



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 319**

51 Int. Cl.:

G01P 3/66 (2006.01)

G08G 1/052 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04802116 .6**

96 Fecha de presentación : **21.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1702313**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.09.2006**

54

Título: **Sistema y procedimiento para la determinación de la velocidad de un vehículo.**

30

Prioridad: **24.12.2003 AU 2003907181**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.03.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.03.2011

73

Titular/es: **REDFLEX TRAFFIC SYSTEMS Pty. Ltd.**
31 Market Street
South Melbourne, VIC 3205, AU

72

Inventor/es: **Onea, Adrian y**
Fiusco, Ricardo, John

74

Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 355 319 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**CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere en general a un sistema para la determinación de la velocidad de un vehículo. Más en particular, la invención se refiere a un sistema para la determinación de la velocidad de un vehículo utilizando sensores. La invención proporciona además un procedimiento para la determinación de la velocidad de un vehículo y un procedimiento para la calibración del sistema.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los materiales piezoeléctricos convierten el esfuerzo o la tensión mecánica en señales de energía eléctrica. La flexibilidad, robustez y coste relativamente bajo de los materiales piezoeléctricos los hacen particularmente adecuados para utilizarlos en sensores.

Los sistemas de sensores piezoeléctricos se utilizan en la recogida de datos de tráfico. Los sensores de este tipo pueden ser instalados temporal o permanentemente en la superficie de una carretera a través de uno o más carriles de tráfico. Los sensores piezoeléctricos los cuales están configurados para recoger datos de tráfico pueden tener aplicaciones como contadores de vehículos, sensores de peso en movimiento, sistemas de clasificación de vehículos, cámaras de luz roja o detectores de velocidad.

A pesar de su utilidad, los sensores piezoeléctricos son propensos a ciertos tipos de errores. La mayor parte de las fuentes de error en los sistemas de sensores piezoeléctricos se pueden clasificar ampliamente como dependientes del vehículo, el entorno, el sistema o la carretera.

A fin de conseguir un comportamiento óptimo de los sistemas de sensores piezoeléctricos, la instalación de los sensores es un factor crítico y se debe tener cuidado en la selección de un lugar y de una instalación adecuados del aparato de modo que se hagan mínimos los errores que dependen del entorno y de la carretera. El sistema de sensores piezoeléctricos debe ser colocado en una sección recta, plana de la carretera para hacer mínimas las variaciones de velocidad. De forma similar, se tienen que evitar lugares que se acerquen o que se alejen de cruces o luces de tráfico. Los errores que dependen del entorno pueden ocurrir debidos a factores tales como la vibración, las cuales pueden generar señales que distorsionen los datos recogidos.

Los errores que dependen del sistema incluyen problemas tales como la dispersión y las reflexiones de la señal. La relación entre señal y ruido para los sistemas piezoeléctricos es típicamente relativamente pobre.

Las fuentes de error que dependen de factores tales como la dinámica del vehículo y los factores medioambientales son inherentes en todos los sistemas piezoeléctricos y son difíciles de compensar. Por lo tanto, los proyectistas y fabricantes de los sistemas deben determinar los modos en los cuales se puede reducir el impacto de los errores que dependen de los sistemas tales como los errores de señal.

La discusión de los antecedentes de la invención incluida en la presente memoria se incluye para explicar el contexto de la invención. No se debe considerar como una admisión de que cualquier material al que se hace referencia haya sido publicado, conocido o forme parte del conocimiento común general en la fecha de prioridad de las reivindicaciones. Sin embargo, los documentos DE-19925962 y EP 1 361 488 dan a conocer unos sistemas de verificación de la velocidad que se basan en sensores.

SUMARIO DE LA INVENCION

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la verificación de la velocidad de un vehículo provisto de por lo menos un eje delantero y un eje trasero que utiliza sensores, estando separados los sensores una distancia, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:

- (a) detectar la presencia de un vehículo;
- (b) grabar una imagen del vehículo;
- (c) disparar los sensores para emitir una señal;
- (d) recibir las señales emitidas por los sensores;
- (e) determinar la velocidad del vehículo sobre la base de las señales recibidas; y
- (f) determinar la medición de la distancia entre ejes del vehículo sobre la base de las señales recibidas;
- (g) identificar un vehículo a partir de la imagen grabada del vehículo;
- (h) comparar la medición de la distancia entre ejes determinada con respecto a la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado; e

- (i) identificar una discrepancia entre la medición de la distancia entre ejes determinada y la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado como errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por la etapa (e).

El procedimiento de la invención es adecuado para la verificación de la velocidad de todos los vehículos que tengan más de un eje. Para los vehículos que tenga más de dos ejes, la velocidad de cada eje adicional se determina independientemente. La medición de la distancia entre ejes consiste en la longitud entre los ejes del vehículo.

