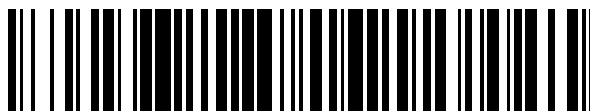


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 176**

51 Int. Cl.:

B66B 5/02 (2006.01)

H02J 3/12 (2006.01)

H02J 9/06 (2006.01)

B66B 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06725895 .4**

96 Fecha de presentación: **05.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1879824**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2008**

54 Título: **Sistema de ascensores**

30 Prioridad:
12.05.2005 FI 20050504

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2012

73 Titular/es:
**KONE CORPORATION
KARTANONTIE 1
00330 HELSINKI, FI**

72 Inventor/es:
**TYNI, Tapio y
YLINEN, Jari**

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

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).

ES 2 388 176 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de ascensores

CAMPO DEL INVENTO

- 5 El presente invento se refiere a un itinerario o recorrido óptimo de ascensor en una situación en la que la energía a un sistema de ascensores es suministrada por una fuente de energía de emergencia o en la que los valores de pico de consumo de energía del sistema de ascensores han de ser reducidos.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

- 10 La asignación de las llamadas introducidas por los usuarios de un ascensor a diferentes ascensores en un sistema de ascensores es una de las funciones básicas del control del sistema. El propósito de asignación es asignar las llamadas a las cabinas de ascensor de modo que se optimice un parámetro descriptivo deseado de la capacidad operativa del sistema de ascensores. Tradicionalmente, los parámetros más comúnmente usados incluyen por ejemplo tiempos de espera del pasajero y tiempos de desplazamiento. Típicamente, a partir de estos tiempos, se calculan los valores medios y se determinan las distribuciones. "Llamadas" se refiere en general a todas las llamadas emitidas, es decir, tanto las llamadas introducidas usando los botones de subida/bajada en diferentes pisos como las llamadas del piso de destino hechas en la cabina del ascensor. Las primeras son llamadas del piso de llegada o de acceso y las últimas son llamadas de cabina. Además, las llamadas pueden ser hechas utilizando dispositivos de entrada de llamadas consistentes con él así denominado método de control de destino. En el método de control de destino, el usuario del ascensor deja que el sistema conozca su piso de destino de desplazamiento ya en el vestíbulo del ascensor a través de un dispositivo de llamada, y en este caso no han de ser introducidas llamadas separadas en la cabina del ascensor.

- 20 Hay distintos métodos de asignación de llamada, y cada fabricante de ascensores tiene sus propios métodos para poner en práctica la asignación de llamadas que sean efectivas de coste, y que satisfagan al usuario del ascensor. Cada método implica naturalmente un número de parámetros característicos, que son utilizados para influir en la ejecución del método. Este control puede estar dispuesto por ejemplo de modo que en diferentes situaciones de tráfico se emplee el conjunto de parámetros mejor adecuado a cada situación. El propósito de esto es permitir que un sistema de ascensores adapte su funcionamiento según sea apropiado con respecto a la situación de tráfico predominante. Una situación de tráfico excepcional puede ser por ejemplo un estado de tráfico de pico, durante el cual el sistema registra muchas llamadas desde el piso de llegada o acceso simultáneas.

- 30 Un método eficiente de asignación de ascensor de la técnica anterior es la utilización de algoritmos genéticos, especialmente en sistemas que comprenden varios ascensores. Los algoritmos genéticos están descritos, por ejemplo, en la memoria de patente Finlandesa FI112856B. Los algoritmos genéticos no garantizan que se haya encontrado en absoluto el valor óptimo, pero los resultados obtenidos en aplicaciones prácticas están muy cerca de ello. En algoritmos genéticos, las rutas del ascensor pueden estar codificadas en diferentes cromosomas, en los que un gen determina un cliente de ascensor y el ascensor que le sirve. La posición del gen en el cromosoma especifica la llamada, y el valor del gen dice el ascensor que presta servicio a la llamada. El sistema establece por ejemplo desde una alternativa de ruta seleccionada aleatoriamente, a la que se aplican distintos procedimientos genéticos, tales como proliferación, cruce y mutación. Una generación cada vez, son producidos nuevos cromosomas por estos procedimientos genéticos, y al mismo tiempo los cromosomas así obtenidos son analizados para decidir si se pueden elegir para otro tratamiento. La capacidad de elegir puede significar, por ejemplo, que se ha obtenido un tiempo de espera por debajo de un valor dado. Cruzar significa combinar de manera aleatoria dos alternativas de ruta para crear una nueva alternativa de ruta. En mutación, los valores de los genes de los cromosomas son variados aleatoriamente. En alguna etapa, los resultados del cromosoma dados por el algoritmo convergen, y a partir del ultimo conjunto de cromosomas tratados, se selecciona el mejor en cuanto a la capacidad de elegir. Los pasajeros son asignados a los ascensores de acuerdo con los genes del mejor cromosoma.

- 45 El sistema de ascensores tiene que incluir precauciones en caso de una interrupción inesperada del suministro de electricidad. Cuando el suministro de corriente normal falla, el generador de energía de emergencia o grupo electrógeno de emergencia del edificio comienza a funcionar – si el edificio tiene uno. La energía de emergencia normalmente no es suficiente para las necesidades del grupo de ascensores entero, pero tradicionalmente el accionamiento de energía de emergencia (EPD) de ascensores es puesto en práctica seleccionado previamente el ascensor o ascensores que van a servir a los pasajeros durante la operación de emergencia.

- 50 Cuando el suministro de corriente falla, el ascensor con los pasajeros puede detenerse entre plantas. Después de que el grupo electrógeno de emergencia ha comenzado a funcionar, el sistema de control del grupo de ascensores devuelve los ascensores uno por uno en un orden previamente definido a un piso de retorno (generalmente un vestíbulo), donde los pasajeros pueden dejar el ascensor. Después de esta operación de retorno, los ascensores predeterminados antes mencionados son puestos en servicio normal (denominado "ascensores en servicio completo"). El número de tales ascensores que han de ser puestos en servicio depende de la capacidad de potencia del grupo electrógeno de emergencia y de la cantidad de potencia requerida por los ascensores en el peor de los casos. Las cargas de la cabina de

ascensor y del contrapeso están casi siempre desequilibradas, y mover el ascensor en la denominada dirección ligera (cabina vacía hacia arriba, cabina llena hacia abajo) requiere menos potencia que moverlo en la denominada dirección pesada (cabina vacía hacia abajo, cabina llena hacia arriba). Los accionamientos de ascensor actuales son incluso capaces de restaurar la energía potencial almacenada en los pasajeros de nuevo a la red eléctrica, es decir de funcionar como generadores cuando se acciona en la dirección ligera o cuando los ascensores están siendo decelerados.

La fig. 1 presenta como un ejemplo de la técnica anterior un grupo de tres ascensores 10, 11, 12, en los que el ascensor 'L1' 10 es un ascensor que sirve a pasajeros en una situación de funcionamiento de EPD. En este ejemplo, la velocidad del ascensor es de 2,5 m/s, la aceleración de 0,8 m/s² y la altura del piso 3,2 m. Para reducir los tiempos de espera del pasajero, pueden determinarse los tiempos de recorrido de diferentes tipos asociados con el funcionamiento del ascensor. Estos están presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Tiempos de recorrido del ascensor

Etapas de operación	Tiempo (s)
Recorrido corto (aceleración + deceleración)	4
Aceleración a plena velocidad	3
Deceleración desde plena velocidad	3
Paso atravesando el piso a plena velocidad	1,25
Parada en el piso	10

En la situación presentada en la fig. 1, dos llamadas están activas, llamadas de subida en los pisos cinco y seis (llamadas "U5" 13 y "U6" 14), desde los cuales un pasajero está yendo al piso nueve. Sobre la base de la Tabla 1, el tiempo de espera obtenido para las llamadas activas U5+U6 es 6,5 s + 20 s = 26,5 s.

