

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 434**

51 Int. Cl.:

B65F 5/00 (2006.01)

B65G 53/04 (2006.01)

G06F 17/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2003 E 03723559 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 1620331**

54 Título: **Algoritmo de salto próximo automatizado para un sistema multirramal de recogida de residuos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2016

73 Titular/es:

**ENVAC AB (100.0%)
117 84 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**RYLENIUS, JAN y
BRANDEFELT, NIKLAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 567 434 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

Algoritmo de salto próximo automatizado para un sistema multirramal de recogida de residuos

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere generalmente a la gestión de residuos y al desecho de basuras, y más particularmente a un método de operación de un sistema de recogida de residuos mediante vacío, a un sistema de recogida de residuos mediante vacío propiamente dicho, a un sistema de control para controlar el vaciado de los residuos en tal sistema así como a un producto de programa de ordenador para controlar la operación de un sistema de recogida de residuos.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas de recogida de residuos que operan a una presión subatmosférica o de vacío para el transporte de los residuos por medio de la succión de aire han estado en uso durante muchos años y son bien conocidos para presentar una solución eficiente, limpia y conveniente al problema de los desechos de basura. Tales sistemas de transporte por succión de los residuos, a partir de ahora simplemente denominados como sistemas de recogida de residuos mediante vacío, han funcionado notablemente bien en zonas de edificios residenciales o de oficinas de un tamaño pequeño y medio. No obstante, a medida que los sistemas de recogida de residuos mediante vacío han sido puestos en servicio en zonas de edificios residenciales y de oficinas mayores y más densas y/o en zonas con edificios de varios pisos de tipo de gran altura, las demandas sobre los sistemas han aumentado sensiblemente.

En particular, cuando las canaletas de residuos están situadas en edificios de gran altura, las cantidades de residuos insertados en las canaletas en un corto período de tiempo pueden ser muy grandes, y las cantidades de residuos que se juntan en las canaletas de residuos pueden entonces llegar a ser muy grandes entre los vaciados de las canaletas de residuos.

Una solución normal para reducir los problemas asociados con una alta afluencia de residuos en las canaletas de residuos es aumentar la capacidad de almacenamiento temporal de al menos las canaletas de residuos específicas usadas frecuentemente. Por ejemplo, nuestra solicitud internacional WO 98/47788 describe una válvula para la limitación de los residuos dispuesta encima de la válvula de descarga en la canaleta de residuos para permitir el almacenamiento de los residuos dentro de la canaleta de residuos por encima de la válvula de limitación. Esta disposición ha resultado ser muy eficiente en muchas aplicaciones. No obstante, como la canaleta de residuos propiamente dicha se usa como un volumen de almacenamiento para los residuos hay un riesgo, especialmente en edificios de gran altura, de que la canaleta por encima de la válvula de limitación se llene con residuos hasta la primera compuerta de acceso antes del próximo vaciado.

También se han hecho diferentes intentos para proporcionar unos volúmenes de almacenamiento denominados volúmenes de almacenamiento aumentados en al menos algunas de las canaletas de residuos, por ejemplo como se describe en nuestra solicitud de patente sueca 9900401-2. El volumen de almacenamiento aumentado, normalmente en la forma de un contenedor con una sección transversal sustancialmente mayor que la de la canaleta de residuos, está dispuesto en una posición por encima de la válvula de descarga, y permite el almacenamiento temporal de unas cantidades relativamente altas de residuos.

Otra solución normal implica vaciar las canaletas de residuos y recoger los residuos de ellas más frecuentemente, acortando de este modo el ciclo de vaciado. No obstante, el control de la operación de los sistemas de recogida de residuos actuales hoy día está lejos de estar optimizado a este respecto.

Se han hecho intentos para reducir los tiempos de vaciado y de recogida aumentando el vacío en las tuberías de transporte del sistema, pero desafortunadamente tal aumento del vacío aumentará el peligro de compactar demasiado los residuos, dando como resultado un flujo de tapón que puede causar el bloqueo en las tuberías del sistema. Tal bloqueo puede incluso interrumpir la corriente en toda una tubería de ramales o tubería de transporte. Otro problema relacionado con el empleo de unos mayores niveles de vacío es el ruido generado por el flujo de aire a través de las canaletas de residuos en conexión con el vaciado. Además, unos altos niveles de vacío pueden forzar las compuertas de acceso a que se cierren rápidamente y causen una obstrucción o incluso lesionen a una persona que esté cerca para descargar una bolsa de residuos.

Más recientemente se ha introducido el denominado vaciado controlado por el nivel con el fin de optimizar el rendimiento de los sistemas de recogida de residuos mediante vacío. En los sistemas de recogida de residuos mediante vacío controlados por el nivel cada canaleta de residuos está provista de un sensor de nivel discreto para indicar la existencia de residuos que se están apilando hasta un nivel predeterminado en la canaleta de residuos. Cuando los residuos alcanzan el nivel predeterminado, el sensor del nivel envía una señal de indicación del nivel al sistema de control. En el vaciado controlado por el nivel el sistema de control da una mayor prioridad a las canaletas de residuos con indicaciones de nivel, y vacía tales canaletas de residuos sobre la base de "primero en llegar, primero servido". De este modo, el sistema de control puede cambiar el orden de vaciado estructurado predefinido normalmente usado por el sistema y dirigir la recogida de residuos a las canaletas de residuos con indicaciones del nivel.

5 El vaciado convencional controlado por el nivel ha resultado ser efectivo en ciertas condiciones de carga en sistemas más pequeños, lo que lleva a un rendimiento mejorado del sistema. No obstante, en sistemas mayores y más complejos el vaciado controlado por el nivel tiende a tener un efecto opuesto, que lleva a brincos frecuentes entre los diferentes ramales del sistema, y de este modo al uso no eficiente de los recursos de recogida de residuos disponibles.

10 El vaciado convencional controlado por el nivel además no es flexible por cuanto a que una vez que los sensores de nivel han sido dispuestos en las canaletas de residuos, es difícil adaptar de forma flexible los niveles predefinidos para cambiar los márgenes de tiempo del sistema de recogida de residuos mediante vacío y optimizar la operación del sistema. El nivel predefinido usado en el vaciado convencional controlado por el nivel puede ser demasiado elevado para impedir la sobrecarga de las canaletas de residuos en una carga alta en el sistema, en tanto que en una carga baja en el sistema el nivel predefinido puede ser demasiado bajo para la utilización óptima de los recursos. Otra desventaja es que el principio de "primero en llegar, primero servido" no tiene en cuenta las consecuencias del orden en el que se vacían las canaletas de residuos. Por ejemplo, existe siempre el riesgo de sobrecarga de una canaleta de residuos en una zona crítica, que no sea la primera en la cola de vaciado.

20 Una forma de mejorar la utilización de los recursos disponibles en un sistema de recogida de residuos mediante vacío y de evitar muchas de las desventajas del vaciado convencional controlado por el nivel está descrita en nuestra solicitud internacional WO 01/05683. La idea aquí es dividir las válvulas de descarga, y por lo tanto las correspondientes canaletas de residuos, en grupos y realizar el vaciado de residuos controlado abriendo las válvulas de descarga e iniciar la recogida de residuos controlada en una base de grupos. Más particularmente, el sistema de control selecciona un grupo cada vez para la apertura de las válvulas de descarga dentro del grupo seleccionado. Esta solución ha resultado ser particularmente eficiente para sistemas mayores, especialmente en combinación con el vaciado controlado por el nivel. Realizando el vaciado controlado por el nivel de grupos en lugar de realizar el vaciado controlado por el nivel para válvulas de descarga individuales se evitan muchas de las desventajas del control por nivel convencional, en tanto que también se obtienen sus ventajas.

30 Una posterior mejora en los últimos años implica el uso de técnicas de predicción adaptativas para el control mejorado de un sistema de recogida de residuos mediante vacío, como está descrito en nuestra solicitud internacional WO 01/05684 que corresponde a los preámbulos de las reivindicaciones 1, 10 y 21. La idea aquí es predecir adaptativamente los valores futuros de uno o más parámetros operativos basados en varias medidas consecutivas del nivel de residuos en el sistema, y controlar en consecuencia la operación del sistema. Usando técnicas de predicción adaptativas en lugar de reglas generales simples y estáticas, la fiabilidad y eficiencia del sistema de recogida de residuos general pueden ser mejoradas sustancialmente.

