

SISTEMA DE MONITOREO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICACampo de Invención

[001] La presente invención se refiere a un sistema que permite el monitoreo de los elementos pasivos de las redes de distribución de fibra óptica, tales como cajas de empalme óptico, cajas de conexiones ópticas o cajas de terminación óptica y las propias fibras ópticas, para facilitar y automatizar la gestión de actividades de campo, preventivas y correctivas en tales redes, por medio de la detección de al menos una parte de sus elementos, permitiendo agilidad y precisión en la localización geográfica de los problemas o anomalías operativas de estos elementos y reduciendo considerablemente los costos operativos, no solo para la ejecución de acciones correctivas sino también de operaciones preventivas de mantenimiento de estas redes de fibra óptica, de acuerdo con SLAs (Service Level Agreement) más estrictos.

Técnica anterior

[002] Son conocidos de la técnica, los sistemas de monitoreo de operación de diversos equipos, que utilizan sensores capaces de detectar una determinada anomalía operativa de interés, como ocurre con los sensores Smart Mosaic, los cuales son sensores estándar LoRa (Long Range) capaces de detectar y medir variaciones de temperatura y de aceleración de los elementos activos de una instalación o red de distribución de fibra óptica a ser monitoreada, permitiendo la detección solo de movimientos bruscos en los elementos activos mencionados, sin ser capaz, en las soluciones conocidos, de operar en régimen de consumo de energía reducido y de detectar y medir variaciones de luminosidad que

suceden, por ejemplo, en el interior de un elemento pasivo, tal como una caja de empalme o de conexión o de terminación, cuando se realiza la apertura de la tapa, o incluso, de medir variaciones de potencia óptica que puedan ocurrir en la fibra óptica usada para comunicación en tal red.

[003] Son conocidas también las plataformas IoT ("Internet of Things"), para procesar datos recibidos de una pluralidad de sensores de un sistema de monitoreo de instalaciones o redes de distribución de datos. Sin embargo, estas plataformas no fueron desarrolladas para resolver los problemas de monitoreo de los elementos pasivos de una red de distribución de fibra óptica y permitir a través de sensores de construcción simples y de bajo consumo de energía, la realización de verificaciones y registros, en intervalos regulares y predeterminados de las condiciones operativas, tales como, aceleración de movimiento, variación de temperatura y de luminosidad interna e incluso de potencia en las fibras, de elementos pasivos a ser individualmente monitoreados e también emitir alarmas, en tiempo real, sobre la presencia de alguna anomalía operativa detectada por uno o más sensores operativamente asociados a un elemento pasivo a ser individualmente monitoreado.

[004] Las soluciones conocidas definen herramientas genéricas y que no son capaces de permitir la gestión fácil y segura, por parte de un administrador de la red, de operaciones de mantenimiento preventivo y de reparaciones correctivas de emergencia de los elementos pasivos monitoreados.

[005] Los conocidos sistemas de gestión de planta externa de MKSolutions, de CircuitVision y de Paessler por ejemplo, poseen una capacidad operativa para realizar el registro de

los elementos pasivos e instrucciones de operación y de mantenimiento. Sin embargo, ninguno de estos proporciona una detección como fuente para realizar, de forma manual y automática, procesos de mantenimiento preventivo y reparaciones de emergencia o mantenimientos correctivos. Si bien el sistema de Paessler proporciona una integración con sensores (usando tecnología Sigfox), estos sensores favorecen únicamente el envío de alertas por e-mail, y no la automatización de procesos de mantenimiento preventivo y de reparaciones correctivas de emergencia.

[006] También se puede mencionar la deficiencia de las soluciones conocidas, especialmente aquellas que utilizan el sensor desarrollado por SmartMosaic, como la vida operativa indeseablemente corta de la batería que alimenta el régimen operativo de los sensores.

[007] En resumen, las soluciones conocidas para un problema considerado en la presente invención, no presentan una gestión de una instalación como una red de distribución de fibra óptica, que promueva la integración de los sensores con una plataforma capaz de generar, de forma manual y automática, y en tiempo real, órdenes de servicio de reparaciones correctivas de emergencia y órdenes manuales periódicas de servicios de mantenimiento de los elementos pasivos de la instalación para técnicos de campo, manteniendo un registro de los datos representativos de las condiciones monitoreadas por los diferentes sensores. Las soluciones conocidas aún no permiten monitorear, por medio de sensores, la operación de los dispositivos pasivos de instalación o red, como variaciones indebidas de potencia en las fibras ópticas de la red, alertando al administrador de esta última

sobre posibles robos y depredaciones.

