

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 411**

51 Int. Cl.:  
**G08G 1/087** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2006 PCT/US2006/021013**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.12.2006 WO06130633**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2006 E 06771659 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 1886291**

54 Título: **Método de comunicación de sistema de preferencia de tráfico**

30 Prioridad:  
**01.06.2005 US 142019**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.05.2017**

73 Titular/es:  
**GLOBAL TRAFFIC TECHNOLOGIES, LLC  
(100.0%)  
P.O. BOX 28130  
OAKDALE MN 55128, US**

72 Inventor/es:  
**SCHWARTZ, MARK, A.**

74 Agente/Representante:  
**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 614 411 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**

Método de comunicación de sistema de preferencia de tráfico

**5 Campo de la invención**

La presente invención se dirige generalmente a sistemas y métodos que permiten controlar de manera remota los sistemas de semáforos de tráfico usando comunicación de datos de alta integridad, por ejemplo, implicando una transmisión de pulso óptico desde un emisor óptico hasta un detector óptico que se acopla de manera comunicada a un controlador de semáforo en una intersección.

**Antecedentes de la invención**

Las señales de tráfico se han usado mucho para regular el flujo de tráfico en las intersecciones. Generalmente, las señales de tráfico han dependido de temporizadores o sensores de vehículo para determinar cuándo cambiar la fase de los semáforos de tráfico, señalizando de tal modo direcciones alternativas de tráfico para parar, y otras para proceder. Esta situación se ejemplifica comúnmente en la aplicación en un vehículo de emergencia.

Los vehículos de emergencia, tales como los coches de policía, camiones de bomberos y ambulancias, generalmente tienen permitido cruzar una intersección contra una señal de tráfico. Los vehículos de emergencia han dependido normalmente de las bocinas, sirenas y luces intermitentes para alertar al resto de conductores que se acercan a una intersección de que un vehículo de emergencia pretende cruzar la intersección. Sin embargo, debido al deterioro del oído, al aire acondicionado, a los sistemas de audio y otras distracciones, a menudo el conductor de un vehículo que se acerca a una intersección no será consciente de que se está emitiendo un aviso por un vehículo de emergencia que se acerca.

Actualmente hay una serie de sistemas de prioridad de tráfico ópticos que permiten que un código fijado se incruste en la secuencia de datos para identificar cada vehículo y proporcionar seguridad. Tal código se puede comparar con una lista de códigos autorizados en la intersección para restringir el acceso a usuarios no autorizados. Este enfoque puede ser desventajoso para ciertas aplicaciones o entornos. Por ejemplo, un problema con este enfoque surge cuando el protocolo de datos transmitido se conoce generalmente o se puede interceptar y recrear de manera fácil por usuarios no autorizados. Una vez que los datos transmitidos se han decodificado o los datos transmitidos se hayan registrado para su futura reproducción, un dispositivo no autorizado puede usarse para activar el sistema. Además, se puede utilizar un dispositivo no autorizado para activar el sistema sin interceptar ningún dato transmitido por intentar activar el sistema usando diversos códigos hasta que se descubra un código válido que active el sistema.

Existen algunos enfoques directos para prevenir tal acceso no autorizado a los sistemas de control de semáforos. Un enfoque es eliminar cualquier código interceptado o descubierto de la base de datos del sistema en conjunto. La coordinación de tal eliminación, sin embargo, puede ser gravosa y cara ya que el código del vehículo y la lista de códigos autorizados en cada intersección necesitarían cambiarse. Otro enfoque es impedir el uso no autorizado equipando a todos los vehículos autorizados, así como los sistemas de intersección (control de semáforos), con transceptores de comunicación especial que interactúan para proporcionar otra capa de seguridad antes de proporcionar acceso a los sistemas de control de semáforos. Este enfoque también puede ser gravoso y caro ya que cada uno de los vehículos, así como los sistemas en cada intersección, necesitarían equipo adicional.

**Sumario de la invención**

La presente invención se dirige a superar los desafíos anteriormente mencionados y otros que puedan relacionarse con los tipos de enfoque y con las implementaciones tratadas anteriormente y en otras solicitudes. La presente invención se ejemplifica en un número de implementaciones y aplicaciones, como se define en las reivindicaciones 1, 6 y 15 independientes, algunas de las cuales se resumen a continuación.

En conexión con una realización, la presente invención se dirige a implementaciones que permiten controlar de manera remota los sistemas de semáforos usando comunicación de datos de alta integridad. Tal implementación emplea datos codificados ópticamente que se transmiten al equipo de control de semáforos ubicados en una intersección.

En una realización ejemplar más particular, un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota incluye un circuito codificador, una fuente óptica, un detector óptico y un circuito decodificador. El circuito codificador se adapta para generar un conjunto de pulsos de señal. Al menos un bit de una palabra de datos se codifica como una función de modulación de amplitud de un primer subconjunto del conjunto de pulsos de señal y al menos otro bit de la palabra de datos se codifica como una función de modulación de frecuencia de un segundo subconjunto del conjunto de pulsos de señal. La fuente óptica se adapta para transmitir un conjunto de pulsos de luz que tienen un pulso de luz respectivo para cada pulso de señal del conjunto de pulsos de señal. El detector óptico se adapta para recibir el conjunto de pulsos de luz. El circuito decodificador se adapta para generar la palabra de datos desde el

conjunto de pulsos de luz recibido en el detector óptico.

En otra realización ejemplar más particular, se proporciona un método de comunicación para su uso en un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota. Al menos un bit de una palabra de datos se codifica como una función de modulación de amplitud de un primer subconjunto de un conjunto de pulsos ópticos y al menos otro bit de la palabra de datos se codifica como una función de modulación de frecuencia de un segundo subconjunto del conjunto de pulsos ópticos. El conjunto de pulsos ópticos se transmite a un detector óptico. La palabra de datos se decodifica desde los pulsos ópticos recibidos en el detector óptico.

El resumen anterior de la presente invención no se dirige a describir cada realización ilustrada o todas las implementaciones de la presente invención. Las figuras y la descripción detallada que siguen ejemplifican más particularmente estas realizaciones.

### Breve descripción de los dibujos

La invención puede entenderse más completamente considerando la descripción detallada de diversas realizaciones de la invención en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un autobús y una ambulancia que se acercan a una intersección de tráfico típica, con emisores montados en el autobús, la ambulancia y una motocicleta, transmitiendo cada uno un pulso óptico de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es un diagrama de bloques de los componentes del sistema de preferencia de tráfico óptico mostrado en la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de bloques de los componentes de un emisor para un sistema de preferencia de tráfico óptico para una realización de acuerdo con la presente invención;

las figuras 4A, 4B, 4C, 4D y 4E ilustran pulsos ópticos transmitidos entre un vehículo y un equipo en una intersección para varios ejemplos de protocolos de comunicación de acuerdo con la presente invención; y

la figura 5 es un diagrama de flujo de la operación del sistema de preferencia de tráfico óptico en un vehículo y una intersección de acuerdo con la presente invención.

Mientras que la invención es susceptible a diversas modificaciones y formas alternativas, se muestran especificaciones de la misma por medio de ejemplos en los dibujos y se describirán en detalle. Se debería entender, sin embargo, que la intención no es necesariamente limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalencias y alternativas que caigan dentro del espíritu y ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

### Descripción detallada de las diversas realizaciones

La presente invención se considera aplicable a una variedad de diferentes tipos de validación de solicitudes de operación en un sistema de preferencia de tráfico óptico. Mientras que la presente invención no se limita necesariamente a tales enfoques, se pueden apreciar diversos aspectos de la invención a través de un análisis de diversos ejemplos que usan este y otros contextos.

El sistema de preferencia de tráfico óptico mostrado en la figura 1 se presenta a nivel general para mostrar la circuitería básica usada para implementar las realizaciones ejemplares de la presente invención. En este contexto, la figura 1 ilustra una intersección 10 típica que tiene semáforos 12. Un controlador 14 de la señal de tráfico secuencia los semáforos 12 a través de una secuencia de fases que permiten al tráfico proceder de manera alternativa a través de la intersección 10. La intersección 10 se equipa con un sistema de preferencia de tráfico óptico que tiene ciertos aspectos y características habilitadas de acuerdo con la presente invención para proporcionar comunicación de una manera eficiente, flexible y viable.

Esta comunicación se proporciona en el sistema de preferencia de tráfico óptico de la figura 1 por medio de emisores ópticos 24A, 24B y 24C, conjuntos detectores 16A y 16B y un selector de fase 18. Los conjuntos detectores 16A y 16B se colocan para detectar pulsos de luz emitidos desde vehículos autorizados que se acercan a la intersección 10. Los conjuntos detectores 16A y 16B se comunican con el selector de fase 18, que normalmente se coloca en la misma cabina que el controlador de tráfico 14, y que diferencia entre vehículos autorizados y vehículos no autorizados usando un enfoque de alta integridad, aunque practicable.

