

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 872 404**

51 Int. Cl.:

G07C 1/22 (2006.01)

G07C 1/24 (2006.01)

G07C 9/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2016 E 16196722 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3316225**

54 Título: **Módulo de transpondedor para la determinación del tiempo de paso en un sistema de medición revestimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2021

73 Titular/es:

**SWISS TIMING LTD. (100.0%)
Rue de l'Envers 1
2606 Corgémont, CH**

72 Inventor/es:

**GALLI, RETO;
CHOFFAT, FRÉDÉRIC;
ZANETTA, ANDRÉ y
KLOHR, NIKIAS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 872 404 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).

DESCRIPCIÓN

Módulo de transpondedor para la determinación del tiempo de paso en un sistema de medición revestimiento

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un módulo de transpondedor para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso para una competición deportiva en un sistema de medición del tiempo de paso.

10 La invención se refiere igualmente a un sistema de medición o determinación de por lo menos un tiempo de paso, que incluye por lo menos un módulo de transpondedor llevado por un objeto en movimiento.

La invención se refiere igualmente al procedimiento de determinación de un tiempo de paso para el accionamiento del módulo de transpondedor del sistema de medición.

15 Antecedentes de la invención

Para la determinación de un tiempo de paso, se conocen varios sistemas de cronometraje con la utilización de varios módulos de transpondedor activos y que son llevados cada uno por un competidor respectivo. Estos sistemas de cronometraje generalmente utilizan una antena dispuesta en el suelo cerca de una línea de paso, tal como una línea de meta y que transmite una señal de baja frecuencia, tal como una frecuencia del orden de 125 kHz. Esta señal de baja frecuencia permite activar cada módulo de transpondedor que se acerca a una cierta distancia de la línea de paso. Una vez que el módulo de transpondedor se activa, se conocen dos implementaciones diferentes del sistema de cronometraje, que se describen brevemente más adelante en este documento.

Según una primera implementación, el módulo de transpondedor activado utiliza una comunicación de alta frecuencia, por ejemplo, del orden de 6,8 MHz, para comunicar con una estación base del sistema de cronometraje. Transmite mensajes, que contienen especialmente su código de identificación y varias otras informaciones en un intervalo de tiempo variable según el protocolo Aloha. Este protocolo Aloha es muy conocido en este campo técnico desde los años 1970 y se describe en el sitio de Internet <https://en.wikipedia.org/wiki/ALOHA>. Permite que varios módulos de transpondedor transmitan información en el mismo canal de comunicación, pero a intervalos aleatorios.

Al nivel de una línea de paso para la medición de un tiempo, está prevista una antena en el suelo o en los lados, que puede recibir especialmente el mensaje de un código de identificación desde el módulo de transpondedor. Esta antena en el suelo o en los lados puede ser la misma antena que se utiliza para activar el módulo de transpondedor. Desde la recepción del mensaje por la antena en el suelo o en los lados, un descodificador se conecta a la antena. Este descodificador asigna un sello temporal al mensaje recibido y mide igualmente la fuerza RSSI de la señal recibida. Esta fuerza de la señal captada sigue una curva típica o teórica como se representa en la figura 3. Así, la curva depende de la orientación del módulo de transpondedor y de la antena receptora, teniendo en cuenta los tres ejes de medición. Sobre la base de esta curva, el descodificador puede determinar el tiempo exacto del paso del competidor con su módulo de transpondedor utilizando un algoritmo dedicado específico para una competición deportiva. Una implementación de este tipo se describe especialmente en las solicitudes de patentes US 2006/0097847 A1 y WO 02/21141 A1.

Según una segunda implementación, el módulo de transpondedor activado mide la fuerza del campo magnético de la señal de baja frecuencia transmitida por la antena en el suelo o en los lados, que es la antena para activar el módulo de transpondedor. Las mediciones de la fuerza del campo magnético se efectúan según una o varias direcciones a intervalos regulares. Los resultados de la medición son enviados por el módulo de transpondedor utilizando una comunicación de frecuencia ultra alta UHF, por ejemplo, a 868 MHz o 915 MHz. Estos resultados de la medición son recibidos por una segunda antena de un descodificador. Uno o varios puntos de medición pueden estar contenidos en la señal de datos UHF transmitida por el módulo de transpondedor. Puede haber igualmente información redundante en la señal UHF transmitida.

Desde la recepción de la señal UHF de datos, el descodificador asigna un sello temporal preciso del mensaje recibido. Como se ha descrito antes en este documento con referencia a la figura 3, con el módulo de transpondedor pasando cerca o sobre la antena en el suelo, la fuerza del campo magnético medida por el módulo de transpondedor sigue una curva típica o teórica. La fuerza del campo medida depende de la orientación del módulo de transpondedor, así como de la antena emisora. Sobre la base de esta curva, el descodificador puede determinar el tiempo exacto de paso sobre la línea de paso utilizando un algoritmo dedicado específico de una competición deportiva. Una implementación de este tipo se describe especialmente en la patente EP 1 447 681 B1 y en las solicitudes de patente CH 707 401 A2, EP 2 747 036 A1 y EP 3 073 447 A1.

Para obtener una buena precisión en la detección del tiempo de paso, se debe suministrar un gran número de puntos de datos al descodificador. Así, varios mensajes de medición deben ser enviados desde el módulo de transpondedor al descodificador. Esto limita el número de módulos de transpondedor que se pueden tratar en

paralelo. Además, esto aumenta el ancho de banda de radio, que se utiliza para transmitir toda esta información, lo cual no es ventajoso.

Si los mensajes se pierden durante la comunicación HF o UHF, las curvas de fuerza del campo están incompletas y el algoritmo puede detectar el paso únicamente con una precisión reducida.

La solicitud de patente JP 2002-228777 A describe un sistema de medición del tiempo de un objeto en movimiento, especialmente para una carrera de caballos, bicicletas o coches. Un campo magnético es generado por bobinas dispuestas debajo de la tierra del campo de carreras de las líneas de paso para permitir obtener un tiempo de paso sobre la base de un valor de pico de la intensidad del campo magnético medido por un módulo de transpondedor dispuesto sobre el objeto en movimiento. Tres captadores magnéticos pueden estar previstos en el módulo de transpondedor para medir el campo magnético a lo largo de los tres ejes de medición. También se puede definir un intervalo de tiempo para la detección de dos valores pico en dos líneas de paso sucesivas. Los datos de la medición del valor del pico del campo magnético se memorizan en el módulo de transpondedor y pueden ser transmitidos a la llegada de la carrera a un descodificador para determinar los tiempos intermedios y un tiempo final de la carrera del objeto en movimiento.

En esta solicitud de patente JP 2002-228777 A, no está previsto efectuar mediciones de varios puntos del campo magnético en el módulo de transpondedor y reconstruir la curva del campo magnético con el fin de determinar con precisión el tiempo de paso en el módulo de transpondedor. Además, el módulo de transpondedor no transmite el resultado del tiempo de paso determinado especialmente sobre la línea de llegada según el protocolo Aloha a un descodificador de llegada, lo que constituye un inconveniente. Además, el descodificador de llegada no es capaz de procesar en paralelo la información de un gran número de módulos de transpondedor que pasen en el mismo momento sobre la línea de paso, lo que constituye otro inconveniente. En la solicitud de patente EP 2 747 036 A1, se describe un módulo de transpondedor que incluye un microcontrolador que tiene una base de tiempo. El microcontrolador es capaz de recibir varias señales cerca de una línea de paso y de determinar el tiempo de paso utilizando las mediciones de las intensidades de las señales recibidas.

