



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 346 174**

⑫ Número de solicitud: 200900915

⑤① Int. Cl.:
H04B 13/00 (2006.01)
H05K 7/04 (2006.01)
G01R 29/08 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **27.03.2009**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **11.10.2010**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
11.10.2010

⑦① Solicitante/s: **Universitat Politècnica de Catalunya
c/ Jordi Girona, 31
08034 Barcelona, ES**

⑦② Inventor/es: **Rius Vázquez, Josep**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional.**

⑤⑦ Resumen:

Sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional.

Comprende:

- una única superficie o capa eléctricamente conductora (S1),
- un primer dispositivo electrónico (T) con dos terminales (T+, T-), o electrodos, conectados en diferentes puntos de dicha superficie conductora (S1), y previsto para transmitir información aplicando un voltaje (V_T) o corriente variable con el tiempo entre dichos dos terminales (T+, T-); y
- un segundo dispositivo electrónico (R) con dos terminales (R+, R-), o electrodos, conectados en dos puntos de dicha superficie conductora (S1), y previsto para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial (V_R) entre sus dos terminales (R+, R-), provocada por dicho voltaje o corriente aplicado, de manera que se transmite y recibe dicha información a través de la circulación de una corriente eléctrica por únicamente dicha superficie conductora (S1).

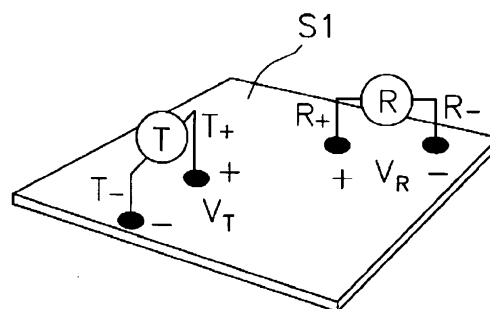


Fig. 2

ES 2 346 174 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional.

5 **Sector de la técnica**

La presente invención concierne en general a un sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional, que comprende unos dispositivos electrónicos en conexión con dicho medio bidimensional para transmitir y/o recibir información mediante la aplicación y/o detección de un voltaje o corriente variable con el tiempo, y en particular a un sistema donde dicho medio bidimensional comprende una única superficie conductora, y donde dichos dispositivos electrónicos se encuentran conectados a únicamente dicha superficie conductora, transmitiéndose y recibándose la información a través de la circulación de una corriente eléctrica por únicamente dicha superficie conductora.

15 **Estado de la técnica anterior**

Los medios habitualmente usados para la transmisión de datos entre un emisor y un receptor tienen, o bien dimensión uno (el espacio básicamente unidimensional de los hilos trenzados, cables coaxiales, fibras ópticas, etc.), o bien dimensión tres (el espacio tridimensional de un medio sólido, líquido o gaseoso, o del vacío).

No obstante, últimamente también se han realizado propuestas, especialmente de investigación, para llevar a cabo una transmisión de datos en medios bidimensionales, especialmente en el campo de lo que se denomina “wearable computing”, o informática indumentaria.

Existen diversas propuestas (la mayoría incluidas en artículos de revistas especializadas) referentes a la transmisión de información utilizando un par de superficies o capas conductoras con una capa aislante, o dieléctrico, intercalada entre ambas.

Un documento que incluye una de tales propuestas es el artículo “A Layered Approach to Wearable Textile Networks”, Proceedings of IEEE Eurowearable Workshop, 2003, de Van Laerhoven, *et. al.*, donde se demuestra la posibilidad de realizar comunicaciones entre dos dispositivos utilizando un par de superficies altamente conductoras como medio de transmisión. En dicho documento se presenta un prototipo de red flexible a integrar en prendas de vestir, que permite tanto la comunicación entre componentes “llevables” o “de indumentaria” como su alimentación eléctrica, a través de un medio multicapa.

En los artículos “Pin&Mix; When Pins Become Interaction Components...”, y “Pin&Play: Networking objects through pins”, también de Van Laerhoven *et al.* siguen desarrollando el concepto de utilizar un medio bidimensional formado por dos capas conductoras para transmitir información y alimentar a unos componentes con dos pines, uno de los cuales debe atravesar la capa conductora superior y la aislante intermedia antes de alcanzar la capa conductora inferior, por lo que debe estar aislado eléctricamente en gran parte de su longitud. En “Pin&Play: Networking objects through pins” se amplían las aplicaciones a otros soportes que no son prendas de vestir, tales como paredes, paneles u otras superficies comunes, estableciéndose una red *ad hoc* entre los componentes que se conectan a la red multicapa creada.

Otra propuesta que utiliza el mismo concepto que las anteriores es la incluida en el artículo “DC Powerline Communication Network for a Wearable Health Monitoring System”, *IEEE* 2005, de E.R. Wade, H. Harry Asada, donde se presenta el concepto y un prototipo de una red de sensores por donde se transmiten conjuntamente tanto la información como la energía de alimentación de los sensores, a través de un par de superficies fuertemente conductoras.

Es común denominar a sistemas como los citados como sistemas ubicuos, o de computación ubicua, o de inteligencia ambiental, los cuales podrían definirse como aquellos que integran dispositivos inteligentes, y sus redes de comunicación, tanto en el entorno de la persona como en aparatos de uso diario para que las personas puedan interactuar con ellos de una manera natural y desinhibida en todo tipo de situaciones y circunstancias, de forma que los dispositivos u ordenadores no se perciban como objetos diferenciados.

En el documento de patente JP2005322052 se describe un sistema ubicuo que incorpora, como en las propuestas de los artículos anteriormente citados, dos superficies conductoras separadas por una capa aislante para transmitir Información y tensión de alimentación entre una serie de dispositivos conectados a ambas capas conductoras. Se propone su integración tanto en piezas ropa como en paredes electroconductoras. En dicho documento japonés también se propone utilizar un electrodo que se encuentra aislado en parte de su longitud, con el fin de conectarse por su extremo conductor a la capa conductora inferior, sin establecer contacto eléctrico con la capa superior al atravesarla para acceder a la capa inferior.