En la figura 1, una ambulancia 20 y un autobús 22 se acercan a la intersección 10. El emisor óptico 24A se monta sobre la ambulancia 20 y el emisor óptico 24B se monta sobre el autobús 22. Los emisores ópticos 24A y 24B transmiten cada uno una secuencia de pulsos de luz. La secuencia de pulsos de luz puede transportar códigos que identifican una instrucción u operación solicitada. Los conjuntos detectores 16A y 16B reciben estos pulsos de luz y envían la señal de salida al selector de fase 18. El selector de fase 18 procesa y valida la señal de salida de los conjuntos detectores 16A y 16B. Para ciertas señales de salida validadas, el selector de fase 18 emite una instrucción de preferencia de tráfico hasta el controlador 14 de señal de tráfico para atribuir la operación normal de los semáforos 12.

En diversas realizaciones, se proporciona comunicación codificando la instrucción u operación solicitada usando tanto modulación de amplitud como modulación de frecuencia de un cierto subconjunto de los pulsos de luz. En ciertas realizaciones, la codificación de la instrucción u operación solicitada se puede modificar, incluyendo la modificación cambiando los pulsos de luz que reciben modulación de amplitud y/o cambiando los pulsos de luz que  
5 reciben modulación de frecuencia. Se apreciará que un pulso de luz específico puede tener solo modulación de amplitud, solo modulación de frecuencia, o tanto modulación de amplitud como modulación de frecuencia. La modulación de amplitud y la modulación de frecuencia específicas usadas para una codificación se pueden basar en una clave, y las modificaciones de la codificación de una instrucción solicitada se pueden lograr actualizando el valor para la clave. Los emisores 24A, 24B y 24C pueden incluir la clave para la codificación de un código de identificación  
10 para la instrucción u operación solicitada, y el selector de fase 18 puede incluir también la clave para decodificar el código de identificación.

La clave de un emisor 24A, 24B y 24C puede ser una clave que varíe con el tiempo que se sincroniza o aproximadamente se sincroniza con una clave de tiempo variable del selector de fase 18. Las claves que varían con el tiempo pueden impedir la activación no autorizada mediante la reproducción de una transmisión registrada después de actualizar las claves.  
15

La figura 1 también muestra a una persona 21 autorizada operando un emisor óptico 24C portátil, que ahí se muestra montado en una motocicleta 23. En una realización, el emisor 24C se usa para establecer en el selector de fase 18 una clave usada que selecciona la codificación de una instrucción u operación solicitada. Normalmente, la configuración de cada selector de fase 18, incluyendo el establecimiento de la clave, se lleva a cabo manualmente por personal de mantenimiento autorizado. En otra realización, el emisor 24C se usa por la persona 21 autorizada para afectar a los semáforos 12 en situaciones que requieren control manual de la intersección 10.  
20

Diversas realizaciones de la invención pueden transferir la instrucción u operación solicitada en un código con longitud fija (y en otras realizaciones con una longitud variable de protocolo definido) desde los emisores 24A, 24B y 24C hasta los conjuntos detectores 16A y 16B.  
25

Entre los ejemplos de códigos de identificación de operación se incluye un código de identificación de vehículo de una solicitud de preferencia y un código para descargar la información desde un emisor 24C hasta el selector de fase 18. Para una solicitud de preferencia de la operación normal de los semáforos 12, el código se puede repetir continuamente durante la transmisión desde los emisores 24A y 24B para garantizar el inicio de la preferencia tan pronto como un emisor 24A o 24B devenga en el intervalo de la intersección 10. Para una operación que no requiere respuesta de tiempo crítico de un selector de fase 18, el código puede variar durante la transmisión para permitir que se transfiera más información desde los emisores 24A, 24B y 24C a los conjuntos detectores 16A y 16B. Por ejemplo, una operación para descargar información, tal como una clave actualizada, desde un emisor 24C hasta un selector de fase 18 puede comenzar con una instrucción de descarga en un primer código en la secuencia de pulsos de luz seguido por la información que se descargará en los códigos posteriores en la secuencia de pulsos de luz.  
30  
35

En una realización, el código de identificación de operación transferido desde los emisores 24A, 24B y 24C hasta los conjuntos detectores 16A y 16B se puede subdividir en diversos intervalos. Por ejemplo, un código con un ancho fijo de 14 bits tiene 16 384 valores potenciales, y esos códigos se pueden subdividir en 10 000 códigos de identificación de vehículo y otros 6 384 códigos "especiales", como se muestra en la tabla de códigos 25. Un valor de cero puede corresponder a un código de identificación de vehículo predeterminado que no está asociado a ningún vehículo en particular. Los códigos de identificación de vehículo se pueden transmitir por los emisores 24A, 24B y 24C para solicitar preferencia de los semáforos 12. Tras la validación del código de identificación de vehículo por el selector de fase 18, el selector de fase puede emitir una instrucción de preferencia de tráfico hasta el controlador 14 de señal de tráfico para seleccionar una fase particular de los semáforos 12. Los códigos especiales se pueden usar para instruir otras operaciones, incluyendo una instrucción para descargar una clave para el selector de fase 18 desde un emisor 24C.  
40  
45  
50

En una realización, cada vehículo 20, 22 y 23 tiene un conjunto de interruptores de ruedecilla usados por un administrador u operario para que el vehículo seleccione un código de identificación de vehículo para el vehículo desde los códigos de la tabla de códigos 25. Además, los interruptores de ruedecilla se pueden usar para proporcionar manualmente toda o parte de la clave que especifica la codificación para el emisor óptico 24A, 24B, y 24C respectivamente montado en los vehículos 20, 22, y 23. Por ejemplo, la tabla de códigos 25 puede incluir 10 000 códigos de identificación de vehículo y 6 384 códigos especiales y la selección de uno de los 6 384 códigos especiales sobre los interruptores de ruedecilla puede actualizar un valor que se incluye en la clave. En una realización, tal código especial desde los interruptores de ruedecilla del emisor 24C puede transferirse por una persona 21 autorizada que use una instrucción de descarga de clave iniciada de manera manual para el selector de fase 18 para su uso en la clave para decodificación. Generalmente, una actualización de la clave debería pasar cualquier proceso de validación actualmente en vigor y las capas de seguridad potencialmente adicionales después de que el selector de fase 18 acepte la descarga.  
55  
60

Los selectores de fase construidos de acuerdo con la presente invención pueden configurarse para usar un código de identificación de diversas maneras. En una configuración, el selector de fase 18 se provee de una lista de códigos  
65

de identificación autorizados. El selector de fase 18 confirma que el vehículo de verdad está autorizado para atribuir la secuencia de la señal de tráfico normal. Si el código transmitido no coincide con uno de los códigos autorizados de la lista, la preferencia no tiene lugar.

5 En otra configuración, el selector de fase 18 registra todas las peticiones de preferencia registrando el tiempo de preferencia, la dirección de preferencia, la duración de preferencia, el código de identificación, la confirmación del paso de un vehículo que solicita dentro de un intervalo predeterminado de un detector y la denegación de una solicitud de preferencia debido a una autorización incorrecta. El intento de abuso de un sistema de preferencia de tráfico óptico se puede descubrir examinando la información registrada.

10 En otra realización de la presente invención, un sistema de preferencia de tráfico óptico ayuda a ejecutar un sistema de transporte público más eficazmente. Un vehículo de transporte público que tiene un emisor óptico construido de acuerdo con la presente invención tal como el autobús 22 en la figura 1, invierte menos tiempo esperando en las señales de tráfico, ahorrando así combustible y permitiendo que el vehículo de transporte público proporcione una ruta más larga. Esto también anima a la gente a utilizar el transporte público en lugar de automóviles privados por que los vehículos de transporte público autorizados se mueven a través de áreas urbanas congestionadas más rápido que otros vehículos.

15 A diferencia de un vehículo de emergencia 20, un vehículo de transporte público 22 equipado con un emisor óptico no requerirá preferencia total. En una realización, se usa un desplazamiento de la señal de tráfico para dar preferencia al vehículo de transporte público 22, a la vez que permite todos los acercamientos a la intersección en la que da servicio. Por ejemplo, un controlador de señal de tráfico que normalmente permite que el tráfico fluya el 50 por ciento del tiempo en cada dirección responde a solicitudes de fase repetidas desde el selector de fase para permitir que el tráfico fluya en la dirección del vehículo de transporte público 22 para proceder el 65 por ciento del tiempo y el flujo de tráfico en la otra dirección para fluir el 35 por ciento del tiempo. En esta realización, el desplazamiento real se puede fijar para permitir que el vehículo de transporte público 22 tenga una ventaja previsible. Generalmente, la autorización correspondiente debería validarse antes de ejecutar un desvío para un vehículo de transporte público 22.

