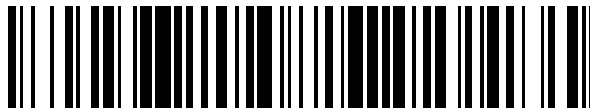


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 055**

51 Int. Cl.:

<b>G06K 19/07</b>	(2006.01)
<b>G08G 1/017</b>	(2006.01)
<b>G08B 1/08</b>	(2006.01)
<b>H04W 4/02</b>	(2008.01)
<b>G06K 7/10</b>	(2006.01)
<b>G06K 7/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2015 PCT/AU2015/050161**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15157814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2015 E 15779561 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 3132387**

54 Título: **Sistema de identificación y/o monitorización de vehículo**

30 Prioridad:

**14.04.2014 AU 2014901356**

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

**23.10.2018**

73 Titular/es:

**LICENSYS AUSTRALASIA PTY LTD (100.0%)  
93 Wolston Road  
Sumner, Queensland 4074, AU**

72 Inventor/es:

**PRETORIUS, ALBERTUS JACOBUS y  
OLSSON, ANDY GORAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 687 055 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**

Sistema de identificación y/o monitorización de vehículo

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona, entre otros, con el uso de tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) o tecnología RFID en combinación con otras tecnologías, en la detección de un vehículo y/o la identificación de un  
 10 vehículo y/o la verificación de la identidad de un vehículo. Se cree que la invención puede ser de uso particular en el contexto de vehículos de carretera, especialmente vehículos matriculados en carreteras, por ejemplo, para detectar vehículos que se comportan "fuera de norma" o contrarios a las normas de la carretera o para detectar vehículos que  
 15 han sido identificados erróneamente (que incluyen donde no se pudo verificar la identidad del vehículo) y/o que no se identificaron a sí mismos, etc. Esto puede ayudar a facilitar, por ejemplo, la intervención inmediata en carretera donde sea necesario o apropiado. Sin embargo, no se debe implicar ninguna limitación particular a partir de lo anterior, y la invención podría usarse potencialmente en una amplia gama también de otras áreas. A modo de ejemplo, la invención podría encontrar un uso potencial en el contexto de vehículos ferroviarios, o vehículos usados en aplicaciones no viales tales como sitios mineros o sitios industriales, etc. Sin embargo, por conveniencia, la invención se describirá a continuación con referencia a y, en el contexto de, vehículos registrados en la carretera, como coches, camiones, autobuses, motocicletas, etc.

20 Se debe entender claramente que la mera referencia aquí a dispositivos, aparatos, productos, sistemas, métodos, prácticas, publicaciones o cualquier otra información anterior o existente, o cualquier problema o problema, no constituye un reconocimiento o admisión que cualquiera de esas cosas, individualmente o en cualquier combinación, formaba parte del conocimiento general común de los expertos en el campo, o que son admisible en una técnica anterior.

25 En el contexto de la presente invención, la "identidad del vehículo" se determinará típicamente con referencia a (o a partir de) uno o más identificador(es) único(s) específicos de un vehículo individual. Típicamente, el(los) identificador(es) único(s) serán (o incluirán) el número de registro (o número de matrícula), aunque el(los) identificador(es) también pueden ser (o incluir) cualquier combinación de información adicional/otra que describa o se relacione con el vehículo, su apariencia, otros códigos de identificación del vehículo o indicaciones, el uso de parámetros y/o un identificador del dispositivo o medio que contiene la "identificación del vehículo". Los documentos US-A-5196846 y WO 01/07290 A1 también se relacionan con el sistema de identificación del vehículo.

Resumen de la invención

30 La invención se expone en la reivindicación 1. En una forma amplia al menos, la presente invención se relaciona con un aparato que es operable para detectar e identificar vehículos, donde cada vehículo individual tiene al menos un dispositivo de comunicación RFID montado sobre el mismo cerca de la superficie sobre la cual viajan los vehículos, y un(os) dispositivo(s) de comunicación RFID del vehículo es/son capaz(es) de retrodispersar una señal modulada al aparato que indica la identidad del vehículo, el aparato incluye un lector RFID, el lector RFID que tiene una antena operable para colocarse sobre o en la superficie sobre la cual viajan los vehículos, y la antena puede operar para transmitir una señal al(los) dispositivo(s) de comunicación RFID del vehículo y recibir la señal modulada de retrodispersión a partir de un dispositivo de comunicación RFID en ese vehículo indicando la identidad de ese vehículo, de modo que ese vehículo se identifica de ese modo por el aparato, en donde el patrón de radiación de la antena tiene una forma ancha y baja (plana) con respecto a la superficie sobre la cual viajan los vehículos.

40 Si el aparato detecta una señal retrodispersada no modulada a partir de un vehículo (o a partir del cuerpo del vehículo, etc.) en ausencia de una señal modulada a partir de un dispositivo de comunicación RFID en ese vehículo, ese vehículo es detectado pero no identificado por el aparato, y esto indica que un dispositivo de comunicación RFID en ese vehículo puede estar ausente o no funcionar correctamente.

45 La antena del lector de RFID del aparato puede tener un patrón de radiación que es no direccional (o direccionalmente independiente) con relación a la superficie sobre la cual viajan los vehículos. La antena del lector de RFID del aparato puede configurarse para usarse sobre o en la superficie en la cual viajan los vehículos y para proporcionar un patrón de radiación cuya forma es ancha y baja (plana), preferiblemente en general toroidal o más preferiblemente un torus elíptico amplio bajo. Dicho patrón de radiación se puede comparar con (en contraste con) el patrón de radiación en general largo y enfocado/dirigido de una antena de lectura RFID convencional. Y si el patrón de radiación de la antena no es direccional (o direccionalmente independiente) con respecto a la superficie sobre la cual viajan los vehículos, esto puede proporcionar el beneficio de aliviar la necesidad de orientar correctamente la antena del lector de RFID del dispositivo cuando se ha desplegado/instalado/posicionado el aparato para su uso. La antena puede estar tapada para reducir el efecto cegador (se discute más adelante).

55 En algunas realizaciones preferidas, la potencia de la antena del lector de RFID puede concentrarse en una región cercana a la superior (por ejemplo, aproximadamente de 200 mm a 1200 mm por encima) de la superficie sobre la cual viajan los vehículos, y esta región puede corresponder al rango de alturas dentro de las cuales el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID están montados en los vehículos.

- 5 Con mucha frecuencia (aunque ciertamente no necesariamente de manera exclusiva), el aparato se usará en aplicaciones donde los vehículos son vehículos de carretera, el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID en un vehículo está(n) montado(s) en uno o más de las placas de matrícula del vehículo, y el lector de RFID del aparato, incluida su antena, es operable para residir en la superficie de la carretera o para instalarse en la superficie de la carretera.
- 10 En dichas aplicaciones de carretera, el lector de RFID del aparato, cuando está orientado al dispositivo de comunicación RFID en/dentro de una placa de matrícula de un vehículo, puede tener un rango de lectura de aproximadamente 6 m 10 m. La zona de lectura del aparato para leer el dispositivo de comunicación RFID en una placa de matrícula de un vehículo puede comenzar aproximadamente 5 m antes de la antena del lector RFID y terminar aproximadamente 5 m más allá de la antena del lector de RFID en la dirección del vehículo a lo largo de la carretera. La zona de lectura del aparato puede tener aproximadamente 4 m de ancho. Puede excluirse de la zona de lectura un espacio de aproximadamente 1 m antes de la antena de lectura RFID a aproximadamente 1 metro más allá de la antena del lector de RFID en la dirección de viaje del vehículo (esto puede ayudar a aliviar problemas asociados con cegamiento y dificultades con el ángulo de lectura). A menudo, la zona de lectura puede ser de aproximadamente 100 mm a 1500 mm y más a menudo de 200 mm a 1200 mm por encima de la superficie de la carretera (como se indicó anteriormente, esto puede corresponder al rango de alturas dentro del cual el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID están montado en vehículos).
- 15 El aparato puede tener capacidad de radar. El aparato puede así funcionar (usando radar o radar variable/diferencial) para realizar una o una combinación de lo siguiente: detectar la velocidad y/o la posición de un vehículo, y obtener una sección transversal de radar móvil del vehículo.
- 20 El aparato puede funcionar además para realizar uno o más de los siguientes: determinar la longitud y/o el recuento de ejes de un vehículo, generar una huella dactilar de radio de un vehículo y comunicarse de manera inalámbrica con un controlador situado a distancia del aparato.
- 25 El aparato también puede incluir un dispositivo de formación de imágenes ubicado en o sobre la superficie en la cual viajan los vehículos. El dispositivo de formación de imágenes puede ser operable para obtener imagen(es) estática(s) de un vehículo, o una porción de un vehículo, al mismo tiempo (al menos aproximadamente) que cuando el lector de RFID del aparato intenta transmitir y recibir señales a partir de y hacia ese(esos) dispositivo(s) de comunicación RFID del vehículo para identificar el vehículo utilizando RFID. El dispositivo de formación de imágenes puede ser operable para obtener imagen(es) estática(s) de un vehículo, o una porción de un vehículo, cuando el vehículo se encuentra a una o más distancias fijas del dispositivo de formación de imágenes. La(s) imagen(es) de un vehículo obtenida(s) por el dispositivo de imagen puede(n) usarse para ayudar a verificar si la identidad de un vehículo corresponde a la identidad indicada en la señal modulada retrodispersada transmitida por el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID del vehículo y recibida(s) por el lector RFID. El dispositivo de formación de imágenes también puede ser operable para ayudar en la observación y/o identificación de comportamientos de vehículos menos ciertos.
- 30 En otra forma amplia posible, la presente invención se relaciona con un sistema para detectar, identificar y/o monitorizar vehículos, donde cada vehículo individual tiene al menos un dispositivo de comunicación RFID montado cerca de la superficie sobre la cual viajan los vehículos, y el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID de un vehículo son operables para retrodispersar una señal modulada que indica la identidad del vehículo, que incluye el sistema al menos un aparato del tipo descrito anteriormente, y un controlador en comunicación con dicho(s) aparato(s).
- 35 Cuando el sistema incluye múltiples de dichos aparatos, dos o más de los aparatos pueden ser operables para comunicarse y sincronizarse entre sí, o el sistema puede ser operable para sincronizar dos o más de los aparatos, de modo que los patrones de radiación de antena de dichos dos o más aparatos (como un grupo sincronizado) funcionan, en efecto, como un único patrón de radiación más amplio.
- 40 Muy a menudo (aunque ciertamente no necesariamente de forma exclusiva), el sistema se usará en aplicaciones donde los vehículos son vehículos de carretera y el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID en un vehículo está(n) montado(s) en uno o más de las placas de matrícula de un vehículo. En dichas aplicaciones, el sistema puede incluir una o más estaciones en diferentes ubicaciones de la carretera, y cada estación puede tener uno o más aparatos o un grupo sincronizado de aparatos, y el controlador el cual está en comunicación con dichos aparatos puede ser un controlador local en la carretera. Cada estación (o su controlador de carretera) puede estar en comunicación con un controlador de sistema remoto.
- 45 Una o más estaciones pueden incluir una cámara de tráfico operable para facilitar la observación del comportamiento del vehículo o para facilitar el seguimiento de vehículos como objetos de imagen. Una o más estaciones también pueden incluir una estación meteorológica.
- 50 El controlador de carretera de una estación puede ser operable para comunicarse con el controlador de carretera de una o más estaciones. El controlador de carretera de una estación puede usar información del(los) controlador(es) de carretera de una o más estaciones, información del controlador de sistema remoto y/o datos de uno o más aparatos o grupos sincronizados de aparatos para detectar a menos cierto comportamiento del vehículo. El controlador de una estación de la carretera puede comunicar sus observaciones del comportamiento del vehículo al(los) controlador(es) de la carretera de una o más estaciones y/o al controlador remoto del sistema. El controlador de carretera de una
- 55

estación puede comunicar sus observaciones de un comportamiento observado del vehículo, y/o de la identidad del vehículo, a un vehículo policial o personal ubicado en la ruta de viaje prevista del vehículo.

Cualquiera de las características descritas aquí se puede combinar en cualquier combinación con una cualquiera o más de las otras características descritas aquí dentro del alcance de la invención.

5 Breve descripción de las Figuras

Las características, realizaciones y variaciones preferidas de la invención se pueden discernir a partir de la siguiente discusión titulada "Antecedentes de, Motivaciones para y Descripción de la Invención", las cuales proporcionan información suficiente para los expertos en la técnica para llevar a cabo la invención. La discusión dada bajo el título "Antecedentes de, Motivaciones para, y Descripción de, La invención" no deben considerarse como una limitación del alcance del Resumen de la invención precedente de ninguna manera, y hará referencia a una serie de Figuras como se detalla a continuación.

10

Se observa que diversas de las Figuras contienen números de referencia que identifican características particulares o elementos representados en ellas. Diversos de estos números de referencia también se mencionan en la discusión a continuación. La forma en la cual se hace referencia a los números de referencia específicos en las Figuras en la siguiente discusión es que, por ejemplo, el número de referencia 1 que aparece en la Figura 3 se denominará "3-1", y asimismo el número de referencia 6 que aparece en la Figura 21 se denominará "21-6", etc.

15

La Figura 1 ilustra una pantalla que puede ser típica de un escenario de sala de control de tráfico con múltiples (en este caso nueve) transmisiones de video entrantes concurrentes simultáneas a partir de diferentes cámaras de tráfico de gran ángulo en diferentes ubicaciones.

20

La Figura 2 muestra una imagen de una cámara de ángulo estrecho y alta definición con la capacidad de leer las matrículas de los vehículos en más de un carril.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente una serie de cosas las cuales influyen en la claridad de una imagen obtenida por un dispositivo de formación de imágenes de un vehículo (por ejemplo, una cámara de tráfico). Como se ilustra en la Figura 3, dichas cosas incluyen suciedad 3-1 en la lente y/o en la ventana de la carcasa que contiene la cámara 3-5, impurezas de aire y flujo 3-6 de aire (por ejemplo, polvo, esmog u otras partículas o impurezas que reducen visibilidad en el aire, especialmente cuando sopla/se mueve, y también olas de calor y cosas similares que pueden crear brillos o neblina), obstrucciones 3-4 de línea de vista en la trayectoria entre la cámara 3-5 y el vehículo/objeto 3-3 (tales obstrucciones en la línea de visión podrían estar incluso en el vehículo, por ejemplo oscureciendo o tapando parcialmente la placa de matrícula) y suciedad u otras impurezas en la matrícula 3-2 del vehículo. Se apreciará fácilmente que la claridad en general disminuye con el aumento en la distancia entre la cámara 3-5 y el vehículo/objeto 3-3.

25

30

La Figura 4 es una ilustración fotográfica de un caso donde un pasajero del coche se esconde en la parte trasera/maletero del coche, luego se estira para cubrir la placa con la mano (para impedir la identificación del vehículo mediante imágenes) a medida que el coche viaja pasa por una cámara de tráfico o punto de peaje.

35

La Figura 5 ilustra, a partir de un lado, el uso de un pórtico elevado para leer una etiqueta RFID en el parabrisas de un vehículo y una placa de matrícula.

La Figura 6 ilustra un lector elevado RFID y un escenario de lector lateral RFID, como se ve en la carretera.

La Figura 7 ilustra la ubicación de un lector de RFID en la carretera (izquierda), y la ubicación de un lector de RFID en la carretera (derecha), como se ve en la carretera con la Figura 8 que ilustra este último visto a partir de un lado.

40

La Figura 9 ilustra un sensor (el sensor incluye una cámara y una antena de lector de RFID) el cual está posicionado en la carretera. En la Figura 9, el vehículo representado está a una distancia (4 m) del sensor.

La Figura 10 ilustra el vehículo en la Figura 9, visto a partir del punto de vista de la cámara del sensor (recordando que el sensor está posicionado en la carretera - ver la Figura 9), con el vehículo nuevamente a la misma distancia (4 m) del sensor como en la Figura 9.

45

La Figura 11 es similar a la Figura 10 en que esta ilustra el vehículo de la Figura 9, visto a partir del punto de vista de la cámara del sensor, excepto con el vehículo a una distancia más corta (2 m) del sensor.

La Figura 12 es una ilustración gráfica de una forma de comportamiento negativo del vehículo/conductor comúnmente denominado "seguir muy de cerca" la cual a veces se usa para impedir la identificación por cámara.

50

La Figura 13 muestra una placa de matrícula de un vehículo que se ha instalado en un ángulo ligeramente orientado hacia abajo para reducir la capacidad de leer la placa a partir de una cámara superior o lateral.

La Figura 14 ilustra la distorsión de la imagen en perspectiva que se produce cuando se ve una matrícula de un vehículo a partir de un ángulo en lugar de estar frontal. Esta distorsión, combinada con el efecto borroso asociado con el movimiento del vehículo, requiere que el ángulo de visión de la cámara de tráfico sea frontal (o al menos cerca de

la cara). Este requisito a su vez da como resultado un aumento en la distancia de lectura necesaria, debido a la ubicación/posición en la cual debe colocarse una cámara para estar fuera de la trayectoria del tráfico, pero obtener una vista "frontal" del número de placas del vehículo, y el aumento en la distancia de lectura necesaria lleva a un aumento en la obstrucción de la vista potencial (ver por ejemplo la Figura 3).

5 La Figura 15 es un gráfico del "patrón de radiación" (también denominado "patrón de antena" o "patrón de campo lejano") para una antena direccional (de abertura estrecha). El patrón de radiación es una representación de la forma en que la ganancia de la antena varía con la dirección.

La Figura 16 es una representación esquemática de una construcción típica de una antena de parche.

10 La Figura 17 ilustra una orientación de la antena de la etiqueta y el lector no óptimo en relación con la apertura de una antena enfocada.

La Figura 18 ilustra cómo cambia el ángulo de lectura a medida que un vehículo se mueve en un escenario de lectura superior de la placa de matrícula RFID.

La Figura 19 muestra una matrícula del vehículo montada dentro de una cavidad para protegerla de daños.

15 La Figura 20 ilustra la trayectoria de desplazamiento de la placa frontal y trasera de un vehículo dentro de una zona de lectura superior del lector de RFID.

La Figura 21 ilustra la trayectoria de desplazamiento de una etiqueta montada en el parabrisas en un vehículo dentro de una zona de lectura superior del lector de RFID.

La Figura 22 ilustra los factores que contribuyen a crear una variación no lineal de la señal entre una antena superior y una etiqueta RFID montada en el parabrisas.

20 La Figura 23 ilustra el patrón de radiación RFID requerido (o al menos deseable) para un lector de antena colocado en/sobre la carretera.

La Figura 24 ilustra el impacto de una distancia corta de seguimiento entre un patrón de radiación de antena de parche clásico y un patrón de radiación plano emitido a partir de un lector en/sobre la carretera.

La Figura 25 ilustra el patrón de radiación que se empuja hacia arriba, debido a un efecto de tierra conductivo.

25 La Figura 26 ilustra un patrón de radiación de antena dipolo vertical típico en el espacio libre.

La Figura 27 muestra el patrón de radiación calculado de una antena la cual está configurada para proporcionar un patrón de radiación de forma en general similar al patrón de radiación de una antena dipolo vertical, cuando dicha antena se coloca en o sobre la carretera con su nivel de punto de derivación central con la superficie de la carretera.

La Figura 28 ilustra la zona de lectura deseada para una placa de matrícula de un vehículo habilitada con RFID.

30 La Figura 29 ilustra esquemáticamente la orientación de la etiqueta de placa dentro de la zona de lectura de un lector o cámara de RFID en/sobre la carretera.

La Figura 30 ilustra la zona de lectura efectiva para una etiqueta de RFID en una placa de matrícula de un vehículo cuando se lee usando una antena en carretera o sobre la carretera de un tipo que tiene un patrón de radiación de la forma general que se muestra en la Figura 27.

35 La Figura 31 ilustra usos de ejemplo de lectores de RFID individuales o múltiples, con la zona de lectura efectiva resultante, en diferentes escenarios de lectura.

La Figura 32 ilustra una disposición de múltiples lectores a lo largo de una carretera en escenarios independientes y bloqueados en fase (respectivamente).

40 La Figura 33 ilustra el uso de diversos lectores de RFID en carretera individuales (y uno múltiple) para crear un cordón de vehículo alrededor de un punto de interés.

La Figura 34 es una ilustración esquemática de una implementación de sistema particular (posible).

La Figura 35 y la Figura 36 son ilustraciones esquemáticas de la ubicación de los componentes del sistema.

La Figura 37 ilustra esquemáticamente una posible realización de un dispositivo en/sobre la carretera.

45 La Figura 38 ilustra un mecanismo que se puede usar para eliminar fácilmente el dispositivo de la Figura 37 de la carretera (en escenarios de carretera).

