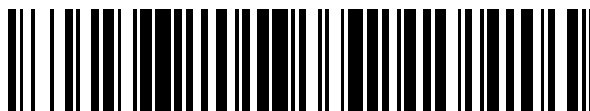


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 403**

51 Int. Cl.:

G01G 19/02 (2006.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2012** **E 12720774 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016** **EP 2697611**

54 Título: **Sistema para la medición de la carga de un puente durante el tránsito de un vehículo**

30 Prioridad:

11.04.2011 AT 5132011

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

18.02.2016

73 Titular/es:

PETSCHACHER, MARKUS (100.0%)

Am Hügel 4

9560 Feldkirchen, AT

72 Inventor/es:

PETSCHACHER, MARKUS

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 560 403 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema para la medición de la carga de un puente durante el tránsito de un vehículo

La invención se refiere a un sistema para la medición de la carga de un puente durante el tránsito de un vehículo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Desde hace mucho tiempo existe el deseo de supervisar construcciones de puentes con respecto a su carga, cuando son atravesadas por vehículos, en particular camiones pesados, para provocar, por ejemplo, precozmente trabajos de mantenimiento o trabajos de revisión y de esta manera evitar trabajos de reparación o saneamientos costosos posteriores.

10 Se conoce a partir de Aus Yuri Tselishchev y col., "Wireless Senso Network Tasked for Structural Health Monitoring of Bridges", IEEE Sensors 2009 Conference, ISBN 978-1-4244-5335-1/09, páginas. 1796-1799, un sistema para la supervisión de puentes, un llamado Sistema SHM (SHM-Structural Health Monitoring), en el que están previstas varias unidades monofilares de canales de medición, las llamadas unidades-ALIX, con sensores-DMS conectados, que comunican sus datos de medición con preferencia a través de radio. Una primera unidad-ALIX sirve al mismo tiempo, por decirlo así, como puerto de entrada para la transmisión por radio de datos de medición hacia lugares
15 externos. Las unidades-ALIX forman en este caso en su circuito en serie una red local, en la que para la alimentación de energía se emplea un cable de Ethernet, que se utiliza al mismo tiempo para la comunicación.

Otro sistema, un llamado Sistema-BWIM (BWIM-Bridge Weigh-In-Motion), se describe en el documento US 5 111 897 A. Este sistema está previsto para la medición de la carga de un puente durante el tránsito de un vehículo, con varios módulos de medición, que presentan, respectivamente, varias unidades de canales de medición, a las que
20 están asociados sensores-DMS separados, que están previstos para la colocación en el puente, de manera que los sensores transmiten señales analógicas por cable a las unidades de canales de medición asociadas a ellos, respectivamente, que derivan por medio de convertidores-A/D datos digitales de medición a partir de las señales de medición. En particular, se trata de un aparato de medición portátil, que es autónomo con respecto a la detección de valores de medición y la evaluación de los datos de medición, aparte de que está conectado con sensores de
25 bandas extensométricas. En conexión con la filosofía de aparatos presentada allí, está prevista una unidad de suministro de energía descentralizada propia; por medio de una tarjeta de extremo frontal analógico Analog Front End (AFE) se digitalizan y se acondicionan los datos de medición que llegan desde los sensores-DMS, después de lo cual se transmiten a un ordenador propio de los aparatos, una tarjeta-CPU. Con esta tarjeta de ordenador se realizan los cálculos necesarios, siendo calculados, por ejemplo, la velocidad y el peso de un vehículo, y siendo registrados a continuación estos resultados del cálculo en una tarjeta de memoria – igualmente descentralizada -.
30 Entre las tarjetas individuales existen conexiones de bus.

En el documento WO 2009/063523 A2 se publica una instalación para la supervisión del estado de construcciones, por ejemplo puentes, en la que están previstos varios aparatos de medición, que están provistos, respectivamente, con una unidad de suministro de corriente de batería / solar; además, cada aparato de medición está equipado con
35 un módulo de emisión / recepción propio así como con una unidad de acondicionamiento de datos (CPU). A este respecto, esta instalación conocida es adecuada también para la medición de la carga de un vehículo durante el tránsito de un vehículo. Aparte de ello, aquí falta un grupo de módulos de medición en una disposición paralela, que están conectados por cable a través de una unidad de conmutación-PoE con un servidor local.

40 En el Artículo Ou y col., "Development und performance of wireless sensor network for structural health monitoring", Proc. pf Spie. Smart Structures and Materials, se describe una transmisión por radio de señales de sensores durante la supervisión de obras de construcción. También es necesaria una alimentación de energía descentralizada de los sensores.

Además, el documento US 2007/0062289 A1 se refiere a la supervisión de obras de construcción, por ejemplo puentes, estando prevista una investigación con la ayuda de señales acústicas con respecto a una detección del
45 peso (AWIM-Acoustic Weigh in Motion) de vehículos de tránsito,

También se ha propuesto ya (ver "Kleine Zeitung", 15 de Abril de 2009, página 35) emplear una supervisión de puentes con mecanismos de reconocimiento de imágenes, para detectar, por una parte, el peso de camiones que circulan sobre el puente y, por otra parte, las cargas axiales; los datos obtenidos deberían evaluarse con la ayuda de un software. Puesto que en este caso, se detectan también turismos, de acuerdo con esta propuesta se considera
50 ventajoso que sería posible un recuento completo del tráfico. Por lo que se refiere a los vehículos, se han detectado ya especialmente la velocidad y la distancia entre ejes. Los vehículos son reconocidos a través de sensores y las clases de camiones se asocian también, entre otras cosas, en virtud el número de ejes y las distancias.

Existe como anteriormente la necesidad de un sistema de medición, que es sencillo en la configuración, fiable en el funcionamiento y proporciona rápidamente los datos deseados para la evaluación con respecto a un análisis fiable
55 de la carga del puente.

Para la solución del cometido planteado, la invención prevé un sistema como se indica en la reivindicación 1. Las formas de realización ventajosas y los desarrollos ventajosos se definen en las reivindicaciones dependientes.