20 En una instalación típica, el sistema de preferencia de tráfico no controla realmente las luces en una intersección de tráfico. Más bien, el selector de fase 18 emite alternativamente solicitudes de fase hacia y extrae solicitudes de fase desde el controlador de la señal de tráfico, y el controlador 14 de la señal de tráfico determina si las solicitudes de fase se pueden conceder. El controlador 14 de la señal de tráfico también puede recibir solicitudes de fase que se originan desde otras fuentes, tales como un ferrocarril que cruza cerca, en cuyo caso, el controlador 14 de la señal de tráfico puede determinar que la solicitud de fase desde otra fuente se puede conceder antes de la solicitud de fase desde un selector de fase 18. Sin embargo, como una cuestión práctica, el sistema de preferencia puede afectar a una intersección de tráfico 10 y crear un desplazamiento de señal de tráfico mediante la supervisión de la secuencia del controlador de la señal de tráfico y emitiendo repetidamente solicitudes de fase que muy probablemente se concederán.

30 De acuerdo con una realización ejemplar específica, el sistema de preferencia de tráfico de la figura 1 se implementa usando una implementación conocida que se modifica para implementar los códigos y algoritmos tratados anteriormente para la codificación y la decodificación. Por ejemplo, un Sistema de Control de Prioridad Opticom™ (fabricado por la empresa 3M de Saint Paul, Minnesota) se puede modificar para implementar los códigos y los algoritmos tratados anteriormente para la codificación y la decodificación. En consistencia con las características del Sistema de Control de Prioridad Opticom™, una o más realizaciones de la Patente de Estados Unidos Número 5.172.113 se pueden modificar de esta manera. También de acuerdo con la presente invención, se implementa otra realización ejemplar específica usando otro sistema de preferencia de tráfico disponible comercialmente para modificar, tal como el sistema StrobeCom II (fabricado por TOMAR Electronics, Inc de Phoenix, Arizona).

40 La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra el sistema de preferencia de tráfico óptico de la figura 1. En la figura 2, se reciben pulsos de luz que se orientan desde los emisores ópticos 24B y 24C por el conjunto detector 16A, que se conecta a un canal uno del selector de fase 18. Se reciben pulsos de luz que se orientan desde el emisor óptico 24A por el conjunto detector 16B, que se conecta a un canal del selector de fase 18.

55 El selector de fase 18 incluye dos canales, teniendo cada señal una circuitería de procesamiento (36A y 36B) y un circuito decodificador (38A y 38B), un procesador 40 de selector de fase principal, memoria a largo plazo 42, un puerto de datos externo 43 y un reloj 44 de tiempo real. El procesador 40 de selector de fase principal se comunica con el controlador 14 de la señal de tráfico, que a su vez controla los semáforos 12.

60 En referencia al canal uno, la circuitería 36A de procesamiento de la señal recibe una señal analógica proporcionada por el conjunto detector 16A. La circuitería 36A de procesamiento de la señal procesa la señal analógica y produce una señal digital, que otro circuito decodificador 38A recibe. El circuito decodificador 38A extrae los datos de la señal digital, valida la autorización correcta y proporciona los datos al procesador 40 de selector de fase principal. El canal dos se configura de manera similar, con el conjunto detector 16B acoplado a la señal de la circuitería 36B de procesamiento de la señal que a su vez se acopla al circuito decodificador 38B.

La memoria a largo plazo 42 se implementa usando una memoria de solo lectura programable y borrrable electrónicamente (EEPROM). La memoria a largo plazo 42 se acopla al procesador 40 de selector de fase y se usa para almacenar una lista de códigos de identificación autorizados para registrar datos. Se apreciará que la clave 39 se puede almacenar en la memoria a largo plazo 42.

5 Los circuitos decodificadores 38A y 38B pueden usar una clave 39 opcional para decodificar la señal recibida desde los conjuntos detectores 16A y 16B. En una realización, un código de identificación de vehículo recibido se decodifica usando la clave y el código de identificación de vehículo decodificado se comprueba contra una lista de  
10 códigos de identificación de vehículo autorizados desde la memoria a largo plazo 42.

El puerto de datos externo 43 se usa para acoplar el selector de fase 18 a un ordenador. En una realización, el puerto de datos externo 43 es un puerto en serie RS232. Normalmente, se usan ordenadores portátiles en el campo con los que intercambiar datos y para configurar un selector de fase. Los datos registrados se eliminan del selector de fase 18 a través del puerto de datos externo 43 y la clave 39 y se almacena una lista de códigos de identificación autorizados en el selector de fase 18 a través del puerto de datos externo 43. Al puerto de datos externo 43 se puede acceder también de manera remota usando un módem con o sin cable, una red de área local u otro de tales dispositivos.

15 La clave 39 se puede actualizar desde un ordenador portátil a través del puerto de datos externo 43. Además, el procesador 40 de selector de fase principal puede actualizar la clave 39 en respuesta a una instrucción recibida desde los conjuntos detectores 16A y 16B para actualizar la clave 39.

El reloj de tiempo real 44 proporciona al procesador 40 de selector de fase principal el tiempo actual. El reloj de tiempo real 44 proporciona marcas de tiempo que se pueden registrar en la memoria a largo plazo 42 y se usa para planear otros eventos, incluyendo el tiempo de actualización de la clave 39. En una realización, se selecciona la clave 39 de una lista almacenada en la memoria 42 en momentos específicos, tal como una vez al día. En otra realización, la clave 39 se genera a partir de la fecha y la hora u otro parámetro basado en tiempo proporcionado por el reloj de tiempo real 44 u otro parámetro natural. Por ejemplo, se usa un algoritmo de hash de la fecha, hora y/o un valor actual para una clave de base proporcionada de manera manual para generar periódicamente valores automáticamente para la clave 39. Todavía en otra realización, la clave 39 se actualiza con un nuevo valor en un momento particular, tal como a las tres de la mañana del día después de recibir el nuevo valor para la clave 39.

En una realización alternativa, el algoritmo de validación usa múltiples claves. Por ejemplo, el reloj de tiempo real 44 se puede sincronizar incompletamente con un reloj de tiempo real similar en cada uno de los emisores 24A, 24B y 24C y la decodificación que usa dos claves puede compensar las claves que se actualizan periódicamente usando relojes de tiempo real sincronizados incompletamente. Durante una primera mitad u otra parte inicial del periodo para una clave basada en un reloj de tiempo real 44, los circuitos decodificadores 38A y 38B pueden llevar a cabo la decodificación usando la clave y la clave anterior. La decodificación es exitosa si el intento de decodificación es exitoso. Durante una segunda mitad u otra parte final del periodo para una clave basada en un reloj de tiempo real 44, los circuitos decodificadores 38A y 38B pueden llevar a cabo de manera similar la decodificación usando la clave y la clave siguiente.

La figura 3 es un diagrama de bloques de los componentes de un emisor para un sistema de preferencia de tráfico óptico para una realización de acuerdo con la presente invención. Una fuente óptica 102 opcional, tal como un tubo de flash de xenón o un diodo que emite luz de alta intensidad, sobre un vehículo emite pulsos cortos de luz que se reciben por un detector de un controlador de semáforo para solicitar preferencia de la operación normal del semáforo para agilizar el paso de los vehículos a través del semáforo.

Un circuito de generación de señal 104 genera una señal de salida para controlar los destellos de luz desde la fuente óptica 102. El circuito de generación de señal 104 puede incluir un transformador usado para generar una señal de salida que tiene pulsos de alta tensión que accionan una luz estroboscópica de xenón para emitir un pulso de luz. Los datos que especifican el tiempo de los pulsos de la señal de salida se pueden proporcionar mediante el circuito de protocolo 106, usando los pulsos de señal de salida modulación de amplitud y modulación de frecuencia.

55 El circuito de protocolo 106 puede generar la especificación del tiempo para los pulsos de luz emitidos por la fuente óptica 102. El circuito de protocolo 106 puede generar la especificación del tiempo de los pulsos de luz emitidos por la fuente óptica 102 generando las informaciones textuales que se incrustarán en la secuencia de pulso óptico y codificando estas informaciones textuales para generar la especificación del tiempo para los pulsos. Las informaciones textuales incrustadas en la secuencia de pulso óptico pueden incluir información especificada en la interfaz de usuario 108.

