

NUEVO MECANISMO PARA LIMPIEZA DE AISLAMIENTO EN CADENAS PARA LÍNEAS DE 138 A 500 KV

Necesidad de la Innovación: Optimizar el mantenimiento del aislamiento de las cadenas en alta tensión en ambientes con alta contaminación en líneas de transmisión ubicadas en la costa peruana, representa atender riesgos de falla [1] y no permitir que esto ocurra. Es necesario tomar definiciones para evitar traslape de funciones o dejar modos de falla sin atender, dado lo cambiante del entorno. El código nos da alternativas para poder programar tareas necesarias por el modo del contrato que se tiene con el [2] Estado, asimismo indica recomendaciones mínimas que deben ser cumplidas. Esta zona se caracteriza por ser desértica, con presencia de polvo, vientos fuertes y ausencia de lluvias, todo esto sumado a la cercanía al mar, hace que el mantenimiento se realice con mucha frecuencia y por consecuencia se eleven los costos de mantenimiento.

[3] Para poder gestionar adecuadamente los activos de la empresa, debimos incursionar en la gestión de activos, donde se habla mucho de la importancia de la información, el conocimiento, la relación entre costo y beneficio.



Foto N° 1 Firma del Convenio para Innovar con apoyo del Estado



Foto N° 2 Equipo multidisciplinario para proyecto de innovación

Estado del arte en el mundo, patentes semejantes: Se buscaron patentes en el mundo, antes de presentar el proyecto y de esa manera evitar reprocesos en el proceso de innovación.

Automatic super high voltage live cleaning machine CN2189988 Y

Esta invención plantea una máquina eléctrica automática de alto voltaje de limpieza, que es un aparato eléctrico de tensión súper alta. Una escalera de elevación de material aislante y una unidad de enlace y un motor electrónico se utiliza para el accionamiento de una mesa que se eleva y de la escalera de material aislante para levantar y la unidad inferior y de enlace y un cepillo de pelo para girar con el fin de terminar el trabajo de limpieza automática. En su extremo superior cuenta con una tenaza con escobillas para realizar la limpieza de torres de alta tensión, una caja de control para accionar esta tenaza y realizar el movimiento de limpieza. Pero no concibe una máquina o dispositivo para la limpieza para cadenas de aislamiento.

Clearing device capable of eliminating accumulated snow and dust of electrical equipment CN103480608A

Esta invención plantea un dispositivo de limpieza capaz de remover tierra y nieve de equipamiento eléctrico. Cuenta con una triple estructura aislante concéntrica y una tobera neumática en uno de sus extremos. Esta tecnología es tan solo una herramienta manual que sirve para alcanzar lugares remotos, no cuenta con sistemas giratorios ni engranajes ni un diseño ergonómico.

Cleaning equipment for disc glass insulators of high-voltage line CN103920662A

Esta invención plantea un dispositivo para la limpieza de cadenas de aisladores de discos de vidrio en líneas de alta tensión. Este comprende

una herramienta eléctrica manual, un conector, una transmisión de torque flexible y una cabeza giratoria con cepillos. Pero no plantea un sistema que pueda ser accionado manualmente por un operario, ni que se pueda colocar alrededor de la cadena de aisladores. A partir de este análisis, se demuestra que la innovación planteada es susceptible de ser protegida mediante una patente de invención.

Air-actuated sweeping machine of high-voltage charged insulator CN201134307Y

Esta invención plantea una herramienta para la limpieza de aisladores de alta tensión que cuenta con un tubo que, en su interior cuenta con una línea de transmisión neumática, conectada en su extremo inferior a un compresor y en su extremo superior cuenta con una escobilla giratoria soportada sobre un rotor neumático.

High-voltage electric power device insulator cleaning tool CN201383394Y

Esta invención plantea una herramienta manual para la limpieza de aisladores de alto voltaje que comprende un mango de sujeción, un soporte cónico, un cabezal con cerdas para la limpieza de los aisladores. El que se caracteriza por que la cabeza con cerdas se encuentra dentro del soporte cónico. Es una herramienta totalmente manual.