Antecedentes de, motivaciones para y descripción de la invención

- 5 En la mayoría de los países, los vehículos tales como coches, camiones, autobuses, motocicletas, etc., deben estar válidamente registrados para ser conducidos legalmente en la vía pública. En general, se requiere que dichos vehículos sean identificables dentro y fuera de la carretera, incluso por personas (por ejemplo, por la policía o el personal de la autoridad de tránsito, e incluso por miembros del público en general) sin el uso de dispositivos electrónicos. Por lo tanto, los vehículos en general deben ser identificables (dentro y fuera de la carretera) por simple inspección visual. Con este fin, se ha exigido a los vehículos que muestren los números de matrícula de los vehículos a partir de alrededor de 1900, después de una protesta pública resultante de la primera fatalidad documentada de vehículo de motor que ocurrió el 13 de septiembre de 1899.
- 10 Después de su introducción, el número de matrícula del vehículo se convirtió en un medio fiable para identificar positivamente un vehículo. Sin embargo, los mafiosos como Al Capone comenzaron infamemente ya en la década de 1920 a utilizar matrículas adulteradas, oscurecidas, copiadas y robadas para ocultar la identidad de un vehículo. Esto dio lugar a un requisito para verificar también la autenticidad de una matrícula de un vehículo.
- 15 Por lo tanto, se utilizan documentos de registro adicionales para ayudar en la verificación de la identidad del vehículo mostrada en el número de matrícula. Sin embargo, para inspeccionar estos documentos, es necesario detener y acercarse a un vehículo. Inicialmente, la escasa cantidad de vehículos en las vías públicas hizo que esta inspección intermitente fuera altamente efectiva, lo que generó la confianza general de que las matrículas exhibidas en los vehículos eran correctas, auténticas, legales y utilizaban el vehículo correcto.
- 20 Sin embargo, en los últimos tiempos, en diversas (si no todas) partes del mundo, la propiedad del vehículo ha aumentado dramáticamente. En consecuencia, la cantidad de vehículos matriculados en las vías públicas también ha aumentado drásticamente. Esto ha llevado a un aumento del tráfico, la congestión y las transgresiones del tráfico, lo cual a su vez han provocado una marcada disminución de la eficiencia del tráfico y la seguridad vial.
- 25 Al mismo tiempo, los aumentos en el volumen del tráfico, la congestión, etc., han hecho que sea mucho más difícil verificar la identidad de un vehículo y ejecutar una acción correctiva o de aplicación de la ley (cuando se requiera). Por ejemplo, el tiempo y el espacio necesarios para detener e inspeccionar las matrículas de los vehículos y los documentos de registro (es decir, para vehículos individuales) ha reducido drásticamente el porcentaje de vehículos inspeccionados en la carretera, tanto que hoy en día puede que muchos vehículos nunca sean inspeccionados durante su vida útil. Por lo tanto, esto aumenta la confianza depositada en la matrícula del vehículo para identificar positivamente un vehículo. Esta tendencia general se hace evidente en partes de Australia (por ejemplo) donde un documento de registro adicional, el cual previamente se requería que se mostrara en el parabrisas de un vehículo (o en algún otro lugar apropiado en el vehículo para motocicletas, camiones, etc.) ya no se usa.
- 30 Hoy en día, los métodos de formación de imágenes de matrículas de vehículos a menudo se utilizan para automatizar la identificación de vehículos en la carretera. Los métodos de identificación por RFID (que usan tanto RFID pasivo como activo) también se usan actualmente, aunque actualmente el RFID se usa principalmente para el cobro de peaje y la congestión.
- 35 Sin embargo, los sistemas con base en RFID antes mencionados (utilizados para peaje, etc.), y asimismo los sistemas antes mencionados que usan imágenes para realizar la identificación del vehículo, en general no verifican la autenticidad de la identidad del vehículo en el momento de registrar la identidad. Más bien, en general lo hacen "después del hecho" en una fecha/hora posterior. Como tal, si la identidad del vehículo detectada por un sistema RFID o con base en imágenes resulta no ser la identidad correcta para el vehículo en cuestión (por ejemplo, debido a un error del sistema de identificación automática del vehículo, o debido a un intento deliberado de disfrazar la identidad del vehículo), este hecho a menudo no se identifica hasta más tarde, y a menudo puede haber poco que pueda hacerse para determinar la identidad correcta del vehículo. Por lo tanto, sigue siendo un problema encontrar vehículos mal identificados, o vehículos que no están identificados en absoluto.
- 40 El comportamiento del conductor es un factor importante que influye en el tráfico y la seguridad vial, dentro de la infraestructura y las limitaciones demográficas dadas. El comportamiento del conductor a menudo es evidente (y observable) a partir del comportamiento observable de un vehículo (especialmente para conductas negativas del conductor, como exceso de velocidad, zigzagueo, seguir muy de cerca, etc.). Como ejemplo de esto, el comportamiento desviado, zigzagueo o comportamiento errático de un vehículo puede indicar (o al menos dar motivos para sospechar) que el conductor está conduciendo el vehículo en estado de ebriedad (y, por lo tanto, de forma ilegal).
- 45 "Fuera de norma" o "comportamientos del vehículo que no cumplen con las normas de la carretera" tienen un impacto negativo en el tráfico, el control del tráfico y la seguridad vial en general.
- 50 Se cree que la capacidad, y/o la percepción de la capacidad, para impedir ser identificados (por ejemplo, la creencia por parte de un conductor de un vehículo de que su vehículo puede impedir la identificación) conduce a un aumento de comportamiento del conductor negativo. Este fenómeno es un comportamiento humano común, como se describe en el campo de la psicología de masas, donde el anonimato dentro de una multitud puede llevar a un comportamiento negativo oportunista.
- 55 En la actualidad, el comportamiento del vehículo es observado y actuado principalmente por humanos. En términos de observación del comportamiento del vehículo (recordando que el comportamiento del vehículo es a menudo indicativo del comportamiento del conductor), un individuo puede observar directamente un comportamiento negativo

del vehículo (por ejemplo, un oficial de policía u otro usuario de la carretera presente puede ser testigo directo/ver una instancia de comportamiento negativo del vehículo) o la observación puede ser realizada por un humano que se encuentra en una ubicación remota a través de una o más cámaras de tráfico. El uso de cámaras de tráfico, sin embargo, requiere una identificación positiva del vehículo para las acciones de intervención. Por lo tanto, en los casos donde el comportamiento negativo del vehículo se observa a través de una cámara de tráfico, pero el vehículo en cuestión no está identificado o se identifica erróneamente, no se aplica a menudo la infracción.

Con base en lo anterior, parece que la gestión eficaz del tráfico y/o la planificación del tráfico y/o la planificación vial y/o la aplicación de la ley puede requerir al menos una, y posiblemente una combinación de lo siguiente: detección de presencia del vehículo, identificación del vehículo (o detección de identificación del vehículo), verificación de la identidad del vehículo y detección del comportamiento del vehículo, en un momento dado y lugar dado (preferiblemente para tantas ocurrencias como sea factible, y preferiblemente en una combinación apropiada de acuerdo como lo requiera el caso de uso).

A partir de lo anterior, también se apreciará que, por diversas razones, existe una creciente necesidad de poder detectar vehículos (ya sean vehículos individuales o grupos/densidades de vehículos), y también para poder identificar y verificar la identidad de un vehículo detectado. A este respecto, los estudios indican que la precisión de identificación y verificación del vehículo debería ser preferiblemente de alrededor del 99.99% (es decir, se considera aceptable una tolerancia de una instancia de detección/identificación/verificación "perdida" en cada 10,000 vehículos). Sin embargo, actualmente la cifra de precisión automatizada de identificación de vehículos en aplicaciones ITS (sistema de transporte inteligente) parece ser de alrededor del 95%, incluso utilizando métodos de imagen y radio (esto equivale a una tolerancia sorprendente e inaceptablemente baja de una detección/identificación/verificación perdida instancia en cada 20 vehículos).

Se cree que puede ser deseable proporcionar un método/sistema automatizado, posiblemente combinando diversas tecnologías, para detectar, identificar y/o verificar la identidad de un vehículo, y también puede ser deseable alertar a un ser humano local (y/o posiblemente un sistema automatizado) de la detección de vehículos que están identificados erróneamente, o no identificados, para la intervención inmediata o para que dichos vehículos puedan ser "rastreados" de manera electrónica hasta un punto donde pueda tener lugar la intervención/juicio. Esto puede permitir a los vehículos que se detectan y observan comportarse fuera de la norma y/o que han proporcionado una identidad sospechosa (o ninguna identidad) para diferenciarse de los vehículos detectados para los cuales se determina que el comportamiento no es transgresor (dentro de la norma) y para el cual la identidad se verifica como válida. Se cree que, si esto se puede lograr, esto puede dar como resultado un mayor cumplimiento en términos de detección y verificación de identidad del vehículo positivo y, en consecuencia, un mayor comportamiento positivo en la carretera. También se espera que las oportunidades para impedir la detección de vehículos se puedan reducir. Al enfocarse en (y con suerte permitir) la facilitación de una intervención inmediata (o más rápida, más selectiva o más sofisticada) también puede reducir el tiempo y el coste de los recursos limitados que las autoridades gastan en la identificación y verificación "después de los hechos" de la identidad de los vehículos. También puede ser deseable que dicho sistema sea capaz de una implementación fácil y/o rápida y/o rentable en escenarios fijos y/o temporales.

La necesidad de detección e identificación automática de vehículos para la aplicación de normas viales, etc. (por ejemplo, para detectar casos de exceso de velocidad, pasos en luz roja, etc.), para la planificación de carreteras y tráfico y para mecanismos de gestión de tráfico automático (por ejemplo peaje, medición de rampa, límites dinámicos de velocidad, etc.) ya ha dado lugar a una serie de innovaciones relacionadas con la detección, clasificación e identificación automáticas de vehículos. Los métodos de detección automatizados propuestos anteriormente se pueden agrupar en gran medida en ciertas categorías; estas categorías incluyen: detección de presencia del vehículo (por ejemplo, utilizando bucles magnéticos, RADAR y láser), imágenes del vehículo (por ejemplo, reconocimiento de matrículas), intercambio inalámbrico de datos (por ejemplo, V2X) e identificación por radio (más conocida como RFID). "Inalámbrica" y "RFID" son ambas tecnologías de radio, sin embargo, se define una distinción entre ellas debido a la diferencia en las distancias sobre las cuales operan en general. En general, la tecnología inalámbrica es una tecnología de radio comparativamente de gran longitud (es decir, es operable a un valor comparativamente mayor) a la vez que la RFID es en general una tecnología de radio comparativamente de corto alcance (es decir, operable a distancias comparativamente cortas). El rango de lectura inalámbrica es muchas veces mayor que el rango de lectura de RFID. El punto de separación entre el funcionamiento de las tecnologías inalámbricas y las tecnologías de RFID es a menudo aproximadamente el espacio lineal que ocupa un vehículo en movimiento en la carretera (es decir, la longitud del vehículo más la distancia mínima al siguiente vehículo).

De las categorías de tecnologías automáticas propuestas anteriormente discutidas, la que tiene quizás la historia más larga son los detectores de presencia de vehículos. La detección de la presencia de un vehículo implica reconocer la presencia de uno o más vehículos, pero sin identificar o verificar de manera única la identidad de ese/esos vehículo(s). Sin embargo, la detección de vehículos es importante, por ejemplo, para la gestión del tráfico y la congestión, planificación de carreteras, etc. Los detectores de presencia de vehículos se utilizan normalmente para contar el número de vehículos que pasan un determinado punto o el número de vehículos que pasan un determinado punto (o dentro de) un tiempo dado. Por lo tanto, los detectores de presencia de vehículos se han utilizado para registrar información sobre la velocidad del vehículo, flujos de tráfico, volúmenes y densidades, así como información como el peso del vehículo, tipos de vehículos (por ejemplo, coteo de ejes), etc. Hoy en día los detectores de presencia de vehículos se utilizan en conjunto con la obtención de imágenes para mejorar aún más la detección del tipo de vehículo

e incluso para identificar el vehículo mediante la matrícula del vehículo (y/o utilizar otros detalles pertenecientes al vehículo que pueden ser discernibles a partir de una imagen del mismo).

5 Las tecnologías de imagen son de uso común en diversas partes del mundo en los sistemas de gestión del tráfico. Por ejemplo, en diversas jurisdicciones, una imagen debe acompañar un aviso/multa por infracción de tráfico. Por lo tanto, en dicha jurisdicción, si (por decir) un vehículo acelerando es detectado por un láser o sensor de velocidad de radar, también se requiere tecnología de imágenes para proporcionar una imagen/fotografía del vehículo en el momento de la transgresión detectada, de modo que la imagen/fotografía puede acompañar el aviso de infracción como evidencia de la transgresión. Se han realizado diversas propuestas para combinar las funciones de detección e imagen en unidades individuales las cuales pueden ser, por ejemplo, portátiles o montadas en una ubicación fija. A modo de ejemplo ilustrativo, PCT/US1998/020857, US12/367,961 y PCT/GB2005/000848 discuten diversos métodos para colocar y usar un dispositivo de formación de imágenes en vehículos de observación.

15 Las imágenes también se usan para observar el tráfico en tiempo real, típicamente utilizando video de gran ángulo transmitido a una sala de control. La Figura 1 ilustra una pantalla que puede ser típica de un escenario de sala de control de un centro de tráfico con múltiples (concurrentes) transmisiones de video entrantes simultáneas a partir de diferentes cámaras de tráfico de gran ángulo en diferentes ubicaciones. Es posible que un ser humano (por ejemplo, un oficial en la sala de control que está observando las transmisiones de video de tráfico en vivo) detecte anomalías en el comportamiento del conductor/vehículo y las condiciones del tráfico de estos videos. Sin embargo, en general no es posible identificar vehículos de estos videos. Sin embargo, un vehículo, como objeto anónimo, puede rastrearse en dicho video.

20 En el otro lado del espectro, las lentes de ángulo estrecho se usan a menudo para identificar un vehículo ubicando y leyendo la matrícula en una imagen (esto puede requerir a menudo el uso de una tecnología de reconocimiento óptico de caracteres bastante sofisticada) como se representa en la Figura 2.

25 Las cámaras modernas de alta calidad (y alta resolución) pueden tener la capacidad de combinar los dos tipos de observaciones discutidas anteriormente. El éxito de dicha identificación combinada del vehículo (realizada leyendo las matrículas a partir de datos de video/imagen) y la detección del comportamiento (nuevamente con base en datos de video) es limitada ya que la observación/detección del comportamiento del tráfico requiere una imagen amplia con tolerancia y nitidez (normalmente esto requiere una lente/cámara gran angular), a la vez que la identificación de la matrícula por otra parte requiere imágenes nítidas y de alto contraste, y típicamente requiere una lente/cámara de ángulo angosto con una línea de visión clara/libre entre la cámara y la matrícula. Estos requisitos resultan en una alta complejidad tecnológica y un coste sustancial en la aplicación de tecnologías de imágenes.

30 Las imágenes son, por lo tanto, muy versátiles, pero también tienen diversas limitaciones. Esto lo hace muy útil, pero no necesariamente capaz de proporcionar una solución completa a todos los problemas que pueden estar asociados con la supervisión y/o gestión del vehículo/tráfico y/o la aplicación de la ley. Una de las limitaciones más importantes asociadas con la imagen es la incapacidad de usar una imagen para verificar que un número matrícula es, de hecho, genuina (es decir, para verificar que la matrícula visible en la imagen realmente se cumpla, legalmente aplicado lo que parece ser). Todos los tipos de imágenes, ya sea en luz visible o invisible, lamentablemente se pueden engañar. Por ejemplo, la detección de cámara, incluso cuando se usan marcas de seguridad con textura y desplazamiento de imagen, no es confiable.

40 En la práctica, también existen otros problemas que imponen limitaciones significativas en el uso de tecnologías de imágenes. Estos incluyen obstrucciones, limpieza de lentes, condiciones cambiantes de luz y calidad del aire, etc., los cuales tienden a reducir la claridad de una imagen, como se representa en la Figura 3. La claridad de imagen es un factor clave en la capacidad de leer matrículas (y por lo tanto identificar vehículos) de una imagen. Los rangos de imagen más largos permiten la detección del comportamiento del vehículo, pero limitan la capacidad de leer los números de matrícula de manera confiable debido a la reducción de claridad asociada (y también debido a la mayor posibilidad de obstrucciones de visión en la línea visual). Los rangos más cortos dan un mejor control sobre la iluminación y la claridad, sin embargo, cosas como la lluvia y el polvo, por ejemplo, aún perjudican la lectura. Los rangos cortos también limitan la capacidad de detectar el comportamiento del vehículo. Los sistemas de detección de imágenes a menudo combinan más de una cámara para permitir la detección de vehículos de largo alcance y la lectura de matrículas de corto alcance. En casos sofisticados, la cámara de corto alcance sigue al vehículo hasta que la matrícula se lee o se pierde de vista. Las lentes telescópicas y zoom también permiten que este "corto alcance" se extienda a un haz largo estrecho. Sin embargo, estos sistemas son complicados, lo que los hace costosos de implementar y mantener. Además, en general, las cámaras y lentes requieren un alto nivel de mantenimiento. Esto es especialmente cierto para las cámaras automáticas de lectura de matrículas, debido a su alto nivel de sofisticación y al requisito de precisión.

55 En la mayoría de los escenarios, la formación de imágenes requiere menos de un milisegundo y una vista clara (es decir, una línea de visión no obstruida) para capturar el vehículo y la matrícula. Sin embargo, incluso elegir el momento adecuado para grabar la imagen requiere sistemas altamente sofisticados.

60 El uso de una cámara estacionaria para visualizar vehículos en movimiento casi invariablemente implica cierto grado de desenfoque de la imagen. Por ejemplo, incluso con una velocidad de obturador de cámara rápida de 1/1000 de segundo, un vehículo que viaja a 36 km/h recorrerá 10 mm a la vez que el obturador de la cámara está abierto, y un

vehículo que viaja a 180 km/h recorrerá 50 mm a la vez que el obturador de la cámara está abierto. Este desplazamiento del vehículo a la vez que el obturador de la cámara está abierto da como resultado una imagen borrosa de la cámara (y cuanto mayor sea la cantidad de desplazamiento a la vez que el obturador de la cámara esté abierto, mayor será el desenfoque). Los caracteres que aparecen en las matrículas de los vehículos son típicamente de 10 mm de ancho. Naturalmente, el reconocimiento/lectura de una matrícula se vuelve imposible si el desenfoque es demasiado grande.

El efecto de desenfoque discutido anteriormente puede ser lo suficientemente insignificante como para ser aceptable (o incluso puede ser insignificante) cuando la imagen se toma de frente (y a partir de una distancia apropiada), pero a medida que el ángulo aumenta (hacia un lado u otro con respecto directamente a la "cara") la imagen se distorsiona en perspectiva y los caracteres parecen estrecharse/converger. Esto se ilustra en la Figura 14, y este efecto también puede hacer que la matrícula sea más difícil de leer, especialmente para el reconocimiento óptico de caracteres y otros sistemas de reconocimiento automático. Por lo tanto, las cámaras se colocan convencionalmente de una manera (y en una ubicación/posición) para tener un ángulo próximo al de la cara, a menudo en intervalos más largos. Aun así, como se ha mencionado, los rangos más largos a menudo están sujetos a problemas tales como una mayor posibilidad de obstrucción de visibilidad directa, desenfoque debido a la calidad del aire o lluvia, etc. (cuanto mayor sea el rango, mayor será la cantidad de contaminación del aire o lluvia, etc. en el espacio entre la matrícula y la lente de la cámara), y todas estas cosas tienden a reducir el rendimiento de lectura de imágenes.

Por lo tanto, en resumen, hay una serie de dificultades asociadas con el uso de formación de imágenes (al menos cuando se usan solas) para la detección e identificación de vehículos, y la formación de imágenes (sola) en general no puede realizar la verificación de identidad del vehículo en absoluto.

Las tecnologías de radio, que incluyen las tecnologías "inalámbrica" y "RFID" mencionadas anteriormente, tienen la capacidad de autenticar, no solo una etiqueta de RFID (la cual preferiblemente se puede ubicar en un número de matrícula de un vehículo, como se analiza a continuación), sino también el lector de RFID el cual lee las etiquetas. La razón de esto es que estas tecnologías de radio requieren un dispositivo "inteligente" en ambos lados de la identificación; es decir, en la etiqueta (en el vehículo/matricula) y también en el lector. Los expertos en esta área comprenderán que la criptografía con metodologías de respuesta al desafío se puede usar para realizar la verificación de identidad de un dispositivo en el vehículo (por ejemplo, una etiqueta RFID en la matrícula de un vehículo) y de un lector de RFID en la carretera. Se han propuesto diversos sistemas que usan tecnologías de radio para identificar y verificar un dispositivo de radio en un vehículo, que a su vez identifica el vehículo.

Cuando se usan tecnologías de radio, un lector es en general una parte integral del sistema que realiza la identificación del vehículo usando la tecnología de radio. También es posible en general que un lector (o su operación) sea verificado (por ejemplo, se comprueba su manipulación indebida y/o se asegura el funcionamiento correcto). Sin embargo, desafortunadamente no siempre se puede decir lo mismo para, por ejemplo, dispositivos de radio en matrícula o en el vehículo (como etiquetas RFID) los cuales transmiten la identidad del vehículo. Por ejemplo, puede ser difícil probar que (o determinar si) el dispositivo que transmite la identidad de un vehículo está realmente en el vehículo que parece/dice estar encendido, ya que las ondas de radio son invisibles y los lectores de radio no pueden "ver" el origen de la ola, especialmente con rangos de más de una longitud de vehículo. Las tecnologías de radio también tienen otra desventaja, a la vez que las tecnologías de radio se pueden utilizar para identificar vehículos, en general no pueden controlar/evaluar el comportamiento del vehículo (ya sea el comportamiento de un solo vehículo o el comportamiento de numerosos vehículos en un nivel macro/tráfico). Por lo tanto, se cree que las tecnologías de radio podrían usarse junto con las imágenes para tratar de superar o reducir estas limitaciones.

A la vez que las tecnologías de radio se usan a menudo (y son bastante adecuadas) para verificar la identidad del vehículo, no son completamente invulnerables a la denominada "falsificación de identidad". La falsificación de identidad, típicamente, el RFID u otro dispositivo de tecnología de radio en un vehículo se altera o reemplaza para proporcionar una identidad diferente (y/o posiblemente un cambio) con el fin de impedir la detección o engañar al detector para que piense que el vehículo es en realidad un vehículo diferente. Las tecnologías de radio inalámbricas a menudo son más vulnerables a dicha manipulación (más que la tecnología RFID, por ejemplo) ya que los sistemas inalámbricos suelen formar parte de una unidad informática compleja, por ejemplo, la unidad informática de a bordo del vehículo. En el caso de la tecnología de radio inalámbrica, debido a los intervalos de lectura más largos, el uso de imágenes por lo general no puede ayudar a detectar dicha alteración. Por otro lado, el patrón de radiación cercano a la línea de visión y bien definido de las etiquetas/transmisores RFID UHF de retrodispersión pasiva puede permitir que los métodos de imagen respalden la detección de dicha alteración. Sin embargo, en casos extremos, incluso una etiqueta de RFID UHF de retrodispersión pasiva puede deshabilitarse, y a la vez que una confirmación visual/de imagen podría hacer que un observador crea que es la etiqueta observada la que transmite la señal, de hecho, otra etiqueta o dispositivo de suplantación puede generar la señal de identificación. Sin embargo, esto es mucho más fácil de hacer con dispositivos de identificación de radio inalámbricos activos de mayor alcance que con dispositivos RFID de retrodispersión cercanos a la línea de visión. El uso de un lector RFID enfocado de corto alcance, con la etiqueta RFID colocada sobre o en una placa de metal, también puede ayudar a aliviar este ejemplo extremo (este tipo de verificación de identidad podría realizarse, por ejemplo, en un punto de control para y sigue, por ejemplo, por un oficial de tráfico que usa un lector RFID portátil).

Las tecnologías de radio "inalámbricas" (por ejemplo, GSM, Bluetooth®, ZigBee®, Wi-Fi™, etc.) se utilizan cada vez más para rastrear vehículos, mediante dispositivos de rastreo en el vehículo, por ejemplo, kits de manos libres y/o teléfonos móviles, y para comunicaciones de vehículos a la carretera y de vehículos a vehículos. La conexión inalámbrica en general se usa para comprender las rutas de los vehículos en función de la ubicación y la demografía de otras personas, por ejemplo para propósitos de infraestructura y planificación de tráfico. Por ejemplo, las tecnologías inalámbricas con base en teléfonos móviles rastrean los teléfonos de las personas en los vehículos. El uso inalámbrico (más específicamente IEEE 802.11p o WAVE) está dirigido a la seguridad vial y controles dirigidos por vehículo en "tiempo real", por ejemplo, utilizando la ubicación de objetos para impedir el área de un accidente y/o para definir grupos de vehículos para viajar juntos como una unidad. En el último ejemplo, la identidad del vehículo es de menor importancia y, de hecho, a partir del punto de vista de la privacidad, la detección de la identidad del vehículo puede no ser deseable. (La idea es similar a viajar en autobús, las personas hacen fila, pagan y toman asiento, pero no se requieren nombres).

