

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 956**

51 Int. Cl.:
G01S 11/14 (2006.01)
G01S 1/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08159582 .9**
96 Fecha de presentación: **03.07.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2065726**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2009**

54 Título: **Sistema de localización zonal de alta capacidad por ultrasonidos**

30 Prioridad:
13.11.2007 EP 07120535

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.08.2012

73 Titular/es:
**UNIVERSITETET I OSLO
BOKS 1072 BLINDERN
0316 OSLO, NO**

72 Inventor/es:
Holm, Sverre

74 Agente/Representante:
García Egea, Isidro José

ES 2 385 956 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).

DESCRIPCION

Sistema de localización zonal de alta capacidad por ultrasonidos.

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se relaciona con el campo de sistemas de ubicación o localización, especialmente la invención está relacionada con el campo de los sistemas de localización zonal basados en ultrasonidos. Más concretamente, la invención proporciona un sistema de localización zonal de alta capacidad por ultrasonidos asistido por comunicación de radiofrecuencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Existe una gran variedad de sistemas de ubicación o localización aptos para seguir la trayectoria de personas u objetos móviles en tiempo real, por ejemplo en el interior de un lugar de trabajo o una fábrica. Tales sistemas determinan la localización de una etiqueta de control portátil adherida a la persona u objeto por el establecimiento de una comunicación entre la etiqueta de control portátil y una o más emisoras legales de ultrasonidos. Se han sugerido muchos procedimientos y tipos de señales para tales sistemas.

20 Las señales de Radio Frecuencia (RF) pueden ser usadas para determinar la posición de la etiqueta de control portátil, por ejemplo, mediante el cálculo de la posición geométrica de la etiqueta de control portátil basada en la triangulación, esto es, basada en diferencias de fase de percepción en una señal de RF desde la etiqueta de control portátil recibida en tres emisoras fijas legales de ultrasonidos. De forma alternativa, los sistemas de RF pueden tener una estimación de la posición sobre la base de la amplitud de la señal de RF. Tales sistemas sólo requieren unas pocas emisoras de RF, ya que las señales de RF pueden cubrir una zona grande, pues tales señales penetran con facilidad elementos de construcción, etc. Sin embargo, para aplicaciones de localización zonal, las señales de RF son menos adecuadas, en cuanto la posición geométrica de la etiqueta de control portátil debe ser determinada de forma muy precisa, por ejemplo, para poder determinar en cuál de dos habitaciones vecinas está presente la etiqueta de control portátil. Un error de 30-40 cm. es suficiente para provocar el error entre dichas dos habitaciones, si una etiqueta de control está ubicada de forma próxima a la pared que separa las dos habitaciones.

35 Se han sugerido también señales infrarrojas (más conocidas por sus siglas en inglés, IR) para sistemas de localización. Tales sistemas son adecuados para localización zonal, en cuanto la radiación de señal IR está limitada, de forma natural, por el suelo, paredes, y techo de una habitación. Sin embargo, en la práctica, la percepción por IR es vulnerable y requiere de muchos sensores para cubrir una zona, ya que la comunicación por señal IR es fácilmente dificultada si no hay una línea de visión entre el transmisor y el receptor, por ejemplo, una cortina delgada puede suponer un obstáculo lo suficientemente efectivo para destruir la comunicación IR.

40 Las señales de ultrasonido (US) son adecuadas para un sistema de localización zonal debido a la propiedad inherente a la radiación de señales de US de estar limitada por el suelo, paredes y techo de una habitación, proporcionando así, de forma automática, una división intelectual en zonas. En comparación con las señales IR, las señales de US son menos vulnerables a los efectos de los obstáculos, ya que muchos obstáculos proporcionarán reflejos acústicos de señales de US, sirviendo así para proporcionar una conexión de US aceptable entre un receptor y un transmisor incluso si no hay una línea de visión transparente. Sin embargo, en comparación con las señales de RF, la determinación de ubicación por medio de señales de US requiere la existencia de emisoras de US ubicadas en todas las zonas, y se requiere incluso una mayor relación de emisoras de US por zona en las zonas definidas como una habitación grande o dos o más habitaciones interconectadas. Además, los sistemas de localización basados en señales de US tienen una capacidad bastante pobre. Esto se debe al hecho de que las señales de US viajan a la velocidad del sonido, que es mucho más lenta que las ondas de RF, y, además, el ancho de banda de las ondas de US tiene una extensión temporal considerablemente más larga, de tal forma que la determinación de la ubicación de una etiqueta de control portátil individualizada puede suponer uno o más segundos. Esto es demasiado largo para que los sistemas funcionen adecuadamente, por ejemplo, si se ubican 20 ó 30 etiquetas de control en una zona al mismo tiempo.

55 Se han sugerido sistemas de localización que utilizan una combinación de señales de US y de RF. La cobertura espacial, algo limitada, de sistemas basados en US, ha sido superada por la disposición de un procedimiento de ubicación de US que es complementado por un procedimiento de localización por RF para su uso en supuestos en donde el procedimiento de localización por US falla debido a una extensión espacial limitada, por ejemplo, cuando una persona que lleva una etiqueta de control ha salido de las zonas predeterminadas.

60 La patente US2005/0140508 A1 divulga un sistema de localización adaptado para recibir una señal de RF y un señal IR o de US asociadas entre sí, permitiendo, por tanto, que se proporcionen datos únicos en relación con ambas señales sólo en la señal de RF, ahorrando, por tanto, energía para enviar señales IR o de US.

65 La patente US 2006/0077759 A1, inventada por el inventor de esta misma invención, divulga un sistema de localización de US en el que las etiquetas electrónicas de identificación están equipadas con un receptor de US y un

transmisor de RF. Las etiquetas de control de identificación reciben una señal de US cuya hora de llegada miden. Esta hora de llegada, junto con un código de identificación, es enviada por la etiqueta de control en una señal de RF a una unidad central que, entonces, calcula la posición de la etiqueta de control de identificación. La duración de la batería de la etiqueta de control es mejorada, ya que no necesita enviar señales de US sino solamente señales de RF que son menos consumidoras de energía. Sin embargo, la medición del tiempo de llegada de US es compleja y sensible al ruido, y, así, en la práctica, a menudo reduce la extensión a menos de lo deseado. Por tanto, la fuerza y utilidad de tal sistema están bastante limitadas.

