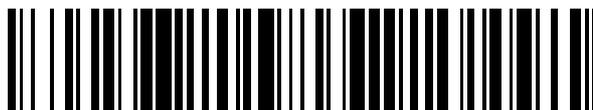


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 378**

51 Int. Cl.:

H04B 1/59 (2006.01)

G07B 15/00 (2011.01)

H04B 7/26 (2006.01)

G07B 15/06 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2010 E 10753032 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2409408**

54 Título: **Programación mejorada de transpondedor en un sistema de peaje de carretera abierta**

30 Prioridad:

20.03.2009 US 161896 P

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

14.10.2016

73 Titular/es:

**KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)
Am Europlatz 2
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**KOHLI , JAPJEEV y
MALARKY, ALASTAIR**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 586 378 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

Programación mejorada de transpondedor en un sistema de peaje de carretera abierta

Campo

5 La presente invención se refiere a sistemas electrónicos de cobro de peaje y, en particular, a métodos y sistemas para su comunicación con un transpondedor situado en o dentro de un vehículo en movimiento que se desplaza en una carretera.

Antecedentes

Los sistemas de cobro de peaje electrónico ("ETC") se utilizan comúnmente para facilitar el cobro de un peaje de un vehículo en movimiento que se desplaza en una carretera de peaje.

10 En un sistema de ETC típico, una serie de antenas están montadas cerca de la carretera para proporcionar zonas de cobertura que se solapan. Unos transpondedores de radiofrecuencia ("RF") están montados en o dentro de un vehículo para comunicarse con las antenas a medida que pasan a través de la zona de cobertura para la antena. Un lector de identificación de vehículos automática ("AVI") de carretera hace que cada antena transmita una señal de disparo o activación de RF dentro de la zona de cobertura. Un transpondedor que pasa a través de la zona de
 15 cobertura detecta la señal de activación o de disparo y responde con su propia señal de RF. La señal de respuesta incluye típicamente información almacenada en una memoria del transpondedor, tal como un número de identificación asociado con el transpondedor. En algunos sistemas, el lector de carretera puede estar conectado a un detector del vehículo y a un sistema de formación de imágenes, que permite detectar, clasificar y fotografiar vehículos, y analizar los números de placas de matrícula para permitir que el operador del sistema de peaje aplique los cargos correspondientes al propietario del vehículo.

20 El lector de AVI típicamente incluye un software para determinar una posición probable en el carril del vehículo. Después de que el lector de AVI ha leído los datos transmitidos por el transpondedor, el lector típicamente transmite información actualizada al transpondedor utilizando una antena que tiene una zona de cobertura que incluye la posición probable del vehículo, tal como se determina por el software para determinar la posición probable en el
 25 carril del vehículo. Por ejemplo, el lector puede transmitir una indicación de hora y/o un carril y un ID de plaza que identifica el carril y la plaza por la que ha pasado el transpondedor. Cuando el transpondedor recibe la información actualizada, típicamente almacena la información actualizada en la memoria del transpondedor.

30 En algunas circunstancias, puede producirse un problema de transmisión que dé lugar a un intento de programación fallido. Por ejemplo, el transpondedor puede no recibir una señal si el transpondedor se ha desplazado fuera del área de cobertura de la antena utilizada para transmitir la señal de programación. La interferencia causada por otros dispositivos eléctricos también puede dar lugar a que la señal de programación o una porción de la señal de programación no sea recibida por el transpondedor. Un error de transmisión también puede producirse debido a reflexiones, trayectorias múltiples y atenuación de la señal de programación de RF a medida que pasa desde el exterior del vehículo al interior del vehículo, donde normalmente se encuentra el transpondedor.

35 El documento US 2007/0063872 A1, que describe un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1, sugiere resolver este problema simplemente repitiendo la programación después de un intento fallido de programar el transpondedor.

El documento US 2006/0202800 A1 muestra un método para la programación de etiquetas RFID. En caso de un intento de programación sin éxito, la programación se realiza con un nivel de potencia de transmisión aumentado.

40 Por lo tanto, es deseable proporcionar un método y un sistema mejorados para su comunicación con un transpondedor situado en un vehículo en movimiento en una carretera de peaje.

Compendio

La presente solicitud describe sistemas y métodos para su comunicación con un transpondedor situado en o dentro de un vehículo en movimiento que se desplaza en una carretera.

45 En un aspecto, la presente solicitud proporciona un sistema de comunicación de transpondedor para su uso en un sistema de cobro de peaje electrónico para programar un transpondedor situado en un vehículo en movimiento que se desplaza en una carretera. El transpondedor tiene una memoria. El sistema incluye una primera antena que tiene una primera área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, y una segunda antena que tiene una segunda área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, siendo la segunda área de
 50 cobertura diferente de la primera área de cobertura, cada una para transmitir una señal de programación y para recibir una señal de respuesta desde el transpondedor para indicar una programación exitosa del transpondedor.

El sistema también incluye un dispositivo de control conectado a las antenas. El dispositivo de control está configurado para dirigir, en un modo normal, la primera antena para transmitir la señal de programación sobre la primera área de cobertura. El dispositivo de control está configurado para esperar posteriormente a la señal de

respuesta y determinar si el transpondedor ha actualizado su memoria usando la señal de programación. El dispositivo de control está configurado además para dirigir, en un modo mejorado, la segunda antena para transmitir la señal de programación sobre la segunda área de cobertura si el dispositivo de control determina que el transpondedor no pudo actualizar su memoria.

- 5 En otro aspecto, la presente solicitud proporciona un método para la programación de un transpondedor en un vehículo en movimiento en una carretera. La carretera comprende una primera antena que tiene un área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, una segunda antena que tiene una segunda área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, siendo la segunda área de cobertura diferente de la primera cobertura área. El transpondedor tiene una memoria. El transpondedor está configurado para programar la memoria al recibir una señal de programación. El método comprende las etapas de: transmitir, en un modo normal, la señal de programación sobre la primera área de cobertura utilizando la primera antena de la carretera; verificar que el transpondedor ha programado la memoria del transpondedor utilizando la señal de programación; y la etapa adicional de: transmitir, en un modo mejorado, la señal de programación sobre la segunda área de cobertura utilizando la segunda antena de la carretera si no puede verificar que el transpondedor ha programado la memoria del transpondedor.

Otros aspectos y características de la presente solicitud serán evidentes para los expertos ordinarios en la técnica a partir de una revisión de la siguiente descripción detallada cuando se considera en relación con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

- 20 Ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, que muestran una realización de la presente solicitud, y en los que:

La figura 1 muestra una vista en planta y un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un sistema de comunicación de transpondedor en una aplicación de peaje de carretera abierta de dos carriles, según la invención;

La figura 2 muestra un diagrama de temporización de un dispositivo de control (no reivindicado en las reivindicaciones adjuntas) del sistema de comunicación de transpondedor de la figura 1;

- 25 La figura 3 muestra un diagrama de temporización de una realización de un dispositivo de control de acuerdo con la invención para su uso con el sistema de comunicación de transpondedor de la figura 1;

La figura 4 muestra una vista en planta y un diagrama de bloques de una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas) de un sistema de comunicación de transpondedor en una aplicación de peaje de carretera abierta de dos carriles;

- 30 La figura 5 muestra una vista en planta y un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un sistema de comunicación de transpondedor de acuerdo con la invención, que tiene una antena de haz amplio;

La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un método de comunicación con un transpondedor de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

- 35 La figura 7 muestra un diagrama de temporización de ejemplo de una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas) de un dispositivo de control para su uso con el sistema de comunicación de transpondedor de la figura 1;

La figura 8 muestra un diagrama de temporización de ejemplo de una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas) de un dispositivo de control para su uso con el sistema de comunicación de transpondedor de la figura 4;

- 40 La figura 9 muestra un diagrama de temporización de ejemplo de acuerdo con otra realización de un dispositivo de control de acuerdo con la invención para su uso con el sistema de comunicación de transpondedor de la figura 1;

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un método de la invención, de comunicación con un transpondedor situado en el sistema de la figura 1;

- 45 La figura 11 muestra un diagrama de temporización de una realización de un dispositivo de control de acuerdo con la invención para su uso con el sistema de comunicación de transpondedor de la figura 4.

Descripción de realizaciones específicas

- 50 Con referencia a la figura 1, se muestra una realización de un sistema de cobro electrónico que tiene un sistema de comunicación de transpondedor, que se ilustra en general mediante el número de referencia 10. En una realización, el sistema de cobro de peaje electrónico está asociado con una plaza de peaje con puerta. En otra realización, el sistema está asociado con una zona de procesamiento de carretera de peaje abierta. Otras aplicaciones del sistema de cobro de peaje electrónico serán apreciadas por los expertos en la técnica.

5 Como se muestra en la figura 1, el sistema de cobro de peaje electrónico se aplica a una carretera 12 que tiene primer y segundo carriles adyacentes 14 y 16. La carretera 12 puede ser una carretera de acceso de dos carriles que conduce hacia o fuera de una autopista de peaje. El sistema de cobro de peaje electrónico 10 incluye tres antenas de carretera 18A, 18B y 18C, cada una de las cuales está conectada a unos medios de procesamiento de señal, a saber, un lector 17 de identificación automática de vehículos ("AVI"). Se apreciará que otras configuraciones de antena pueden ser utilizadas y que el número de antenas o el número de carriles pueden ser diferentes de los que se ilustran en la figura 1. Por ejemplo, el ejemplo de realización de la figura 1 se puede modificar para eliminar la antena de punto medio 18B, de manera que sólo dos antenas de carretera 18A, 18C se podrían utilizar para proporcionar cobertura a los dos carriles 14 y 16. Las antenas 18A, 18B, 18C pueden montarse, en algunas realizaciones, en una estructura de pórtico u otra estructura.

15 El lector 17 de AVI es un dispositivo de control que procesa las señales que se envían y se reciben por las antenas de carretera 18A, 18B y 18C. El lector 17 de AVI puede incluir un procesador (no mostrado) y un módulo 24 de radiofrecuencia (RF). El procesador puede estar configurado para controlar las comunicaciones en las antenas 18A, 18B, 18C. El procesador incluye una unidad de procesamiento programable, memoria volátil y no volátil que almacena instrucciones y datos necesarios para la operación del procesador, e interfaces de comunicación para permitir que el procesador se comunique con el módulo de RF 24 y un controlador de carretera 30.

20 El módulo de RF 24 está configurado para modular las señales procedentes del procesador 35 para su transmisión como señales de RF sobre las antenas de carretera 18A, 18B y 18C, y para desmodular las señales de RF recibidas por las antenas de carretera 18A, 18B y 18C en una forma adecuada para su uso por el procesador 35. A este respecto, el lector 17 de AVI emplea técnicas de hardware y de procesamiento de señal que son bien conocidas en la técnica.

Las antenas de carretera 18A, 18B y 18C, y el lector 17 de AVI funcionan para leer la información procedente de un transpondedor 20 (que se muestra en el parabrisas del vehículo 22), para programar información al transpondedor 20, y para verificar que se ha realizado un intercambio validado.

25 Las antenas de carretera 18A, 18B y 18C pueden ser antenas de transmisión y recepción direccionales que, en la realización ilustrada, tienen una orientación tal que cada una de las antenas de carretera 18A, 18B y 18C sólo puede recibir señales transmitidas desde un transpondedor 20 cuando el transpondedor 20 está situado dentro de una zona de cobertura aproximadamente elíptica asociada con la antena.

30 Las antenas de carretera 18A, 18B y 18C están situadas por encima de la carretera 12 y dispuestas de tal manera que tienen zonas de cobertura 26A, 26B y 26C que están alineadas a lo largo de un eje 15 que es ortogonal a la trayectoria de desplazamiento a lo largo de la carretera 12. En la realización ilustrada, los ejes principales de las zonas de cobertura elípticas 26A, 26B y 26C son colineales entre sí, y se extienden ortogonalmente respecto a la dirección de desplazamiento. Como es evidente de la figura 1, la zona de cobertura 26A proporciona una cobertura completa del primer carril 14, y la zona de cobertura 26C proporciona una cobertura completa del segundo carril 16. La zona de cobertura 26B se solapa a las zonas de cobertura 26A y 26C.

35 Se entenderá que, aunque las zonas de cobertura 26A, 26B y 26C se ilustran como que tienen idénticas formas elípticas perfectas, en realidad, las formas reales de las zonas de cobertura 26A, 26B y 26C suelen no ser perfectamente elípticas, sino que tendrán una forma que depende de una serie de factores, incluyendo reflejos de RF o interferencias causadas por estructuras cercanas, patrón de antenas y orientación de montaje.

40 También se entenderá que, aunque se describen zonas de cobertura elípticas en la realización anterior, otras formas también podrían ser utilizadas para las áreas de cobertura 26A, 26B o 26C. Además, aunque se muestran tres áreas de cobertura 26A, 26B, 26C, el número de áreas de cobertura puede variar.

45 El lector 17 de AVI también puede incluir un módulo 37 de procesamiento de transacciones para el procesamiento de una transacción de pago para el transpondedor 20. La transacción de pago puede iniciarse en respuesta a una recepción de datos desde el transpondedor 20. El módulo 37 de procesamiento de transacciones puede estar configurado para emitir una petición para la programación de uno específico de los transpondedores 20 después del procesamiento de la transacción de pago para ese transpondedor 20.