Dado que ninguna de las invenciones anteriormente descritas tiene atributos similares a la herramienta a desarrollar, se valida la

factibilidad de su protección mediante una patente de invención.

Descripción de la innovación: En la empresa se desarrolló un prototipo para limpieza de aisladores basado en el principio de funcionamiento de transmisión mecánica por medio de rodamientos y consta de dos bases circulares de nylon de 40 centímetros de diámetro que contienen 04 pértigas de fibra de vidrio de 1.60 m ubicadas en puntos equidistantes de la base circular y en donde las escobillas dieléctricas están distribuidas en función de la distancia de los aisladores. Las pértigas de fibra de vidrio y el nylon fueron seleccionados por su resistencia mecánica, su bajo costo, bajo peso y por su alta rigidez dieléctrica. El dispositivo puede ser operado por un solo operario y su montaje o posicionamiento en la cadena debe ser por dos operarios o lineros. El mecanismo tiene un sistema de apertura y cierre que permite colocarlo encima de las cadenas de aisladores y dado su poco peso es fácil de colocarlo y este permite hacer la limpieza usando los cepillos que giran gracias al accionar del operador que gira un disco en la parte superior del dispositivo empleando poca fuerza, reduciendo el estrés físico.

El número de personas necesarias para la limpieza de las cadenas de una estructura sería de 4 operadores y un supervisor. El mecanismo de limpieza opera con rodamientos y engranajes, que permite realizar un movimiento circular, y a su vez, por rozamiento realice un barrido del polvo y elimina el contaminante del

aislamiento acumulado en la superficie del aislador. Este mecanismo ha sido probado en el taller y ha demostrado que puede reemplazar los métodos actuales de eliminación del contaminante reemplazando la mano del hombre con mucha eficacia y seguridad.

Entorno Operativo: Las torres de alta tensión cuentan con dispositivos para evitar las fallas por descarga a tierra denominados cadena de aisladores, tienen gran relevancia en la seguridad de operación de transmisión de electricidad en alta tensión ya que impiden el paso de la corriente de la línea a la estructura. Si la corriente llegase a la estructura produciría fallas, daños y accidentes que pueden llegar a ocasionar la muerte de personas que estén ubicadas cerca a estas.



Foto N° 3 Imagen de los cepillos en limpiador

El mecanismo de limpieza opera con rodamientos y engranajes, que permite realizar un movimiento circular, y a su vez, por rozamiento realice un barrido del polvo y elimina el contaminante del aislamiento acumulado en la superficie del aislador. Este mecanismo ha sido probado en el taller y ha demostrado que puede reemplazar los métodos actuales de eliminación del contaminante reemplazando la mano del hombre con mucha eficacia y seguridad.

Métodos: El mecanismo de limpieza de aislamiento diseñado con pértigas y escobillas, consiste en utilizar materiales dieléctricos, mecanizados en tornería, con rodamientos y engranajes, que permita realizar un movimiento circular, y a su vez, por rozamiento realice un barrido del polvo y elimine el contaminante del aislamiento acumulado en la superficie del aislador.

Las pruebas y ensayos en situación controlada se desarrollaron en la empresa de entrenamiento para trabajos en altura (Monvertical). Se colocó una cadena patrón en el brazo de la torre (escala) a fin de poder tomar los tiempos, medias, y ensayar los errores posibles que se detectarían en campo. Todo con la finalidad de probar el manual de uso versión preliminar que se ha trabajado durante todo el año. Esto ayudo a determinar la mejor manera de Izaje del equipo, las secuencias para su colocación y retiro y estimar los tiempos de trabajo durante las labores, así como un plan de rescate en caso de emergencia.