La patente WO 2007/110626 describe un procedimiento para determinar una posición en tres dimensiones de un componente móvil en relación con un componente fijo. El componente fijo tiene una pluralidad de transductores fijos de US, en una disposición en la que están distanciados espacialmente, y un transductor de RF. El componente móvil tiene un transductor de US y un transductor de RF. El componente fijo envía una señal de encendido de RF, provocando que el componente móvil envíe una señal de US y reiniciando temporizadores asociados con cada uno de los transductores fijos de US. Los tiempos de llegada de US a cada uno de los múltiples transductores fijos de US son detectados entonces, y se usan cálculos trigonométricos para determinar la posición tridimensional del componente móvil. Tal sistema es apto para una localización tridimensional de alta precisión, pero, a fines de localización zonal, la extensión de la distancia y la capacidad está demasiado limitada. Además, el componente móvil requiere de un transmisor de US que consume energía.

El documento "WALRUS: Wireless Acoustic Location with Room-Level Resolution using Ultrasound", by G. Borriello, A. Liu, T. Offer, C. Palistrant y S. Sharp, en *Proc. 3rd Int. Conf. On Mobile Systems, Applications and Services* (Seattle, WA, June 2005), ACM, Nueva York, NY, describe un sistema de localización zonal basado en US adecuado para determinar en qué habitación está presente una unidad móvil. La unidad móvil transmite una señal de RF a una emisora central.

La patente US 2002/0167417 A1 describe un sistema de localización zonal en el que un transmisor de US es colocado en cada zona y transmite un código único en la señal de US, identificando así la zona por US. Una etiqueta de control portátil recibe las señales de US y transmite en una señal de RF el código único que identifica la zona conjuntamente con su propio código de identificación.

Sin embargo, amos sistemas descritos en el documento "WALRUS" y en la patente US 2002/0167417 A1 sufren de una precisión de localización bastante tosca, lo que es inconveniente para la cobertura de grandes espacios o habitaciones de una geometría complicada.

Las patentes US 2005/0035862 y WO 2004/051303 divulgan ejemplos de sistemas en los que las señales de US se usan para la localización y en los que los transmisores legales de US transmiten señales de US que son captadas por una etiqueta electrónica de control transmite un US que es captado por un receptor fijo.

RESUMEN DE LA INVENCION

Así, de acuerdo con la descripción supra, es objeto de la presente invención el proporcionar un sistema de localización zonal simple que sea capaz de funcionar de forma fiable con muy pocos componentes, que sea apto para manejar la localización zonal en tiempo real de muchas etiquetas de control con una alta precisión de localización y, al mismo tiempo, con un bajo consumo de energía en la etiqueta de control portátil.

En un primer aspecto, la invención proporciona un sistema de localización zonal de acuerdo con la primera reivindicación.

Por "RF" se entiende una comunicación electromagnética inalámbrica. Así, RF incluye cualquier tipo conocido de comunicación por RF inalámbrica, tales como la de una de las bandas IS, ZigBee, Bluetooth, IEEE 802.11 (WLAN), o comunicación usando Banda Ultra Ancha (conocida por sus siglas en inglés, UWB). Por "emisora de RF" se entiende un dispositivo que incluya al menos una antena de RF conectada a un circuito eléctrico receptor de RF. Por ejemplo, la emisora de RF puede incluir una única caja con receptor de RF y, posiblemente, también circuitos transmisores de RF que, en ese caso, se conectan con diversas antenas distanciadas en el espacio para cubrir una extensión más ancha.

Por "US" se entiende el sonido con una frecuencia ultrasónica, esto es, en el intervalo de frecuencia sobre 20 kHz, tal como el intervalo de frecuencia de 20 a 100 kHz.

Por "procesador" se entiende un dispositivo destinado a controlar el procedimiento de localización zonal. El procesador puede ser un ordenador de uso general con un soporte lógico apropiado destinado al tipo específico de realización de localización, o el procesador puede ser un dispositivo específico. De forma opcional, el procesador está conectado a una red que permite a los diversos usuarios acceder a la información de localización proporcionada por el procesador.

Tal sistema de localización zonal tiene las ventajas generales de sistemas de localización basados en ultrasonidos, estando especialmente adecuado para aplicaciones en donde el establecimiento predeterminado de zonas se corresponde con habitaciones de una construcción. La tarea de determinar en qué zona la etiqueta de control portátil está presente es muy simple, por ejemplo, si solamente se instala una emisora de US en cada zona, porque, entonces, la etiqueta de control portátil está presente en la zona en donde la emisora de US puede comunicarse con la etiqueta de control portátil en el canal de US. Debido a la amplia extensión de las señales de RF, y debido al hecho de que las señales de RF no están directamente implicadas en el procedimiento de localización, sólo se requiere un único receptor posicionado de forma central para muchas aplicaciones, en cuanto tal receptor único de RF puede, a menudo, abarcar un complejo de construcción en su conjunto. Así, en conclusión, el sistema básico es bastante simple de poner en práctica.

Por medio de los valores de datos primero y segundo transmitidos por vía de RF desde la etiqueta de control portátil (datos de efecto Doppler y un indicador de fuerza de señal [conocido este último por SSI, por sus siglas en inglés]), el procesador puede determinar una posición en el interior de la zona, y, así, determinar de forma más precisa si la etiqueta de control portátil está en el interior de la zona – solamente con el uso de un único transmisor de US por zona. Ulteriormente, el parámetro relativo a la frecuencia, por ejemplo, los datos de efecto Doppler, que pueden ser usados para determinar si la etiqueta de control portátil se está moviendo e incluso en qué dirección lo hace.