50 El lector 17 de AVI está conectado a un controlador de carretera 30. En sistemas de peaje de carretera abierta, el sistema de cobro de peaje electrónico 10 incluirá a menudo un sistema de formación de imágenes de vehículos, que se indica en general mediante el número de referencia 34. El sistema de formación de imágenes 34 incluye un procesador de imágenes 42 al que están conectadas una serie de cámaras 36, dispuestas para cubrir la anchura de la carretera para la captura de imágenes de vehículos que cruzan una línea 38 de la cámara, que se extiende ortogonalmente a través de la carretera 12. El procesador de imágenes 42 está conectado al controlador de carretera 30, y la operación de las cámaras 36 se sincroniza mediante el controlador de carretera 30 en conjunción con un detector de vehículos 40. El detector de vehículos 40, que está conectado al controlador de carretera 30, detecta cuándo un vehículo ha cruzado una línea 44 de detección de vehículos que se extiende ortogonalmente a través de la carretera 12, que está situada antes de la línea 38 de la cámara (en relación con la dirección de desplazamiento). La salida del detector de vehículos 40 es utilizada por el controlador de carretera 30 para controlar

la operación de las cámaras 36. El detector de vehículos 40 puede tomar un número de configuraciones diferentes que son bien conocidas en la técnica, por ejemplo, puede ser un dispositivo que detecte la obstrucción de la luz por un objeto.

5 Como se muestra en la figura 1, el sistema de cobro de peaje electrónico utiliza un transpondedor 20 que está situado en un vehículo 22 que se desplaza por la carretera 12. El transpondedor 20 tiene un módem que está configurado para desmodular las señales de RF recibidas por la antena del transpondedor en una forma adecuada para su uso por un controlador de transpondedor. El módem también está configurado para modular señales procedentes del controlador de transpondedor para la transmisión como una señal de RF a través de la antena del transpondedor.

10 El transpondedor 20 también incluye una memoria que está conectada al controlador del transpondedor. El controlador del transpondedor puede acceder a la memoria para almacenar y recuperar datos. La memoria puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM) o una memoria flash. En una realización, la memoria es la memoria integrada de un microcontrolador.

15 La memoria del transpondedor 20 puede tener una ubicación de memoria reservada para el almacenamiento de datos que pueden ser alterados por el lector 17 de AVI. Esta ubicación de la memoria puede incluir, por ejemplo, campos de registro de los puntos de entrada y salida del vehículo 22 y las horas y fechas de entrada o salida del vehículo 22. También puede incluir información de la cuenta, que el lector 17 de AVI verifica y luego carga en un sistema de aparcamiento automático, punto de venta para vehículos automatizado, u otro sistema de comercio móvil. En el transcurso de una operación de peaje electrónico, el lector 17 de AVI puede que tenga que actualizar la memoria del transpondedor 20.

La memoria del transpondedor 20 puede contener también un área de memoria que no se puede actualizar mediante el lector 17 de AVI. Por ejemplo, la memoria puede contener campos que son establecidos por el fabricante o la agencia de implementación de los transpondedores, que tienden a relacionarse con las características del transpondedor 20 o del vehículo 20 o cliente.

25 Se hace ahora referencia a la figura 2, que muestra un diagrama de temporización 310 para una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas) de un protocolo de comunicación predefinido para el sistema de cobro de peaje electrónico que se ha descrito anteriormente. En la realización mostrada en la figura 2, el lector 17 de AVI está configurado para operar las antenas 18A, 18B, 18C en una secuencia multiplexada por división de tiempo que tiene supertramas sucesivas 330, 332. El lector 17 de AVI está configurado de tal manera que la segunda supertrama 332 se produce inmediatamente después de la primera supertrama 330.

30 El diagrama de temporización 310 ilustra una secuencia de temporización ejemplar de operaciones de comunicación de dos supertramas 330 y 332. Cada supertrama comprende una serie de tramas 340, 342, 344. Cada trama 340, 342, 344 en cada supertrama 330, 332 corresponde a comunicaciones en una diferente de las antenas 18A, 18B, 18C. Por ejemplo, la primera trama 340 de cada supertrama 330, 332 pueden corresponder a comunicaciones en la primera antena 18A y la segunda trama 342 de cada supertrama 330, 332 pueden corresponder a comunicaciones en la segunda antena 18B, y la tercera trama 344 de cada supertrama 330, 332 puede corresponder a comunicaciones en la tercera antena 18C.

35 Cada trama 340, 342, 344 del diagrama de temporización 310 incluye una señal de disparo 312a, 312b, 312c, 312d, 312e, 312f que se transmite por el lector 17 de AVI al transpondedor 20, utilizando las antenas 18A, 18B, 18C correspondientes. Por ejemplo, en el ejemplo descrito anteriormente, donde la primera trama 340 corresponde a comunicaciones en la primera antena 18A, la señal de disparo 312a en la primera trama 340 de la primera supertrama 330 y la señal de disparo 312d de la primera trama 340 de la segunda supertrama 332 se transmiten utilizando la primera antena 18A.

40 En la realización ilustrada en la figura 2, cada una de las tramas 340, 342, 344 son de la misma duración y son de suficiente duración para permitir que se realicen operaciones de lectura, programación y verificación durante cada trama 340, 342, 344.

Los transpondedores 20 están configurados para transmitir una señal 318b, 318c de contenido de memoria después de la recepción de la señal de disparo 312a, 312b, 312c, 312d, 312e, 312f. La señal 318b, 318c de contenido de memoria incluye al menos algunos de los contenidos de la memoria del transpondedor 20.

45 Después de la transmisión de la señal de disparo 312a, 312b, 312c, 312d, 312e, 312f, el lector 17 de AVI se configura para esperar subsiguientemente a la señal 318b, 318c de contenido de memoria. Si la señal 318b, 318c de contenido de memoria no se recibe después de un período de tiempo predeterminado, el lector 17 de AVI puede determinar que no hay ningún transpondedor en las proximidades del intervalo de transmisión del lector que ha recibido la señal de disparo 312a, 312b, 312c, 312d, 312e, 312f. Por ejemplo, una situación de este tipo se ilustra tal como se produce en la primera trama 340 de la primera supertrama 330 de la figura 2.

50 En algunas tramas, la señal 318b, 318c de contenido de memoria puede ser recibida por el lector 17 de AVI desde los transpondedores 20 que están dentro del área de cobertura 26A, 26B, 26C de la antena 18A, 18B, 18C utilizada

para transmitir la señal de disparo 312a, 312b, 312c. Por ejemplo, en el diagrama de temporización 310 de ejemplo de la figura 2, las señales 318b, 318c de contenido de memoria se reciben en la segunda trama 342 de la primera supertrama 330 y en la tercera trama 344 de la primera supertrama 330.

5 Tras la recepción de la señal 318b, 318c de contenido de memoria, puede haber un retraso durante el cual el módulo 37 de procesamiento de transacciones puede procesar una transacción de pago. Por ejemplo, el módulo 37 de procesamiento de transacciones puede cargar una cantidad de peaje de una cuenta asociada con el transpondedor 20.

10 Después de que el módulo 37 de procesamiento de transacciones ha procesado la transacción de pago, el lector 17 de AVI puede tener que actualizar el contenido de la memoria del transpondedor 20. Para actualizar los contenidos de la memoria del transpondedor 20, el lector 17 de AVI transmite una señal de programación 320 en un modo normal usando una o más de las antenas 18A, 18B, o 18C. En una realización, que se muestra en la figura 2, el lector de AVI puede hacer que una señal de programación 320b, 320c se transmita en el modo normal usando la antena 18B, 18C asociada con la trama 342, 344 durante la que se ha recibido la señal 318b, 318c de contenido de memoria. Por ejemplo, en la figura 2 se ilustra un ejemplo donde el lector 17 de AVI transmite una primera señal de programación 320b en el modo normal en la segunda antena 18B después de que se recibe la señal 318b de contenido de memoria en la segunda trama 342 de la primera supertrama 330 en la segunda antena 18B.

15 En otras realizaciones (no mostradas), el lector 17 de AVI está equipado con un sistema de determinación de la posición del vehículo para determinar una ubicación probable del vehículo 22 que contiene el transpondedor 20. Se conocen diversos métodos de determinación de la posición del vehículo. Por ejemplo, en una realización, el lector 17 de AVI realizará las etapas de transmitir una señal de disparo y esperar a una señal de respuesta muchas veces en cada antena y recibirá múltiples respuestas desde el transpondedor 20, para localizar la posición del carril del transpondedor 20. Se apreciará que se pueden usar otros métodos para determinar qué antena 18A, 18B o 18C es la más probable que tenga un área de cobertura 26A, 26B, 26C o que incluya la posición actual del vehículo 22 que lleva el transpondedor 20. Se describe un método en la patente U.S. 6.219.613, titulada "Sistema y método de determinación de la posición de un vehículo", presentada el 18 de abril de 2000.

20 En realizaciones donde se emplea un sistema de determinación de la posición de un vehículo, una primera señal de programación 320b, 320c se puede transmitir utilizando la antena 18A, 18B o 18C, que se determina mediante el sistema de determinación de la posición del vehículo para ser más adecuada para la comunicación con el transpondedor 20.

30 En algunas situaciones, puede haber múltiples transpondedores 20 dentro del área de cobertura 26A, 26B, o 26C de la antena 18A, 18B, o 18C utilizada para transmitir la señal de programación. Para garantizar que la señal de programación 320 sólo es utilizada por el transpondedor 20 apropiado, la señal de programación 320 incluye un ID de transpondedor, que identifica el transpondedor 20 para el que se destina la señal de programación 320.

35 También se entenderá que el lector 17 de AVI puede recibir múltiples señales 318 de contenido de memoria desde un transpondedor 20 dado, al pasar ese transpondedor 20 a través de las zonas de cobertura 26A, 26B, 26C. La señal 318 de contenido de memoria puede recibirse en múltiples supertramas 330, 332. La señal 318 de contenido de memoria para un transpondedor 20 dado también puede recibirse en múltiples antenas 18A, 18B y 18C. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando el transpondedor 20 está situado en un área de zonas de cobertura 26A, 26B, 26C superpuestas. También puede ocurrir si el vehículo 22 con el transpondedor 20 cambia su posición en el carril. Se entenderá que normalmente será innecesario programar el transpondedor 20 cada vez que una señal 318 de contenido de memoria se recibe desde un transpondedor dado. Por consiguiente, el lector 17 de AVI puede estar configurado para ignorar señales 318 de contenido de memoria posteriores que se reciben después de que el transpondedor 20 se haya programado correctamente.

40 Después de la transmisión de la señal de programación 320b, 320c en el modo normal, el lector 17 de AVI está configurado para intentar verificar que la señal de programación 320b, 320c fue recibida correctamente por el transpondedor 20. En una realización (no mostrada), para verificar que el transpondedor 20 se programó con éxito, el lector 17 de AVI transmite una señal de disparo adicional en la antena 18A, 18B, 18C determinada por el sistema de determinación de la posición del vehículo que es la más adecuada para la comunicación con el transpondedor 20 y espera durante un período de tiempo predeterminado por una señal de respuesta desde el transpondedor 20. Típicamente, la señal de respuesta contiene datos almacenados en la memoria del transpondedor 20. Si no se recibe ninguna señal de respuesta por el lector 17 de AVI durante el periodo de tiempo predeterminado, el lector 17 de AVI supone que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria.

45 En la realización ilustrada en la figura 2, no se requiere una señal de disparo adicional para verificar que el transpondedor 20 se programó. En esta realización, el transpondedor 20 está configurado para transmitir una señal de respuesta 322 después de que haya recibido una señal de programación 320 y haya actualizado su memoria. El lector 17 de AVI monitoriza del período de tiempo después de la transmisión de una señal de programación 320. Si el lector 17 de AVI no ha recibido una señal de respuesta 322 después de un período de tiempo predeterminado tras la transmisión de la señal de programación 320, el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria. Por ejemplo, en las figuras 2 y 3, la segunda trama 342 de la primera supertrama 330

ilustra un ejemplo en el que no se recibe una señal de respuesta después de la transmisión de la señal de programación 320b. En este ejemplo, el lector 17 de AVI determinaría que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria.

5 El lector 17 de AVI también puede estar configurado para determinar que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria si la señal de respuesta 322 es diferente de lo que habría sido si el transpondedor 20 hubiera sido programado correctamente. El lector 17 de AVI puede estar configurado para comparar la señal de respuesta 322 con una señal de respuesta esperada para determinar si el transpondedor 20 ha actualizado su memoria usando la señal de programación 320. Esta situación se ilustra en la tercera trama 344 de la primera supertrama 330 de la figura 2. Aquí, la señal de respuesta 322c no es la esperada y el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria.

10 En las realizaciones mostradas en las figuras 2 y 3, el lector 17 de AVI está configurado para dirigir al menos una de las antenas 18A, 18B, 18C para transmitir la señal de programación 320e, 320f en un modo mejorado si el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 no pudo actualizar su memoria. En el modo mejorado, la señal de programación 320e, 320f se transmite sobre un área de cobertura modificada. Es decir, se transmite sobre un área de cobertura que es diferente del área de cobertura 26A, 26B, 26C sobre la que la señal de programación 320 se transmitió en el modo normal.

