

(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
1 de septiembre de 2011 (01.09.2011)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/104399 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
B60R 21/015 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2011/000045

(22) Fecha de presentación internacional:
23 de febrero de 2011 (23.02.2011)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
p201000255
23 de febrero de 2010 (23.02.2010) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA** [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **PALLÀS ARENY, Ramon** [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 29, Edificio Nexus II, planta baja, E-08034 Barcelona (ES). **CASAS PIEDRAFITA, Jaime Óscar** [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 29, Edificio Nexus II, planta baja, E-08034 Barcelona (ES). **GASULLA FOMER, Manuel** [ES/ES]; C/ Jordi

Girona, 29, Edificio Nexus II, planta baja, E-08034 Barcelona (ES). **ALIAU BONET, Carles** [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 29, Edificio Nexus II, planta baja, E-08034 Barcelona (ES). **GAITÁN PITRE, Jorge** [ES/ES]; C/ Jordi Girona, 29, Edificio Nexus II, planta baja, E-08034 Barcelona (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.

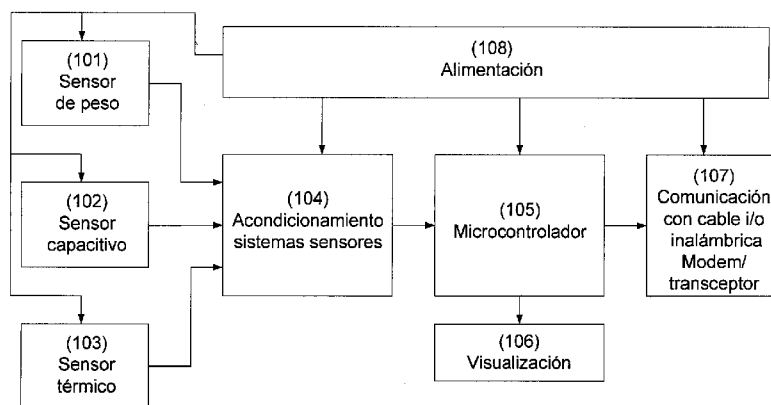
(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE CONTINUOUS DETECTION OF SEAT OCCUPANCY THROUGH THE COMBINED USE OF WEIGHT, CAPACITIVE AND THERMAL SENSORS

(54) Título : MÉTODO Y APARATO PARA DETECCIÓN CONTINUA DE OCUPACIÓN DE ASIENTOS POR USO CONJUNTO DE SENSORES DE PESO, CAPACITIVOS Y TÉRMICOS

Figura 1



- 101 Weight sensor
- 102 Capacitive sensor
- 103 Heat sensor
- 104 Conditioning of sensor systems
- 108 Power supply
- 105 Microcontroller
- 106 Display
- 107 Wireless or wired modem/transceiver communication

(57) Abstract: The invention relates to three different sensor systems. According to the invention, the following measurements are taken on the seat: weight change using a force sensor, volumetric changes in the electric field using a capacitance measurement, and time-based changes in the temperature on the surfaces of the seat. The weight change measurement is used as an event to initiate the other two measurements, thereby allowing continuous monitoring with minimum electricity consumption. The data from each individual sensor can be processed in real time using a microcontroller and registered, displayed or transmitted to another processor to be processed individually or jointly with the measurements of other parameters. The method can be applied to any type of seat and, consequently, the apparatus can be incorporated into the structure of the seat, below the upholstery or in an external cushion or protective cover.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

Se trata de tres sistemas sensores distintos. Se mide sobre el asiento: cambio de peso mediante un sensor de fuerza, los cambios volumétricos del campo eléctrico mediante la medida de capacidad eléctrica; y finalmente se mide la evolución temporal de los cambios de temperatura en las superficies del asiento. La medida del cambio de peso se utiliza como evento para iniciar las otras dos medidas, lo cual permite una monitorización continua con un mínimo consumo eléctrico. Los datos de cada sensor individual pueden ser procesados en tiempo real con un microcontrolador y ser registrados, mostrados o enviados a otro procesador para ser tratados individualmente o conjuntamente con la medida de otros parámetros. El método puede ser aplicado en cualquier tipo de asiento por cuanto el aparato puede ser incorporado en la estructura del asiento, debajo de su tapicería, o puede estar incorporado en una funda protectora o un cojín externos.

MÉTODO Y APARATO PARA DETECCIÓN CONTINUA DE OCUPACIÓN DE ASIENTOS POR USO CONJUNTO DE SENSORES DE PESO, CAPACITIVOS Y TÉRMICOS

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere en general a los aparatos para la determinación física de las condiciones existentes en un asiento, aplicable por ejemplo en los vehículos automotores, y más en particular, a un aparato y un método de detección continua de la ocupación de asientos a través de la
10 medida conjunta de un cambio de peso, de un cambio en el campo eléctrico y de la evolución de la temperatura en el asiento.

OBJETO

El objeto de la presente invención es desarrollar una combinación de diferentes instrumentos para la detección continua de la ocupación de cualquier tipo de
15 asiento, aplicable en los vehículos automotores, basado en los instrumentos de medida de cambio de peso, capacidad eléctrica o cambio en el campo eléctrico, y evolución de la temperatura del asiento; concibiendo dicho aparato como una combinación de un número finito de sensores de peso de alta impedancia; un número finito de sensores de temperatura; y dos o más tiras de
20 material conductor o elementos metálicos, que pueden formar parte o no de la estructura del asiento, así como su situación en la estructura del asiento, bajo su tapicería, o en una funda o cojín dispuestos sobre el asiento.

Un segundo objeto es desarrollar un aparato basado en dicha combinación de diferentes instrumentos de cambio de peso, capacidad eléctrica o cambio en el
25 campo eléctrico, y evolución de la temperatura que implemente, con una máxima autonomía y un mínimo coste, dichos tres sistemas sensores y procese sus medidas, registrando, mostrando y/o transmitiendo la información a otros sistemas digitales.

Un tercer objeto de la presente invención es desarrollar, basado en dicho
30 aparato anterior, un método de detección continua de la ocupación de cualquier

tipo de asiento, capaz de funcionar en diferentes variantes de operación para la medida de dichos tres parámetros de peso, capacidad eléctrica y temperaturas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5

Los métodos propuestos en el estado de la técnica para detectar la ocupación de asientos son numerosos. En un primer grupo están los métodos basados en detectar la interferencia o reflexión que sufre una onda emitida hacia el asiento. Según la frecuencia a la que se trabaje, hay sistemas basados en radiación infrarroja (documento CN200997157, "*Seat monitor*" de Chuan Wan, Chuansheng Wu, Chenying Chi, Zuoqi Xu), infrarroja o microondas/radar (documento DE19812745, "*System for identifying occupancy of seat in vehicle*" de Funkler Wolfgang), y ultrasonidos (R. Seip, B. Adamczyk, D. Rundell "*Use of ultrasound in automotive interior occupancy sensing: optimum frequency, beamwidth, and SNR from empirical data*", IEEE Proceedings of the Ultrasonics Symposium, Nevada, USA, pp.749-752, octubre 1999). La imposibilidad que tienen estos sistemas de diferenciar en algunos casos entre personas y animales, o entre personas y objetos, limita mucho su uso. Una alternativa son los sistemas basados en el uso de vídeo y el posterior procesamiento de las imágenes capturadas (documento US2003007072, "*Method and device for detecting seat occupancy by means of a video sensor system and foot room system*" de Bernhard Mattes, Hans-Peter Lang, Pascal Kocher), pero por su elevado coste es un diseño difícilmente asumible en aplicaciones de bajo o medio coste. Todos estos sistemas quedan además limitados por la necesidad de ubicar un sistema de emisión y recepción fuera de la estructura del asiento y enfocado hacia él, cosa que en muchas aplicaciones o es imposible, o encarece aún más el coste del sistema.