En todas las propuestas citadas la transmisión de datos siempre se realiza a través de un par de planos conductores, en la forma de la aplicación de un voltaje variable que provoca una diferencia de potencial entre los dos planos en el punto donde el transmisor está conectado, y la propagación de esta diferencia de potencial a través de la superficie de los dos planos y del medio dieléctrico que los separa, hasta el punto de conexión del receptor, donde es detectada y transformada en información útil. En la Figura 1 se ilustra de manera esquemática una configuración simple de

un sistema de comunicaciones como el descrito, formado por dos capas conductoras S1, S2, aisladas entre sí, en las cuales se encuentran conectados un transmisor T y un receptor R, el primero aplicando un voltaje V_T entre las dos capas S1, S2, y el receptor R detectando una diferencia de potencial V_R entre ambas capas S1, S2, proporcional al voltaje aplicado V_T .

Las prestaciones de estas líneas de transmisión bidimensionales, medidas en términos de velocidad máxima de transmisión en bits/s, dependen de los parámetros eléctricos de los planos conductores, del material aislante que los separa y, obviamente, de las dimensiones. En términos generales se puede afirmar que las prestaciones mejores se obtienen cuando el material conductor presenta una resistencia superficial pequeña que generalmente se obtiene incluyendo en la composición del material un metal o una mezcla de metales, como plata, cobre o níquel. Por ejemplo, en el artículo de E.R. Wade y H. Harry Asada, la resistencia superficial de los planos es del orden de los mΩ, lo que permite una velocidad de transmisión elevada. Así, cuando se tienen dos planos conductores, una conductividad elevada es una característica deseable, pero otros requerimientos, tal como una flexibilidad mecánica elevada y un bajo coste pueden limitar el uso de estos materiales fuertemente conductores.

Todos los antecedentes citados asumen que para realizar comunicaciones en medios bidimensionales son necesarias dos superficies conductoras separadas por un dieléctrico. Este hecho tiene las siguientes consecuencias: (a) un proceso de fabricación relativamente complejo y caro para generar dos capas conductoras a ambos lados de un aislante, (b) la necesidad de un control preciso del proceso de fabricación para evitar un cortocircuito entre las dos capas, y (c) la interfaz entre los dispositivos electrónicos y los dos planos conductores es relativamente complicada, tal y como puede apreciarse en los anteriormente citados artículos de de Van Laerhoven, *et. al.*

Los presentes inventores no conocen propuestas relativas a sistemas de comunicaciones de datos a través de un medio bidimensional diferentes a los citados, ni que planteen alternativas para superar los inconvenientes mencionados.

Explicación de la invención

Aparece necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas halladas en el mismo, y que supere los inconvenientes de los que adolecen todas las propuestas citadas, inherentes al uso de dos superficies conductoras, ofreciendo un sistema más sencillo de fabricar, que no requiera de la utilización de interfaces complicadas con los dispositivos electrónicos, y que permita, debido a su facilidad de implementación, un mayor campo de aplicaciones que las propuestas convencionales.

Para conseguir tal fin, la presente invención aporta un sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional, que comprende:

- un primer dispositivo electrónico con como mínimo dos terminales, o electrodos, previsto para transmitir información aplicando un voltaje o corriente variable con el tiempo entre dichos dos terminales;
- un segundo dispositivo electrónico con como mínimo dos terminales, o electrodos, previsto para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial entre dichos dos terminales, provocada por dicho voltaje o corriente aplicado; y
- una superficie o capa eléctricamente conductora, en la cual uno de los terminales de cada uno de dichos primer y segundo dispositivos electrónicos se encuentra conectado eléctricamente.

A diferencia de las propuestas convencionales, donde se utilizaba una segunda superficie conductora para conectar los segundos terminales de los dispositivos electrónicos, el sistema propuesto por la presente invención comprende una única superficie o capa eléctricamente conductora, estando dichos primer y segundo dispositivos electrónicos conectados en diferentes puntos de dicha única superficie conductora por como mínimo sus respectivos dos terminales, de manera que se transmite y recibe dicha información a través de la circulación de una corriente eléctrica por únicamente dicha superficie conductora.

Para un ejemplo de realización el sistema propuesto por la presente invención comprende un soporte sustancialmente aislante, o de resistencia eléctrica mucho más alta que la de la superficie conductora, sobre el cual se encuentra adosada la superficie o capa eléctricamente conductora.

Las aplicaciones del sistema propuesto son varias, pudiendo ser el soporte sobre el que se encuentra sustentada la superficie conductora cualquiera de los siguientes soportes, en función de la aplicación: pieza de tela, incluyendo piezas de vestir, cortinas, alfombras, toldos y sábanas, pared, suelo o techo, o un revestimiento de los mismos, u otro elemento estructural de un habitáculo, incluyendo una vivienda o un vehículo, tablero u otro elemento de una mesa, y papel, o una combinación de los mismos.

Para un ejemplo de realización la superficie o capa eléctricamente conductora es una capa de pintura aplicada sobre dicho soporte, y para otro es papel pintado usado para recubrimiento de paredes o techos.

Al transmitir los datos a través de una sola superficie conductora, mediante el sistema propuesto por la presente invención, se obtienen los siguientes beneficios, en comparación con las propuestas convencionales de sistemas con dos capas conductoras: (a) el proceso de fabricación del plano conductor se simplifica considerablemente, ya que solamente es necesaria una capa. De hecho el uso de materiales industriales tal como pinturas o papel es factible; (b) los cortocircuitos dejan de ser un problema; y (c) la interfaz entre los dispositivos electrónicos y la única capa conductora puede ser mucho más simple y fiable.

Una diferencia importante del sistema propuesto por la presente invención con respecto a los sistemas convencionales que utilizan dos superficies conductoras, es que al utilizar una única superficie conductora no se requiere que la conductividad del plano sea muy alta. Más bien al contrario, una conductividad muy alta (infinita en el límite) implica que para mantener el voltaje aplicado dentro de los niveles requeridos, la intensidad que suministra el dispositivo que actúa como transmisor deba ser muy alta, posiblemente sobrepasando su capacidad. El caso contrario, es decir con una superficie conductora de conductividad muy baja (aislante en el límite), tampoco es la mejor solución, ya que ello provoca un consumo de corriente muy bajo (nulo en el límite), pero no existe propagación de señal en el plano o superficie.

Debe haber, por tanto, un valor óptimo de conductividad de la superficie conductora (medida por su resistencia superficial) que mantendrá el consumo dentro de los límites requeridos y permitirá la mejor propagación de las señales.

Este hecho abre la puerta al uso de materiales conductores económicos para cubrir el soporte deseado, tal como las pinturas o papeles conductores que tienen una resistencia superficial relativamente alta.