15 Con referencia ahora a las figuras 2 y 4, en una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), en el modo normal, el lector 17 de AVI está configurado para hacer que la señal de programación 320b, 320c se transmita a un nivel de potencia normal y, en el modo mejorado, el lector 17 de AVI está configurado para hacer que la señal de programación 320e, 320f se transmita a un nivel de potencia que es mayor que el nivel de potencia normal. En el modo normal, las antenas 18A, 18B, y 18C tendrán áreas de cobertura estándar 26A, 26B, 26C. En el modo mejorado, la señal de programación se transmite a través de un área de cobertura modificada 28A, 28B, 28C de una de las antenas 18A, 18B, 18C.

20 El aumento del nivel de potencia de una señal transmitida en una de las antenas 18A, 18B, o 18C aumenta efectivamente el tamaño de la zona de cobertura 26A, 26B, 26C asociada con esa antena 18A, 18B, 18C. Las áreas de cobertura modificadas 28A, 28B y 28C son más grandes que las áreas de cobertura estándar 26A, 26B, 26C. Las áreas de cobertura más grandes permiten al lector 17 de AVI comunicarse con transpondedores 20 que pueden estar fuera del área de cobertura estándar 26A, 26B, o 26C. El aumento del nivel de potencia de la señal de programación también da lugar a una probabilidad mayor que la señal será impermeable a errores causados por atenuación o interferencia.

25 Las antenas 18A, 18B, 18C pueden estar conectadas a atenuadores (no mostrados) que se usan para variar el nivel de potencia de señal entre el nivel de potencia normal y el nivel de potencia mejorada. Los atenuadores están controlados por el lector 17 de AVI, permitiendo que el lector 17 de AVI varíe el nivel de potencia.

30 Con referencia ahora a la figura 3 en conjunción con la figura 1, se muestra otra realización del sistema de comunicación del transpondedor 10. En esta realización, hay al menos dos antenas 18A, 18B, 18C. El lector 17 de AVI está configurado de tal manera que, en el modo normal, la señal de programación 320 se transmite utilizando una de las antenas 18A, 18B, 18C. Las diversas técnicas descritas anteriormente, tales como el uso de un sistema de determinación de la posición del vehículo, se pueden emplear para determinar cuál de las antenas 18A, 18B o 18C se utiliza para transmitir la señal de programación en el modo normal. En el modo mejorado, el lector de AVI está configurado para transmitir la señal de programación 320f utilizando una antena 18C o 18A que está adyacente a la antena 18B utilizada para transmitir la señal de programación 320b en el modo normal. Por ejemplo, en el diagrama de temporización 350 de ejemplo de la figura 3, una señal de programación 320b se transmite en la segunda trama 342 de la primera supertrama 330 en el modo normal. Como la segunda trama 342 en este ejemplo corresponde a la segunda antena 18B, la señal de programación 320b se transmite utilizando la segunda antena 18B en el modo normal. Como no se recibe ninguna señal de respuesta por el lector 17 de AVI, el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 no pudo actualizar su memoria. Como el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria, el lector 17 de AVI está configurado para transmitir otra señal de programación 320f en el modo mejorado. En esta realización, en el modo mejorado, la señal de programación 320f se transmite utilizando una de las antenas 18A, 18C que está adyacente a la antena 18B utilizada para transmitir la señal de programación 320b en el modo normal.

35 Cuando hay más de una antena 18A, 18B, o 18C que está adyacente a la antena 18A, 18B, 18C que se utiliza para transmitir la señal de programación 320b en el modo normal, el lector 17 de AVI puede estar configurado para seleccionar aleatoriamente una de las antenas 18A, 18B, 18C que está adyacente a la antena 18A, 18B, 18C utilizada para transmitir la señal de programación 320b en el modo normal. También son posibles otros métodos de selección.

40 En otra realización, que se muestra en la figura 5, el sistema de comunicación de transpondedor 10 incluye además antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C y al menos una antena de haz amplio 19. La antena de haz amplio 19 tiene un área de cobertura 27 que es mayor que el área de cobertura 26A, 26B, 26C de una cualquiera de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C. En esta realización, el lector 17 de AVI puede estar configurado para transmitir la señal

de programación usando una de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C en el modo de programación normal, y para transmitir la señal de programación usando la antena de haz amplio 19 en el modo mejorado. En algunas realizaciones, la zona de cobertura 27 de la antena de haz amplio 19 está aguas abajo de las zonas de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas de haz estrecho. En otras realizaciones (no mostradas), la zona de cobertura 27 de la antena de haz amplio 19 se solapa con las zonas de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C.

En otras realizaciones (no mostradas), se puede utilizar una combinación de los métodos de programación descritos anteriormente. Por ejemplo, en una realización, en el modo mejorado, el lector 17 de AVI puede estar configurado para transmitir la señal de programación en un nivel de potencia que sea mayor que el nivel de potencia usado en el modo normal y para transmitir la señal de programación en una antena 18A, 18B, 18C que esté adyacente a la antena 18A, 18B, 18C que se utiliza para transmitir la señal de programación en el modo normal.

Aunque las figuras 2 y 3 ilustran, cada una, realizaciones en las que el lector 17 de AVI está configurado para transmitir una señal de programación 320e, 320f en el modo mejorado después de una sola transmisión fallida de la señal de programación normal 320b, 320c, se comprenderá que el lector 17 de AVI puede estar configurado para transmitir la señal de programación 320e, 320f en el modo mejorado después de cualquier número de transmisiones fallidas de la señal de programación normal.

Después de la transmisión de la señal de programación 320e, 320f en el modo mejorado, el lector 17 de AVI puede una vez más intentar verificar que el transpondedor 20 se ha programado correctamente. Como antes, el proceso de verificación puede incluir la etapa de transmitir una señal de disparo y esperar una respuesta del transpondedor 20. Alternativamente, como se demuestra en la tercera trama 344 de la segunda supertrama 332 de las figuras 2 y 3, el transpondedor 20 puede estar configurado para transmitir la señal de respuesta 322e, 322f cuando se ha programado correctamente.

Aunque cada una de las figuras 2 y 3 ilustran una situación en la que sólo hay un intento fallido de programar un transpondedor 20 dado, se entenderá que también son posibles múltiples intentos fallidos para programar un transpondedor 20 dado. El lector 17 de AVI puede estar configurado para hacer frente a múltiples fallos en una variedad de maneras. En una realización, el lector 17 de AVI está configurado para realizar un seguimiento del número total de intentos fallidos o del período de tiempo durante el cual el lector 17 de AVI ha estado tratando de programar el transpondedor 20. El lector 17 de AVI dejará de intentar programar el transpondedor 20 después de transcurrido un período de tiempo predeterminado o de alcanzar un número predeterminado de intentos de programación, después de lo cual el lector 17 de AVI determinará que el transpondedor 20 se encuentra fuera de la zona de cobertura 26A, 26B o 26C de las antenas 18A, 18B, o 18C. En algunas situaciones, el lector 17 de AVI dejará de intentar programar el transpondedor 20 después de que una señal de programación 320b, 320c se haya transmitido en el modo normal y una señal de programación 320e, 320f se haya transmitido en el modo mejorado.

En una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), el lector 17 de AVI se puede configurar para alternar entre la transmisión de la señal de programación 320e, 320f en el modo mejorado y la transmisión de la señal de programación 320b, 320c en el modo normal después de cada intento de programación fallido sucesivo. Por ejemplo, si una señal normal de programación se transmite utilizando la primera antena 18A en el modo normal, el lector 17 de AVI puede estar configurado para transmitir la señal de programación en el modo mejorado utilizando la segunda antena 18B después de un primer intento de programación fallido, y para transmitir de nuevo la señal de programación en el modo normal usando la primera antena 18A después de un segundo intento de programación fallido.

Con referencia ahora a la figura 6, se describirán operaciones 600 de ejemplo de un método para la programación de un transpondedor 20 de acuerdo con una realización de la presente descripción. En la primera etapa 602, una señal de programación 320 se transmite en un modo normal sobre un área de cobertura 26A, 26B, 26C en al menos una de las antenas 18A, 18B, 18C.

A continuación, en la etapa 604, se realiza una determinación en cuanto a si el transpondedor 20 se ha programado usando la señal de programación 320. Si el transpondedor 20 no ha sido programado, o si no se puede determinar si el transpondedor 20 se ha programado, en la etapa 606 se hace un intento para programar el transpondedor en el modo mejorado.

En una realización, en el modo normal de la etapa 602, la señal de programación 320 se transmite a un nivel de potencia normal y, en el modo mejorado de la etapa 606, la señal de programación 320 se transmite a un nivel de potencia que es mayor que el nivel de potencia normal.

En otra realización, en el modo mejorado de la etapa 606, la señal de programación 320 se transmite en una antena 18A, 18B, 18C que está adyacente a la antena 18A, 18B, 18C utilizada en la etapa 602 de transmisión de la señal de programación 320 en el modo normal.

En algunas realizaciones, la etapa 604 de verificación de si el transpondedor 20 se ha programado incluye las etapas de monitorizar el tiempo transcurrido tras la transmisión de la señal de programación 320 en el modo normal y una etapa de determinación de que el transpondedor no se ha programado si la señal de respuesta 322 no se

recibe después de un período de tiempo predeterminado tras la transmisión de la señal de programación.

En realizaciones en las que el transpondedor 20 está configurado para transmitir una señal de respuesta 322 que contiene datos almacenados en la memoria del transpondedor 20, cuando el transpondedor 20 recibe una señal de disparo, la etapa 604 de verificación de si el transpondedor 20 ha sido programado incluye las etapas de transmitir una señal de disparo y la monitorización del tiempo transcurrido tras la transmisión de la señal de disparo y una etapa de determinación de que el transpondedor 20 no ha sido programado si la señal de respuesta no se recibe después de un período de tiempo predeterminado tras la transmisión de la señal de disparo.

El método también puede incluir una etapa (no mostrada) de volver a intentar verificar que la memoria del transpondedor 20 se ha programado con la señal de programación 320 tras la transmisión de la señal de programación 320 en el modo mejorado en la etapa 606.

En algunas realizaciones, la etapa de transmitir la señal de programación 320 en el modo mejorado incluye una etapa de determinar si la antena 18A, 18B, o 18C que se utiliza para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal está adyacente a más de una antena 18A, 18B, 18C, y una etapa de selección de una de las antenas 18A, 18B, o 18C adyacente a la antena utilizada para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal. El método incluye además una etapa de transmisión de la señal de programación 320 en la antena seleccionada 18A, 18B, o 18C si la antena 18A, 18B, o 18C usada para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal estaba adyacente a más de una antena 18A, 18B, o 18C. El método también incluye una etapa de transmisión de la señal de programación en la antena 18A, 18B, 18C adyacente a la antena 18A, 18B, 18C utilizada en el modo normal si la antena 18A, 18B, o 18C utilizada en el modo normal estaba sólo adyacente a una antena 18A, 18B, o 18C.

En la realización ilustrada en las figuras 2 y 3, cada trama tiene una longitud fija igual que es lo suficientemente grande para permitir que se produzcan una operación de lectura y una operación de programación en cada trama. En otras realizaciones, se puede utilizar una estructura de temporización estructurada, en la que algunas de las tramas no permiten operaciones de programación. Mediante la eliminación de las operaciones de programación en algunas tramas, el sistema permite una velocidad de escaneado más alta de los transpondedores 20. Es decir, se pueden realizar un mayor número de operaciones de lectura. Además, mediante la utilización de una estructura de temporización estructurada, el sistema tendrá la previsibilidad. La previsibilidad puede ser deseable para permitir que el lector 17 de AVI se sincronice con otros componentes en el sistema. Por ejemplo, otros lectores de AVI.

Con referencia ahora a la figura 7, se ilustra un diagrama de temporización 710 para un sistema de comunicación de transpondedor 10 para su uso en un sistema de cobro de peaje electrónico de acuerdo con otra realización de la presente descripción. En esta realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), el lector 17 de AVI está configurado para operar las antenas 18A, 18B, 18C en una secuencia multiplexada por división de tiempo. Como se ilustra en la figura 7, la secuencia de multiplexado por división de tiempo tiene sucesivas supertramas 730, 732, 734, 736, 738 de igual duración 750. Cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 incluye una serie de tramas 740, 742, 744. Dentro de cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738, cada trama 740, 742, 744 corresponde a comunicaciones en una diferente de las antenas 18A, 18B, o 18C. Por ejemplo, en la realización ilustrada en la figura 7, cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 comprende tres tramas 740, 742, 744. Cada una de las tres tramas 740, 742, 744 corresponde a comunicaciones en una diferente de las antenas 18A, 18B, 18C. Por ejemplo, las primeras tramas 740 corresponden a las comunicaciones en la primera antena 18A, la segunda trama 742 corresponde a comunicaciones en la segunda antena 18B, y las terceras tramas 744 corresponden a comunicaciones en la tercera antena 18C.

El lector 17 de AVI está configurado para asignar un número predeterminado de las tramas 740, 742, 744 en cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 como intervalos de lectura 740a, 742a, 742b, 744b, 740c, 742c, 742d, 744d, 740e, 744e para leer datos de la memoria de los transpondedores 20. El lector 17 de AVI también está configurado para asignar un número predeterminado de tramas 740, 742, 744 en cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 para programación. Las tramas 744a, 740b, 744c, 740d, 740e que se asignan para la programación incluyen, cada una, un intervalo de escritura para la transmisión de señales de programación a los transpondedores 20, de modo que los datos se pueden escribir en la memoria de los transpondedores 20. El número predeterminado de tramas que se asignan para programación dependerá del sistema y variará en función del número de vehículos 22 que pasan típicamente a través de las zonas de cobertura 26A, 26B, 26C. El número predeterminado de tramas que deben asignarse para programación debe seleccionarse para asegurarse que hay suficientes intervalos de escritura que permitan a cada transpondedor 20 que pasa a través del sistema de cobro de peaje electrónico que se programe antes de salir de las zonas de cobertura 26A, 26B, 26C. En algunas realizaciones, el número predeterminado de tramas que se asignarán como intervalos de escritura es de una trama.

