



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 314 725**

51 Int. Cl.:
G07C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05801870 .6**

96 Fecha de presentación : **07.10.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1800270**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

54 Título: **Procedimiento, circuito y sistema para la transferencia de señales a través del cuerpo humano.**

30 Prioridad: **07.10.2004 DE 10 2004 048 956**
06.04.2005 DE 10 2005 015 802

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

73 Titular/es: **Ident Technology AG.**
Argelsrieder Feld 5
82234 Wessling, DE

72 Inventor/es: **Fasshauer, Peter**

74 Agente: **Temño Ceniceros, Ignacio**

ES 2 314 725 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 314 725 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento, circuito y sistema para la transferencia de señales a través del cuerpo humano.

5 El invento consiste en un método, junto con su implementación física de dispositivos portables por el usuario, para transmitir señales en un entorno inmediato al mismo, de modo particular incluyendo su cuerpo. El invento incluye asimismo un sistema configurado a partir de los dispositivos de conexión portables anteriormente mencionados, y además los elementos recíprocos de los dispositivos de conexión portables.

10 Por la patente US PS 6211799 se conocía ya un sistema que hace posible la transmisión de señales a través del organismo humano. Dicho sistema consiste en un montaje de electrodos conectados a un circuito oscilante. El circuito oscilante dispone a su vez de un mando activado por microcontrolador que permite variar la frecuencia del circuito oscilante mediante conmutación selectiva de elementos de conexión inductivos, capacitivos y resistivos.

15 Este invento posee una gama de posibles aplicaciones que van más allá de la comodidad individual asistida por dispositivos electrónicos, como por ejemplo la emisión de autorizaciones, los sistemas para pago y facturación sin dinero, tarjetas cheque, y en general identificación y control de acceso, mandos para la apertura y puesta en marcha de vehículos sin tener que utilizar llaves y sistemas alternativos para la apertura de puertas y otros tipos, y finalmente aplicaciones en el ámbito de la configuración automática de entornos de usuario.

20 Son conocidos algunos métodos de transmisión de señales basados en la interacción capacitiva y electrostática. A modo de ejemplo hacemos referencia a patentes anteriores presentadas por la solicitante y hechas públicas: DE 102 38 134 A1, DE 102 45 181 A1, DE 102 52 580 A1, DE 103 05 341 A1 y DE 10 2005 013 008 A1. A manera de introducción a las descripciones detalladas que se facilitan a continuación ha de tenerse en cuenta que las tecnologías descritas con motivo de las patentes presentadas con anterioridad son susceptibles de una combinación ventajosa con los procedimientos que se exhiben a continuación, derivándose de este desarrollo una serie de soluciones que como tales constituyen parte integrante de la presente invención.

Fundamentos de física

30 La capacidad del organismo animal y humano para transmitir señales eléctricas es algo que se conoce desde los comienzos de la electrotecnia hace ya más de 200 años (por ejemplo en los experimentos realizados por Galvani en 1786 con ancas de rana). Sin embargo las primeras investigaciones detalladas las llevaron a cabo hacia 1960 R. y K. Cole con el propósito de desarrollar un modelo capaz de determinar con exactitud la resistencia eléctrica (impedancia) del cuerpo humano y reemplazarla por un esquema de circuitos (Figura 3). En el diagrama R_1 representa el fluido extracelular y L la inductividad de los vasos sanguíneos. Los parámetros intracelulares se encuentran representados por una capacidad C y una resistencia R_2 acoplada en serie. A tal fin se tiene en cuenta la respuesta de las estructuras celulares así como de los fluidos del cuerpo, tanto intra como extracelulares. El resultado de estas investigaciones queda plasmado en el esquema de la figura 3.

40 En general un cuerpo humano presenta entre dos puntos A y B una impedancia $Z_k(f)$ que depende de la frecuencia f de la señal, con una dispersión de valores que depende de cada persona concreta. Dichos valores, además, dependen de las conexiones hechas sobre el cuerpo en los puntos A y B.

45 Otro parámetro que influye notablemente en la transmisión de señales eléctricas a través del cuerpo humano es la capacidad de éste con respecto a tierra, que suele ser de aproximadamente 100 pF. De todo lo expuesto resulta primeramente el modelo lineal de transmisión que se expone en la figura 4. Podemos dar por supuesto sin problemas un alto grado de linealidad, puesto que las corrientes transmitidas a través de este medio suelen ser insignificantes (por debajo de $1 \mu A$). Ya en 1984 se consiguió utilizar las características eléctricas del cuerpo para transmitir señales de datos (GB 2 129 176). La investigación de los problemas relacionados con dicho objetivo se llevó a cabo en 1995 como parte de la tesis de T.G. Zimmerman (T.G. Zimmerman: Personal Area Networks (PAN): Near-Field Intra-Body Communication, M.S.thesis, MIT Media Laboratory, Cambridge, MA, 9/1995).

55 Partiendo de la distribución del campo eléctrico en un cuerpo humano, Zimmerman desarrolló el modelo de un sistema de transmisión compuesto por un emisor enlazado con un receptor al cual el primero enviaba datos sirviéndose de un acoplamiento capacitivo con el cuerpo. El lo denominó "Personal Area Network" (PAN).

60 Se solicitó un número de patentes norteamericanas relativas a diversas aplicaciones para esta innovadora tecnología, como por ejemplo E. R. Post y otros: Method and Apparatus for Tmasbody Transmission of Power and Information (Procedimientos y dispositivos para la transmisión de electricidad y datos a través del cuerpo humano), US 6.211.799 B1, 11/1997, así como J. E. Brooks: Keyless Entry System (Sistema de acceso sin llave), patente US 5.204.672, 1/1991. De las mediciones empíricas en diversas condiciones de desacoplamiento se encargaron K. Partridge y otros: Empirical measurements of Intrabody Communication Peformance under Varied Physical Configurations (Medición empírica del rendimiento en la transmisión corporal dependiendo de diversas configuraciones físicas). Conferencia pronunciada en la Universidad de Stanford el 26 de febrero de 2003. Sobre los mismos temas trataba también una tesis doctoral (premiada con Honoris Causa) en la Universidad de Queensland para estudiar la conformación de redes de dispositivos basadas en el cuerpo humano ("Body Net Technology").

Todos los trabajos posteriores se basan en el principio del acoplamiento capacitivo de la señal en el cuerpo por el emisor y el desacoplo de la misma por el receptor. El circuito de retorno para la corriente lo constituyen las capacidades a tierra de emisor y receptor, o bien un acoplamiento capacitivo directo entre los electrodos de conexión a tierra, como se muestra en la figura 5.

5

A diferencia de la transmisión por medio de ondas electromagnéticas aquí lo que se modula es el campo eléctrico en un ámbito muy restringido de unos pocos decímetros, con consumos de potencia prácticamente nulos. Las frecuencias utilizadas son relativamente bajas, en el orden de unos pocos centenares de kilohertzios, que permiten conformar campos cuasi-estáticos en los que en gran medida resultan aplicables los mismos principios físicos que rigen el comportamiento de los campos estáticos.

