

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 465**

21 Número de solicitud: 200902413

51 Int. Cl.:

**B60L 3/12** (2006.01)

**B61L 27/00** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**18.12.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.02.2012**

Fecha de la concesión:

**17.01.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**29.01.2013**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
Jordi Girona, 31  
08034 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**AMAT GIRBAU, Josep;  
FRIGOLA BOURLON, Manuel;  
GISPERT SEGURA, Marc y  
CAPPELLINO, Ezio**

54 Título: **SISTEMA DE PREDICCIÓN DE FALLOS EN REDES FERROVIARIAS.**

57 Resumen:

Sistema de predicción de fallos en redes ferroviarias. Se describe un sistema de predicción de fallos en redes de vehículos que se desplazan sobre raíles, dicho sistema hace uso de varios tipos de sensores que captan datos referidos a diversos parámetros que son procesados y enviados para desarrollar un análisis de los mismos y determinar y prever posibles fallos en la red.

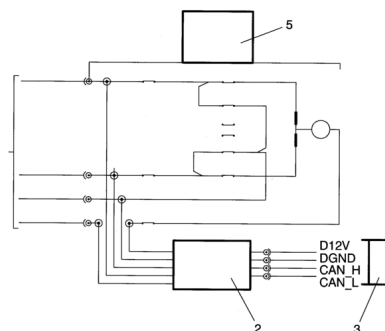


FIG. 1

ES 2 374 465 B1

## DESCRIPCIÓN

Sistema de predicción de fallos en redes ferroviarias.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere al campo de las redes ferroviarias, más concretamente a aquellas en las que vehículos con motor eléctrico se desplazan sobre sus raíles.

10 El objeto de la invención consiste en un sistema que permite la previsión y determinación de fallos en los vehículos que forman parte de dichas redes ferroviarias.

### Antecedentes de la invención

15 El nacimiento del metro, esto es, del tren a tracción eléctrica que se desplaza por un circuito propio exclusivo en un contexto urbano, se remonta a 1890, año en que se inaugura la primera línea en Londres.

Durante más de un siglo, estos sistemas han experimentado una importante transformación que ha hecho del metro actual un escaparate de las innovaciones tanto en el ámbito industrial y tecnológico como en su funcionamiento y en 20 los servicios ofrecidos al cliente.

La mayoría de los trenes de ferrocarriles metropolitanos son de “unidades múltiples” eléctricas con longitudes de tres a más de diez coches. La electricidad para las motorizaciones eléctricas viene dada por un tercer riel o catenaria, en algunos trenes se utiliza el motor lineal.

25 Las redes de transporte ferroviario disponen de sistemas de monitorización y control como el denominado Commit, que tiene como objetivo optimizar el mantenimiento de las instalaciones de Metro de Madrid, reduciendo el número de incidencias, los tiempos de resolución de las mismas y los usuarios afectados. Desde el centro de control se controlan los equipos de señalización, comunicaciones, energía, control de estaciones (máquinas expendedoras de billetes, líneas de tornos) escaleras mecánicas, ascensores, videovigilancia, sistemas de información al viajero, etc. Actualmente, el 30 Commit supervisa sólo el treinta por ciento de las estaciones de la red.

En caso de producirse una incidencia el personal del centro recibe una llamada de alerta y junto con la persona que la comunica trata de determinar los síntomas y causas del fallo. Si no se logra solventarla, los técnicos de Commit 35 pueden acceder y ejecutar en remoto acciones de mantenimiento desde su puesto de trabajo. Gracias a esto se ha logrado reducir el número de desplazamientos de personal hasta el lugar de la incidencia en un cinco por ciento y se espera que un plazo de dos años dicha reducción alcance el quince por ciento.

Desde Commit se lleva a cabo también la supervisión remota de equipos, mediante la captura de alarmas y procesa- 40 do de información del estado de las instalaciones, con lo que se logra la prevención y detección temprana de pérdidas en el servicio. El sistema es capaz de aprender de las experiencias previas en resolución de incidencias, para lo cual gestiona el conocimiento adquirido y se realimenta del análisis de fallos y variables de operación de las instalaciones.

Así pues, se hace necesario el desarrollo de sistemas similares que doten de mayores posibilidades al mismo y a 45 su vez permita su utilización en aquellas zonas de la red que sean remotas o que tengan un difícil acceso y se evite así el empleo de técnico u operarios que tengan que desplazarse hasta dicha zona; como aquellas zonas de una red de metro, donde existen motores de cambios de aguja sometidos a cargas importantes, vibraciones, temperaturas bajas, humedad, incluso a menudo inundaciones, y diversos inconvenientes añadidos. Dichos motores se encuentran dentro de las redes de túneles del metro, a menudo por su situación geográfica obligan a los técnico que los revisan a andar 50 más de un kilómetro para llegar hasta ellos. Su baja accesibilidad, y las condiciones en las que trabajan, añadiendo el hecho que supone la seguridad de los usuarios del metro, hacen necesarias nuevas soluciones.

### Descripción de la invención

55 El sistema objeto de la invención propone un sistema de prevención de averías, mediante un análisis estadístico y supervisión de diferentes parámetros físicos y eléctricos de los motores eléctricos de los ferrocarriles de la red ferroviaria o de metro, que permite dar solución a los problemas anteriormente expuestos.

Su aplicación esta enfocada a redes de motores que por su cantidad y/o situación geográfica hagan difícil su 60 supervisión manual. Además este tipo de motores son motores que, por su aplicación o por el medio en el que trabaja, requieren una fiabilidad elevada en cuanto a seguridad de los procesos industriales que desarrollan o en cuanto a la seguridad del personal que trabaja con ellos.

El sistema objeto de la invención permite prever averías que afectan a la circulación de metros, haciendo además 65 que los paros en horas de servicio se minimicen, trasladando las tareas de reparaciones o sustituciones de emergencia que se realizan en horas aleatorias a horas fuera de servicio.

