

Diagnóstico en Línea de Cables Subterráneos

Adriana Cioni
Analista de datos de pruebas
acioni@doble.com
adriana.cioni@altanova-group.com

https://www.altanova-group.com https://www.doble.com





Historia de Altanova



1938 I.S.A. Istrumentazioni Sistemi Automatici S.r.l. se estableció en Taino ITALIA.

1999 TECHIMP Technologies Improvements

nació indirectamente de la Universidad

de Bologna ITALIA.

2017 I.S.A. y TECHIMP se fusionan

dando origen al Grupo ALTANOVA.

2019 INTELLISAW se une al Grupo ALTANOVA.

Grupo ALTANOVA pasa a formar parte de Grupo

ESCO Technology Group y se une a la empresa

Doble Engineering.

Historia de Doble Engineering





ALTANOVA/DOBLE hoy!





912 UBICACIONES A NIVEL GLOBAL







5550+ **CLIENTES A NIVEL GLOBAL**



Parte de ESCO **Technologies' Utility Solutions Group**

MARCAS DE PRODUCTOS













Nuestras Soluciones



Equipos de pruebas eléctricas

Pruebas de mantenimiento de rutina. Útil en fases específicas del ciclo de vida de los activos:

Operación / Mantenimiento Extensión de la vida útil

Puesta fuera de servicio o Desmantelamiento.

Servicios especializados

Oferta diversificada según el ciclo de vida del activo eléctrico:

Instalación y puesta en marcha.

Prueba de diagnóstico avanzado.

Análisis de los datos.

Consultoría.

Capacitación teórica y práctica.



Sistemas de monitoreo (permanente)

Pase de un mantenimiento basado en el tiempo a un mantenimiento basado en la condición.

Concéntrese en el mantenimiento predictivo y cambie el enfoque del costo del valor del activo eléctrico a los costos de interrupción de la red.

Fuerte evolución de la **tendencia de digitalización en la industria eléctrica**.

Soluciones para Pruebas y Monitoreo



- Transformadores de potencia.
- Interruptores.
- Subestaciones aisladas en gas (GIS).
 - Cables MT/AT/EXTRA AT.
- Equipo de conmutación MT/BT.
- Baterías.

- Transformadores de corriente y tensión.
- Relés de protección.
- Medidores y transductores.
- Máquinas rotativas.
- Variadores de frecuencia.
- Líneas eléctricas aéreas



Objetivo General del Seminario Diagnóstico en Cables subterráneos

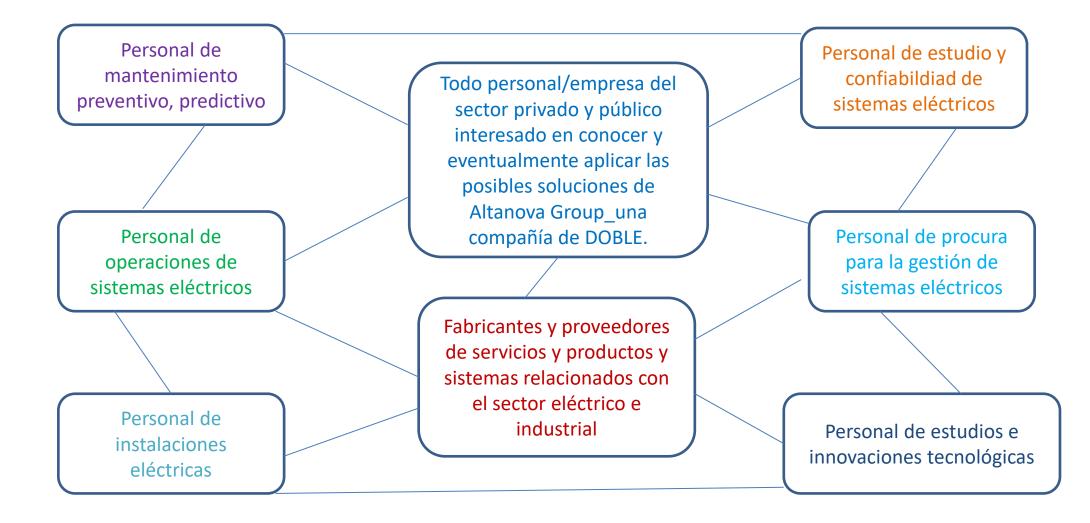


Conocer las diversas soluciones tecnológicas disponibles de Altanova/Doble para realizar el Diagnóstico en Cables Subterráneos en Media y Alta Tensión

