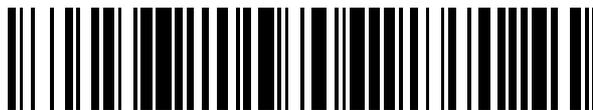


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 858**

21 Número de solicitud: 201531074

51 Int. Cl.:

**G21C 17/06** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**21.07.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**23.01.2017**

Fecha de concesión:

**16.11.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**23.11.2017**

73 Titular/es:

**TECNATOM, S.A. (100.0%)**

**Avda. Montes de Oca, 1**

**28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**PIÑEIRO FERNÁNDEZ, Pablo Jesús**

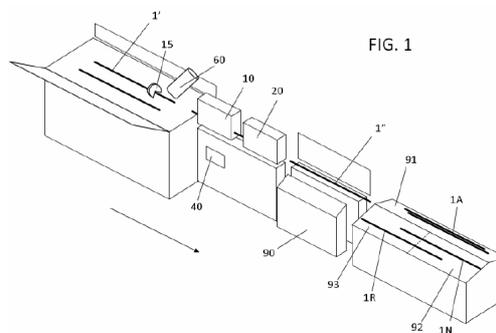
74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **ESCÁNER PARA BARRAS**

57 Resumen:

Escáner para barras (1) de combustible que tiene: dispositivos de inspección (10, 20, 60) de barras (1); dispositivos de transporte (30) para desplazar la barra (1) a lo largo del escáner; dispositivos indicadores (40) para generar una señal indicativa de un resultado de un escaneado correspondiente a una barra escaneada (1').



ES 2 597 858 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**ESCÁNER PARA BARRAS**

DESCRIPCIÓN

**Sector técnico de la invención**

La presente invención se encuadra en el sector de los equipos para realizar  
5 controles de calidad de barras de combustible fresco.

**Antecedentes de la invención**

Son conocidos equipos para realizar inspecciones no destructivas o controles de  
calidad de barras de combustible nuclear.

ES 2056952 - traducción de EP0356701A2, que reivindica prioridad de US 238,659  
10 - muestra un sistema y un método para inspecciones no destructivas de barras de  
combustible nuclear con contenido de gadolinio ("envenenadas") y de uranio puro ("no  
envenenadas"). Dispone de una serie de elementos duplicados, cada uno de ellos  
dispuesto en un canal correspondiente: en uno de los canales se inspeccionan las  
barras envenenadas y en el otro canal se inspeccionan las barras no envenenadas.

15 US5108692A, divisional de US 238,659 se centra en el sistema divulgado en US  
238,659.

DE4017100A1, ES441130A1, ES2030774T3, JP61187679, JP 4029083,  
TW200915345, KR 20110072731 divulgan sistemas de tipo pasivo.

ES 2056952, EP0356701A2, US5108692A o US 238,659 indican que una primera  
20 solución en la determinación no destructiva de la concentración del enriquecimiento de  
una barra de combustible no envenenado, incluye el método de "exploración pasiva",  
en la que se detectan cuantitativamente los rayos gamma de una energía  
característica emitidos durante la desintegración radioactiva natural del material  
fisionable tal como el U-235. Puesto que el U-235 tiene un período de  
25 semidesintegración relativamente largo, su régimen de desintegración espontánea y el  
régimen consiguiente de emisión de rayos gamma son bajos. Consecuentemente, el  
tiempo de exploración necesario para el análisis cuantitativo del enriquecimiento era  
extremadamente largo, incluso cuando las barras se exploraban mediante una matriz  
distribuida de detectores de rayos gamma, acumulándose sus cómputos. Puesto que  
30 todas las barras tienen que probarse, la producción de fabricación se reduce  
drásticamente por causa de esta solución de exploración pasiva.

**Descripción de la invención**

La invención se refiere a un escáner para barras de combustible como el definido  
en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen características  
35 adicionales del escáner. La invención resuelve los inconvenientes que permanecen sin

solución en el estado de la técnica además de presentar otras ventajas derivadas de las características definidas en las reivindicaciones dependientes.

En concreto, el escáner para barras de combustible comprende:

- a) medios de inspección de barras;
  - 5 b) medios de transporte para desplazar la barra a lo largo del escáner;
- y además comprende:
- c) medios indicadores para generar una señal indicativa de un resultado de un escaneado correspondiente a una barra escaneada;
  - d) medios auxiliares seleccionados entre: medios de carenado; medios de climatización; medios de recogida de polvo de barra; medios de tratamiento de 10 señales; y combinaciones de los mismos.

La invención igualmente se refiere a un método de escaneado de barras de combustible que comprende:

- a) inspeccionar mediante medios de inspección una barra a ser inspeccionada 15 para obtener un resultado de escaneado de una barra escaneada;
- b) asignar una señal seleccionada entre barra admisible, barra inadmisibles y barra revisable a una barra escaneada en función del resultado del escaneado.

Variantes y formas concretas de realización se describen a continuación y en otras partes de la descripción.

- 20 Así, el escáner podrá emitir la señal indicativa seleccionada entre barra admisible, barra inadmisibles y barra revisable. Preferentemente el escáner contendrá cestas de aceptación, rechazo y revisión para cada tipo de barra.

Igualmente, los medios de transporte de la barra serán preferentemente tres o más puntos de arrastre de la barra, sincronizados y alineados según un eje longitudinal paralelo a un eje longitudinal de la barra, generalmente distanciados entre sí una 25 distancia menor que un medio de una longitud de barra para evitar un contacto de la barra con una parte fija del escáner.

Los puntos de arrastre comprenderán una rueda de presión configurada para presionar la barra contra al menos una rueda de arrastre configurada para arrastrar la 30 barra, y en su caso una rueda opcional de giro loco.

Los medios de transporte se definirán con una velocidad nominal configurada para cumplir requerimientos de precisión en un resultado de escaneado, aunque preferentemente podrán lograr velocidades superiores o inferiores:

- a) una velocidad de re-escaneado, más lenta que la velocidad nominal;
- 35 b) una velocidad alta, más rápida que la velocidad nominal;

Igualmente, el escáner dispondrá unos medios de recogida de polvo de barra configurados para recoger polvo de barra generado en el escáner y obtener polvo recogido. Estos dispondrán de tolvas, sistemas neumáticos de evacuación (con líneas de succión y de evacuación)

5 Además, como medios de inspección se citan:

a) un bloque de instrumentación (densitómetro, medidor de gadolinio, detector de defectos en el tubo contenedor y/o perfilómetro);

b) un bloque gamma (con una serie de detectores gamma independientes);

c) un bloque de identificación de la barra;

10 y combinaciones de los mismos.