La etiqueta de control portátil puede ser fabricada de forma que resulte muy sencilla y ahorradora de energía, en cuanto no necesita de un transmisor de US que consuma energía, sólo un receptor de US, y la comunicación de US es multipunto, proporcionando, por tanto, una alta capacidad. Además, al transmitir una señal de RF desde la etiqueta de control portátil con su código de identificación, se incrementa la capacidad del sistema, en cuanto la alta velocidad de las señales de RF desde la etiqueta de control a la emisora de RF permite una rápida identificación de la etiqueta de control. En su conjunto, el sistema de acuerdo con el primer aspecto es especialmente adecuado para aplicaciones de acceso múltiple que requieren de una alta capacidad de canalización de ultrasonidos, tal como para la detección en tiempo real de muchas etiquetas de control portátil presentes en la misma zona.

Las señales de US transmitidas por los transmisores de US pueden ser señales transmitidas en operaciones intermitentes de US, moduladas con datos, teniendo la operación intermitente de transmisión de señales una duración en el intervalo de entre 1 ms a 300 ms. El intervalo de duración puede ser de entre 10-250 ms, o tal como 50-150 ms. Los datos, preferiblemente, incluyen un código único que identifica el transmisor de US y, así, identifica la zona en la que se ubica el transmisor de US. Al recibir un código que identifica el transmisor de US, la etiqueta de control portátil ya sabe en qué zona está, y puede incluir esta información (u otro código que represente esta información) además de su propio código de identificación en la señal de RF, proporcionando así una localización descentralizada que se traslada entonces al procesador en una señal de RF, por lo que el procesador determina en qué zona está presente la etiqueta de control portátil.

La etiqueta de control portátil puede incluir también un receptor de RF dispuesto para recibir una señal de RF desde un transmisor externo de RF. Especialmente, la etiqueta de control portátil puede estar dispuesta de tal manera que reciba una solicitud de localización en dicha señal de RF del transmisor de RF. Por tanto, la etiqueta de control portátil puede ahorrar energía al tener su receptor de US apagado y, entonces, activar el receptor de US en respuesta a dicha solicitud de localización.

En realizaciones preferidas, el receptor de RF y los transmisores de US son componentes fijos.

El procesador puede estar dispuesto de tal forma que determine una distancia entre el transmisor de ultrasonidos y la etiqueta de control portátil basada en el primer valor de datos, y para, consecuentemente, determinar dicha posición dentro de dicha zona. Esta distancia puede ser determinada por medio de la comparación de la fuerza de la señal medida por la etiqueta de control portátil con valores almacenados predeterminados, permitiendo así una conversión simple de un indicador de fuerza de señal y una distancia.

El procesador está dispuesto para determinar una velocidad entre la etiqueta de control portátil y el transmisor de ultrasonidos basado en el segundo valor de datos, y, consecuentemente, determinar la posición de la etiqueta de control portátil basada en el historial de valores de efecto Doppler e, incluso, predecir una localización futura de la etiqueta de control portátil. La etiqueta de control portátil está dispuesta para medir un efecto Doppler basado en la señal de ultrasonidos recibida y generar, en consecuencia, el segundo valor de datos. Esto permite la estimación del movimiento de la etiqueta de control portátil, esto es, la velocidad, basada en un procedimiento simple utilizando el receptor de US ya presente en la etiqueta de control portátil.

Especialmente, los valores de datos primero y segundo recibidos por una etiqueta de control portátil pueden ser almacenados por el procesador para crear un historial y, así, permitir un seguimiento de la etiqueta de control portátil, permitiendo, en consecuencia, una localización de la etiqueta de control portátil, también en el caso de que el acceso de US falle en el momento en el que se solicita la localización.

El procesador puede estar conectado al receptor de RF por medio de conexión de RF inalámbrica. El procesador puede estar conectado a los transmisores de US, por ejemplo, por conexiones de RF inalámbricas en alguna

5 realización, mientras que en otras realizaciones del sistema, los transmisores son unidades autónomas sin ninguna conexión con el procesador. En la última realización citada, los transmisores de US pueden transmitir señales de US de forma continua, por ejemplo, con un único código de identificación allí representado, mientras que en realizaciones con conexión operativa entre el procesador y los transmisores de US, el procesador puede estar dispuesto de tal manera que active de forma remota los transmisores de US, por ejemplo, por activación individual de cada transmisor de US.

10 Pueden estar ubicados, al menos, dos transmisores de US – primero y segundo-, distanciados espacialmente, en al menos uno de los conjuntos de zonas predeterminados, en el que la etiqueta de control portátil está dispuesta para recibir una primera señal de US del primer transmisor de US y una segunda señal de US del segundo transmisor de US. Al usar dos o más transmisores en cada zona, la fiabilidad de la localización se ve incrementada, en cuanto la probabilidad del fallo de la comunicación por US se reduce. Los transmisores de US pueden ser multiplexados en el tiempo en las mismas frecuencias, por ejemplo, transmitiendo en cada otro momento, permitiendo así una fácil diferenciación por las respectivas señales de US cuando se reciben por la etiqueta de control portátil. La etiqueta de control portátil puede llevar mediciones separadas de las intensidades de señal primera y segunda, respectivamente, de las señales de US primera y segunda. Esto permitirá que las mediciones de posición ulteriores incrementen la precisión de la posición.

20 En el caso en que se desee, el sistema de localización zonal puede ser complementado por una posibilidad de localización por RF, por ejemplo, al asistir al sistema de localización zonal basado en US en los casos en los que no se pueda establecer una conexión con la etiqueta de control portátil. Tal posibilidad de localización por RF puede ser incrementada, según se conoce en el estado de la técnica, y se describe *infra*. Tal sistema especial de localización puede ser usado, por ejemplo, si un objeto como una carpeta de papel con una etiqueta de control portátil adherida al mismo es colocada en el interior de una caja cerrada o similar, donde las señales de US no pueden penetrar. En tales casos, los sistemas de localización por RF pueden ser aún capaces de localizar el objeto. Además, la localización por RF puede ser usada para incrementar la precisión de la localización al complementar la posición dentro de una zona en cuanto se determina con base en la comunicación por US entre el / los transmisor(es) de US y la etiqueta de control portátil.

