

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 400**

51 Int. Cl.:

**G07C 1/22** (2006.01)

**G06F 21/35** (2013.01)

**G06F 21/44** (2013.01)

**G06F 21/12** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2014** **E 14178692 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 2980759**

54 Título: **Módulo transpondedor y módulo de acceso para activar y configurar dicho módulo transpondedor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.10.2023**

73 Titular/es:  
**MYLAPS B.V. (100.0%)**  
**Zuiderhoutlaan 4**  
**2012 PJ Haarlem, NL**

72 Inventor/es:  
**SIX, MARK;**  
**OBER, HENK JAN y**  
**SCHAAP, MARCEL**

74 Agente/Representante:  
**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 952 400 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 transpondedor y módulo de acceso para activar y configurar dicho módulo transpondedor

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere a un transpondedor y a un módulo para acceder y/o configurar dicho módulo transpondedor, y, en particular, aunque no exclusivamente, a un procedimiento para acceder y configurar una o más funciones de un transpondedor, un módulo transpondedor configurado para comunicarse con un módulo de acceso y un módulo de acceso para permitir la activación y/o configuración de funciones del transpondedor en dicho transpondedor, y un producto de programa informático para utilizar dicho procedimiento.

**Antecedentes de la invención**

15 Los sistemas de cronometraje de pruebas deportivas con vehículos, tal como las pruebas de automovilismo en circuito o fuera de carretera o las pruebas de ciclismo, utilizan transpondedores inalámbricos instalados en el vehículo o sobre él para determinar la información de cronometraje, por ejemplo, el tiempo por vuelta, el tiempo total, el tiempo promedio por vuelta, las clasificaciones, etc. Los transpondedores están configurados para transmitir señales de transpondedor que comprenden un identificador único que es captado por antenas dispuestas en, sobre y/o a lo largo de la pista o recorrido de la carrera. Las antenas están conectadas a decodificadores que transforman la señal del transpondedor de los vehículos que cruzan las antenas en datos del transpondedor. Estos datos se envían posteriormente a un sistema de procesamiento de datos para determinar la información de cronometraje de los vehículos que participan en la prueba.

25 Un sistema de cronometraje convencional suele ser configurado y gestionado por un operador de cronometraje, en el que el operador configura los transpondedores para los participantes en el evento y registra el transpondedor en el sistema de cronometraje. Sin embargo, actualmente existe la tendencia de que los participantes compren su propio transpondedor personal para poder instalarlo de forma (semi)permanente en el vehículo. Antes o durante la prueba, el transpondedor puede registrarse en el sistema de cronometraje.

30 Un ejemplo de sistema de cronometraje deportivo conocido se describe en el documento EP1447681. La funcionalidad de dicho transpondedor es limitada y no tiene posibilidades, o al menos son escasas, de (re)configurar y/o ampliar las funciones del transpondedor de acuerdo con las necesidades del usuario y/o los requisitos de un evento de carreras. Además, los transpondedores suelen estar fabricados para soportar condiciones duras y se instalan en el vehículo en lugares poco accesibles. Una vez instalado, el acceso físico al transpondedor es difícil, de modo que la reconfiguración rápida del transpondedor y/o la actualización del firmware del transpondedor a menudo no es posible sin desconectar físicamente el transpondedor.

40 El FLEX Transponder & FLEX Manager User Manual ([http://www.mylaps.com/data/sitemanagement/media/2012\\_05\\_FLEX\\_Manager.pdf](http://www.mylaps.com/data/sitemanagement/media/2012_05_FLEX_Manager.pdf)) describe la activación de un transpondedor mediante una base conectada a un ordenador personal.

45 El documento WO8912279A1 describe un sistema de grabación de datos de vehículos que tiene conexiones a uno o más sensores analógicos, y que almacena datos de los sensores en una memoria durante una vuelta a una pista.

50 El documento EP949483A2 divulga un sistema de telemetría de vehículos para su uso con karts de carreras en circuito. El sistema de telemetría comprende una fuente de alimentación, una unidad de visualización, un marcador de telemetría montable en circuito y una unidad de sensor de telemetría que comprende un medio emisor y un medio detector para, respectivamente, emitir primero una fuente que luego es reflejada por el marcador de telemetría y detectada por el medio detector.

55 El documento US20070188310A1 divulga un aparato y un procedimiento antirrobo de vehículos que puede evitar el robo de un vehículo sin aumentar los costes y, por lo tanto, el uso ilegal del vehículo robado. El aparato incluye una llave inteligente que lleva un usuario y un dispositivo inteligente de control sin llave instalado en el vehículo.

60 Por lo tanto, de lo anterior se deduce que existe una necesidad en la técnica de transpondedores mejorados que permitan una fácil configuración y/o actualización de diferentes funcionalidades en el transpondedor y/o servicios asociados al transpondedor. En particular, existe una necesidad en la técnica de procedimientos y sistemas que permitan configurar un transpondedor de forma sencilla, fiable y segura en función de parámetros tales como el tipo de evento, el tipo de vehículo, la ubicación geográfica del evento, las preferencias del usuario, etc., sin necesidad de desmontar el transpondedor del vehículo.

**Sumario de la invención**

65 La presente invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Como podrá apreciar un experto en la técnica, algunos aspectos de la presente invención pueden materializarse como un sistema, un procedimiento o un producto de programa informático. Por consiguiente, algunos aspectos de la presente invención pueden adoptar la forma de una realización totalmente de hardware, una realización totalmente de software (incluyendo firmware, software residente, microcódigo, etc.) o una realización que combine aspectos de software y hardware que, en general, pueden denominarse en el presente documento "circuito", "módulo" o "sistema". Las funciones descritas en esta divulgación pueden implementarse como un algoritmo ejecutado por un microprocesador de un ordenador. Además, algunos aspectos de la presente invención pueden adoptar la forma de un producto de programa informático incorporado en uno o más medios legibles por ordenador que tengan, por ejemplo, un código de programa legible por ordenador.

Puede utilizarse cualquier combinación de uno o más medios legibles por ordenador. El medio legible por ordenador puede ser un medio de señalización legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible por ordenador. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser, por ejemplo, pero no limitado a, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor, o cualquier combinación adecuada de los anteriores. Ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) del medio de almacenamiento legible por ordenador incluirían los siguientes: una conexión eléctrica que tenga uno o más cables, un disquete de ordenador portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de sólo lectura programable borrable (EPROM o memoria Flash), una fibra óptica, una memoria de sólo lectura de disco compacto portátil (CD-ROM), un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, o cualquier combinación adecuada de los anteriores. En el contexto de este documento, un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser cualquier medio tangible que pueda contener o almacenar un programa para su uso por o en conexión con un sistema de ejecución de instrucciones, aparato o dispositivo.

Un medio de señal legible por ordenador puede incluir una señal de datos propagada con código de programa legible por ordenador incorporado en ella, por ejemplo, en banda base o como parte de una onda portadora. Dicha señal propagada puede tomar cualquiera de una variedad de formas, incluyendo, pero no limitado a, electromagnética, óptica, o cualquier combinación adecuada de los mismos. Un medio de señalización legible por ordenador puede ser cualquier medio legible por ordenador que no sea un medio de almacenamiento legible por ordenador y que pueda comunicar, propagar o transportar un programa para su uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones.

El código de programa incorporado en un medio legible por ordenador puede transmitirse utilizando cualquier medio apropiado, incluyendo, pero no limitado a medios inalámbricos, alámbricos, fibra óptica, cable, RF, etc., o cualquier combinación adecuada de los anteriores. El código de programa de ordenador para llevar a cabo operaciones para aspectos de la presente invención puede estar escrito en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos tales como Java(TM), Smalltalk, C++ o similares y lenguajes de programación procedimentales convencionales, tales como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa puede ejecutarse íntegramente en el ordenador del usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un paquete de software independiente, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto, o íntegramente en el ordenador o servidor remoto. En este último escenario, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN) o una red de área extensa (WAN), o la conexión puede realizarse a un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet utilizando un proveedor de servicios de Internet).

A continuación se describen aspectos de la presente invención con referencia a ilustraciones de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques de procedimientos, aparatos (sistemas) y productos de programas informáticos de acuerdo con realizaciones de la invención. Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones de diagrama de flujo y/o diagramas de bloques, y combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagrama de flujo y/o diagramas de bloques, pueden implementarse mediante instrucciones de programa de ordenador. Estas instrucciones de programa de ordenador pueden proporcionarse a un procesador, en particular un microprocesador o unidad central de procesamiento (CPU), de un ordenador de propósito general, ordenador de propósito especial, u otro aparato programable de procedimiento de datos para producir una máquina, de tal manera que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador del ordenador, otro aparato programable de procedimiento de datos, u otros dispositivos crean medios para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

Estas instrucciones de programa de ordenador también pueden almacenarse en un medio legible por ordenador que pueda dirigir un ordenador, otro aparato de procesamiento de datos programable u otros dispositivos para que funcionen de una manera particular, de tal manera que las instrucciones almacenadas en el medio legible por ordenador produzcan un artículo de fabricación que incluya instrucciones que implementen la función/acción especificada en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

Las instrucciones del programa de ordenador también pueden cargarse en un ordenador, otro aparato programable de procesamiento de datos u otros dispositivos para hacer que se ejecuten una serie de pasos operativos en el ordenador, otro aparato programable u otros dispositivos para producir un procedimiento implementado por ordenador

de tal manera que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato programable proporcionen procedimientos para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

5 El diagrama de flujo y los diagramas de bloques de las figuras ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de posibles implementaciones de sistemas, procedimientos y productos de programas informáticos de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. En este sentido, cada bloque del diagrama de flujo o de bloques puede representar un módulo, segmento o porción de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar las funciones lógicas especificadas. También debe tenerse en cuenta que, en algunas  
10 implementaciones alternativas, las funciones señaladas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden señalado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente de forma concurrente, o los bloques pueden a veces ejecutarse en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También se observará que cada bloque de los diagramas de bloques y/o ilustraciones de diagramas de flujo, y combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o ilustraciones de diagramas de flujo, pueden implementarse  
15 mediante sistemas basados en hardware para fines especiales que realicen las funciones o actos especificados, o combinaciones de hardware para fines especiales e instrucciones informáticas.

Es un objetivo de la invención reducir o eliminar al menos uno de los inconvenientes conocidos en la técnica anterior. En un aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

20 Por lo tanto, el procedimiento proporciona una forma sencilla de determinar si un usuario puede acceder a una función de un transpondedor basándose en la información sobre derechos, es decir, los derechos de usuario. La información sobre derechos puede formar parte de la información sobre licencias que determinan las condiciones de acceso a las funciones del transpondedor. La información sobre derechos (una licencia de usuario) puede proporcionarse al  
25 transpondedor mediante un módulo de acceso que puede servir tanto de soporte de datos móvil seguro para la información sobre derechos como de módulo de acceso (una "llave") para acceder a las funciones del transpondedor y activarlas.

En el procedimiento, al menos una de dichas funciones de transpondedor comprende la transmisión de una señal que  
30 comprende un identificador de transpondedor a un receptor de un sistema de cronometraje que está configurado para determinar el tiempo en que dicho transpondedor pasa por dicho receptor. Por lo tanto, el transpondedor está configurado como un transpondedor de cronometraje deportivo que está configurado para comunicarse con un sistema de cronometraje. El módulo de acceso funciona como una llave para activar el transpondedor y permitir que éste se comunique con el sistema de cronometraje.

35 El módulo de acceso está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con el transpondedor o para comunicarse con el transpondedor mediante un bus de datos cableado, preferentemente un bus de datos de señalización diferencial tal como un bus CAN. De este modo, el transpondedor puede conectarse de forma retirable al módulo de acceso para configurar en el transpondedor las necesidades del usuario sin desmontarlo del vehículo. El  
40 módulo de acceso permite que el operador de cronometraje pueda explotar eficazmente las distintas funciones del transpondedor mientras éste sea propiedad del usuario.

En la invención, determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder a dicha una o más funciones del transpondedor comprende además: enviar un identificador de transpondedor a dicho módulo de acceso; recibir información de  
45 derechos encriptada de dicho módulo de acceso, determinándose dicha información de derechos sobre la base de al menos parte de dicho identificador de transpondedor, comprendiendo preferentemente dicha información de derechos además código de firmware para configurar al menos parte de dichas funciones de transpondedor; un módulo criptográfico en dicho transpondedor descifra dicha información de derechos encriptada sobre la base de una llave de descifrado que se almacena en una memoria segura de dicho transpondedor; almacenar dicha información de  
50 derechos descifrada en dicha memoria segura de dicho transpondedor. Por lo tanto, a partir del identificador del transpondedor, puede enviarse información encriptada sobre los derechos a un módulo criptográfico del transpondedor. De este modo, el uso no autorizado del transpondedor puede eliminarse o, al menos, reducirse sustancialmente.

55 En la invención, determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder a dicha una o más funciones de transpondedor comprende, además: un microcontrolador en dicho transpondedor que configura al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor de acuerdo con dicha información de derechos si dicho usuario tiene derecho a acceder a dicha una o más funciones de transpondedor. El transpondedor utiliza las condiciones de acceso y la información de tiempo (por ejemplo, la hora actual) para decidir si se permite o no el acceso a una determinada función del  
60 transpondedor. Si se permite el acceso, el transpondedor configura las funciones de acuerdo con la información sobre derechos, que puede definir determinadas configuraciones del transpondedor por las que el usuario ha pagado.

En una realización, determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder al menos parcialmente a una o más funciones del transpondedor comprende, además: que dicho transpondedor envíe una solicitud de tiempo a dicho módulo de  
65 acceso; recibir dicha información de tiempo de dicho módulo de acceso, en el que la información de tiempo es determinada por dicho módulo de acceso sobre la base de un reloj en tiempo real en dicho módulo de acceso. En una

realización, dicha solicitud de tiempo puede comprender un valor de autenticación encriptado, preferentemente un nonce encriptado, para la autenticación de dicha información de tiempo recibida por dicho transpondedor.

5 En una realización, determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder al menos a una parte de dichas funciones del transpondedor puede comprender además: desencriptar dicho valor de autenticación encriptado; determinar la información de tiempo firmada combinando dicho valor de autenticación con dicha información de tiempo; encriptar dicha información de tiempo firmada enviando dicha información de tiempo firmada encriptada a dicho transpondedor; autenticar dicha información de tiempo cotejando dicho valor de autenticación almacenado en dicho transpondedor con el valor de autenticación en dicha información de tiempo firmada. Por lo tanto, para determinar si la información de tiempo procede de un módulo de acceso autorizado, puede utilizarse un procedimiento de autenticación. De este modo, puede eliminarse o, al menos, reducirse sustancialmente el uso no autorizado del transpondedor.

15 En una realización, determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder a al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor comprende, además: si dicho usuario de dicho transpondedor no tiene derecho a acceder a al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor, limitar el acceso a dicha al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor y/o a uno o más servicios asociados a dicho transpondedor. En esta realización, el transpondedor puede tomar medidas para limitar el acceso a las funciones del transpondedor en caso de que se determine que el usuario no tiene derecho a acceder a una o más funciones del transpondedor (por ejemplo, porque el usuario no pagó su cuota de licencia y/o la licencia ha caducado).