La Tabla 2 recoge ejemplos de consumo de potencia durante diferentes etapas de operación del ascensor con tres cargas diferentes. Los valores de consumo de potencia están basados en datos reales medidos en conexión con la utilización de un V3F-80 como fuente de energía.

Tabla 2. Requisitos de potencia de desplazamiento hacia arriba y hacia abajo con diferentes cargas. P_{acc} es el consumo de potencia durante la aceleración, P_{spd} es el consumo de potencia durante la operación a velocidad constante y P_{dec} es el consumo de potencia durante la deceleración.

Masa de pasajero supuesta de 75 Kg				
Desplazamiento hacia arriba				
Número de pasajeros	Carga (Kg)	P_{acc} (Kw)	P_{spd} (Kw)	P_{dec} (Kw)
0	0	5,6	2,5	0,4
1	75	6,4	2,5	0,4
2	150	7,3	2,4	0,4
3	225	8,4	2,3	0,4
Desplazamiento hacia abajo				
Número de pasajeros	Carga (Kg)	P_{acc} (Kw)	P_{spd} (Kw)	P_{dec} (Kw)
0	0	21,9	16,7	3,3
1	75	19,9	13,9	3,3
2	150	18,0	11,5	3,3
3	225	16,4	9,5	3,3

La fig. 2 presenta la necesidad o requisito de potencia de los ascensores de la fig. 1 en una ruta alternativa como una función del tiempo. Como solo está funcionando el ascensor L1, el consumo de potencia total (Sum) del grupo de ascensores es el mismo que el consumo de potencia del ascensor L1.

En el ejemplo, la potencia máxima requerida es de 21,9 Kw cuando un ascensor vacío está acelerando hacia abajo (en la dirección pesada), pero este valor de potencia es menor que la capacidad de potencia máxima del grupo electrógeno de emergencia o generador de energía de emergencia.

El consumo de potencia y de energía son dos facetas diferentes de gestión de recursos, en los que la potencia es una cantidad instantánea mientras que la energía es una cantidad acumulativa. Hay soluciones de la técnica anterior en las que el consumo de energía está incluido en la optimización de ruta. La memoria de la Patente WO 02/066356 describe un sistema para controlar un sistema de ascensores en el que la energía consumida por el sistema de ascensores es minimizada de tal forma que un requisito deseado con relación al tiempo de servicio de pasajeros de un ascensor es satisfecho en promedio. En este método, a un tiempo de servicio dado del grupo de ascensores se le da un valor objetivo para asignación de llamada. El tiempo de servicio utilizado puede ser por ejemplo un tiempo de llamada, un tiempo de espera de pasajero, un tiempo de desplazamiento o un tiempo de recorrido.

La técnica anterior está representada también por la memoria del documento FI115130, que es una extensión a la descripción del método en la memoria del documento WO 02/066356.

En otras palabras, el método de control optimiza dos cantidades no conmensurables de diferentes tipos, es decir, tiempo de espera y consumo de energía. Para hacer estas cantidades conmensurables y mutuamente comparables, las rutas del ascensor R son seleccionadas en el método de acuerdo con la memoria del documento WO 02/066356 de forma que minimicen el término de coste

$$C = W_T T_N(R) + W_E E_N(R) \quad (1)$$

$T_N(R)$ es una suma normalizada de tiempos de llamada para una alternativa de ruta R, y $E_N(R)$ de forma correspondiente es el consumo de energía normalizado causado por la alternativa de ruta R. W_T y W_E son los coeficientes de ponderación de los términos de coste antes mencionados, de modo que

$$0 \leq W_T \leq 1 \quad \text{y} \quad W_E = 1 - W_T. \quad (2)$$

Los métodos de la técnica anterior han sido diseñados para encontrar rutas en las que el tiempo de espera del pasajero producido por el grupo de ascensores y el consumo de potencia de los ascensores están equilibrados de forma adecuada. Sin embargo, la optimización del consumo de energía no garantiza que los ascensores así encaminados no acelerarán simultáneamente en alguna etapa, por ejemplo, en la denominada dirección pesada. En otras palabras, a lo largo de la ruta pueden ocurrir puntas de gran potencia incluso si el consumo de energía total para la ruta alternativa en cuestión está por debajo del límite superior definido.

Como otro ejemplo de la técnica anterior, y con referencia a la situación ilustrada en la fig. 1, la mejor alternativa con respecto a los tiempos de espera de pasajero sería que el ascensor 1 recoja la llamada desde el piso 6 y que el ascensor 3 de servicio a la llamada desde el piso 5. Esta alternativa de ruta de ascensores ha sido presentada en la fig. 3. El sistema comprende tres ascensores, el ascensor L1 30, el ascensor L2 31 y el ascensor L3 32. Las llamadas actualmente activas son una llamada de subida (U5) 33 desde el quinto piso y una llamada de subida (U6) 34 desde el sexto piso. Los movimientos de los ascensores son como se ha mostrado en la fig. 3. Ha de resaltarse que en este ejemplo ambos pasajeros que han introducido una llamada quieren ir al noveno piso. En esta situación, el ascensor L2 31 permanece en reposo y no está implicado en dar servicio a las llamadas. La necesidad de potencia de acuerdo con estas rutas está ilustrada en la fig. 4. Como puede verse a partir de la fig. 4, en la mejor alternativa de ruta con respecto a los tiempos de espera, la potencia requerida en la primera parte de la ruta excede de la capacidad del grupo electrógeno de emergencia. El tiempo de espera total en esta alternativa de ruta es $4,5 \text{ s} + 7,5 \text{ s} = 12 \text{ s}$. Desafortunadamente, esta alternativa de ruta no es aceptable debido a que se ha sobrepasado la potencia máxima del grupo electrógeno de emergencia.

OBJETO DEL INVENTO

El objeto del presente invento es encaminar los ascensores en un sistema de ascensores de una manera óptima en una situación en la que la potencia máxima consumida por el sistema está limitada, tal como, por ejemplo, durante el funcionamiento con energía de emergencia.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

El método del invento está caracterizado por lo que se ha descrito en la parte de caracterización de la reivindicación 1. El sistema del invento está caracterizado por lo que se ha descrito en la parte de caracterización de la reivindicación 11. Otras realizaciones del invento están caracterizadas por lo que se ha descrito en las otras reivindicaciones. Las realizaciones del invento también están presentadas en la parte de descripción y en los dibujos de la presente solicitud. El contenido del invento descrito en la solicitud también puede ser definido de un modo distinto a como se ha hecho en las reivindicaciones más adelante. El contenido del invento también puede consistir de varias invenciones separadas, especialmente si el invento ha sido considerado a la luz de subtarefas explícitas o implícitas o con respecto a las ventajas o conjuntos de ventajas conseguidos. En este caso, algunos de los atributos contenidos en las reivindicaciones más adelante pueden ser superfluos desde el punto de vista de los conceptos inventivos separados. Dentro del marco del concepto básico del invento, pueden aplicarse características de diferentes realizaciones del invento juntos con otras realizaciones.

El presente invento describe un método para controlar un grupo de ascensores en una situación en la que el consumo máximo de potencia del sistema debe estar o ha de ser limitado. El sistema comprende al menos un ascensor, y la asignación de llamada es controlada por un sistema de control. El método implica considerar una alternativa de ruta que puede ser deducida por métodos de la técnica anterior a partir de los estados de los ascensores en el instante considerado y a partir de las llamadas existentes. Naturalmente hay muchas alternativas de ruta posibles, pero se ha realizado un pronóstico de coste para una ruta seleccionada cada vez. Después de esto, se ha definido una función de coste, que contiene al menos un denominado término de coste. Un término de coste consiste de una cantidad que es interesante respecto al funcionamiento del ascensor y un coeficiente de ponderación para esa cantidad. En la técnica anterior, las cantidades así utilizadas han incluido tiempos de llamada, tiempos de espera, tiempos de desplazamiento y/o

tiempos de recorrido, bien para un pasajero o bien como un valor medio para todos los pasajeros, o un valor acumulado de cabinas de ascensor del sistema de ascensores.