Tal y como se ha indicado anteriormente, las aplicaciones del sistema propuesto son numerosas y de muy diversa índole, tal como por ejemplo las relativas a sistemas de sensores remotos en entornos específicos, donde no sea necesaria una velocidad de transmisión muy elevada y, en cambio, sea necesaria la solución más barata y fácil de implementar posible para las comunicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

la Fig. 1 es una representación esquemática, en perspectiva, de un sistema de comunicaciones convencional formado por dos capas conductoras;

la Fig. 2 muestra, mediante una vista esquemática en perspectiva, al sistema propuesto por la presente invención para un ejemplo de realización;

la Fig. 3 es un gráfico que muestra un plano cuadrado correspondiente a la superficie conductora incluida en el sistema propuesto, con un dispositivo electrónico actuando como transmisor y otro actuando como receptor, mostrándose una serie de líneas equipotenciales que se distribuyen por la superficie conductora del sistema; y

la Fig. 4 ilustra mediante una vista esquemática en planta, al sistema propuesto por la presente invención para otro ejemplo de realización para el que el dispositivo receptor incluye cuatro electrodos alineados con distinta orientación.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

Tal como se ilustra en la Fig. 2, el sistema propuesto por la presente invención comprende, para un ejemplo de realización básico:

- un primer dispositivo electrónico T con dos terminales T+, T-, o electrodos, previsto para al menos transmitir información aplicando un voltaje V_T o corriente variable con el tiempo entre dichos dos terminales T+, T-;

- un segundo dispositivo electrónico R con dos terminales R+, R-, o electrodos, previsto para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial V_R entre dichos dos terminales R+, R-, provocada por dicho voltaje o corriente aplicado; y

- una única superficie o capa eléctricamente conductora S1, en la cual se encuentran conectados eléctricamente los dos terminales T+, T- y R+, R- de ambos dispositivos electrónicos T, R, en diferentes puntos de la superficie conductora S1.

El principio de funcionamiento del sistema propuesto es el siguiente: suponiendo un plano conductor S1 con unas dimensiones cualesquiera, y con una resistencia superficial (R_s) determinada, unido a cualquiera de los soportes mencionados anteriormente (aislantes o mucho menos conductores que S1), al aplicar un voltaje V_T entre dos puntos del plano conductor S1 mediante un dispositivo transmisor T, se establece una circulación de corriente entre ellos. Esta corriente circulante hace que cualquier punto del plano S1 adquiera un potencial que dependerá de su posición respecto

a los puntos donde se aplica el voltaje V_T , y de su resistencia superficial (R_s). Por tanto entre dos puntos cualquiera del plano S1 se establecerá una diferencia de potencial indicada como V_R . Si V_T varía con el tiempo también lo hará V_R . Al conectar un dispositivo electrónico R en el par de puntos donde se recibe V_R se habrá establecido una comunicación entre T y R.

En la Fig. 3 se muestra, mediante un gráfico, un ejemplo de realización para el que la superficie conductora S1 conforma un plano cuadrado, y el dispositivo que actúa como transmisor T se encuentra conectado entre dos respectivos vértices del plano cuadrado, aplicando un voltaje $V_T = V_{T+} - V_{T-}$. En dicha Fig. 3 se ilustran gráficamente las líneas de flujo de corriente y las líneas equipotenciales sobre el plano correspondiente a la superficie S1, provocadas por la aplicación del voltaje V_T . El dispositivo que actúa como receptor R se encuentra asimismo situado entre dos de estas líneas equipotenciales en una posición cualquiera, siendo la diferencia de potencial entre sus electrodos de $V_R = V_{R+} - V_{R-}$.

Un hecho remarcable, consecuencia de un conocido teorema del electromagnetismo, es que si se invierten los papeles de T y R sin cambiar nada más, es decir, sin cambiar la posición relativa ni las dimensiones de T y R, y aplicando entonces un voltaje desde R, ahora V_R , la señal que captará T, ahora V_T , será de la misma magnitud que la que captaba R cuando el voltaje aplicado era V_T . Este hecho hace que la comunicación pueda ser bidireccional, que T y R puedan ser aptos para transmitir y para recibir datos, pudiendo intercambiarse el papel de T y R a conveniencia de la aplicación.

Es por ello que, para un ejemplo de realización el segundo dispositivo electrónico R es apto también para transmitir información aplicando un voltaje V_R o corriente variable entre sus dos electrodos R+, R-, y el primer dispositivo electrónico T es apto también para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial V_T entre sus dos electrodos T+, T-, provocada por dicho voltaje V_R o corriente aplicado.

Si bien en la Fig. 2 se ha ilustrado una configuración simple del sistema propuesto por la invención, para la que éste solamente incluye dos dispositivos electrónicos T, R, para otros ejemplos de realización (no ilustrados) éste comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos con sus electrodos conectados en diferentes puntos de la superficie conductora S1, y previstos para transmitir y/o recibir información a través de la misma, de igual manera que dichos primer T y segundo R dispositivos electrónicos.

Tal y como se ilustra en la Fig. 3, los dos electrodos del segundo dispositivo electrónico (indicados en la Fig. 3 por el voltaje existente en los mismos V_{R+} , V_{R-}), se encuentran conectados, preferentemente, en dos respectivas líneas equipotenciales del plano correspondiente a la superficie conductora S1, ya que se consigue obtener así un nivel de señal de recepción mayor.

En función de la aplicación, hacer coincidir los dos electrodos R+, R- justamente con dos líneas equipotenciales puede ser difícil, aunque el sistema puede funcionar igualmente aunque tal coincidencia no se produzca, siempre y cuando el nivel de señal captado supere un cierto valor mínimo.

Con el fin de facilitar la coincidencia de los electrodos con dos líneas equipotenciales, pueden utilizarse sistemas automáticos o semiautomáticos que ayuden a un operario a posicionar correctamente el segundo dispositivo electrónico R, o que cualquiera que sea la ubicación y orientación con la que éste lo haya conectado sobre la superficie conductora S1, permitan obtener el mayor nivel de señal posible.

Con referencia al segundo caso, es decir el de obtener el mayor nivel de señal posible cualquiera que sea el posicionamiento del dispositivo R, para un ejemplo de realización del sistema propuesto por la presente invención, ilustrado por la Fig. 4, el segundo dispositivo electrónico R comprende dos (o más) parejas de electrodos R1+, R1-; R2+, R2- y unos medios de control C previstos para monitorizar las diferencias de potencial existentes en ambas parejas de electrodos R1+, R1-; R2+, R2-, y para seleccionar la pareja de electrodos entre cuyos electrodos exista un mayor nivel de señal como la pareja receptora de la información transmitida.