En la solicitud de patente EP 3 073 447 A1 se divulga un módulo de transpondedor que incluye un microcontrolador que tiene una base de tiempo. El microcontrolador es capaz de recibir varias señales al lado de una línea de paso y de enviar las mediciones de las intensidades de las señales recibidas a una unidad de descodificación.

Ningún sistema del estado de la técnica permite tener en cuenta el tiempo de llegada con un tratamiento preciso y sencillo para que un gran número de módulos de transpondedor se identifiquen por separado y puedan pasar en el mismo instante de la carrera sobre la línea de paso.

Resumen de la invención

La invención tiene por lo tanto por objetivo superar los inconvenientes del estado de la técnica mencionada antes proponiendo un módulo de transpondedor dispuesto sobre un objeto en movimiento de un sistema de medición de un tiempo de paso para la determinación precisa de un tiempo de paso sobre una línea de paso.

A este efecto, la invención se refiere a un módulo de transpondedor dispuesto sobre un objeto en movimiento para determinar por lo menos un tiempo de paso sobre una línea de paso, que incluye las características definidas en la reivindicación independiente 1.

Formas de realización particulares del módulo de transpondedor se definen en las reivindicaciones subordinadas 2 a 7.

Una ventaja del módulo de transpondedor dispuesto sobre un objeto en movimiento en una competición deportiva reside en el hecho de que como la medición del tiempo de paso se determina directamente en el módulo de transpondedor por la reconstrucción de la curva del campo magnético sobre la base de los diferentes puntos de medición, la cantidad de datos transmitidos por el módulo de transpondedor se reduce considerablemente. Esto aumenta igualmente el número de módulos de transpondedor, que pueden ser procesados en paralelo por la unidad de decodificación del sistema de medición. Por ejemplo, un centenar de módulos de transpondedor activados pueden ser procesados en paralelo. Además, esto reduce el ancho de banda de radio utilizado para la comunicación.

De forma ventajosa, la transmisión del resultado de la medición del tiempo de paso se puede efectuar a intervalos regulares a continuación de la recepción de la señal del campo electromagnético de activación y sincronización, o a intervalos variables según el protocolo Aloha.

De forma ventajosa, la pérdida de mensajes UHF durante la transmisión de señales del módulo de transpondedor no reduce la precisión de la determinación de un tiempo de carrera del sistema de medición. Todos los puntos de datos están siempre disponibles para la detección en el sistema de medición, ya que es el módulo de transpondedor el que

determina el tiempo de paso sobre la línea de paso. Esto puede resultar especialmente ventajoso en entornos de radio difíciles.

5 De forma ventajosa, como la comunicación por radio causa un consumo de energía importante en el módulo de transpondedor mayor que el cálculo propiamente dicho por el algoritmo dedicado, se puede aumentar la vida útil de la batería del módulo de transpondedor. Esto se debe al hecho de que pocos mensajes de datos son transmitidos por el módulo de transpondedor a la unidad de decodificación. Además, el microprograma del módulo de transpondedor se puede actualizar fácilmente.

10 A este efecto, la invención se refiere igualmente a un sistema de medición de por lo menos un tiempo de paso de por lo menos un módulo de transpondedor para la medición de un tiempo de paso sobre una línea de paso, que incluye las características definidas en la reivindicación independiente 8.

15 Formas de realización particulares del sistema de medición se definen en las reivindicaciones subordinadas 9 a 14.

A este efecto, la invención se refiere también a un procedimiento para la determinación de un tiempo de paso para poner en marcha por lo menos un módulo de transpondedor de un sistema de medición, que incluye las características definidas en la reivindicación independiente 15.

20 Las etapas particulares del proceso se definen en las reivindicaciones subordinadas 16 a 19.

Breve descripción de los dibujos

25 Los objetivos, ventajas y características del módulo de transpondedor dispuesto sobre un objeto en movimiento en un sistema de medición automatizado, el sistema y el procedimiento para la determinación de un tiempo de paso, por el accionamiento del módulo de transpondedor según la invención, se pondrán mejor de manifiesto en la siguiente descripción de por lo menos una forma de realización no limitativa ilustrada por los dibujos en los cuales:

30 la figura 1 representa esquemáticamente un sistema de medición automatizado, que incluye varios módulos de transpondedor para la implementación de un procedimiento para la medición de por lo menos un tiempo de paso sobre una línea de paso en una competición deportiva según la invención.

35 la figura 2 representa una forma de realización de un módulo de transpondedor para la determinación de por lo menos un tiempo de paso sobre una línea de paso según la invención, y

la figura 3 representa un gráfico de la forma del campo magnético medido según las tres direcciones espaciales en el momento del paso de la línea de paso.

Descripción detallada de la invención

40 En la siguiente descripción, todos los elementos del sistema de medición y del módulo de transpondedor para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso, que son muy conocidos por los expertos en la materia en este campo técnico, se describirán de una forma simplificada.

45 La figura 1 representa esquemáticamente un sistema de medición automatizado 1, que puede ser utilizado en cualquier tipo de competición deportiva principalmente para determinar un tiempo de carrera o igualmente un orden de paso de un objeto en movimiento. Este sistema de medición 1 se puede utilizar, por ejemplo, para una competición de atletismo, una carrera de bicicletas, una carrera de caballos, una carrera de coches u otra competición deportiva. Este objeto en movimiento puede ser un competidor, un caballo, una bicicleta, un vehículo.

50 El sistema de medición 1 incluye preferiblemente por lo menos una unidad de emisión 2 para la generación de una señal, especialmente a baja frecuencia LF, que es una señal de campo electromagnético emitida por una antena de emisión 3 dispuesta en el suelo o sobre el suelo o a los lados de la línea o por encima. Preferiblemente, puede estar centrada sobre una línea de paso 6, que puede ser una línea de paso intermedia o una línea de meta. El sistema incluye igualmente uno o varios módulos de transpondedor 10, definidos como TAG1, TAG2, TAG3, TAG4 que pueden estar dispuestos cada uno sobre un objeto en movimiento, tal como un competidor o una bicicleta o un coche o un caballo de carreras o bien otro animal. Cada módulo de transpondedor 10 está personalizado para el objeto sobre el cual está colocado. El sistema incluye finalmente una unidad de recepción o unidad de decodificación 4 para recibir por una antena de recepción 5 señales de alta frecuencia UHF transmitidas por los módulos de transpondedor activados para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso 6. La unidad de emisión 2 y la unidad de decodificación 4 están conectadas y controladas por una estación de procesamiento de datos 7.

65 Cabe señalar que la estación de procesamiento 7 puede ser utilizada para el procesamiento de las informaciones de la unidad de decodificación 4 y la visualización de los diferentes tiempos de los corredores, caballos o vehículos con su clasificación. La unidad de decodificación 4 también se puede utilizar para programar cada módulo de

transpondedor 10 como se explica más adelante en este documento mediante la transmisión de una señal de alta frecuencia con modulación numérica o GFSK de los datos o comandos. En esta figura 1 no se representa una posible segunda antena para efectuar una transmisión hacia el módulo de transpondedor. La señal transmitida por la unidad de decodificación 4 también se puede utilizar para personalizar dicho módulo, por ejemplo, a un corredor respectivo. Además, la señal UHF transmitida por la unidad de decodificación 4 también puede permitir desactivar cada módulo de transpondedor una vez que la línea de paso 6 ha sido pasada por dicho objeto en movimiento con el módulo de transpondedor.