Los sensores pueden ser cualquier tipo de sensor adecuado. Tipos adecuados incluyen sensores ópticos, sensores magnéticos, sensores piezoeléctricos, sensores de fibra óptica y muchos otros tipos conocidos de sensores. Los sensores pueden estar permanentemente instalados en una carretera.

La velocidad del vehículo se puede determinar mediante un procedimiento que incluye las siguientes etapas:

- (a) medir un primer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el primer sensor y que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor;
- (b) medir un segundo intervalo de tiempo entre que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor y que el eje trasero dispara una señal en el segundo sensor;
- (c) calcular la velocidad del eje delantero con relación a la distancia que separa los sensores primero y segundo y el primer intervalo de tiempo; y
- (d) calcular la velocidad del eje trasero con relación a la distancia que separa los sensores primero y segundo y el segundo intervalo de tiempo.

Preferentemente, se determinan dos mediciones independientes de la distancia entre ejes mediante un procedimiento que incluye las siguientes etapas:

- (a) medir un tercer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor y que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor;
- (b) calcular una primera medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación a los intervalos de tiempo primero y tercero y la distancia; y
- (c) calcular una segunda medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación a los intervalos de tiempo segundo y tercero y la distancia.

Más preferentemente, el procedimiento incluye además la etapa de contar las señales disparadas por el primer y segundo sensores por cada vehículo, en el que el número de señales disparadas en cada sensor se utiliza para determinar un número de ejes asociados con el vehículo y el número de ejes determinado se compara con el número real de ejes en el vehículo que está siendo detectado de tal modo que cualquier discrepancia entre ellos es indicativa de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el procedimiento.

El procedimiento puede incluir además la etapa de la calibración periódica del sistema mediante la inyección en el sistema de señales que simulan las señales de los sensores para una velocidad conocida del vehículo y la comparación de la velocidad determinada del vehículo con la velocidad conocida del vehículo.

El procedimiento además puede incluir la siguiente etapa:

- (j) proporcionar una base de datos que contenga datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las especificaciones de los vehículos que incluyen una medición validada de la distancia entre ejes para cada tipo de vehículo;

en el que la medición de la distancia entre ejes determinada por el procedimiento se compara con la medición de la distancia entre ejes validada almacenada en la base de datos.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un sistema para la verificación de la velocidad de un vehículo provisto de por lo menos un eje delantero y uno trasero, incluyendo el sistema:

- (a) una cámara para grabar una imagen del vehículo para permitir que el vehículo sea identificado;
- (b) por lo menos dos sensores separados por una distancia los cuales son disparados, para emitir una señal, por los ejes delantero y trasero;
- (c) unos medios para la recepción de las señales emitidas por los sensores;
- (d) unos medios para la utilización de las señales para determinar la velocidad del vehículo; y
- (e) unos medios para la utilización de las señales para determinar una medición de la distancia entre ejes para el

vehículo;

- (f) unos medios para la identificación de un vehículo a partir de la imagen grabada del vehículo;
- (g) unos medios para la comparación de la medición de la distancia entre ejes determinada por el sistema con respecto a una medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado; y
- (h) unos medios para la identificación de cualquier discrepancia entre la medición de la distancia entre ejes determinada y la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado como una indicación de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el sistema.

Los medios para la determinación de la velocidad del vehículo pueden incluir:

- (a) unos medios para la determinación de un primer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el primer sensor y que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor;
- (b) unos medios para la determinación de un segundo intervalo de tiempo entre que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor y que el eje trasero dispara una señal en el segundo sensor;
- (c) unos medios para el cálculo de la velocidad del eje delantero con relación a la distancia que separa los sensores primero y segundo y el primer intervalo de tiempo; y
- (d) unos medios para el cálculo de la velocidad del eje trasero con relación a la distancia que separa los sensores primero y segundo y el segundo intervalo de tiempo.

Preferentemente, se determinan dos mediciones independientes de la distancia entre ejes para cada vehículo.

Más preferentemente, los medios para la determinación de las mediciones de la distancia entre ejes para el vehículo incluyen:

- (a) unos medios para la determinación de un tercer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor y que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor; y
- (b) unos medios para el cálculo de una primera medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación a los intervalos de tiempo primero y tercero y la distancia; y
- (c) unos medios para el cálculo de una segunda medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación a los intervalos de tiempo segundo y tercero y la distancia.

Preferentemente, el sistema incluye también unos medios para contar las señales disparadas por el primer y segundo sensores por cada vehículo, en el que el número de señales disparadas en cada sensor se utiliza para determinar un número de ejes asociados con el vehículo y el número de ejes determinado se compara con el número real de ejes en el vehículo que está siendo detectado de tal modo que cualquier discrepancia entre ellos sea indicativa de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el sistema.