20 En una realización, dicho módulo de acceso puede implementarse como un dispositivo de hardware seguro, que está configurado para conectarse de forma retirable a dicho transpondedor a través de un bus de datos. En una realización, el módulo de acceso puede estar configurado para comunicarse con el transpondedor a través de un bus de datos cableado, preferentemente un bus de datos de señalización diferencial, tal como un bus CAN o un bus RS-422. Un bus de datos diferencial es muy robusto frente a entornos ruidosos y hostiles, lo que permite un enlace de datos continuo entre el transpondedor y el módulo de acceso durante el evento deportivo. También pueden utilizarse otros tipos de buses de datos cableados, tal como el bus de red de interconexión local (LIN), Ethernet, FireWire, bus serie universal (USB), etc., o un bus de datos óptico.

30 En otra realización, el módulo de acceso puede estar configurado para comunicarse con el transpondedor utilizando una interfaz inalámbrica (por ejemplo, un protocolo Bluetooth, Wi-Fi o de comunicación de campo cercano (NFC)).

35 En una realización, dicha conexión extraíble puede comprender un enchufe para recibir dicho módulo de acceso, en el que dicho enchufe está conectado eléctricamente a través de dicho bus de datos a dicho transpondedor y en el que dicho enchufe está configurado para conectar eléctricamente dicho dispositivo de hardware seguro a través de dicho bus de datos a dicho transpondedor.

En una realización, dicho transpondedor y módulo de acceso comprenden un controlador de red de área de controlador (CAN) y dicho bus de datos está configurado como un bus CAN.

40 En una realización, el establecimiento de un enlace de comunicación entre dicho transpondedor y un módulo de acceso puede comprender además: un controlador CAN del transpondedor que escucha un mensaje CAN de anuncio procedente del controlador CAN del módulo de acceso, comprendiendo el campo ID CAN de dicho mensaje CAN de anuncio un ID CAN asociado con dicho módulo de acceso y comprendiendo el campo de carga útil de dicho mensaje CAN de anuncio un ID CAN de respuesta; recibiendo dicho controlador CAN del transpondedor un mensaje CAN de anuncio procedente de dicho controlador CAN del módulo de acceso; transmitiendo dicho controlador CAN del transpondedor un mensaje CAN de información de solicitud a dicho módulo de acceso, en el que el campo CAN ID de dicho mensaje CAN comprende dicho CAN ID de respuesta y comprendiendo la carga útil de dicho mensaje CAN de información de solicitud dicho identificador de transpondedor, preferentemente al menos parte del número de serie del transpondedor, de dicho transpondedor; y, utilizando dicho identificador de transpondedor para establecer una conexión de datos entre dicho transpondedor y dicho módulo de acceso. El bus CAN puede implementarse como un bus de datos diferencial que es robusto frente al ruido y los entornos adversos y permite altas velocidades de señalización. Los dispositivos conectados al bus CAN (a veces denominados "nodos") pueden estar configurados para comunicarse entre sí basándose en el protocolo CAN. La norma CAN ISO-11898: 2003 define una red de comunicación que enlaza todos los nodos conectados a un bus y permite que los nodos se comuniquen entre sí mediante mensajes CAN. Los nodos, por ejemplo, un módulo de acceso basado en CAN, pueden añadirse en cualquier momento, incluso mientras la red está en funcionamiento (lo que a veces se denomina "conexión en caliente").

60 En una realización, dicho módulo de acceso puede implementarse como un módulo seguro en un dispositivo de usuario, preferentemente como un módulo de hardware o software seguro en un dispositivo de usuario móvil. En una realización, dicho transpondedor puede comprender una interfaz inalámbrica adicional, preferentemente una interfaz de radio, en la que dicho dispositivo de usuario puede estar configurado para establecer un enlace de comunicación inalámbrica entre dicho módulo seguro y dicho transpondedor a través de dicha interfaz de radio inalámbrica adicional. Por lo tanto, en esta realización, el módulo de acceso puede implementarse en un dispositivo móvil, por ejemplo, un teléfono inteligente o una tableta electrónica, y la interfaz inalámbrica del dispositivo móvil puede utilizarse para establecer una conexión con el transpondedor. De este modo, se puede acceder al transpondedor incluso cuando está montado en zonas del vehículo de difícil acceso.

En una realización, dicha una o más condiciones de acceso pueden comprender información de caducidad para determinar en qué momento caduca el acceso a al menos parte de dichas funciones del transpondedor. En otra realización, en la que dichas condiciones de acceso pueden incluir información de ubicación para determinar en qué ubicación o ubicaciones se puede acceder al menos a una parte de las funciones del transpondedor. En otra realización, dichas condiciones de acceso pueden incluir una o más condiciones de uso para determinar para qué usos del transpondedor se puede acceder al menos a una parte de las funciones del transpondedor. En una realización, dichas una o más funciones del transpondedor incluyen al menos una de las siguientes: una o más funciones de interfaz (inalámbrica), una función GPS, una función de registro de datos, una o más funciones CAN, una función de suministro de energía, y/o, una o más funciones del transpondedor que dependen de la ubicación geográfica del transpondedor.

Por lo tanto, las condiciones de acceso pueden depender de la hora y/o del lugar. Por ejemplo, un módulo GPS en el transpondedor o el módulo de acceso puede generar información de localización que puede utilizarse para comprobar si un usuario tiene acceso a una determinada función en una determinada ubicación geográfica, por ejemplo, una función de registro de datos en un determinado evento.

En otro aspecto, la invención se refiere a un transpondedor de acuerdo con la reivindicación 11.

En otro aspecto, la invención se refiere a un sistema de acuerdo con la reivindicación 12.

En otro aspecto, la divulgación se refiere a un enchufe configurado para recibir un módulo de acceso como se ha descrito anteriormente, en el que el enchufe está en contacto eléctrico con un bus CAN que está conectado a uno o más transpondedores y en el que el enchufe está configurado para colocar de forma extraíble el módulo de acceso en el enchufe de tal manera que cuando el módulo de acceso se coloca en el enchufe, el módulo de acceso está en contacto eléctrico con el bus CAN. El uso del enchufe permite acceder al transpondedor incluso cuando está montado en un lugar de acceso relativamente difícil, por ejemplo, el hueco de la rueda y/o la placa base del vehículo. De este modo, la toma para el módulo de acceso (la "llave") puede montarse en un lugar (por ejemplo, el tablero del vehículo) de fácil acceso para el conductor, mientras que el transpondedor se monta en un lugar para garantizar una buena transferencia de señal del transpondedor a la estación base del sistema de cronometraje y viceversa.

La invención también se refiere a un producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 13.

La invención se ilustrará además con referencia a los dibujos adjuntos, que mostrarán esquemáticamente realizaciones de acuerdo con la invención. Se entenderá que la invención no está restringida en modo alguno a estas realizaciones específicas, sino que la invención debe entenderse limitada por las reivindicaciones adjuntas.

### **Breve descripción de los dibujos**

La **Fig. 1** representa esquemáticamente un sistema de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización de la invención.

Las **Fig. 2A** y **2B** representan esquemáticamente partes de un sistema de transpondedor de acuerdo con una realización de la invención.

La **Fig. 3** muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar acceso a las funciones de transpondedor de un transpondedor de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización.

La **Fig. 4** muestra un sistema transpondedor de acuerdo con otra realización.

La **Fig. 5** muestra un sistema transpondedor de acuerdo con otra realización.

La **Fig. 6** muestra un diagrama de flujo de parte de un procedimiento para proporcionar acceso a través de un bus CAN a las funciones de transpondedor de un transpondedor de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización.

La **Fig. 7** muestra un diagrama de flujo de parte de un procedimiento para proporcionar acceso a través de un bus CAN a las funciones de un transpondedor de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización.

La **Fig. 8** muestra un esquema del formato de datos de los mensajes CAN de acuerdo con una realización.

La **Fig. 9** muestra un módulo de acceso y un enchufe para conectar dicho módulo de acceso de forma extraíble a un bus CAN de acuerdo con una realización.

La **Fig. 10** representa un diagrama de bloques que ilustra un sistema de procesamiento de datos ejemplar que puede utilizarse en sistemas y procedimientos como los descritos en esta solicitud.

### **Descripción detallada**

La **Fig. 1** representa esquemáticamente un sistema de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización de la invención. En particular, la **Fig. 1** representa un sistema de cronometraje deportivo que comprende transpondedores **102** de cronometraje deportivo para su uso por los participantes en un evento deportivo en el que al menos un transpondedor está montado en o sobre el vehículo (no mostrado) y en el que las estaciones **110** base están instaladas a lo largo de la pista de carreras. El transpondedor puede comprender una interfaz **106** inalámbrica para transmitir una

señal **108** de transpondedor que comprenda -entre otros- un identificador de transpondedor a la estación **110** base, que puede comprender un receptor **113** para recibir las señales del transpondedor.

En una realización, la estación base puede estar conectada a una antena **112** inductiva, por ejemplo, un bucle inductivo, incrustado o dispuesto sobre la pista de carreras. Un bucle puede definir un área de unos pocos metros de ancho para la comunicación de datos. Especialmente cuando un vehículo cruza el bucle a alta velocidad, esto proporciona una ventana de tiempo muy corta (alrededor de 20-40 ms) para la transmisión de datos. Puede utilizarse un esquema de modulación conocido (frecuencia, modulación por desplazamiento de fase y/o modulación de amplitud) para lograr la comunicación de datos entre el transpondedor y la estación base.

Una estación base puede transmitir una señal de frecuencia portadora de cierta magnitud. Cuando el transpondedor está cerca de la antena, recibe la señal de la estación base y -en respuesta- puede empezar a transmitir información, por ejemplo, un identificador de transpondedor con fecha y hora, a la estación base modulando la señal portadora. La frecuencia de modulación puede seleccionarse entre 0,4 y 6 GHz, preferentemente entre 0,4 y 1,0 GHz, por ejemplo 433, 868 o 915 MHz.

El transpondedor también puede estar configurado para transmitir mensajes sin recibir una señal de frecuencia portadora. En ese caso, el transpondedor puede transmitir mensajes entre 3 y 7 MHz.

Alternativamente y/o en adiciones, en una realización, la estación base puede estar conectada a una o más antenas **109** de RF que están posicionadas a lo largo y/o sobre la pista de carreras. La una o más antenas de RF pueden estar configuradas para producir un área de RF relativamente grande para proporcionar una comunicación de datos de tipo WLAN entre la estación base (100-200 metros de ancho) y los transpondedores. La gran área de RF puede proporcionar una ventana temporal relativamente grande para la comunicación de datos entre la estación base y un transpondedor. Por lo tanto, el transpondedor puede estar configurado para comunicarse con la estación base tanto a través de una antena inductiva como de antenas de RF.

Cuando un vehículo dotado de un transpondedor se aproxima a una estación base, la señal del transpondedor puede ser captada por la antena (antenas de circuito inductivo y/o de RF) y detectada por un receptor. Un decodificador en el receptor puede decodificar y marcar el tiempo de la señal del transpondedor antes de que se envíe a través de una o más redes **114** a un sistema **116** de procesamiento de datos para determinar la información de temporización asociada a los vehículos que participan en el evento. De este modo, el sistema de procesamiento de datos puede recibir los datos del transpondedor de todos los vehículos que pasen por las antenas a lo largo de la pista de carreras, de modo que se pueda obtener información precisa sobre el tiempo de todos los vehículos y se pueda presentar a los usuarios la información pertinente sobre el tiempo.

Como se muestra en la **Fig. 1**, el transpondedor puede comprender además un microprocesador **118**, una memoria **120** para almacenar datos, una fuente **121** de alimentación (por ejemplo, una batería recargable y/o una interfaz de fuente de alimentación para una conexión de alimentación externa) y uno o más módulos **122-126** funcionales de transpondedor. Por ejemplo, en una realización, el transpondedor puede contener un módulo **122** de radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, una conexión Bluetooth, Wi-Fi o WLAN) con un nodo de RF externo.

En otra realización, el transpondedor puede comprender un módulo **124** de interfaz de bus. En una realización, la interfaz de bus puede ser una interfaz de bus que puede manejar un ambiente electromagnético áspero tal como un bus de red de área de controlador (CAN). Dicha interfaz CAN puede utilizarse para establecer un enlace de comunicación con el sistema de gestión del motor del vehículo (no mostrado). De este modo, el transpondedor puede recibir información sobre el vehículo que puede ser almacenada, por ejemplo, por un módulo **126** de registro de datos en el transpondedor.

En otra realización, los módulos funcionales pueden incluir un módulo GPS para determinar la ubicación del vehículo en un momento determinado y/o una comunicación de datos bidireccional entre la estación base y el transpondedor. En ese caso, al menos una parte de las estaciones base situadas a lo largo de la vía pueden tener un receptor y un transmisor conectados a la antena.

Como se describirá a continuación con más detalle, el transpondedor puede configurarse y/o activarse sobre la base de un módulo **104** de acceso externo que está configurado para conectarse al transpondedor a través de una interfaz **130** cableada o inalámbrica adecuada. En particular, el transpondedor puede configurarse y/o activarse enviando información de licencia almacenada en el módulo de acceso al transpondedor, que posteriormente puede utilizar la información de licencia y configurar las funciones del transpondedor en consecuencia.

En una realización, el módulo de acceso puede estar configurado para comunicarse con el transpondedor a través de un bus de datos cableado, preferentemente un bus de datos de señalización diferencial, tal como un bus CAN o un bus RS-422. Un bus de datos diferencial es muy robusto frente a entornos ruidosos y duros, lo que permite un enlace de datos continuo entre el transpondedor y el módulo de acceso durante el evento deportivo.

Por ejemplo, el transpondedor puede montarse en el hueco de la rueda y conectarse a través del bus CAN a un

conjunto de montaje (un enchufe) que puede instalarse en una parte conveniente y accesible del vehículo, por ejemplo, en el salpicadero del vehículo. El módulo de acceso puede montarse de forma desmontable en el enchufe de manera que la interfaz CAN del módulo de acceso entre en contacto eléctrico con el bus CAN. También pueden utilizarse otros tipos de buses de datos cableados, tal como el bus de red de interconexión local (LIN), Ethernet, FireWire, Universal Serial Bus (USB), etc., o un bus de datos óptico.

En otra realización, el módulo de acceso puede estar configurado para comunicarse con el transpondedor utilizando una interfaz inalámbrica adecuada (por ejemplo, un protocolo Bluetooth, Wi-Fi o de comunicación de campo cercano (NFC)).

