

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
20 de octubre de 2011 (20.10.2011)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/128472 A2

(51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2011/000113

(22) Fecha de presentación internacional:
12 de abril de 2011 (12.04.2011)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201000497 13 de abril de 2010 (13.04.2010) ES

(71) Solicitantes (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSIDAD DE SEVILLA** [ES/ES]; OTRI-Universidad de Sevilla, Pabellón de Brasil Paseo de las Delicias s/n, E-41013 Sevilla (ES). **MACPUARSA** [ES/ES]; Pabellón MP, Leonardo da Vinci, 15 Isla de la Cartuja, E-41092 Sevilla (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **CORTÉS ACHEDAD, Pablo Fabio** [ES/ES]; Dpto. Organización Industrial, y Gestión de Empresas, E.T.S. de Ingeniería C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza de América, E-41092 Sevilla (ES). **FERNÁNDEZ VALVERDE, Joaquín** [ES/ES]; Dpto. Organización Industrial, y Gestión de Empresas, E.T.S. de Ingeniería C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza de América, E-41092 Sevilla (ES). **ONIEVA GIMÉNEZ, Luis** [ES/ES]; Dpto. Organización Industrial, y Gestión de Empresas, E.T.S. de Ingeniería C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza de América, E-41092 Sevilla (ES). **MUÑUZURI SANZ, Jesús** [ES/ES]; Dpto. Organización Industrial, y Gestión de Empresas, E.T.S. de Ingeniería C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza de América, E-41092 Sevilla (ES). **GUADIX MARTÍN, José** [ES/ES]; Dpto. Organización Industrial, y Gestión de Empresas, E.T.S. de Ingeniería C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza de América, E-41092 Sevilla (ES). **FERNÁNDEZ MONTERO DE ESPINOSA, Pedro** [ES/ES]; Pabellón

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: DYNAMIC CONTROLLER AND METHOD FOR THE FUZZY CONTROL OF AN ELEVATOR GROUP, FOR OPTIMISING THE ENERGY CONSUMPTION

(54) Título : CONTROLADOR DINÁMICO Y MÉTODO DE CONTROL DIFUSO DE GRUPO DE ASCENSORES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

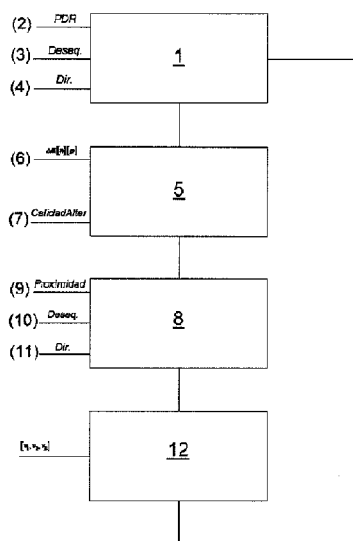


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for the fuzzy control of an elevator group, for optimising the energy consumption, of the type used by systems for controlling vertical transport elevators, characterised in that it comprises steps of evaluating the energy aptitude of each car and assigning the floor calls in a certain order according to (i) a first absolute energy assessment (1); (ii) a second relative energy assessment (5); and (iii) a third assessment according to the contiguity (8) of the calls.

(57) Resumen: Método de control difuso de grupo de ascensores para la optimización del consumo energético de los del tipo que se emplea por sistemas de control de ascensores de transporte vertical que se caracteriza porque comprende las etapas de evaluar la aptitud energética de cada cabina y asignar las llamadas de planta según un orden conforme (i) una primera valoración energética absoluta (1); (ii) una segunda valoración energética relativa (5); y (iii) una tercera valoración conforme a la contigüidad (8) de las llamadas.

7 alterquality
9 proximity
10 imbalance



MP, Leonardo da Vinci, 15 Isla de la Cartuja, E-41092 Sevilla (ES).

- (81) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

CONTROLADOR DINÁMICO Y MÉTODO DE CONTROL DIFUSO DE GRUPO DE ASCENSORES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

El objeto de la presente invención es un método y controlador dinámico de optimización de la energía de los del tipo empleado por sistemas de control de grupo de ascensores para transporte vertical que minimiza el gasto energético de las cabinas atendiendo a una triple valoración, mediante lógica difusa, de todas y cada una de las asignaciones del tipo llamada de planta-ascensor factibles de formar parte del despacho.

