superficie interna del émbolo (142) tiene también una superficie asentante cónica semejante (168), que, en cooperación con la ranura (164) de la varilla de mando, retiene una pluralidad de miembros de bola (170) y (172), respectivamente, que se proyectan por las ranuras (174) y (176) en el miembro tubular de extensión (148) y actúan como medios de acoplamiento. Como muestra la Figura 3A, cuando el émbolo está en posición neutra, sin que se transfiera ningún fluido actuante por la línea (160), el collar retentor (150) es impedido a contacto con el espaldón (140) por el muelle (152), manteniendo una serie de bolas (170) en una primera ranura de la varilla de mando. El extremo inferior (144) del émbolo está asentado en la superficie superior del collar sujetador (150),



335733

- con la superficie asentante (168) reteniendo bolas (172) en la ranura suprayacente inmediata de la varilla de mando. En esta situación, la varilla de mando está trabada con seguridad en posición. Cuando se introduce un fluido actuante por la línea (160), a presión superior a la del ámbito en que está dispuesto el actuador, el émbolo (142) se mueve hacia arriba contra la fuerza del muelle (156). Así pues, la superficie asentante (168), en la superficie interna del émbolo, que retiene bolas (172) en contacto con la ranura (164) de la varilla de mando, mueve hacia arriba las bolas y la varilla de mando. Durante este movimiento, las bolas (170) tienen libertad para moverse hacia arriba y hacia dentro a lo largo de la superficie (166) del collar sujetador, con lo cual liberan la varilla de mando y le permiten moverse hacia arriba. Cuando la ranura subyacente inmediata de la varilla de mando entra en alineación con el asiento (166) del collar sujetador, el émbolo se halla en su posición más alta y, como el flujo de fluido actuador se ha terminado y el émbolo inicia la vuelta a la posición primitiva por obra del muelle (156), las bolas (170) vuelven a prender la varilla de mando manteniéndola estacionaria mientras el émbolo (142) y las bolas (172) asociadas con él vuelven a la posición de partida representada en la Figura 3A.

25. Cuando se desea bajar la varilla de mando, se impone una presión negativa a la línea de transferencia (160), haciendo que el émbolo (142) descienda a contacto con el espaldón (136), como se ve en la Figura 3B. Cuando el émbolo des-

335733

16 ENE. 1967



5. ciende, el extremo inferior (144) fuerza el collar sujetador (150) hacia abajo contra el resorte (152). De esta manera, las porciones más anchas de la superficie asentante (168) y (166) se ponen en alineación con las bolas (172) y (170), permitiéndolas salir del encaje con las ranuras de la varilla de mando y dejando que la varilla descienda por obra de la gravedad o del diferencial de presión de fluido entre la parte superior y la inferior del reactor.

10. Otra modalidad de este invento es la que se ilustra en la Figura 4, en la que se muestra la placa inferior de soporte (180) del elemento de combustible de un reactor, con el extremo inferior del elemento de combustible (182) extendido a través de ella. Una consola (184) para soporte del actuador está suspendida de la cara inferior de la placa (180) y conectada a un miembro de soporte (186) para el actuador, que es de forma tubular y está abierto por arriba. El miembro de soporte tubular (186) está conectado en el fondo por una pieza de transición (188) a una caja tubular (190) para la varilla seguidora. En el extremo más bajo de la caja para la varilla seguidora existe una pequeña abertura (191). A través del soporte tubular (186) para el actuador pasa una línea de transferencia (192) de líquido actuador. Extendido hacia abajo del extremo inferior del elemento de combustible (182) aparece el extremo inferior de una varilla de mando nuclear (194). La varilla de mando está conectada en su extremo inferior a una varilla seguidora (196), provista de una pluralidad de espaldones (198) espaciados axialmente en toda su longitud.

15.

20.

25.