### **Breve descripción de los dibujos**

Para una mejor comprensión de la invención se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representan distintas realizaciones de la invención.

15 La figura 1 muestra el bloque de identificación, las cestas de aceptación, rechazo, revisión y otros componentes del escáner.

La figura 2 muestra una barra desplazada por los medios de transporte y sus componentes.

La figura 3 muestra el bloque de instrumentación.

20 La figura 4 muestra el bloque de gamma.

La figura 5 muestra los medios de recogida de polvo.

Las referencias utilizadas son:

barras (1)

barra a ser inspeccionada (1')

25 barra escaneada (1'')

barra admisible (1A)

barra inadmisibile (1N)

barra revisable (1R)

medios de inspección (10, 20, 60)

30 bloque de instrumentación (10)

bloque gamma (20)

detectores gamma (21)

bloque de identificación (60)

medios indicadores (40)

35 medios de transporte (30)

- puntos de arrastre (31)
- rueda de arrastre (31A)
- rueda de presión (31P)
- distancia (D)
- 5 longitud (L)
- detector de paso (32)
- medios de recogida de polvo (50)
  - polvo recogido (50R)
  - polvo succionado (50S)
- 10 tolva (51)
- sistema neumático (52)
  - línea de succión (521)
  - línea de evacuación (522)
- densitómetro (11)
- 15 fuente de radiación gamma (110)
- medidor de gadolinio (12)
  - generador magnético (12G)
  - campo magnético (12B)
- primer detector de corrientes de inducción (12D)
- 20 detector (13) de defectos
  - generador de corriente (13G)
  - segundo detector de corrientes de inducción (13D)
- perfilómetro (14)
  - emisores laser (14L)
- 25 medios lectores (15)
- medios de climatización (70)
- conductos (71)
- ventiladores (72)
- carenado (80)
- 30 recinto de inspección (81)
- recinto auxiliar (82)
- medios de separación (83)
- medios de tratamiento de señales (84)
- cesta de aceptación (91)
- 35 cesta de rechazo (92)

cesta de revisión (93)

medios de almacenamiento (90)

### **Descripción de una realización preferente**

Un primer aspecto de la invención se refiere a un escáner para barras (1) de combustible que comprende medios de inspección (10, 20, 60) de barras (1); medios de transporte (30) para desplazar la barra (1) a lo largo del escáner; medios indicadores (40) para generar una señal indicativa de un resultado de un escaneado correspondiente a una barra escaneada (1''); y medios auxiliares seleccionados entre: medios de carenado (80), medios de climatización (70), medios de recogida de polvo (50) de barra (1), medios de tratamiento de señales (84) y combinaciones de los mismos.

Los medios de tratamiento de señales (84) pueden comprender sistemas con electrónica integrada en los propios bloques que constituyen los medios de inspección (10, 20, 60) evitando cables y conectores externos.

Conforme a otras características de la invención:

La señal indicativa está seleccionada entre barra admisible (1A), barra inadmisibles (1N) y barra revisable (1R), como se explicará más adelante.

Los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden tres (o más) puntos de arrastre (31) de la barra (1) alineados según un eje longitudinal paralelo a un eje longitudinal de la barra (1).

Los puntos de arrastre (31) están distanciados entre sí una distancia (D) menor que un medio de una longitud (L) de barra (1) para evitar un contacto de la barra (1) con una parte fija del escáner, al estar cada barra (1) apoyada en todo momento en al menos dos puntos de arrastre (31). Por ejemplo, la distancia (D) será menor de 600mm.

Los tres puntos de arrastre (31) están sincronizados para asegurar uniformidad en el arrastre de la barra (1). Esta característica también es muy importante para mantener una velocidad de desplazamiento de la barra (1) uniforme y para que no se produzcan tirones en la tracción de la barra.

Un punto de arrastre (31) comprende un detector de paso (32) de barra (1), que preferentemente será inductivo y dispuesto en horizontal. Puede haber dos detectores de paso (32) por cada punto de arrastre (31). Los puntos de arrastre (31) también pueden denominarse unidades de tracción. Los detectores de paso (32) permiten una medida precisa de la velocidad de paso de barra (1) que será utilizada por medios de detección de defectos para identificar la posición de los defectos de forma precisa. La

medida precisa de la velocidad de paso de barra (1) se efectúa con medios de cálculo diseñados a la medida para ese fin.

Los puntos de arrastre (31) comprenden una rueda de presión (31P) configurada para presionar la barra (1) contra al menos una rueda de arrastre (31A) configurada para arrastrar la barra (1) (actuada por una unidad motora propia, o por una  
5 compartida con el resto de ruedas de arrastre (31A));

La configuración de los puntos de arrastre (31), donde la barra (1) es arrastrada entre la rueda de arrastre (31A) y la rueda de presión (31P), asegura que la barra es desplazada sin deslizamiento. La rueda de arrastre (31A) puede estar por debajo de la  
10 barra y la rueda de presión (31P) por encima de la barra para, entre las dos ruedas (31A, 31P) arrastrar la rueda sin deslizamiento. Se podrán instalar dos ruedas de arrastre (31A) o una rueda de arrastre (31A) y una segunda de giro loco adyacente para mejorar el agarre contra la rueda de presión (31P) que se posiciona entre las dos, como se aprecia en la figura 5.

Las ruedas de arrastre (31A) o la rueda de presión (31P) podrán tener marcas para  
15 comprobar visualmente si están girando correctamente.

Los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden: una velocidad nominal (por ejemplo de 60mm/s) configurada para cumplir requerimientos de precisión en un resultado de escaneado.

Los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden además una velocidad seleccionada entre: una velocidad de re-escaneado, más lenta que la velocidad nominal; una velocidad alta, más rápida que la velocidad nominal, y combinaciones de las mismas.

La velocidad de re-escaneado es útil para re-escanear barras revisables (1R), es  
25 decir, barras que no han cumplido con los requerimientos en el escaneado pero cuyo resultado aconseja un re-escaneado antes de descartar la barra (1). La velocidad alta es útil para escanear barras especiales o para aumentar la productividad del escáner.

