



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 294**

51 Int. Cl.:
G21C 19/105 (2006.01)
G21C 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07786220 .9**
96 Fecha de presentación : **20.07.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2044595**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.04.2009**

54 Título: **Máquina de carga de elementos combustibles y procedimiento para la manipulación de elementos combustibles.**

30 Prioridad: **24.07.2006 DE 10 2006 034 680**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2011

73 Titular/es: **AREVA NP GmbH**
Paul-Gossen-Strasse 100
91052 Erlangen, DE

72 Inventor/es: **Eisner, Jürgen;**
Weimer, Holger y
Bott, Edgar

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 366 294 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).

DESCRIPCION

Máquina de carga de elementos combustibles y procedimiento para la manipulación de elementos combustibles

5 La invención se refiere a una máquina de carga de elementos combustibles con un dispositivo elevador que comprende un mástil guía y una pinza de elementos combustibles que se puede extender de forma telescópica desde el mástil guía, presentando la pinza de elementos combustibles en su extremo inferior un dispositivo prensor, estando el mástil guía anclado en un carro de grúa que se puede desplazar en un plano horizontal.

10 Las máquinas de carga de elementos combustibles, o de forma más abreviada las máquinas de carga, están situadas preferentemente en la contención de seguridad o en el edificio de elementos combustibles de una planta nuclear, por ejemplo una planta de un reactor de agua a presión o un reactor de agua en ebullición. Mediante la máquina de carga se transportan generalmente los elementos combustibles entre el reactor de la planta y una piscina de almacenamiento de elementos combustibles. Al efectuar un cambio de elementos combustibles se transportan los elementos combustibles agotados desde el reactor a la piscina de almacenamiento, y al mismo tiempo se carga el reactor con nuevos elementos combustibles. Mediante la máquina de carga también se pueden cambiar de ubicación o manipular los elementos combustibles dentro del reactor. El desarrollo de tales procesos de manipulación se realiza por lo general de acuerdo con un plan de secuencia de operaciones previamente establecido, se protocoliza y se controla varias veces.

20 La máquina de carga está realizada por lo general en forma de un dispositivo elevador a modo de grúa que va fijado en un carro de grúa que se puede desplazar a lo largo de un puente grúa. El puente grúa a su vez se puede desplazar generalmente en una dirección horizontal perpendicular a su dirección longitudinal a lo largo de unos carriles, de modo que el carro de la grúa con el dispositivo elevador se puede posicionar a voluntad dentro de un campo de acción predeterminado por las dimensiones del puente grúa y la extensión del camino de raíles, en un plano horizontal geodésico. El dispositivo elevador comprende un mástil guía anclado por su extremo superior en el carro de la grúa y una pinza de elementos combustibles que se puede extender telescópicamente hacia abajo desde el mástil guía. Para la realización del proceso de sujeción propiamente dicho la pinza de elementos combustibles presenta en su extremo inferior un dispositivo prensor con una serie de garras de sujeción. Especialmente en el caso de reactores de agua a presión, la pinza de elementos combustibles también puede estar realizada como lo que se denomina una doble pinza, mediante la cual se puede manipular y mover de modo simultáneo o alternativo la manipulación del conjunto del elemento combustible, una barra de control dispuesta en el elemento combustible, o un cuerpo de estrangulamiento introducido en el tubo guía de la barra de control. Además, entre la pinza de elementos combustibles y el mástil guía puede estar previsto como elemento telescópico adicional lo que se denomina una campana centradora.

35 Para el alojamiento y soporte de los elementos combustibles está previsto generalmente un bastidor de almacenamiento situado en la piscina de almacenamiento. Dentro de un bastidor de almacenamiento de esta clase están situados los elementos combustibles, que presentan una forma alargada, en una ubicación de trabajo o de almacenamiento que les está asignada de modo actual. Los elementos combustibles están orientados para ello en dirección geodésica vertical, es decir que se encuentran puestos de pie. También en la piscina del reactor de un reactor de agua a presión los elementos combustibles están densamente compactados y en posición erguida unos junto a otros, si bien por lo general sin una guía superior o similar. Mirando verticalmente desde arriba, los elementos combustibles forman por lo tanto un dibujo a modo de damero o a modo de rejilla, pudiendo caracterizarse el emplazamiento de cada uno de los elementos combustibles mediante dos coordenadas en un sistema de coordenadas bidimensional de orientación horizontal. Un sistema de coordenadas especialmente conveniente presenta un eje de coordenadas orientado en la dirección de la extensión del puente grúa y una dirección perpendicular a aquella, es decir en la dirección del camino de raíles para el carro de la grúa.

50 Si para efectuar un cambio de elementos combustibles se ha de recoger por ejemplo mediante la máquina de carga un elemento combustible posicionado en la piscina del reactor para transportarlo a la piscina de almacenamiento, se desplaza para ello el carro de la grúa primeramente con el dispositivo elevador que lleva sujeto a una posición de referencia correspondiente a la ubicación del elemento combustible. Los datos de ubicación del elemento combustible que se precisan para esto están registrados generalmente en un puesto de mando de la máquina de carga. La ubicación actual del carro de la grúa y/o del puente grúa se determina mediante una medición de recorrido y se compara con la respectiva especificación de valor absoluto, de modo que este primer paso del proceso de recogida y transporte puede efectuarse de modo automatizado mediante el correspondiente control de las unidades de accionamiento del carro de la grúa y del puente grúa. A continuación se extiende la pinza de elementos combustibles hacia abajo con el fin de sujetar con el dispositivo prensor situado en su extremo inferior el elemento combustible. Ahora bien, en este proceso se puede producir demoras en el tiempo especialmente debido a elementos combustibles que estén colocados torcidos en la piscina del reactor o en la piscina de almacenamiento.