Como se ilustra en la figura 7, cada intervalo de lectura 740a, 742a, 742b, 744b, 740c, 742c, 742d, 744d, 740e, 744e en cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 es de igual duración 760. Los intervalos de lectura son de suficiente duración para permitir la lectura de un transpondedor 20, pero no son de suficiente duración para permitir la lectura de un transpondedor 20 y la escritura en un transpondedor 20.

Cada trama que se asigna para programación 744a, 740b, 744c, 740d, 740e en cada una de las supertramas 730,

732, 734, 736, 738 es de igual duración 762. Estas tramas son de suficiente duración para permitir la transmisión de una señal de programación 320. En algunas realizaciones, cada una de las tramas que se asigna para la programación también incluye un tiempo suficiente para permitir que se produzca una operación de lectura. Estas tramas pueden incluir también tiempo suficiente para permitir que se produzca una operación de verificación, en la que el lector 17 de AVI intenta verificar que los datos se han programado correctamente en el transpondedor 20.

El lector 17 de AVI está configurado para asignar el mismo número de tramas en supertramas sucesivas 730, 732, 734, 736, 738 como intervalos de lectura y para asignar el mismo número de tramas en supertramas sucesivas 730, 732, 734, 736, 738 para programación. En el ejemplo mostrado en la figura 7, dos tramas de cada supertrama se han asignado como intervalos de lectura y una trama en cada supertrama se ha asignado para programación. En el ejemplo mostrado, las tramas que se asignan para la programación son de suficiente duración para permitir la programación del transpondedor 20, pero no son de suficiente duración para permitir la lectura del transpondedor 20.

Como se señaló anteriormente, el sistema de comunicación 10 del transpondedor según la realización de la figura 7 no requiere que cada trama permita una operación de lectura y una operación de programación. Por el contrario, en el sistema mostrado en la figura 2, se asigna suficiente tiempo en cada trama 340, 342, 344 para una operación de programación, incluso si no se requiere esta operación. La duración 750 de cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 es menor que la duración de cada supertrama 330, 332 en el sistema mostrado en la realización de la figura 2. Al minimizar la duración 750 de las supertramas utilizando el esquema de temporización que se muestra en la figura 7, el sistema de comunicación 10 del transpondedor permite una mayor velocidad de exploración de los transpondedores 20. Es decir, se reduce el período de tiempo entre sucesivas lecturas en una antena 18A, 18B, 18C dada.

Típicamente, la duración 762 de las tramas 744a, 740b, 744c, 740d, 740e asignado para la programación es diferente que la duración de las tramas 740a, 742a, 742b, 744b, 740c, 742c, 742d, 744d, 740e, 744e asignadas como intervalos de lectura. En muchos sistemas, el lector 17 de AVI hará que las antenas 18A, 18B, 18C transmitan como la señal de programación 320 un subconjunto de los datos que se transmiten desde el transpondedor 20 al lector 17 de AVI como la señal 318 de contenido de memoria. La señal de programación 320 solamente puede contener datos que han sido actualizados y un identificador asociado con el transpondedor 20. El identificador se utiliza para asegurar que la memoria sólo se actualiza en el transpondedor 20 previsto. Por lo tanto, en muchos sistemas, la duración 760 de los intervalos de lectura es mayor que la duración 762 de las tramas reservadas para programación 744a, 740b, 744c, 740d, 740e, 744e.

En el diagrama de temporización 710 ejemplar de la figura 7, en la primera supertrama 730, la tercera trama 744a se ha asignado para la programación y la primera y segunda tramas 740a, 742a se han asignado como intervalos de lectura. En los intervalos de lectura de la primera supertrama 730, las señales de disparo 312a, 312b se transmite utilizando la antena 18A, 18B, que corresponde a la trama actual.

Al igual que antes, el transpondedor 20 está programado para transmitir una señal 318 de contenido de memoria en respuesta a la recepción de la señal de disparo 312.

Después de la transmisión de las señales de disparo 712, el lector 17 de AVI está configurado para esperar un período de tiempo predeterminado para recibir la señal 318 de contenido de memoria.

Si se recibe la señal 318 de contenido de memoria, como es el caso de la primera trama 740a de la primera supertrama 730 de la figura 7, el lector 17 de AVI realizará típicamente algunas operaciones de procesamiento en los datos recibidos. Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, el lector 17 de AVI puede contener un módulo 37 de procesamiento de transacciones para procesar una transacción de pago en respuesta a la transmisión de la señal 318 de contenido de memoria mediante el transpondedor 20. El módulo 37 de procesamiento de transacciones puede estar configurado para emitir una petición para la programación del transpondedor 20 que transmitió la señal 318 de contenido de memoria después del procesamiento de la transacción de pago para ese transpondedor 20. El lector 17 de AVI está configurado para asignar una de las tramas de la serie de tramas 740b, 742b, 744b para la programación de ese transpondedor 20 después de que el lector de AVI haya recibido la solicitud de programación de ese transpondedor 20.

Por ejemplo, en la primera trama de la primera supertrama 730 de la figura 7, una señal 318a de contenido de memoria es recibida por el lector 17 de AVI. En consecuencia, la primera trama 740b de la segunda supertrama 732 se asigna como para la programación. Una trama que se ha asignado para la programación contiene un intervalo de escritura para escribir al transpondedor 20.

En un intervalo de escritura, el lector 17 de AVI puede estar configurado para transmitir una señal de activación 313c, 313d, 313j, 313n antes de transmitir la señal de programación 320c, 320d, 320j, 320n. La señal de activación 313c, 313d, 313j, 313n hace que el transpondedor 20 se active desde un estado de reposo y lo prepara para recibir la señal de programación 320c, 320d, 320j, 320n. Después de la transmisión de la señal de activación, el lector de AVI puede estar configurado para esperar un periodo de tiempo predeterminado antes de transmitir la señal de programación 320.

En otras realizaciones, pueden no utilizarse señales de activación. En tales realizaciones, el lector 17 de AVI puede

simplemente transmitir la señal de programación 320c, 320d, 320j, 320n durante los intervalos de escritura.

En algunas circunstancias, puede haber un número de transpondedores 20 que necesitan ser programados, mayor que intervalos de escritura existen. Esta situación se ilustra en la tercera supertrama 734 de la figura 7. En este ejemplo, una señal 318g de contenido de memoria se recibe desde un primer transpondedor en una primera zona de cobertura 26A asociada con la primera trama 740c. Una señal 318h de contenido de memoria también se recibe de un segundo transpondedor en una segunda zona de cobertura 26B asociada con la segunda trama 742c. En tales circunstancias, el lector 17 de AVI puede configurarse para asignar tramas para programación en el orden en que las solicitudes de programación se han recibido. En el ejemplo mostrado, como la señal 318g de contenido de memoria para la primera trama 740c se recibe antes de la señal 318h de contenido de memoria para la segunda trama 742c, es probable que el módulo 37 de procesamiento de transacciones procese la transacción para el primer transpondedor antes de que procese la transacción para el segundo transpondedor. En este caso, la primera trama 740d de la cuarta supertrama 736 se asignará para la programación del primer transpondedor. La segunda trama 742e de la quinta supertrama 738 se asigna a continuación para programar el segundo transpondedor.

En otras realizaciones, el lector 17 de AVI está configurado para determinar un orden probable en el que los transpondedores saldrán del área de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas 18A, 18B, 18C y dará prioridad a las solicitudes de programación en base al orden probable. El lector 17 de AVI puede estar configurado para realizar un seguimiento de un período de tiempo transcurrido después de la primera instancia o punto en el tiempo en donde se leen los datos en la memoria de cada transpondedor 20. Suponiendo que todos los vehículos están viajando aproximadamente a la misma velocidad, el orden probable puede determinarse en función del período de tiempo transcurrido.

En otras realizaciones, el lector 17 de AVI puede estar configurado para determinar el orden probable en que los transpondedores saldrán del área de cobertura mediante el seguimiento del número total de casos en que se leen los datos en la memoria de cada transpondedor. El transpondedor cuya memoria ha leído el mayor número de veces se determinará que es el transpondedor que abandonará primero el área de cobertura 26A, 26B, 26C.

El lector 17 de AVI también puede estar configurado para asignar un número predeterminado de tramas en cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 como intervalos de verificación para la verificación de que los datos se han escrito en la memoria del transpondedor 20 durante una de los intervalos de escritura. En una realización, que se muestra en la figura 7, el lector 17 de AVI puede utilizar cualquiera de los intervalos de lectura para verificar que los datos se han escrito en la memoria del transpondedor 20 durante uno de los intervalos de escritura. Por ejemplo, la primera trama 740c de la tercera supertrama 734 de la figura 7 se utiliza como un intervalo de verificación.

En una realización adicional (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), que se muestra en la figura 8, la secuencia de multiplexado por división de tiempo descrita anteriormente con referencia a la figura 7 se modifica para incluir el modo mejorado de programación descrito anteriormente. En esta realización, después de que el lector 17 de AVI ha transmitido una señal de programación 320 en un modo normal (que se muestra como ocurriendo en la segunda supertrama 732) es configurado para verificar si uno de los transpondedores ha actualizado su memoria desde la señal de programación 320. La verificación se muestra como se produce en la tercera supertrama 734. Si el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria, el lector 17 de AVI hará que la señal de programación 320 sea transmitida en un modo mejorado. En el modo mejorado, la transmisión de la señal de programación 320 se produce en un área de cobertura diferente que en el modo normal. En el ejemplo mostrado en la figura 8, la señal de programación 320j se transmite en el modo mejorado en la cuarta supertrama 736. En el modo mejorado, la señal de programación 320 puede ser transmitida a un nivel de potencia que sea mayor que el nivel de potencia usado para transmitir la señal de programación en el modo normal.

En otra realización, que se muestra en la figura 9, en el modo mejorado, el lector 17 de AVI está configurado para transmitir la señal de programación 320 en una antena 18A, 18B, 18C que está adyacente a la antena 18A, 18B, 18C que se utiliza para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal. En el ejemplo ilustrado, después de que el lector 17 de AVI ha transmitido una señal de programación 320d en un modo normal en la segunda supertrama 732, se verifica si uno de los transpondedores ha actualizado su memoria desde la señal de programación 320d. En el ejemplo mostrado, la etapa de verificación se realiza en la tercera supertrama 734. En este caso, el lector 17 de AVI determina que el transpondedor 20 ha fallado la actualización de su memoria y hace que la señal de programación 320k se transmita en el modo mejorado en la cuarta supertrama 736. En el modo mejorado, la transmisión de la señal de programación 320k se produce en la segunda trama, ya que corresponde a la antena 18B que está adyacente a la antena 18A utilizada para transmitir la señal de programación 320k en el modo normal.

Con referencia ahora a la figura 10, se describirán operaciones 1000 de ejemplo de un método de dirección de comunicaciones con transpondedores de acuerdo con una realización de la presente descripción. El método es para su uso en un sistema en donde las antenas 18A, 18B, 18C están configuradas para operar en una secuencia multiplexada por división de tiempo. Como se describió anteriormente, con referencia a la figura 7, la secuencia de multiplexado por división de tiempo comprende supertramas sucesivas 730, 732, 734, 736, 738. Cada supertrama comprende una serie de tramas 740, 742, 744, cada una correspondiente a comunicaciones en una de las antenas 18A, 18B, 18C. Cada supertrama 730, 732, 734, 736, 738 tiene un número fijo de tramas disponibles para la lectura

de datos desde una memoria del transpondedor 20 y un número fijo de tramas disponibles para la escritura de datos en la memoria del transpondedor 20. En la primera etapa 1002, se realiza una determinación en cuanto a cuál de los transpondedores 20 debe programarse. A continuación, en la etapa 1004, algunos de los transpondedores 20 se seleccionan para la programación inmediata basada en el número fijo de tramas disponibles para la escritura de datos. El número de transpondedores 20 seleccionados para la programación inmediata no puede ser mayor que el número de tramas disponibles para la escritura de datos.

En la etapa 1006, se realiza una determinación en cuanto a cuál de las antenas 18A, 18B, 18C se debe utilizar para comunicarse con el transpondedor que necesita ser programado. Como se describió anteriormente, una variedad de métodos se puede utilizar para determinar cuál de las antenas 18A, 18B, 18C es la más adecuada para su comunicación con un transpondedor específico. Por ejemplo, se puede usar un sistema de determinación de la posición del vehículo.

En la etapa 1008, se realiza una determinación en cuanto a qué tramas de una primera supertrama corresponden a la antena 18A, 18B, 18C que se ha determinado que es la más adecuada para su comunicación con el transpondedor 20. En la etapa 1010, las tramas que se ha determinado que corresponden a la antena 18A, 18B, 18C, se asignan para la programación de datos en la memoria del transpondedor.