El módulo de acceso puede comprender uno o más identificadores **132** de transpondedor únicos, que pueden almacenarse de forma segura en un registro de hardware del módulo de acceso. El módulo de acceso puede comprender además un microcontrolador **134**, un módulo **136** seguro y una memoria **138**. En este caso, el módulo seguro puede configurarse como un módulo de hardware y/o software libre de manipulaciones. El módulo seguro puede estar configurado para almacenar información sensible que se utiliza durante la comunicación con el transpondedor. Como se describirá a continuación con más detalle, el procedimiento de determinar si el usuario tiene derecho a acceder (utilizar) y/o configurar determinados módulos funcionales en el transpondedor puede incluir la transmisión de información de tiempo de un reloj **140** en tiempo real libre de manipulaciones y/o información **142** de licencia al transpondedor.

Preferentemente, la información **142** de licencia puede almacenarse de forma encriptada en la memoria del módulo de acceso. Un módulo **146** seguro en el transpondedor puede estar configurado para descifrar la información de licencia encriptada y almacenar la información de licencia en texto claro en una memoria **150** segura. El microprocesador del transpondedor puede utilizar la información de licencia (que también puede denominarse información de derechos) para determinar a qué funciones del transpondedor puede acceder el usuario. En particular, la información de la licencia puede comprender condiciones de acceso, que pueden depender de la hora, la ubicación del transpondedor y/o el uso del transpondedor. A continuación, se describen con más detalle la información de la licencia y las conducciones de acceso.

Por lo tanto, el sistema de transpondedor tal y como se muestra en la **Fig. 1** permite una configuración sencilla y flexible de uno o más transpondedores de cronometraje deportivo sobre la base de una licencia, es decir, derechos de usuario que dan acceso condicional a determinadas funciones del transpondedor. La información de la licencia puede proporcionarse al transpondedor mediante un módulo de acceso, que puede servir tanto de soporte de datos móvil seguro para la información de la licencia y las actualizaciones de software como de módulo de acceso (una llave) para acceder a las funciones del transpondedor. El módulo de acceso puede estar configurado para comunicarse inalámbricamente con el transpondedor o para comunicarse con el transpondedor a través de un bus de datos, preferentemente un bus de datos de señalización diferencial tal como un bus CAN. De este modo, el transpondedor puede conectarse de forma extraíble al módulo de acceso para configurarlo de acuerdo con las necesidades del usuario sin desmontarlo del vehículo. El módulo de acceso permite que las distintas funciones del transpondedor puedan ser explotadas eficazmente por el operador de cronometraje mientras el transpondedor es propiedad del usuario.

Las **Fig. 2A** y **2B** representan esquemáticamente partes del sistema de transpondedor de acuerdo con una realización de la invención. En particular, la **Fig. 2A** representa un ejemplo más detallado de un sistema de transpondedor en el que el transpondedor **202** puede comprender múltiples módulos **206, 222, 224, 226, 228, 229** funcionales que pueden configurarse sobre la base de información de licencia. El transpondedor **202** puede comprender un microprocesador **218** que está conectado a un módulo **206** de interfaz inalámbrica (estándar) para la comunicación con las estaciones base a lo largo de la pista de carreras, un módulo **222** de interfaz de radiofrecuencia (RF) para un enlace de datos rápido y de alta velocidad entre el transpondedor y una WLAN que se encuentra a lo largo de la pista de carreras (por ejemplo, en la zona de meta), un módulo **224** GPS para generar información de ubicación que puede ser utilizada por el transpondedor, un módulo **226** de registro de datos, y un módulo **228** controlador CAN.

El módulo controlador CAN puede permitir que el transpondedor se conecte al bus CAN del vehículo para que el transpondedor pueda comunicarse con el sistema de gestión del motor del vehículo y/o con otros módulos sensores que estén conectados al bus CAN. El transpondedor puede comprender además un módulo **521** de suministro de energía (por ejemplo, una batería recargable y/o una interfaz de suministro de energía para una conexión de energía externa) para controlar el suministro de energía a los módulos funcionales en el transpondedor **229**.

El acceso y la configuración de los módulos funcionales del transpondedor pueden controlarse mediante información de licencia almacenada en el módulo **246** seguro del transpondedor. El microprocesador del transpondedor puede utilizar la información de licencia (también denominada información de derechos) del módulo seguro para determinar a qué módulos funcionales tiene acceso el usuario y en qué condiciones. Estas condiciones, que pueden denominarse condiciones de acceso, se describirán con más detalle en la **Fig. 2B**.

El módulo **204** de acceso puede conectarse de forma extraíble al transpondedor mediante una interfaz adecuada, por ejemplo, un bus CAN o un enlace Bluetooth. Al establecer una conexión, puede utilizarse un procedimiento de

autenticación para autenticar el módulo de acceso con el transpondedor y viceversa. Durante el procedimiento de autenticación puede utilizarse un identificador **256** de transpondedor, por ejemplo, un número (de serie) de transpondedor único, para identificar el transpondedor ante el módulo de acceso. El identificador de transpondedor que puede estar almacenado en un registro inviolable del transpondedor puede coincidir con uno o más identificadores **232** de transpondedor almacenados en el módulo de acceso.

Cuando se establece con éxito una conexión entre el transpondedor y el módulo de acceso, se puede activar el microprocesador del transpondedor para determinar a qué funciones tiene acceso el usuario basándose en la información de tiempo que proporciona una indicación sobre tiempo actual. En una realización, el módulo de acceso puede determinar la información de tiempo basándose en un reloj **240** en tiempo real implementado en el módulo **236** seguro del módulo de acceso. El módulo seguro del módulo de acceso puede comprender un módulo **238** criptográfico para enviar la información de tiempo al módulo seguro del transpondedor de forma encriptada, de modo que se pueda impedir el uso no autorizado de las funciones del transpondedor y/o de la llave de licencia. A tal fin, puede utilizarse un primer criptosistema para enviar información de tiempo encriptada al transpondedor. El primer criptosistema puede comprender algoritmos de encriptado y desencriptado y al menos una llave para encriptar y desencriptar los datos que se intercambian entre el transpondedor y el módulo de acceso con el fin de enviar de forma segura la información de tiempo al transpondedor. Pueden utilizarse criptosistemas "ligeros" conocidos, tal como el algoritmo de encriptado Tiny Encryption Algorithm (TEA) (ampliado y/o corregido) o RC4, o sus variantes, para enviar la información de temporización encriptada al transpondedor.

El módulo de acceso puede comprender una memoria que contenga información **242** de licencia encriptada y/o código **244** de software encriptado, por ejemplo, actualizaciones de firmware y/o parches, en los que la información de licencia y/o el código de software se encriptan sobre la base de un segundo criptosistema.

Como se describirá a continuación con más detalle, el módulo de acceso puede utilizarse como un soporte de datos móvil seguro para almacenar información de licencia y/o software de forma encriptada y para proporcionar acceso a las funciones del transpondedor. A diferencia de la información de temporización, el módulo de acceso no incluye componentes del segundo criptosistema, por ejemplo, información llave (llaves de desencriptado), que puedan utilizarse para desencriptar la información de licencia y/o el software almacenado en el módulo de acceso. Por lo tanto, el segundo criptosistema puede implementarse sobre la base de un esquema de encriptado más extendido, tal como el Advance Encryption Standard (AES) o una variante del mismo.

En una realización, el segundo criptosistema puede implementarse como un criptosistema asimétrico, por ejemplo, un criptosistema privado-público en el que la información de licencia y/o el código de software pueden encriptarse utilizando una llave pública y desencriptarse utilizando una llave privada diferente (secreta) que se almacena en el módulo seguro del módulo. Alternativamente, el segundo criptosistema puede implementarse como un criptosistema simétrico, en el que la llave de encriptado es idéntica a la llave de desencriptado.

En una realización, el módulo de acceso puede enviar información de versión (que puede incluir un número de versión y/o una marca de tiempo) de la licencia y del código de software al transpondedor, de modo que el transpondedor pueda comparar la información de versión con la versión de la licencia y/o del código de software que está almacenada en el módulo seguro del transpondedor. Alternativamente, el módulo de acceso puede recibir información sobre la versión de la licencia y el código de software que está instalado en el transpondedor para que el módulo de acceso pueda realizar la comparación. Si el transpondedor o el módulo de acceso determina que hay nueva información de licencia y/o código de software disponible para el transpondedor, las nuevas versiones pueden enviarse al módulo **246** seguro del transpondedor para su desencriptado.

Un módulo **248** criptográfico en el módulo seguro del transpondedor puede utilizar el segundo criptosistema (es decir, algoritmos de encriptado y desencriptado e información de llave) para desencriptar información de licencia y/o código de software y el primer criptosistema para desencriptar y encriptar datos para transmitir información temporal encriptada desde el transpondedor a la llave de licencia.

Por ejemplo, cuando la información de licencia encriptada y/o el código de software es enviado por el módulo de acceso al transpondedor, el módulo criptográfico puede desencriptar la información de licencia encriptada y los códigos de software utilizando al menos una llave de desencriptación del segundo criptosistema. La llave de desencriptado y la información **250** de licencia desencriptada (en texto claro) y/o el código **252** de software pueden almacenarse en una memoria inviolable del módulo seguro.

Como se ha descrito anteriormente, el transpondedor puede utilizar información temporal procedente del reloj en tiempo real del módulo de acceso para comprobar si se cumplen o no las condiciones de acceso temporal con respecto al uso de una determinada función del transpondedor. En algunas realizaciones, la denominada información de caducidad (es decir, la información que determina hasta qué momento es válida la licencia) de la información de licencia puede utilizarse para determinar un periodo de tiempo para un cronómetro **254** en el módulo seguro del transpondedor. El cronómetro puede utilizarse para monitorizar el periodo de tiempo durante el cual la licencia es válida. Por ejemplo, en una realización, el cronómetro puede implementarse como un contador en el que (parte de) la licencia puede finalizar cuando el cronómetro ha alcanzado un valor predeterminado (por ejemplo, cero). El

microprocesador puede insertar información de temporización en los mensajes **108** de transpondedor que puede ser procesada por el sistema central de procesamiento de datos, de modo que se pueda monitorizar a tiempo la validez de (parte de) la licencia de un participante en el evento deportivo.

5 En una realización, la información del cronómetro se inserta continuamente en los mensajes del transpondedor. Alternativa y/o adicionalmente, en una realización, la información del cronómetro puede insertarse en el mensaje del transpondedor cuando el cronómetro ha llegado al final del periodo de tiempo. En ese caso, el final del periodo de licencia puede señalarse al sistema central de tratamiento de datos mediante un indicador o un código en los mensajes del transpondedor.

10 La **Fig. 2B** representa un ejemplo de un modelo **270** de datos de una licencia que es utilizada por el sistema de transpondedor de acuerdo con diversas realizaciones de la invención. La información de la licencia puede incluir uno o más identificadores **272** de transpondedor y uno o más tipos **272** de transpondedor que indican a qué transpondedor se aplica la licencia. Además, la licencia puede comprender diferentes conjuntos de condiciones **276,284,290** de acceso que pueden depender del tiempo, la ubicación o el uso del transpondedor.

15 En una realización, la licencia puede contener condiciones **276** de acceso temporal. Estas condiciones pueden estar vinculadas a una función de transpondedor concreta y a la información **277** de caducidad, en la que la información de caducidad determina el punto en el tiempo hasta el que se permite el acceso de un usuario a la función de transpondedor. La información de caducidad puede comprender la fecha en la que finalizará el acceso a una función concreta del transpondedor o se limitará a una funcionalidad básica determinada. En el ejemplo de la **Fig. 2B**, la función **282** básica de transpondedor tiene licencia hasta el 31/12/2016 y la función **278** de enlace de RF y la función **280** de registro de datos tienen licencia hasta el 31/12/2014.

20 En otra realización, la licencia puede contener condiciones **284** de acceso de localización (o geográficas). En ese caso, la licencia con respecto a algunas de las funciones del transpondedor se limita a las zonas definidas en la información **283** geográfica. Por ejemplo, en la **Fig. 2B**, la función de enlace de radiofrecuencia y las funciones de registro de datos están limitadas a una determinada zona de los Países Bajos y Francia, respectivamente. Una zona geográfica de la licencia puede definirse mediante coordenadas, que pueden compararse con la información de localización generada por el módulo GPS del transpondedor. Las funciones de transpondedor pueden utilizarse en caso de que la información de localización se encuentre dentro de la zona.

25 En otra realización, la licencia puede contener condiciones **290** de acceso de uso. Estas condiciones pueden definir el acceso a determinados usos del transpondedor. En algunas realizaciones, puede utilizarse un valor predeterminado de un indicador **291** (binario) para indicar si se requiere o no un determinado uso del transpondedor. Por ejemplo, en el ejemplo de la **Fig. 2B**, el indicador de una primera condición **292** de acceso de uso "se requiere contacto con la llave" se establece en "verdadero", lo que exige que el acceso a las funciones del transpondedor sólo sea posible cuando el transpondedor está en contacto con el módulo de acceso. Por lo tanto, en este modo, el módulo de acceso puede utilizarse como llave para "desbloquear" el acceso a las funciones del transpondedor.

30 Además, un indicador de una segunda condición **294** de acceso de uso "fuente de alimentación externa" se establece en "verdadero", lo que exige que el transpondedor, en particular la fuente de alimentación (batería) del transpondedor, deba conectarse a una fuente externa. Una tercera condición **296** de acceso de uso "ISM" puede establecerse para que una determinada banda ISM indique que el enlace de radio (RF) del transpondedor utilizará la banda ISM de 2,4 GHz. Un indicador de una cuarta condición de acceso de uso "Acceso al controlador CAN" **298** puede indicar que el transpondedor puede conectarse a dispositivos externos a través del bus CAN. Se afirma que muchas funciones, servicios y usos del transpondedor pueden controlarse sobre la base de la información de licencia y que la **Fig. 2B** sólo ilustra un ejemplo no limitativo.

35 La **Fig. 3** representa un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar acceso a las funciones de transpondedor de un transpondedor de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización.

40 En primer lugar, puede establecerse una conexión entre el módulo de acceso y el transpondedor. A continuación, el módulo de acceso puede enviar uno o más mensajes de anuncio al transpondedor (paso **300**), en el que el mensaje de anuncio indica que un transpondedor puede solicitar una conexión de datos con el módulo de acceso.

45 En respuesta al mensaje de anuncio, el transpondedor puede solicitar información de tiempo al módulo de acceso para comprobar si la licencia sigue siendo válida. Para evitar el uso indebido del módulo de acceso, puede establecerse una conexión segura entre el módulo de acceso y el transpondedor en la que los datos se encriptan utilizando el primer criptosistema descrito en la **Fig. 2A**. Para ello, el módulo seguro del transpondedor puede generar una llave de autenticación AUTH, preferentemente un nonce criptográfico, que puede ser generado por un generador pseudoaleatorio en el módulo criptográfico del transpondedor. El transpondedor puede almacenar la llave de autenticación y encriptarla utilizando un algoritmo de encriptado y al menos una llave de encriptado k1 (paso **302**), antes de enviarla en un mensaje de tiempo de solicitud al módulo de acceso (paso **304**). El mensaje de solicitud de tiempo puede incluir además el identificador del transpondedor.