En un segundo grupo están aquellos sistemas que pueden ser incorporados en la estructura del asiento o en un elemento auxiliar colocado sobre él (Documento US7457695 "*Portable, self-contained vehicle seat occupancy alert device*" de Marvin Fields and Lisha Fields). Los métodos utilizados en estos sistemas de detección son:

30

Sensores mecánicos, basados en la medida del peso (documento EP1683677, "Décteur d'occupation d'un siège et véhicule équipé d'un tel détecteur" de Laurent Certin, Stephane Berthet, Benedicte Sol), la presión, la fuerza o la aceleración (documento US5915281 "Silicon force and displacement sensor" de Douglas Ray Sparks), que mediante medidas puntuales o distribuidas en todo el asiento detectan la presencia de un objeto encima suyo y alguna de sus características. Las medidas con estos sensores difícilmente pueden distinguir entre personas y objetos suficientemente pesados.

Sensores capacitivos, basados en la medida de los cambios de campo eléctrico ocasionados por la presencia de una persona. Se han estudiado numerosas dimensiones y configuraciones de los electrodos para detectar la presencia de una persona y también para poder discriminar entre adultos y niños (B. George, H. Zangl, T. Bretterkieber, G. Brasseur, "Seat occupancy detection based on capacitive sensing" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 58, pp. 1487-1494, 2009), e incluso determinar la posición de la persona en el asiento. Su principal limitación es que objetos grandes con agua u otros elementos conductores puede que sean detectados como si fueran una persona.

El uso de un sistema de medida de temperatura para detectar la ocupación de asientos no ha sido planteado hasta ahora. La temperatura siempre ha sido considerada una interferencia en otros sistemas de medida que debe ser corregida o compensada. Por ejemplo, en la patente FR2863704 ("Measurement signal processing method for characterizing seat occupancy state involves correcting measurement signal, from detection layer placed in seat, based on environment derivatives related to temperature and humidity" de Herve Dirand, Yann Rogard, Laurent Chabert, Bertrand Billon, Frederic Fays, Eric Rochat), se presenta el efecto de los cambios de temperatura y humedad ambiente en sensores capacitivos y diferentes métodos para compensarlos.

Una solución para solventar las limitaciones de los diferentes sistemas desarrollados para detectar la ocupación de un asiento es usar simultáneamente sensores de varios tipos distintos. En Philip W. Kithil, "Capacitive Occupant Sensing" Occupant detection and sensing for smarter air

- bag systems. PT-107. Society of Automotive Engineers, Inc, pp. 185-190, 2004 se recomienda el uso de un sensor capacitivo conjuntamente con un sistema de infrarrojos, ultrasonidos, radar o peso. En el documento MX9604777 (*"Automotive occupant sensor system and method of operation by sensor fusion"* de Anthony P. Corrado, Stephen W. Decker, Paul K. Benbow) se presenta el uso conjunto de un sistema de infrarrojos y un sistema de ultrasonidos; y en US6445988 (*"System for determining the occupancy state of a seat in a vehicle and controlling a component based thereon"* de David S. Bread, Willbur E. Duvall, Wendell C. Johnson, Jeffrey L. Morin, Kunhong Xu, Michael E. Kussul) se reivindica el uso de múltiples sistemas sensores: de peso, inductivos, capacitivos, de movimiento, electromagnéticos, de ultrasonidos, infrarrojos y de radar por microondas, combinados mediante un procesamiento basados en redes neuronales para detectar y clasificar la ocupación de asientos. Como puede apreciarse en esta última patente, aunque se presenta el uso de hasta ocho métodos sensores diferentes, no se contempla el uso de sensores de temperatura para detectar la ocupación de un asiento por una persona. Por otro lado, el empleo de un número elevado de sensores tan complejos carece de posibilidad de implementación en aplicaciones de mediano y bajo costo.
- De hecho, no parece haber comunicación alguna sobre el uso de sensores de temperatura para detectar la ocupación de asientos.

Menos aún, en el estado de la técnica tampoco existe información sobre aparatos y métodos sencillos y viables económicamente de instrumentos para la determinación de la ocupación de asientos en general y en vehículos automotores en particular, que proporcionen la información de una forma fiable.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se han desarrollado un aparato y un método nuevos para detectar continuamente la ocupación de asientos mediante el uso conjunto de tres sistemas sensores: de peso, capacitivo y térmico. Su uso conjunto solventa las limitaciones inherentes a los actuales métodos existentes en el estado de la

técnica al usar cada uno de ellos por separado. Más aún, su uso resulta totalmente viable en los vehículos actuales por la sencillez de su concepción y fiabilidad de los resultados.

El aparato desarrollado se basa en un controlador digital al cual están
5 conectados dichos tres sistemas sensores de peso, capacitivo y térmico, mediante las interfaces electrónicas correspondientes, un circuito de comunicación transceptor o modem, y un sistema de alimentación que suministra energía a los diferentes subsistemas. En la presente invención, tanto el controlador como el transceptor/módem están normalmente en estado de
10 espera, con un consumo muy bajo, hasta que el primer sistema sensor detecta la presencia de una persona u objeto.

Dicho primer sistema sensor se basa en la detección de un cambio de peso, por ejemplo mediante una pluralidad de sensores piezorresistivos. Algunos de estos sensores están basados en polímeros conductores que tienen una
15 resistencia eléctrica en vacío muy elevada, y su valor se reduce en varios órdenes de magnitud cuando son sometidos a una carga mecánica, esto es, el peso de un pasajero. Por ejemplo, hay modelos cuya resistencia en vacío es superior a 20 MΩ, la cual se reduce por un factor superior a 300 al aplicarles un peso de 30 kg. Ese valor tan elevado de resistencia en vacío permite tenerlos
20 en funcionamiento garantizando un consumo muy reducido (inferior a 1 μA). Los sensores se pueden situar en cualquier punto de la estructura del asiento donde se ejerza una fuerza al sentarse, o en cualquier elemento externo apto para decorar, proteger u obtener una mayor comodidad (funda o cojín), lo que los hace muy versátiles y adecuados para su aplicación en vehículos
25 automotores. En cuanto se detecta un cambio debido a la acción de un peso sobre el asiento, el controlador pone en marcha los otros dos sistemas sensores: capacitivo y térmico, para evaluar si el peso es debido a una persona u a otro tipo de objeto. El umbral de detección para el peso se puede ajustar según el uso previsto para el asiento, por ejemplo incluso para sillas infantiles
30 para automóviles.