El sistema puede incluir además unos medios para la inyección en el sistema de señales que simulan las señales de los sensores para una velocidad conocida del vehículo y la comparación de la velocidad determinada del vehículo con la velocidad conocida del vehículo para calibrar el sistema.

El sistema puede incluir:

- (i) una base de datos que contenga datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las especificaciones de los vehículos que incluyen una medición de la distancia validada entre ejes para cada tipo de vehículo;

en el que la medición de la distancia entre ejes determinada por el sistema se compara con la medición de la distancia entre ejes validada almacenada en la base de datos.

El sistema puede incluir:

- (j) unos medios para la utilización de las señales para determinar el número de ejes para el vehículo; y
- (k) una base de datos que contenga datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las especificaciones de los vehículos que incluyen un número validado de ejes para cada tipo de vehículo;

en el que la cuenta de los ejes determinada por el sistema se compara con la cuenta de los ejes validada almacenada en la base de datos.

Preferentemente, la base de datos incluye un sistema experto en el que las cuentas de los ejes o las mediciones de las distancias entre ejes para los tipos de vehículos se aprenden a partir de las mediciones realizadas por

el sistema y después se añaden a la base de datos. Más preferentemente, la cuenta de los ejes y las mediciones de la distancia entre ejes para un tipo particular de vehículo se aprenden a partir de las cantidades que se derivan para un número estadísticamente significativo de ejemplos de este tipo particular de vehículo.

El procedimiento anteriormente mencionado puede incluir la etapa siguiente:

- (k) el mantenimiento de un registro de la velocidad y de los datos de la medición de la distancia entre ejes y las discrepancias a partir de los datos de la medición de la distancia entre ejes validada;

en el que el análisis de cualquier discrepancia entre los datos de la medición de la distancia entre ejes determinada y los datos de la medición entre ejes validada se utiliza para determinar tendencias de error y capacitar la calibración del sistema.

Es una ventaja de la presente invención que la velocidad del vehículo se pueda determinar con una precisión creciente debido a un número de verificaciones de error integrales las cuales sirven para reducir el impacto de señales generadas por ruido las cuales pueden ser atribuidas a errores inherentes del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá a continuación con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos que ilustran formas ejemplificativas de la invención. Se debe comprender que la particularidad de los dibujos no sustituye la generalidad de la descripción anterior de la invención. En los dibujos:

La figura 1 es una vista en planta de una distribución típica de sensores piezoeléctricos en la carretera.

La figura 2 es un diagrama simplificado de las señales típicamente emitidas por dos sensores piezoeléctricos separados por una distancia cuando son disparados por un vehículo provisto de dos ejes según una forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA

A fin de describir mejor la invención, se detalla con respecto a la medición de la velocidad de un vehículo provisto de dos ejes, que tiene un eje delantero y uno trasero, y una distancia entre ejes la cual es mayor que la distancia entre dos sensores piezoeléctricos. Sin embargo, se pondrá de manifiesto para un experto en la materia que el procedimiento de la invención y el sistema dado a conocer en la presente memoria, tiene una utilidad similar en la determinación de la velocidad de un vehículo que tenga más de dos ejes.

La figura 1 muestra una distribución en planta típica de sensores piezoeléctricos P1, P2 en la carretera, los sensores piezoeléctricos P1, P2 separados por una distancia d. Los sensores piezoeléctricos P1, P2 típicamente están colocados, de tal modo que sean paralelos entre sí y perpendiculares a la dirección de desplazamiento del vehículo. Los sensores piezoeléctricos P1, P2 pueden estar empotrados en la superficie de la carretera.

El sistema incluye un bucle inductor colocado entre los dos sensores piezoeléctricos P1, P2 para detectar la presencia del vehículo. El bucle también puede estar empotrado en la superficie de la carretera. El bucle inductor ayuda al sistema en agrupar juntas las señales recibidas a partir de los sensores piezoeléctricos para un único vehículo. Además, un bucle de inducción causa que el sistema de determinación de la velocidad sea menos susceptible a interferencias puesto que el propio bucle inductor no es sensible a los factores ambientales tales como las vibraciones, las cuales pueden disparar señales falsas en los sensores piezoeléctricos. Cuando el bucle inductor no está activado para indicar la presencia de un vehículo, a cualquier señal de ruido, la cual generalmente podría ser recibida como una salida desde los sensores piezoeléctricos, se le hace caso omiso.

La figura 2 es un diagrama simplificado que representa las señales las cuales serán emitidas por un primer y segundo sensor piezoeléctrico los cuales están separados por una distancia cuando son disparados por un vehículo provisto de un eje delantero y uno trasero.