50

- El módulo seguro en el módulo de acceso puede descifrar la llave de autenticación (paso **306**) utilizando un algoritmo de descifrado y una llave de descifrado del primer criptosistema. A continuación, el módulo de acceso puede comprobar el identificador de transpondedor en el mensaje de tiempo de respuesta con el identificador de transpondedor almacenado en la memoria del módulo de acceso. Si ambos identificadores de transpondedor coinciden, puede decidirse que el módulo de acceso puede utilizarse con el transpondedor. En ese caso, la hora actual puede determinarse a partir del reloj en tiempo real y combinarse con la llave de autenticación. La hora y la llave de autenticación pueden combinarse sobre la base de una función predeterminada conocida por el transpondedor. La hora y la llave de autenticación pueden encriptarse utilizando un algoritmo de encriptado y una llave de encriptado del primer criptosistema (paso **308**). La información encriptada puede enviarse en un mensaje de tiempo de respuesta al módulo seguro del transpondedor (paso **310**), que puede descifrar el tiempo y la llave de autenticación y comparar la llave de autenticación almacenada en la memoria del módulo seguro con la autenticación descifrada (paso **312**).
- Si la llave de autenticación almacenada coincide con la llave de autenticación recibida del módulo de acceso, el transpondedor puede decidir que el mensaje de tiempo de respuesta procede del módulo de acceso correcto. En ese caso, el transpondedor puede utilizar el tiempo actual del mensaje de tiempo de respuesta para revisar la licencia almacenada en el módulo seguro del transpondedor. En particular, puede utilizar el tiempo actual para comprobar si se cumplen las condiciones de acceso temporal de la información de licencia (paso **314**). En una realización, el transpondedor puede enviar un mensaje de acuse de recibo al módulo de acceso para informarle de que la licencia actual del transpondedor es válida, parcialmente válida o no válida (paso **316**).
- En respuesta al resultado de la revisión de la licencia, el transpondedor y/o el módulo de acceso pueden iniciar determinadas medidas. Por ejemplo, si la licencia es válida, se puede proporcionar acceso a las funciones del transpondedor tal y como se definen en la información de la licencia (paso **318**). En caso de que la licencia o parte de ella no sea válida, puede que no se proporcione acceso a las funciones del transpondedor o que éste sea limitado (paso **320**). Además, en algunas realizaciones, si la licencia no es válida, se puede proporcionar acceso a la función básica del transpondedor en la que los mensajes del transpondedor que se envían a la estación base comprenden una notificación de caducidad que puede ser detectada por la estación base del servidor central de procesamiento de datos.
- La **Fig. 4** muestra un sistema transpondedor de acuerdo con otra realización. El sistema de la **Fig. 4** puede comprender un transpondedor **402** y un dispositivo **404** de usuario (por ejemplo, un teléfono móvil, una mesa electrónica, un ordenador portátil, un ordenador personal, etc.) que comprende un módulo **406** de acceso. El módulo de acceso puede implementarse en el dispositivo de usuario de diversas maneras. En una realización, el módulo de acceso puede implementarse como una tarjeta segura, por ejemplo, una tarjeta inteligente o una tarjeta digital segura (SD), que puede conectarse eléctricamente a través de una interfaz **408** al microprocesador **410** del dispositivo móvil de usuario. Alternativamente, en otra realización, el módulo de acceso puede configurarse como un módulo de software seguro, en el que la información llave y los algoritmos de encriptado y descifrado pueden protegerse utilizando técnicas conocidas tal como la criptografía de caja blanca y/o técnicas de ofuscación de código.
- En el dispositivo de usuario puede instalarse una aplicación **412** cliente de transpondedor, en la que la aplicación cliente puede presentar una interfaz **414** de usuario (gráfica) para controlar la interfaz **416** inalámbrica del dispositivo **422** de usuario para gestionar la comunicación entre el módulo de acceso y el transpondedor y el módulo de acceso y una aplicación de servidor de transpondedor que se aloja en un servidor **418**. La aplicación del servidor de transpondedores puede proporcionar a los usuarios de los módulos de acceso, acceso a las cuentas **420** de usuario.
- El transpondedor y el módulo de acceso pueden configurarse de forma similar a la descrita con referencia a las **Fig. 1** y **2**. En particular, el transpondedor puede comprender un microprocesador **422**, una interfaz **424** inalámbrica para enviar mensajes de transpondedor a una estación base, una memoria **426**, una fuente **427** de alimentación (por ejemplo, una batería recargable y/o una interfaz de fuente de alimentación para una conexión de alimentación externa) y un módulo **428** seguro que comprende información **430** llave, información **432** de licencia encriptada, código **434** de software encriptado y un cronómetro **435**. Un identificador **436** de transpondedor puede almacenarse en la memoria o en un registro específico del transpondedor. Además, el transpondedor puede comprender una interfaz **438** para establecer un enlace de comunicación con el dispositivo de usuario.
- De forma similar, el módulo de acceso puede comprender un microprocesador **440**, un módulo **442** seguro que comprende información **444** llave y un reloj **446** en tiempo real y una memoria **448** que comprende información **450** de licencia encriptada y/o códigos **452** de software (por ejemplo, firmware) y uno o más identificadores **454** de transpondedor.
- En esta realización particular, el usuario puede ordenar a la aplicación cliente de transpondedor que se ponga en contacto con la aplicación servidor para acceder a la cuenta **420** de usuario con el fin de solicitar si está disponible nueva información **456** de licencia y/o actualizaciones **458** de software asociadas con un identificador **460** de transpondedor particular. Si este es el caso, la aplicación servidor puede utilizar la información **428** llave para encriptar la información de licencia y/o las actualizaciones de software sobre la base de un algoritmo de encriptado del segundo criptosistema, antes de que se envíe a través de una o más redes **464** y el dispositivo de usuario al módulo seguro. En este caso, la comunicación entre la aplicación cliente transpondedor y la aplicación servidor transpondedor puede

establecerse sobre la base de un enlace seguro, por ejemplo, un enlace HTTP/SSL. Por lo tanto, antes de ponerse en contacto con el transpondedor, el usuario puede actualizar el módulo de acceso a través de la cuenta de usuario con la información de licencia o las actualizaciones de software más recientes. De forma alternativa y/o adicional, el usuario puede comprar una nueva licencia o actualizar la licencia a través de su cuenta de usuario para obtener acceso a las funciones deseadas del transpondedor, como por ejemplo se describe en detalle con referencia a las **Fig. 2A y 2B**.

Tras la actualización de la información de licencia y del software en el módulo de acceso, puede establecerse una conexión entre el módulo de acceso y el transpondedor sobre la base de una conexión inalámbrica adecuada entre el transpondedor y el dispositivo de usuario, tal como un protocolo Bluetooth, WiFi o de comunicación de campo cercano (NFC), y el acceso a las funciones del transpondedor de cronometraje deportivo puede gestionarse sobre la base de la información de licencia y de tiempo de forma similar a la descrita con referencia al procedimiento de la **Fig. 3**.

La **Fig. 5** representa un sistema transpondedor basado en CAN de acuerdo con otra realización. En esta realización particular, el sistema puede comprender un transpondedor **502** y un módulo **504** de acceso que están conectados a través de una interfaz **506,508** CAN a un bus **510** de red de área de controlador (CAN). En una realización, el bus CAN puede estar dispuesto para formar una red local entre uno o más transpondedores y al menos un módulo de acceso. La señalización del bus CAN es diferencial, por lo que es resistente al ruido y a entornos adversos y permite altas velocidades de señalización.

Los dispositivos conectados al bus CAN (a veces denominados "nodos") pueden estar configurados para comunicarse entre sí basándose en el protocolo CAN. La norma CAN ISO-11898: 2003 define una red de comunicación que enlaza todos los nodos conectados a un bus y permite que los nodos se comuniquen entre sí mediante mensajes CAN. Puede haber o no un nodo de control central, y los nodos pueden añadirse en cualquier momento, incluso mientras la red está funcionando (lo que a veces se denomina "conexión en caliente"). Un dispositivo configurado de acuerdo con la norma CAN puede denominarse dispositivo CAN.

En una realización, el bus CAN de la **Fig. 5** puede formar parte de la red CAN del vehículo. En ese caso, el transpondedor y/o el módulo de acceso pueden comunicarse con otros dispositivos **512** CAN (terceros) que estén conectados al bus CAN sobre la base del protocolo CAN. Por ejemplo, el transpondedor y/o el módulo de acceso pueden comunicarse con el sistema de gestión del motor del vehículo y/o con otros dispositivos sensores del vehículo basándose en el protocolo CAN.

Gran parte de la funcionalidad del transpondedor y del módulo de acceso de la **Fig. 5** pueden ser similares a las ilustradas en la **Fig. 4**. Por lo tanto, el transpondedor puede comprender, una interfaz **514** inalámbrica para la estación base, un microprocesador **516**, comprendiendo una memoria **518** un identificador **520** de transpondedor, una fuente **521** de alimentación (por ejemplo, una batería recargable y/o una interfaz de fuente de alimentación para una conexión de alimentación externa) y un módulo **522** seguro que comprende una licencia **524**, un código **526** de software (por ejemplo, firmware), información **528** llave y un cronómetro **527**. Del mismo modo, el módulo de acceso puede comprender un microprocesador **530**, una memoria **532** que comprende información **534** de licencia encriptada y código **536** de software (por ejemplo, actualizaciones de firmware), un módulo **538** seguro que comprende información **540** llave y un reloj **542** en tiempo real. El módulo de acceso puede comprender además uno o más ID **544** de transpondedor para identificar los transpondedores que pueden conectarse al módulo de acceso.

Para que el transpondedor y el módulo de acceso se comuniquen a través del bus CAN, el transpondedor y el módulo de acceso pueden comprender un controlador **546,548** CAN que comprende un transceptor (no mostrado) para emitir mensajes CAN a través del bus CAN a otros dispositivos CAN que están conectados al bus y para recibir mensajes CAN emitidos desde otros dispositivos CAN. El controlador CAN puede emitir mensajes CAN a través del bus CAN, en los que cada mensaje CAN comprende un campo identificador de fuente que incluye un identificador CAN (CAN ID), en el que el CAN ID identifica el dispositivo CAN que ha emitido el mensaje CAN. El identificador CAN puede implementarse como el identificador CAN estándar de 11 bits definido en ISO-11898: 2003.

El módulo de acceso puede estar configurado como un dispositivo CAN que comprende una tabla **550** CAN en su memoria que incluye el ID **552** CAN que utiliza para emitir sus mensajes CAN a los transpondedores que están conectados al bus CAN. El controlador CAN de un transpondedor puede comprender un filtro para filtrar mensajes CAN con un ID CAN del módulo de acceso.

En una red CAN convencional, los dispositivos CAN típicamente comprenden un ID CAN estático preconfigurado. Sin embargo, este esquema no es muy adecuado para los transpondedores de cronometraje deportivo, que pueden estar conectados a un bus CAN de terceros (tal como el bus CAN del vehículo) que puede tener ya un gran número de nodos conectados al mismo. Por ejemplo, si el ID CAN estática (preconfigurada) de un transpondedor coincide con un ID CAN de otro dispositivo CAN, se interrumpiría la comunicación de datos entre el transpondedor, el módulo de acceso y otro dispositivo CAN (tal como el sistema de gestión del vehículo). Por lo tanto, en algunas realizaciones, el módulo de acceso puede estar configurado para asignar dinámicamente un ID CAN a un transpondedor.

La asignación dinámica de un ID CAN al transpondedor puede comenzar con la emisión por parte del módulo de acceso de un denominado mensaje CAN de anuncio al transpondedor, en el que el campo ID de fuente del mensaje

CAN de anuncio comprende un ID CAN del módulo **550** de acceso (ImCANid). El módulo de acceso puede insertar un ID CAN seleccionada en una parte predeterminada de la carga útil del mensaje CAN. Esta ID CAN puede denominarse ID CAN de respuesta (aCANid) **554**, que debe ser utilizado por el transpondedor como ID de fuente. La aCANid puede ser seleccionada por el módulo de acceso de una lista de las ID CAN disponibles en la tabla CAN. En una realización, el módulo de acceso puede seleccionar un ID CAN que no coincida con el ID CAN (estático) de los dispositivos CAN que ya están conectados al bus CAN. Por lo tanto, el módulo de acceso puede utilizar un mensaje CAN de anuncio para asignar dinámicamente un ID CAN -un ID CAN de respuesta (aCANid)- a un transpondedor, que puede almacenar el ID CAN de respuesta en su memoria **556**.

Para confirmar la asignación del ID CAN de respuesta al transpondedor, el transpondedor puede responder emitiendo un mensaje CAN de respuesta al módulo de acceso, en el que el campo ID de fuente de los mensajes CAN de respuesta comprende el ID CAN de respuesta (aCANid). Además, el transpondedor puede insertar su ID **520** de transpondedor (por ejemplo, el número de serie) en una parte predeterminada de la carga útil del mensaje CAN de respuesta. Cuando el módulo de acceso recibe un mensaje CAN de respuesta con el ID CAN de respuesta en el campo ID de fuente, puede determinar que este mensaje ha sido enviado por un transpondedor en respuesta a un mensaje CAN de anuncio enviado anteriormente y que la carga útil comprende la ID de transpondedor del transpondedor.

A continuación, el módulo de acceso puede comprobar el ID de transpondedor en el mensaje CAN de respuesta con el ID **544** de transpondedor que está almacenado en su memoria para determinar si el módulo de acceso puede utilizarse junto con el transpondedor. Por ejemplo, si el ID de transpondedor en el mensaje CAN de respuesta coincide con el ID de transpondedor en el módulo de acceso, el módulo de acceso puede determinar que puede establecer un enlace de comunicación con el transpondedor para el intercambio de datos, incluyendo, por ejemplo, la transmisión de información de licencia encriptada, código de software (por ejemplo, firmware) y/o tiempo al transpondedor. Una descripción más detallada de este procedimiento se describirá con referencia a las **Fig. 6 y 7**.

La **Fig. 6** representa un diagrama de flujo de una primera fase de un procedimiento para proporcionar acceso basado en CAN a las funciones de transpondedor de uno o más transpondedores de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización. En particular, el diagrama de flujo se refiere a un procedimiento para proporcionar acceso a las funciones de transpondedor de un transpondedor que está conectado a través de un bus CAN a un módulo de acceso como, por ejemplo, se describe con referencia a la **Fig. 5**.

El procedimiento puede comenzar con uno o más transpondedores, cada uno identificado por un ID de transpondedor, que escuchan el bus CAN para anunciar mensajes CAN originados por un módulo de acceso que se identifica por un determinado ID CAN (ImCANid) (paso **602**). A continuación, el módulo de acceso puede generar un mensaje CAN de anuncio en el que se inserta un ID CAN de respuesta (aCANid) en una parte concreta de la carga útil del mensaje CAN de anuncio (paso **604**). El mensaje CAN de anuncio generado puede emitirse posteriormente a través del bus CAN a los demás dispositivos CAN, en este ejemplo dos transpondedores, que estén conectados al bus CAN (paso **606**). A continuación, el módulo de acceso puede empezar a escuchar el bus CAN en busca de mensajes CAN con el ID CAN de respuesta como campo ID de fuente del mensaje CAN (paso **608**).