El segundo sensor utilizado es de tipo capacitivo. Mediante dos elementos conductores tales como dos cintas metálicas debajo de la tapicería del asiento

o en una funda o cojín externos, se crea un campo eléctrico volumétrico cuyo valor cambiará con la presencia de una persona. Estos cambios pueden permitir la diferenciación entre adultos y niños, y son suficientemente grandes para no depender excesivamente de las diferentes posiciones que puede adoptar una persona al sentarse. Sin embargo, objetos de gran tamaño que contengan elementos conductores pueden provocar cambios en el campo eléctrico similares a los debidos a una persona. Por ejemplo, un recipiente grande de agua sobre el asiento, aunque tales situaciones son fácilmente previsibles. De ahí que su uso demanda el empleo complementario de otros sensores.

Para solventar este problema, y aumentar así la fiabilidad del detector, en la presente invención se usa un tercer sistema sensor basado en medir la evolución temporal de la temperatura de la superficie del asiento. Para que un objeto caliente esta superficie, debe tener una fuente de energía interna, que en el caso de las personas es su metabolismo. La evolución temporal de la temperatura del asiento depende también de la indumentaria de la persona y de un posible sistema de calefacción incorporado en el asiento; pero mediante un umbral de diferenciación respecto a una temperatura de referencia y el estudio de la pendiente de la evolución temporal, es posible identificar la presencia de una persona sentada. El dilatado tiempo de respuesta de esta evolución térmica dificulta su uso como único sensor para detectar la ocupación del asiento.

En asientos incorporados por ejemplo en vehículos, la información del sistema de detección, que puede ser transmitida por cable o sin hilos a otro sistema digital, puede complementarse con los datos adquiridos por otros sistemas de medida del vehículo. Por ejemplo, si en un coche que circula con una determinada velocidad se detectan tres personas, el único hecho que podría acaecer mientras se mantenga la marcha es que las personas cambiaran de asiento, por lo que el número global de personas sólo podrá volver a cambiar después de que el vehículo se haya detenido. La incorporación de estos datos en el sistema global permite reducir el número o la frecuencia de las medidas y por tanto el consumo de energía del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describe a continuación una realización preferente de la invención de acuerdo con las figuras que se acompañan, en las cuales:

5 La Fig. 1 muestra la arquitectura del aparato para la detección continua de ocupación de asientos.

La Fig. 2 muestra la pluralidad de sensores de medida de peso 101 basada en un número finito (n) de sensores de fuerza piezorresistivos de alta impedancia.

La Fig. 3 muestra diferentes posiciones posibles de los sensores de fuerza piezorresistivos.

10 La Fig. 4 muestra valores de R_s en función de la posición del sensor de fuerza piezorresistivo.

La Fig. 5 muestra diferentes formas y posiciones en las que pueden ubicarse en el asiento dos tiras metálicas que conformen los sensores capacitivos 102.

15 La Fig. 6 muestra posiciones en las que pueden colocarse en la plataforma del asiento dos tiras metálicas que conforman el sensor capacitivo 102.

La Fig. 7 muestra posiciones en las que el sensor capacitivo 102 puede colocarse en elementos externos tales como una funda de asiento.

20 La Fig. 8 muestra posiciones en las que el sensor capacitivo 102 puede colocarse en un simple cojín.

La Fig. 9 muestra un ejemplo de una posible disposición de sensores de temperatura 103 utilizando siete sensores, uno de referencia (1) y seis de medida de la temperatura de la superficie del asiento (2) a (7).

25 La Fig. 10 muestra resultados de las capacidades medidas para diferentes disposiciones de los electrodos que conforman el sensor capacitivo 102, en ausencia o presencia de una persona sentada en un asiento abatible.

La Fig. 11 muestra variaciones de capacidades eléctricas medidas con el movimiento del usuario en el asiento o el uso de aparatos de comunicación que pudieran crear interferencias.

- 5 La Fig. 12 muestra una evolución temporal del cambio de temperatura en la superficie del asiento debido a su ocupación por una persona.

La Fig. 13 muestra cambios en la evolución temporal de la temperatura medida por los sensores colocados en las posiciones indicadas en la Fig. 9.

- La Fig. 14 muestra la evolución temporal de la temperatura ante la ocupación intermitente de un asiento.
10

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

- La Figura 1 muestra la arquitectura del sistema propuesto que consta de los sensores de medida de peso 101, sensores capacitivos 102 y de temperatura
15 103, que son conectados al microcontrolador 105 a través de los circuitos de acondicionamiento 104. El microcontrolador 105 transmite la información directamente a un sistema de visualización 106, o a otro elemento digital externo a través de los sistemas de comunicación con cable i/o inalámbrica 107. El sistema de alimentación 108 está conectado al microcontrolador 105, a
20 los sistemas de comunicación 107 y a los sistemas sensores 101, 102 y 103, y a sus circuitos de acondicionamiento 104. Si la autonomía del sistema lo requiere, los sensores 101, 102 y 103, y sus circuitos de acondicionamiento 104, pueden alimentarse directamente de un puerto digital del microcontrolador 105.

- 25 Para obtener una mayor eficiencia energética, tanto el microcontrolador como los sistemas de comunicación 107 y los sistemas sensores capacitivos 102 y térmicos 103 se encontrarán, por defecto, en un estado de bajo consumo. Estará pues activado únicamente el sistema sensor de peso 101.

- De la Figura 2 se aprecia el sistema de sensores de medida de peso 101 que
30 se basa en el uso de una pluralidad, un número finito (n) de sensores de fuerza

piezorresistivos de alta impedancia, colocados debajo de la tapicería del asiento, en su soporte, en una funda o en un cojín, y conectados en paralelo en un circuito divisor de tensión. La salida de este circuito se conecta a una entrada analógica del microcontrolador 105 i/o al circuito de interrupción de un puerto digital (no se muestra). Dicha pluralidad de sensores de peso consta de uno o varios sensores piezorresistivos 101 cuyo circuito de interfaz es un divisor de tensión, donde el resistor R_s se elige para ajustar el umbral de detección de peso (Figura 2). El valor de R_s es alto ($1\text{ M}\Omega$) para que cuando el sensor piezorresistivo tenga un valor bajo, el consumo del sistema no aumente demasiado. La salida del divisor de tensión se conecta a una entrada de interrupciones externas del microcontrolador 105 y a la entrada de un convertidor analógico digital (no se muestra). Un cambio en la señal de la interrupción externa activará los otros dos sistemas sensores de medida. La entrada analógica permite obtener una primera estimación del peso del objeto que ocupa el asiento. Si se utiliza, generalmente, más de un sensor piezorresistivo 101, éstos se conectan en paralelo, de modo que basta que uno de ellos detecte un peso lo suficientemente grande para que el microcontrolador active el sensor capacitivo y el sensor térmico.

Son diferentes las posiciones donde pueden ubicarse los sensores de fuerza piezorresistivos, véase la Figura 3: tanto encima o debajo de la espuma del asiento, así como en su estructura mecánica. La Figura 4 muestra los resultados obtenidos de valores de R_s con un sensor piezorresistivo, tipo FlexiForce A201-100, en tres posiciones diferentes. En todos ellos se aprecia que una persona sentada produce un cambio significativo en la resistencia del sensor, superior a un factor de 2,6. El uso de varios sensores conectados en paralelo aumenta la magnitud de estos cambios.