10

La presente invención, por cuanto resuelve un problema técnico de transporte vertical, forma parte del ámbito de la ingeniería de transporte, y más concretamente de los dispositivos electrónicos aplicados al control del movimiento de ascensores y similares.

15

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El problema del transporte vertical hace referencia a todo el proceso en el que grupos de pasajeros viajan entre plantas distintas de una instalación utilizando los medios de transporte (grupos de ascensores y escaleras) disponibles. Al respecto, se desarrollan sistemas complejos de control de grupo de ascensores (*Elevator Group Control System*, EGCS) que proporcionan un transporte eficiente y a la vez ofrecen cierto grado de servicio (GoS). El rendimiento de dichos EGCS se mide según distintos criterios como el tiempo medio de esperas por pasajero, el porcentaje de esperas superiores al minuto y el consumo energético.

25

Como alcanzado cierto grado de sofisticación, es matemáticamente imposible (este hecho es conocido en terminología anglosajona como *NP-Hard*) optimizar el funcionamiento atendiendo todos los criterios a la vez, se suele optimizar uno en detrimento de los otros según las preferencias del propietario del edificio. De este modo, dada la actual relevancia internacional del desarrollo sostenible (sobre todo como ventaja competitiva que puede marcar las diferencias en el sector privado), sería deseable un EGCS que optimice el consumo energético.

30

La tendencia a construir rascacielos y edificios de altura cada vez mayor ha sido una

35

constante en la construcción urbanística de acuerdo con motivos económicos y espaciales. En estas instalaciones el transporte vertical constituye un verdadero problema técnico y logístico, dado que su complejidad aumenta de forma exponencial con su altura.

5

En este sentido el despacho de ascensores es una actividad de importancia vital y todo EGCS lo acomete atendiendo dos aspectos principales: magnitud del cálculo (tiempo de respuesta) y tratamiento de la incertidumbre [1]. Para un determinado instante el problema del despacho de ascensores se define como un problema *NP-Hard*. Así, para un edificio que posee n ascensores donde k plantas demandan el servicio de una cabina, existen nk soluciones. De ahí la complejidad del problema en edificios altos.

10

En sistemas corrientes donde no se proporcionan paneles numéricos a los pasajeros para indicar el destino, la incertidumbre es muy elevada pues ni la cantidad de pasajeros de la llamada ni el destino exacto de cada uno de ellos se conoce hasta que entran en la cabina. Además de la complejidad y el alto grado de incertidumbre el EGCS debe tener en cuenta las posibles llamadas de planta futuras. Por todo ello, es frecuente el empleo de inteligencia artificial o metaheurísticas avanzadas: la utilización de algoritmos genéticos [2] o de búsqueda tabú proporciona resultados de calidad pero su tardanza a la hora de obtener una solución óptima los hace inapropiados para este tipo de problemas donde la cuestión temporal es vital. Otras alternativas como las redes neuronales [3] necesitan periodos largos de entrenamiento y son costosas y complejas de implementar, además se muestran incapaces de adaptarse a variaciones bruscas o imprevistas de la demanda. A diferencia de las anteriores metodologías mencionadas, la lógica difusa [4] es de fácil implementación, rápida en ejecución y por su propia definición perfecta para el tratamiento de la incertidumbre.

15

20

25

30

35

A medida que las instalaciones crecen en altura y consecuentemente los ascensores en tamaño y número, el consumo energético del transporte vertical aumenta drásticamente. Así en edificios modernos la potencia media empleada por la alimentación del conjunto de las cabinas de un edificio oscila entre el 2% y el 10% de su factura eléctrica total [5].

Los primeros estudios datan de principios de los setenta. Aún así, no es aún frecuente el empleo de heurísticas y metaheurísticas destinadas a la minimización de la potencia consumida.