De esta manera están previstos módulos de medición en el lugar, en la zona del puente, presentando estos módulos de medición, respectivamente, varias unidades de canales de medición, con las que están conectados sensores separados, a saber, sensores-DMS (DMS – bandas extensométricas). Un módulo de medición de este tipo con los sensores correspondientes tiene una configuración “del tipo de araña” del módulo y los sensores y, como se ha mencionado, se colocan en un puente varios módulos de medición de este tipo (“arañas”) con sensores correspondientes. Los sensores pueden estar dispuestos en el lado inferior del puente, pero teóricamente también dentro de la estructura del puente, y sirven para medir la carga del puente respectivo en una forma adecuada, a través de detección de flexiones. Los módulos de medición se pueden reunir también por grupos, de acuerdo con las particularidades locales. Para detectar la temperatura de la estructura del puente y tener en cuenta la temperatura medida en las evaluaciones de los datos de la carga al mismo tiempo, es conveniente que al menos un módulo de medición esté conectado con un sensor de temperatura. También con respecto a la detección dinámica de los datos de medición de la carga puede estar previsto un sensor de aceleración, que está conectado con al menos un módulo de medición o bien está asociado a éste.

Los datos de medición son transmitidos a continuación a través de un rúter-ordenador y, por ejemplo, a través de Internet hacia la unidad de evaluación central.

Cada módulo de medición está alojado para la protección de la electrónica con preferencia en una carcasa cerrada herméticamente, por ejemplo una carcasa metálica.

Por ejemplo, mientras que un sensor de temperatura puede ser un sensor de temperatura digital, los sensores de carga, los sensores-DMS, son regularmente sensores analógicos. Estos sensores emiten de esta manera señales analógicas de medición, y estas señales analógicas de medición son digitalizadas en los módulos de medición con la ayuda de convertidores A/D previstos allí, para deducir de esta manera los datos de medición digitales para la transmisión hacia la unidad de evaluación remota.

Para cada módulo de medición con sensores correspondientes está previsto que las señales de medición de los sensores-DMS sean transmitidas por cable hacia el módulo de medición correspondiente, hacia las unidades de canales de medición asociadas allí, siendo posible aquí sin problemas la transmisión por cable, puesto que solamente existen distancias relativamente cortas para la transmisión y paralelamente a ello se puede realizar la alimentación de energía a través del mismo (Power over Ethernet-PoE).

En el presente sistema de medición están presentes, por lo tanto, varias estaciones de medición descentralizadas, que están conectadas a través de una red local, una LAN (LAN – Local Area Network), En este caso, con los módulos de medición está conectado un ordenador o servidor local (llamado aquí también Ordenador esclavo), para preparar, dado el caso, en el lugar los datos y registrarlos temporalmente en memoria, antes de que sean transmitidos la unidad de evaluación central, más exactamente a un ordenador de evaluación. Esta transmisión se puede realizar especialmente a través de una conexión de Internet móvil y, de acuerdo con ello, está previsto con preferencia un servidor-WLAN como servidor o rúter. El servidor / rúter local presenta con preferencia un Model-GSM o UMTS para la transmisión de datos.

En general, por lo tanto, está previsto un sistema sencillo, escalable sin problemas y especialmente rápido y fácil de montar. En este contexto es también ventajoso que la interfaz de transmisión esté instalada al mismo tiempo para la recepción de tensión de alimentación para el módulo de medición, que presenta una unidad de suministro de energía correspondiente. En este caso, es favorable, además, que la unidad de suministro de energía prevea diferentes tensiones para partes digitales y analógicas del circuito del módulo de medición.

El servidor local puede controlar y supervisar o bien administrar todo el sistema de medición, es decir, los módulos de medición con los sensores “colgados” en él y acondicionar así como registrar temporalmente en memoria los datos de medición de todas las estaciones. En el caso de un conexión de Internet para la transmisión de los datos de medición, es posible, además, también manejar a través del servidor(WEB) en el caso de un acceso remoto a base de Internet todos los aparatos a través de un navegador-WEB y configurarlos para situaciones específicas de aplicación desde el puesto central.

Como complemento del presente sistema de medición con los módulos de medición junto con los sensores, también es ventajoso que se coloque una cámara sobre el puente, para detectar ópticamente los vehículos que circulan sobre el puente desde el lateral; se puede emplear cualquier tipo de cámara, por una parte cámaras por encima de la cabeza, para obtener imágenes de conjunto del vehículo y, por otra parte, cámaras de alta velocidad colocadas lateralmente al eje de la carretera, para detectar aquí especialmente los ejes de los vehículos y acoplar los conocimientos correspondientes con los datos de medición de la carga, como se han registrado por los sensores-DMS, con respecto a una evaluación simplificada.

En el lugar de la unidad de evaluación remota central se puede conectar con ventaja delante del ordenador de

evaluación propiamente dicho una memoria tampón para el registro intermedio de los datos de medición transmitidos.

Aunque, como se ha mencionado, con preferencia en la zona del puente respectivo la transmisión de señales desde los sensores hacia el Modem de medición respectivo así como desde el Modem de medición hacia el servidor o bien el rúter se realiza por cable, se prevé una transmisión de datos de medición sin hilos desde esta disposición de medición hacia la unidad de evaluación remota.

Como ha mencionado, el presente sistema de medición posibilita un gasto reducido para la instalación en puentes a supervisar así como a pesar de todo un procesamiento centralizado de los datos y también la supervisión de los sistemas. De esta manera se simplifica todo el ciclo de trabajo en el transcurso de las mediciones y se posibilita también una realización paralela de varias mediciones en diferentes lugares de emplazamiento. En virtud de las unidades de medición descentralizadas y del cableado sencillo resulta una ventaja clara de costes y, además, el presente sistema se puede adaptar sin problemas a tareas de medición específicas, en comparación con los sistemas que se pueden adquirir actualmente en el mercado. De esta manera, con el presente sistema se posibilita empelar una técnica eficiente de medición de puentes en gran extensión. Por consiguiente, resulta una utilidad ventajosa del presente sistema de medición también para sistemas de peaje y para una gestión del tráfico.

