

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 233**

51 Int. Cl.:

**B66B 1/28**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08797257 .6**

96 Fecha de presentación: **06.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2178782**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2010**

54 Título: **Control para limitar la presión timpánica de un pasajero de ascensor y método para lo mismo**

30 Prioridad:  
**06.08.2007 US 954205 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.11.2012**

73 Titular/es:  
**THYSSENKRUPP ELEVATOR CAPITAL  
CORPORATION (100.0%)  
3155 BIG BEAVER ROAD  
TROY, MI 48084, US**

72 Inventor/es:  
**SMITH, RORY y  
PETERS, RICHARD**

74 Agente/Representante:  
**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 391 233 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

Control para limitar la presión timpánica de un pasajero de ascensor y método para lo mismo

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional estadounidense número de serie 60/954.205, presentada el 6 de agosto de 2007, titulada *Tympanic Pressure Control*.

### Campo de la invención

10 La presente solicitud se refiere a ascensores y a sistemas de control de ascensor. En particular, la presente solicitud proporciona un sistema y un método para controlar una cabina de ascensor a la vez que limita la incomodidad del pasajero provocada por los cambios de presión.

### Antecedentes

15 Un pasajero que viaja en un ascensor se somete a un cambio en la presión atmosférica. La presión de aire atmosférico puede describirse como la presión en cualquier punto dado en la atmósfera terrestre. La presión de aire atmosférico aumenta a medida que un ascensor se desplaza hacia abajo, y disminuye a medida que un ascensor se desplaza hacia arriba. Si estos cambios de presión se producen demasiado rápido, pueden provocar incomodidad de un pasajero, específicamente en los oídos de un pasajero.

20 El oído puede dividirse en tres secciones: (1) el oído externo, (2) el oído medio y (3) el oído interno. El oído medio es una cámara llena de aire que está conectada a la nariz y a la garganta a través de un canal denominado la trompa de Eustaquio. El oído medio está rodeado en sus respectivos lados por el oído externo y el oído interno. El aire se desplaza a través de la trompa de Eustaquio al interior del oído medio para igualar la presión con la presión del oído externo. El oído medio contiene el tímpano, también conocido como tambor. Por lo tanto, la presión en el oído medio se denomina con frecuencia la presión timpánica.

30 Cuando un ascensor se desplaza hacia arriba, la presión de aire del oído externo disminuye con la presión atmosférica. En comparación con el oído externo, la presión en el oído medio, en general, no se ajusta tan rápidamente a cambios de presión. El ajuste automático para diferencias de presión en el oído humano normal se denominará "alivio natural". El oído externo, por tanto, tiene una presión de aire más baja en comparación con la del oído medio debido al ajuste más lento del oído medio a cambios de presión. La presión de aire en el oído medio permanece más alta hasta que se iguala. La membrana timpánica del oído, también conocida como el tambor, puede sobresalir hacia el oído externo en reacción a tener una presión más alta en el oído medio. Si esta protuberancia llega a ser demasiado grande, la persona puede experimentar incomodidad, o lesión en el tambor que incluye pequeñas hemorragias en el tambor, pequeñas ampollas u otras heridas. En casos extremos, el tambor puede reventarse, lo que puede conducir a un daño permanente.

40 Alternativamente, cuando un pasajero desciende de un edificio, la presión atmosférica aumenta en el oído externo. Este aumento de presión en el oído externo da como resultado que la presión en el oído medio sea más baja en comparación con la del oído externo. Esta diferencia de presión entre el oído externo y el oído medio puede provocar que la membrana timpánica del oído sobresalga hacia dentro hacia el oído medio. Si esta protuberancia llega a ser demasiado grande, la persona puede experimentar incomodidad, pequeñas hemorragias en el tambor, pequeñas ampollas u otras heridas. En casos extremos, el tambor puede reventarse, lo que puede conducir a un daño permanente.

50 Aún adicionalmente, si la persona tiene un resfriado u otro estado que provoque un bloqueo parcial o completo de la trompa de Eustaquio, el alivio natural puede no poder igualar la diferencia de presión aumentada, de manera que la incomodidad puede persistir durante un periodo de tiempo extendido. Además, la apertura repentina de la trompa de Eustaquio puede forzar un rápido cambio de presión en el oído medio. Este cambio de presión repentino en el oído medio puede transmitirse adicionalmente al oído interno y posiblemente dañar los mecanismos delicados del oído medio (es decir, el tambor) y el oído interno.

55 A la vista de la explicación anterior, es deseable limitar la tasa de los cambios de presión a los que están expuestos los pasajeros cuando viajan en un ascensor. Se dan a conocer un sistema y un aparato que permitirán que un sistema de ascensor funcione de manera eficaz a la vez que se limita la tasa de cambios de presión de aire a los que están expuestos los pasajeros.

### Breve descripción de los dibujos

60 Se cree que la presente solicitud se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción tomada junto con las figuras adjuntas. Se pretende que las figuras y la siguiente descripción detallada sean meramente ilustrativas y no pretenden limitar el alcance de la invención.

65

La figura 1 representa un diagrama esquemático de un sistema de ascensor a modo de ejemplo.

La figura 2 representa un diagrama de bloques para un sistema a modo de ejemplo para controlar un ascensor.

5 La figura 3 representa un diagrama de bloques para un sistema a modo de ejemplo alternativo para controlar un ascensor.

La figura 4 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo para un calculador de diferencial de presión.

10 La figura 5 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo para simular el trayecto de un pasajero.

La figura 6 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo para una base de datos de diferencial de presión y un actualizador de base de datos.

15 La figura 7 muestra una tabla que representa información de presión a modo de ejemplo.

La figura 8 muestra un diagrama que representa un diferencial de presión de aire a modo de ejemplo experimentado por un pasajero que desciende en una cabina de ascensor.

20 **Descripción detallada**

La siguiente descripción de determinados ejemplos de la presente solicitud no debe usarse para limitar el alcance de la presente invención tal como se expresa en las reivindicaciones adjuntas. Otros ejemplos, características, aspectos, realizaciones y ventajas de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción. Por consiguiente, las figuras y la descripción deben considerarse de naturaleza ilustrativa y no limitativas.

La figura 1 representa un sistema (40) de ascensor a modo de ejemplo que incluye múltiples cabinas (42) de ascensor situadas dentro de una pluralidad de huecos (44) de ascensor. Las cabinas (42) de ascensor se desplazan de manera vertical dentro de los respectivos huecos (44) y se detienen en una pluralidad de rellanos (46). Tal como se representa en el ejemplo, cada uno de los diversos rellanos (46) incluye un dispositivo (48) de entrada de destino externo. Las cabinas (42) de ascensor incluyen dispositivos (49) de entrada de destino internos. Ejemplos de dispositivos de entrada de destino incluyen unidades de visualización interactivas, pantallas táctiles informáticas o cualquier combinación de las mismas. Sin embargo, se conocen ampliamente y pueden usarse otras estructuras, componentes y técnicas para dispositivos de entrada de destino. Aún adicionalmente, pueden usarse señales de llamada de subir/bajar tradicionales en un rellano.

Tal como se muestra en el ejemplo de la figura 1, un controlador (50) se comunica con un sistema (40) de ascensor. Tal como se explicará con más detalle a continuación en el presente documento, el controlador (50) gobierna el movimiento de las cabinas (42) de ascensor para limitar el diferencial de presión de aire ("PD") experimentado por el pasajero. El movimiento de los ascensores (42), según se dirige por el controlador (50), garantiza que los PD de los pasajeros no superen un PD máximo permisible ("PD<sub>máx</sub>"). Para fines de este ejemplo, un PD de un pasajero puede definirse como la diferencia de presión entre el oído externo y el oído medio de un pasajero.

Tal como se describe a continuación, el controlador (50) funciona para limitar los PD de los pasajeros ajustando la velocidad, dirección y sobreaceleración de las cabinas de ascensores. El término sobreaceleración de ascensor describe la tasa de cambio en relación con la aceleración de un ascensor. El controlador (50) recibe entradas adecuadas desde el sistema (40) de ascensor con el fin de ajustar apropiadamente la velocidad, dirección y sobreaceleración de las cabinas de ascensor. Ejemplos de tales entradas incluyen nuevas llamadas de destino, el estado de cada ascensor, lecturas de presión a lo largo de los huecos de ascensor y el momento actual. El sistema (40) de ascensor puede usar cualquier estructura, componente y técnica adecuado para obtener y enviar estas u otras entradas al controlador (50). Por ejemplo, el sistema (40) de ascensor puede usar sensores (52) para medir la presión de aire en el hueco de ascensor. Asimismo, el controlador (50) puede usar cualquier estructura, componente y técnica adecuado para recibir tales entradas.

El controlador (50) comunica al menos algunas de las entradas descritas anteriormente a un calculador (60) de PD (véase la figura 2 y la figura 3). El calculador (60) de PD usa las entradas para determinar las configuraciones correctas a las que hacer funcionar las cabinas de ascensor. Estas configuraciones pueden incluir cualquier combinación de velocidad, dirección y sobreaceleración del ascensor, seleccionada de manera que el PD de ningún pasajero supere el PD<sub>máx</sub>. El calculador (60) de PD envía las configuraciones como salidas al controlador (50). El controlador (50) usa las salidas recibidas para controlar la velocidad, dirección y sobreaceleración de las cabinas de ascensor. Un funcionamiento a modo de ejemplo del calculador (60) de PD se muestra en el diagrama de flujo de la figura 4 y se describe a continuación.

La información de pasajero puede incluir información específica de cada pasajero individual, o de un grupo de

pasajeros. Los ejemplos de información de pasajero incluyen señales de llamada, elecciones de destino, diferenciales de presión pasados y actuales para un pasajero, peso del ascensor, momento en el que un pasajero entra y sale del ascensor, etc.

5 Un actualizador (80) de base de datos, un ejemplo del cual se representa en el diagrama de flujo de la figura 6 y se describe a continuación, actualiza la información de pasajero en la base (70) de datos de PD. La información de pasajero en la base (70) de datos de PD puede necesitar actualizarse ya que los PD de los pasajeros pueden cambiar a lo largo del tiempo debido a un alivio natural. Además, la información de pasajero puede necesitar actualizarse cuando un nuevo pasajero entra al ascensor o un pasajero anterior sale del ascensor.

10 El diagrama de bloques de la figura 2 representa una configuración a modo de ejemplo del controlador (50), el calculador (60) de PD, la base (70) de datos de PD y el actualizador (80) de base de datos. En este ejemplo, el controlador (50) comunica las entradas al calculador (60) de PD. El calculador (60) de PD también obtiene entradas de la base (70) de datos. El calculador (60) de PD usa estas entradas para monitorizar los PD de los pasajeros tal como se describe a continuación y enviar las salidas al controlador (50). El controlador (50) usa las salidas del calculador (60) de PD para controlar uno o más ascensores de modo que el PD de ningún pasajero supere el  $PD_{m\acute{a}x}$ . El controlador (50) se comunica con el actualizador (80) de base de datos que refresca la base (70) de datos para que contenga información de pasajero actual.