El sistema está asociado con una cámara, la cual se utiliza para grabar una imagen del vehículo para permitir que el vehículo sea identificado. Las imágenes grabadas pueden ser utilizadas a continuación para establecer el tipo de vehículo para el cual se grabó una lectura de tal modo que el vehículo puede ser clasificado según el tipo para la verificación de las lecturas como se describe a continuación en la presente memoria.

El sistema puede incluir además una base de datos, la cual contiene información relativa a los diversos tipos de vehículos. Esta información puede incluir una variedad de especificaciones tales como la marca, modelo y año del vehículo, una medición de la distancia entre ejes validada, la cuenta de los ejes, la masa del vehículo y similares. En una forma de realización de la invención, se contempla que la base de datos puede incluir una base de datos de registro de los vehículos.

Como una alternativa al almacenamiento de la información con relación a los tipos de vehículos en una base de datos la cual está asociada con el sistema, los datos medidos del vehículo que incluyen las mediciones de la distancia

entre ejes y las cuentas de los ejes pueden ser validadas utilizando una medición física tomada en cualquier momento después de que las mediciones o las lecturas hayan sido grabadas para un vehículo particular. Esto es así porque los elementos de los datos de un vehículo tales como las mediciones de las distancias entre ejes y las cuentas de los ejes permanecerán constantes a lo largo del tiempo. Por lo tanto, se contempla que si una lectura que pertenece a un vehículo particular fue discutida por el propietario o el conductor del vehículo en algún momento después de que la lectura fuera determinada por el sistema, será posible validar la precisión de esa lectura mediante la comparación de la medición de la distancia entre ejes o la cuenta de ejes determinadas por el sistema con una medición de la distancia entre ejes real o físicamente medida o una medición de los ejes. Como una alternativa a la medición física, la medición de la distancia entre ejes o de la cuenta de ejes, tales como mediciones reales se pueden obtener a partir del fabricante del vehículo.

Cualquier discrepancia entre los datos medidos y las lecturas anticipadas (es decir, las mediciones reales o las mediciones validadas almacenadas en la base de datos) indican que existen errores potenciales en el sistema. Además, cuando el sistema emplea una base de datos, la invención capacita que las lecturas determinadas por el sistema sean utilizadas para añadir grabaciones a la base de datos en casos en los que no estén disponibles los datos de un tipo de vehículo particular.

Según la forma de realización de la invención ejemplificada en la figura 2, la velocidad del vehículo se determina mediante la determinación de la velocidad del eje delantero independientemente de la velocidad del eje trasero. La determinación de las velocidades de los ejes independientemente de esta manera posibilita que el sistema utilice la velocidad del eje delantero para verificar que la velocidad del eje trasero es correcta. Es decir, si una distancia, la cual es menor que la distancia entre ejes del vehículo, separa el primer y segundo sensores piezoeléctricos entre sí, la velocidad del eje delantero no se esperará que varíe considerablemente con relación a la velocidad del eje trasero. Por lo tanto, mediante la realización de comprobaciones para verificar que la velocidad del eje delantero y la velocidad del eje trasero varían sólo dentro de una tolerancia establecida una con respecto a la otra, un operario del sistema será alertado de cualquier error significativo y que necesite ser corregido.

La velocidad del primer eje se puede determinar mediante la grabación de un primer intervalo de tiempo Δt_s^1 entre que el eje delantero dispara una señal en el primer sensor piezoeléctrico y que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor piezoeléctrico. El intervalo de tiempo Δt_s^1 se mide mediante la referencia a una frecuencia del cristal, *frec*. Por lo tanto, el intervalo de tiempo se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\Delta t_s^1 = cs^1 / \text{frec}$$

en la que cs^1 es el número de cuentas de intervalos o la velocidad de la cuenta.

Una vez ha sido determinado el primer intervalo de tiempo, se calcula la velocidad s^1 del eje delantero mediante la siguiente fórmula:

$$s^1 = d / \Delta t_s^1 = d * \text{frec} / cs^1$$

en la que *d* es la distancia que separa los dos sensores piezoeléctricos.