El método también puede incluir las etapas opcionales 1012, 1014 de determinar si hay tramas no asignadas y asignar todas las tramas no asignadas como intervalos vacíos. La asignación de tramas como intervalos vacíos sirve para mantener la estructura de supertramas fija descrita anteriormente, asegurando que la duración de todas las supertramas es la misma. El tener una estructura de supertrama fija puede ser ventajoso en muchos sistemas. Por ejemplo, una estructura de supertramas fija predecible puede ser necesaria en sistemas que tienen más de un lector 17 de AVI para permitir que los lectores de AVI tengan comunicaciones sincronizadas.

En algunos sistemas, puede ser posible asignar las tramas no asignadas como intervalos de lectura. Esto será posible si la duración 760 de los intervalos de lectura es inferior a la duración 762 de las tramas reservadas para la programación.

Otra realización de la presente descripción se ilustra en la figura 11. El lector 17 de AVI está configurado para operar en una secuencia multiplexada por división de tiempo. En esta realización, la secuencia multiplexada por división de tiempo tiene hipertramas sucesivas 1180, 1182. Cada hipertrama 1180, 1182 es de igual duración y cada hipertrama 1180, 1182 comprende una serie de supertramas 1130, 1132 y 1134, 1136. La serie de supertramas 1130, 1132 y 1134, 1136 incluye una primera supertrama 1130, 1134 que comprende una serie de tramas 1140a, 1142a, 1144a y 1140c, 1142c, 1144c. Cada trama 1140a, 1142a, 1144a y 1140c, 1142c, 1144c en la primera supertrama 1130, 1134 corresponde a un periodo para su comunicación en una diferente de las antenas 18A, 18B, 18C. Cada trama 1140a, 1142a, 1144a y 1140c, 1142c, 1144c en la primera supertrama es un intervalo de lectura para leer datos desde la memoria de los transpondedores 20.

Cada serie de supertramas 1130, 1132 y 1134, 1136 también tiene una segunda supertrama 1132, 1136. Las segundas supertramas 1132, 1136 de cada hipertrama 1180, 1182 comprenden una segunda serie de tramas 1140b, 1142b, 1144b y 1140d, 1142d y 1144d. Cada trama en la segunda serie de tramas corresponde a un periodo para su comunicación en una diferente de las antenas 18A, 18B, 18C. Cada trama en la segunda supertrama 1132, 1136 incluye un intervalo de escritura para escribir datos en la memoria de los transpondedores 20. Cada trama en la segunda supertrama puede incluir también un intervalo de lectura para leer datos desde la memoria de los transpondedores 20.

En cada una de las tramas 1140a, 1142a, 1144a y 1140c, 1142c, 1144c de las primeras supertramas 1130, 1134, la duración 1150 de las tramas es suficiente para permitir realizar una operación de lectura, pero no es suficiente para permitir realizar las operaciones de lectura y de programación. La duración 1152 de las tramas 1140b, 1142b, 1144b y 1140d, 1142d y 1144d de la segunda supertrama 1132, 1136 es suficiente para permitir realizar las operaciones de lectura y operaciones de programación. Cada trama 1140a, 1142a, 1144a y 1140c, 1142c, 1144c que es un intervalo de lectura, es de la misma duración 1150 y cada trama 1140b, 1142b, 1144b y 1140d, 1142d y 1144d que incluye un intervalo de escritura es de la misma duración 1152. Cada intervalo de escritura es de igual duración.

La duración de los intervalos de escritura puede ser diferente que la duración de los intervalos de lectura, ya que la señal de programación que se transmite durante un intervalo de escritura puede incluir sólo los datos procedentes de los datos recibidos durante un intervalo de lectura que ha cambiado. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la duración de los intervalos de lectura puede ser más larga que la duración de los intervalos de escritura.

En algunas realizaciones (no mostradas), cada hipertrama puede incluir además una tercera supertrama, que comprende una serie de tramas. Cada trama en la tercera supertrama corresponde a un periodo para su comunicación en una diferente de las antenas. Cada trama en la tercera supertrama incluye un intervalo de verificación para verificar que los datos se han escrito en la memoria del transpondedor 20. La tercera supertrama puede incluir también un intervalo de lectura para leer datos desde la memoria de los transpondedores. La tercera supertrama puede incluir también un intervalo de escritura para escribir datos en la memoria de los transpondedores 20. La duración de cada trama en la tercera supertrama es igual.

En otras realizaciones, cada una de las tramas 1140b, 1142b, 1144b y 1140d, 1142d y 1144d en las segundas supertramas 1132, 1136 puede incluir un intervalo de verificación para verificar que los datos se han escrito en la memoria del transpondedor 20. En cada una de estas realizaciones, la duración de cada intervalo de verificación es igual.

- 5 En otra realización, el lector 17 de AVI puede estar configurado para utilizar cualquiera de los intervalos de lectura para la verificación de que los datos se han escrito en la memoria del transpondedor durante uno de los intervalos de escritura. Es decir, también se puede utilizar un intervalo de lectura como un intervalo de verificación.

10 Aunque la figura 11 ilustra un sistema en donde hay dos supertramas 1130, 1132 y 1134, 1136 en cada hipertrama 1180, 1182, se apreciará que otras variantes pueden conseguir el mismo resultado. Por ejemplo, la serie de supertramas podrían comprender supertramas adicionales. Cada trama en las supertramas podría corresponder a un periodo para su comunicación en una diferente de las antenas. Cada trama en las supertramas adicionales puede ser intervalos de lectura para leer datos desde la memoria de los transpondedores 20.

15 En cualquier caso, al menos una trama de cada hipertrama es de una duración que permitirá al lector 17 de AVI leer el contenido de la memoria del transpondedor 20, pero no permitirá que el lector 17 de AVI lea el contenido de la memoria del transpondedor 20 y programe la memoria del transpondedor. Es decir, para maximizar la velocidad de escaneado del sistema 10 de comunicación de transpondedor, la estructura de temporización puede seleccionarse de modo que algunas de las tramas no proporcionen suficiente tiempo para realizar tanto una operación de lectura en la que los datos se lean desde la memoria del transpondedor 20, como una operación de programación, en la que los datos se programan en la memoria del transpondedor 20. Además, para proporcionar previsibilidad al sistema para permitir que el sistema funcione con componentes externos, tal como lectores de AVI adicionales, se puede emplear una estructura de temporización que tenga una estructura repetitiva que se base en hipertramas o supertramas sucesivas de igual duración.

20 Con referencia a la figura 11, cuando la trama actual es un intervalo de lectura (como lo son cualquiera de las tramas 1140a, 1142a, 1144a, 1140c, 1142c, 1144c en las primeras supertramas 1130, 1134 de cada hipertrama 1180, 1182), el lector 17 de AVI está configurado para transmitir una señal de disparo 312a, 312b, 312c, 312g, 312h, 312i en la antena 18A, 18B, 18C que corresponde a la trama actual y esperar posteriormente a una señal de respuesta 318a, 318b, 318c, 318g, 318h, 318i, desde uno de los transpondedores 20.

25 El lector 17 de AVI está configurado para transmitir una señal de programación 320d, 320e, 320f, 320j, 320k, 320l en la antena 18A, 18B, 18C correspondiente a la trama actual cuando la trama actual es uno de los intervalos de escritura. Por ejemplo, cada una de las tramas, 1140b, 1142b, 1144b y 1140d, 1142d, y 1144d de las segundas supertramas 1132, 1136 mostradas en la figura 11 contienen intervalos de escritura.

30 En la realización mostrada en la figura 11, el lector 17 de AVI está configurado para transmitir una señal de activación 313 en la antena 18A, 18B, 18C, que corresponde a una trama actual cuando la trama actual es uno de los intervalos de escritura. El lector 17 de AVI esperará entonces un período de tiempo predeterminado antes de transmitir una señal de programación en la antena 18A, 18B, 18C correspondiente a la trama actual. Como se describió anteriormente, la señal de activación puede utilizarse para despertar el transpondedor 20 desde un modo de reposo y colocarlo en un estado en el que esté preparado para recibir la señal de programación 320.

35 En una realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), que se muestra en la figura 11, si un primer intento de programación en una antena 18A, 18B, o 18C no tiene éxito en un modo normal, a continuación, la señal de programación 320 se transmite en el modo mejorado. En el modo mejorado, la señal de programación 320 puede ser transmitida en un nivel de potencia que sea mayor que el nivel de potencia usado para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal. En la realización mostrada, una señal de programación 320e se transmite en la segunda trama 1142b de la segunda supertrama 1132 de la primera hipertrama 1180. Posteriormente, en la segunda trama 1142c de la primera supertrama 1134 de la segunda hipertrama 1182, el contenido de la memoria del transpondedor 20 se vuelve a leer y se determina que la memoria no se actualizó correctamente. Tras esta determinación, en la siguiente oportunidad disponible para programar el transpondedor 20, la señal de programación 320k se transmite en el modo mejorado. En el ejemplo mostrado, esto se produce en la segunda trama 1142d de la segunda supertrama 1136 de la segunda hipertrama 1182.

40 En otras realizaciones, como se describe anteriormente, en el modo mejorado, la señal de programación 320 puede transmitirse utilizando una antena 18A, 18B, 18C que esté adyacente a la antena 18A, 18B, 18C utilizada para transmitir la señal de programación 320 en el modo normal.

45 Como se describió anteriormente, puede ser deseable poder localizar el vehículo 22 en uno de los carriles 14, 16 para asegurarse de que de que se utiliza la cámara 36 adecuada y que cualquier imagen con la cámara es del vehículo 22 correcto. En consecuencia, en muchas realizaciones, se puede emplear un sistema de determinación de la posición del vehículo (no mostrado) para determinar la posición del vehículo 22. El sistema de determinación de la posición del vehículo normalmente determina una posición en el carril de un vehículo 22 monitorizando qué antena 18A, 18B, 18C se comunica con el transpondedor 20. En consecuencia, en muchas realizaciones, la anchura de la zona de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas 18A, 18B, 18C es menor que o igual a la anchura de un carril 14,

16. En algunos sistemas, estas antenas 18A, 18B, 18C pueden utilizarse para las operaciones de lectura y las operaciones de programación. Sin embargo, como se verá más adelante, en algunos sistemas, las operaciones de lectura y las operaciones de programación se pueden realizar en diferentes antenas.

5 Con referencia de nuevo a la figura 5, se muestra una realización en la que el sistema 10 de comunicación de transpondedor incluye antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C y al menos una antena de haz amplio 19. La antena de haz amplio 19 tiene un área de cobertura 27 que es mayor que el área de cobertura 26A, 26B, 26C de una cualquiera de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C y que incluye al menos una porción de la carretera 12.

10 El lector 17 de AVI está configurado para controlar las comunicaciones en las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C y la antena de haz amplio 19 y está configurado para iniciar una secuencia de lectura haciendo que una de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C transmita una señal de disparo 312 y espere una respuesta en esa antena. En esta realización (no reivindicada en las reivindicaciones adjuntas), el lector 17 de AVI también está configurado para ejecutar una secuencia de escritura, haciendo que la antena de haz amplio 19 transmita una señal de programación 320 al transpondedor 20.

15 La antena de haz amplio 19 se utiliza para operaciones de programación, ya que, para las operaciones de programación, no es necesario conocer la posición en el carril del vehículo. Por el contrario, las operaciones de lectura utilizan las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C para permitir que el sistema determine la posición en el carril del vehículo 22 en la carretera 12. Típicamente, la posición en el carril del vehículo se determina mediante la monitorización del número de veces que se recibe una señal de contenido de memoria para un transpondedor determinado en cada antena 18A, 18B, 18C. En algunas realizaciones, la antena de haz amplio 19 sólo se utiliza para la transmisión de señales de programación 320. En tales realizaciones, la antena de haz amplio 19 puede ser una antena unidireccional.

La antena de haz amplio 19 también se puede usar para transmitir una señal de activación 313 antes de transmitir la señal de programación para forzar a un transpondedor 20 fuera de un modo inactivo de baja potencia y a un estado en el que esté listo y pueda recibir una señal de programación 313.

25 El lector 17 de AVI puede estar configurado para iniciar una secuencia de escritura sólo después de que el lector 17 de AVI haya recibido una solicitud de programación del transpondedor 20 desde el módulo 37 de procesamiento de transacciones.

30 En algunas realizaciones, tal como en la realización ilustrada en la figura 5, la antena de haz amplio 19 está colocada aguas abajo de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C con relación a la dirección del vehículo 22 que se desplaza por la carretera 12. El área de cobertura 27 de la antena de haz amplio está también aguas abajo del área de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C, de manera que un vehículo que se desplaza en la carretera pasa a través del área de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C antes de pasar por el área de cobertura 26A, 26B, 26C de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C.

35 En otras realizaciones (no mostradas), al menos una porción del área de cobertura 27 de la antena de haz amplio 19 se solapa con una porción del área de cobertura 26A, 26B, 26C de una de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C. Para minimizar los costes de despliegue, la antena de haz amplio 19 puede estar montada en la misma estructura de pórtico u otra estructura en la que estén montadas las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C.

40 En algunas realizaciones, como la que se muestra en la figura 5, puede haber una única antena de haz amplio 19 que tenga un área de cobertura 27 que incluya la anchura de la carretera 12. En otras realizaciones, se pueden utilizar múltiples antenas de haz amplio.

45 Después de la transmisión de la señal de programación en la antena de haz amplio 19, el lector 17 de AVI puede configurarse para iniciar una secuencia de verificación. El lector 17 de AVI inicia una secuencia de verificación para hacer que al menos una de las antenas de haz estrecho 18A, 18B, 18C transmita una señal de verificación o de disparo y espere una respuesta desde el transpondedor. Cada transpondedor 20 está configurado para transmitir datos desde su memoria en respuesta a la recepción de una señal de verificación.