El sistema objeto de la invención está formado por dos módulos principales, un módulo de captación y un módulo concentrador de comunicaciones, y un tercer módulo de análisis.

- El primero es un módulo de captación de datos, en realidad varios módulos de captación de datos, que desarrolla la función de captación de datos de los motores y su entorno, y mediante un protocolo de comunicaciones basado en el protocolo CAN, manda información hacia el exterior del motor.
- El segundo módulo consiste en un módulo concentrador de comunicaciones que recoge información de todos los módulos de captación de datos conectados a los motores que se encuentran conectados a él, y la comprime en paquetes de datos minimizados que transmite a través de una red de comunicaciones, como por ejemplo una red local o Internet, a un servidor con una base de datos.
- El tercer módulo es un módulo de análisis que comprende una base de datos y un programa que analiza y gestiona dichos datos para, en otra aplicación interfaz humana, proporcionar la información determinada de todos los motores de los cuales se componga la red que se desea supervisar.

El módulo de adquisición de datos se encuentra dividido en dos partes físicamente separadas entre sí, una está exclusivamente destinada a la inteligencia y memoria del propio módulo así como a la gestión de las comunicaciones, mientras el otro es un submódulo de adquisición de datos del sistema donde se encuentra instalado mediante diversos tipos de sensores: eléctricos, físicos y mecánicos. Estos dos módulos se encuentran separados y son unidos en el ensamblaje, de manera que funcionan independientemente, pudiendo ser substituido cualquiera de los dos para adquirir funcionalidades diferentes, sin que el cambio de una de las partes, afecte a la totalidad del sistema.

Dicho módulo de captación de datos es un elemento no intrusivo, tipo plug and play que, mediante una conexión en paralelo a la alimentación del motor eléctrico, puede adquirir los diferentes datos y parámetros que se utilizan para poder determinar si dicho motor eléctrico sufre algún malfuncionamiento o se encuentra en proceso de deterioro, pudiendo así prever una avería.

El módulo de captación comprende sensores que permiten recoger datos referidos a parámetros tales como:

- Tensión (AC y DC): Este parámetro es importante para determinar la energía que consume el motor y, en general, la impedancia de los devanados del motor. Puesto que por muy estable que sea la alimentación de la red eléctrica, siempre tiene unas pequeñas derivas tanto en amplitud como en fase, es primordial saber en cada momento de qué forma llega ésta al motor, asegurando así el máximo de información posible. Este parámetro es medido en paralelo al motor, y tanto los sensores como el módulo de captación de datos se encuentran aislados galvánicamente, por lo que no resultan intrusivos para el motor ni suponen un consumo adicional.
- Corriente (AC/DC): El módulo de captación de datos adquiere datos referidos a la corriente que pasa por los devanados del motor, pudiendo así, junto con la medida de tensión, conocer la impedancia de éstos, durante cuánto tiempo se consumen energía, la energía consumida, y corrientes de paro y arranque. Otro factor esencial es el análisis frecuencial de dicha corriente. Dicha corriente puede ser medida a través de un sensor de efecto hall, es decir medida mediante el campo magnético que genera la corriente que pasa por el cable de alimentación del motor, por lo que nuevamente no supone una intrusión para este.
- Vibración en alta, media y baja frecuencia: Puesto que el módulo de captación de datos se encuentra acoplado solidariamente a la caja del motor, toda vibración que tenga este será transmitida al módulo de captación de datos. Concretamente resulta crítica la vibración resultante en la dirección paralela al eje del motor, de manera que esa es la vibración más importante de las que recoge el módulo de captación de datos, este dato se puede captar mediante acelerómetros.
- Temperatura interna del dispositivo y temperatura externa: Mediante dos sensores de temperatura, el módulo de captación de datos recoge la temperatura ambiental y la temperatura en las alimentaciones del motor. Este dato es imprescindible para calibrar correctamente otras informaciones como tensiones y corrientes; además de ser útil para discernir entre cambios de temperatura ambientales y aquellos producidos por el motor.
- Tensiones de comprobación: Este parámetro es muy específico para los motores de metros, los cuales disponen de un circuito de comprobación, que mediante tensiones continuas indica en qué posición se encuentra el motor y si ha llegado a final de recorrido. Mediante estas tensiones, el sistema es capaz de supervisar el estado de los cableados y los tiempos de recorrido. Estas tensiones son adquiridas del mismo modo que las de alimentación, es decir, aisladas galvánicamente.
- Inundaciones: Mediante un sensor de inundación, el módulo de captación de datos es capaz de dar una alarma al sistema cuando entra agua dentro de la caja del motor, protegiéndose el mismo mediante su apagado y avisando además con antelación de un posible cortocircuito antes de que éste se produzca.

El módulo de captación de datos permite una reprogramación de su firmware (programación en firme o bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo no volátil, que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo y de su funcionalidad) realizable desde un punto remoto, como puede ser una sala de control. El mismo procedimiento puede hacer cambiar dicho firmware para uno o para todos los módulos de captación de datos conectados a la red independientemente de la distancia entre dispositivos.

Esta reprogramación es útil en caso de cambios del entorno o del principio de evaluación de los parámetros analizados como pueden ser:

- Cambios debidos a condiciones climáticas: algunos parámetros pueden ser más influyentes al cambiar las características climáticas.
- Cambios de las cargas de los motores a lo largo de su utilización: según la aplicación de los motores supervisados la carga aplicada puede variar y en consecuencia pueden variar a su vez las características de algunos parámetros.
- Cambios de la resolución de un parámetro: se puede detectar que las informaciones útiles de un parámetro se limitan en un rango de tiempo restringido o en una componente frecuencial determinada y en consecuencia cambiar la resolución de la medición de este valor.