Mientras tanto, los transpondedores pueden recibir el mensaje CAN anunciado y determinar, basándose en el ID de fuente del mensaje CAN, que el mensaje procede del módulo de acceso. Además, el transpondedor puede determinar que el mensaje es un mensaje de anuncio y extraer el ID CAN de respuesta (aCANid) de su carga útil (paso **610**). En caso de que el uno o más transpondedores deseen recibir información del módulo de acceso (por ejemplo, información de licencia, hora y/o actualizaciones de software), se puede generar un mensaje CAN de respuesta. Este mensaje puede denominarse en lo sucesivo mensaje CAN de "información solicitada" (pasos **612,614**), en el que el campo ID de fuente del mensaje CAN de información solicitada puede incluir el aCANid y una parte predeterminada de la carga útil puede incluir el ID de transpondedor.

Para evitar que diferentes transpondedores envíen al módulo de acceso un mensaje CAN de información de solicitud con el mismo aCANid al mismo tiempo, cada transpondedor puede generar un tiempo de espera  $t$  en función de su ID de transpondedor (pasos **616,618**). Por ejemplo, en una realización, al menos una parte del ID de transpondedor puede utilizarse como semilla para un generador aleatorio en el transpondedor, de modo que cada transpondedor genere un tiempo de espera diferente (por ejemplo, en el ejemplo de la **Fig. 6**, un primer tiempo de espera  $t_1$  y un segundo tiempo de espera  $t_2$  diferente).

Como el segundo tiempo de espera ha sido más corto, el segundo transpondedor puede ser el primer transpondedor que envía un mensaje CAN de información de solicitud que incluye su ID de transpondedor (en este ejemplo, el número de serie serial#2 del transpondedor 2) en la carga útil del mensaje (paso **620**) al módulo de acceso. A continuación, el segundo transpondedor puede empezar a escuchar mensajes de información de respuesta del módulo de acceso durante un periodo de tiempo (paso **622**). En una realización, el transpondedor puede estar configurado para dejar de escuchar mensajes de información de respuesta tras un tiempo predeterminado (un "tiempo de espera") y volver a su estado de escucha anterior en el que escucha mensajes de anuncio procedentes del módulo de acceso (es decir, el estado descrito con referencia al paso **602** de la **Fig. 6**).

En el ejemplo de la **Fig. 6**, el segundo transpondedor es el primer transpondedor que envía un mensaje de información de solicitud al módulo de acceso. En respuesta, el módulo de acceso puede confirmar la solicitud de información del segundo transpondedor enviando a los transpondedores un mensaje CAN de confirmación de información que incluya el ID de transpondedor del segundo transpondedor (paso **624**). Tras el acuse de recibo de la solicitud del segundo transpondedor, el módulo de acceso no acepta mensajes CAN de información de solicitud de otros transpondedores hasta que hayan completado las solicitudes de información del segundo transpondedor (paso **626**). Por lo tanto, el módulo de acceso no tendrá en cuenta el mensaje de información de solicitud enviado por el primer transpondedor al módulo de acceso tras un tiempo de espera  $t_1$  (paso **628**). Por lo tanto, el primer transpondedor no recibirá un mensaje de confirmación en respuesta a su mensaje de información de solicitud. Transcurrido un tiempo predeterminado, puede aparecer un tiempo de espera y el primer transpondedor puede volver a su estado anterior en el que escucha los mensajes de anuncio procedentes del módulo de acceso (paso **630**).

La **Fig. 7** representa un diagrama de flujo de una segunda fase de un procedimiento para proporcionar acceso a través de un bus CAN a las funciones de transpondedor de uno o más transpondedores de cronometraje deportivo de acuerdo con una realización. El procedimiento de la **Fig. 7** puede tener lugar después del procedimiento de la **Fig. 6**, en el que el módulo de acceso reconoce haber procesado un mensaje CAN de solicitud de información del segundo transpondedor enviando un mensaje de información de reconocimiento que incluye el ID de transpondedor del segundo transpondedor al segundo transpondedor (paso **702**). Cuando el segundo transpondedor recibe el mensaje CAN de confirmación de información que comprende un ID de transpondedor del segundo transpondedor, puede determinar que el módulo de acceso ha aceptado su solicitud de información. A continuación, el transpondedor puede solicitar al módulo de acceso si hay nueva información de licencia disponible (paso **704**). Para ello, el módulo de acceso puede utilizar el identificador de transpondedor para determinar si dispone de nueva información de licencia para transmitir al segundo transpondedor (paso **706**). Si está disponible, la nueva información de licencia (encriptada) puede ser enviada por el módulo de acceso al módulo seguro del segundo transpondedor (paso **708**). El módulo seguro del transpondedor puede desencriptar la información de licencia encriptada, almacenar la nueva licencia y configurar el módulo funcional en el transpondedor basándose en la información de licencia (paso **709**).

Alternativamente y/o, además, el transpondedor puede solicitar información de tiempo (por ejemplo, el tiempo actual) al módulo de acceso (paso **710**). En respuesta, el módulo de acceso puede enviar información de tiempo encriptada al módulo seguro del transpondedor (paso **712**). El módulo seguro del transpondedor puede desencriptar la información de tiempo y utilizarla para comprobar si la licencia del transpondedor o partes de ella son válidas (paso **713**). En una realización, la transmisión de la información de tiempo puede incluir un procedimiento de autenticación que es similar al procedimiento descrito con referencia a la **Fig. 3**. En ese caso, el mensaje CAN que se envía al módulo de acceso en el paso **710** puede comprender una llave de autenticación encriptada AUTH, que puede utilizarse para autenticar el mensaje de respuesta del módulo de acceso que comprende la información de tiempo en forma encriptada de forma similar a la descrita con referencia a los pasos **304-312** de la **Fig. 3**.

A continuación, la sesión de comunicación entre el módulo de acceso y el segundo transpondedor puede finalizar. En una realización, el segundo transpondedor puede enviar un mensaje CAN de confirmación de parada al módulo de acceso (paso **714**) y puede pasar a un estado inactivo en el que no responde a los mensajes de anuncio durante un tiempo predeterminado (paso **716**). Alternativamente, el segundo transpondedor puede dejar de enviar mensajes al módulo de acceso, de modo que después de un tiempo predeterminado aparezca un tiempo de espera. A continuación, el módulo de acceso puede empezar a generar mensajes de anuncio (paso **718**) que pueden enviarse a los transpondedores (paso **720**). En ese caso, el primer transpondedor puede responder al mensaje de anuncio para establecer una sesión de comunicación entre el primer transpondedor y el módulo de acceso de forma similar a la descrita anteriormente.

La **Fig. 8** representa esquemas de formato de datos de mensajes CAN de acuerdo con una realización de la invención. Los mensajes CAN pueden formatearse sobre la base del formato de mensaje CAN estándar que comprende un identificador CAN de 11 bits o el formato de mensaje CAN ampliado que comprende un identificador CAN de 29 bits para identificar la fuente del mensaje CAN. Los mensajes CAN pueden incluir una carga útil de entre 0 y 8 bytes de datos, en los que el campo de datos DLC indica el número de bytes del mensaje.

Como se muestra en la **Fig. 8**, el mensaje **802** de anuncio CAN puede comprender un campo **804** ID de fuente que comprende el ID CAN del módulo de acceso (ImCANid). La carga útil (o una parte predeterminada de la misma) puede comprender la respuesta ID **806** CAN (aCANid) que debe utilizar el transpondedor como CAN ID. El mensaje **810** CAN de información de solicitud CAN puede incluir un campo **812** ID de fuente que incluya el ID CAN de respuesta (aCANid) y la carga útil (o una parte predeterminada de la misma) puede incluir el ID **814** de transpondedor del transpondedor que transmite el mensaje CAN de información de solicitud. El mensaje **820** de información de confirmación CAN puede incluir un campo **822** ID de fuente que incluya el ID CAN del módulo de acceso (ImCANid) y la carga útil (o una parte predeterminada de la misma) puede incluir el ID **822** de transpondedor del transpondedor seleccionado por el módulo de acceso para establecer un enlace de comunicación.

El controlador CAN de los transpondedores y del módulo de acceso puede estar configurado para generar y difundir estos mensajes CAN a través del bus CAN a otros dispositivos CAN. Del mismo modo, el controlador CAN de los transpondedores y el módulo de acceso pueden estar configurados para recibir estos mensajes CAN y procesarlos en

función de la información contenida en la carga útil. Los mensajes de la **Fig. 8** permiten a un módulo de acceso asignar dinámicamente un ID CAN a un transpondedor determinado y establecer temporalmente una conexión punto a punto entre el módulo de acceso y un transpondedor dentro de la red CAN.

5 Se afirma que las realizaciones de la **Fig. 1-8** no son limitativas. Además, los elementos de una realización pueden combinarse con uno o más elementos de otra realización sin abandonar el alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones. Además, el módulo de acceso también puede incluir dos o más identificadores de transpondedor para que el módulo de acceso pueda proporcionar acceso a dos o más transpondedores. En una  
10 realización, la información de licencia puede comprender información de primera licencia asociada a un primer transpondedor e información de segunda licencia asociada a un segundo transpondedor. Por ejemplo, en determinadas situaciones, un vehículo puede tener más de un transpondedor, por ejemplo, un transpondedor y un transpondedor de reserva. En otra realización, un usuario puede tener dos o más vehículos con un transpondedor. En ese caso, las condiciones de acceso pueden requerir una conexión del módulo de acceso al transpondedor para mantener activas las funciones del transpondedor, de modo que sólo pueda activarse un transpondedor al mismo  
15 tiempo. De este modo, el módulo de acceso puede utilizarse como llave de transpondedor para activar las funciones del transpondedor.

El transpondedor de cronometraje deportivo puede utilizarse para cualquier tipo de evento deportivo motorizado o no motorizado, incluyendo, pero no limitado a carreras en circuito y fuera de pista utilizando coches, karts o motores,  
20 eventos de ciclismo, carreras de radio control (RC), etc.

La **Fig. 9** representa un sistema para conectar de forma extraíble el módulo de acceso a través de un bus CAN a un transpondedor de acuerdo con una realización de la invención. En particular, la **Fig. 9** representa una tarjeta **906** de memoria (hardware) que comprende un módulo de acceso (como se describe con referencia a las **Fig. 1-3**) y un enchufe **404** que está configurado para recibir la tarjeta hardware y para posicionar de forma extraíble la tarjeta de  
25 memoria en el enchufe. Cuando la tarjeta de hardware se coloca en el enchufe, los contactos **910** eléctricos de la tarjeta de hardware hacen contacto eléctrico con los contactos **911** del enchufe que pueden estar conectados eléctricamente a través de cables **908** de bus CAN a un transpondedor **902**. Otro cable **909** de bus CAN puede conectar el transpondedor y la llave de acceso al bus CAN del vehículo en el que está montado el sistema representado en la **Fig. 9**. El recuadro de la **Fig. 9** muestra la parte superior del módulo de acceso, que puede incluir una  
30 pantalla **912** para mostrar determinada información al conductor.

El sistema de la **Fig. 9** puede instalarse en el vehículo de forma que el transpondedor pueda montarse en un lugar de acceso relativamente difícil, por ejemplo, el hueco de la rueda y/o la placa base del vehículo, y el enchufe para la llave de acceso pueda montarse en un lugar (por ejemplo, el salpicadero del vehículo) de fácil acceso para el conductor. El transpondedor debe montarse en esos lugares para garantizar una buena transferencia de señal del transpondedor a la estación base y viceversa. El (parte del) bus CAN del vehículo puede utilizarse para establecer un enlace de datos entre el transpondedor y la llave de acceso a través del bus CAN. Dado que el bus CAN es muy robusto frente a entornos adversos (por ejemplo, ruido EM eléctrico), se puede establecer una conexión de datos fiable en diferentes  
35 condiciones. Evidentemente, el sistema de la **Fig. 9** puede ampliarse a varios transpondedores (por ejemplo, un transpondedor principal y uno o varios transpondedores de reserva) conectados a través del bus CAN al módulo de acceso. El módulo de acceso puede utilizarse como llave para activar el transpondedor y como módulo de acceso para configurar el transpondedor a partir de la información de licencia y/o actualizaciones de firmware.

45 La **Fig. 10** representa un diagrama de bloques que ilustra un sistema de procesamiento de datos ejemplar que puede utilizarse en sistemas y procedimientos como los descritos con referencia a las **Figs. 1-9**. El sistema **1000** de procesamiento de datos puede incluir al menos un procesador **1002** acoplado a elementos **1004** de memoria a través de un bus **1006** de sistema. Como tal, el sistema de procesamiento de datos puede almacenar código de programa dentro de los elementos **1004** de memoria. Además, el procesador **1002** puede ejecutar el código de programa al que se accede desde los elementos **1004** de memoria a través del bus **1006** de sistema. En un aspecto, el sistema de procesamiento de datos puede implementarse como un ordenador adecuado para almacenar y/o ejecutar código de programa. Debe apreciarse, sin embargo, que el sistema de procesamiento de datos puede implementarse en la forma de cualquier sistema que incluya un procesador y memoria que sea capaz de realizar las funciones descritas dentro de esta memoria descriptiva.  
50

Los elementos **1004** de memoria pueden incluir uno o más dispositivos de memoria física tales como, por ejemplo, memoria **1008** local y uno o más dispositivos **1010** de almacenamiento masivo. La memoria local puede referirse a la memoria de acceso aleatorio o a otros dispositivos de memoria no persistente generalmente utilizados durante la ejecución real del código del programa. Un dispositivo de almacenamiento masivo puede implementarse como un disco duro u otro dispositivo de almacenamiento de datos persistente. El sistema de procesamiento también puede incluir una o más memorias caché (no mostradas) que proporcionan almacenamiento temporal de al menos parte del código de programa con el fin de reducir el número de veces que el código de programa debe recuperarse del dispositivo **1010** de almacenamiento masivo durante la ejecución.  
60

Dispositivos de entrada/salida (I/O) representados como dispositivo **1012** de entrada y dispositivo **1014** de salida opcionalmente pueden acoplarse al sistema de procesamiento de datos. Ejemplos de dispositivos de entrada pueden  
65

5 incluir, pero no se limitan a, por ejemplo, un teclado, un dispositivo señalador tal como un ratón, o similares. Ejemplos de dispositivos de salida pueden incluir, pero no se limitan a, por ejemplo, un monitor o pantalla, altavoces, o similares. El dispositivo de entrada y/o el dispositivo de salida pueden acoplarse al sistema de procesamiento de datos directamente o a través de controladores de I/O intermedios. Un adaptador **1016** de red también puede acoplarse al sistema de procesamiento de datos para permitir que se acople a otros sistemas, sistemas informáticos, dispositivos de red remotos y/o dispositivos de almacenamiento remotos a través de redes privadas o públicas intervinientes. El adaptador de red puede comprender un receptor de datos para recibir los datos que transmiten dichos sistemas, dispositivos y/o redes a dichos datos y un transmisor de datos para transmitir datos a dichos sistemas, dispositivos y/o redes. Los módems, los módems por cable y las tarjetas Ethernet son ejemplos de diferentes tipos de adaptadores de red que pueden utilizarse con el sistema de procesamiento de datos.