Seminario va dirigido a:

Diagnóstico en Cables subterráneos (MT + AT)





Temática General

Diagnóstico en Cables subterráneos (CS)



- Estrategias y desafíos de mantenimiento
- Cuáles son los métodos de diagnóstico/estudio/evaluación para CS?
- Cuáles son los métodos de diagnóstico avanzado en CS?
- Sistemas de monitoreo permanente en CS para evaluación continua

(visualización general)

Introducción

Diagnóstico en Cables subterráneos



Cuales son algunos de los problemas tradicionales y principales para realizar el diagnóstico en cables subterráneos?

- Circuitos fuera de servicio para revisión y mantenimiento periódicos = > situación no deseables para el operador, ni para el cliente final, ni adecuada para el propio sistema.
- Circuitos enterrados => solo accesibles en las terminaciones.
 La ruta del cable puede ser desconocida.

Soluciones:

- Nuevas tecnologías y uso de equipamiento "complementario"
- Nuevo enfoque: los cables de AT/Extra AT están equipados con cajas de enlace accesibles y éstas pueden instalarse en túneles o bocas de acceso de bahías conjuntas.



Introducción

Diagnóstico en Cables subterráneos



Existen diversas técnicas de prueba para cables subterráneos, sin embargo es necesario encontrar un equilibrio:

- Esfuerzo vs Objetivo.
- Resultados de la asesoría de la condición vs acciones de mantenimiento.

Las estrategias claves para el diagnostico deben tener en cuenta:

- Riesgo aceptable de falla del activo
- Asignación de recursos para las pruebas
- Gestión de la información de los resultados



Estrategias de Mantenimiento

Diagnóstico en Cables subterráneos



RIESGO ACEPTABLE

Operación hasta la falla

Mantenimeinto Preventivo

Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado en fiabilidad

Gestión de Datos

Estrategias de Mantenimiento

Diagnóstico en Cables subterráneos



FASE 1
EVALUACION
ANALISIS 1er NIVEL

Inspecciones visuales
Termografía
Mediciones de radio frecuencia (RFI)

FASE 2
INVESTIGACION
ANALISIS 2^{do} NIVEL

Campaña de medición de DP Prueba de DP en equipos específicos FASE 3
EVALUACION CONTINUA
ANALISIS 3^{er} NIVEL Y ALARMAS

Monitoreo en cables de MT Monitoreo en cables de AT

Monitoreo se entiende en este contexto como monitoreo permanente

RIESGO ACEPTABLE

Gestión de Datos





FASE 1 - EVALUACION

Estrategia de mantenimiento TERMOGRAFIA E INTERFERENCIA DE RADIO FRECUENCIA (RFI)

Termografía

Estrategia de Mantenimiento

- + Cámara termográfica es ya ampliamente utilizada en todos los niveles de voltaje.
- + Permite detectar la temperatura en la superficie del objeto de prueba y por ende identificar algunos tipos de fallas en el exterior e interior del mismo.
- + Útil para evaluar las partes accesibles del cable, como: Terminaciones, sistema de puesta a tierra y cables de unión.
- No se puede aplicar está herramienta en cables enterrados.





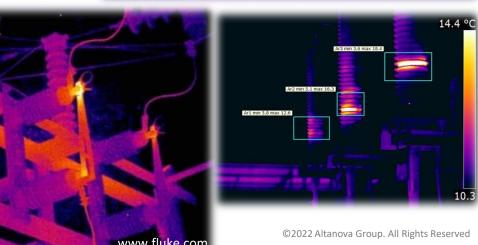










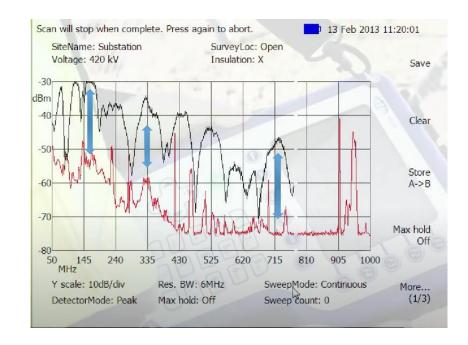


Estrategia de mantenimiento



- + Se usa una antena de extra alta frecuencia para inspección
- + Estudio rápido y sencillo de la subestación.
- + Se pueden detectar varios problemas, incluídas DP que ocurren en las terminaciones de cable.
- + Datos históricos de la subestación