10

Objeto de la invención

El objeto de la invención consiste principalmente en permitir, partiendo de los principios de interacción física descritos con anterioridad, léase mediante campos cuasi-electrostáticos en el cuerpo de una persona, particularmente los usuarios de esta tecnología, y en el entorno inmediato de la misma, una transmisión de señales lo suficientemente fiable para casos de necesidad, utilizando para ello componentes llevados consigo por el propio usuario. Estos componentes transportados por el propio usuario habrán de caracterizarse como norma general por un consumo de energía reducido.

15

De acuerdo con uno de los aspectos de la presente invención, dicho objetivo se consigue a través de un procedimiento de transmisión de señales basado en el empleo de efectos de interacción cuasi-electrostática mediante un dispositivo de conexiones portado por el usuario, el cual a modo de interfaz de señales se sirve de un montaje de condensadores conectados a un circuito oscilante. Cuando el dispositivo de conexiones funciona en modo de recepción, el circuito oscilante actúa como un circuito oscilante paralelo, mientras que en modo emisor lo hace como circuito oscilante serie.

20

Esto hace posible un modo de recepción extremadamente ventajoso con un consumo de potencia eléctrica muy reducido. Este dispositivo de conexiones puede funcionar con una batería relativamente pequeña que permite mantenerlo en condiciones operativas durante períodos de tiempo prolongados.

25

La conexión del circuito oscilante serie incluye un dispositivo transmisor. Dicho transmisor está conformado principalmente por un montaje de bobinas. El montaje de bobinas podrá estar diseñado de tal forma que permita alcanzar una elevación determinada de la tensión. Utilizando el dispositivo de condensadores de que está compuesto el interfaz de señales, el proceso implica el funcionamiento de los dos modos -recepción y emisión- separados por un intervalo de tiempo.

30

En modo recepción sería posible detectar una señal de activación a través del detector. La señal de activación podría incluir datos, o bien darse por recibida al cumplir unas condiciones determinadas en cuanto a intensidad y frecuencia. La señal activadora podrá ser generada por una estación de diálogo provista con el circuito oscilante para el proceso de comunicación.

35

La señal generada por el módulo de diálogo e incidente en el detector, concretamente hablamos de una señal de activación, podrá producirse de tal modo que lleve una portadora. También puede tener una función exclusiva de sincronización o temporizado. Preferentemente la portadora debería poder ser utilizada por la estación de diálogo sin tener que volver a extraerla de la señal de recepción. En el modo emisor el dispositivo de conexiones deberá funcionar al menos en uno de los siguientes métodos para modulación de señales digitales: ASK, FSK, PSK o QPSK.

40

El circuito oscilante habrá de poseer inducciones distintas para cada uno de estos dos modos, emisión y recepción. La señal entregada en modo de emisión podrá ir codificada o condicionada en función de otras señales previamente recibidas en modo recepción.

45

Al efecto de evitar solapamientos con otros componentes del sistema de comunicaciones se podrá llevar a cabo la sincronización o coordinación del tiempo de la señal acoplada en el el circuito oscilante paralelo durante el proceso de emisión siguiendo las instrucciones del microcontrolador, partiendo de señales previamente recibidas durante el ciclo de recepción.

50

El invento hace asimismo referencia a un sistema de conexiones que permite llevar a cabo la transmisión de señales mediante un principio de interacción cuasi-electrostática y que posee un montaje de condensadores que funciona como interfaz de señales implementado en un circuito oscilante, hallándose la circuitería configurada de tal manera que durante la recepción el montaje electrónico funcionaría como un circuito oscilante paralelo, y como un circuito oscilante serie cuando pasara a modo de emisión.

55

El circuito oscilante incluye un transmisor y está conectado a un microcontrolador. La unión del circuito oscilante con el microcontrolador se lleva a cabo en modo recepción a través de un detector de señales de alta impedancia (por ejemplo un comparador).

60

65

ES 2 314 725 T3

El dispositivo de conexiones se halla configurado de manera eminentemente práctica, haciendo posible que la conmutación de funciones desde un estado pasivo característico del modo recepción a otro activo en modo emisor se lleve a cabo mediante una conmutación de puertos o impedancias.

5 La conmutación de impedancias o puertos consistiría principalmente en el cambio entre un circuito oscilante previsto para el modo recepción, compuesto por dos inducciones dispuestas en serie y un condensador montado en paralelo a las mismas, y un circuito oscilante serie, hallándose el funcionamiento del circuito oscilante serie determinado principalmente por una inducción situada externamente al transmisor (una de las dos inducciones montadas en serie) y el condensador perteneciente al interfaz de señales.

10 En modo emisor el transmisor se sirve de las bobinas L1 y L2 para elevar la tensión, mientras que en modo receptor la bobina L2 forma parte del circuito oscilante paralelo.

15 En modo de recepción la frecuencia de resonancia del circuito oscilante paralelo es más baja que la del circuito oscilante serie en el modo de emisión. Esto hace posible utilizar frecuencias distintas y por lo tanto un canal diferente para cada uno de los sentidos del proceso de transmisión.

20 Mediante la inclusión del transmisor, o incluso a través de una conexión directa del circuito oscilante serie al microprocesador o bien una etapa intercalada en el mismo circuito oscilante serie, resulta posible incluir datos en la señal mediante modulación QPSK. Las dos portadoras ortogonales necesarias para tal fin podrán agregarse a la inducción del circuito primario del transmisor.

25 Un aspecto particular de la presente invención consiste en un montaje de bobinas en el transmisor. Las bobinas pueden ir colocadas por pares con separación galvánica o bien solas con derivación. El detector de señales consiste principalmente en un comparador de alta impedancia. Entre el transmisor y el microcontrolador, o también directamente entre el circuito oscilante serie y el microcontrolador, se podrá colocar un acoplador de impedancias que sirva para elevar la tensión.

30 En modo de recepción el circuito oscilante paralelo dispone principalmente de una primera inducción que forma parte del transmisor y de una segunda conectada en serie.

35 El transmisor se conecta principalmente a un microcontrolador, o bien a un acoplador de impedancias a través de un primer puerto y de un segundo puerto. El acoplamiento se lleva a cabo preferentemente a través de condensadores intercalados en el circuito.

El microcontrolador deberá estar dimensionado y programado para ser capaz de evaluar un evento transmitido por el detector para ver si cumple determinados criterios pre-establecidos, en particular contenidos de información.

40 Asimismo el microcontrolador deberá estar diseñado y configurado de tal manera que pueda llevar a cabo funciones de codificación de la señal emitida, basándose en datos previamente adquiridos durante el modo de recepción.

45 Los circuitos deberán caber en una tarjeta inteligente. Esto permite la inclusión de condensadores con una superficie relativamente alta. La superficie de los electrodos del dispositivo de condensadores que actúa como interfaz de señales se halla en el orden de los 3 a 28 cm². Los condensadores deberán estar realizados de tal manera que generen un campo de dispersión de la mayor magnitud posible. A tal efecto se podrán disponer electrodos con superficies de iguales o diferentes tamaños. Las superficies de los electrodos deberán hallarse aisladas del entorno por una impedancia óhmica elevada.

50 Estos circuitos pueden incorporarse de modo conveniente al cabezal de una llave.

También sería posible incluir los circuitos en un objeto de uso cotidiano o un artículo de valor como por ejemplo una agenda electrónica o un teléfono móvil.

55 El invento incluye asimismo un módulo de diálogo para el intercambio de señales con los circuitos que lleva el usuario consigo, al efecto de hacer posible una transferencia de datos. Este módulo de diálogo puede formar parte de un sistema complejo, por ejemplo hallarse integrado en la red inteligente bordo de un vehículo de motor.