65 Si bien en la pinza de elementos combustibles están dispuestas generalmente unas garras de sujeción y en la campana centradora generalmente unos mandriles centradores que mueven un elemento combustible que esté ligeramente inclinado a la posición necesaria para encajar en las garras de sujeción de la pinza de elementos combustibles, sin embargo en el caso de que existan unas variaciones de posición que rebasen las tolerancias

admisibles conformes al diseño, se requiere por lo general un reposicionamiento manual del dispositivo elevador, es decir una nueva alineación del carro de la grúa y/o del Puente grúa de la grúa. Dado que los procesos de centraje y sujeción normalmente tienen lugar por motivos técnicos de radiación a varios metros por debajo de la superficie del agua de la piscina del reactor o de la piscina de almacenamiento, y la zona de visibilidad está muy limitada debido al mástil guía y a la campana centradora, resulta difícil o incluso totalmente imposible la supervisión visual desde la máquina de carga o desde el borde de la piscina. Con lo cual solamente queda la posibilidad de efectuar un reposicionamiento relativamente complejo según el principio de "prueba y error". Dado que por una forma de proceder de esta clase no se pueden excluir totalmente errores de manipulación, tal como por ejemplo la sujeción y cambio de ubicación de un elemento combustible "erróneo" cuya identificación no coincide con la identificación establecida en el plan de secuencia de operaciones, se requiere además un control posterior de la nueva carga.

Durante la carga y descarga del cambio de elementos combustibles de acuerdo con los turnos, durante la cual se realizan típicamente unos cien procesos de desplazamiento y cambio de ubicación, se producen en la actualidad y debido a los problemas de manipulación descritos, unos tiempos de demora de hasta diez horas. Durante el cambio de elementos combustibles está apagado el reactor. Con el fin de mantener lo más reducida posible la falta de producción de energía generada durante el cambio de elementos combustibles se tiende a realizar el cambio de elementos combustibles en un periodo de tiempo lo más corto posible.

Por la memoria descriptiva LU 45 804 A1 se conoce una máquina de carga de elementos combustibles conforme al preámbulo de la reivindicación 1. Comprende una videocámara situada en la pinza de elementos combustibles para efectuar la observación de los procesos de sujeción y manipulación. Para proteger la videocámara de la radiación emitida por los elementos combustibles está situado un endoscopio entre el objetivo de la cámara y el extremo inferior de la pinza de elementos combustibles. Además están previstos unos elementos luminosos para iluminar la zona de imagen captada por la cámara. La videocámara, el endoscopio y los elementos luminosos están rodeados de una carcasa a modo de un tubo de protección y conducción.

La presente invención se basa en el objetivo de perfeccionar de tal modo una máquina de carga de elementos combustibles de la clase antes citada para empleo en un reactor de agua a presión de tal modo que incluso estando realizada la pinza de elementos combustibles como doble pinza con una pinza adicional para barras de control, la videocámara no pueda sufrir daños a causa de la dosis de radiación liberada por los elementos combustibles o por las barras de control.

Este objetivo se resuelve conforme a la invención por las características de la reivindicación 1.

Para ello la invención parte de la consideración de que la manipulación de elementos combustibles mediante la máquina de carga de elementos combustibles se debería vigilar del modo lo más próximo posible en el tiempo y más continuo posible, con el fin de que se eviten de entrada errores de manipulación y engorrosas correcciones de ubicación según el principio de "prueba y error", o por lo menos se limiten a un número mínimo. Además de las indicaciones de estado facilitadas por la misma máquina de carga y/o de los valores de medición suministrados por ejemplo por captadores de carga o similares, debería estar prevista convenientemente también además una supervisión visual directa de la zona de la pinza. Para este fin y de acuerdo con el concepto ahora previsto, está prevista una videocámara orientada hacia el proceso de posicionamiento del sistema prensor, cuyas señales de imagen o videoseñales reproducen el estado actual en el núcleo del reactor o en la piscina de almacenamiento. Las videoseñales se transmiten en forma analógica o digital a un puesto de mando. El puesto de mando puede estar situado en particular también en el nivel de maniobra del reactor, de modo que el personal de manipulación y supervisión no queda expuesto a una carga de radiación apreciable. Las videoseñales también se pueden memorizar o archivar, por ejemplo para una futura evaluación o para fines de documentación, sobre una banda magnética o una memoria de masas de una instalación electrónica de tratamiento de datos. Con el fin de evitar la refracción de la luz en la superficie del agua, que interfiere en la evaluación de la imagen, la videocámara debería estar dispuesta además por debajo de la superficie del agua. Dado que para una manipulación segura de los elementos combustibles y para la alineación exacta del carro de la grúa y del puente grúa interesa ante todo la posición de la pinza de elementos combustibles con relación al extremo superior del respectivo elemento combustible, tomándose como base para determinar la ubicación el sistema de coordenadas horizontal bidimensional antes mencionado, con el fin de obtener una determinación rápida y de gran valor informativo de las desviaciones, la dirección de visión de la cámara debería estar orientada esencialmente hacia abajo sobre el elemento combustible seleccionado en cada caso. El campo de visión de la cámara debería estar obstaculizado lo menos posible por el mismo dispositivo elevador y en particular por la campana centradora eventualmente existente. Por este motivo sería conveniente que la cámara estuviera integrada directamente en los elementos telescópicos extensibles hacia abajo del dispositivo elevador. Para obtener una separación siempre uniforme respecto a la zona de sujeción, la videocámara está dispuesta preferentemente en la pinza de elementos combustibles. De este modo se evita la necesidad de volver a tener que enfocar con frecuencia la videocámara.