Una vez detectada la presencia de un objeto en el asiento se activan los sistemas sensores capacitivos 102 y térmicos 103.

Los sensores capacitivos 102 son dos cintas adhesivas conductoras, que pueden disponerse en formas y posiciones diferentes, como se muestran en la Figura 5, igualmente sobre la plataforma del asiento, así como sobre el material

que la cubre, véase la Figura 6, o en elementos externos tales como una funda de asiento, Figura 7, o un simple cojín, Figura 8.

Los sensores de temperatura 103 también pueden colocarse en distintos puntos de la base del asiento o en elementos externos. Un primer sensor
5 térmico se sitúa fuera de la zona de contacto entre el objeto/persona y el asiento, y mide la temperatura a la que se encuentra en todo momento el asiento, la que se tomará como medida de referencia respecto a la que se estudiarán los cambios de temperatura. El resto de sensores térmicos de
medida 103, uno o generalmente más sensores, se disponen en diferentes
10 posiciones del asiento, en posiciones próximas a la superficie que entre en contacto con una persona al sentarse. En la figura 9 se presenta un ejemplo de una posible disposición utilizando siete sensores, uno de referencia (1) y seis de medida de la temperatura de la superficie del asiento (2) a (7).

Un posible circuito de acondicionamiento 104 para los sensores capacitivos es
15 una interfaz directa (F. Reverter, R.Pallàs-Areny, *Direct sensor-to-microcontroller interface circuits*, Editorial Marcombo, Barcelona, 2005), o también un circuito de transferencia de carga (J. Gaitán-Pitré, M. Gasulla, R. Pallàs-Areny, "Analysis of a direct interface circuit for capacitive sensors". IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 58, pp. 2931-2937,
20 2009). En la Figura 10, se muestran los resultados de las capacidades eléctricas medidas para diferentes disposiciones de los dos electrodos que forman el sensor capacitivo 102, en ausencia o presencia de una persona sentada en un asiento abatible. Los cambios, superiores a un factor de 1,5, validan la capacidad de detección para distintas posturas del cuerpo. Además,
25 estos cambios no sufren grandes variaciones con el movimiento del usuario en el asiento o el uso de aparatos de comunicación que pudieran crear interferencias, véase la Figura 11. Objetos, como ordenadores portátiles o cajas de herramientas, son también diferenciables. Sin embargo objetos mayores con alto contenido de agua podrían proporcionar detecciones
30 positivas falsas.

Las Figuras 12 y 13 muestran los cambios de temperatura ocasionados por una persona sentada en el asiento:

En la Figura 12 se aprecia el aumento de la señal de un sensor S2 de medida de temperatura 103, respecto al sensor de referencia S1; se evidencia que después de los 15-20 minutos se alcanza casi una cima en el aumento de temperatura, de la cual la señal cae en forma brusca cuando el pasajero se levanta del asiento.

En la Fig. 13 se aprecia los cambios en la evolución temporal de la temperatura medida por los sensores colocados en las posiciones indicadas en la Fig. 9. Se constata una diferente sensibilidad de la señal dependiendo de la posición que ocupan los sensores, siendo el más sensible el que se encuentra en la posición S2, posición superior izquierda que evidencia el desplazamiento del pasajero hacia este lado. Igualmente se evidencia que después de los 15-20 minutos se alcanza casi una cima en el aumento de temperatura, de la cual la señal cae en forma brusca cuando el pasajero se levanta del asiento.

En la Figura 14 se expone la evolución temporal de la temperatura ante la ocupación intermitente de un asiento para uno de los detectores más sensibles S4. Se evidencia la falta de sensibilidad del sensor de temperatura 103 cuando existe una ocupación intermitente debido a la inercia causada por el calor residual luego de levantarse el pasajero.

Los sensores 103 utilizados han sido termopares de tipo J, pero podría utilizarse cualquier otro tipo de sensor. El uso, por ejemplo, de sensores resistivos como las RTD o termistores permitirían aplicar circuitos de interfaz directa entre sensor 103 y microcontrolador 105, simplificando el circuito de acondicionamiento 104. La evolución temporal depende del volumen de la persona, la ropa que lleva, la posición del sensor 103 y la temperatura ambiente. Para una temperatura ambiente de 20 °C se producen incrementos de temperatura de más de 5 °C según la posición de medida. La temperatura medida en puntos del asiento debajo del cuerpo tarda hasta 20 minutos en estabilizarse, por lo que este método no es práctico para ser utilizado de forma independiente. Además, como regla para decidir la ocupación o no de un asiento, no se puede utilizar la comparación con un umbral fijo porque situaciones tales como la ocupación intermitente del asiento podrían producir falsos positivos, según muestra la Figura 14. Un algoritmo basado en el valor

instantáneo de la temperatura y su derivada permite, en cambio, detectar la ocupación, pues cuando hay una persona sentada, la derivada es positiva o nula. Una derivada negativa durante un tiempo prolongado indica que la persona se ha levantado del asiento.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la detección continua de ocupación de asientos caracterizado porque consta de una pluralidad de sensores de fuerza para
5 medir el peso (101), un sensor capacitivo (102), una pluralidad de sensores de temperatura (103), circuitos de acondicionamiento (104), microcontrolador (105), medio de visualización (106), un circuito de comunicación transceptor o modem (107) y un sistema de alimentación (108).
- 10 2.- El aparato para la detección continua de ocupación de asientos según la reivindicación 1 caracterizado porque dicha pluralidad de sensores de fuerza para medir el peso (101), dicho sensor capacitivo (102), y dicha pluralidad de sensores de temperatura (103) pueden ser incorporado a la estructura del asiento, debajo de su tapicería, o a una funda protectora o cojín externos.
15
- 3.- El aparato para la detección continua de ocupación de asientos según la reivindicación 1 caracterizado porque dicha pluralidad de sensores de fuerza para medir el peso (101) se basa en un número finito (n) de sensores piezorresistivos de alta impedancia, los que se pueden colocar debajo de la
20 tapicería del asiento, en su soporte, en una funda o en un cojín, y se pueden conectar en paralelo en un circuito divisor de tensión donde el resistor R_s se elige según el umbral de detección de peso.
- 4.- El aparato para la detección continua de ocupación de asientos según la
25 reivindicación 1 caracterizado porque dicho sensor capacitivo (102) detecta valores de un volumen de agua dentro de los límites de medidas de la capacidad eléctrica correspondiente a la de un cuerpo humano.
- 5.- El aparato para la detección continua de ocupación de asientos según la
30 reivindicación 1, caracterizado porque dicha pluralidad de sensores de temperatura (103) se pueden colocar en distintos puntos de la base del asiento

o en elementos externos, en donde un primer sensor térmico de referencia (103) se sitúa fuera de la zona de contacto entre el objeto/persona y el asiento, y mide la temperatura de dicho asiento; y porque una pluralidad de sensores térmicos de medida (103) se disponen en diferentes posiciones próximas a la superficie en contacto con una persona sentada.

6.- Un método para la detección continua de ocupación de asientos caracterizado porque dicha pluralidad de sensores de peso (101) en una variante pone en marcha conjunta dicho sensor capacitivo (102) y dicha pluralidad de sensores de temperatura (103).