15 Como se muestra en la **Fig. 10**, los elementos **1004** de memoria pueden almacenar una aplicación **1018**. Debe apreciarse que el sistema **1000** de procesamiento de datos puede ejecutar además un sistema operativo (no mostrado) que puede facilitar la ejecución de la aplicación. La aplicación, implementada en forma de código de programa ejecutable, puede ser ejecutada por el sistema **1000** de procesamiento de datos, por ejemplo, por el procesador **1002**. En respuesta a la ejecución de la aplicación, el sistema de procesamiento de datos puede estar configurado para realizar una o más operaciones que se describirán en detalle en el presente documento.

20 En un aspecto, por ejemplo, el sistema **1000** de procesamiento de datos puede representar un sistema de procesamiento de datos de cliente. En ese caso, la aplicación **1018** puede representar una aplicación cliente que, cuando se ejecuta, configura el sistema **1000** de procesamiento de datos para realizar las diversas funciones descritas en el presente documento con referencia a un "cliente". Ejemplos de un cliente pueden incluir, pero no se limitan a, un ordenador personal, un ordenador portátil, un teléfono móvil, o similares.

25 En otro aspecto, el sistema **1000** de procesamiento de datos puede representar un servidor. Por ejemplo, el sistema **1000** de procesamiento de datos puede representar un servidor HTTP, en cuyo caso la aplicación **1018**, cuando se ejecuta, puede configurar el sistema **1000** de procesamiento de datos para realizar operaciones de servidor HTTP.

30 La terminología utilizada en el presente documento tiene por objeto describir únicamente realizaciones particulares y no pretende ser limitativa de la invención. Tal y como se utilizan en el presente documento, las formas singulares "un", "una" y "la/el" incluyen también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se utilizan en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números enteros, pasos, operaciones, elementos y/o componentes declarados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

40 Las estructuras, materiales, actos y equivalentes correspondientes de todos los medios o elementos de paso más función de las reivindicaciones que figuran a continuación pretenden incluir cualquier estructura, material o acto para realizar la función en combinación con otros elementos reivindicados como se reivindica específicamente. La descripción de la presente invención se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, pero no pretende ser exhaustiva ni limitarse a la invención en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos de habilidad ordinaria en la técnica sin apartarse del alcance de la invención. La realización fue elegida y descrita con el fin de explicar mejor los principios de la invención y la aplicación práctica, y para permitir a otros de habilidad ordinaria en la técnica para entender la invención para diversas realizaciones con diversas modificaciones que se adapten al uso particular contemplado.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para proporcionar acceso a una o más funciones de transpondedor de un transpondedor (102) montado en o sobre un vehículo, al menos una de dichas una o más funciones de transpondedor que comprende transmitir una señal (108) que comprende un identificador (132) de transpondedor a un receptor (113) de un sistema de cronometraje que está configurado para determinar el punto en el tiempo en que dicho transpondedor (102) pasa por dicho receptor (113), comprendiendo dicho procedimiento:
- 10 establecer un enlace de comunicación entre dicho transpondedor (102) y un módulo (104) de acceso configurado para determinar la información de tiempo que comprende una indicación del tiempo actual, en el que dicho módulo (104) de acceso se implementa como un dispositivo de hardware seguro que se conecta de forma extraíble al transpondedor (102) a través de una interfaz inalámbrica Bluetooth, Wi-Fi o de comunicación de campo cercano (NFC) o de un bus (510) de datos cableado, preferentemente un bus CAN; enviar un identificador (132) de transpondedor a dicho módulo (104) de acceso;
- 15 recibir información encriptada sobre derechos (142) de dicho módulo (104) de acceso, determinándose dicha información (142) de derechos sobre la base de al menos una parte de dicho identificador (132) de transpondedor, comprendiendo dicha información (142) de derechos una o más condiciones de acceso para determinar cuándo un usuario de dicho transpondedor (102) tiene derecho a acceder al menos a una parte de dichas funciones del transpondedor;
- 20 un módulo criptográfico en dicho transpondedor que desencripta dicha información (142) de derechos encriptada sobre la base de una llave de desencriptado que está almacenada en una memoria (150) segura de dicho transpondedor (102);
- 25 almacenar dicha información (142) de derechos desencriptada en dicha memoria (150) segura de dicho transpondedor (102);
- determinar dicha información (142) de derechos almacenada en dicha memoria (150) segura de dicho transpondedor (102);
- 30 recibir información de tiempo de dicho módulo (104) de acceso ;
- determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder al menos a una parte de dicha una o más funciones del transpondedor sobre la base de al menos una parte de dichas condiciones de acceso y de dicha información de tiempo; y,
- 35 un microcontrolador en dicho transpondedor (102) que configura al menos parte de dicha una o más funciones del transpondedor de acuerdo con dicha información (142) de derechos si dicho usuario tiene derecho a acceder a dicha una o más funciones del transpondedor.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha información (142) de derechos comprende además código de firmware para configurar al menos parte de dichas funciones del transpondedor.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que determinar si dicho usuario tiene derecho de acceso a al menos una parte de dicha una o más funciones de transpondedor comprende, además:
- 40 dicho transpondedor (102) envía una solicitud de tiempo a dicho módulo (104) de acceso;
- recibir dicha información de tiempo de dicho módulo (104) de acceso, en el que la información de tiempo es determinada por dicho módulo (104) de acceso sobre la base de un reloj en tiempo real en dicho módulo (104) de acceso.
- 45 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha solicitud de tiempo comprende un valor de autenticación encriptado, preferentemente un nonce encriptado, para la autenticación de dicha información de tiempo recibida por dicho transpondedor (102).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que determinar si dicho usuario tiene derecho de acceso a al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor comprende, además:
- 50 el módulo (104) de acceso desencripta dicho valor de autenticación encriptado;
- el módulo (104) de acceso determina la información de tiempo firmada combinando dicho valor de autenticación con dicha información de tiempo;
- 55 el módulo (104) de acceso encripta dicha información de tiempo firmada
- el módulo (104) de acceso envía dicha información encriptada de la hora firmada a dicho transpondedor (102);
- el transpondedor (102) autentica dicha información de tiempo cotejando dicho valor de autenticación almacenado en dicho transpondedor (102) con el valor de autenticación de dicha información de tiempo firmada.
- 60 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder a al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor comprende además: si dicho usuario de dicho transpondedor (102) no tiene derecho a acceder a al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor, limitar el acceso a dicha al menos parte de dicha una o más funciones de transpondedor y/o a uno o
- 65

más servicios asociados a dicho transpondedor (102).

7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicha conexión extraíble comprende un enchufe (904) montado en el vehículo para recibir dicho módulo (104) de acceso, en el que dicho enchufe (904) está conectado eléctricamente a través de dicho bus (510) de datos a dicho transpondedor (102), conectando eléctricamente dicho enchufe (904) dicho dispositivo de hardware seguro a través de dicho bus (510) de datos a dicho transpondedor (102).

8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en el que dicho transpondedor (102) y dicho módulo (104) de acceso comprenden un controlador de red de área de controlador (CAN) y dicho bus (510) de datos está configurado como un bus CAN.

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el establecimiento de un enlace de comunicación entre dicho transpondedor (102) y un módulo (104) de acceso comprende, además:

un controlador CAN del transpondedor que escucha un mensaje CAN de anuncio procedente del controlador CAN del módulo (104) de acceso; comprendiendo el campo ID CAN de dicho mensaje CAN de anuncio un ID CAN asociado a dicho módulo (104) de acceso y el campo de carga útil de dicho mensaje CAN de anuncio comprende un ID CAN de respuesta;  
dicho controlador CAN del transpondedor que recibe un mensaje CAN de anuncio de dicho controlador CAN del módulo (104) de acceso;  
dicho controlador CAN del transpondedor transmite un mensaje CAN de información de solicitud a dicho módulo (104) de acceso, en el que el campo ID CAN de dicho mensaje CAN comprende dicho ID CAN de respuesta y la carga útil de dicho mensaje CAN de información de solicitud comprende dicho identificador (132) de transpondedor, preferentemente al menos parte del número de serie del transpondedor, de dicho transpondedor (102); y,  
utilizar dicho identificador (132) de transpondedor para establecer una conexión de datos entre dicho transpondedor (102) y dicho módulo (104) de acceso.

10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dichas una o más condiciones de acceso comprenden información de caducidad para determinar en qué momento caduca el acceso a al menos parte de dichas funciones de transpondedor; y/o, en el que dichas una o más condiciones de acceso comprenden información de ubicación para determinar en qué ubicación o ubicaciones es accesible al menos parte de dichas funciones de transpondedor; y/o, en el que dichas una o más condiciones de acceso comprenden una o más condiciones de uso para determinar para qué usos del transpondedor (102) es accesible al menos parte de dichas funciones de transpondedor.

11. Un transpondedor (102) para montar en o sobre un vehículo configurado para comunicarse con un módulo (104) de acceso que se implementa como un dispositivo de hardware seguro y configurado para conectarse de forma extraíble a dicho módulo (104) de acceso a través de una interfaz inalámbrica Bluetooth, Wi-Fi o de comunicación de campo cercano (NFC) o un bus (510) de datos cableado, preferentemente un bus CAN, dicho transpondedor (102) que comprende:

uno o más módulos de función de transpondedor, en el que al menos uno de dichos módulos de función de transpondedor está configurado para transmitir una señal (108) que comprende un identificador (132) de transpondedor a un receptor (113) de un sistema de cronometraje deportivo para determinar el momento en que dicho transpondedor (102) pasa por dicho receptor (113);  
una interfaz (130) para establecer un enlace de comunicación con dicho módulo (104) de acceso;  
un módulo criptográfico para descifrar la información (142) de derechos encriptada sobre la base de una llave de descifrado;  
una memoria (150) segura para almacenar dicha información (142) de derechos descifrada que comprende una o más condiciones de acceso para determinar cuándo un usuario de dicho transpondedor (102) tiene derecho a acceder al menos a una parte de dichas funciones del transpondedor y para almacenar dicha llave de descifrado;  
un medio de almacenamiento legible por ordenador que contiene un código de programa legible por ordenador, y un microprocesador, acoplado al medio de almacenamiento legible por ordenador, en el que, en respuesta a la ejecución del código de programa legible por ordenador, el microprocesador está configurado para realizar operaciones ejecutables que comprenden:

establecer un enlace de comunicación con dicho módulo (104) de acceso;  
enviar un identificador (132) de transpondedor a dicho módulo (104) de acceso;  
recibir información (142) de derechos descifrada de dicho módulo (104) de acceso;  
descifrar, utilizando dicho módulo criptográfico, dicha información (142) de derechos encriptada sobre la base de dicha llave de descifrado;  
almacenar dicha información (142) de derechos descifrada en dicha memoria (150) segura;

determinar dicha información (142) de derechos almacenada en dicha memoria (150) segura de dicho transpondedor (102);  
recibir información de tiempo de dicho módulo (104) de acceso, comprendiendo dicha información de tiempo una indicación del tiempo actual;  
5 determinar si dicho usuario tiene derecho a acceder al menos a una parte de dicha una o más funciones del transpondedor sobre la base de al menos una parte de dichas condiciones de acceso y de dicha información de tiempo; y,  
configurar al menos una parte de dichas funciones de transpondedor de acuerdo con dicha información (142) de derechos si dicho usuario tiene derecho a acceder a dichas funciones de transpondedor.

10 12. Un sistema de transpondedor para su uso en un vehículo que comprende:

un transpondedor de acuerdo con la reivindicación 11 y montado en el vehículo; y  
un módulo de acceso, implementado como un dispositivo de hardware seguro, que comprende:  
15 una interfaz para un enlace de comunicación con dicho transpondedor,  
una memoria segura para almacenar información sobre derechos,  
medios para determinar la información de tiempo, comprendiendo dicha información de tiempo una indicación sobre el tiempo actual,  
un medio de almacenamiento legible por ordenador que contenga un código de programa legible por  
20 ordenador, y  
un microprocesador, acoplado al medio de almacenamiento legible por ordenador,  
en el que, en respuesta a la ejecución del código de programa legible por ordenador, el procesador está configurado para realizar operaciones ejecutables,  
25 en el que dicho módulo de acceso está configurado para conectarse de forma comunicativa a través de una interfaz inalámbrica Bluetooth, Wi-Fi o de comunicación de campo cercano (NFC) o un bus de datos cableado, preferentemente un bus CAN, a dicho transpondedor cuando dicho transpondedor está montado en el vehículo;  
y en el que dicho módulo de acceso y transpondedor están configurados para realizar el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

30 13. Producto de programa de ordenador que comprende porciones de código de software configuradas para, cuando son ejecutadas por un ordenador, ejecutar los pasos del procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4.