Cada módulo de transpondedor 10 que se aproxima a la línea de paso 6 puede ser activado por la señal de campo electromagnético generalmente de baja frecuencia. Además, para una sincronización del módulo de transpondedor 10, puede estar previsto también para transmitir una señal de campo electromagnético con una modulación de un comando de sincronización desde la antena 3 de la unidad de emisión 2, a continuación de la activación del módulo de transpondedor 10. El módulo de transpondedor personalizado 10 es preferiblemente un módulo de transpondedor del tipo activo, es decir provisto de una batería para la alimentación eléctrica de los componentes electrónicos que lo constituyen. En principio, para que funcione el algoritmo dedicado para determinar el tiempo de paso, el módulo de transpondedor debe ser del tipo activo. Sin embargo, para reducir su consumo eléctrico, generalmente se encuentra en modo de reposo.

Como se representa en la figura 1, el primer módulo de transpondedor TAG1 se encuentra sobre la línea de paso 6, que puede ser la línea de meta. Es activado y posiblemente sincronizado por la señal de baja frecuencia LF modulada de la antena de emisión 3. El segundo módulo de transpondedor TAG2 se encuentra a una distancia próxima a la antena de emisión 3 y puede ser activado por la señal de baja frecuencia LF. El tercer módulo de transpondedor TAG3 se encuentra a una gran distancia de la antena de emisión 3. De ese modo, el tercer módulo de transpondedor no puede ser activado por la señal de baja frecuencia LF y permanece en modo de reposo. El cuarto módulo de transpondedor TAG4 se muestra habiendo pasado la línea de meta y en este caso es capaz de recibir un comando de la unidad de decodificación 4 para desactivarlo y ponerlo en un modo de reposo. Sin embargo, el cuarto módulo de transpondedor TAG4 también se puede desconectar automáticamente después de varias repeticiones de mensajes sucesivos transmitidos. Este cuarto módulo de transpondedor TAG4 ha podido determinar el tiempo de paso en el módulo de transpondedor como se explica más adelante en este documento habiendo proporcionado el resultado a la unidad de decodificación 4 para determinar con precisión el tiempo de paso.

Una forma de realización del módulo de transpondedor 10, que se puede utilizar para cualquier tipo de competición deportiva, se representa en la figura 2. El módulo de transpondedor 10 puede incluir un receptor de señales 14, tales como señales de baja frecuencia, para recibir señales de baja frecuencia, tales como señales de campo electromagnético, por una antena 13. Esta antena de recepción 13 puede ser una antena preferiblemente triaxial.

Para reducir el consumo eléctrico del módulo de transpondedor, puede estar prevista una unidad de gestión de la potencia 18. La batería puede formar parte de esta unidad de gestión o estar conectada a ella. La unidad de gestión de la potencia 18 permite controlar la alimentación eléctrica de los componentes electrónicos del módulo de transpondedor, normalmente desde la recepción de un comando de activación y posiblemente de sincronización de una señal de baja frecuencia transmitida por la antena 3. Esta sincronización se puede obtener mediante una modulación, por ejemplo, de todo o nada.

El módulo de transpondedor 10 todavía incluye un emisor o emisor-receptor de alta frecuencia 16 para la transmisión de señales UHF por una antena 15 o un conjunto de antenas con acoplamiento electromagnético de una o varias señales de información. Estas señales de información se encuentran en una frecuencia portadora situada entre 300 MHz y 3000 MHz, o bien otras frecuencias fuera de esta banda de frecuencias. La señal o las señales de información son transmitidas por comando de un microcontrolador 12 a la unidad de decodificación 4 del sistema de medición 1 de la figura 1. El módulo de transpondedor incluye todavía una base de tiempo 121 integrada en el microcontrolador 12, que se puede sincronizar mediante la señal de campo electromagnético LF modulada y captada. Una memoria 122 del microcontrolador 12 permite memorizar todas las medidas o fuerzas del campo electromagnético captado por la antena 13 triaxial.

El módulo de transpondedor puede incluir todavía un sensor de movimiento 11, tal como un acelerómetro para facilitar y mejorar la determinación de un tiempo de carrera. Este sensor de movimiento 11 está conectado al microcontrolador 12. En el caso de una competición deportiva, tal como una carrera de bicicletas en pista, la línea de paso puede incluir una banda de un cierto grosor. El sensor de movimiento del módulo de transpondedor dispuesto sobre el cuadro de la bicicleta puede detectar una variación brusca del movimiento tras el choque de la rueda de la bicicleta sobre dicha banda de paso. De ese modo, puede proporcionar información en una señal UHF transmitida por el módulo de transpondedor 10.

El receptor de señales de baja frecuencia 14 del módulo 10 de transpondedor está conectado al microcontrolador 12 y a la unidad de gestión de la potencia 18. En la salida, el receptor todavía posiblemente puede estar conectado a un amplificador 17, que proporcione una señal de recepción amplificada al microcontrolador 12 para la medición del

nivel del campo captado por el módulo de transpondedor. Esto permite aumentar la dinámica de medición. De este modo es posible captar señales muy pequeñas a baja frecuencia o señales muy fuertes a baja frecuencia.

Una vez activado, el módulo de transpondedor 10 puede medir mediante la antena triaxial 13 uno o varios grupos sucesivos de mediciones de intensidad del campo electromagnético captado. Puede medir diferentes puntos de intensidad del campo electromagnético captado. Un grupo de mediciones de intensidad incluye tres medidas del campo electromagnético a lo largo de los ejes X, Y, Z, captadas por la antena triaxial 13 en un momento determinado una vez que la base de tiempo 121 del microcontrolador 12 esté activada y posiblemente sincronizada. Esta base de tiempo 121 comienza a contar el tiempo una vez activada. Cada grupo de mediciones de intensidad del campo electromagnético define un paquete de datos o un punto de datos relacionado con cada tiempo de medición determinado. Estas mediciones a lo largo de los tres ejes de medición generalmente están definidas mediante un circuito de indicación de la fuerza de la señal recibida. Cada grupo de mediciones de intensidad obtenidas se puede memorizar en la memoria 122 del microcontrolador 12 en el módulo de transpondedor 10. Preferiblemente, se obtienen dos, tres, cuatro o más grupos de mediciones de intensidad, por ejemplo, a intervalos de tiempo regulares o a intervalos de tiempo aleatorios, que se memorizan. Se puede contemplar un mayor número de mediciones de intensidad en el módulo de transpondedor para poder determinar con precisión el tiempo de paso mediante la reconstrucción de la curva del campo magnético o electromagnético en dicho módulo de transpondedor.