Como se mencionó anteriormente, la tecnología inalámbrica es una tecnología comparativamente de largo alcance. En consecuencia, un receptor inalámbrico puede detectar e identificar un vehículo, pero no puede saber si no se detectó un vehículo. También puede haber una serie de otras dificultades, como se ilustra en el siguiente ejemplo. Se considera una cámara que también está equipada con (o tiene asociado) un dispositivo inalámbrico que puede identificar de forma inalámbrica un vehículo en un rango de 100 metros. Dicho dispositivo inalámbrico podría potencialmente detectar e identificar un vehículo en cualquier lugar en un tramo recto de 200 m (es decir, en cualquier lugar dentro de los 100 m a cada lado del dispositivo/cámara). Se supone que en este tramo de 200 m de carretera puede haber tantos como, por ejemplo, 20 vehículos en movimiento por carril. Se supone también que el patrón de radiación no fluctúa. El tramo de carretera de 200 metros se puede marcar con pintura u otros marcadores (para ayudar a las imágenes tomadas por la cámara, el área marcada es "visible" para la cámara). Ahora por decir que uno de los diversos vehículos en el área marcada no envía de forma inalámbrica su identidad de vehículo (ID). En este escenario (con la suposición idealista de un patrón de radiación no fluctuante) el sistema puede saber (por lo que ve la cámara) que hay un vehículo que no está transmitiendo su ID, pero no puede saber qué vehículo es. En otras palabras, habrá un ID de vehículo menos recibido de manera inalámbrica de los vehículos visibles para la cámara en ese momento, pero el sistema no puede determinar cuál de los vehículos no está transmitiendo su ID. El sistema tampoco podrá detectar un vehículo que, por ejemplo, esté conduciendo demasiado rápido, aunque la cámara pueda "ver" el vehículo en movimiento rápido, ya que el dispositivo inalámbrico de largo alcance no puede determinar cual vehículo individual (de los diversos vehículos en el área marcada) es el que viaja rápido. En consecuencia, aunque la cámara puede identificar que hay un vehículo que conduce demasiado rápido, incluso con la capacidad adicional de identificar vehículos que utilizan tecnología inalámbrica, no es posible identificar qué vehículo es el que está acelerando, por lo que no puede emitirse ningún aviso de infracción. Este tipo de problema se agrava cuando se considera que, en realidad, el patrón de radiación fluctúa, y los vehículos se mueven (cambian de carril, aceleran o se desaceleran uno con respecto al otro, etc.). Las tecnologías inalámbricas, por lo tanto, no son aptas para identificar positivamente un vehículo y no se analizarán más a fondo.

Se cree que la tecnología de RFID, particularmente la tecnología de RFID UHF de retrodispersión pasiva, como se describe en ISO/IEC 18000-6C, es más adecuada para el uso en la identificación de vehículos en el presente contexto. La RFID de retrodispersión pasiva es, de hecho, muy similar en muchos aspectos a RADAR (el término "RADAR" se originó del acrónimo RAdio Detection And Ranging). El RADAR esencialmente involucra una señal de radio transmitida por un sensor que luego es reflejada por el objeto a ser observado y la señal reflejada es interpretada por el sensor. En el caso de RFID, la señal del lector, y la señal "reflejada" (por ejemplo, a partir de la etiqueta RFID), se modulan para transportar información entre el lector y la etiqueta, y entre la etiqueta y el lector, respectivamente. La zona de lectura efectiva se define por el punto en el cual la etiqueta recibe suficiente energía del lector para encenderse y comunicarse de forma inteligente con el lector. Este es un borde agudo debido a la naturaleza de la electrónica digital.

Como se mencionó anteriormente, la tecnología RFID ya se usa para identificación de vehículos en aplicaciones de acceso de peaje y vehículos. Se cree que la capacidad de la tecnología RFID para proporcionar un rango bien definido y una zona de lectura efectiva de aproximadamente una longitud de vehículo puede permitir la detección e identificación de un vehículo (usando RFID), y la verificación de la identidad del vehículo (como se determina usando RFID) puede realizarse utilizando imágenes (tal vez entre otras cosas) para leer la matrícula y/o una "huella dactilar" (es decir, otras marcas de imágenes del vehículo que pueden obtenerse) del vehículo.

La Figura 5 ilustra el uso de un lector de RFID, que está ubicado en un pórtico superior o sobre la carretera, para leer una etiqueta de RFID en un vehículo. (De hecho, la Figura 5 ilustra las etiquetas de lectura del lector superior ubicadas en el parabrisas y placa de matrícula del vehículo). El patrón de radiación del lector de RFID que se representa en la Figura 5 es estrecho y está bien definido para cubrir aproximadamente una huella de vehículo. Una cámara montada en el mismo pórtico sobre la carretera, en una posición similar a la del lector de RFID, puede detectar visualmente (y mostrar) un vehículo que no transmite identidad, o el cual transmite una identidad incorrecta, para ayudar a identificar el vehículo donde el sistema RFID no puede hacerlo.

La Figura 6 ilustra un lector superior RFID y un escenario de lector lateral, como se ve abajo/a lo largo de la carretera. Se observa que, normalmente, un lector lateral (es decir, un lector montado en el lateral de la carretera) está limitado a detectar vehículos en un solo carril, a saber, el carril más cercano al lector. Esto se debe a que, debido a limitaciones tecnológicas, el rango de lectura de RFID máximo confiable es a menudo de aproximadamente 6 m. En consecuencia,

los vehículos que viajan en el siguiente carril pueden estar demasiado alejados del lector lateral como para ser detectados con fiabilidad. Otro factor que puede contribuir a esta limitación es que el lector lateral puede tener dificultades para detectar un vehículo en el carril siguiente si hay un vehículo en el carril cercano (es decir, el carril más cercano al lector) que obstruye la vista RFID del siguiente carril. También se apreciará que el mismo problema, es decir, que un vehículo en el siguiente carril quede oscurecido por un vehículo en el carril cercano, también afecte a las cámaras montadas lateralmente (es decir, cámaras montadas a un lado de la carretera) y su capacidad para mostrar vehículos en carriles más distantes.

El uso de un pórtico para proporcionar una colocación superior o sobre la carretera de lectores de RFID, cámaras, etc., puede reducir o aliviar los problemas discutidos anteriormente (asociados con la visión obstruida) que afectan a los lectores/cámaras montados lateralmente. Sin embargo, un pórtico sobre la carretera es una instalación fija que casi cuesta de manera invariable una gran cantidad de dinero, primero para producir, pero también para desplegar/instalar/erigir y mantener (especialmente cuando uno considera el personal, el equipo, la organización, la preparación, las desviaciones de tráfico, etc., requeridas para esto, y que una carretera puede necesitar ser cerrada total o parcialmente durante la instalación, reparación o mantenimiento del pórtico sobre la carretera o de cualquier equipo montado sobre ella). En consecuencia, a pesar de las diversas ventajas de los pórticos elevados o sobre la carretera descritos anteriormente (por ejemplo, para permitir imágenes cercanas a la cara, etc.), se cree que sería preferible impedir o eliminar la necesidad de pórticos sobre la carretera debido a los costes asociados con ellos. Los pórticos sobre la carretera también pueden ser inherentemente inadecuados para su uso en aplicaciones de despliegue temporal o rápido.

Otra posible posición del lector de RFID es en o sobre la superficie de la carretera.

La Figura 7 ilustra tanto una colocación en el lector en la carretera (a la izquierda en la Figura 7) y una colocación del lector en la carretera (a la derecha en la Figura 7) como se ve en la carretera, con la Figura 8 que ilustra la colocación en la carretera vista a partir de un lado. Se tiene en cuenta que en ambos casos hay una línea de visión clara entre el lector y la matrícula del vehículo (donde preferiblemente se ubicará la etiqueta RFID). En este sentido, la probabilidad de que un objeto se posicione (es decir, creando una obstrucción de la línea de visión) entre el lector y la placa/etiqueta en estos escenarios de lectura en carretera y sobre la carretera (dado el tiempo limitado disponible para esto a la vez que el vehículo/etiqueta están dentro del rango de lectura del lector) es extremadamente bajo o insignificante. También se tiene en cuenta la corta distancia requerida para leer la matrícula. En este sentido, es significativo que, debido a los intervalos de lectura fiables posibles con las tecnologías de RFID, en general no será posible, por ejemplo, que dos vehículos que viajan uno detrás del otro estén dentro del rango de lectura de un solo lector de RFID al mismo tiempo. Como resultado, un solo lector de RFID solo puede detectar/identificar un vehículo que viaja en una dirección dada a la vez, y esto puede ser beneficioso, ya que puede ayudar a aliviar o reducir el problema discutido anteriormente, por ejemplo, cuando la tecnología puede detectar/identificar múltiples vehículos en un momento dado pero no puede identificar un vehículo individual (entre otros) que no está transmitiendo su ID. Con la tecnología RFID que detecta un vehículo a la vez, si se detecta un vehículo pero no transmite su ID (o proporciona un ID sospechoso), el sistema puede identificar inmediatamente que fue ESE vehículo específico que no transmitió su ID (o proporcionó un ID sospechoso).

La Figura 9 ilustra un sensor (es un prototipo aproximado, usado para prueba), el cual incluye tanto una cámara como un lector de RFID, y que está posicionado en la carretera, y hay un vehículo representado a una distancia (4 m) lejos del sensor. La Figura 10 ilustra el vehículo que se muestra en la Figura 9, pero visto a partir del punto de vista de la cámara del sensor (recordando que el sensor está ubicado en la carretera) y el vehículo está nuevamente a la misma distancia (4 m) del sensor en la Figura 9. La Figura 11 es la misma que la Figura 10, excepto que muestra el vehículo a una distancia más corta (2 m) del sensor. Se apreciará de las Figuras 10 y 11 especialmente que un sensor en la carretera como el que se muestra en la Figura 9 (el cual incluye una cámara así como un lector de RFID) puede proporcionar una imagen clara del frente (y/o posiblemente la parte trasera) de un vehículo que pasa. Dichas imágenes pueden, por ejemplo, proporcionar suficiente información para realizar una huella digital rudimentaria de la parte delantera y/o trasera de un vehículo, lo que puede ayudar a permitir, por ejemplo, la detección de instancias en las cuales se ha instalado una matrícula en el vehículo equivocado. Por ejemplo, si el lector de RFID detecta e identifica un vehículo, y la identidad del vehículo detectado (de acuerdo con lo determinado por RFID) corresponde a un pequeño vehículo con puerta trasera, pero la(s) imagen(es) de la cámara muestra(n) que la matrícula (y la etiqueta RFID) de la cual se realizó la detección/identificación RFID instalada en un vehículo 4x4 grande, luego hay una indicación inmediata (aunque rudimentaria) de que la placa/etiqueta está en el vehículo incorrecto.

La Figura 12 ilustra un vehículo (es decir, el camión visible detrás de la pequeña furgoneta en el carril central) el cual intenta impedir la identificación conduciendo cerca del vehículo que está delante. Esto se conoce comúnmente como seguir muy de cerca, y el objetivo del que sigue muy de cerca es viajar lo suficientemente cerca del vehículo en frente de modo que la placa de matrícula delantera en el vehículo que se sigue muy de cerca se bloquee a partir de la vista de una cámara (por ejemplo, una cámara aérea convencional o cámara montada) por el vehículo en frente. La distancia entre los vehículos en el carril central de la Figura 12 es probablemente de entre 2 m y 4 m, a pesar de que los dos parecen estar más cerca que esto. La cercanía a la que se produce el seguimiento de cerca (es decir, qué tan cerca un vehículo puede viajar detrás de otro) en general cambia con la velocidad. En tráfico lento muy congestionado, se ha registrado una separación de 1 metro. Esta separación obstruye la vista de las placas en el vehículo que sigue de muy de cerca con el objetivo de obtener imágenes, y también para propósitos de RFID, por lectores de RFID y cámaras

superiores y laterales. Sin embargo, no obstruiría la vista, y por lo tanto la capacidad de detectar/identificar la matrícula/etiqueta (usando RFID) y también la imagen de la matrícula (usando la cámara), por un lector RFID o un lector de imágenes (cámara). Por lo tanto, parece haber claros beneficios para la colocación de un sensor, que incorpora un lector de RFID y preferiblemente también un lector de imágenes (cámara), sobre o en la superficie de la carretera (como se muestra en las Figuras 7-9).

La Figura 13 muestra un número de matrícula de un vehículo que se ha instalado en un ángulo descendente para reducir la capacidad de mostrar/leer la matrícula usando una cámara superior o montada lateralmente. Básicamente, el ángulo de la placa en la Figura 13 tiende a ocultar/oscurer los caracteres de la matrícula a partir de la vista de la cámara. Dicha inclinación hacia abajo de una matrícula también puede causar dificultades, cuando la matrícula tiene una etiqueta RFID montada sobre la misma, para la capacidad de un lector de RFID montado lateral o de manera superior para leer la etiqueta de RFID en la matrícula.

Se apreciará que la inclinación hacia abajo de un número de matrícula, como se ilustra en la Figura 13, no impediría la capacidad de obtener imágenes/leer la matrícula usando una cámara colocada en o sobre la carretera (como la cámara en el sensor que se representa en las Figuras 7-9). En este punto, podría pensarse que, con el fin de impedir la capacidad de una cámara en la carretera o sobre la carretera de obtener imágenes/leer la matrícula, la matrícula podría alternativamente estar inclinada orientada hacia arriba. Esto de hecho puede impedir la capacidad de una cámara en la carretera o sobre la carretera de obtener imágenes/leer la matrícula. Sin embargo, cuando la cámara de/sobre la carretera también está provista de un lector de RFID (o cuando hay un lector de RFID asociado en la carretera o sobre la carretera), y cuando el número de matrícula tiene una etiqueta de RFID, el lector de RFID debería no tiene dificultad para comunicarse con la etiqueta RFID en la matrícula. Esto se debe a que la corta distancia de lectura ayuda a garantizar una lectura positiva de la etiqueta RFID. (Un ángulo hacia arriba también puede mejorar la legibilidad de los métodos de identificación manual del vehículo, como la inspección visual en el lugar por parte de un ser humano).

El rendimiento de lectura RFID puede verse influenciado por influencias ambientales, estáticas y dinámicas.

Las influencias ambientales incluyen ruido de radio/interferencia y condiciones climáticas las cuales pueden cargar el aire o provocar agua, suciedad, hielo, etc., en las antenas (estas cambian la sintonización de la antena debido a sus efectos dieléctricos, y también absorben y dispersan la energía de radio). El manejo y la restauración de dichas influencias ambientales es una consideración común en la mayoría de los campos/aplicaciones RFID, y se han definido diversas técnicas/estrategias para hacerlo. Las influencias ambientales, y la forma en que pueden ser atendidas, por lo tanto, no necesitan ser discutidas más aquí.

Las antenas direccionales con una abertura estrecha se han convertido en un estándar de facto para el uso de RFID ya que reducen el ruido de radio enfocando el haz (radiación de antena) al área de lectura prevista. La Figura 15 ilustra el patrón de radiación de una antena direccional. El patrón de radiación es una representación de la forma en que la ganancia de la antena varía con la dirección. En la Figura 15, el ancho del haz de 3dB indica la abertura de la antena. Cada pérdida de 3dB reduce a la mitad la sensibilidad de la antena y la potencia de la señal. La antena es más sensible para una señal de una fuente ubicada en esta abertura. Por lo tanto, se apreciará que las señales (ruido) no deseadas a partir del exterior de la abertura de la antena se filtrarán a partir de una señal procedente de una etiqueta que está en la abertura de la antena. Cabe señalar que la Figura 15 se refiere a un diseño de antena que es un parche clásico y un diseño parabólico (direccional) utilizado en comunicaciones punto a punto y RFID.

La Figura 16 es una representación esquemática de la construcción típica de una antena de parche. Es importante tener en cuenta la construcción de una antena direccional clásica en relación con el patrón de radiación. El patrón de radiación se aleja del plano de tierra. El plano de tierra para una antena UHF utilizada en la identificación del vehículo es típicamente más de 300 mm x 300 mm. La antena debe colocarse en posición vertical para que el haz esté orientado hacia abajo, lo cual es problemático debido al tamaño de la estructura que esto genera.

En la Figura 17, se representa un número de matrícula de vehículo típica, y el número de matrícula tiene una antena de etiqueta RFID (la antena de etiqueta se representa como la línea que parece subrayar la palabra "seguridad" en la matrícula). Una ranura alargada para acomodar una etiqueta RFID y su antena también es visible en la matrícula en la Figura 14.

La Figura 17 ilustra una orientación de la antena del lector y la etiqueta no óptima en relación con la abertura de una antena direccional, como ocurre a menudo con lectores RFID montados de manera y lateral. El ángulo de lectura para la etiqueta y las antenas del lector cambia a medida que el vehículo pasa por el lector. La cantidad de energía en el aire en el ángulo no óptimo de la antena del lector, y la sensibilidad de la antena de la etiqueta en el ángulo no óptimo, dan como resultado una reducción compuesta en el rendimiento de lectura. Este problema es bastante severo cuando la antena de etiqueta RFID está sobre o en una placa de matrícula (como se representa en la Figura 17) y donde el lector de RFID utilizado para leer dicha etiqueta es un lector superior o montado lateralmente.

A modo de ejemplo adicional, la Figura 18 ilustra (para un número de matrícula de un vehículo con una etiqueta de RFID en ella - como la de la Figura 17) cómo el ángulo de lectura cambia con el movimiento del vehículo en un escenario de lectura de la matrícula RFID superior. La Figura 18 ilustra una colocación de 6 m de altura de la antena del lector, ajustada a 45° con respecto a la vertical, apuntando así la ganancia/potencia máxima de la antena hacia un

punto que está horizontalmente 6 m frente al pórtico. Cuando el número de matrícula de un vehículo se encuentra en este punto (6 m horizontalmente frente al pórtico), la antena de la etiqueta recibe la potencia a aproximadamente 45° (en relación con la dirección de la matrícula directamente "cara a cara"). Sin embargo, cuando el vehículo se mueve de modo que su matrícula se encuentre a solo 1 m frente al pórtico, el ángulo de la trayectoria de la señal entre el lector y la matrícula se orienta a aproximadamente 54.5° con respecto al plano del lector (o 35.5° con respecto a un haz normal al plano del lector), y la trayectoria de la señal es aproximadamente de 80,5° con respecto a la dirección de "cara frontal" del número de matrícula. El resultado es que menos de la mitad de la potencia de radio está disponible para leer la etiqueta, lo cual significa una reducción en la distancia de lectura confiable de más de dos veces. Este ejemplo demuestra que, cuando las etiquetas RFID se colocan en las matrículas de los vehículos, puede haber problemas asociados con la lectura de dichas etiquetas utilizando lectores RFID superiores porque, debido a la geometría y los ángulos involucrados y el rango de lectura limitado asociado con RFID, una etiqueta RFID de un vehículo solo puede ser leída de manera confiable por el lector RFID (si es que lo está) dentro de una pequeña región/área física frente al pórtico superior, y dependiendo de la velocidad a la cual el vehículo está viajando, esto puede o no permitir suficiente tiempo para que la etiqueta RFID sea leída de manera confiable (se aprecia que se requiere una cierta cantidad mínima de tiempo para realizar una comunicación entre la etiqueta y el lector, pero la cantidad de tiempo que el vehículo permanece en la pequeña región/ área de "lectura" delante del pórtico disminuye al aumentar la velocidad del vehículo). Este problema se analiza con más detalle a continuación con referencia a la Figura 20. Esta puede ser otra razón por la cual puede ser preferible colocar un lector de RFID en la carretera o sobre la carretera, en lugar de hacerlo de manera superior, porque esto acerca al lector a la etiqueta (la matrícula del vehículo), y también hay un menor número de problemas relacionados con el ángulo, lo que significa que puede haber una región/área mucho más grande cerca del lector dentro de la cual la etiqueta puede leerse de manera confiable. Esto a su vez puede ayudar a mejorar la confiabilidad de lectura, y/o lograr un aumento en la velocidad máxima del vehículo antes de que sea imposible leer la etiqueta del vehículo.

Las influencias estáticas también tienen un impacto en el rendimiento de lectura RFID. La colocación de la etiqueta RFID (el dispositivo de radio en el vehículo) es un ejemplo de influencia estática. Las ubicaciones en un vehículo donde podría colocarse (lógicamente) una etiqueta RFID incluyen en el interior del parabrisas, en un faro y en o dentro de la matrícula. Las ubicaciones del parabrisas y el faro muestran un rendimiento y propiedades de uso similares. Por lo tanto, para los fines de esta discusión, las ubicaciones de los faros se incluirán en (es decir, se considerarán similares o una variación de la colocación del parabrisas (con problemas similares).

La colocación de una etiqueta en un parabrisas (o un faro) debe tener en cuenta las propiedades del vidrio y las formas del cuerpo. También es importante que las etiquetas RFID, cuando se instalan en los parabrisas (o faros), son en su mayoría instaladas por personas no calificadas, lo que resulta en una alta incoherencia de las ubicaciones. Además, las partes metálicas del cuerpo del vehículo pueden deformar/distorsionar/complicar el patrón de radiación de RF (como se discute más adelante). Además, el vidrio, debido a su composición y espesor, muestra una amplia dispersión dieléctrica e incluso puede actuar como un escudo de radio como resultado de la tintura y/o endurecimiento. Por lo tanto, la colocación de etiquetas tiene impactos de lectura aleatorios y predecibles.

La colocación de una etiqueta sobre o en una placa de metal (como una placa de matrícula) puede ayudar a impedir en gran medida las influencias de radio del vehículo. La placa de metal funciona como un plano de tierra que protege el rayo de la estructura del vehículo. Esto es especialmente cierto cuando una placa está montada de tal manera que se mantiene una línea de visión clara, como lo exige la mayoría de la legislación (por razones de visibilidad), para la placa (en la parte delantera y trasera). La Figura 19 muestra una placa montada dentro de una cavidad para protegerla de daños. Este montaje no obstruye la lectura de la placa de matrícula por parte de un humano, pero una cámara superior y un lector de RFID pueden tener problemas para leer la placa de matrícula.