Análisis comparativo de atributos, características o novedades tecnológicas:

1. Limpieza Manual con trapos. El método actual de limpieza manual requiere mucho tiempo y mucha gente dada la gran cantidad de cadenas que se deben de limpiar y no todas son igualmente fáciles o difíciles de limpiar por lo que la eficiencia se estima considerando la estadística de todos los trabajadores en una jornada típica. En adición la metodología actual no requiere de personal con elevado nivel de preparación o con cursos especializados por lo que, en el mantenimiento preventivo, en este caso la limpieza, no da oportunidades de desarrollo en línea de carrera o aporta mucho conocimiento técnico al personal que hace la labor en estas actividades. Esa característica hace que el servicio sea mal remunerado por parte de la empresas que ejecutan la limpieza en estructuras de transmisión y lo que encarece el servicio son los seguros contra accidentes, las consideraciones de seguridad de evacuación en caso de accidente, la exposición al riesgo de un gran número de personas por la naturaleza de la actividad, la necesidad de muchos supervisores dado el gran rango de distancia que hay que cubrir en el terreno, como es conocido hay líneas que tienen desde unos cuantos kilómetros hasta 220 kilómetros de largo.

2. Sistema de Limpieza y lavado en caliente/ uso de agua desmineralizada. El método de lavado en caliente requiere contar con equipos capaces de pensar en todo momento variables del entorno y medio ambiente, esto debido a que el agua empleada para la limpieza en caliente debe de ser desmineralizada es decir no debe de tener electrones libres que permitan al agua ser conductiva; en otras palabras, el agua con que se limpia pierde una propiedad fundamental que permite el arco o descarga eléctrica, la capacidad de conducir la electricidad. El agua tratada es aislante y debe de ser monitoreada pues con el paso del tiempo y la presencia del calor, la radiación ultravioleta y otros factores como la humedad relativa en el lugar de trabajo está vuela poco a poco a recuperar la capacidad de conducir la electricidad. Los equipos para medir las variables son medidores de conductividad, anemómetro, manómetro de presión, termómetro y medidor de humedad relativa. La metodología es emplear el agua y dispararla contra las superficies que desean limpiarse, depende del nivel de tensión del elemento a limpiarse la distancia a la que se debe trabajar y por supuesto eso determina el caudal, se tienen tablas donde se busca el nivel de tensión y esta recomienda el caudal expresado en litros por segundo y la distancia en metros a la que debe estar

el lavador. De los métodos actuales es el más caro, dado que solo el vehículo especial que lleva y controla el agua puede costar 250 mil dólares, el sistema de disparo de agua y el brazo aislado puede costar 100 mil dólares y el personal que hace la actividad debe ser capacitado en técnicas muy especializadas de trabajo eléctrico, lo cual es también un costo diferenciado del resto de trabajadores del sector. Si algún control falla o el procedimiento no se respeta el riesgo a la persona es muy alto, pues incluso se debe considerar el entorno debido a que cambios súbitos de la velocidad o dirección del viento puede suspender el trabajo. Es común su uso en los sistemas eléctricos de media tensión por el volumen de trabajo que puede atender en un día de trabajo, pero en transmisión se suele emplear más en subestaciones que en líneas por los problemas de desplazamiento, el tiempo y distancia entre puntos de trabajo (alejados o inaccesibles) y que es más difícil mantener el agua en perfecto estado.

3. La solución a desarrollar supone el desarrollo de una herramienta manual de bajo costo que marcará una gran diferencia con otros métodos fundamentalmente en la seguridad, el rendimiento de trabajo y el sistema cumple con la mayoría de requisitos o estándares internacionales y es fácilmente adaptable a los