La velocidad del eje trasero se determina de una manera similar. Un segundo intervalo de tiempo Δt_s^2 se graba mediante la medición del intervalo de tiempo entre que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor piezoeléctrico y que el eje trasero dispara una señal en el segundo sensor piezoeléctrico. La velocidad s^2 del eje trasero se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$s^2 = d / \Delta t_s^2 = d * \text{frec} / cs^2$$

Las velocidades calculadas s^1 y s^2 se comparan a continuación para asegurar que los valores de la velocidad de los ejes para el eje delantero y el eje trasero varían sólo dentro de las tolerancias establecidas una con respecto a la otra. Se observará que si s^1 es igual a s^2 , entonces cs^1 es igual a cs^2 . Cualquier error en la determinación de la velocidad será un resultado de un error en la distancia calibrada entre los sensores piezoeléctricos primero y segundo, o un error en el intervalo de tiempo medido. El error puede ser calculado según la siguiente fórmula:

$$\epsilon_s = \epsilon_d + \epsilon \Delta t_s$$

La medición de la velocidad de los ejes delantero y trasero independientemente permite que sea verificada la velocidad del vehículo.

La determinación de la distancia entre ejes del vehículo cuya velocidad está siendo determinada proporciona una verificación adicional de la velocidad determinada. Esto se puede conseguir midiendo un tercer intervalo de tiempo Δt_{wb} entre que el eje delantero dispara el segundo sensor piezoeléctrico y que el eje trasero dispara el primer sensor piezoeléctrico. El tercer intervalo de tiempo se utiliza en asociación con las variables anteriormente expuestas (esto es, los intervalos de tiempo primero y segundo y la distancia) para determinar la distancia entre ejes del vehículo. La distancia entre ejes del vehículo preferentemente se determina dos veces, siendo determinada una vez con relación al primer sensor piezoeléctrico y siendo determinada otra vez con relación al segundo sensor piezoeléctrico.

La distancia entre ejes determinada con relación al primer sensor piezoeléctrico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$wb^1 = d(1 + \Delta twb/\Delta ts^1) = d(1 + cwb/cs^1)$$

en la que cwb es el número de cuentas de intervalos que corresponde al intervalo de tiempo Δtwb .

La distancia entre ejes determinada con relación al segundo sensor piezoeléctrico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$wb^2 = d(1 + \Delta twb/\Delta ts^2) = d(1 + cwb/cs^2)$$

Cualquier error en la determinación de la distancia entre ejes será un resultado de un error en la distancia calibrada entre los sensores piezoeléctricos primero y segundo, o un error en el intervalo de tiempo medido. El error puede ser calculado según la siguiente fórmula:

$$\varepsilon wb = \varepsilon d + \varepsilon \Delta ts + \varepsilon \Delta tw = \varepsilon d + 2\varepsilon \Delta ts$$

La determinación de las mediciones de las distancias entre ejes primera y segunda se utiliza para ayudar en la identificación de errores en la velocidad determinada para el eje delantero y la velocidad determinada para el eje trasero. Puesto que la distancia entre ejes determinada por el procedimiento de la invención es dependiente de la variable de la distancia y no de la distancia en combinación con otra variable tal como por ejemplo *frec*, como se utiliza en el cálculo de la velocidad del eje, la determinación de la distancia entre ejes se utiliza para calibrar el sistema.

Las dos determinaciones de la distancia entre ejes deben ser coherentes. Claramente, si se calcula una primera medición de la distancia entre ejes con relación al primer sensor piezoeléctrico y se calcula la segunda medición de la distancia entre ejes con relación al segundo sensor piezoeléctrico, se deberá esperar que ambos cálculos proporcionen un valor idéntico para un sistema correctamente calibrado, puesto que la distancia entre ejes no es una característica variable del vehículo.

La variación en la frecuencia del cristal *frec* puede cambiar la velocidad pero no la medición de la distancia entre ejes. Para evitar este problema, el sistema puede implantar un dispositivo separado que inyecta señales similares piezoeléctricas en el sistema. La detección del sistema se deshabilita a intervalos regulares y el sistema separado generará señales que correspondan a una velocidad conocida. Si el sistema detecta la velocidad correctamente ello significa tanto que las frecuencias del cristal están todavía dentro de las tolerancias especificadas como que ambos cristales han cambiado las frecuencias en la misma cantidad. La segunda opción es muy improbable especialmente si se utiliza un tipo diferente de cristal.

El sistema puede incluir además unos medios para contar las señales emitidas por los sensores piezoeléctricos primero y segundo por cada vehículo. La cuenta del número de señales emitidas proporciona una comprobación adicional de error, puesto que el número de señales emitidas por el primer sensor piezoeléctrico deberá ser el mismo que el número de señales emitidas por el segundo sensor piezoeléctrico si el sistema está libre de errores significantes. Cualquier discrepancia en el número de señales emitidas por el primer sensor piezoeléctrico comparado con las emitidas por el segundo sensor piezoeléctrico indica que durante la medición de las señales estaban presentes señales de ruido. Por lo tanto, la cuenta de señales puede ayudar en la reducción de errores debidos a la dispersión y a la reflexión de las señales.