En una realización, la interfaz 108 incluye un dispositivo de entrada usado por un operario o administrador del vehículo que lleva el emisor 100 para especificar uno o más códigos de identificación de vehículo. Entre los ejemplos de dispositivos de entrada se incluyen interruptores de ruedecilla y teclados. Un operario que configura un código de identificación de vehículo puede especificar adicionalmente una clave 110 para el emisor 100. Por ejemplo, un dígito de un código de identificación de vehículo de varios dígitos puede especificar una clave 110 que provoca que el  
65

emisor 100 emita una secuencia de pulso óptico que usa una combinación particular de modulación de amplitud y modulación de frecuencia. Para facilitar el uso de un operario, el operario puede ignorar que una parte de cada código de identificación de vehículo selecciona de hecho una clave 110 en lugar de o además de incrustarse en la secuencia de pulso óptico transmitida. En otra realización, la interfaz 108 incluye un mecanismo para especificar la operación predeterminada del emisor o para configurar la operación del emisor después de la fabricación, tal como los ajustes del puente dentro del recinto del emisor o almacenamiento no volátil externamente configurable.

El circuito de protocolo 106 puede generar una especificación de la secuencia de pulso óptico, incluyendo un código de identificación de vehículo recibido desde la interfaz de usuario 108. El circuito de protocolo 106 puede incluir circuitos de almacenamiento 112 que proporcionan al protocolo información tal como una asignación de un bit particular del código de identificación de vehículo a la modulación de amplitud y/o modulación de frecuencia de un pulso óptico particular.

En una realización, la información en un circuito de almacenamiento 112 puede ser un algoritmo del protocolo, tal como diagramas de transición del estado del protocolo o un código ejecutable por procesador. El circuito de protocolo 106 puede incluir un procesador, tal como un microprocesador, que ejecuta el código ejecutable por procesador para crear datos, tal como una especificación de la secuencia de pulso óptico.

En otra realización, la información en el circuito de almacenamiento 112 puede ser una implementación lógica, tal como una matriz lógica programable o un dispositivo lógico programable configurado con datos de programación para los esquemas de modulación. Aún en otra realización, la información en el circuito de almacenamiento 112 puede ser tablas de protocolo, tal como el estado y las salidas siguientes de una función del estado y las entradas actuales. El circuito de protocolo 106 puede usar combinaciones de un algoritmo del protocolo, una implementación lógica y tablas en una realización alternativa. A los contenidos del circuito de almacenamiento 112 se puede acceder de manera externa para permitir al fabricante o a un administrador de una flota de vehículos actualizar los esquemas de modulación soportados por un circuito de protocolo 106.

El emisor óptico 100 puede tener un reloj de tiempo real 114. La fecha y/u hora desde el reloj de tiempo real u otro parámetro basado en tiempo u otro parámetro natural se puede usar para seleccionar o modificar la clave 110. Por ejemplo, se puede usar un algoritmo hash de fecha y hora, y potencialmente una clave de base actualizada manualmente para generar un valor actualizado para la clave 110 cada diez minutos. La clave 110 puede ser dependiente de una clave base proporcionada de manera manual, tal como una clave base proporcionada sobre los interruptores de ruedecilla y/o desde un ordenador portátil acoplado, y/o la fecha y hora actuales. La clave 110 puede actualizarse de manera manual, por ejemplo, en respuesta a la detección de un uso no autorizado, y/o actualizarse automáticamente basándose en la fecha y hora actuales.

Las figuras 4A, 4B, 4C, 4D y 4E ilustran pulsos ópticos transmitidos entre un vehículo y un equipo en una intersección para un ejemplo de protocolo de comunicación de acuerdo con la presente invención. Como se ilustra en la figura 4A, una secuencia de pulso óptico 200 puede alternar entre un conjunto 202 de pulsos de luz usando modulación de amplitud y un conjunto de pulsos de luz 204 usando modulación de frecuencia. Un ejemplo para cada uno de los conjuntos 202 y 204 se ilustra en las figuras 4B y 4C, ampliadas para mostrar el detalle.

Como se muestra en la figura 4B, el conjunto 202 de secuencia de pulso óptico 200 tiene pulsos de luz 206 estroboscópicos que tienen lugar a una frecuencia particular que normalmente es nominalmente 10 Hz o 14 Hz. Entre los pulsos mayores, los pulsos de datos 208, 210 y 212 opcionales incrustan la palabra de datos codificada en el conjunto 202 de la secuencia de pulso óptico 200.

Por ejemplo, si el pulso 208 está presente, entonces la palabra de datos codificada tiene un primer bit de uno, y si el pulso 208 está ausente entonces la palabra de datos codificada tiene un primer bit de cero. El valor de un primer bit de la palabra de datos codificada determina la modulación de amplitud para un nivel completo para el pulso 208 o un nivel cero para el pulso 208. Si el pulso 210 está presente, entonces la palabra de datos codificada tiene un segundo bit de uno, y si el pulso 210 está ausente entonces la palabra de datos codificada tiene un segundo bit de cero. De manera similar, si el pulso 212 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un tercer bit de uno, y si el pulso 212 está ausente entonces la palabra de datos codificada tiene un tercer bit de cero. Normalmente, los pulsos 208, 210 y 212 opcionales están a medio camino entre los pulsos 206 mayores. Otra secuencia de pulso óptico que solo incluye conjuntos de pulsos 202 puede corresponder al protocolo de comunicación de un Sistema de Control de Prioridad Opticom™.

Como se muestra en la figura 4C, el conjunto 204 de la secuencia de pulso óptico 200 tiene pulsos de luz estroboscópicos que tienen nominalmente lugar a una frecuencia particular que normalmente es aproximadamente 10 Hz o 14 Hz, pero los pulsos se desplazan desde la frecuencia nominal para incrustar la palabra de datos codificada en la secuencia de pulso óptico 200. Por ejemplo, después de un pulso 214 inicial, solo uno o el resto de los pulsos 216 y 218 está(n) presente(s) y si un pulso precoz 216 está presente entonces una palabra de datos codificada tiene un primer bit de cero y si el pulso tardío 218 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un primer bit de uno. El valor de un primer bit de la palabra de datos codificada determina la modulación de frecuencia para un pulso precoz 216 o un pulso tardío 218. Solo uno o el resto de los pulsos 220 y 222 está(n)

presente(s) y si un pulso precoz 220 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un segundo bit de cero y si el pulso tardío 222 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un segundo bit de uno. De manera similar, solo uno o el resto de los pulsos 224 y 226 está(n) presente(s) y si un pulso precoz 224 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un tercer bit de cero y si el pulso tardío 226 está presente entonces la palabra de datos codificada tiene un tercer bit de uno.

Normalmente, cada pulso 216 a 226 se separa del pulso anterior en un periodo de tiempo nominal que corresponde a la frecuencia nominal con la separación real entre un pulso y el pulso anterior que proporciona modulación de frecuencia siendo ligeramente menor o ligeramente mayor que el periodo de tiempo nominal. Un pulso precoz con una separación del pulso precoz de ligeramente menos que el periodo de tiempo nominal incrusta un bit de datos de cero y un pulso tardío con una separación del pulso tardío de ligeramente más que el periodo de tiempo nominal incrusta un bit de datos de uno. Por ejemplo, si el pulso 216 está presente, entonces un segundo bit de cero se incrusta cuando el pulso 220 se separa del pulso 216 por ligeramente menos del periodo de tiempo nominal, y si el pulso 218 está presente entonces un segundo bit de cero se incrusta cuando el pulso 220 se separa del pulso 218 por ligeramente menos del periodo de tiempo nominal. Otra secuencia de pulso óptico que solo incluye conjuntos de pulsos 204 puede corresponder al protocolo de comunicación de un sistema Strobecom II.

La secuencia de pulso óptico 240 de la figura 4D tiene pulsos de luz 242 estroboscópicos mayores que tienen lugar a una frecuencia particular que normalmente es nominalmente 10 Hz o 14 Hz. Entre los pulsos mayores, los pulsos de datos 244 a 260 opcionales incrustan la palabra de datos codificada. La secuencia de pulso óptico 240 codifica dos bits de los datos codificados entre cada pulso de luz 242 mayor. La secuencia de pulso óptico 240 permite transmitir más datos codificados o datos codificados duplicados dentro de un intervalo de tiempo dado en comparación con la secuencia de pulso óptico que codifica solo un bit de datos entre cada pulso mayor. Por ejemplo, la secuencia de pulso óptico 240 puede doblar el número de bits para datos codificados desde 14 bits hasta 28 bits, en consecuencia, aumentar el número de códigos de identificación de vehículo desde 16 384 posibles códigos hasta alrededor de 268 millones de códigos posibles.

Una instalación típica de un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota podría configurarse con 1 000 códigos de identificación de vehículos autorizados. Un usuario no autorizado podría fácilmente "adivinar" un código de identificación de vehículo autorizado cuando 1 000 de los 16 384 posibles códigos se autorizan. Sin embargo, adivinar el código de identificación de vehículo autorizado es improbable cuando 1 000 de los 268 millones de códigos son códigos de identificación de vehículos autorizados.

