

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 525**

51 Int. Cl.:

**G06Q 10/08** (2012.01)

**B66C 13/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2007 E 07110565 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 2006237**

54 Título: **Un método y sistema para optimizar contenedores en un bloque**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.04.2013**

73 Titular/es:

**ABB RESEARCH LTD. (100.0%)  
AFFOLTERNSTRASSE 52  
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:

**CLAES HEIDENBACK;  
STEFAN ISRAELSSON;  
ERIK LINDEBERG;  
BJÖRN HENRIKSSON y  
ALF ISAKSSON**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 400 525 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Un método y sistema para optimizar contenedores en un bloque

Campo técnico

5 El presente invento se refiere a un método para optimizar la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque, especialmente un bloque de contenedores en un puerto de contenedores. El invento está también relacionado con un programa de ordenador y un sistema configurado para realizar dicha optimización.

Antecedentes

10 Una parte muy grande de todos los artículos o géneros comercializados en el mundo es transportada por mar mediante barcos de contenedores. La cantidad siempre creciente de comercio internacional da como resultado mayores demandas de terminales de contenedores en todo el mundo para tratar (importar/almacenar/exportar) más artículos con una velocidad incrementada. La demanda sobre capacidad de rendimiento incrementada de terminales de contenedores a menudo implica hacer inversiones muy costosas. Tales inversiones podrían ser en términos de mayores bloques (si es posible aún) y más grúas, otros vehículos de transporte y sistemas de ordenador complejos y caros. La razón para esto es que han de ser capaces de dar servicio a más actividades de importación/exportación, y al almacenamiento intermedio resultante sin incurrir en retrasos más largos de manera costosa en cualquier extremo. Para muchos terminales de tamaño pequeño a 15 medio tales inversiones podrían ser demasiado grandes de soportar. La planificación y manipulación mejoradas de los bloques de almacenamiento en un terminal tiene un gran potencial para aumentar el rendimiento total del terminal ya que esta parte es a menudo un cuello de botella en el sistema de transporte total intermodal.

20 Un sistema para optimizar las operaciones de manipulación de bloques podría aumentar la capacidad de terminales demasiado pequeños para permitirse los altos costes de inversión de grandes mejoras de instalaciones. Además, terminales mayores podrían desde luego beneficiarse también de un sistema que aumenta su capacidad y efectividad.

25 La solución tradicional es tener un sistema logístico para manipular en todo el puerto todos los bloques y la carga/descarga de los barcos. El sistema logístico del puerto determina en qué bloque debería ser almacenado un cierto contenedor y comunica esta información a un sistema de control de grúas que inserta el contenedor en el bloque apropiado. La exportación de un contenedor específico es ordenada por el sistema logístico del puerto y la información es comunicada al sistema de control de grúas para el bloque apropiado y el contenedor específico es retirado del bloque en el que ha sido almacenado.

30 En la solicitud de Patente Norteamericana publicada US2006/0182527, de Ranstrom y col., se ha descrito en un sistema logístico de puerto que controla los movimientos de contenedores dentro de cada bloque asignando órdenes a las grúas para realizar una tarea específica.

35 Un inconveniente del sistema de la técnica anterior es que solo el sistema logístico del puerto tiene una imagen completa de cada bloque y la grúa disponible para mover los contenedores dentro de cada bloque realiza las órdenes asignadas siempre que el sistema logístico del puerto detecte un contenedor para moverlo a una posición más favorable. Un pequeño puerto sin un sistema logístico de puerto caro que tiene solo uno o unos pocos bloques de contenedores carecerá de la posibilidad de usar la capacidad sin utilizar de la grúa para optimizar la posición de cada contenedor dentro del bloque.

Otro inconveniente es que la grúa realiza las órdenes asignadas en el orden en el que son asignadas a la grúa, lo que puede introducir un movimiento extensivo de la grúa antes de que pueda ser expedida la siguiente orden asignada.

40 Un artículo de conferencia titulado Un modelo de optimización para el problema de organizar previamente contenedores, de Yusin Lee, Nai-Yun Hsu, National Chen Kung University de Taiwan, describe un modelo y método para modelar el problema de organizar previamente contenedores. El modelo es ejecutado en un ordenador PC. Una grúa del tipo de grúa pórtico montada sobre carriles (RMGC) es mencionada.

Así, existe la necesidad de proporcionar un sistema mejorado para optimizar la posición de cada contenedor en un bloque sin la presencia de un sistema logístico de puerto.

Resumen

45 Un objeto del presente invento es proporcionar un método que proporcione un proceso de optimización para los contenedores almacenados en un bloque que reduzca los inconvenientes de los sistemas de la técnica anterior.

50 En este invento, se propone una aproximación más descentralizada en la que el sistema de control de grúas en un bloque tiene cuidado de la optimización de almacenamiento de contenedores para este bloque. El sistema logístico del puerto (si está presente) determina aún en qué bloque debería ser almacenado un cierto contenedor y comunica con el sistema de optimización de bloques local, llamado unidad de control de grúas. La unidad de control de grúas tiene tres tareas

principales. Debería optimizar:

- la inserción del contenedor, es decir, encontrar una ubicación óptima para nuevos contenedores ya sean entregados por tierra o mar
  - la retirada del contenedor, es decir retirar en el menor tiempo posible un contenedor del bloque
- 5
- el nuevo apilamiento del contenedor, es decir durante los tiempos de carga baja de la grúas reubicar o trasladar contenedores a posiciones más favorables.

El control de grúas calcula los movimientos del contenedor requerido para manipular estas tareas y con el fin de hacerlo de manera eficiente, una cola de movimientos o pasos de contenedores es asignada a cada grúa. El contenido de la cola, es decir, el orden de los movimientos del contenedor, son revisados y la cola reorganizada de tal modo que se reduzca el tiempo necesario para realizar las tareas.

10

En todas estas tareas la optimización tiene en cuenta varios aspectos, tales como:

- el tiempo real o estimado de retirada para contenedores que son movidos
  - a qué posición será eventualmente entregado el contenedor. En particular si ha de ser transportado a continuación por tierra o por mar
- 15
- el tipo y tamaño del contenedor.

Una ventaja del presente invento es que la capacidad de la grúa es mejor utilizada en comparación a soluciones de la técnica anterior.

Otra ventaja es que puede conseguirse una optimización de un bloque de contenedores incluso aunque no haya presente un sistema logístico del puerto.

20

Aún otra ventaja con el presente invento es que la velocidad operativa de las grúas puede ser reducida, con el fin de reducir el desgaste y los consumos de energía, ya que la unidad de control de grúas tiene un conocimiento más completo comparado con los sistemas de la técnica anterior.

Objetos y ventajas adicionales resultarán evidentes para un experto en la técnica a partir de la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

25

La fig. 1 muestra una vista general de un puerto de contenedores.

La fig. 2 muestra un bloque de contenedores con una grúa que ilustra la operación de inserción, de retirada y de nuevo apilamiento de acuerdo con el invento.

Las figs. 3a-3c ilustran una operación de nuevo apilamiento de acuerdo con el presente invento.

30

La fig. 4 muestra un bloque de contenedores con dos grúas que ilustra la operación de inserción, retirada y nuevo apilamiento de acuerdo con el invento.

La fig. 5 es un diagrama de flujo del proceso para la operación de inserción, de retirada y de nuevo apilamiento de acuerdo con el invento.

Descripción detallada

35

La fig. 1 muestra un puerto 11 provisto con un sistema logístico de puerto PLS de la técnica anterior que controla todos los movimientos de los bloques de contenedores en el puerto. Los barcos 2 llegan para descargar o cargar contenedores 1, y los contenedores son almacenados, en esta realización, en cuatro bloques 10. El PLS controla las grúas que descargan/cargan los barcos mediante un bus de comunicación 3, y un contenedor descargado es llevado desde un barco mediante carril de transporte 4 a un bloque seleccionado por el PLS. Las grúas 5 que están dedicadas a un bloque, y controladas por el PLS, mueven el contenedor descargado a una posición adecuada dentro del bloque. Un contenedor que va a ser cargado en un barco es recogido por las grúas 5 y movido al carril de transporte 4 para ser transportado al barco 2. El PLS emite órdenes a cada grúa y estas órdenes son dispuestas en una cola para cada grúa. Lo mismo se aplica cuando un camión 6 carga o descarga un contenedor en el "lado de tierra" 7.