El sistema puede estar configurado de tal modo que cualquier lectura que no tenga cuentas de señales idénticas para el primer y segundo sensores piezoeléctricos sean rechazadas por el sistema.

El número de señales disparadas en el primer sensor piezoeléctrico y el segundo sensor piezoeléctrico para cada vehículo puede ser utilizado para determinar un número de ejes asociados con el vehículo. La cuenta de ejes obtenida a partir del sistema puede ser verificada a continuación mediante referencia a la imagen grabada del vehículo. Si es conocido el número de ejes que tiene el vehículo, y el número de señales excede del número de señales anticipadas por el número de ejes en el vehículo, las señales adicionales grabadas deben ser señales de error.

El sistema puede ser calibrado considerando mediciones físicas de la distancia entre ejes, obteniendo mediciones reales de las distancias entre ejes a partir del fabricante de los vehículos, o mediante referencia a la base de datos de los tipos, las marcas y los modelos de vehículos con sus longitudes de las distancias entre ejes asociadas. Cuando el operario del sistema elige verificar las mediciones, el operario selecciona un vehículo y compara la distancia entre ejes medida por el sistema con respecto a la distancia entre ejes conocida para ese tipo de vehículo. Si los valores de la medición no coinciden con los valores conocidos, el operario identifica que existe un problema con la calibración, en este ejemplo, claramente la distancia entre el primer y segundo sensores piezoeléctricos está fuera del calibre.

El sistema puede estar configurado para verificar la medición de la distancia entre ejes y la cuenta de ejes cada vez que se detecta un vehículo a gran velocidad. Esto permite que el comportamiento del sistema sea supervisado continuamente.

Las variaciones en la frecuencia pueden afectar negativamente en la determinación de la velocidad por parte del sistema, sin embargo, dichas variaciones no afectarán a las determinaciones de las distancias entre ejes, haciendo que las mismas sean ideales para la calibración de la distancia entre los sensores piezoeléctricos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la verificación de la velocidad de un vehículo provisto de por lo menos un eje delantero y un eje trasero utilizando unos sensores, estando separados los sensores una distancia, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:

- (a) detectar la presencia de un vehículo;
- (b) grabar una imagen del vehículo;
- (c) disparar los sensores para emitir una señal;
- (d) recibir las señales emitidas por los sensores;
- (e) determinar la velocidad del vehículo sobre la base de las señales recibidas; y
- (f) determinar la medición de la distancia entre ejes del vehículo sobre la base de las señales recibidas;
- (g) identificar un vehículo a partir de la imagen grabada del vehículo;
- (h) comparar la medición de la distancia entre ejes determinada con respecto a la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado; e
- (i) identificar de una discrepancia entre la medición de la distancia entre ejes determinada y la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado como errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por la etapa (e).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la velocidad del vehículo se determina mediante un procedimiento, que incluye las siguientes etapas:

- (a) medir un primer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el primer sensor y que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor;
- (b) medir un segundo intervalo de tiempo entre que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor y que el eje trasero dispara una señal en el segundo sensor;
- (c) calcular velocidad del eje delantero con relación a la distancia que separa el primer y segundo sensores y el primer intervalo de tiempo; y
- (d) calcular la velocidad del eje trasero con relación a la distancia que separa el primer y segundo sensores y el segundo intervalo de tiempo.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que se determinan dos mediciones independientes de la distancia entre ejes mediante un procedimiento que incluye las siguientes etapas:

- (a) medir un tercer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor y que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor;
- (b) calcular una primera medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación al primer y tercer intervalos de tiempo y la distancia; y
- (c) calcular una segunda medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación al segundo y tercer intervalos de tiempo y la distancia.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye asimismo la etapa de contar las señales disparadas por el primer y segundo sensores por cada vehículo, en el que el número de señales disparadas en cada sensor se utiliza para determinar un número de ejes asociados con el vehículo y el número de ejes determinado se compara con el número real de ejes en el vehículo que está siendo detectado, de tal modo que cualquier discrepancia entre ellos sea indicativa de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el procedimiento.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye además la etapa de la calibración periódica del sistema mediante la inyección en el sistema de señales que simulan las señales de los sensores para una velocidad conocida del vehículo y la comparación de la velocidad determinada del vehículo con la velocidad conocida del vehículo.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además las siguientes etapas:

- (j) proporcionar una base de datos que contiene unos datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las especificaciones de los vehículos que incluyen una medición de la distancia entre ejes validada para cada tipo de vehículo;

en el que la medición de la distancia entre ejes determinada por el procedimiento se compara con la medición de la distancia entre ejes validada almacenada en la base de datos.