Los medios de recogida de polvo (50) de barra (1) están configurados para recoger polvo (50) de barra (1) generado en el escáner y obtener polvo recogido (50R). Estos  
30 pueden comprender una tolva (51) debajo de un punto de arrastre (31). Puede haber una tolva (51) debajo de cada punto de arrastre (31) para recoger el máximo de polvo generado. En su caso, estas tolvas (51) podrán disponer de extensiones para captar el polvo generado en otros puntos del escáner.

Los medios de recogida de polvo (50) también pueden comprender un sistema  
35 neumático (52) configurado para evacuar el polvo recogido (50R). En una realización,

este sistema neumático (52) comprende una línea de succión (521) configurada para generar una succión en la tolva (51) aspirando el polvo recogido (50R) obteniendo polvo succionado (50S) y una línea de evacuación (522) configurada para evacuar el polvo succionado (50S).

5 Los medios de inspección (10, 20, 60) comprenden un bloque seleccionado entre un bloque de instrumentación (10), un bloque gamma (20), un bloque de identificación (60) y combinaciones de los mismos.

El bloque de instrumentación (10) comprende un dispositivo seleccionado entre: un densitómetro (11); un medidor de gadolinio (12); un perfilómetro (14); un detector (13)  
10 de defectos, donde los defectos están seleccionados entre falta de material, perforaciones o agrietamientos en la vaina o tubo contenedor exterior (normalmente de Zircaloy) que contiene las pastillas de combustible y combinaciones de los mismos.

El densitómetro (11) comprendería una fuente de radiación gamma (110) configurada para obtener una radiografía de la barra (1).

15 El medidor de gadolinio (12) comprende por su parte un generador magnético (12G) para generar un campo magnético (12B) y un primer detector de corrientes de inducción (12D) para detectar corrientes de inducción generadas por el campo magnético (12B). El medidor de gadolinio (12) está configurado para medir un dopaje de gadolinio contenido en pastillas de la barra (1) de combustible. El detector de  
20 corrientes de inducción (12D) mide la variación de las corrientes de inducción generadas por el campo magnético (12B) y así se cuantifica el contenido de gadolinio en las pastillas de combustible. Las pastillas de combustible pueden ser de uranio.

El detector (13) de defectos comprende: un generador de corriente (13G) para generar corrientes de inducción en la barra (1) de combustible y un segundo detector  
25 de corrientes de inducción (13D) para detectar corrientes de inducción generadas en la barra (1) de combustible. Las corrientes inducidas en la barra (1) de combustible permiten detectar defectos y asegurar que no existen grietas o roturas en la vaina metálica de la barra (1).

El perfilómetro (14) comprende emisores laser (14L), normalmente cuatro  
30 dispuestos para medir cuatro diámetros en cuatro direcciones diferentes de la barra (1) de combustible. El perfilómetro (14) puede ser un equipo que mide 4 diámetros de la barra en diferentes orientaciones. Al realizar medidas de diámetros en diferentes orientaciones de la barra a lo largo de su longitud, puesto que la barra (1) va siendo desplazada a lo largo del escáner, puede obtenerse una medida de la cilindricidad de  
35 la barra (1).

El bloque gamma (20) comprende una pluralidad de detectores gamma (21) sincronizados electrónicamente, preferiblemente una serie de mini detectores independientes e intercambiables (modulares) con medios de transporte (30) intercalados, lo cual permite cambiar o modificar los detectores en función de la  
5 velocidad a la que circulen las barras (1).

Los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden una velocidad nominal configurable en función de una precisión de medida establecida y un número de detectores gamma (21).

Los detectores gamma (21) están configurados independientemente unos de otros,  
10 permitiendo un montaje/desmontaje individual de cada detector gamma (21).

El bloque de identificación (60) comprende medios lectores (15) configurados para leer un identificador de barra (1) y generar una identificación de barra escaneada (1"). El identificador de barra (1) puede ser un código de barras, un código alfanumérico, o cualquier otro tipo de identificación que asegure la identidad de la barra (1). El bloque  
15 de identificación (60) permite controlar qué barras (1) han sido escaneadas y cuál ha sido el resultado del escaneo.

El escáner para barras (1) de combustible comprende medios de climatización (70) configurados para generar condiciones de funcionamiento de los medios de inspección (10, 20, 60). Los medios de climatización (70) permiten mantener los medios de  
20 inspección (10, 20, 60) a temperatura constante.

El escáner para barras (1) de combustible comprende medios de carenado (80) envolviendo un recinto de inspección (81) configurado para mantener condiciones de funcionamiento de los medios de inspección (10, 20, 60). Los medios de carenado (80) pueden estar configurados para confinar térmicamente los medios de inspección (10,  
25 20, 60).

El escáner para barras (1) de combustible comprende:

a) un recinto auxiliar (82), contenido en el carenado (80) y separado del recinto de inspección (81) a través de medios de separación (83), que contiene los medios de climatización (70); El recinto auxiliar puede además comprender una pluralidad de  
30 elementos auxiliares para el funcionamiento del escáner como tomas de electricidad y otros equipos accesorios tales como instalaciones de aire comprimido y redes de comunicación de datos entre otros. El recinto auxiliar (82) también aloja los medios de tratamiento de señales (84);

b) un circuito de climatización configurado para permitir una circulación de aire  
35 entre el recinto de inspección (81) y los medios de climatización (70). El circuito de

climatización puede comprender unos conductos (71) para conducir el aire de climatización desde el recinto de inspección (81) hasta los medios de climatización (70) y viceversa. Adicionalmente, el circuito de climatización puede comprender ventiladores (72) para facilitar la circulación del aire de climatización a lo largo del  
 5 circuito de climatización. En una realización de la invención, comprende dos ventiladores (72), un primer ventilador (72) impulsando aire hacia el recinto de inspección (81) y un segundo ventilador (72) aspirando aire desde el recinto de inspección (81).

El escáner para barras (1) de combustible comprende: una cesta de aceptación  
 10 (91) para recibir barras admisibles (1A); una cesta de rechazo (92) para recibir barras inadmisibles (1N) y una cesta de revisión (93) para recibir barras revisables (1R).