A través de esta reprogramación es posible cambiar algunas características intrínsecas del módulo de captación de datos sin acceder físicamente a la ubicación del mismo. Por ejemplo se puede modificar la velocidad de comunicación con el módulo concentrador de comunicaciones, o la prioridad de sus mensajes en la red.

Los módulos de captación de datos disponen de funciones especiales implementadas, no tan solo para la monitorización o adquisición de datos eléctricos y mecánicos de un motor y el sistema donde se encuentra comprendido, sino que además, por la arquitectura del propio módulo de captación, pueden tener funciones de actuación sobre este motor y sistema. De manera que se puede afirmar que cada uno de ellos es un módulo de captación de datos que tiene la posibilidad de comportarse como actuación preventiva. Cada módulo de captación puede tener, dependiendo del caso, de una doble función:

- Captación de datos: El módulo de captación de datos cumple la función de recibir datos eléctricos y mecánicos del motor y el sistema donde éste trabaja, mediante su instrucciones, implementadas en el firmware anteriormente descrito, hace un análisis previo, cálculos y un empaquetado previo de esta información.
- Actuación en el sistema del motor: El módulo de captación de datos puede incorporar funciones que actúan directamente sobre el sistema donde trabaja el motor, pudiendo de esta manera aplicar un control sobre el funcionamiento del mismo. Un ejemplo claro puede ser la desconexión automática del motor por parte del módulo de captación de datos si éste detecta la presencia de agua dentro del ámbito del sistema.

El módulo concentrador de comunicaciones es el módulo encargado de concentrar las comunicaciones de todos los módulos de captación de datos que se encuentran conectados a él y consta de:

- Placa madre: El elemento principal de este módulo, se encarga de suministrar energía a los módulos de captación de datos mediante una fuente de alimentación. Además también contiene preferiblemente 8 buses de datos CAN (acrónimo inglés del estandar Control Area Network) a modo de conexiones para los módulos de captación de datos y 1 bus de datos CAN para la gestión de información interna definido entre las 8 placas esclava y la placa maestra. También se encarga de suministrar y distribuir energía las 9 placas (8 esclava, 1 maestra). La placa madre dispone de un display que conecta con la placa maestra y las diferentes esclavas. En este display se muestra información sobre cuántos módulos de captación de datos se encuentran conectados a cada placa esclava y si se está recibiendo información, actividad, etc. Por último dispone también de una salida de comunicaciones, como por ejemplo conexiones tipo RJ45, conectada a su vez a la placa maestra. La placa madre dispone también de fusibles para proteger la línea de alimentación, en caso de que el fusible se cortara un indicador se apagaría.
- Placa esclava. Esta placa recibe información del bus de datos conectado a los diferentes módulos de captación de datos, hasta 8 a lo largo de un kilómetro y medio de bus. Se encuentra conectada al bus de datos interno para comunicarse con la placa maestra y decide si la placa madre debe o no suministrar energía a los módulos de captación de datos que lleva conectados.
- Placa maestra. La placa maestra se encuentra conectada tan sólo al bus interno Control Area Network de la placa madre. Y condensa la información proveniente de las 8 placas esclava y la transmite por un bus SPI (Serial Peripheral Interface Bus o bus serial de interfaz de periféricos) hasta la placa madre, que a su vez transforma los paquetes de datos de este bus al estándar Ethernet. Dispone además de un control de temperatura.

La función principal del módulo concentrador de comunicaciones es la de concentrar las comunicaciones de los módulos de captación de datos y después mandarlas, de manera eficiente, comprimiéndolas en pocos paquetes de datos, por Internet o una red de área local con conexión a un servidor que contenga la base de datos.

Una de las funciones secundarias del módulo concentrador de comunicaciones es la de administrar alimentación o suministro de energía a los módulos de captación de datos, es decir, éstos no necesitan una alimentación extra, ya que es suministrada por el mismo cable de comunicaciones proveniente del módulo concentrador de comunicaciones. De modo que el módulo concentrador de comunicaciones puede suministrar energía a los módulos de captación de datos subyacentes o no, según las preferencias. Por ejemplo puede cortar la alimentación de uno o más módulos de captación de datos que se encuentren bajo agua debido a inundaciones.

El módulo de captación de datos puede no precisar necesariamente de alimentación desde el propio motor, cada módulo de captación de datos es alimentado desde los módulos concentradores de comunicación. Esta alimentación no es una simple alimentación a través de una fuente de alimentación o de la red eléctrica, sino que es resultante de una etapa de potencia y una etapa de control.

El módulo de de concentración de comunicaciones gestiona el control de las alimentaciones, de modo que es capaz de interrumpir esa alimentación para resetear automáticamente los módulos de captación de datos, también para proteger a los mismos en caso de inundaciones o malfuncionamientos, etc.; de tal modo que el sistema objeto de la invención presenta las siguientes posibilidades en cuanto a alimentación de los módulos de captación de datos:

- Alimentación autónoma de los módulos de captación de datos: No requieren una conexión para su alimentación ni batería junto al motor o sistema donde sean instalados.
- Gestión de la alimentación desde el concentrador de comunicaciones: El módulo concentrador dispone de diferentes etapas de potencia y control capaces de suministrar energía a los módulos de captación de datos utilizando el mismo cable que el que se utiliza para realizar las comunicaciones de datos.
- Posibilidad de interrupción de la alimentación de emergencia y reseteo de los módulos de captación de datos: Existen casos en los que el módulo de captación de datos puede necesitar su desconexión, bien para protegerse a sí mismo, al motor o al sistema donde se encuentre instalado.

Un ejemplo del primero sería tras una inundación. El segundo caso por ejemplo podría darse si un módulo de captación de datos empezara a funcionar de manera anómala saturando la línea de comunicaciones, lo cual podría perjudicar al concentrador de comunicaciones, y este podría decidir apagarlo para no comprometer el sistema entero. En el tercer caso, podría darse si se tuviese instalado un sistema de desconexión automático de un motor eléctrico por medio de un módulo de captación de datos, si éste desconectara el motor sin que se produjese ninguna señal de alarma o situación anómala de forma repetida, cosa que indicaría un mal funcionamiento del hardware del módulo de captación de datos, el sistema desconectaría ese módulo de captación de datos, haciendo que el motor funcionase sin interrumpirse.