40 El control basado en la predicción ha resultado ser particularmente útil para sistemas mayores y más complejos, especialmente cuando las válvulas de descarga están divididas en grupos y son vaciadas en una base de grupos. En la operación por grupos, los grupos son normalmente seleccionados para vaciar uno cada vez, y el procedimiento de selección está típicamente basado en valores predichos de los parámetros operativos en el sistema de recogida de residuos. Preferiblemente, el procedimiento de selección de los grupos hace uso de las denominadas condiciones de vaciado, y se determina, para cada grupo, si la condición de vaciado para el grupo es válida o no está basada en un subconjunto apropiado de los valores predichos. Los grupos con condiciones de vaciado válidas son por lo tanto seleccionables para el vaciado de residuos. Cada grupo está preferiblemente asociado con un valor de prioridad, y el grupo con el valor de prioridad mayor entre los grupos con condiciones de vaciado válidas es seleccionado para el vaciado de residuos. Hay diferentes formas de fijar los valores de prioridad, por ejemplo considerando los valores predichos y las consecuencias de sobrecargar las canaletas de residuos.

50 Aunque la anterior solución de control basado en la predicción ciertamente tiene la posibilidad de ofrecer una fiabilidad y eficiencia mejoradas, se ha considerado que hay todavía un potencial para posteriores mejoras dentro del marco general del control basado en la predicción.

COMPENDIO DE LA INVENCION

55 Es un objeto general de la presente invención proporcionar un sistema de recogida de residuos mediante vacío eficiente y fiable así como un método mejorado de operación de tal sistema.

Es otro objeto de la invención proporcionar un sistema de control mejorado para controlar el vaciado de residuos de las canaletas de residuos en un sistema de recogida de residuos mediante vacío.

60 Otro objeto más de la invención es proporcionar un programa de ordenador para controlar la operación de un sistema de recogida de residuos cuando dicho programa de ordenador está funcionando en un ordenador conectado operativamente al sistema.

65 Es un objeto particular minimizar el número de canaletas de residuos sobrecargadas en todo el sistema de recogida de residuos.

Éstos y otros objetos son conseguidos por la invención definida por las reivindicaciones de la patente que se acompañan.

5 La invención generalmente se refiere a un sistema de recogida de residuos que tiene un sistema multiramal de tuberías de transporte con varias canaletas de residuos conectadas al mismo. Se ha comprobado que el rendimiento óptimo o cercano al óptimo puede ser obtenido realizando el vaciado controlado de residuos ramal a ramal, y analizando las consecuencias futuras de una acción/decisión de control dada sobre una base más amplia del sistema más bien que estando limitada a analizar el efecto sobre los ramales individuales.

10 Una idea básica es realizar la selección automatizada de un salto, también normalmente denominado un brinco, a un ramal próximo de acuerdo con el próximo procedimiento de selección del salto próximo elegante y eficiente. Para cada uno de los varios candidatos posibles del salto próximo, se predicen las representaciones de los futuros niveles de carga de residuos en una pluralidad de ramales dentro del sistema, y se determina un valor consecuencia del sistema basado en esas representaciones del nivel de carga predichas. Las predicciones se extienden al menos un salto hacia adelante en el tiempo. Una vez que se han determinado los valores consecuencia del sistema para los
15 candidatos del salto próximo, se selecciona un salto o brinco a un ramal próximo entre aquellos candidatos que tienen los valores consecuencia del sistema más favorables.

20 Preferiblemente, el valor consecuencia del sistema para un candidato del salto próximo se determina considerando los niveles de carga en una mayoría de los ramales en todo el sistema de recogida de residuos. De este modo el sistema de control puede tomar decisiones de control vitales basadas en una información amplia del sistema en tanto que se sigue realizando el vaciado de residuos controlado ramal a ramal. El procedimiento de selección propuesto del salto próximo generalmente tiene como resultado un número minimizado de canaletas de residuos sobrecargadas, lo que reducirá tanto las perturbaciones operativas así como las perturbaciones para las personas que lo usen o que de otro modo lleguen estar en contacto con las canaletas de residuos.

25 Naturalmente, es a menudo deseable seleccionar el candidato del salto próximo que tenga el valor consecuencia del sistema más favorable. No obstante, puede haber un grupo completo de candidatos del salto próximo que todos tengan unos valores consecuencia del sistema favorables comparados con otros candidatos del salto próximo peores, y se puede mantener un rendimiento excelente simplemente seleccionando un candidato procedente de este grupo de alto rendimiento. Puede ser también el caso en el que dos o más candidatos del salto próximo tengan esencialmente el mismo valor consecuencia. Dependiendo de cómo se define el valor consecuencia, el valor más favorable puede ser un valor bajo o alternativamente un valor alto.

35 Las representaciones predichas de niveles de carga futuros de residuos pueden ser ponderadas por medio de los respectivos coeficientes de prioridad con el fin de tener en cuenta la importancia relativa del vaciado (o más bien de impedir la sobrecarga) de las diferentes canaletas de residuos.

40 El procedimiento de selección del salto próximo propuesto puede ser integrado con y puesto en práctica como un procedimiento de apoyo en relación con un plan de vaciado estructurado con un orden determinado de selección del ramal. Esto típicamente significa que el orden predeterminado de selección del ramal puede ser interrumpido si el valor consecuencia del sistema para un salto al ramal, a su vez de acuerdo con el plan de vaciado estructurado, es menos favorable que el valor consecuencia del sistema para otro candidato del salto próximo, lo que permite la selección de un ramal mejor desde un punto de vista del sistema.

45 Otro aspecto de la invención se refiere a una solución orientada al ramal, en la que se determina un valor consecuencia del ramal para cada candidato del salto próximo y el *algoritmo del salto próximo* selecciona el salto a un ramal próximo entre los candidatos que tienen los valores consecuencia del ramal más altos. Esta solución ha resultado ser bastante competitiva para los sistemas más pequeños.

50 La invención ofrece las siguientes ventajas:

- Un rendimiento casi óptimo;
- Una alta fiabilidad;
- 55 - Un análisis consecuencia de todo el sistema; y
- Un número minimizado de canaletas de residuos sobrecargadas.

Otras ventajas ofrecidas por la presente invención serán apreciadas tras la lectura de la siguiente descripción de las realizaciones de la invención.

60 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención, junto con los objetos y sus ventajas adicionales, será mejor comprendida haciendo referencia a la descripción que sigue tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

65 La Figura 1 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un sistema de recogida de residuos mediante vacío;

La Figura 2 es un diagrama de flujos esquemático de un procedimiento de selección del salto próximo de acuerdo con una realización preferida de la invención;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de las partes pertinentes de un sistema multiramal de recogida de residuos, que ilustra los tres ramales que se consideran;

La Figura 4 es un dibujo esquemático de un sistema de control puesto en práctica en un ordenador de acuerdo con una realización preferida de la invención;

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema multiramal de recogida de residuos, que sirve como una base para un primer ejemplo numérico; y

La Figura 6 es un diagrama esquemático de otro sistema multiramal de recogida de residuos a modo de ejemplo simplificado, que sirve como una base para un segundo ejemplo numérico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

A lo largo de los dibujos, los mismos caracteres de referencia se usarán para los elementos correspondientes o similares.

Con el fin de evitar interpretaciones erróneas se debería entender que el término "residuos" no solamente incluye lo que tradicionalmente se denomina como "residuos domésticos" o "basuras domésticas" sino que también incluye todo tipo de restos dentro del campo de la eliminación de desechos tales como, pero no limitadas a papel, trapos, lavandería, envases y desechos orgánicos.

Para una mejor comprensión de la invención, a continuación se hará con referencia a la Figura 1 una visión general ilustrativa de un sistema de recogida de residuos mediante vacío.

Visión de conjunto del sistema

La Figura 1 es un dibujo esquemático que ilustra un ejemplo de un sistema de recogida de residuos mediante vacío. Como ejemplo, se supone que el sistema 1 de recogida de residuos mediante vacío está instalado en una zona residencial y/o de negocios que tiene varios edificios. En cada edificio 2 está instalada una canaleta 3 de residuos, o su equivalente. En este ejemplo particular las canaletas de residuos son unas canaletas verticales que se extienden verticalmente a través de los edificios, y cada canaleta normalmente tiene varias aberturas de inserción con sus correspondientes compuertas de acceso (no mostradas). Cada canaleta de residuos está equipada con una válvula 4 de descarga que se puede abrir y cerrar, preferiblemente colocada en el sótano del edificio. Cuando la válvula 4 de descarga está abierta se establece una comunicación entre la canaleta 3 de residuos y una tubería 5 de transporte bajo tierra para descargar los residuos reunidos sobre la válvula en la tubería de transporte. Cuando la válvula 4 de descarga está cerrada bloquea el extremo inferior de la canaleta de residuos para proporcionar un cierre estanco entre la canaleta y la tubería 5 de transporte.