7.- El método para la detección continua de ocupación de asientos según la reivindicación 6, en el que dicha pluralidad de sensores de peso (101) en una variante alternativa pone en marcha solamente dicho sensor capacitivo (102) y mantiene inactiva dicha pluralidad de sensores de temperatura (103).

DIBUJOS

Figura 1

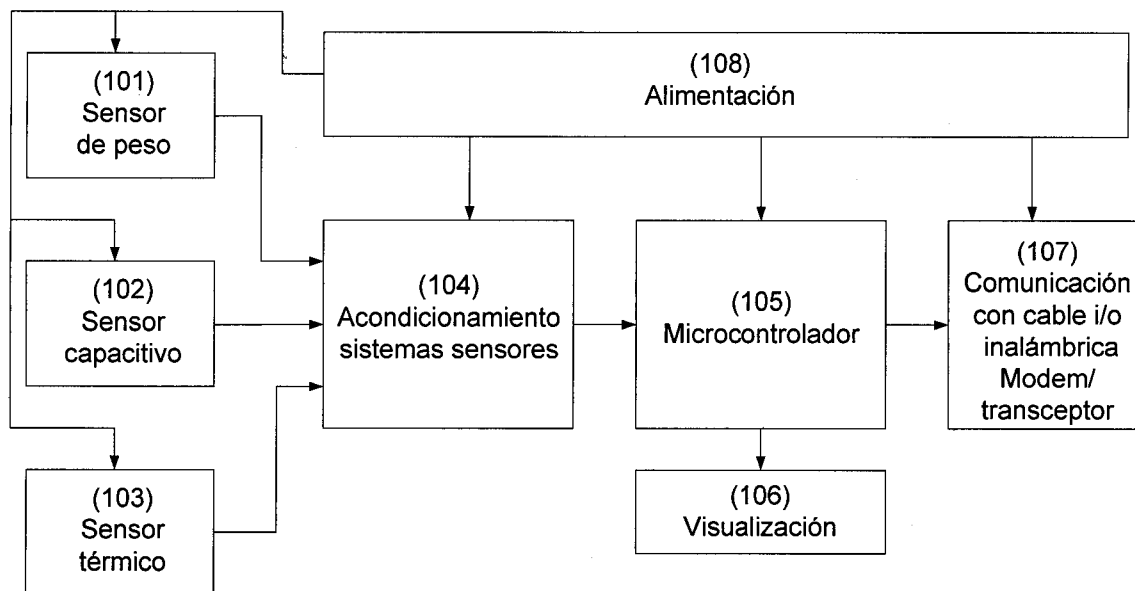


Figura 2

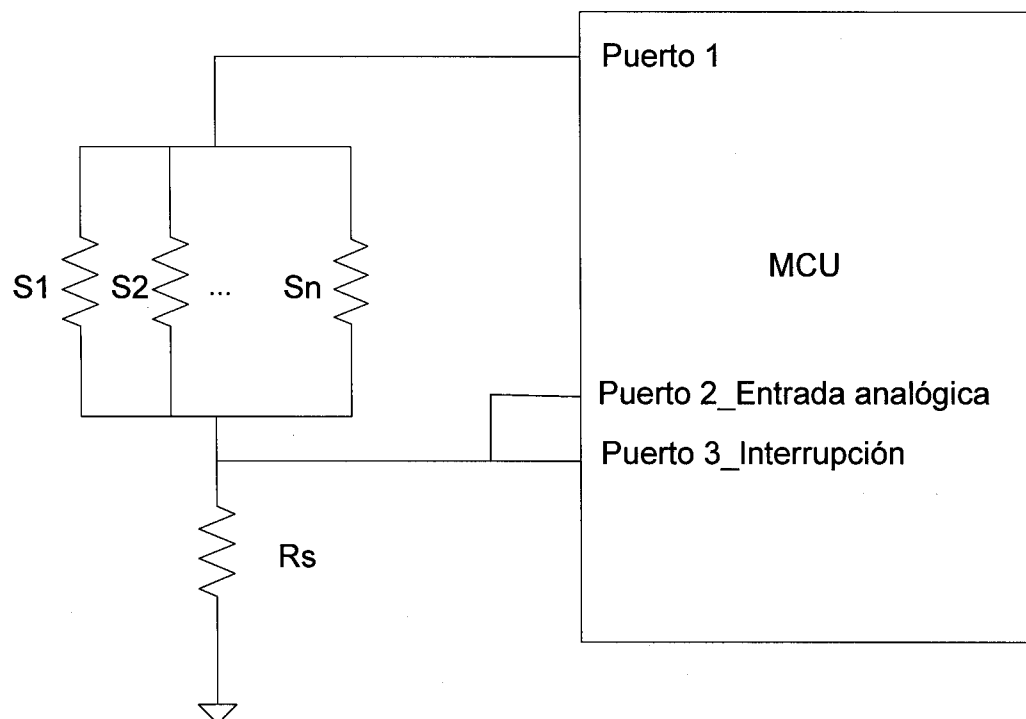
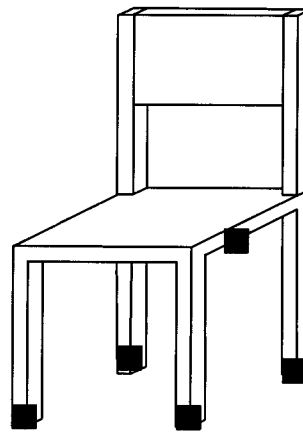
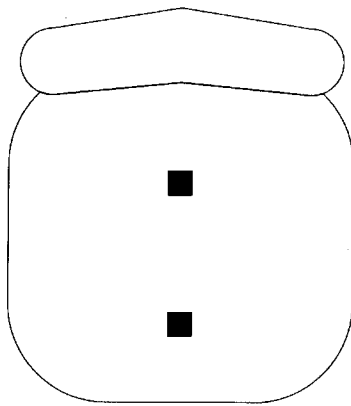


Figura 3

**A) Bajo el tapizado, cojín o funda.
silla.**

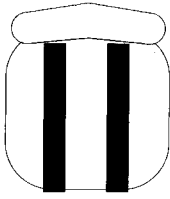
**B) En la estructura de una
silla.**

Figura 4

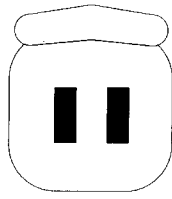
				
Caso 1. Bajo asiento Posición intermedia	> 100 MΩ	12 MΩ	2 MΩ	4 MΩ
Caso 2. Soporte pata trasera	3,2 MΩ	710 kΩ	900 kΩ	1,2 MΩ
Caso 2. Soporte pata delantera	3,0 MΩ	840 kΩ	830 kΩ	710 kΩ