Otra función del módulo concentrador de comunicaciones es la de reprogramar todos los módulos de captación de datos conectados a él. Operando desde el interfaz del usuario del servidor del módulo de análisis, el módulo concentrador de comunicaciones puede cambiar el software/firmware de los módulos de captación de datos remotamente, permitiendo así reconfiguraciones del sistema desde la sala de control.

El módulo concentrador de comunicaciones está diseñado para ser conectado a la red eléctrica, y puede encontrarse encapsulado en una caja comercial estandarizada para armario tipo "rack"; en una realización preferente dispone de 8 conexiones de entrada salida para conectarse con los módulos de captación de datos, dispone también de conexiones de red como puede ser RJ45 para red Ethernet.

La comunicación entre los módulos de captación de datos y el módulo concentrador de comunicaciones se realiza sobre el protocolo de bajo nivel CAN. Una de las principales ventajas de dicho protocolo reside en la posibilidad de cubrir distancias elevadas utilizando para ello un número de cables reducido.

Dado que este protocolo únicamente garantiza que un paquete de datos llega, llega de forma correcta tal y como se envió; es decir, al utilizar este protocolo, no hay garantías de que el orden de los paquetes a la llegada sea el mismo que en la salida ni de que lleguen todos los paquetes, para ello se ha implementado una capa que se añade a la pila ISO/OSI de comunicaciones a un nivel superior. A pesar de la existencia de protocolos de alto-nivel basados en CAN, como CANOpen, se ha implementado un nuevo planteamiento más simple para reducir las cargas operativas de los elementos del sistema. Este protocolo se basa en peticiones temporizadas de datos que garantizan, a través de la redundancia, el éxito de la comunicación sin pérdidas y manteniendo el orden de envío.

El sistema se completa con el módulo de análisis, el cual se basa en una arquitectura cliente-servidor.

Por una parte el servidor se encarga de recolectar los datos provenientes de los módulos anteriores y guardarlos en una base de datos. Para la recepción de los datos se emplea un servidor UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario) que

recibe paquetes desde los módulos concentradores de comunicaciones conectados en la misma red de comunicación. Paralelamente, el servidor del módulo de análisis se encarga de realizar el análisis estadístico necesario para predecir posibles fallos en el funcionamiento de un motor.

5 Por otra parte el cliente puede visualizar y controlar esté donde esté, siempre que se encuentre conectado a la misma red que el servidor del módulo de análisis, el estado de la red de motores donde se encuentra el sistema.

10 El servidor del módulo de análisis se ejecuta en un servidor remoto, donde también puede encontrarse alojada la base de datos, que tiene que permanecer continuamente activo, para no perder datos que podrían ser importantes para el análisis. Otra opción es utilizar "técnicas de espejo" en las que los datos se encuentra duplicados en ubicaciones distintas.

El cliente puede ejecutarse de cualquier ordenador sin características técnicas elevadas.

15 El núcleo del módulo de análisis reside en su base de datos, donde se almacenan los datos de toda la red de motores.

Para garantizar su consistencia solo se permite acceso en escritura al servidor del módulo de análisis, mientras que los clientes solo pueden acceder en lectura para visualizar las informaciones necesarias para las tareas de mantenimiento predictivo.

20 El servidor del módulo de análisis está compuesto por cuatro partes principales:

- La conexión UDP.
- 25 - Los medios de proceso de análisis estadístico.
- La base de datos ubicada en uno o varios medios de almacenamiento digital, como memorias sólida, discos duros, soportes ópticos, etc...
- 30 - La interfaz de Configuración.

La conexión UDP se encarga de recibir los datos provenientes de los módulos concentradores de comunicaciones y almacenarlos en la base de datos.

35 Paralelamente se ejecuta un proceso que se encarga de realizar un análisis estadístico basado en el valor medio de los datos y su desviación estándar a lo largo del tiempo.

40 El servidor del módulo de análisis recibe los valores característicos de los datos de los motores: corriente de pico, tensión eficaz, tiempo de movimiento, amplitud de la vibración en baja, mediana y alta potencia etc. A partir de estos datos se realiza la predicción de errores y se generan las alarmas.

45 Cada señal adquirida en el módulo de captación de datos, a través del resto del sistema, se vuelve a procesar generando un porcentaje de fiabilidad, en el que el 100% indica que el valor obtenido del módulo de captación de datos se encuentra dentro de los márgenes de normalidad y un 0% indica que está totalmente fuera de estos. Si el porcentaje está por debajo de un umbral, se genera la alarma asociada al valor que ha generado ese porcentaje.

50 Una vez calculados todos los porcentajes indicativos del estado de cada señal adquirida del módulo de captación de datos, se calcula un valor que describe el estado global del motor. Este cálculo consiste en la selección del mínimo de todas las señales ponderadas en función de su relevancia.

55 El cálculo del porcentaje de fiabilidad de una señal concreta se centra en el análisis de la desviación de la última muestra en función del historial de muestras anteriores. Un valor de estos datos que no varía en el tiempo para un motor es indicativo de su buen funcionamiento. Cuando alguno de estos valores empieza a alterarse, el analizador genera alarmas asociadas a esta variación no esperada.

Actualizando el valor medio y su varianza cada vez que se reciben nuevos valores el sistema aprende a descartar aquellos datos que no representan una amenaza para la previsión de errores.

