

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 957**

51 Int. Cl.:

G01R 31/58 (2010.01)

G01R 31/08 (2010.01)

H02G 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2019** **PCT/EP2019/081859**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2020** **WO20104491**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2019** **E 19808741 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2022** **EP 3884288**

54 Título: **Sistema de vigilancia de línea en un equipo de guía de línea, en particular en una cadena de guía de energía**

30 Prioridad:

19.11.2018 DE 202018106543 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2023

73 Titular/es:

IGUS GMBH (100.0%)
Spicher Str. 1a
51147 Köln, DE

72 Inventor/es:

HABERING, RICHARD y
KRISTA, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

DE ARPE TEJERO, Manuel

ES 2 934 957 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de vigilancia de línea en un equipo de guía de línea, en particular en una cadena de guía de energía

La invención se refiere en general a un sistema para vigilar la disponibilidad operativa o el estado de desgaste de una línea que se guía dentro o a través de un equipo de guía de línea activo. Dichos equipos de guía de líneas sirven para guiar dinámicamente al menos una línea como, por ejemplo, un cable, manguera o similar, principalmente entre un punto de conexión estacionario o base y otro punto de conexión que puede moverse con respecto a este, por ejemplo, un elemento de arrastre.

La invención se refiere en particular a un sistema de vigilancia de una línea de datos que, por ejemplo, suministra datos a una parte móvil de una máquina o instalación o transmite datos que parten de esta, y que está protegido o guiado por el equipo de guía de línea.

Los equipos de guía de líneas genéricos generalmente protegen líneas que suministran energía, datos y/o medios operativos a componentes móviles de máquinas o instalaciones. Un equipo de guía de línea genérico es, por ejemplo, una cadena móvil de guía de energía de un tipo en sí conocido.

En funcionamiento, una cadena de guía de energía desplazable en un plano normalmente forma un ramal móvil con un extremo de conexión, un ramal estacionario con un extremo de conexión, así como un codo de desviación entre los dos ramales. El solicitante ha propuesto, por ejemplo, en el documento EP 0 803 032 B1 o WO 02/086349 A1, cadenas de guía de energía que se pueden mover en un plano, por ejemplo, horizontal o verticalmente. También se conocen cadenas de guía de energía desviables tridimensionalmente, que se utilizan en particular en robots industriales. El solicitante ha propuesto una cadena de guía de energía espacialmente desviable, por ejemplo, en el documento WO 2004/093279 A1.

Independientemente del diseño del equipo de guía de línea o la cadena de guía de energía, los cables guiados son solicitados dinámicamente durante el funcionamiento. Las líneas están sujetas a un desgaste inevitable y, por lo tanto, corren el riesgo de fallar con un número creciente de ciclos de movimiento.

Además del equipo de guía de línea, el sistema comprende un dispositivo de vigilancia con al menos una unidad de evaluación, que determina información sobre el estado, en particular el estado de desgaste, de la línea que se ha de vigilar.

Un sistema genérico según el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por el documento WO 2018/196949 A1. Este sistema permite la vigilancia de la línea durante el funcionamiento con el fin de detectar con antelación la inminencia de un fallo de la línea, en particular con fines de mantenimiento predictivo (en inglés: *predictive maintenance*) o para evitar un fallo no deseado de la máquina o del sistema abastecido. Para ello, el sistema de WO 2018/196949 A1 requiere un conductor indicador especial y un circuito con un equipo de medición para medir la resistencia o la conductancia.

Las líneas de datos móviles en particular suelen ser más propensas al desgaste y menos duraderas que las líneas de suministro de energía debido a las mayores exigencias de la calidad de la línea.

Por el documento WO 2015/145068 A1 ya se conoce un procedimiento para vigilar el estado de un cable eléctrico tendido de forma estacionaria entre un transmisor y un receptor, por ejemplo, en un avión. Este sistema está configurado de tal forma que, además de la alimentación de corriente, el cable también transmite datos de comunicación digitales en tecnología power line mediante modulación multiportadora OFDM. El sistema del documento WO 2015/145068 A1 se basa en mediciones sucesivas de una función de transferencia del canal de transmisión definido por el cable y en el reconocimiento de desviaciones entre las funciones de transferencia así medidas, siendo las desviaciones características de un defecto en el cable. La medición requiere una tecnología de medición compleja para medir funciones de transferencia relevantes para OFDM. Además, este sistema solo es adecuado de forma limitada, si es que lo es, para aplicaciones móviles en equipos de guía de líneas dinámicos, entre otras cosas, debido a los efectos causados por el movimiento o la impedancia de línea variable por posición.

Un objetivo de la presente invención es proponer una solución alternativa que, en particular, se pueda implementar de manera más económica que las soluciones conocidas. Este objetivo se consigue mediante un sistema de acuerdo con la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas y preferentes se desprenden de las reivindicaciones dependientes. Otro objetivo consiste en proponer un sistema de vigilancia que sea particularmente adecuado para líneas de datos más propensas al desgaste.

En la forma más sencilla y general, el objetivo se resuelve porque el dispositivo de vigilancia comprende un primer aparato con una interfaz para la comunicación de datos y un segundo aparato con una interfaz para la comunicación de datos, estando configurados los aparatos o interfaces para la comunicación de datos de acuerdo con un protocolo para la transmisión digital de datos. A este respecto, las interfaces de ambos aparatos están conectadas a través de una línea que es guiada a través del equipo de guía de línea o en él en al menos una parte de su longitud. De acuerdo con la invención, la unidad de evaluación está concebida o configurada de tal manera que obtiene o determina información sobre el estado, en particular el estado de desgaste, de la línea que se ha de vigilar sobre la base de una

característica de calidad informática de la conexión de datos entre el primer aparato y el segundo aparato. De acuerdo con la invención, cada interfaz tiene una dirección unívoca para la comunicación de datos, y la característica de calidad puede determinarse informáticamente mediante la transmisión de datos correspondientemente direccionada.