60 Este dispositivo de diálogo podrá estar conformado de tal manera que internamente pueda tomar como referencia la portadora utilizada para la transmisión de la señal dirigida al dispositivo de conexiones en el procesamiento de una señal emitida hacia el módulo de diálogo por el dispositivo de conexiones, de modo que la portadora no tenga que extraerse de la señal recibida, o también estas disponible para finalidades auxiliares de verificación.

65 El módulo de diálogo puede constituir una pieza importante dentro de una red de a bordo para vehículos de motor, de modo que determinadas operaciones decisivas para la seguridad del vehículo, como por ejemplo anulación de un estado de bloqueo, puesta en marcha del motor, etc. fueran posibles únicamente mediante la transmisión de una serie de señales codificadas y generadas por el circuito que el usuario lleva consigo.

ES 2 314 725 T3

El módulo de diálogo puede constituir asimismo parte de un sistema en el que el usuario pudiera gobernar otros parámetros de ajuste del vehículo, como posición de asientos y espejos retrovisores, altura del volante, climatización, GPS y equipo de alta fidelidad. Todos estos estados de ajuste se podrían controlar mediante un flujo de datos procedentes del dispositivo móvil, del tamaño de una tarjeta de crédito, llevado por el usuario. A través del dispositivo móvil portable por el usuario es posible programar una especificación relativa a los estados de ajuste del vehículo, de manera que toda modificación en lo mismo tuviera que adecuarse forzosamente a los criterios establecidos con arreglo a dicha especificación del usuario.

Una ventaja considerable del esquema de circuitería en el que se basa el invento reside en la posibilidad de llevar a cabo conmutaciones simples entre los estados de recepción y emisión, pasando de un circuito oscilante de alta impedancia formado por L2, L3 y C4 a un circuito oscilante serie constituido por L3 y C4, a través de una configuración pasiva combinada con una conmutación de puertos. En modo emisor el transmisor se sirve de las bobinas L1 y L2 para elevar la tensión, mientras que en modo receptor la bobina L2 forma parte del circuito oscilante paralelo. Al ser en modo de recepción la frecuencia de resonancia del circuito oscilante paralelo menor que la del circuito serie en modo de emisión, se puede llevar a cabo una transmisión bidireccional con dos frecuencias distintas, lo cual ayuda a evitar la aparición de ecos de la señal entre las dos estaciones emisora y receptora.

Otra ventaja de esta disposición de elementos consiste en la posibilidad de añadir las dos portadoras ortogonales necesarias de manera simple a la bobina del primario del emisor mediante modulación QPSK.

Además de los efectos de interacción cuasi-electrostáticos, en el contexto que nos interesa cabe mencionar la presencia de efectos de interacción de campo eléctrico, generados por campos eléctricos cuyo comportamiento es esencialmente muy similar al de los campos estáticos. Dichos efectos de interacción cuasi-electrostáticos se producen especialmente en electrodos con superficies útiles en el rango de 2 a 25 cm², toda vez que la frecuencia de la tensión aplicada a estos electrodos quede por debajo de un límite difuso situado en la región comprendida entre 1 y 1,5 MHz.

De acuerdo con otro de los aspectos del invento, se ofrece asimismo un procedimiento para llevar a cabo la transmisión de señales a través de un cuerpo cualquiera, basada en efectos de interacción capacitivos, mediante el cual el emisor, partiendo de los datos recibidos, genera una señal que acopla capacitivamente en el cuerpo a través de un electrodo. Esta señal se genera de tal forma que esté constituida por una serie de ráfagas de datos separados por pausas, y los contenidos de información son introducidos en el medio (el cuerpo) mediante modulación de una portadora por efecto de la secuencia de datos correspondiente.

Esto tiene la ventaja de una reducción significativa en la potencia necesaria para la transmisión de datos, pudiendo la información propagarse en un rango de frecuencias elevado en virtud de las características de propagación del medio.

La relación de tiempos entre la longitud de la secuencia de datos y la duración del intervalo de pausa puede ser tan pequeña como 0,05, incluso llegar por debajo de 0,01.

También se dispone de la ventaja de poder ajustar la relación entre la longitud de la secuencia de datos y la duración de las pausas de manera variable dependiendo del volumen de información a transmitir.

Otra de las particularidades de la presente invención es que la secuencia de datos es transferida al cuerpo variando la onda portadora mediante modulación QPSK (modulación por desplazamiento de fase cuaternaria).

Para introducir la señal también es posible utilizar varios electrodos, preferentemente en número de tres e independientes. La tensión aplicada al primer electrodo representaría en este caso la componente infase de la portadora modulada. La tensión aplicada al segundo electrodo, según fuera variando en el tiempo, constituiría la componente cuádruple de la portadora modulada. La tensión aplicada al tercer electrodo, según fuera variando en el tiempo, constituiría la componente de la portadora sin modular.

De manera alternativa a la variante descrita con anterioridad con tres electrodos discretos, la señal también podría introducirse en el cuerpo a través de un electrodo único. Dicho electrodo habría de recibir, además de la componente infase, las otras dos de cuadratura y la portadora en sí.

Deberá procurarse que la frecuencia de la portadora sea tal que garantice una alta calidad de transmisión para todas las posibles circunstancias concretas que estadísticamente pueden producirse en el caso de un usuario típico. Asimismo la frecuencia de la portadora deberá ajustarse de tal manera que exista la mayor distancia con respecto a los valores correspondientes a posibles interferencias en el caso de aplicación del que se trate.

Resulta posible configurar el emisor de tal forma que la frecuencia de la portadora sea compatible con las características de transmisión del usuario.

Estamos hablando de un rango de entre 100 y 500 kHz para las portadoras.

En otro de los aspectos del invento que nos ocupa, la tarea anterior se resolvería con la ayuda de un dispositivo emisor que permita introducir la señal al cuerpo del usuario de acuerdo con el procedimiento antes descrito.

ES 2 314 725 T3

Este emisor podría estar formado al menos por un electrodo al cual aplicaríamos la componente infase, la componente cuádruple y lógicamente también la portadora de una señal obtenida mediante modulación QPSK.

5 El emisor también puede tener tres electrodos, cada uno de ellos para transmitir, respectivamente, las componentes infase, de cuadratura y la portadora.

10 El emisor, conjuntamente con sus electrodos, se halla integrado en un objeto tipo tarjeta de crédito o un artefacto similar sujeto al cuerpo o a la vestimenta -o bien en el bolsillo- del usuario, o bien externamente al mismo en un artículo llevado por el usuario (como reloj, teléfono móvil o PDA –wearable items).

15 Se ha pensado que el emisor vaya provisto de una fuente de alimentación, preferentemente una batería (tipo plano), o bien un condensador (tipo gold cap) e incluso una célula solar.

20 El invento dispone también de un dispositivo receptor para captar la señal generada mediante el procedimiento de modulación anteriormente indicado e introducida en el cuerpo del usuario con la ayuda de los artefactos emisores a los que previamente se ha hecho mención.