El escáner para barras (1) de combustible comprende medios de almacenamiento (90) configurados para almacenar un resultado de un escaneado de cada barra escaneada (1'').

15 El escáner para barras (1) de combustible está configurado para escanear barras (1) de combustible fresco y/o ser instalado en una línea de producción de barras (1).

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método de escaneado de barras (1) de combustible que comprende: inspeccionar mediante medios de inspección (10, 20, 60) una barra a ser inspeccionada (1') para obtener un resultado  
 20 de escaneado de una barra escaneada (1'') y asignar una señal seleccionada entre barra admisible (1A), barra inadmisibles (1N) y barra revisable (1R) a una barra escaneada (1'') en función del resultado del escaneado.

La caja de electrónica del escáner estará preferentemente apartada del escáner en sí.

25 El cableado de los accionamientos y los sensores serán internos al módulo de la unidad motora, del que preferentemente saldrá únicamente un conector externo con las señales que irán a la caja de electrónica.

La unidad motora permitirá, una vez instalada, su regulación en altura mediante un sistema de precisión basado en galgas.

30 Es conveniente el fácil acceso, montaje y desmontaje de todos los componentes sin el carenado montado, en especial de la unidad motora respecto de la base.

Externamente se incorporará una tira de LEDs de estado (energía, avance, retroceso, parada,... etc) y elementos sonoros o visuales para casos de emergencia o avería.

## ES 2 597 858 B1

El escáner se podrá realizar de forma modular, con cada elemento formando parte de un módulo acoplable a los demás, o situando los medios de inspección (10, 20, 60) y los medios auxiliares en un único módulo.

## REIVINDICACIONES

1. Escáner para barras (1) de combustible que comprende:
- 5 1a) medios de inspección (10, 20, 60) de barras (1);  
1b) medios de transporte (30) para desplazar la barra (1) a lo largo del escáner;  
caracterizado por que comprende:
- 1c) medios indicadores (40) para generar una señal indicativa de un resultado de  
un escaneado correspondiente a una barra escaneada (1");
- 10 1d) medios auxiliares seleccionados entre:  
1d1) medios de carenado (80);  
1d2) medios de climatización (70);  
1d3) medios de recogida de polvo (50) de barra (1);  
1d4) medios de tratamiento de señales (84);
- 15 y combinaciones de los mismos.
2. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por  
que la señal indicativa está seleccionada entre barra admisible (1A), barra inadmisibile  
(1N) y barra revisable (1R).
- 20
3. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por  
que los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden tres o más puntos de  
arrastre (31) de la barra (1) alineados según un eje longitudinal paralelo a un eje  
longitudinal de la barra (1).
- 25
4. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 3 caracterizado por  
que los puntos de arrastre (31) están distanciados entre sí una distancia (D) menor  
que un medio de una longitud (L) de barra (1).
- 30
5. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 4 caracterizado por  
que la distancia (D) es menor de 600mm.
6. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 3 caracterizado por  
que los puntos de arrastre (31) están sincronizados para asegurar uniformidad en el  
35 arrastre de la barra (1).

7. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 3 caracterizado por que al menos un punto de arrastre (31) comprende un detector de paso (32) de barra (1).

5

8. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 3 caracterizado por que los puntos de arrastre (31) comprenden:

8a1) una rueda de presión (31P) configurada para presionar la barra (1) contra;

8a2) al menos rueda de arrastre (31A) configurada para arrastrar la barra (1).

10

9. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden una velocidad nominal configurada para cumplir requerimientos de precisión en un resultado de escaneado.

15

10. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 9 caracterizado por que los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden una velocidad seleccionada entre:

10a) una velocidad de re-escaneado, más lenta que la velocidad nominal;

10b) una velocidad alta, más rápida que la velocidad nominal;

20

y combinaciones de las mismas.

11. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 9 caracterizado por que la velocidad nominal es 60mm/s.

25

12. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que los medios de recogida de polvo (50) de barra (1) están configurados para recoger polvo (50) de barra (1) generado en el escáner y obtener polvo recogido (50R).

30

13. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 12 caracterizado por que los medios de recogida de polvo (50) comprenden una tolva (51) debajo de un punto de arrastre (31).

35

14. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 12 caracterizado por que los medios de recogida de polvo (50) comprenden un sistema neumático (52) configurado para evacuar el polvo recogido (50R).

15. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 14 caracterizado por que el sistema neumático (52) comprende:

- 5       15a) una línea de succión (521) configurada para generar una succión en la tolva (51) aspirando el polvo recogido (50R) obteniendo polvo succionado (50S);
- 15b) una línea de evacuación (522) configurada para evacuar el polvo succionado (50S).

10 16. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que los medios de inspección (10, 20, 60) comprenden un bloque seleccionado entre:

- 16a) un bloque de instrumentación (10);
- 16b) un bloque gamma (20);
- 16c) un bloque de identificación (60);
- y combinaciones de los mismos.

15

17. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 15 caracterizado por que el bloque de instrumentación (10) comprende un dispositivo seleccionado entre:

- 17a) un densitómetro (11);
- 20       17b) un medidor de gadolinio (12);
- 17c) un detector (13) de defectos en el tubo contenedor;
- 17d) un perfilómetro (14);
- y combinaciones de los mismos.

25 18. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 17 caracterizado por que el densitómetro (11) comprende una fuente de radiación gamma (110) configurada para obtener una radiografía de la barra (1).

30 19. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 17 caracterizado por que el medidor de gadolinio (12) comprende:

- 19a) un generador magnético (12G) para generar un campo magnético (12B);
- 19b) un primer detector de corrientes de inducción (12D) para detectar corrientes de inducción generadas por el campo magnético (12B).

20. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 17 caracterizado por que el detector (13) de defectos comprende:

20a) un generador de corriente (13G) para generar corrientes de inducción en la barra (1) de combustible;

5 20b) un segundo detector de corrientes de inducción (13D) para detectar corrientes de inducción generadas en la barra (1) de combustible.

21. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 17 caracterizado por que el perfilómetro (14) comprende cuatro emisores laser (14L) dispuestos para  
10 medir cuatro diámetros en cuatro direcciones diferentes de la barra (1) de combustible.

22. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 16 caracterizado por que el bloque gamma (20) comprende una pluralidad de detectores gamma (21) sincronizados electrónicamente.