60 Los valores de las muestras son ajustados automáticamente en base a la interacción con los usuarios del sistema, los cuales, durante una etapa inicial de aprendizaje, marcarán qué incidencias han sido correctamente predichas, y cuales se han producido sin generar alarmas. Estos parámetros pueden ser ajustados también manualmente utilizando la interfaz de configuración donde los parámetros básicos que caracterizan el análisis, como el umbral de varianza de los valores, o el número de datos evaluados, se pueden ajustar según las necesidades del sistema.

65 Para la realización de estos cambios se dispone de dicha interfaz de configuración, accesible solo a usuarios habilitados, que permite variar estos valores en cualquier momento sin necesidad de reiniciar el servidor.

El cliente del módulo de análisis permite la visualización del estado de los motores y de los dispositivos a través de una interfaz para ordenador. Esta aplicación se puede ejecutar desde cualquier punto de la red y accede de forma consistente a la base de datos del módulo de análisis con el fin de extraer las informaciones necesarias a las tareas de mantenimiento predictivo.

En caso de anomalías en los valores típicos de un motor se activan diferentes tipos de alarmas que pueden ser gestionadas remotamente por usuarios habilitados.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista esquemática del conexionado del módulo de captación de datos.

Figura 2.- Muestra una vista de los componentes del módulo concentrador de comunicaciones.

Figura 3.- Muestra un esquema del sistema y sus módulos.

Figura 4.- Muestra un diagrama de flujo del análisis estadístico porcentual que lleva a cabo el módulo de análisis del sistema.

### Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del sistema (1) objeto de esta invención.

En una realización preferente de la invención el sistema (1) se aplica a motores (5) de cambio de aguja de raíles de la red de metro. Debido al emplazamiento de estos motores (5) y a su criticidad para el buen funcionamiento de la red de metro, es de vital importancia poder obtener un mantenimiento preventivo que permita realizar operaciones de mantenimiento antes de que se manifiesten malfuncionamientos que puedan causar el paro de una línea o de toda la red.

Mediante un módulo de captación de datos (2) que dispone de varios sensores, tales como sensores de tensión eléctrica, de vibraciones, de corriente o de inundación y que se encuentra conectado en paralelo al motor (5), tal y como se observa en la figura 1, se captan datos referidos al entorno del motor (5) y a partir de éstos se determina una situación anómala mediante el sensor de inundación del módulo de captación de datos (2) referida a la inundación del motor (5) debido a infiltraciones de agua en túneles; a su vez mediante el sensor de vibraciones del módulo de captación de datos (2) se detectan vibraciones anómalas en el motor (5) debidas a problemas mecánicos del motor (5) o a una debilidad en el anclaje a la vía.

Dichos datos recogidos por el módulo de captación de datos (2) son enviados a un módulo concentrador (3) de comunicaciones que recoge los datos procedentes del módulo de captación de datos (2), además de suministrar energía a esto mediante una fuente de alimentación (9), a través de una configuración como la que se aprecia en la figura 2 que dispone de unas placas esclavas (7) conectadas a un bus CAN interno de una placa madre (6) a la que se encuentra conectada una placa maestra (8) que se encarga de comprimir dichos datos y de transmitirlos en forma de paquetes de datos a la placa madre (6) a través de un bus SPI. Dicha placa madre (6) se encarga de enviarlos, una vez convertidos al estándar Ethernet, a un módulo de análisis (4) a través de una red local de comunicaciones, tal y como se observa en la figura 3.

El conjunto de datos recogidos, se almacena en una base de datos para utilizarlos en un análisis estadístico que se realiza mediante unos medios de proceso de análisis comprendidos en el módulo de análisis (4). Dicho análisis se basa en unos parámetros establecidos previamente y en un cálculo estadístico porcentual, en el que un 100% indica un buen estado del motor (5), dicho cálculo se encuentra representado en el diagrama de flujo de la figura 4, para discernir entre un buen o mal funcionamiento e incluso determinar el tiempo hábil hasta producirse una avería.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de predicción de fallos en redes ferroviarias **caracterizado** porque comprende:

- al menos un módulo de captación (2) de datos adaptado para ser eléctricamente conectado en paralelo a un motor (5) eléctrico de un vehículo ferroviario, para captar datos del motor (5) eléctrico y controlar dicho motor (5) eléctrico, que comprende sensores y medios de actuación sobre dicho motor (5) eléctrico,
- al menos un módulo concentrador (3) de comunicaciones conectado al módulo de captación (2) de datos encargado de recoger y procesar los datos captados por dichos módulos de captación (2) de datos y de controlar el suministro de energía de los mismos, y
- un módulo de análisis (4) que se encuentra ubicado en una localización remota que comprende dispositivos programables y dispositivos de almacenamiento de datos digitales encargados de analizar y almacenar los datos enviados a través de una red de comunicaciones desde el módulo concentrador (3) de comunicaciones.

2. Sistema (1) según reivindicación 1 donde los sensores del módulo de captación (2) de datos se seleccionan de entre los siguientes: sensores de temperatura, sensores de tensión, sensores de corriente, sensores de vibraciones, sensores de inundación y sensores de tensión de comprobación.

3. Sistema (1) según reivindicación 1 ó 2 donde el módulo de captación (2) de datos comprende un cable de alimentación conectado al módulo concentrador (3) de comunicaciones encargado de suministrar energía para su funcionamiento mediante una fuente de alimentación (9).

4. Sistema (1) según reivindicación 1 ó 2 donde el módulo de captación (2) de datos comprende alimentación autónoma encargada de suministrar energía para su funcionamiento.

5. Sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque el módulo concentrador (3) de comunicaciones comprende:

- una placa madre (6) que comprende varios buses de datos CAN para comunicación con los módulos de captación y un bus CAN interno,
- al menos una placa esclava (7) conectada al bus CAN interno de la placa madre (6) y que está adaptada para recibir los datos procedentes de los módulos de captación de datos a través de los buses de datos CAN, y
- una placa maestra (8) conectada al bus CAN interno de la placa madre (6) y que está adaptada para comprimir los datos provenientes de las placas esclavas (7) y transmitirlos en forma de paquetes de datos mediante un bus SPI a la placa madre (6) que se encarga de convertir dichos paquetes al estándar Ethernet.

6. Sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo concentrador (3) de comunicaciones está adaptado para comprimir y empaquetar los datos recibidos desde el módulo de captación (2) de datos y enviarlos al módulo de análisis (4).

7. Sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo concentrador (3) de comunicaciones está adaptado para reprogramar el módulo de captación (2) de datos.

8. Sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de análisis (4) comprende:

- un interfaz de comunicación,
- una conexión UDP encargado de recibir los datos procedentes del módulo concentrador (3) de comunicaciones,
- una base de datos ubicada en unos medios de almacenamiento digital encargada de almacenar datos procedentes de la conexión UDP, y
- unos medios de proceso de análisis encargados de realizar un análisis estadístico porcentual de los datos procedentes de los módulos de captación de datos (2).

9. Sistema (1) según la reivindicación anterior donde el análisis se realiza mediante un dispositivo programable encargado de ejecutar unas instrucciones almacenadas en los medios de almacenamiento de datos digitales.



10. Sistema (1) según cualquiera de la reivindicaciones anteriores donde el módulo concentrador (3) de comunicaciones comprende adicionalmente un display encargado de suministrar información referente al funcionamiento de las placas (6, 7, 8).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

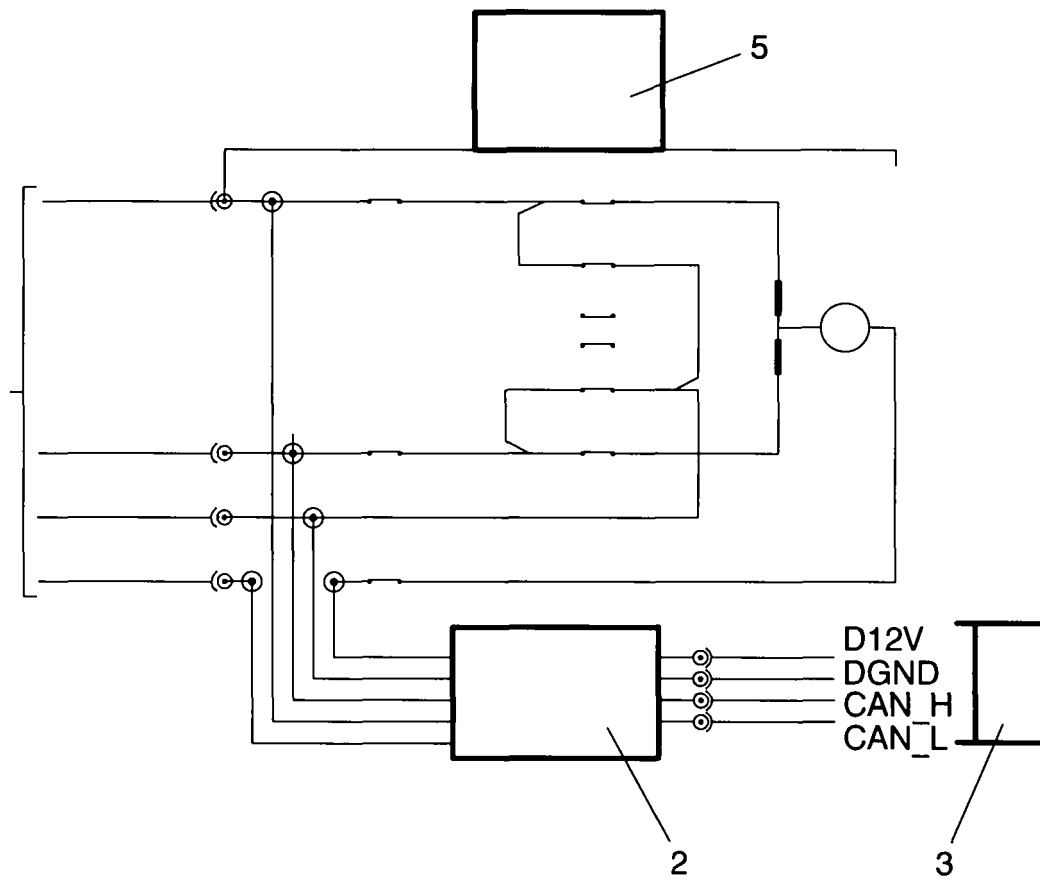


FIG. 1

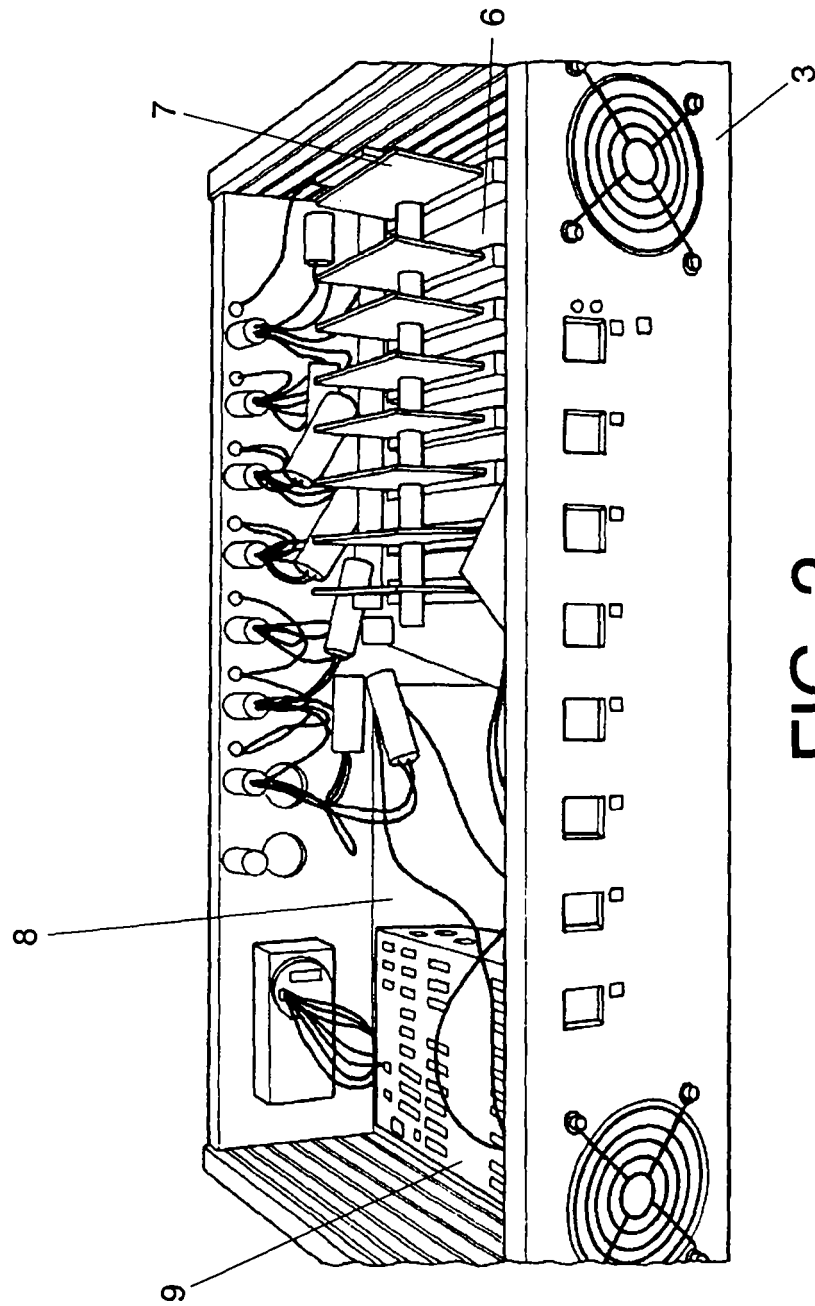


FIG. 2

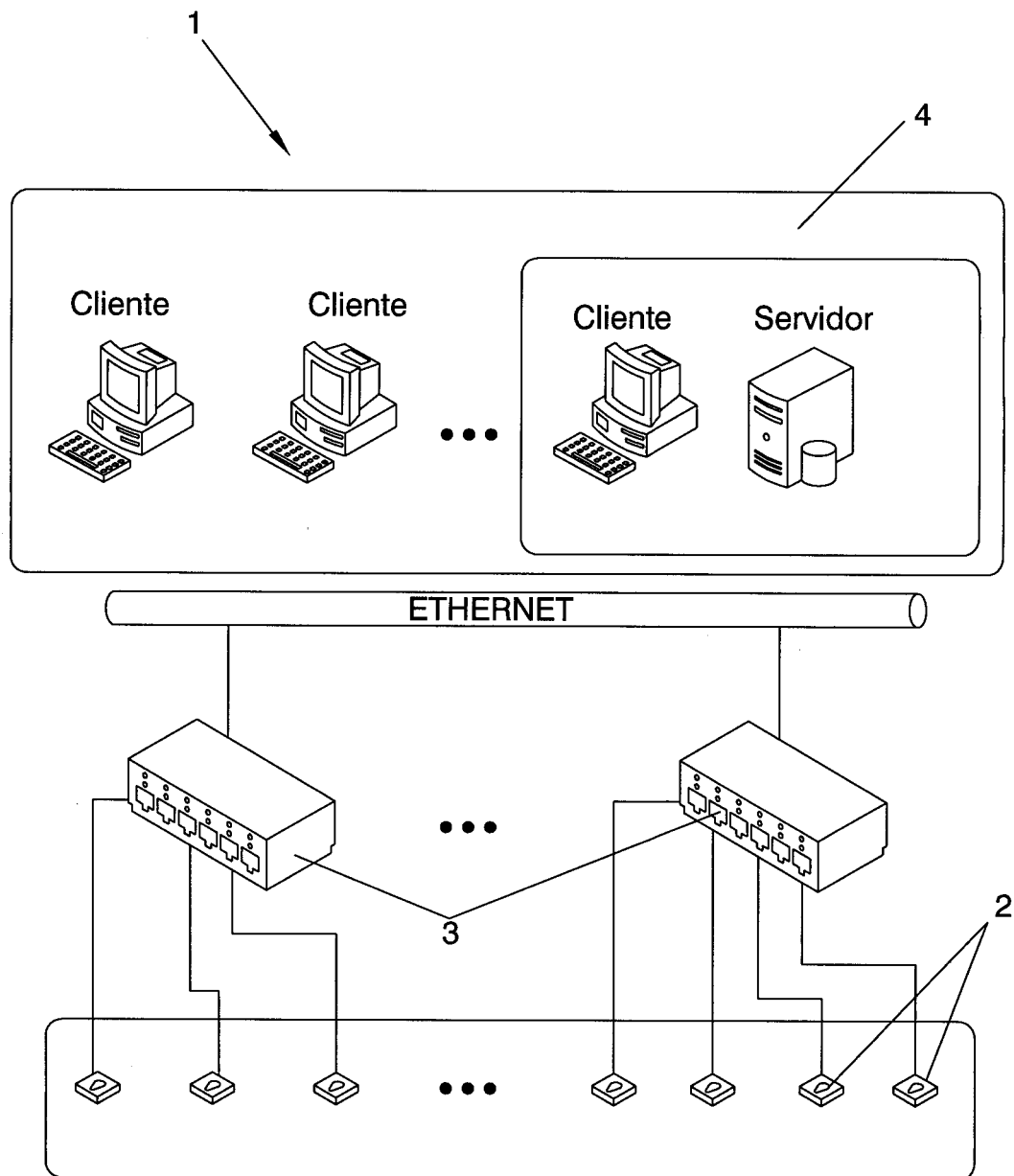


FIG. 3

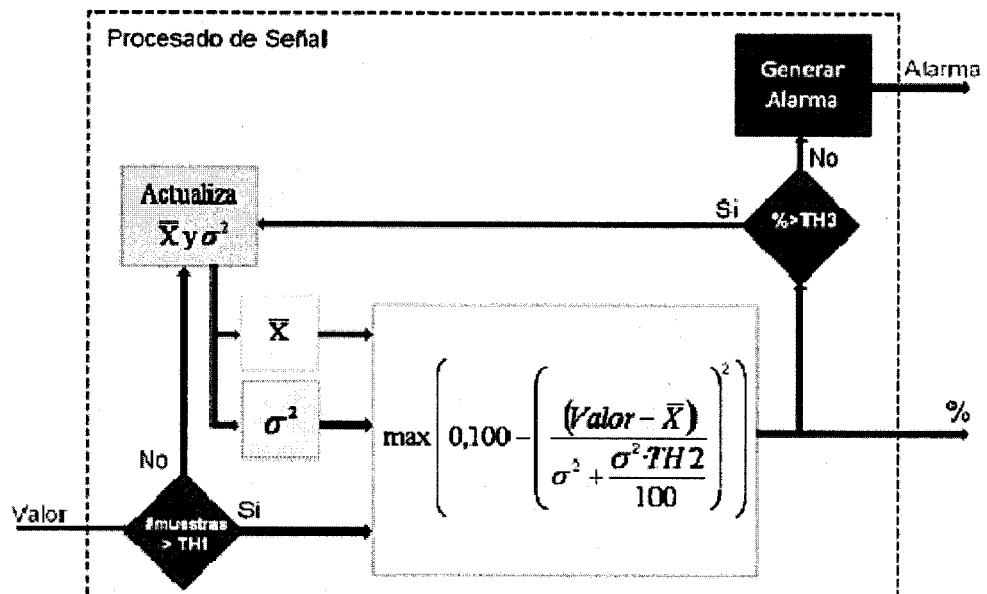


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200902413

②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2009

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B60L3/12** (2006.01)  
