

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 989**

51 Int. Cl.:

G08G 1/07 (2006.01)

G08G 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2011** **E 11450097 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016** **EP 2418632**

54 Título: **Procedimiento para la regulación de una instalación de señalización**

30 Prioridad:

29.07.2010 AT 12772010

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

17.03.2017

73 Titular/es:

**KUHN, ANDREAS (50.0%)
Georgenberg 111
5440 Kuchi-Golling, AT y
KUHN, BIRGIT (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KUHN, ANDREAS y
KUHN, BIRGIT**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 605 989 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

Procedimiento para la regulación de una instalación de señalización

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de una instalación de señalización de un cruce. Las instalaciones de señalización de un cruce conocidas sirven para la regulación del flujo del tráfico del cruce, pudiendo estar configurada la instalación de señalización preferiblemente para la configuración de señales, en particular para la configuración de señales luminosas. Para ello, la instalación de señalización puede comprender un dispositivo de señalización, dispositivo de señalización que puede mostrar diferentes señales en función de variables de control.
 10 Ejemplos conocidos de instalaciones de señalización son los semáforos. Se conoce una regulación en la que la instalación de señalización cambia tras intervalos de tiempo fijos predeterminados. A este respecto, en el semáforo, las fases verdes, las fases amarillas y las fases rojas presentan, en cada caso, duraciones constantes predeterminadas. Además, se conoce variar estas duraciones predeterminadas con la hora del día o, a partir de una hora fijada de antemano, poner la instalación de señalización en no regulada, en particular en "intermitente", preferiblemente en "amarillo intermitente", con lo que, entonces, el cruce no está regulado. Este es un procedimiento sencillo para la regulación de la instalación de señalización, que sin embargo no considera la situación de tráfico actual.

20 Por el documento US 2002/116118 A1 se conoce un procedimiento basado en reglas para el control de una red de transporte.

El documento DE 44 36 339 A1 describe un control de semáforo de dos etapas. A este respecto, se obtienen en primer lugar señales por medio de un procesador previo que trabaja analíticamente a partir de datos de medición de sensores, que se evalúan entonces en una red neuronal aguas abajo.

25 A este respecto, resulta desventajoso que, en los procedimientos conocidos, pueden producirse a menudo atascos, porque no siempre se gestiona cada situación de tráfico de la mejor manera posible y con ello solo se consiguen soluciones subóptimas. A este respecto, resulta además desventajoso que los vehículos y/o peatones, en particular en calles secundarias, esperan a menudo mucho tiempo innecesario a un desbloqueo para pasar el cruce.

30 El objetivo de la invención es exponer un procedimiento del tipo mencionado al principio, en el que se eviten las desventajas conocidas, que pueda integrarse de manera sencilla en la regulación del tráfico de una red de transporte existente, con el que pueda garantizarse de manera fiable una buena regulación del cruce para diferentes requisitos, en el que la capacidad informática necesaria y la transferencia de datos necesaria puedan mantenerse pequeñas, y que pueda garantizar una disminución de la emisión contaminante en la zona del cruce.

35 Esto se consigue según la invención mediante las características de la reivindicación 1.

40 A este respecto, resulta ventajoso que, con el procedimiento, puedan considerarse especificaciones y estrategias de regulación variables de manera correspondiente al criterio de evaluación fijado de antemano. A este respecto, puede garantizarse una buena eficacia en relación con un criterio de evaluación claramente definido, que puede comprobarse fácilmente de manera objetiva. Además, mediante una valoración puede comprobarse la utilidad del criterio de evaluación y, dado el caso, modificarse el criterio de evaluación. Mediante la elección del criterio de evaluación, pueden fijarse de antemano diferentes estrategias para la regulación del cruce, pudiendo modificarse la estrategia de manera sencilla y rápida y pudiendo adaptarse a la respectiva situación, siendo suficiente para el cambio de estrategia una modificación del criterio de evaluación. Además, resulta ventajoso que, con el procedimiento con un gasto pequeño de capacidad informática y de transferencia de datos, puede determinarse y evaluarse la situación de tráfico actual, siendo suficiente un modelo de tráfico local sencillo. De esta manera, puede garantizarse una regulación de la instalación de señalización del cruce tanto especialmente sencilla y con menos cantidades de datos como adaptable a las situaciones de tráfico locales y regionales más diversas. La regulación puede realizarse en esencia directamente en la instalación de señalización, pudiendo continuar regulándose, en el caso de una interrupción de la transferencia de datos por medio de interfaces externas, la regulación dado el caso con los últimos datos comunicados, de modo que, a pesar de la interrupción, puede proporcionarse una buena regulación del flujo de tráfico.

55 Además, en el procedimiento resulta ventajoso que puede integrarse de manera sencilla en la regulación del tráfico de una red de transporte existente, en particular pudiendo realizarse de manera sencilla también un reajuste o una ampliación paso a paso de las regulaciones de tráfico disponibles, que, en el procedimiento, la capacidad informática puede mantenerse pequeña y solo es necesaria una transferencia de datos pequeña. A este respecto, el procedimiento presenta una propensión pequeña a las averías. Además, puede garantizarse, mediante la integración del criterio de evaluación, por ejemplo una disminución de la emisión contaminante, en particular en la zona del cruce.

60 Las reivindicaciones dependientes, que del mismo modo que la reivindicación 1 forman al mismo tiempo parte de la descripción, se refieren a configuraciones ventajosas adicionales del procedimiento.

La invención se refiere además a un producto de programa informático, que puede cargarse directamente en la memoria interna de un ordenador y que comprende secciones de código de software, con las que pueden realizarse las etapas del procedimiento según la reivindicación o las reivindicaciones dependientes, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

5 Por medio de un soporte de datos con este producto de programa informático puede proporcionarse fácilmente el procedimiento.

10 La invención se describirá más detalladamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se representan solamente formas de realización a modo de ejemplo. A este respecto:

la figura 1 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques del procedimiento de una primera forma de realización ventajosa;

15 la figura 2 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques del procedimiento de una segunda forma de realización ventajosa; y

la figura 3 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques del procedimiento de una tercera forma de realización ventajosa; y

20 la figura 4 muestra esquemáticamente en una vista en planta un cruce con una instalación de señalización luminosa.

25 Las figuras 1 a 3 muestran formas de realización de un procedimiento para la regulación de una instalación de señalización 1 de un cruce, en el que se entrega al menos un parámetro de entrada 10 a un dispositivo vial 2, el dispositivo vial 2 determina unos primeros parámetros de tráfico 31 de la situación de tráfico actual, se fija de antemano al menos un criterio de evaluación 4, se entregan los primeros parámetros de tráfico 31 y el al menos un criterio de evaluación 4 a un dispositivo de evaluación 6, el dispositivo de evaluación 6 determina variables de control 7 y se hace funcionar la instalación de señalización 1 con las variables de control 7.