El presente invento combina la función de coste con el consumo de potencia instantáneo del sistema. Se ha establecido un límite superior para el consumo de potencia instantáneo. La función de coste se ha minimizado incluyendo en la función un término así llamado de penalización si la potencia instantánea consumida en alguna etapa en el encaminamiento de los ascensores sobrepasa el límite máximo establecido. A partir de esto se desprende que en la práctica la ruta optimizada nunca excede del límite máximo de potencia. Además, en un ejemplo del invento, la función de coste es minimizada por una condición límite establecida para al menos una cantidad deseada. Además, el presente invento proporciona que los ascensores necesitan un permiso de puesta en marcha antes de configurarse para dar servicio a una llamada. Un permiso de puesta en marcha es concedido si la partida del ascensor en cuestión no da como resultado sobrepasar el límite de potencia máxima establecido.

En el presente invento, el término de penalización de la función de coste es directamente proporcional a la potencia máxima instantánea consumida por la ruta en cuestión.

En una realización del presente invento, se han utilizado principios de algoritmos genéticos conocidos con anterioridad. Para limitar la potencia máxima, uno o más ascensores pueden ser excluidos del servicio y configurados en un modo de espera. Al nivel del algoritmo, esto puede ser puesto en práctica definiendo un valor de gen como vacío cuando una llamada es dejada en espera para un servicio posterior.

En el presente invento, antes de ser introducido un límite de potencia, la necesidad de potencia de los ascensores tanto para el desplazamiento hacia arriba como hacia abajo es determinada como una función del tamaño de la carga. El número de ascensores en servicio puede así ser variado dinámicamente de acuerdo con los estados de los ascensores y la situación del tráfico, teniendo en cuenta los requisitos de potencia conocidos para el sistema.

El método del invento puede ser aplicado durante la operación con energía de emergencia del sistema de ascensores, en una situación en la que el suministro de energía externa es perturbado o interrumpido completamente. Una segunda aplicación es una situación en la que los picos de potencia consumida deben ser reducidos con el fin de conseguir reducciones de coste.

La operación con energía de emergencia tradicional es fiable y estable con respecto a la puesta en práctica, pero tiene muy en cuenta la asimetría inherente del ascensor con respecto al consumo de potencia con cargas y direcciones de desplazamiento diferentes. La situación más común es que durante la operación con energía de emergencia sólo un ascensor puede ser mantenido funcionando en servicio normal. Naturalmente la capacidad de transporte del grupo de ascensores se colapsa durante la operación con energía de emergencia, pero es posible intentar mejorar el servicio, al menos un poco, seleccionando ascensores dinámicamente para dar servicio de acuerdo con la situación del tráfico y el estado del grupo de ascensores dentro del marco de la energía disponible.

Aplicando adicionalmente un límite de potencia máximo, la optimización de ruta puede ser utilizada para encontrar rutas más equilibradas con respecto a los tiempos de espera, al consumo de energía y a los niveles de pico de potencia, y de este modo el comportamiento del grupo de ascensores puede ser mantenido bajo control de mejor forma que antes.

LISTA DE FIGURAS

La fig. 1 presenta como un ejemplo de la técnica anterior un grupo de tres ascensores con dos llamadas de subida activas, siendo operado el ascensor 1 con energía de emergencia para dar servicio a las llamadas.

La fig. 2 representa el requisito de potencia en la situación presentada en la fig. 1.

La fig. 3 muestra la mejor alternativa de ruta con respecto al tiempo de espera de los pasajeros, en la que el ascensor 1 da servicio a la llamada U6 y el ascensor 3 da servicio a la llamada U5.

La fig. 4 representa el requisito de potencia en la situación presentada en la fig. 3.

La fig. 5 presenta una alternativa de recorrido que satisface el límite de potencia, con el ascensor 2 dando servicio a la llamada U5 y el ascensor 3 dando servicio a la llamada U6.

La fig. 6 representa el requisito de potencia en la situación presentada en la fig. 5.

La fig. 7 presenta un diagrama de flujo de datos del sistema de control de acuerdo con el presente invento, y

La fig. 8 ilustra el principio de la codificación de un cromosoma en algoritmos genéticos utilizados por el presente invento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

Cuando las necesidades del consumo de potencia de los ascensores son conocidas, es posible controlar el grupo de ascensores incluso durante la operación con energía de emergencia de formas más versátiles que poniendo simplemente ciertos ascensores predeterminados en servicio normal. Conociendo las necesidades de potencia de los ascensores, el grupo de ascensores puede ser controlado de tal forma que el número de ascensores en servicio varíe dinámicamente de acuerdo con los estados de los ascensores y la situación del tráfico. Además, la condición esencial, es decir el valor de potencia máxima instantáneo puede ser mantenido continuamente por debajo del límite deseado.

La fig. 5 representa una alternativa de itinerario de acuerdo con el invento con los mismos estados de ascensor 50, 51, 52 y llamadas activas 53, 54 que en las figs. 1 y 3. En el itinerario obtenido como un resultado final, el ascensor L2 51 da servicio a la llamada U5 53 y el ascensor L3 52 da servicio la llamada U6 54, y este itinerario satisface la condición de potencia. Con este itinerario, el tiempo de espera total es de 18 s, que es considerablemente mejor que el tiempo de espera de 26,5 s, producido por la operación con energía de emergencia tradicional como se ha descrito antes.

La fig. 6 presenta un gráfico de la necesidad de potencia de esta alternativa de ruta en función del tiempo. En el ejemplo de las figs. 5 y 6, dos ascensores pueden ser mantenidos funcionando, de tal modo que las llamadas 53, 54 puedan ser atendidas más rápido que en la operación con energía de emergencia tradicional, y aun la capacidad del grupo electrógeno de emergencia es suficiente durante todo el tiempo.

La operación dinámica del ascensor durante la alimentación con energía de emergencia puede ser puesta en práctica sobre la base de "genética", es decir, algoritmos genéticos como es conocido en la técnica anterior. En una función de coste que representa un grupo de ascensores, es necesario considerar la potencia instantánea consumida por los ascensores en diferentes etapas a lo largo de su ruta. El requisito de potencia está afectado por la carga de la cabina, la dirección de la cabina, la magnitud de aceleración de la cabina, la velocidad constante de la cabina y la magnitud de deceleración de la cabina, como se ha ilustrado en el ejemplo presentado en la Tabla 2. Si en algún instante de tiempo t la potencia total necesitada por los ascensores sobrepasa el suministro de energía disponible para el grupo de ascensores, entonces se añade un término de penalización a la función de coste de la alternativa de ruta para imponer una penalización en la alternativa de ruta en cuestión. El término de penalización aumenta la probabilidad de que tal alternativa de ruta insatisfactoria sea eliminada de la optimización. La función de coste es de la forma:

$$\begin{aligned} P_L^{\max} &= \max_L \left(\sum_L P_L(t) \right) \\ C &= \alpha \cdot C_1 + \beta \cdot C_2 + \dots + K \cdot \left(\frac{P_L^{\max}}{P_G^{\max}} \right) \cdot P_L^{\max} \end{aligned} \quad (3)$$

En esta ecuación (3), C_1 y C_2 son otros términos de coste, tales como por ejemplo el tiempo de espera del pasajero y el tiempo de desplazamiento, y α y β son coeficientes de ponderación de los costes. El término $P_L^{\max}$ es el requisito de

potencia de pico del grupo de ascensores a lo largo del horizonte de tiempos $t = t_0, \dots, T$, donde T es el instante de tiempo en el que el sistema de ascensores se deshace tanto de llamadas desde un piso de llegada o acceso como de llamadas de cabina. Por ejemplo en la fig. 4, $P_L^{\max} = 27,5$ Kw a lo largo del intervalo de tiempo de 0,5 s... 2 s, y $T = 26$ s, que es cuando

el sistema ha terminado de prestar servicio a la última llamada de cabina. El término $P_G^{\max}$ es la potencia máxima disponible para el sistema de ascensores, siendo de 23 Kw en nuestros ejemplos. El término $\left(\frac{P_L^{\max}}{P_G^{\max}} \right)$ recibe el valor 1 cuando $P_L^{\max}$ excede de la potencia disponible $P_G^{\max}$, de otra manera recibe el valor 0.