Resumen de la invención

[008] En virtud de las limitaciones de las soluciones conocidas, según lo mencionado anteriormente, la presente invención tiene el objetivo de suministrar un sistema de monitoreo de una red de distribución de fibra óptica, utilizando sensores capaces de detectar las condiciones operativas de luminosidad y de temperatura en el interior de los elementos pasivos de la red, de movimientos abruptos de estos últimos e incluso de eventuales variaciones de potencia óptica anómalas en puntos de las fibras ópticas de la red, produciendo datos representativos de tales condiciones operativas y colocando estos datos en una plataforma remota, en la cual los referidos datos son asociados a los respectivos sensores, almacenados, proporcionados a un administrador de la red en forma de informe periódico, representativo de las condiciones operativas normales monitoreadas o de alarmas en tiempo real, representativas de las condiciones anormales, tales datos siendo enviados de forma manual o automática a un técnico de campo, a través de un dispositivo computacional móvil, como instrucción de un actividad de mantenimiento preventivo o de mantenimiento correctivo de una anomalía detectada por un sensor.

Breve descripción del diseño

[009] A continuación, se describirá el sistema en cuestión, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, dados únicamente a modo de ejemplo y en los que:

[0010] La figura 1 representa un diagrama ilustrando, de forma simplificada, los componentes del sistema de monitoreo objeto de la invención, cuando se opera con paquetes de datos

procesados periódicamente, representando condiciones operativas de referencia y que puedan resultar en instrucciones de mantenimiento a un técnico de campo, cuando son autorizadas por un administrador de la red de distribución de fibras ópticas; y

[0011] La figura 2 representa un diagrama ilustrando, de forma simplificada, los componentes del sistema de monitoreo objeto de la invención, cuando se opera con paquetes de datos procesados en tiempo real, representando condiciones operativas anómalas y que puedan promover de forma automática instrucciones de mantenimiento correctivo a un técnico de campo, cuyas operaciones correctivas son verificadas una vez concluidas por el administrador de la red de distribución de fibra óptica.

Descripción de la invención

[0012] De acuerdo lo mencionado anteriormente e ilustrado en los diseños adjuntos, el sistema de monitoreo en cuestión es aplicado a redes de distribución de fibra óptica provistas de elementos pasivos EP generalmente definidos por cajas de conexiones ópticas, cajas de terminación óptica o cajas de empalme óptico, provistas de las tapas habituales para acceder a su interior y que no se ilustran aquí en detalle, debido a que su construcción no es objeto de la invención y puede realizarse de diferentes formas.

[0013] En el interior de cada elemento EP pasivo de una red de distribución de fibra óptica, se monta adecuadamente un sensor S del tipo LoRaWAN, de largo alcance y bajo consumo energético, para que su batería de alimentación (no mostrada) tenga una vida útil de al menos 5 años.

[0014] Cada sensor S posee un acelerómetro, un luxómetro, un

termómetro e incluso, opcionalmente, un medido de potencia óptica (no ilustrado) para detectar, respectivamente, movimientos abruptos en el elemento pasivo EP siendo monitoreada la apertura de la tapa de este último, la temperatura en el interior del referido elemento pasivo EP y variaciones de potencia indebidas en las fibras ópticas asociadas a los referidos elementos pasivos EP monitoreados, produciendo paquetes de datos representativos de condiciones normales de referencia o de condiciones anormales relacionadas a los diferentes parámetros bajo monitoreo. Como una forma de ahorrar batería y tener una mayor vida útil, los sensores S están en la clase A del protocolo LoRaWAN, según el cual solo los sensores pueden iniciar la comunicación o abrir un canal de comunicación.

[0015] Los sensores S de un grupo de elementos pasivos EP, dispuestos en una determinada región de la red, son diseñados para permitir su comunicación sin cableado (wireless) con un respectivo portal de entrada PE (gateway), preferentemente estándar LoRa, utilizando el protocolo LoRaWAN. El portal de entrada PE recibe los paquetes de datos producidos por los sensores S del respectivo grupo de elementos pasivos EP, encriptando los referidos paquetes de datos con una clave, siendo estos paquetes de datos encaminados a través de internet a un servidos SE descrito más adelante.

[0016] El periodo en el cual los sensores S son activados, para detectar los parámetros que están siendo monitoreados es configurable a través de enlace descendente en las ventanas de comunicación abiertas por los propios sensores S. Sin embargo, para ahorrar energía de los sensores S, esto puede suceder, por ejemplo, cada 12 o 24 horas. En cada activación,

los sensores S envían un paquete de datos llamado “keep alive” que consiste en la transferencia al respectivo portal de entrada PE, de informaciones mínimas sobre el régimen de funcionamiento del sensor, como por ejemplo, el nivel de batería. El tamaño de este paquete de datos “keep alive” debe ser lo más pequeño posible, ya que cuando mayor es el paquete de datos, más tiempo demorará para ser transmitido. Para la homologación Anatel, es necesario que la ventana de comunicación sea de 400ms como máximo.