15

23. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 22 caracterizado por que los medios de transporte (30) de la barra (1) comprenden una velocidad nominal configurable en función de una precisión de medida establecida y un número de detectores gamma (21).

20

24. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 22 caracterizado por que los detectores gamma (21) están configurados independientemente unos de otros, permitiendo un montaje/desmontaje individual de cada detector gamma (21).

25

25. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 22, donde la pluralidad de detectores gamma (21) es una serie de mini detectores independientes e intercambiables con medios de transporte (30) intercalados.

30

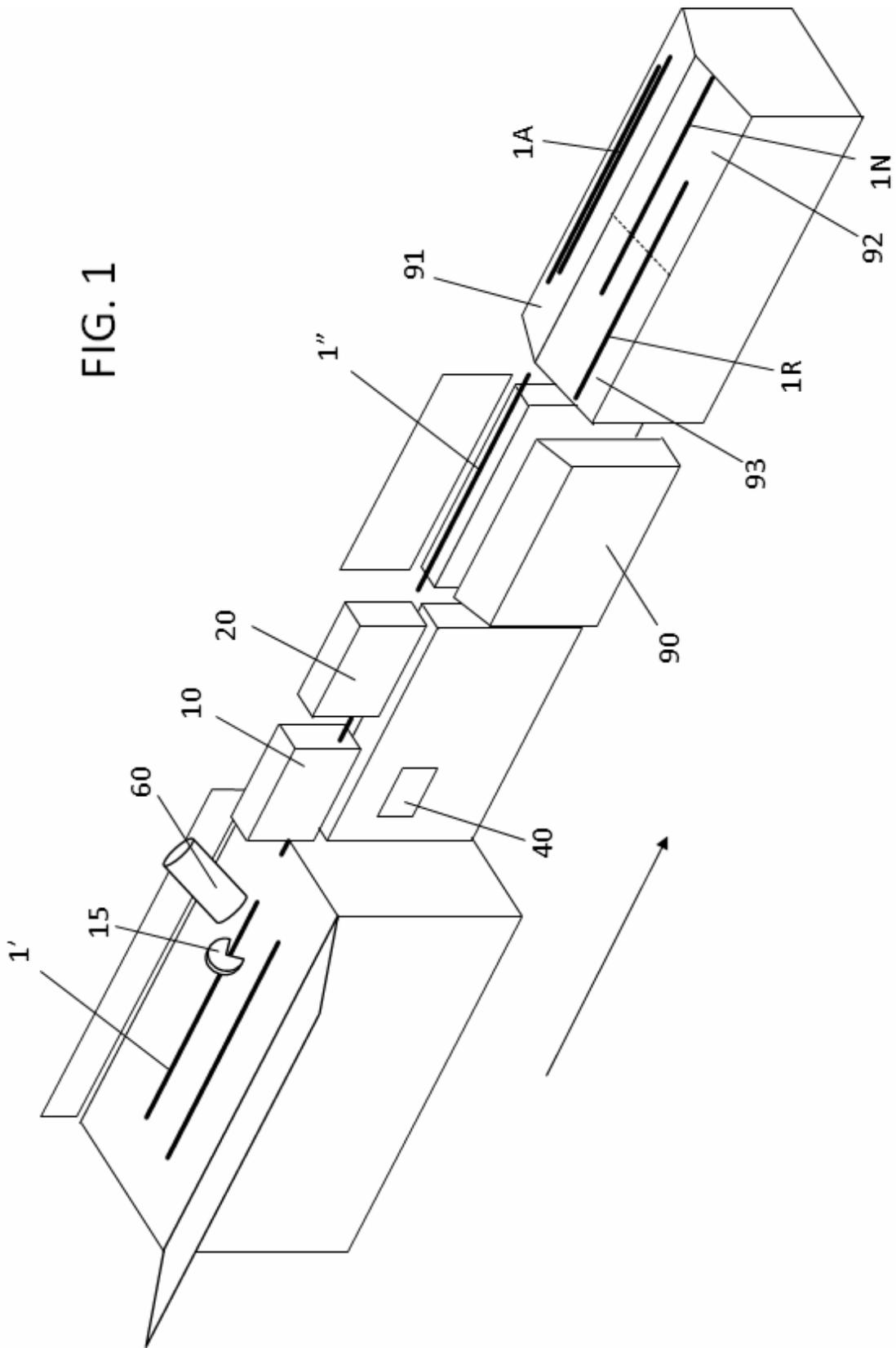
26. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 16 caracterizado por que el bloque de identificación (60) comprende medios lectores (15) configurados para leer un identificador de barra (1) y generar una identificación de barra escaneada (1").

27. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende medios de climatización (70) configurados para generar condiciones de funcionamiento de los medios de inspección (10, 20, 60).
- 5 28. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende medios de carenado (80) envolviendo un recinto de inspección (81) configurado para mantener condiciones de funcionamiento de los medios de inspección (10, 20, 60).
- 10 29. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 27 y 28 caracterizado por que comprende:
- 29a) un recinto auxiliar (82):
    - 29a1) que contiene los medios de climatización (70);
    - 29a2) contenido en el carenado (80);
  - 15 29a3) separado del recinto de inspección (81) a través de medios de separación (83);
  - 29b) un circuito de climatización configurado para permitir una circulación de aire entre el recinto de inspección (81) y los medios de climatización (70).
- 20 30. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende:
- 30a) una cesta de aceptación (91) para recibir barras admisibles (1A);
  - 30b) una cesta de rechazo (92) para recibir barras inadmisibles (1N);
  - 30c) una cesta de revisión (93) para recibir barras revisables (1R).
- 25 31. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende medios de almacenamiento (90) configurados para almacenar un resultado de un escaneado de cada barra escaneada (1”).
- 30 32. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que está configurado para escanear barras (1) de combustible fresco.
33. Escáner para barras (1) de combustible según la reivindicación 1 caracterizado por que está configurado para ser instalado en una línea de producción de barras (1).

35

34. Método de escaneado de barras (1) de combustible que comprende:

- 5 34a) inspeccionar mediante medios de inspección (10, 20, 60) una barra a ser inspeccionada (1') para obtener un resultado de escaneado de una barra escaneada (1'');
- 34b) asignar una señal seleccionada entre barra admisible (1A), barra inadmisibile (1N) y barra revisable (1R) a una barra escaneada (1'') en función del resultado del escaneado.