40

45

La fig. 2 muestra una primera realización del presente invento aplicada a un bloque 20 de múltiples contenedores 1 apilados en un espacio tridimensional. Una única grúa 21 está prevista para mover los contenedores dentro del bloque (operación de nuevo apilamiento) como se ha ilustrado mediante la flecha 24, insertando un contenedor en el bloque (operación de inserción) desde una posición de entrada 22 como se ha ilustrado por la flecha 25, y retirando un contenedor del bloque (operación de retirada) a una posición de salida 23, como se ha ilustrado por la flecha 26. Las posiciones de

5 entrada y salida están previstas fuera del bloque 20 en un espacio dedicado 27 para el "lado de tierra" del bloque, y un espacio dedicado 28 para el "lado de mar" del bloque. Una unidad de control de grúas (CCU) configurada para comunicar con el sistema logístico del puerto (PLS) controla el movimiento del agua asignando movimientos del contenedor a una cola. El PLS informa a la CCU de en qué bloque debería ser almacenado un contenedor y la CCU controla la manipulación de los contenedores dentro del bloque 20, y las operaciones de inserción y retirada desde los espacios dedicados externos 27 y 28 en los que la posición de entrada 22 y la posición de salida 23 están situadas. La CCU está provista con una memoria interna o una memoria externa 29 que es accesible a la CCU. La información relativa a la identificación del contenedor, a la posición actual (CP) de cada contenedor, el tiempo hasta la retirada TUR, y a la posición de salida deseada (OUT) es almacenada en la memoria 29. Hay normalmente varias posiciones de salida y posiciones de entrada disponibles en cada espacio dedicado externo 27 y 28.

10 Debería resaltarse que el invento puede ser puesto en práctica para una sub-sección 30, como se ha descrito en conexión con las figs. 3a-3c de un bloque completo. Un bloque puede estar dividido dinámicamente en sub-secciones dependiendo del número de grúas y de tareas asignadas a cada grúa. Esto resultará obvio a partir de la descripción en conexión con la fig. 4.

15 Las figs. 3a-3c ilustran una operación de nuevo apilamiento de acuerdo con el presente invento. Una sub-sección 30 del bloque 20 descrito en conexión con la fig. 2 comprende en esta realización veinte contenedores dispuestos en un área con dos x cuatro contenedores en los que la altura máxima es de cuatro contenedores. Se crea un espacio tridimensional que tiene 32 posiciones disponibles. Una sola grúa (no mostrada) mueve un contenedor cada vez como es definido por los movimientos del contenedor requerido organizados en una cola. La cola comprende un número de movimientos de contenedor calculados para realizar el nuevo apilamiento de acuerdo con el invento.

20 El nuevo apilamiento es normalmente realizado para poner los contenedores dentro de la sub-sección en una posición más favorable comparada a la posición actual. Esta tarea es realizada cuando no hay un nuevo contenedor que haya de ser insertado en la sub-sección 30, y cuando ningún contenedor ha de ser retirado de la sub-sección 30. La operación de inserción y retirada tienen prioridad sobre las operaciones de nuevo apilamiento y el proceso de nuevo apilamiento es interrumpido preferiblemente de manera inmediata cuando se recibe una orden para insertar o retirar un contenedor por la CCU desde el PLS.

25 La principal operación del procedimiento de nuevo apilamiento está descrita en conexión con las figs. 3a-3c. Antes de que la grúa pueda comenzar a mover contenedores desde su posición actual (CP) a una nueva posición (NP), la CCU calcula un valor R para cada contenedor presente dentro de la sub-sección 30. El valor R calculado está basado en: tiempo hasta la retirada (TUR) del contenedor desde el bloque, y tiempo para mover (TFM) el contenedor desde la posición actual (CP) a una posición de salida externa seleccionada (OUT). A continuación puede encontrarse una descripción más detallada de cómo calcular el valor R.

30 El valor R calculado para cada grupo contenedores es una medida de cómo es de óptima la posición actual del contenedor comparada con todos los demás contenedores en la sub-sección. Un éxito del presente invento de reducir la suma de los valores R calculados para todos los contenedores dentro de la sub-sección, y por ello el contenedor con uno de los mayores valores de R es normalmente seleccionado para ser movido. La fig. 3a ilustra el caso en el que es seleccionado el contenedor "1" en posición actual CP<sub>1</sub>. Se identifican posiciones alternativas (AP) y un valor R<sub>nuevo</sub> correspondiente es calculado para cada AP para identificar una nueva posición NP<sub>1</sub> para el contenedor seleccionado "1", como está marcado con líneas de trazos. A continuación puede encontrarse una descripción más detallada de cómo calcular el valor R<sub>nuevo</sub> y seleccionar NP<sub>1</sub> a partir de la pluralidad de AP.

35 Con el fin de ser capaz de mover el contenedor "1" desde su posición actual, el contenedor "A" posicionado encima del contenedor "1" necesita ser situado de nuevo en una posición de reubicación RP<sub>A</sub> desde su posición actual CP<sub>A</sub>, como se ha mostrado en la fig. 3a. Las posiciones de reubicación disponibles (ARP) son identificadas y un R<sub>reubicar</sub> correspondiente es calculado para cada ARP para identificar la posición de reubicación RP<sub>1</sub> para el contenedor "A", como está marcado con línea de puntos. Una descripción más detallada de cómo calcular el valor de R<sub>reubicar</sub> y seleccionar RP<sub>1</sub> a partir de la pluralidad de ARP puede ser encontrada más adelante.

40 Los movimientos del contenedor requerido son calculados y una cola de movimiento de contenedores es creada ahora con la siguiente apariencia:

Tarea	ID	Movimiento
50	1	"A" CP <sub>A</sub> → RP <sub>A</sub>
	2	"1" CP <sub>1</sub> → NP <sub>1</sub>

Esta cola es asignada a la grúa (sólo una grúa presente en este ejemplo) y la primera tarea es iniciada, es decir mover el contenedor A desde su posición actual a la posición de reubicación seleccionada. La CCU selecciona después de ello otro

contenedor "2", preferiblemente el contenedor que tiene el segundo valor "R" más alto, que está posicionado en CP<sub>2</sub> como se ha ilustrado en la fig. 3b. Una nueva posición NP<sub>2</sub> para el contenedor "2" es identificada y seleccionada, como está marcado con líneas de trazos. Con el fin de ser capaz de mover el contenedor "2" desde su posición actual, el contenedor "B" posicionado encima del contenedor "2" necesita ser reubicado a una posición de reubicación RP<sub>B</sub> desde su posición actual CP<sub>B</sub>, como se ha mostrado en la fig. 3b. La posición de reubicación RP<sub>B</sub> es identificada y seleccionada para el contenedor "B", como se ha marcado con líneas de puntos.

Los movimientos del contenedor requeridos para mover el contenedor "2" desde su posición actual CP<sub>2</sub> a la nueva posición NP<sub>2</sub> son calculados:

Movimientos calculados para el contenedor "2"

Tarea	ID	Movimiento
1	"B"	CP <sub>B</sub> → RP <sub>B</sub>
2	"2"	CP <sub>2</sub> → NP <sub>2</sub>

Estos movimientos de contenedor podrían ser añadidos ambos al final de las tareas de colocación en cola para la grúa, tales como:

Tarea	ID	Movimiento	Estado
1	"A"	CP <sub>A</sub> → RP <sub>A</sub>	en movimiento
2	"1"	CP <sub>1</sub> → NP <sub>1</sub>	
3	"B"	CP <sub>B</sub> → RP <sub>B</sub>	
4	"2"	CP <sub>2</sub> → NP <sub>2</sub>	

El campo de estado indica que la grúa actualmente está ocupada realizando la tarea 1.

En algunas circunstancias puede ser más eficiente reorganizar el orden de las tareas para beneficiarse de la posición real de las grúas después de completar la tarea en la que actualmente está ocupada. En este caso puede ser más ventajoso reorganizar los movimientos del contenedor para el contenedor "1" y "B". El propósito de la reorganización es minimizar, o al menos reducir, el tiempo requerido para realizar las tareas en la cola para la grúa. Esto da como resultado una cola modificada de movimientos de contenedor asignados a la grúa por la CCU.