En el presente sistema de medición tiene una importancia especial el concepto de la “estación de medición distribuida”, es decir, la subdivisión de las unidades de medición en módulos de medición, respectivamente, con un número limitado de sensores conectados, por ejemplo, como se ha revelado como especialmente favorable en la práctica, con hasta ocho sensores-DMS por módulo de medición, suministrando entonces estos módulos de medición los datos de medición correspondientes de los sensores respectivos en forma digital. Estas “estaciones” de medición distribuidas son sincronizadas temporalmente por el servidor local respectivo, es decir, que el servidor local mantiene los módulos de medición respectivos o estaciones de medición respectivas de forma sincronizada.

A continuación se explica todavía en detalle, la invención con la ayuda de ejemplos de realización especialmente preferidos, representados en el dibujo, a los que, sin embargo, no se limita. En el dibujo se muestra en detalle lo siguiente:

La figura 1 muestra una representación muy esquemática de una parte de un puente de autopista con posiciones indicadas en él para módulos de medición y sensores del presente sistema de medición.

La figura 2 muestra en las figuras parciales figura 2 A (parte local del sistema de medición) y figura 2B (parte central remota del sistema) de forma esquemática la estructura del presente sistema para la medición de la carga del puente.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un módulo de medición previsto en el sistema según la figura 2A, y

Las figuras 4 y 5 muestran ejemplos de realización para dos unidades de canales de medición diferentes, a saber, para un sensor-DMS (figura 4) y para un sensor de temperatura (figura 5).

En la figura 1 se muestra de manera muy esquemática una parte de un puente 1, por ejemplo de un puente de autopista con dos direcciones de la circulación 1A, 1B, en el que a ambos lados del eje 2 del puente de la autopista 1 están presentes las calzadas 3, 4 y 5, 6, respectivamente. En el lado inferior del puente 1, en las posiciones indicadas en la figura 1 se pueden ver, por una parte, módulos de medición 7 y, por otra parte, posiciones de sensores-DMS 8 así como de un sensor de temperatura 9; las posiciones de los sensores-DMS 8 están indicadas por medio de anillos pequeños, pero, por lo demás, para mayor simplicidad, no se designan con números de referencia separados. Pero a partir de la representación en la figura 1 se deduce que sobre el lado izquierdo según la representación, ocho sensores-DMS 8 están conectados con el módulo de medición 7, no obstante, dado el caso, se pueden prever menos de ocho sensores-DMS 8.

Adicionalmente, a partir de la figura 1 se deduce también una cámara de vídeo 10, que está prevista para registrar vehículos que circulan sobre el puente 1, en particular camiones, y en este caso especialmente sus números de ejes. Además, se ilustran esquemáticamente una caja de conexiones de corriente 11 para la red local (LAN) con los módulos de medición así como un rúter local 12.

Los componentes individuales del sistema, a saber, módulos de medición 7 con sensores 8, 9, pero también con rúter 12 y cámara 10, se explican todavía en detalle a continuación con la ayuda de las figuras 2 a 5.

En la figura 1 se representan, además, todavía con cuadrados pequeños unas unidades-ADMP 13 (ADMP – Axle Detection Measurement Point – Punto de Medición de Detección del Eje). En este caso, se trata de sensores, con cuya ayuda se puede calcular la velocidad del vehículo.

La parte superior de la figura 2, la figura parcial 2A, muestra de forma ejemplar una disposición local 14 del presente sistema de medición, que (como red-LAN 15) está conectado a través de una conexión de Internet 16 representada

de forma esquemática con una zona de evaluación central remota 17, con una unidad de evaluación 18 del sistema. Debería ser evidente que varias disposiciones de medición locales 14 de este tipo colaboran con la zona central 17, como se muestra ésta en la figura 2, aunque en la figura 2 solamente se muestra una disposición de medición local 14 individual.

5 De acuerdo con la figura 2A, la disposición local 14 comprende, por ejemplo, dos grupos 19, 20 con varios módulos de medición 7, respectivamente, que presentan unidades de canales de medición correspondientes con puestos de conexión para sensores, a saber, sensores de carga 8 en forma de sensores-DMS, sensores de temperatura 9, pero, dado el caso, también sensores de aceleración 21. Los módulos de medición 7 según la figura 1 se explican a continuación todavía en detalle con la ayuda de la figura 3, sus unidades de canales de medición con la ayuda de las
10 figuras 4 y 5.

Los módulos de medición 7 individuales, que están dispuestos en una red de Ethernet 15, están conectados de acuerdo con la figura 2 con un módulo de conmutación-PoE 22 (PoE – Power over Ethernet – Alimentación de Corriente a través de Ethernet). En este módulo de conmutación 22 está conectado entonces el servidor / router 12 ya descrito con la ayuda de la figura 1, que funciona para el procesamiento previo de datos, para el registro intermedio, como router, como servidor-WLAN así como Modem-GSM o bien Modem-UMTS para la conexión de Internet 16.

Por lo demás, en la figura 2A se ilustra la cámara 10, que está conectada a través de un captor de datos 23, es decir, un aparato lector de datos, con el módulo de conmutación-PoE. Además, como se muestra, por ejemplo, según la figura 2A, puede estar previsto un ordenador esclavo 24 para cálculos previos en el transcurso de la evaluación de los datos, estando conectado también este ordenador esclavo 24 con el módulo de conmutación 22.

20 En la zona del sistema de medición central 17 está previsto un servidor de carga 16. Con este servidor de carga 25 está conectada una memoria tampón 26, una especie de cola de espera, desde la que los datos de medición llegan a través de un emisor 27 a la unidad de evaluación central 18 propiamente dicha, con un ordenador de evaluación central 28 – a través de un cortafuegos 29 -. El ordenador central 28 accede a una base de datos 30 y trabaja sobre la base de un software de análisis, que se ilustra con un módulo de análisis 31 en la figura 2B.