La secuencia de pulso óptico 240 puede codificar el primer y el segundo bit en pulsos de datos 244, 246 y 248. La combinación del primer y segundo bit tiene cuatro posibles valores y los pulsos 244, 246 y 248 tienen cuatro combinaciones de pulsos de datos correspondientes. En una primera combinación, todos los pulsos 244, 246 y 248 están ausentes. En una segunda combinación, el pulso 244 está presente y los pulsos 246 y 248 están ausentes. En una tercera combinación, el pulso 246 está presente y los pulsos 244 y 248 están ausentes. En una cuarta combinación, el pulso 248 está presente y los pulsos 244 y 246 están ausentes.

Normalmente, la secuencia de pulso óptico 240 se genera mediante un emisor óptico que tiene un tubo de flash de xenón. El tubo de flash de xenón puede emitir un pulso óptico convirtiendo la energía almacenada en un condensador en un destello de luz. Generalmente, la fuente de energía para el tubo de flash de xenón toma algún tiempo para recargar el condensador para el siguiente destello de luz. Por lo tanto, el tiempo entre los pulsos ópticos normalmente debe exceder un valor que corresponde al tiempo de recarga de un condensador. Normalmente, las posiciones para los pulsos ópticos 244, 246 y 248 se separan por un periodo de tiempo que permite como mucho emitir uno de los pulsos ópticos.

Por lo tanto, la ausencia de cualquiera de los pulsos ópticos 244, 246 y 248 o un pulso que es uno de los pulsos ópticos 244, 246 y 248 puede corresponder a la modulación de amplitud y/o modulación de frecuencia de un pulso óptico que es nominalmente la posición de pulso para el pulso óptico 246. La ausencia de los pulsos 244, 246 y 248 puede corresponder a una modulación de amplitud de cero amplitud y modulación de frecuencia desconocida. La presencia de solo el pulso óptico 246 puede corresponder a una modulación de amplitud de amplitud completa y una modulación de frecuencia de desplazamiento cero. La presencia de solo el pulso óptico 244 puede corresponder a una modulación de amplitud de amplitud completa y una modulación de frecuencia de desplazamiento precoz. La presencia de solo el pulso óptico 248 puede corresponder a una modulación de amplitud de amplitud completa y una modulación de frecuencia de desplazamiento tardío.

La secuencia de pulso óptico 270 de la figura 4E combina posiciones de pulso de los conjuntos 202 y 204 de la secuencia de pulso óptico 200 de la figura 4A, permitiendo transmitir más datos codificados o datos codificados duplicados dentro de un intervalo de tiempo dado. Después de que un emisor transmita un pulso 272 inicial, la presencia o ausencia del pulso 274 respectivamente proporciona un primer bit de uno o cero, y la presencia tanto de pulsos 276 como de pulsos 278 mutuamente exclusivos proporciona un segundo bit de cero o uno. Los pulsos ópticos 274, 280 y 286 tienen modulación de amplitud respectiva o tanto amplitud completa o amplitud cero y los pulsos ópticos 276 o 278, 282 o 284, y 288 o 290 tienen modulación de frecuencia de tanto desplazamiento precoz como tardío. Los bits adicionales tres a seis se incrustan de manera similar mediante los pulsos 280 a 290.

En una realización, los pulsos 274, 280, y 286 se transmiten mediante un emisor la mitad del periodo nominal después del pulso anterior. Por ejemplo, si el pulso 276 está presente entonces el pulso 280 se transmite la mitad del periodo nominal después del pulso 276 y si el pulso 278 está presente entonces el pulso 280 se transmite la mitad del periodo nominal después del pulso 278. En otra realización, los pulsos 274, 280 y 286 se transmiten a medio camino entre el pulso anterior y el siguiente.

La frecuencia nominal usada para transmitir los pulsos de una secuencia de pulso óptico 200, 240 y 270 puede determinar una prioridad. Por ejemplo, una frecuencia de aproximadamente 10 Hz puede corresponder a una alta prioridad para un vehículo de emergencia y una frecuencia de aproximadamente 14 Hz puede corresponder a una baja prioridad para un vehículo de transporte público.

La figura 5 es un diagrama de flujo de la operación del sistema de preferencia de tráfico óptico en un vehículo y una intersección de acuerdo con la presente invención. Como en la figura 2, la operación/actividad del equipo en el vehículo se muestra en el lado izquierdo de la ilustración y la operación/actividad del equipo en la intersección se muestra en el lado derecho de la ilustración. En el vehículo, el operario del vehículo o un agente del administrador del sistema selecciona el código de identificación de vehículo único para el vehículo (y su equipo emisor asociado). Tal agente se muestra en el nodo 64, con una línea de datos de conexión que muestra el código de identificación de vehículo único que está pasando al vehículo en el nodo 66 de actividad. La clave para codificar el código de identificación del vehículo se puede preinstalar en el vehículo, pasar por el agente (línea 76) y/o cambiar automáticamente conforme una función de un parámetro natural (por ejemplo, cada segundo martes de cada mes a las 23:58 hora Central), conforme una función de un algoritmo (por las actualizaciones en las líneas de datos 72 y 87), y/o conforme una función de un parámetro irregular tal como secuencias pseudoaleatorias que identifican un momento en el que la clave cambia y/o la manera en la que la clave cambia. El nodo 70 representa otra característica opcional en la que la operación de codificación en el nodo 66 solo se activa en respuesta a una instrucción de activación especial que se está introduciendo de manera manual. Cada una de tales entradas de datos manuales se puede implementar fácilmente usando teclas táctiles convencionales y otro tipo de interruptores para seleccionar los códigos correctos.

Una vez activado y equipado con la selección de código correcta, el pulso de luz que señala puede emitirse desde el equipo instalado en el vehículo hacia el equipo de la intersección, como se muestra en el nodo 68. Como se muestra en el nodo 84, el pulso de luz que señala se detecta en la intersección y se pasa una señal de datos al nodo 86. Asumiendo que el código de identificación de vehículo se autoriza, la señal de datos incluye el código de identificación de vehículo como se codifica usando la clave seleccionada como se trató anteriormente en conexión con 25 de la figura 1. En el nodo 86, los datos recibidos se cifran usando la clave y, si la clave y/o el algoritmo se han actualizado (por la línea 87), usando la información actualizada. Antes de la selección de la fase, otro módulo de procesamiento de datos valida el intento de preferencia (nodo 88) comparando la señal de datos decodificada (es decir, el código de identificación de vehículo) con los códigos autorizados almacenados en la tabla de gestión de códigos (nodo 90). El intento de preferencia (tanto si es como si no exitoso) se registra (nodo 92) como es convencional en las realizaciones y en los sistemas comerciales anteriormente tratados.