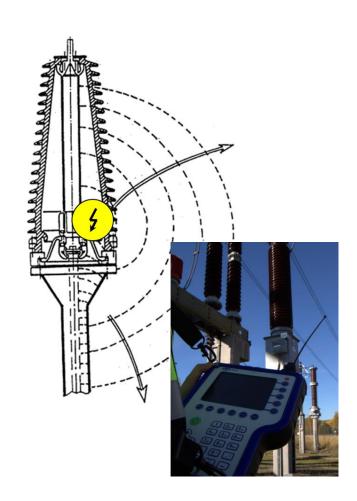


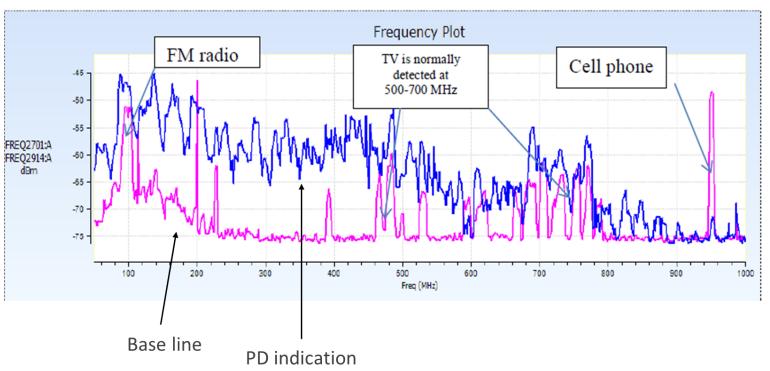


Estrategia de mantenimiento









La correlación de espectros resalta las señales no deseadas para ser investigadas más a fondo

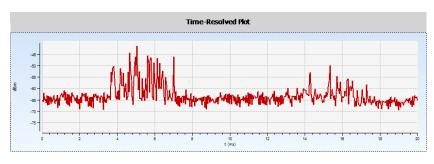
Estrategia de mantenimiento



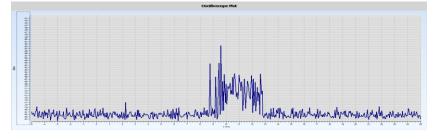
Modo: Tiempo Resuelto

(dB vs Tiempo - ms)

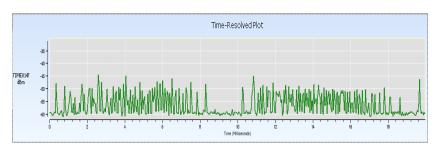
Descarga Superficial



Corona

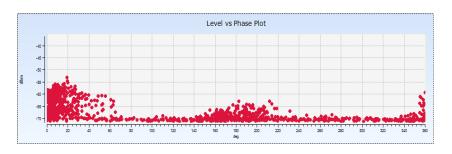


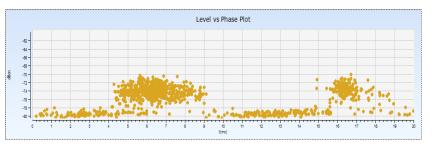
Potencial Flotante

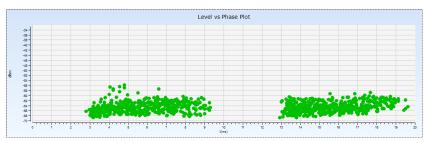


Modo: Patrón PRPD

(dB vs angulo de desfasamento - grados)