A título ilustrativo, la figura 3 representa un gráfico de la forma del campo magnético medido según las tres direcciones espaciales X, Y, Z, en el momento del paso de la línea de paso Lp. En función de la orientación del módulo de transpondedor, por ejemplo, como se muestra en la figura 3, el eje X es la dirección del movimiento del módulo de transpondedor y proporciona la curva X_T , el eje Z define la dirección vertical proporcionando la curva Z_T , y el eje Y proporciona la curva Y_T . Se pueden medir varios puntos de medición del campo electromagnético desde la activación del módulo de transpondedor 10 de la figura 2. Estos diferentes puntos de medición a lo largo de los tres ejes se memorizan en la memoria 122 del microcontrolador 12. Se puede calcular una reconstrucción de la curva del campo magnético en el microcontrolador 12, a fin de determinar con precisión el tiempo de paso en el módulo de transpondedor 10 según la base de tiempo 121 del microcontrolador 12.

El módulo de transpondedor 10 dispone de un algoritmo dedicado o microprograma en el microcontrolador 12 para determinar el tiempo preciso de paso de la línea de paso. Esta determinación del tiempo preciso se efectúa directamente en el circuito integrado del módulo de transpondedor 10 mediante la utilización del microprograma dedicado. Para esta determinación del tiempo, una vez activada su base de tiempo 121, el módulo de transpondedor analiza la curva medida del campo electromagnético sobre la base de varios puntos de medición de intensidad. Esto le permite determinar con precisión el tiempo de paso, a fin de enviar el resultado de esta determinación a la unidad de decodificación mediante una comunicación UHF. El valor de recuento del tiempo de la base de tiempo activada del módulo de transpondedor también se puede enviar con el tiempo de paso. Esto permite a la unidad de decodificación determinar con precisión el tiempo exacto de paso después de la conversión temporal.

La comunicación UHF para transmitir los resultados a la unidad de descodificación puede utilizar uno o varios canales UHF usando saltos de frecuencia ("Frequency Hopping" en terminología anglosajona). Los saltos de frecuencia pueden ser de acuerdo con un esquema de saltos fijos o establecidos de forma aleatoria. La transmisión se puede sincronizar en el tiempo mediante la configuración del campo de activación LF, o puede ocurrir a intervalos aleatorios utilizando el protocolo Aloha. Para evitar colisiones con mensajes de otros módulos de transpondedor 10, utiliza el procedimiento "escuchar antes de hablar" LBT ("Listen Before Talk" en terminología anglosajona) de acuerdo con cualquier configuración. El módulo de transpondedor 10 repite un resultado transmitido, hasta que obtiene una confirmación de la unidad de descodificación utilizando un canal de retorno UHF (Uplink - enlace ascendente) o hasta que alcance un tiempo de muerto o una interrupción.

Según las figuras 1 y 2, el módulo de transpondedor 10 contiene por lo tanto su propia base de tiempos 121 y genera el resultado de la determinación de un tiempo de paso con relación a esta base de tiempos. Como se ha indicado anteriormente, puede enviar, con cada mensaje, a la unidad de descodificación 4, también el valor actual de su base de tiempo. La unidad de descodificación 4 asigna o atribuye un sello temporal a cada mensaje recibido del módulo de transpondedor. Este sello temporal se sincroniza preferiblemente con la hora del día. Mediante la utilización de un sello temporal, el valor actual de la base de tiempo del módulo de transpondedor 10 y el resultado transmitido por el módulo de transpondedor, la unidad de descodificación 4 puede calcular el tiempo preciso de paso con relación a su propia base de tiempos.

Para cada paso, el módulo de transpondedor 10 activado puede enviar tres mensajes. Un primer mensaje como un primer contacto después de la activación, un segundo mensaje como una predicción del paso justo antes del paso propiamente dicho de la línea de paso 6 de acuerdo con el resultado del algoritmo de detección, y un tercer mensaje con la hora exacta de paso, que también es el resultado del algoritmo de detección. El primer mensaje de contacto se utiliza para identificar un módulo de transpondedor 10 activado y cercano a la línea de paso 6. La predicción del paso se puede utilizar para detener el tiempo actual en un tablón de visualización o en un televisor de modo que nunca retroceda, una vez que se conoce el tiempo exacto de paso. El último o tercer mensaje con el tiempo de paso exacto se genera de 50 a 100 ms después del paso propiamente dicho de la línea de paso. Este último mensaje se

utiliza para determinar una clasificación final o como entrada para que un dispositivo de foto-acabado obtenga más rápidamente el resultado.

Cabe señalar que los algoritmos para detectar el tiempo de paso pueden cambiar por diversas razones, por ejemplo, en función de las orientaciones de las diferentes antenas utilizadas, de los movimientos del módulo de transpondedor que pasa por la antena. Por esto, es fundamental que el microprograma del módulo de transpondedor 10, que contiene dichos algoritmos, se actualice de una manera simple. Incluso teniendo este algoritmo en varios módulos de transpondedor, a veces más de 100 módulos de transpondedor, es posible que la unidad de descodificación 4 permita la actualización del microprograma de cada módulo de transpondedor 10 utilizando el mismo enlace de UHF, que aquél que se utiliza para conocer la recepción de los resultados. Un programa de arranque en la unidad de decodificación 4 puede estar previsto para la actualización del microprograma de cada módulo de transpondedor. De ese modo, un conjunto ilimitado de módulos de transpondedor 10 se puede actualizar simultáneamente. Principalmente esta actualización del microprograma o del algoritmo dedicado de cada módulo se puede efectuar antes del desarrollo de la competición deportiva.

Para actualizar el microprograma, la unidad de descodificación 4, o posiblemente un dispositivo de actualización dedicado de módulos de transpondedor 10, envía, después de la recepción de un primer mensaje de contacto, un comando especial de desbloqueo utilizando el canal de retorno (Uplink - enlace ascendente). A continuación, repite la transmisión del microprograma entero varias veces, y después de cada transmisión del microprograma, cada módulo de transpondedor 10 responde. Una vez que el módulo de transpondedor 10 está desbloqueado para la actualización, una confirmación de recepción del microprograma completo a la unidad de descodificación 4 o al dispositivo de actualización detiene la emisión del microprograma.

Todavía cabe señalar que en lugar de transmitir los resultados a la unidad de descodificación 4 de la figura 1 utilizando una comunicación propietaria UHF, el módulo de transpondedor 10 puede también estar conectado a una red de sensores utilizando cualquier tecnología normal de banda ancha, por ejemplo, UMTS / HSPA (3G), LoRa (LPWAN) u otras, como se utilizan en las aplicaciones de IoT (Internet de las cosas). En una solución de este tipo, el módulo de transpondedor 10 debe estar sincronizado a través de la red para enviar los resultados directamente con un sello temporal sincronizado con relación a la hora local del día o UTC. La sincronización puede ocurrir en el momento de la activación del módulo de transpondedor 10 por la señal de campo electromagnético transmitida por la antena 3 de la figura 1 con una modulación de sincronización con relación a la base de tiempo de la unidad de descodificación 4. Esta modulación en la señal de activación de 125 kHz puede ser efectuada por una modulación de todo o nada ("ON-OFF Keying" en terminología anglosajona).

Para esta modulación de la señal de campo electromagnético de activación, también se puede modular un código de identificación de la antena para definir de qué antena proviene la señal de campo electromagnético para el módulo de transpondedor que la detecta. Después de la emisión de los comandos de activación y de sincronización y a continuación la emisión de datos, la señal de campo electromagnético generado LF ya no varía en frecuencia ni en amplitud para permitir la medición de la intensidad del campo electromagnético por cada módulo con transpondedor activado.