Cola modificada para grúa

Tarea	ID	Movimiento	Estado
1	"A"	CP <sub>A</sub> → RP <sub>A</sub>	en movimiento
2	"B"	CP <sub>B</sub> → RP <sub>B</sub>	
3	"1"	CP <sub>1</sub> → NP <sub>1</sub>	
4	"2"	CP <sub>2</sub> → NP <sub>2</sub>	

Cuando se ha completado la tarea de mover el contenedor "A", como se ha ilustrado en la fig. 3b, la grúa realiza la siguiente tarea en la cola, es decir mover primero el contenedor "1" a su nueva posición y después de ello mover el contenedor "B" a su posición de reubicación, o mover en primer lugar el contenedor "B" a su posición de reubicación y mover después de ello el contenedor "1" a su nueva posición dependiendo de qué cola ha sido asignada a la grúa por la CCU.

Al mismo tiempo que la grúa realiza las tareas asignadas en la cola, la CCU continúa seleccionando contenedores que han de ser movidos para "optimizar" las posiciones de los contenedores en la sub-sección 30. El contenedor "3" es seleccionado para ser movido desde su posición actual CP<sub>3</sub> a una nueva posición NP<sub>3</sub> y el contenedor "4" es seleccionado para ser movido desde su posición actual CP<sub>4</sub> a una nueva posición NP<sub>4</sub>, como se ha ilustrado por las líneas de trazos en la fig. 3c. Ningún otro contenedor necesita ser movido con el fin de mover los contenedores seleccionados, pero el contenedor "1" necesita ser movido antes de que el contenedor "3" pueda ser movido a su nueva posición NP<sub>3</sub>. El contenedor "4" no puede ser movido a su nueva posición NP<sub>4</sub> hasta que el contenedor "3" ha sido movido a su nueva posición NP<sub>3</sub>. Como ejemplo, las tareas en la cola para la grúa son reorganizadas y los movimientos del contenedor para el

contenedor "3" y "4" son añadidos como sigue:

Nueva cola para grúa

<u>Tarea</u>	<u>ID</u>	<u>Movimiento</u>	<u>Estado</u>	<u>Comentarios</u>	
-	"A"	CP <sub>A</sub> → RP <sub>A</sub>	hecho	(RP <sub>A</sub> es ahora CP <sub>A</sub> para el contenedor "A")	
5	-	"B"	CP <sub>B</sub> → RP <sub>B</sub>	hecho	(RP <sub>B</sub> es ahora CP <sub>B</sub> para el contenedor "A")
1	"1"	CP <sub>1</sub> → NP <sub>1</sub>	en movimiento		
2	"3"	CP <sub>3</sub> → RP <sub>3</sub>			
3	"2"	CP <sub>2</sub> → NP <sub>2</sub>			
4	"4"	CP <sub>4</sub> → NP <sub>4</sub>			

10 Los movimientos completados son preferiblemente eliminados de la cola, pero están incluidos anteriormente para clarificar qué movimientos han sido realizados. La fig. 3c ilustra las posiciones del contenedor en la sub-sección 30 después de haberse completado el movimiento del contenedor "1". La memoria que es accesible a la CCU contiene la posición actual de cada contenedor, y cuando el movimiento es completado (como se ha indicado por "hecho" en el campo de estado), la posición actual de los contenedores movidos es actualizada en la memoria como se ha indicado en el campo comentarios.

15 La operación de nuevo apilamiento continúa hasta que la suma de los valores R calculados para todos los contenedores presentes dentro de la sub-sección 30 es minimizada, o hasta que la operación de nuevo apilamiento es interrumpida por una operación de inserción o una operación de retirada.

20 En una realización preferida, el valor R calculado es actualizado para cada contenedor que está afectado por el movimiento del contenido seleccionado a una nueva posición antes de que otro contenedor sea seleccionado. En el ejemplo ilustrado en conexión con las figs. 3a-3c, el valor calculado del contenedor posicionado por debajo de la posición de reubicación RP<sub>A</sub> para el contenedor "A" debería ser actualizado, así como el valor calculado para los contenedores posicionados por debajo de la nueva posición NP<sub>1</sub> para el contenedor "1". Estos valores actualizados aumentarán como resultado del contenedor adicional en la parte superior. Los valores actualizados serán tomados entonces en consideración cuando se seleccione el siguiente contenedor que ha de ser movido. Es posible que el siguiente contenedor será un contenedor posicionado por debajo de la nueva posición NP<sub>1</sub> para el contenedor "1", y que el contenedor necesite ser movido antes de que el contenedor "1" pueda ser movido. Estos parámetros son preferiblemente tomados en consideración cuando se selecciona la nueva posición NP<sub>1</sub> para el contenedor "1" a partir de la pluralidad de posiciones alternativas, como se ha descrito con más detalle a continuación.

30 Los parámetros de contenedor, tales como CP<sub>i</sub>, TUR<sub>i</sub>, OUT<sub>i</sub>, tipo, tamaño, etc., están almacenados en la memoria. La posición actual CP<sub>i</sub> de cada contenedor i es actualizada cuando se mueve el contenedor, pero también puede ser actualizada de modo regular si la grúa está provista con un medio para verificar la ID del contenedor cuando se mueve a través de la sub-sección. Tal medio puede implicar un sistema lector de código de barras, sistema transpondedor, un sistema de reconocimiento de imagen, etc.

35 El valor R calculado para un contenedor está basado en el TUR y en un parámetro "tiempo para mover" (TFM), que es determinado basándose en la posición actual y en la posición de salida. La posición actual y la posición de salida son parámetros del contenedor almacenados en la memoria. El TFM es calculado como el tiempo estimado para mover el contenedor seleccionado desde su posición actual a una posición de salida deseada. Contenedores posicionados de manera intermedia entre CP y OUT pueden afectar al TFM calculado. Se prefiere que el TFM también esté basado en el tiempo para reubicar contenedores (TFR), tal como el contenedor "A" y el contenedor "B" descritos en conexión con las figs. 3a-3c, para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado.

40 La fig. 4 muestra una vista superior de un bloque 40 al que se le da servicio mediante dos grúas 41a y 41b. Un área 42, 43 que no forma parte del bloque 40 está prevista en cada lado del bloque, cada área está provista con una posición de salida OUT y una posición de entrada IN. Una unidad CCU de control de grúas, que comprende un microprocesador μP y una memoria interna 44, comunica con las grúas 41a y 41b.

45 Un centro de mando externo EEC, tal como un sistema logístico de puerto, comunica con la CCU para iniciar la operación de inserción de un contenedor en el bloque 40 utilizando una de las posiciones de entrada disponibles, o para iniciar una operación de retirada de un contenedor del bloque 40 a una de las posiciones de salida disponibles. El proceso de optimización del bloque 40 está descrito en conexión con la fig. 5, en que el proceso se inicia en la operación 50 cuando se ha iniciado la optimización. Con el fin de optimizar de manera efectiva la posición de los contenedores dentro de un bloque es necesario que el sistema tenga conocimiento de un parámetro indicativo de la idoneidad para posicionar cada

contenedor en una cierta posición dentro del bloque. Un valor R es calculado por ello en la operación 51, que refleja el tiempo que requiere mover cada contenedor a la posición de salida correcta desde una posición dentro del bloque (o subsección si no se ha seleccionado el bloque completo).

5 R está basado, como se ha mencionado antes, en el tiempo hasta la retirada (TUR) del contenedor desde el bloque, y el tiempo para mover el contenedor (TFM) desde la posición actual (CP) a una posición de salida externa seleccionada (OUT). El TUR y la OUT deseados son proporcionados desde el PLS, o calculados, cuando el contenedor es insertado. El PLS puede también suministrar esta información en una etapa posterior (véase más abajo).

10 Además, el TFM puede estar basado en el tiempo para reubicar (TFR) contenedores para facilitar el movimiento de contenedores situados por debajo. El TFM para un contenedor que está situado por debajo de dos contenedores incluirá el TFR comparado con un contenedor situado en la parte superior de un apilamiento de contenedores. El TUR para la mayor parte de los contenedores dentro de un bloque es mucho mayor que el TFM, y el TUR será por ello un parámetro esencial para el proceso de optimización.