En condiciones normales, considerando propiedades de radio, interferencia y reintentos de pérdida de datos, la identificación UHF RFID requiere aproximadamente 80 ms para intercambiar de forma fiable 512 bits de datos de identificación. Se considera que 512 bits de datos son suficientes para identificar un vehículo y realizar una verificación rudimentaria fuera de línea de esa identidad. Un vehículo que viaja a 36 km/h recorrerá 0.8 m en 80 ms, y un vehículo que viaja a 180 km/h recorrerá 4 m.

Los informes de instalaciones de RFID actuales sugieren que un rango de identificación de vehículo efectivo está entre 6 m y 8 m. Esto limita la aplicación de colocaciones de lectores de RFID en la carretera para el flujo libre, en el tráfico, la identificación del vehículo.

Los lectores superiores en pórticos son hoy en día el estándar de despliegue de lector RFID de facto para la identificación de vehículos en el tráfico de flujo libre. La altura mínima típica de espacio de la carretera para un pórtico es de 6 m.

La Figura 20 ilustra la trayectoria de desplazamiento de una matrícula 20-2 delantera y trasera dentro de una abertura 20-4 de radiación del lector de RFID superior. En este escenario, las matrículas tienen una etiqueta RFID. La antena 20-1 de lector está colocada a 6 m por encima de la carretera. Considerando la ruta de recorrido de la matrícula/etiqueta 20-3 y las limitaciones de rendimiento de lectura de la tecnología RFID, se requiere un rango de lectura mínimo (en ángulos de matrícula/etiqueta/antena no óptimos) de 7.5 m para leer la etiqueta de la matrícula de

manera confiable. Esto está al borde del rango de lectura de RFID actual confiable para esta aplicación, como se indica en la Figura 20 por los arcos de 7 m y 8 m y la trayectoria 20-5 de recorrido mínima de la etiqueta.

La Figura 21 ilustra la trayectoria de desplazamiento de una etiqueta 21-2 montada en el parabrisas dentro de una abertura 21-4 de radiación del lector de RFID. La antena 21-1 del lector está colocada a 6 m por encima de la carretera. Debe tenerse en cuenta que la orientación del parabrisas del vehículo puede variar a partir de vertical (como se encuentra en los camiones y autobuses) a casi horizontal (como se encuentra en vehículos como autos deportivos). Teniendo en cuenta el rango de posibles ángulos del parabrisas, el recorrido de la etiqueta 21-3 y las limitaciones de rendimiento de lectura de la tecnología RFID, se requiere un rango de lectura mínimo (en ángulos no óptimos de la etiqueta/antena) de 6.5 m para leer el parabrisas de manera confiable. Además, considerando que es probable que los autobuses y camiones viajen a velocidades más bajas que los vehículos de pasajeros, y normalmente la etiqueta en sus parabrisas se coloca más alta, esto reduce el requisito de alcance de lectura efectiva a menos de 6 m. Esto está dentro del rango de lectura de RFID actual confiable para esta aplicación, como se indica en la Figura 21 por los arcos de 6 m y 7 m y la trayectoria mínima de recorrido de la etiqueta 21-5. Sin embargo, el parabrisas como ubicación para la colocación de la etiqueta RFID se considera inadecuado, por los motivos que se describen a continuación, así como el uso de lectores/pórticos generales.

Las mediciones estáticas soportan el rendimiento de lectura teóricamente superior logrado mediante etiquetas de RFID de montaje en parabrisas donde se utilizan lectores de RFID superiores, en comparación con (por ejemplo) el caso de etiquetas de RFID montadas en la matrícula con lectores RFID superiores. Esto quizás no sea sorprendente ya que el montaje del parabrisas coloca la etiqueta RFID más cerca del lector. Las mediciones estáticas indican un rendimiento de lectura cercano al 100% donde se niegan las influencias y los gastos estáticos. Sin embargo, el rendimiento de lectura para las operaciones existentes (implementaciones prácticas del mundo real) es inferior al 98%. Esta cifra parece disminuir a medida que aumentan la velocidad del vehículo y la densidad del tráfico.

Se cree que (como se mencionó anteriormente) existen fallas inherentes asociadas con el uso de etiquetas RFID montadas en parabrisas (o también montadas en los faros) y con etiquetas de RFID y lectores RFID superiores para la identificación del vehículo, especialmente en aplicaciones de flujo libre de carreteras abiertas. Una razón para esto se analiza a continuación con referencia a la Figura 22.

La Figura 22 ilustra ciertos factores que contribuyen a crear una variación no lineal de la señal entre una antena de lector de RFID superior y una etiqueta de RFID montada en el parabrisas, que incluye como resultado el movimiento del vehículo. Más específicamente, la Figura 22 ilustra la trayectoria 22-4 de señal directa entre la antena 22-1 de lector de RFID superior y la etiqueta 22-2 de RFID montada en el parabrisas, junto con una serie de factores que contribuyen a crear no linealidad asociada con la trayectoria de señal directa. En primer lugar, el movimiento del vehículo hacia el pórtico superior sobre el que está montado el lector 22-1 provoca un acortamiento en la longitud de la trayectoria 22-4 de señal directa, como se indica mediante 22-5. El acortamiento de la trayectoria de la señal directa, de hecho, cambia como una función tangente (Tan) del ángulo de la trayectoria de la señal, y esto da como resultado un desplazamiento tangente (no lineal) al cuadrado, que está en relación con la velocidad del vehículo y de la onda portadora de señal reflejada. Este efecto tal vez podría manejarse, al menos hasta cierto punto, utilizando longitudes cortas de paquetes de datos que permitan una sincronización de temporización de señal rápida. Esto puede ser efectivo cuando la señal recibida es predictiva en el comportamiento y de la fuente singular. Sin embargo, además del acortamiento de la trayectoria de la señal y los efectos que esto causa (apenas discutido), las superficies metálicas y los bordes de la carrocería del vehículo actúan como reflectores casi perfectos causando una multitud de otras (pero ligeramente desfasadas) trayectorias 22-3 de señal reflejadas casi perfectas. Las trayectorias 22-3 de señales reflejadas múltiples (que son intrínsecamente impredecibles debido a la variación de las configuraciones del parabrisas y el cuerpo del vehículo, y teniendo en cuenta que cada una de estas trayectorias 22-3 reflejadas también está sujeta al acortamiento de la trayectoria de la señal y los problemas asociados con ellas) para dar como resultado una señal general/neta que incorpora múltiples señales variables, teniendo cada una un desplazamiento de la tangente exponencial (no lineal). Esto da como resultado una señal con ruido de señal impredecible, pero donde el ruido es de naturaleza similar al de la señal real (que es peor y más difícil de filtrar, que el ruido de fondo no relacionado o algo similar). La ocurrencia de estas permutaciones altamente dañinas en la señal depende de la orientación del lector de etiquetas, la colocación de etiquetas, la construcción del vehículo, la velocidad del vehículo y otros reflectores (vehículos) en las cercanías. Debería quedar claro que el alivio de este problema de trayectoria múltiple no lineal es muy difícil de lograr, especialmente cuando el vehículo se está moviendo a alta velocidad.

Los sensores los cuales se colocan en o sobre la carretera se han propuesto y utilizado previamente, aunque anteriormente se ha impedido su uso debido a problemas asociados con, por ejemplo, dificultades para lograr un acceso seguro para el personal para el mantenimiento de la carretera o sensores de entrada, la posibilidad de daños a la integridad de la superficie de la carretera debido a la colocación del sensor en la carretera, la necesidad indeseable de (al menos parcial) cierres de carreteras para la instalación, reparación o mantenimiento de los sensores, etc. Los sensores en/sobre la carretera también deben lidiar con las vibraciones de la carretera, impactos de rueda y fluidos sobre la carretera, suciedad, contaminantes, etc. Sin embargo, se cree que una estructura apropiada para un sensor en o sobre la carretera, el cual alivia o al menos reduce estos problemas hasta cierto punto, es factible. Por ejemplo, el tamaño del sensor, el formato, la provisión de energía y las comunicaciones se pueden seleccionar y combinar de forma que se minimice el impacto en la carretera y el tiempo de instalación del dispositivo. Al mismo tiempo, el diseño puede garantizar la durabilidad y la facilidad de mantenimiento del dispositivo en/sobre la carretera.

Por razones que se han discutido previamente, una ubicación en/sobre la carretera es un lugar de ubicación mucho más preferible para un lector de RFID, especialmente si la etiqueta está en o parte de una matrícula del vehículo (que también se piensa que es altamente preferible). Por un lado, cuando se usa un lector RFID en la carretera y las etiquetas RFID están ubicadas en las matrículas de los vehículos, el problema de trayectorias múltiples (como se discutió anteriormente con referencia a la Figura 22) puede aliviarse en gran medida ya que los únicos reflectores reales podrían reflejar una señal entre el lector en/sobre la carretera y una etiqueta de placa que son la propia carretera y otros vehículos en un carril adyacente. La carretera es un reflector débil que tiende a dispersar la señal (en lugar de producir reflejos mucho más problemáticos casi perfectos pero ligeramente desfasados). Y las reflexiones de trayectorias múltiples adyacentes del vehículo muestran típicamente un comportamiento de tangente de primer orden que se puede filtrar con relativa facilidad.

La Figura 23 ilustra el patrón 23-4 de radiación RFID requerido (o al menos deseable) para una antena 23-1 de lector que se coloca en/sobre la carretera. Se observará que el patrón de radiación es bastante bajo y ancho/plano con relación a la altura del vehículo y la dirección de desplazamiento (en contraste entre los patrones de radiación en el lado izquierdo y el lado derecho respectivamente en la Figura 24). La etiqueta 23-2 RFID se coloca en o sobre su número de matrícula delantera y/o trasera del vehículo, lo que da como resultado una trayectoria 23-3 de desplazamiento potencial que es típicamente el espacio entre aproximadamente 200 mm y aproximadamente 1200 mm por encima de la superficie de la carretera (es decir, cualquier tipo de vehículo, por ejemplo, coche, camión, autobús, motocicleta, etc., su número de matrícula, con la etiqueta RFID en el mismo, típicamente pasará a través de esta región 23-3 la cual está a 200-1200 mm del suelo cuando el vehículo pasa por el lector). Los expertos en la técnica apreciarán, a partir de la Figura 23, cómo una colocación en/sobre la carretera puede aliviar o al menos reducir los problemas de lectura asociados con las distancias cortas de seguimiento muy de cerca, el recorrido, etc. En la Figura 23, el espacio que se ilustra entre los vehículos es 4 m.

A la vez que una ubicación en/sobre la carretera se considera un lugar de ubicación más preferible para un lector de RFID, especialmente si la etiqueta está en o parte de un número de matrícula de un vehículo (que también se cree que es altamente preferible), sin embargo los lectores de RFID en/sobre la carretera también tienen ciertos problemas de radio.

La Figura 24 ilustra un patrón 24-2 de radiación de antena de parche clásico, y un patrón 24-3 de radiación plano amplio, respectivamente, tal como se emite a partir de un lector 24-1 en/sobre la carretera. La superficie de metal debajo de un vehículo es un reflector, y está cerca de la antena del lector, y esto puede provocar un reflejo de energía cegadora el cual, en el caso de una antena de parche clásica, será muy alta (como lo indica la cantidad de energía representada dentro de la región 24-6 en la Figura 24). Un patrón de radiación plano amplio puede ayudar a reducir sustancialmente esta energía reflejada (como lo indica la cantidad de energía representada dentro de la región 24-5 equivalente en la Figura 24). Esta es una de las razones por las que puede ser preferible un patrón de radiación plano y amplio, y una antena que puede lograr esto.

Se puede lograr un patrón de radiación plano girando una antena direccional clásica (como la que se ilustra en la Figura 15) en su lado. Sin embargo, esto daría lugar a una estructura en la carretera que podría ser (típicamente) de aproximadamente 300 mm de alto y ancho. Dicha estructura obviamente no es factible de usar en la carretera ya que obstruiría el tráfico y probablemente sea destruida por el primer vehículo que colisione con ella (sin mencionar el daño causado al vehículo, posibles lesiones por accidentes, etc.). Se pueden lograr estructuras inferiores usando, por ejemplo, diseños de antenas ranuradas. Sin embargo, también se considera que estos diseños son inadecuados debido al efecto de suelo que cambia a medida que el plano de tierra se vuelve más o menos conductivo debido a los materiales de construcción y la humedad. Un impacto típico de un efecto de tierra conductivo es empujar la dirección de la ganancia máxima hacia arriba. La Figura 25 ilustra un patrón de radiación empujado hacia arriba, debido a un efecto de tierra conductivo. Este efecto está presente cuando, por ejemplo, el refuerzo de metal está presente en la carretera y/o los fluidos conductivos están sobre o en la superficie de la carretera. En la Figura 25, la antena 25-1 de lector se coloca en la carretera dando como resultado una estructura vertical. La trayectoria 25-3 de ganancia máxima se empuja hacia arriba, en este caso 30 grados, aunque los valores típicos son más de 30 grados. Un patrón 25-4 de radiación de apertura estrecha no proporciona suficiente energía en la trayectoria 25 2 de desplazamiento del potencial de etiqueta de matrícula. La apertura puede ensancharse 25-5, pero luego la energía ascendente se convierte en un problema (como se discutió anteriormente con referencia a la Figura 24).

Otro tipo de antena es una antena dipolo. En general, las antenas dipolo y sus propiedades se comprenden bien y, por lo tanto, no es necesario introducirlas ni debatirlas en detalle aquí. La Figura 26 ilustra el patrón de radiación de una antena dipolo vertical típica en el espacio libre. Sin embargo, una antena dipolo estándar (que típicamente es una antena doble que consta de dos elementos conductivos rectos orientados de extremo a extremo en el mismo eje) puede no ser ideal para uso en/sobre la carretera en el contexto actual, especialmente dado el rango de frecuencias típicamente usadas para esto, porque si dicha antena dipolar se orienta verticalmente, puede extenderse demasiado arriba de la superficie de la carretera para ser adecuada para el uso en/sobre la carretera.

La Figura 27 muestra el patrón de radiación calculado de una antena que está configurado para proporcionar un patrón de radiación de forma en general similar al patrón de radiación de una antena dipolo vertical. Se puede hacer referencia a dicha antena (nota: esto es solo por comodidad de referencia) como una antena "dipolo adaptada". Por lo tanto, puede decirse que el término antena dipolo adaptada se relaciona con una antena que está adaptada/configurada

para proporcionar un patrón de radiación de forma en general similar al patrón de radiación de una antena dipolo vertical (o quizás una forma plana similar pero algo más ancha), aunque la estructura y configuración real de la antena en sí misma puede diferir (posiblemente de forma considerable o total) de la de una antena dipolo tradicional. Con referencia de nuevo a la Figura 27, esto muestra realmente el patrón de radiación de una antena dipolo adaptada (ver el significado anterior) la cual se coloca en o sobre la carretera con su nivel de punto central/línea de alimentación con la superficie de la carretera. Este es un patrón de radiación de una antena que puede ser adecuado (posiblemente incluso ideal) para leer etiquetas RFID en matrículas de vehículos. Se tiene en cuenta que este patrón de radiación es bastante ancho y plano, y se encuentra en o justo encima de la superficie de la carretera. Más específicamente, el patrón de radiación de antena en la Figura 27 tiene una forma en general toroidal amplia y baja (aplanada). O, para decirlo de otra manera, la forma del patrón de radiación de la antena en la Figura 27 es un torus ancho y bajo elíptico (similar a la forma de un donut que se ha caído al suelo y se ha aplastado/aplanado). Los detalles de la adaptación/reconfiguración del diseño de la antena para, por ejemplo, proporcionar un patrón de radiación de antena deseado (y cómo se puede hacer esto) serán familiares para los expertos en esta área, y por lo tanto no es necesario analizarlos en detalle. Usando estas técnicas, puede ser preferible proporcionar una antena dipolo adaptada configurada para posicionarse en/sobre la carretera y que puede proporcionar un patrón de radiación deseado. Una antena dipolo adaptada configurada para posicionarse en/sobre la carretera y que proporciona un patrón de radiación de la misma forma (o similar al) que se muestra en la Figura 27 (o a 23-4, o 24-3, etc.) es un ejemplo de una antena que puede ser adecuada o ideal.

Una antena dipolo adaptada, cuando se instala de la manera anterior, sería direccionalmente independiente en el plano de la superficie de la carretera. Por lo tanto, las etiquetas RFID leerán igual de bien cuando se orienta a la antena a partir de todas las direcciones. Esto puede ser beneficioso, por ejemplo, en cruces (donde los vehículos pueden pasar la antena a partir de una diversidad de direcciones) y/o al desplegar rápidamente las antenas ya que no se requiere alineación de la antena, solo el espacio apropiado donde se usan múltiples antenas/sensores.

Una antena dipolo tradicional emite una señal polarizada lineal que requiere la etiqueta (es decir, la etiqueta en un número de matrícula de un vehículo) para "reflejar" una señal (o producir una señal de respuesta/contestación modulada) con la misma polarización. La RFID se ha desarrollado previamente (por ejemplo, para uso en logística) donde la polarización no es predictiva ni está fija en las operaciones. Las reflexiones también cambian la dirección de polarización. Por lo tanto, previamente ha habido una preferencia, en el campo de la RFID, para usar antenas polarizadas circulares. Sin embargo, una matrícula del vehículo, que incluye una etiqueta RFID (y su antena), es altamente predecible en términos de su montaje y diseño. Propuestas anteriores han considerado una matrícula de vehículo RFID que utiliza una antena ranurada que está polarizada verticalmente. Esta puede ser una combinación adecuada para una antena dipolo adaptada en la carretera. De forma similar, las propuestas anteriores han especificado diseños de etiquetas RFID en metal polarizadas lineales [cercanas a] que pueden montarse en posición vertical en una matrícula de vehículo.

La Figura 28 ilustra la zona de lectura para un vehículo equipado con un número de matrícula habilitada con RFID. El carril tiene 4 m de ancho con la zona de lectura comenzando a 5 m antes de la antena del lector y terminando a 5 m más allá de la antena del lector (el lector en este caso está ubicado en el centro del carril en el punto marcado de 0 m). El espacio de 1 m antes a 1 m más allá de la antena del lector se excluye en un intento de reducir el efecto cegador (discutido anteriormente con referencia a la Figura 24) y también debido a problemas de lectura en ángulo que pueden surgir en esta región especialmente para vehículos (y las matrículas de los mismos) que se mueven cerca del lado del carril (en lugar de bajar por el centro del carril directamente en línea con el sensor).

La Figura 29 es, en efecto, una representación esquemática de lo que se representa gráficamente en la Figura 28. Por lo tanto, la Figura 29 muestra la orientación de la etiqueta de matrícula dentro de la zona de lectura de un lector o cámara de RFID en/sobre la carretera. En la Figura 29,  $L_x$  está limitado en ambos casos debido a las distancias de seguimiento del vehículo. Los valores típicos para los parámetros en la Figura 29 son:  $L = 1$  m,  $L_x = 4$  m,  $L_y = 2$  m y  $200 \text{ mm} \leq h \leq 1200 \text{ mm}$ . El rendimiento de lectura del sistema es una función del ángulo de lectura de la etiqueta de la matrícula y el ángulo de lectura de la antena del lector.

La Figura 30 ilustra la zona 30-5 de lectura efectiva para una etiqueta 30-4 de RFID en un número de matrícula de un vehículo, cuando se usa un lector de RFID en/sobre la carretera con una antena 30-1 dipolo adaptada. La zona 30-7 de lectura requerida, con base en la trayectoria 30-3 de desplazamiento del vehículo, cubre el ancho de carril máximo típico de 4 m y la trayectoria de recorrido requerida de 4 m en el haz. El patrón de radiación en forma de "rosquilla" del lector (ancho y plano) se indica en la Figura 30 con el círculo etiquetado 30-2, sin embargo, se entenderá que este patrón 30-2 de radiación (que aparece como un círculo en la Figura 30) es en realidad un haz en forma de donut/toroide como la que se muestra en la Figura 27 (o 23-4, o 24-3, etc.). En cualquier caso, el patrón 30-2 de radiación en forma de rosquilla del lector, con un rango de lectura frontal de aproximadamente 6 m, combinado con el efecto del ángulo de lectura 30-6 en la etiqueta de la matrícula, da como resultado la zona 30-5 de lectura eficaz ilustrada. Como se muestra en la Figura 30, la zona 30-5 de lectura eficaz tiene aproximadamente una forma de "figura 8", con el centro de la Figura 8 ubicado en la posición del lector 30-1 y los dos lóbulos de la forma de "figura 8" en cualquiera de sus lados en la dirección de la carretera. (Por supuesto, debe recordarse que la antena 30-1 dipolo adaptada no es direccional y, por lo tanto, la orientación de la zona 30-5 de lectura efectiva en forma de "figura 8", es decir, en línea con la dirección de trayectoria del vehículo, surge debido a la geometría de las zonas 30-7 de lectura requeridas, y la convergencia de los lóbulos de la Figura 8 cerca del lector surge debido a problemas de ángulo de lectura. Por lo tanto,

estos factores concernientes a la orientación de la zona 30-5 de lectura efectiva en forma de "figura 8" no son un resultado del diseño/configuración de la antena 30-1 en sí).

5 La Figura 31 ilustra usos de ejemplo de lectores de RFID individuales o múltiples, cada uno utilizando una antena 31-1 de lector dipolo adaptada, o múltiples de las mismas, con la zona 31-2 de lectura efectiva resultante, en diferentes escenarios de lectura. La trayectoria de desplazamiento potencial de una etiqueta 31-3 de matrícula está indicada, de acuerdo con el lugar donde un vehículo puede conducir físicamente, en cada tipo de carretera diferente. Todos los carriles en estos ejemplos tienen 3 m de ancho, que es el promedio de muchos carriles de carretera. Una vía 31-4 estrecha bidireccional (de un solo carril) de aproximadamente 6 m de ancho puede cubrirse con un solo lector que leerá los vehículos en ambas direcciones (este es el ejemplo dado en la esquina superior izquierda de la Figura 31).  
 10 Una carretera con un hombro o un hombro ancho, 31-5 (la presencia del hombro aumenta el ancho del área en la cual puede viajar un vehículo) puede requerir a menudo dos lectores (como se ilustra en el ejemplo superior-medio en la Figura 31). Una carretera de una sola dirección de cuatro carriles con hombros 31-6 puede requerir tres lectores (como se ilustra en el ejemplo inferior izquierdo de la Figura 31). Un cruce por carretera de dos carreteras 31-7 estrechas podría requerir un solo lector, aunque un cruce de una carretera estrecha con una carretera con hombros más anchos puede requerir dos lectores (por lo cual esta última se ilustra en el ejemplo en el lado derecho en la Figura 31).