El sistema de recogida de residuos mediante vacío incluye normalmente varias tuberías 5 de transporte que forman un sistema de tuberías de transporte bajo tierra en el que los residuos son transportados a una estación 6 de recogida de residuos por medio de una succión de aire. El sistema de tuberías de transporte está ilustrado como teniendo una tubería principal a la que está conectada una pluralidad de ramales. Se debería por lo tanto comprender que la invención no está limitada al ejemplo particular de la Figura 1, y que también son factibles otras configuraciones del sistema de tuberías de transporte.

Cada ramal en el sistema tiene una válvula 8 de entrada de aire en el extremo del ramal. Cuando se abre la válvula principal 7 en la estación de recogida de residuos el sistema de tuberías de transporte o unas partes apropiadas del mismo son expuestos a una presión subatmosférica o presión de vacío, y cuando se abre la válvula 8 de entrada de aire de un determinado ramal, el aire necesario para transportar los residuos reunidos en la tubería 5 de transporte del ramal entra en el sistema y transporta los residuos a la estación central 6. Se pueden usar unas válvulas de seccionamiento (no mostradas) para cerrar de forma estanca las diferentes secciones del sistema de tuberías de transporte unas de otras para asegurar una presión suficiente en las secciones individuales para un transporte por succión efectivo.

Además, el sistema de recogida de residuos mediante vacío comprende un sistema de control 10 para el vaciado de residuos controlado en el sistema. Más particularmente, el sistema de control controla el vaciado de residuos de las canaletas de residuos al sistema de tuberías de transporte y el transporte de residuos mediante succión de los diferentes ramales del sistema de tuberías de transporte a la estación central de recogida controlando las válvulas de descarga, las válvulas de entrada de aire, las válvulas de seccionamiento y la válvula principal del sistema de acuerdo con la tecnología de control aceptada.

La invención no está influida por el diseño específico de las válvulas de descarga, las válvulas de entrada de aire, las válvulas de seccionamiento y las válvulas principales, todas las cuales son bien conocidas en la técnica y pueden ser de cualquier tipo convencional usado en los sistemas de recogida de residuos mediante vacío. De la misma manera, la estación central de recogida de residuos puede ser cualquier estación convencional conocida en la técnica. No obstante, típicamente, una vez que los residuos han sido transportados a la estación central, los residuos son compactados en la estación central y son almacenados en contenedores.

Solución básica a modo de ejemplo

La idea es realizar unas medidas frecuentes del nivel de aumento de los residuos en varias canaletas de residuos en los diversos ramales del sistema de recogida de residuos o de otro modo estimar de forma intermitente una representación apropiada del nivel de carga de la canaleta de residuos, por ejemplo usando unos sensores de nivel descritos en nuestra solicitud internacional WO 01/05684 o usando cualesquiera otros medios apropiados. La información de las señales generadas por los sensores de nivel es transferida directamente o por medio de una unidad de control distribuida al sistema de control, y el sistema de control normalmente responde a la información de las señales procedentes de los sensores de nivel dispuestos en todo el sistema de recogida de residuos para realizar un vaciado de residuos controlado.

Se ha comprobado que el rendimiento óptimo o cercano al óptimo puede ser obtenido mediante la realización de un vaciado controlado de residuos ramal a ramal, y analizando las consecuencias futuras de una acción/decisión de control dada en un sistema mayor más bien que estando limitado al análisis del efecto sobre los ramales individuales. La invención está generalmente basada en la selección automatizada de un salto o brinco a un ramal próximo de acuerdo con un procedimiento de selección eficiente de un salto o brinco a un ramal próximo, con referencia al diagrama de flujos esquemático de la Figura 2.

Para cada uno de los varios candidatos posibles del salto próximo, se predicen (S1) representaciones de los niveles de carga futuros de la canaleta de residuos en una pluralidad de ramales dentro del sistema, y se determina un valor consecuencia del sistema basado en estas representaciones (S2) del nivel de carga predicho. Las predicciones se extienden al menos un salto adelante en el tiempo. Una vez que han sido determinados (Y en S3) los valores consecuencia del sistema para todos los candidatos del salto próximo, se evalúan (S4) los valores consecuencia del sistema y se selecciona un salto al ramal próximo entre los candidatos que tienen los valores consecuencia del sistema más favorables (S5).

El nivel de carga futuro de la canaleta puede ser predicho mediante el uso de cualquier técnica de predicción conocida, incluyendo las técnicas basadas en el gradiente discutidas en la solicitud internacional WO 01/05684 antes mencionada.

Ha resultado ser muy beneficioso considerar los niveles de carga de residuos predichos en una mayoría de los ramales en todo el sistema de recogida de residuos cuando se determina el valor consecuencia del sistema para un candidato del salto próximo. De esta manera el sistema de control puede tomar decisiones de control vitales basadas en información sobre todo el sistema o casi todo el sistema, en tanto que se sigue realizando el vaciado controlado de residuos ramal a ramal.

Se selecciona normalmente el candidato del salto próximo que tiene el valor consecuencia del sistema más favorable. No obstante, puede ser un grupo completo de candidatos del salto próximo en donde todos tienen unos valores consecuencia del sistema favorables comparados con otros candidatos del salto próximo, y se puede mantener un rendimiento excelente simplemente seleccionando uno de estos candidatos de alto rendimiento. También puede ser el caso en el que dos o más candidatos del salto próximo tengan esencialmente el mismo valor consecuencia.

Las representaciones predichas de los futuros niveles de carga de unas canaletas de residuos pueden ser ponderadas por medio de unos respectivos coeficientes de prioridad con el fin de tener en cuenta la importancia relativa del vaciado (o más bien evitar la sobrecarga) de las diferentes canaletas de residuos, como se ejemplificará más adelante.

Realización a modo de ejemplo de un algoritmo del salto próximo

Se resume en las siguientes fórmulas matemáticas un *algoritmo del salto próximo*, también denominado un *algoritmo del brinco próximo*, de acuerdo con una primera realización a modo de ejemplo de la invención:

Para cada candidato j del salto próximo, se determina un valor consecuencia del sistema B_{system} de acuerdo con el siguiente algoritmo:

$$B_l = \sum_k (R_{lk} + J)^P \cdot K_{lk} \quad \text{para } l \in S$$

$$B_{system} = \sum_{l \in S} B_l$$

donde B_l es un valor consecuencia del ramal l , R_{lk} es el nivel de carga predicho para la canaleta de residuos k en el ramal l , J es una variable opcional referente al ramal que puede ser fijada en cero, P es un factor de potencia para controlar el efecto del nivel de carga predicho sobre el valor consecuencia del ramal, K_{lk} es un coeficiente de prioridad para la canaleta de residuos k en el ramal l y S es la pluralidad de ramales considerados.

El nivel de carga predicho R_{lk} puede por ejemplo ser determinado de la siguiente manera:

$$R_{lk} = \frac{F_{lk} + \frac{dF_{lk}}{dt} \cdot T_{pred}}{C_{lk}}$$

5 en donde F_{lk} es una estimación del nivel de carga actual, $\frac{dF_{lk}}{dt}$ es una estimación de la tasa de crecimiento del nivel de carga, T_{pred} es un período de tiempo de predicción fijado individualmente, y C_{lk} es la capacidad de almacenamiento de la canaleta de residuos.

10 Si el procedimiento de selección del salto próximo propuesto por la invención se combina con el uso de un modo de vaciado estructurado por defecto en el que los ramales son seleccionados para vaciarse en un orden o secuencia predeterminados, la secuencia de vaciado estructurado puede ser interrumpida si la evaluación de los valores consecuencia del sistema pone de manifiesto que una desviación de la secuencia predeterminada es ciertamente más favorable. En este caso, la variable opcional J de tipo ramal puede ser útil para controlar cuánto debería ser priorizado el próximo ramal en una secuencia estructurada predeterminada de selección de ramal, en comparación con los otros ramales.

15 La variable J puede por ejemplo ser fijada de acuerdo con la siguiente fórmula ilustrativa:

$$J = P_{int\ interrupt} \cdot \left(100 - \frac{R_{lk}}{C_{lk}} \right)$$

20 si el ramal considerado l es además el ramal próximo a su vez de acuerdo con la secuencia predeterminada, y

$$J = 0,$$

25 para todos los otros ramales. $P_{int\ interrupt}$ es un factor de priorización, también denominado un factor de interrupción, que tiene que ser sintonizado a un valor apropiado entre 0 y 1. Aparentemente, en esta aplicación particular, el efecto de la variable J es que cuando tiene un valor distinto de cero da una contribución adicional al “nivel de carga” de todas las canaletas de residuos que pertenecen al ramal próximo en la secuencia predeterminada.