7. Sistema para la verificación de la velocidad de un vehículo provisto de por lo menos un eje delantero y uno trasero, incluyendo el sistema:

- (a) una cámara para grabar una imagen del vehículo para permitir que el vehículo sea identificado;
- (b) por lo menos dos sensores separados por una distancia los cuales son disparados, para emitir una señal, por los ejes delantero y trasero;
- (c) unos medios para la recepción de las señales emitidas por los sensores;
- (d) unos medios para la utilización de las señales para determinar la velocidad del vehículo; y
- (e) unos medios para la utilización de las señales para determinar una medición de la distancia entre ejes para el vehículo;
- (f) unos medios para la identificación de un vehículo a partir de la imagen grabada del vehículo;
- (g) unos medios para la comparación de la medición de la distancia entre ejes determinada por el sistema con respecto a una medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado; y
- (h) unos medios para la identificación de cualquier discrepancia entre la medición de la distancia entre ejes determinada y la medición de la distancia entre ejes validada del vehículo que está siendo detectado como una indicación de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el sistema.

8. Sistema según la reivindicación 7, en el que los medios para la determinación de la velocidad del vehículo incluyen:

- (a) unos medios para la determinación de un primer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el primer sensor y que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor;
- (b) unos medios para la determinación de un segundo intervalo de tiempo entre que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor y que el eje trasero dispara una señal en el segundo sensor;
- (c) unos medios para el cálculo de la velocidad del eje delantero con relación a la distancia que separa el primer y segundo sensores y el primer intervalo de tiempo; y
- (d) unos medios para el cálculo de la velocidad del eje trasero con relación a la distancia que separa el primer y segundo sensores y el segundo intervalo de tiempo.

9. Sistema según la reivindicación 7 u 8, en el que se determinan dos mediciones independientes de la distancia entre ejes para cada vehículo.

10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que los medios para la determinación de las mediciones de la distancia entre ejes para el vehículo incluyen:

- (a) unos medios para la determinación de un tercer intervalo de tiempo entre que el eje delantero dispara una señal en el segundo sensor y que el eje trasero dispara una señal en el primer sensor; y
- (b) unos medios para el cálculo de una primera medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación al primer y tercer intervalos de tiempo y la distancia; y
- (c) unos medios para el cálculo de una segunda medición de la distancia entre ejes para el vehículo con relación al segundo y tercer intervalos de tiempo y la distancia.

11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, que incluye además unos medios para contar las señales disparadas por el primer y segundo sensores por cada vehículo, en el que el número de señales disparadas en cada sensor se utiliza para determinar un número de ejes asociados con el vehículo y el número de ejes determinado se compara con el número real de ejes en el vehículo que está siendo detectado, de tal modo que cualquier discrepancia entre ellos sea indicativa de errores potenciales en la velocidad del vehículo determinada por el sistema.

12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, que incluye además unos medios para la inyección en el sistema de señales que simulan las señales de los sensores para una velocidad conocida del vehículo y la comparación de la velocidad determinada del vehículo con la velocidad conocida del vehículo para calibrar el sistema.

13. Sistema según la reivindicación 7, que incluye asimismo:

- (i) una base de datos que contiene datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las

especificaciones de los vehículos que incluyen una medición de la distancia entre ejes validada para cada tipo de vehículo;

en el que la medición de la distancia entre ejes determinada por el sistema se compara con la medición de la distancia entre ejes validada almacenada en la base de datos.

14. Sistema según la reivindicación 7, que incluye asimismo:

- (j) unos medios para la utilización de las señales para determinar el número de ejes para el vehículo; y
- (k) una base de datos que contiene datos relativos a diversos tipos de vehículos asociados con las especificaciones de los vehículos que incluyen un número validado de ejes para cada tipo de vehículo, en el que la cuenta de los ejes determinada por el sistema se compara con la cuenta de los ejes validada almacenada en la base de datos.

15. Sistema según la reivindicación 13 ó 14, en el que la base de datos incluye un sistema experto, en el que las cuentas de los ejes y/o las mediciones de las distancias entre ejes para los tipos de vehículos se conocen a partir de las mediciones realizadas por el sistema y a continuación, se añaden a la base de datos.

16. Procedimiento según la reivindicación 1, que incluye asimismo la etapa siguiente:

- (k) mantener un registro de la velocidad y de los datos de la medición de la distancia entre ejes y las discrepancias a partir de los datos de la medición de la distancia entre ejes validada;

en el que el análisis de cualquier discrepancia entre los datos de la medición de la distancia entre ejes determinada y los datos de la medición entre ejes validada se utiliza para determinar tendencias de error y capacitar la calibración del sistema.