La Figura 32 ilustra, en el lado izquierdo, una disposición de lectores múltiples (en este caso tres) dispuestos a través de una carretera de diversos carriles. En el ejemplo de la izquierda de la Figura 32, los haces respectivos de cada uno de los lectores individuales están usando diferentes frecuencias 32-1 de radio, y por lo tanto cada uno realiza la detección/identificación del vehículo, etc., independientemente de los demás. Por el contrario, en el lado derecho de la Figura 32, se ilustra un ejemplo donde los lectores múltiples se comunican entre sí utilizando métodos de radio y datos para "bloquear en fase" el conjunto de lectores, en una línea, para formar (en efecto) un haz único, como si dicho haz único se emitiera a partir de una antena de múltiples conjuntos. Los espacios de RF pueden tender a ser menores en el último ejemplo, aunque el bloqueo de fase de los lectores respectivos puede ser más difícil de lograr que simplemente tener lectores separados que operen de manera independiente.

25 La Figura 33 pretende representar el uso de sensores múltiples (teniendo cada uno una antena de lector dipolo adaptada en la carretera 33-1) para crear un cordón de vehículo alrededor de un punto de interés. En este ejemplo, la implementación puede ser una implementación rápida después de un incidente o un cordón planificado para el control de acceso del vehículo para un evento. Esto puede utilizar sensores que son unidades pequeñas y transportables que pueden transportarse fácilmente y colocarse temporalmente en ubicaciones deseadas en una o más carreteras.

30 La colocación de un dispositivo en una carretera (a diferencia de sobre la carretera) puede tener diversos desafíos asociados. Por ejemplo, el tamaño del dispositivo debe ser tal que mantenga (y no socave) la integridad de la carretera, específicamente la base de la carretera. El dispositivo también debe ser capaz de resistir el impacto y las vibraciones de las ruedas, cuya gravedad está relacionada (al menos parcialmente) con el tamaño del dispositivo. Los cables del dispositivo (por ejemplo, para suministrar energía al dispositivo y/o para comunicarse con el dispositivo) también pueden requerir que se corten líneas/zanjas en la carretera de modo que los cables puedan colocarse en la misma.  
 35 Estos cables también pueden estar sujetos a ruidos eléctricos y picos de potencia. El tiempo para instalar y/o mantener un dispositivo, o los cables asociados, etc., en una carretera existente puede por lo tanto plantear un desafío de coste y tráfico. También existen desafíos asociados con la colocación de un dispositivo sobre la carretera (a diferencia de en la carretera). Por ejemplo, un dispositivo colocado sobre una carretera debe ser lo suficientemente bajo para que los vehículos pasen por encima de manera segura, incluso donde las ruedas del vehículo ruedan directamente sobre la parte superior del dispositivo. Los cables en el dispositivo también pueden ser un problema, ya que a menudo pueden no estar enterrados (es decir, pueden estar en la superficie de la carretera/suelo) y los vehículos pueden pasar sobre ellos, y también puede llevar tiempo desplegar dichos cables. También puede haber dificultades asociadas con el mantenimiento del dispositivo en la posición prevista en la carretera. Sin embargo, se cree que estos desafíos  
 40 asociados con las colocaciones en la carretera y sobre la carretera pueden no ser insuperables.

Con lo anterior a la vista, se prevé que las realizaciones de la invención pueden operar usando o junto con una o una combinación de las siguientes (y los expertos en esta área apreciarán fácilmente las capacidades y los beneficios asociados de hacerlo):

- tecnología RFID para leer etiquetas RFID que se encuentran sobre o en las matrículas de los vehículos usando una antena de lector dipolo adaptada en sobre la carretera o en la carretera;
- cámaras de tráfico para observar el comportamiento del vehículo y/o rastrear vehículos como objetos de imagen;
- imágenes fijas de enfoque fijo en la carretera o sobre la carretera (utilizando luz visible y/o invisible) para reconocimiento automático de matrículas (ANPR), reconocimiento de otras simbologías (por ejemplo, códigos de barras), huellas dactilares de imágenes de vehículos u otra identificación con base en imágenes, etc. Se tiene en cuenta que el uso de cámaras fijas de imágenes fijas o similares no solo permite el uso de ANPR y/u otras técnicas de reconocimiento/lectura con base en imágenes, sino que también puede ayudar a reducir significativamente la complejidad tecnológica y, por consiguiente, el coste de implementación. Por ejemplo, al proporcionar cámaras operables para obtener imágenes fijas solo a distancias fijas específicas (por ejemplo, cuando un vehículo está a 4 m de la cámara y 2 m de la cámara, como se ilustra en las Figuras 10 y 11, y/o imágenes de la parte posterior después de que el vehículo haya recorrido 2 m y 4 m más allá de la cámara), las cámaras pueden permitir ANPR, etc., sin la

necesidad de una sofisticada funcionalidad de enfoque de imagen. Por lo tanto, el coste de la cámara (u otro dispositivo generador de imágenes) usado puede reducirse sustancialmente;

5 • láser y radar para detección de vehículos, detección de posición del vehículo y detección de velocidad del vehículo. (En relación con el radar, se prevé que la información de radar (por ejemplo, una sección transversal de radar) también se puede obtener utilizando técnicas de radar variable/diferencial que se basan en (y usan) el hecho de que un vehículo se mueve una distancia fija/conocida (por ejemplo, de 5 m a 2 m frente al sensor, y de 2 m a 5 m después del sensor) para obtener la información del radar.);

• radio para la comunicación de datos; y

• RFID y radio para sincronizar implementaciones de múltiples lectores.

10 La invención, al menos en algunas realizaciones, puede por lo tanto ser operable para ayudar a asegurar que una matrícula del vehículo efectivamente represente legalmente el vehículo observado al que está unida. Las formas de realización de la invención también pueden combinar tecnologías de manera que pueda lograrse una detección precisa de la identidad del vehículo y su comportamiento, y la verificación de la identidad de dicho vehículo para permitir una intervención inmediata. Esto preferiblemente puede realizarse con frecuencia suficiente para ayudar a promover y  
15 mantener la confianza en las matrículas de los vehículos (como una indicación de la identidad del vehículo), y se cree que la invención (en algunas realizaciones) también podría usarse para ayudar a proporcionar información precisa para la planeación de la carretera y gestión del tráfico.

20 A la vista de esto, se cree que es preferible si los dispositivos, aparatos, sistemas, etc., de acuerdo con (al menos algunas realizaciones de) la invención podrían ser adecuados para un despliegue rápido/pronto, con un coste comparativamente bajo (tanto en términos de producción inicial como implementación/instalación y mantenimiento posterior).

25 Las realizaciones de la presente invención pueden ayudar a mejorar el rendimiento de identificación/verificación del vehículo y la detección del comportamiento del vehículo, eliminando las debilidades (algunas de las cuales se analizan anteriormente) asociadas con tecnologías y sistemas que se han utilizado previamente para esto. Se puede hacer énfasis en detectar y aislar vehículos que no se pueden identificar, o que se comportan fuera de la norma del tráfico actual y las normas de la carretera, en un tramo monitorizado de carretera que permita a la policía actuar sobre esta detección.

Serán discutidos ahora, una posible implementación del sistema específico, y dispositivos utilizados en el mismo.

30 La Figura 34 ilustra un escenario típico en donde se usa dicho sistema. Con el fin de explicar la implementación de este sistema, una instalación de un conjunto de dispositivos/lectores de RFID en la carretera (cada uno de los cuales puede contener una cámara) en un punto dado se denominará Cortina de Carretera 34-3. Teniendo en cuenta que, en algunos casos, una cortina de carretera puede estar constituida por un solo dispositivo/lector de RFID en/sobre la carretera (el cual puede contener una cámara). Una estación 34-6 de cortina de carretera es una instalación fija o una  
35 instalación temporal. Una estación de cortina de carretera contiene al menos una de cortina 34-3 de carretera, y medios para permitir que la cortina 34-3 de carretera se comunique con un sistema 34-1 de control remoto y con otras estaciones de cortina de carretera y/o vehículos 34-4 policiales en las cercanías. Una estación 34-6 de cortina de carretera típicamente también contiene una cámara 34-2 de tráfico y opcionalmente una estación 34-8 meteorológica. La estación 34-8 meteorológica (si está presente) informa el clima y la calidad del aire al Sistema 34-1 de Control para fines de control de tráfico y emergencia. El controlador 34-7 de cortina de carretera (que también es típicamente parte  
40 de una estación 34-6 de cortina de carretera) utiliza los datos meteorológicos, la información de otras estaciones de cortina de carretera hacia arriba y hacia abajo de la carretera, los datos del sistema 34-1 de control y de su cortina 34-3 de carretera local y a partir de su cámara 34-2 de tráfico, para detectar anomalías de identidad y comportamiento del vehículo y/o el riesgo potencial de un accidente. Ejemplos de dichas anomalías incluyen: comportamiento del vehículo que indica conducir bajo la influencia de sustancias tóxicas o fatiga; un camión pesado superior; un vehículo  
45 que no pudo ser identificado o la identidad verificada; un vehículo identificado para estar en una lista de interés publicada por el Sistema 34-1 de Control; etc. La estación de la cortina 34-6 de carretera informa sus evaluaciones hacia arriba y hacia abajo de la carretera, usando la red 34-5 de área de carretera (RAN), a las siguientes estaciones de cortina 34-6 de carretera, al sistema 34-1 de control y/o para vehículos policiales en comunicación con las estaciones de cortina de carretera (o cualquiera de ellos).

50 La evaluación proporcionada por una estación 34-6 de cortina de carretera puede por lo tanto contener (al menos) el comportamiento del vehículo y anomalías de identificación. La evaluación puede enviarse a la siguiente estación de cortina de carretera que el vehículo pueda pasar. De esta forma, se puede rastrear el vehículo con la anomalía, incluso si no se identifica positivamente o no se identifica. Un vehículo no identificado puede detectarse por la falta de identificación y/o huella digital de acuerdo con lo determinado por la cámara de tráfico y/o las cámaras de cortina de  
55 carretera. La próxima estación de cortina de carretera puede intentar corregir la anomalía. Si la anomalía vuelve a ocurrir, entonces la anomalía puede intensificarse con urgencia. Un vehículo policial conectado a cualquiera de las estaciones de cortina de carretera donde el vehículo puede pasar puede ser alertado de la anomalía. Este vehículo policial puede solicitar información sobre la anomalía, que puede incluir imágenes y videos, lo que le permite ejecutar una intervención.

En resumen, en la implementación del sistema anterior, una estación de cortina de carretera contiene al menos un conjunto de lectores de cortina de carretera (aunque se tiene en cuenta una vez que un conjunto puede comprender a veces un solo lector) y un controlador 34-7 de carretera.

5 El lector/dispositivo de cortina de carretera puede usarse en o sobre la carretera. Tanto sobre la carretera como en carretera, el formato/diseño y la construcción del lector deberían facilitar, de preferencia, despliegues rápidos. El mantenimiento puede incluir preferiblemente el reemplazo simple de un dispositivo por otro en el sitio (para impedir interrupciones, etc., asociadas con el intento de reparar/mantener un dispositivo a la vez que está en el sitio). Por supuesto, un dispositivo que se retira o "desconecta" puede tomarse para mantenimiento o reparación fuera del sitio antes de volver a ponerse en servicio.

10 Recordando que una cortina de carretera puede incluir múltiples lectores de RFID. Cada lector de cortina de carretera utiliza una antena dipolo adaptada con un patrón de radiación en forma de "rosquilla" para detectar y (si es posible) identificar positivamente vehículos con un número de matrícula habilitada con RFID en un campo de 1 a 5 m hacia arriba y hacia abajo en un carril de 4 m de ancho a una altura efectiva de 1.2 m.

15 Cada lector de cortina de carretera puede (preferiblemente) contener una capacidad e inteligencia RFID/RADAR para permitirle:

- detectar un vehículo con o sin una etiqueta de trabajo;
- leer la etiqueta;
- detectar la velocidad y la posición del vehículo;
- determinar la longitud del vehículo, así como el conteo de ejes;

20 • generar una huella dactilar de radio del vehículo utilizando (entre otros) una sección transversal de radar móvil del vehículo;

- sincronizar su radiación con los lectores adyacentes de cortina de carretera utilizando tanto los rayos laterales detectados como el controlador en la carretera logrando así la separación de frecuencia o bloqueo de fase con el objetivo de llenar los huecos entre los haces adyacentes donde un vehículo puede conducir sin ser detectado; y

25 • modelar el patrón de radiación de forma dinámica (conformación adaptativa de la radiación) a medida que el entorno de instalación cambia debido al clima y otros factores que influyen en el RF.

30 Cada lector de cortina de carretera puede contener un componente de conectividad inalámbrica de datos para comunicarse con el controlador de carretera. Cada lector de cortina de carretera también puede contener un conjunto de cámaras fijas de enfoque fijo para obtener imágenes de la parte delantera y trasera del vehículo. Las cámaras también se pueden usar para determinar la velocidad del vehículo, la longitud, el ancho, la posición del carril, la distancia de seguimiento, la inclinación del cuerpo y el conteo de ejes. Las imágenes pueden enviarse al controlador para "ANPR" de la matrícula, tomar la huella digital del vehículo y/o leer simbologías de identificación, es decir, códigos de barras en la matrícula y/o el vehículo. Cada lector de cortina de carretera también puede contener diversos otros sensores, por ejemplo, vibración, choque, temperatura, etc., para ayudar en sus funciones. El lector de cortina de  
35 carretera también puede contener indicadores LED para proporcionar retroalimentación legible por humanos sobre su estado funcional.

40 El controlador de carretera, que también puede montarse en un vehículo (por ejemplo, un coche de policía), recibe datos de los lectores (posiblemente de forma inalámbrica) así como imágenes de la cámara de tráfico e información de otros sensores, por ejemplo sensores meteorológicos. Esta información se utiliza para la detección, identificación, verificación de identidad y observación del comportamiento del vehículo, lo que puede dar como resultado la identificación de una anomalía del vehículo. Esta información también se puede usar para evaluar las condiciones del tráfico. El controlador en la carretera puede comunicarse con el conjunto de lectores (de cortina de carretera) con el fin de soportar la sincronización del haz. El controlador de carretera también puede comunicarse con otros controladores a lo largo de la carretera y/o con un sistema de control para recopilar datos que respalden las anomalías  
45 de confirmación, retransmisión y escalamiento y las condiciones del tráfico. El controlador en la carretera puede pasar información a un vehículo policial conectado a ella, no solicitado o bajo demanda, instigando y/o apoyando una intervención en la carretera.

50 La inteligencia del controlador en la carretera puede vincular los datos de RFID con los vehículos en las imágenes y secuencias de video; determinar la clasificación y el tipo de vehículo; realizar reconocimiento automático de matrículas (ANPR) en las imágenes recibidas del lector; detectar anomalías de tráfico, identificar los vehículos asociados con las anomalías de tráfico; y procesar, alertar y recibir anomalías de tráfico y comportamiento del vehículo.

55 La Figura 35 y la Figura 36 ilustran la(s) realización(es) preferida(s) y ubicación(es) de ciertos componentes del sistema. Un lector 35/36-12 en la carretera está montado en una cavidad en la carretera. Un lector 35/36-11 en la carretera, instalado en un tope de velocidad móvil, se despliega temporalmente en la carretera 35-10. Un lector se coloca en una posición donde un vehículo lo conducirá o pasará cerca. Para carreteras anchas (o vías anchas, etc.)

5 se coloca un juego de dos o más lectores en una línea a lo largo de la carretera/vía asegurando que todos los vehículos serán detectados al pasar por esa vía/carretera. Los datos grabados por los sensores del lector (RFID con formación de imágenes, vibración, choque y/o RADAR) se comunican al controlador 35/36-3 de carretera posiblemente usando una tecnología 35/36-7 de comunicación de radio inalámbrica. El controlador 35/36-3 reúne información adicional de otros sensores, por ejemplo, una cámara 35-4 de tráfico, servicios en la nube 35-5 y otros controladores hacia arriba o hacia abajo en la carretera. El controlador usa esta información para detectar continuamente la identificación del vehículo y las anomalías de comportamiento, así como las condiciones de la carretera y el tráfico. Las anomalías y las condiciones del tráfico se comunican a lo largo de la trayectoria de conectividad a otros controladores. La trayectoria de conectividad, de los controladores interconectados, sigue la carretera para optimizar la transferencia de información de los vehículos a medida que utilizan la carretera. Los controladores interconectados a lo largo de la ruta de conectividad forman una red de área de carreteras o RAN 35-6. La alimentación se suministra a los lectores de carretera a partir de una unidad de alimentación 35-1, la cual normalmente está en el controlador 35-3, utilizando una barra de alimentación 35/36-2 "sucia DC" en la carretera. Los lectores en la carretera, para facilitar el despliegue rápido y eliminar los cables, usan un paquete 35/36-9 de baterías que también está montado en el marco de ajuste de velocidad móvil. La sincronización de múltiples lectores se lleva a cabo utilizando el haz 35/36-13 lateral y el controlador. Los lectores están abovedados 35-8 para permitir que los fluidos, el polvo, etc. fluyan, caigan, etc., a partir de la parte superior de los lectores.

20 La Figura 37 ilustra una realización preferida de un dispositivo de/sobre la carretera. La antena 35-4 (la cual es una antena dipolo adaptada) dicta en gran medida la estructura del dispositivo. Todos los demás componentes se colocan de forma que no obstruyan o deformen el patrón de radiación en forma de "rosquilla" deseado de la antena. Las dimensiones del dispositivo son típicamente menores de 300 mm de diámetro para una unidad circular (o 300 mm de ancho para una unidad cuadrada) y no más de 50 mm de alto. Toda la estructura está llena de material de relleno para proporcionar protección contra golpes, vibraciones, agua, gas y otros factores ambientales. La parte superior tiene una cúpula de 37-9 a una altura que permite que las ruedas del vehículo rueden, limpiando la cúpula, por ejemplo por escorrentía de fluidos, etc., pero lo que es más importante, la forma de la cúpula es lo suficientemente baja y tiene forma para minimizar el impacto y la vibración de la rueda. El domo puede contener LEDs 37-1 de estado y lentes 37-2 con alimentación óptica para cámaras 37-3 internas. Otras partes que incluyen:

- la unidad 37-5 RF, la cual proporciona RFID, RADAR y servicios inalámbricos;
- la unidad 37-6 de alimentación, la cual limpia la potencia de "DC sucia"; y
- 30 • la unidad 37-7 de inteligencia, la cual puede contener sensores de adición, es decir, vibración, choque y temperatura;

están ubicados debajo del plano de tierra de la antena. Para aplicaciones en la carretera, la construcción del dispositivo permite presionarlo dentro de una cavidad en la carretera y también extraerlo de la cavidad utilizando los montajes 37-10 del extractor. El dispositivo se sella en su lugar usando un compuesto que no endurece, por ejemplo, betún. Los pasadores 37-8 de potencia conectan el dispositivo a un bus de energía. El bus de energía, para una instalación permanente en la carretera, está sellado con alambre de cinta en dos líneas de corte al otro lado de la carretera. Los pasadores presionan dentro del cable de la tira. En la aplicación en carretera, los pasadores se conectan con las almohadillas de conexión, tal como se proporciona en el marco de desplazamiento de velocidad móvil. El marco móvil de desplazamiento de velocidad contiene baterías recargables. Las baterías pueden recargarse utilizando un método de carga USB común.

40 La Figura 38 ilustra un mecanismo para eliminar fácilmente el lector 38-1 de la carretera. El dispositivo se instala en la carretera 38-2 cortando una cavidad para el dispositivo y dos ranuras para el bus de alimentación. El lector se presiona dentro de la cavidad y se sella con un compuesto que no endurece compatible con la superficie de la carretera, por ejemplo, betún, permitiendo que el lector sea extraído posteriormente de la cavidad. El dispositivo de extracción consiste en un soporte 38-3 extractor, el cual se coloca sobre el lector para extraerlo. La base del extractor típicamente tendrá al menos tres patas. La placa 38-4 de montaje del extractor está unida al dispositivo con al menos tres pernos 38-6 de montaje. El tornillo 38-5 extractor se gira para levantar la placa de montaje del extractor hacia arriba, sacando el lector de la cavidad.

50 En la presente especificación y las reivindicaciones (si las hay), la palabra "comprendiendo" y sus derivados que incluyen "que comprende" y "comprende" incluyen cada uno de los enteros declarados, pero no excluyen la inclusión de uno o más enteros adicionales.

La referencia a lo largo de esta especificación a 'una realización' o 'la realización' significa que una característica, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de las frases "en una realización" o "en la realización" en diversos lugares a lo largo de esta especificación no necesariamente se refiere a la misma realización. Además, las características, estructuras o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más combinaciones.

De acuerdo con el estatuto, la invención se ha descrito en un lenguaje más o menos específico para las características estructurales o metódicas. Debe entenderse que la invención no está limitada a las características específicas

mostradas o descritas ya que los medios descritos aquí comprenden formas preferidas de poner en práctica la invención. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato el cual puede funcionar para detectar e identificar vehículos, donde los vehículos individuales tienen cada uno al menos un dispositivo de comunicación RFID con una antena de dispositivo direccional cerca de la superficie sobre la cual se desplazan los vehículos, siendo el patrón de radiación de cada antena de dispositivo dirigido en paralelo a la dirección de desplazamiento del vehículo, y cada dispositivo de comunicación RFID en un vehículo puede funcionar, si operacionalmente es correcto, para retrodispersar una señal UHF modulada al aparato que indica la identidad de ese vehículo particular, que incluyen el aparato un lector RFID, teniendo el lector RFID una antena de lector que puede posicionarse sobre o en la superficie sobre la cual viajan los vehículos, la antena de lector y la antena del dispositivo definen una zona de lectura, y el lector RFID puede funcionar, a la vez que un dispositivo de comunicación RFID de un vehículo está en la zona de lectura, para transmitir una señal a dicho dispositivo de comunicación RFID y, si dicho dispositivo de comunicación RFID está funcionando correctamente para recibir la señal UHF retrodispersada modulada de dicho dispositivo de comunicación RFID que indica la identidad particular del vehículo, de modo que ese vehículo se identifica utilizando el aparato, en donde el patrón de radiación de la antena de lector tiene una forma que se aproxima a un torus elíptico bajo y ancho una rosquilla aplastada ubicada en o justo encima de la superficie sobre la cual viajan los vehículos y centrada en la ubicación de la antena del lector de modo que una región del espacio esté dentro de la zona de lectura, dicha región del espacio:
- se extiende a partir de aproximadamente 5 m horizontalmente antes de la antena del lector de RFID hasta aproximadamente 5 m horizontalmente más allá de la antena del lector de RFID en la (o cualquier) dirección del recorrido del vehículo,
  - con un ancho de aproximadamente 4 m en sentido horizontal, perpendicular a la dirección del recorrido del vehículo, y
  - se extiende a partir de aproximadamente 200 mm hasta aproximadamente 1200 mm verticalmente sobre la superficie sobre la cual viajan los vehículos.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una región de espacio de aproximadamente 1 m horizontalmente antes de la antena de lector de RFID a aproximadamente 1 m horizontalmente más allá de la antena de lector de RFID en la dirección de desplazamiento del vehículo, y para sustancialmente todos los anchos y alturas dentro de este espacio horizontal, relativo a la ubicación de la antena del lector RFID, se excluyen de la zona de lectura.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde si el aparato detecta una señal de retroalimentación no modulada a partir de un vehículo en ausencia de una señal modulada a partir de un dispositivo de comunicación RFID en ese vehículo, ese vehículo es detectado pero no identificado por el aparato, y esto indica que un dispositivo de comunicación RFID en ese vehículo puede estar ausente o no funcionar correctamente.
4. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la antena del lector de RFID del aparato está configurada para su uso en o sobre la superficie en la cual viajan los vehículos.
5. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde los vehículos son vehículos matriculados en carretera, el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID y la(s) antena(s) de dispositivo en un vehículo están montados en uno o más de los el número de matrícula/placa de los vehículos, y el lector de RFID del aparato, o al menos partes de él, incluida su antena, se puede utilizar para residir en la superficie de la carretera o para instalarse en la superficie de la carretera.
6. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene capacidad de radar, en donde dicho radar es operable para realizar un o una combinación de los siguientes:
- detectar la velocidad y/o posición de un vehículo, y
  - obtener una sección transversal de radar móvil del vehículo,
- y adicional, o alternativamente, el aparato es operable para determinar la longitud y/o el conteo de ejes de un vehículo.
7. Un sistema para usar en detectar, identificar y/o monitorizar vehículos, donde los vehículos individuales tienen cada uno al menos un dispositivo de comunicación RFID con una antena de dispositivo direccional cerca de la superficie sobre la cual viajan los vehículos, el patrón de radiación de cada antena de dispositivo estando dirigido en paralelo a la dirección del recorrido del vehículo, y cada dispositivo de comunicación RFID en un vehículo puede funcionar, si está funcionando correctamente, para retrodifundir una señal UHF modulada que indique la identidad del vehículo, incluyendo el sistema:
- al menos un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y
  - un controlador en comunicación con dicho(s) aparato(s).