25 La división de los módulos de medición 7, etc. en grupos, por ejemplo 29, 20, es ventajosa cuando parece conveniente una agrupación en unidades lógicas desde el punto de vista constructivo estático. En este caso, un tratamiento en grupos de los datos de medición implica un procesamiento esencialmente más sencillo de las señales.

30 Los módulos de medición 7 son a este respecto una parte esencial del presente sistema de medición, ya que implica una aproximación grande a los sensores 8, 9, pero también 21 propiamente dichos, de manera que se pueden digitalizar señales analógicas de los sensores ya por vía corta. Como se explicará todavía en detalle a continuación con la ayuda de la figura 3, en la forma de realización preferida se mantienen hasta ocho sensores, en particular los sensores-DMS 8, sincronizados con un módulo 7 de este tipo.

35 Todos los módulos de medición 7 son alimentados en el ejemplo de realización mostrado a través del módulo-PoE 22 con energía eléctrica. En este caso, es ventajoso que se puedan utilizar cables finos, que se pueden tender fácilmente. Se da una limitación por una longitud máxima de 100 m.

A través del servidor o router 12 se emiten todos los datos de medición en línea, y se utiliza al mismo tiempo con preferencia como ordenador central para la parte local 14, de manera que sincroniza los módulos de medición 7 en los grupos 19, 20 individuales; el router 12 recibe paquetes de datos permanentemente, los ordena y forma los llamados ficheros-dac por grupo, en los que pueden estar contenidos un resultado de medición o varios resultados de medición.

45 El sensor de aceleración 21 no es absolutamente necesario para el presente sistema de medición, pero se puede integrar en caso necesario en el sistema de medición y, en concreto, o bien como sensor analógico en una de las salidas para los sensores-DMS 8, como se muestra en la figura 2A, o como sensor digital, en particular en una interfaz-RS485 (ver a continuación todavía las figuras 3 y 5).

El servidor esclavo local 24 se puede emplear adicionalmente, para recibir datos paralelamente al router o bien servidor 12 y para realizar cálculos en el lugar.

50 La cola de espera 26 en la zona central 17 no sólo sirve como memoria asíncrona, sino que ofrece también la posibilidad de realizar trabajos de mantenimiento y de instalación en el ordenador central 28. El transmisor (emisor) 27 es un servicio disparado temporalmente, que lee la cola de espera 26 con un límite superior de paquetes y los transmite a través del cortafuegos 29 al ordenador 28. La cámara 10 es una cámara de alta velocidad, que se puede considerar como “sensor” complementario; para la determinación de las dimensiones geométricas de un vehículo que circula sobre el puente 1 (figura 1), esta cámara 10 debería crear al menos 200 fps (frames per second – cuadros bien imágenes parciales por segundo). El análisis se realiza entonces de forma desplazada en el tiempo con la ayuda de un módulo-SW 31. El captor de datos 23 es dicho con más precisión un ordenador con Gigabit
55

Ethernet (GigE), para garantizar la comunicación con la cámara 10. El software de análisis u el servidor / router 12 están sincronizados entre sí de manera más conveniente.

La base de datos 30 contiene todos los datos relevantes de cada proyecto de medición, con relación al puente 1 respectivo. Pero esta base de datos 30 puede procesar también varias mediciones ejecutadas al mismo tiempo.

- 5 En la figura 3 se muestra en detalle un diagrama de bloques de un módulo de medición 7, estando indicados también sensores individuales en conexión con este módulo de medición. El módulo de medición 7 detecta, por ejemplo, las señales analógicas de hasta ocho sensores-DMS 8, que están montados en el puente 1 a medir (figura 1), y convierte las señales analógicas en unidades de canales de medición 32 y 33 individuales, respectivamente. Como ya se ha mencionado, es ventajoso registrar en el grupo 19 o bien 20 (figura 2A) la temperatura de la estructura de soporte, para que se puedan tener en cuenta modificaciones globales de la dilatación de la estructura de soporte del puente 1. Este sensor de temperatura puede estar previsto, por ejemplo, como sensor digital 9, que se puede conectar en una interfaz-RS485 34 del módulo de medición 7. De manera alternativa, en el caso de un sensor de temperatura analógico 9' puede estar asociada una unidad de canales de medición 33 adecuada con convertidor A/D, ver también la figura 5, que se explicará todavía en detalle a continuación.
- 10
- 15 Sobre todo son esenciales los sensores de bandas extensométricas 8, que sirven como registradores analógicos del recorrido para medir en el lado inferior del puente 1 dilataciones como consecuencia de cargas durante el tránsito del puente por vehículos especialmente pesados.

- La alimentación de corriente del módulo de medición 7, en el que están instalados con preferencia todos los componentes sobre una pletina común, se realiza como se ha mencionado a través de Ethernet – PoE, presentando cada módulo de medición 7 un módulo-PoE 35 correspondiente en conexión con un módulo de interfaz 36, por ejemplo un “Linux Embedded Modul” – Módulo Incrustado Linux. Con el módulo-PoE 35 está conectada a continuación una fase de tensión de alimentación 37, que prevé en el ejemplo mostrado dos tensiones de funcionamiento, a saber, 3,3 V para todos los componentes digitales del módulo de medición 7 y 5 V para todos los componentes analógicos. Pero para los componentes analógicos sería también posible teóricamente otra tensión de alimentación, por ejemplo, 2,5 V.
- 20
- 25

- El módulo PoE 35 contiene, por ejemplo, de manera convencional en sí un convertidor DC/DC con topología-Buck, que reduce los 48 V de la alimentación de tensión-PoE a 6 V. A continuación está previsto un segundo convertidor-Buck-DC/DC, que regula la tensión de 6 V a 3,3 V para la alimentación de los componentes digitales, en particular también del Módulo-Linux 36. Un tercer convertidor lineal convierte la tensión de alimentación de 6 V en una tensión de 5 V para la técnica analógica; por lo tanto, aquí se selecciona un convertidor lineal con preferencia porque entonces se garantiza la exactitud o bien la limpieza de la tensión.
- 30