15 El valor R debería ser considerado como una función de coste que está unida a cada contenedor que representa el tiempo que requeriría transportar este contenedor particular desde su posición actual a la posición en la que es más probable que vaya a ser retirado desde el bloque (tomando en cuenta preferiblemente que otros contenedores apilados sobre la parte superior de éste han de ser retirados en primer lugar). Los pesos son por ello introducidos para dar un mayor coste a los contenedores que deben ser entregados pronto.

20 El valor R es almacenado en una memoria 44 dispuesta dentro de la CCU y el proceso continúa a la operación 52, en la que la CCU comprueba si hay algunas órdenes procedentes del PLS para insertar un contenedor en el bloque 40 o para retirar un contenedor del bloque. Si hay una orden para interrumpir el proceso de nuevo apilamiento, el proceso continúa a la operación 53 en la que la CCU determina el tipo de proceso de interrupción. Las operaciones asociadas con la operación de inserción y la operación de retirada son descritas a continuación.

25 Si no se han recibido órdenes procedentes del PLS, el proceso continúa a la operación 62 para realizar una operación de nuevo apilamiento seleccionando un contenedor. El contenedor que tiene el mayor valor R (o función de coste) es seleccionado de manera preferible. Las posiciones alternativas (AP) para el contenedor seleccionado son por ello identificadas dentro del bloque, como se ha descrito en conexión con las figs. 3a-3c, y un nuevo valor  $R_{nuevo}$  es calculado para cada AP ya que los valores R fueron calculados en la operación 51. Una nueva posición para el contenedor seleccionado es seleccionada a partir de la AP basándose en: el valor R calculado para su CP, el nuevo valor  $R_{nuevo}$  calculado para su AP, y un coste de desplazamiento (TC) basado en el tiempo para mover el contenedor desde CP a cada AP. El TC es preferiblemente basado además en el tiempo para reubicar contenedores para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado a NP.

En otra realización, la selección de NP está basada en reducir, preferiblemente en minimizar, un coste C para el contenedor seleccionado:

$$C=R_{nuevo}(AP_n)-R(CP)+K_1*TC_n, \text{ donde } n=1 \text{ a } N \quad (1)$$

- 35 -  $R(CP)$  es el valor calculado en la posición actual,
- $R_{nuevo}(AP_n)$  es el nuevo valor calculado en la posición enésima alternativa,
- $K_1$  es una constante, preferiblemente menor que uno ( $K_1 < 1$ )
- $TC_n$  es el coste de desplazamiento calculado para mover dicho contenedor seleccionado desde la posición actual a la posición enésima alternativa, y
- 40 - N es el número de posiciones alternativas disponibles.

45 En una realización alternativa, el contenedor seleccionado es el contenedor que disminuirá la suma del valor R para todos los contenedores cuando el contenedor seleccionado ha sido movido a NP. En ese caso se necesita calcular un nuevo valor  $R_{nuevo}$  para cada posición alternativa para todos los contenedores en el bloque antes de que pueda ser seleccionado un contenedor. Los cálculos para hallar NP para cada contenedor en el bloque son realizados como se ha descrito anteriormente.

50 Cuando se ha determinado una nueva posición (NP) el proceso continúa a la operación 63 en la que se calculan los movimientos necesarios con el fin de ser capaz de mover el contenido seleccionado desde CP a NP. Estos movimientos pueden incluir la reubicación de contenedores que están apilados sobre la parte superior del contenedor seleccionado, etc. Con el fin de seleccionar una posición de reubicación adecuada (RP) para un contenedor que necesita ser reubicado, ha de calcularse un valor, función de coste,  $R_{reubicar}$  para cada posición de reubicación disponible (ARP), como se ha descrito anteriormente. El cálculo de  $R_{reubicar}$  está basado en los mismos parámetros que el cálculo de R para todos los

contenedores en la operación 51 y la selección de RP está descrita con más detalle a continuación.

Cuando los movimientos han sido calculados en la operación 63, la CCU crea una cola en la operación 64 para cada grúa 41a, 41b para realizar las tareas. Si hay tareas pendientes en la cola, éstas pueden ser tomadas en consideración cuando se crean las colas, como se ha descrito antes en conexión con las figs. 3a-3c. Es también posible reorganizar las tareas entre las colas de las grúas, para reducir más el tiempo necesario para realizar las tareas.

En la operación 65 las grúas realizan la siguiente tarea asignada a cada cola y el proceso continúa a la operación 66 en la que la base de datos que contiene la función de coste R es actualizada. Los movimientos calculados del contenedor afectarán al valor R calculado para algunos contenedores en el bloque. Estos valores son preferiblemente actualizados antes de que el proceso continúe a la operación 67. Sin embargo, es posible omitir la operación 66 en favor de incluir la operación 51 si debe ser seleccionado otro contenedor, que es decidido en la operación 67. Si otro contenedor debe ser seleccionado el proceso es realimentado a través de la flecha 69 a la operación 52 (a menos que se haya omitido la operación 66, a continuación el proceso es realimentado a la operación 51). Si no debe ser seleccionado otro contenedor el proceso termina en la operación 68.

#### Operaciones de inserción

Aparecerá una interrupción cuando una orden para iniciar una operación de inserción de un contenedor nuevo 45 al bloque 40 sea recibida desde el PLS. La orden enviada desde el PLS comprende:

- ID del contenedor
- posición de entrada (lado de mar/lado de tierra) IN.

Además, puede incluirse información relativa al "tiempo hasta la retirada" TUR y a la posición de salida deseada OUT en la orden para insertar el contenedor en el bloque. Estos parámetros del contenedor no son esenciales para realizar la operación de inserción, pero el conocimiento del TUR y de la OUT mejorará las futuras operaciones de nuevo apilamiento del bloque ya que el nuevo contenedor 45 puede ser posicionado en una posición más favorable durante la operación de inserción. El TUR es preferiblemente estimado utilizando el TUR almacenado para contenedores situados dentro del bloque 40 si el TUR para el contenedor que ha de ser insertado es desconocido para el sistema, y el valor estimado está almacenado en la memoria 44. La estimación es calculada como un valor promedio del TUR almacenado para contenedores dentro del bloque 40. Si no está previsto la OUT en la orden para insertar el contenedor, la OUT es preferiblemente seleccionada para ser una posición central del bloque 40. El PLS puede naturalmente actualizar TUR y OUT para un contenedor dado en cualquier instante antes de que haya sido retirado del bloque 40.

Una posición de inserción es seleccionada por la CCU basada en un valor  $R_{insec}$  calculado para cada posición de inserción disponible (AIP) en el bloque, y un coste de desplazamiento calculado (TC). El  $R_{insec}$  está basado en los mismos parámetros que el valor R, véase lo anterior, con la excepción de que el TFM es seleccionado para ser el tiempo para mover el contenedor desde cada AIP a la OUT. El TC está basado en el tiempo para mover el nuevo contenedor desde la posición de entrada externa (IN) a cada AIP.

La posición de inserción (IP) para nuevo contenedor puede ser seleccionada además basándose en un valor R calculado actualizado para cada contenedor afectado por la inserción del contenedor en cada AIP, y con el propósito de minimizar la suma de los valores R calculados actualizados y el valor de inserción  $R_{insec}$  para la IP seleccionada.

En una realización alternativa, la selección de la posición de inserción (IP) está basada en reducir (preferiblemente minimizar) un coste  $C_{insec}$  para el contenedor insertado:

$$C_{insec} = R_{insec}(AIP_r) + K_3 * TC_r, \text{ donde } r=1 \text{ a } R \quad (2)$$

en que

- $R_{insec}(AIP_r)$  es el valor de inserción calculado en la posición enésima de inserción disponible,
- $K_3$  es una constante, preferiblemente mayor que 1 ( $K_3 > 1$ )
- $TC_r$  es el coste de desplazamiento calculado para mover el contenedor adicional desde la posición actual a la posición de inserción enésima disponible, y
- R es el número de posiciones de inserción disponibles.