- 5 Una característica de calidad informática se refiere en particular a este respecto a una característica que depende de la calidad de la conexión de datos y que puede determinarse utilizando tecnología de la información, en particular también una tecnología TI en sí ya conocida. La característica de calidad puede corresponderse, por ejemplo, con una propiedad de transmisión seleccionada o ser un indicador de ello.

- 10 Dos ventajas esenciales de esta solución son que, por un lado, se puede utilizar tecnología ya conocida para la comunicación de datos, por ejemplo, tecnología de red o la tecnología de bus, y, por otro lado, mediante el uso de una característica de calidad de la conexión de datos que se puede determinar por software a través de una programación adecuada, se pueden extraer conclusiones sobre la disponibilidad operativa prevista o se puede determinar el estado de desgaste de la línea que se ha de vigilar. La línea que se ha de vigilar pueden ser en particular líneas para la conexión de datos entre las interfaces del primer y el segundo aparato, pero esto no tiene por qué ser así forzosamente. La línea mencionada en último lugar también puede utilizarse como un indicador para vigilar otra línea que se considere crítica. Otra ventaja radica en el hecho de que no se requieren conductores indicadores especiales específicamente para la vigilancia (por así decirlo, "líneas sacrificadas"), sino que se puede usar una línea ya prevista o existente para la comunicación digital. Por regla general, la solución propuesta tampoco requiere ningún cambio o adaptación especial de la línea vigilada.

- 20 Una característica de calidad de la conexión de datos que se puede determinar informáticamente o mediante tecnología de datos permite a este respecto extraer conclusiones sobre el estado de la línea de datos. El empeoramiento (en inglés: *degradation*) de una calidad de conexión anteriormente superior es un claro indicio de desgaste causado por la solicitud dinámica, por ejemplo, de los ciclos de movimiento de la cadena de guía de energía, o por otros posibles fallos de funcionamiento, por ejemplo, una rotura de cadena o una interrupción en la línea de datos. De esto se puede extraer una conclusión directa o indirecta sobre el estado de la línea supervisada, sin que esta última tenga que coincidir necesariamente con la línea de datos. La característica de calidad de la conexión de datos se puede determinar o establecer mediante funciones de software en sí conocidas. Por lo tanto, la solución se puede implementar de manera fácil y económica.

- 25 En el sentido del presente documento, una característica de calidad informática de la conexión de datos es, en particular, una gradación informáticamente detectable de la calidad más o menos pronunciada de la conexión de datos entre el primer aparato y el segundo aparato que se realiza físicamente mediante una línea que es guiada al menos parcialmente en el equipo de guía de línea.

La unidad de evaluación puede ser una parte integral del primer aparato o puede estar realizada como un módulo independiente. La unidad de evaluación se puede prever en forma de hardware específico de la aplicación o como módulo de software puro en un ordenador.

- 30 El sistema propuesto es adecuado básicamente para vigilar líneas eléctricas o también ópticas, en particular líneas que al menos también son adecuadas para la transmisión de datos. La invención permite la supervisión, en particular la supervisión directa de la disponibilidad operativa, de líneas de datos y/o líneas de bus, también, por ejemplo, de líneas con fines de control como, por ejemplo, líneas de motor y servo, que transmiten datos digitalmente.

- 35 Preferentemente, como protocolo entra en consideración un protocolo para la transmisión de datos digitales basada en paquetes. En una forma realización se prevé que el protocolo de comunicación para la transmisión de datos sea un protocolo de red de datos, preferentemente un protocolo según IEEE 802.3. A este respecto, se pueden utilizar tecnologías en sí conocidas como ETHERNET, PROFIBUS o similares. En particular, entran en consideración los dispositivos o interfaces que están configurados para la comunicación de datos con conmutación de paquetes. La conmutación de circuitos también sería concebible, pero no se prefiere.

- 40 En una forma de realización alternativa está previsto que el protocolo para la transmisión de datos sea un protocolo de bus de datos, en particular un protocolo de bus de campo industrial. Entran aquí en consideración en este sentido tipos en sí conocidos, tales como CAN, EIA-485 o similares.

La característica de calidad informática de la conexión de datos se determina o establece preferentemente usando técnicas conocidas para direccionamiento de los aparatos o interfaces.

- 45 A este respecto, cada interfaz para la comunicación de datos tiene una dirección unívoca que en cualquier caso está unívocamente especificada en la red de datos o en el bus de datos como, por ejemplo, una dirección MAC.

- 50 En el caso de la determinación basada en la dirección de la característica de calidad, la característica de calidad se determina informáticamente utilizando la transmisión de datos que se dirige al segundo aparato. En un perfeccionamiento preferente, la unidad de evaluación está configurada para determinar continuamente la característica de calidad. La unidad de evaluación puede comparar, por ejemplo, la característica de calidad actualmente determinada con un valor de referencia predeterminado o un valor de referencia adaptado en función del envejecimiento, para reconocer o discriminar un caso bueno o malo con respecto a la disponibilidad operativa de la

línea que se ha de vigilar. La unidad de evaluación se puede configurar, por ejemplo, para determinar la característica de calidad a intervalos de tiempo regulares.

Gracias a la solución según la invención, la unidad de evaluación puede configurarse de tal manera que determine la característica de calidad de manera puramente informática o por software, en particular sin necesidad de una medición analógica de magnitudes eléctricas en la línea.

La característica de calidad se determina de manera particularmente preferente por software aprovechando funciones ya presentes inherentes al protocolo para evaluar la calidad de la conexión. Estas funciones se pueden proporcionar en cualquier capa del modelo OSI.