20 En una realización alternativa mostrada en el diagrama de bloques de la figura 3, el calculador (60) de PD sólo recibe entradas del controlador (50). El controlador (50) también se comunica con la base (70) de datos a través del actualizador (80) de base de datos. El controlador (50) envía la información del pasajero recibida del actualizador (80) de base de datos al calculador (60) de PD. El calculador (60) de PD usa la información del controlador (50) y la base (70) de datos para formular salidas. Estas salidas se envían al controlador (50). El controlador (50) usa las salidas para controlar el movimiento de los ascensores de modo que el PD de ningún pasajero supere el  $PD_{m\acute{a}x}$ .

30 Volviendo al diagrama de flujo de la figura 4, el controlador (50) inicializa el calculador (60) de PD en la etapa (S110). La inicialización del controlador (50) puede producirse en diversos momentos, por ejemplo, tras recibir una nueva señal de llamada de destino o después del cierre de puertas del ascensor. Asimismo, los sistemas tratados en el presente documento pueden incorporarse en métodos y aparatos conocidos anteriormente para asignar o controlar cabinas de ascensor, tales como el dado a conocer en la patente estadounidense n.º 6.439.349, titulada "Method and Apparatus for Assigning New Halls Calls To One of a Plurality of Elevator Cars", publicada el 27 de agosto de 2002, cuya descripción se incorpora en el presente documento como referencia.

35 Después de, o simultáneamente a, la inicialización del calculador (60) de PD, el controlador (50) envía al menos una entrada al calculador (60) de PD en la etapa (S120). Para el ejemplo mostrado, estas entradas puede incluir, pero no se limitan a: la velocidad máxima y mínima del ascensor, la sobreaceleración máxima y mínima del ascensor, una distancia de trayecto, información de pasajero incluyendo llamadas de destino y PD actual, el PD máximo permisible, la distancia a la que va a desplazarse el ascensor entre el piso de partida y el piso de llegada, e información de presión. La información de presión puede ser la presión atmosférica en diversas ubicaciones en el hueco de ascensor, la presión de aire en pisos específicos, las diferencias de presión de aire entre pisos o cualquier combinación de las mismas.

45 El controlador (50) puede usar cualquier método y dispositivo adecuados para obtener y enviar estas entradas al calculador (60) de PD. Por ejemplo, el controlador (50) puede ser un ordenador de propósito general programado previamente con la velocidad máxima y mínima del ascensor, la sobreaceleración máxima y mínima del ascensor, información de presión y  $PD_{m\acute{a}x}$ . Se entenderá que el controlador (50) puede obtener información de pasajero de la base (70) de datos de PD. Asimismo, el controlador (50) puede obtener información de presión a través de sensores (52) situados en el hueco (44) de ascensor.

50 Tras recibir estas entradas, el calculador (60) de PD simula un trayecto individual completo para cada pasajero en la etapa (S130). En el ejemplo descrito, un trayecto se define como el desplazamiento del ascensor desde una primera posición hasta una segunda posición. Por ejemplo, se producirán dos trayectos cuando una cabina de ascensor recoge un pasajero en el piso 150, se detiene en el piso 100 para otro pasajero, y continúa hasta el 1<sup>er</sup> piso en el que ambos pasajeros salen. El primer trayecto de pasajero es el desplazamiento desde el piso 150 hasta el piso 100. El segundo trayecto de pasajero es el desplazamiento desde el piso 100 hasta el 1<sup>er</sup> piso.

60 En otras versiones, un trayecto puede definirse como las etapas necesarias para llevar pasajeros a destinos solicitados y atender cualquier llamada de ascensor de los pasajeros en espera. En esta variación, se producirá un trayecto de pasajero cuando la cabina de ascensor se desplaza desde el piso 150 hasta el 1<sup>er</sup> piso, incluyendo el recoger de un pasajero en el piso 100.

65 Es deseable simular un trayecto para cada pasajero ya que los pasajeros pueden tener valores de PD diferentes. Por ejemplo, una persona que entra a la cabina de ascensor en el piso 150 puede tener un valor de PD diferente en comparación con una persona que entra a la cabina de ascensor en el piso 100.

El diagrama de flujo mostrado en la figura 5 representa un funcionamiento a modo de ejemplo para simular un trayecto de pasajero, que incluye determinar el cambio de presión cuando la cabina de ascensor se desplaza entre un piso de partida y un piso de llegada. Tal como se comentó anteriormente, los valores de presión en pisos particulares, o los diferenciales de presión entre pisos, pueden programarse en el controlador (50), que a su vez envía estos valores de presión al calculador (60) de PD. La información de presión también puede programarse directamente en el calculador (60) de PD. El controlador (50) y el calculador (60) de PD también pueden estar dotados de la capacidad de calcular la información de presión requerida.

Un método para calcular este cambio de presión entre un piso de partida y un piso de llegada incluye determinar los cambios de presión entre (1) el 1<sup>er</sup> piso y el piso de partida, y (2) el 1<sup>er</sup> piso y el piso de llegada. El cambio de presión  $PC_{x/1}$  entre el 1<sup>er</sup> piso y otro piso puede calcularse usando la ecuación (1) a continuación,

$$PC_{x/1} = P_s \times \left[ 1 - \left( 10^{-\frac{H_d}{18410}} \right) \right] \quad (1)$$

donde  $P_s$  representa la presión atmosférica convencional de 101325 pascales, y  $H_d$  representa la diferencia de altura en metros entre el 1<sup>er</sup> piso y el otro piso (x). También se supone que la presión relativa en el primer piso es cero. La ecuación (1) se describe en la publicación "Effective Atmospheric Pressure Control for Ultra-High Speed Elevator" en Proceedings of ELEVCON 2004, páginas 225-233 por Shudo, T., Y. Fujita, S. Nakagaki, M. Okamoto y A. Yamamoto.

Tal como se muestra en la ecuación (2) a continuación, la sustracción del cambio de presión de piso de llegada del cambio de presión de piso de partida produce el cambio de presión ( $PC_{d/a}$ ) experimentado por el pasajero durante el trayecto.

$$PC_{d/a} = PC_{d/1} - PC_{a/1} \quad (2)$$

En la ecuación (2),  $PC_{d/1}$  representa el cambio de presión entre el piso de partida y el 1<sup>er</sup> piso, y  $PC_{a/1}$  representa el cambio de presión entre el piso de llegada y el 1<sup>er</sup> piso.

El valor de diferencial de presión actual del pasajero,  $PD_c$ , se suma entonces a  $PC_{d/a}$  para determinar el posible diferencial de presión del pasajero,  $PD_p$ . El valor de  $PD_p$  representa el posible diferencial de presión que experimentaría un pasajero durante el trayecto si no se produjera un alivio natural durante el trayecto. Cuando no se produce un alivio natural, se supone que el PD de un pasajero aumenta o disminuye directamente con los cambios de presión experimentados por el pasajero.

En la práctica, el diferencial de presión actual del pasajero,  $PD_c$  medirá cero cuando el pasajero entra al ascensor. El  $PD_c$  del pasajero cambiará cuando el pasajero experimenta cambios de presión. En algunas circunstancias, por ejemplo, cuando un pasajero se desplaza lentamente, el  $PD_c$  del pasajero todavía puede ser cero aunque el pasajero haya experimentado cambios de presión. Esto se producirá cuando el diferencial de presión provocado por los cambios de presión se compense por alivio natural.

Se entenderá que la información de pasajero almacenada en la base (70) de datos de PD incluye un valor de  $PD_c$  para cada pasajero. El calculador (60) de PD recibe esta información como entrada para el cálculo de simulación de trayecto.

Tras obtener un  $PD_p$  del pasajero, se sustrae el  $PD_{m\acute{a}x}$  del  $PD_p$  para obtener el valor de diferencial de presión en exceso,  $PD_e$ , tal como se muestra en la ecuación (3) a continuación.

$$PD_e = PD_p - PD_{m\acute{a}x} \quad (3)$$

El método para seleccionar  $PD_{m\acute{a}x}$  se explicará con más detalle a continuación.

Uno de los aspectos importantes del presente método es usar el alivio natural del pasajero para reducir el diferencial de presión experimentado por el pasajero, ya sea estando la cabina de ascensor en movimiento o detenida. En algunas instalaciones de ascensor, están previstas plantas de transferencia en las que un alivio natural puede aliviar las diferencias de presión a medida que el pasajero camina de un vestíbulo de ascensores a otro. Sin embargo, el presente método usa el alivio natural del pasajero que se produce mientras la cabina de ascensor está detenida para recoger o dejar pasajeros para reducir la diferencia de presión experimentada por los oídos de los pasajero como un factor para controlar de manera óptima el funcionamiento del ascensor, y minimizar de ese modo el tiempo de desplazamiento de pasajero total. Por ejemplo, la velocidad del ascensor entre los destinos puede aumentarse ya

que los pasajeros comenzarán desde una diferencia de presión inicial más baja, y pueden, por tanto, experimentar un cambio de presión más alto por unidad de tiempo, siempre que no se supere un diferencial de presión del oído cómodo.

5 Por tanto, se entenderá que para garantizar que el  $PD_e$  de ningún pasajero supera cero, el ascensor necesitará desplazarse a una velocidad, aceleración o sobreaceleración para proporcionar el tiempo necesario para que un alivio natural iguale o al menos reduzca el  $PD_e$  del pasajero. Por consiguiente, el presente método contempla que el ascensor funcione a una aceleración, velocidad y/o sobreaceleración tal que el PD de un pasajero se aproxime pero no supere el  $PD_{m\acute{a}x}$ . Esto requiere igualar el  $PD_e$ .

10 Puede conseguirse igualar el  $PD_e$  calculando un tiempo de comodidad,  $T_c$ . El tiempo de comodidad,  $T_c$ , representa un periodo de tiempo durante el cual se iguala el  $PD_e$ . Más específicamente, este tiempo de comodidad representa el tiempo necesario para igualar el  $PD_e$  basándose en la tasa de alivio natural,  $N_r$ . La tasa de alivio natural puede estimarse basándose en valores de cambio de presión usados por cabinas de líneas aéreas presurizadas para garantizar la comodidad de pasajeros. Tal como se entiende de manera general, mientras se asciende o se desciende, en cuanto el sistema de presurización automática la tasa de cambio de altitud dentro de la cabina del avión se limita a un intervalo cómodo, con frecuencia alrededor de 350 a 450 pies por minuto. Usando la ecuación (1) anterior, el extremo inferior de este intervalo, 350 pies por minuto (1,75 m/s), es igual a un cambio de presión de aproximadamente 22 pascales/s.

20 El  $T_c$  puede calcularse tal como se muestra en la ecuación (4):

$$T_c = \frac{PD_e}{N_r} \quad (4)$$

25 Tras calcular el  $T_c$  para cada pasajero, entonces se calcula el tiempo de trayecto usando la velocidad, aceleración y sobreaceleración máximas del ascensor.