30 Aunque la invención a menudo emplea unas predicciones que se extienden un salto adelante en el tiempo, se debería comprender que las predicciones de dos saltos o más largas pueden también ser usadas por la invención. De hecho, en algunas situaciones puede ser necesario considerar dos o más saltos adelante en el tiempo para obtener un rendimiento satisfactorio. No obstante, en otras situaciones no es cierto que las predicciones dos o más saltos adelante en el tiempo generalmente proporcionen un algoritmo más eficiente.

35 Para detalles adicionales sobre las medidas y técnicas de predicción del nivel de carga se hace referencia a la solicitud internacional antes mencionada WO 01/05684. Con respecto a las predicciones basadas en estimaciones de la tasa de crecimiento, se pueden usar cualesquiera procedimientos convencionales para determinar unas representaciones del nivel de carga consecutivas y estimar la tasa de crecimiento del flujo de entrada. La tasa de crecimiento del flujo de entrada puede incluso ser estimada basada en el número de aperturas de la compuerta de entrada por período de tiempo. Aparentemente, es importante que la tasa de crecimiento sea estimada de tal manera que la tendencia subyacente sea captada en un marco de tiempo apropiado. Si es difícil estimar la tasa de crecimiento de una manera significativa, puede ser posible aproximar la tasa de crecimiento en un valor constante, al menos temporalmente.

45 *Ejemplo de puesta en práctica detallado*

En el siguiente ejemplo se ha supuesto que no se permiten saltos durante el vaciado de un ramal dado. El vaciado de un ramal normalmente significa (hay excepciones) que todas las válvulas de descarga que pertenecen al ramal están abiertas.

50 El *algoritmo del salto próximo* intenta minimizar el número de canaletas de residuos sobrecargadas, lo que reducirá tanto las perturbaciones operativas como las perturbaciones a los usuarios finales.

Con referencia a la Figura 3, se han hecho las siguientes definiciones:

- 55 • AV_i indica el ramal más recientemente vaciado. La notación AV procede de la correspondiente válvula de entrada de aire dispuesta en el extremo del ramal.

- AV_j indica el ramal del salto próximo, suponiendo que todos los candidatos j del salto próximo pertinentes son considerados antes de que sea seleccionado un candidato del salto próximo.
- AV_i indica el ramal que ha de ser vaciado después de que se haya terminado el vaciado del ramal AV_j .
- DV_{ik} indica la canaleta de residuos k en el ramal AV_i . La nota DV viene de la correspondiente válvula de descarga.

5
10
Suponiendo que el ramal AV_i acaba de ser vaciado, se desea determinar las consecuencias de desviarse al ramal AV_j (para todos los candidatos j pertinentes del salto próximo). Es deseable determinar el riesgo que la canaleta de residuos DV_{ik} , es decir la canaleta de residuos k en el ramal AV_i , llegue a estar llena antes de que pueda ser vaciada.

15
El período de tiempo antes de que el sistema pueda comenzar el vaciado esta canaleta de residuos puede ser estimado como:

$$T_{AV_iAV_j} + T_{AV_j} + T_{AV_jAV_i} + T_{DV_{ik}}$$

20
25
donde $T_{AV_iAV_j}$ es el período de tiempo desde la terminación del vaciado del ramal AV_i hasta que pueda comenzar el vaciado del ramal AV_j , T_{AV_j} es el período de tiempo desde el comienzo del vaciado hasta la terminación del vaciado del ramal AV_j (que incluye el período de tiempo después de la succión dentro del ramal), $T_{AV_jAV_i}$ es el período de tiempo desde la terminación del vaciado del ramal AV_j hasta que puede comenzar el vaciado del ramal AV_i , y $T_{DV_{ik}}$ es el período de tiempo desde el comienzo el vaciado del ramal AV_i hasta que puede comenzar el vaciado de la DV_{ik} .

El nivel de carga predicho para DV_{ik} puede ser determinado de este modo de la siguiente manera:

$$R_{ik} = \frac{F_{ik} + \frac{dF_{ik}}{dt} \cdot (T_{AV_iAV_j} + T_{AV_j} + T_{AV_jAV_i} + T_{DV_{ik}})}{C_{ik}} \quad [\%]$$

30
que usa las mismas notaciones que antes. Este valor puede ser usado entonces como una medida del riesgo de que DV_{ik} llegue a estar lleno si el sistema después de haber terminado el vaciado del ramal AV_i se vacía primero el ramal AV_j antes de que comience a vaciarse el ramal AV_i .

35
Si multiplicamos el nivel de carga anterior por un coeficiente de prioridad K_{ik} de la canaleta de residuos particular, y a continuación se realiza una suma a lo largo de todas las canaletas de residuos pertinentes en el ramal AV_i , conseguimos un valor consecuencia de la canaleta para este ramal:

$$B_i = \sum_k R_{ik} \cdot K_{ik}$$

40
45
50
Cuando se usan coeficientes de prioridad es importante fijar estos coeficientes de modo que reflejen la importancia del vaciado de las respectivas canaletas de residuos. Puede ser beneficioso fijar el coeficiente de prioridad en 1 para aquellas canaletas de residuos que tengan las menores consecuencias en caso de sobrecarga, y fijar los valores relacionados más altos a las otras canaletas de residuos. Para una mejor visión de conjunto y control del proceso de priorización puede ser útil dividir las canaletas de residuos en un número limitado de categorías de prioridad, por ejemplo a las canaletas de residuos menos importantes se les puede asignar un coeficiente de prioridad igual a 1, a las canaletas de residuos de importancia media se les puede asignar un coeficiente de prioridad igual a 1,5 y a las canaletas de residuos más importantes se les puede asignar un coeficiente de prioridad igual a 2. También es posible tener una escala móvil dentro de cada categoría, por ejemplo en proporción con el número de plantas que hay en el edificio.

A continuación se puede calcular un valor consecuencia del sistema sumando los valores consecuencia del ramal para todos los ramales en un conjunto S de los ramales considerados:

$$B_{system} = \sum_{i \in S} B_i$$

55
Es normalmente una aproximación factible considerar todos los ramales pertinentes para el ramal AV_j candidato del salto próximo en el cálculo del valor consecuencia del sistema, especialmente si el número de canaletas de residuos

es relativamente bajo. De hecho, en algunos casos puede ser incluso ventajoso excluir el ramal candidato del salto próximo del conjunto S considerado cuando se calcula el valor consecuencia del sistema.

5 Los valores consecuencia del sistema se determinan a continuación para todos los candidatos del salto próximo ($j = 1, \dots, N$, en donde N es el número total de candidatos del salto próximo), y el candidato que tiene el valor consecuencia del sistema (aquí el más bajo) más favorable es a continuación seleccionado preferiblemente para el vaciado de residuos. Con el fin de evitar retrasos innecesarios mientras que todavía es capaz de usar información actualizada como una base para la decisión del salto próximo, los cálculos requeridos para determinar los valores consecuencia del sistema pertinentes y la selección del salto a un ramal próximo preferiblemente deberían ser hechos dentro del período de tiempo después de la succión desde la última válvula de descarga en el ramal que actualmente está siendo vaciado.

Priorización opcional de una secuencia predeterminada

15 Como se ha mencionado antes, el sistema de recogida de residuos puede alternativamente ser operado en un modo de vaciado estructurado por defecto en el que los ramales se seleccionan para el vaciado en un orden o secuencia predeterminados. Esta secuencia es a menudo optimizada para la eficiencia máxima del vaciado total con respecto a, por ejemplo, el tiempo total de vaciado y/o el consumo de potencia. Tal modo estructurado de operación que usa una secuencia predeterminada puede ser efectivamente combinado con el procedimiento de selección del salto próximo propuesto por la invención interrumpiendo la secuencia de vaciado estructurado y seleccionando otro candidato del salto próximo si la anterior evaluación de valores consecuencia del sistema pone de manifiesto que tal desviación de la secuencia predeterminada es mucho más favorable. Preferiblemente, la variable J previamente mencionada se emplea para controlar la tendencia del sistema de control para interrumpir la secuencia de vaciado estructurado. En una realización simplificada, no obstante, el valor consecuencia del sistema $B_{sequence}$ del ramal, a su vez de acuerdo con la secuencia predeterminada, puede simplemente ser comparado con el valor consecuencia del sistema más favorable $B_{system(min)}$ de los candidatos del salto próximo considerados, y si $B_{system(min)} < P_{interrupt} \cdot B_{sequence}$ el sistema de control selecciona el candidato más favorable más bien que el ramal dado por la secuencia predeterminada. El factor de interrupción $P_{interrupt}$ es típicamente un valor dado entre 0 y 1, el cual controla la tendencia del sistema de control para interrumpir la secuencia de vaciado estructurado.