335733



El actuador de la varilla de control comprende un miembro cilíndrico (200) dispuesto para encajar deslizablemente dentro del miembro tubular (186) y descansar por su extremo inferior en el espaldón (202) formado por la pieza de transición (188). El cilindro tiene un par de anillos de empaquetadura de fluido (204) y (206), dispuestos para establecer una empaquetadura entre el cilindro y el miembro tubular (186) a cada lado de la línea de transferencia (192). El extremo superior del miembro cilíndrico (200) está provisto de un tabique terminal (208) que tiene una superficie de asiento (210) dispuesta para casar con la superficie cónica (212) del extremo inferior de la varilla de mando. Una pequeña línea de fluido (214) se abre en el agujero interno del tabique terminal (208), debajo del asiento (210), y se extiende en el pasaje para fluido (216), que continua hacia abajo por la pared del miembro cilíndrico (200) hasta debajo de la línea de transferencia (192), donde se abre hacia la superficie interna del miembro cilíndrico. El tabique terminal (209) tiene también una porción tubular (218) extendida hacia abajo y de diámetro interno ligeramente mayor que el diámetro externo de la varilla de mando (196). Un rebajo en la porción descendente (218) forma un asiento (220) para el muelle (222). El miembro de émbolo (224) de esta construcción está dispuesta dentro del miembro cilíndrico (200) y tiene empaquetaduras (226) y (228) que forman una cámara anular (230) para émbolo, la cual está en comunicación con la línea de transferencia (192) por las aberturas (232) abiertas en el costado

335733



- del miembro cilíndrico (200). El diámetro interno del cilindro (200) está reducido a vecindad de la línea de transferencia (192) y el diámetro del émbolo está reducido en correspondencia. Un primer elemento acoplador, que comprende un collar elevador (234), está dispuesto en la porción superior del miembro de émbolo y fijado por el perno (236). El collar elevador (234) puede inclinarse o pivotar entorno a un borde, que es fijado por el perno (236) e impulsado a contacto con un espaldón de la varilla seguidora por el muelle (238). Un lado del miembro de émbolo tiene una ranura (240) debajo del collar elevador, para alojar la espiga de tope fija (242) durante el movimiento del miembro de émbolo. El segundo elemento acoplador o collar sujetador (244) está sostenido en el extremo inferior del miembro cilíndrico justamente debajo del extremo inferior (244) del émbolo (224) por un miembro de arandela (248), retenido contra el espaldón (250) en la porción inferior del cilindro por el muelle (252). El collar sujetador (244) está dispuesto para pivotar entorno a un borde estableciendo contacto y perdiendo el contacto con los espaldones (198) de la varilla seguidora (196). El collar sujetador está normalmente impelido a contacto con la varilla seguidora por el muelle (254).
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- En operación, el actuador ilustrado en la Figura 4 funciona fundamentalmente igual que el representado en la Figura 2, salvo que los medios acopladores encajan positivamente con los espaldones (198) de la varilla seguidora. Así pues, cuando se suministra fluido actuador por la línea de
- 25.

335733



- transferencia (192) a la cámara (230) debajo del émbolo (224), el émbolo y el collar elevador (234) se mueven hacia arriba, alzando la varilla de mando hasta alcanzar el extremo superior de la carrera, como cuando el extremo superior (256) del émbolo (224) toca con el extremo inferior de la porción tubular (218), extendida hacia abajo, del tabique terminal (208). Durante este movimiento, el collar sujetador (244) está libre para pivotar entorno a un lado del miembro de arandela (248) contra el muelle (254), permitiendo que la varilla seguidora sea movida hacia arriba por el émbolo. Cuando el émbolo llega al extremo superior de su carrera, la varilla seguidora se ha movido suficientemente hacia arriba para que el collar sujetador (244) quede prendido en el espaldón subyacente consecutivo. La varilla seguidora y la varilla de mando son mantenidas entonces estacionarias por el collar sujetador, mientras el émbolo vuelve a su posición original por obra del muelle (222) cuando se detiene el flujo de flúido actuante o se reduce la presión. Así pues, utilizando una fuente pulsada de flúido actuante es posible mover rápidamente la varilla de control hacia arriba sacándola del núcleo del reactor. Cuando se impone una presión negativa en la línea de transferencia (192), el miembro de émbolo es tirado hacia abajo dentro del cilindro (200) hasta que la espiga de retén (244) contacta con el collar elevador (234), inclinándolo, contra la fuerza del muelle (238), fuera de contacto con la varilla de mando. Al mismo tiempo, el extremo inferior (246) del émbolo ha contactado con el borde superior del collar sujetador (244), forzán-

335733

16 ENE 1967



- dolo hacia abajo contra la acción del resorte (252) y soltando la varilla seguidora para movimiento descendente de la varilla de mando hacia el interior del núcleo. Se observará que cuando el extremo inferior (258) de la varilla seguidora penetra en la porción más baja de la caja (190) de la varilla seguidora, encuentra mayor resistencia de flujo a causa de la disminución de las dimensiones de la holgura. Así pues, el extremo inferior de la caja de la varilla seguidora actúa como una empaquetadura de fricción para desacelerar la varilla seguidora y la varilla de mando en el extremo inferior de su carrera.
- 5.
- 10.