- Como ya se ha mencionado anteriormente, se puede prever en el puente 1 para la alimentación de la corriente un equipo correspondiente (11 en la figura 1). Esta alimentación de la corriente 11 se puede realizar con baterías 4x12 V, para asegurar la tensión de 48 V posible para la técnica-PoE. En lugar de las baterías 4x12 V, por ejemplo baterías de automóvil, se pueden prever también menos baterías, al menos con 36 V de tensión de salida, pudiendo preverse entonces una elevación de la tensión electrónica (llamado convertidor-Boost), como se conoce esto en sí. La alimentación de tensión separada de las partes analógicas y de las partes digitales en el módulo de medición 7 tiene la ventaja de que se pueden evitar interferencias a través de sobreacoplamientos.
- 35

- El Módulo Incrustado Linux 36 sirve para la comunicación entre el módulo de medición 7 y la red local 15, la Ethernet; por ejemplo, se utiliza un módulo 36 con sistema operativo Linux, proporcionando en este caso el módulo 36 una conexión de Ethernet de 10/100 Megabit así como interfaces en serie (asíncrona, SPI, etc.), (SPI – Interfaz Periférica en Serie). Debido a las conexiones limitadas se establece la interfaz-SPI con las unidades de canales de medición individuales 32, etc., a través de una interfaz-SPI 38 ampliada.
- 40

- El módulo de medición 7 unifica una técnica de medición de alta precisión con un procesamiento digital rápido de las señales, como se deduce también en detalle a partir de la explicación siguiente de las figuras 4 y 5. En este caso, es posible una optimización con respecto a la prevención de interferencias de la técnica de medición, tal vez a través de efectos de acoplamiento, diafonía, etc.
- 45

- Con preferencia, el montaje del módulo de medición 7 se realiza en una carcasa cerrada, en particular una carcasa metálica, con preferencia una carcasa de aluminio atornillada, que puede presentar, por ejemplo, dimensiones de 220 mm x 123 mm x 80 mm. El módulo de medición 7 es adecuado en este caso para una operación a una temperatura ambiente de -40°C a +50°C.
- 50

- En la figura 4 se muestra de forma ejemplar una unidad de canales de medición 32 en combinación con un sensor-DMS 8 conectado a través de un cable coaxial 39, en el que, como se ha mencionado, la unidad de canales de medición 32 es un componente del módulo de medición 7, en el que pueden estar conectados de manera similar a una “araña”, por ejemplo, hasta ocho o nueve sensores diferentes a través de líneas (cable coaxial 39). Cada canal de medición 32 acondiciona sobre la pletina puntos de apoyo de soldadura 40 para la conexión del cable coaxial 39
- 55

de 4 polos blindado hacia el sensor 8 correspondiente (banda extensométricas en circuito de puente). El quinto punto de soldadura está conectado a tierra o bien con el blindaje del cable coaxial 39. Dos puntos de soldadura sirven para la alimentación opcional de la tensión (3,3 V o 5 V, como se ha indicado anteriormente), y dos puntos de soldadura o bien conexiones de señales están conectados en el canal de medición 32 con un preamplificador 41, que prevé, por ejemplo, una amplificación de hasta 1400 veces, en el ejemplo de ensayo una amplificación de 300 veces. Desde este amplificador 41 las señales de medición (señales diferenciales del puente) llegan a través de un amplificador 42 programable (PGA – Programmable Gain Amplifier – Amplificador con Amplificación Programable) hacia un convertidor-AD 43. En el amplificador 42 se puede regular la amplificación a través de una unidad de entrada 44, por ejemplo a una amplificación $\times 1$, $\times 2$, $\times 4$, $\times 8$, $\times 16$, $\times 32$, $\times 64$.

El convertidor-AD 43 es, por ejemplo, un convertidor-AD de 16 bits – Sigma-Delta -. Para el módulo de medición 7 respectivo no es necesaria una sincronización exacta de los instantes de muestreo de los convertidores-AD 43 de los ocho canales de medición, puesto que las señales de medición son evaluadas integralmente. A través de la pre-amplificación 41, 42 así como el convertidor 43 existen numerosas posibilidades de ajuste para la calibración y realización de la conversión-AD.

En la figura 4 se representa a continuación se forma simbólica un filtro 15. No obstante, a este respecto hay que completar que con preferencia en el marco del presente sistema de medición no se emplea ningún filtro de hardware, sino que se realiza un filtro de software, si es necesario.

Por último, a partir de la figura 4 se deduce todavía una interfaz-SPI 46, que establece una comunicación con Ethernet o bien con el módulo 22 (figura 2A) a través de la interfaz-SPI 38 y el Módulo Incrustado 36.

La electrónica de medición descrita de esta manera suministra valores de medición digitales, que corresponden a una tensión de puente determinada, en función de la regulación de la amplificación en el amplificador 43. De esta manera se puede definir la amplificación electrónica del sistema. El punto cero del sistema puede ser diferente del valor cero debido a desviaciones en el sensor o en el circuito de medición o bien está sometido a desviaciones de cualquier tipo, por ejemplo, con la temperatura. El convertidor A/D 43 ofrece a tal fin una posibilidad para la calibración, de manera que se pueden obtener valores de medición exactos, reproducibles sobre toda la zona de temperatura que aparece en la práctica.

Para la medición de la potencia se pueden emplear, como se ha mencionado, sensores digitales de temperatura 9 o, en cambio, también sensores analógicos de temperatura 9', por ejemplo sensores-Pt100. Un ejemplo de un canal de medición 33 con un sensor analógico de temperatura 9' de este tipo se ilustra en la figura 5, en la que la estructura de este canal de medición 33 corresponde, en principio, en su mayor parte a la del canal de medición 32 de la figura 4, de manera que para componentes correspondientes se utilizan los mismos números de referencia y se puede omitir una descripción nueva de esta unidad de canal de medición, en lo que se refiere a la estructura. Una estructura similar del canal de medición se da, por lo demás, en el caso de un sensor – analógico – de aceleración 21 (figura 2A).