30 *Factor de potencia opcional*

En una solución alternativa, previamente mencionada antes, los valores consecuencia del ramal se determinan como:

$$B_l = \sum_k (R_{lk})^P \cdot K_{lk} \quad \text{para } l \in S$$

35 donde P es el factor de potencia para controlar el efecto del nivel de carga predicho sobre el valor consecuencia del ramal. El subsiguiente valor consecuencia del sistema se calcula del mismo modo que antes. A menos que se use un factor de potencia apropiado, varias canaletas de residuos medio llenas en un ramal pueden dar una contribución mayor que una canaleta de residuos casi llena en otro ramal. Usando un factor de potencia diferente de 1, se obtiene una dependencia no lineal. Es típicamente importante que cuando una canaleta de residuos está cada vez más cerca de estar llena, esta particular canaleta de residuos debería dar una contribución cada vez mayor al valor consecuencia del ramal. La configuración real del factor de potencia depende de la aplicación particular en cuestión, aunque un valor por defecto apropiado puede ser $P = 2$ con el fin de reducir el número de canaletas de residuos sobrecargadas y al mismo tiempo mantener una cierta coherencia. Con tal fijación, una canaleta de residuos con un nivel de carga predicho del 90% dará un valor de $(R_{lk})^2$ igual a 0,81, mientras que un nivel de carga predicho del 10% da un valor de $(R_{lk})^2$ igual a 0,01. Esto significa que solamente las canaletas de residuos cargadas marginalmente llegan a ser casi despreciables comparadas con las canaletas de residuos que están bastante llenas. Por ejemplo, dos canaletas de residuos con un nivel de carga predicho del 60% da cada una un valor $(R_{lk})^2$ igual a 0,36, lo que suma en conjunto 0,72. El valor 0,72 para las dos canaletas de residuos cargadas el 60% puede entonces ser comparado con la única canaleta de residuos cargada el 90% que tiene un $(R_{lk})^2$ igual a 0,81. Para $P = 2$ considera dos canaletas de residuos que están cargadas hasta aproximadamente el 64% para conseguir una contribución mayor que una única canaleta de residuos cargada el 90%.

Solución orientada al ramal

55 En una alternativa algo más simple, un valor consecuencia del ramal B_j se calcula para cada candidato j del salto próximo basado en los niveles de carga predichos (posiblemente ponderados por los respectivos coeficientes de seguridad) dentro del ramal. El algoritmo puede entonces seleccionar el salto a un ramal próximo entre aquellos candidatos que tienen los valores consecuencia del ramal más altos.

60 Esta solución puede también ser combinada con un vaciado estructurado convencional de acuerdo con una secuencia de ramales predeterminada priorizando la secuencia mediante un factor de priorización. El factor de priorización controla la tendencia de interrumpir la secuencia de vaciado estructurado de modo que el ramal, a su vez de acuerdo con la secuencia predeterminada, pueda todavía ser seleccionado en lugar de un ramal candidato con solamente un valor consecuencia del ramal ligeramente más alto.

La solución orientada al ramal puede generalmente ser ampliada teniendo en cuenta el tiempo requerido para cambiar a un ramal dado, por ejemplo sumando los niveles de carga ponderados y dividiendo esta suma por el tiempo de desviación cuando se calcula el valor consecuencia del ramal correspondiente.

5 *Consideraciones generales*
 Con el fin de reducir el tiempo requerido para vaciar un ramal dado es posible pasar por alto ciertas canaletas de residuos dentro del ramal, por ejemplo las canaletas de residuos con un nivel de carga que esté por debajo del umbral dado, o sea por ejemplo el 20%.

10 Una condición apropiada para iniciar un "ciclo" de vaciado podría ser que cualquier canaleta de residuos tuviera un nivel de carga que superase un primer umbral dado, o sea por ejemplo el 45%, o que varias canaletas de residuos tuvieran un nivel de carga que superase un segundo umbral dado, o sea por ejemplo el 35%.

15 Una condición apropiada para terminar un "ciclo" de vaciado podría ser que ninguna canaleta de residuos en el sistema tuviera un nivel de carga que superase un umbral dado, o sea por ejemplo el 60%, y que ninguna canaleta de residuos en un ramal que no hubiera sido vaciada debería tener un nivel de carga que superase otro umbral, o sea por ejemplo el 30%.

20 La configuración de los anteriores umbrales tiene que ser hecha de acuerdo con las características de cada sistema de recogida de residuos particular.

Puesta en práctica basada en ordenador

25 Los anteriores pasos pueden ser realizados por un ordenador, ejecutando elementos de programas tales como funciones, procedimientos o equivalentes. Estos elementos de programa pueden estar escritos en un lenguaje de programación funcional, un lenguaje de programación orientado a objetos o cualquier otro lenguaje de programación apropiado. Las tecnologías de procesador convencionales, que incluyen también las tecnologías PLC (Controlador Lógico Programable), pueden ser usadas para la puesta en práctica.

30 El sistema de recogida de residuos está preferiblemente controlado por un sistema de control puesto en práctica por un ordenador, el cual tiene funciones para monitorizar y controlar el sistema de recogida de residuos.

Visión de conjunto del sistema de control

35 La Figura 4 es un dibujo esquemático de un sistema de control puesto en práctica por un ordenador de acuerdo con una realización preferida de la invención. El sistema de control 10 comprende básicamente un sistema de ordenador o procesador en el que uno o más programas de ordenador están siendo ejecutados para realizar las funciones para monitorizar y controlar el sistema de recogida de residuos. El sistema de control basado en un ordenador incluye una CPU 11 o equivalente, una memoria principal 12, una interfaz de señales 13 convencional y una interfaz de usuario 14 convencional. La memoria principal 12 tiene un almacén de programas 15 para los programas de ordenador 16 y un almacén de datos 17 para los datos. El sistema de control está conectado a los otros componentes del sistema de recogida de residuos a través de unos enlaces de comunicación convencionales y el sistema de control utiliza la interfaz de señal 13 para recibir una información de la señal desde el sistema de recogida de residuos y para enviar señales de control a las válvulas de descarga, a las válvulas de entrada, a las válvulas de seccionamiento y a la válvula principal del sistema de recogida de residuos. En particular, la interfaz de señal 13 se usa para recibir información del nivel de carga desde uno o más sensores de nivel en el sistema de recogida de residuos. Esta información del nivel es a continuación procesada por el programa o programas de ordenador 16 que se ejecutan en el sistema de ordenador, y el procedimiento de selección del salto próximo basado en predicciones, por ejemplo como está descrito, se ejecuta de este modo, dando como resultado unas señales de control apropiadas que son enviadas a las válvulas de descarga pertinentes, a las válvulas de entrada de aire y a la válvula principal para efectuar el vaciado y la recogida de residuos controlados.

Ejemplos numéricos

55 Con el fin de proporcionar una comprensión más intuitiva de la invención, a continuación se darán algunos ejemplos numéricos.

Ejemplo I:

Con referencia al ejemplo simplificado de la Figura 5, se supone que tenemos un sistema con cuatro ramales con una válvula de descarga DV correspondiente.

60 Además, se supone que el ramal AV₁ acaba de ser vaciado y que se debería seleccionar un ramal próximo para el vaciado y la recogida de residuos. El sistema de recogida de residuos está diseñado de tal manera que $T_{AV_iAV_j}$ sea cero para todas las combinaciones de i y j , y se pueda suponer que el tiempo de vaciado sea el mismo para todos los ramales.