[0017] Cuando se detecta una modificación (condición anómala) en el acelerómetro y/o luxómetro en un sensor S o incluso en la temperatura interna del elemento pasivo o una caída de potencia óptica indebida en las fibras, el respectivo sensor S entra en un estado de alerta y envía paquetes de datos a cada 20 segundos, durante 2 minutos, por ejemplo, ya que de esta forma se garantiza que al menos un paquete de datos, que contiene las informaciones de alerta, será transmitido a un grado o nivel posterior del sistema de monitoreo. Las informaciones contenidas en estos paquetes de alerta están relacionadas con los parámetros objeto de análisis y que, en este caso, son las informaciones de los ejes del acelerómetro (x, y, z en m/s^2) del luxómetro (en lux.) del medidor de temperatura en °C y del medidor de potencia óptica en decibeles.

[0018] Los portales de entrada PE del estándar LoRa poseen “packet brokers” específicos para el protocolo LoRaWAN, el cual tiene la función de recibir los paquetes de un número de sensores S, ordenar esos paquetes y enviarlos al servidor SE que opera en el estándar LoRa.

[0019] En líneas generales, el servidor SE comprende un

servidor de red SR que recibe los paquetes de datos de los portales de entrada PE y que tiene la función de enrutamiento y autenticación de la comunicación entre el hardware, definido por un grupo de sensores S y por el respectivo portal de entrada PE, y un servidor de aplicación AS, que complementa el servidor SE. En este proceso, se utilizan herramientas de mercado (TTN, TTI, Everynet, entre otras) y cuyo desarrollo no es objeto de la presente invención. Para esta autenticación, en el firmware del propio sensor S se describe información (Dev-EUI, App-EUI, App-Key, Dev-Addr, Ntw-Session-Key y App-Seesion-Key), que mediante un proceso de join/negociación (OTAA) o manual (ABP), autentican cada sensor S en el servidor de aplicaciones AS, de manera que se establece el canal de comunicación.

[0020] En activaciones Over-The-Air (OTAA), únicamente el Dev-EUI y el App-EUI son necesarios para registrar un sensor en el servidor de aplicación SA, ya que el proceso de unión es realizado por el servidor de red SR y el resto de las claves son negociadas con los sensores S. Ya en la activación por personalización (ABP), todas las informaciones son necesarias en ambas puntas (sensor S y servidor de aplicación SA) ya que las etapas de negociación de claves de comunicación no existen.

[0021] El servidor SE es integrado, a través de internet, con una plataforma IoT con el uso de hooks HTTP, que consisten en configurar URLs/endpoints en el servidor de aplicación SA para que este sepa hacia donde encaminar los paquetes recibidos de los grupos de sensores S, a través de los respectivos portales de entrada PE. Esas URLs/endpoints se refieren a APIs (Application Programming Interfaz) en la

plataforma IoT, las cuales recibirán y procesarán los datos para almacenar, mostrar y enviar alertas, según el resultado de los datos monitoreados y la programación del administrador de la red AR.

[0022] La plataforma IoT opera para el administrador de la red AR con un 100 % en la nube y accesible desde cualquier ubicación a través de un navegador web, con funciones multiusuario para admitir múltiples organizaciones/empresas/administradores dentro de la misma infraestructura. La plataforma IoT recibe, almacena y muestra informaciones sobre los sensores S registrados previamente y asociados a la localización geográfica del elemento activo al cual están asociados, en los formatos tabla, "dashboard" y mapa geográfico, siendo que, en caso de alertas provenientes de los sensores S, la plataforma IoT es capaz de enviar notificaciones por SMS, e-mail o "push" para el administrador de la red AR. La plataforma IoT incluye aún menos administradores de O&M, los cuales permiten la generación manual y automática de actividades de campo, respectivamente, de mantenimiento preventivo y de mantenimiento correctivo, generalmente de emergencia, con la generación de informes a ser analizados por el administrador de la red AR.

[0023] El sistema también incluye el uso de una aplicación para ser descargada en dispositivos computacionales móviles DCM, como teléfonos celulares o tabletas, para ser llevada por los técnicos de campo de TC y que tiene funcionalidades para el registro de elementos pasivos EP y los respectivos sensores S y también para la gestión del mantenimiento. Además de la información de los elementos pasivos de la EP, la aplicación también captura la geolocalización del

dispositivo computacional móvil DCM, preferiblemente un teléfono celular, para su registro y autenticación directamente sobre la base de la plataforma IoT, con lo cual se crean técnicos de campo en la plataforma IoT, para que puedan acceder a la aplicación y realizar sus actividades.