25 Para más detalles y características de la invención nos remitimos a las descripciones que se acompañan en calidad de anexo así como a los diagramas correspondientes. En ellos se muestra lo siguiente:

30 Figura 1 Esquema de realización de circuitos para el invento, incluyendo microprocesador y sistema electrónico para transmisión semidúplex;

35 Figura 2 esquema que ilustra la transmisión de datos mediante modulación QPSK;

Figura 3 modelo a base de circuitos que describe la resistencia del cuerpo humano;

Figura 4 modelo de transmisión para un cuerpo humano;

40 Figura 5 simulación a base de circuitos de un sistema de transmisión en el cuerpo humano;

45 Figura 6 esquema descriptivo de una segunda variante particularmente ventajosa del montaje de circuitos del presente invento, incluyendo microcontrolador y transmisor de datos semidúplex, junto con un wake-up colocado delante del puerto de entrada del receptor que sirve para amplificar la señal y limitar el nivel de la misma;

50 Figura 7 esquema descriptivo de otras posibilidades para elevar la potencia de emisión del montaje de circuitos que constituye la presente invención.

55 Figura 8 estructura de emisor y receptor adicionales;

Figura 9 otra representación de la estructura del emisor.

60 El aparato representado por la figura 1 sirve para una transmisión bidireccional de señales de datos a través del cuerpo humano por medio de un campo eléctrico, estableciéndose un diálogo entre un emisor que aquí no figura representado y un receptor a base de electrodos y provisto de una estación o módulo de diálogo. En el invento que nos ocupa el proceso de emisión y recepción por los referidos circuitos tiene lugar en la misma zona del cuerpo sobre la cual actúa el campo eléctrico.

1. Funcionamiento del emisor

65 Para que el dispositivo pueda cumplir su función como emisor el microcontrolador genera señales en el puerto 1 (P1) y en el puerto 2 (P2) cuyo cometido consiste en generar diversos procesos de modulación -ASK, FSK, PSK o QPSK- para la transmisión de datos por medio de una portadora modulada.

70 Para ASK, FSK y PSK basta con generar en P1 una portadora, cuya amplitud, frecuencia o fase varíe posteriormente al ser acoplada la señal de datos. En QPSK lo que se genera son dos portadoras con un desplazamiento de fase de 90°. La segunda portadora se obtiene generando en P2 una señal desplazada en 270° con respecto a la portadora saliente de P1, la cual tras ser desacoplada mediante los condensadores C1 y C2 produce una diferencia de tensión uP1 - uP2 en la inducción del primario. Como se puede apreciar en la figura 2, de ello resulta una adición vectorial, representable mediante números complejos, de las dos componentes de la portadora, de la cual se pueden obtener por modulación las cuatro fases típicas de un rango QPSK.

75 La diferencia de tensión anterior es aplicada al primario de un transmisor con inducción L1, alimentando a través del secundario un circuito oscilante serie formado por L3 y C4. La comente introducida en este circuito genera entonces con una primera corriente de resonancia $f_{01} = (2 \pi \sqrt{L3 C4})^{-1/2}$ una tensión elevada en el condensador C4 compuesto por los electrodos de la señal. Esta tensión sirve para producir el campo eléctrico necesario para transmitir la señal (campo de proximidad).

ES 2 314 725 T3

El condensador C3, necesario para la función receptora, produce un cortocircuito para la componente variable que constituye la frecuencia de la portadora. A través de una elección adecuada de la relación L2/L1 el transmisor utilizado por este montaje actúa también de manera ventajosa como amplificador de tensión en todos los procedimientos de modulación. Esto permite asimismo una conexión ventajosa del transmisor con el microcontrolador a través de un *level-shifter* no mostrado en detalle por el diagrama.

En este montaje el ancho de banda necesario para alcanzar una determinada velocidad de transmisión queda determinado por las impedancias de fuente eficaces en P1 y P2 así como por los factores de calidad de las inducciones, ajustables en función de las espiras y el núcleo utilizado.

2. Función receptora

Para poner el circuito representado por la figura 1 en el estado correspondiente al modo de recepción, los puertos P1 y P2, ahora inactivos, conmutan a un estado de alta impedancia, haciendo que el primario del transmisor funcione en vacío que prácticamente impide funcionar a la inducción L1. En caso de que entonces un campo eléctrico variable procedente de un dispositivo emisor actúe sobre los electrodos del condensador C4 a través del cuerpo del usuario o en proximidad directa al mismo, dicha influencia hará surgir una tensión de recepción, que mediante el filtro de paso bajo constituido por este montaje electrónico será separada de cualesquiera otras tensiones parásitas incidentes sobre el cuerpo. Dicho filtro se halla constituido por ambas inducciones L2 y L3 y por el condensador C4, conectados como circuito resonante paralelo, en el cual se toma la tensión de recepción para llevarla a un tercer puerto de alta impedancia P3 del microcontrolador, en el que internamente hay una función de comparador activada durante la etapa de recepción. A través del condensador C3 se aplica una tensión continua que corresponde a la tensión de referencia interna del comparador.

Cuando C4 recibe una señal retrodirigida, esta es detectada mediante el circuito resonante paralelo y el comparador y después procesada por el microcontrolador, lo cual hace posible la transmisión bidireccional. La señal radiada por una segunda estación emisora y captada de este modo por el presente circuito también puede ser utilizada para hacer que el microcontrolador abandone el modo standby de ahorro de energía para activar la función emisora, que implica un mayor consumo de corriente. Este aspecto resulta de gran interés para dispositivos alimentados mediante baterías.

Otra gran ventaja del invento descrito mediante los circuitos de la figura 1 reside en la posibilidad de sincronizar mediante el mismo dos estaciones, requisito por lo demás necesario para la modulación PSK y QPSK, en la que emisor y receptor deben funcionar con portadoras sincrónicas entre sí. A tal fin la otra estación envía una portadora modulada a la frecuencia de resonancia f_02 del circuito oscilante paralelo receptor formado por L2, L3 y C4, para generar en C4 una tensión de recepción lo más elevada posible. Esta frecuencia, por efecto de la inductividad incrementada L2 + L3, será menor que en modo de emisión. Dicha frecuencia se escoge de modo preferente mediante un dimensionado preciso de L2 para que sea la mitad de la frecuencia de resonancia f_01 elegida para el proceso de emisión. Mediante el microcontrolador y de manera simple a través de una duplicación de frecuencia se puede lograr un funcionamiento parejo de las dos estaciones emisoras durante el proceso de emisión. La primera estación emite por lo tanto en $f_02 = f_01/2$ y recibe en f_01 , mientras que la otra estación emite en f_01 y recibe en f_02 .

En resumen los circuitos que constituyen el presente invento permiten lograr los efectos siguientes en cuanto a la transmisión de señales a través del cuerpo:

1. El empleo del transmisor posibilita un incremento del campo eléctrico radiado. Esto supone una mayor resistencia contra señales parásitas en el lado del receptor.

2. Existe la posibilidad de un importante ahorro energético en el funcionamiento con baterías, puesto que los elementos portados por el usuario son activados al recibir una señal que hace que el microcontrolador abandone su estado de standby, lo cual supone una importante reducción en el consumo de potencia por parte del microcontrolador. Esta ventaja resulta de particular interés en el caso de que el invento esté implementado en forma de tarjeta inteligente llevada por el propio usuario.

3. Existe la posibilidad de sincronizar dos estaciones en transmisión de datos bidireccional mediante PSK o QPSK para la necesaria operación demoduladora sincrónica en recepción.