La característica de calidad se puede determinar o evaluar utilizando diferentes medidas de software, por ejemplo, sobre la base de:

- consultas de accesibilidad del primer aparato al segundo aparato;
- acuses de recibo del segundo aparato al primer aparato; y/o
- pérdidas de paquetes o tasas de pérdida de paquetes en la transmisión de datos basada en paquetes; y/o
- al menos una función inherente al protocolo para evaluar un parámetro de calidad de servicio (QoS) como, por ejemplo, tasas de pérdida de paquetes, tiempos de ida y vuelta de paquetes (RTT), tiempos de latencia, etc.

Las consultas de accesibilidad, los acuses de recibo o la determinación de pérdidas de paquetes pueden estar previstos ya a este respecto como función del protocolo de datos utilizado, o se pueden programar específicamente para este fin.

Dependiendo del caso de aplicación, pueden entrar en consideración también otras características de calidad. La vigilancia continua de la tasa de pérdida de paquetes y su comparación con un valor umbral o un valor de referencia programado o aprendido se considera actualmente un planteamiento preferente. También se pueden vigilar y evaluar varias características de calidad diferentes, por ejemplo, para ponderarlas a la hora de decidir si es necesario sustituir la línea o para cotejar entre sí los parámetros supervisados.

En una forma de realización puede estar previsto, por ejemplo, que el primer aparato envíe solicitudes de accesibilidad, por ejemplo, del tipo de una solicitud ECHO o mensaje PING, al segundo aparato según un protocolo superior en el modelo OSI. Por ejemplo, es adecuada una solicitud de eco ICMP según el protocolo IP o una solicitud de eco UDP o similar. Partiendo de aquí, la unidad de evaluación puede evaluar la calidad de la conexión de datos, por ejemplo, sobre la base de la ausencia de correspondientes respuestas del segundo aparato como, por ejemplo, respuestas ECHO, mensajes PONG o similares. La evaluación también puede basarse en el cambio en las respuestas en comparación con una respuesta de referencia.

En una forma de realización, el primer aparato puede comprender o representar la unidad de evaluación. La unidad de evaluación presenta preferentemente un circuito integrado programable como, por ejemplo, un microcontrolador o similar, que se configura por software mediante programación para implementar una de las formas de realización anteriores.

Para utilizar tecnologías existentes, puede estar previsto que se conecte un aparato de red activo como, por ejemplo, un conmutador ETHERNET, un enrutador ETHERNET o similar, a la línea en el extremo de conexión del lado de la base del equipo de guía de línea, estando conectado el primer aparato a este aparato de red. Alternativa o adicionalmente, se puede conectar un aparato de red activo a la línea en el extremo de conexión del lado del elemento de arrastre, estando conectado el segundo aparato a este aparato de red. Mediante el uso de aparatos de red disponibles comercialmente, el hardware necesario para proporcionar la unidad de evaluación se puede reducir al mínimo. Por otro lado, se puede utilizar un segundo aparato especial o previsto especialmente para proporcionar respuestas a consultas de accesibilidad con un esfuerzo mínimo en términos de hardware. El uso de aparatos de red de distribución también permite aprovechar una línea de datos ya previamente prevista para la aplicación deseada también para los propósitos del sistema de vigilancia.

También se inscribe en el marco de la invención que el dispositivo de vigilancia use como segundo aparato un aparato de red o aparato de campo con una dirección previamente conocida que ya esté presente en la red de datos o bus de datos. En particular, se puede usar un aparato presente que no esté previsto previamente para el sistema de vigilancia.

Alternativamente, sin embargo, también se puede conectar a la línea de datos un segundo aparato propiamente previsto para el sistema de vigilancia. En ambos casos, el primer aparato comprende preferentemente la unidad de evaluación o consta de esta última.

La línea de datos utilizada para la conexión de datos entre el primer aparato y el segundo aparato puede servir como una especie de indicador para vigilar otra línea que es guiada a través del equipo de guía de línea. En este caso, esta línea adicional o cada línea adicional tiene preferentemente una vida útil nominal mayor o al menos igual a la vida útil nominal de la línea de datos que conecta las interfaces de los dos aparatos y sirve como punto de ruptura predeterminado o enlace débil, por así decirlo. Esto permite la vigilancia indirecta de otra línea que, por ejemplo, sea particularmente crítica para la aplicación. Alternativamente, la línea que se va a supervisar puede comprender, por

supuesto, o consistir en la línea de datos entre las interfaces.

Para la comunicación de datos, la interfaz de los dos aparatos se conecta preferentemente a través de una línea de datos eléctrica que es guiada a través del equipo de guía de línea o cadena de guía de energía. Esta línea de datos puede estar prevista propiamente para el sistema de vigilancia, pero la invención también permite de manera

Además, en un diseño preferente es posible utilizar una línea de suministro de energía para la comunicación de datos entre el primer aparato y el segundo aparato en lugar de una línea de datos convencional. Para ello, las interfaces se pueden diseñar, por ejemplo, para POWERLAN, PLC u otro estándar IEEE-1901, por ejemplo. De esta forma, las

Complementaria o alternativamente, una línea de servo híbrida también puede conectar los dos aparatos de comunicación de datos o sus interfaces. Una línea de servo híbrida comprende una línea de servo para la transmisión de potencia y una línea de datos integrada, en particular una línea codificadora. Las ventajas del cable de servo híbrido, que a menudo también se conoce como línea de un solo cable o línea de tecnología de un solo cable (OCT), son, además del menor esfuerzo de cableado, también el ahorro de espacio y la reducción de costes. Los datos normalmente se transmiten digitalmente, pero, según el fabricante de la máquina alimentada, se utiliza una amplia variedad de tecnologías de bus.

El primer aparato puede estar dispuesto estacionariamente en el extremo del lado de la base del equipo de guía de línea o en la parte estacionaria de la máquina. El segundo aparato se dispone en este caso en la parte móvil de la máquina, que recibe datos y/o energía del equipo de guía de línea.