El coeficiente K puede ser usado para ajustar el peso de la penalización causada por exceder de la potencia disponible y así controlar su efecto en la función de coste.

La estructura básica del sistema se ha presentado en la fig. 7 como un diagrama de flujo y sigue los principios básicos puestos en práctica en algoritmos genéticos. Comparándolo con este Gen básico, se ha añadido un controlador de potencia (Control de Potencia) 70. Determina la potencia de pico correcta para un modelo 72 del sistema de ascensores y concede los permisos de puesta en marcha a los ascensores en el grupo de ascensores 71. La fig. 7 también comprende un denominado controlador 73 de búsqueda de ruta (Control de Búsqueda de Ruta), que comienza la búsqueda de ruta dándole una señal a un optimizador 74. El optimizador 74 utiliza de nuevo algoritmos genéticos y devuelve la ruta óptima al controlador 73. Los datos de entrada al controlador 73 consisten de llamadas de un piso de llegada, activas aún no asignadas y del estado del sistema de ascensores. El controlador 73 devuelve la información relativa a las decisiones de asignación a los ascensores 71.

El estado del sistema de ascensores 71 es actualizado naturalmente también para el modelo de sistema 72. Desde el optimizador 74, la información relacionada con la propia alternativa de ruta es enviada al modelo 72 y en respuesta a esta solicitud los datos de coste (términos de coste) para la alternativa de ruta son a su vez devueltos desde el modelo 72 al optimizador 74.

5 Conectado al sistema hay una fuente de energía de emergencia 75 (Generador de Energía de Emergencia, EPG), que informa al controlador 70 en cuanto al estado de encendido/apagado de esta fuente de energía. El controlador 70 de potencia también es alimentado con información relativa a la potencia máxima $P_{\max}$ permitida en una situación de operación normal y la potencia máxima emitida $P_{\max,EPG}$ de la fuente de energía de emergencia 75. La potencia máxima disponible en cada situación es así deducida en el controlador 70 a partir de los datos de suministro y pasada al modelo 10 72 del sistema de ascensores. De la misma manera, las necesidades de potencia de los ascensores determinados con anterioridad como funciones de carga y dirección de desplazamiento (Datos de Potencia de Elevación) están ambos disponibles para el modelo 72 del sistema de ascensores y el controlador 70. El controlador 70 de potencia también recibe el estado del sistema directamente desde los ascensores 71.

15 La potencia $P(t)$ es una cantidad de consumo de energía desigual de naturaleza instantánea, que es acumulativa y una integral de energía en función del tiempo, $E = \int P(t)dt$. En la búsqueda para una ruta óptima, el modelo de ascensores 72 utiliza ciertas suposiciones relativas, por ejemplo, a los tiempos de parada. Cuando los ascensores 71 prosiguen a continuación a lo largo de las rutas planificadas, los tiempos de parada reales pueden diferir de los utilizados en la toma de decisiones, en cuyo caso la temporización mutua de los ascensores varía de la programación original. Para evitar sobrecarga en tal situación, el ascensor siempre tiene que solicitar un permiso de puesta en marcha del sistema de control 20 del grupo de ascensores (en el diagrama de flujo el controlador 70 de potencia) antes de la salida. Como el controlador 70 de potencia conoce los viajes que son realizados actualmente por cada ascensor así como el consumo de potencia asociado, puede conceder al ascensor un permiso de puesta en marcha después de que se haya establecido que la salida del ascensor en cuestión no conducirá a una sobrecarga. El ascensor puede pedir un permiso de puesta en marcha en el instante en que normalmente arrancaría cerrando su puerta. Si el ascensor no recibe un permiso de puesta en marcha, la 25 cabina puede estar provista de señalización para avisar a los pasajeros acerca del retraso y de que el ascensor está esperando un permiso de puesta en marcha. La señalización puede ser acústica y/o visual. Puede ser puesta en práctica utilizando, por ejemplo, un aviso iluminado que dice "Operación con energía de emergencia" acompañado por información de audio que dice, por ejemplo "(pling-plong) El ascensor está esperando al permiso de puesta en marcha". La puerta permanece abierta durante todo este tiempo, de tal forma que los pasajeros no se pongan nerviosos acerca de esta 30 situación inusual. Más tarde, cuando la situación total lo permite, el control de grupo 70 proporciona al ascensor un permiso de puesta en marcha y la puerta comienza a cerrarse. Cuando se concede un permiso de puesta en marcha, el control de grupo 70 naturalmente tiene en cuenta el tiempo de cierre de la puerta.

35 Cuando se ha puesto en práctica de acuerdo con el ejemplo en la fig. 7, el sistema que calcula la ruta contiene dos puntos de vista o, en otras palabras, dos etapas de cálculo. Como un primer aspecto, la ruta puede ser planificada sobre una base a más largo plazo. En otras palabras, esto significa buscar las rutas que darán como resultado tiempos de espera tan cortos como sea posible, aún sin sobrepasar el límite máximo de potencia eléctrica disponible. El segundo aspecto en el funcionamiento del sistema es la planificación de la ruta de acuerdo con consideraciones en tiempo real, en otras palabras, los ascensores tienen concedidos permisos de funcionamiento de acuerdo con la situación real del consumo de potencia total de los ascensores que están funcionando actualmente. Estas dos etapas avanzan simultáneamente, debido 40 a que ambas etapas son actualizadas de acuerdo con la situación del tráfico y los cambios en el estado del sistema.

45 En el método del presente invento, es esencial que el controlador 70 de potencia vigile la potencia de una manera poco sistemática considerándola a partir del eje de tiempos, teniendo en cuenta las distintas etapas de funcionamiento del ascensor. Como la aceleración, la deceleración y el movimiento de velocidad constante consumen diferentes cantidades de energía, el controlador 70 de potencia tiene que avisar cuando el estado de un ascensor cambia, por ejemplo, desde el movimiento de velocidad constante al movimiento de deceleración.

Como el presente invento permite la optimización del consumo de potencia instantáneo así como de la energía consumida a lo largo de un período más largo, es posible grabar en el sistema de control de ascensores después de cada viaje del ascensor la energía consumida durante este viaje. Esta información puede ser utilizada en optimizaciones de ruta subsiguientes.

50 La fig. 8 ilustra el principio de codificación de un cromosoma 87. El sistema ejemplar comprende de nuevo tres ascensores, L1 80, L2 81 y L3 82. El primer ascensor 80 está situado en el piso 9, el segundo ascensor 81 en el piso 1 y el tercer ascensor 82 en el piso 4. Hay cuatro llamadas activas; una llamada de bajada en el tercer piso 83, una llamada de subida en el quinto piso 84, y una llamada de subida en el sexto piso 85 y una llamada de bajada en el octavo piso 86. A partir de estas llamadas se forma un cromosoma 87 de cuatro genes, que ha de ser utilizado como un instrumento en el 55 cálculo.