- 5 Según la tecnología antigua del frenado del ascensor, la totalidad de la energía empleada en mover la cabina era irrecuperable, y el mayor gasto el debido al encendido del motor, así pues el consumo energético se solía relacionar con el número de arranques de las cabinas. En este sentido se propusieron diseños basados en la evaluación multicriterio mediante lógica difusa [6] del tiempo medio de
10 espera, el porcentaje de esperas largas y la energía. Sin embargo, algunos modelos modernos como [7] persisten en el enfoque de minimizar el número de paradas para indirectamente minimizar consumo.

- 15 Sin embargo la tecnología presente permite recuperar una parte de la energía empleada devolviéndola a la red [8]: El diseño suele ser tal que cuando la cabina se encuentra a la misma altura que el contrapeso y la carga de ésta es la mitad de la máxima permitida el sistema se encuentra en equilibrio: de esta forma, cuando el ascensor viaja en dirección descendente con una carga menor que la mitad de la máxima permitida o en dirección ascendente con una carga mayor que la mitad de la
20 máxima permitida, el ascensor consume energía (más cuanto mayor es la distancia y el desequilibrio es mayor) y viceversa. Así, mediante una asignación eficaz de las llamadas es posible recuperar parte de la energía consumida, llegándose a obtener en algunos casos hasta un balance neto positivo.

25 Referencias

- [1] Barney, G., 2003. Elevator Traffic Handbook: Theory and practice, Taylor & Francis Group.
- 30 [2] Siikonen M-L, J. Sorsa, Optimal control of Double Deck elevator group using genetic algorithm, KONE Corporation, Finland (2002).
- [3] Lu Yu, Jin Zhou, Shingo Mabu, Kotaro Hirasawa, Jinglu Hu, Sandor Markon, Elevator Group Control System using Genetic Network Programming with
35 ACO Considering Transitions, SICE Annual Conference, Kagawa University,

Japan (2007).

[4] Zong-Mu Yeh; Kuei-Hsiang Li (2003). A systematic approach for designing multistage fuzzy control systems.

5

[5] The Chartered Institution of Building Services Engineers (2005). CIBSE Guide D: Transportation systems in buildings.

[6] ChangBum Kim, Kyoung A. Seong, Hyung Lee-Kwang, Jeong O. Kim, Design and Implementation of a Fuzzy Elevator Group Control System, South Korea (1998).

10

[7] An Elevator Group Control System with a Self-Tuning Fuzzy Logic Group Controller. Transactions on Industrial Electronics (2010).

15

[8] Tapio Tyni y Jari Ylinen (2006). Evolutionary bi-objective optimization in the elevator car routing problem, KONE Corporation, Finland.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

20

El problema técnico que pretende resolver la presente invención es el de la asignación eficaz de las llamadas con tal de recuperar parte de la energía consumida por las cabinas.

25 Para ello, la presente invención propone un controlador de grupo de ascensores basado en lógica difusa (*Fuzzy Logic EGCS*) capaz de realizar una evaluación energética del estado del sistema que permita una gestión eficaz del problema de despacho en las llamadas de planta.

30 Así pues, para un edificio de p plantas y n ascensores, se calculan $n \times p$ procedimientos difusos mediante tres valoraciones distintas de cada una de las posibilidades: una estimación basada en la energía absoluta empleada, una estimación basada en la energía relativa empleada respecto de las demás opciones y una estimación de la contigüidad entre llamadas de planta, permitiendo así al
35 ECGS la optimización del consumo energético.

La estimación difusa de la energía absoluta de cada posibilidad se realiza mediante una serie de variables lingüísticas, en la realización preferida "*Posible Distancia Recorrida*" y "*Desequilibrio*" y de la variable "*Estado de la Cabina*" (reposo, en ascenso o descenso). La valoración difusa de la energía relativa de cada posibilidad respecto de las demás se calcula mediante las variables lingüísticas, en la realización preferida "*Desviación Relativa*" y "*Calidad Alternativa*". La valoración difusa de la contigüidad se estima mediante las variables lingüísticas "*Proximidad*" y "*Desequilibrio*" y de la variable "*Estado de la Cabina*" (reposo, en ascenso o descenso).