Para la determinación de las correcciones de ubicación necesarias causadas por elementos combustibles que estén en posición inclinada, basta en principio que la dirección de visión de la video cámara esté orientada esencialmente en dirección perpendicular hacia abajo. El campo de visión de la videocámara capta entonces ventajosamente también por lo menos en parte las garras de sujeción del dispositivo prensor y/o los mandriles de centraje de la

campana centradora. De este modo se puede por una parte supervisar directamente la capacidad de funcionamiento de las garras de sujeción dispuestas en la pinza de elementos combustibles o los mandriles o espigas centradoras dispuestas en la campana centradora. Por otra parte se pueden captar de este modo también rápidamente eventuales cuerpos extraños situados en la zona de sujeción que pudieran impedir el proceso de manipulación.

5 En un perfeccionamiento ventajoso, la videocámara comprende una unidad convertidora separada físicamente del sistema óptico de captación. La unidad convertidora que según las circunstancias presenta unos conjuntos electrónicos sensibles a la radiación, está situada preferentemente en el extremo superior de la pinza de elementos combustibles, mientras que el sistema óptico de captación está situado preferentemente en la parte inferior de la pinza de elementos combustibles. Entre el objetivo de la videocámara y el estribo inferior de la pinza de elementos combustibles está situado además un endoscopio. Con esta disposición se tiene la posibilidad de mantener una distancia relativamente grande entre la videocámara, o por lo menos sus componentes sensibles a la radiación, respecto al elemento combustible que presenta una radiación radioactiva relativamente intensa, pudiendo a pesar de ello obtener un detalle de imagen ventajoso gracias al endoscopio que en cierto modo prolonga hacia abajo el objetivo de la cámara.

10 El endoscopio está realizado convenientemente como endoscopio rígido, en particular como endoscopio de cristal con un sistema óptico de lentes. Un endoscopio de cristal de esta clase es especialmente resistente a las radiaciones por lo que solo muy raras veces es preciso sustituirlo. Como alternativa también se puede emplear un endoscopio flexible relativamente más económico, con un conductor de fibra óptica flexible, por ejemplo de un material de fibra de vidrio o similar o una cámara tubular correspondientemente pequeña.

15 En la pinza de elementos combustibles están dispuestos además unos medios luminosos para iluminar la zona de sujeción abarcada por el dispositivo de centraje y prensor. Con esto se puede conseguir una imagen de vídeo clara y nítida incluso en el caso de cámaras de vídeo de menor luminosidad y/o a varios metros por debajo del nivel del agua de la piscina del reactor. Los medios luminosos pueden estar ventajosamente integrados también en el endoscopio.

20 La videocámara y el endoscopio así como eventualmente los medios luminosos están rodeados de un tubo de protección y conducción, quedando de este modo protegidos en gran medida contra efectos mecánicos procedentes del exterior, por ejemplo debido a eventuales colisiones con el bastidor de almacenamiento de elementos combustibles o con otros elementos instalados en la piscina del reactor o en la piscina de almacenamiento. En una realización ventajosa y que ocupa poco espacio, preparada para las reducidas condiciones de espacio existentes en el interior del dispositivo elevador extensible de modo telescópico, el tubo de protección y conducción va fijado por el lado exterior de la pinza de elementos combustibles. En el caso de que se trate de una pinza de elementos combustibles de sección rectangular, el tubo de protección y conducción puede estar situado en particular en una de las zonas de esquina. Al recoger la pinza de elementos combustibles en el mástil guía realizado como cuerpo hueco, se recoge por lo tanto también dentro del mástil guía el tubo de protección. Para proteger la videocámara y el endoscopio estos están alojados conforme a la invención en el interior de un tubo interior cerrado de modo estanco al agua por ambos extremos, dispuesto en el interior del tubo de protección y de conducción, estando el diámetro interior del tubo de protección y conducción y aquel convenientemente ajustados entre sí con tal exactitud que al efectuar el montaje del conjunto del sistema, el tubo interior se puede introducir desde el extremo superior del tubo de protección y de conducción, de acceso relativamente sencillo, pudiendo empujarse entonces de forma autocentrante a su ubicación de trabajo. De este modo queda asegurada una alineación exacta de la cámara de vídeo. En caso de necesidad, por ejemplo para fines de mantenimiento, el tubo interior se puede sustituir de modo relativamente sencillo junto con la cámara de vídeo y con el endoscopio. Para inmovilizar el tubo interior en su ubicación de trabajo existen preferentemente unos medios de fijación o presión accesibles desde el extremo superior del tubo de protección y de conducción. La fijación puede realizarse por ejemplo mediante una pieza intermedia de longitud adecuada que se pueda colocar entre el extremo superior del tubo interior y una caperuza de remate colocada sobre el tubo de protección y conducción, e inmovilizada allí.

25 Para sustituir el combustible nuclear se sustituyen por lo general los distintos elementos combustibles en su conjunto. Para el manejo de los elementos combustibles y de las barras de control así como de los cuerpos de estrangulamiento se emplea, especialmente en los reactores de agua a presión, lo que se denomina una doble pinza. Esta doble pinza está equipada con una pinza de barras de control de manejo automático y una pinza de elementos combustibles con posibilidad de manejo automático, por lo que resulta posible transportar y cambiar de ubicación no solo una barra de control sino también un elemento combustible, así como manipular conjuntamente el elemento combustible que todavía contenga en su interior la barra de control. La pinza de barras de control va conducida generalmente por el interior de la pinza de elementos combustibles.

30 En una realización adicional o alternativa ventajosa puede estar previsto entre el mástil guía y la pinza de elementos combustibles otra campana centradora que forma otro elemento telescópico.