- 5 8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los vehículos son vehículos matriculados en carretera, el(los) dispositivo(s) de comunicación RFID en un vehículo está(n) montado(s) en uno o más del número de matrícula/placa del vehículo, el sistema incluye una o más estaciones en diferentes ubicaciones de la carretera, cada estación tiene uno o más de los aparatos o un grupo sincronizado de los aparatos, y para cada estación hay un controlador que está en comunicación con dicho(s) aparato(s), y dicho controlador es un controlador local en la carretera.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde cada estación está en comunicación con un controlador de sistema remoto.
- 10 10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde una o más estaciones incluyen una cámara de tráfico que puede funcionar para facilitar la observación del comportamiento del vehículo o para facilitar el seguimiento de vehículos como objetos de imagen.
11. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde el controlador de carretera de una estación puede funcionar para comunicarse con el controlador de carretera de una o más estaciones.
- 15 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9 o una cualquiera de las reivindicaciones 10-11 cuando depende de la reivindicación 9, en donde el controlador de carretera de una estación utiliza información de los controladores de carretera de una o más estaciones, información del controlador de sistema remoto, y/o datos de uno o más aparatos o grupo de aparatos sincronizados, para detectar al menos cierto comportamiento del vehículo.
- 20 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el controlador del lado de la carretera de una estación comunica sus observaciones del comportamiento del vehículo al(los) controlador(es) en la carretera de una o más estaciones y/o a un controlador de sistema remoto.
14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en donde el controlador de carretera de una estación comunica sus observaciones de un comportamiento observado del vehículo y/o de la identidad del vehículo a un vehículo o personal de aplicación de la ley previsto en la trayectoria de viaje prevista del vehículo.
- 25 15. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el aparato incluye además, o el sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7-14 en donde al menos un aparato u otro elemento en el sistema incluye, uno o más sensores adicionales seleccionados entre: cámaras o sensores de imagen, sensores de vibración o sensores de choque, sensores de temperatura, sensores meteorológicos, sensores de calidad del aire.