En un segundo aspecto de la invención, el controlador dinámico de optimización de la energía de los del tipo empleado por sistemas de control de grupo de ascensores para transporte vertical comprende, al menos, medios configurados para la detección de la masa y estado de la cabina, medios configurados para el cálculo de las variables lingüísticas referidas previamente y el proceso de inferencia difusa, donde dichos medios lógicos están a su vez configurados para evaluar las reglas de inferencia establecidas.

Así pues, es un objetivo de la presente invención es un método, un controlador y un sistema dinámico de optimización del consumo energético para sistemas de control de grupo de ascensores, en donde dada la complejidad del problema (*NP-Hard*) de despacho de cabinas, el uso del modelo propuesto basado en la técnica de inteligencia artificial denominada lógica difusa contribuye notablemente a la minimización del consumo energético, además de constituir el único de su clase basado en la asignación dinámica de llamadas.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

FIG 1. Muestra el diagrama de flujo del método de control difuso para la optimización
5 del consumo energético, objeto de la presente invención.

FIG 2. Muestra las funciones de membresía de las diferentes variables lingüísticas
empleadas en el método de control difuso objeto de la presente invención; en
donde la Fig.2a muestra la función de membresía de la variable
10 "Desequilibrio", en la Fig. 2b se muestra la función PDR, en la Fig. 2c se
muestra la función de "Proximidad", en la Fig. 2d se muestra la función de
"Desviación relativa", y en la Fig. 2e se muestra la función "CalidadAlter".

EXPOSICION DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN Y EJEMPLOS

15 En la presente invención, el despacho de llamadas es dinámico, cada vez que se
produce una nueva llamada de planta o se detecta un cambio de masa en alguna
cabina, la reasignación es completa. Como la lógica difusa es incapaz de procesar la
información en paralelo, es necesario establecer el orden de evaluación de las
20 llamadas de planta conforme a ciertos criterios.

El algoritmo evalúa la aptitud energética de cada cabina y asigna las llamadas de
planta según un orden conforme tres criterios distintos: una valoración absoluta
energética, una valoración relativa energética y una valoración conforme a la
25 contigüidad de las llamadas. El algoritmo ejecuta las siguientes tareas tal y como se
muestra en la FIG 1.

Así, la valoración energética absoluta (1) $E_{ABS}[n][p]$ estima la cantidad total de
energía empleada por la cabina n en responder la llamada p . Así, depende de la
30 posible distancia recorrida en caso de que la cabina atendiera la llamada PDR
("Posible Distancia Recorrida") (2) , el desequilibrio de la cabina respecto del estado
energético nulo o de reposo si la cabina atendiera la llamada *Desequilibrio* (3) y de la
dirección actual de la cabina *Dirección* (4).

En cambio, la valoración energética relativa (5) $E_{REL}[n][p]$ realiza una comparativa ponderando los valores de la valoración energética absoluta (1) $E_{ABS}[n][p]$ para obtener la aptitud de cada una de las posibles asignaciones respecto de las demás dentro del universo de despachos factibles. Depende de los parámetros “Desviación Relativa” $\Delta E[n][p]$ (6) y “CalidadAlter” (7), los cuales se definen según las siguientes ecuaciones:

$$\Delta E[n][p] = \frac{E_{ABS}[n][p] - \bar{E}_{ABS}[n][p_{fija}]}{S[n][p_{fija}]}$$

$$CalidadAlter = \frac{E_{ABS}[n][p_{fija}] - E'_{ABS}[n][p_{fija}]}{mejor(E_{ABS}[n][p_{fija}])}$$

10

Donde $S[n][p_{fija}]$ es la desviación típica y $\bar{E}_{ABS}[n][p_{fija}]$ la media energética de todas las posibles asignaciones a una llamada p .

$E'_{ABS}[n][p]$ es la mejor alternativa a $E_{ABS}[n][p]$ para una llamada p dada. Gracias a la medida de $E_{REL}[n][p]$ se pueden obtener conclusiones más acertadas que teniendo sólo en cuenta $E_{ABS}[n][p]$, valoración energética absoluta (1), pues se pueden comparar las diferentes posibilidades de asignación de cabina para una llamada p concreta. Por consiguiente, aunque la valoración absoluta de la posible energía empleada sea pobre, mediante una medida eficaz de la relatividad de este valor se puede llegar a detectar que es una buena opción, o si se quiere “un mal menor”. Para ello el parámetro $\Delta E[n][p]$ (6) mide la diferencia en desviaciones típicas del valor de la energía empleada por la cabina n en atender la llamada p respecto de la media que emplean todas las cabinas en responder la llamada p , y el parámetro “CalidadAlter” (7) se cerciora de la existencia de alguna otra alternativa de aptitud similar en caso de ser una buena opción la asignación $n-p$. Si la calidad de la alternativa es buena la cabina n puede considerarse para despachar otra llamada pues tiene un buen sustituto y no constituye una asignación crítica.