En otras realizaciones, el lector 17 de AVI puede estar configurado para iniciar una secuencia de verificación haciendo que la antena de haz amplio 19 transmita una señal de verificación o de disparo y espere posteriormente una respuesta desde el transpondedor 20.

50 Si no se recibe una respuesta a la señal de verificación o de disparo, o si la respuesta es diferente que la esperada, el lector 17 de AVI puede determinar que el transpondedor 20 no ha sido programado.

55 Ciertas adaptaciones y modificaciones de la invención serán obvias para los expertos en la técnica cuando se consideren a la vista de esta descripción. Por lo tanto, las realizaciones descritas anteriormente se consideran ilustrativas y no restrictivas, indicándose el alcance de la invención mediante las reivindicaciones adjuntas, en lugar de la descripción anterior y, por lo tanto, se pretende que todos los cambios que entren dentro del significado y el intervalo de equivalencia de las reivindicaciones estén incluidos en las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación de transpondedor para su uso en un sistema de cobro de peaje electrónico para la programación de un transpondedor situado en un vehículo en movimiento que se desplaza en una carretera, teniendo el transpondedor una memoria, comprendiendo el sistema:
- 5 una primera antena que tiene una primera área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, y una segunda antena que tiene una segunda área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, siendo la segunda área de cobertura diferente de la primera área de cobertura, cada una para transmitir una señal de programación y para recibir una señal de respuesta desde el transpondedor para indicar una programación exitosa del transpondedor; y
- 10 un dispositivo de control conectado a las antenas, estando configurado el dispositivo de control para dirigir, en un modo normal, la primera antena para transmitir la señal de programación sobre la primera área de cobertura, estando configurado el dispositivo de control para esperar posteriormente la señal de respuesta y determinar si el transpondedor ha actualizado su memoria usando la señal de programación,
- 15 **caracterizado porque** el dispositivo de control está configurado además para dirigir, en un modo mejorado, la segunda antena para transmitir la señal de programación sobre la segunda área de cobertura si el dispositivo de control determina que el transpondedor no pudo actualizar su memoria.
2. El sistema de comunicación de transpondedor según la reivindicación 1, en el que la segunda antena está adyacente a la primera antena.
3. El sistema de comunicación de transpondedor según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de antenas, en el que al menos dos de la pluralidad de antenas son antenas de haz estrecho, una de las cuales es la primera antena, y en el que al menos una de la pluralidad de antenas es una antena de haz amplio, que es la segunda antena.
4. El sistema de comunicación de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la señal de programación se transmite a un nivel de potencia normal en el modo normal y la señal de programación se transmite a un nivel que es mayor que el nivel de potencia normal en el modo mejorado.
5. El sistema de comunicación de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el dispositivo de control está configurado para determinar que el transpondedor no pudo actualizar su memoria si la señal de respuesta no se ha recibido después de un período de tiempo predeterminado después de la transmisión de la señal de programación.
6. El sistema de comunicación de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la señal de respuesta contiene datos almacenados en la memoria del transpondedor y en el que el dispositivo de control está configurado para transmitir una señal de disparo antes de la espera de la señal de respuesta, y en el que el transpondedor está configurado para transmitir la señal de respuesta cuando recibe la señal de disparo, y en el que el dispositivo de control está configurado para determinar que el transpondedor no ha podido actualizar su memoria después de expirar un período de tiempo predeterminado si la señal de respuesta no ha sido recibida después de la transmisión de la señal de disparo.
7. El sistema de comunicación de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el transpondedor está configurado para transmitir la señal de respuesta que contiene datos en la memoria del transpondedor después de que se haya programado y en el que el dispositivo de control está configurado para esperar por la señal de respuesta después de la transmisión de la señal de programación en el modo normal y determinar a partir de la respuesta si el transpondedor ha actualizado su memoria usando la señal de programación.
8. El sistema de comunicación de transpondedor según la reivindicación 2, en el que hay al menos tres antenas y en el que el dispositivo de control está configurado para seleccionar de manera aleatoria como la segunda antena una de las antenas que está adyacente a la antena utilizada para transmitir la señal de programación en el modo normal si hay dos antenas que están adyacentes a la antena utilizada para transmitir la señal de programación en el modo normal.
9. El sistema de comunicación de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo de control está configurado para comparar la señal de respuesta con una señal de respuesta esperada para determinar si el transpondedor ha actualizado su memoria usando la señal de programación.
10. Un método para la programación de un transpondedor en un vehículo en movimiento en una carretera, comprendiendo la carretera una primera antena que tiene un área de cobertura que incluye al menos una porción de carretera, y una segunda antena que tiene una segunda área de cobertura que incluye al menos una porción de la carretera, siendo la segunda área de cobertura diferente a la primera área de cobertura, teniendo el transpondedor una memoria, estando configurado el transpondedor para programar la memoria al recibir una señal de programación, comprendiendo el método las etapas de:

transmitir, en un modo normal, la señal de programación sobre de la primera área de cobertura utilizando la primera antena de la carretera;

verificar que el transpondedor ha programado la memoria del transpondedor utilizando la señal de programación; **caracterizado por** la etapa adicional de:

5 transmitir, en un modo mejorado, la señal de programación sobre la segunda área de cobertura utilizando la segunda antena de la carretera si no puede verificar que el transpondedor ha programado la memoria del transpondedor.

10 11. El método según la reivindicación 10, en el que la antena utilizada en la etapa de transmitir la señal de programación en el modo mejorado está adyacente a la antena utilizada en la etapa de transmitir la señal de programación en el modo normal.

12. El método según la reivindicación 10, en el que la antena utilizada en la etapa de transmitir la señal de programación en el modo normal es una antena de haz estrecho, y la antena utilizada en la etapa de transmitir la señal de programación en el modo mejorado es una antena de haz amplio.

15 13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la etapa de transmitir la señal de programación en un modo normal incluye transmitir la señal de programación a un nivel de potencia normal, y la etapa de transmitir la señal de programación en un modo mejorado incluye transmitir la señal de programación a un nivel de potencia que es mayor que el nivel de potencia normal.

20 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el transpondedor está configurado para transmitir una señal de respuesta cuando se ha programado y en el que la etapa de verificación incluye las etapas de:

controlar el tiempo transcurrido después de la transmisión de la señal de programación; y

determinar que el transpondedor no se ha programado si la señal de respuesta no se recibe después de un período de tiempo predeterminado después la transmisión de la señal de programación.

25 15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde el transpondedor está configurado para transmitir una señal de respuesta que contiene datos almacenados en la memoria del transpondedor cuando el transpondedor recibe una señal de disparo y en el que la etapa de verificación incluye las etapas de:

transmitir la señal de disparo;

controlar el tiempo transcurrido tras la transmisión de la señal de disparo; y

30 determinar que el transpondedor no se ha programado si la señal de respuesta no se recibe después de un período de tiempo predeterminado después de la transmisión de la señal de disparo.

16. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que, después de la etapa de transmitir una señal de programación en un modo mejorado, el método comprende además la etapa de:

volver a intentar verificar que el transpondedor ha programado la memoria del transpondedor utilizando la señal de programación.

35 17. El método según la reivindicación 11, en donde la etapa de transmitir la señal de programación en un modo mejorado incluye las etapas de:

determinar si la antena utilizada para transmitir la señal de programación en el modo normal está adyacente a más de una antena;

40 seleccionar aleatoriamente una de las antenas adyacentes a la antena utilizada para transmitir la señal de programación en el modo normal;

transmitir la señal de programación en la antena seleccionada si la antena utilizada para transmitir la señal de programación en el modo normal estaba adyacente a más de una antena; y

transmitir la señal de programación en la antena adyacente a la antena utilizada en el modo normal si la antena utilizada en el modo normal sólo estaba adyacente a una antena.