35 El puesto de mando de la máquina de carga comprende preferentemente un monitor para la visualización de las señales de vídeo transmitidas por la cámara de vídeo, de modo que el conductor de la máquina de carga que realice un control manual de la máquina de carga obtenga en tiempo real ("Live") una visión de la zona de sujeción del

dispositivo elevador y de los elementos combustibles situados debajo, y mediante estas informaciones visuales adicionales pueda proceder eventualmente a intervenciones de corrección necesarias, de modo especialmente bien orientado. Mediante la imagen de vídeo se tiene también la posibilidad de captar una característica de identificación dispuesta en la zona superior de cabeza del respectivo elemento combustible, por ejemplo un número de identificación del elemento combustible, incluso antes de sujetar el elemento combustible, y poderlo comparar con la especificación anotada en el plan de secuencia de operaciones. De este modo se puede efectuar un control de carga incluso antes o durante el proceso de carga propiamente dicho. De este modo se puede prescindir de un control después de la carga, que requiere mucho tiempo, y en conjunto se reduce notablemente el tiempo de parada del reactor nuclear durante el cambio de elementos combustibles. Mediante los datos del vídeo se puede realizar naturalmente también un control de carga (redundante) después del proceso de carga.

El puesto de mando de la máquina de carga comprende convenientemente una instalación electrónica del tratamiento de datos que esté diseñada y configurada para realizar la evaluación y el tratamiento de los datos de vídeo transmitidos por la cámara de vídeo. Para ello, la instalación de tratamiento de datos está equipada convenientemente con un módulo de tratamiento de imágenes, que puede estar registrado por ejemplo en una unidad de memoria en forma de un programa de software adecuado para ser desarrollado en el procesador de la instalación de tratamiento de datos, o puede estar programado de modo fijo en la instalación para el tratamiento de datos. Un programa de software de esta clase para el tratamiento de imágenes o para el análisis de imágenes (Image Processing Software) evalúa la imagen de la cámara convenientemente de forma automática, reconociendo al hacerlo posibles desviaciones de ubicación de la máquina de carga o del respectivo elemento combustible, y calcula las correcciones necesarias. Por el lado de salida de datos el módulo de tratamiento de imágenes está unido preferentemente con un módulo de control para el carro de la grúa y/o el Puente grúa grúa. El módulo de control convierte las instrucciones de corrección determinadas por el módulo de tratamiento de imágenes en coordenadas absolutas y las transmite a un transductor de ajuste para las unidades de accionamiento de la máquina de carga, de modo que resulta posible efectuar un control o posicionamiento de corrección de aquella de forma totalmente automática. El conductor de la máquina de carga puede observar el proceso de carga que se desarrolla de forma automática en un monitor de visualización, y en caso de necesidad puede conmutar a régimen manual.

En una versión especialmente ventajosa, el módulo para el tratamiento de datos comprende un módulo de identificación gráfica mediante la cual también se puede realizar de forma automatizada el reconocimiento y la identificación de las correspondientes marcas de identificación que figuran en el elemento combustible respectivo. Por ejemplo se puede emplear lo que se denomina un software OCR (OCR= Optical Character Recognition), con el fin de leer un número de identificación del elemento combustible o la correspondiente marca de código de barras o similar. El módulo de identificación gráfica se comunica preferentemente con el módulo de control y/o con el módulo de administración para los elementos combustibles, que también puede formar parte de otra instalación para tratamiento de datos exterior. Los errores de manipulación tales como por ejemplo la recolocación de un elemento combustible cuyo número de identificación de elemento combustible no coincida con la especificación del plan de secuencia de operaciones, se reconocen de modo automático y se comunican al personal de maniobra de la máquina de carga. En un caso así también se puede bloquear automáticamente el accionamiento de la máquina de carga o de la pinza de elementos combustibles, interrumpiendo así el desarrollo del trabajo incluso antes de que se sujete o mueva un elemento combustible "erróneo".

Las ventajas conseguidas con la invención consisten especialmente, en que gracias a la integración de un sistema de cámara en la estructura existente en la pinza de elementos combustibles de una máquina de carga de elementos combustibles resulta posible efectuar una supervisión visual "en línea" de los procesos de manipulación y carga en la piscina del reactor o en la piscina de almacenamiento de una planta técnica nuclear. La mejora en la manipulación de los elementos combustibles garantiza una mayor seguridad en el trabajo. Se reducen al mínimo los errores de carga y los tiempos de manipulación. La versión descrita en la que la videocámara está integrada junto con un endoscopio en un tubo de protección resulta sumamente compacta y es también adecuada para realizar la incorporación posterior en instalaciones ya existentes. En caso de necesidad también se puede sustituir fácilmente la unidad de la cámara. En las máquinas de carga de nuevo desarrollo se puede eventualmente renunciar a la campana centradora que venía siendo usual, gracias a las posibilidades mejoradas de manipulación, con lo cual se simplifica el diseño de la pinza.

Los datos de imagen transmitidos por la cámara de vídeo se pueden tratar por último también en un sistema de tratamiento de imágenes y/o identificación gráfica electrónicos, empleándolos para el control o la regulación de la máquina de carga, con lo cual resulta posible conseguir una forma de trabajo totalmente automatizada de la máquina de carga.

El sistema de la cámara se puede emplear además de forma ventajosa de un modo general para trabajos de inspección, mantenimiento y recuperación, por ejemplo durante la observación de elementos instalados en la piscina del reactor o en la piscina de almacenamiento o para la localización y eliminación de cuerpos extraños.

Según el tipo de reactor y el caso de aplicación se pueden detectar de modo precoz mediante las imágenes de vídeo transmitidas, también daños en la cabeza de los elementos combustibles, de los elementos de control, de las barras de control o de los cuerpos de estrangulamiento, de modo que se pueden tomar de modo selectivo medidas de

corrección adecuadas que eventualmente a su vez vuelvan a estar asistidas por las informaciones visuales del sistema de la cámara.