30 De este modo se garantiza que las variables de control 7 se determinan en función tanto de la situación de tráfico actual como del criterio de evaluación 4. En el procedimiento resulta ventajoso que puede integrarse de manera sencilla en la regulación del tráfico de una red de transporte existente, en particular pudiendo realizarse también un reajuste o ampliación paso a paso de regulaciones de tráfico disponibles de manera sencilla. A este respecto, pueden integrarse en el procedimiento variables reguladas de la regulación de tráfico existente por medio del criterio de evaluación 4. Además, resulta ventajoso que, en el procedimiento, la capacidad informática puede mantenerse pequeña y solo es necesaria una transferencia de datos pequeña, que presenta una propensión pequeña a las averías, y que, mediante la integración del criterio de evaluación 4, puede garantizarse una disminución de la emisión contaminante, por ejemplo de la emisión de CO₂, en particular a lo largo de vías de tráfico principal.

40 El cruce es un cruce de tráfico, en el que se encuentran al menos dos calles. En el cruce pueden encontrarse también más de dos calles. Una forma de realización adicional del cruce se refiere a una rotonda.

45 El procedimiento se refiere en esencia solamente a la regulación del cruce, pudiendo entregarse el criterio de evaluación 4 al menos parcialmente de uno de los procedimientos jerárquicamente de orden superior. El procedimiento jerárquicamente de orden superior se refiere preferiblemente a un elemento jerárquicamente de orden superior al cruce de una red de transporte, por ejemplo a una carretera.

50 Todas las etapas del procedimiento se llevan a cabo para el cruce, refiriéndose las variables de control 7 solamente a la instalación de señalización 1 del cruce.

Dado el caso, por medio de una interfaz puede realizarse una transferencia de datos con un procedimiento jerárquicamente de orden superior.

55 La instalación de señalización 1 puede estar prevista para la regulación de tráfico del tráfico de peatones y/o de vehículos en el cruce, regulándose el tráfico mediante la instalación de señalización 1. En este sentido, el cruce es un cruce regulado y la instalación de señalización 1 fija de antemano por medio de señales, si se permite o no en ese momento un paso en el modo predeterminado, por ejemplo atravesarlo o girar en el mismo.

60 De modo ventajoso, la instalación de señalización 1 puede comprender una instalación de señalización luminosa, siendo las señales, al menos parcialmente, señales luminosas. La instalación de señalización luminosa puede estar configurada en particular como un semáforo. El semáforo puede comprender en particular al menos una señal luminosa verde, al menos una amarilla y al menos una roja, para mostrar si está permitido o no el paso en el modo predeterminado.

65 Otras formas de realización de la instalación de señalización 1 comprenden indicadores visuales, por ejemplo paneles de información, y/o transmisores de señales acústicas, como altavoces o sirenas.

En otras formas de realización adicionales, la instalación de señalización 1 comprende una unidad de emisión. A este respecto, pueden transmitirse señales a los usuarios de la vía pública y/o vehículos, pudiendo realizarse la transmisión por medio de radio, WLAN, TMC u otros modos de transmisión de información. Al usuario de la vía pública se le puede transmitir por ejemplo la duración hasta el próximo verde. Los peatones pueden recibir estas señales por medio de aparatos de recepción adecuados, por ejemplo teléfonos móviles o similares. En los vehículos puede integrarse directamente aparatos de recepción adecuados.

Con el dispositivo vial 2, se determina la situación de tráfico en el cruce por medio de un modelo de tráfico, determinando el dispositivo vial 2, en función del al menos un parámetro de entrada 10, los primeros parámetros de tráfico 31.

Siempre y cuando se considere solamente un número pequeño de parámetros de entrada 10, puede estar prevista una representación analítica del modelo de tráfico del dispositivo vial 2. Sin embargo, tal representación a menudo no es útil. Se han mostrado como ventajosos modelos de aprendizaje automático y/o modelos de reconocimiento de patrones, en los que los modelos pueden entrenarse mediante ejemplos y de este modo puede conseguirse una rápida y buena determinación de los primeros parámetros de tráfico 31 también en sistemas complejos.

Los modelos de aprendizaje automático pueden ser, por ejemplo, redes neuronales artificiales, árboles de regresión o clasificación, máquinas de vectores de soporte y/o tablas de consulta y/o conjuntos de modelos de aprendizaje automático.

Si se consideran múltiples parámetros de entrada 10, estos pueden englobarse en un vector de parámetros de entrada. A este respecto, los parámetros de entrada 10 pueden ser variables diferentes y, por ejemplo, ser flujos de tráfico medidos por medio de sensores en el cruce. Además, puede recurrirse a otros datos de tráfico, por ejemplo de sensores en otros puntos de tráfico, que se correlacionan con la situación de tráfico en el cruce. La situación de tráfico puede determinarse también de manera indirecta, por ejemplo mediante la medición de emisiones de sustancias contaminantes.

Los parámetros de entrada 10 pueden comprender valores dependientes de los parámetros de tráfico, los cuales dependen directamente del tráfico, por ejemplo una densidad de tráfico. Además, los parámetros de entrada 10 pueden comprender valores independientes de los parámetros de tráfico, que no dependen del tráfico. Sin embargo, esto no excluye que los parámetros de tráfico 31 dependan de estos valores. Por ejemplo, valores independientes de los parámetros de tráfico son el día de la semana.

Además, los parámetros de entrada 10 pueden comprender datos meteorológicos y/o datos de calendario. De ese modo, pueden considerarse de manera sencilla por ejemplo el tráfico de viajeros pendulares, el tráfico de viajeros de vacaciones al comienzo de las vacaciones y/o en el caso de mal tiempo.

Además, los parámetros de entrada 10 pueden comprender datos sobre eventos, por ejemplo eventos deportivos, ferias o conciertos, por lo que también puede considerarse un tráfico típico en el caso de eventos grandes.

Puede estar previsto que con el dispositivo vial 2 se determinen los parámetros de tráfico 31 a partir de parámetros de entrada 10, los cuales no se refieren directamente a los parámetros de tráfico 31 o solamente comprenden una parte de los parámetros de tráfico 31. Los ejemplos de los parámetros de entrada 10 enumerados anteriormente muestran que ha resultado no ser necesario prever los parámetros de entrada 10, a partir de los cuales pueden determinarse analíticamente los parámetros de tráfico 31. De este modo, puede mantenerse pequeño el despliegue de medición en el cruce y obtener todavía una buena idea de la situación de tráfico.

Preferiblemente, los parámetros de entrada 10 comprenden al menos una variable medida actualmente, siendo esta variable distinta de los parámetros de tráfico 31. Esta variable medida actual puede comprender en particular datos meteorológicos, datos de tiempo y/o emisiones de sustancias contaminantes.