Tras simular un valor para  $T_c$  en la etapa (S130), el calculador (60) de PD determina en la etapa (S140) si el PD de cualquier pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$  durante el trayecto. Esto se determina examinando si la duración estimada del trayecto simulado es menor que el  $T_c$  de cualquier pasajero. Es decir, el PD de un pasajero superará el  $PD_{m\acute{a}x}$  durante el trayecto si la duración de trayecto simulado es menor que el  $T_c$ . El PD de un pasajero no superará el  $PD_{m\acute{a}x}$  durante el trayecto si la duración de trayecto simulado es mayor que el  $T_c$ . Alternativamente, el calculador (60) de PD puede comparar únicamente la duración de trayecto simulado con el valor de  $T_c$  más grande cuando el ascensor contiene múltiples pasajeros.

35 Cuando se determina que el PD de al menos un pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$ , el calculador (60) de PD realiza la etapa (S150) y altera al menos una variable introducida del trayecto simulado para aumentar la duración de trayecto de modo que sea igual a o mayor que  $T_c$ . Por ejemplo, con el fin de garantizar que el PD de ningún pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$ , puede reducirse la velocidad, aceleración y/o sobreaceleración del ascensor. Puede usarse cualquier método y técnica adecuado para variar las entradas necesarias para aumentar la duración de trayecto simulado hasta un valor igual a, o mayor que,  $T_c$ .

40 Tras alterar al menos una entrada variable en la etapa (S150), el calculador (60) de PD repite o bien parcial o bien completamente la etapa (S130). Por ejemplo, el calculador (60) de PD puede estar configurado para calcular nuevamente sólo la duración de trayecto simulado. Alternativamente, el calculador (60) de PD puede estar configurado para repetir la etapa (S130) sólo para el pasajero cuyo PD superaba el  $PD_{m\acute{a}x}$ .

45 Tras repetir de manera iterativa la etapa (S130), el calculador (60) de PD repite la etapa (S140) para determinar si el PD de cualquier pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$  comparando la duración de trayecto simulado con el  $T_c$  de cada pasajero. Si la duración de trayecto simulado es menor que el  $T_c$  de cualquier pasajero, se repiten las etapas (S150) y (S140). El calculador (60) de PD continúa repitiendo las etapas (S150) y (S140) hasta que se realiza una determinación de que la duración de trayecto simulado es igual a, o mayor que, el  $T_c$  de cada pasajero. Tras realizar una determinación de que el PD ningún pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$ , el calculador (60) de PD envía los valores de velocidad, aceleración y sobreaceleración al controlador (50) en la etapa (S150).

50 Alternativamente, o además de hacer que el calculador (60) de PD simule trayectos, el calculador (60) de PD puede configurarse con la capacidad de calcular la velocidad, aceleración y sobreaceleración del ascensor basándose en el tiempo de desplazamiento objetivo,  $T_c$ , y en la distancia que va a desplazarse. Usando este enfoque puede impedirse que el calculador (60) de PD simule trayectos hasta que se encuentre un valor adecuado para la velocidad, aceleración y sobreaceleración de la cabina. Por ejemplo, un pasajero entra al ascensor en el piso 120 y selecciona el vestíbulo como destino. La distancia entre el piso 120 y el 1<sup>er</sup> piso es de 486 metros. El calculador (60) de PD calcula un  $T_c$  para el pasajero de 88,8 segundos. El calculador (60) de PD usará entonces las capacidades de velocidades, aceleraciones y/o sobreaceleración del ascensor disponibles para crear un trayecto para este pasajero

que dure 88,8 segundos. Se observará que esta metodología permite que el sistema reduzca u optimice el tiempo de desplazamiento total teniendo en cuenta el alivio natural del pasajero, a la vez que garantiza la comodidad del pasajero. La velocidad promedio necesaria para desplazarse 486 metros en 88,8 segundos es de 5,47 m/s. Se conocen ampliamente diversos dispositivos, sistemas y técnicas tales como inteligencia artificial y pueden usarse para crear un trayecto para un pasajero que dura un tiempo igual a o mayor que  $T_c$ .

El controlador (50) también puede usar la salida del calculador (60) de PD para tener en cuenta los retrasos asociados con recoger pasajeros en espera. Esta realización será especialmente útil para sistemas de ascensor que tienen múltiples cabinas de ascensor. En particular, esta realización (así como otras descritas en el presente documento) puede implementarse usando el sistema descrito en la patente estadounidense n.º 6.439.349, titulada "Method and Apparatus for Assigning New Hall Calls To One of a Plurality of Elevator Cars", publicada el 27 de agosto de 2002. En esta realización, el controlador (50) analiza el grado al que puede limitarse la velocidad, aceleración o sobreaceleración de esa cabina como resultado de los PD actuales de los pasajeros de esa cabina. El controlador (50) utiliza entonces esa información para evaluar qué cabina debe asignarse a pasajeros en espera particulares, basándose en sus destinos. Por ejemplo, el controlador (50) puede asignar determinados pasajeros en espera a una cabina ya retrasada debido a los niveles de PD asociados con uno o más de los pasajeros de esa cabina. Esto mejora la eficacia global del funcionamiento del sistema de ascensor global en comparación con la asignación de pasajeros en espera a otras cabinas en las que el desplazamiento no está limitado por los PD de los pasajeros.

Un sistema de este tipo puede implementarse de una variedad de formas. Por ejemplo, el controlador (50) puede estar programado para reconocer cuando múltiples cabinas pueden llegar posiblemente a una señal de llamada aproximadamente al mismo tiempo. En este caso, a cada ascensor se le puede asignar un nivel de PD representativo del pasajero para esa cabina que tiene el PD o  $T_c$  más elevado. Cuando múltiples cabinas pueden responder más o menos de igual manera a la llamada de ascensor, el controlador (50) puede calcular un tiempo estimado al destino deducido (ETID) tal como se describe en la patente estadounidense 6.439.349. Este ETID representa el tiempo estimado para que una cabina de ascensor particular alcance su destino final. El controlador (50) puede usar el tiempo de parada asociado con permitir que los pasajeros entren y salgan de la cabina de ascensor en el cálculo del ETID.

El controlador (50) puede usar entonces el ETID así calculado para determinar qué cabina de ascensor debe atender una señal de llamada particular. Por ejemplo, una cabina de ascensor que se detiene para una señal de llamada en espera retrasará innecesariamente a los pasajeros que no están limitados por el PD, puesto que la cabina podría desplazarse a velocidad y/o aceleración máxima. Alternativamente, los pasajeros limitados por el PD en un segundo ascensor que responde a la misma señal de llamada ya se retrasarán innecesariamente por la necesidad de la cabina de desplazarse o acelerarse más lentamente debido al PD de al menos un pasajero. Por consiguiente, en este ejemplo, será más eficaz que el controlador (50) dirija la segunda cabina para responder a la señal de llamada ya que sus pasajeros ya están retrasados debido al PD de al menos un pasajero. Además, permitir que la segunda cabina atienda la señal de llamada permitirá un alivio natural para igualar los PD de los pasajeros de manera que la segunda cabina puede desplazarse más rápidamente a su siguiente destino.

Más específicamente, a continuación se da a conocer una realización a modo de ejemplo para asignar cabinas de ascensor calculando el valor de coste de llamada ("CC") (tal como se da a conocer en la patente estadounidense 6.439.349) en un sistema de ascensor que tiene un dispositivo de entrada de destino externo en el que la realización tiene en cuenta el valor del PD de al menos un pasajero. Tal como se da a conocer en la patente estadounidense 6.439.349, el CC para un ascensor se calcula usando la ecuación (5) a continuación:

$$CC = \sum_{k=1}^n SDF_k + ETD \quad (5)$$

donde SDF es igual al factor de degradación del sistema y ETD representa el tiempo estimado hasta el destino, en el que cada cabina tiene una cantidad de (n) cabinas existentes y llamadas de vestíbulo (k). El valor de CC se calcula respectivamente para cada cabina de ascensor en un sistema de ascensor. La cabina de ascensor con el CC más bajo se asigna para responder a una cabina de ascensor.

El valor para SDF es igual al tiempo requerido para que una cabina responda a una señal de llamada. Pueden predecirse diversos periodos de tiempo para esta cantidad. Por ejemplo, el ascensor puede asignar una cantidad de tiempo aumentada para responder a una señal de llamada durante horas punta de uso del ascensor debido al tiempo aumentado requerido para que números mayores de individuos entren al ascensor. Tal como se demuestra a partir de la ecuación (5), un valor superior para SDF reduce la posibilidad de que se asigne un ascensor para responder a una cabina de ascensor.

Sin embargo, en situaciones en las que un desplazamiento del ascensor está limitado debido al PD de un pasajero, puede ser más beneficioso adjudicar a la cabina de ascensor un SDF de cero, o algún otro valor que tenga en

5 cuenta el PD de un pasajero. Detenerse para responder a una señal de llamada permite que los pasajeros en una cabina de ascensor igualen al menos una parte de su respectivo PD. Esta igualación provocada por el alivio natural puede permitir que la cabina de ascensor se desplace más rápido durante sus desplazamientos restantes en comparación con sus desplazamientos cuando están limitados por el PD de al menos un pasajero. En algunas

10 Por ejemplo, supóngase que dos pasajeros entran a un ascensor en el piso 149. Los dos pasajeros seleccionan el vestíbulo como su destino en un dispositivo de entrada de destino externo. El ascensor calcula que el ETD es de 60 segundos sin detenerse cuando se desplaza desde el piso 149 hasta el vestíbulo. Sin embargo, el ascensor podría desplazarse más rápidamente al vestíbulo si no fuera porque el PD de al menos un pasajero supera el  $PD_{m\acute{a}x}$  durante el trayecto. Un tercer individuo en el piso 100 pulsa el dispositivo de entrada de destino externo cuando el ascensor comienza a salir del piso 149. El tercer individuo se desplaza al piso 75. En general, puede calcularse el valor de SDF usando el tiempo necesario para que el ascensor responda a la señal de llamada en el piso 100 y se detenga en el piso 75. Este valor para SDF puede usarse para calcular CC para el ascensor, y por tanto ayudar a determinar qué ascensor se asigna para responder a una señal de llamada. En un sistema descrito en la patente estadounidense 6.439.349, el valor para SDF para cada uno de los dos pasajeros sería de 20 segundos basándose en 10 segundos para detenerse respectivamente en el piso 100 y el piso 75.

15 Sin embargo, puede usarse un sistema alternativo para calcular CC teniendo en cuenta el sistema un valor de SDF que refleja el PD de al menos un pasajero que limita la velocidad y/o aceleración del ascensor. Se produce un alivio natural cuando el ascensor se detiene e iguala los PD de los pasajeros. Al igualar el PD de un pasajero puede permitirse que la cabina de ascensor se desplace más rápido para superar la pérdida de tiempo para responder a señales de llamada. Se observa en el ejemplo anterior que el sistema puede enviar la cabina de ascensor que lleva los dos pasajeros a recoger el tercer individuo en el piso 100 y detenerse en el piso 75. Cuando el ascensor se detiene en cada piso, un alivio natural iguala al menos parte del valor de los PD de los pasajeros. Al igualar una parte de los PD de los pasajeros puede permitirse que el ascensor alcance el piso del vestíbulo con los dos pasajeros en 60 segundos ya que la cabina de ascensor puede desplazarse más rápidamente debido a que un alivio natural iguala los PD de los pasajeros.