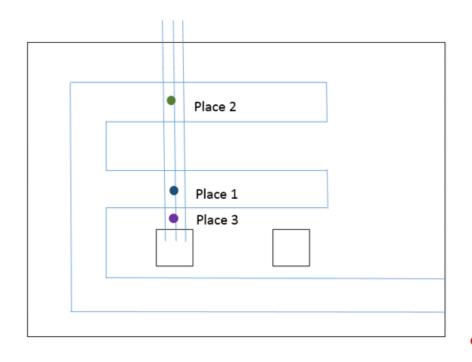




Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO



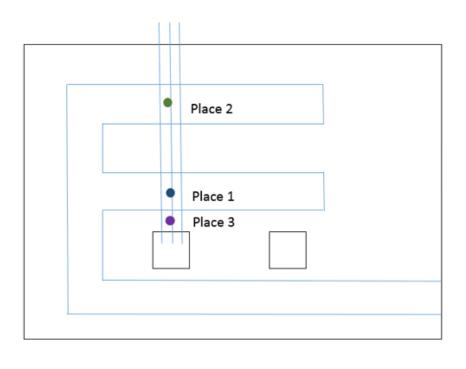


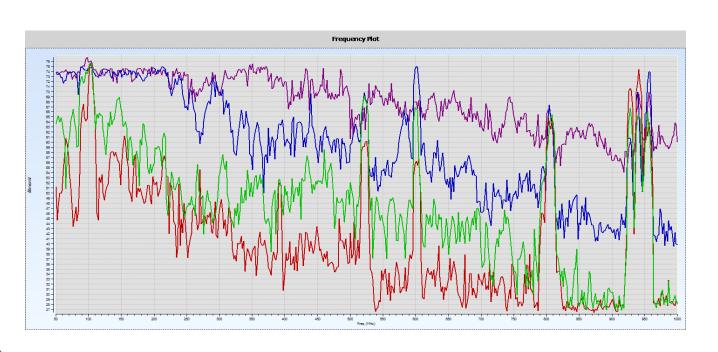
Base line

Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO

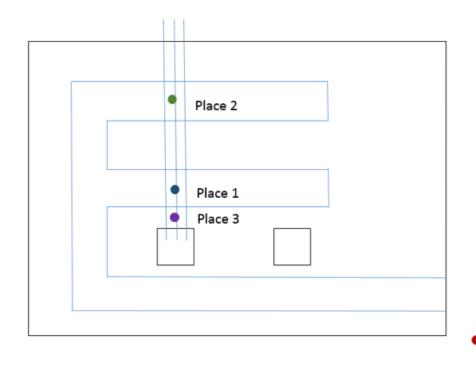


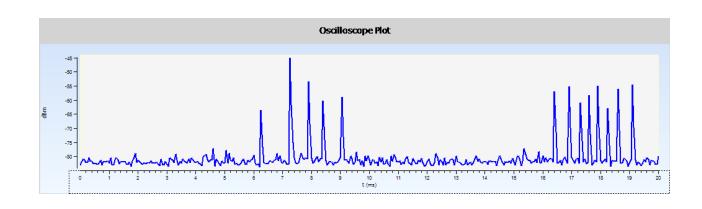


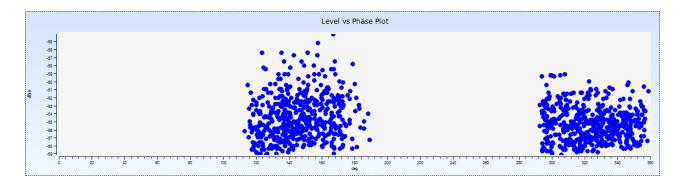
Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO











FASE 2: INVESTIGACION Y DIAGNOSTICO AVANZADO

Estrategia de mantenimiento

MEDICIONES DE DP

CABLES DE MEDIA TENSION

Estrategia de mantenimiento

Para una investigación más profunda sobre el estado del aislamiento del cable subterráneo sin interrupciones es recomendado incluir una prueba en línea de Descarga Parcial.

Campaña de Medición de DP

- → Prevención de fallas
- → Minimiza el tiempo fuera de servicio y
- → Mejora la gestión del mantenimiento

Investigation DP

→ Ayuda en la localización de Descarga Parcial (DP) y/ó la parte, sector, tramo del cable más afectado.















Estrategia de mantenimiento

Considerando el diseño del circuito del cable, la prueba de DP se puede hacer en:

@Terminaciones

Prevenir fallas en las terminaciones Identifica defectos importantes a lo largo de la ruta del cable.