Para los circuitos de las figuras 6 y 7 son válidos los comentarios relativos a la figura 1. En las variantes correspondientes a las figuras 6 y 7 la conexión del circuito resonante serie se lleva a cabo sin transformador.

Los circuitos de la figura 6 se diferencian de los de la variante representada por la figura 1, particularmente en virtud de un sistema de recepción de señales colocado delante del puerto de recepción de señales P3' del microcontrolador. Este puede estar constituido, por ejemplo, por un comparador, un amplificador dotado de comparador o un receptor del tipo wakeup. Para asegurar el funcionamiento del sistema de recepción de señales se puede añadir un conmutador de seguridad, compuesto por ejemplo de una resistencia serie y diodos en disposición antiparalela, y colocado en la entrada del sistema de recepción de la señal. El sistema de recepción de señales, sin embargo, también puede estar implementado como parte constituyente del microcontrolador como se indica en la variante de la figura 1.

ES 2 314 725 T3

El montaje de conexiones de la figura 7 controla el circuito oscilante serie mediante el empleo de un convertidor set-up.

5 En las dos salidas del μC (Figura 6 y/o convertidor low-side (figura 7)) inciden dos portadoras cuya diferencia de fase dependerá del procedimiento de modulación seleccionado. Estas son las características de fase:

En FSK (Frequency Shift Keying) y PSK (Phase Shift Keying): 180°

10 En QPSK (PSK cuádruple): 90°

Los dispositivos pertenecientes a la invención, convenientemente llevados por el usuario, también pueden servir como parte integrante de un sistema de acceso sin llaves. En lo que sigue proporcionamos un ejemplo de aplicación para la industria del automóvil.

15 El sistema que se describe a modo de ejemplo comprende un grupo de dispositivos integrados en la red de a bordo del vehículo y varios aparatos de acceso llevados por el usuario.

20 Los dispositivos llevados por el usuario pueden ser de diversas clases, siempre que se pueda introducir la circuitería en ellos: una tarjeta, la llave del vehículo o incluso un teléfono móvil.

25 Cuando el usuario se acerca al vehículo llevando el dispositivo de acceso, el sistema del vehículo emite una señal wake-up que es captada por el condensador C4 y activa el circuito oscilante paralelo del aparato de acceso. La señal de activación pasa acto seguido al comparador de alta impedancia del puerto P3. Finalmente, la señal que entra en el controlador puede ser sometida a procesamiento con el objeto de validarla. El proceso de la señal puede llevarse a cabo en virtud de una configuración determinada del microcontrolador. En caso de que el evento registrado por P3 cumpla determinados criterios, el microcontrolador puede establecer el contenido de información de una señal de salida, acoplando una señal al transmisor (conjunto de bobinas L1, L2), aplicando un procedimiento de modulación correspondiente en los puertos emisores P1, P3. El acoplamiento de la señal hará aparecer en el condensador C4 un campo variable en función de las características de la señal aplicada. Los efectos de dispersión provocados por dicho campo variable pueden ser procesados por el sistema de recepción del vehículo, el cual a su vez aplicaría un algoritmo para validar la señal, por ejemplo evaluando los contenidos de información de la misma.

35 El dispositivo de acceso móvil puede estar configurado de tal manera que la señal emitida mediante el procedimiento de modulación anterior y dotada de un contenido de datos introducido por el microcontrolador se produzca con un determinado desfase temporal con respecto a la señal de activación recibida. De este modo se podría configurar el circuito de modo que el dispositivo emisor no responda con una señal hasta haber recibido un número de ellas consideradas como válidas, que despierten al circuito y lo pongan en estado de funcionamiento. La secuencia de señales de activación podría ser entonces utilizada por el dispositivo móvil para construir una clave encriptadora, o también para finalidades de sincronización.

40 Cuando el sistema de a bordo del vehículo reciba las señales emitidas por el dispositivo móvil, tras una adecuada evaluación de las mismas se podrán realizar diversas acciones, como por ejemplo un cambio en el estado de bloqueo del vehículo, o una autorización de arranque del motor.

45 Las señales intercambiadas a través del proceso en el que se basa la presente invención y utilizadas por los circuitos principales que aquí se describen también pueden utilizarse para llevar a cabo un gran número de tareas al margen de lo expuesto. Los circuitos de este invento se adecúan de manera óptima para la selección de informaciones y la transmisión de las mismas en el momento de recibirse una señal especificada como válida.

50 El invento también puede ser utilizado para que un número de dispositivos móviles en poder del usuario lleven a cabo una transmisión de datos entre ellos. Una aplicación útil en tal sentido consistiría en un sistema para comprobar que la impedimenta del usuario se halla completa, con todos los instrumentos y objetos necesarios para su cometido. Se puede configurar el microcontrolador de tal manera que dentro de esa hipotética red constituida por dispositivos móviles llevados por el usuario fuera posible una autoconfiguración, incluso acuerdos automáticos relativos a los protocolos de transmisión.

55 La transmisión de señales a través del cuerpo humano es posible, gracias al procedimiento QPSK (modulación por desplazamiento de fase cuaternaria) con las siguientes ventajas específicas del supuesto que nos ocupa:

1. Un eficaz aprovechamiento del ancho de banda (bitrate por hertzio)
2. Un valor BER (Bit-Error-Rate) bastante menor para un S/N comparable - Por ejemplo: S/N = 10, aprox. Factor 100 [9]
- 65 3. Con la posibilidad que ello supone de utilizar menores potencias de emisión.

ES 2 314 725 T3

Y no terminarían aquí las ventajas: el uso de QPSK en el invento que nos ocupa permitiría además disponer de una portadora sincrónica para demodulación en el lado del receptor, extraída a partir de la señal entrante sin necesidad de generar un bucle de Costa mediante un adicional y costoso montaje de circuitos. El esquema en el que se basa el circuito hace posible una transmisión de datos tanto por parte del emisor como del receptor implementada en circuitería sencilla y económica, estando además el emisor compuesto por una estructura de circuitos capaz de funcionar con un consumo de potencia reducido. Aspecto este último que reviste un particular interés para este tipo de aplicaciones, en las que el emisor suele estar implementado en dispositivos inteligentes planos del tamaño de una tarjeta de crédito. Cuanto menor sea el número de componentes necesarios para que funcionen un generador de datos y un modulador, más bajos serán también el gasto de corriente y los costes de fabricación.

Nos remitimos a la figura 4 para una exposición más detallada del esquema propuesto.

Como allí se indica, en un mismo electrodo pueden ir implementadas diversas funciones: componente infase y cuádruple, y también la portadora. Para simplificar la estructura del emisor, las componentes infase y cuádruple de la portadora necesarias para el procedimiento de modulación QPSK se generan por separado mediante un microcontrolador, siendo suministradas por un microcontrolador y transmitidas a través de un circuito LC a los electrodos -juntos o separados- de las señales. La tercera señal es la portadora, que se aplicará a su electrodo correspondiente o en su defecto al mismo que las otras dos. La adición de las dos componentes de la señal y de la portadora, cuando se utilizan electrodos separados, se lleva a cabo transmitiéndolas en el cuerpo del usuario como muy tarde una vez que las mismas llegan a la entrada del electrodo emisor de señales del pre-amplificador por medio del acoplamiento capacitivo anteriormente descrito.