Una vez realizada una primera valoración energética tanto absoluta (1) como relativa (5), se escoge como primer despacho la asignación con la mejor aptitud ponderando

30

ambos criterios. A continuación, partiendo de la asignación previa $n-p$ calculada (ya fija), se obtienen de nuevo todas las aptitudes de cada cabina n respecto de las demás llamadas p todavía sin asignar teniendo en cuenta ahora una valoración de la contigüidad en sentido energético $C[n][p]$ (8). La estimación difusa de $C[n][p]$ (8)

5 atiende a:

(i) La medida de la distancia mínima de entre todas las llamadas ya asignadas de forma definitiva a la cabina n y la llamada considerada p "proximidad" (9).

(ii) El posible desequilibrio (10) de la cabina respecto del estado energético nulo (*Deseq*).

10 (iii) La dirección actual de la cabina (11).

Según el estado de la cabina, consumiendo energía o generando, la medida de la contigüidad (8) contribuirá a que las llamadas próximas entre sí sean atendidas por la misma cabina o por cabinas diferentes. Por ejemplo, a una cabina que se encuentre descendiendo y cuya masa sea inferior a la mitad de la máxima carga permitida, le conviene una asignación cuantiosa de llamadas cercanas para incrementar su carga y reducir el consumo energético o incluso pasar a generar.

El proceso se repite hasta que todas las llamadas de planta han sido asignadas a alguna cabina. La valoración completa (12) de cada par $n-p$ es ponderada conforme el juego de pesos $[v_1, v_2, v_3]$:

$$S_E[n][p] = v_1 E_{ABS}[n][p] + v_2 E_{REL}[n][p] + v_3 C[n][p]$$

25 Cada una de las valoraciones (12) es calculada de forma difusa mediante sus correspondientes variables lingüísticas. Una de las virtudes de este diseño basado en lógica difusa radica en que no es necesario conocer a priori el posible grado de servicio del sistema. Así, las funciones de membresía dependen exclusivamente del edificio y del tipo de cabina, tal y como se muestra en la FIG 2.

30

Así pues, para la función de membresía de la variable *Desequilibrio* (3,10) mostrada en la figura 2a se establece la función de membresía entre la masa máxima (M) la masa máxima media (M/2) y masa mínima (m), lógicamente mayor que cero.

En la figura 2b se establece la función de membresía de la variable PDR (2) en donde se establece la función entre la altura del edificio en metros máximo (H), media (H/2) y mínima (h), lógicamente mayor que cero.

5

En la figura 2c se establece la función de membresía de "Proximidad" (9) en donde se establece la función de número de plantas del edificio, siendo el número máximo (N), el medio (N/2) y el mínimo (n), lógicamente mayor que cero.

10 En la figura 2d se establece la función de membresía de "*Desviación Relativa*" $\Delta E[n][p]$ (6) establecido en un máximo de desviaciones típicas de 2 y un mínimo de -2 con intervalos regulares de 1.

En la figura 2e se establece la función de membresía de "CalidadAlter" (7) estableciendo un porcentaje de diferencia respecto del mejor $\bar{E}_{ABS}[n][p_{fija}]$ con un
15 máximo de 0,5 y un mínimo de -0,5 a intervalos regulares de 0,25.