Figura 5

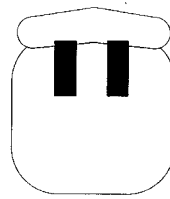
Posición 1



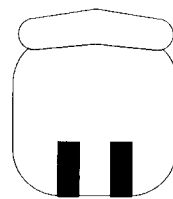
Posición 2



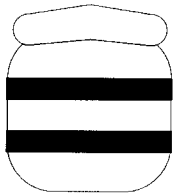
Posición 3



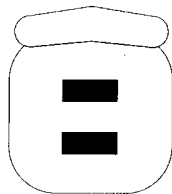
Posición 4



Posición 5



Posición 6



Posición 7



Posición 8

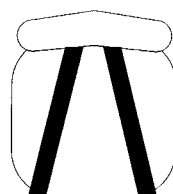


Figura 6

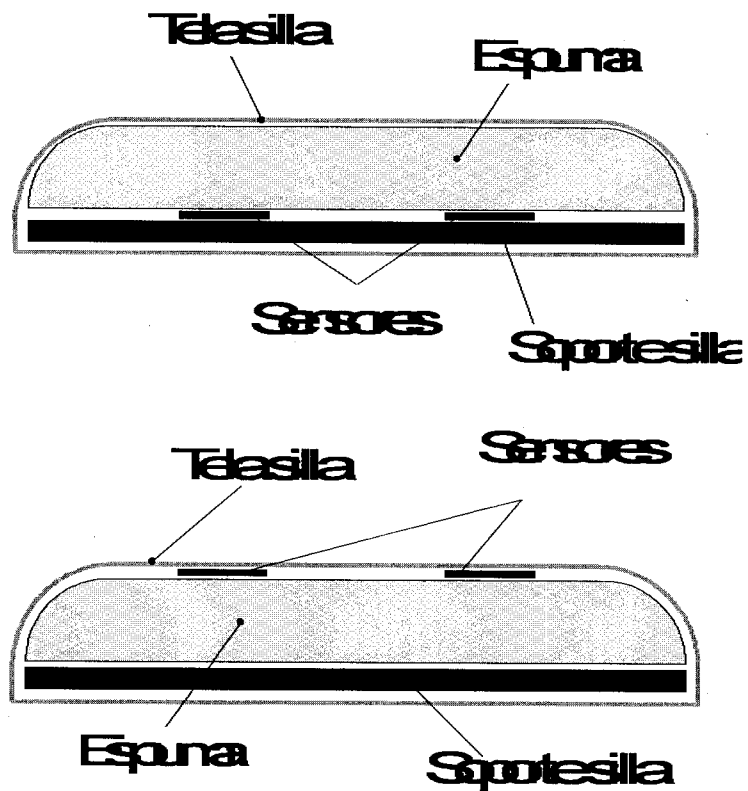


Figura 7

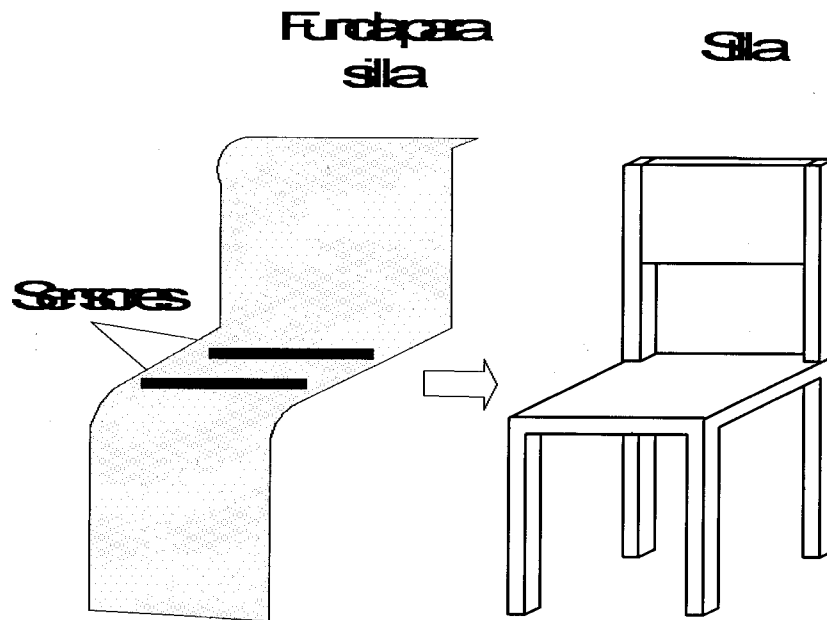


Figura 8

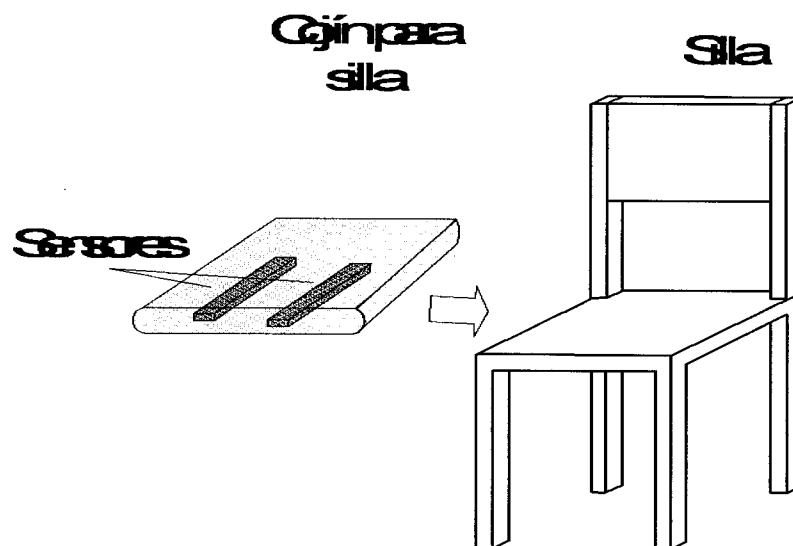


Figura 9

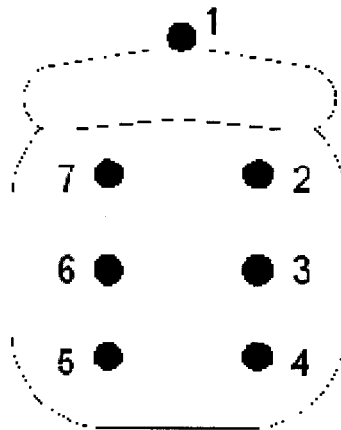


Figura 10

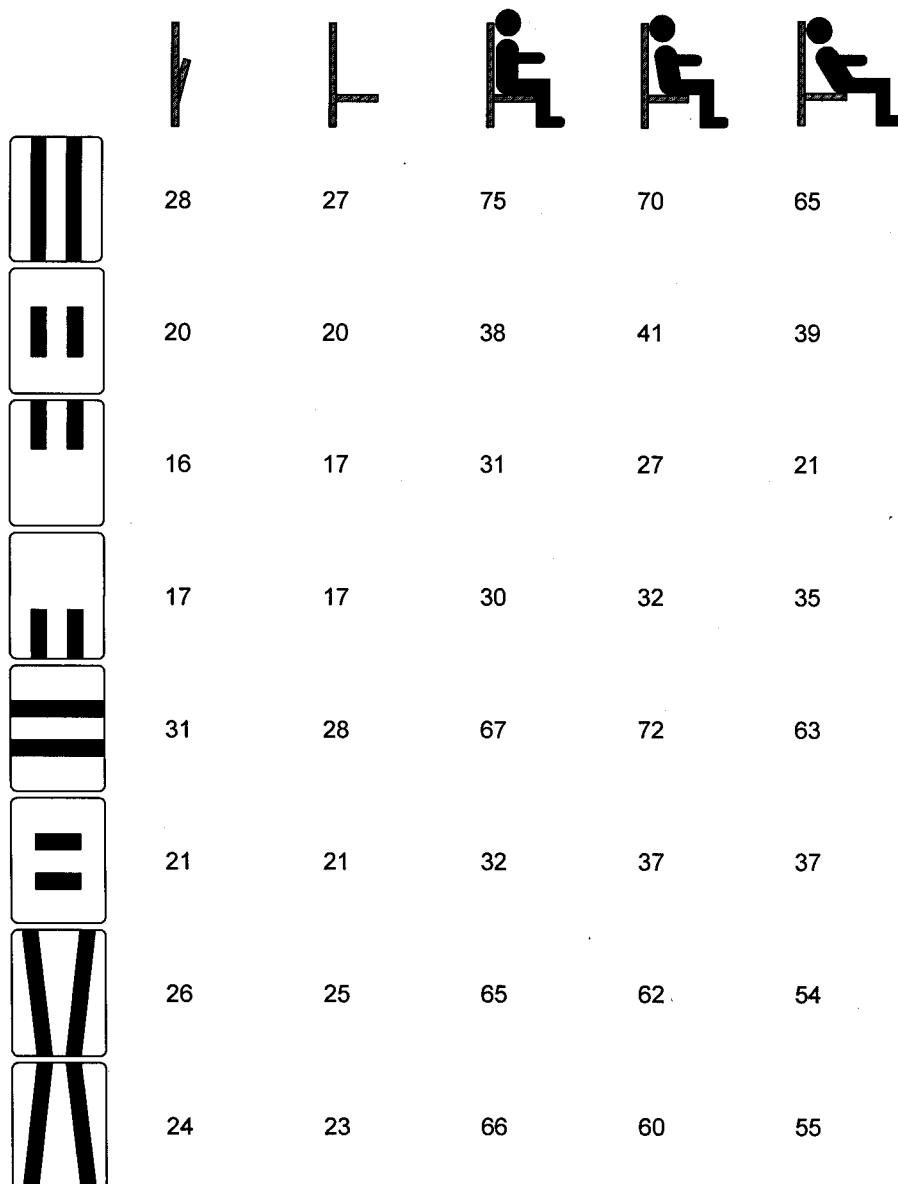


Figura 11

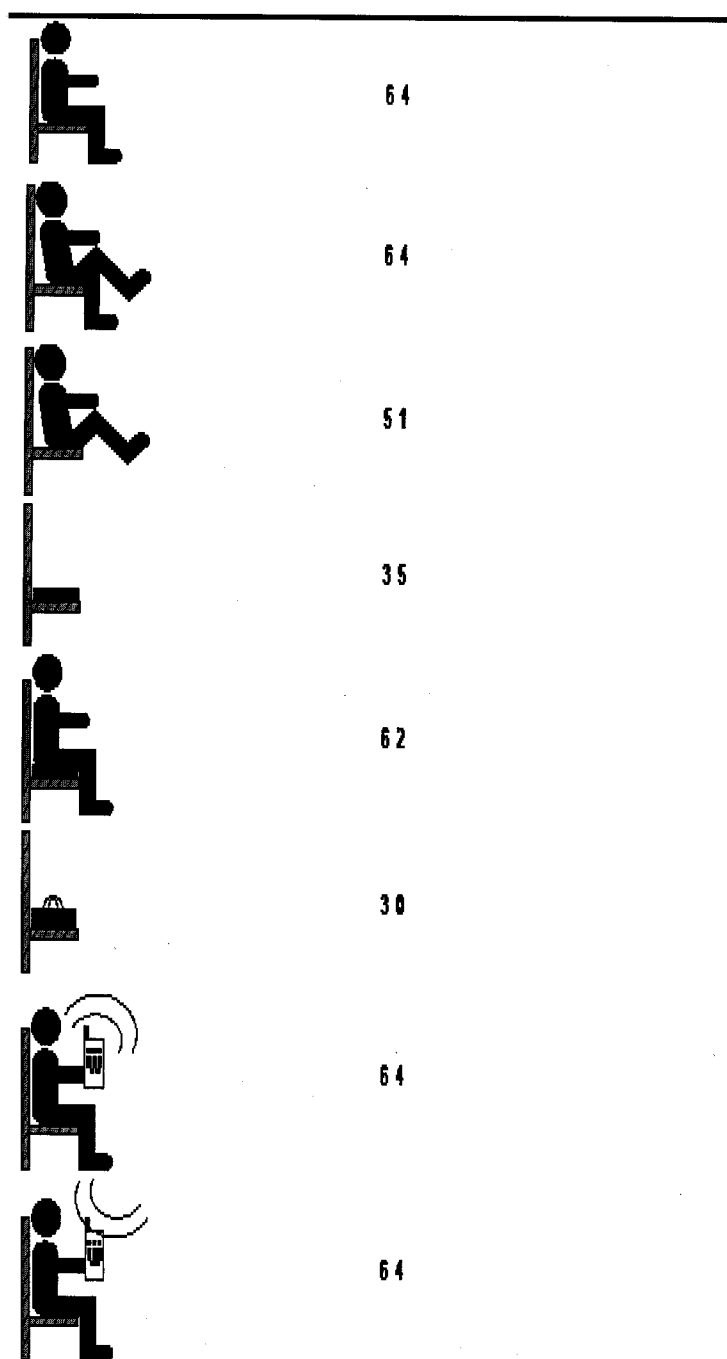


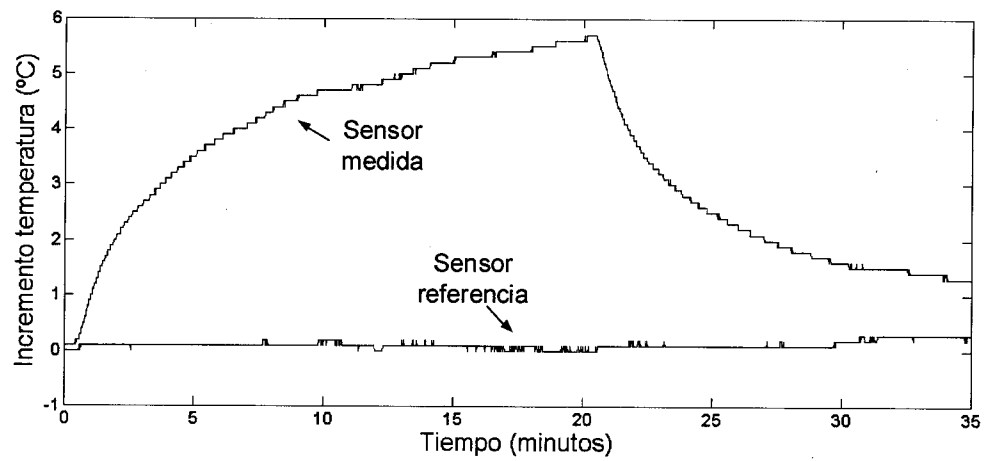
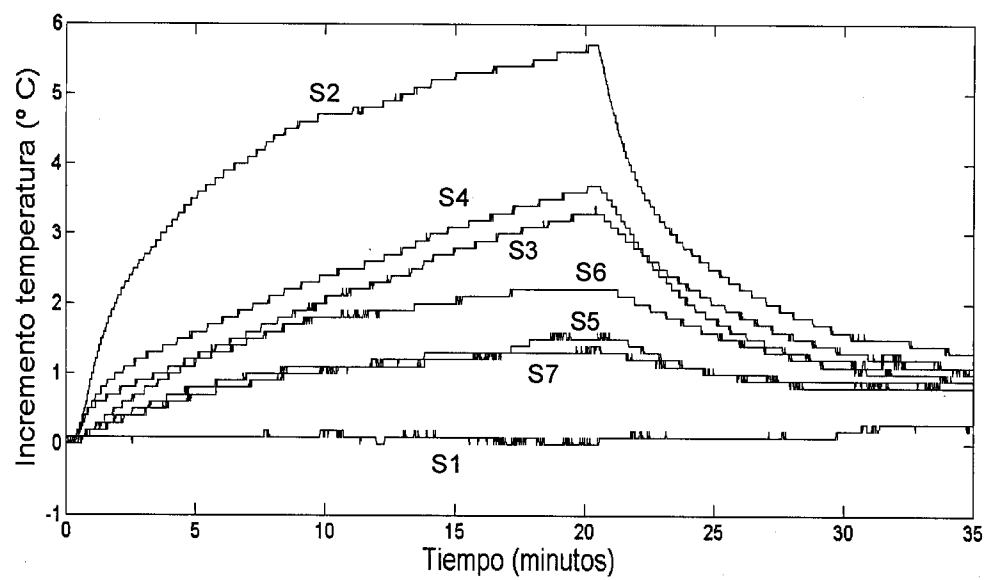
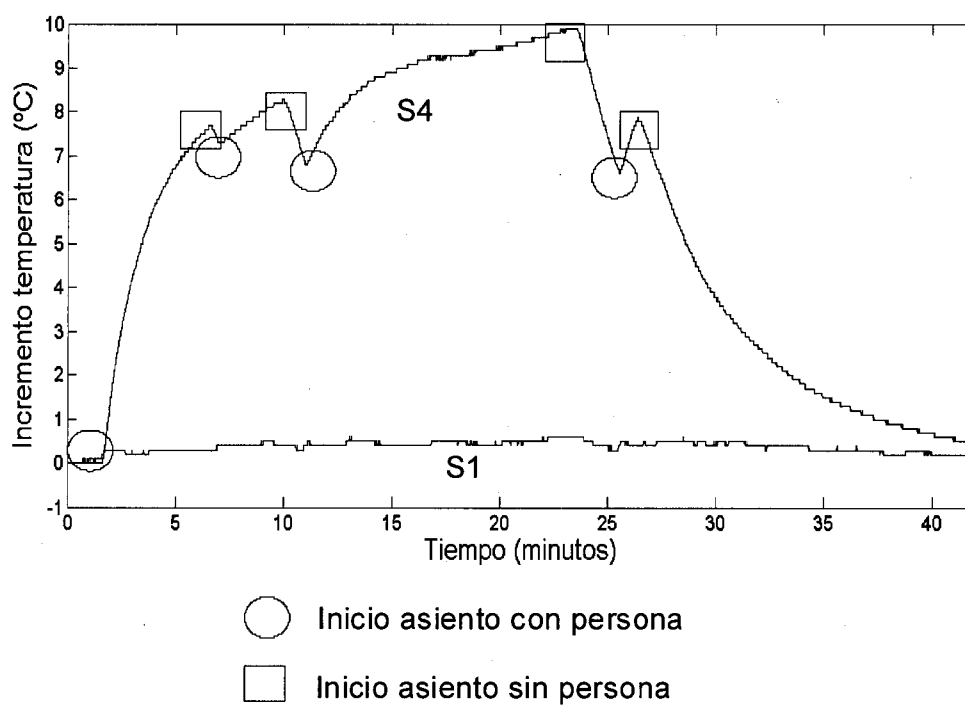
Figura 12**Figura 13**

Figura 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2011/000045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60R21/015 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60R, B60N, G01G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI, TXTEN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6490515 B1 (OKAMURA ET AL.) 03/12/2002, abstract; column 1, line 59 - column 5, line 47; column 9, line 51 - column 14, line 58; column 16, lines 10 - 55; column 20, lines 19 - 22; column 29, line 39 - column 32, line 21; figures 1 - 6, 10, 11, 46 - 50.	1 - 7