Esto puede ser ejemplificado con referencia a la fig. 4. Una orden para insertar el contenedor 45 desde una posición de entrada externa IN en el "lado de mar" es recibida desde el PLS a la CCU y la operación de nuevo apilamiento es interrumpida. Cada grúa tiene una cola de tareas a realizar, como se ha descrito en conexión con las figs. 3a-3c. El

sistema está configurado de manera preferible para priorizar la operación de inserción y las tareas en la grúa 41a, que opera en el "lado de mar", solamente serán realizadas hasta que la CCU ha seleccionado una IP. La cola asignada a la grúa 41b no es afectada por la operación de inserción, y el bloque puede ser considerado dividido en sub-secciones dinámicas 46a y 46b. Cada grúa presta servicio a una sub-sección del bloque 40, cuyas sub-secciones pueden solaparse.

- 5 La posición de inserción es seleccionada, como se ha descrito antes, y las tareas en la cola asignada a la grúa 41a son reorganizadas para incluir los movimientos requeridos para insertar el nuevo contenedor en la IP tan rápido como sea posible. Las tareas asignadas a la grúa 41b necesitan ser tomadas en consideración cuando se reorganicen las tareas en la cola para la grúa 41a para evitar un retraso innecesario y el riesgo de colisión entre las grúas.

El proceso iniciado por la orden para insertar un contenedor está descrito en conexión con la fig. 5 y comprende:

- 10 - seleccionar una posición de inserción (IP), operación 54,
- calcular el número de movimientos del contenedor requeridos para facilitar el movimiento del contenedor que ha de ser insertado desde la posición de entrada externa (IN) a una posición de inserción (IP) dentro de la sub-sección de dicho bloque, operación 55,
- introducir el número requerido de movimientos del contenedor en la cola para cada grúa, operación 56, y
- 15 - realizar los movimientos del contenedor como se ha organizado en la cola controlando al menos dicha grúa, operación 57.

Los movimientos requeridos para insertar el contenedor en el bloque son preferiblemente priorizados en la cola en la operación 56. Los movimientos del contenedor realizados en la operación 57 son preferiblemente llevados a cabo hasta que el contenedor ha sido insertado en el bloque 40 antes de que el proceso continúe a la operación 66 y el valor R es actualizado y almacenado en la memoria 44 para cada contenedor afectado dentro del bloque.

20

Operaciones de retirada

Aparecerá también una interrupción cuando se reciba una orden para iniciar una operación de retirada de un contenedor 47 dentro del bloque 40 procedente del PLS. La orden enviada desde el PLS comprende:

- ID del contenedor
- 25 - posición de salida (lado de mar/lado de tierra) OUT.

No es necesaria ninguna otra información para que la CCU sea capaz de calcular los movimientos necesarios para retirar del contenido seleccionado desde el bloque a la posición de salida correcta OUT. Debería resaltarse que la posición de salida deseada almacenada previamente puede diferir de la posición de salida contenida en la orden para retirar el contenedor. Si el contenedor seleccionado está posicionado por debajo de otro contenedor dentro del bloque, este contenedor necesita ser retirado a una posición de reubicación. Este procedimiento es similar al procedimiento requerido para mover el contenedor dentro del bloque durante las operaciones de nuevo apilamiento, como se ha descrito en conexión con las figs. 3a-3c. La selección de una posición de reubicación (RP) afectará a las futuras operaciones de nuevo apilamiento que comenzarán tan pronto como se haya completado la operación de interrupción. Una descripción más detallada de cómo seleccionar una RP adecuada puede ser encontrada a continuación.

30

- 35 El proceso iniciado por la orden para retirar un contenedor está descrito en conexión con la fig. 5 y comprende las operaciones después de la operación 53:

- determinar la posición actual (CP) del contenedor que ha de ser retirado del bloque, operación 58,
- calcular un número de movimientos de contenedor requeridos para facilitar el movimiento del contenedor que ha de ser retirado, incluyendo preferiblemente la reubicación de cualesquiera contenedores dispuestos por encima del contenedor que ha de ser retirado a una posición de reubicación respectiva (RP), y mover el contenedor que ha de ser retirado a la posición de salida externa seleccionada (OUT), operación 59,
- 40 - introducir el número requerido de movimientos del contenedor en la cola para una o ambas grúas (si fuera necesario), operación 60, y
- realizar los movimientos del contenedor como se ha dispuesto en la cola controlando cada grúa, operación
- 45 61.

Los movimientos requeridos para retirar el contenedor del bloque son preferiblemente priorizados en la cola en la operación 60, y la selección de RP para cada contenedor que necesita ser reubicado en la operación 59 está basada en un

valor de reubicación calculado ( $R_{reubicar}$ ) para la posición de reubicación disponible (ARP) como se ha descrito con más detalle anteriormente. Los movimientos del contenedor realizados en la operación 61 son preferiblemente llevados a cabo hasta que el contenedor ha sido retirado del bloque 40 antes de que el proceso continúe a la operación 66 y el valor R es actualizado y almacenado en la memoria 44 para cada contenedor afectado dentro del bloque.

- 5 En una realización alternativa la posición de reubicación (RP) está basada en reducir, preferiblemente minimizar, un coste  $C_{reubicar}$  para cada contenedor adicional:

$$C_{reubicar} = R_{reubicar}(ARP_m) - R(CP) + K_2 * TC_m, \text{ donde } m=1 \text{ a } M \quad (3)$$

en el que

- $R(CP)$  es el valor calculado en la posición actual
  - 10 -  $R_{reubicar}(ARP_m)$  es el valor de reubicación calculado en la posición emésima de reubicación disponible,
  - $K_2$  es una constante, preferiblemente mayor que 1 ( $K_2 > 1$ )
  - $TC_m$  es el coste de desplazamiento calculado para mover el contenedor adicional desde la posición corriente a la posición de reubicación emésima disponible, y
  - $M$  es el número de posiciones de reubicación disponibles.
- 15 El propósito de la optimización es reducir la suma de los valores R calculados (función de coste) para todos los contenedores presentes dentro de cada bloque, o de una sub-sección del bloque. El proceso descrito es puesto en práctica preferiblemente como un programa de ordenador configurado para realizar, cuando es ejecutado sobre un ordenador, una optimización de la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque, o sub-sección. Un medio legible por ordenador es codificado preferiblemente con el programa de ordenador.
- 20 El invento también se refiere a un sistema para optimizar la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque (o sub-sección de un bloque). El sistema está adaptado para controlar al menos una grúa 21; 41a, 41b configurada para mover dichos contenedores dentro de dicho bloque (o sub-sección) y está además provisto con una unidad de control de grúa CCU que está configurada para realizar el proceso de optimización.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método para optimizar la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque (20) en un puerto (11) provisto con un sistema logístico de puerto (PLS), en el que al menos una grúa (21) está configurada para mover dichos contenedores, caracterizado por proporcionar una unidad de control de grúa (CCU) para controlar al menos dicha grúa, a dicho bloque (20; 30) configurada para comunicar con el sistema logístico del puerto (PLS) en el que se realizan las siguientes operaciones:
- 5
- A identificar un contenedor seleccionado (i) que ha de ser movido desde una posición actual (CP) dentro de una sub-sección (30) de dicho bloque a una nueva posición (NP) dentro de la sub-sección (30),
  - 10 B calcular un número de movimientos de contenedor requeridos para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado en la operación A,
  - C organizar el número requerido de movimientos del contenedor en una cola para cada grúa (21), y
  - D realizar los movimientos del contenedor como están organizados en la cola controlando al menos dicha grúa (21).
- 2.- El método según la reivindicación 1, en el que dicho método comprende además:
- 15 E repetir las operaciones A - E para otro contenedor seleccionado dentro de la sub-sección.
- 3.- El método según la reivindicación 2, en el que la operación C comprende además reorganizar los movimientos del contenedor en la cola para reducir el tiempo requerido para realizar los movimientos del contenedor en la cola de cada grúa (21).
- 4.- El método según la reivindicación 3, en el que el propósito de la operación C es minimizar el tiempo requerido para realizar los movimientos del contenedor en la cola de cada grúa (21).
- 20
- 5.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 3-4, en el que la sub-sección es servida por dos grúas conectadas a la unidad de control de grúa (CCU), y la operación C comprende además la reorganización de los movimientos del contenedor entre las colas de las grúas.
- 6.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el método comprende seleccionar la sub-sección (30) para constituir el bloque completo.
- 25
- 7.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la identificación en la operación A es realizada por:
- a) determinación de la posición actual (CP) de cada contenedor dentro de una sub-sección de dicho bloque,
  - b) cálculo de un valor (R) para cada contenedor en dicha sub-sección basado en:
    - tiempo hasta la retirada (TUR) del contenedor desde el bloque, y
    - 30 - tiempo para mover (TFM) el contenedor desde la posición actual (CP) a una posición de salida externa seleccionada (OUT),
  - c) identificación de un número de posiciones alternativas (AP) dentro de la sub-sección para un contenedor seleccionado,
  - 35 d) calcular un nuevo valor ( $R_{nuevo}$ ) para el contenedor seleccionado basándose en los mismos parámetros que el valor calculado (R) en la operación b) para cada posición alternativa (AP), y
  - e) seleccionar una nueva posición (NP) para el contenedor del número de posiciones alternativas (AP), basándose en:
    - el valor calculado (R) para su posición actual (CP),
    - los nuevos valores calculados ( $R_{nuevo}$ ) para sus posiciones alternativas (AP), y
    - 40 - un costo de desplazamiento calculado (TC) basado en el tiempo para mover dicho contenedor desde la posición actual (CP) a cada posición alternativa (AP).
- 8.- El método según la reivindicación 7, en el que dicho método comprende además:
- f) actualización del valor calculado (R) para cada contenedor afectado por el movimiento del contenedor