30 El sistema de localización del primer aspecto puede ser usado para localización en tiempo real de personas y/u objetos. Para la localización de personas, la etiqueta de control portátil puede ser puesta en práctica como un dispositivo pequeño, por ejemplo, un dispositivo similar a una pluma estilográfica que pueda ser guardado en el bolsillo de una persona.

35 Un segundo aspecto de la invención proporciona un sistema para la determinación de que en qué zona del conjunto predeterminado de zonas está presente una etiqueta de control portátil, tal y como se define en la reivindicación 16.

40 Se aprecia que las mismas ventajas y realizaciones descritas para el primer aspecto valen también para el segundo. Además, se aprecia que las realizaciones descritas pueden ser mezcladas de dos, tres o más formas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

45 La invención será ahora descrita con más detalle con referencia a las figuras que se acompañan de las cuales

La Figura 1 ilustra una visión de conjunto de una realización de un sistema de localización zonal de acuerdo con la invención,

50 La Figura 2 ilustra un ejemplo de datos de velocidad basados en datos de efecto Doppler recibidos en el segundo valor de datos de la etiqueta de control portátil,

La Figura 3 ilustra los componentes de una realización de una etiqueta de control portátil,

55 La Figura 4 ilustra un temporización de señal de US y RF para una realización, y

La Figura 5 ilustra la temporización de señal de US y RF para otra realización, donde la localización se activa por una señal de RF.

60 Las figuras ilustran formas específicas de realización de la presente invención y no deben considerarse como limitativas de otras posibles realizaciones dentro del ámbito del juego de reivindicaciones que se acompaña.

DESCRIPCION DETALLADA DE UNA REALIZACION

La Figura 1 muestra un esquema general que sirve para ilustrar los componentes básicos de una realización bastante simple del sistema de localización zonal de acuerdo con la invención. Una etiqueta de control (conocida por PT, por sus siglas en inglés) incluye un transmisor de RF (RFT, por sus siglas en inglés) y un receptor de US. La realización mostrada está dispuesta para situarse en las zonas Z1, Z2, Z3 en las cuales está presente la etiqueta de control portátil PT, correspondiendo dichas zonas Z1, Z2, Z3 a habitaciones de una construcción B. Los transmisores de US S1, S2, S3 están instalados en las respectivas zonas Z1, Z2, Z3 y transmiten señales de US indicadas como "US", y esta señal de US incluye un código de identificación (ID) USID que identifica al transmisor de US. En el ejemplo ilustrado, sólo el transmisor de US S2 es apto para proporcionar comunicación de US con la etiqueta de control portátil PT, y, así, la etiqueta de control portátil PT recibe la señal de US del transmisor de US S2 y su código de ID USID. La etiqueta de control portátil PT transmite desde su transmisor de RF RFT una señal de RF RFS con la USID y su propio código de ID PTID. Ulteriormente, la señal de RF RFS incluye los valores de datos primero y segundo (D1, D2) basados en parámetros medidos respectivos en la señal de US: un indicador de intensidad de señal (conocido por SSI, por sus siglas en inglés) y un indicador de frecuencia de efecto Doppler.

En la Figura 1, la etiqueta de control portátil PT está situada en la zona Z2, y el área de puntos indica la cobertura de US de la emisora de US U2 situada en Z2. Así, en cuanto Z2 es una habitación con paredes, suelo y techo, las ondas de US generadas en Z2, bien por la etiqueta de control portátil PT o por la emisora de US U2, no serán capaces de propagarse al exterior de la zona Z2 (al menos, no sin ser significativamente atenuadas). Por tanto, la ubicación de la etiqueta de control portátil PT puede ser determinada solamente por la comprobación de cuáles de las emisoras de US son capaces de llegar a contacto de US con la etiqueta de control portátil PT.

El procesador P recibe por medio del receptor de RF (conocido por RFR por sus siglas en inglés) los datos PTID, USID, D1 y D2 de la etiqueta de control portátil PT. Basándose en la USID del transmisor de US S2, el procesador P puede determinar que la etiqueta de control portátil PT está ubicada en la zona Z2, y, en combinación con la PTID, se localiza la etiqueta de control portátil PT.

Además, el procesador P calcula una posición POS en el interior de la zona Z2 basándose en los valores de datos D1 y D2. Por combinación de unos parámetros basados en intensidad de señal y en frecuencia, derivados de la señal de US recibida, puede ser obtenida una posición POS bastante fiable dentro de la zona Z2.

Los datos D1 generados por la etiqueta de control portátil PT, por ejemplo en forma de un Indicador de Intensidad de Señal Recibida (conocido por RSSI, por sus siglas en inglés), pueden ser estimados en formas normalizadas que son de uso común en los circuitos de Control de Incremento Automático, que ayudan a impedir la saturación de conversores de A/D. Con sólo un transmisor individual de US en una zona (por ejemplo, una habitación), es posible conseguir una estimación de la distancia entre la etiqueta de control PT y el transmisor de US. Con una ubicación adecuada del transmisor de US, por ejemplo, alejada de una puerta de entrada de una habitación, esto puede proporcionar una estimación fiable. Con dos o más transmisores de US en una zona, la etiqueta de control portátil PT puede hacer una medición de RSSI de cada uno de ellos para, ulteriormente, refinar la estimación de posición. Los valores de RSSI pueden ser también comparados con un "mapa" pre-grabado de valores de RSSI para muchas ubicaciones en la habitación. El valor presente y su historia en el tiempo es comparada entonces al "mapa" y se determina la ubicación más probable. Esto es análogo a una impresión de huellas digitales basada en radio de RSSI en un sistema activo de RFID. Para refinar aún más incluso la estimación de posición, los valores de RSSI basados en RF pueden ser estimados por la etiqueta de control, y, así, los valores de RSSI de dos modalidades completamente diferentes (RF y US) pueden ser combinados. De esta forma, puede conseguirse una estimación de posición más exacta, que supera la exactitud de cada una de ellas por separado. Así, hay un potencial para la obtención de mejores resultados que el error medio de 3 metros que se cita con frecuencia.