El aprovechamiento según la invención de una característica de calidad informática de la tecnología de datos de la comunicación de datos entre los dos aparatos se puede aplicar de forma especialmente ventajosa para la supervisión de líneas en un robot industrial. A este respecto, el equipo de guía de línea es preferentemente una cadena de guía de energía desplazable espacialmente, por ejemplo, del tipo descrito en el documento WO 2004/093279 A1. Una red direccionable o un aparato de campo que ya está previsto en el efector final del robot industrial se puede utilizar como segundo aparato. La detección temprana de un fallo inminente en la línea es particularmente ventajosa, no solo, pero particularmente en el caso de robots industriales, ya que generalmente los tiempos de inactividad son particularmente indeseables en el caso de instalaciones robóticas automatizadas.

Además de las cadenas de guía de energía que consisten en eslabones individuales, también se pueden considerar todos los demás tipos guías de línea dinámicas en las que las líneas son solicitadas dinámicamente durante el funcionamiento. Solo a modo de ejemplo, el documento WO 2016/042134 A1, por ejemplo, describe una guía de línea flexible para aplicaciones de salas limpias, a las que también se puede aplicar la invención.

Sin embargo, el sistema de vigilancia propuesto es especialmente adecuado para vigilar el estado de un cable de alimentación o de datos durante el funcionamiento de una verdadera cadena de guía energía y/o con fines de mantenimiento predictivo o preventivo para evitar fallos.

Otras características y efectos ventajosos de la invención se explican a continuación sin limitar la generalidad de lo anterior utilizando ejemplos de realización preferentes con referencia a los dibujos adjuntos. En este sentido, muestran:

FIG. 1: un diagrama esquemático en vista lateral de una cadena de guía de energía con un sistema de vigilancia de acuerdo con la invención según un primer ejemplo de realización;

FIG. 2: un diagrama esquemático en vista lateral de una cadena de guía de energía con un sistema de vigilancia de acuerdo con la invención según un segundo ejemplo de realización;

FIG. 3: un diagrama esquemático en una vista lateral de varias cadenas de guía de energía que son vigiladas con un sistema de vigilancia de acuerdo con la invención según un tercer ejemplo de realización; y

FIG. 4: una vista lateral de un robot industrial de la cadena de guía de energía desplazable espacialmente, que está equipado con un sistema de vigilancia según las figuras 1, 2 o 3.

En la figura 1, como ejemplo de un equipo de guía de línea dinámico se muestra una cadena de guía de energía mostrada esquemáticamente con el número de referencia 1. La cadena de guía de energía 1 se utiliza para la guía protegida de cables, mangueras o líneas similares que no se muestran en detalle.

Entre un ramal móvil 2, en este caso el ramal superior, y un ramal estacionario 3, en este caso el ramal inferior, la cadena de guía de energía 1 forma un codo de desviación 4 móvil con una curvatura predeterminada. Para evitar rupturas de línea, el codo de desviación 4 tiene en particular un radio de curvatura mínimo predeterminado y, por lo tanto, asegura que los radios de curvatura admisibles de las líneas guiadas sean demasiado reducidos. El equipo de guía de línea generalmente forma un canal de guía interno en el que se guía un número y tipo de líneas en función de

la aplicación. La construcción de la cadena de guía de energía 1 no es decisiva para la invención, por ejemplo, se pueden considerar todas las cadenas de guía de energía 1 conocidas que consisten en eslabones de cadena individuales unidos entre sí de manera pivotante.

Las figuras 1-3 muestran, únicamente a modo de ejemplo, cadenas de guía de energía 1 que se pueden mover lineal y horizontalmente. El ramal móvil 2 termina en un primer extremo de conexión 2A, por ejemplo, en un eslabón final que está unido a un elemento de arrastre de una parte móvil de la máquina (no mostrada). El ramal estacionario 3 termina en un segundo extremo de conexión 3A, por ejemplo, en un eslabón final que está fijado a un punto fijo de la máquina o de la instalación, como se muestra esquemáticamente en las figuras 1-2. El codo de desviación 4 sigue el movimiento del extremo de conexión móvil 2A a la mitad de velocidad.

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de vigilancia, con el número de referencia general 10, como un aspecto esencial de la invención. El dispositivo de vigilancia 10 comprende un primer aparato 11 con una interfaz para la comunicación de datos y un segundo aparato 12 con una interfaz para la comunicación de datos. Los aparatos 11, 12 están configurados para la comunicación de datos, en la figura 1, por ejemplo, según el protocolo ETHERNET o un protocolo similar o compatible con IEEE 802.3 como, por ejemplo, PROFINET, y, por lo tanto, pueden intercambiar datos digitales entre sí. Para ello, las interfaces de los dos aparatos 11, 12 se conectan a través de una línea de datos ETHERNET 13, por ejemplo, un cable de datos CAT5 estándar con una línea de datos de par trenzado (*twisted pair*). Una sección longitudinal de la línea de datos 13, como ilustra la figura 1, es guiada y protegida en el dispositivo o cadena de guía de línea 1.

Además de la interfaz ETHERNET para la línea de datos 13, el primer aparato 11 comprende al menos una unidad de evaluación que está configurada para determinar información sobre el estado de la línea que se ha de vigilar, en este caso, por ejemplo, la propia línea de datos 13, sobre la base de una característica de calidad informática de la conexión de datos entre los aparatos 11, 12.