Par obtener distintos niveles de señal, los dos electrodos de cada una de dichas parejas de electrodos R1+, R1-; R2+, R2- se encuentran alineados con una orientación diferente respecto a la alineación de los dos electrodos de la otra pareja, dichas dos alineaciones de electrodos formando entre sí, para el ejemplo ilustrado por la Fig. 4, un ángulo recto.

Para otros ejemplos de realización, no ilustrados, el número de parejas de electrodos es mayor que dos, obteniendo una mayor seguridad de que dos electrodos de una pareja de electrodos coincidirán con dos respectivas líneas equipotenciales con mayor diferencia de potencial, cuanto mayor sea el número de parejas existentes.

Los medios de control C ilustrados esquemáticamente en la Fig. 3, y conectados a todos los electrodos R1+, R1-; R2+, R2-, pueden formar parte de un sistema externo o del propio dispositivo electrónico R, en función del ejemplo de realización.

Por lo que se refiere a la ubicación de los puntos de la superficie conductora S1 en los cuales se encuentran conectados los terminales T+, T-; R+, R- de uno de los dispositivos electrónicos T, R, éstos están en función de una serie de parámetros del grupo que incluye los siguientes parámetros: niveles de señal requeridos, dimensiones, forma y

ES 2 346 174 A1

resistencia R_s de la superficie conductora S1, uniformidad de dicha resistencia, ubicación del otro u otros dispositivos electrónicos T, R y separación entre sus electrodos T+, T-, R+, R-, frecuencia f de la señal eléctrica circulante y capacidad c de la superficie conductora S1 respecto a tierra.

5 Los mencionados parámetros además de, en particular, condicionar la ubicación de los puntos de conexión de los dispositivos electrónicos, determinan, en general, las posibilidades del sistema. En especial los siguientes parámetros técnicos:

10 - Resistencia superficial R_s de la superficie conductora S1 y capacidad c respecto a tierra.

- Frecuencia máxima de la señal.

15 - Separación y orientación de los electrodos del dispositivo que actúa como emisor T y del que actúa como receptor R.

- Distancia entre dispositivo que actúa como emisor T y el que actúa como receptor R.

20 A continuación se exponen de manera simplificada las principales relaciones entre estos parámetros.

La primera relación es la que se establece entre la frecuencia de la señal que se transmite, la resistencia superficial de la superficie conductora y la capacidad a tierra.

25 Resulta evidente que la resistencia superficial, denominada R_s , del plano o superficie conductora S1, condiciona en gran medida los resultados conseguidos con el sistema propuesto. Esta resistencia R_s se puede definir como la resistencia que se mediría entre dos lados opuestos de una superficie de forma cuadrada de dicho plano, para un grosor y resistividad del material del plano constantes.

30 En cuanto al valor de dicha resistencia superficial R_s , de la superficie conductora S1, éste está entre un rango que va desde un valor de resistencia mínima por debajo del cual la corriente entre los electrodos T+, T- del dispositivo electrónico T en funciones de transmisor está por encima de la intensidad máxima admitida para funcionar correctamente o provoca un consumo energético demasiado elevado para que los dispositivos electrónicos funcionen de manera autónoma, y un valor de resistencia máxima por encima del cual la atenuación de la señal transmitida es tan grande como para que no sea posible su recepción por parte de otro dispositivo electrónico R.

35 El rango de resistencias superficiales donde es posible generar señales suficientemente intensas para propagarse a un nivel de consumo aceptable es, por tanto, muy extenso. Los presentes inventores han realizado pruebas con distintos materiales, y han conseguido transmitir señales en una escala de metros, y con un consumo aceptable, para superficies conductoras con valores de R_s dentro de unos rangos de 40 a 80 Ω por cuadrado y de 1000 a 2000 Ω por cuadrado. Obviamente, en el primer rango el consumo del transmisor T es más elevado que en el segundo, siendo no obstante aceptable en los dos casos. Por el contrario, la atenuación de señal es más intensa en el segundo rango de resistencias superficiales.

40 Otro de los parámetros que condicionan las posibilidades del sistema propuesto es la capacidad a tierra c , siendo sus unidades F/m^2 . Esta capacidad es el resultado del campo eléctrico existente entre cualquier punto de la superficie conductora S1 y tierra, y su valor depende de la situación de la superficie conductora S1 respecto a tierra y de la propia configuración de este tierra.

45 En cuanto a la frecuencia f de la señal de voltaje o corriente aplicada, si ésta es muy alta, se podría producir un efecto indeseado de utilización de la superficie conductora S1 como antena, es decir de efectuar una transmisión por el aire, por encima y por debajo de la superficie conductora S1. Es por ello que en el sistema propuesto por la invención la frecuencia f de la señal eléctrica circulante, o voltaje o corriente variable aplicado por el primer dispositivo electrónico T (o por cualquiera que actúe como transmisor), es inferior a la que provoca una propagación de señal fuera del plano de la superficie conductora S1.

50 Con el fin de evitar dicha propagación fuera del plano, dicha frecuencia f está seleccionada para que, en función también del valor de la resistencia superficial R_s de la superficie conductora S1 y de su capacidad c respecto a tierra, la longitud de difusión de la señal eléctrica transmitida a través de dicha superficie conductora S1 sea al menos tres veces mayor que las dimensiones máximas de la superficie conductora S1.

55 Se puede demostrar que los anteriores parámetros, cuando se relacionan según la siguiente ecuación, suponiendo que la señal aplicada es una señal sinusoidal de frecuencia f :

65
$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f R_s c}}$$

determinan una longitud característica δ que mide la distancia a la que la señal se propaga con una atenuación mínima. Como se puede ver, δ es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del producto de los tres parámetros. Por tanto, para aumentar el alcance de la señal que se transmite se debe o bien bajar la frecuencia f , o bien disminuir la resistencia superficial R_s , o bien disminuir la capacidad c , o las tres cosas a la vez.

La segunda relación es la que vincula la magnitud de la señal recibida en el receptor R en función de la distancia del emisor T al receptor R, de la separación de los electrodos del emisor, $T+$, $T-$, y del receptor, $R+$, $R-$, y de la orientación relativa de los dipolos emisor y receptor, o, tal y como se ha descrito anteriormente, de las alineaciones de sus electrodos $T+$, $T-$; $R+$, $R-$.