20 Tener en cuenta el PD de un pasajero en el cálculo de CC puede producirse de varias formas. En primer lugar, puede ajustarse a cero el SDF para una cabina del ascensor cuando se calcula CC. Sin embargo, puede usarse cualquier otro método adecuado. Por ejemplo, puede calcularse un valor de SDF diferente midiendo el efecto global de detenerse para responder a una señal de llamada. Este valor puede ser igual a la diferencia entre el ETD cuando no se producen paradas y el desplazamiento del ascensor está limitado por el PD de un pasajero, y el ETD cuando el ascensor responde a una señal de llamada pero el desplazamiento del ascensor no está limitado por el PD de un pasajero.

25 Supóngase en el ejemplo anterior que el ascensor puede desplazarse desde el piso 149 hasta el vestíbulo en 60 segundos sin detenerse. Sin embargo, su desplazamiento está limitado debido al PD de un pasajero durante este trayecto ininterrumpido que dura 60 segundos. De lo contrario, el trayecto sólo duraría 45 segundos. Supóngase que el ascensor puede desplazarse desde el piso 149 hasta el vestíbulo en 65 segundos cuando el ascensor se detiene para recoger el tercer pasajero en el piso 100 y se detiene en el piso 75 en el que cada parada dura 10 segundos. Normalmente, el SDF sería igual a 20 segundos. Sin embargo, puede medirse un valor de SDF diferente que es igual a 5 segundos. Este valor reflejará la capacidad del ascensor para desplazarse a una mayor velocidad debido al efecto de alivio natural que iguala los PD de los pasajeros cuando el ascensor se detiene para responder a la señal de llamada. En conjunto, la ecuación diferente que puede usarse para calcular un valor para CC se observa a continuación en la ecuación (6) en la que TE refleja el tiempo ganado desplazándose a una mayor velocidad debido a que el PD de los pasajeros ya no limita la velocidad del ascensor en comparación con cuando la velocidad del ascensor está limitada por el PD de un pasajero.

$$CC = \sum_{k=1}^n SDF_k + (ETD - TE) \quad (6)$$

30 El TE en el ejemplo anterior es igual a 15 segundos. Más específicamente, el TE refleja el valor igual a la diferencia entre el tiempo de desplazamiento ininterrumpido no obstaculizado por el PD de los pasajeros (45 segundos) y el tiempo de desplazamiento ininterrumpido obstaculizado por el PD de los pasajeros (60 segundos). Se entenderá que el valor de TE nunca puede superar el ETD. De lo contrario, la diferencia entre ETD y TE proporcionará un valor de cero.

35 Ahora se describirá un ejemplo de un calculador (60) de PD utilizando el diagrama de flujo de la figura 4 para un ascensor en un edificio que tiene 150 pisos. En este ejemplo, se supondrá que cada piso tiene 4 metros de altura. La figura 7 ilustra para cada piso la respectiva altura y cambio de presión en relación con el 1<sup>er</sup> piso, ( $PC_{x1}$ ). En este

caso, se supone que el 1<sup>er</sup> piso tiene una presión relativa de cero.

En este ejemplo, se supone que el pasajero A entra a un ascensor vacío en el piso 150, y que el pasajero ha seleccionado previamente el 1<sup>er</sup> piso como el destino en el dispositivo de entrada de destino. A medida que el pasajero A entra al ascensor, el mismo ascensor recibe una señal de llamada desde el piso 89. El ascensor desciende entonces al piso 89 en respuesta a la señal de llamada. El PD del pasajero A ha aumentado ahora desde cero hasta 2.207 pascales durante el trayecto al piso 89.

El pasajero B entra entonces al ascensor en el piso 89. El pasajero B seleccionó previamente el 1<sup>er</sup> piso como el destino en el dispositivo de entrada de destino. Tras actualizar la base (70) de datos tal como se describe a continuación, el controlador (50) inicializa el calculador (60) de PD. El controlador (50) envía entradas al calculador (60) de PD incluyendo información de pasajero e información de presión tal como se muestra en la figura 7. Para este ejemplo, se supone que la velocidad, aceleración y/o sobreaceleración máximas del ascensor están programadas en el calculador (60) de PD. El calculador (60) de PD simula entonces un posible trayecto para el pasajero A y el pasajero B desde el piso 89 hasta el 1<sup>er</sup> piso.

En primer lugar, el calculador (60) de PD calcula el posible diferencial de presión,  $PD_p$ , que se experimentaría por los pasajeros durante el trayecto simulado. Usando la ecuación (1), el calculador (60) de PD añade el diferencial de presión actual del pasajero,  $PD_c$ , (2.207 pascales para el pasajero A y cero para el pasajero B, puesto que el pasajero B entró al ascensor en el piso 89), al cambio de presión entre el piso 89 y el 1<sup>er</sup> piso,  $PC_{89/1}$  (4.363 pascales tal como se muestra en la figura 7). Por tanto, el  $PD_p$  del pasajero A es de 6.570 pascales y el  $PD_p$  del pasajero B es de 4.363 pascales.

Entonces se calcula el exceso de diferencial de presión de cada pasajero,  $PD_e$ , sustrayendo el  $PD_p$  del pasajero del  $PD_{m\acute{a}x}$  tal como se muestra en la ecuación (3). Se supone que el  $PD_{m\acute{a}x}$  es de 4.000 pascales para este ejemplo, tal como se describe a continuación. Por tanto, el  $PD_e$  del pasajero A es de 2.570 pascales, y el  $PD_e$  del pasajero B es de 363 pascales. Se entenderá que el  $PD_e$  tanto del pasajero A como del pasajero B deben ser iguales durante el trayecto, de otro modo, el PD de uno o ambos de los pasajeros superará el  $PD_{m\acute{a}x}$ .

Tal como se describió anteriormente, el tiempo de comodidad,  $T_c$ , proporciona el tiempo necesario para que el diferencial de presión  $PD_e$  se iguale debido a un alivio natural. Usando la ecuación (4), el  $T_c$  para el pasajero A y B respectivamente es de aproximadamente 115 segundos y 16 segundos, suponiendo se produce un alivio natural a aproximadamente 22 Pa/s. Por consiguiente, en este ejemplo, se entenderá que el  $T_c$  del pasajero A limita la velocidad de desplazamiento del ascensor en comparación con el  $T_c$  del pasajero B.

El calculador (60) de PD simula entonces una duración de trayecto desde el piso 89 hasta el 1<sup>er</sup> piso usando la aceleración, velocidad y/o sobreaceleración máximas del ascensor. El PD del pasajero A supera el  $PD_{m\acute{a}x}$  si la duración de trayecto calculada es menor que el  $T_c$  del pasajero A. El calculador (60) de PD reduce entonces la aceleración, velocidad y/o sobreaceleración del ascensor, o cualquier combinación de las mismas y vuelve a calcular la duración de trayecto simulado hasta que la duración de trayecto simulado sea mayor que el valor de  $T_c$  del pasajero A de aproximadamente 115,8.

Se entenderá que pueden elegirse valores para  $PD_{m\acute{a}x}$ , aunque se prefiere que el  $PD_{m\acute{a}x}$  esté en el intervalo de 100 pascales a 4.000 pascales. En general, la presión del oído se libera automáticamente a través de la trompa de Eustaquio cuando el diferencial de presión alcanza aproximadamente 4.000 pascales. Sin embargo, el tambor también alcanza el límite de su flexibilidad con un diferencial de presión de 4.000 pascales. Y algunos individuos pueden experimentar incomodidad cuando el diferencial de presión alcanza 1250 pascales. En cualquier caso, mayores niveles de presión diferencial pueden provocar una incomodidad del pasajero, o incluso un daño del oído. En general, también es aconsejable tener un  $PD_{m\acute{a}x}$  mayor que 100 pascales ya que los individuos, en general, no se dan cuenta de diferenciales de presión menores que 100 pascales. Se entenderá además que estos valores pueden verse afectados por características individuales, tales como bloqueos en la trompa de Eustaquio provocados por una enfermedad, etc.

Otros factores también pueden afectar la selección del  $PD_{m\acute{a}x}$  incluyendo la altura del edificio en el que funciona el ascensor, el intervalo de los pisos dentro del que funciona el ascensor, la duración de trayecto promedio, el número de otros ascensores en el sistema, si un ascensor se desplazará ininterrumpidamente a un destino y el intervalo de velocidades para un ascensor. Por tanto, elegir un valor para el  $PD_{m\acute{a}x}$  implica equilibrar el funcionamiento del ascensor de manera eficaz mientras que se minimiza la posible incomodidad provocada a los pasajeros. En general, y aunque no es un factor limitativo, se prefiere tener un  $PD_{m\acute{a}x}$  de no más de aproximadamente 4000 pascales.

En la diagrama de bloques a modo de ejemplo mostrado en la figura 2, el actualizador (80) de base de datos refresca la base (70) de datos. El refresco y actualización se usan de manera intercambiable en el presente documento. Al refrescar la base (70) de datos se garantiza que el calculador (60) de PD recibe la información necesaria para simular de manera precisa un trayecto para cada pasajero. La figura 6 representa una realización a modo de ejemplo para refrescar la base (70) de datos.

5 En la realización a modo de ejemplo mostrada, el controlador (50) inicializa el actualizador (80) de base de datos en la etapa (S210). El controlador (50) puede enviar entradas al actualizador (80) de base de datos simultáneamente a su inicialización, o en una etapa (S220) separada. Las entradas enviadas por el controlador (50) pueden incluir, pero no se limitan a, nuevas llamadas de destino, el estado de todos los ascensores en un sistema, los movimientos previos por todos los ascensores posteriores a la actualización más reciente de la base (70) de datos y la hora actual. Para este ejemplo, el estado de un ascensor puede describirse como su ubicación, velocidad y dirección.

10 Tras recibir las entradas en la etapa (S220), el actualizador (80) de base de datos recupera la información más reciente de pasajero (S230) y refresca la base (70) de datos tal como se muestra en las etapas (S250), (S260) y (S270).

15 Como una alternativa ilustrada en la etapa (250), el actualizador (80) de base de datos añade nuevos pasajeros a la base (70) de datos en la que una entrada recibida es una nueva señal de llamada. Para los fines de este ejemplo, a cada pasajero añadido a la base (70) de datos se le asignará un PD inicial de 0. El actualizador (80) de base de datos también puede añadir nuevos pasajeros a la base (70) de datos basándose en la información de llamada de destino.

20 A cada pasajero se le puede asignar el destino seleccionado cuando los pasajeros seleccionan el mismo destino. Los pasajeros pueden asignarse a diferentes grupos cuando se seleccionan múltiples destinos. Por ejemplo, si dos individuos seleccionan destinos diferentes, a cada pasajero se le asigna el destino respectivo de ese pasajero. Si múltiples pasajeros seleccionan sólo un único destino, los pasajeros pueden asignarse a un único grupo designado por el destino seleccionado.

25 Cuando los pasajeros seleccionan destinos usando un dispositivo de entrada de destino interno, se asigna al menos un pasajero a ese destino. Cuando el sistema no puede determinar el destino de un pasajero, el actualizador (80) de base de datos puede asignar un destino por defecto, por ejemplo el piso más alto cuando el ascensor se desplaza hacia arriba, o el piso más bajo cuando el ascensor se desplaza hacia abajo. Alternativamente, el destino por defecto puede comprender el destino seleccionado más alto cuando el ascensor se desplaza hacia arriba, o el destino seleccionado más bajo cuando el ascensor se desplaza hacia abajo.