Por ejemplo, se puede utilizar como primer aparato 11 una plataforma informática modular comercialmente disponible con un microprocesador y varias interfaces de I/O, incluida la interfaz ETHERNET. Para la comprobación informática de la característica de calidad de la conexión de datos entre los aparatos 11, 12, se puede utilizar a este respecto un sistema operativo disponible en el mercado para la plataforma informática que sea adecuado para la transmisión de datos por conmutación de paquetes según el protocolo IP y que proporcione de manera inherente al protocolo o con el sistema operativo una función para consultas de accesibilidad como, por ejemplo, una solicitud de eco ICMP o un mensaje PING según el protocolo TCP/IP o familias de protocolos similares. Para ello, la dirección de red conocida o predeterminada del segundo aparato 12 se almacena en la unidad de evaluación, en este caso en el primer aparato 11, de tal modo que la consulta de accesibilidad pueda dirigirse al segundo aparato 12. La unidad de evaluación comprueba continuamente, por ejemplo, a intervalos regulares, la calidad de la conexión de datos basándose en la ausencia de respuestas correspondientes, por ejemplo, respuestas ECHO o mensajes PONG del segundo aparato 12 a la unidad de evaluación, en este caso en el primer aparato, o basándose en cambios en las propiedades de estas respuestas frente a una respuesta de referencia. Para ello, la unidad de evaluación está equipada con una funcionalidad adecuada en términos de software y también tiene una función de diagnóstico en términos de software que verifica continuamente la característica de calidad en cuestión.

En particular, puede utilizarse como característica de calidad el número determinado de pérdidas de paquetes (en inglés: *packet loss*), que suele ser un valor de partida de una solicitud de eco ICMP o de la función PING. En particular, si el número de pérdidas de paquetes aumenta por encima de un número predeterminado, esto indica desgaste o interrupción de la línea de datos 13 debido a desgaste o mal funcionamiento. En este caso, la unidad de evaluación envía un mensaje de advertencia o de error a un controlador de nivel superior (véase la figura 3), por ejemplo, a través de la línea de datos 13 o, preferentemente, a través de un canal independiente, de modo que es posible un mantenimiento predictivo.

En principio, se puede utilizar como segundo aparato 12 cualquier aparato o componente de red económico disponible en el mercado que admita la función de protocolo seleccionada como, por ejemplo, consultas de accesibilidad, por ejemplo, de acuerdo con el protocolo TCP/IP, o que al menos sea adecuado para enviar acuses de recibo al primer aparato, si, por ejemplo, en lugar de una conexión de datos ETHERNET, se utiliza un protocolo de bus de campo como, por ejemplo, CAN bus, EIA-485 o similar. En este último caso, la unidad de evaluación, en este caso en el primer aparato 11, puede vigilar, por ejemplo, simplemente si se recibe un acuse de recibo del segundo aparato 12 para cada consulta y si también emite una advertencia o un mensaje de error cuando se alcanza un umbral de fallo predeterminado.

Al igual que el primer aparato 11, el segundo aparato 12 también se puede proporcionar como un módulo de hardware especialmente programado.

El uso de tecnología de comunicación ya conocida ofrece otras ventajas. Como se muestra en la figura 1, los dos aparatos 11, 12 del dispositivo de control 10 están conectados en cada caso a un aparato de conmutación 14 como, por ejemplo, un conmutador ETHERNET, o un aparato de red o de conmutación activo equiparable. Esto permite que el dispositivo de vigilancia 10 con sus aparatos 11, 12 se integre sin problemas en una red o estructura de bus existente o deseada en función de la aplicación, y utilice para la vigilancia una línea de datos 13 previamente prevista para datos

útiles relacionados con la aplicación. La línea de datos 13 se puede utilizar, por ejemplo, para datos de uso tales como datos de control y/o medición que se utilizan entre una primera zona 15 de la red de datos o del bus de datos y una segunda zona 16 de la red de datos o del bus de datos. Las zonas 15, 16 están conectadas en este caso a través de la línea de datos 13 usando los aparatos de conmutación 14.

- 5 Gracias a los aparatos de conmutación 14, los aparatos 11, 12 del dispositivo de vigilancia 10 no perjudican significativamente la comunicación entre las zonas 15, 16. Los dos aparatos de conmutación 14 están dispuestos lo más cerca posible de los extremos de conexión 2A, 3A de la cadena de guía de energía 1 para limitar la sección de línea controlada lo más posible al área en el equipo de guía de línea.

- 10 La primera zona 15 de la topología de comunicación puede estar dispuesta a este respecto en una parte estacionaria de la máquina o instalación y puede comprender, por ejemplo, el control. La segunda zona 16 comprende, por ejemplo, sensores y/o actuadores en la parte relativamente móvil de la máquina o instalación.

- 15 En la arquitectura del dispositivo de vigilancia 10 de la figura 1, además de la unidad de evaluación especialmente configurada y programada con el software necesario en el primer aparato 11, se prevé un segundo aparato 12 configurado específicamente para los fines del dispositivo de vigilancia 10. Sin embargo, gracias al uso de la tecnología existente, esto no es necesario.

- 20 Si se conoce previamente una dirección de red o dirección de bus unívoca de otro aparato 12' previsto en la segunda zona 16 de la red de datos o bus de datos, este aparato adicional 12' se puede utilizar para los fines anteriores. Los aparatos de red comunes o los aparatos de campo normalmente ya cuentan con la tecnología necesaria, al menos con una selección adecuada de la característica de calidad que se está considerando. En la figura 2 se muestra esquemáticamente un correspondiente segundo ejemplo de realización. El dispositivo de vigilancia 20 de la figura 2 difiere en que la unidad de evaluación, por ejemplo, implementada en el primer aparato 11, se comunica directamente con un aparato específico de la aplicación 12' en la segunda zona 16. El aparato adicional 12' puede estar configurado, por ejemplo, inherentemente para responder a una solicitud de ECHO o para acusar recibo de datos de bus direccionados. Así, un segundo aparato especial y un aparato de conmutación según la figura 1 no son forzosamente necesarios. Por lo demás, la estructura y función del dispositivo de vigilancia 20 según la figura 2 se corresponden con las de la figura 1.