Las medidas descritas con anterioridad ayudan por un lado a simplificar la manufactura del emisor, mientras que por otro se pone a disposición del receptor la portadora necesaria para la modulación sincrónica de las componentes I y Q, implementando la operación mediante dos comparadores y etapas con funciones EXOR y un filtro de paso bajo adosado. Las funciones EXOR, como paso imprescindible para la modulación sincrónica, permiten multiplicar por las dos portadoras ortogonales, obtenidas con la ayuda de un PLL y un desplazamiento de fase de 90°.

Variando el nivel con la ayuda de otros dos comparadores, el microcontrolador decodifica las señales de datos de las componentes I-Q. El proceso de decodificación puede quedar interrumpido, si así se desea, al recibirse una señal de bloqueo en el momento en que la transmisión queda interrumpida.

El sistema QPSK está diseñado de tal manera que a través de un microcontrolador moderno se hallan disponibles todas las funciones necesarias para la decodificación de señales analógicas y digitales. Para ello no se requiere más que un circuito integrado (o un DSP), con lo cual los costes de producción y de hardware quedan reducidos al mínimo. La ventaja del procedimiento de modulación digital QPSK frente a los métodos convencionales reside en que para una misma amplitud de portadora, el bitrate transmitido a través del circuito LC es mayor sin que ello implique mayor vulnerabilidad frente a interferencias, y en un modo de funcionamiento por pulsos ello implica también un menor consumo de corriente.

El sistema se caracteriza por una mayor resistencia contra interferencias en la transmisión de datos a través del cuerpo, con costes de fabricación reducidos tanto para el emisor como para el receptor, y una ventaja evidente a la hora de industrializar el proceso de manufactura a gran escala.

Las interferencias por acción propia a través del cuerpo al actuar a modo de antena o como resultado de aplicaciones del dispositivo en entornos de maquinaria pesada son mínimas y no perturban el flujo de datos, por lo que además de seleccionar un procedimiento de modulación resistente a las interferencias se recomienda asimismo un grado de seguridad adicional mediante canales codificados para aplicaciones críticas.

Cuando la transmisión sea a través del cuerpo se podría utilizar un método de corrección de errores (imprescindible en procesos de detección de anomalías), lo cual hace redundante la existencia de un canal de retorno. El método de codificación deberá elegirse en función del tipo de interferencias esperadas.

Nuestra recomendación es que el protocolo de transmisión incluya desde un primer momento una redundancia de código del 50%, que posteriormente iría reduciéndose en función de los avances realizados durante la etapa de investigación, estableciendo un adecuado régimen de codificación. Como primer paso para codificar un canal con corrección de errores se puede incorporar seguridad de bloques con verificación de la paridad (VRC/LRC), lo cual obliga a duplicar la longitud de la palabra de datos. Esto haría posible una vigilancia sencilla de la palabra de datos en busca de errores, mediante algoritmos muy simples, con lo cual la probabilidad de errores residuales por variación accidental en un bit quedaría mejorada en un factor de 10₃.

También sería posible implementar codificación de canal tipo RS (Red Solomon), la cual permite corregir de manera eficaz las anomalías momentáneas (fallos en ráfaga).

El funcionamiento de la invención contempla la emisión habitual de la portadora modulada en ráfagas, con lo cual una batería compacta haría posible una autonomía relativamente larga de hasta 1 ó 2 años que es lo que puede durar la pila del emisor. El consumo de energía será tanto menor cuanto más corta la palabra de datos, es decir, cuanto mayor sea la tasa de bits que se pueda alcanzar. Nuestra propuesta es de 20 kbit/s. Con un período de duración de las ráfagas

ES 2 314 725 T3

de 200 ms repetidamente y para una relación de pulsado de 1:100 se pueden transmitir palabras de código de 40 bits (incluyendo codificación de canal).

5 El emisor puede ir implementado en un dispositivo plano inteligente (tipo “smart card”) del tamaño de una tarjeta de crédito. Ya hemos hablado con anterioridad del problema de las baterías; además son dignas de tener en cuenta cuestiones relativas al diseño de los electrodos y del circuito LC, en conformidad con el principio de funcionamiento reflejado en la figura 5.

10 También es preciso considerar tolerancias de fabricación que permitan compensar los efectos de la inductividad (característicamente +/- 5%), para lo cual sería ventajoso modificar esta estructura básica de manera que para tensiones de emisión más elevadas se pudiera alcanzar un mayor ancho de banda del circuito LC sin tener que sacrificar el factor de calidad. De este modo quedarían compensadas las tolerancias de fabricación. Para determinar la forma y el tamaño de los electrodos de las señales se pueden obtener datos en el transcurso de las investigaciones experimentales para la optimización de los procesos de acoplamiento y desacoplamiento del cuerpo (el medio de transmisión), puesto que 15 la distribución del campo eléctrico generado por los electrodos influye de modo significativo sobre la amplitud de la señal en el receptor. Cuando se trata de objetos planos, como tarjetas inteligentes, de identificación o para acceso sin llave a dependencias restringidas, los electrodos se habrán de extender como norma general por toda la superficie de una de las caras del dispositivo.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 314 725 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la transmisión de señales basado en un principio de interacción cuasi- electrostática el cual se sirve de un montaje de circuitos llevado por el usuario y que dispone a modo de interfaz de señales de un sistema de condensadores integrado en un circuito oscilante, **caracterizado** porque durante el funcionamiento del montaje de circuitos y en modo de recepción el circuito oscilante actúa como circuito oscilante paralelo, mientras que lo hace como circuito oscilante serie durante el modo de emisión.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en el estado de recepción el circuito oscilante es puesto en un estado de alta impedancia para su conexión a un dispositivo captador de señales (por ejemplo un condensador).
- 15 3. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque la conexión del circuito oscilante serie al microcontrolador se lleva a cabo a través de un montaje de bobinas que actúa como transmisor.
- 20 4. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el modo de recepción y el de emisión no son coincidentes en el tiempo.
- 25 5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque en modo de recepción se capta una señal de activación wake-up a través del dispositivo captador.
- 30 6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la señal incidente en el dispositivo captador contiene una portadora.
- 35 7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la señal incidente en el dispositivo captador contiene una señal temporizadora o de sincronización.
- 40 8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque los circuitos que hacen posible el modo de emisión son capaces de operar en al menos uno de los siguientes procedimientos de modulación de señales digitales: ASK, FSK, PSK o QPSK.
- 45 9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque al circuito oscilante utilizado para el modo de recepción se le hace funcionar con distinto valor de inductividad, y por lo tanto con una frecuencia de resonancia diferente, que cuando opera en modo de emisión.
- 50 10. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la señal enviada en modo de emisión se encuentra condicionada o codificada de acuerdo con el contenido de datos de una señal llegada durante un estado de recepción anterior.
- 55 11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el protocolo de comunicaciones es determinado en función del contenido de datos de una señal llegada en un estado de recepción anterior.
- 60 12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque los datos de una señal entrante en modo de recepción permite llevar a cabo una homogeneización temporal o una sincronización de la señal introducida en el circuito oscilante en modo de emisión, al efecto de evitar solapamientos con otros componentes del proceso de comunicación.
- 65 13. Sistema de conexiones electrónicas que permite llevar a cabo la transmisión de señales mediante un principio de interacción cuasi-electrostática y que posee un montaje de condensadores (C) que funciona como interfaz de señales implementado en un circuito oscilante, **caracterizado** porque la circuitería está configurada de tal manera que durante la recepción el montaje electrónico funciona como un circuito oscilante paralelo, y como un circuito oscilante serie cuando pasa a modo de emisión.
- 70 14. Dispositivo de circuitos conforme a la reivindicación 13, **caracterizado** porque el circuito oscilante se halla conectado a un microcontrolador y dicha conexión del circuito oscilante al microcontrolador se lleva a cabo en modo de recepción mediante el contacto con un dispositivo detector de señales de alta impedancia (por ejemplo un comparador).
- 75 15. Sistema de circuitos electrónicos conforme a las reivindicaciones 13 ó 14, **caracterizado** porque los circuitos están configurados de tal manera que por efecto de una conmutación de impedancias o puertos resulte posible un cambio en el estado de funcionamiento desde una configuración fundamentalmente pasiva en modo de recepción a otra en modo de emisión.
- 80 16. Circuitos electrónicos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado** porque a través de la conmutación de impedancias o puertos (P1, P2) un circuito oscilante paralelo compuesto por L2, L3 y C4, o bien por L2, L3', L3'' y C4 para modo de emisión pueda convertirse en un circuito oscilante serie formado por L3 y C4, y/o L3', L3'' y C4 para modo de recepción, fundamentalmente pasivo.