La codificación de los genes en el cromosoma 87 comprende una característica adicional comparada con el Gen básico. El principio básico del gen básico es que la posición del gen en el cromosoma 87 especifica qué llamada es en cuestión

(identifica la llamada entre el conjunto total de llamadas activas) y el valor del gen indica el ascensor que ha de prestar servicio a la llamada. Normalmente el punto de partida en la búsqueda para un itinerario es que se ha de encontrar un ascensor que de servicio a cada llamada. Para permitir que el sistema satisfaga el requisito de límite de potencia, debe ser posible omitir una o más llamadas del itinerario. Esto puede lograrse añadiendo una alternativa “vacía” a la tabla de elevación 88 indicada por el gen. Para mantener el consumo de potencia por debajo del límite, las llamadas pueden por lo tanto ser dejadas en espera para un servicio posterior.

Sobre la base de la optimización, puede asignarse un ascensor para cada gen (llamada) en la alternativa de ruta representada por la fig. 8. En este contexto, los valores de gen se indican en las tablas de elevación 88. La llamada U5 84 del primer gen es servida por el ascensor L1 80. La llamada U6 85 del segundo gen es asignada al ascensor L2 81. La llamada D3 83 será servida por el ascensor L1 80 después de que L1 haya prestado servicio a su llamada de subida previa U5 84. La llamada de bajada D8 86 está así de nuevo lejos, siendo omitida del itinerario. Cuando una llamada es dejada sin un ascensor, se plantea el problema de cómo ha de ser tenido en cuenta el tiempo de espera de tal llamada en el cálculo. Una alternativa es añadir el tiempo activo actual (tiempo desde la entrada de la llamada hasta el instante de referencia) de llamadas a las que aún no se ha prestado servicio al tiempo de espera o de llamada predicho para las llamadas incluidas en el itinerario. En el ejemplo, la llamada D8 86 será atendida más tarde tan pronto como la condición límite de potencia lo permita. Esto será posible más tarde después de que las llamadas tempranas hayan sido atendidas.

Ha de resaltarse que el ejemplo en la fig. 8 en ningún caso representa el itinerario más óptimo de los ascensores en la situación ilustrada. La figura sólo presenta un procedimiento de itinerario para clarificar el principio.

El control de grupo de Gen-ascensor actual realiza la optimización de ruta real basándose en el modelo del grupo de ascensores y también proporciona una posibilidad de tener en cuenta limitaciones de potencia optimizando el recorrido. Como la potencia es una cantidad instantánea, el sistema debe incluir un procedimiento en tiempo real para conceder permisos de puesta en marcha como se ha descrito antes para asegurar que la potencia disponible no será sobrepasada en ninguna circunstancia.

Se obtiene un punto de vista completamente nuevo si el propósito es establecido reduciendo la potencia máxima consumida incluso durante la operación normal del sistema de ascensores. Si el sistema puede garantizar que no se excederá de un límite de potencia máximo rebajado en ninguna circunstancia, en algunas situaciones podría incluso ser posible reducir el tamaño de los fusibles principales en un escalón, en cuyo caso el propietario del edificio ahorrará en la factura de la electricidad. Esta podría ser la situación si el grupo de ascensores nominal conduce a un tamaño de fusible que sólo está ligeramente por encima de un tamaño estándar. Por ejemplo, la carga máxima puede permitir para el grupo de ascensores una corriente máxima de 3*31 A, que conduce a fusibles principales de 3*25 A. Limitando la potencia máxima de modo que la corriente de pico requerida sea, por ejemplo de 3*19 A, el tamaño del fusible de 3*20 A será suficiente, para lo cual las cargas fijadas son menores. Hablando en general, la potencia de pico es cara, y la compañía que distribuye la electricidad carga un precio relativamente elevado para ello. Muy probablemente los picos de consumo pueden ser cortados mediante el itinerario adecuado sin perjudicar notablemente el servicio proporcionado por el grupo de ascensores.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un grupo de ascensores cuando el consumo de potencia máximo está limitado, en el que el grupo de ascensores comprende al menos un ascensor y la asignación de llamada en el grupo de ascensores es controlada por un sistema de control, comprendiendo dicho método las operaciones de:
5 considerar sobre la base de llamadas activas y los estados de los ascensores en el instante de consideración una alternativa posible a la ruta para los ascensores;
definir una función de coste que contiene al menos un término de coste, cada una de las cuales comprende una cantidad relacionada con la operación del sistema de ascensores;
caracterizado porque el método comprende además las operaciones de:
10 añadir a la función de coste un término de coste que comprende la potencia instantánea consumida por el sistema de ascensores;
establecer un límite máximo para la potencia;
asignar ascensores a las llamadas de tal forma que la función de coste sea minimizada y que el límite de potencia máxima establecido no será sobrepasado en ningún instante de consideración en la alternativa de ruta; y
15 proporcionar a un ascensor asignado a una llamada un permiso de puesta en marcha del sistema de control antes de la partida del ascensor, si la utilización de dicho ascensor no da como resultado que se sobrepase el límite de potencia máximo ajustado.
2. El método según la reivindicación 1, caracterizado porque el método comprende además las operaciones de:
20 definir en la función de coste un término de penalización para una ruta que en algún instante de tiempo sobrepasa el límite máximo establecido y en el que la magnitud del término de penalización es proporcional a la potencia máxima instantánea consumida.
3. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método comprende además la operación de:
ponderar cada término de la función de coste con un coeficiente de ponderación.
- 25 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método utiliza algoritmos genéticos.
5. El método según la reivindicación 4, caracterizado porque el método comprende además las operaciones de:
definir en un cromosoma del algoritmo genético el valor de gen como "vacío" cuando no se ha asignado ningún ascensor para una llamada introducida en el instante considerado; y
30 satisfacer la condición de limitación de potencia estableciendo una o más llamadas en modo de espera utilizando genes marcados como vacíos y prestando servicio con posterioridad a las llamadas establecidas en el modo de espera.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método comprende además la operación de:
35 determinar la necesidad o exigencia de potencia de los ascensores como una función de carga tanto para el desplazamiento hacia arriba como para el desplazamiento hacia abajo; y
variar dinámicamente el número de ascensores en servicio de acuerdo con la situación del tráfico y los estados de los ascensores y teniendo en cuenta los requisitos de potencia antes mencionados.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la cantidad relacionada con la operación del sistema de ascensores es el tiempo de llamada, el tiempo de espera, el tiempo de desplazamiento o el
40 tiempo de recorrido para un pasajero o como un valor medio para todos los pasajeros, o el consumo de energía acumulado del sistema de ascensores.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la función de coste es minimizada por una condición límite establecida para al menos una cantidad deseada.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método comprende además la
45 operación de:
aplicar el método durante la operación con energía de emergencia del sistema de ascensores, cuando el suministro externo de energía eléctrica ha sido perturbado o interrumpido.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método comprende además la operación de:
50 aplicar el método en una situación en la que los costes de energía que resultan de la utilización del sistema de ascensores han de ser reducidos.
11. Un sistema para controlar un grupo de ascensores cuando el consumo de potencia máxima es limitado, comprendiendo dicho sistema:
al menos un ascensor (71);