@Cajas de empalmes/uniones

Prevenir fallas en empalmes

Proporciona una visualización de la condición general a lo largo del recorrido del cable

@Ruta del cable

Solo túneles y plantas industriales

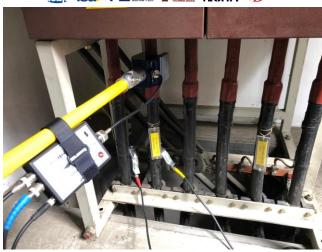














Estrategia de mantenimiento



@Sensores para Terminaciones aisladas en aire

Transformadores de corriente de alta frecuencia (HFCT)

+

Análisis de patrones de fase resuelta (PRPD)

=

Buena combinación para campaña de medición de DP y para una investigación de 1er nivel.







Herramienta efectiva en la prevención de fallas en terminaciones.

Estrategia de mantenimiento



@ Sensores para Terminaciones aisladas en gas

Los transformadores de corriente de alta frecuencia (HFCT) son el sensor preferido, no obstante a veces no hay cables de tierra disponibles

- → HFCT en cables (cables de tierra de los cables de MT)
- → Acopladores magnéticos flexibles (alrededor del cable)



Estrategia de mantenimiento





- HFCT en cables
- Antenas en juntas seccionadas
- Acopladores magnéticos flexibles

Las plantas industriales pueden tener rutas de cable accesibles, por lo que es muy recomendable realizar:

⇒ Campañas de Mediciones de DP en línea como primer nivel de evaluación.





Estrategia de mantenimiento

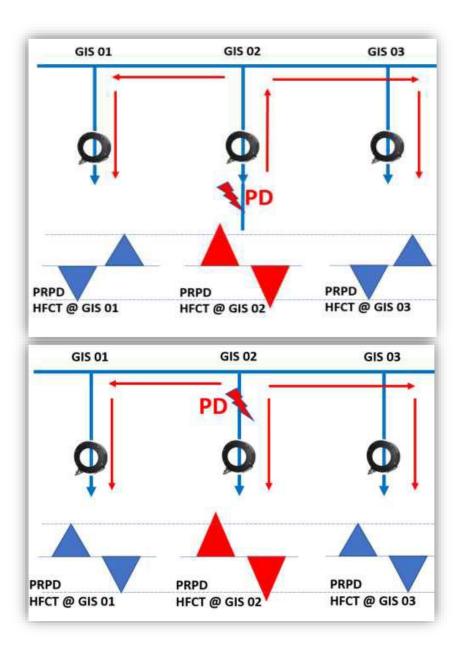
CASO DE ESTUDIO*

Paneles MT GIS, medición de DP con HFCT en cables como parte de las pruebas de rutina.

En las redes de MT, las señales de DP pueden propagarse fácilmente a lo largo de la tierra común.

Los pulsos de DP está asociados estrictamente al ángulo de fase con respecto al voltaje aplicado y la información sobre la polaridad se usa para localizar la fuente de DP.

*Copyright IEEE 2021 - ICPADM



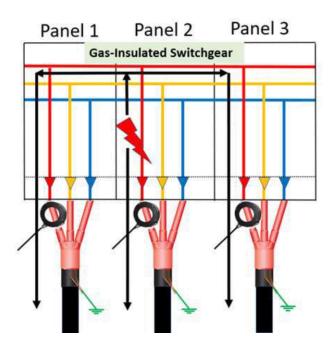




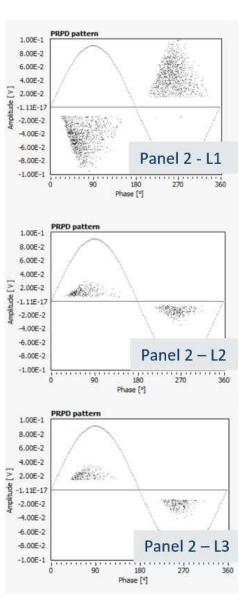
Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO*

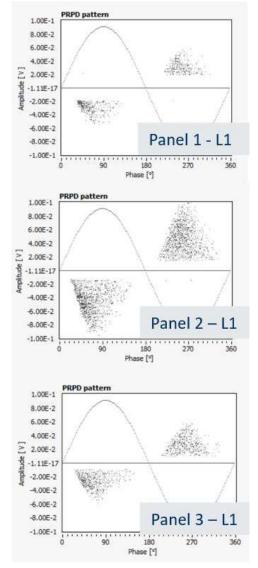


*Copyright IEEE 2021 - ICPADM



Polaridad invertida en fases cercanas.