Los datos de D2 se basan en un efecto Doppler medido, que puede ser determinado con exactitud bastante elevada. El efecto Doppler en Hz es: $f_d = f_0 \cdot v \cdot \cos\theta / c$, donde θ es el ángulo entre la línea que conecta el transmisor de US y la etiqueta de control portátil PT y el vector de movimiento, v es la velocidad, c es la velocidad del sonido, y f_0 es la frecuencia central de la señal de US. Así, un objeto moviéndose generará un efecto Doppler que es diferente de un fijo, y la dirección del movimiento puede ser también calculada. Esto ayuda a refinar la estimación de posición POS dentro de la zona, y, en concreto, la procesador P puede incluir también un algoritmo basado en modelos de comportamiento objeto para utilizar ulteriormente los datos D2 relacionados con la frecuencia. La estimación del efecto Doppler es bastante simple, y se describe ulteriormente, para comunicaciones subacuáticas en, por ejemplo, Wax, D., "MFSK – The Basis for Robust Acoustical Communications", OCEANS, vol. 13, no., pp. 61-66, Septiembre 1981, y la Figura 4 en Scussel, K.F.; Rice, J.A.; Merriam, S., "A new MFSK acoustic modem for operation in adverse underwater channels", OCEANS '97. MTS/IEEE Conference Proceedings, vol. 1, pp. 247-254, 6-9 Oct 1997. En cuanto, los algoritmos son bastante simples, es posible llevar a cabo el cálculo bien en la etiqueta de control portátil PT o en el procesador P basado en datos en bruto D2 de la etiqueta de control portátil PT.

La calidad de una estimación de efecto Doppler depende de la clase de movimiento relativo entre el transmisor y el receptor. La calidad más alta se da si el componente de velocidad relativo es constante, esto es, una constante velocidad (v) en la ecuación $v \cdot \cos\theta$. En este caso, el efecto Doppler estimado por símbolo es el mismo y la

dispersión Doppler (máximo efecto Doppler – mínimo efecto Doppler) es pequeña o incluso inexistente. Si el movimiento es más complejo, por ejemplo, un giro, de tal forma que θ varía durante la transmisión, la dispersión Doppler será grande, indicando que la utilidad de la estimación de efecto Doppler es más pequeña. Por tanto, el efecto Doppler está acompañado, preferiblemente, por una medición de calidad de dicho efecto, tal como la dispersión Doppler.

Uno o ambos de los valores de datos primero y segundo D1, D2 pueden ser almacenados por el procesador P para permitir un rastreo temporal de la posición de la etiqueta de control portátil PT que puede, ulteriormente, incrementar la fiabilidad y precisión la posición POS determinada dentro de la zona.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de tal historial de datos basados en el cambio de Doppler que indican un componente de velocidad a lo largo de un eje entre el transmisor de US y la etiqueta de control portátil PT. Muestra una etiqueta de control portátil PT que se desplaza en relación con el transmisor de US (1-9 segundos) y, entonces, se le vuelve a aproximar (11-18 segundos). Al integrarse la velocidad [m/s] trazada como función del tiempo [segundos] en el gráfico de la Figura 2, puede estimarse una medición de distancia correspondiente entre el transmisor de US y la etiqueta de control portátil PT, proporcionando, por tanto, datos relacionados con la posición dentro de la zona.

El procesador P tiene, preferiblemente, una interfaz de usuario que permite a los usuarios acceder a datos de localización, bien usando un resultado gráfico que proporciona una visión general de todas las zonas o una selección de algunas de entre todas las zonas, y/o por medio de la recepción de una entrada de usuario en forma de una solicitud para la localización de una persona u objeto determinados, a la cual el procesador puede responder o bien con un resultado de texto y/o un resultado audible. El procesador puede, en sistemas más grandes, estar conectado a una red tal como una red de ordenadores internos de una empresa, de tal forma que se permita a usuarios de la red el acceder a información sobre localización zonal, bien para localizar personas u objetos.

La Figura 3 ilustra los componentes de una etiqueta de control portátil PT. Un receptor de US USR incluye un micrófono y un pre-amplificador dispuestos para recibir US y, además, sonido de audiofrecuencia A, utilizando, por tanto, un micrófono y pre-amplificador a fines de localización por US y contacto de audio con un usuario que lleve la etiqueta de control portátil PT. El resultado eléctrico del receptor de US USR se aplica a un sistema de procesador de señal (conocido por sus siglas en inglés, SP) que convierte la señal eléctrica en una representación digital y mide una secuencia de una señal recibida de US. Basándose en la secuencia recibida de US, el sistema de procesador de señal SP calcula, entonces, un indicador de intensidad de señal SSI, un indicador de efecto Doppler DSI, y extrae un código de identificación IDE acorde con un código ID de transmisor US predeterminado representado en la señal de US. El SSI y DSI pueden ser calculados por algoritmos tales como los explicados *supra*. El SSI, DSI e IDE se aplican, entonces, a un transmisor de Radio Frecuencia (conocido por sus siglas en inglés, RFT) como los respectivos: primer valor de datos D1, segundo valor de datos D2 e identificación de transmisor de US USID. Además, la ID para la propia etiqueta de control portátil PTID se aplica también al transmisor de Radio Frecuencia RFT, y transmite una señal de Radio Frecuencia RFS con estos datos representados en la misma.