seleccionado a la nueva posición (NP).

9.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que el coste de desplazamiento (TC) en la operación e) está además basado en el tiempo para reubicar contenedores para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado a la nueva posición (NP).

5 10.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que la selección de la nueva posición (NP) en la operación e) está además basado en reducir un coste C para el contenedor seleccionado:

$$C=R_{\text{nuevo}}(AP_n)-R(CP)+K_1*TC_n,$$

donde n=1 a N

- R(CP) es el valor calculado en la posición actual,

10 -  $R_{\text{nuevo}}(AP_n)$  es el nuevo valor calculado en la posición enésima alternativa,

-  $K_1$  es una constante, preferiblemente menor que uno ( $K_1 < 1$ )

-  $TC_n$  es el coste de desplazamiento calculado para mover dicho contenedor seleccionado desde la posición actual a la posición enésima alternativa, y

- N es el número de posiciones alternativas disponibles.

15 11.- El método según la reivindicación 10, en el que la selección en la operación e) está basada además en minimizar el coste C para el contenedor seleccionado.

12.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que la operación c) comprende además seleccionar un contenedor basado en el valor (R) calculado antes de identificar un número de posiciones alternativas en la operación c).

20 13.- El método según la reivindicación 12, en el que el contenedor con el mayor valor (R) es seleccionado en la operación c).

14.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-13, en el que dicho tiempo para mover (TFM) está además basado en el tiempo para reubicar (TFR) contenedores para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado en la operación b) y en la operación d).

25 15.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-14, en el que el método comprende además reubicar contenedores adicionales distintos del contenedor seleccionado para facilitar el movimiento a la nueva posición (NP), cada contenedor adicional es reubicado en una posición de reubicación (RP).

30 16.- El método según la reivindicación 15, en el que la selección de la posición de reubicación (RP) para cada contenedor adicional está basada en los mismos parámetros que la selección de la nueva posición en la operación e) para posiciones de reubicación disponibles (ARP) y un valor de reubicación calculado ( $R_{\text{reubicar}}$ ) para cada posición de reubicación disponible (ARP) basado en los mismos parámetros que el valor (R) calculado en la operación b) para cada posición de reubicación disponible (ARP).

35 17.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-16, en el que el tiempo hasta la retirada (TUR) para cada contenedor es dado a la unidad de control de grúa (CCU) cuando cada contenedor entra en el bloque, o el tiempo hasta la retirada (TUR) es estimado utilizando el tiempo hasta la retirada (TUR) almacenado para los contenedores dentro del bloque si el tiempo hasta la retirada para un contenedor que ha de ser insertado es desconocido cuando el contenedor entra en el bloque.

18.- El método según la reivindicación 17, en el que dicha estimación del tiempo hasta la retirada (TUR) es un valor medio del tiempo hasta la retirada almacenado para los contenedores dentro del bloque accesible a la unidad de control de grúa (CCU).

40 19.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 7-18, en el que la operación a) comprende recuperar la posición actual (CP) de cada contenedor a partir de una memoria (DB) accesible a dicha unidad de control de grúa (CCU), dicha memoria (DB) comprende además el último valor (R) calculado para cada contenedor en la posición actual (CP).

45 20.- El método según la reivindicación 19, en el que el método comprende además confirmar y actualizar la posición actual (CP) de cada contenedor en la memoria (DB) cada vez que un contenedor es movido recuperando la identidad del contenedor.

21.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-20, en el que la optimización es interrumpida cuando se recibe

una orden para retirar un contenedor del bloque a una posición de salida externa seleccionada (OUT) desde un centro de mando exterior (PLS), y las siguientes operaciones son realizadas por la unidad de control de grúa (CCU) antes de que el proceso vuelva a iniciarse en la operación A):

F determinar la posición actual (CP) del contenedor que ha de ser retirado del bloque,

5 G calcular un número de movimientos del contenedor requeridos para facilitar el movimiento del contenedor seleccionado en la operación F,

H introducir el número requerido de movimientos del contenedor en la cola para cada grúa, e

I realizar los movimientos del contenedor como están organizados en la cola controlando al menos dicha grúa.

10 22.- El método según la reivindicación 21, en el que los movimientos requeridos para retirar el contenedor desde el bloque son priorizados en la cola.

23.- El método según la reivindicación 21 ó 22, en el que el cálculo en la operación g está basado en:

g) reubicar cualesquiera contenedores dispuestos por encima del contenedor que ha de ser retirado a una posición de reubicación respectiva (RP), y

h) mover el contenedor que ha de ser retirado a la posición de salida externa seleccionada (OUT).

15 24.- El método según la reivindicación 23, en el que la selección de la posición de reubicación (RP) para cada contenedor adicional en la operación h) está basado en los mismos parámetros que la selección de la nueva posición en la operación e) para todas las posiciones de reubicación disponibles (ARP) y un valor de reubicación calculado ( $R_{reubicar}$ ) para cada posición de reubicación disponible (ARP) basado en los mismos parámetros que el valor (R) calculado en la operación b) para cada posición de reubicación disponible (ARP).

20 25.- El método según la reivindicación 24, en el que la selección de la posición de reubicación (RP) en la operación h) está basado además en reducir un coste C para cada contenedor adicional:

$$C=R_{reubicar}(ARP_m)- R(CP)+K_2*TC_m,$$

donde  $m=1$  a  $M$

-  $R(CP)$  es el valor calculado en la posición actual

25 -  $R_{reubicar}(ARP_m)$  es el valor de reubicación calculado en la posición emésima de reubicación disponible,

-  $K_2$  es una constante, preferiblemente mayor que 1 ( $K_2 > 1$ )

-  $TC_m$  es el coste de desplazamiento calculado para mover el contenedor adicional desde la posición actual a la posición de reubicación emésima disponible, y

-  $M$  es el número de posiciones de reubicación disponibles.

30 26.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-25, en el que la optimización es interrumpida cuando se recibe una orden para insertar un contenedor en el bloque procedente de una posición de entrada externa (IN) desde un centro de mando externo (PLS), y se realizan las siguientes operaciones antes de que el proceso vuelva a iniciarse en la operación A):

35 J calcular el número de movimientos del contenedor requeridos que facilitan el movimiento del contenedor que ha de ser insertado desde la posición de entrada externa (IN) a una posición de inserción (IP) dentro de la subsección de dicho bloque, y

K introducir el número requerido de movimientos del contenedor en la cola para cada grúa, y

L realizar los movimientos del contenedor como está organizado en la cola controlando al menos dicha grúa.

40 27.- El método según la reivindicación 26, en el que los movimientos requeridos para insertar el contenedor desde el bloque son priorizados en la cola.

28.- El método según la reivindicación 26 ó 27, en el que la posición de inserción (IP) para el contenedor en la operación J es seleccionada basándose en:

- posiciones de inserción disponibles (AIP),
- un valor ( $R_{\text{insert}}$ ) para cada posición de inserción disponible (AIP) basado en los mismos parámetros que el valor (R) calculado en la operación b) para cada posición de inserción disponible (AIP), y
- un coste de desplazamiento calculado (TC) basado en el tiempo para mover dicho contenedor desde la posición de entrada externa (IN) a cada posición de inserción disponible (AIP).