ES 2 314 725 T3

17. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado** porque en modo de emisión un transmisor compuesto por L1, y L2 interviene como elevador de tensión, mientras que en el modo de recepción forma parte del circuito oscilante paralelo junto con la bobina L2.
- 5 18. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado** porque en el modo de emisión un acoplador de impedancias asume la función de un transformador elevador de tensión mientras que en modo de recepción se encuentra en estado de alta impedancia, y porque la conmutación al estado de alta impedancia es llevada a cabo por el microcontrolador al final de un ciclo de emisión.
- 10 19. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 18, **caracterizado** porque en el modo de recepción la frecuencia de resonancia del circuito oscilante paralelo es menor que la del circuito oscilante serie en modo de emisión, y/o porque en cada uno de los sentidos del proceso de transmisión bidireccional se opera con una frecuencia distinta.
- 15 20. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 19, **caracterizado** porque en modulación QPSK las dos portadoras ortogonales son generadas por el microcontrolador en los puertos P1 y P2.
- 20 21. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 20, **caracterizado** porque las señales portadoras generadas en los puertos P1 y P2 son agregadas en el circuito oscilante serie.
- 25 22. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 21, **caracterizado** porque el transmisor está conformado por un montaje de bobinas.
- 25 23. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 22, **caracterizado** porque el transmisor está conformado por un par de bobinas con separación galvánica.
- 30 24. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 23, **caracterizado** porque el transmisor está conformado por una bobina con toma de conexión.
- 30 25. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 24, **caracterizado** porque la conexión del circuito oscilante serie al microcontrolador se lleva a cabo a través de una etapa intermedia de adaptador de impedancias.
- 35 26. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 25, **caracterizado** por que la conexión del circuito oscilante serie al microcontrolador se lleva a cabo a través de los condensadores de acoplamiento (C1, C2).
- 40 27. Esquema de conexiones según al menos una de las reivindicaciones 13 a 26, **caracterizado** porque el detector de señales comprende un sistema receptor que está conformado como comparador o una combinación de amplificador y comparador, o bien a modo de receptor wake-up.
- 45 28. Esquema de conexiones según al menos una de las reivindicaciones 13 a 27, **caracterizado** porque en la entrada de los componentes activos del sistema de recepción existe un circuito limitador compuesto por una resistencia serie (RS) y dos diodos conectados en disposición antiparalela.
- 50 29. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 28, **caracterizado** porque el comparador forma parte del microcontrolador.
- 50 30. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 29, **caracterizado** porque el circuito oscilante paralelo comprende una primera inducción (L2) que constituye parte integrante del transmisor y una segunda inducción (L3) conectada en serie.
- 55 31. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 30, **caracterizado** porque el transmisor se halla conectado al microcontrolador a través de un primer puerto y de un segundo puerto.
- 60 32. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 31, **caracterizado** porque la conexión se lleva a cabo a través de condensadores y un acoplador de impedancias.
- 60 33. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 32, **caracterizado** porque la conexión entre el microcontrolador y el transmisor se realiza a través de un adaptador de impedancias (convertidor de nivel para elevar la tensión).
- 65 34. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 33, **caracterizado** porque en el supuesto de que los circuitos estén configurados para generar una señal emisora mediante un procedimiento de modulación digital QPSK, a cada uno de los puertos previstos para la conexión del transmisor se le asignará un circuito (adaptador de impedancias) que actúe como elevador de tensión.

ES 2 314 725 T3

35. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 34, **caracterizado** porque el micro-controlador se encuentra diseñado y configurado de tal manera que el mismo pueda analizar un evento incidente en el dispositivo de detección para verificar el cumplimiento de determinados criterios, particularmente contenidos de información (léase datos).

5

36. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 35, **caracterizado** porque el micro-controlador está diseñado y configurado de tal manera que el mismo lleve a cabo un procesamiento (por ejemplo consistente en una codificación) del contenido de información de la señal que ha de emitirse en función de contenidos de información (datos) previamente adquiridos durante el proceso de recepción.

10

37. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 36, **caracterizado** por hallarse integrados en un objeto plano del tamaño de una tarjeta de crédito.

15

38. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 37, **caracterizado** por hallarse integrados en una llave.

39. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 38, **caracterizado** por hallarse integrado en un objeto de uso cotidiano, en particular dentro de una parte intercambiable del mismo (como por ejemplo la tapa de un compartimento para pilas).

20

40. Esquema de circuitos según al menos una de las reivindicaciones 13 a 39, **caracterizado** por hallarse integrados en un objeto valioso (teléfono móvil, etc.).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