Mientras que ciertos aspectos de la presente invención se han descrito con referencia a varias realizaciones ejemplares particulares, los expertos en la materia reconocerán que se pueden realizar muchos cambios en las mismas. Por ejemplo, el emisor óptico y la circuitería del detector, así como el procesamiento de la señal de datos (búsqueda de datos, envío y formateo de datos, y codificación y decodificación de datos) se pueden implementar usando una disposición de circuito de procesamiento de la señal que incluye uno o más procesadores, memoria volátil y/o no volátil, y una combinación de uno más entre circuito analógico, digital, discreto, lógico programable, lógico semiprogramable y lógico no programable. Los ejemplos de tales circuitos para tareas de procesamiento de la señal comparables se describen en los dispositivos comerciales anteriormente tratados y en diversas referencias, que incluyen, por ejemplo, las Patentes de Estados Unidos N.º 5.172.113, N.º 5.519.389, N.º 5.539.398 y N.º 4.162.447. Tales implementaciones y adaptaciones se apoyan por las realizaciones anteriormente tratadas sin salir del ámbito de la presente invención, cuyos aspectos se establecen en las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un emisor óptico (24A, 24B, 24C; 100) para un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota, comprendiendo el emisor óptico:
- 5 un circuito codificador (106) adaptado para generar un conjunto de pulsos de señales, en el que al menos un bit de una información textual se codifica como una función de modulación de amplitud de un primer subconjunto del conjunto de pulsos de señal y al menos otro bit de la palabra de datos se codifica como una función de modulación de frecuencia del segundo subconjunto de un conjunto de pulsos de señal; y
- 10 una fuente óptica (102) adaptada para transmitir un conjunto de pulsos de luz que tiene un pulso de luz respectivo para cada pulso de señal del conjunto de pulsos de señal.
2. El emisor óptico de la reivindicación 1, en el que el circuito codificador se adapta adicionalmente para modificar los pulsos ópticos incluidos en el primer y segundo subconjunto en respuesta a una clave.
- 15 3. El emisor óptico de la reivindicación 1, en el que la fuente óptica se monta en un vehículo y la palabra de datos incluye un código de identificación de vehículo asociado con el vehículo.
4. El emisor óptico de la reivindicación 1, en el que el primer subconjunto del conjunto de los pulsos de señal y el segundo subconjunto del conjunto de los pulsos de señal no comparten ningún pulso de señal.
- 20 5. El emisor óptico de la reivindicación 1, en el que el primer subconjunto del conjunto de los pulsos de señal y el segundo subconjunto del conjunto de los pulsos de señal comparten al menos un pulso de señal.
- 25 6. Un selector de fase (18) para un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota, comprendiendo el selector de fase:
- un detector óptico (16A, 16B) adaptado para recibir el conjunto de pulsos de luz, en el que al menos un bit de una palabra de datos se codifica como una función de modulación de amplitud de un primer subconjunto del conjunto de pulsos de luz y al menos otro bit de la palabra de datos se codifica como una función de modulación de frecuencia de un segundo subconjunto del conjunto de pulsos de luz; y
- 30 un circuito decodificador (38A, 38B) adaptado para generar la palabra de datos desde el conjunto de pulsos de luz recibido en el detector óptico.
- 35 7. El selector de fase de la reivindicación 6, en el que la palabra de datos incluye un código de identificación de vehículo asociado con un vehículo que transmite el conjunto de pulsos de luz y el circuito decodificador además se adapta para intentar validar el código de identificación del vehículo.
- 40 8. El selector de fase de la reivindicación 6, en el que el circuito decodificador además se adapta para emitir una instrucción de selección de una fase para un semáforo asociado en respuesta a la validación del código de identificación del vehículo.
9. Un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota, que comprende un emisor óptico (24A, 24B, 24C; 100) de acuerdo con la reivindicación 1 y el selector de fase (18) de acuerdo con la reivindicación 6.
- 45 10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el circuito codificador y el circuito decodificador se adaptan además para modificar los pulsos ópticos incluidos en el primer y en el segundo subconjunto en respuesta a una clave.
- 50 11. El sistema de la reivindicación 9, en el que la fuente óptica se monta en un vehículo y la palabra de datos incluye un código de identificación del vehículo asociado con el vehículo.
12. El sistema de la reivindicación 9, en el que el circuito decodificador además se adapta para emitir una instrucción de preferencia de tráfico para un semáforo asociado en respuesta a la palabra de datos.
- 55 13. El sistema de la reivindicación 9, en el que el primer subconjunto del conjunto de los pulsos de señal y el segundo subconjunto del conjunto de los pulsos de señal no comparten ningún pulso de señal.
14. El sistema de la reivindicación 9, en el que el primer subconjunto del conjunto de los pulsos de señal y el segundo subconjunto del conjunto de los pulsos de señal comparten al menos un pulso de señal.
- 60 15. Un método de comunicación para uso en un sistema de preferencia de tráfico controlado de manera remota, comprendiendo el método:
- 65 codificar al menos un bit de una palabra de datos como una función de modulación de amplitud para un primer subconjunto de un conjunto de pulsos ópticos; y  
codificar al menos otro bit de la palabra de datos como una función de modulación de frecuencia para un

segundo subconjunto del conjunto de pulsos ópticos;  
transferir el conjunto de pulsos ópticos a un detector óptico; y  
decodificar la palabra de datos desde los pulsos ópticos recibidos en el detector óptico.

- 5 16. El método de comunicación de la reivindicación 15, que comprende además modificar los pulsos ópticos incluidos en el primer y segundo subconjunto en respuesta a una clave.
- 10 17. El método de comunicación de la reivindicación 15, en el que se monta un emisor óptico en un vehículo, la palabra de datos incluye un código de identificación de vehículo asociado con el vehículo, y la transferencia del conjunto de pulsos ópticos hasta el detector óptico incluye transmitir el conjunto de pulsos ópticos desde el emisor óptico y recibir el conjunto de pulsos ópticos en el detector óptico.
- 15 18. El método de comunicación de la reivindicación 15, que comprende además intentar validar la palabra de datos y seleccionar una fase para un semáforo asociado en respuesta a la validación de la palabra de datos.
19. El método de comunicación de la reivindicación 15, en el que el primer subconjunto del conjunto de pulsos ópticos y el segundo subconjunto del conjunto de pulsos ópticos no comparten ningún pulso de señal.
- 20 20. El método de comunicación de la reivindicación 15, en el que el primer subconjunto del conjunto de pulsos ópticos y el segundo subconjunto del conjunto de pulsos ópticos comparten al menos un pulso de señal.