La relación entre estas variables es tal que, si se cumple que el receptor R y el emisor T están suficientemente lejos de los bordes de la superficie conductora $S1$, la señal recibida es aproximadamente proporcional al producto de la separación de los electrodos del emisor T y del receptor R, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre emisor T y receptor R. Así, unos dipolos emisor o receptor grandes (con unos electrodos separados por una gran distancia) garantizan que la señal recibida sea de una magnitud más grande que unos dipolos pequeños, para la misma distancia entre emisor T y receptor R. O por el contrario, se puede aumentar la distancia entre emisor T y receptor R recibiendo una misma señal, haciendo que el dipolo emisor y/o el receptor sean más grandes.

Tal y como se ha descrito anteriormente para unos ejemplos de realización del sistema propuesto, la orientación relativa de las alineaciones de electrodos, es decir del dipolo receptor respecto al campo de potenciales generado por el dipolo emisor, juega también un papel importante en la magnitud de la señal recibida. Si el dipolo receptor se orienta de manera que sus electrodos $R+$, $R-$ estén sobre una línea donde el gradiente de potencial sea máximo, entonces el nivel de la señal recibida es el máximo posible (en el punto donde está situado el receptor R). Si, por el contrario, el dipolo receptor está orientado en ángulo recto respecto al gradiente de potencial máximo, entonces el nivel de la señal recibida es mínimo.

En los casos donde no es posible conocer la forma exacta del campo de potenciales, una forma de evitar que el receptor R esté orientado de manera que reciba un nivel bajo de señal, es mediante el sistema propuesto según el ejemplo de realización descrito anteriormente para el que el segundo dispositivo electrónico R comprende dos (o más) parejas de electrodos $R1+$, $R1-$; $R2+$, $R2-$.

Para un ejemplo de realización del sistema propuesto por la invención parte o todos los dispositivos electrónicos comprenden un sistema autónomo de alimentación con una batería.

Para otro ejemplo de realización uno de los dispositivos electrónicos es un dispositivo principal que comprende o está conectado a una fuente de alimentación eléctrica, y configurado para utilizar dicha fuente de alimentación para alimentarse y para alimentar a parte o a todos los demás dichos dispositivos electrónicos a través de la superficie conductora $S1$.

Una aplicación interesante del sistema propuesto, ya mencionada anteriormente, es la referida al caso en que los dispositivos electrónicos conectados a la superficie conductora $S1$ conforman una red de múltiples sensores, en cuyo caso el citado dispositivo principal está previsto para interrogar periódicamente al resto de dispositivos electrónicos, los cuales son unos respectivos sensores remotos aptos para recibir dichas interrogaciones y para transmitir unos datos como respuesta a las mismas, y siendo el dispositivo principal asimismo apto para recibir los datos enviados desde los sensores.

En función del ejemplo de realización los sensores pueden incorporar una pequeña batería de la que alimentarse, o alimentarse a partir del dispositivo principal, tal y como se ha descrito.

Para optimizar la alimentación de los sensores debe tenerse en consideración que el consumo de los sensores tiene dos partes: el consumo cuando están en modo de recepción y el consumo cuando están transmitiendo. Cuando están en modo de recepción, existen múltiples técnicas bien conocidas en el ámbito de la investigación y el diseño de circuitos receptores de señal y de sensores de muy bajo consumo, y por lo que se refiere a cuando están en modo de transmisión, en cuyo caso el consumo es inversamente proporcional a R_s , este consumo solamente existirá en el periodo en que el sensor está transmitiendo, y por tanto no es permanente. Así, aunque este consumo puede ser relativamente importante, solamente existirá durante un periodo de tiempo que debe ser lo más corto posible, lo cual se consigue aplicando cualquier técnica y protocolo de comunicación que tenga como objetivo minimizar el tiempo de transmisión.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional, del tipo que comprende:

- 5 - al menos un primer dispositivo electrónico (T) con al menos dos terminales (T+, T-), o electrodos, previsto para al menos transmitir información aplicando un voltaje (V_T) o corriente variable con el tiempo entre al menos dichos dos terminales (T+, T-);
- 10 - al menos un segundo dispositivo electrónico (R) con al menos dos terminales (R+, R-), o electrodos, previsto para al menos recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial (V_R) entre al menos dichos dos terminales (R+, R-), provocada por dicho voltaje o corriente aplicado; y
- 15 - al menos una superficie o capa eléctricamente conductora (S1), en la cual uno de los terminales (T+, R+) de cada uno de dichos primer (T) y segundo (R) dispositivos electrónicos se encuentra conectado eléctricamente;
- 20 estando dicho sistema **caracterizado** porque comprende una única superficie o capa eléctricamente conductora (S1), y porque al menos dichos primer (T) y segundo (R) dispositivos electrónicos se encuentran conectados en diferentes puntos de dicha superficie conductora (S1) por al menos sus respectivos dos terminales (T+, T-; R+, R-), de manera que se transmite y recibe dicha información a través de la circulación de una corriente eléctrica por únicamente dicha superficie conductora (S1).

25 2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho segundo dispositivo electrónico (R) es apto también para transmitir información aplicando un voltaje (V_R) o corriente variable entre sus dos electrodos (R+, R-), y porque dicho primer dispositivo electrónico (T) es apto también para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial (V_T) entre sus dos electrodos (T+, T-), provocada por dicho voltaje (V_R) o corriente aplicado.

30 3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos con sus electrodos conectados en diferentes puntos de dicha superficie conductora (S1), y previstos para transmitir y/o recibir información a través de la misma, de igual manera que dichos primer (T) y segundo (R) dispositivos electrónicos.

35 4. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los dos electrodos (R+, R-) de dicho segundo dispositivo electrónico (R) se encuentran conectados en dos respectivas líneas equipotenciales de dicha superficie conductora (S1).

40 5. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque al menos dicho segundo dispositivo electrónico (R) comprende al menos dos parejas de electrodos (R1+, R1-; R2+, R2-) en conexión con unos medios de control (C) previstos para monitorizar las diferencias de potencial existentes en ambas parejas de electrodos (R1+, R1-; R2+, R2-), y para seleccionar la pareja de electrodos entre cuyos electrodos exista un mayor nivel de señal como la pareja receptora de la información transmitida.