Como se ha indicado anteriormente, la base de tiempo 121 en el microcontrolador 12 del módulo de transpondedor 10 de la figura 2, se puede sincronizar una vez activado a la base de tiempo de la unidad de descodificación para proporcionar un tiempo de paso preciso transmitido por el módulo de transpondedor. Esta sincronización se puede transmitir mediante una modulación del tipo todo o nada en la señal de campo electromagnético de baja frecuencia LF.

Se proporciona todavía más adelante en este documento una explicación para comprender bien la forma de determinar el tiempo preciso del paso sobre la línea de paso 6 por medio de las mediciones efectuadas en el módulo de transpondedor 10. En primer lugar, se debe señalar que no es necesario transmitir el tiempo actual de la carrera al módulo de transpondedor 10 para la determinación de un tiempo de paso en dicho módulo. El sistema de medición 1 está diseñado para que pueda trabajar sin una comunicación de retorno (Uplink - enlace ascendente) de la unidad de descodificación 4 al módulo de transpondedor 10.

Cada módulo de transpondedor 10 tiene su propia base de tiempo 121, que comienza a contar desde el momento de la activación del módulo de transpondedor. El algoritmo en el módulo de transpondedor 10 calcula el tiempo de paso con relación a su propia base de tiempo 121. Cuando transmite el resultado a la unidad de descodificación 4, transmite el tiempo de paso T_p más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada, cuando envía el mensaje T_s . La transmisión del mensaje lleva un tiempo fijo conocido T_v , que es el tiempo de vuelo de la señal UHF del módulo de transpondedor 10 a la unidad de decodificación 4. La unidad de descodificación 4 asigna o atribuye un sello temporal, que se sincroniza con la hora del día T_{rt} de cada mensaje recibido. De ese modo, puede convertir el sello temporal del módulo de transpondedor 10 en un sello temporal de la hora del día T_{pt} según la siguiente fórmula:

$$T_{pt} = T_{rt} - T_v - (T_s - T_p) = T_{rt} - T_v - T_s + T_p$$

La ventaja de este sistema de medición del tiempo es que puede trabajar con una comunicación por radio en una única dirección del módulo de transpondedor 10 a la unidad de descodificación 4.

A título de ejemplo numérico para comprender el funcionamiento, el módulo de transpondedor 10 se activa y su base de tiempo comienza en 0 s. Por ejemplo, 600 ms más tarde, pasa la línea de meta. Aproximadamente 50 ms más tarde, el algoritmo que analiza la curva detecta que la línea de paso ha sido cruzada y calcula sobre la base de todos los datos, que han sido tomados desde la activación del módulo de transpondedor 10, el tiempo de paso a través de la base de tiempo del módulo de transpondedor 10. Esto quiere decir que calcula el tiempo de paso, por ejemplo, en 599 ms.

Después de eso, el módulo de transpondedor 10 envía el mensaje del resultado del tiempo de paso determinado con el tiempo de paso T_p igual a 599 ms y el tiempo de transmisión T_s igual a 650 ms. La unidad de descodificación 4 recibe este mensaje, por ejemplo, a las 14 h 1 min 32 s, con el tiempo de transmisión UHF o tiempo de vuelo T_v , que es de 2 ms. Según el cálculo siguiente, esto da:

$$T_{pt} = T_{rt} - T_v - T_s + T_p = 14 \text{ h } 1 \text{ min } 32 \text{ s} - 2 \text{ ms} - 650 \text{ ms} - 599 \text{ ms} = 14 \text{ h } 1 \text{ min } 31 \text{ s } 947 \text{ ms}$$

Para asegurarse de que la información ha sido recibida por la unidad de descodificación 4, el módulo de transpondedor 10 repite el resultado 14 ms después y envía:

T_p igual a 599 ms (ídem porque el mismo paso) y T_s igual a 664 ms (ha cambiado porque es 14 ms más tarde).

El decodificador recibe este mensaje a las 14 h 1 min 32 s 14 ms y calcula:

$$T_{pt} = T_{rt} - T_v - T_s + T_p = 14 \text{ h } 1 \text{ min } 32 \text{ s } 14 \text{ ms} - 2 \text{ ms} - 664 \text{ ms} + 599 \text{ ms} = 14 \text{ h } 1 \text{ min } 31 \text{ s } 947 \text{ ms}$$

Esto corresponde al mismo resultado que antes, por lo que la unidad de descodificación 4 sabe que es una información redundante. El resultado calculado en el módulo de transpondedor 10 generalmente se transmite repetidamente hasta que la unidad de descodificación 4 le diga que se detenga mediante una comunicación de retorno (Uplink - enlace ascendente) o que ocurra una interrupción.

Cabe señalar que, según una variante del sistema de medición de un tiempo de paso, el módulo de transpondedor 10 puede igualmente transmitir únicamente el tiempo desde el paso T_{sp} , que es igual a $T_s - T_p$ en lugar de dos informaciones separadas. El cálculo en la unidad de decodificador 4 se convertiría en lo siguiente:

$$T_{pt} = T_{rt} - T_v - T_s - T_{sp}$$

Junto con esto, esto proporciona la ventaja de que se transmitirá menos información del módulo de transpondedor 10 a la unidad de descodificación 4. El consumo eléctrico del módulo de transpondedor, por lo tanto, se reduce mucho en comparación con el funcionamiento de los sistemas de medición del estado de la técnica.

Para el procedimiento de determinación de un tiempo de paso, el módulo de transpondedor 10 en primer lugar debe ser activado por la detección del campo electromagnético de baja frecuencia LF de la antena 3 de la figura 1. A continuación el módulo de transpondedor 10 activado puede medir varias intensidades sucesivas del campo electromagnético captado a fin de reconstruir la curva de campo electromagnético o magnético directamente en el módulo de transpondedor. De esta manera, puede determinar directamente el tiempo de paso. Este tiempo de paso se determina en función de la base de tiempo del módulo de transpondedor. El resultado del cálculo de este tiempo de paso es a continuación transmitido por el módulo de transpondedor a la unidad de descodificación 4 del sistema de medición 1. Igualmente es transmitido por el módulo de transpondedor en el mismo mensaje, el valor de la base de tiempo del módulo de transpondedor 10, que se puede sincronizar en el momento de la activación. Se efectúa una adaptación temporal en la unidad de descodificación 4 para determinar de forma precisa y fácilmente el tiempo de paso exacto que sigue al mensaje recibido del módulo de transpondedor.