Ejemplo de empleo de la invención

Supóngase que para un momento dado existen tres llamadas de planta en un edificio
20 de 7 plantas y 4 ascensores y se produce una nueva llamada de planta. Como el sistema ha detectado un cambio, se realiza una reasignación completa de todas las llamadas de forma que el estado previo es ignorado a fin de garantizar una optimización eficaz. El algoritmo llevará a cabo una primera valoración energética absoluta (1) de la situación, estimando para cada una de las doce posibilidades (3x4)
25 el gasto de energía en caso de responder cada uno de los ascensores a cada una de las plantas, midiendo para ello de forma difusa la distancia que habrían de recorrer, el posible balance de masa del sistema contrapeso-cabina y teniendo en cuenta la dirección actual del ascensor. Una vez evaluada la posible energía absoluta empleada, se realiza una valoración energética relativa (5) mediante los parámetros
30 *Desviación Relativa* y *CalidadAlter*.

Una vez realizada una primera valoración energética tanto absoluta (1) como relativa (5), se escoge como primer despacho la asignación con la mejor aptitud ponderando ambos criterios. A continuación, partiendo de la asignación previa $n-p$ calculada (ya
35 fija), se obtienen de nuevo todas las aptitudes de cada cabina n respecto de las

demás llamadas p todavía sin asignar teniendo en cuenta ahora una valoración de la contigüidad en sentido energético, atendiendo a: La medida de la distancia mínima de entre todas las llamadas ya asignadas de forma definitiva a la cabina n y la llamada considerada p , el posible desequilibrio de la cabina respecto del estado energético nulo y la dirección actual de la cabina.

Según el estado de las cabinas, consumiendo energía o generando, la medida de la contigüidad contribuirá a que las llamadas próximas entre sí sean atendidas por la misma cabina o por cabinas diferentes. Por ejemplo, a una cabina que se encuentre descendiendo y cuya masa sea inferior a la mitad de la máxima carga permitida, le conviene una asignación cuantiosa de llamadas cercanas para incrementar su carga y reducir el consumo energético o incluso pasar a generar. El proceso se repite hasta que todas las llamadas de planta han sido asignadas a alguna cabina. La valoración completa de cada par $n-p$ es ponderada conforme un juego de pesos.

REIVINDICACIONES

1.- Método de control difuso de grupo de ascensores para la optimización del consumo energético de los del tipo que se emplea por sistemas de control de ascensores de transporte vertical que se **caracteriza porque** comprende las etapas de evaluar la aptitud energética de cada cabina y asignar las llamadas de planta según un orden conforme (i) una primera valoración energética absoluta (1); (ii) una segunda valoración energética relativa (5); y (iii) una tercera valoración conforme a la contigüidad (8) de las llamadas; y en donde dicho proceso se repite hasta que todas las llamadas de planta han sido asignadas a alguna cabina, estableciéndose una valoración completa (12) de cada par n - p ponderada conforme una pluralidad de pesos, al menos uno para cada una de las valoraciones descritas (1,5,8).

2.- Método de acuerdo con la reivindicación 1 que se caracteriza porque la valoración energética absoluta (1) estima la cantidad total de energía empleada por la cabina n en responder la llamada p , dependiendo de la posible distancia recorrida en caso de que la cabina atendiera la llamada PDR (2), el desequilibrio de la cabina respecto del estado energético nulo o de reposo si la cabina atendiera la llamada *Desequilibrio* (3), y de la dirección actual de la cabina *Dirección* (4).

3.- Método de acuerdo con la reivindicación 1 y 2 que se caracteriza porque la valoración energética relativa (5) realiza una comparativa ponderando los valores de la valoración energética absoluta (1) para obtener la aptitud de cada una de las posibles asignaciones respecto de las demás dentro del universo de despachos factibles, dependiendo de los parámetros "*Desviación Relativa*" (6) y "*CalidadAlter*" (7).

4.- Método de acuerdo con la reivindicación 3 que se caracteriza porque el parámetro "*Desviación relativa*" (6) mide la diferencia en desviaciones típicas del valor de la energía empleada por la cabina n en atender la llamada p respecto de la media que emplean todas las cabinas en responder la llamada p ; y en donde el parámetro "*CalidadAlter*" (7) se cerciora de la existencia de alguna otra alternativa de aptitud similar en caso de ser una buena opción la asignación n - p , y en donde si la calidad de la alternativa es buena la cabina n puede considerarse para despachar

otra llamada pues tiene un buen sustituto y no constituye una asignación crítica.