X	US 2006267321 A1 (HARISH ET AL.) 30/11/2006, abstract; paragraphs [6 - 13]; paragraphs [30 - 31]; paragraphs [39 - 49]; paragraphs [54 - 61]; paragraphs [66 - 70]; figures 3 - 4, 6 - 9, 11; claim 5.	1, 2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06/07/2011

Date of mailing of the international search report
(13/07/2011)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer
A. Figuera González

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: +34 91 349 53 04

Telephone No. +34 91 3495516

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2011/000045

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US6490515 B	03.12.2002	JP2000211418 A	02.08.2000
		JP4234247B2 B	04.03.2009
		WO0044584 A	03.08.2000
		JP2000283834 A	13.10.2000
		JP4142196B2 B	27.08.2008
		JP2000301980 A	31.10.2000
		JP2000313271 A	14.11.2000
		EP1065097 A	03.01.2001
		US2003060957 A	27.03.2003
		EP1318043 AB	11.06.2003
-----	-----	-----	-----
US2006267321 A	30.11.2006	NONE	
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2011/000045

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
B60R21/015 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
B60R, B60N, G01G

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES, WPI, TXTEN

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	US 6490515 B1 (OKAMURA ET AL.) 03/12/2002, resumen; columna 1, línea 59 - columna 5, línea 47; columna 9, línea 51 - columna 14, línea 58; columna 16, líneas 10 - 55; columna 20, líneas 19 - 22; columna 29, línea 39 - columna 32, línea 21; figuras 1 - 6, 10, 11, 46 - 50.	1 - 7
X	US 2006267321 A1 (HARISH ET AL.) 30/11/2006, resumen; párrafos [6 - 13]; párrafos [30 - 31]; párrafos [39 - 49]; párrafos [54 - 61]; párrafos [66 - 70]; figuras 3 - 4, 6 - 9, 11; reivindicación 5.	1, 2

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
06/07/2011

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
13 de julio de 2011 (13/07/2011)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: +34 91 349 53 04

Funcionario autorizado
A. Figuera González
Nº de teléfono +34 91 3495516

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2011/000045

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US6490515 B	03.12.2002	JP2000211418 A	02.08.2000
		JP4234247B2 B	04.03.2009
		WO0044584 A	03.08.2000
		JP2000283834 A	13.10.2000
		JP4142196B2 B	27.08.2008
		JP2000301980 A	31.10.2000
		JP2000313271 A	14.11.2000
		EP1065097 A	03.01.2001
		US2003060957 A	27.03.2003
		EP1318043 AB	11.06.2003
-----	-----	-----	-----
US2006267321 A	30.11.2006	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----