- La posición de la varilla de mando puede determinarse con facilidad contando el número de impulsos aplicados a la línea de transferencia de fluido actuador. Para cerciorarse de la ubicación de la varilla de mando, se la puede "ejercitar" periódicamente. Se la puede extinguir aplicando una presión negativa sostenida a la línea de transferencia (192). Cuando se aplica presión negativa, la empaquetadura inferior (228) del émbolo está debajo del extremo inferior del pasaje de fluido (216), de modo que se extrae una pequeña cantidad de fluido del extremo superior del cilindro por la abertura (214). La cantidad de fluido que pasa por los pasajes (214) y (216) no es suficiente para permitir al émbolo la vuelta a su posición normal, pero sí para limitar la presión negativa que pueda aplicarse por medio de la línea de transferencia (192). Cuando la varilla de mando llega completamente a la posición baja, el espaldón (212) encaja con el asiento (210) del ex-
- 15.
- 20.
- 25.

335733



- tremo superior del cilindro, cerrando el pasaje (214) para cualquier flujo más. En este momento, la presión negativa en la línea (192) aumentará fundamentalmente sobre la encontrada antes, indicando que la varilla de mando está en posición completamente baja. El número de impulsos positivos de fluido pueden entonces contarse para situar la varilla de mando como se desee. Por otra parte, si la varilla de mando está cerca del extremo superior de su carrera y se desea mover la varilla de mando hasta la posición completamente alta, se suministran impulsos al fluido actuador por la línea de transferencia (192), a fin de accionar el émbolo y hacer subir la varilla de mando hasta que el extremo inferior (258) de la varilla seguidora contacta con el extremo inferior del cilindro, en cuyo momento no es posible ninguna ascensión más del émbolo (224). En tal instante, la presión en la línea (192) aumentará fundamentalmente sobre la registrada antes, indicando que la varilla de mando se halla entonces en su posición más alta.
- 5.
- 10.
- 15.

- Con las disposiciones de actuador de este invento se proporciona un accionamiento sencillo y robusto de la varilla de mando, el cual puede colocarse dentro del reactor sin las perniciosas consecuencias que acompañaban a los actuadores anteriores. Además, con las disposiciones de este invento, en caso de ocurrir cualquier mal funcionamiento en la línea de fluido actuador o en el sistema de refrigeración del reactor, las varillas de mando no pueden insertarse ni sacarse por completo del núcleo del reactor. Aunque un mal funciona-
- 20.
- 25.

335733



- miento podría posiblemente hacer que las varillas de mando se insertaran dentro del núcleo, esto proporciona una disposición a prueba de fallos, que es muy deseable en las construcciones de reactores nucleares. Debe observarse que el
5. único movimiento de una varilla de mando hacia dentro y hacia fuera del núcleo del reactor que es posible con los actuadores de este invento durante un mal funcionamiento del sistema actuador, se limita a un incremento del movimiento del émbolo, que no es probable cause el grave riesgo posible cuando las
10. varillas de mando pueden salirse accidentalmente por completo del núcleo del reactor.

- Aunque los actuadores de este invento se han dirigido específicamente al movimiento de las varillas de mando hacia dentro y hacia fuera de los núcleos de los reactores, se apreciará que estos actuadores pueden aplicarse a cualquier otro
15. dispositivo de movimiento lineal que requiera mecanismos robustos y sencillos que estén fundamentalmente a prueba de fallos.

= . =

335733



1967

N O T A

Descrito el objeto de la presente invención que se declara como no divulgado ni practicado en España, comprende las siguientes reivindicaciones, con prioridad a la patente estadounidense Serial nº 522.524 del 24 de enero de 1966.

- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
- 1.- Un actuador de varilla de mando nuclear, caracterizado porque comprende un miembro cilíndrico dispuesto para el paso por dentro de él de una varilla de mando, un émbolo actuado por fluido, dispuesto móvilmente dentro de dicho miembro cilíndrico, medios acopladores asociados con dicho émbolo y dispuestos para conectar con dicha varilla de mando, estando los citados medios acopladores dispuestos para mover dicha varilla de mando en respuesta al movimiento del citado émbolo dentro del mencionado cilindro en una primera dirección, medios dispuestos para soltar de la citada varilla de mando dichos medios acopladores durante el movimiento del citado émbolo en una segunda dirección opuesta a la citada primera dirección, medios para mantener dicha varilla de mando estacionaria durante el movimiento normal del citado émbolo en dicha segunda dirección, y medios para transferir un fluido actuante a fin de que accione el mencionado cilindro, haciéndose inoperantes los citados medios mantenedores durante el movimiento sostenido del citado émbolo más allá del aludido movimiento normal en dicha segunda dirección.