Sirviéndose de un dibujo se explica con mayor detalle el ejemplo de realización de la invención. Ahí pueden verse:

5 en la figura 1 una representación esquemática parcial de una máquina de carga de elementos combustibles, con una cámara de vídeo integrada en una pinza de elementos combustibles, que está conectada por el lado de salida de datos con un monitor de visualización y con una instalación electrónica para el tratamiento de datos, y

10 en la figura 2 un tubo de protección y conducción para el alojamiento protegido de la cámara de vídeo.

Las piezas iguales están dotadas en todas las figuras de las mismas referencias.

15 La figura 1 muestra en una representación esquemática un detalle de una máquina de carga de elementos combustibles 2 (de modo abreviado: máquina de carga). La máquina de carga 2 comprende un puente grúa desplazable 4 que está instalado en un edificio del reactor de una planta de técnica nuclear, que aquí no está representado. El puente grúa 4 se puede desplazar mediante un dispositivo de accionamiento en dirección perpendicular al plano de la figura. Sobre el puente grúa 4 se encuentra un carro de grúa 6 que mediante otro dispositivo de accionamiento se puede desplazar por la horizontal geodésica en ángulo recto respecto al puente grúa 4. Las dos direcciones de desplazamiento establecen de este modo un sistema de coordenadas horizontal, ortogonal, en el que la ubicación actual del carro de la grúa 6 está definida por dos coordenadas.

20 El carro de la grúa 6 presenta en su cara inferior un dispositivo elevador 8, para elementos combustibles 10 que se puede extender telescópicamente hacia abajo. Como elementos telescópicos están previstos un mástil guía 12 anclado en el carro de la grúa 6, una campana centradora 14 y una pinza doble compuesta por una pinza para elementos combustibles 16 y una pinza para barras de control. En el extremo inferior de la pinza para elementos combustibles 16 está dispuesto un dispositivo de pinza 18 para sujetar un elemento combustible 10. En el interior de la pinza para elementos combustibles 16 va conducida una pinza para barras de control que aquí no está representada con mayor detalle, que se puede desplazar hacia arriba o hacia abajo de modo independiente de los demás elementos telescópicos, y que permite realizar la sujeción o manipulación de un elemento de control o de un cuerpo de estrangulamiento introducido en un elemento combustible 10.

25 Salvo la pinza de garras del control, los elementos telescópicos están realizados preferentemente como cuerpos huecos con una superficie de sección cuadrada. El mástil guía 12, que también puede tener una superficie de sección redonda, rodea la campana centradora 14 y esta a su vez la pinza de elementos combustibles 16, que finalmente rodea la pinza de barras de control. El espacio interior de la campana centradora 14 está dimensionado de tal modo que se pueda alojar en la campana centradora 14 la pinza de elementos combustibles 16 junto con un elemento combustible 10 colgado de la misma. En estado extendido según la figura 1, la campana centradora 14 descansa sobre un tope inferior 22 del mástil guía 12. La pinza de elementos combustibles 16 está diseñada para alojar en su interior un elemento de control. El elemento de control presenta por lo general la misma longitud que el elemento combustible 10.

30 En el interior del dispositivo elevador telescópico 8 transcurre un cable 24 mediante el cual se pueden bajar o elevar los elementos telescópicos. Para bajar los elementos telescópicos se suelta el cable 24 hacia abajo, con lo cual los elementos telescópicos descienden automáticamente hacia abajo debido a su propio peso. Para elevar el cable 24 y los elementos telescópicos está previsto un cabrestante 26 situado sobre el carro de la grúa 6. La carrera de los elementos telescópicos hacia arriba y hacia abajo está limitada respectivamente por un tope superior y un tope inferior. Entre el mástil guía 12 y la campana centradora 14 conducida por su interior y eventualmente también entre la campana centradora 14 y la pinza de elementos combustibles están previstos unos rodillos guía 28 que evitan que los elementos telescópicos se puedan acunarse entre sí o se lleguen a atascar.

35 Por ejemplo en un reactor de agua a presión, la máquina de carga 2 está dispuesta en el interior de la contención de seguridad, por encima del reactor o núcleo del reactor propiamente dicho, y sirve para recolocar elementos combustibles 10 o elementos instalados en el núcleo, en el interior del reactor y en el interior de una piscina de almacenamiento de elementos combustibles que no está representada con mayor detalle, para elementos combustibles 10 agotados. La máquina de carga 2 se emplea también para el transporte de elementos combustibles 10 entre el reactor y la piscina de almacenamiento de elementos combustibles. Cuando se realiza un cambio de elementos combustibles, la contención de seguridad suele estar inundada de agua, al menos entre la piscina de almacenamiento y el reactor hasta una altura de nivel de llenado F. Por razones técnicas de radiación, los elementos combustibles 10 solamente se pueden transportar por debajo de este nivel de agua. Los elementos combustibles están almacenados dentro de la piscina del reactor o de la piscina de almacenamiento en un bastidor de almacenamiento, que aquí no está representado con mayor detalle, en una ubicación erguida, estando la cabeza del elemento combustible 30 que apunta en cada caso hacia arriba, diseñada y construida de tal modo que se pueda sujetar con seguridad mediante el dispositivo prensor 18 de la pinza de elementos combustibles 16. En la cabeza 30 de cada elemento combustible 10 está grabado además un número de identificación del elemento combustible mediante el cual se puede identificar unívocamente el elemento combustible 10.

A cada elemento combustible 10 le corresponde dentro del bastidor de almacenamiento una ubicación de referencia fija que en el sistema de coordenadas horizontal se puede describir por medio de dos coordenadas. Ahora bien, existe la posibilidad de que algunos elementos combustibles 10 estén colocados torcidos en el bastidor de almacenamiento porque el respectivo elemento combustible 10 ya se había colocado inicialmente torcido en el bastidor de almacenamiento o porque una ubicación torcida de este tipo ha sido el resultado de una erosión del elemento combustible 10 a lo largo del tiempo, condicionada por el trabajo. Esto quiere decir que la ubicación actual real del elemento combustible 10 puede diferir más o menos intensamente de la ubicación de referencia establecida.