45 6. Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado** porque los dos electrodos de cada una de dichas parejas de electrodos (R1+, R1-; R2+, R2-) se encuentran alineados con una orientación diferente respecto a la alineación de los dos electrodos de la otra pareja.

50 7. Sistema según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dichas dos alineaciones de electrodos forman entre sí un ángulo recto.

55 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la ubicación de dichos puntos de dicha superficie conductora (S1) en los cuales se encuentran conectados los terminales (T+, T-; R+, R-) de uno de dichos dispositivos electrónicos (T, R) está en función de una serie de parámetros del grupo que incluye los siguientes parámetros: niveles de señal requeridos, dimensiones, forma y resistencia de la superficie conductora (S1), uniformidad de dicha resistencia, ubicación del otro u otros dispositivos electrónicos (T, R) y separación entre sus electrodos (T+, T-; R+, R-), frecuencia de la señal eléctrica circulante y capacidad de la superficie conductora (S1) respecto a tierra.

60 9. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la frecuencia de dicha señal eléctrica circulante, o voltaje o corriente variable aplicado por el primer dispositivo electrónico (T), es inferior a la que provoca una propagación de señal fuera del plano de la superficie conductora (S1).

65 10. Sistema según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicha frecuencia está seleccionada para que, en función también del valor de la resistencia superficial de la superficie conductora (S1) y de su capacidad respecto a tierra, la longitud de difusión de la señal eléctrica transmitida a través de dicha superficie conductora (S1) sea al menos tres veces mayor que las dimensiones máximas de la superficie conductora (S1).

11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el valor de la resistencia superficial de dicha superficie conductora (S1) está entre un rango que va desde un valor de resistencia mínima por debajo del cual la corriente entre los electrodos (T+, T-) del dispositivo electrónico (T) en funciones de transmisor está por encima de la intensidad máxima admitida para funcionar correctamente o provoca un consumo energético demasiado elevado para que los dispositivos electrónicos funcionen de manera autónoma, y un valor de resistencia máxima por encima del cual la atenuación de la señal transmitida es tan grande como para que no sea posible su recepción por parte de otro dispositivo electrónico (R).

12. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado** porque al menos parte de dichos dispositivos electrónicos comprenden un sistema autónomo de alimentación con al menos una batería.

13. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado** porque al menos uno de dichos dispositivos electrónicos es un dispositivo principal que comprende o está conectado a una fuente de alimentación eléctrica, y configurado para utilizar dicha fuente de alimentación para alimentarse y para alimentar a al menos parte del resto de dichos dispositivos electrónicos a través de dicha superficie conductora (S1).

14. Sistema según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado** porque dichos dispositivos electrónicos conectados a dicha superficie conductora (S1) conforman una red de sensores, estando dicho u otro dispositivo principal previsto para interrogar periódicamente al resto de dispositivos electrónicos, los cuales son unos respectivos sensores aptos para recibir dichas interrogaciones y para transmitir unos datos como respuesta a las mismas, y siendo el dispositivo principal apto para recibir los datos enviados desde los sensores.

15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un soporte sustancialmente aislante, o de resistencia eléctrica mucho más alta que la de dicha superficie conductora (S1), sobre el cual se encuentra adosada la superficie o capa eléctricamente conductora (S1).

16. Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado** porque dicho soporte es al menos uno del grupo que comprende los siguientes soportes: pieza de tela, incluyendo piezas de vestir, cortinas, alfombras, toldos y sábanas, pared, suelo o techo, o un revestimiento de los mismos, u otro elemento estructural de un habitáculo, incluyendo una vivienda o un vehículo, tablero u otro elemento de una mesa, y papel, o una combinación de los mismos.

17. Sistema según la reivindicación 16, **caracterizado** porque dicha superficie o capa eléctricamente conductora (S1) es una capa de pintura aplicada sobre dicho soporte.

18. Sistema según la reivindicación 16, **caracterizado** porque dicha superficie o capa eléctricamente conductora (S1) es papel pintado usado para recubrimiento de paredes o techos.