- 30 En la figura 3 se muestra otra variante de un dispositivo de vigilancia 30. En este caso, el primer aparato 11 es una unidad de control o de vigilancia específica de la aplicación, por ejemplo, en la que está integrada una unidad de evaluación 11' como módulo adicional en forma de hardware o software adecuados. La unidad de evaluación 11' está configurada a este respecto para determinar paralelamente la característica de calidad informática seleccionada de varias conexiones de datos entre el primer aparato compartido 11 y en cada caso uno de varios segundos aparatos 12A, 12B... El primer aparato 11 con la unidad de evaluación 11' puede así vigilar paralelamente varias líneas 13A, 13B... en diferentes cadenas de guía de energía 1. La figura 3 ilustra, meramente a modo de ejemplo, dos cadenas de guía de energía vigiladas 1. El primer aparato 11 puede conectarse en este caso para otras funciones con la primera zona de red o de bus 15 y a través de las líneas 13A, 13B... también en este caso con varias segundas zonas de red o bus 16 de una instalación o máquina más compleja.

- 40 La figura 4 muestra un robot de brazo articulado 40 como ejemplo de aplicación de un dispositivo de vigilancia 10, 20, 30, por ejemplo, para la manipulación totalmente automática de piezas de trabajo en un procedimiento de fabricación. Desde la base estacionaria 40A del robot de brazo articulado, en este caso conduce, por ejemplo, una primera cadena de guía de energía 1 linealmente móvil, similar a la figura 1-3, a una articulación rotatoria desde la que una segunda cadena de guía de energía 41 espacialmente deflectable (por ejemplo, según el documento WO 2004/093279 A1) continúa hasta el efector final 42 o herramienta robótica final.

En el efector final 42 normalmente se prevén una serie de actuadores y sensores, que ya son adecuados para un protocolo de bus de campo común o, por ejemplo, el protocolo PROFINET.

- 45 La dirección de estos aparatos de campo o aparatos de red se puede predeterminar o programar. Utilizando un dispositivo de vigilancia 10, 20, 30 según el principio de las figuras 1-3, al menos una o todas las líneas de datos que se guían a través de las cadenas de guía de energía 1, 41 se pueden vigilar para determinar su estado de desgaste. Todo lo que se requiere para esto es un primer aparato 11 económicamente realizable, por ejemplo, con una unidad de evaluación 11' en forma de un módulo de software en un ordenador. Para ello se puede utilizar una unidad de control o una unidad de vigilancia ya existentes (véase la figura 3).

El sistema de vigilancia propuesto para vigilar el estado de la línea ofrece así una solución de bajo coste para apoyar el mantenimiento predictivo y/o para reducir o evitar tiempos de inactividad. La invención hace posible, entre otras cosas, aprovechar al máximo líneas de datos más vulnerables y posiblemente también costosas con respecto a su posible vida útil, es decir, evitar un reemplazo anticipado innecesario.

Lista de referencias

FIG. 1-3

1	Equipo de guía de línea (cadena de guía de línea)
2	Tramo móvil
2A	Primer extremo de conexión
3	Ramal estacionario
3A	Segundo extremo de conexión
4	Codo de desviación
10, 20, 30	Dispositivo de vigilancia
11	Primer aparato
12; 12'; 12A, 12B	Segundo aparato
13; 13A, 13B	Línea de datos
14	Aparato de transmisión (conmutador ETHERNET)
15	Primera zona (red/bus del cliente)
16	Segunda zona (red/bus del cliente)

Fig. 4

1	Primera cadena de guía de energía (desplazable linealmente)
2	Primer ramal
3	Segundo ramal
4	Codo de desviación
40	Robot articulado
40A	Base
41	Segunda cadena de guía de energía (espacialmente desviable)
42	Efecto final

REIVINDICACIONES

1. Sistema de vigilancia para vigilar el estado de una línea que pasa a través de un equipo de guía de línea, en particular una cadena de guía de energía, que comprende:

- un equipo de guía de línea desplazable (1; 41) para guiar una línea entre un punto de conexión estacionario y un punto de conexión relativamente móvil con respecto al mismo, formando el equipo de guía de línea (1; 41) al menos un ramal móvil (2) con un primer extremo de conexión (2A) y otro ramal (3) con un segundo extremo de conexión (3A);
- al menos una línea (13; 13A; 13B) que es guiada a través del equipo de guía de línea (1; 41); y
- un dispositivo de vigilancia (10; 20; 30) que presenta una unidad de evaluación que determina información sobre el estado de la línea que se ha de vigilar;

caracterizado porque

- el dispositivo de vigilancia presenta un primer aparato (11) con una interfaz para la comunicación de datos y un segundo aparato (12; 12') con una interfaz para la comunicación de datos, que está configurada para la comunicación de datos de acuerdo con un protocolo para la transmisión de datos digitales, presentando cada interfaz para la comunicación de datos una dirección unívoca;
- las interfaces de ambos aparatos están conectadas a través de al menos una línea (13; 13A; 13B) que es guiada por el equipo de guía de línea (1; 41); y
- la unidad de evaluación está configurada para determinar información sobre el estado de la línea que debe supervisarse basándose en una característica de calidad informática de la conexión de datos entre el primer aparato (11) y el segundo aparato (12; 12'), pudiendo determinarse la característica de calidad informáticamente mediante la transmisión de datos dirigida al segundo aparato (12, 12').

2. Sistema de vigilancia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el protocolo es un protocolo para la transmisión de datos digitales basados en paquetes, preferentemente un protocolo de red de datos según IEEE 802.3, como ETHERNET o PROFIBUS o similar, y/o los aparatos(11; 12, 12A) están configurados para la comunicación de datos con conmutación de paquetes.

3. Sistema de vigilancia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el protocolo es un protocolo de bus de datos como CAN bus, EIA-485 o similar, en particular un protocolo de bus de campo industrial.

4. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (11) está configurada para determinar la característica de calidad continuamente, en particular a intervalos regulares.

5. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (11) está configurada para determinar la característica de calidad informáticamente o por software, preferentemente usando funciones inherentes al protocolo.

6. Sistema de vigilancia según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el primer aparato envía consultas de accesibilidad (PING) al segundo aparato de acuerdo con un protocolo de nivel superior, y la unidad de evaluación evalúa la calidad de la conexión de datos en función de la ausencia de correspondientes respuestas (PONG) o su cambio con respecto a una respuesta de referencia; y o **porque** la unidad de evaluación (11) está configurada para determinar la característica de calidad sobre la base de

- consultas de accesibilidad del primer aparato al segundo aparato;
- acuses de recibo del segundo aparato al primer aparato; y/o
- pérdidas de paquetes o tasas de pérdida de paquetes en la transmisión de datos basada en paquetes; y/o
- al menos una función inherente al protocolo para evaluar un parámetro de calidad de servicio (QoS).

7. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer aparato (11) comprende la unidad de evaluación, y la unidad de evaluación presenta preferentemente un circuito integrado programable como, por ejemplo, un microcontrolador o similar.

8. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el primer extremo de conexión (3A) se conecta a la línea un equipo de red activo (14), en particular un conmutador ETHERNET, al que se conecta el primer aparato (11); y/o en el segundo extremo de conexión (2A) se conecta a la línea un equipo de red activo (14), en particular un conmutador ETHERNET, al que se conecta el segundo aparato (12).

9. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el dispositivo de vigilancia (20) utiliza como segundo aparato (12') un aparato de red direccionable o aparato de campo que está presente en la red o bus de datos y que preferentemente no está previsto para el sistema de vigilancia.

10. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el dispositivo de vigilancia comprende un segundo aparato (12) previsto propiamente para el sistema de vigilancia.

11. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado**

- **porque** el equipo de guía de línea es una cadena de guía de energía (1; 41) que forma un ramal móvil (2) con un primer extremo de conexión (2A), un tramo estacionario (3) con un segundo extremo de conexión (3A) y un codo de desviación (3) entre los dos tramos; y/o

5 - **porque** al menos una línea adicional es guiada a través del equipo de guía de línea, presentando cada línea adicional una vida útil nominal que es mayor o igual a la vida útil nominal de la línea (13, 13A, 13B) por medio de la cual están conectadas las interfaces de los dos aparatos.

12. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** las interfaces están realizadas para POWERLAN, PLC o el estándar IEEE-1901 o similar y las interfaces de los dos aparatos para la comunicación de datos están conectadas a través de una línea de alimentación guiada a través del equipo de guía de línea.

13. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque**

- las interfaces de los dos aparatos (11, 12) están conectadas para la comunicación de datos a través de una línea de datos eléctrica (13) guiada a través del equipo de guía de línea, comprendiendo preferentemente la línea que se ha de vigilar la línea de datos o siendo un cable de datos de cobre multifilar con capacidad de ETHERNET; o

- las interfaces de los dos aparatos (11, 12) están conectadas para la comunicación de datos a través de una línea de realimentación híbrida.

14. Sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** el primer aparato (11) está dispuesto de manera estacionaria en el extremo del lado de la base del equipo de guía de línea y el segundo aparato (12; 12') está dispuesto en una parte móvil de la máquina a la que el equipo de guía de línea (1; 41) suministra datos y/o energía.

15. Robot industrial (40) **caracterizado por** un sistema de vigilancia según una de las reivindicaciones 1 a 14, **en el que** el equipo de guía de línea (41) puede desviarse espacialmente, y un aparato de red direccionable o aparato de campo previsto en un efector final (42) del robot industrial se usa como segundo aparato.