45

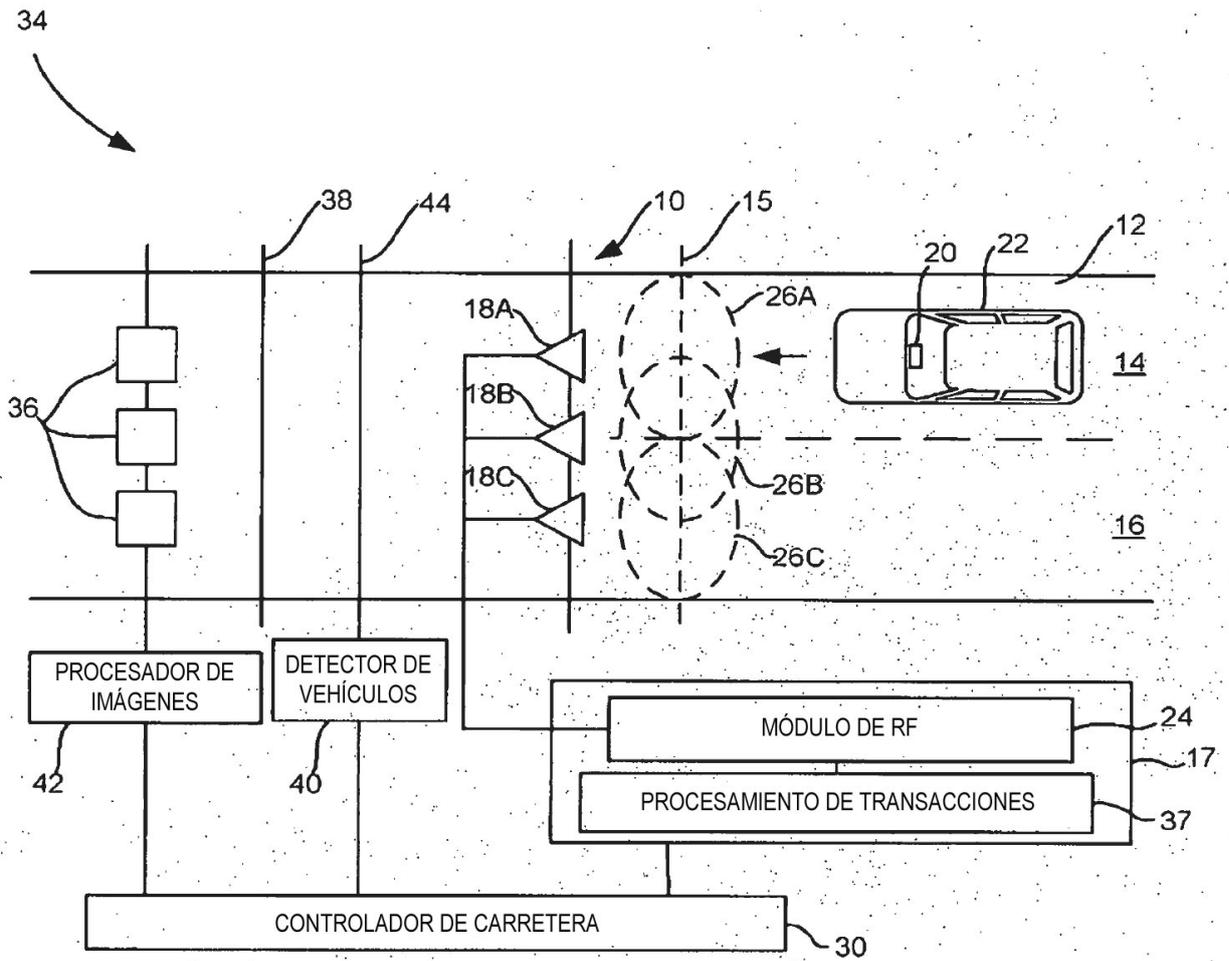


FIG. 1

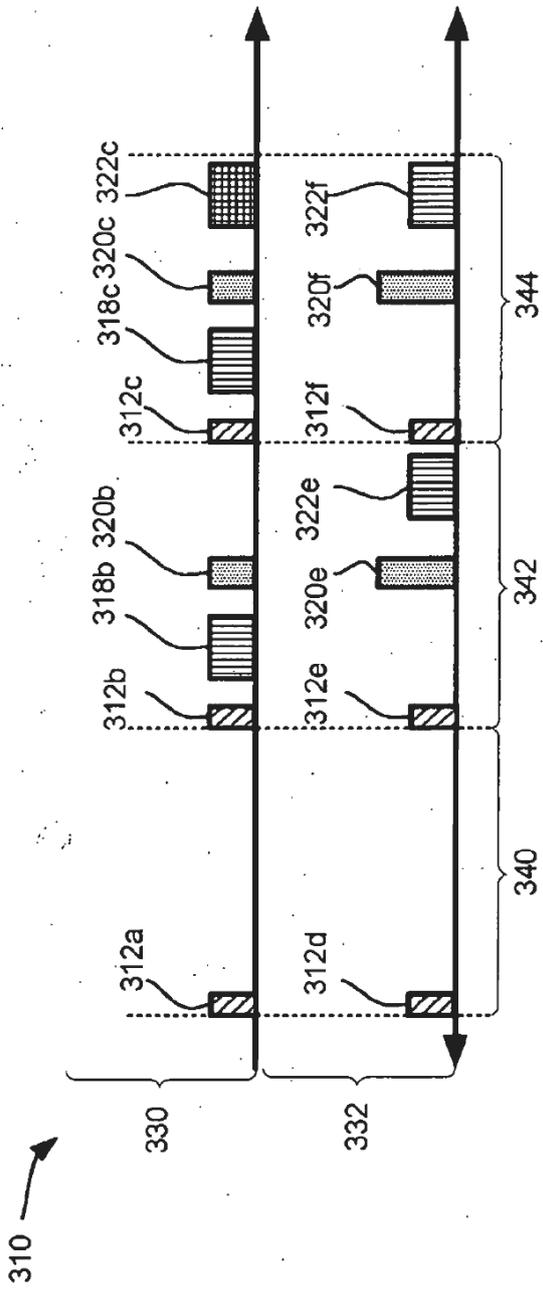


FIG. 2

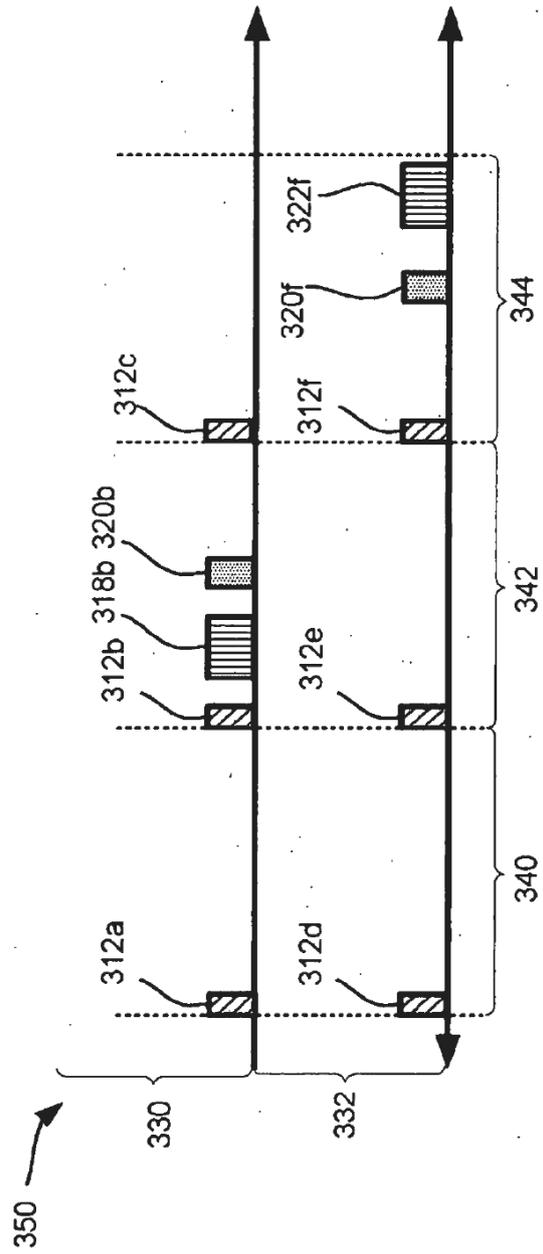


FIG. 3

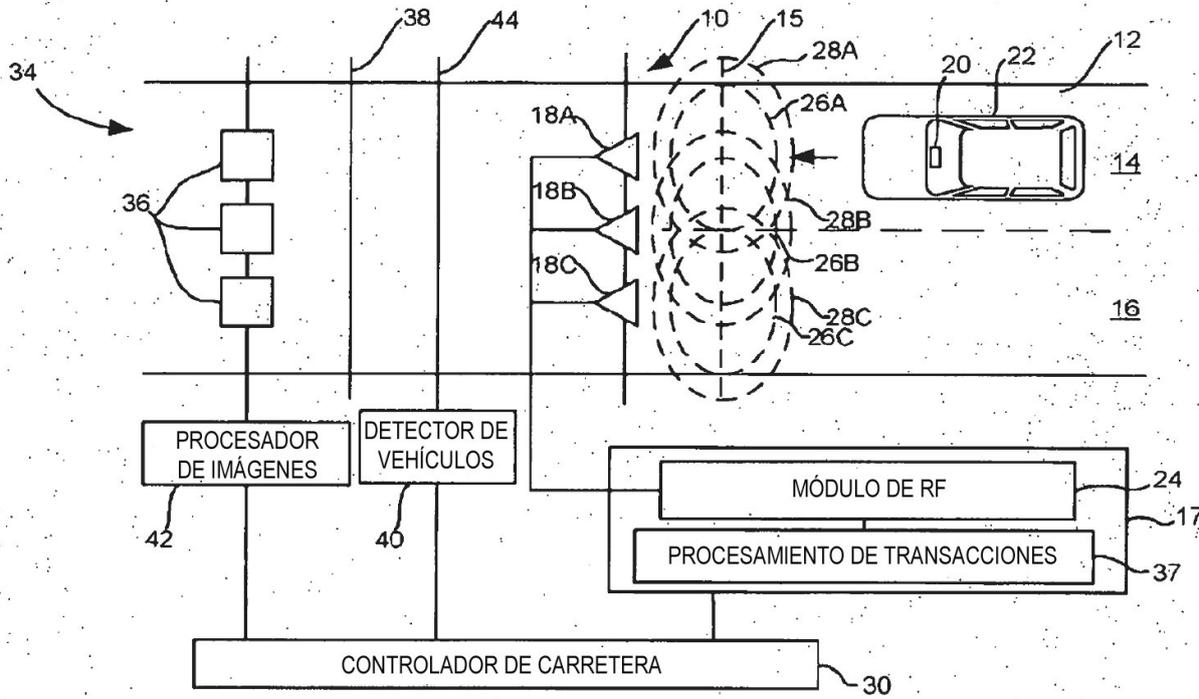


FIG. 4

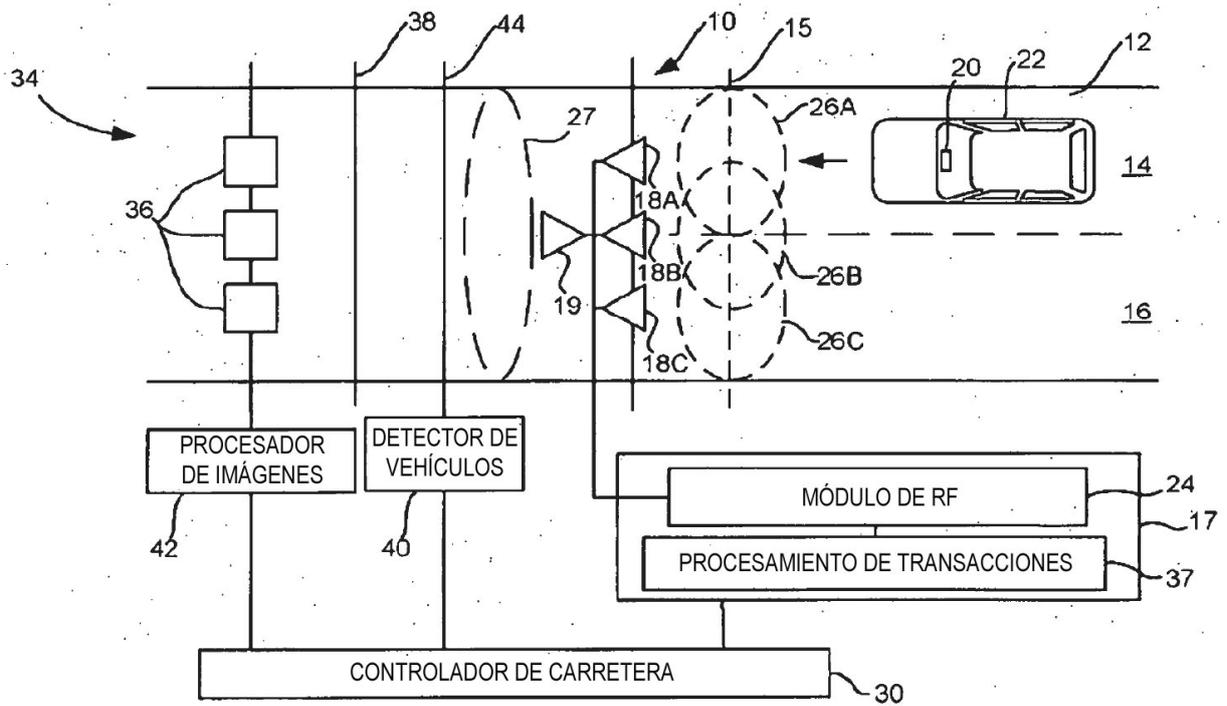


FIG. 5