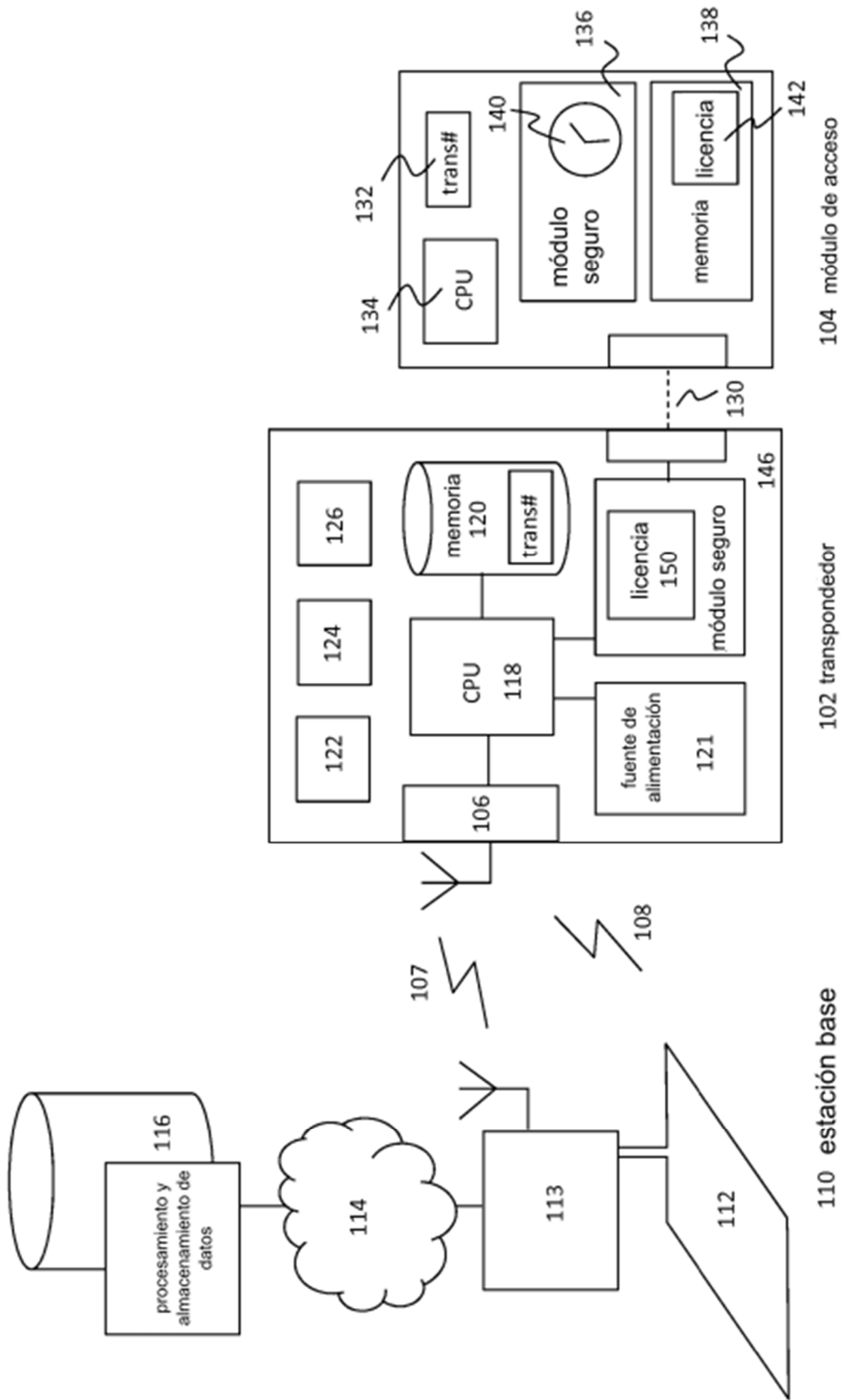


Fig. 1

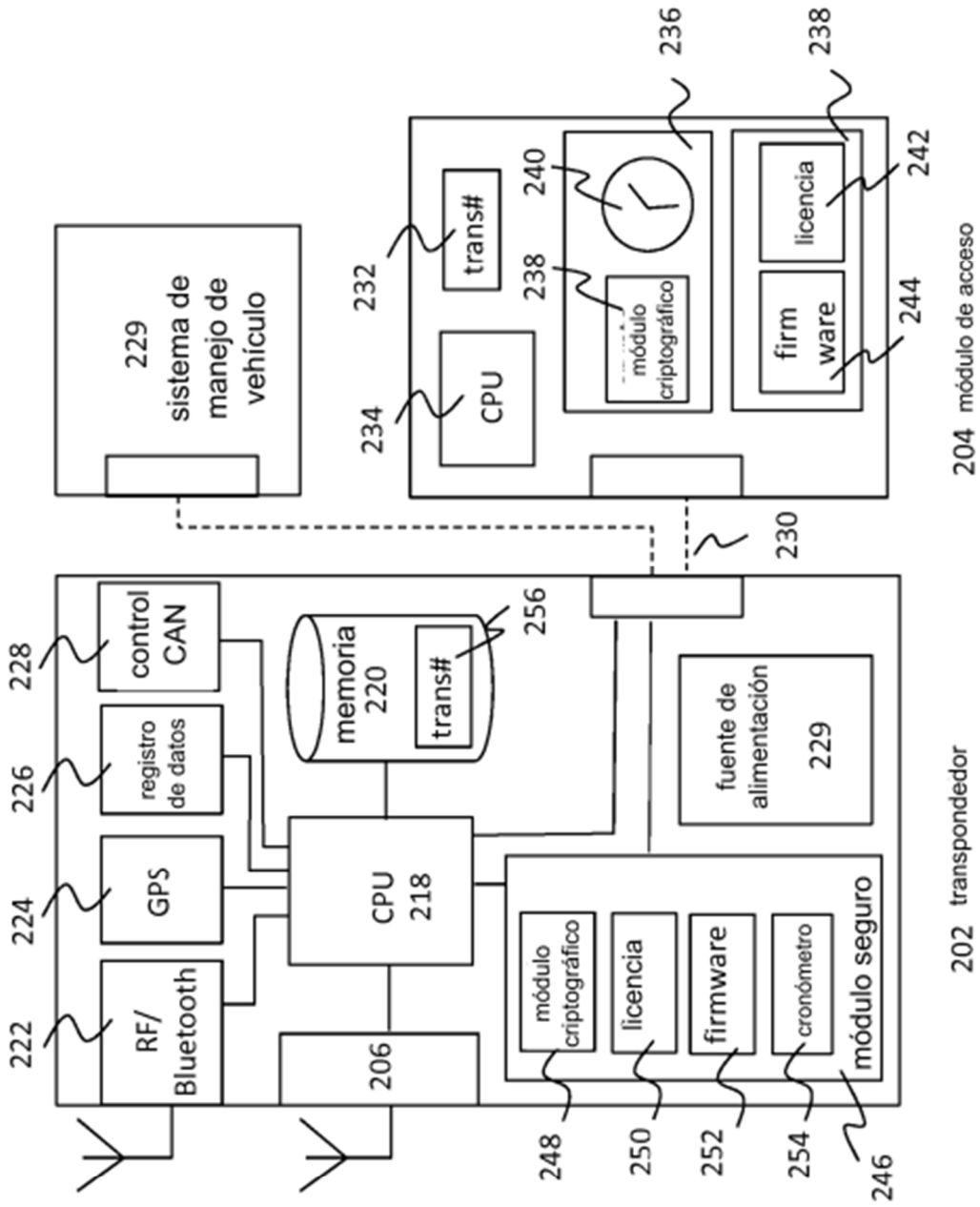


Fig. 2A

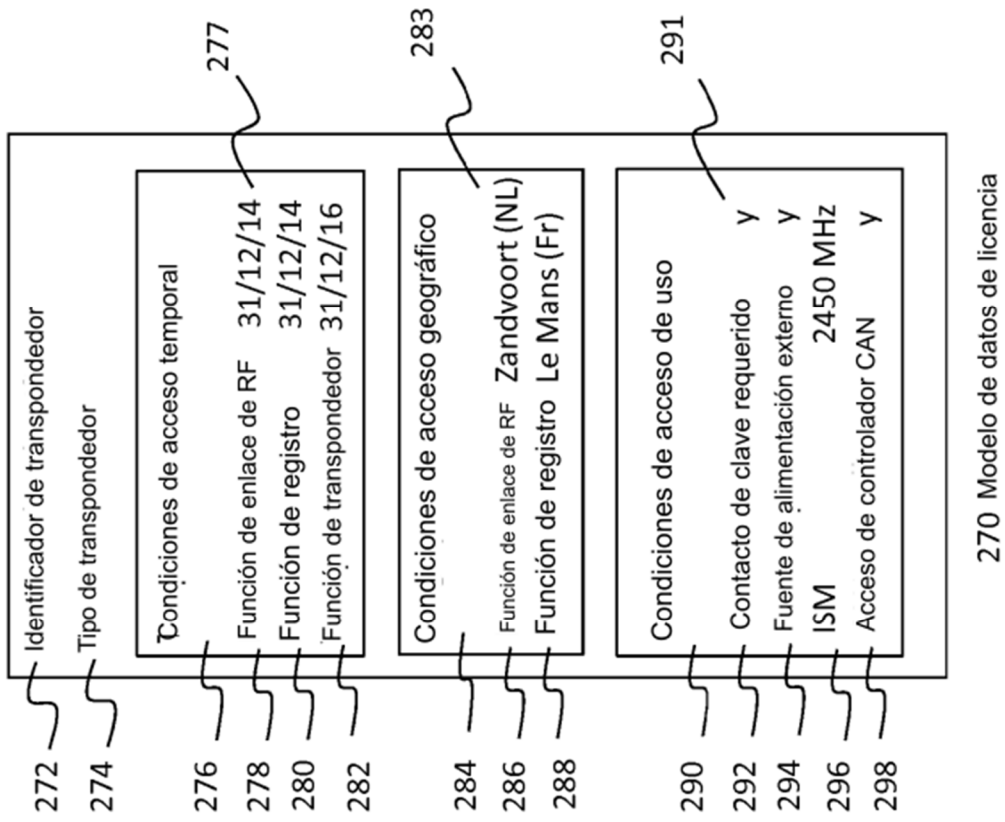


Fig. 2B

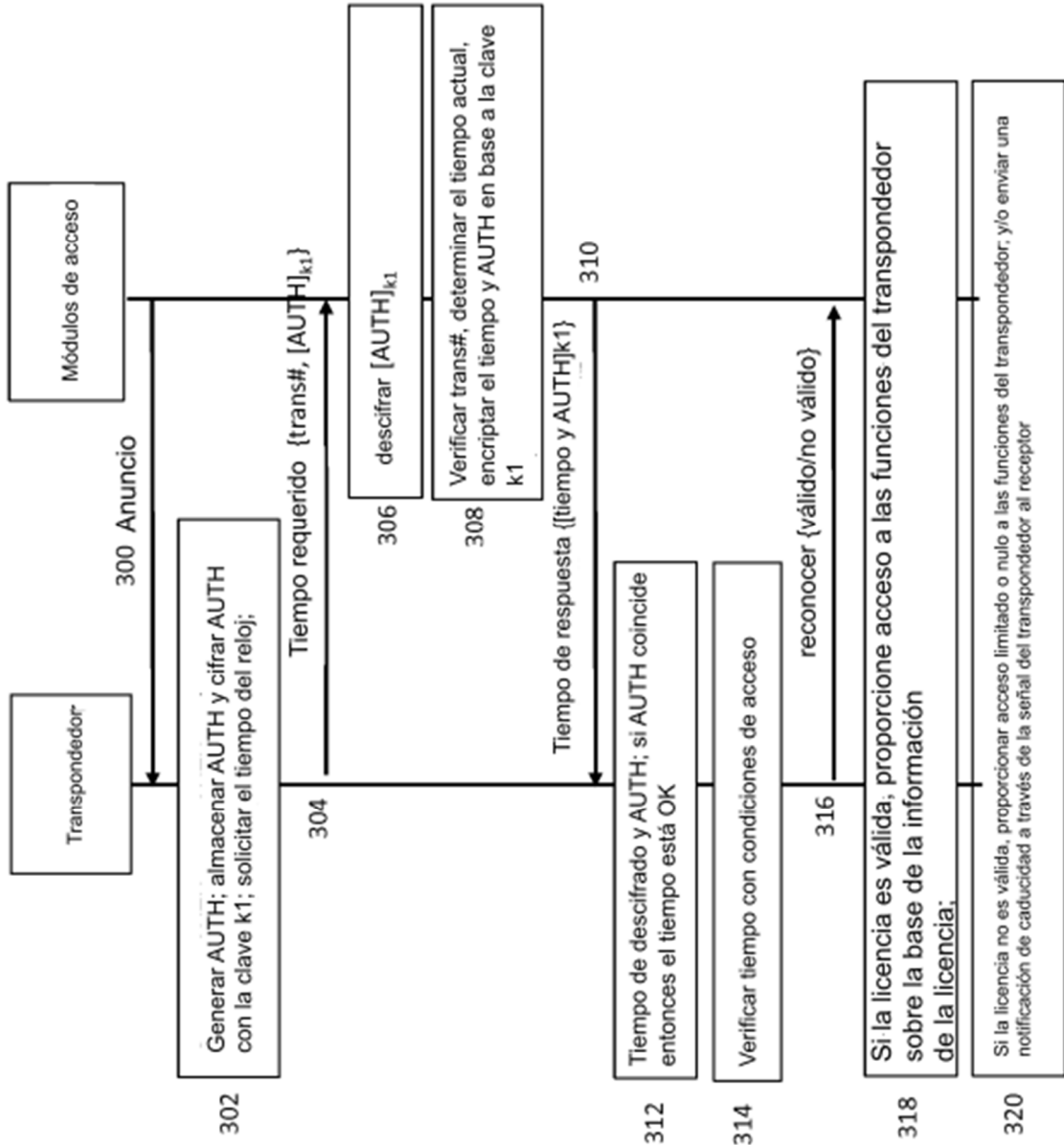


Fig. 3

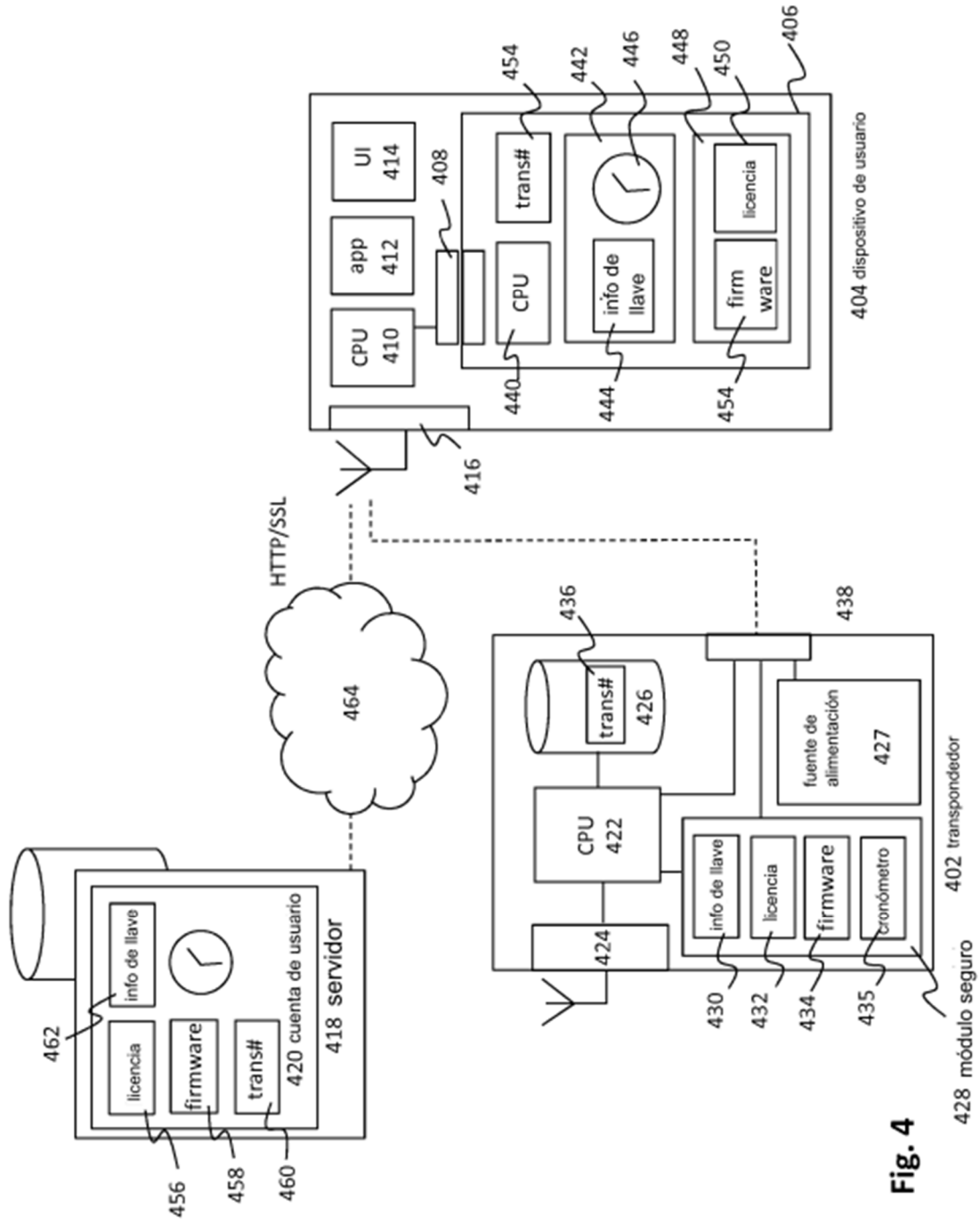