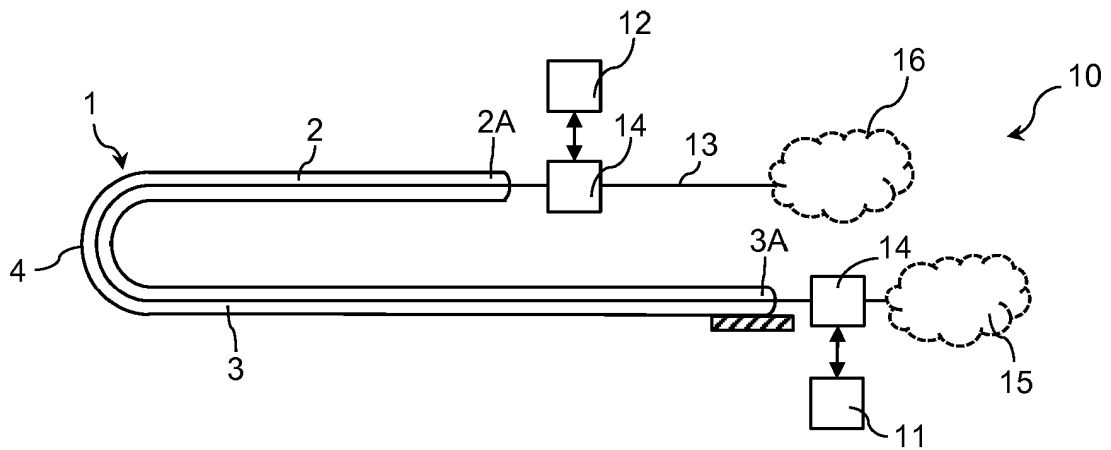


FIG.1

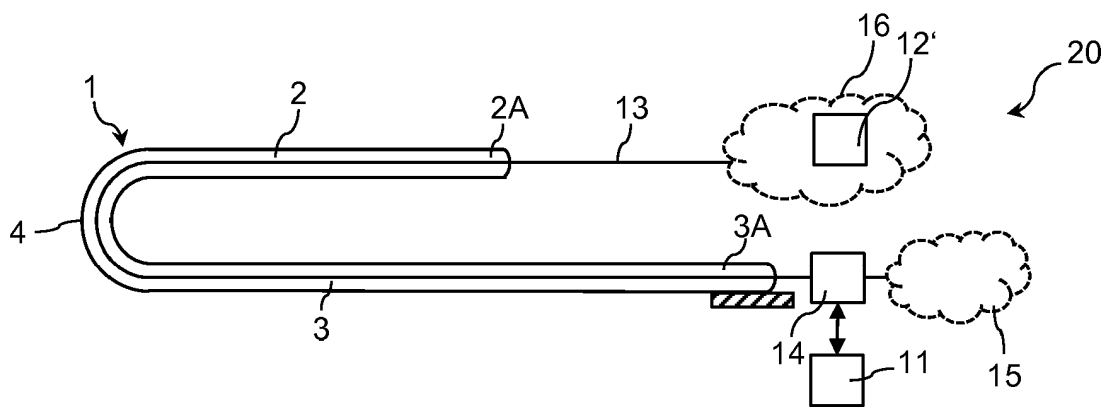


FIG.2

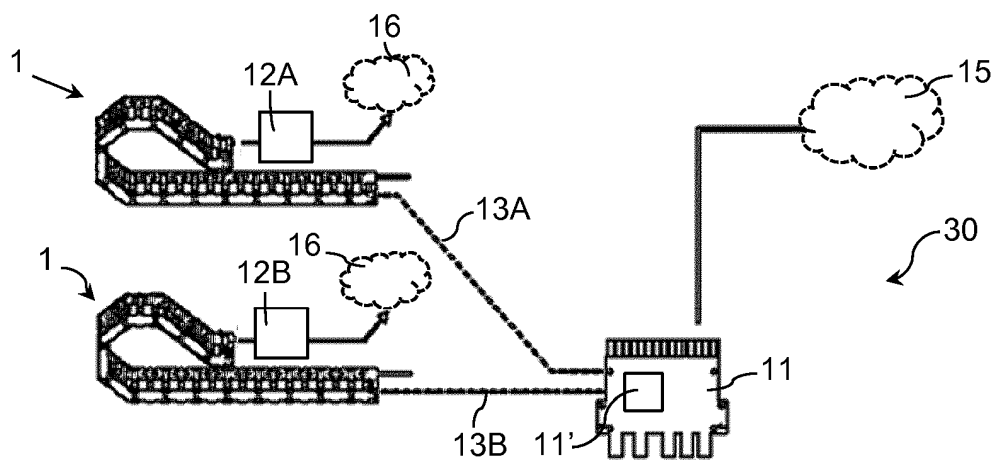


FIG.3

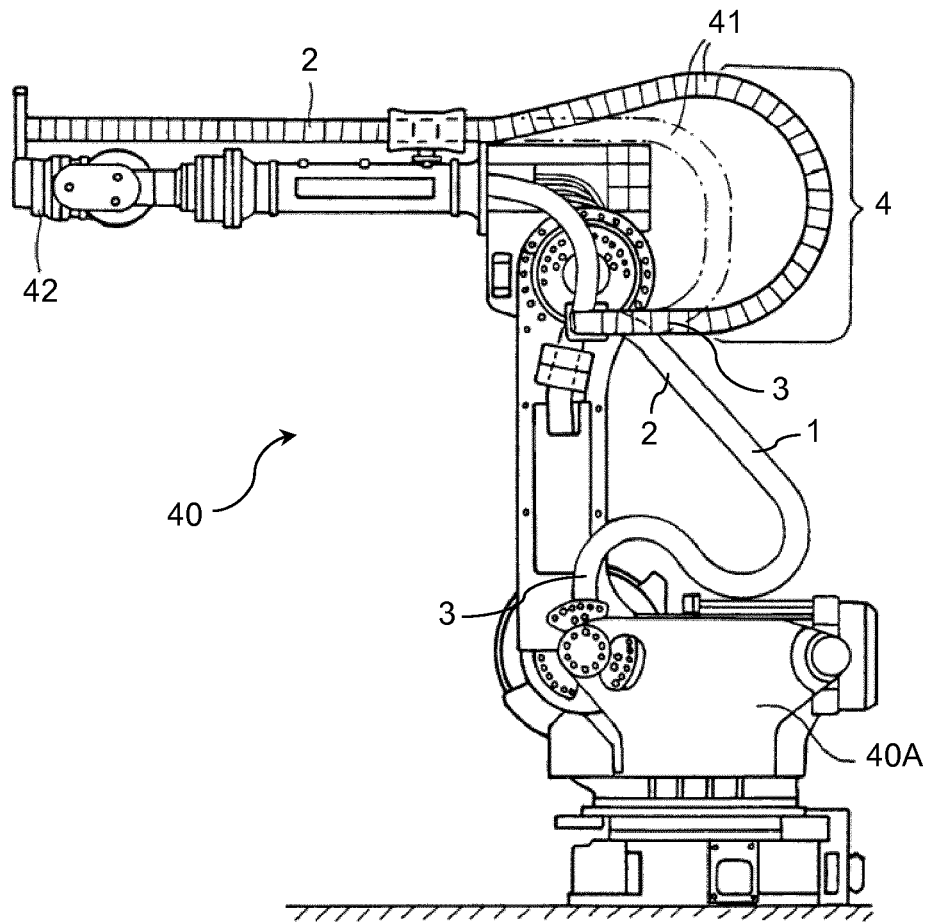


FIG.4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 0803032 B1 [0004]
- WO 02086349 A1 [0004]
- WO 2004093279 A1 [0004] [0039] [0059]
- WO 2018196949 A1 [0007]
- WO 2015145068 A1 [0009]
- WO 2016042134 A1 [0040]