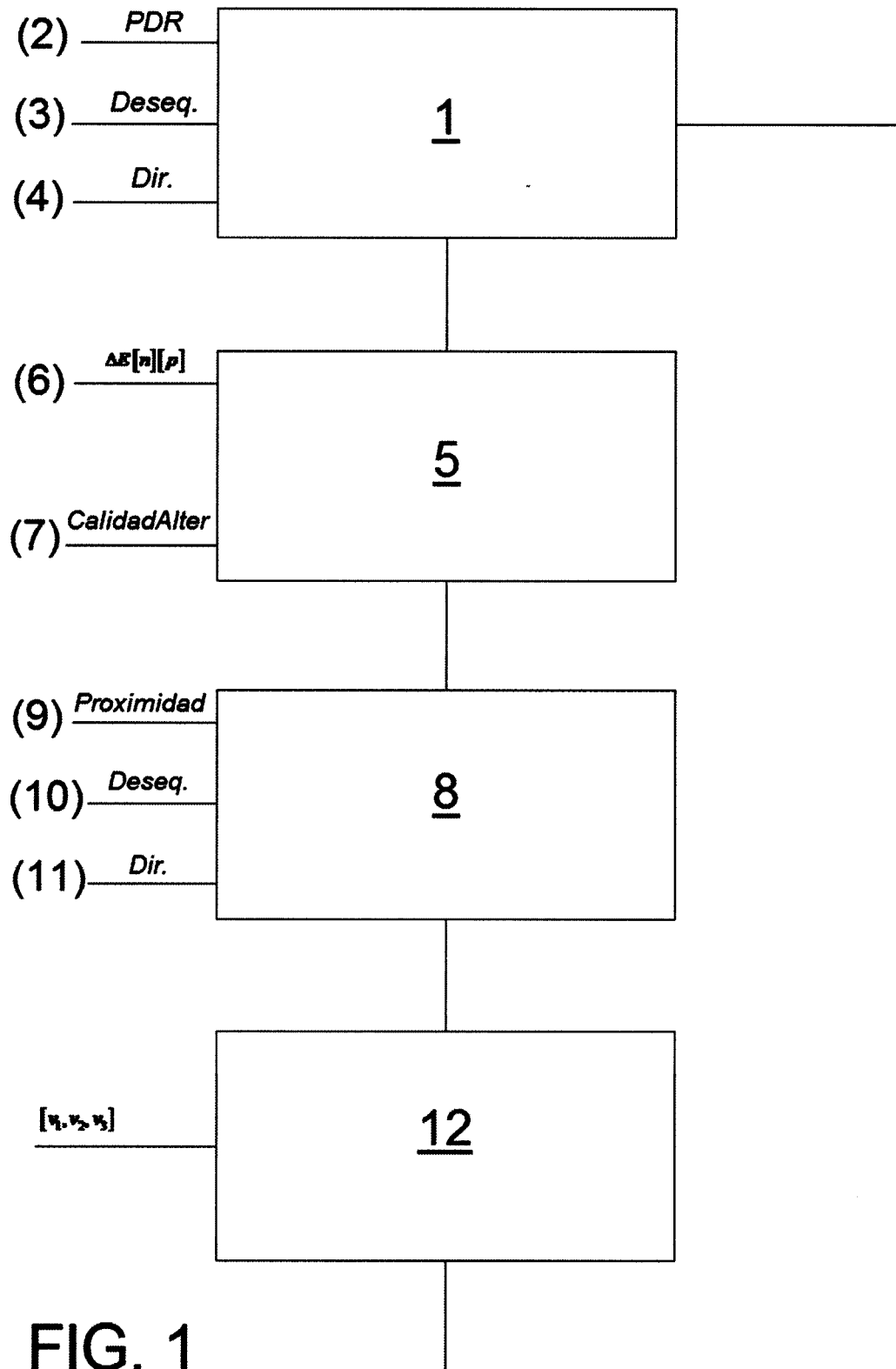
5.- Método de acuerdo con las reivindicaciones anteriores que se caracteriza porque una vez realizada una primera valoración energética tanto absoluta (1) como
5 relativa (5), se escoge como primer despacho la asignación con la mejor aptitud ponderando ambos criterios, y donde partiendo de la asignación previa $n-p$ calculada, se obtienen de nuevo todas las aptitudes de cada cabina n respecto de las demás llamadas p todavía sin asignar teniendo en cuenta ahora una valoración de la contigüidad (8) en sentido energético.