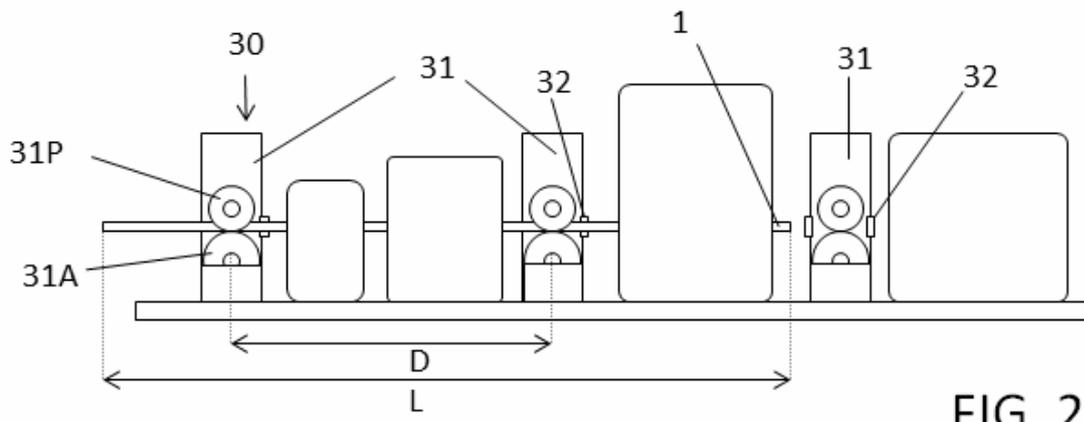


FIG. 2

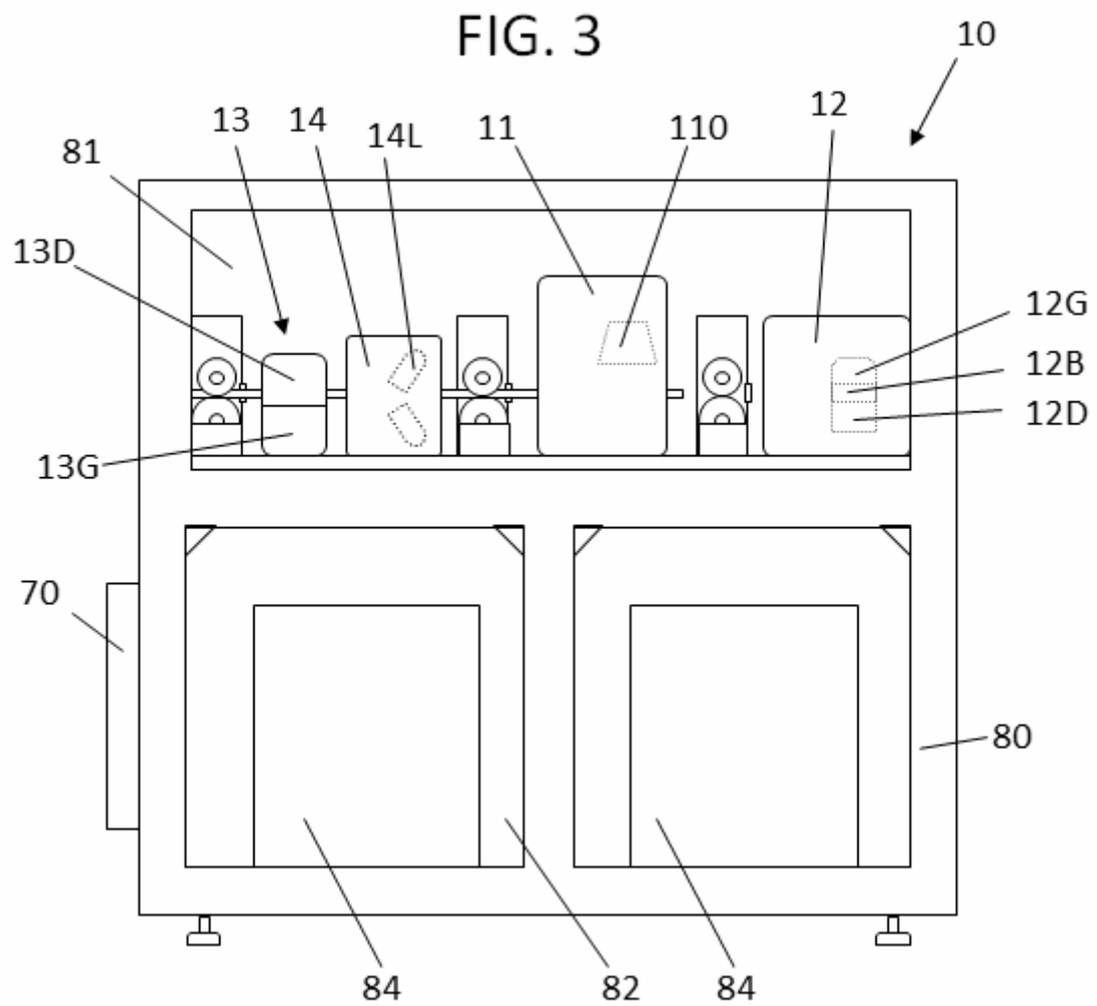


FIG. 3

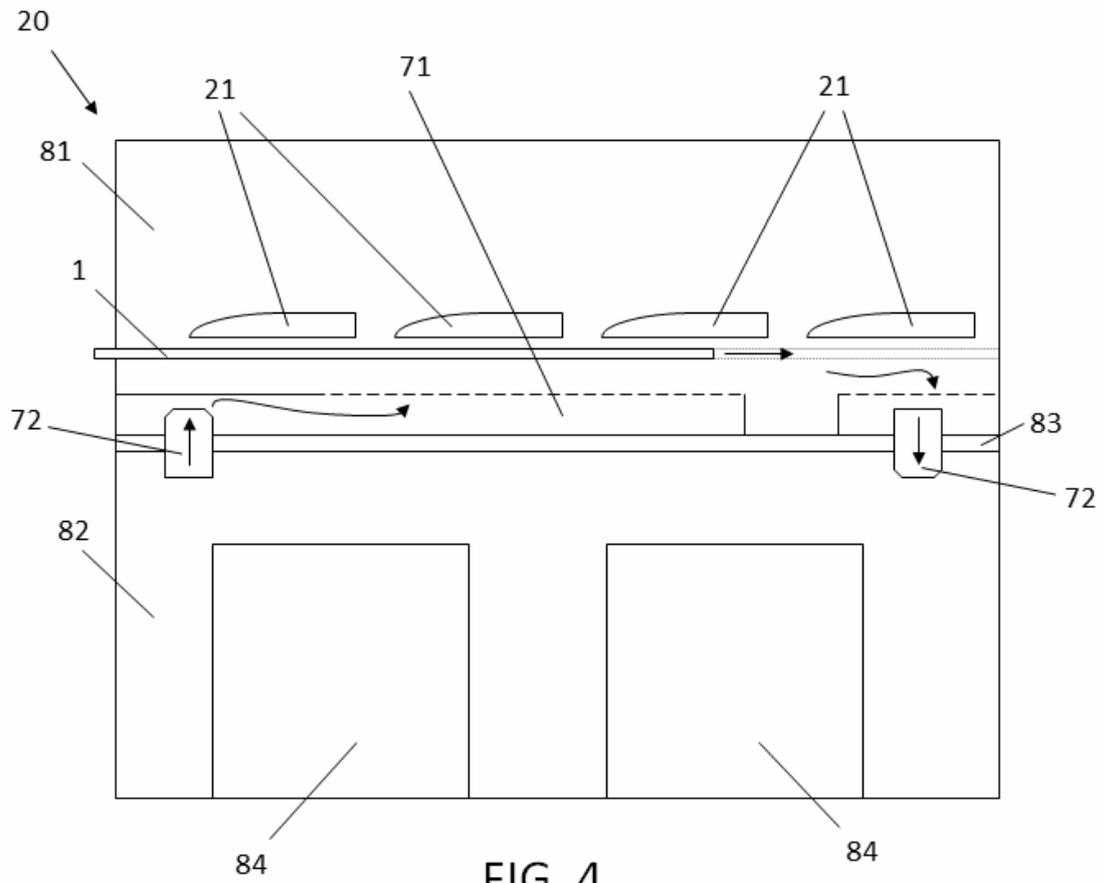


FIG. 4

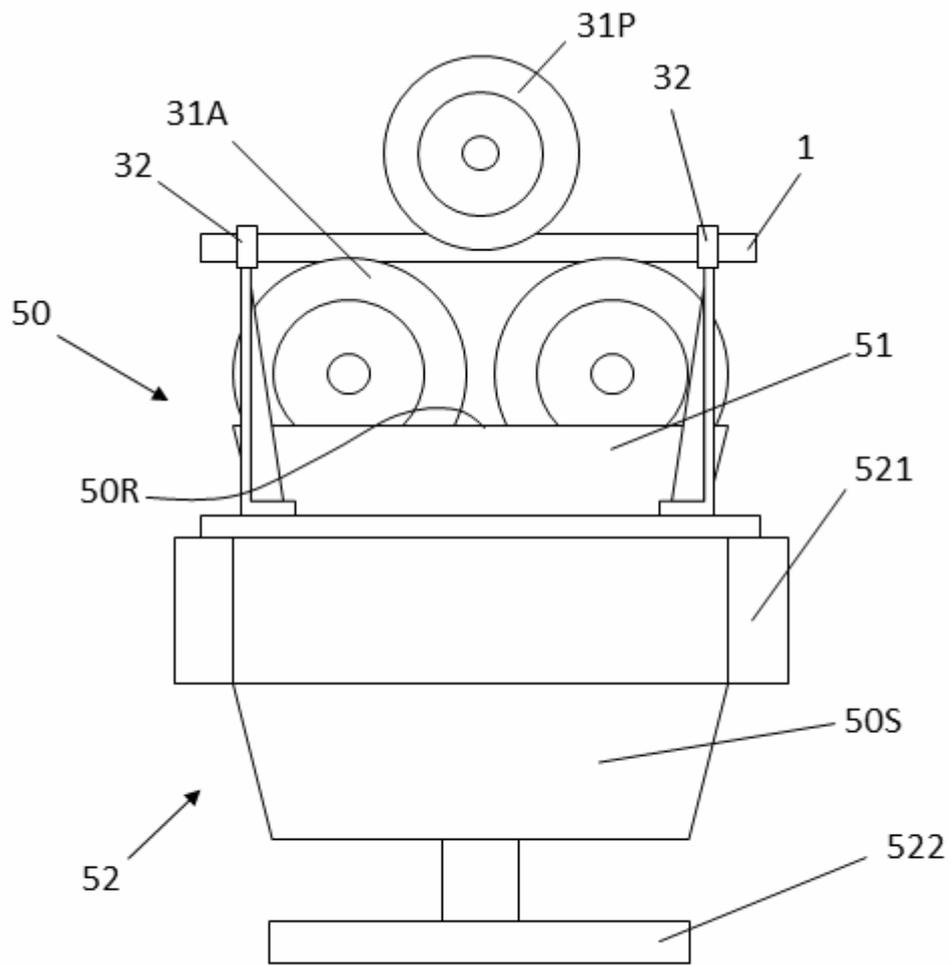


FIG. 5



②① N.º solicitud: 201531074

②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.07.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G21C17/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5108692 A (SCHOENIG, F. et al.) 28.04.1992, resumen; columna 3, línea 58 - columna 4, línea 64; columna 5, línea 50 - columna 6, línea 24; columna 6, línea 29 - columna 7, línea 65; figura 1.	1-11, 16-19, 22-34
Y		12-15, 20, 21
A	WO 2005/101997 A2 (FROMATOME ANP INC.) 03.11.2005, resumen; página 6, línea 21 - página 7, línea 5; página 7, línea 21 - página 9, línea 4; figura 1.	1
Y		12-15
A	US 5602885 A (AHMED, H. et al.) 11.02.1997, resumen; figuras 3 y 4.	1, 16, 17
Y		20
A	EP 0526752 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION) 10.02.1993, resumen; columna 3, líneas 33-44; columna 4, líneas 38-53; figuras 1 y 2.	1, 16, 17
Y		21
A	JP S63171395 A (MITSUBISHI GENSHI NENRYO KK) 15.07.1988, Todo el documento.	1, 3-6, 16, 17, 19, 22
A	EP 0280925 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION) 07.09.1988, todo el documento.	1, 16, 17, 22, 24, 25