**B61L27/00** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5445347 A (NG) 29.08.1995, todo el documento.	1-10
A	EP 1770953 A2 (GEN ELECTRIC) 04.04.2007, resumen; figuras 1,2,5,6.	3,4
A	US 6857013 B2 (RAMBERG et al.) 15.02.2005, resumen; figuras 1,12,13.	7
A	DE 10062606 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG) 13.06.2002, párrafos [0015,0037].	1-10
A	US 2005171661 A1 (ABDEL-MALEK et al.) 04.08.2005, resumen; figuras.	1-10

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
06.02.2012

Examinador  
P. Pérez Fernández

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B60L, B61L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC,WPI,PAJ

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 06.02.2012

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 3-6  
Reivindicaciones 1,2,7-10

**SI**  
**NO**

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones  
Reivindicaciones 3-6

**SI**  
**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.



**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 5445347 A (NG)	29.08.1995

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****Falta de Novedad****Reivindicación nº 1**

Se establece el documento D01 como el más próximo del Estado de la Técnica. Dicho documento D01 hace referencia a "un sistema de monitorización y mantenimiento preventivo inalámbrico y automático para trenes de levitación magnética (MAGLEV) y otros vehículos", y contiene:  
-una unidad de captación (SMDU) (12) que incluye sensores para determinar el estado del motor (14) (ver columna 3, líneas 1-5, líneas 52-54; figura 2).  
-un módulo concentrador (NSIU) (22) que recoge los datos del módulo de captación (12) (ver columna 3, líneas 29-31, líneas 35-40; figura 2).  
-un módulo de análisis (MCC) (28), ubicado en una situación remota respecto al módulo concentrador (NSIU) (22), que comprende un dispositivo programable (70), una memoria (8) y que almacena los datos mandados desde el módulo concentrador (NSIU) (22) (ver columna 3, líneas 32-34; columna 4, líneas 32-52; figuras 2, 5).  