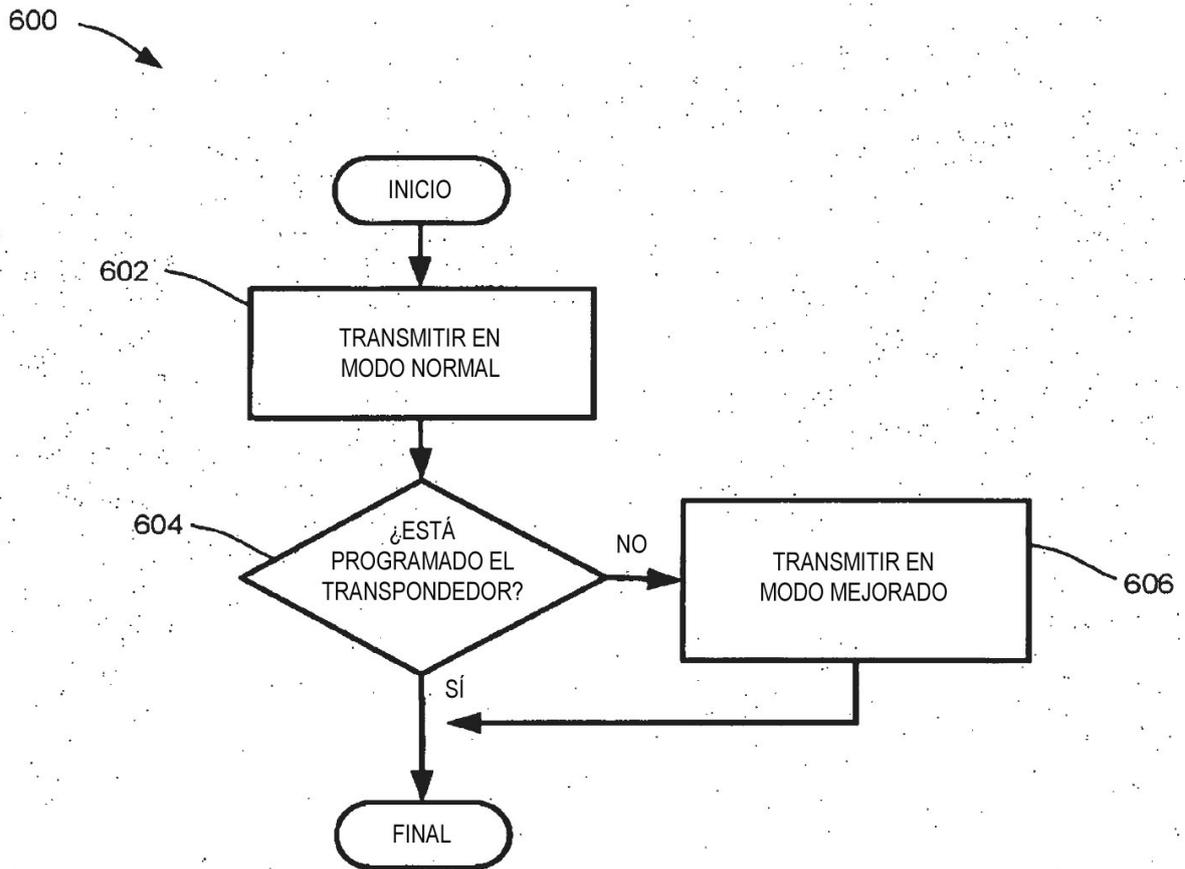


FIG. 6

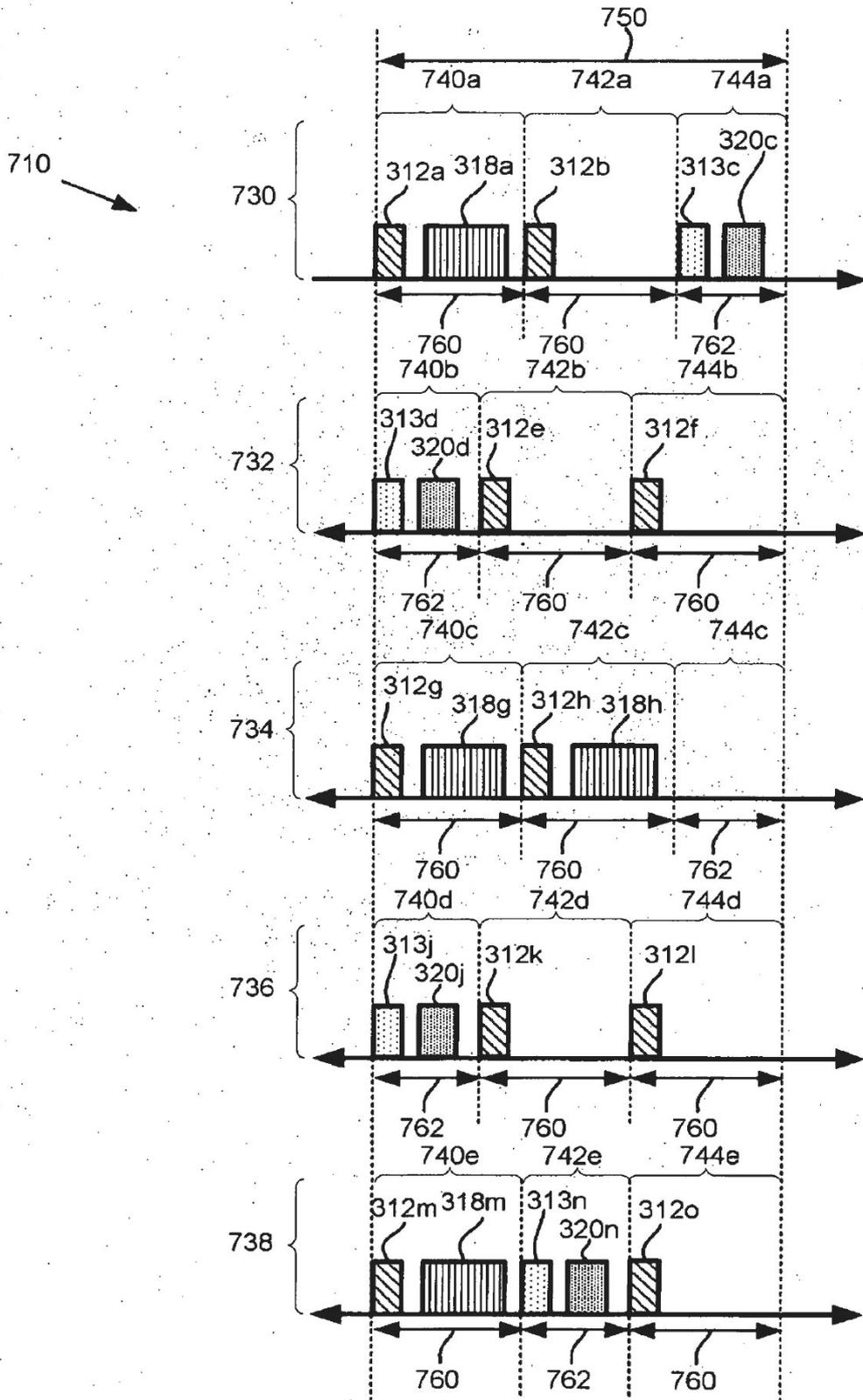


FIG. 7

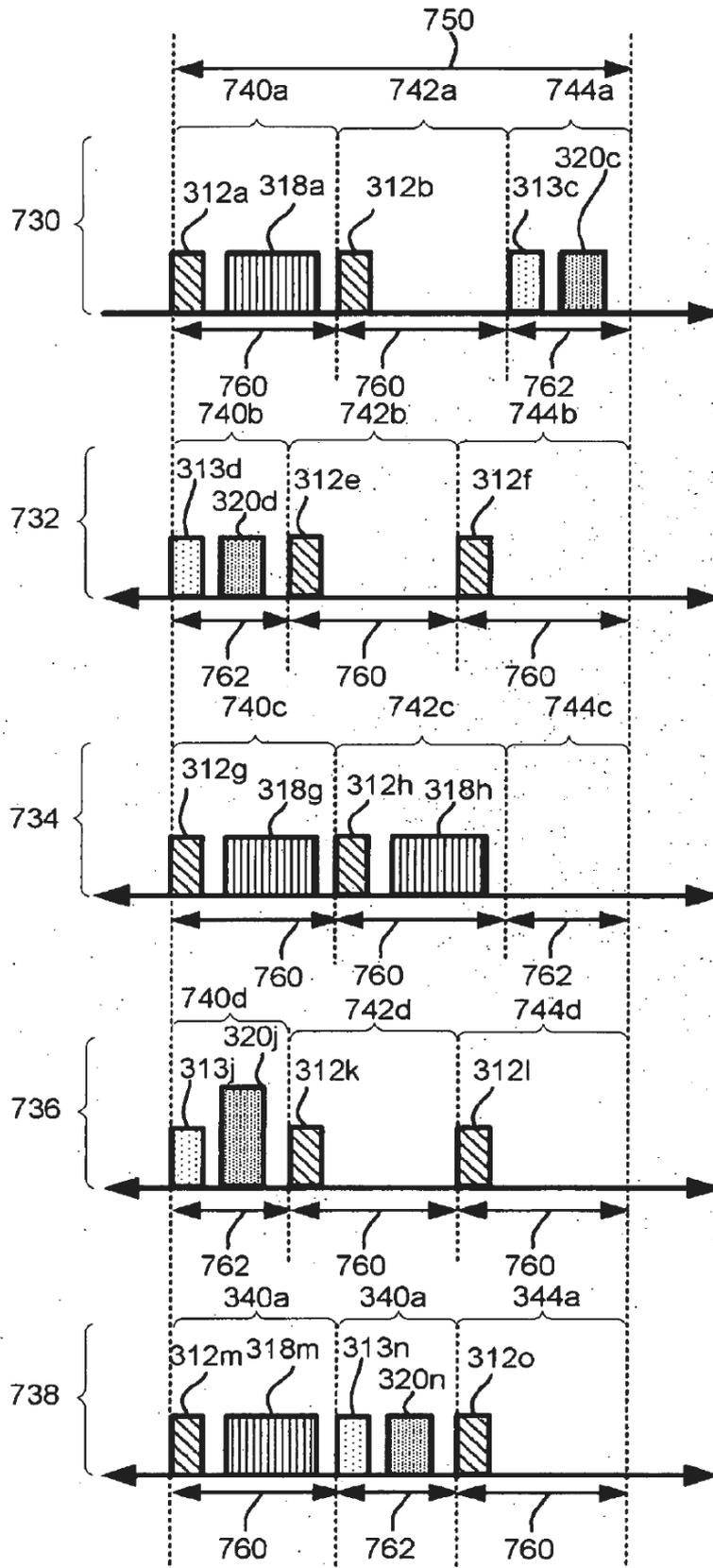


FIG. 8

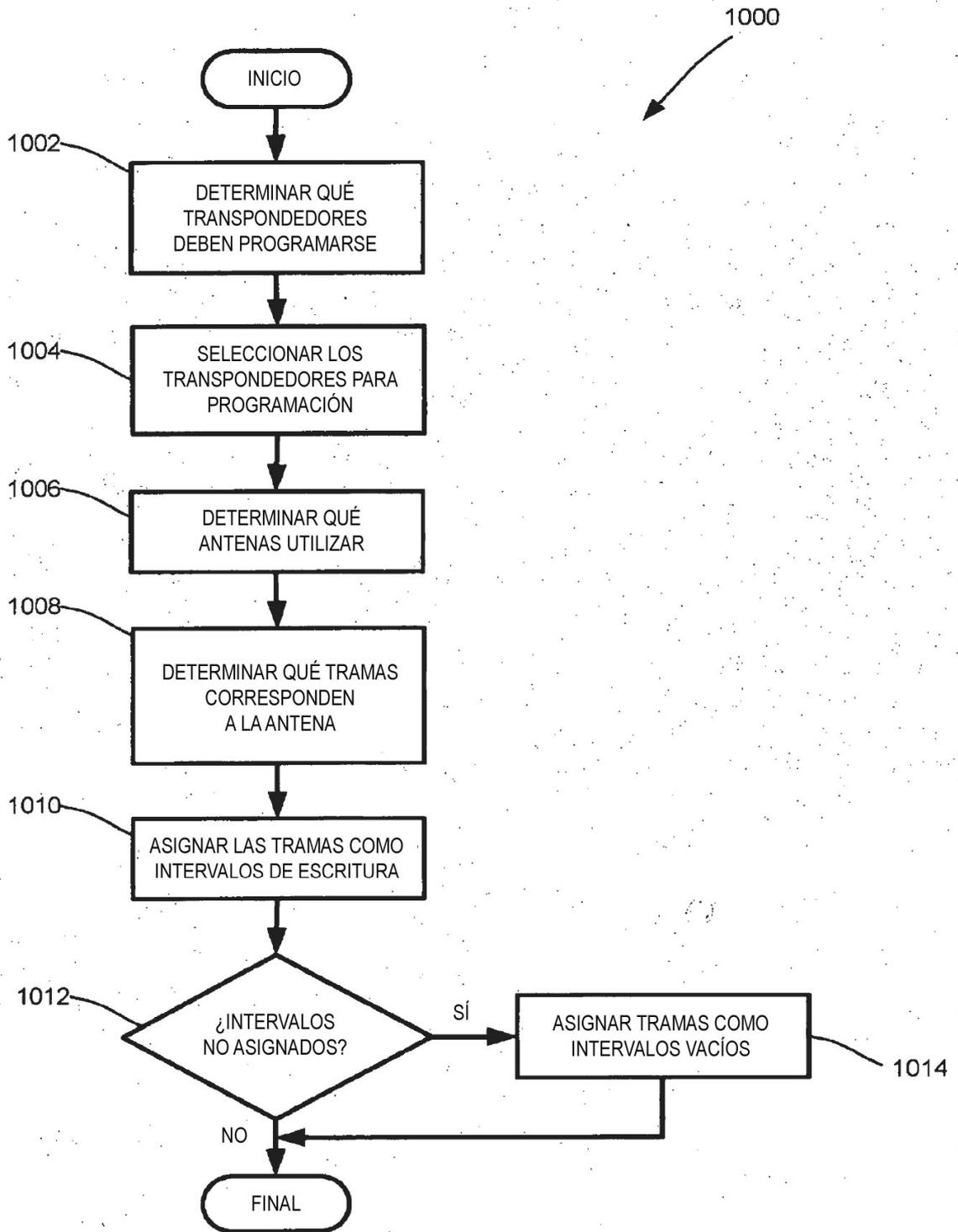


FIG. 10

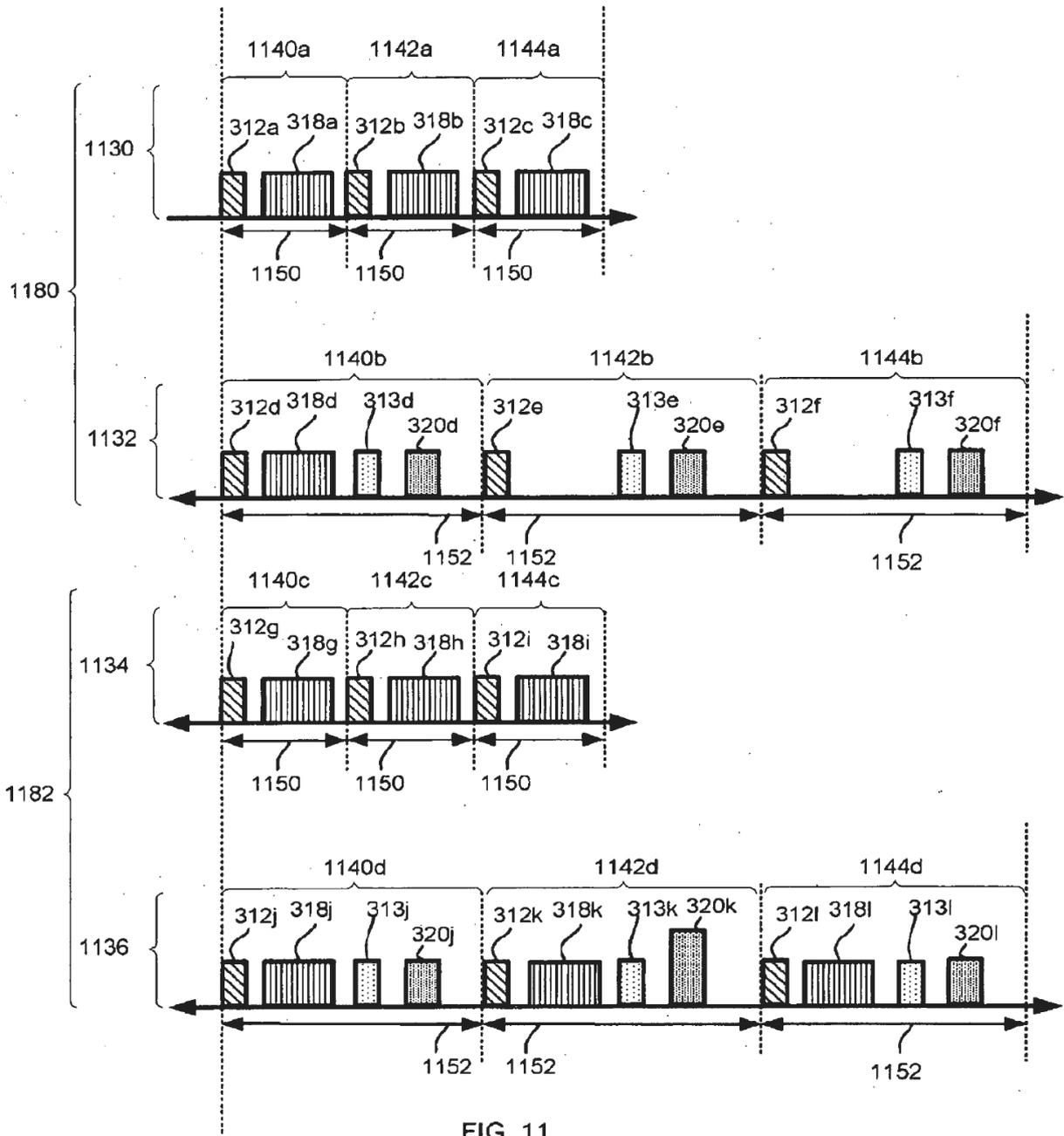


FIG. 11