Por ejemplo, la situación de tráfico actual puede describirse mediante las afluencias y la tasa de giro de las calles de acceso del cruce, pudiendo estar previstas estas variables como los primeros parámetros de tráfico 31. En otras realizaciones, los primeros parámetros de tráfico 31 pueden devolver también otros valores, pudiendo determinarse también con estos primeros parámetros de tráfico 31 las afluencias y la tasa de giro de las calles de acceso del cruce. Por ejemplo, pueden escogerse las salidas en lugar de una o múltiples tasas de giro.

Un modelo de tráfico especialmente sencillo del dispositivo vial 2 describe en función de una hora y un día los flujos de tráfico promedio en el cruce. Como parámetros de entrada 10 se comunican entonces al menos la hora y el día al dispositivo vial 2, determinando el dispositivo vial 2 los correspondientes primeros parámetros de tráfico 31 y entregándolos al dispositivo de evaluación 6. De ese modo, pueden considerarse el tráfico de hora punta, puntas matutinas y vespertinas en la intensidad de tráfico, en particular puntas en un único sentido en la intensidad de tráfico. A este respecto, pueden utilizarse en particular valores históricos del cruce para el modelo de tráfico.

Puede aumentarse la precisión de este modelo de tráfico especialmente sencillo del dispositivo vial 2 y adaptarse

mejor al cruce representado por medio del modelo de tráfico, y en lugar de la hora y el día o además de la hora y el día puede escogerse al menos otro o al menos un parámetro de entrada 10 adicional. En particular, puede estar previsto que el al menos un parámetro de entrada 10 comprenda información sobre la meteorología actual. De esta manera pueden considerarse la lluvia, la nevada, el sol y similares en el modelo de tráfico, con lo que pueden considerarse la velocidad promedio, la frecuencia de accidentes y/o la distancia de frenado de los usuarios de la vía pública. Los datos meteorológicos pueden comunicarse por transferencia de datos al dispositivo vial 2. A este respecto, los datos de tiempo pueden determinarse por ejemplo directamente en la instalación de señalización 1 o adquirirse de estaciones de predicción. Los vehículos y/o peatones que atraviesan el cruce pueden configurar al menos uno del al menos un parámetro de entrada 10, con lo que puede determinarse directamente la intensidad de tráfico actual.

Los vehículos que circulan por un carril hacia el cruce pueden hacer referencia a al menos uno del al menos un parámetro de entrada 10, con lo que puede determinarse igualmente de manera directa la intensidad de tráfico actual. En particular, pueden entregarse múltiples parámetros de entrada 10 al dispositivo vial 2, con lo que el dispositivo vial 2 puede proporcionar una buena determinación de la situación de tráfico actual.

A este respecto, el al menos un parámetro de entrada 10 puede comprender un gran número de variables diferentes y puede representarse como un vector multidimensional.

Puede estar previsto que el dispositivo vial 2 pueda pronosticar además unos segundos parámetros de tráfico 32 de la situación de tráfico futura y que los segundos parámetros de tráfico 32 se entreguen al dispositivo de evaluación 6, tal como se muestra en las figuras 2 y 3. A este respecto, resulta ventajoso que, de este modo, pueda considerarse la situación de tráfico futura que puede esperarse, por ejemplo dentro de 15 minutos, de 30 minutos y/o de 60 minutos, por lo que la instalación de señalización 1 también puede regularse en relación con la situación de tráfico futura esperada. A este respecto, los cambios que pueden esperarse de la situación de tráfico pueden controlarse mejor en el cruce. Los segundos parámetros de tráfico 32 pueden configurar junto con los primeros parámetros de tráfico 31 un vector de parámetros de tráfico multidimensional.

Para la determinación de los segundos parámetros de tráfico 32 pueden utilizarse valores dependientes de los parámetros de tráfico y/o valores independientes de los parámetros de tráfico de los parámetros de entrada 10. Se ha mostrado que, en particular mediante la inclusión de valores independientes de los parámetros de tráfico, puede mejorarse considerablemente la precisión de los segundos parámetros de tráfico 32. A este respecto, pueden considerarse de manera sencilla en particular eventos o características dependientes de la meteorología.

Con los segundos parámetros de tráfico 32 puede proporcionarse una regulación predictiva basada en un modelo del cruce.

En el procedimiento, se fija de antemano además al menos un criterio de evaluación 4.

El criterio de evaluación 4 puede fijarse de antemano al menos parcialmente a partir de un sistema de regulación jerárquicamente de orden superior. De este modo, el procedimiento puede integrarse de manera sencilla en el procedimiento de orden superior del sistema de regulación jerárquicamente de orden superior, realizándose la regulación localmente en el cruce y fijando de antemano el sistema de regulación de orden superior solamente una parte del criterio de evaluación 4. De este modo, puede mantenerse pequeña la transferencia de datos y considerarse de manera sencilla circunstancias locales en el cruce. El sistema de regulación jerárquicamente de orden superior se refiere preferiblemente a un elemento jerárquicamente de orden superior al cruce de una red de transporte, por ejemplo a una calle. El criterio de evaluación 4 puede ser una variable escalar o vectorial. En el caso de una variable vectorial, pueden englobarse de manera sencilla múltiples condiciones en el criterio de evaluación 4, pudiendo fijarse de antemano de manera sencilla también diferentes ponderaciones de las condiciones individuales. Para un experto en la técnica resulta evidente que un criterio de evaluación vectorial 4 también puede preverse como función escalar o similar. En otras formas de realización, pueden preverse también otras configuraciones del criterio de evaluación 4, por ejemplo en forma de una matriz y/o múltiples criterios de evaluación 4.

En el criterio de evaluación 4 puede preverse que una primera parte esté asociada a una ponderación claramente más alta en comparación con una segunda parte, por lo que esta primera parte puede representar, en este sentido, un criterio obligatorio que ha de cumplirse. A este respecto, un criterio obligatorio puede estar previsto en particular para el cumplimiento de especificaciones legales.

Considerando el criterio de evaluación 4, el dispositivo de evaluación 6 determina las variables de control 7 por medio de un modelo de regulación y/o un modelo de evaluación. En el caso del modelo de evaluación, se asocia una evaluación a los parámetros de entrada 10 y variables de control 7 considerando el criterio de evaluación 4. A este respecto, en otras formas también pueden estar previstos parámetros adicionales, en particular mediante retroalimentaciones.

En este sentido, el modelo de regulación es el modelo de evaluación inverso, que adjudica una variable de control 7 a los parámetros de entrada 10 considerando el criterio de evaluación 4, de modo que es suficiente la evaluación de

condiciones fijadas de antemano.

5 Si el criterio de evaluación 4 comprende tanto criterios obligatorios como criterios previstos, entonces el dispositivo de evaluación 6 puede asociar una prioridad más alta al cumplimiento de los criterios obligatorios. De esta manera, pueden considerarse de manera muy sencilla en particular especificaciones legales, por ejemplo una duración mínima de las fases de señalización individuales de las señales mostradas por la instalación de señalización 1, por ejemplo en cada caso de la fase verde, amarilla y roja. Esto puede conseguirse, por ejemplo, excluyendo aquellas variables de control 7, por medio de las cuales no se cumplen los criterios obligatorios, del dispositivo de evaluación 6 y no pudiéndose emitir de esta manera desde el dispositivo de evaluación 6. Esto puede conseguirse también, evaluando aquellas variables de control 7, por medio de las cuales no se cumplen los criterios obligatorios, de tal manera que el dispositivo de evaluación 6 no determina estas variables de control 7 como aquellas variables de control 7 que presentan el grado de cumplimiento más alto.