335733

- 2.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 1, caracterizado en que los citados medios acopladores están dispuestos para contactar por fricción con la citada varilla de mando.
5. 3.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 1, caracterizado en que los citados medios acopladores están montados en el mencionado émbolo, y dicho émbolo y los aludidos medios acopladores rodean la citada varilla de mando.
10. 4.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 1, caracterizado en que el citado émbolo está cargado por resorte hacia una posición neutra.
15. 5.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 1, caracterizado en que el citado cilindro está situado de modo retirable en una cámara de alojamiento dentro de un reactor nuclear.
20. 6.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 1, caracterizado en que los citados medios mantenedores incluyen unos segundos medios acopladores situados dentro del mencionado miembro cilíndrico y dispuestos para actuar independientemente de dicho émbolo durante el movimiento normal de éste.
25. 7.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 6, caracterizado en que los citados medios acopladores primero y segundo contactan positivamente con la



335733

mencionada varilla de mando.

5. 8.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 6, caracterizado en que los citados medios acopladores primero y segundo están normalmente cargados por resorte hacia contacto con la mencionada varilla de mando.

9.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 6, caracterizado en que el citado émbolo tiene forma fundamentalmente cilíndrica y los citados medios acopladores están dispuestos dentro de él.

10. 10.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 6, caracterizado en que el citado émbolo tiene una porción que se extiende hacia abajo desde su superficie inferior, porción que está dispuesta para desconectar de la citada varilla de mando los mencionados segundos medios acopladores cuando se mueve el aludido émbolo más allá del citado movimiento normal en la mencionada segunda dirección.

20. 11.- Un actuador de varilla de mando nuclear según la reivindicación 10, caracterizado en que el movimiento de dicho émbolo en la citada primera dirección es únicamente una porción pequeña del posible movimiento de la mencionada varilla de mando.

25. 12.- Un actuador de varilla de mando nuclear definido en la reivindicación 6, caracterizado porque el método de accionarla comprende las etapas de suministrar el citado fluido actuante al mencionado cilindro, conectando así los aludi-

335733



5. dos primeros medios acopladores a la citada varilla de mando y desconectando los aludidos segundos medios acopladores y moviendo dicho émbolo en la citada primera dirección, haciendo que dicha varilla de mando se mueva con él, detener el suministro de dicho fluido actuante al citado cilindro, para así conectar los citados segundos medios acopladores a la citada varilla de mando y desconectar los aludidos primeros medios acopladores, y devolver dicho émbolo a la posición de partida.
10. 13.- Un actuador de varilla de mando nuclear definido en la reivindicación 12, que se caracteriza porque el método de accionarla comprende las etapas de expulsar del todo dicho fluido actuante del citado cilindro, moviendo el aludido émbolo en una segunda dirección opuesta a la citada primera
15. dirección, desconectar de la aludida varilla de mando los citados medios acopladores primero y segundo y permitir el movimiento de la varilla de mando independientemente del mencionado émbolo.
20. 14.- Un actuador de varilla de mando nuclear definido en la reivindicación 12, caracterizado en que el movimiento del citado émbolo en la mencionada primera dirección es únicamente una porción pequeña del posible movimiento de la aludida varilla de mando y en que se repiten dichas etapas para proporcionar movimiento extendido de la citada varilla de
25. mando.
- 15.- Un actuador de varilla de mando nuclear.



335733

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de treinta y dos hojas, foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras, acompañadas de tres láminas de dibujos.

5. Madrid, a '16 ENE. 1967

p.a. JAIME ISERN
E. P.