requerimientos de potenciales clientes. El método puede ser fácilmente elevado de un trabajo de mantenimiento con línea fuera de servicio o sin energía a uno con tensión o con energía. Lo cual permite mantener indicadores de indisponibilidad de líneas o celdas bajo, mejorando con ello las gestiones con los operadores, clientes y entes reguladores en el sector eléctrico nacional. Consigue que la empresa sea mucho más competitiva en el mercado para poder entrar a competir por nuevas líneas en el sistema eléctrico peruano dado que el dinero destinado en el OPEX (dinero que será gastado en la operación y mantenimiento a lo largo de su vida útil) será menor que el de la competencia permitiendo ganar muchos concursos. Es decir, es una metodología que no solo reduce el costo de mantenimiento, sino que es capaz de agregar valor a la empresa permitiendo que logre metas empresariales, así como las de área haciendo que sea una solución a todo nivel en la empresa. El método de trabajo permite emplear poco personal, puede ser empleado en toda la gama de niveles de tensión en alta tensión que se tiene en el sistema interconectado nacional; es de fácil almacenaje - armado - transporte, lo que hace muy barato su uso en el campo; tiene un rendimiento esperado que es 4 veces el de una cuadrilla formada por el doble de personal; es muy ligero lo que permite

reducir el estrés ergonómico en la actividad; es más segura pues está conformado por elemento que no conducen la electricidad y pueden mantener una distancia de seguridad ideal para el personal que labora en las líneas de transmisión y reduce el gasto de mantenimiento para la empresa logrando mejorar sus indicadores propios de gestión de mantenimiento.

Resultados: La herramienta innovadora permite complementar en la ergonomía la seguridad, calidad efectividad y eficiencia en la realización de cualquiera sea la actividad de mantenimiento especializado en las cadenas de las líneas.

Su diseño se basa en el accionar de discos concéntricos que se acoplan a la estructura y permite la limpieza de las cadenas. La eficiencia esperada es de 30% y reduce los riesgos ergonómicos considerablemente.



Foto N° 4 Equipo limpiador en la línea Chiclayo-Guadalupe 220kV, Perú.



Foto N° 5 Equipo en posicionamiento del segundo tramo de limpieza de la misma cadena

Resultados del Estudio de Ergonomía: El trabajo de limpieza, método con la herramienta: Empleando el prototipo tenemos nuevos valores de ángulos y otros esfuerzos.

Luego del análisis fotográfico se deduce que el valor corresponde para nivel BAJO.



Foto N° 6 Angulo de trabajo de la espalda a cuello



Foto N° 7 Angulo de trabajo Cadera-Piernas



Foto N° 8 Evolución del limpiador en el tiempo

Conclusiones: Se obtuvieron los resultados y recomendaciones siguientes:

1. Sobre el nuevo ensayo se concluyó que se requiere adicionar una grasa que ayude al giro del equipo.
2. Las nuevas partes de plástico ayudaron, pero se requiere que se incorpore un sistema de unión de los dos discos, para que sea más simple su instalación.
3. El sistema de giro se mejorará con la inclusión de una manivela o sistema motor que ayude en el trabajo.
4. Se cambiarán las cerdas que tienen un tamaño de 1mm a 0.8mm para facilitar la limpieza de las cadenas.
5. Evaluar la época del año para limpieza óptima.
6. El equipo de trabajo para operar el equipo es de 04 personas.

7. Se cuenta con derechos de invención presentados ante autoridades del Perú, Colombia, Brasil, entre otros países.

Bibliografía

- [1] Norma UNE-ISO 31010:2009 Gestión del Riesgo - Técnicas de Evaluación del Riesgo. España. AENOR. Edición 2010.
- [2] Ministerio de Energía y Minas. (2011). Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011. Aprobado y publicado mediante Resolución Ministerial N° 214 – 2011 – MEM/DM el 29 de abril del 2011.
- [3] ISO 55000, Assets Management, 2015

Hoja de Vida de los Autores

Darwin Padilla Gutiérrez
M.Sc. Gerencia de Mantenimiento – UNI.2017.
Lima, Perú.
Ingeniero Electricista – CIP 125553
Lima, Perú
Cargo actual: Especialista de Evaluación
Departamento de Gestión del Mantenimiento
Gerencia de Operación y Mantenimiento.
Red de Energía del Perú.