15 En relación con el criterio de evaluación 4 puede preverse un cumplimiento de la mejor manera posible. A este respecto, el dispositivo de evaluación 6 puede solucionar esencialmente un problema de optimización. A este respecto, puede contemplarse una primera parte del criterio de evaluación 4 fijada de antemano como criterio obligatorio esencialmente como condición adicional para el problema de optimización que ha de cumplirse de manera ineludible.

20 Puede estar previsto que la instalación de señalización se haga funcionar con un conjunto convencional fijado de antemano de variables de control 7, mientras se cumpla el criterio de evaluación 4 con el conjunto convencional de variables de control y solo tenga lugar una modificación de las variables de control 7, cuando ya no se cumple o existe riesgo de incumplimiento del criterio de evaluación 4. A este respecto, también puede estar previsto que se fijen de antemano múltiples conjuntos convencionales de variables de control 7 y, en una primera etapa, se cambie de un conjunto convencional a otro conjunto convencional. Por ejemplo, puede estar previsto que, en un cruce de una calle principal y de una calle secundaria, ambas calles se traten de manera igual en un primer conjunto convencional, por lo que también pueden garantizarse en la calle secundaria tiempos de permanencia pequeños debido a la duración de las fases rojas. Tan pronto como el flujo de la circulación en la calle principal alcanza un nivel fijado de antemano, en un segundo conjunto convencional puede prolongarse la fase verde de la calle principal y acortarse la fase roja de la calle principal. En la calle secundaria, se prolonga de este modo la fase roja y se acorta la fase verde. De este modo, puede trabajarse también, en el caso de un nivel de circulación más alto de la calle principal, con un segundo conjunto convencional fijado de antemano.

35 Con el conjunto convencional puede estar previsto de manera sencilla que, en una calle, se garantice una onda verde. Siempre y cuando el criterio de evaluación 4 ya no se cumpla en la regulación con un conjunto convencional, por ejemplo debido a un atasco, habitualmente tampoco es ya adecuado perseguir el concepto de la onda verde, ya que los vehículos ya no pueden llegar al siguiente cruce en el tiempo previsto.

40 Con conjuntos convencionales adicionales, pueden modificarse también los tiempos para el giro, pudiendo preverse un gran número de posibilidades, que pueden adaptarse al respectivo cruce.

Siempre y cuando ya no se cumpla el criterio de evaluación 4 con todos los conjuntos convencionales, puede estar previsto que las variables de control 7 se determinen independientemente de los conjuntos convencionales.

45 El al menos un criterio de evaluación 4 se refiere a al menos una condición que ha de cumplirse en la medida de lo posible mediante el procedimiento, pudiendo referirse el criterio de evaluación 4, por ejemplo, a una duración de señal de una señal de desbloqueo, en particular de la fase verde, una duración de señal de la señal de detención, en particular de la fase roja, una reserva de cruce mínima para uno o múltiples modos permisibles fijados de antemano del paso del cruce, una salida en un sentido fijado de antemano, una longitud de retención máxima a lo largo de una calle de acceso fijada de antemano.

A este respecto, el criterio de evaluación 4 puede comprender en particular un valor teórico que puede fijarse de antemano, una condición externa o el cumplimiento de un valor límite.

55 El criterio de evaluación 4 permite la comparación de diferentes variables de control 7 en relación con la aptitud para la consecución de la estrategia fijada de antemano mediante el criterio de evaluación 4 de la situación de tráfico fijada de antemano mediante los primeros parámetros de tráfico 31 y dado el caso los segundos parámetros de tráfico 32.

60 La reserva de cruce indica qué aumento de la afluencia del cruce puede desarrollarse sin formación de atascos. Como alternativa a esto, puede determinarse también un grado de saturación del cruce, que corresponde esencialmente al valor del 100% menos la reserva de cruce.

65 Por ejemplo, cuando se fija de antemano como criterio de evaluación 4 una reserva de cruce mínima del 10%, entonces el dispositivo de evaluación 6 determina aquellas variables de control 7 que cumplen el criterio de evaluación 4 considerando los primeros parámetros de tráfico 31 y dado el caso los segundos parámetros de tráfico

32.