35 También pueden incorporarse sensores (54) de peso en el sistema de ascensor, tal como se muestra en la figura 1, que se comunican con el controlador (50). Los sensores (54) están previstos para detectar cambios en el peso de la cabina de ascensor, provocados por pasajeros que entran o salen de la cabina. También pueden usarse sensores (54) para detectar cambios de peso para determinar qué pasajeros o grupos de pasajeros salen de una cabina de ascensor. Por ejemplo, si el peso de la cabina de ascensor aumenta en 325 libras tras responder a una única llamada de destino, el controlador (50) puede determinar si el peso de la cabina de ascensor se reduce en 325 libras en el destino seleccionado. Por tanto, si el peso disminuye en 325 libras en el destino seleccionado, el controlador (50) puede concluir que todos los pasajeros que entran en la señal de llamada anterior dejan la cabina de ascensor en ese destino.

45 También será útil usar sensores (54) de esta manera cuando los pasajeros entran a una cabina de ascensor ya ocupada. Por ejemplo, supóngase que dos pasajeros entran en un ascensor en el piso 80 cuando el ascensor ya está llevando un pasajero desde el piso 100 hasta el 1<sup>er</sup> piso. Los dos pasajeros del piso 80 seleccionan el piso 20 como destino usando un dispositivo de entrada de destino externo. Los sensores (54) pueden usarse para monitorizar el aumento en el peso del ascensor cuando los dos pasajeros del piso 80 entran al ascensor. Si el peso disminuye en esta cantidad en el piso 20, el controlador (50) concluirá que ambos pasajeros del piso 80 dejaron el ascensor. Si el peso disminuye en una cantidad menor, el controlador (50) concluirá que uno o más de los pasajeros del piso 80 permanecen en el ascensor. El controlador (50) también puede asignar un valor por defecto al pasajero que entra en el piso 80 pero que permanece en el ascensor.

55 El actualizador (80) de base de datos también actualiza el PD pasado de cada pasajero (PD<sub>o</sub>) en la etapa (S260) usando entradas recibidas en la etapa (S220). Las entradas pueden incluir la información de pasajero más reciente, la información de trayecto del ascensor desde la última actualización y el tiempo transcurrido desde la última actualización.

60 Puede almacenarse permanentemente información de presión en el actualizador (80) de base de datos, por ejemplo, como la tabla mostrada en la figura 7. Cuando la información de presión no se almacena permanentemente, el actualizador (80) de PD puede usar la ecuación (1) para calcular los cambios de presión apropiados entre los pisos, por ejemplo, los cambios de presión entre (1) el último piso de partida y el 1<sup>er</sup> piso (PC<sub>d/1</sub>); y (2) el piso de llegada y el 1<sup>er</sup> piso (PC<sub>a/1</sub>). El actualizador (80) de PD usa PC<sub>d/1</sub> y PC<sub>a/1</sub> para calcular el cambio de presión entre el piso de partida y el piso de llegada (PC<sub>a/d</sub>). El PC<sub>a/d</sub> representa el cambio de presión experimentado por un pasajero durante un trayecto pasado. Un método a modo de ejemplo para calcular PC<sub>a/d</sub> se muestra a continuación como la ecuación (7) a continuación, donde H<sub>2</sub> es la diferencia de altura entre el piso de llegada y el 1<sup>er</sup> piso, y H<sub>1</sub> es la diferencia de altura entre el piso de partida y el 1<sup>er</sup> piso.

$$PC_{a/d} = PC_{a/1} - PC_{d/1}, \quad (7)$$

donde  $PC_{a/1} = P_s \times \left[ 1 - \left( 10^{-\frac{H_2}{18410}} \right) \right]$  y  $PC_{d/1} = P_s \times \left[ 1 - \left( 10^{-\frac{H_1}{18410}} \right) \right]$ .

A modo de ejemplo, supóngase que un pasajero C entró al ascensor en el piso 146 para desplazarse hasta el primer piso. El ascensor se detiene en el piso 101 para recoger un pasajero D, cuyo destino también es el 1<sup>er</sup> piso. El actualizador (80) de base de datos actualiza la información del pasajero C para reflejar la parada en el piso 101. El actualizador (80) de base de datos también calcula que el  $PC_{101/146}$  del pasajero C es de 2.145 pascales.

El actualizador (80) de base de datos usa el tiempo de desplazamiento,  $T_t$ , para bajar reducir el  $PC_{a/d}$  debido a un alivio natural. El diferencial de presión,  $PD_f$ , experimentado por un pasajero desde la última actualización de la base (70) de datos puede calcularse usando la ecuación (8):

$$PD_f = PC_{a/d} - (T_t \times N_r) \quad (8)$$

donde  $N_r = 22$  Pa/s tal como se describió anteriormente.

Para el ejemplo del pasajero C, si el ascensor requirió 20 segundos para desplazarse desde el piso 146 hasta el piso 100, el alivio natural se igualó a 440 pascales durante este tiempo.  $PD_f$  es por tanto de 1.705 pascales.

Usando este enfoque, puede calcularse un valor para  $PD_f$  para cada pasajero. Se observará que el PD de un pasajero aumenta cuando el  $PD_f$  es un valor positivo, y disminuye cuando el  $PD_f$  es un valor negativo.

El diferencial de presión actual ( $PD_c$ ) para un pasajero particular puede calcularse añadiendo el  $PD_f$  al valor de PD anterior del pasajero,  $PD_o$ . Este cálculo se describe en la ecuación (9) a continuación.

$$PD_c = PD_o + PD_f \quad (9)$$

En el ejemplo anterior, el  $PD_o$  del pasajero C es cero ya que ese pasajero entró al ascensor en el piso 146, el piso de partida. Por tanto, el  $PD_c$  del pasajero C es de 1.705 pascales, el valor de  $PD_f$  del pasajero C. Este valor de  $PD_c$  para el pasajero C se usa durante la simulación de trayecto por el calculador (60) de PD.

Finalmente, el actualizador (80) de base de datos se comunica con la base (70) de datos para eliminar a los pasajeros de la base (70) de datos tal como se muestra en la etapa (S270). En una realización a modo de ejemplo, el actualizador (80) de base de datos supone que las entradas de destino representan un piso de salida de un pasajero, aunque un pasajero puede cambiar de opinión después de que el ascensor comienza el desplazamiento. En otro ejemplo, las entradas al actualizador (80) de base de datos pueden incluir el peso de la cabina de ascensor. Tal como se describió anteriormente, el actualizador (80) de base de datos puede utilizar cambios de peso para monitorizar las entradas y salidas de los pasajeros a/de la cabina de ascensor.

Tal como se muestra en la figura 6, tras actualizar la base (70) de datos, el actualizador (80) de base de datos envía la información del pasajero a la base (70) de datos en la etapa (S280). El actualizador (80) de base de datos usa esta salida como un punto de referencia cuando actualiza posteriormente la base (70) de datos. El actualizador (80) de base de datos también puede enviar la información de pasajero al controlador (50). El controlador (50) envía la información al calculador (60) de PD o actúa como una fuente de copia de seguridad para la información de pasajero. Puede no ser necesario que el actualizador (80) de base de datos envíe información del pasajero actualizada al controlador (50) cuando el calculador (60) de PD recupera la información de pasajero actualizada directamente de la base (70) de datos.

En realizaciones adicionales, la actualización de la base (70) de datos puede ser automática. Por ejemplo, la base (70) de datos puede comunicarse directamente con el controlador (50) o el calculador (60) de PD para obtener entradas para actualizarse por sí misma. En una realización adicional, las actualizaciones de la base (70) de datos pueden enviarse periódicamente al controlador (50), calculador (60) de PD y actualizador (80) de base de datos. Por ejemplo, el calculador (60) de PD puede recibir actualizaciones de la base (70) de datos cada vez que el ascensor se detiene. En otro ejemplo, el calculador (60) de PD puede recibir actualizaciones de la base (70) de datos durante determinados intervalos de tiempo. El controlador (50) también puede determinar cuándo se envían actualizaciones de la base (70) de datos al calculador (60) de PD. Alternativamente, el calculador (60) de PD puede recuperar actualizaciones desde la base (70) de datos. En un ejemplo adicional, el calculador (60) de PD puede recibir actualizaciones de la base (70) de datos tanto cuando se detiene el ascensor como durante intervalos de tiempo periódicos predeterminados.

La figura 8 muestra un ejemplo del cambio en el PD de un único pasajero cuando la cabina de ascensor desciende comenzando en el tiempo  $t_0$  lo más rápidamente posible sin que el PD del pasajero supere el  $PD_{m\acute{a}x}$ . Tal como se representa en esta ilustración, la cabina de ascensor realiza tres paradas en los tiempos  $t_1$ ,  $t_3$  y  $t_5$ , por ejemplo, para recoger pasajeros en espera. Los tiempos  $t_2$  y  $t_4$  representan los puntos en los que el ascensor reanuda el desplazamiento. El PD del pasajero, tal como se representa, alcanza el  $PD_{m\acute{a}x}$  en los tiempos  $t_1$ ,  $t_3$  y  $t_5$ . Por tanto, este ejemplo ilustra un método eficaz para hacer funcionar el sistema de ascensor en el que el ascensor se desplaza lo más rápidamente posible desde una parada hasta la siguiente sin que el PD del pasajero supere el  $PD_{m\acute{a}x}$ . Se observará que en este caso el término "trayecto" se usa para describir el desplazamiento del ascensor desde el tiempo  $t_0$  hasta  $t_1$ , desde el tiempo  $t_2$  hasta  $t_3$ , y desde el tiempo  $t_4$  hasta  $t_5$ .

Tal como se representa adicionalmente en el ejemplo de la figura 8, se produce un alivio natural del PD del pasajero mientras el ascensor está detenido comenzando en los tiempos  $t_1$ ,  $t_3$  y  $t_5$ . En este ejemplo, un alivio natural reduce el PD de un pasajero a una velocidad más lenta en comparación con la velocidad a la que aumenta el PD de un pasajero durante el movimiento del ascensor.

Para describir más específicamente el ejemplo mostrado en la figura 8, un pasajero entra a un ascensor después de lo cual el ascensor comienza a descender en el tiempo  $t_0$ . El ascensor continúa descendiendo desde el tiempo  $t_0$  hasta  $t_1$ . Esto constituirá un primer trayecto. El ascensor se detiene en el tiempo  $t_1$ . Para funcionamientos óptimos, el ascensor se desplaza a la mayor velocidad posible entre los tiempos  $t_0$  y  $t_1$  de modo que el PD del pasajero alcanza el  $PD_{m\acute{a}x}$  en el tiempo  $t_1$  sin superar el  $PD_{m\acute{a}x}$ . El ascensor permanece entonces estacionario desde el tiempo  $t_1$  hasta  $t_2$ , después de lo cual el PD del pasajero disminuye debido a un alivio natural. Durante este periodo, otros pasajeros pueden entrar o salir del ascensor. Por tanto se observará que el alivio natural del pasajero mientras la cabina de ascensor está detenida, se usa como factor para controlar de manera óptima el funcionamiento del ascensor, y así minimizar el tiempo de desplazamiento total del pasajero.