El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 1 deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D01. Por lo tanto, la reivindicación nº 1 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

**Reivindicación nº 2**

La reivindicación nº 2 ya aparece recogida en el documento D01 (ver columna 3, líneas 52-58). Por consiguiente, la reivindicación nº 2 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

**Reivindicación nº 7**

El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 7 deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D01 (ver figuras 2-4). En consecuencia, la reivindicación nº 7 también carece de Novedad (Art 6.1 LP).

**Reivindicaciones nº 8-10**

Las características de las reivindicaciones nº 8-10 se encuentran ya en el documento D01 (ver columna 4, líneas 32-52; figura 5). Por lo tanto, las reivindicaciones nº 8-10, carecen de Novedad (Art 6.1 LP).

**Falta de Actividad Inventiva****Reivindicaciones nº 3, 4**

El hecho de que el módulo de captación (SMDU) (12) se alimente a partir del módulo concentrador (NSIU) o de forma autónoma son opciones normales de diseño y por lo tanto, obvias para el experto en la materia. En consecuencia, las reivindicaciones nº 3, 4 carecen de Actividad Inventiva (Art 8 LP).

**Reivindicación nº 5**

La utilización de placas madres, placas maestras y placas esclavas es una técnica muy conocida y, por lo tanto obvias para el experto en la materia. Lo mismo ocurre con la utilización del bus CAN, la compresión de datos y la transmisión en forma de paquetes. Por lo tanto, la reivindicación nº 5 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).

**Reivindicación nº 6**

Las características de la reivindicación nº 6 son técnicas muy conocidas, y por tanto obvias para el experto en la materia. Por consiguiente, la reivindicación nº 6 carece también de Actividad Inventiva (Art 8 LP).