- 5 Cuando se fijan de antemano múltiples criterios de evaluación 4, estos pueden entregarse como un vector de criterios de evaluación multidimensional. De este modo, con el criterio de evaluación 4 pueden fijarse de antemano simultáneamente diferentes objetivos, que pueden ser parcialmente contradictorios. A este respecto, puede estar prevista una ponderación de los criterios de evaluación 4 individuales, que puede formar parte de los criterios de evaluación 4. También puede estar previsto que al menos una parte de la ponderación esté implementada en el dispositivo de evaluación 6, por ejemplo a través del orden de los criterios de evaluación 4.
- 10 El al menos un criterio de evaluación 4 puede fijarse de antemano directamente por una instancia de orden superior o, sin embargo, estar fijado de antemano también a largo plazo. También puede estar prevista una especificación a largo plazo que pueda cambiarse directamente. La instancia de orden superior se refiere preferiblemente a un elemento jerárquicamente de orden superior al cruce de una red de transporte, por ejemplo a una calle.
- 15 Por medio del modelo de regulación y/o modelo de evaluación se evalúan las variables entregadas al dispositivo de evaluación 6, que son variables de entrada para el dispositivo de evaluación 6, para determinar mediante esta evaluación aquellas variables de control 7, por medio de qué variables de control 7 se hace funcionar la instalación de señalización 1, fijando de antemano las variables de control 7 las señales, en particular la duración y/o el orden de las fases de señalización individuales, de la instalación de señalización 1.
- 20 El criterio de evaluación 4 puede, como criterio obligatorio, ser por ejemplo la duración mínima de señal de la señal de desbloqueo para cumplir especificaciones reguladas, en particular reguladas legalmente. Una especificación regulada de esta manera puede ser, por ejemplo, la fase verde suficientemente larga de un semáforo de peatones de manera correspondiente al ancho de la calle.
- 25 En una configuración adicional del procedimiento puede estar previsto, por ejemplo, fijar de antemano por un lado con el criterio de evaluación 4 que la fase verde del semáforo de peatones sea de al menos 40 segundos, y fijar de antemano además que la saturación del cruce sea como máximo, es menor, del 90%. Según especificaciones legales de la configuración del cruce y de la situación de tráfico actual, pueden fijarse de antemano, en este sentido, criterios de evaluación 4 adicionales, pudiendo variarse estas especificaciones en el tiempo.
- 30 El criterio de evaluación 4 y los primeros parámetros de tráfico 31 constituyen variables de entrada para el dispositivo de evaluación 6. Cuando el dispositivo vial 2 proporciona segundos parámetros de tráfico 32, los segundos parámetros de tráfico 32 pueden ser también variables de entrada adicionales del dispositivo de evaluación 6. En modelos de regulación y/o modelos de evaluación especialmente sencillos del dispositivo de evaluación 6 puede estar prevista una representación analítica, que, sin embargo, se muestra a menudo como inadecuada.
- 35 Se han mostrado como ventajosos también para el modelo de regulación y/o modelo de evaluación modelos de aprendizaje automático y/o modelos de reconocimiento de patrones, en los que los modelos pueden entrenarse mediante ejemplos y de este modo puede conseguirse una rápida y buena determinación de las variables de control 7 también en sistemas complejos.
- 40 También en el modelo de regulación y/o modelo de evaluación del dispositivo de evaluación 6, los modelos de aprendizaje automático pueden ser en particular redes neuronales artificiales, árboles de regresión o clasificación, máquinas de vectores de soporte y/o tablas de consulta y/o conjuntos de modelos de aprendizaje automático.
- 45 El modelo de tráfico, el modelo de regulación y/o el modelo de evaluación están configurados preferiblemente como módulos autónomos, que están acoplados entre sí por medio de interfaces. A este respecto, las interfaces pueden configurar también retroalimentaciones. Mediante la configuración de módulos autónomos pueden configurarse y entrenarse los modelos individuales de manera especialmente sencilla. En particular, cada módulo puede optimizarse de manera sencilla para su objetivo específico.
- 50 Tal como se representa en la figura 3, puede estar previsto que el dispositivo vial 2 entregue los primeros parámetros de tráfico 31 y/o los segundos parámetros de tráfico 32 a un dispositivo de valoración 8 y que el dispositivo de valoración 8 determine al menos parcialmente el al menos un criterio de evaluación 4.
- 55 Con el dispositivo de valoración 8 puede valorarse la situación de tráfico por medio de un modelo de valoración y adaptarse el criterio de evaluación 4 a la situación de tráfico.
- 60 Puede estar previsto que el dispositivo de valoración 8 comprenda, además del modelo de valoración, también un modelo de elección para la especificación del criterio de evaluación 4. En otras formas de realización puede estar previsto que el modelo de valoración y el modelo de elección estén englobados en el modelo de valoración.
- 65 Si el procedimiento está acoplado con un procedimiento jerárquicamente de orden superior, entonces puede estar previsto que el procedimiento jerárquicamente de orden superior entregue instrucciones al dispositivo de valoración

8 y que este las considere en la determinación del criterio de evaluación 4. Las instrucciones pueden representar directamente una parte del criterio de evaluación 4.

Siempre y cuando solamente se considere un número pequeño de primeros parámetros de tráfico 31 y/o segundos parámetros de tráfico 32, puede estar prevista una representación analítica del modelo de valoración y/o del modelo de elección del dispositivo vial 2. Sin embargo, tal representación a menudo no es útil. Se han mostrado como ventajosos modelos de aprendizaje automático y/o modelos de reconocimiento de patrones, en los que los modelos pueden entrenarse mediante ejemplos y de este modo puede conseguirse una rápida y buena determinación del criterio de evaluación 4 también en sistemas complejos.

Los modelos de aprendizaje automático pueden ser, por ejemplo, redes neuronales artificiales, árboles de regresión o clasificación, máquinas de vectores de soporte y/o tablas de consulta.

El modelo de valoración y/o el modelo de elección están configurados con respecto al modelo de tráfico, el modelo de regulación y/o el modelo de evaluación preferiblemente como módulos autónomos, que están acoplados entre sí por medio de interfaces. A este respecto, las interfaces también pueden configurar retroalimentaciones. Mediante la configuración de módulos autónomos, los modelos individuales pueden configurarse y entrenarse de manera especialmente sencilla. En particular, cada módulo puede optimizarse de manera sencilla para su objetivo específico.

Con la elección del criterio de evaluación 4 pueden fijarse de antemano diferentes estrategias para la regulación del cruce.

Por ejemplo, con una primera estrategia puede considerarse en particular el tráfico de hora punta matutino de entrada a la ciudad, con una segunda estrategia el tráfico de hora punta vespertino de salida de la ciudad, con una tercera estrategia el tráfico de viajeros de vacaciones, con una cuarta estrategia la emisión de partículas finas o la concentración de otras sustancias contaminantes y con una quinta estrategia del tráfico desde o hacia un evento.

Mediante la integración de las especificaciones de estrategia en el procedimiento mediante el dispositivo de valoración 8 puede adaptarse la estrategia de manera sencilla y rápida a la situación actual. De este modo también es posible un cambio de estrategia rápido para acontecimientos a corto plazo. Por ejemplo, mediante el registro de la posición de un vehículo fijado de antemano puede garantizarse un avance rápido de este vehículo, pudiendo considerarse también de manera sencilla una modificación de la ruta del vehículo. A este respecto, puede mejorarse esencialmente en particular el avance de vehículos de emergencia y/o vehículos de transporte público.

También puede estar previsto fijar de antemano el criterio de evaluación 4 a través de una interfaz de entrada externa, pudiendo fijarse de antemano también solamente una parte del criterio de evaluación 4. A este respecto, puede estar previsto que la interfaz de entrada externa esté conectada con una entrada del dispositivo de valoración 8, y el dispositivo de valoración 8 determina considerando las especificaciones de la interfaz de entrada externa el criterio de evaluación 4 y lo entrega al dispositivo de evaluación 6. También puede estar previsto que la interfaz de entrada externa esté conectada directamente con una entrada del dispositivo de evaluación 6, por lo que, dado el caso, se permite la elección de manera sencilla de una estrategia arbitraria para el control del cruce.

Por ejemplo, a través de la interfaz de entrada externa puede introducirse una entrada manual de un policía en el cruce, por lo que, dado el caso, puede permitirse de manera sencilla un control manual del cruce mediante la elección del criterio de evaluación 4. Con la elección del criterio de evaluación puede fijarse de antemano de manera sencilla la estrategia para la regulación del cruce.

Ha mostrado ser ventajoso que con los primeros parámetros de tráfico 31 puedan determinarse las afluencias y tasas de giro de las calles de acceso del cruce, pudiendo ser los primeros parámetros de tráfico 31 en particular las afluencias y la tasa de giro de las calles de acceso del cruce parámetros característicos. En particular, los primeros parámetros de tráfico 31 pueden indicar directamente un valor numérico para las afluencias y tasas de giro de las calles de acceso del cruce.

Los ejemplos para entrenar el modelo de tráfico pueden determinarse de antemano de manera independiente. A este respecto, puede recurrirse a mediciones llevadas a cabo en el cruce durante un intervalo de tiempo fijado de antemano, por ejemplo al menos dos meses.