5

29.- El método según la reivindicación 28, en el que la posición de inserción (IP) para el contenedor en la operación J es además seleccionada basándose en:

- el valor (R) calculado actualizado para cada contenedor afectado por la inserción del contenedor en cada posición de inserción disponible (AIP), y
- el propósito de minimizar la suma de los valores (R) calculados actualizados y el valor de inserción ( $R_{\text{insert}}$ ) para la posición de inserción seleccionada (IP).

10

30.- El método según la reivindicación 29, en el que la selección de la posición de inserción (IP) en la operación J) está basada además en reducir un coste  $C_{\text{insert}}$  para el contenedor insertado:

$$C_{\text{insert}} = R_{\text{insert}}(AIP_r) + K_3 * TC_r$$

15

donde  $r=1$  a  $R$

- $R_{\text{insert}}(AIP_r)$  es el valor de inserción calculado en la posición  $r$ -ésima de inserción disponible,
- $K_3$  es una constante, preferiblemente mayor que 1 ( $K_3 > 1$ )
- $TC_r$  es el coste de desplazamiento calculado para mover el contenedor adicional desde la posición actual a la posición de inserción  $r$ -ésima disponible, y
- $R$  es el número de posiciones de inserción disponibles.

20

31.- El método según cualquiera de las reivindicaciones 1- 30, en el que el propósito de la optimización es reducir la suma de los valores (R) calculados para todos los contenedores presentes dentro de la sub-sección.

32.- Un programa de ordenador configurado para realizar, cuando es ejecutado en un ordenador comprendido en una unidad de control de grúa (CCU), una optimización de la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque, o sub-sección de un bloque, según cualquiera de las reivindicaciones 1-31.

25

33.- Un medio legible por ordenador codificado con el programa de ordenador según la reivindicación 32.

34.- Un sistema para optimizar la posición de una pluralidad de contenedores en un bloque en un puerto (11) provisto con un sistema logístico del puerto (PLS), estando adaptado dicho sistema para controlar al menos una grúa (21; 41a, 41b) configurado para mover dichos contenedores dentro de dicho bloque, caracterizado porque dicho sistema comprende una unidad de control de grúa (CCU) para controlar al menos dicha grúa, configurado para comunicar con el sistema logístico del puerto (PLS), que está configurado para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-31.