La medición de la temperatura debería realizarse con sensores 9 o bien 9' de este tipo, con los que se consigue una resolución de 0,1 °C y una exactitud de ± 1 °C.

Una diferencia en la configuración de la figura 5 en comparación con la de la figura 4 consiste en que en el caso de un sensor de temperatura 9' no se necesita un amplificador previo 41. En este caso, es posible una medición estable con la resolución requerida. La aparición de la exactitud deseada puede depender, sin embargo, de la dispersión de los valores de la resistencia de los sensores-Pt100, lo que se puede tener en cuenta con una calibración correspondiente.

Una medición de la temperatura se necesita, respectivamente, sólo para un ciclo completo de medición, de manera que la medición de la temperatura se puede realizar a intervalos de tiempo comparativamente grandes, por ejemplo a intervalos de un segundo o más. El retículo de tiempo de la medición de la temperatura se puede regular a través del software. La señal analógica obtenida por el sensor 9' es digitalizada de nuevo en el canal de medición 33 (ver el convertidor-AD 43) y se convierte a continuación a través de fórmulas correspondientes en el Módulo Incrustado 36 (ver la figura 3) en el valor de la temperatura propiamente dicho.

No obstante, con preferencia se utiliza, como se ha mencionado anteriormente, sensores digitales de temperatura 11 (ver la figura 3), estando disponibles sensores de temperatura de semiconductores 9 digitales entretanto de alta precisión, que emiten el valor de la temperatura, por ejemplo, a través de interfaces-I2C o SPI directamente en forma digital. Tales sensores digitales de temperatura 9' posibilitan también distancias mayores desde los módulos de medición 7 o bien sus interfaces-RS485 34 (ver la figura 3).

Aunque la invención se ha explicado anteriormente con la ayuda de ejemplos de realización especialmente preferidos, son posibles, sin embargo, evidentemente en el marco de la invención otras variaciones y modificaciones. Así, por ejemplo, es concebible prever en construcciones de puente pequeñas solamente un módulo de medición 7 con un número correspondiente de canales de medición 32/33, por ejemplo también sólo seis, aunque

la invención proporciona sus ventajas especiales sobre todo cuando se prevé una pluralidad de tales módulos de medición 7 en un puente 1 y, en concreto, en el grupo correspondiente, como se ha explicado. A través del sistema distribuido descrito, ver especialmente la figura 2 con las figuras parciales 2A y 2B, se posibilitan especialmente las ventajas de un montaje sencillo, de un cálculo exacto y rápido de valores de medición así como de una evaluación rápida y exacta de los datos de medición.

5

REIVINDICACIONES

1.- Sistema para la medición de la carga de un puente (1) durante el tránsito de un vehículo, que comprende:

- 5 - varios módulos de medición (7), que presentan, respectivamente, varias unidades de canales de medición (32, 33) con convertidores A/D;
- sensores-DMS (8) asociados por separado a los módulos de medición, que están previstos para la colocación en el puente (1), en el que los sensores transmiten señales analógicas de medición por cable a las unidades de canales de medición (32, 33) asociadas, respectivamente, a ellos, que derivan por medio de convertidores A/D datos de medición digitales a partir de las señales de medición; **caracterizado** porque
- 10 - el sistema comprende, además, un módulo de conmutación-PoE (22), un servidor / router local (12) y una unidad de evaluación remota (18);
- los datos de medición digitales son transmitidos desde el servidor / router (12) a través de una transmisión de datos de medición por radio (16) hacia la unidad de evaluación (18) remota;
- 15 - los módulos de medición (7) comprenden, respectivamente, una interfaz de transmisión (36), y están conectados en paralelo y por cable con el módulo de conmutación-PoE (22) y a través de éste con el servidor / router local (12), con lo que se forma una red local (LAN) (15),
- el servidor / router local (12) está instalado para mantener los módulos de medición (7) de forma sincronizada.

- 20 2.- Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la interfaz de transmisión (36) está instalada al mismo tiempo para la recepción de tensión de alimentación para el módulo de medición (7) respectivo, que presenta una unidad de suministro de energía (37) correspondiente.

- 3.- Sistema de acuerdo con la **reivindicación** 2, caracterizado porque la unidad de suministro de energía (37) prevé tensiones diferentes para interfaz digital y analógica del módulo de medición (7).

- 25 4.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque módulos de medición (7) están compuestos en grupos (19, 21).

- 5.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque al menos un módulo de medición (7) está conectado con un sensor de temperatura (9; 9') que detecta una temperatura de la estructura de puente.

- 30 6.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque al menos un módulo de medición (7) está conectado con el sensor de aceleración.

- 7.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque cada módulo de medición (7) está dispuesto en un carcasa cerrada herméticamente, por ejemplo de metal.

- 8.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por un medio de ordenador (24) local conectado con cada módulo de medición para la realización de cálculos en el lugar.
- 35 9.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el servidor / router local (12) es un servidor-WLAN.

- 10.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el servidor / router local (12) presenta un Modem-GSM o UMTS para la transmisión de datos.

- 40 11.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** por una cámara (10) prevista para la colocación sobre el puente para la detección lateral del vehículo, en particular para la detección de los ejes del vehículo.

- 12.- Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque en la unidad de evaluación remota (18) está prevista una memoria tampón (26).