65 Suponiendo que tenemos los siguientes niveles de carga predichos:

DV1: 1 20%
 DV2: 1 80%
 DV3: 1 60%
 DV4: 1 60%

5 En este ejemplo, el candidato del salto próximo propiamente dicho está excluido del conjunto considerado de ramales cuando se calcula el correspondiente valor consecuencia del sistema. Suponiendo que P es igual a 2 y que los coeficientes de prioridad K_{jk} son todos igual a 1, el valor consecuencia del sistema $B_{system}(j)$ para cada ramal candidato del salto próximo $AV_j, j = 1$ a 4 puede ser determinado como:

10

$$B_{system}(1) = B_2 + B_3 + B_4 = (0,8)^2 + (0,6)^2 + (0,6)^2 = 1,36$$

$$B_{system}(2) = B_1 + B_3 + B_4 = (0,2)^2 + (0,6)^2 + (0,6)^2 = 0,76$$

$$B_{system}(3) = B_1 + B_2 + B_4 = (0,2)^2 + (0,8)^2 + (0,6)^2 = 1,04$$

$$B_{system}(4) = B_1 + B_2 + B_3 = (0,2)^2 + (0,8)^2 + (0,6)^2 = 1,04$$

15

El valor consecuencia del sistema 0,76 más bajo se asocia con el ramal AV_2 y por lo tanto el *algoritmo del salto próximo* selecciona el ramal AV_2 .

Ejemplo 2:

20 Se consideran los tres ramales AV_1 y AV_2 y AV_3 , y que acabamos de vaciar el ramal AV_1 . En este ejemplo suponemos que tenemos los siguientes niveles de carga y coeficientes de prioridad predichos.

| Ramal | Nivel | Coeficiente |
|-----------|-------|-------------|
| Ramal AV1 | | |
| DV1:1 | 10% | 1 |
| DV1:2 | 20% | 1 |
| Ramal AV2 | | |
| DV2:1 | 30% | 1 |
| DV2:2 | 40% | 1,5 |
| DV2:3 | 30% | 1 |
| DV2:4 | 20% | 1 |
| Ramal AV3 | | |
| DV3:1 | 20% | 2 |
| DV3:2 | 20% | 1 |
| DV3:3 | 80% | 1 |

25

30

35

Para esta situación, usando $P = 2$, los valores consecuencia del sistema serán:

40

$$B_{system}(1) = B_2 + B_3 = ((0,3)^2 \cdot 1 + (0,4)^2 \cdot 1,5 + (0,3)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) + ((0,2)^2 \cdot 2 + (0,2)^2 \cdot 1 + (0,8)^2 \cdot 1) = (0,09 + 0,16 \cdot 1,5 + 0,09 + 0,04) + (0,04 \cdot 2 + 0,04 + 0,64) = 0,46 + 0,76 = 1,22$$

45

$$B_{system}(2) = B_1 + B_3 = ((0,1)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) + ((0,02)^2 \cdot 2 + (0,2)^2 \cdot 1) + (0,8)^2 \cdot 1 = (0,01 + 0,04) + (0,04 \cdot 2 + 0,04 + 0,64) = 0,05 + 0,76 = 0,81$$

50

$$B_{system}(3) = B_1 + B_2 = ((0,1)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) + ((0,3)^2 \cdot 1 + (0,4)^2 \cdot 1,5 + (0,3)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) = (0,01 + 0,04) + (0,09 + 0,16 \cdot 1,5 + 0,09 + 0,04) = 0,05 + 0,46 = 0,51$$

Aparentemente, el valor consecuencia del sistema más favorable se obtiene para el ramal AV_3 candidato al salto próximo, principalmente debido al nivel de carga relativamente alto de DV3:3. Se puede también ver que la elección menos favorable es el ramal AV_1 ya que este ramal acaba de ser vaciado y los niveles de carga predichos son bastante bajos.

55 En este ejemplo un *algoritmo del salto próximo* orientado al ramal daría como resultado la misma selección del salto próximo ya que el valor consecuencia más alto del ramal entre $B_1(0,05)$, $B_2(0,46)$ y $B_3(0,76)$ es aquella para el ramal AV_3 , que indica que lo más urgente es vaciar el ramal AV_3 .

Se considera la siguiente situación de cuando acabamos de vaciar el ramal AV_3 y tenemos los siguientes niveles de carga y coeficientes de prioridad predichos.

| Ramal | Nivel | Coeficiente |
|-----------|-------|-------------|
| Ramal AV1 | | |
| DV1:1 | 30% | 1 |
| DV1:2 | 40% | 1 |
| Ramal AV2 | | |
| DV2:1 | 40% | 1 |

60

65

| | | |
|-------|-----|-----|
| DV2:2 | 50% | 1,5 |
| DV2:3 | 40% | 1 |
| DV2:4 | 30% | 1 |

5

| | | |
|-----------|-----|---|
| Ramal AV3 | | |
| DV3:1 | 15% | 2 |
| DV3:2 | 10% | 1 |
| DV3:3 | 20% | 1 |

10 Ahora, los valores consecuencia del sistema serán:

$$B_{system} (1) = B_2 + B_3 = ((0,4)^2 \cdot 1 + (0,5)^2 \cdot 1,5 + (0,4)^2 \cdot 1 + (0,3)^2 \cdot 1) + ((0,15)^2 \cdot 2 + (0,1)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) = (0,16 + 0,25 \cdot 1,5 + 0,16 + 0,09) + (0,0225 \cdot 2 + 0,01 + 0,04) = 0,785 + 0,095 = 0,88$$

15

$$B_{system} (2) = B_1 + B_3 = ((0,03)^2 \cdot 1 + (0,4)^2 \cdot 1) + ((0,15)^2 \cdot 2 + (0,1)^2 \cdot 1 + (0,2)^2 \cdot 1) = (0,09 + 0,16) + (0,0225 \cdot 2 + 0,01 + 0,04) = 0,25 + 0,095 = 0,345$$

20

$$B_{system} (3) B_1 + B_2 = ((0,03)^2 \cdot 1 + (0,4)^2 \cdot 1) + ((0,4)^2 \cdot 1 + (0,5)^2 \cdot 1,5 + (0,4)^2 \cdot 1 + (0,3)^2 \cdot 1) = (0,09 + 0,16) + (0,16 + 0,25 \cdot 1,5 + 0,16 + 0,09) = 0,25 + 0,785 = 1,035$$

Aparentemente, la elección más favorable es el ramal AV₂ ya que B_{system} (2) es con mucho el valor consecuencia más bajo del sistema. Una solución orientada al ramal daría el mismo resultado, ya que el valor consecuencia más alto del ramal B₁ (0,25), B₂ (0,785) y B₃ (0,095) es el del ramal AV₂.

25

La diferencia en rendimiento entre un *algoritmo del salto próximo* orientado al sistema y un *algoritmo del salto próximo* orientado al ramal se hace evidente en sistemas mayores con muchos ramales, en donde la solución orientada al sistema es mejor.

30

Las realizaciones antes descritas son meramente dadas como ejemplos, y se debería comprender que la presente invención no está limitada a las mismas. Las posteriores modificaciones, cambios y mejoras que mantengan los principios subyacentes básicos descritos y reivindicados aquí están dentro del alcance de la invención como está definida en las reivindicaciones anejas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de operación de un sistema (1) de recogida de residuos mediante vacío que tiene un sistema (5) multiramal de tuberías de transporte con varias canaletas (3) de residuos conectadas al mismo, en donde dicho método comprende una selección automatizada de un salto a un ramal próximo para el vaciado de residuos, **caracterizado por que** la selección automatizada está basada en el siguiente procedimiento:
- 10 - para cada uno de los varios candidatos posibles del salto próximo:
- a) predecir (S1) representaciones de los futuros niveles de carga de la canaleta de residuos en una pluralidad de ramales, extendiéndose dichas predicciones al menos un salto adelante en el tiempo; y
- 15 b) determinar (S2) un valor consecuencia del sistema basado en dichas representaciones predichas de los niveles de carga futuros de la canaleta de residuos; y
- seleccionar un salto a un ramal próximo entre los candidatos que tienen los valores consecuencia del sistema más favorables.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso (S2) de determinar un valor consecuencia del sistema comprende además los pasos de:
- realizar una ponderación de dichas representaciones predichas de los niveles de carga futuros de la canaleta de residuos por medio de los respectivos coeficientes de prioridad; y
- 25 - determinar dicho valor consecuencia del sistema basado en dichas representaciones predichas de los niveles de carga futuros.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso (S2) de determinar un valor consecuencia del sistema comprende además los pasos de:
- 30 - determinar para cada ramal de dicha pluralidad de ramales un valor consecuencia del ramal basado en representaciones predichas de los niveles de carga futuros de las canaletas de residuos dentro del ramal; y
- determinar dicho valor consecuencia del sistema como una suma de dichos valores consecuencia del ramal.
- 35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso (S1) de predecir representaciones de niveles de carga futuros de la canaleta de residuos comprende el paso de predecir, para cada una de las varias canaletas de residuos dentro de dicha pluralidad de ramales, una representación de un nivel de carga futuro para la canaleta de residuos en un período de tiempo esperado para el próximo vaciado de la canaleta de residuos considerando un trayecto de predicción que incluye al menos un salto.
- 40 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso (S1) de predecir representaciones de niveles de carga futuros de la canaleta de residuos comprende el paso de predecir, para cada canaleta de residuos considerada, una representación del nivel de carga futuro de la canaleta de residuos basada en unas estimaciones consecutivas del nivel de carga en la canaleta de residuos.
- 45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un orden de selección de canaletas predeterminado es interrumpido si el valor consecuencia del sistema para un salto al ramal, a su vez de acuerdo con el orden predeterminado, es menos favorable, hasta un grado dado, que el valor consecuencia del sistema para otro candidato del salto próximo.
- 50 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso (S2) de determinar, para cada uno de varios posibles candidatos del salto próximo, se obtiene un valor consecuencia del sistema B_{system} de acuerdo con el siguiente algoritmo:

55

$$B_l = \sum_k (R_{lk} + J)^P \cdot K_{lk} \quad \text{para } l \in S$$

$$B_{system} = \sum_{l \in S} B_l$$

60 donde B_l es un valor consecuencia para el ramal l , R_{lk} es el nivel de carga predicho para la canaleta de residuos k en el ramal l , J es una variable opcional referente al ramal que puede ser fijada en cero, P es un factor de potencia para controlar el efecto del nivel de carga predicho sobre el valor consecuencia del ramal, K_{lk} es un coeficiente de prioridad para la canaleta de residuos k en el ramal l y S es la pluralidad de ramales considerados.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el nivel de carga predicho R_{lk} puede por ejemplo ser determinado de la siguiente manera:

$$R_{lk} = \frac{F_{lk} + \frac{dF_{lk}}{dt} \cdot T_{pred}}{C_{lk}}$$

5
donde F_{lk} es una estimación del nivel de carga actual, $\frac{dF_{lk}}{dt}$ es una estimación de la tasa de crecimiento del nivel de carga, T_{pred} es un período de tiempo de predicción fijado individualmente, y C_{lk} es la capacidad de almacenamiento de la canaleta de residuos.

10 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ramal del candidato del salto próximo está excluido de dicha pluralidad de ramales.

15 10. Un sistema de control (10) para controlar la operación de un sistema (1) de recogida de residuos mediante vacío que tiene un sistema multirramal (5) de tuberías de transporte con varias canaletas (3) de residuos conectadas al mismo, siendo dicho sistema operable para seleccionar un salto al ramal próximo para el vaciado de residuos, caracterizado por que dicho sistema (10) de control está adaptado para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, y comprende:

- 20
- unos medios para determinar, para cada uno de los varios candidatos del salto próximo posibles, un valor consecuencia del sistema basado en unas representaciones de niveles de carga futuros de la canaleta de residuos en una pluralidad de ramales, extendiéndose dichas predicciones al menos un salto hacia adelante en el tiempo; y
 - unos medios para seleccionar el salto a un ramal próximo entre aquellos candidatos que tienen los valores consecuencia del sistema más favorables.

25 11. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos medios para determinar un valor consecuencia del sistema comprenden además:

- 30
- unos medios para realizar una ponderación de dichas representaciones predichas de los niveles de carga futuros de la canaleta de residuos por medio de los respectivos coeficientes de prioridad; y
 - unos medios para determinar dicho valor consecuencia del sistema basado en dichas representaciones predichas ponderadas de los niveles de carga futuros.

35 12. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos medios para determinar un valor consecuencia del sistema comprenden además:

- 40
- unos medios para determinar, para cada ramal de dicha pluralidad de ramales, un valor consecuencia del ramal, basado en representaciones predichas de niveles de carga futuros de las canaletas de residuos dentro del ramal; y
 - unos medios para determinar dicho valor consecuencia del sistema como una suma de dichos valores consecuencia del ramal.

45 13. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos medios para determinar un valor consecuencia del sistema comprenden además:

- 50
- unos medios para predecir, para cada uno de los varios ramales de residuos dentro de dicha pluralidad de ramales, una representación de un nivel de carga futuro para la canaleta de residuos en un período de tiempo esperado para el próximo vaciado de la canaleta de residuos considerando un trayecto de predicción que incluye al menos un salto; y
 - unos medios para determinar dicho valor consecuencia del sistema basado en dichas representaciones de niveles de carga futuros de las canaletas de residuos.

55 14. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 13, en donde dichos medios para predecir una representación de un nivel de carga futuro de la canaleta de residuos es operable para realizar la predicción basada en unas estimaciones consecutivas del nivel de carga en la canaleta de residuos.

60 15. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dicho sistema de control es operable para interrumpir un orden de selección predeterminado del ramal si el valor consecuencia del sistema para un salto a la rama a su vez de acuerdo con el orden predeterminado sea menos favorable, hasta un grado dado, que el valor consecuencia del sistema para otro candidato del salto próximo.

16. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos medios para determinar, para cada uno de varios posibles candidatos del salto próximo, un valor consecuencia B_{system} del sistema que opera de acuerdo con el siguiente algoritmo:

5

$$B_l = \sum_k (R_{lk} + J)^P \cdot K_{lk} \quad \text{para } l \in S$$

$$B_{system} = \sum_{l \in S} B_l$$

10 donde B_l es un valor consecuencia del ramal l , R_{lk} es el nivel de carga predicho para la canaleta de residuos k en el ramal l , J es una variable opcional referente al ramal que puede ser fijada en cero, P es un factor de potencia para controlar el efecto del nivel de carga predicho sobre el valor consecuencia del ramal, K_{lk} es un coeficiente de prioridad para la canaleta de residuos k en el ramal l y S es la pluralidad de ramales considerados.

15 17. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 16, en donde dicho sistema de control es operable para determinar el nivel de carga R_{lk} predicho en la siguiente forma:

$$R_{lk} = \frac{F_{lk} + \frac{dF_{lk}}{dt} \cdot T_{pred}}{C_{lk}}$$

20 donde F_{lk} es una estimación del nivel de carga actual, $\frac{dF_{lk}}{dt}$ es una estimación de la tasa de crecimiento del nivel de carga, T_{pred} es un período de tiempo de predicción fijado individualmente, y C_{lk} es la capacidad de almacenamiento de la canaleta de residuos.

25 18. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el ramal considerado candidato del salto próximo es excluido de dicha pluralidad de ramales.

19. Un sistema (1) de recogida de residuos mediante vacío que comprende un sistema de control (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-18.

30 20. Un producto de programa de ordenador para controlar, cuando se ejecuta en un ordenador (11), la operación de un sistema multirramal (1) de recogida de residuos, en donde dicho producto de programa de ordenador comprende unos medios (16) de programa para hacer que el ordenador realice la selección de un salto al ramal próximo para el vaciado de residuos de acuerdo con el siguiente procedimiento:

35 - para cada uno de varios posibles candidatos del salto próximo:

a) predecir unas representaciones de niveles de carga futuros de la canaleta de residuos en una pluralidad de ramales, extendiéndose dichas predicciones al menos un salto hacia adelante en el tiempo; y

40 b) determinar un valor consecuencia del sistema basado en dichas representaciones predichas de los niveles de carga futuros de la canaleta de residuos; y

- seleccionar el salto al siguiente ramal entre aquellos candidatos que tienen los valores consecuencia del sistema más favorables.

45 21. Un método de operación de un sistema (1) de recogida de residuos por vacío que tiene un sistema (5) de tuberías de transporte con varias canaletas (3) de residuos conectadas al mismo, en donde dicho método comprende la selección automatizada de un salto a un ramal próximo para el vaciado de residuos, **caracterizado por que** la selección automatizada está basada en el siguiente procedimiento:

50

- para cada uno de los varios candidatos del salto próximo posibles:

a) predecir unas representaciones de niveles de carga futuros de la canaleta de residuos dentro del ramal candidato del salto próximo, extendiéndose dichas predicciones al menos un salto hacia adelante en el tiempo; y

55

b) determinar un valor consecuencia basado en dichas representaciones predichas de los futuros niveles de carga de la canaleta de residuos; y

5

- seleccionar el salto a un ramal próximo entre aquellos candidatos que tienen los valores consecuencia del ramal más altos.