En el presente caso, la máquina de carga 2 está diseñada preferentemente para asegurar la sujeción segura de un elemento combustible 10 incluso en unas condiciones difíciles de esta clase y dentro del marco de un funcionamiento amplia o totalmente automatizado. Para este fin, hay una cámara de vídeo 32 integrada en el dispositivo elevador 8 que transmite en tiempo real imágenes de vídeo desde la piscina del reactor o de la piscina de almacenamiento a un puesto de mando 34 de la máquina de carga 2. Para proteger la cámara de vídeo 2 contra efectos mecánicos y eventualmente para apantallar la radiación radioactiva, la videocámara está alojada en un tubo de protección y conducción 36 que va montado fijo en la cara exterior de la pinza de elementos combustibles 16, es decir entre la pinza de elementos combustibles 16 y la campana centradora 14. La dirección de visión de la cámara de vídeo 32 está orientada esencialmente en dirección vertical hacia abajo, de modo que la ubicación horizontal de la pinza de elementos combustibles 16 que se puede modificar por medio de la ubicación del puente grúa 4 y del carro de la grúa 6 se puede determinar de modo especialmente preciso con relación al bastidor de almacenamiento situado debajo a los elementos combustibles almacenados en la piscina del reactor o en la piscina de almacenamiento, sirviéndose de la imagen del vídeo. El tubo de protección y conducción 36 tiene una orientación esencialmente paralela a la extensión longitudinal de la pinza de elementos combustibles 16, estando situado el extremo inferior del tubo de protección y conducción 36 ligeramente por encima del dispositivo prensor 18. Hacia arriba, el tubo de protección 36 se extiende hasta el extremo superior de la pinza de elementos combustibles. Para obtener una buena visión de conjunto de la zona de sujeción en el entorno del dispositivo prensor 18, el tubo protector 36 (o eventualmente también solo su tramo inferior) puede estar ligeramente inclinado respecto a la vertical.

La figura 2 muestra en detalle una sección longitudinal a través del tubo de protección y conducción 36 con la cámara de vídeo 32. Con el fin de conseguir una protección especialmente eficaz contra la radiación radioactiva que, en determinadas circunstancias podría perjudicar la funcionalidad de la cámara de vídeo 32, esta está situada relativamente arriba dentro del tubo de protección y conducción 36, de modo que incluso durante un proceso de sujeción se mantiene una distancia conveniente entre la cámara de vídeo 32 y el respectivo elemento combustible 10 para la protección de aquella. Para que a pesar de ello resulte posible tener una buena visibilidad hacia abajo no obstaculizada por las paredes del tubo de protección y conducción 36, está previsto disponer entre el objetivo de la cámara de vídeo 32 y el extremo inferior del tubo de protección 36 un endoscopio 38 realizado como endoscopio de lentes rígido. Para la iluminación de la zona de sujeción están previstos además unos medios luminosos, que aquí no están representados con mayor detalle, y que pueden estar integrados en el endoscopio 38 o en la cámara de vídeo 32. Para que el conjunto de la unidad de la cámara se pueda sustituir de modo especialmente sencillo, la cámara de vídeo 32 y el endoscopio 38 están situados en un tubo interior metálico 39 que en caso de necesidad se puede sacar y retirar hacia arriba fuera del tubo de protección y conducción 36. La cámara de vídeo 32 está encapsulada de modo estanco en el tubo interior 39, efectuándose el cierre en el extremo inferior por el endoscopio 38 y por el extremo superior por una tapa de cierre o similar.

La cámara de vídeo 32 tiene conectada una conducción de comunicaciones 40 que sirve por una parte para la alimentación eléctrica y para la transmisión de señales de control a la cámara de vídeo 32, y a través de la cual se pueden transmitir por otra parte las señales de la cámara de vídeo 32 a través de un adaptador 42 al puesto de mando 34 de la máquina de carga 2. La alimentación de los medios luminosos también puede realizarse a través de la conducción de comunicación 40 que va conducida por el interior del dispositivo elevador 8 y que se adapta de modo flexible a la carrera variable de los elementos telescópicos.

El puesto de mando 34 de la máquina de carga 2 comprende, tal como está representado esquemáticamente en un diagrama de bloques en la figura 1, un monitor de visualización 44 para las señales de vídeo transmitidas desde la cámara de vídeo 32 y una instalación de tratamiento de datos electrónica que comprende un módulo de imágenes 46, un módulo de memoria y un módulo de control 50. El módulo de tratamiento de imágenes 46 está unido igual que el monitor de visualización 44 a través de la línea de comunicación 40 por el lado de entrada con la salida de vídeo de la cámara de vídeo 32, y reconoce automáticamente la ubicación de la pinza de elementos combustibles 16 con relación a un elemento combustible 10 situado debajo de él mediante lo que se denomina un "Image Processing Software". Las informaciones obtenidas de este modo se convierten en un módulo de control 50 dispuesto a continuación del módulo de tratamiento de imágenes 46 en señales de control para la máquina de carga, en particular para el puente grúa 4 y el carro de la grúa 6. Un transductor de valor de ubicación integrado en el módulo de control 50 se ocupa del control de las respectivas unidades de accionamiento, tomándose como base el sistema de coordenadas definido por las direcciones de movimiento del puente grúa 4 y del carro de la grúa 6. Las señales de control se transmiten a través de la línea de control 53 desde el módulo de control 50 a través de las instalaciones de trabajo y de seguridad a las unidades de accionamiento del carro de la grúa 6 y del puente grúa 4.