6.- Método de acuerdo con la reivindicación 5 que se caracteriza porque la
10 estimación difusa de la contigüidad (8) atiende a (i) la medida de la distancia mínima de entre todas las llamadas ya asignadas de forma definitiva a la cabina n y la llamada considerada p "proximidad" (9); (ii) el posible *Desequilibrio* (10) de la cabina
15 respecto del estado energético nulo; y (iii) la dirección actual de la cabina (11).

7.- Controlador dinámico de optimización de la energía de los del tipo
20 empleado por los sistemas de control de un grupo de ascensores para transporte vertical y que se **caracteriza porque** comprende, al menos, (a) unos primeros medios configurados para la detección de la masa y el estado de la cabina; (b) unos segundos medios configurados para el cálculo de las variables lingüísticas (2, 3, 6, 7, 9, 10) y el método de las reivindicaciones 1 a 6; y en donde dichos medios lógicos están a su vez configurados para evaluar las reglas de inferencia establecidas.

8.- Sistema de control dinámico de optimización de la energía de los del tipo
25 empleado por los sistemas de control de un grupo de ascensores para transporte vertical y que se **caracteriza porque** implementa el método de las reivindicaciones 1 a 6 y/o el controlador de la reivindicación 7.

FIGURAS



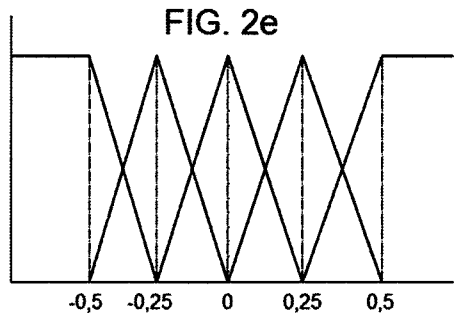
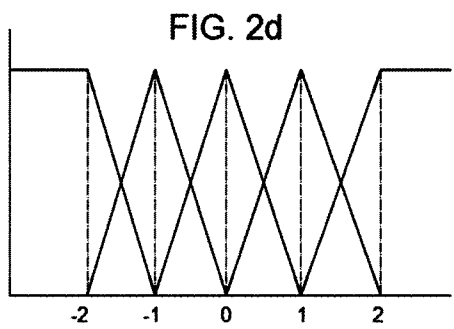
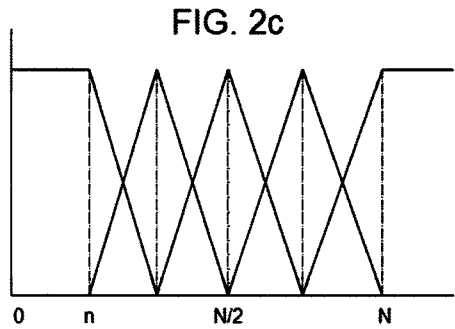
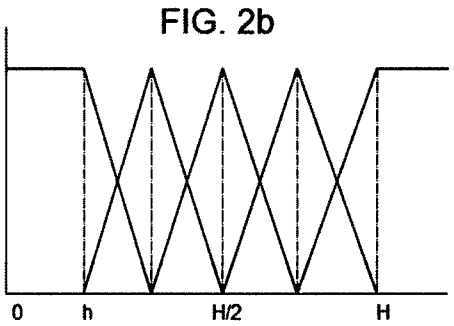
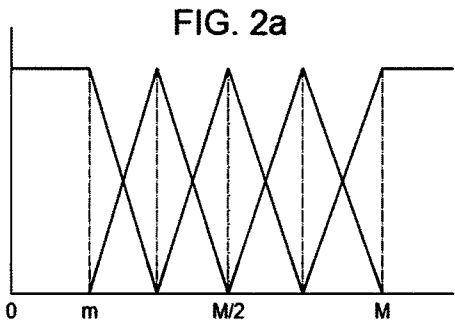


FIG. 2