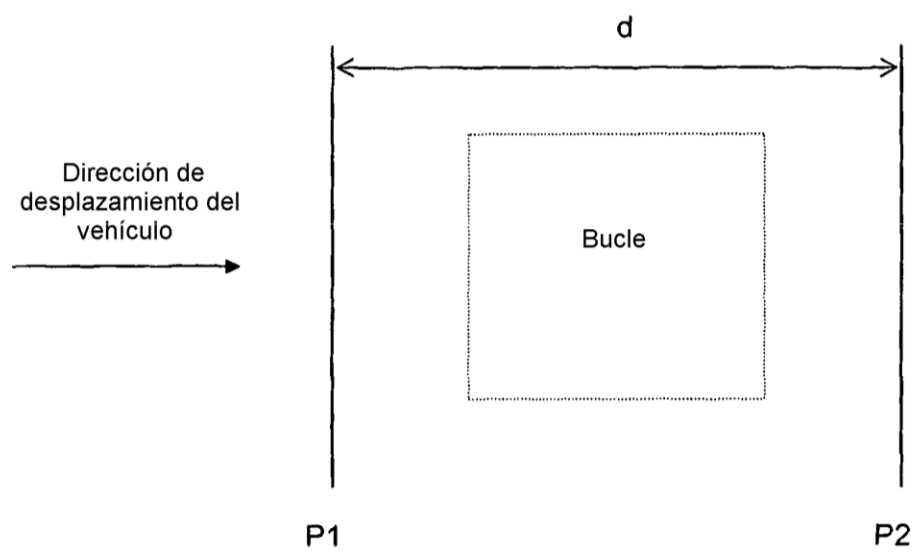


Figura 1

LEYENDA

P1	Sensor piezoeléctrico 1
P2	Sensor piezoeléctrico 2
Loop	Bucle inductor
T1	Tiempo cuando el eje delantero dispara P1
T2	Tiempo cuando el eje delantero dispara P1
T3	Tiempo cuando el eje trasero dispara P1
T3	Tiempo cuando el eje trasero dispara P2
Δts^1	Intervalo de tiempo utilizado para medir la velocidad del eje delantero ($T2-T1$)
Δts^2	Intervalo de tiempo utilizado para medir la velocidad del eje trasero ($T4-T3$)
Δtwb	Intervalo de tiempo utilizado para medir la distancia entre ejes ($T3-T2$)
cs^1	Velocidad 1 de la cuenta es el número de cuentas de intervalos entre T2 y T1 ($\Delta ts^1 \cdot frec$)
cs^2	Velocidad 2 de la cuenta es el número de cuentas de intervalos entre T4 y T3 ($\Delta ts^2 \cdot frec$)
$cswb$	Velocidad de la cuenta de distancia entre ejes es el número de cuentas de intervalos entre T3 y T2 ($\Delta twb \cdot frec$)
$frec$	Frecuencia del cristal de referencia
d	Distancia que separa P1 y P2

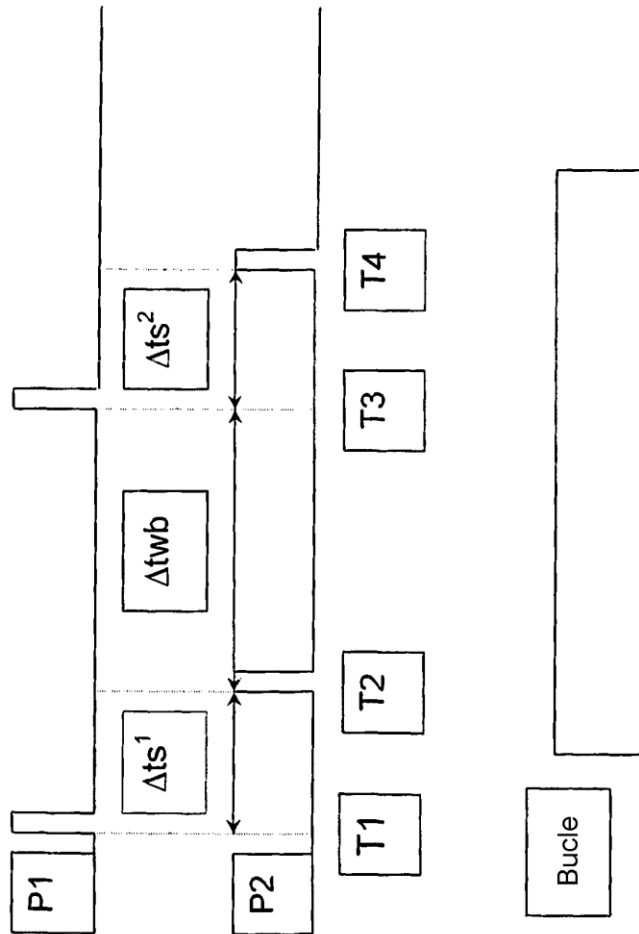


Figura 2