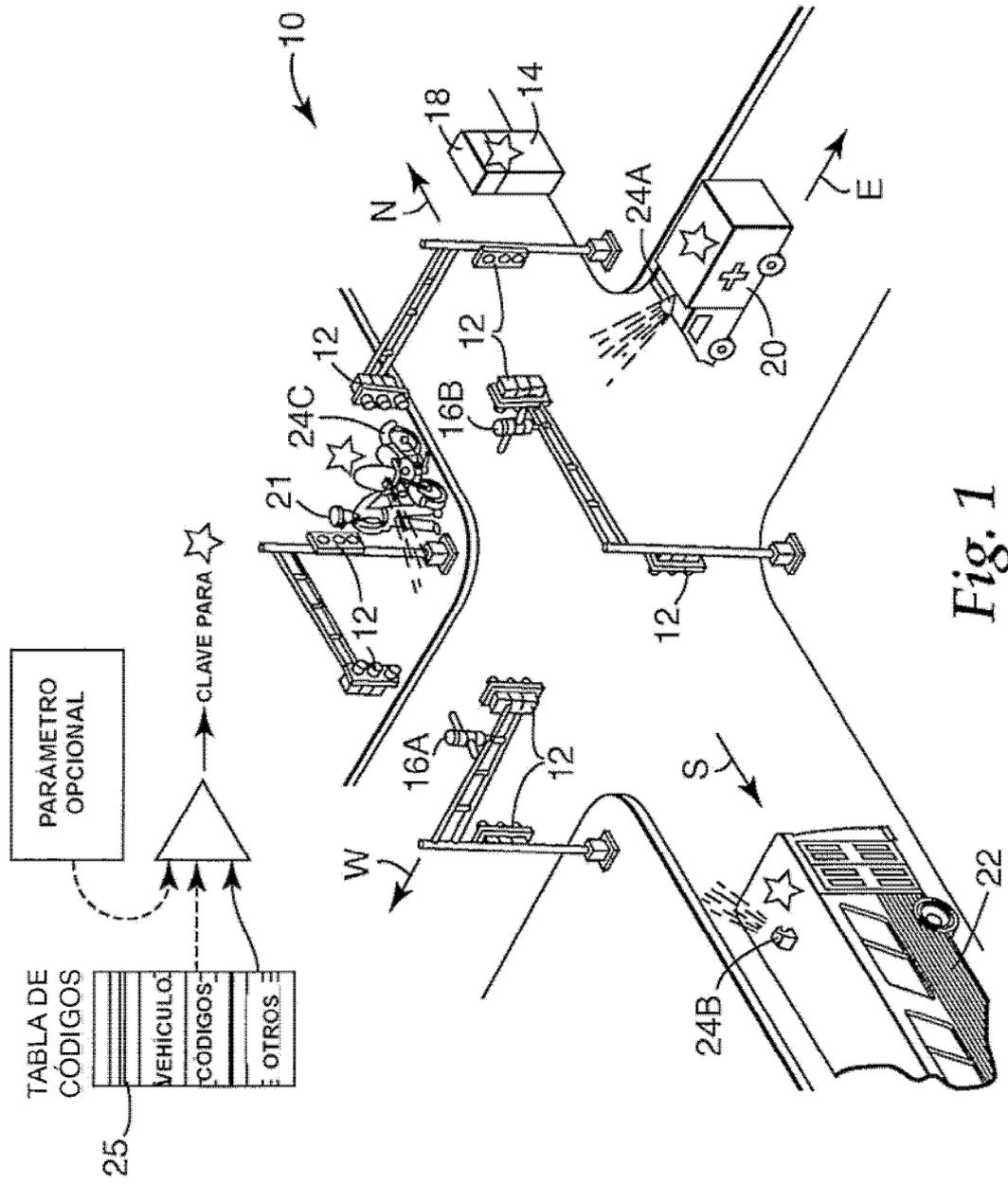


Fig. 1

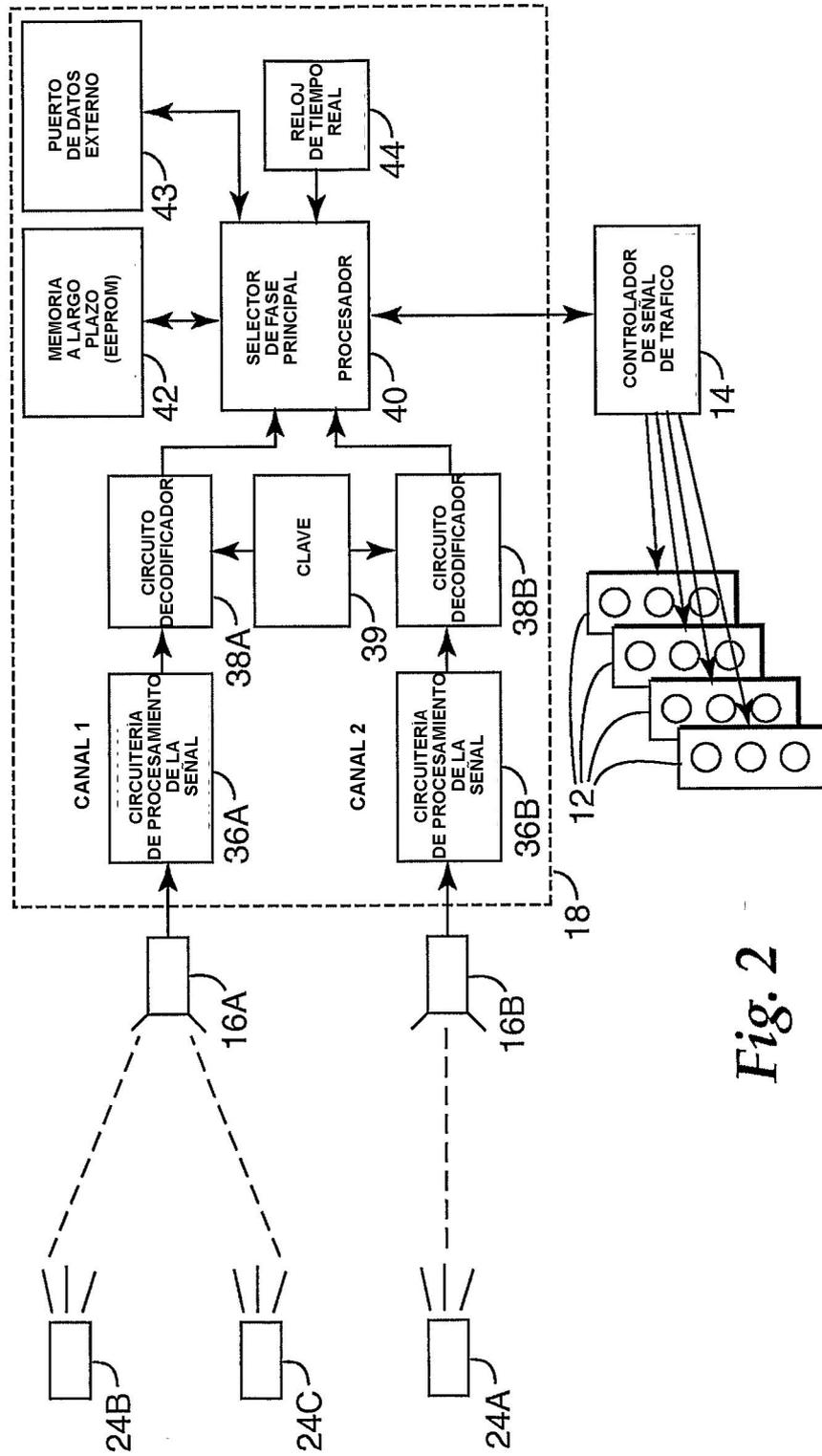


Fig. 2

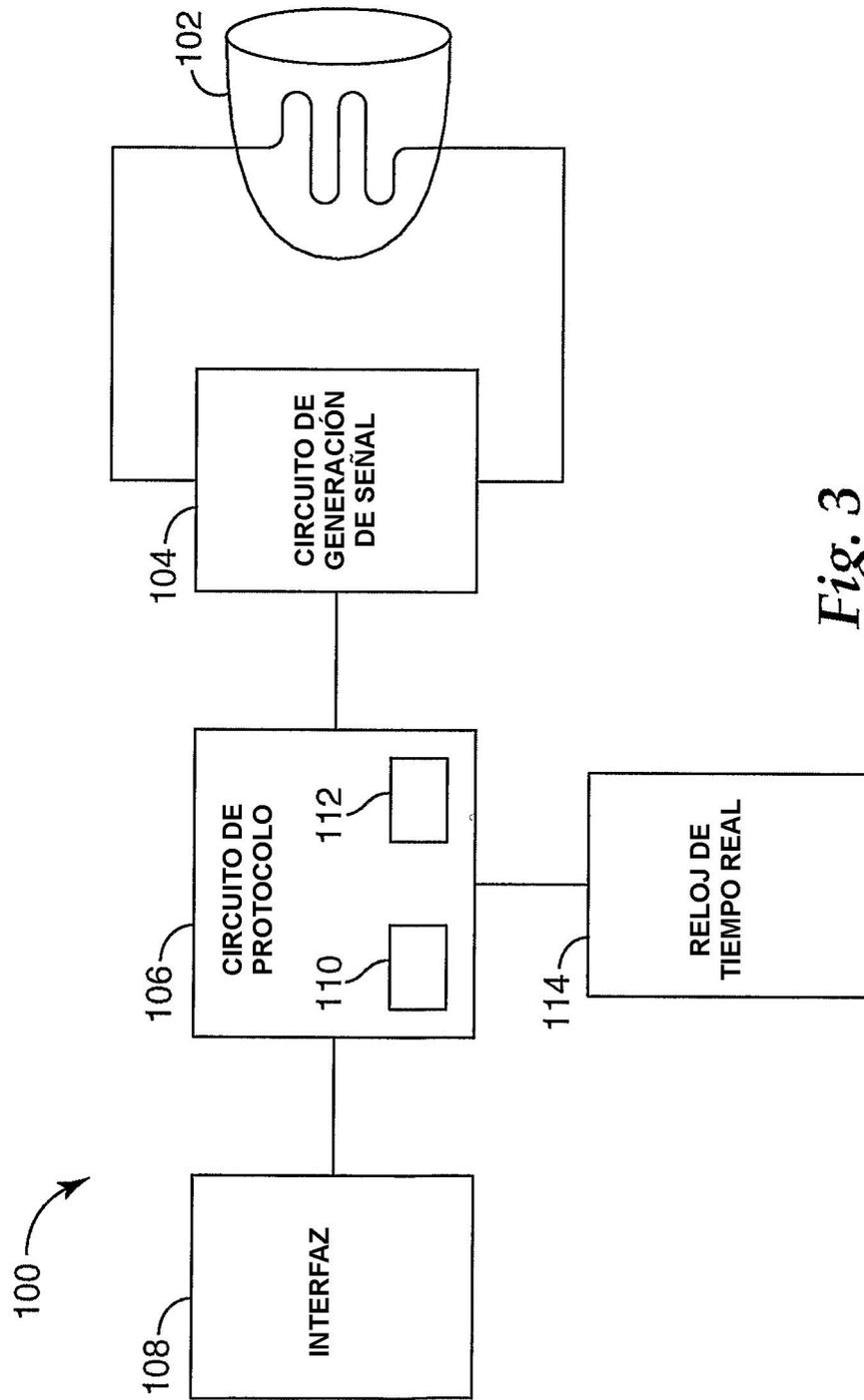


Fig. 3

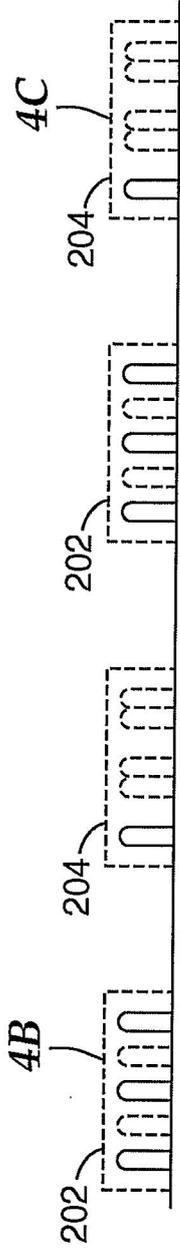


Fig. 4A

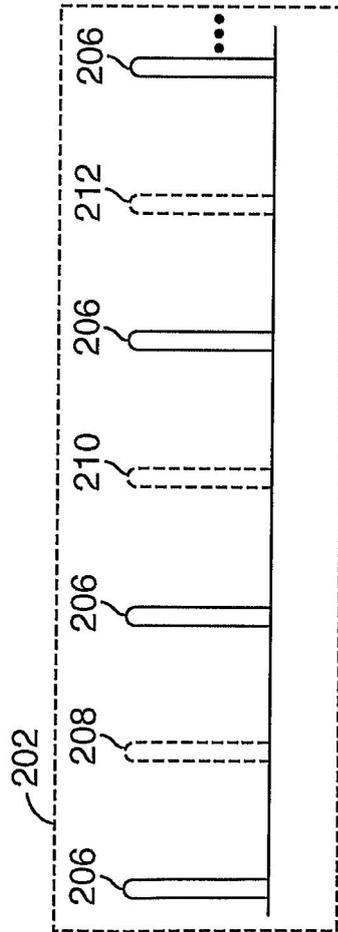