En este ejemplo, el ascensor continúa descendiendo en el tiempo  $t_2$  hasta llegar a su siguiente parada. Esto constituirá el segundo trayecto. Para un funcionamiento óptimo, el ascensor desciende a la mayor velocidad posible entre los tiempos  $t_2$  y  $t_3$  de modo que el PD del pasajero alcanza el  $PD_{m\acute{a}x}$  en el tiempo  $t_3$ , pero sin superar el  $PD_{m\acute{a}x}$ . Después de que se detiene el ascensor en el tiempo  $t_3$ , el ascensor permanece estacionario desde el tiempo  $t_3$  hasta  $t_4$  después de lo cual el PD del pasajero nuevamente disminuye debido a un alivio natural.

Cuando el ascensor comienza a descender nuevamente en el tiempo  $t_4$ , para un funcionamiento óptimo, el ascensor se desplaza a la mayor velocidad posible entre los tiempos  $t_4$  y  $t_5$  de modo que el PD del pasajero alcanza el  $PD_{m\acute{a}x}$  en el tiempo  $t_5$ . Esto constituirá el tercer trayecto. En el tiempo  $t_5$ , el ascensor se detiene una vez más después de lo cual el pasajero sale del ascensor. Desde el tiempo  $t_5$  hasta  $t_6$ , el PD del pasajero disminuirá entonces a cero debido a un alivio natural ya que el pasajero ya no está experimentando cambios de presión externos.

Habiendo mostrado y descrito diversas realizaciones, pueden conseguirse adaptaciones adicionales de los métodos y los sistemas descritos en el presente documento mediante modificaciones apropiadas por un experto en la técnica sin apartarse del alcance de la invención definido por la siguiente reivindicación. Se han mencionado varias de tales posibles modificaciones, y otras resultarán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, los ejemplos, realizaciones, relaciones, etapas y similares tratados anteriormente pueden ser ilustrativos y no requerirse. Por consiguiente, el alcance de la presente invención debe considerarse en cuanto a las siguientes reivindicaciones y se entiende que no debe limitarse a los detalles de la estructura y funcionamiento mostrados y descritos en la memoria descriptiva y los dibujos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Control de ascensor para su uso con un sistema (40) de ascensor que tiene al menos una cabina (42) de ascensor para transportar de manera vertical pasajeros y un controlador (50) de ascensor para controlar el movimiento de la cabina (42) de ascensor, caracterizado porque el movimiento de dicha cabina (42) de ascensor se controla de manera que el diferencial de presión experimentado por el oído de un pasajero no supere un valor de diferencial de presión máximo a medida que la cabina (42) de ascensor se mueve de manera vertical.
- 10 2. Control de ascensor según la reivindicación 1, en el que el controlador (50) de ascensor incluye un calculador de diferencial de presión para calcular un valor de diferencial de presión representativo del diferencial de presión que experimentaría el oído de un pasajero en una o más ubicaciones verticales asociadas con el desplazamiento de cabina de ascensor, y haciendo el control de ascensor funcionar el controlador (50) de ascensor para establecer una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor de modo que el valor de diferencial de presión calculado no supere el valor de diferencial de presión máximo.
- 15 3. Control de ascensor según la reivindicación 2, en el que el calculador (60) de diferencial de presión determina un valor de diferencial de presión para más de un pasajero.
- 20 4. Control de ascensor según la reivindicación 3, haciendo el control de ascensor funcionar el controlador (50) de ascensor de modo que el diferencial de presión experimentado por el oído de cualquier pasajero no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que la cabina (42) de ascensor se mueve de manera vertical.
- 25 5. Control de ascensor según la reivindicación 2, en el que el calculador (60) de diferencial de presión determina el mismo valor de diferencial de presión para un grupo de pasajeros.
- 30 6. Control de ascensor según la reivindicación 1, en el que el control simular un trayecto de ascensor entre una ubicación inicial y una ubicación de destino para al menos un pasajero del ascensor, calcula un valor de diferencial de presión representativo de la diferencia de presión entre el oído medio y externo de un pasajero en uno o más puntos durante el trayecto simulado, y establece valores para una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que el ascensor se desplaza desde la ubicación inicial hasta la ubicación de destino durante el trayecto simulado, y en el que el controlador (50) de ascensor está adaptado para hacer funcionar la cabina (42) de ascensor según los valores establecidos.
- 35 7. Control de ascensor según la reivindicación 6, estableciendo el control dichos valores de velocidad, aceleración o sobreaceleración cambiando de manera iterativa uno o más de los valores de velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que el ascensor se desplaza desde la ubicación inicial hasta la ubicación de destino durante el trayecto simulado.
- 40 8. Control de ascensor según la reivindicación 6, en el que una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor se cambian durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado sea sustancialmente igual al valor de diferencial de presión máximo.
- 45 9. Control de ascensor según la reivindicación 6, ajustando el control el valor de diferencial de presión calculado basándose en un valor de alivio natural representativo del alivio de presión natural asociado con el oído del pasajero durante el tiempo que la cabina (42) de ascensor está detenida en un punto intermedio entre la ubicación inicial y la ubicación de destino.
- 50 10. Control de ascensor según la reivindicación 9, en el que el valor de alivio natural es de aproximadamente 22 pascales por segundo.
- 55 11. Control de ascensor según la reivindicación 9, en el que una o más de la velocidad o aceleración de la cabina de ascensor se aumenta basándose en el valor de presión diferencial calculado ajustado.
- 60 12. Control de ascensor según la reivindicación 1, que incluye una pluralidad de controladores (50) de ascensor para controlar el movimiento de una pluralidad de cabinas (42) de ascensor.
- 65 13. Control de ascensor según la reivindicación 11, que incluye un control de decisión para asignar una cabina

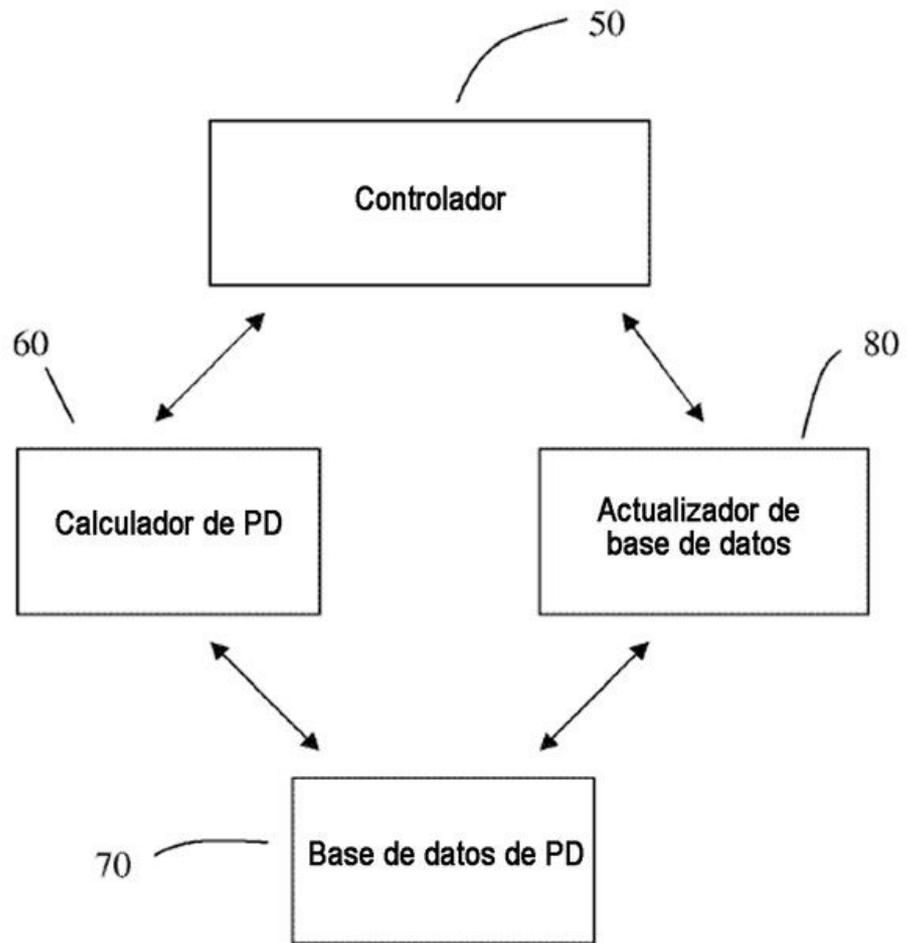
- (42) de ascensor a un pasajero en espera basándose en los valores de presión diferencial ajustados de los pasajeros que se desplazan en la cabinas (42) de ascensor.
- 5 14. Control de ascensor según la reivindicación 1, en el que el valor de diferencial de presión máximo está en el intervalo de aproximadamente 100 a 4000 pascales.
15. Control de ascensor según la reivindicación 6, simulando el control un trayecto para cada pasajero cuando un nuevo pasajero entra a la cabina (42) de ascensor.
- 10 16. Método de funcionamiento de una cabina (42) de ascensor para transportar de manera vertical al menos un pasajero entre una ubicación inicial y una de destino que comprende las etapas de:
- 15 (a) determinar un valor de diferencial de presión máximo representativo de la diferencia de presión segura y cómoda máxima entre el oído medio y externo de un pasajero; y
- (b) hacer funcionar la cabina (42) de ascensor de manera que la diferencia de presión entre el oído medio y externo de un pasajero no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que el ascensor se mueve entre dicha ubicación inicial y dicha ubicación de destino.
- 20 17. Método según la reivindicación 16, en el que dicha etapa de hacer funcionar incluye las etapas de:
- (a) simular un trayecto de ascensor entre dicha ubicación inicial y dicha ubicación de destino para al menos un pasajero del ascensor;
- 25 (b) calcular un valor de diferencial de presión representativo de la diferencia de presión entre el oído medio y externo de un pasajero en uno o más puntos durante el trayecto simulado; y
- 30 (c) establecer un valor para una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que el ascensor se desplaza desde la ubicación inicial hasta la ubicación de destino durante el trayecto simulado; y
- (d) hacer funcionar la cabina (42) de ascensor según los valores establecidos.
- 35 18. Método según la reivindicación 17, en el que la etapa de establecer incluye cambiar de manera iterativa una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado no supere el valor de diferencial de presión máximo a medida que el ascensor se desplaza desde la ubicación inicial hasta la ubicación de destino durante el trayecto simulado.
- 40 19. Método según la reivindicación 18, en el que una o más de la velocidad, aceleración o sobreaceleración de la cabina (42) de ascensor se cambian durante el trayecto simulado de modo que el valor de diferencial de presión calculado es sustancialmente igual al valor de diferencial de presión máximo.
- 45 20. Método según la reivindicación 16, en el que dicha etapa de determinar incluye calcular un valor de diferencial de presión representativo de la diferencia de presión entre el oído medio y externo de un pasajero en una o más ubicaciones durante el desplazamiento de la cabina de ascensor.
- 50 21. Método según la reivindicación 20, en el que la cabina (42) de ascensor realiza al menos una parada intermedia entre la ubicación inicial y la ubicación de destino, y en el que dicha etapa de determinar incluye ajustar el valor de diferencial de presión calculado basándose en un valor de alivio natural representativo del alivio de presión natural asociado con el oído del pasajero mientras la cabina (42) de ascensor está detenida en la parada intermedia.
- 55 22. Método según la reivindicación 21, en el que dicho valor de alivio natural es de aproximadamente 22 pascales por segundo.
- 60 23. Método según la reivindicación 21, en el que dicha etapa de hacer funcionar incluye aumentar una o más de la velocidad o aceleración de la cabina de ascensor basándose en el valor de presión diferencial calculado ajustado.
24. Método según la reivindicación 16, que incluye hacer funcionar una pluralidad de cabinas (42) de ascensor.
- 65 25. Método según la reivindicación 24, que incluye asignar una cabina de ascensor de dicha pluralidad de cabinas (42) de ascensor a un pasajero en espera basándose en los valores de presión diferencial de los

pasajeros que se desplazan en la pluralidad de cabinas (42) de ascensor.