- un sistema de control (73) para controlar la asignación de llamadas en el grupo de ascensores;
 un modelo (72) del sistema de ascensores;
 un optimizador (74) para considerar una alternativa posible de ruta para los ascensores sobre la base de llamadas activas y los estados de los ascensores en el instante de consideración;
- 5 un optimizador (74) para definir una función de coste, en el que la función de coste contiene al menos un término de coste, cada uno de los cuales comprende una cantidad relacionada con la operación del sistema de ascensores;
 caracterizado porque el sistema comprende además:
 un controlador (70) de potencia para añadir a la función de coste un término de coste que comprende la potencia instantánea consumida por el sistema de ascensores;
- 10 un controlador (70) de potencia para establecer un límite de potencia máximo;
 un optimizador (74) para asignar llamadas a los ascensores de tal forma que la función de coste es minimizada y que el límite de potencia máximo establecido no será sobrepasado en ningún instante de consideración en la ruta alternativa; y
 un controlador (70) de potencia para dar a un ascensor asignado a una llamada un permiso de puesta en marcha antes de la partida del ascensor, si la utilización de dicho ascensor no da como resultado sobrepasar el límite de potencia máximo establecido.
- 15 12. Un sistema según la reivindicación 11; caracterizado porque el sistema comprende además:
 un optimizador (74) para definir en la función de coste un término de penalización para una ruta que en algún instante de tiempo sobrepasa el límite máximo establecido y en el que la magnitud del término de penalización es proporcional a la potencia máxima instantánea consumida.
- 20 13. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el sistema comprende además:
 un optimizador (74) para ponderar cada término de la función de coste con un coeficiente de ponderación.
14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el optimizador (74) del sistema utiliza algoritmos genéticos.
- 25 15. El sistema según la reivindicación 14, caracterizado porque el sistema comprende además:
 un optimizador (74) para definir el valor de un gen en un cromosoma (87) como "vacío" cuando una llamada que ha sido introducida no es asignada a un ascensor en el instante considerado; y
 un controlador (70) de potencia para satisfacer la condición de limitación de potencia estableciendo una o más llamadas (82) en el modo de espera utilizando genes marcados como vacíos y prestando servicio con posterioridad a las llamadas (86) puestas en modo de espera.
- 30 16. El sistema según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende determinar la necesidad de potencia de los ascensores como una función de carga tanto para el desplazamiento hacia arriba como hacia abajo; y porque el sistema comprende además:
 un controlador (70) de potencia para variar dinámicamente el número de ascensores en servicio de acuerdo con los estados de los ascensores (71) y la situación del tráfico y tener en cuenta los requisitos de potencia antes mencionados.
- 35 17. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la cantidad relacionada con la operación del sistema de ascensores es el tiempo de llamada, el tiempo de espera, el tiempo de desplazamiento o el tiempo de recorrido para un pasajero o como un valor medio para todos los pasajeros, o el consumo de energía acumulado del sistema de ascensores.
- 40 18. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la función de coste es minimizada utilizando una condición límite establecida para al menos una cantidad deseada.
19. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el sistema comprende además:
 una fuente de energía de emergencia (75) para garantizar el suministro de energía en una situación en la que el suministro externo de energía eléctrica ha sido perturbado o interrumpido.
- 45 20. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método es aplicado en una situación en la que los costes de energía resultantes de la utilización del sistema de ascensores han de ser reducidos.