45

Fig. 1

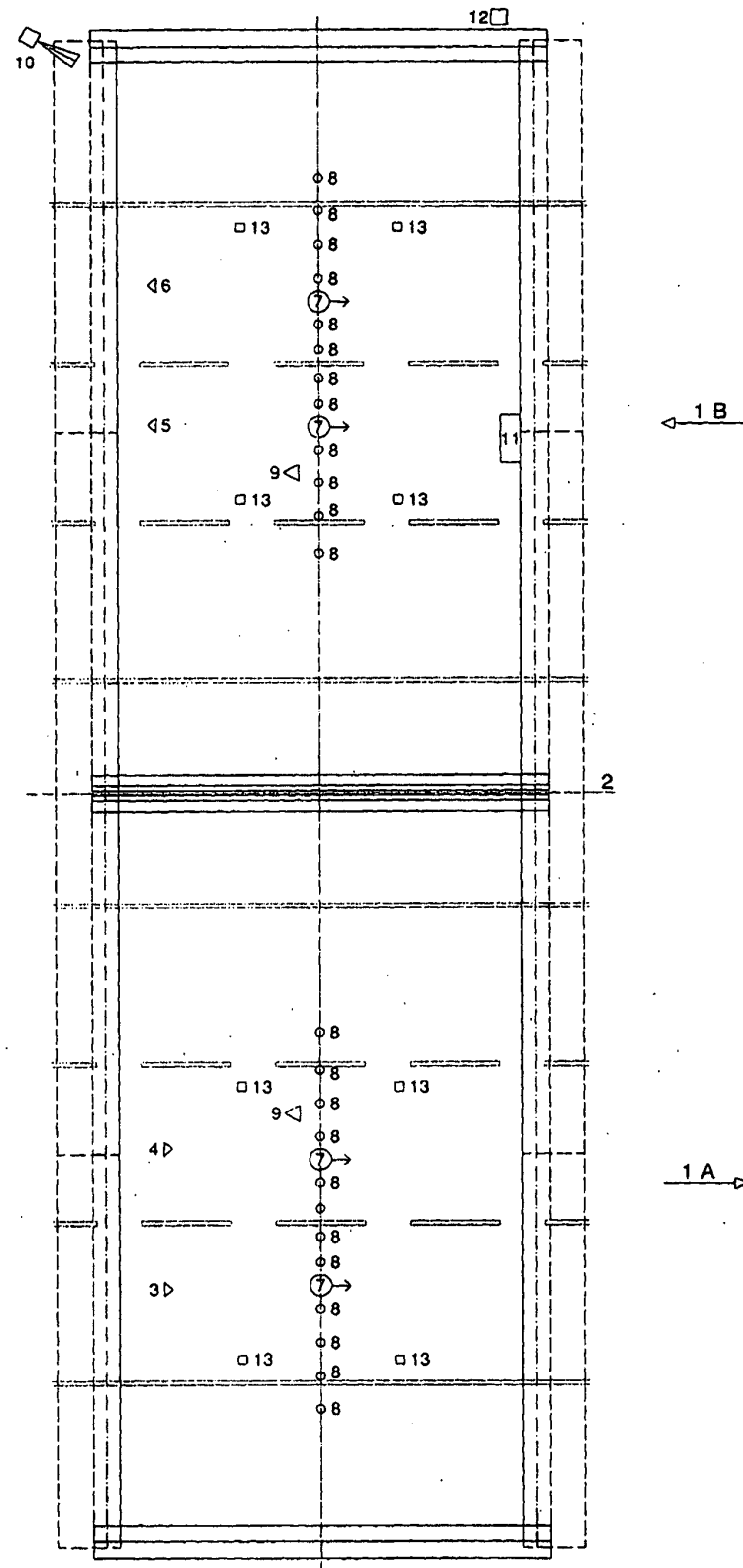


Fig. 2A

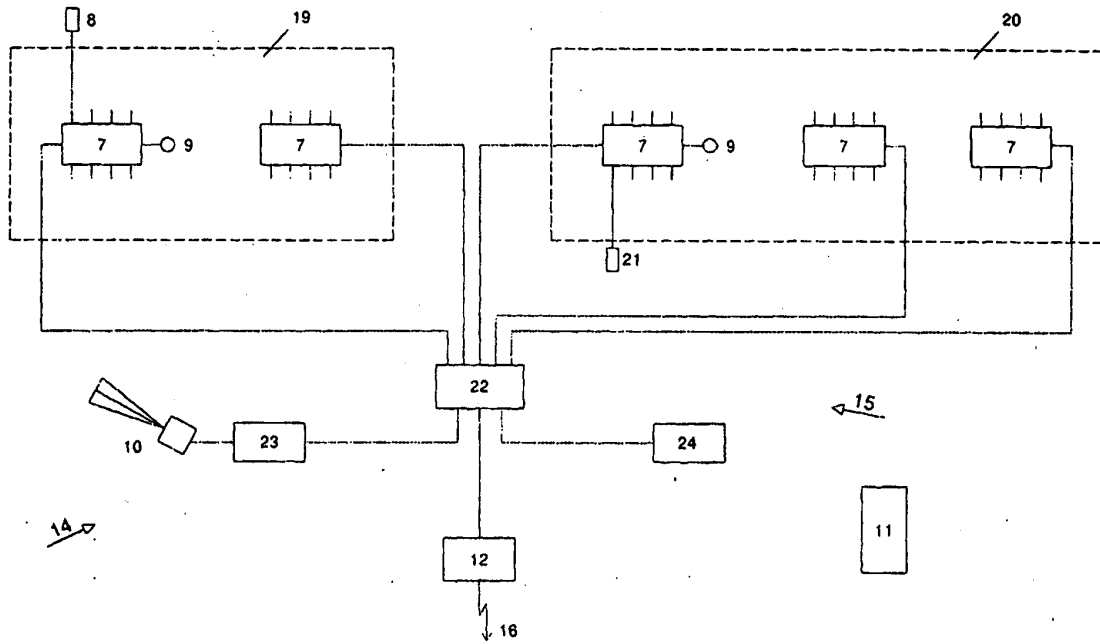


Fig. 2B