En la realización ilustrada, la etiqueta de control portátil PT está dispuesta para recibir una entrada de usuario (conocida por UI, por sus siglas en inglés) por una interfaz de usuario, por ejemplo en forma de un botón de alerta ubicado en una parte accesible de la carcasa de la etiqueta de control portátil. Al ser activada por el usuario, la interfaz de usuario (conocida por UIF por sus siglas en inglés) permite que una señal eléctrica de audio (conocida por AS, por sus siglas en inglés) sea aplicada al transmisor de Radio Frecuencia (RFT) e incluida en la señal transmitida de Radio Frecuencia RFS, por ejemplo, conjuntamente con un código de alarma que permite a un receptor realizar la acción apropiada. Al usar el micrófono de receptor de US USR, la voz del usuario se transmite en la señal de Radio Frecuencia RFS, permitiendo así al usuario dar un mensaje, por ejemplo, a un receptor central. Para proporcionar la señal eléctrica de audio AS, el resultado eléctrico del receptor de US USR es filtrado por filtro pasa bajo (conocido por LPF, por sus siglas en inglés), por ejemplo, con un corte de frecuencia de 5 kHz ó 10 kHz. La señal filtrada por filtro pasa bajo puede ser entonces convertida de analógica a digital por conversor ADC, y, por medio de la interfaz de usuario UIF, la señal de audio eléctrico AS se aplica entonces al transmisor de Radio Frecuencia RFT. Se aprecia que los componentes ilustrados en la Figura 3 están destinados para la ilustración de funciones preferidas de la etiqueta de control portátil PT más que implementaciones prácticas, en cuanto un diseño práctico de circuito para la etiqueta de control portátil PT puede ser escogido por el experto en la materia entre los conocidos por el mismo.

La Figura 4 ilustra la temporización de señal para una realización con una etiqueta de control portátil que tiene sólo un transmisor de RF. El transmisor de US transmite señales de US con pausas intermedias. La etiqueta de control escucha, y desea iniciar un procedimiento de localización, transmite su código de identificación en una señal de RF. La señal de US del transmisor de US puede incluir un código auto – identificador, como se describió *supra*. Así, en la subsiguiente señal de RF de la etiqueta de control, la etiqueta de control puede incluir el código de identificación del transmisor de US, permitiendo, por tanto, que el procesador determine la localización de la etiqueta de control. En cuanto la etiqueta de control inicia el procedimiento de localización, la etiqueta de control puede estar en un modo de ahorro de energía con el receptor de US apagado, a menos que quiera iniciar una localización, tal como "despertando", siendo provocada posiblemente tal como se describió *supra*.

La Figura 5 ilustra la variante en la que la etiqueta de control tiene, además, un receptor de RF. El transmisor de US emite señales de US, tal como en la Figura 4. Un transmisor externo de RF envía una señal de RF solicitando a la etiqueta de control específica que “despierte”, y, en respuesta a esta señal de RF de “despertar”, la etiqueta de control puede activar su receptor de US, en el caso en que no esté siempre activo, y la etiqueta de control recibe entonces la consecuente transmisión de señal de US y contesta transmitiendo una señal de RF con su código de identificación y, posiblemente, también con un código identificando al transmisor de US.

La patente US 7.283.423 describe un procedimiento para reducir los efectos del ruido en la línea de transmisión en frecuencias de ultrasonido que pueden afectar la comunicación por US en un sistema de localización zonal basada en US. Las fuentes conmutadas se han hecho muy comunes, y, a menudo, funcionan en el intervalo de 20-60 kHz, generando un ruido ultrasónico casi sinusoidal, siendo las lámparas fluorescentes y los monitores de ordenador una significativa fuente de ruidos a este respecto. Una solución alternativa que puede ser usada cuando el PT tiene un receptor de RF es que las emisoras de US tengan también un receptor de US que monitoree y escanee de forma constante la banda de US. Cuando no haya etiquetas de control transmitiendo, la emisora de ultrasonidos identificará los detalles característicos de las líneas de transmisión que incluyan ruido de fondo. Como parte de las comunicaciones a la etiqueta de control, la emisora de US seleccionará e informará a la etiqueta de control de qué frecuencia central de US utiliza, asegurando así que la etiqueta de control escucha en una parte de la banda libre de interferencias.

Los receptores de US pueden ser implementados usando un pre – amplificador, conversión de A/D y un procesador FFT como en los sistemas de comunicaciones de modulación por desplazamiento de frecuencia (conocida por sus siglas en inglés, FSK) subacuática, tales como los subrayados, por ejemplo, en la Figura 4 en Wax, D., “MFSK – The Basis for Robust Acoustical Communications”, OCEANS, vol. 13, no., pp. 61-66, Septiembre 1981, y la Figura 4 en Scussel, K.F.; Rice, J.A.; Merriam, S., “A new MFSK acoustic modem for operation in adverse underwater channels”, OCEANS '97. MTS/IEEE Conference Proceedings, vol. 1, pp. 247-254, 6-9 Oct 1997.

Una alternativa es usar un lazo de seguimiento de fase (conocido por PLL, por sus siglas en inglés) controlado digitalmente. El control digital permite a un micro controlador el establecer/cambiar la frecuencia central del PLL. El micro controlador controlará el PLL y asegurará que los efectos de Doppler son detectados y los datos son debidamente desmodulados.

Con respecto a la elección concreta de canales de comunicación de RF y US, la implementación concreta de una etiqueta de control portátil, de emisoras de US, de emisora de RF, y de un procesador, son estas tareas que pueden ser fácilmente resueltas por el experto en la materia basándose en la descripción *supra*.

A modo de resumen, la invención proporciona un sistema de localización zonal con transmisores de US S1, S2, S3 ubicados en las zonas respectivas Z1, Z2, Z3, tales como habitaciones de una construcción B. Preferiblemente, los transmisores de US transmiten una señal de US con un único código de ID USID representado en aquélla. La etiqueta de control portátil PT incluye un receptor de ultrasonidos USR dispuesto para recibir la señal de US. Basándose en la señal recibida de US, la etiqueta de control portátil PT mide la intensidad de la señal de US recibida. La etiqueta de control portátil también mide un parámetro relativo a un movimiento de la etiqueta de control portátil PT, un efecto Doppler basado en la señal de US recibida. Además, la etiqueta de control portátil PT extrae la USID. Entonces, transmite una señal de Radio Frecuencia inalámbrica RFS con su propia ID PTID, la USID y primeros y segundos valores de datos representando la intensidad de señal y los parámetros relacionados con el movimiento. Un procesador P conectado a un receptor de Radio Frecuencia RFR recibe los datos de la etiqueta de control portátil PT y determina una conexión entre la PTID y la zona Z2 en la que está presente basada en la USID. Además, el procesador utiliza datos D1 y D2 para calcular una posición estimada POS dentro de la zona Z2. Especialmente, la distancia estimada entre el transmisor de US S2 y la etiqueta de control portátil PT y la velocidad de la etiqueta de control portátil se estiman con base en D1 y D2, asistiendo así en la estimación de la posición POS de la etiqueta de control portátil PT. El sistema puede ser ulteriormente combinado con un sistema de posicionamiento basado en la Radio Frecuencia, por ejemplo, un sistema basado en la intensidad de señal RF, reforzando, por tanto, la resolución de la posición estimada POS de la etiqueta de control portátil PT. Además, tal sistema combinado ayuda a la localización en entornos complicados y cambiantes y en situaciones en las que la etiqueta de control portátil PT puede estar fuera de alcance para señales de US, por ejemplo, cuando está adherida a una carpeta de papel dentro de un libro.