Los ejemplos para entrenar el modelo de regulación y/o el modelo de evaluación pueden determinarse mediante simulaciones de antemano, por ejemplo mediante simulaciones de Montecarlo, determinando, para criterios de evaluación 4 escogidos, primeros parámetros de tráfico 31 y dado el caso segundos parámetros de tráfico 32 las mejores variables de control 7.

Los ejemplos para entrenar el modelo de valoración y/o el modelo de elección pueden determinarse también mediante simulaciones de antemano, por ejemplo mediante simulaciones de Montecarlo.

5 Mediante la previsión del dispositivo vial 2, el dispositivo de evaluación 6 y dado el caso el dispositivo de valoración 8, estos pueden estar configurados de manera diferente. En particular, pueden obtenerse los ejemplos utilizados para el entrenamiento de modo diferente, por lo que el modelo de tráfico del dispositivo vial 2 y/o el modelo de regulación y/o el modelo de evaluación del dispositivo de evaluación 6 y/o el modelo de valoración y/o el modelo de elección del dispositivo de valoración pueden mantenerse de manera sencilla.

10 Una ventaja adicional es que el criterio de evaluación 4 puede dirigirse de manera selectiva a la situación de tráfico y que los datos de la situación de tráfico, los primeros parámetros de tráfico 31 y/o los segundos parámetros de tráfico no tienen que existir como parámetros de entrada medidos, sino que se proporcionan por el dispositivo vial 2 por medio del modelo de tráfico. De este modo, los gastos de medición necesarios en el funcionamiento pueden mantenerse pequeños y por ejemplo recurrirse a valores empíricos determinados de antemano, que, dado el caso, pueden confirmarse o adaptarse con un gasto de medición solamente pequeño.

15 La situación de tráfico actual puede determinarse de manera sencilla y con una demanda pequeña de capacidad informática y de transferencia de datos. De esta manera puede garantizarse de manera sencilla y con menos recursos la regulación de la instalación de señalización 1 del cruce de manera adaptable a las situaciones de tráfico locales y regionales más diversas.

20 El modelo de tráfico y/o el modelo de regulación y/o el modelo de evaluación y/o el modelo de valoración y/o el modelo de elección pueden estar configurados de manera adaptativa. A este respecto, resulta ventajoso que pueda mejorarse la precisión de los modelos en el funcionamiento en curso. A este respecto, el respectivo modelo se mejora partiendo de una configuración de partida fuera de línea en fases de entrenamiento y/o en línea durante el funcionamiento, en particular por medio de procedimientos conocidos, por ejemplo un procedimiento de evolución. A este respecto, pueden estar previstas fases de entrenamiento fuera de línea antes del funcionamiento y/o durante el funcionamiento en pausas de funcionamiento o en paralelo al funcionamiento.

Puede estar previsto que las salidas de los dispositivos (2, 6, 8) estén acopladas con retroalimentación con las entradas de otros dispositivos (2, 6, 8), por lo que puede aumentarse la precisión de los modelos correspondientes.

30 Por ejemplo, las variables de control 7 influyen directamente en los segundos parámetros de tráfico 32. En particular, para previsiones más largas la influencia del criterio de evaluación 4 sobre los segundos parámetros de tráfico 32 aumenta. Los parámetros de entrada 10 del dispositivo vial pueden comprender al menos una de las variables de control 7, pudiendo estar previsto también que el parámetro de entrada 10 comprenda todas las variables de control 7. Además, con una retroalimentación de las variables de control 7 al dispositivo de valoración 8 pueden permitirse que pueda determinarse de manera anticipada el cumplimiento de las especificaciones de estrategia y que pueda tener lugar una adaptación especialmente temprana de la estrategia mediante el cambio del criterio de evaluación 4.

Mediante la retroalimentación puede proporcionarse un entrenamiento sencillo y continuo de los modelos, por lo que puede conseguirse una adaptación constante de los modelos y una mejora constante de la regulación del cruce.

40 En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento puede estar previsto que el al menos un parámetro de entrada 10 se determine al menos parcialmente por medio de un sensor 11 en la zona del cruce. El sensor 11 puede estar colocado directamente en un dispositivo de señalización de la instalación de señalización 1, tal como está representado esquemáticamente en la figura 4, y/o puede estar dispuesto separado del dispositivo de señalización de la instalación de señalización 1, por ejemplo debajo de la calzada de una o múltiples calles de acceso, tal como está representado igualmente de manera esquemática en la figura 4. El dispositivo de señalización está configurado para la reproducción de las señales dependientes de las variables de control 7. El dispositivo de señalización puede estar configurado en particular como un dispositivo de señalización luminosa 12 para la reproducción de señales luminosas, con lo que la instalación de señalización 1 puede estar configurada como un semáforo.

50 El sensor 11 puede estar configurado para determinar la meteorología actual, las afluencias de las calles de acceso del cruce, la retención en las calles de acceso del cruce y/o accidentes en la zona del cruce y en los alrededores del cruce. Con este fin, el sensor 11 puede comprender ciclos de inducción, sensores de temperatura, barreras de luz, sensores magnéticos, sensores de imagen, por ejemplo sensores de vídeo, escáneres de láser y/o sensores de radar.

60 En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento puede estar previsto que el al menos un criterio de evaluación 4 se fije de antemano al menos parcialmente por medio de una interfaz de entrada externa, preferiblemente por un aparato de entrada manual o por un sistema de regulación jerárquicamente de orden superior. Para ello, el dispositivo vial 2, el dispositivo de evaluación 6 y/o el dispositivo de valoración 8 puede estar conectado con un aparato de entrada en la zona del cruce, una central, en particular un centro de coordinación de tráfico, o con el sistema de regulación de orden superior, por ejemplo un sistema de regulación que realiza un procedimiento para la regulación de una disposición de instalación de señalización a lo largo de una vía de tráfico principal o una vía de tráfico secundario, por ejemplo estar conectado mediante radio o cable. A este respecto, resulta ventajoso que, de esta manera, el criterio de evaluación 4 pueda cambiarse de manera remota, con lo que el flujo de la circulación en el cruce puede controlarse desde fuera o puede sincronizarse con instalaciones de señalización adicionales