Mayor amplitud en L1.



Misma polaridad en paneles cercanos para las mismas fases.

Mayor amplitud en el Panel 2



FASE 2: INVESTIGACION Y DIAGNOSTICO AVANZADO

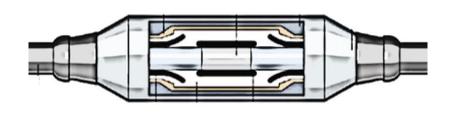
Estrategia de mantenimiento
MEDICIONES DE DP
CABLES DE ALTA TENSION

Estrategia de mantenimiento



Los cables AT presentan diseños estandarizados que mejoran la efectividad del método de prueba.

Los componentes más críticos y con el aislamiento bajo mayor esfuerzo eléctrico son los accesorios de los cables: empalmes y terminaciones.





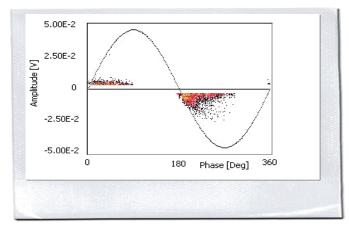


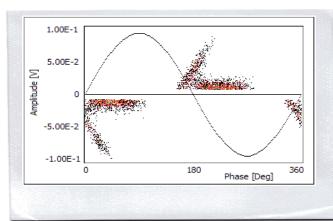
Cables de AT, Prueba de DP Estrategia de mantenimiento



Beneficios y desafíos (pros y cons) de pruebas en línea:

- + Evaluación en condiciones reales de trabajo.
- + Sin fuera de servicio, prueba económica, rápida y efectiva
- Breve ventana de medición de la rutina operativa
- Medición en ambiente ruidoso
- Habilidades y experiencia son requeridas para medición y análisis.







Estrategia de mantenimiento



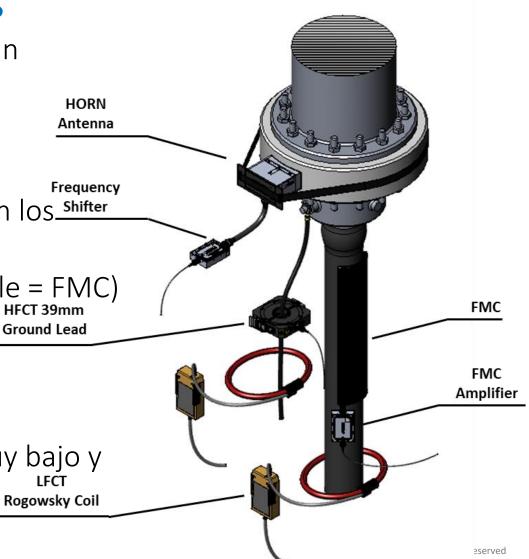
@ UBICACION DE SENSORES EN TERMINACIONES GIS

Las pruebas de DP en la terminaciones GIS se realizan mediante:

- HFCT en los cables de tierra
- Mediciones con antenas a extra alta frecuencia en los shifter espaciadores aislantes
- Acoplamiento con cable (sensor magnético flexible = FMC)
- Sensores integrados preexistentes

Gracias al diseño GIS, el ruido de fondo suele ser muy bajo y las perturbaciones externas son limitadas.

Rogowsky Coil



Estrategia de mantenimiento



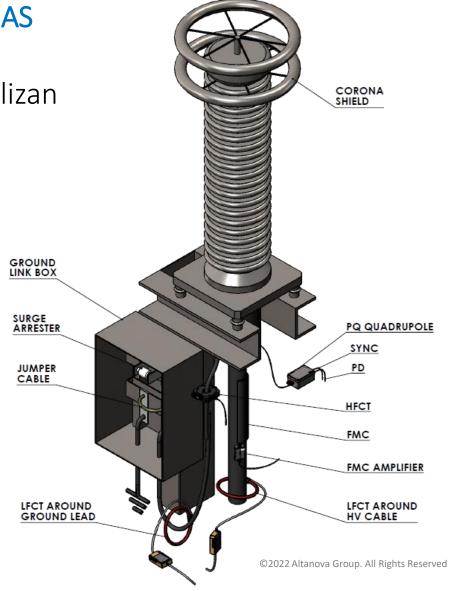
Las pruebas de DP en las terminaciones exteriores se realizan mediante:

- HFCT en los cables de tierra
- Acoplamiento con cable (sensor FMC)
- Sensores integrados preexistentes.