El módulo de tratamiento de imágenes 46 comprende además un módulo de identificación gráfica 54 para el reconocimiento automático y la identificación del número de identificación del elemento combustible dispuesto en la cabeza 30 de cada elemento combustible 10. El módulo de tratamiento de imágenes está en comunicación con un módulo de gestión 56 para los elementos combustibles 10, en el cual está registrado en forma electrónica un plan de secuencia de operaciones para las operaciones de carga y transporte que ha de realizar la máquina de carga 2. Para retirar un determinado elemento combustible 10 de la piscina del reactor o de la piscina de almacenamiento, o también para retirar una barra de control o un cuerpo de estrangulamiento dispuesto en un elemento combustible 10, se lleva primeramente el dispositivo elevador 8 por medio del puente grúa 4 y del carro de la grúa 6 a una ubicación de referencia encima del elemento combustible 10 que se trata de retirar. Las coordenadas correspondientes están registradas en una base de datos del módulo de gestión 56 y son leídas por el módulo de control 50 donde se convierten en las correspondientes señales de control para el puente grúa 4 y el carro de la grúa 6. Una vez que se haya alcanzado la ubicación de referencia se evalúa por medio del módulo de tratamiento de imágenes 46 la imagen de vídeo transmitida por la cámara de vídeo 32 determinándose automáticamente las intervenciones de corrección que eventualmente puedan ser necesarias, por ejemplo debido a un elemento combustible 10 que esté en ubicación torcida o debido a las tolerancias posibles, siendo convertidas en señales de control por el módulo de control 50. Debido a la recopilación facilitada por la cámara de vídeo 32 y el módulo de tratamiento de imágenes 46 se obtiene un sistema de regulación totalmente automático para la máquina de carga 2, el cual sin embargo puede ser interrumpido en todo momento por el conductor de la máquina de carga que observa los procesos de carga en el monitor de visualización 44.

El módulo de identificación gráfica 54 integrado en el módulo de tratamiento de imágenes 46 comprueba además automáticamente el número de identificación del elemento combustible 10 y lo compara con la especificación del plan de secuencia de operaciones registrado en el módulo de gestión 56. El proceso de carga solamente se continua en el caso de que haya coincidencia, descendiendo entonces el dispositivo elevador telescópico 8 completamente hacia abajo hasta que la campana centradora 14 con sus mandriles de centrado encaja en los correspondientes alojamientos del cabezal del elemento combustible contiguo (que aquí no está representado) y provoca de este modo un "centraje" definitivo del dispositivo prensor con relación al elemento combustible 10. Por último se desciende también la pinza del elemento combustible 16 hasta que sus trinquetes de sujeción puedan enganchar en la cabeza 30 del elemento combustible 10. Mediante el mecanismo elevador 26 se sube hacia arriba el elemento combustible 10 sujeto por la pinza del elemento combustible 16 y se introduce en la campana centradora 14. En esta ubicación de transporte se puede desplazar entonces el elemento combustible en dirección horizontal dentro del recinto del reactor. En particular se puede transportar el elemento combustible 10 a una piscina de elementos combustibles, depositándolo allí. Una vez terminado el proceso de transporte se actualiza la base de datos del módulo de gestión de acuerdo con la nueva ocupación del bastidor de almacenamiento con elementos combustibles 10.

Lista de referencias

2	Máquina de carga
4	Puente grúa
6	Carro de la grúa
8	Dispositivo elevador
10	Elemento combustible
12	Mástil guía
14	Campana centradora
16	Pinza de elementos combustibles
18	Dispositivo prensor
22	Tope
24	Cable elevador
26	Mecanismo elevador
28	Rodillos guía
30	Cabeza del elemento combustible
32	Cámara de vídeo
34	Puesto de mando
36	Tubo de protección y conducción
38	Endoscopio
39	Tubo interior
40	Conductor de comunicación
42	Adaptador
44	Monitor de visualización
46	Módulo de tratamiento de imágenes
50	Módulo de control
52	Instalación de tratamiento de datos
53	Conducción de control
54	Módulo de identificación gráfica
56	Módulo de gestión
F	Nivel de llenado

REIVINDICACIONES

1. Máquina de carga de elementos combustibles (2) con un dispositivo elevador (8) que comprende un mástil guía (12) y una pinza de elementos combustibles (16) que se puede sacar de modo telescópico fuera del mástil guía (12), presentando la pinza de elementos combustibles (16) en su extremo inferior un dispositivo prensor (18), estando anclado el mástil guía (12) en un carro de grúa (6) que se puede desplazar en un plano horizontal, estando dispuesta en la pinza de elementos combustibles (16) una cámara de vídeo (32) unida por el lado de datos con el puesto de mandos (34), cuya dirección de visión está orientada hacia abajo, estando dispuesto entre el objetivo de la cámara de vídeo (32) y el extremo inferior de la pinza de elementos combustibles (16) un endoscopio (38), estando rodeada la cámara de vídeo (32) y el endoscopio (38) así como unos medios luminosos, por un tubo de protección y conducción (36),
caracterizada porque
 la pinza de elementos combustibles (16) está realizada como doble pinza con una pinza de barras de control (20) conducida por su interior, y porque la cámara de vídeo (32), el endoscopio (38) y los medios luminosos están integrados en un tubo interior (39) cerrado de modo estanco al agua y que se puede intercambiar deslizándolo desde arriba dentro del tubo de protección y conducción (36).
2. Máquina de carga (2) según la reivindicación 1,
caracterizada porque
 el campo de visión de la cámara de vídeo (32) cubre al menos parcialmente una zona de sujeción que comprende el dispositivo prensor (18).
3. Máquina de carga (2) según la reivindicación 1 ó 2,
caracterizada porque
 la cámara de vídeo (32) presenta una unidad convertidora separada físicamente del sistema óptico de captación, estando situado el sistema óptico de captación en la parte inferior de la pinza de elementos combustibles (16), y la unidad convertidora por encima de aquella a cierta separación.
4. Máquina de carga (2) según la reivindicación 1, 2 o 3,
caracterizada porque
 el endoscopio (38) está realizado como endoscopio rígido con un sistema óptico de lentes.
5. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizada porque
 en el dispositivo elevador (8), en particular en la pinza de elementos combustibles (16), van fijados unos medios luminosos para iluminar una zona de sujeción que incluye el dispositivo prensor (18).
6. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizada porque
 el tubo de protección y conducción (36) está situado en el exterior de la pinza de elementos combustibles (16).
7. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizada porque
 entre el mástil guía (12) y la pinza de elementos combustibles (16) está prevista una campana centradora (14) que forma un elemento telescópico.
8. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizada porque
 el puesto de mando (34) comprende un monitor de visualización (44) para la presentación de las señales de vídeo transmitidas desde la cámara de vídeo (32).
9. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 1 a 8,
caracterizada porque
 el puesto de mando (34) comprende una instalación electrónica de tratamiento de datos (52).
10. Máquina de carga (2) según la reivindicación 9,
caracterizada porque
 la instalación para tratamiento de datos (52) está equipada con un módulo de tratamiento de imágenes (46).
11. Máquina de carga (2) según la reivindicación 10,
caracterizada porque
 el módulo de tratamiento de imágenes (46) está comunicado por el lado de salida de datos con un módulo de control (50) que controla la ubicación del carro de la grúa (6) y/o del Puente grúa (4).
12. Máquina de carga (2) según la reivindicación 10 u 11,
caracterizada porque