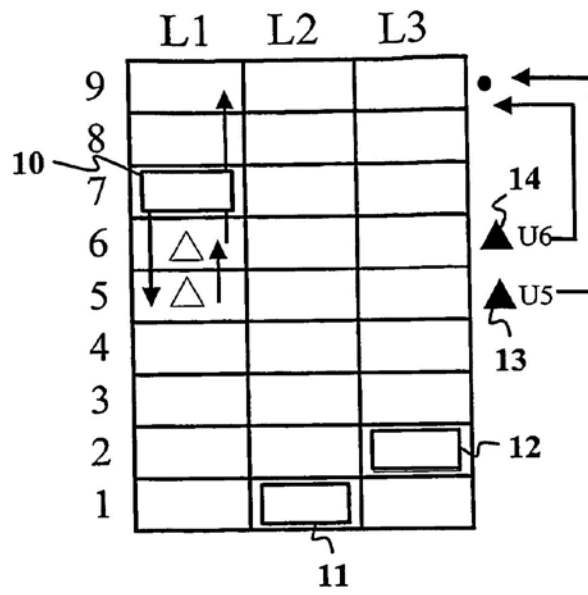


Fig. 1

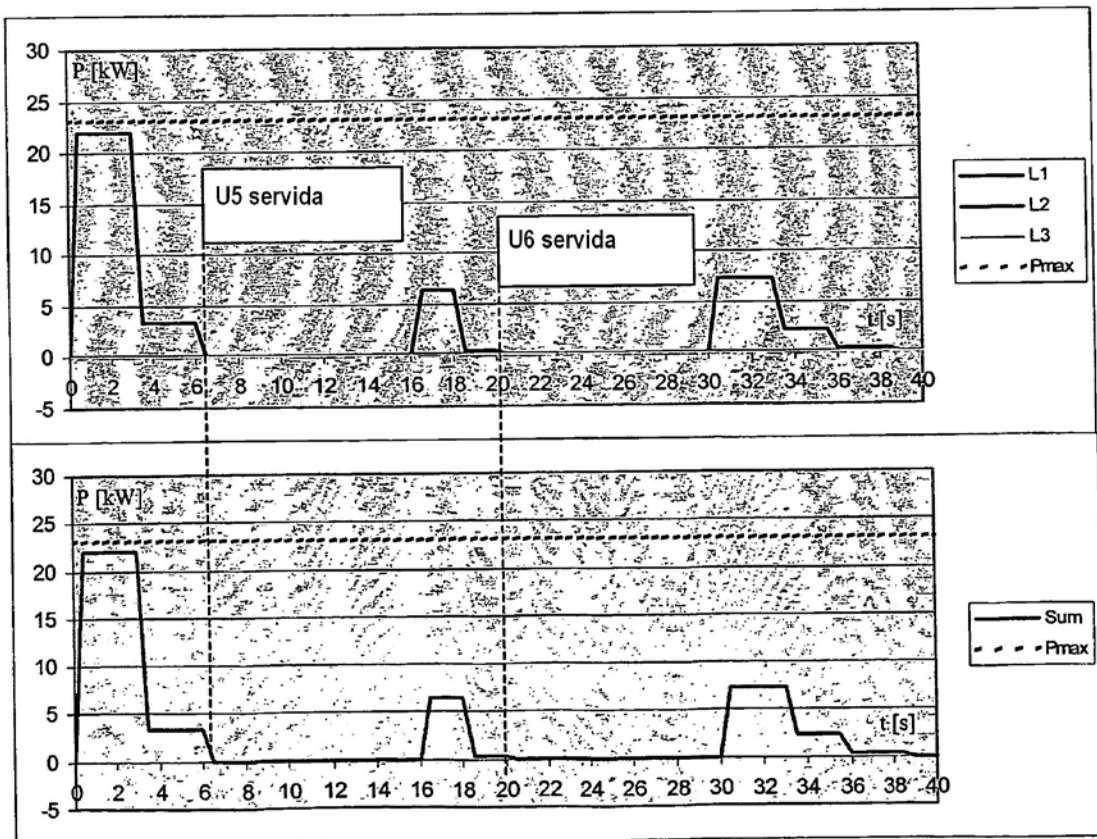


Fig. 2

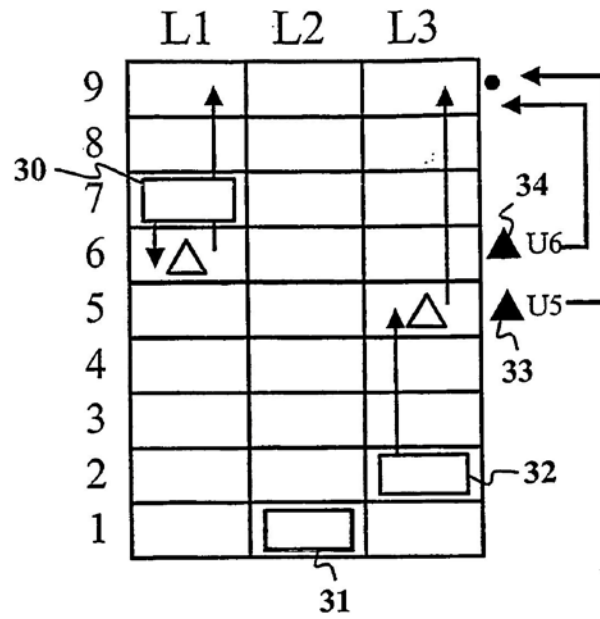


Fig. 3

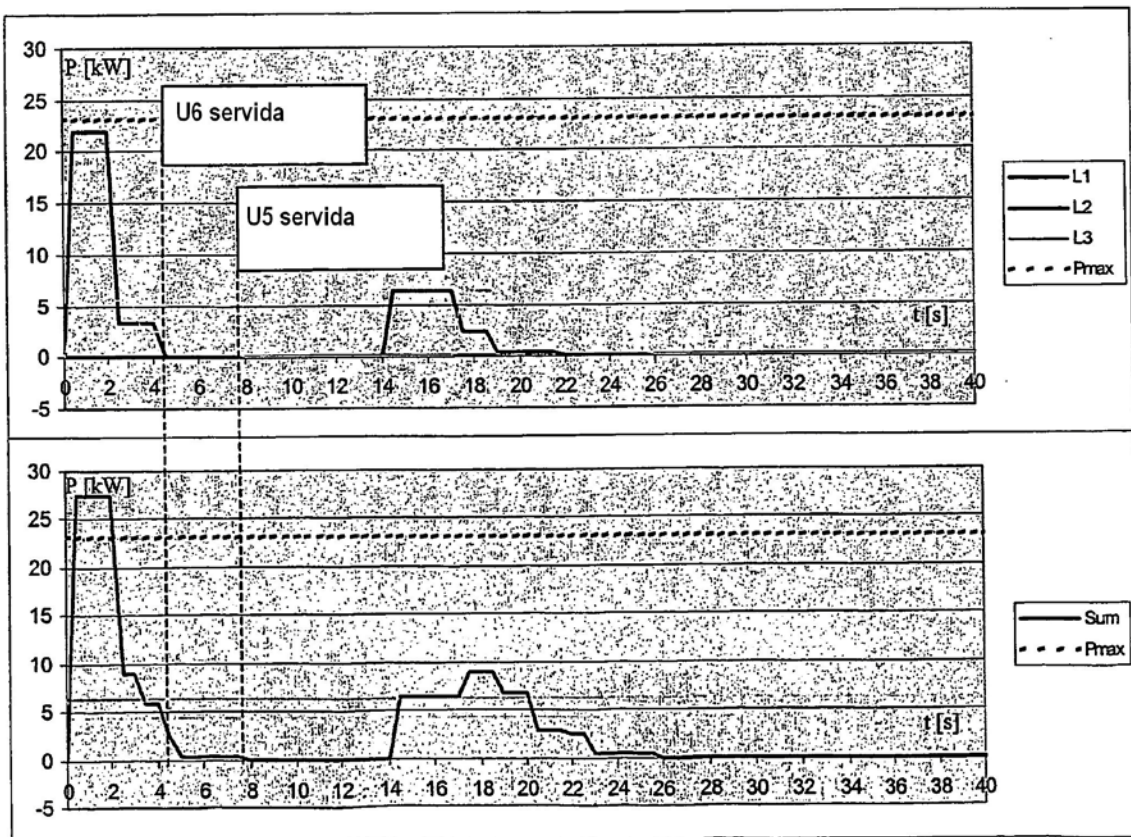


Fig. 4