- adyacentes al menos parcialmente mediante, por ejemplo, un procedimiento jerárquicamente de orden superior. A este respecto, resulta ventajoso que tengan que transmitirse solamente cantidades de datos pequeñas, ya que el procedimiento puede además, al menos de la manera más amplia posible, trabajar de manera autónoma o porque puede disminuirse la emisión contaminante a lo largo de vías de tráfico principal, optimizándose el flujo de la circulación más allá del cruce.
- 5
- De modo ventajoso puede estar previsto que el dispositivo de evaluación 6 comunique una respuesta a una interfaz de salida externa, preferiblemente a un dispositivo indicador o al sistema de regulación jerárquicamente de orden superior. A este respecto, resulta ventajoso que, de esta manera, el funcionamiento de la instalación de señalización 1 puede controlarse de manera sencilla y/o puede influirse en el procedimiento para la regulación de una instalación de señalización 1 adicional de un cruce adicional mediante la respuesta. Además, resulta ventajoso que tengan que transmitirse solamente cantidades de datos pequeñas, ya que la respuesta provoca habitualmente cantidades de datos pequeñas.
- 10
- El dispositivo vial 2, el dispositivo de evaluación 6 y dado el caso el dispositivo de valoración 8 pueden estar dispuestos en un alojamiento común, por lo que puede proporcionarse un modo de construcción especialmente compacto. También puede estar previsto que un ordenador comprenda múltiples o también todos los dispositivos 2, 6, 8.
- 15
- La invención se refiere además a un producto de programa informático, que puede cargarse directamente en la memoria interna de un ordenador y comprende secciones de código de software, con las que se realizan las etapas del procedimiento anterior cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El producto de programa informático puede estar almacenado en un soporte de datos.
- 20
- Por ejemplo, en una configuración de uno de los modelos como tablas de consulta para parámetros de entrada 10 fijados de antemano pueden almacenarse en hojas de tablas individuales los parámetros de salida correspondientes e interpolarse los parámetros de salida actuales mediante los parámetros de entrada 10 actuales. Por ejemplo, en el modelo de tráfico del dispositivo vial 2 pueden almacenarse situaciones de tráfico para parámetros de entrada 10 fijados de antemano en hojas de tablas individuales e interpolarse mediante estas entradas los primeros parámetros de tráfico 31 mediante los parámetros de entrada 10 actuales.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación de una instalación de señalización (1) de un cruce, en el que
 - 5 - se entrega al menos un parámetro de entrada (10) a un dispositivo vial (2) que determina primeros parámetros de tráfico (31),
 - 10 - el dispositivo vial (2) determina mediante un modelo de aprendizaje automático y/o un modelo de reconocimiento de patrones primeros parámetros de tráfico (31) de la situación de tráfico actual en función del al menos un parámetro de entrada (10),
 - se fija de antemano al menos un criterio de evaluación (4),
 - 15 - se entregan los primeros parámetros de tráfico (31) y el al menos un criterio de evaluación (4) a un dispositivo de evaluación (6),
 - el dispositivo de evaluación (6) determina mediante un modelo de aprendizaje automático y/o un modelo de reconocimiento de patrones variables de control (7) en función de los primeros parámetros de tráfico (31) y del al menos un criterio de evaluación (4) y
 - 20 - se hace funcionar la instalación de señalización (1) con las variables de control (7).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo vial (2) pronostica segundos parámetros de tráfico (32) de la situación de tráfico futura y se entregan los segundos parámetros de tráfico al dispositivo de evaluación.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** con los primeros parámetros de tráfico (31) pueden determinarse las afluencias y tasas de giro de las calles de acceso del cruce.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado porque** el dispositivo vial (2) entrega los primeros parámetros de tráfico (31) y/o los segundos parámetros de tráfico (32) a un dispositivo de valoración (8) y el dispositivo de valoración (8) determina al menos parcialmente el al menos un criterio de evaluación (4).
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el dispositivo vial (2) y/o el dispositivo de evaluación (6) y/o el dispositivo de valoración (8) están configurados de manera adaptativa.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** el dispositivo de valoración (8) comprende un modelo de aprendizaje automático y/o modelo de reconocimiento de patrones.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el al menos un parámetro de entrada (10) se determina al menos parcialmente por medio de un sensor (11) en la zona del cruce.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el al menos un criterio de evaluación (4) se fija de antemano al menos parcialmente por medio de una interfaz de entrada externa, preferiblemente por un aparato de entrada manual o por un sistema de regulación jerárquicamente de orden superior.
- 50 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (6) comunica una respuesta a una interfaz de salida externa, preferiblemente a un dispositivo indicador o el sistema de regulación jerárquicamente de orden superior.
- 55 10. Producto de programa informático, que puede cargarse directamente en la memoria interna de un ordenador y presenta secciones de código de software, con las que se realizan las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