el módulo de tratamiento de imágenes (46) incluye un módulo de identificación gráfica (54) para el reconocimiento y la identificación de las características de identificación aplicadas a un elemento combustible (10).

- 5 13. Máquina de carga (2) según una de las reivindicaciones 10 a 12,
caracterizada porque
el módulo de tratamiento de imágenes (46) está unido por el lado de datos con un módulo de gestión (56) para elementos combustibles.

FIG. 1

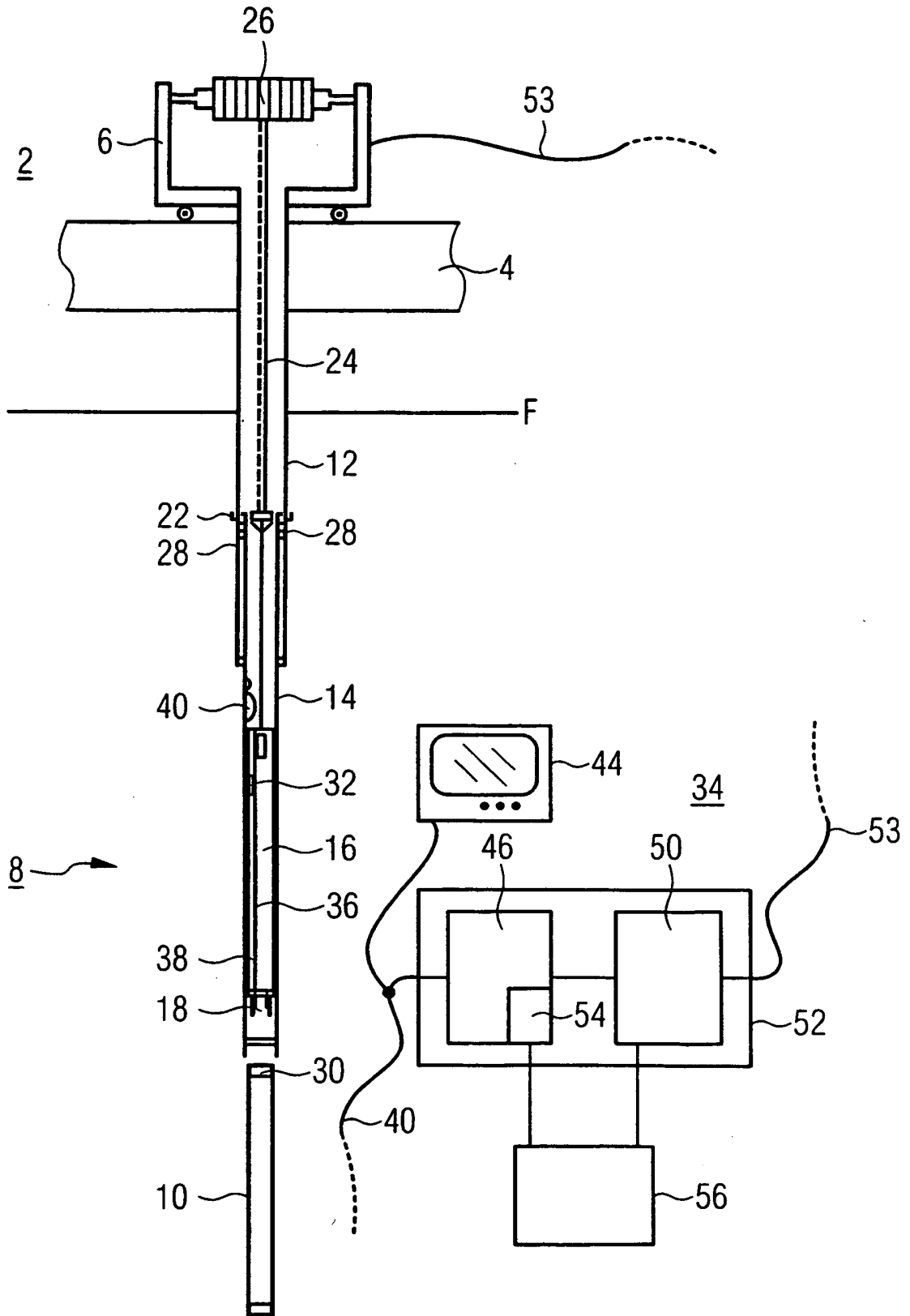


FIG. 2