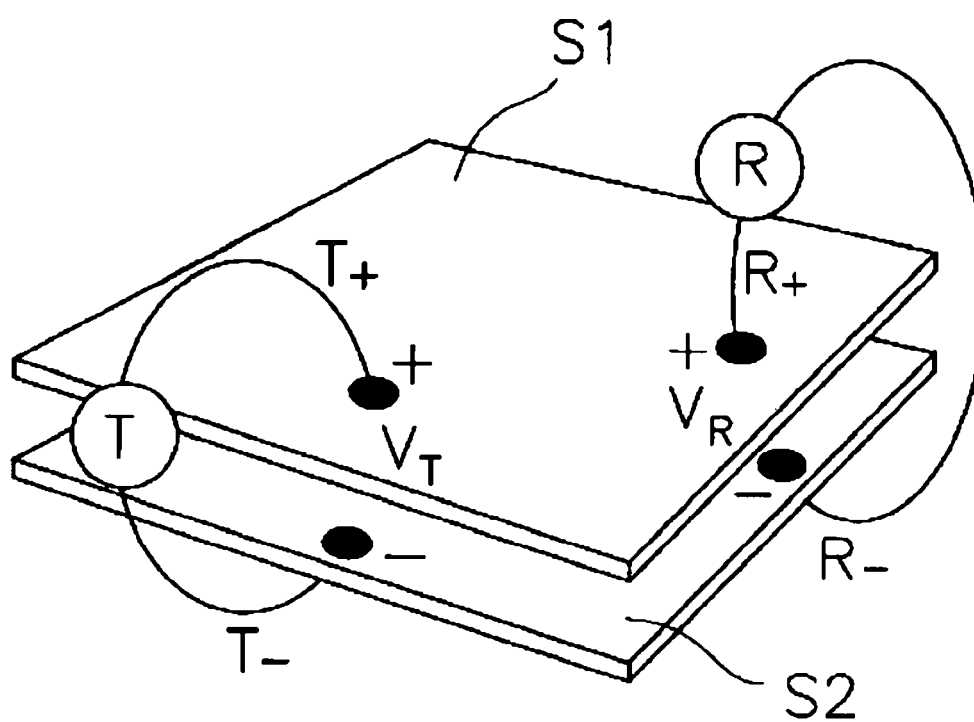


Fig. 1

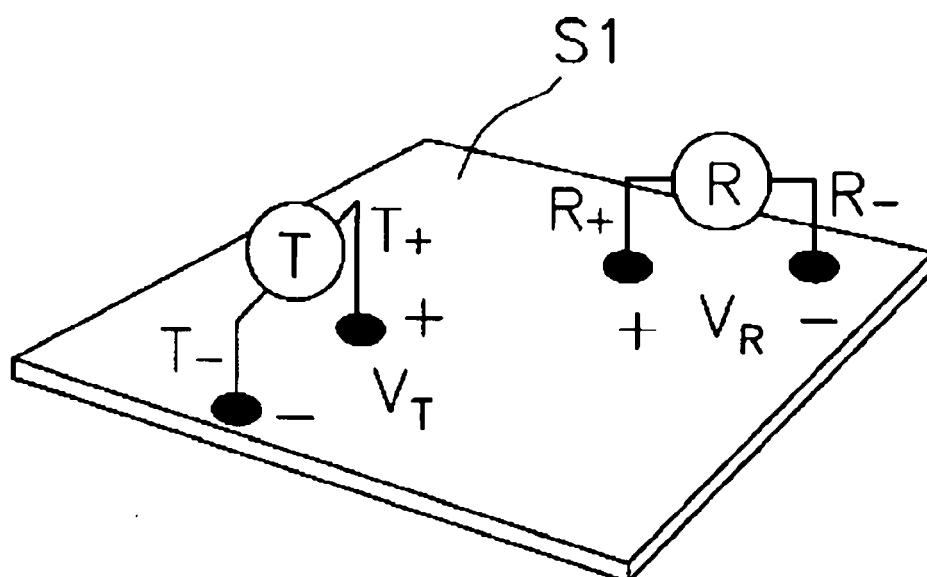


Fig. 2

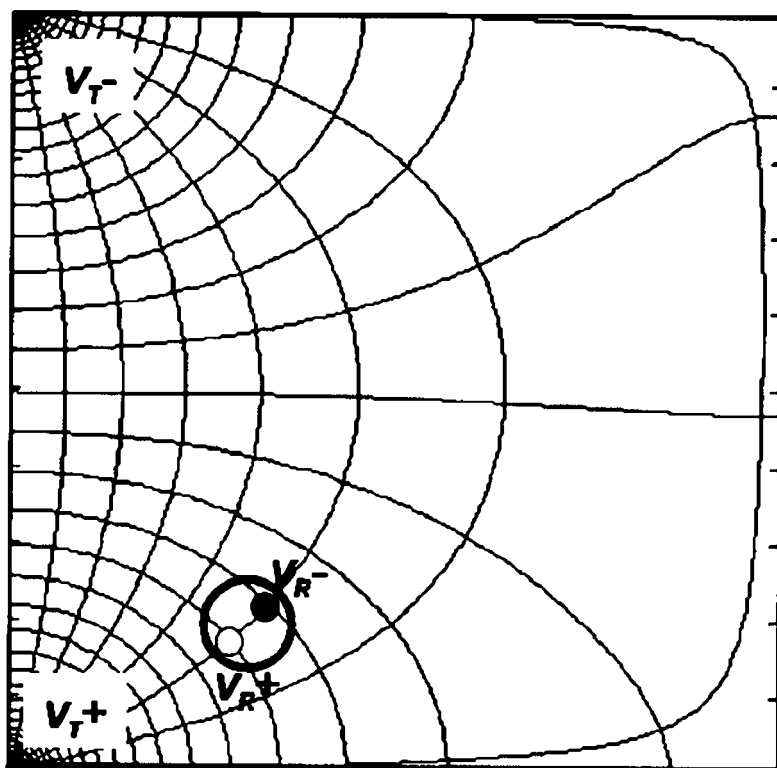


Fig. 3

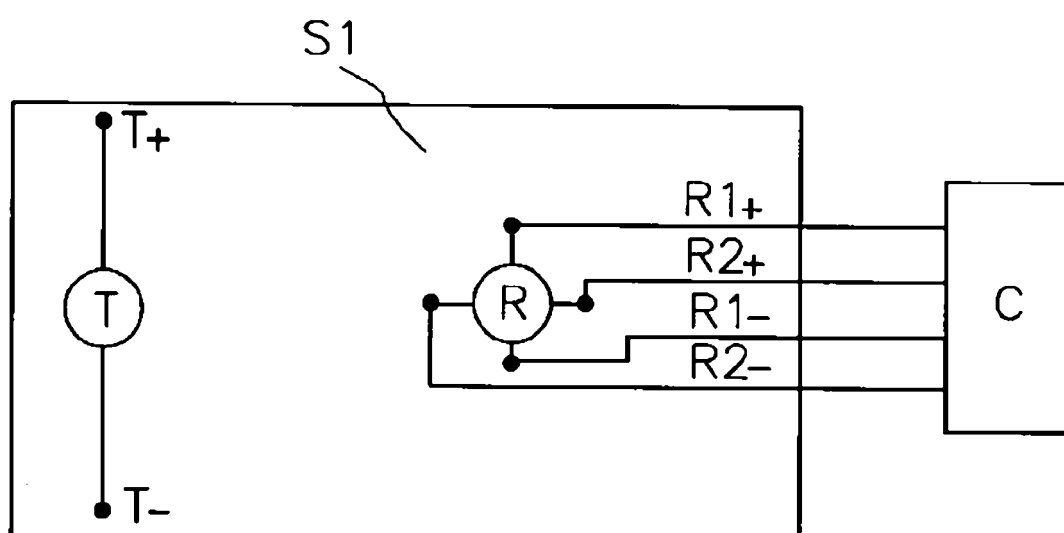


Fig. 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 346 174

⑫ Nº de solicitud: 200900915

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 27.03.2009

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2008032661 A1 (NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN [JP] et al.) 20.03.2008, resumen, figuras.	1-18
A	Publicación in Internet of Van Laerhoven et al. "Pin & Play: An Overview", primera publicación: 13.12.2005. http://web.archive.org/web/20051213085445/http://www.equator.ac.uk/var/uploads/2002-laerhoven-0.pdf	1-18
A	J. García Santesmases "Física General" Capítulo XXIII, páginas 455 a 477. Editorial Paraninfo, 1983.	1-18
A	H.S. Carslaw et al. "Conduction of Heat in Solids", 2ª Ed. Oxford University Press, Oxford 1959.	1-18
A	G.N Watson "A Treatise on the Theory of Bessthe Functions" 2ª Ed. University Press, Cambridge 1966.	1-18
A	Manglano "Ampliación de Física" Dpto. de Física Aplicada; Universidad Politécnica de Valencia, 1986.	1-18