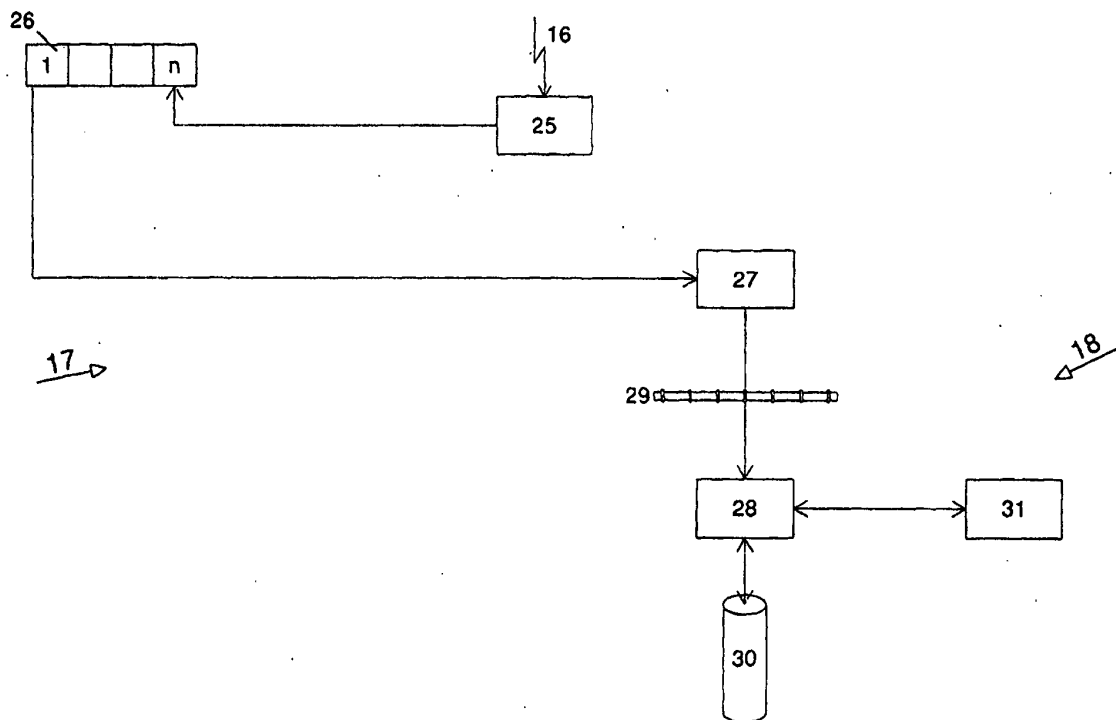


Fig. 3

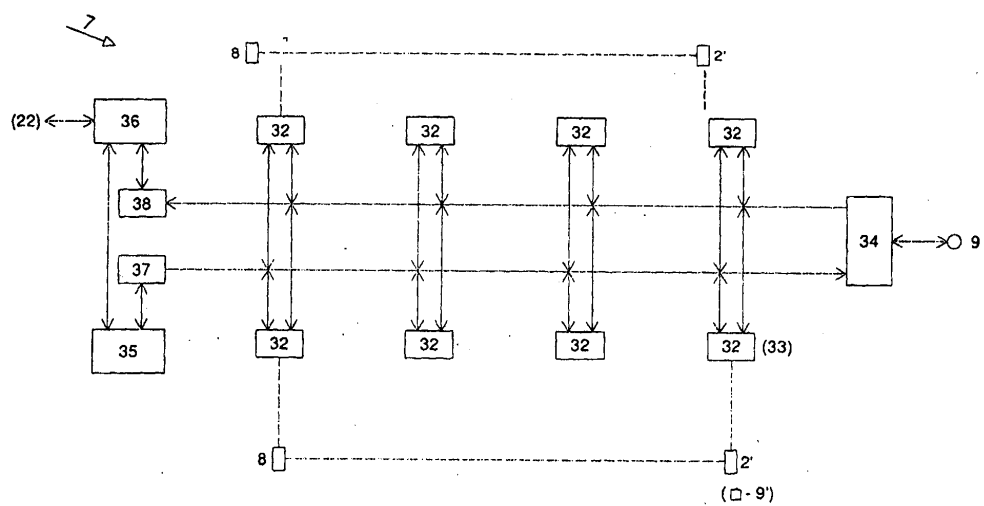


Fig. 4

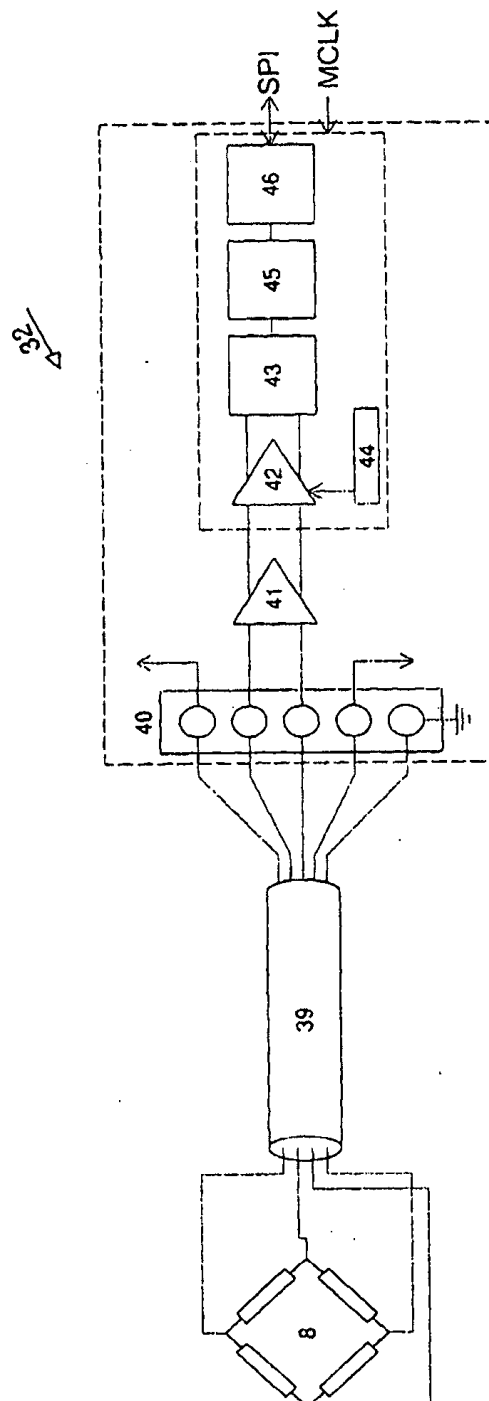


Fig. 5