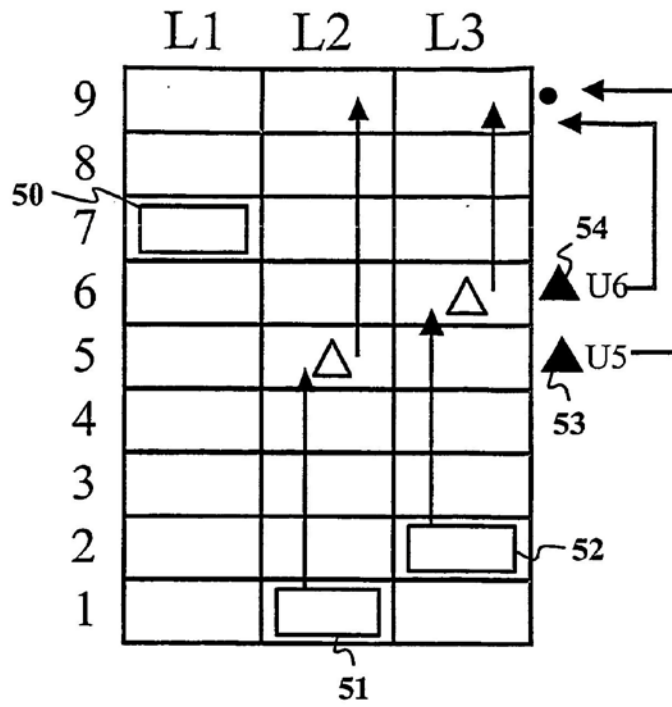


Fig. 5

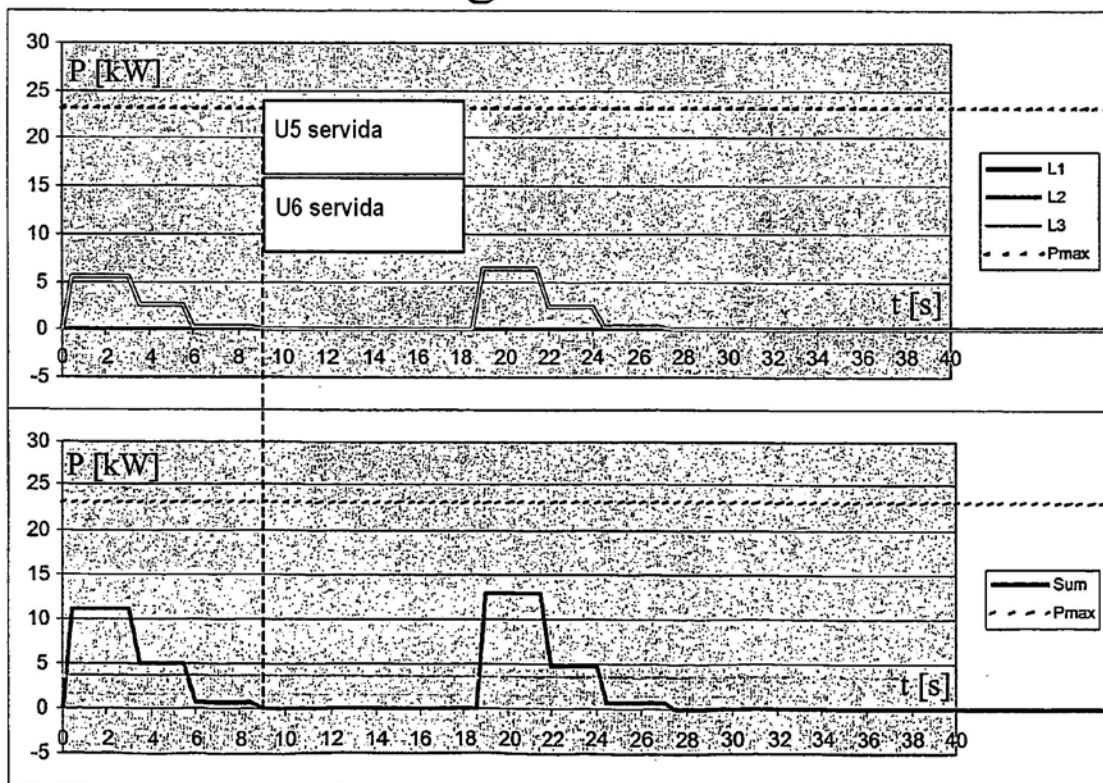


Fig. 6

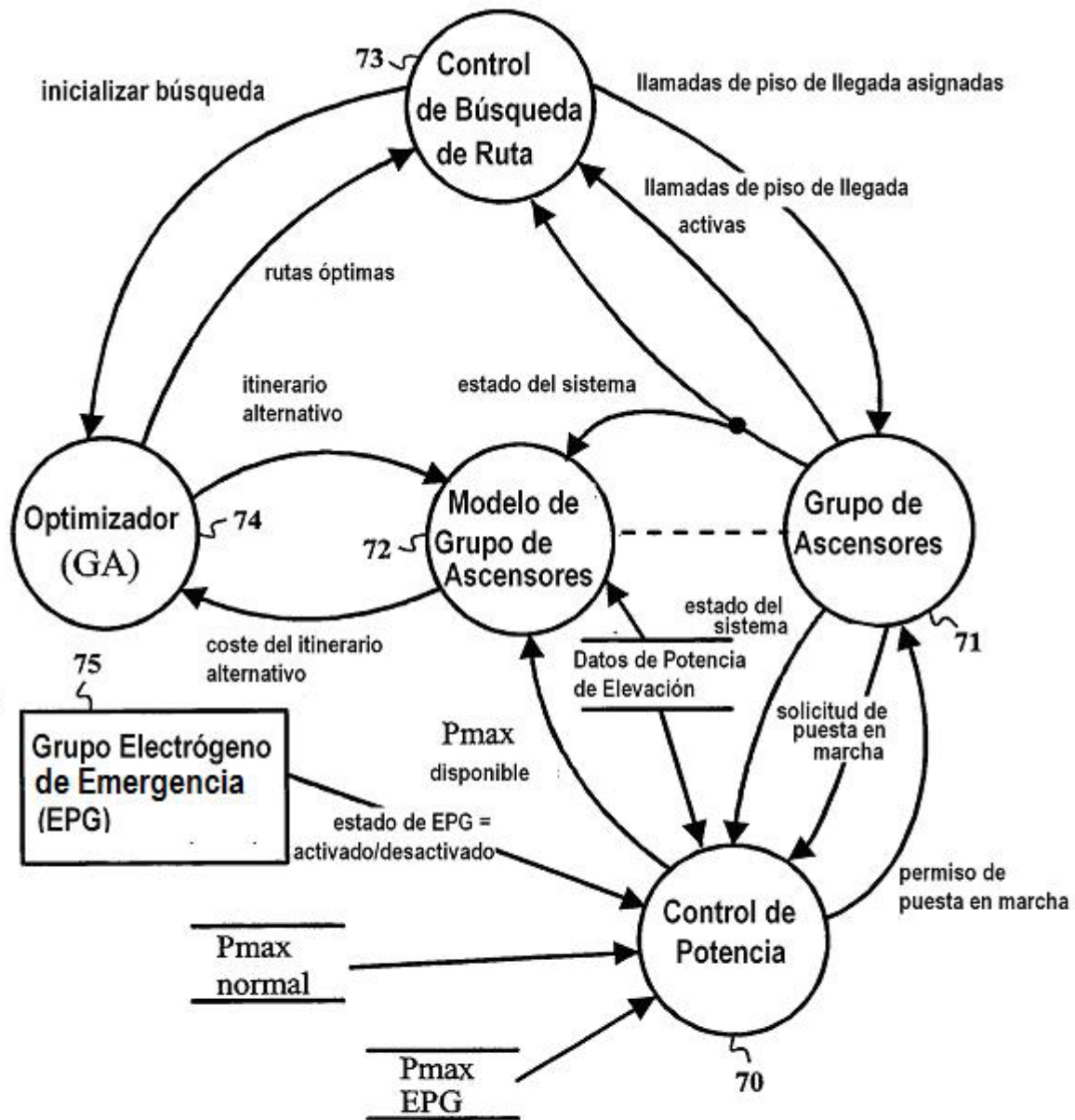


Fig. 7

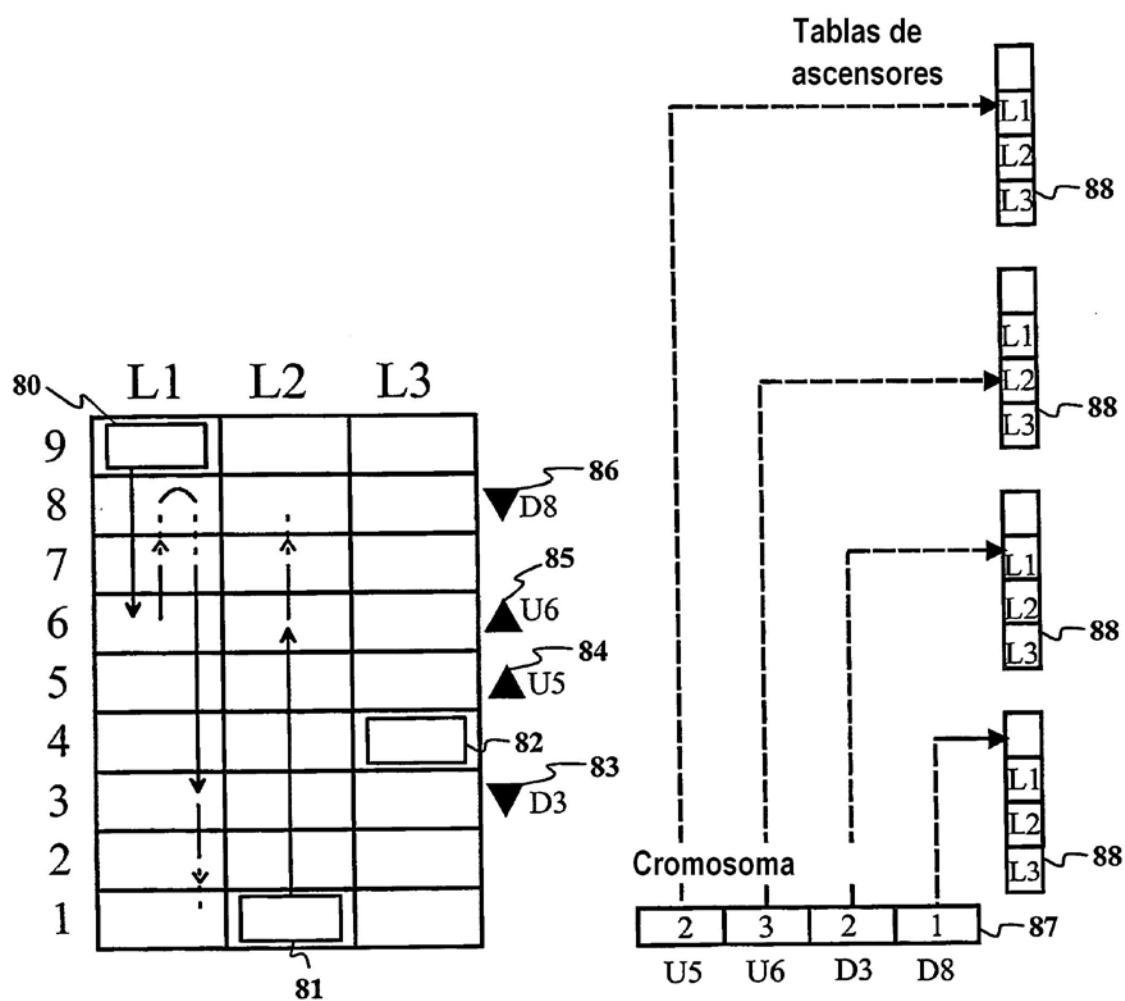


Fig. 8