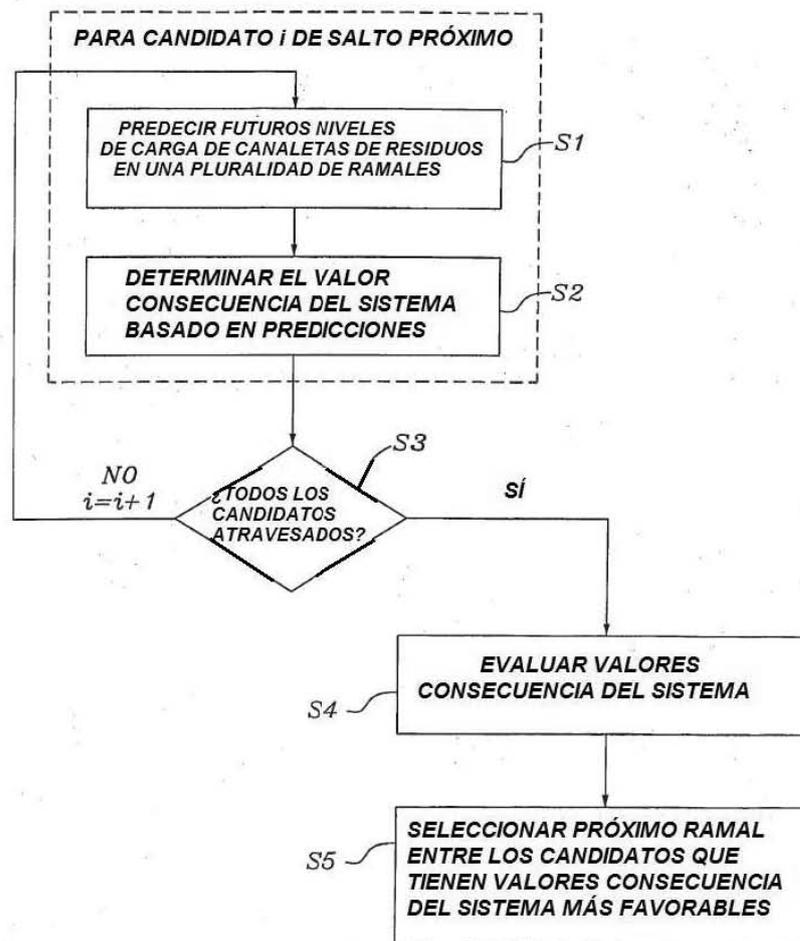


Fig. 2

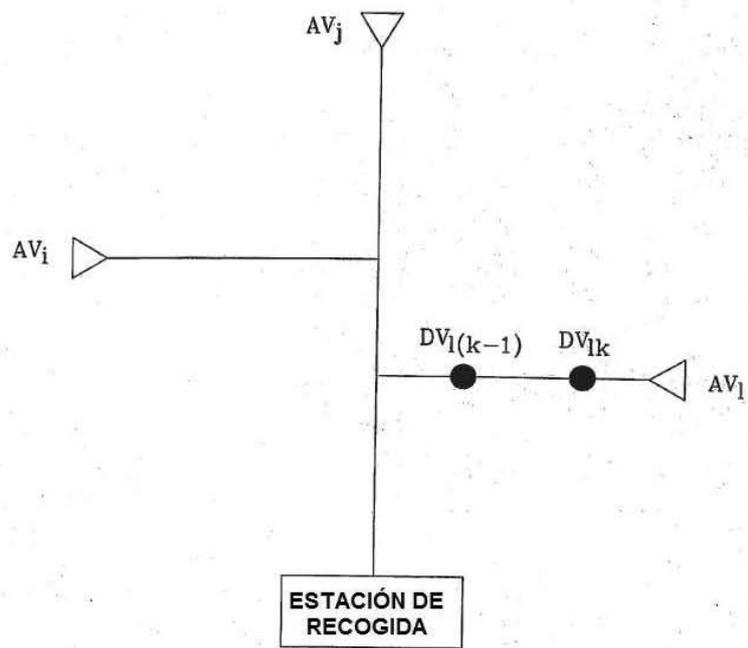


Fig. 3

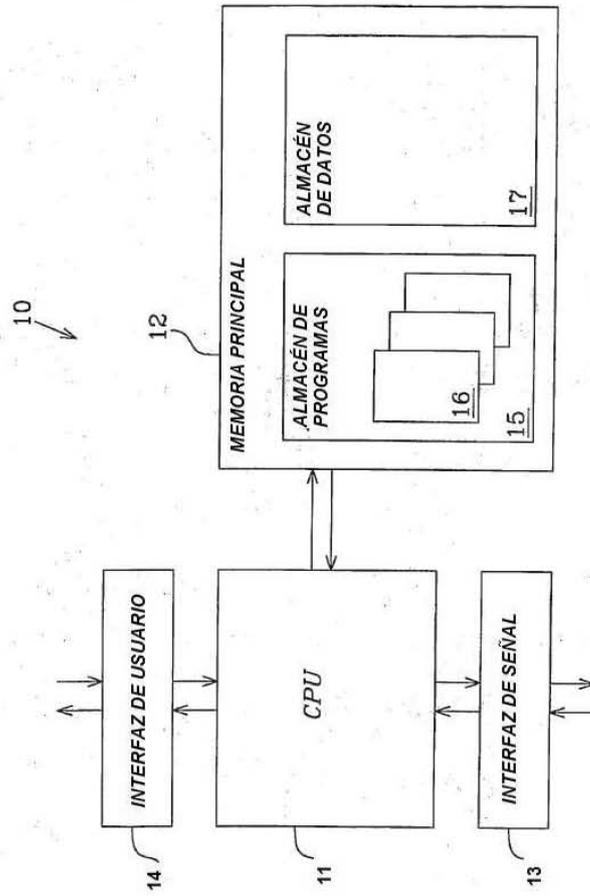


Fig. 4

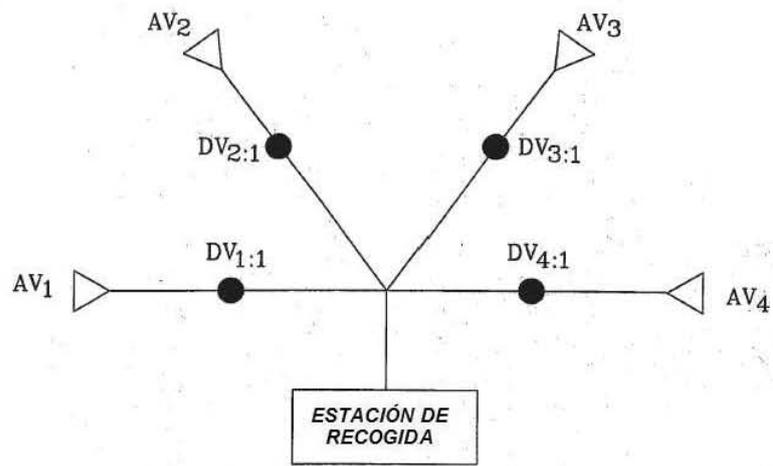


Fig. 5

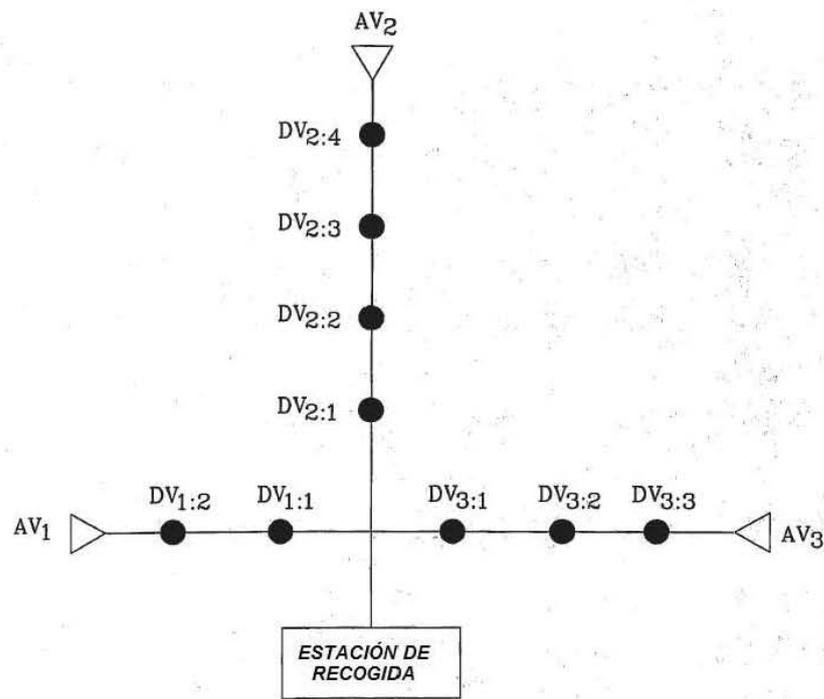


Fig. 6