A partir de la descripción que se acaba de hacer, diversas variantes del módulo de transpondedor, del sistema y del procedimiento de determinación de por lo menos un tiempo de paso de una línea de pasa en una competición deportiva pueden ser diseñadas por las personas expertas en la materia sin por ello apartarse del ámbito de la invención definido por las reivindicaciones. También es posible imaginar que el módulo de transpondedor se active antes de la detección de la señal del campo electromagnético de baja frecuencia.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de transpondedor (10) destinado a ser dispuesto sobre un objeto en movimiento para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso (6) para una competición deportiva de un sistema de medición (1), el sistema incluyendo por lo menos una unidad de emisión (2) de una señal de campo electromagnético de baja frecuencia (LF) por una antena (3) dispuesta al nivel de la línea de paso (6) y una unidad de descodificación (4) para recibir por lo menos una señal de medición del módulo de transpondedor activado en la proximidad de la línea de paso, el módulo de transpondedor incluyendo un receptor de señales de baja frecuencia (14) para recibir la señal del campo electromagnético (LF) por una antena de recepción (13) con el fin de ser activado por esta señal de campo electromagnético, un microcontrolador (12) que recibe una señal de recepción del receptor (14), por lo menos un emisor (16) en conexión con el microcontrolador (12) para la transmisión por una antena de alta frecuencia (15) de por lo menos un resultado de medición en una señal de medición de alta frecuencia, caracterizado por que el módulo de transpondedor (10) incluye una base de tiempo (121) en el microcontrolador (12), la base de tiempo (121) siendo activada después de la recepción por la antena de recepción (13) del receptor de señales de baja frecuencia (14) de la señal de campo electromagnético de baja frecuencia (LF) al nivel de una línea de paso (6) la señal de campo electromagnético incluyendo modulación de un comando de sincronización de manera que sincroniza la base de tiempo (121) del microcontrolador (12) del módulo de transpondedor (10) sobre la base de una base de tiempo de la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1), y por que el microcontrolador (12) una vez activado es capaz de medir varias intensidades sucesivas de la señal de campo electromagnético captado para reconstruir una curva del campo electromagnético y determinar un tiempo de paso directamente en el módulo de transpondedor (10) a través de su base de tiempo activada y sincronizada, a fin de transmitir a la unidad de descodificación (4) del sistema de medida (1) el resultado del tiempo de paso determinado por el microcontrolador (12) más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada cuando el mensaje que contiene el resultado es transmitido, dicha unidad de descodificación (4) estando instalada para asignar o atribuir un sello temporal, que está sincronizado con la hora del día de cada mensaje recibido del módulo de transpondedor (10) y para permitir a la unidad de descodificación (4) convertir el sello temporal del módulo de transpondedor (10) en un sello temporal de la hora del día.
2. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que la antena de recepción (13) es una antena triaxial de manera que permite al microcontrolador medir varias intensidades sucesivas de la señal de campo electromagnético de baja frecuencia captado según tres ejes de medición.
3. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que el microcontrolador (12) incluye una memoria (122) para memorizar todas las intensidades del campo electromagnético captado a fin de permitir al microcontrolador (12) reconstruir la curva del campo electromagnético y determinar el tiempo de paso sobre la línea de paso (6) del sistema de medición (1).
4. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que está destinado a transmitir a la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1) el valor de la base de tiempo (121) activada con el resultado del tiempo de paso determinado por el microcontrolador (12).
5. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que un algoritmo dedicado o microprograma se memoriza en el microcontrolador (12) para permitir la determinación del tiempo de paso por medio de su base de tiempo (121) activada.
6. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 5 caracterizado por que el módulo de transpondedor comprende un emisor - receptor (16) para recibir por la antena de alta frecuencia (15), una vez activado, una señal de actualización del algoritmo o del microprograma por la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1) o mediante un dispositivo de actualización dedicado.
7. Módulo de transpondedor (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que está previsto para transmitir varias veces el resultado del tiempo de paso determinado en el microcontrolador (12) a intervalos de tiempo regulares o a intervalos de tiempo aleatorios para la unidad de descodificación (4) del sistema de medición, hasta recibir una confirmación de la unidad de descodificación utilizando un canal de UHF por la antena de alta frecuencia (15) de un emisor - receptor (16) del módulo de transpondedor (10), o hasta que se alcance un tiempo muerto o deje de transmitir.
8. Sistema de medición (1) de por lo menos un tiempo de paso, que incluye por lo menos un módulo de transpondedor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso (6), dicho módulo de transpondedor (10) siendo llevado por un objeto en movimiento, el sistema incluyendo por lo menos una unidad de emisión (2) de una señal de campo electromagnético de baja frecuencia (LF) por una antena de emisión (3) dispuesta al nivel de la línea de paso (6) y una unidad de descodificación (4) para por lo menos recibir por lo menos una señal de medición del módulo de transpondedor activado en la proximidad de la línea de paso, el módulo de transpondedor incluyendo un receptor de señales de baja frecuencia (14) para recibir la señal de campo electromagnético (LF) por una antena de recepción (13) a fin de ser activado por esta señal de campo electromagnético, un microcontrolador (12) que recibe una señal de recepción

del receptor (14), por lo menos un emisor (16) en conexión con el microcontrolador (12) para la transmisión por una antena de alta frecuencia (15) de por lo menos un resultado de la medición en una señal de medición de alta frecuencia, caracterizado por que cada módulo de transpondedor (10) comprende una base de tiempo (121) en el microcontrolador (12), la base de tiempo (121) se activa a partir de la recepción por dicho receptor de señales de baja frecuencia (14) del módulo de transpondedor (10), de la señal de campo electromagnético generado por la antena de transmisión (3), al nivel de una línea de paso (6), la señal de campo electromagnético incluyendo la modulación de un comando de sincronización de manera que sincroniza la base de tiempo (121) del microcontrolador (12) del módulo de transpondedor (10) sobre la base de una base de tiempo de la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1), por que el microcontrolador (12) una vez activado es capaz de medir varias intensidades sucesivas de la señal de campo electromagnético captado para reconstruir una curva del campo electromagnético y determinar un tiempo de paso directamente en el módulo de transpondedor (10) a través de su base de tiempo activada y sincronizada, a fin de transmitir a la unidad de descodificación (4) del sistema de medida (1) una señal del resultado del tiempo de paso determinado por el microcontrolador (12) más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada cuando el mensaje que contiene el resultado es transmitido, y por que la unidad de descodificación (4) asigna un sello temporal a la señal del resultado del tiempo de paso recibido del módulo de transpondedor (10) más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada, para permitir a la unidad de descodificación (4) convertir el sello temporal del módulo de transpondedor (10) en un sello temporal de la hora del día y para determinar el tiempo de paso exacto sobre la base de una base de tiempo de la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1).

9. Sistema (1) de medición según la reivindicación 8 caracterizado por que el módulo de transpondedor está destinado a transmitir a la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1) una señal del valor de su base de tiempo (121) activada con el resultado del tiempo de paso determinado por el microcontrolador (12) en el módulo de transpondedor (10).

10. Sistema de medición (1) según la reivindicación 9 caracterizado por que la unidad de descodificación (4) está destinada a recibir la señal de medición del módulo de transpondedor (10) y a convertir un sello temporal de la base de tiempo (121) del módulo de transpondedor (10) en un sello temporal de la hora del día o del tiempo de carrera.

11. Sistema de medición (1) según la reivindicación 8 caracterizado por que la unidad de descodificación (4) está instalada para transmitir por la antena de alta frecuencia (5) una señal de UHF para la actualización de un algoritmo dedicado o microprograma recibida por la antena de alta frecuencia (15) de un emisor - receptor (16) del módulo de transpondedor (10).

12. Sistema de medición (1) según la reivindicación 8 caracterizado por que la unidad de descodificación (4) está instalada para transmitir por un canal de UHF a la antena de alta frecuencia (15) de un emisor - receptor (16) del módulo de transpondedor (10), una confirmación de buena recepción de la señal de medición.