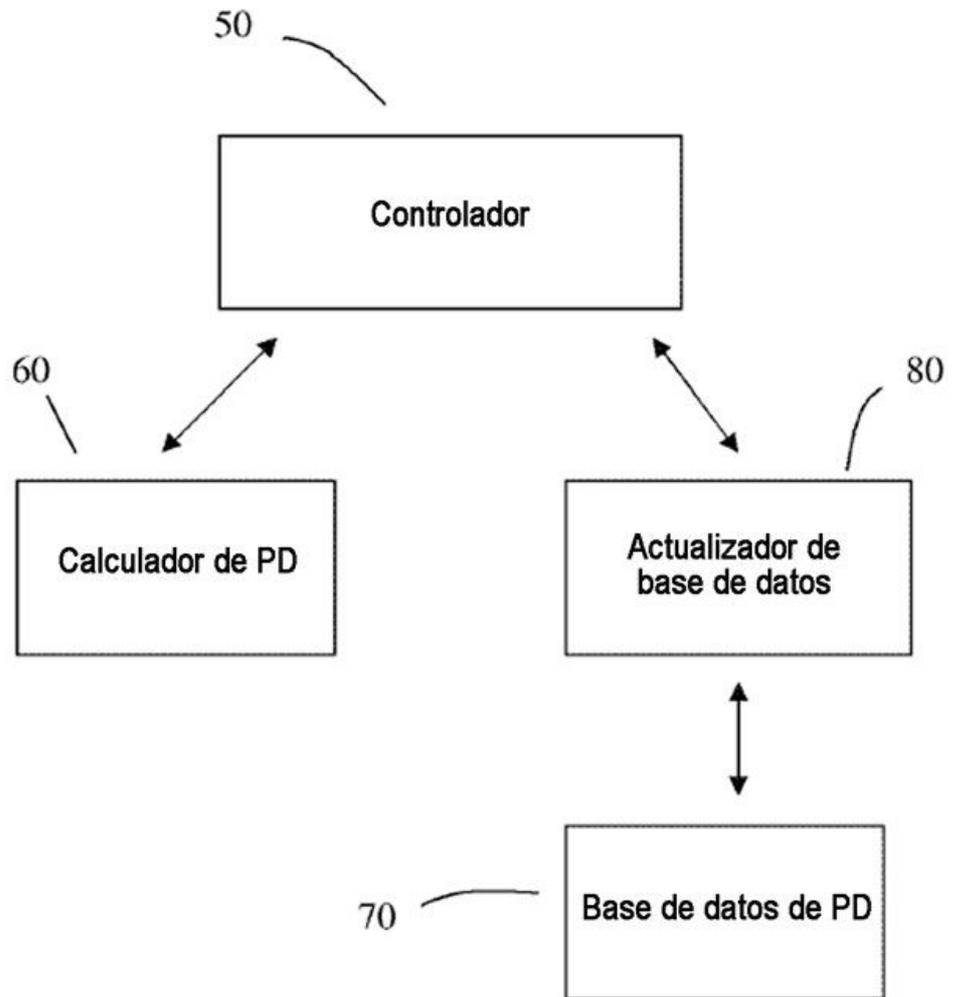
5

26. Método según la reivindicación 17, que incluye simular un trayecto de ascensor para cada pasajero en la cabina (42) de ascensor.
27. Método según la reivindicación 17, que incluye simular el mismo trayecto de ascensor para un grupo de pasajeros en la cabina (42) de ascensor.
28. Método según la reivindicación 26, en el que no se supera el valor de diferencial de presión máximo de ninguno de los pasajeros.