Firmado: LUIS REY PADILLA



335733

FIG.2

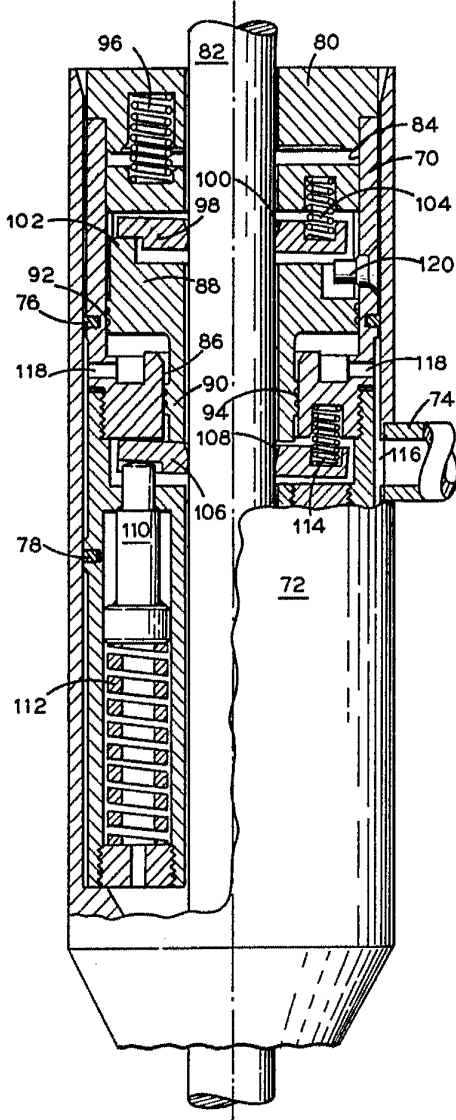
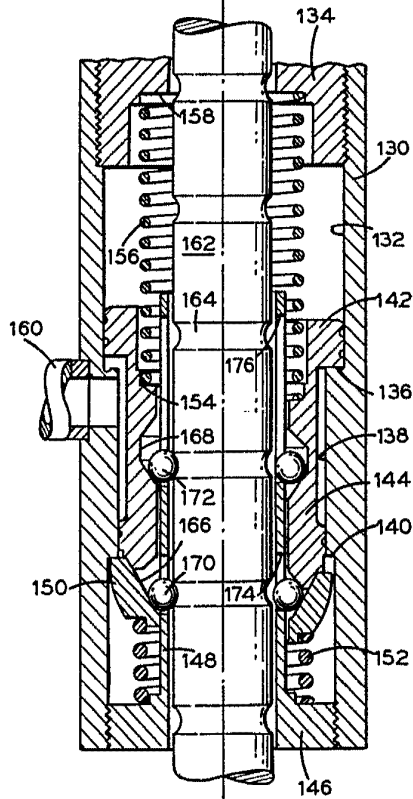


FIG.3A

FIG.3B



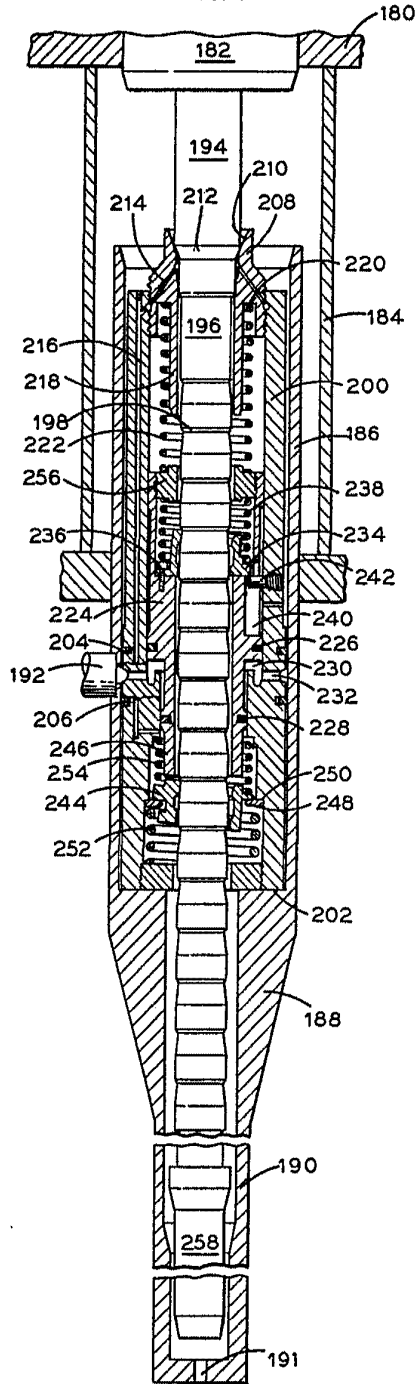
66-3740 B.

16 ENE. 1967
Madrid,
Jaime Isern
P.P.

335733



FIG. 4



66-3740B.

16 ENE. 1967
Madrid,
Jaime Isern

Hecho en LUIS REY PADILLA