13. Sistema de medición (1) según la reivindicación 12 caracterizado por que la unidad de descodificación (4) transmite una señal de interrupción para colocar el módulo de transpondedor (10) en un modo de reposo después de la recepción de la señal de medición del módulo de transpondedor (10).

14. Sistema de medición (1) según la reivindicación 8 caracterizado por que el módulo de transpondedor (10) y la unidad de descodificación (4) están instalados para efectuar una comunicación UHF mediante la utilización de saltos de frecuencia especialmente para la transmisión de una señal de medición del resultado del tiempo de paso o de una repetición de la señal del resultado del tiempo de paso transmitida desde el módulo transpondedor (10).

15. Procedimiento de medición de por lo menos un tiempo de paso en un sistema de medición (1) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, el sistema de medición (1) incluyendo por lo menos un módulo de transpondedor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para la determinación de un tiempo de paso sobre una línea de paso (6), el procedimiento comprendiendo las etapas que consisten en:

- generar una señal de campo electromagnético (LF) por una unidad de emisión (2) del sistema de medición (1),

- activar el módulo de transpondedor personalizado (10) desde la recepción por dicho receptor de señales de baja frecuencia (14) de la señal de campo electromagnético (LF) antes de cruzar la línea de paso, la señal de campo electromagnético incluyendo la modulación de un comando de sincronización para sincronizar una base de tiempo (121) de un microcontrolador (12) del módulo transpondedor (10) sobre la base de una base de tiempo de la unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1),

- medir varias intensidades de la señal del campo electromagnético (LF) en el módulo transpondedor una vez activado,

- determinar directamente en el módulo de transpondedor por la reconstrucción de una curva de campo electromagnético en el módulo de transpondedor (10), que incluye la base de tiempo (121) activada desde la activación del módulo de transpondedor, un tiempo de paso del módulo de transpondedor sobre la línea de paso, y

5 - transmitir por el módulo transpondedor (10) una señal del resultado de la determinación del tiempo de paso más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada a una unidad de descodificación (4) del sistema de medición (1) para asignar un sello temporal a la señal del resultado recibido del módulo de transpondedor (10) más el valor del tiempo de conteo de su base de tiempo activada y para convertir el sello temporal del módulo transpondedor (10) en un sello temporal de la hora del día para la determinación precisa del tiempo de paso de la
10 línea de paso.

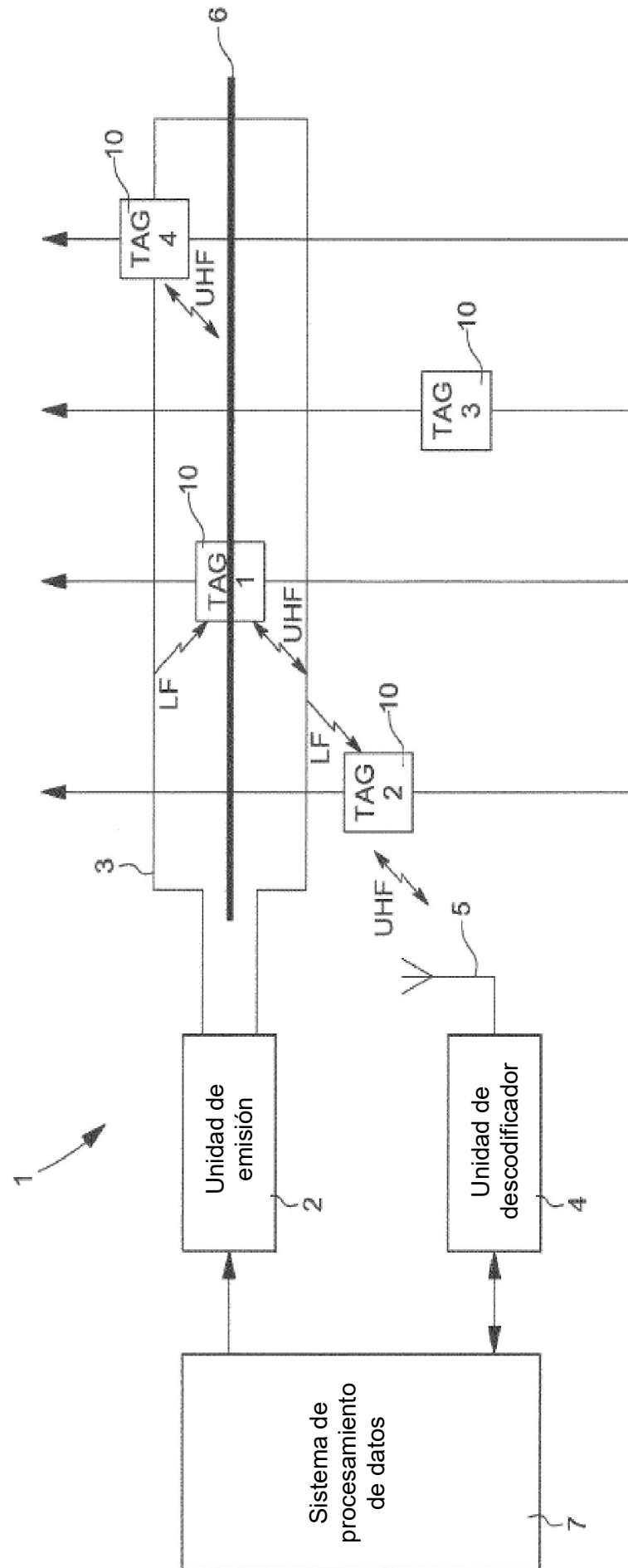
16. Procedimiento de medición según la reivindicación 15 caracterizado por que el módulo de transpondedor (10) activado envía un primer mensaje por un emisor - receptor (16) a la unidad de descodificación (4) como un primer contacto después de la activación, un segundo mensaje como una predicción del paso justo antes del paso
15 propiamente dicho de la línea de paso (6), y un tercer mensaje con el tiempo de paso exacto determinado en el módulo transpondedor.

17. Procedimiento de medición según la reivindicación 16 caracterizado por que la predicción del paso de la línea del segundo mensaje se utiliza en la unidad de descodificación (4) para detener un tiempo de carrera sobre un dispositivo de visualización, y para evitar el retorno hacia atrás del tiempo de la carrera cuando se conoce el tiempo
20 exacto del paso.

18. Procedimiento de medición según la reivindicación 16 caracterizado por que el módulo de transpondedor (10) transmite varias veces a intervalos temporales regulares o aleatorios, la señal del resultado del tiempo de paso con el valor de su base de tiempo (121) activada hasta la recepción por un canal UHF de la confirmación de
25 recepción de la unidad de descodificación (4).