[0024] El proceso de registro de elementos pasivos EP consiste en digitalizar ("escanear") un QR code, para agregarse al sensor S o impreso en el propio elemento pasivo EP, o completar manualmente las informaciones de Dev EUI del sensor S, su descripción y su código de serie para registro en la plataforma IoT.

[0025] A través del GPS del dispositivo computacional móvil DCM también son empaquetadas, junto con las informaciones citadas anteriormente, la latitud y longitud del sensor S, que son enviadas a la plataforma IoT, para registro del elemento pasivo EP y del respectivo sensor S, responsable por la gestión de la red de distribución de fibras ópticas.

[0026] De esta manera, aún es posible gestionar las actividades que debe realizar el técnico de campo de TC, conteniendo un mecanismo de check-in/check-out en los elementos pasivos de EP, a través de QR Code.

[0027] El proceso de gestión del mantenimiento de la red se puede trabajar de dos formas: manual o automática.

[0028] En el proceso de gestión manual, un administrador de la red AR con acceso a la plataforma IoT, crea actividades de mantenimiento y las relaciona con una ventada de tiempo a elementos pasivos EP o al respectivo sensor S de interés y también, un técnico de campo TC que será responsable por la actividad de inspección, mantenimiento y, si es necesario, corrección de uno o más elementos pasivos EP determinados por

el administrador de la red AR.

[0029] En el proceso automático de gestión, un paquete de datos de alerta producidos por un sensor S, crea de forma automática, una instrucción de actividad correctiva e inmediata, para que el técnico de campo TC más próximo del elemento pasivo EP del cual se originó el alerta, realice la actividad correctiva.

[0030] Un técnico de campo TC tendrá acceso a la instrucción de la actividad en su dispositivo computacional móvil DCM en tiempo real, el cual ya contiene todas las informaciones necesarias para la ejecución de la actividad indicada. Al llegar en cada elemento pasivo EP, el técnico de campo TC realizará un proceso de check-in (manual o a través de QR code), completará un formulario, colocará fotos y realizará un check-out (manual o a través de QR code). Una vez finalizada la operación de mantenimiento de un elemento pasivo EP, la operación de mantenimiento se da como finalizada y es posible acceder a un informe sobre esta en la plataforma IoT.

[0031] Una operación de mantenimiento puede poseer, por ejemplo, los siguientes estados: "Abierta", "En proceso", "Bajo aprobación" y "Finalizada". De esta forma, a medida que el técnico de campo TC finaliza su informe sobre la actividad, enviándolo a la plataforma IoT, el informe es analizado por el administrador de la red AR, a través de los administradores de O&M de la plataforma IoT, aprobando o reabriendo la actividad previamente indicada y realizada por el técnico de campo TC.

[0032] Además del contexto de persistencia y la descripción histórica de las actividades realizadas en la red, las

actividades de mantenimiento programado tienen una ventaja funcional relevante, ya que tienden a reducir o incluso eliminar las operaciones correctivas en respuesta a alarmas sobre anomalías en la red de distribución. De esta forma, cuando un elemento pasivo de EP sea vulnerado y/o movido y esté en mantenimiento, el administrador de la red AR con acceso a la plataforma IoT no recibirá alertas no deseadas.

[0033] El sistema cuenta con inteligencia artificial responsable por la interpretación de los paquetes de datos recibidos de los sensores S y por cruzar estos paquetes de datos con un historial de comportamientos de los sensores S. De esta forma, es posible caracterizar falsas alarmas y evitar enviar órdenes de servicio, así como equipos de verificación, en situaciones históricamente innecesarias.

[0034] La inteligencia artificial encargada de este tipo de interpretaciones es adaptativa, es decir, aprende con el tiempo el comportamiento de alarma de cada sensor. Es decir, puede ser utilizada en cualquier escenario ya que tiene la capacidad de adaptarse independientemente de un modelo o estándar específico.

[0035] El sistema en cuestión reduce la necesidad de acciones preventivas, lo que se traduce en una mayor eficiencia en su operación, mejorando la calidad del servicio entregado a los clientes de la red, y una mayor productividad de los equipos de mantenimiento, reduciendo los costos de operación de la red.

[0036] A pesar de que aquí sólo se ha presentado una realización del sistema en cuestión, debe entenderse que se pueden realizar cambios en la forma y disposición de sus elementos constitutivos, sin desviarse del alcance definido

en el juego de reivindicaciones que acompaña a esta memoria descriptiva.