Fig. 4

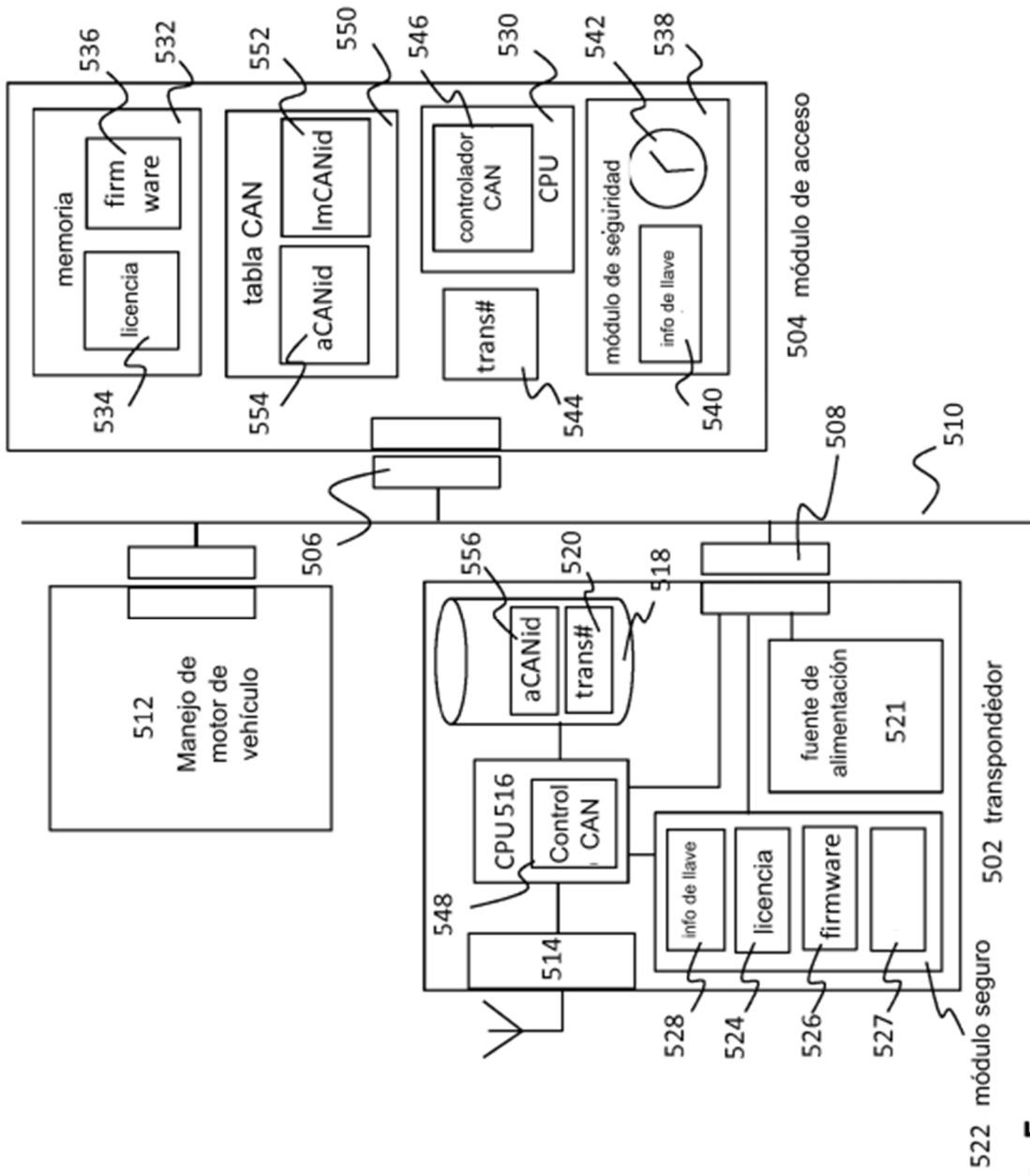


Fig. 5

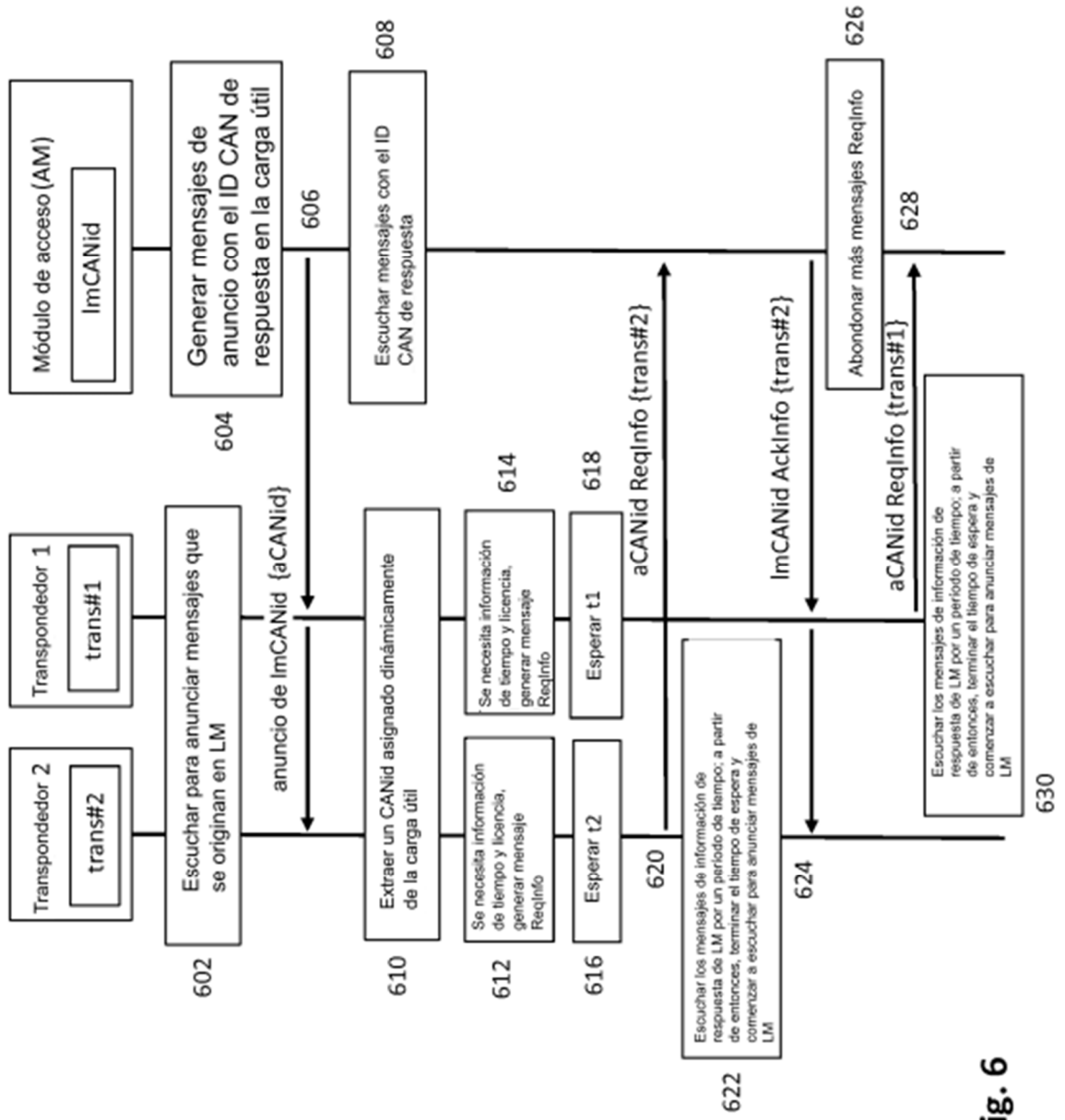


Fig. 6

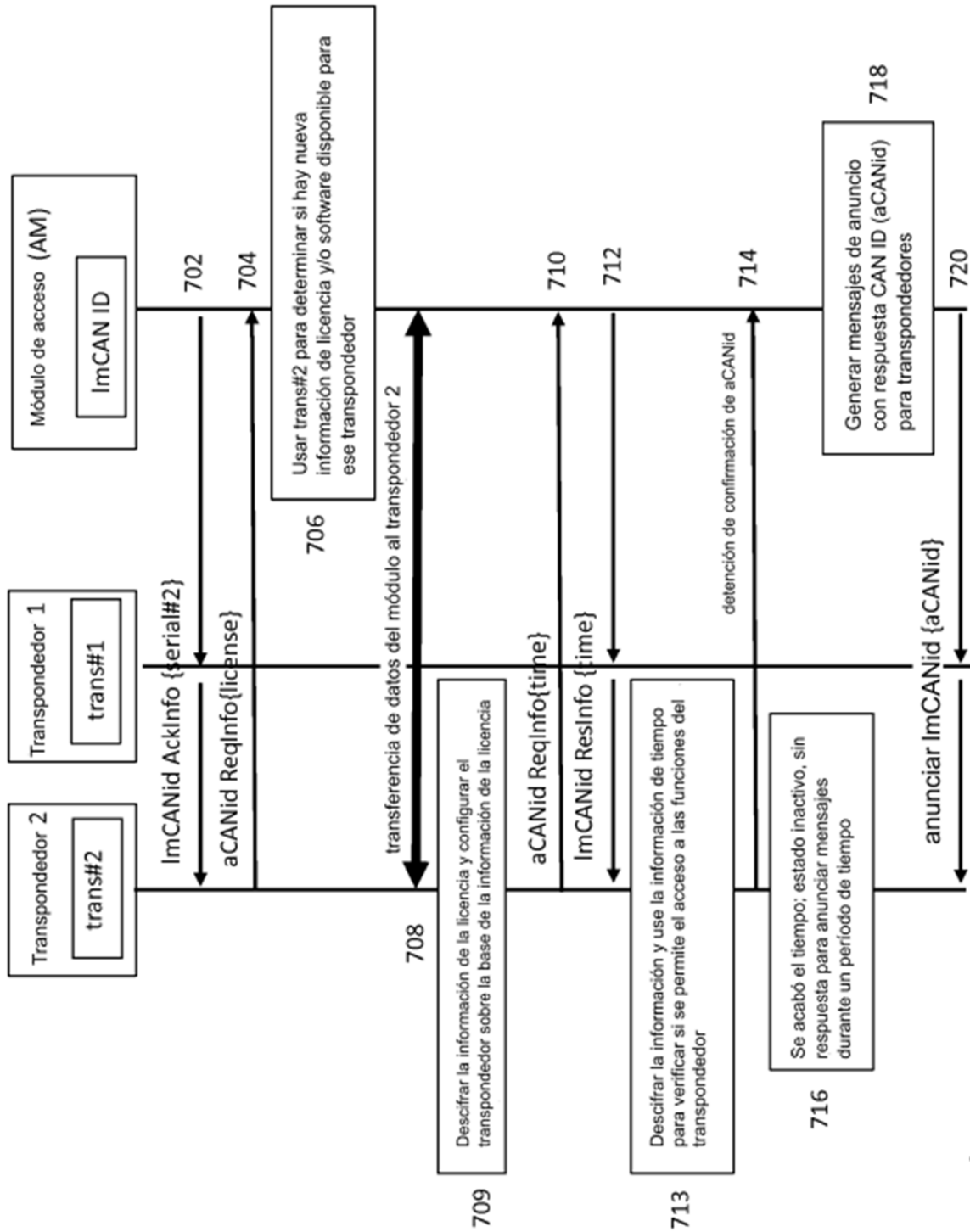


Fig. 7

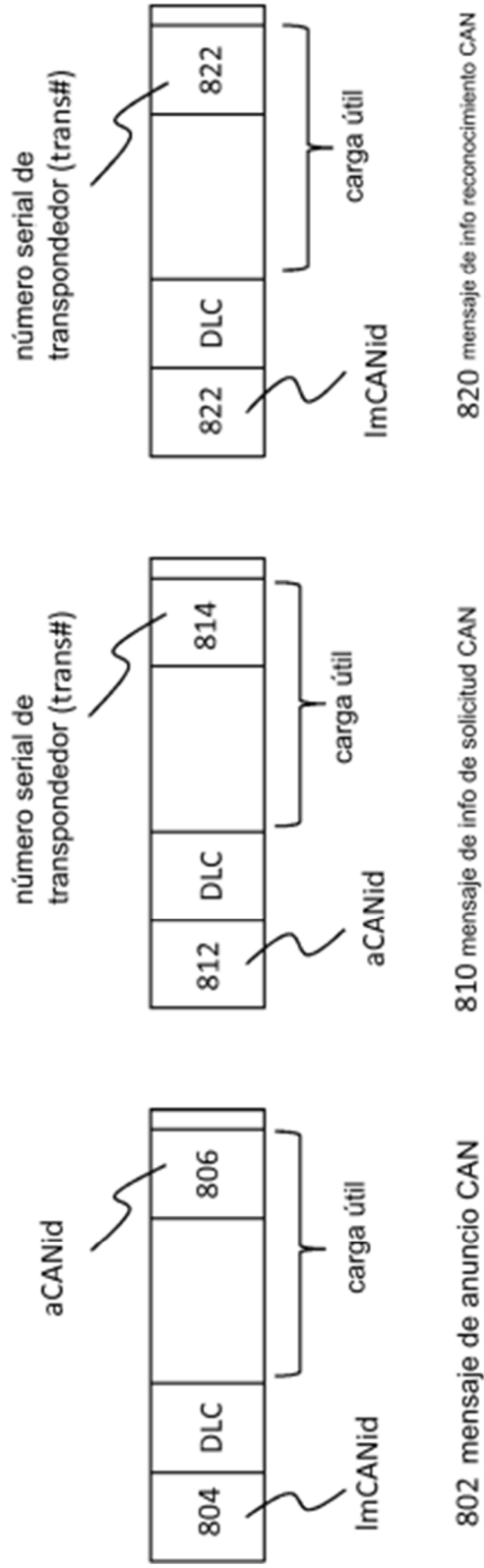


Fig. 8