19. Procedimiento de medición según la reivindicación 16 caracterizado por que la unidad de descodificación (4) transmite por un canal UHF al módulo de transpondedor (10) una señal de actualización del algoritmo dedicado o del microprograma para la determinación en el microcontrolador (12) del tiempo de paso.
30

Fig. 1



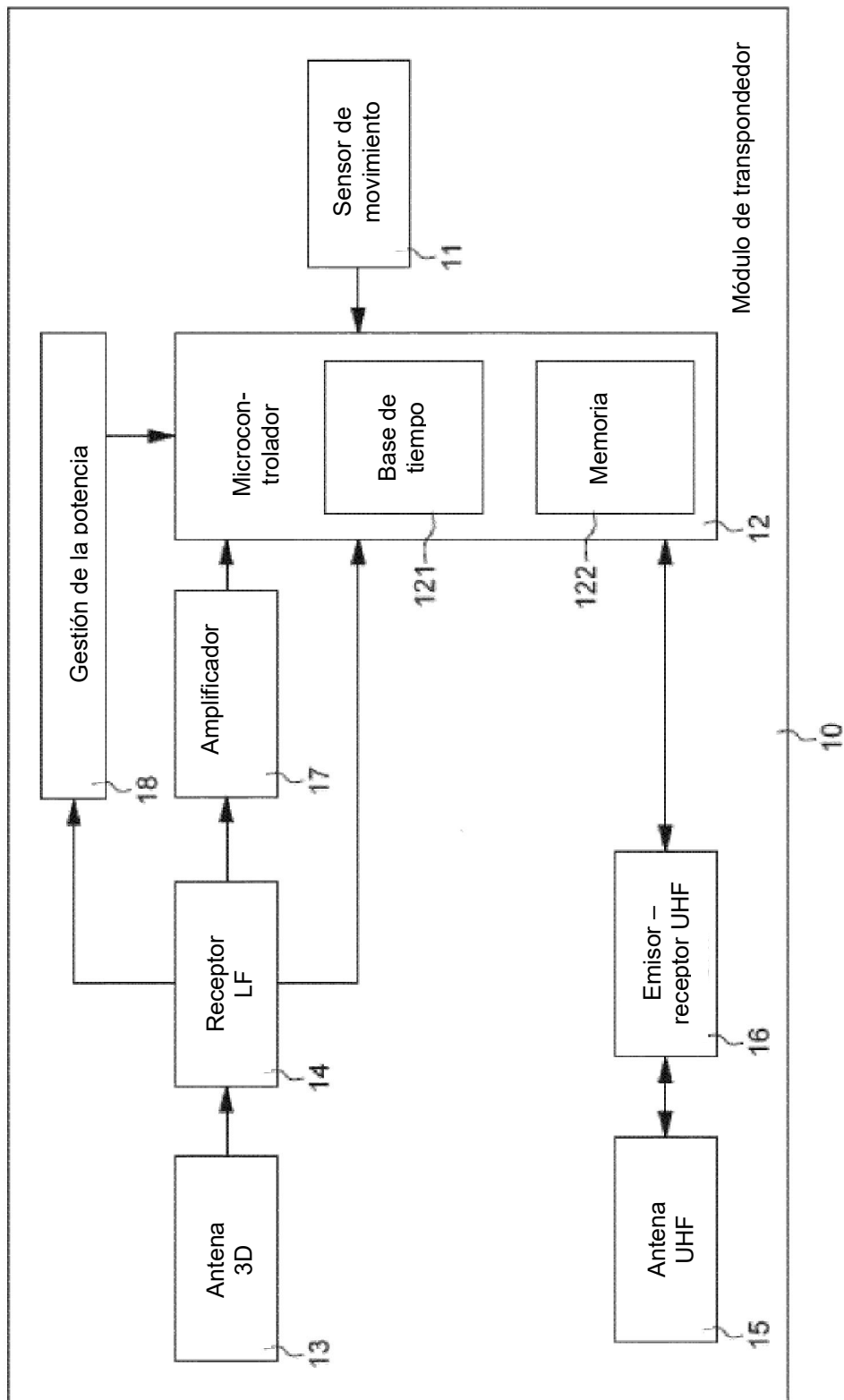


Fig. 2

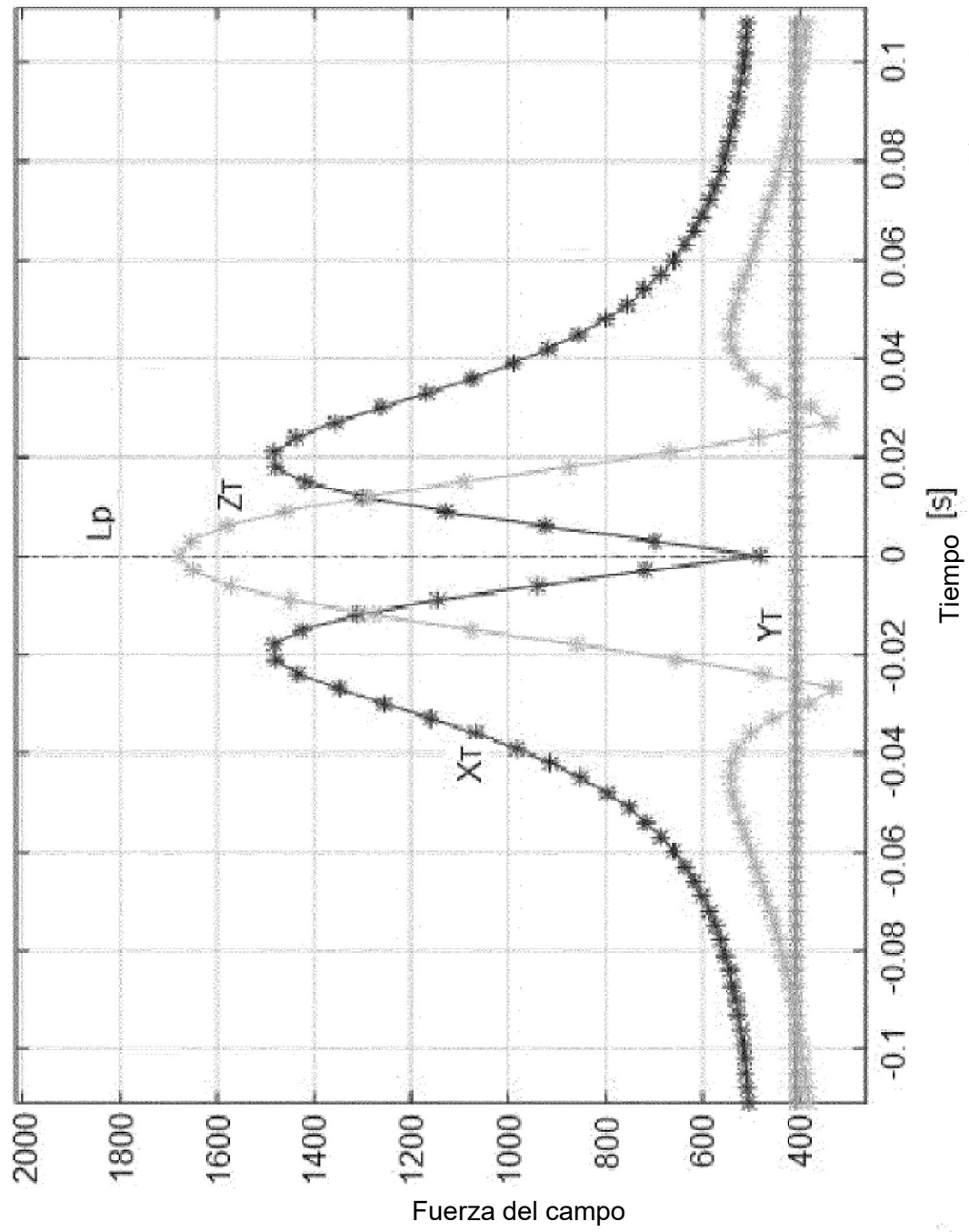


Fig. 3