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
19.12.2016

Examinador  
Ó. González Peñalba

Página  
1/6



②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201531074

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 21.07.2015

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

### INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **G21C17/06** (2006.01)

#### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP H06194491 A (HITACHI LTD.) 15.07.1994, Todo el documento.	1, 16, 17, 21
A	JP 2000292585 A (NIPPON NUCLEAR FUELS KK) 20.10.2000, Todo el documento.	1, 2, 16, 26, 30-34

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
19.12.2016

Examinador  
Ó. González Peñalba

Página  
2/6

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G21C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.12.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-34	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-34	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 5108692 A (SCHOENIG, F. et al.)	28.04.1992
D02	WO 2005/101997 A2 (FROMATOME ANP INC.)	03.11.2005
D03	US 5602885 A (AHMED, H. et al.)	11.02.1997
D04	EP 0526752 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION)	10.02.1993

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera que la invención definida en la primera reivindicación de la presente Solicitud carece de novedad por estar idénticamente recogida en el estado de la técnica.

En efecto, en el documento D01, citado con la categoría X para esta reivindicación (además de otras) en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) y considerado el antecedente tecnológico más próximo al objeto en ella definido, se describe un escáner para barras de combustible ("escáner activo" –véase, por ejemplo, el resumen [en lo que sigue, las referencias entre paréntesis aluden a este documento D01]–) que comprende:

- medios de inspección de barras (por ejemplo, el magnetómetro o el densitómetro –columna 4, líneas 10-16–);
- medios indicadores para generar una señal indicativa de un resultado correspondiente a una barra escaneada (se generan "datos de ensayo", "datos de radiación de fondo"... –columna 4, líneas 12 y 21–, los cuales constituyen, obviamente, señales indicativas de un resultado de escaneo);
- medios auxiliares, que comprenden medios de tratamiento de señales (las señales son analizadas por computadora y comparadas con las especificaciones aplicables correspondientes –columna 5, línea 67 - columna 6, línea 2–).

Se concluye, por tanto, que D01 anticipa idénticamente el objeto de dicha reivindicación primera, al menos en su aspecto alternativo 1d4), por lo que esta reivindicación carece de novedad de acuerdo con el Artículo 6 de la vigente Ley de Patentes.

Por otra parte, se considera que las restantes reivindicaciones 2-34 carecen de actividad inventiva por poder ser deducidas de forma evidente del estado de la técnica por un experto en la materia.

Así, las reivindicaciones 2-11, 16-19 y 22-34 recogen diversos aspectos o detalles del escáner para barras que, o bien están ya recogidos o son evidentemente deducibles de las características especificadas en D01, como el añadido de categorización de "barra revisable" a las de "admisible" e "inadmisible" ("rechazable" en D01), obvio en los casos de resultados inciertos del escaneo e igualmente recogido en otros documentos del estado de la técnica, la presencia de al menos dos puntos de arrastre efectivos por barra en cada momento (intuibles en la Figura 1 de D01 –si no, la barra caería–), así como sus distancias (en función de las dimensiones conocidas de las barras de combustible) y configuración (rueda de arrastre y rueda de presión, tal y como se observa en la Figura 1), los diversos aspectos relativos a la velocidad de arrastre (en la columna 6, línea 5 de D01 se habla de una "velocidad estrechamente regulada y uniforme", asimilable a la velocidad nominal de la invención, que, obviamente, será adecuada a un escaneo óptimo y se acompañará de otras opciones –rápida, de reescaneo...–), el densitómetro por radiación gamma y el medidor de gadolinio consistente en un magnetómetro de funcionamiento alternativo equivalente (midiendo la susceptibilidad paramagnética diferencial), los detectores gamma, el bloque de identificación (en D01 un lector óptico que lee un número de serie identificativo de cada barra –columna 5, líneas 52-53–), las cestas de distribución (un distribuidor ("sorter" –columna 4, línea 41–) clasifica las barras según los resultados del escaneo, lo que implica necesariamente medios de recepción, o, equivalentemente, "cestas"), así como la aplicación a barras de combustible frescas, en líneas de producción (columna 4, línea 62), y el método de funcionamiento; o bien constituyen soluciones a problemas secundarios concurrentes con el esencial de la invención, igualmente resueltos en la técnica, como los medios de cerramiento o separación, o el subsistema de climatización, de aplicación evidente en el sistema de D01 para el experto de la técnica, enfrentado a tales problemas. Cabe concluir, por tanto, que dichas reivindicaciones 2-11, 16-19 y 22-34 carecen también de actividad inventiva con respecto a D01, según el Art. 8 LP.

Y, finalmente, por lo que respecta a las reivindicaciones 12-15, 20 y 21, también estas resuelven problemas secundarios que se presentan concomitantemente con el principal de la invención, para los que han encontrado soluciones análogas en el estado de la técnica. Así, por ejemplo, el documento D02, citado en el IET con la categoría Y, en combinación con D01, para las reivindicaciones 12-15, describe soluciones que implican la recogida de un polvo específico (CRUD) resultante en el estudio superficial de barras de combustible convencionales de zircaloy, y, por tanto, susceptibles de utilizar elementos convencionales de manejo del polvo como los de la invención; en el documento D03, igualmente citado como Y para la reivindicación 20, se contempla el problema del estudio de defectos superficiales mediante la alternativa equivalente del escaneo óptico; y el documento D04, categorizado también como Y en el IET para la reivindicación 21, trata el estudio del diámetro mediante un perfilómetro de láser, esta vez, de forma equivalente, de las propias pastillas de combustible, y no de las barras.

Tales reivindicaciones carecen igualmente de actividad inventiva con respecto a la combinación de D01 respectivamente con los documentos D02, D03 y D04, según el mencionado Art. 8 LP.

Se trata, en definitiva, en la presente invención, de una yuxtaposición de soluciones técnicas ya conocidas a diversos problemas concurrentes en el campo del escaneo activo de barras de combustible nuclear, ya conocidos e igualmente resueltos en el estado de la técnica, sin que de tal combinación de soluciones quepa esperar efectos sorprendentes o inesperados con respecto a los que estas tendrían por separado.