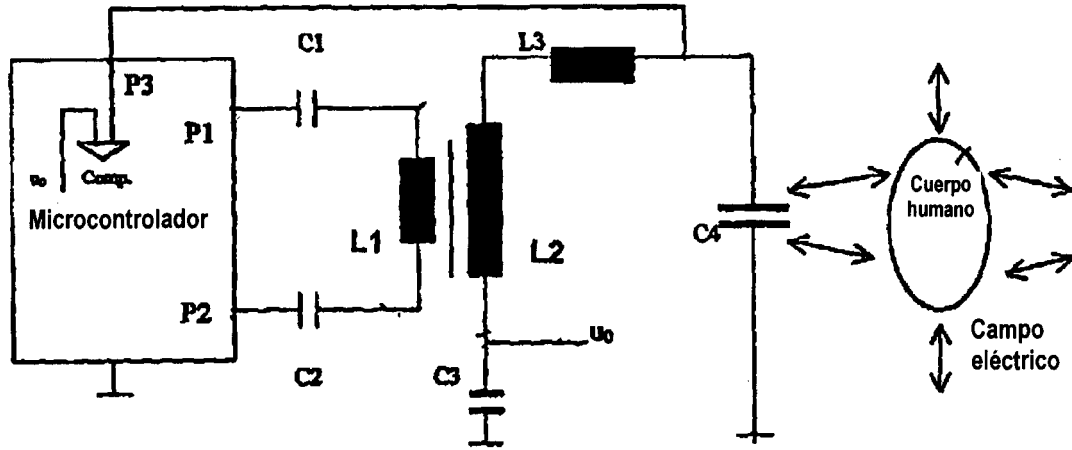


Fig.1

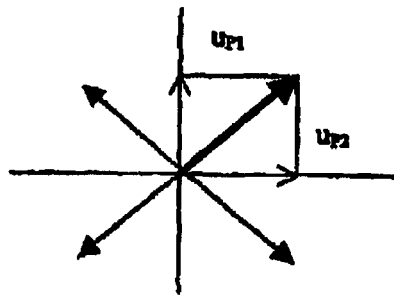


Fig.2

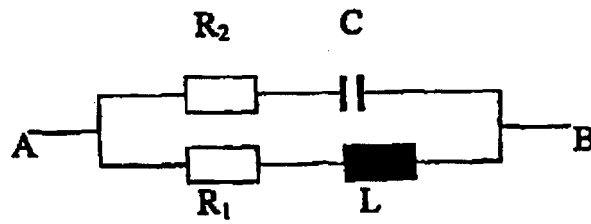


Fig.3

Circuito equivalente a la resistencia del cuerpo humano

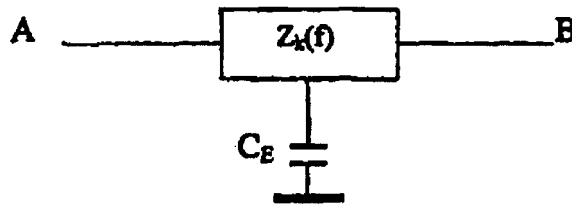


Fig.4

Modelización de la transmisión eléctrica a través del cuerpo

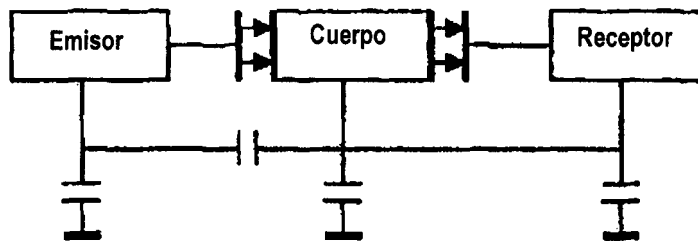


Fig.5

Cuerpo como sistema de transmisión

Fig.6

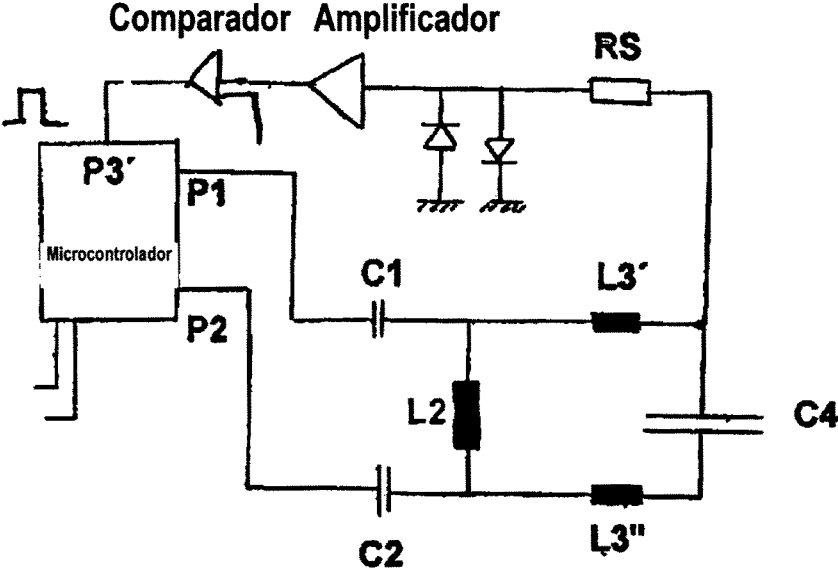
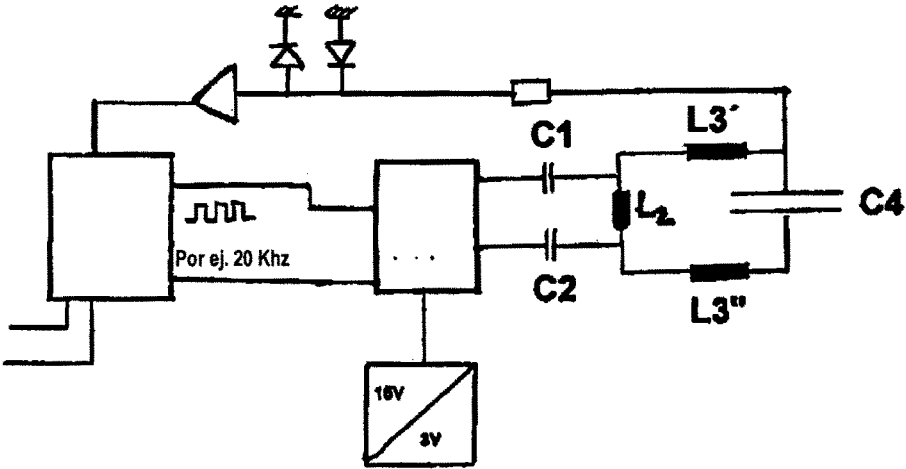


Fig.7



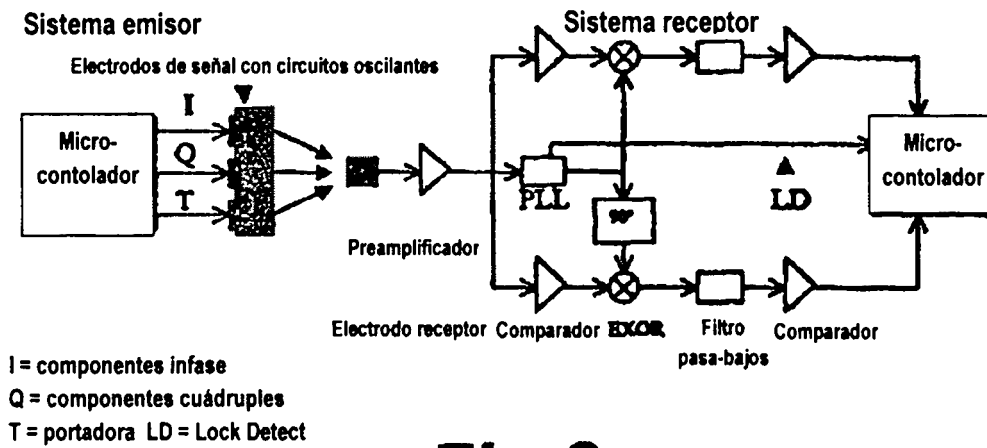


Fig.8

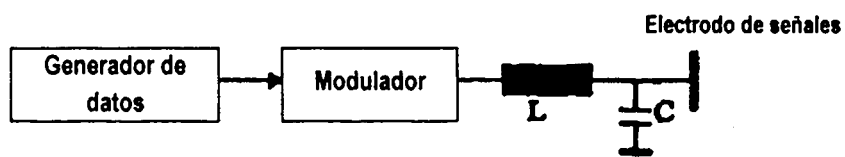


Fig.9