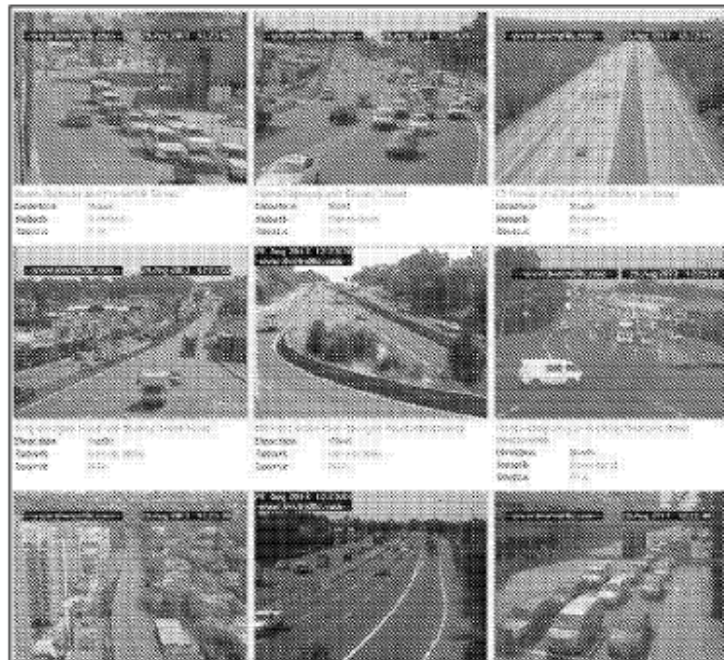


Figura 1

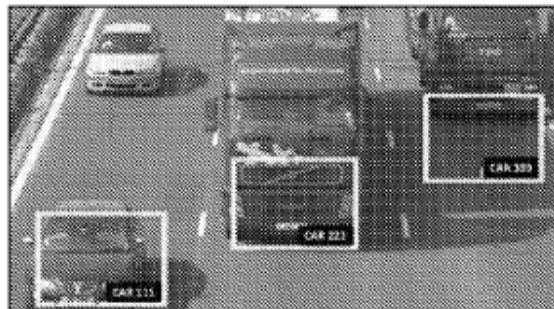


Figura 2

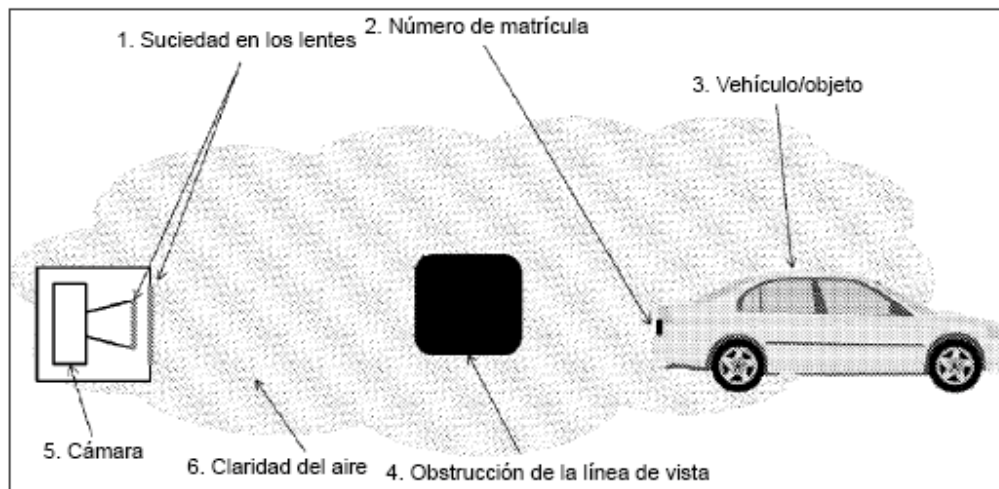


Figura 3



Figura 4

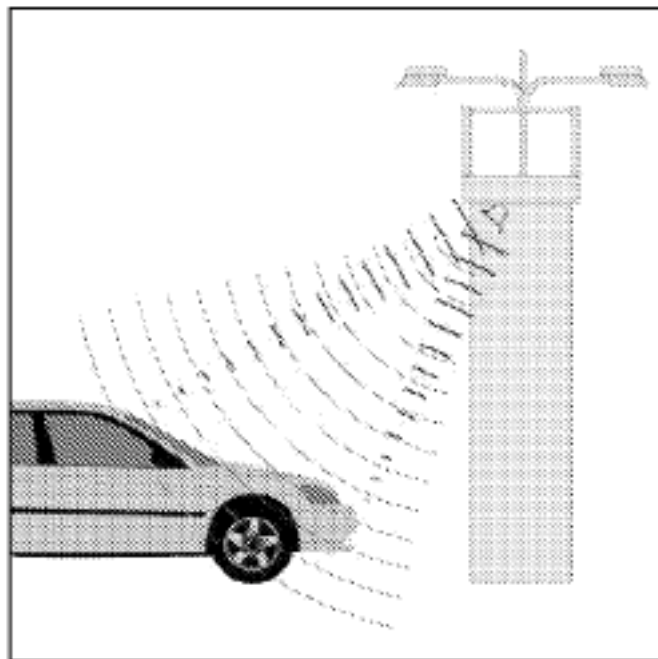


Figura 5

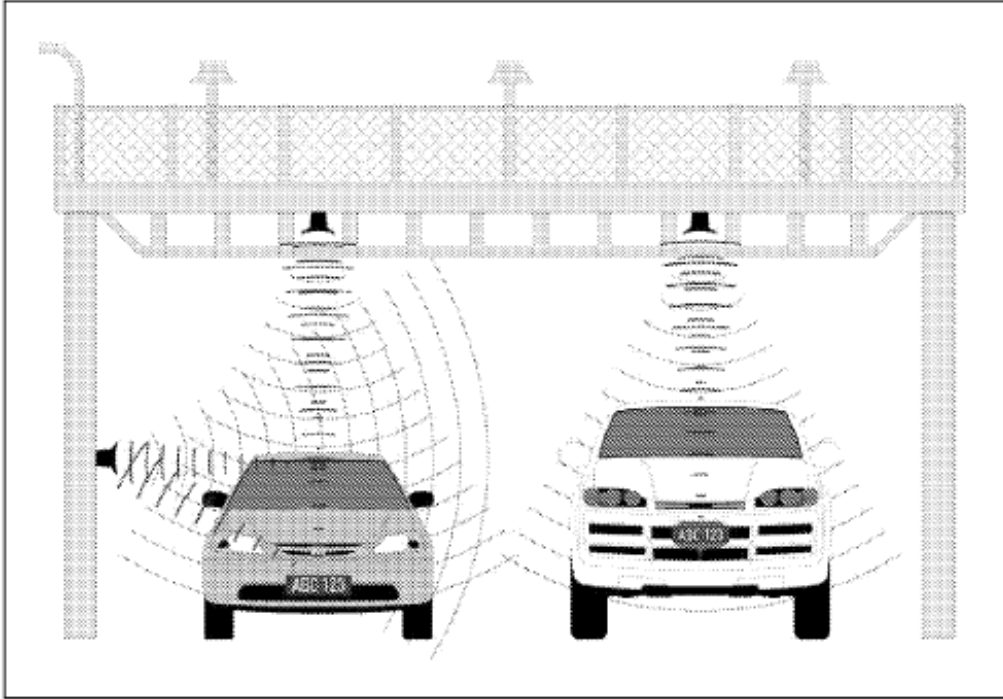


Figura 6

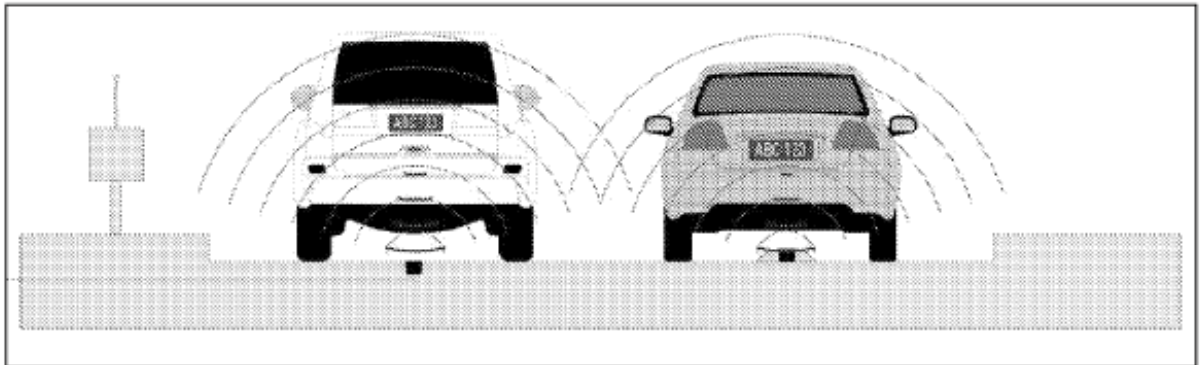


Figura 7

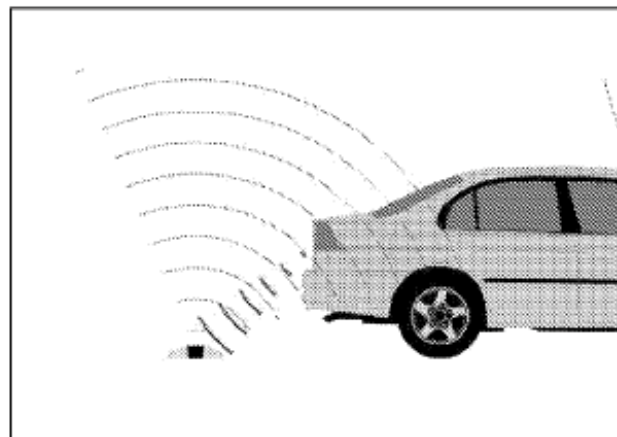


Figura 8

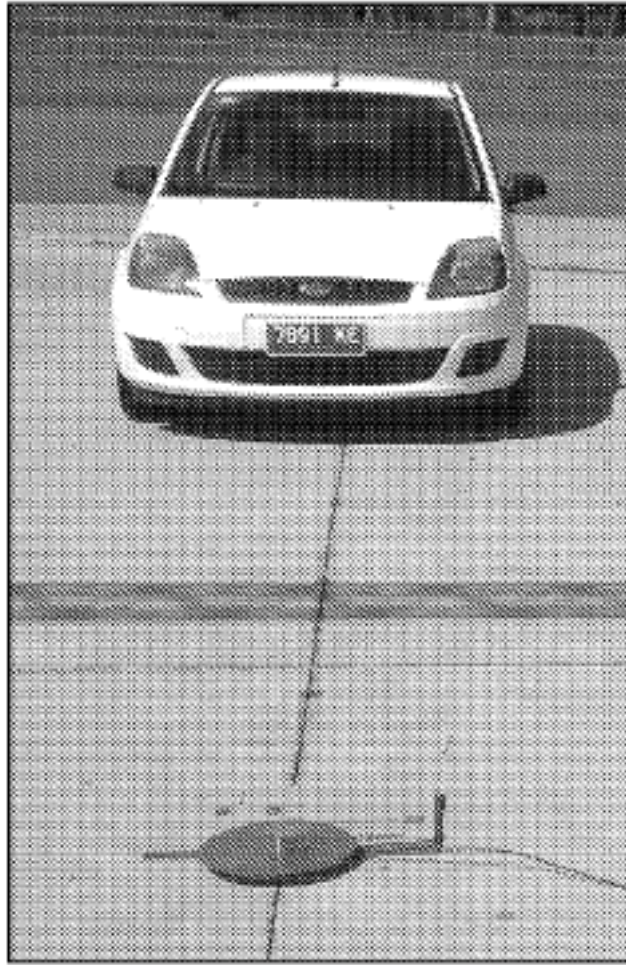


Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12

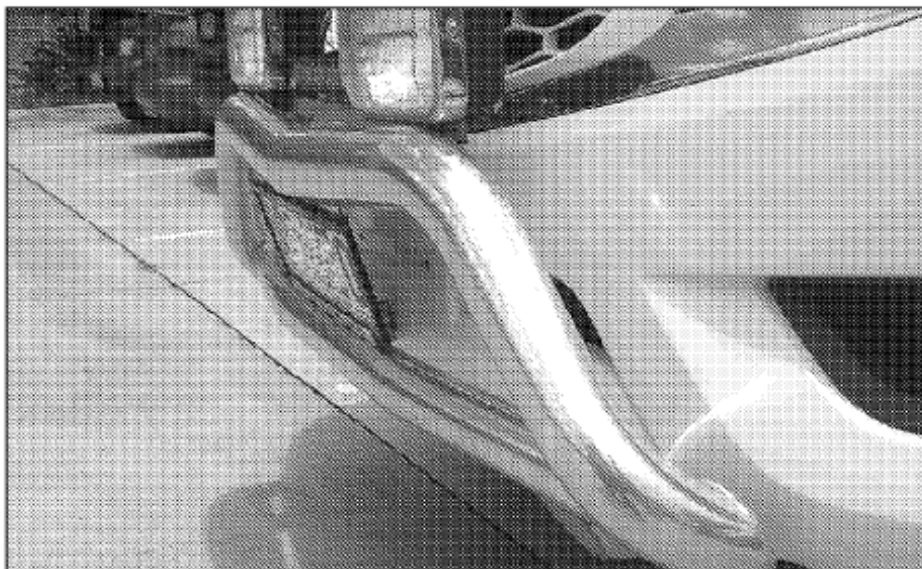


Figura 13

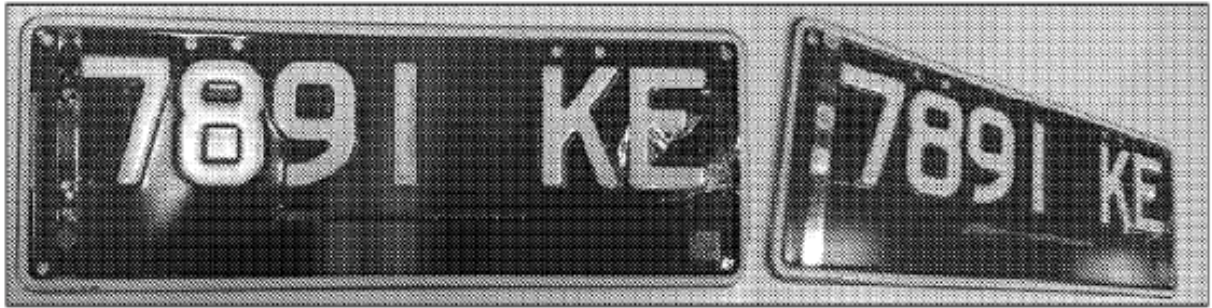


Figura 14

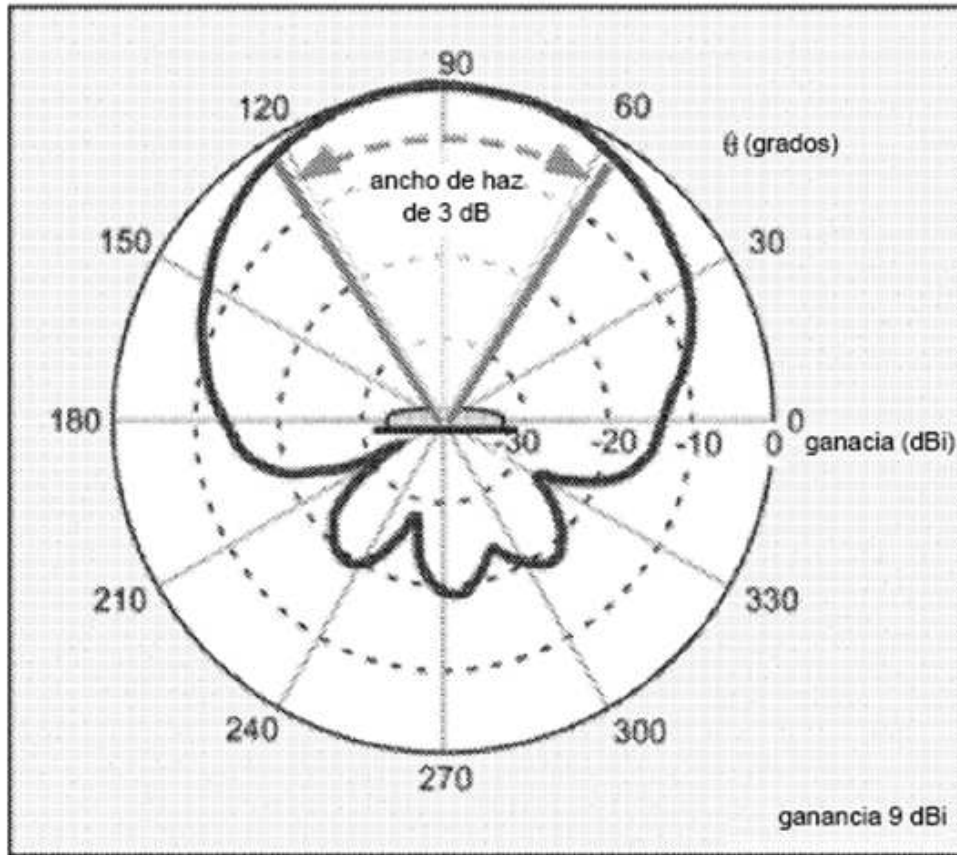


Figura 15

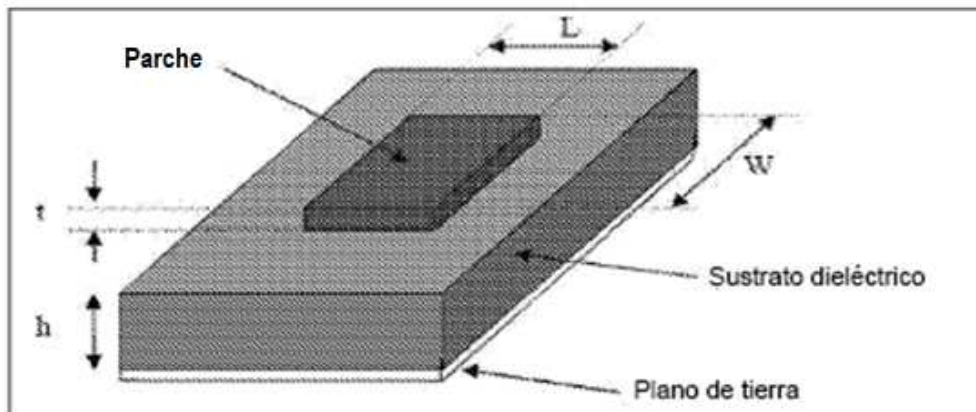


Figura 16

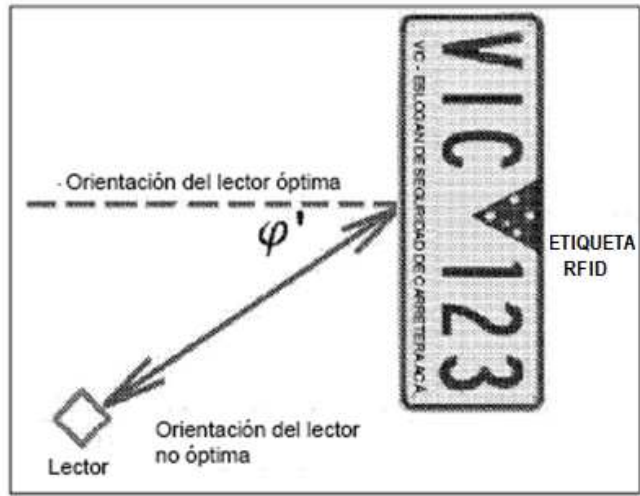


Figura 17

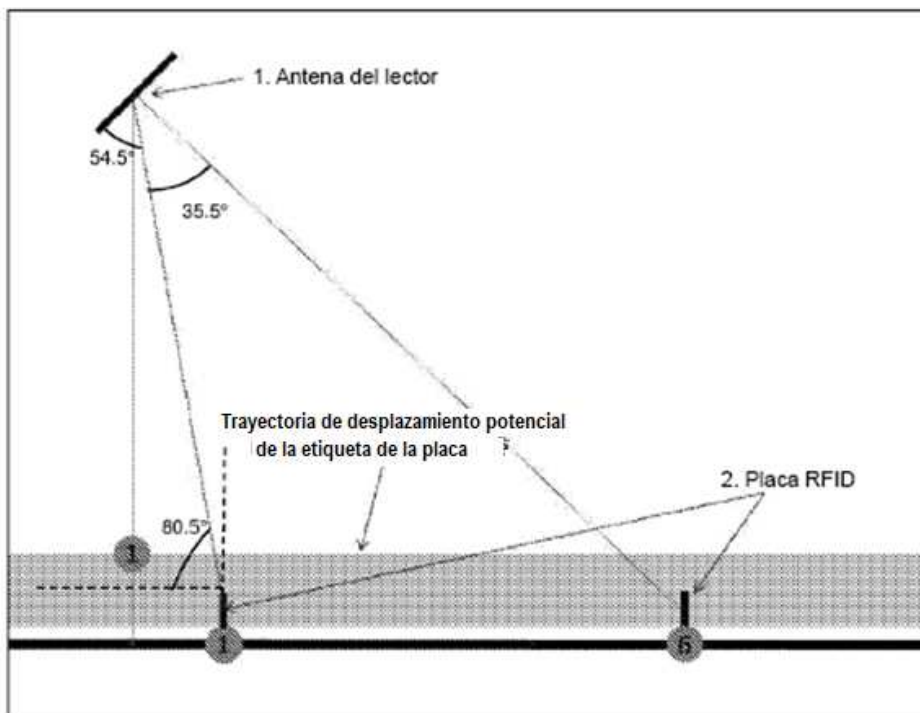


Figura 18

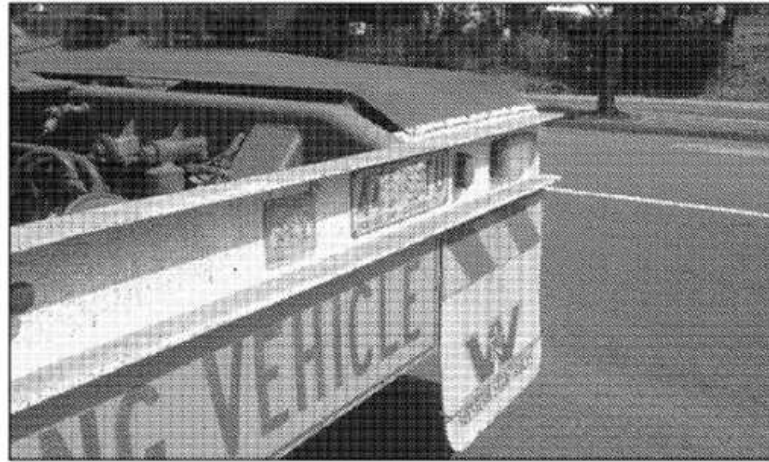


Figura 19

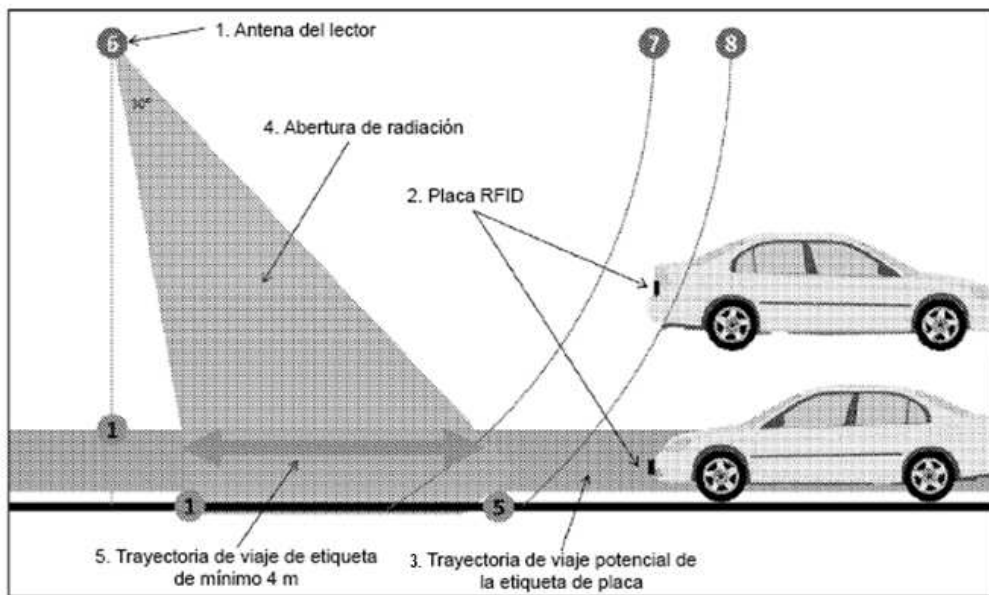


Figura 20

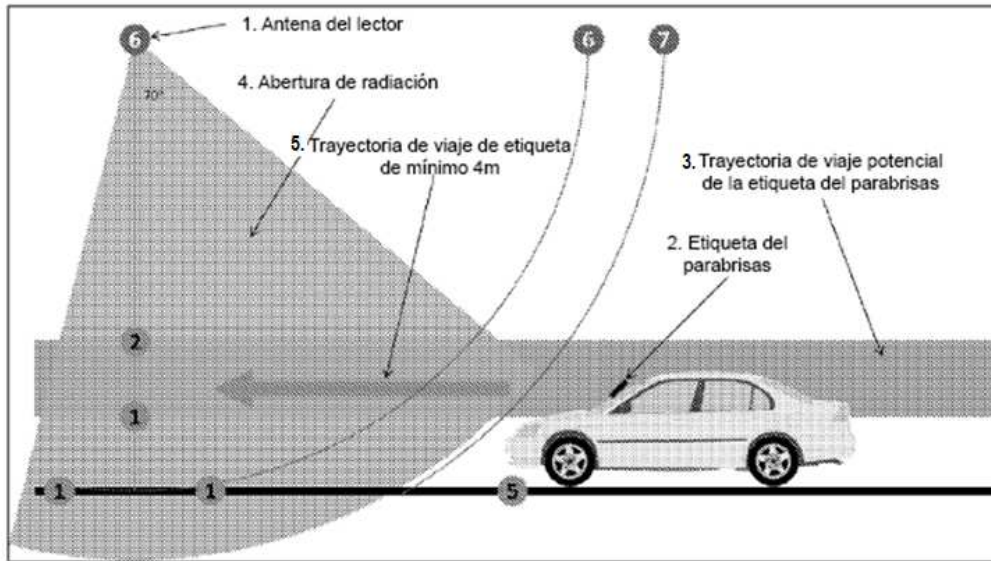