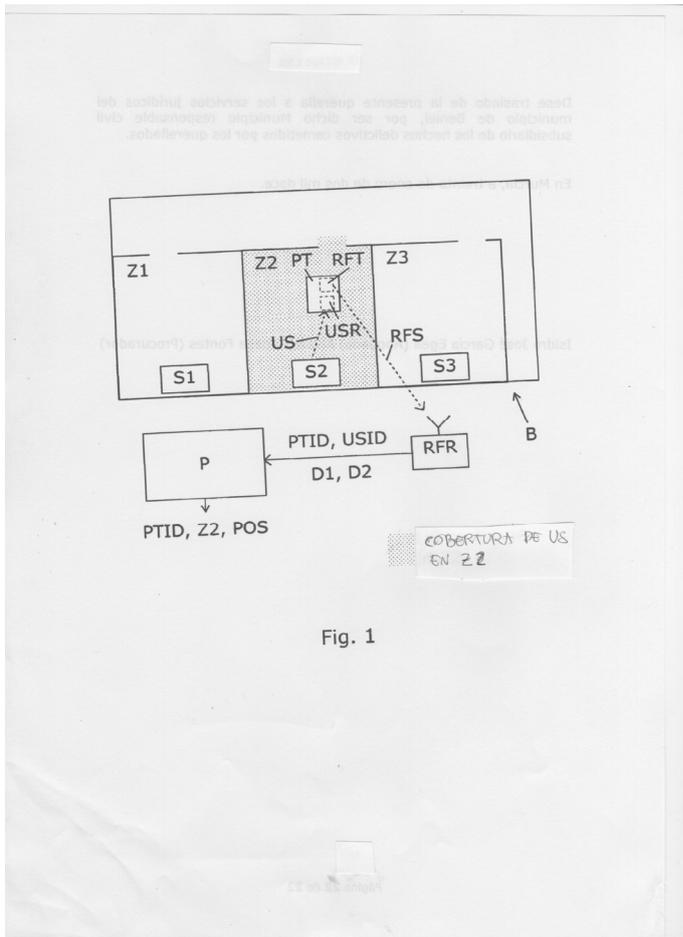
Aunque la presente invención ha sido descrita en relación con las realizaciones especificadas, no debería ser considerada en modo alguno como limitada a los ejemplos expuestos. El alcance de la presente invención es para ser interpretado a la luz del juego de reivindicaciones que se acompaña. En el contexto de las reivindicaciones, los términos “incluyendo” o “incluye” no excluyen otros posibles elementos o fases. También, la mención de referencias tales como “un/a”, etc., no debería ser considerada como excluyente de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con relación a los elementos indicados en las figuras no será tampoco considerado como limitativo del alcance de la invención. Además, las características individuales mencionadas en las diferentes reivindicaciones, pueden ser posiblemente combinadas, de forma provechosa, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características pueda ser posible y provechosa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de localización zonal dispuesto para determinar en qué zona de un conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3), tales como habitaciones, está presente una etiqueta de control portátil (PT), incluyendo dicho sistema,
 - 10 - Un conjunto de transmisores de ultrasonidos (S1, S2, S3) ubicado en zonas respectivas del conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3), en el que los transmisores de ultrasonidos (S1, S2, S3) están dispuestos para generar una señal de ultrasonido (US), tal como una señal transmitida en operaciones intermitentes de ultrasonidos.
 - Una etiqueta de control portátil (PT) con un código asociado de identificación (PTID), incluyendo la etiqueta de control portátil (PT)
 - 15 - Un receptor de ultrasonidos (USR) dispuesto para recibir la señal de ultrasonido (US),
 - Medios de procesamiento de la señal (SP), dispuestos para
 - Medir una intensidad de la señal de ultrasonido recibida (US) y para generar un primer valor de datos (D1) basado en dicha intensidad, y
 - 20 - Para medir un parámetro de efecto Doppler basado en la señal recibida de ultrasonido (US) y para generar un segundo valor de datos (D2) basado en dicho parámetro de efecto Doppler, y
 - Un transmisor de Radio Frecuencia (RFT) dispuesto para transmitir una señal de Radio Frecuencia (RFS) con datos que representan el código de identificación (PTID), y los primeros y segundos valores de datos (D1, D2),
 - 25 - Una emisora de Radio Frecuencia (RS) dispuesta para recibir la señal de Radio Frecuencia (RFS) de la etiqueta de control portátil (PT), y
 - Un procesador (P) conectado, de forma operativa, a la emisora de Radio Frecuencia (RS), estando dispuesto el procesador (P) para
 - 30 - Identificar la etiqueta de control portátil (PT) basada en el código de identificación (PTID),
 - Para determinar en qué zona (Z2) está presente la etiqueta de control portátil (PT), basándose en la detección de cuáles de entre el conjunto de transmisores de ultrasonidos (S1, S2, S3) son capaces de establecer una comunicación con la etiqueta de control portátil (PT) en el canal de ultrasonido, y
 - 35 - Para determinar una posición (POS) dentro de dicha zona, basándose en el primer valor de datos (D1) y datos relativos a la posición proporcionados por la integración de una velocidad basado en el segundo valor de datos (D2).
- 40 2. Sistema de localización zonal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el procesador (P) está dispuesto para determinar una distancia entre el transmisor de ultrasonidos (S1, S2, S3) y la etiqueta de control portátil (PT) basada en el primer valor de datos (D1) y, en consecuencia, determinar dicha posición (POS) dentro de dicha zona (Z2).
- 45 3. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la señal de ultrasonidos (US) transmitida de uno de los transmisores de ultrasonidos (S1, S2, S3) incluye un código (USID) que identifica dicho transmisor de ultrasonidos (S1, S2, S3).
- 50 4. Sistema de localización zonal de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etiqueta de control portátil (PT) transmite datos recibidos en la señal de ultrasonidos (US) en una señal de Radio Frecuencia (RFS).
- 55 5. Sistema de localización zonal de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etiqueta de control portátil (PT) transmite el código (USID) que identifica el transmisor de ultrasonidos (S1, S2, S3) en la señal de Radio Frecuencia (RFS), y en el que el procesador (P) determina en qué zona (Z2) está presente la etiqueta de control portátil (PT), basándose en el código (USID) que identifica el transmisor de ultrasonidos (S1, S2, S3) recibidos en la señal de Radio Frecuencia (RFS).
- 60 6. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etiqueta de control portátil (PT) incluye un receptor de Radio Frecuencia dispuesto para recibir una señal de Radio Frecuencia de un transmisor externo de Radio Frecuencia.
7. Sistema de localización zonal de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etiqueta de control portátil (PT) está dispuesta para recibir una solicitud de localización en dicha señal de Radio Frecuencia del transmisor externo de Radio Frecuencia.
8. Sistema de localización zonal de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etiqueta de control portátil (PT) está dispuesta para activar el receptor de ultrasonidos (USR) en respuesta a dicha solicitud.
- 65 9. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el receptor de Radio Frecuencia (RFR) y los transmisores de ultrasonidos (S1, S2, S3) son