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

30.09.2010

Examinador

P. López Sabater

Página

1/5

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H04B 13/00 (2006.01)

H05K 7/04 (2006.01)

G01R 29/08 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04B, H05K, G01R

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.09.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	4-10	SÍ
	Reivindicaciones	1-3, 11-18	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		SÍ
	Reivindicaciones	1-18	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO2008032661 A1 (NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN [JP] et al.)	20-03-2008
D02	Publicación en Internet de Van Laerhoven et al. "Pin & Play: An Overview", primera publicación: http://web.archive.org/web/20051213085445/http://www.equator.ac.uk/var/uploads/2002-laerhoven-0.pdf	13-12-2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Reivindicación 1:**

El documento más cercano a esta reivindicación en el estado de la técnica es D01, dado que divulga un sistema de comunicación de datos a través de un medio bidimensional, del tipo que comprende al menos un primer dispositivo electrónico (3B) con al menos dos terminales (3Bb), o electrodos, previsto para al menos transmitir información aplicando un voltaje (+V) o corriente variable con el tiempo entre al menos dichos dos terminales (3Bb); al menos un segundo dispositivo electrónico con al menos dos terminales o electrodos, previsto para al menos recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial entre al menos dichos dos terminales provocada por dicho voltaje o corriente aplicado; y al menos una superficie o capa eléctricamente conductora (3A), en la cual dichos primer y segundo dispositivos electrónicos se encuentran conectados en diferentes puntos de dicha superficie conductora (3A) por al menos sus respectivos dos terminales, de manera que se transmite y recibe dicha información a través de la circulación de una corriente eléctrica por únicamente dicha superficie conductora (3A).

Como se ve, D01 anula la novedad de esta primera reivindicación según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicación 2:

En esta reivindicación dependiente de la primera, se defiende que dicho segundo dispositivo electrónico también es apto para transmitir información aplicando un voltaje (+V) o corriente variable entre sus dos electrodos (3Bb), y que dicho primer dispositivo electrónico (3B) es apto también para recibir dicha información transmitida detectando una diferencia de potencial entre sus dos electrodos (3Bb), provocada por dicho voltaje o corriente aplicado.

Dado que el campo de fuerzas en el que se encuentran los dispositivos electrónicos no ha cambiado con respecto al de la primera reivindicación, y que dichos dispositivos electrónicos son iguales, independientemente de que estén situados en la emisión o en la recepción de la señal, el comportamiento del sistema tendrá que ser similar al que se ha establecido en la primera reivindicación. Por lo tanto, esta reivindicación también ve comprometida su novedad por el documento del estado de la técnica D01.

Reivindicación 3:

El solicitante expresa en esta reivindicación dependiente su deseo de que sea posible ampliar el número de dispositivos electrónicos a más de dos. Esto no confiere novedad al aparato.

Reivindicación 4:

Un experto en la materia tiene múltiples opciones a la hora de conectar los electrodos de cualquier tipo de aparato electrónico. Que decida poner cada terminal sobre una línea equipotencial de una superficie por la que se distribuye un campo eléctrico, tal como establece esta reivindicación dependiente, es una simple elección, por lo que esta reivindicación no tiene actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/86.

Hoja adicional

Reivindicación 5:

Según esta reivindicación dependiente, el segundo dispositivo electrónico del sistema de la reivindicación 1 comprende al menos dos parejas de electrodos en conexión con unos medios de control previstos para monitorizar las diferencias de potencial existentes en ambas parejas de electrodos, y para seleccionar la pareja de electrodos entre cuyos electrodos exista un mayor nivel de señal como la pareja receptora de la información transmitida.

En la figura 1 del documento D01, se ve que el sistema divulgado en este documento consta de medios de control capaces de monitorizar diferentes magnitudes, según se explica en su resumen. Asimismo, en las figuras 4 (a) y (b), y 5 (a) y (b) del mismo documento, se muestran diferentes tipos de elementos electrónicos pensados para implementar el sistema; entre ellos, el elemento electrónico representado en la figura 5 (b), que consta de tres electrodos que pueden usarse dos a dos para detectar una diferencia de potencial. Que luego se seleccione la mayor de las diferencias de potencial detectada, o la menor, o la intermedia es, en primer lugar, un paso de un procedimiento, por lo que se han mezclado las categorías de aparato y procedimiento a la hora de redactar la solicitud. Pero además, solo son las posibles opciones con las que se encontraría un experto en la materia dispuesto a emplear este aparato.

Por lo tanto, tampoco esta reivindicación tiene actividad inventiva.

Reivindicaciones 6 a 10:

Estas reivindicaciones dependientes refieren a las orientaciones de los electrodos o las frecuencias de las intensidades que se decide inyectar en el sistema. Estas posibilidades de uso entran dentro de las opciones que se presentan a un experto en la materia interesado en emplear el aparato y, por lo tanto, no confieren actividad inventiva alguna al mismo.

Reivindicación 11:

Esta reivindicación, dependiente de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, establece que "el valor de la resistencia superficial de dicha superficie conductora está entre un rango que va desde un valor de resistencia mínima por debajo del cual la corriente entre los electrodos del dispositivo electrónico en funciones de transmisor está por encima de la intensidad máxima admitida para funcionar correctamente o provoca un consumo energético demasiado elevado para que los dispositivos electrónicos funcionen de manera autónoma, y un valor de resistencia máxima por encima del cual la atenuación de la señal transmitida es tan grande como para que no sea posible su recepción por parte de otro dispositivo electrónico".

Si la resistencia de un conductor no cumple la condición de encontrarse entre estos valores, conocidos en el estado de la técnica, no le es posible permitir el paso de corriente y el funcionamiento del aparato. Por lo tanto, se trata de una reivindicación obvia para un experto en la materia y que no reviste novedad ninguna.

Reivindicación 12 a 16:

Estas reivindicaciones se ven anticipadas por el documento D01 según se ve en las figuras del mismo y se puede leer en el resumen que de él publica Epodoc en Epoque, por lo que no son nuevas.

Reivindicaciones 17 a 18:

Existen numerosos documentos del estado de la técnica anterior en los que se anticipa el uso de pinturas o papeles conductivos. Por ejemplo, el documento D02. Por lo tanto, estas reivindicaciones tampoco son nuevas.