**FIG. 2**



**FIG. 3**

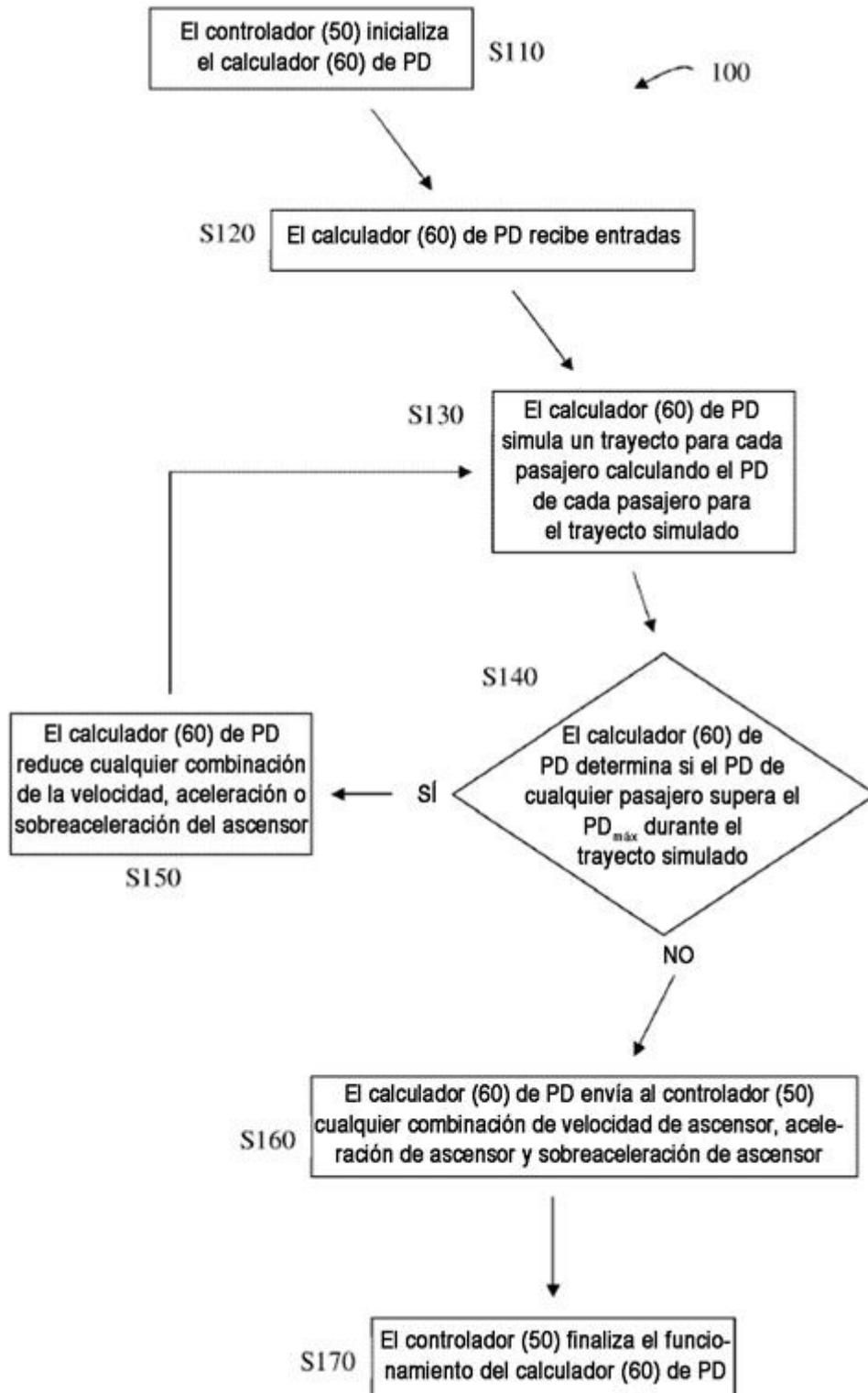


FIG. 4

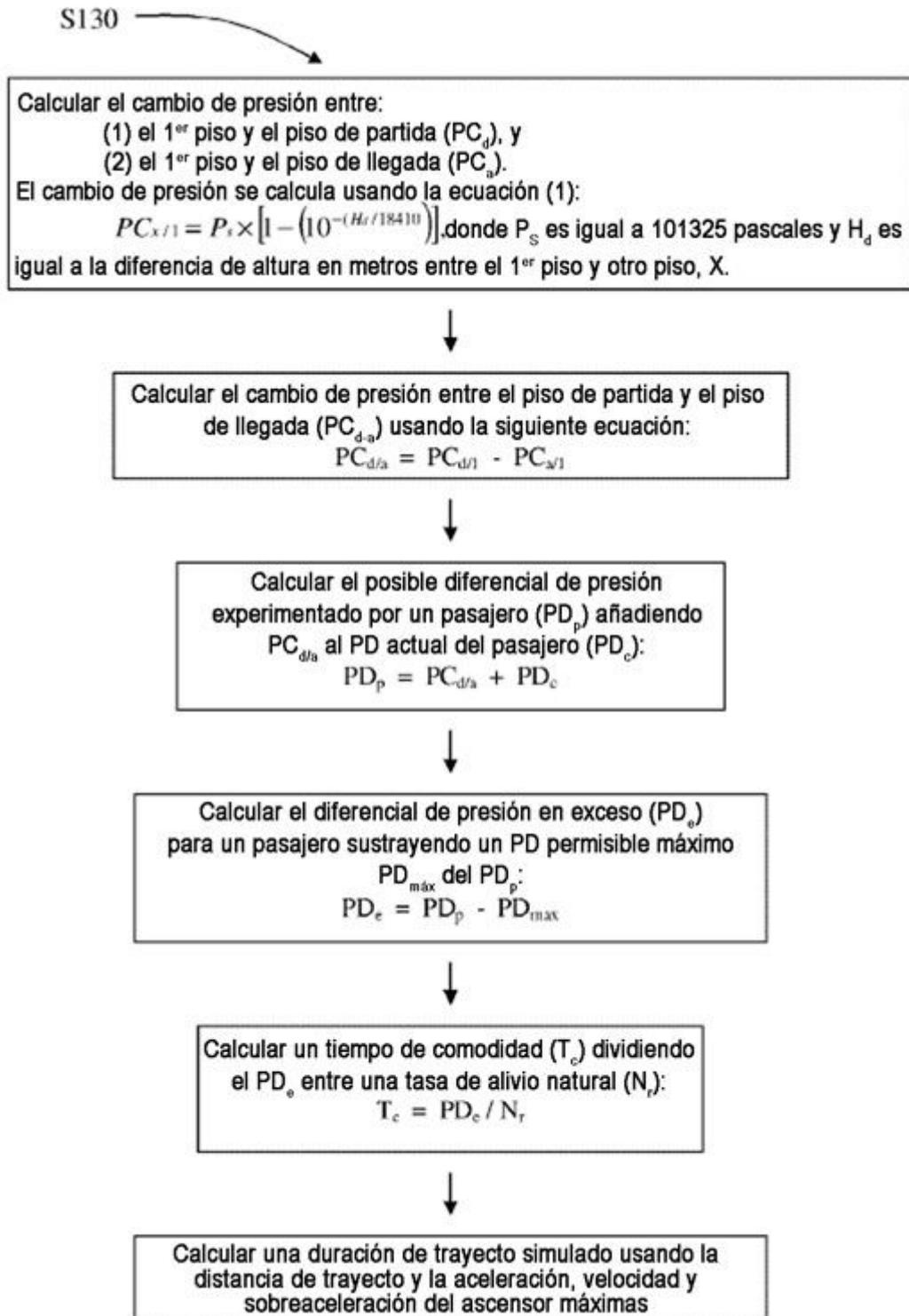


FIG. 5

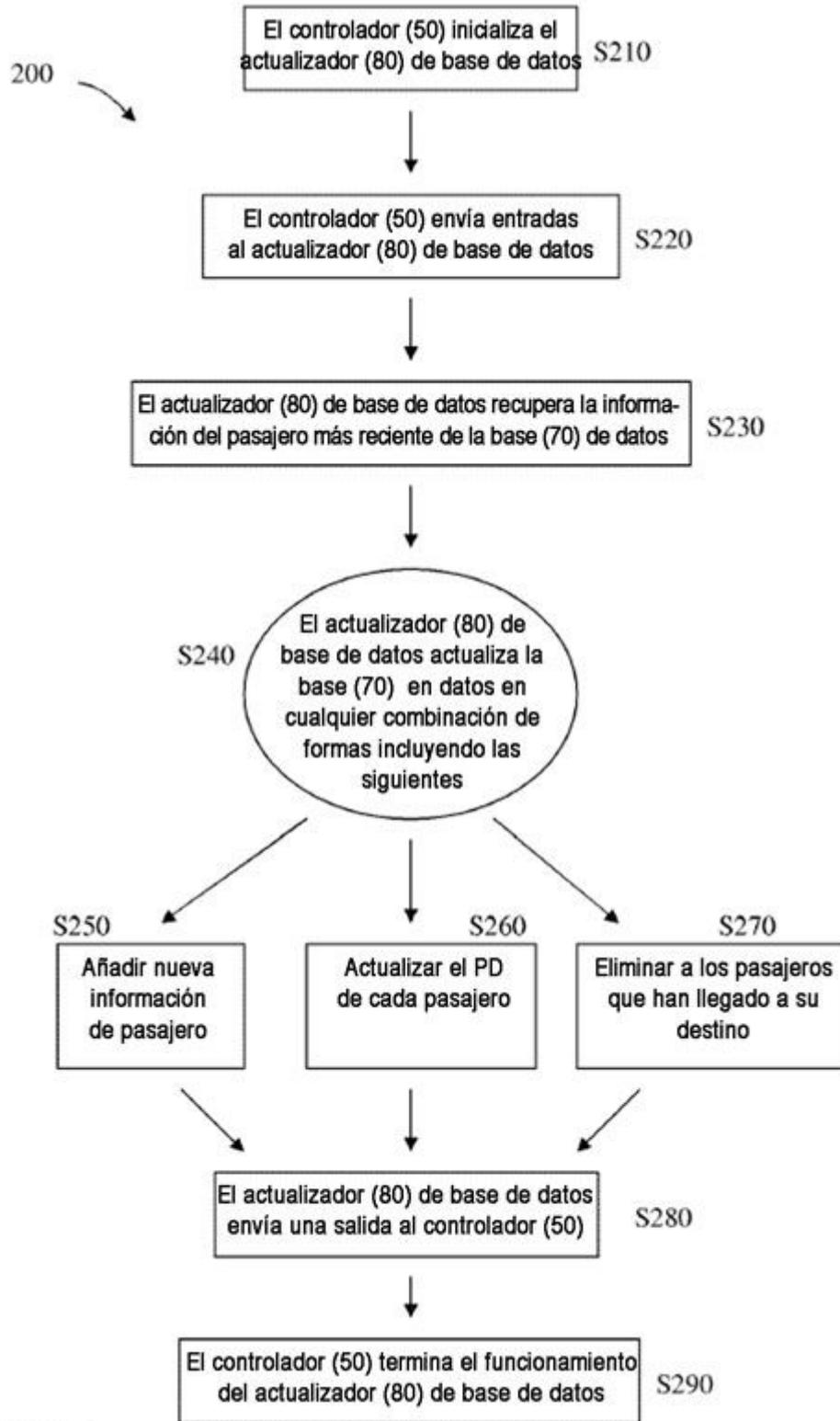


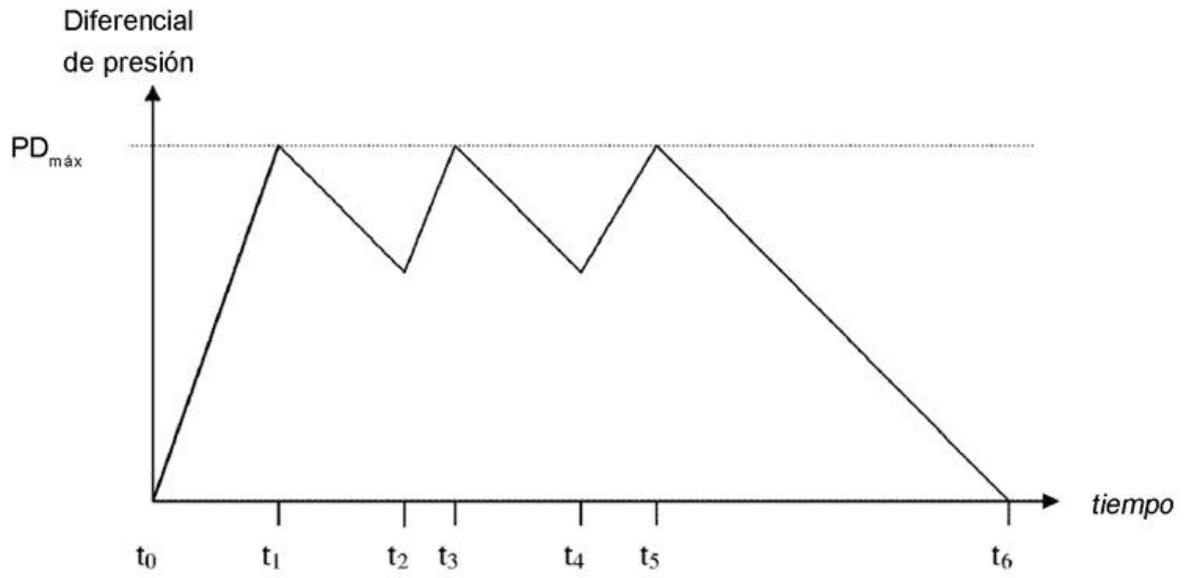
FIG. 6

Piso	Altura (m)	PC <sub>1</sub> (Pa)
1	0	0,00
2	4	-50,67
3	8	-101,31
4	12	-151,92
5	16	-202,51
6	20	-253,08
7	24	-303,62
8	28	-354,14
9	32	-404,62
10	36	-455,09
11	40	-505,53
12	44	-555,94
13	48	-606,33
14	52	-656,69
15	56	-707,03
16	60	-757,35
17	64	-807,63
18	68	-857,90
19	72	-908,13
20	76	-958,35
21	80	-1008,53
22	84	-1058,70
23	88	-1108,83
24	92	-1158,95
25	96	-1209,03
26	100	-1259,09
27	104	-1309,13
28	108	-1359,14
29	112	-1409,13
30	116	-1459,09
31	120	-1509,03
32	124	-1558,94
33	128	-1608,83
34	132	-1658,69
35	136	-1708,53
36	140	-1758,34
37	144	-1808,13
38	148	-1857,89
39	152	-1907,63
40	156	-1957,34
41	160	-2007,03
42	164	-2056,69
43	168	-2106,33
44	172	-2155,94
45	176	-2205,53
46	180	-2255,09
47	184	-2304,63
48	188	-2354,15
49	192	-2403,63
50	196	-2453,10

Piso	Altura (m)	PC <sub>1</sub> (Pa)
51	200	-2502,54
52	204	-2551,95
53	208	-2601,34
54	212	-2650,71
55	216	-2700,05
56	220	-2749,37
57	224	-2798,66
58	228	-2847,93
59	232	-2897,17
60	236	-2946,39
61	240	-2995,58
62	244	-3044,75
63	248	-3093,89
64	252	-3143,01
65	256	-3192,10
66	260	-3241,17
67	264	-3290,22
68	268	-3339,24
69	272	-3388,24
70	276	-3437,21
71	280	-3486,16
72	284	-3535,08
73	288	-3583,98
74	292	-3632,85
75	296	-3681,70
76	300	-3730,53
77	304	-3779,33
78	308	-3828,11
79	312	-3876,86
80	316	-3925,59
81	320	-3974,29
82	324	-4022,97
83	328	-4071,62
84	332	-4120,25
85	336	-4168,86
86	340	-4217,44
87	344	-4266,00
88	348	-4314,53
89	352	-4363,04
90	356	-4411,52
91	360	-4459,98
92	364	-4508,42
93	368	-4556,83
94	372	-4605,22
95	376	-4653,58
96	380	-4701,92
97	384	-4750,24
98	388	-4798,53
99	392	-4846,79
100	396	-4895,04

Piso	Altura (m)	PC <sub>1</sub> (Pa)
101	400	-4943,25
102	404	-4991,45
103	408	-5039,62
104	412	-5087,76
105	416	-5135,89
106	420	-5183,98
107	424	-5232,06
108	428	-5280,11
109	432	-5328,13
110	436	-5376,14
111	440	-5424,11
112	444	-5472,07
113	448	-5520,00
114	452	-5567,90
115	456	-5615,79
116	460	-5663,64
117	464	-5711,48
118	468	-5759,29
119	472	-5807,07
120	476	-5854,84
121	480	-5902,57
122	484	-5950,29
123	488	-5997,98
124	492	-6045,65
125	496	-6093,29
126	500	-6140,91
127	504	-6188,50
128	508	-6236,07
129	512	-6283,62
130	516	-6331,15
131	520	-6378,65
132	524	-6426,12
133	528	-6473,57
134	532	-6521,00
135	536	-6568,41
136	540	-6615,79
137	544	-6663,15
138	548	-6710,48
139	552	-6757,79
140	556	-6805,08
141	560	-6852,34
142	564	-6899,58
143	568	-6946,80
144	572	-6993,99
145	576	-7041,16
146	580	-7088,30
147	584	-7135,42
148	588	-7182,52
149	592	-7229,60
150	596	-7276,65

FIG. 7



**FIG. 8**