componentes fijos, y en donde el procesador (P) está conectado, de forma operativa, al receptor de Radio Frecuencia por medio de una conexión de Radio Frecuencia inalámbrica.

- 5
10. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo una pluralidad de etiquetas de control portátil (PT) cada una de ellas con un código de identificación único asociado (PTID).
11. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3) se corresponde con habitaciones de una construcción (B).
- 10
12. Sistema de localización zonal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos unos transmisores de ultrasonidos primero y segundo, espacialmente distanciados, están situados en, al menos, una de las zonas del conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3), y en donde la etiqueta de control portátil (PT) está dispuesta para recibir una primera señal de ultrasonidos del segundo transmisor de ultrasonidos.
- 15
13. El uso de un procedimiento acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1-12 para localizar personas.
14. El uso de un procedimiento acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1-12 para localizar objetos.
15. Procedimiento para la determinación de en qué zona de un conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3) está presente una etiqueta de control portátil (PT), incluyendo dicho procedimiento
- 20
- Transmisión de una señal de ultrasonido en un canal de ultrasonido desde un conjunto de emisoras de ultrasonidos (S1, S2, S3) de los que, al menos uno, está ubicado en cada una de las zonas del conjunto predeterminado de zonas (Z1, Z2, Z3)
 - Recepción de la señal de ultrasonido (US) en la etiqueta de control portátil (PT),
 - Determinación de una intensidad del ultrasonido (US) recibido
 - Determinación de una intensidad del ultrasonido (US) recibido, y generación de un primer valor de datos (D1) basado en dicha intensidad,
 - Determinación de un parámetro de efecto Doppler basado en la señal de ultrasonido (US) recibida, y generación de un segundo valor de datos (D2) basado en dicho parámetro de efecto Doppler,
 - Transmisión de una señal de Radio Frecuencia (RFS) desde la etiqueta de control portátil, incluyendo un código (PTID) que identifica la etiqueta de control portátil, y los valores de datos primero y segundo (D1, D2),
 - Recepción de la señal de RF (RFS) desde la etiqueta de control portátil (PT),
 - Identificación de la etiqueta de control portátil (PT) basada en el código de identificación (PTID),
 - Determinación de en qué zona (Z2) está presente la etiqueta de control portátil (PT) por la detección de qué emisora del conjunto de emisoras de ultrasonidos (S1, S2, S3) es capaz de establecer una comunicación con la etiqueta de control portátil (PT) en el canal de ultrasonidos, y
 - Determinación de una posición (POS) dentro de dicha zona, basada en el primer valor de datos (D1) y datos relativos a la posición proporcionados por la integración de una velocidad basada en el segundo valor de datos (D2).
- 25
- 30
- 35
- 40



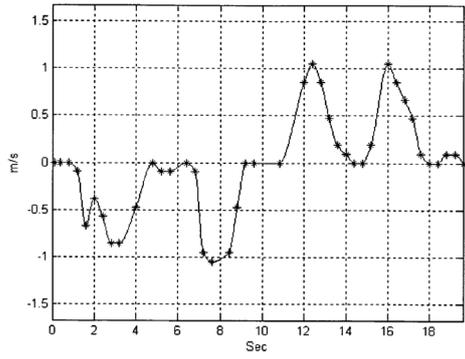


Fig. 2

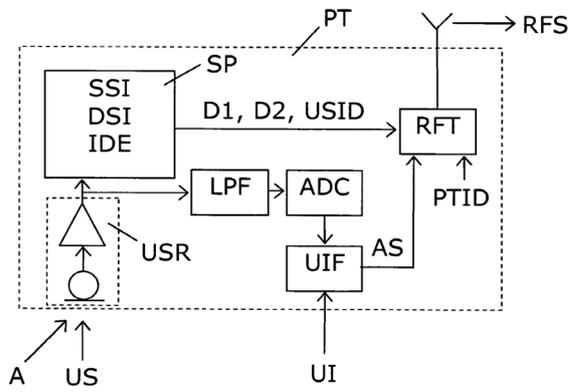


Fig. 3

5