30

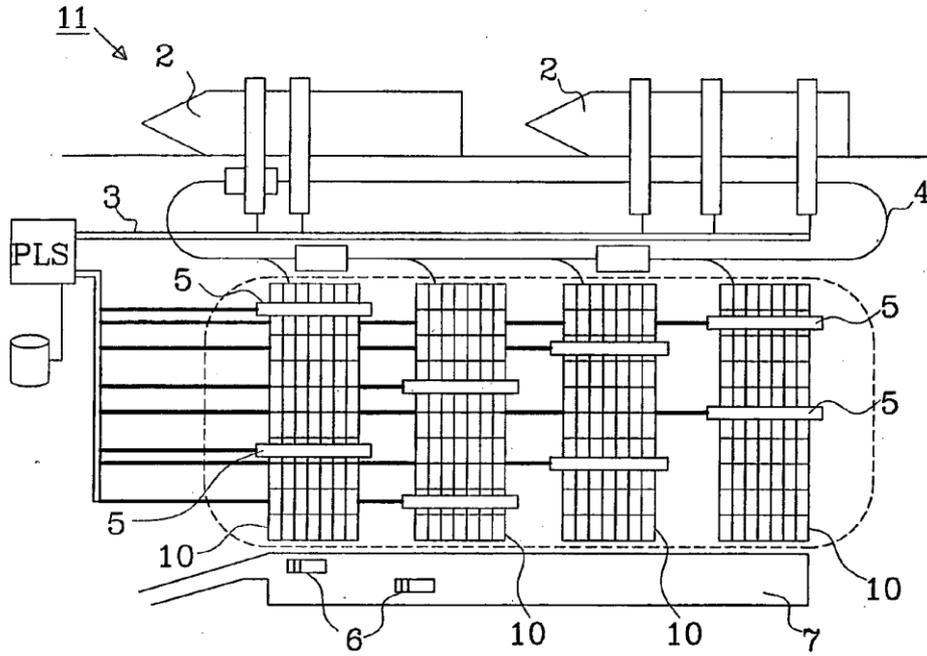


Fig. 1

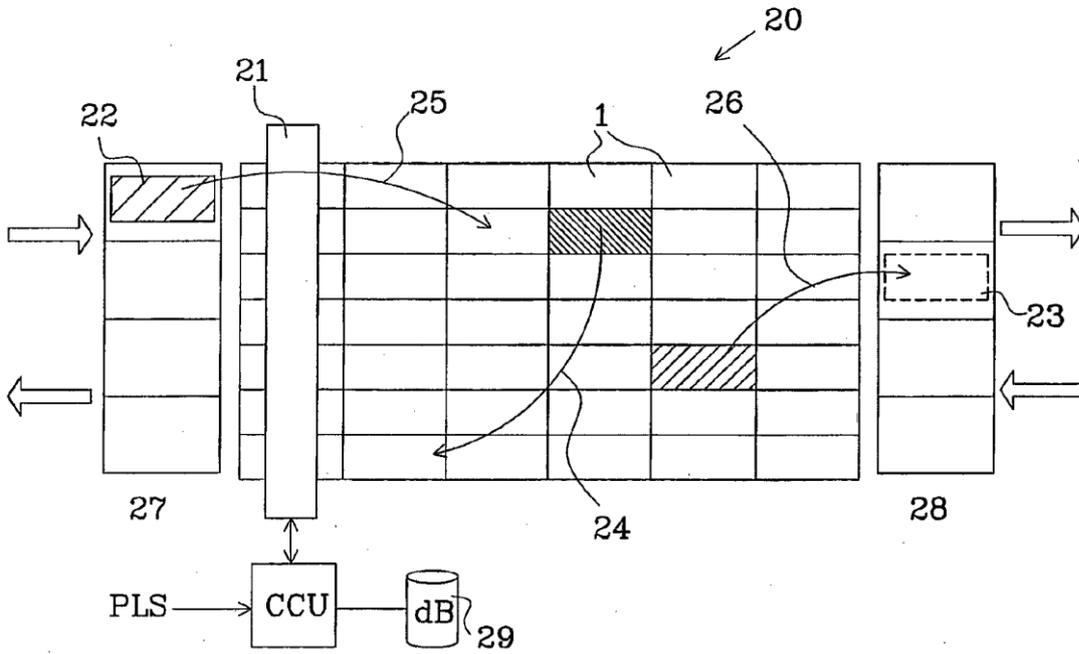


Fig. 2

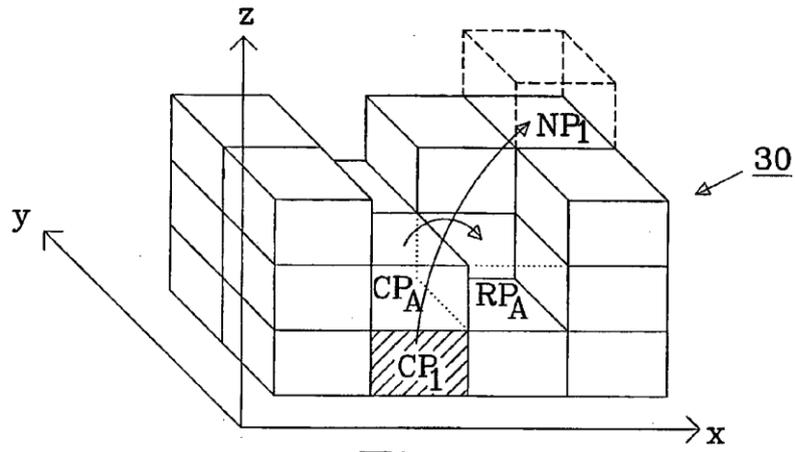


Fig. 3a

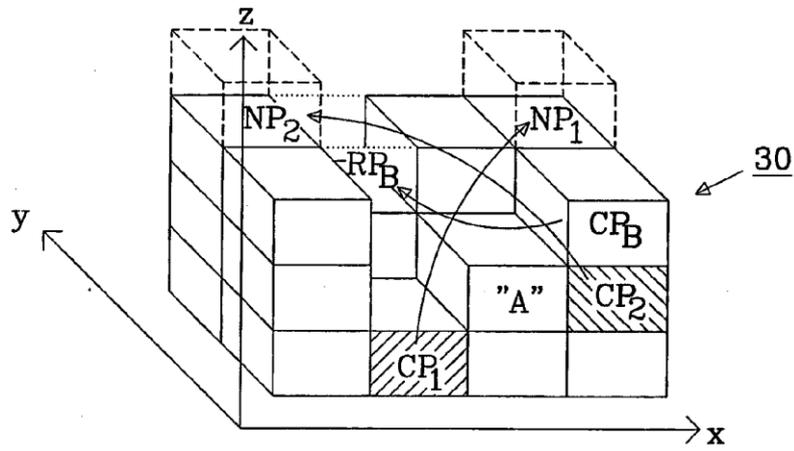


Fig. 3b

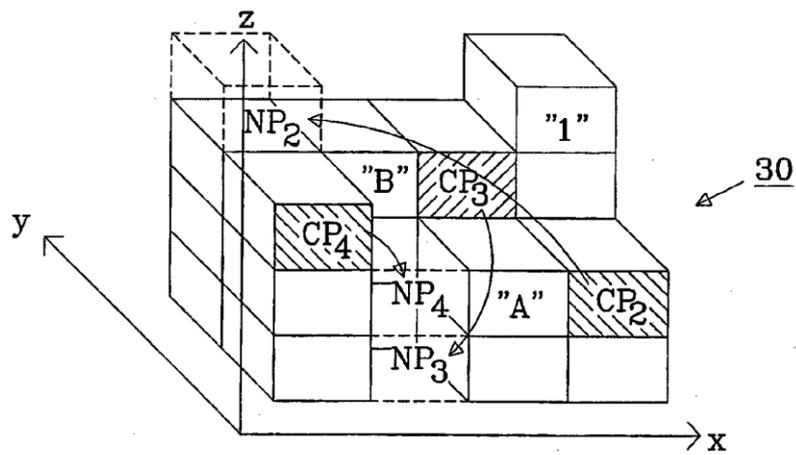


Fig. 3c

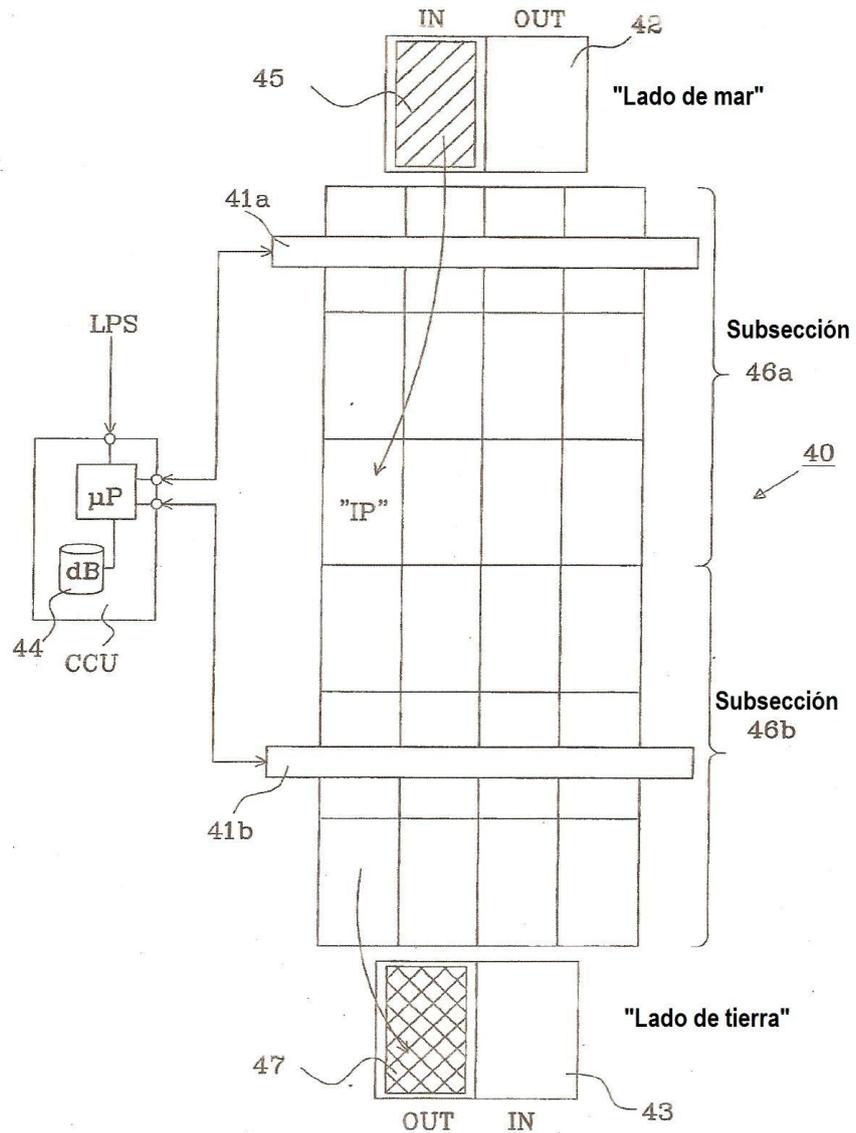


Fig. 4

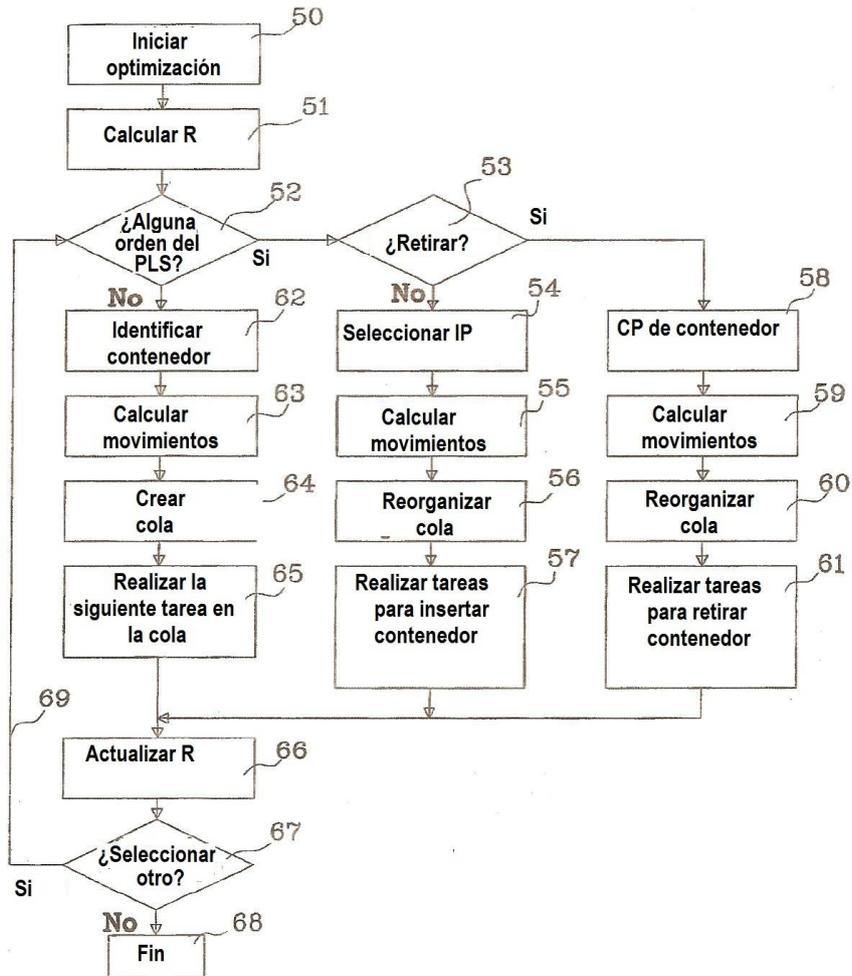


Fig. 5