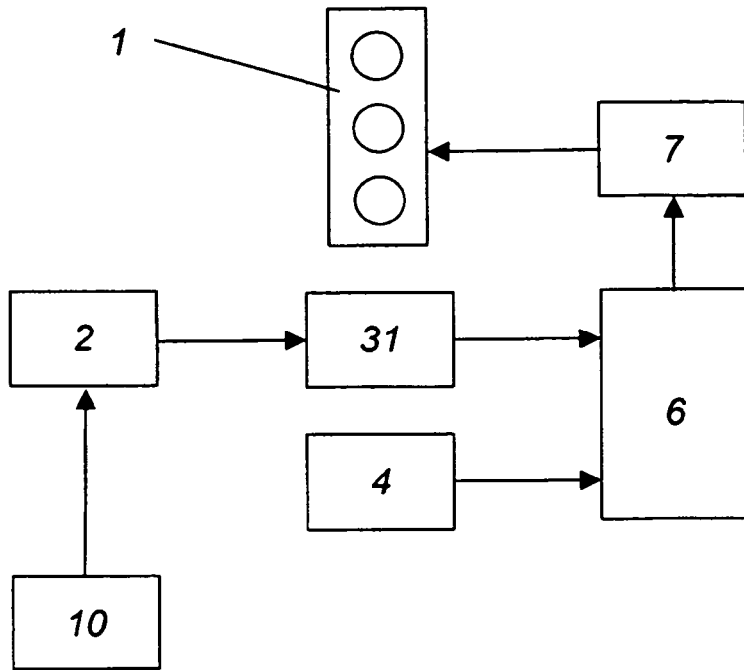


Fig. 1

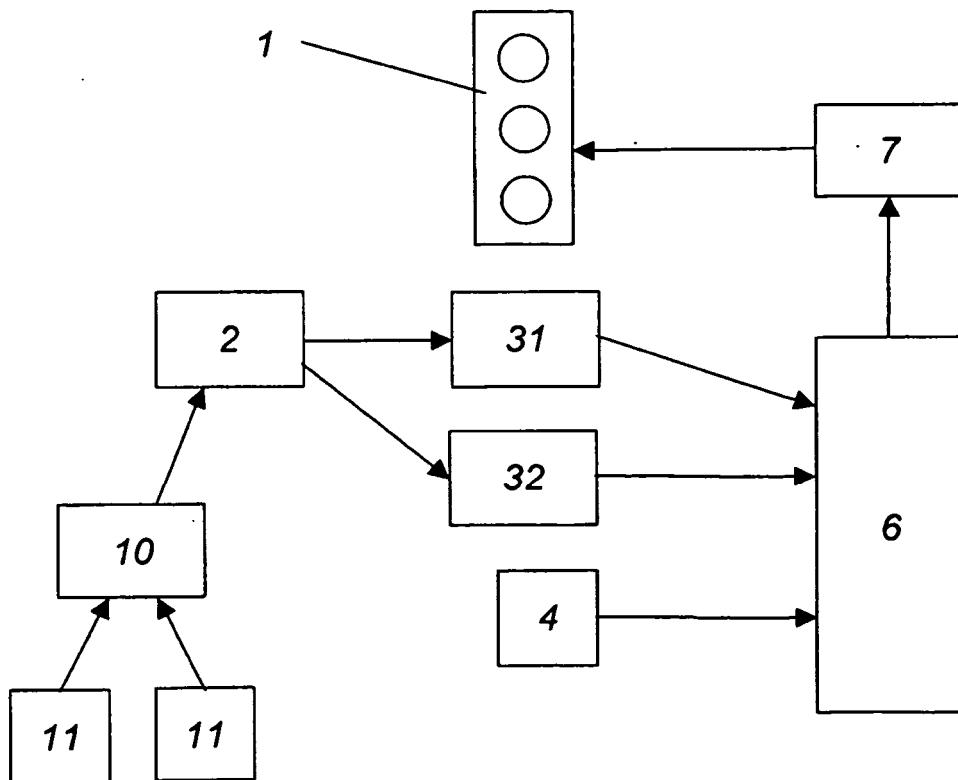


Fig. 2

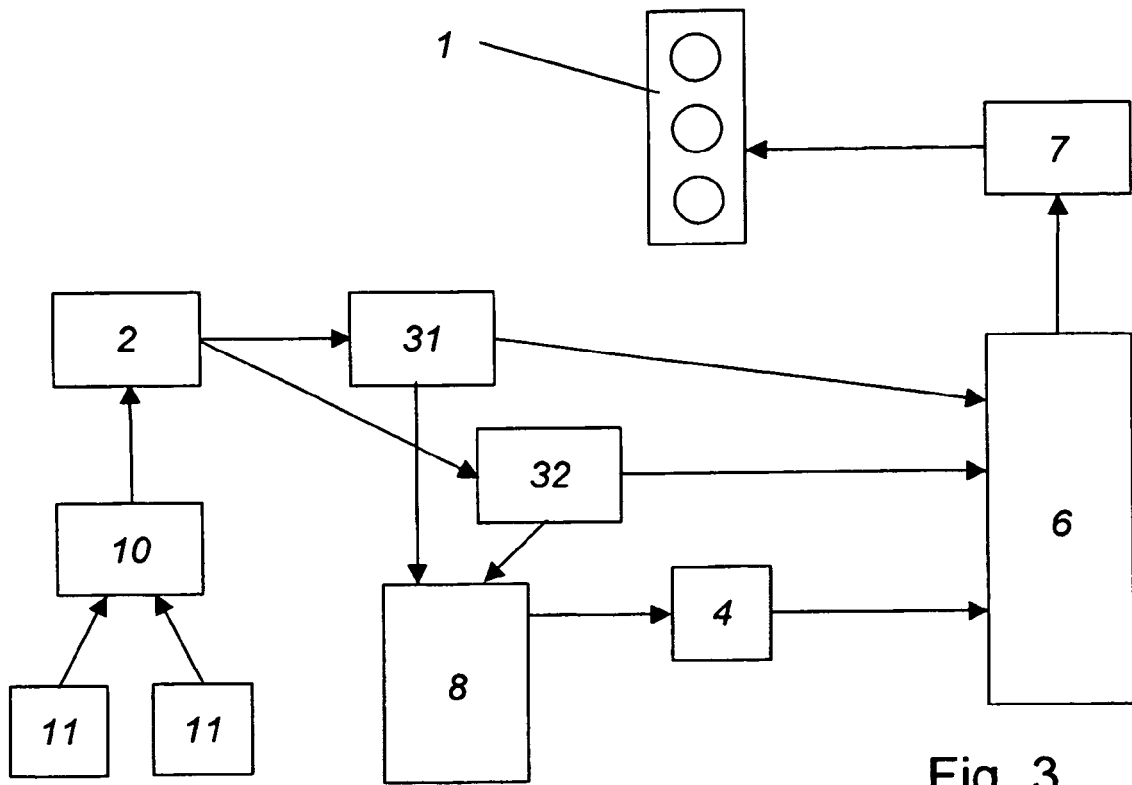


Fig. 3

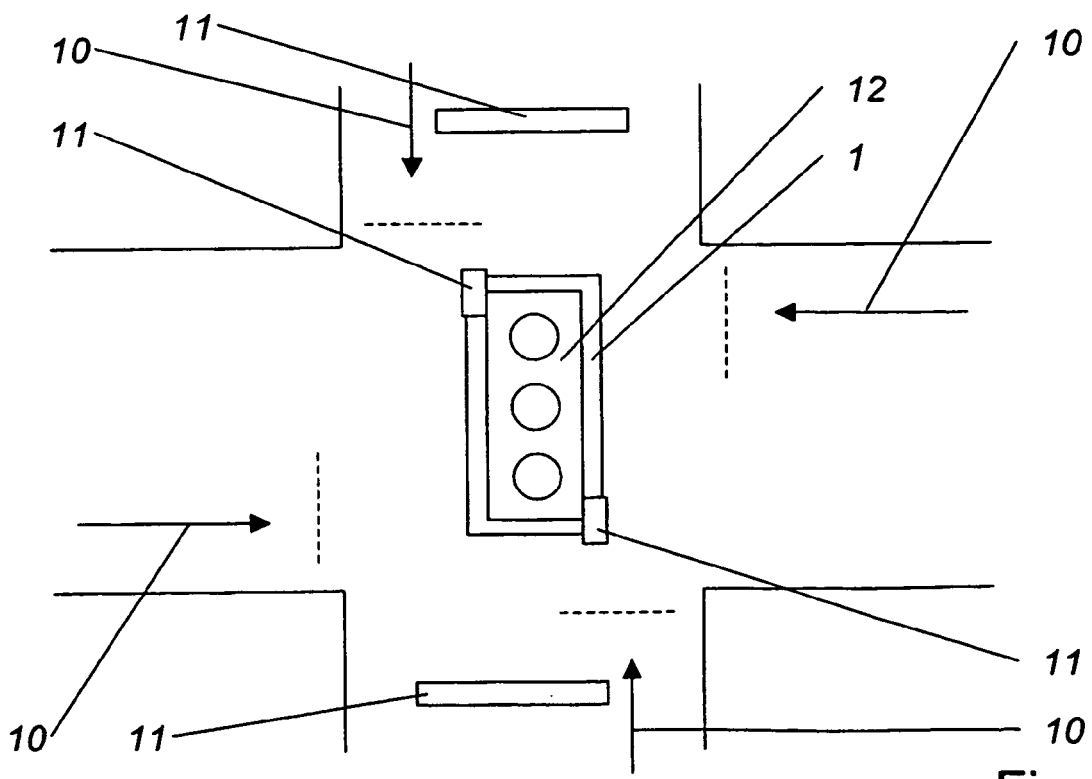


Fig. 4