Figura 21

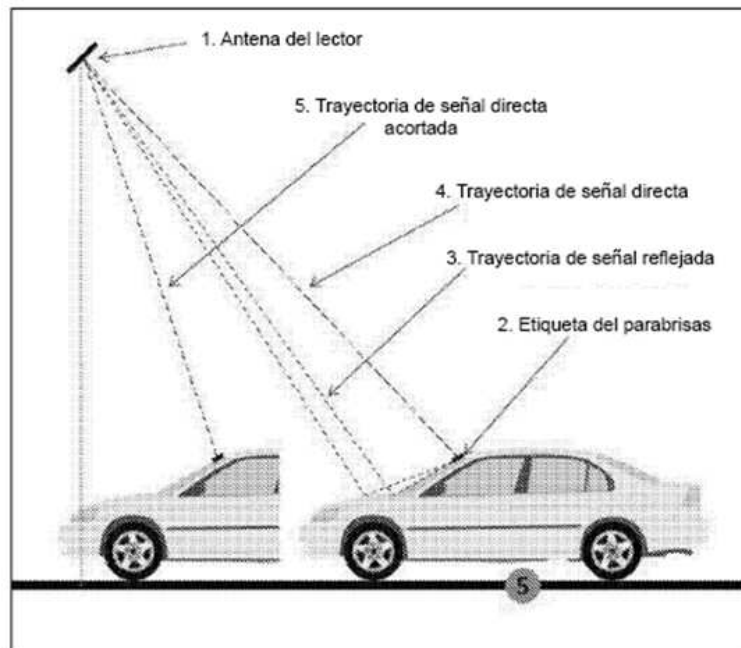


Figura 22

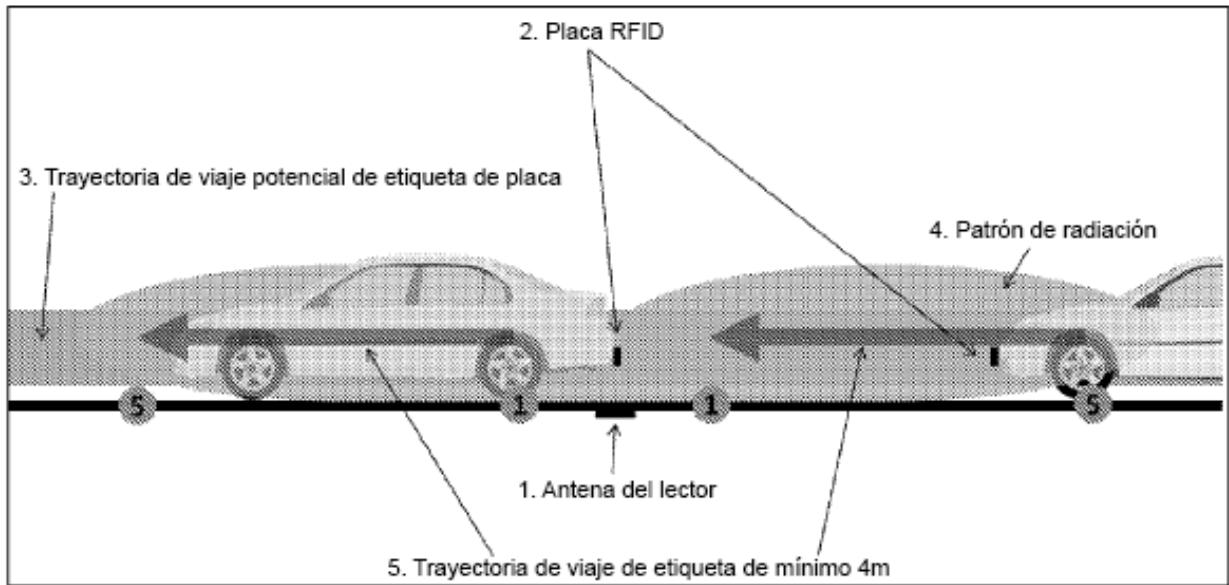


Figura 23

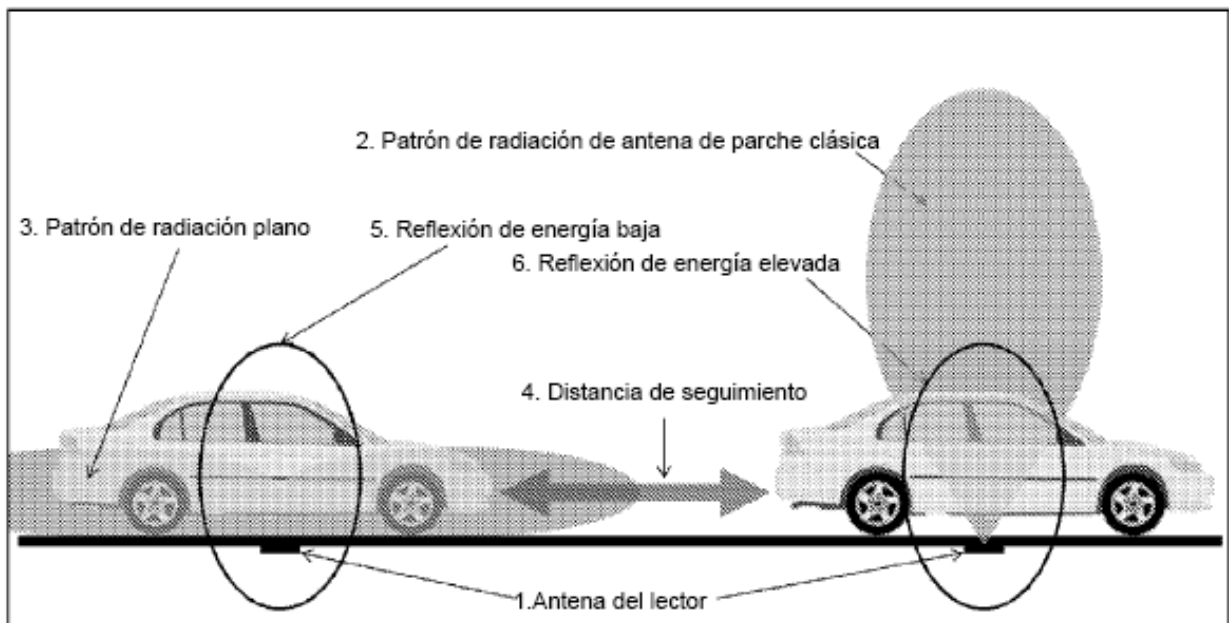


Figura 24

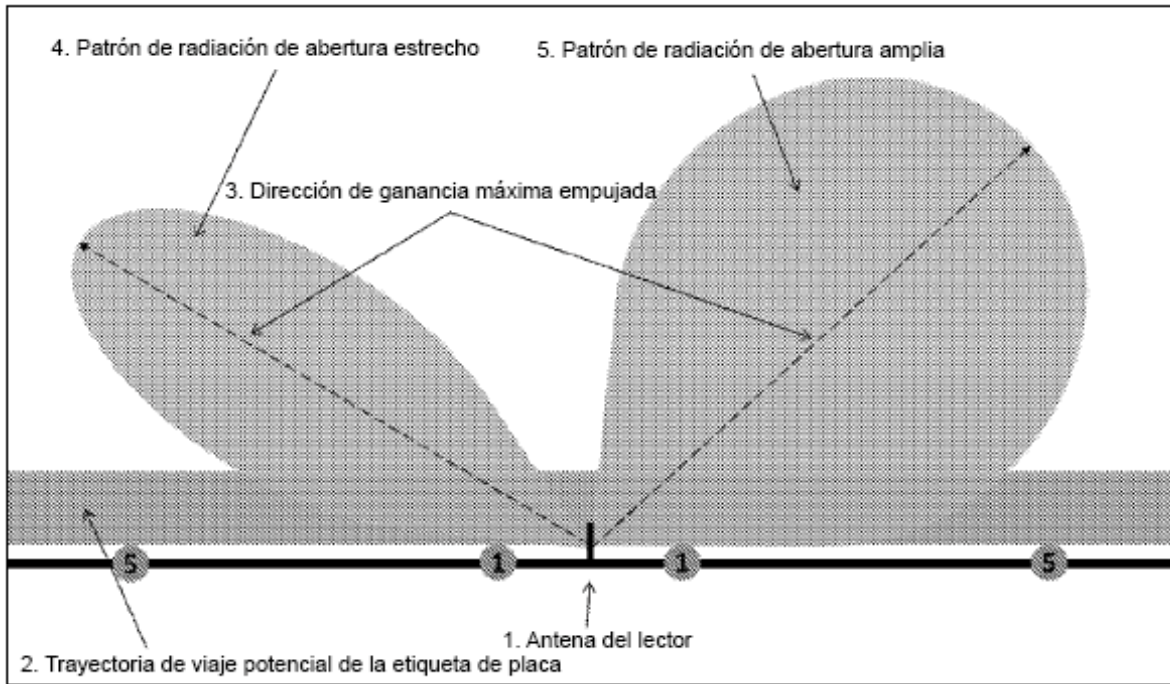


Figura 25

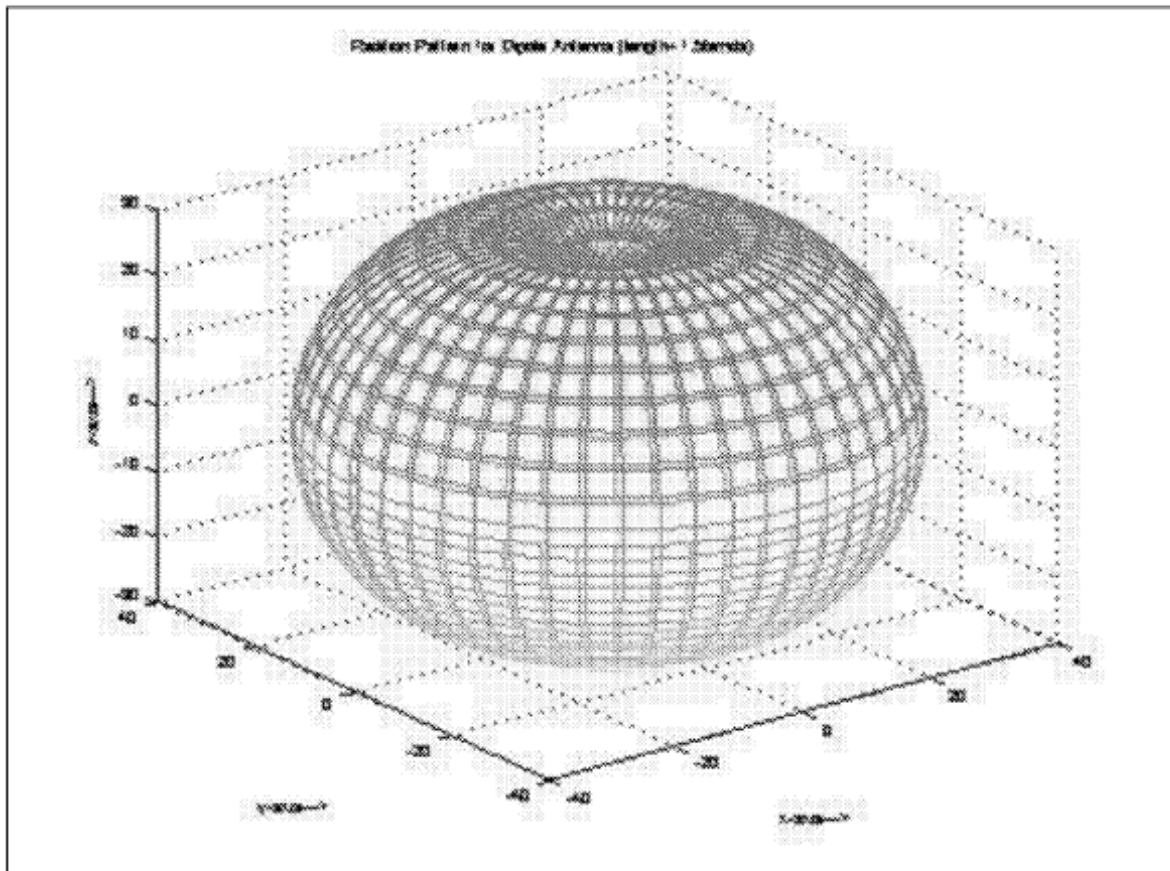


Figura 26

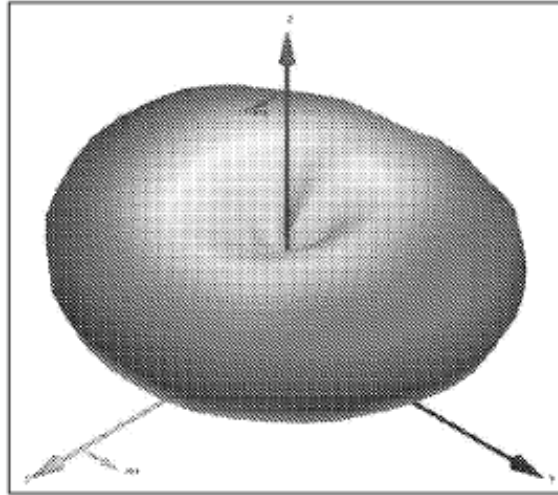


Figura 27

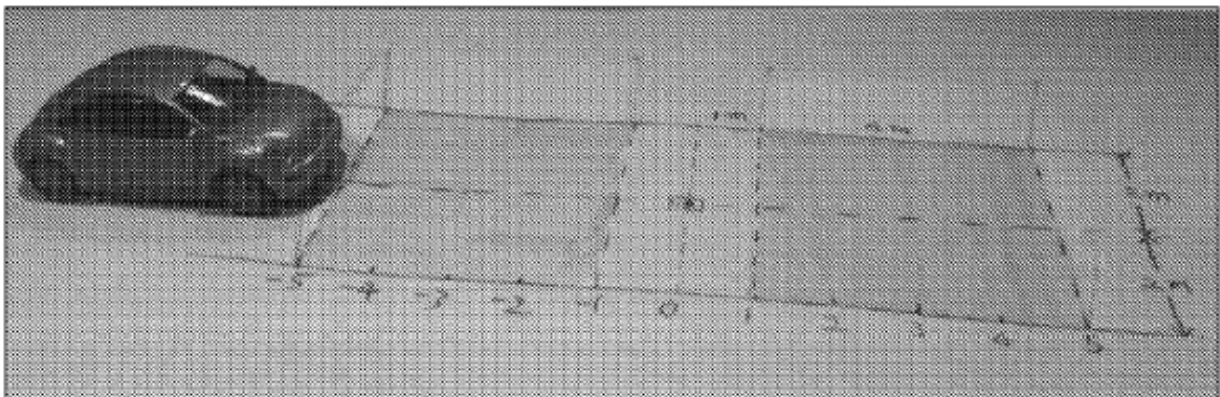


Figura 28

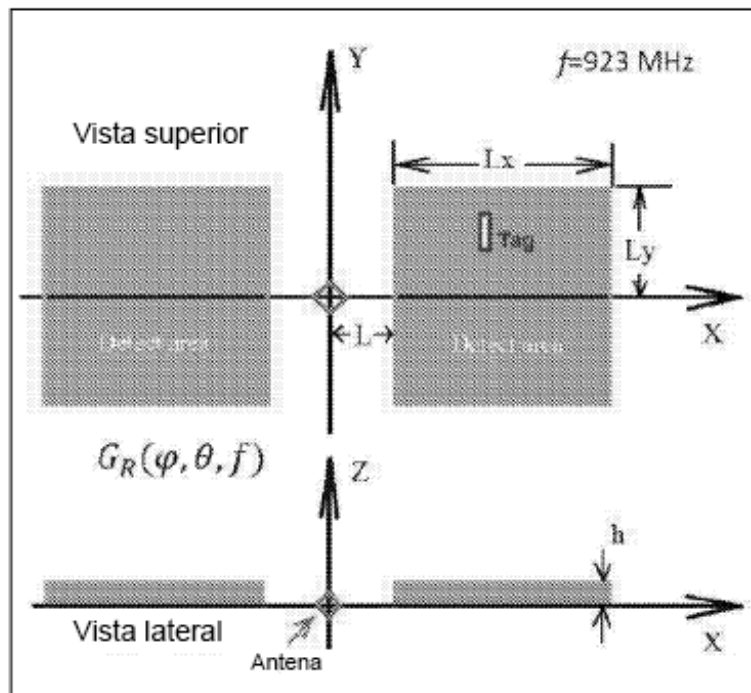


Figura 29

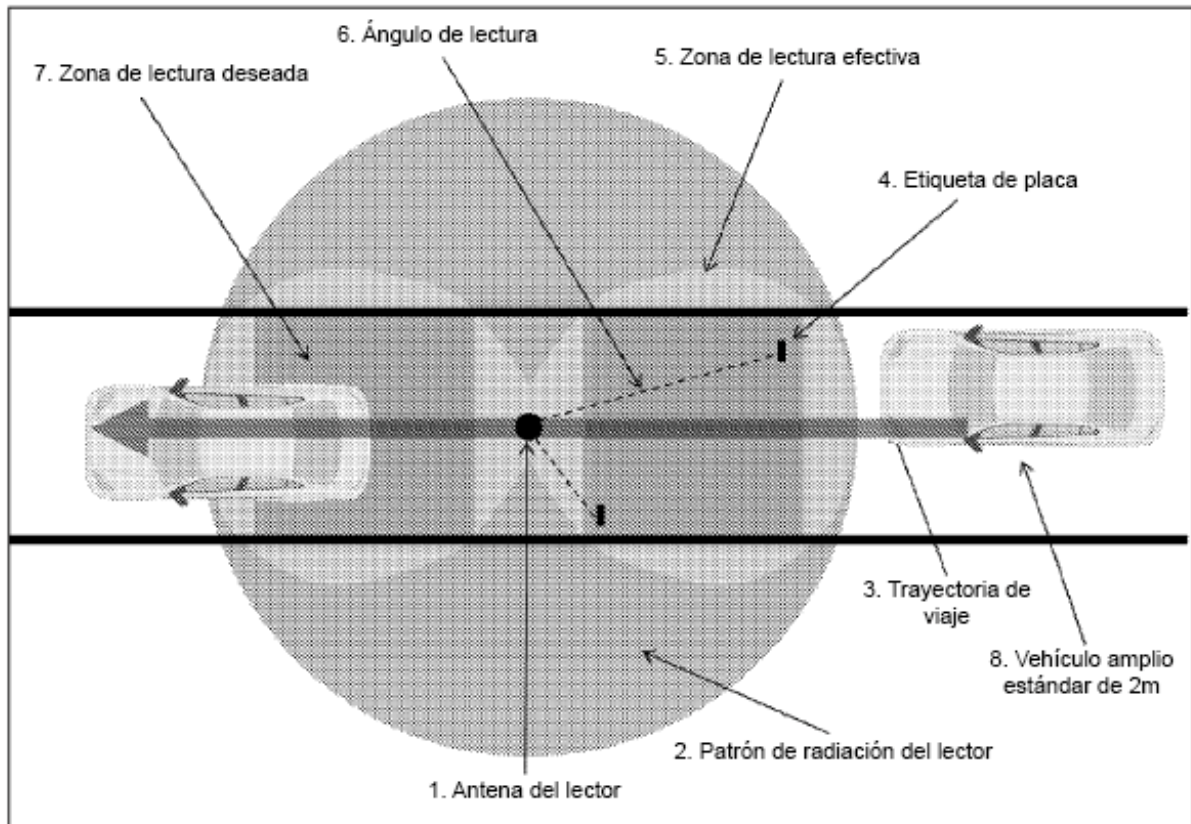


Figura 30

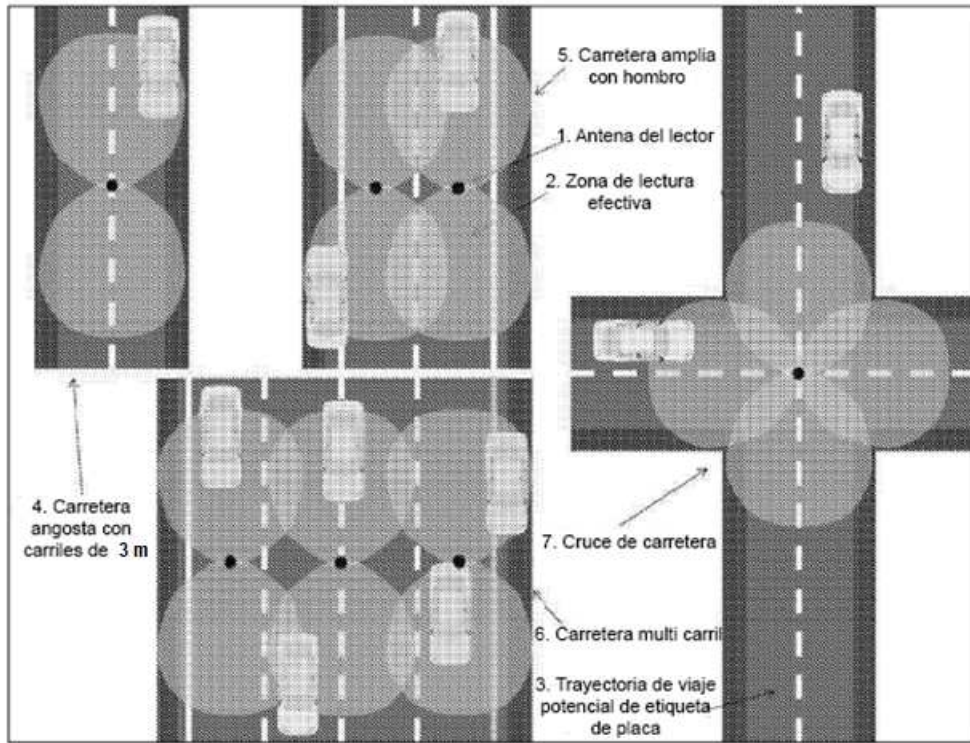


Figura 31

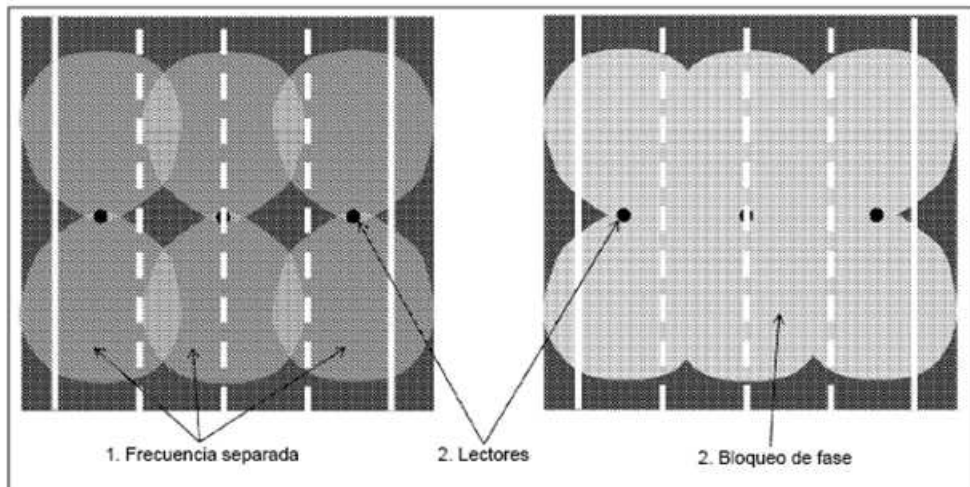


Figura 32

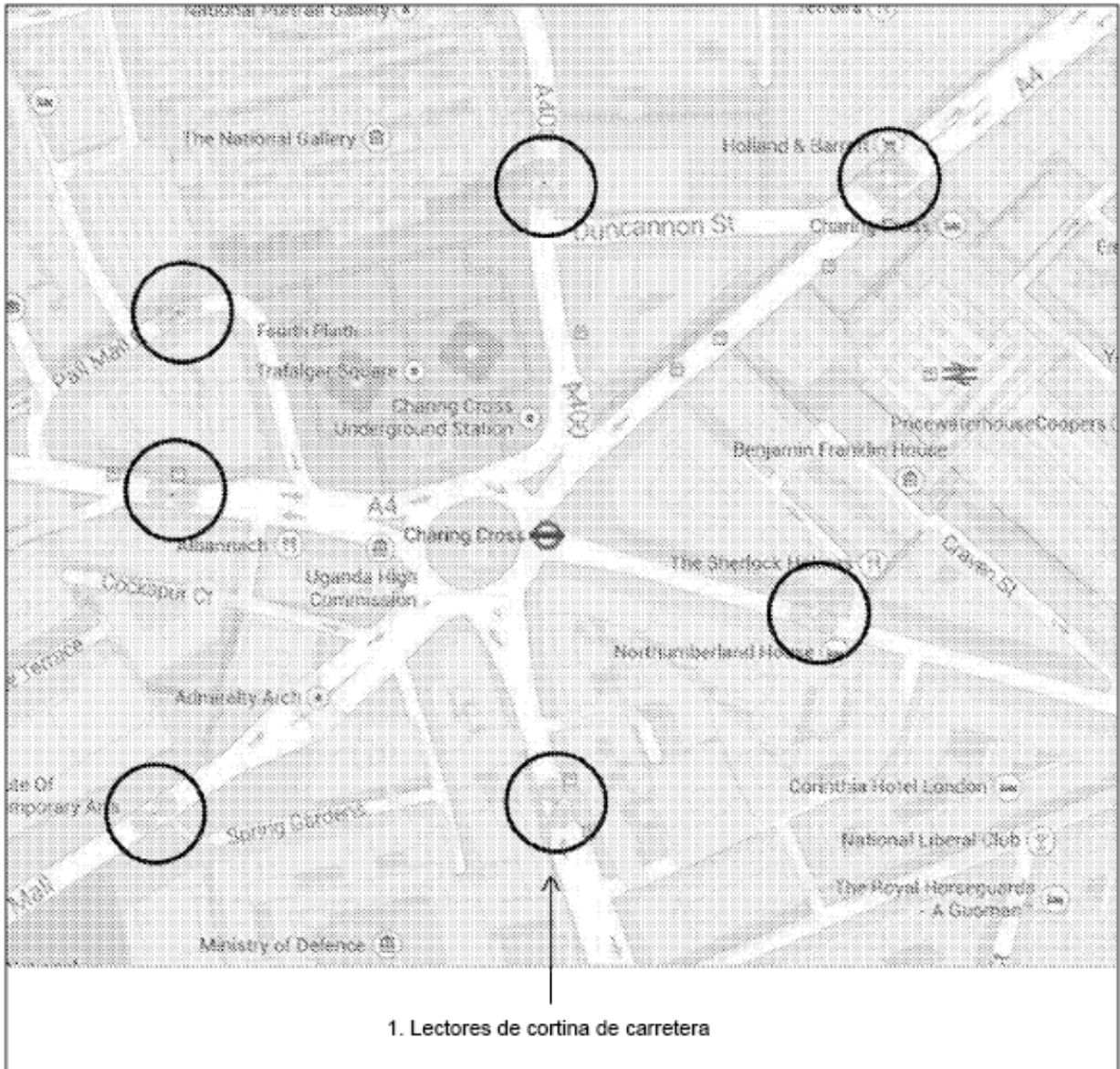


Figura 33

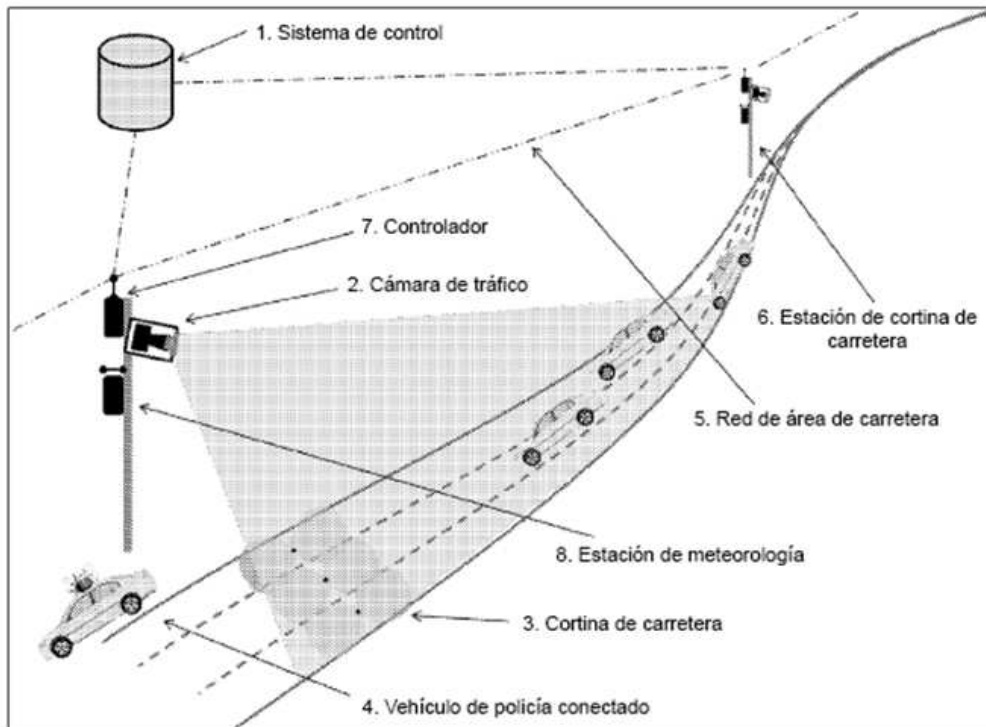


Figura 34

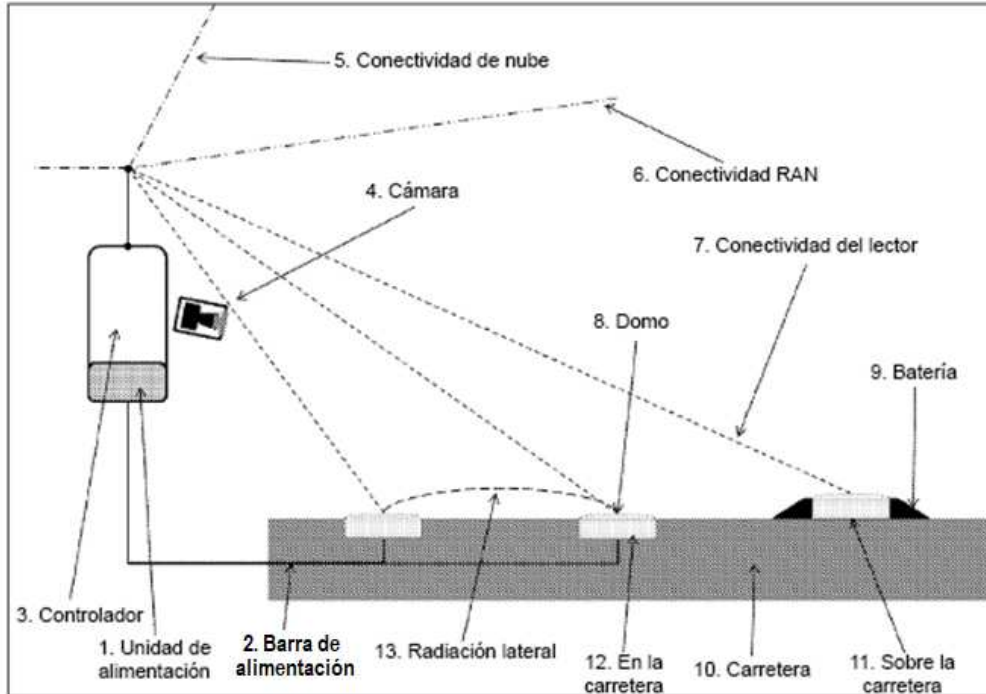


Figura 35

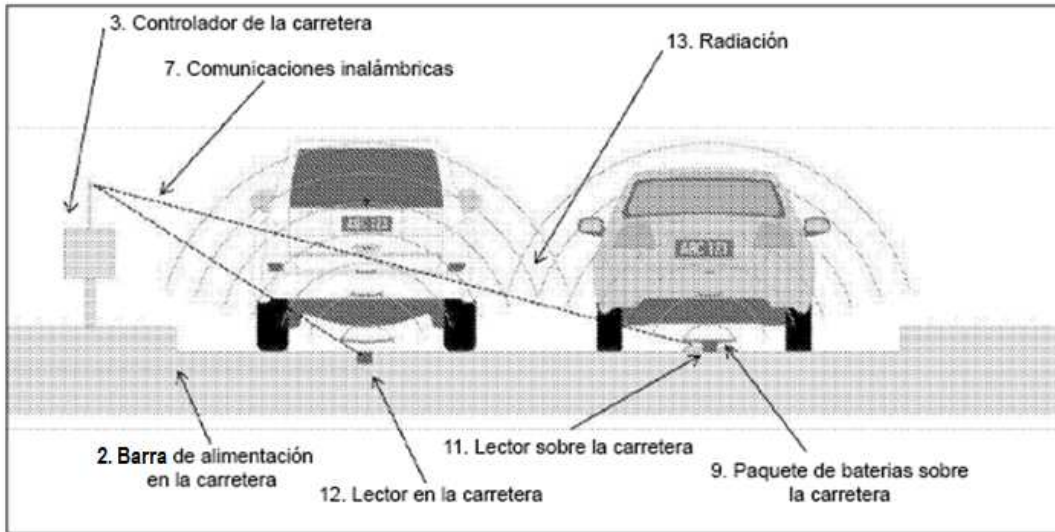


Figura 36

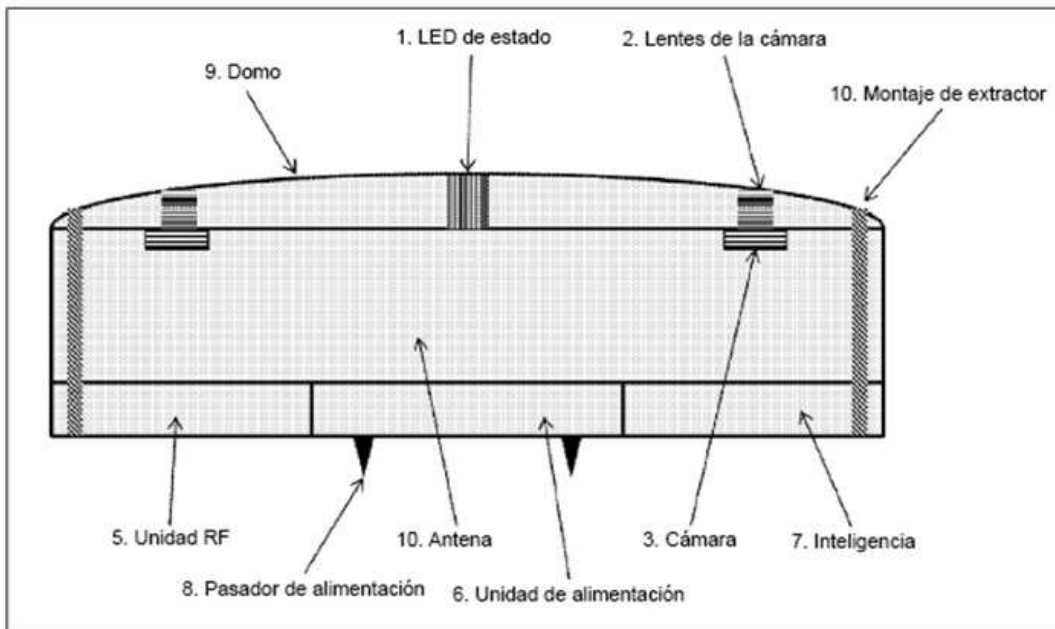


Figura 37

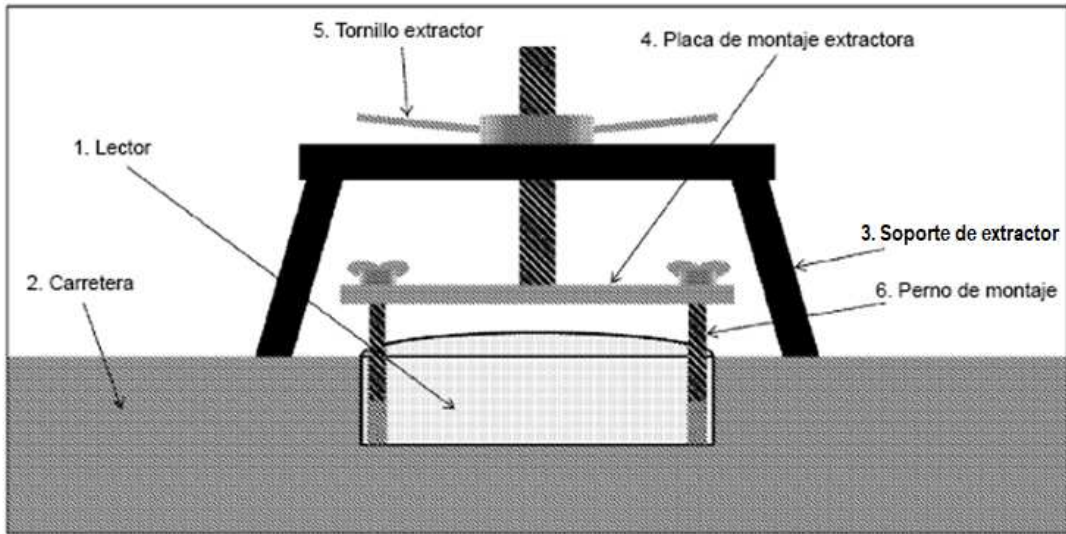


Figura 38