Fig. 4B

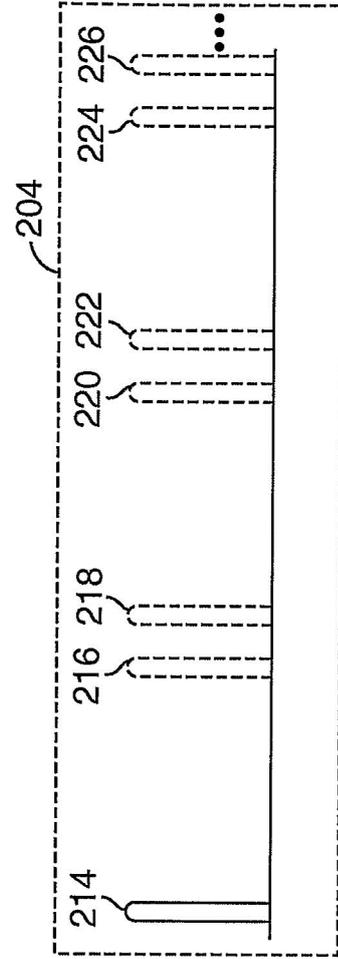


Fig. 4C

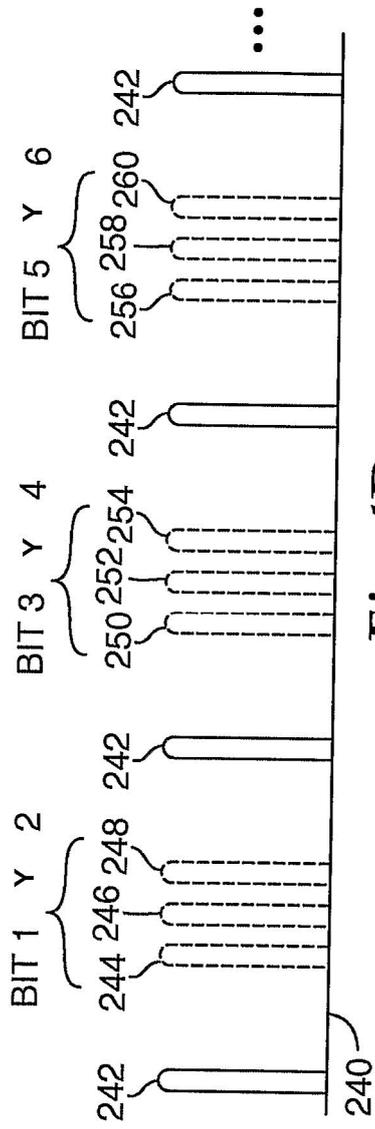


Fig. 4D

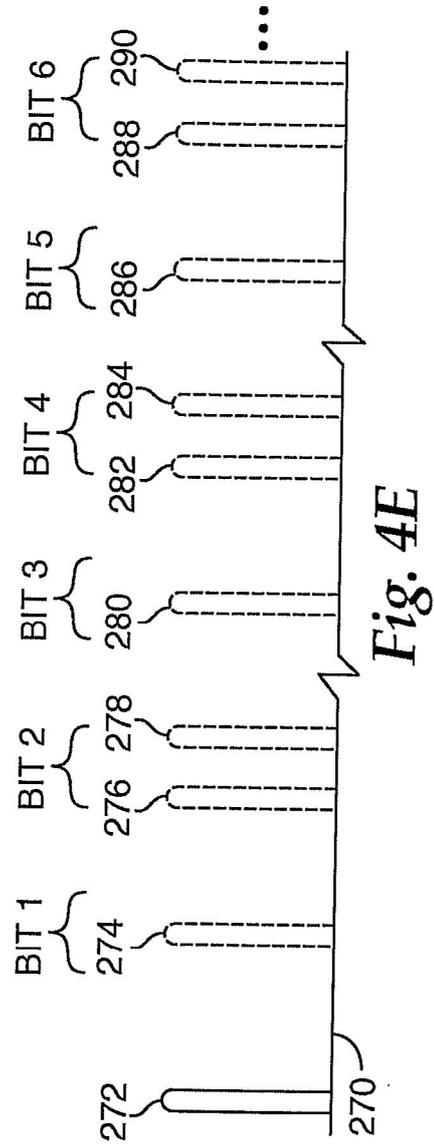


Fig. 4E

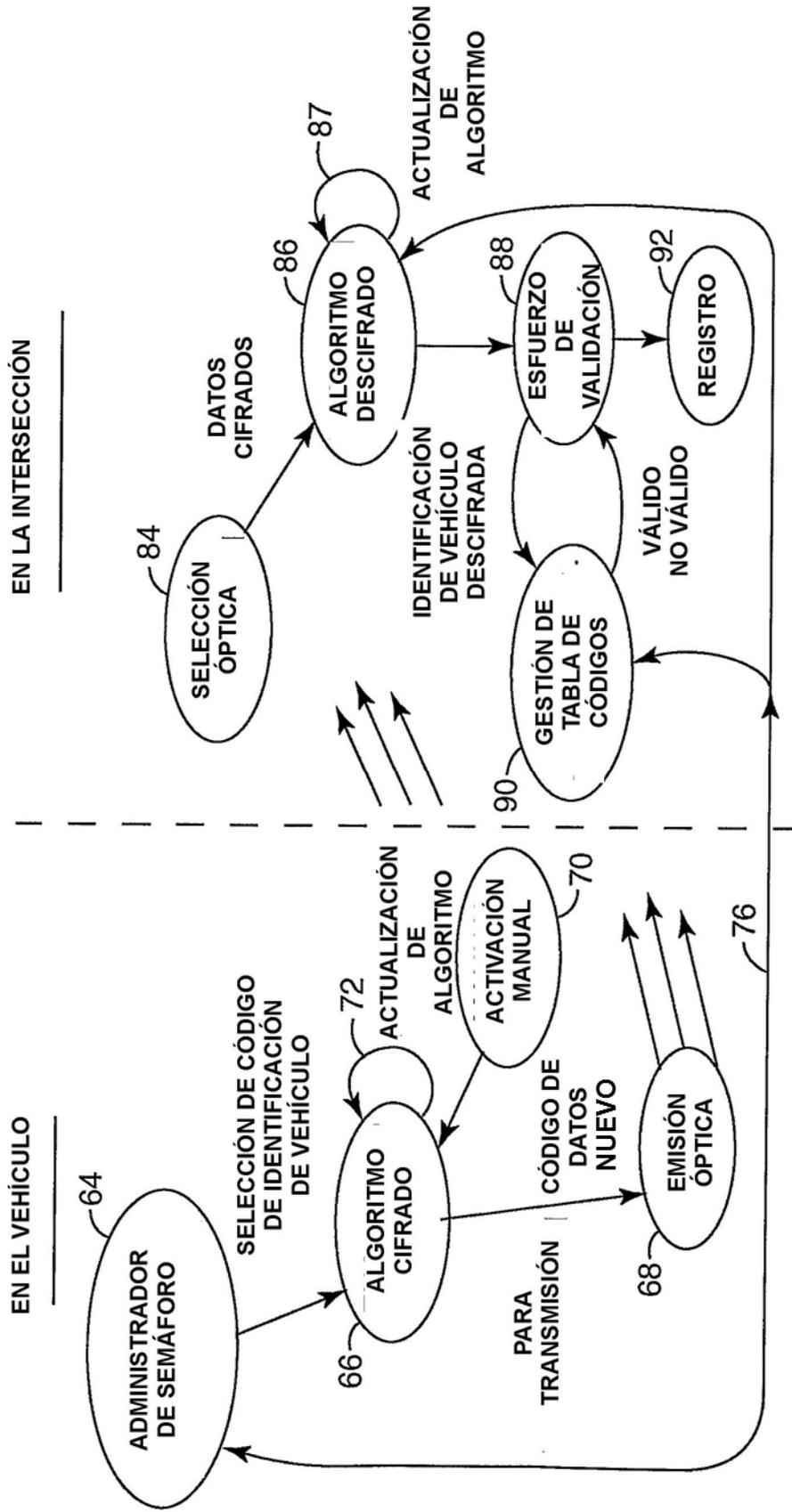


Fig. 5