Las terminaciones exteriores suelen ser una fuente de descargas superficiales externas:

Separación de DP => Identificación de DP





Estrategia de mantenimiento

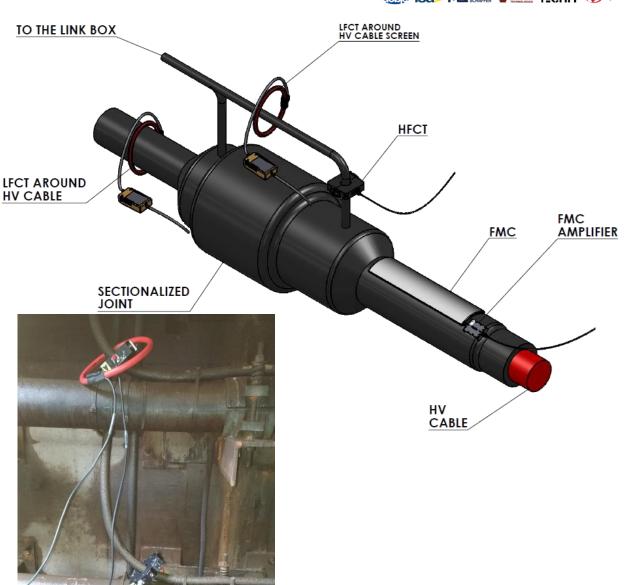
@ UBICACIÓN DE SENSORES EN

EMPALMES ACCESIBLES

- HFCT alrededor de cables de tierra
- FMC a lo largo de la porción del cable
- Antena de medición en extra alta frecuencia en la parte de la junta/empalme seccionado

Lejos de las terminaciones, todas las perturbaciones de las subestaciones se atenúan y la detección de DP puede ser muy sensible.





Estrategia de mantenimiento







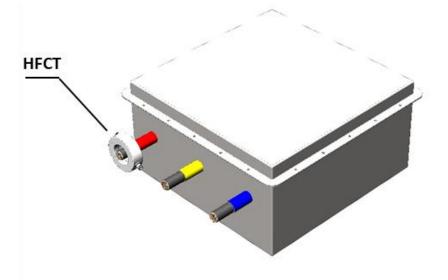


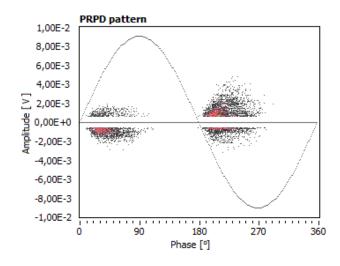


@ CAJAS DE ENLACE/UNIONES

En caso de empalme inaccesible, se puede realizar una medición de DP en el cable de unión que ingresa a la caja de enlace por medio de HFCT.

La sensibilidad es menor en comparación con mediciones en un solo núcleo, pero nuestra experiencia ha comprobado que la solución también puede traer interesantes detecciones.





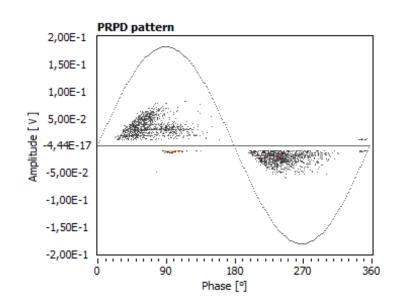
Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO: 220kV TERMINACION GIS

La detección de DP de todas las terminaciones de cable en una subestación GIS de 220 kV permitió identificar las señales de DP de una sola fase de un circuito específico.

→ Inspección y reemplazo del cono de esfuerzo.









FASE 3

Estrategia de mantenimiento MONITOREO CABLES DE MEDIA TENSION

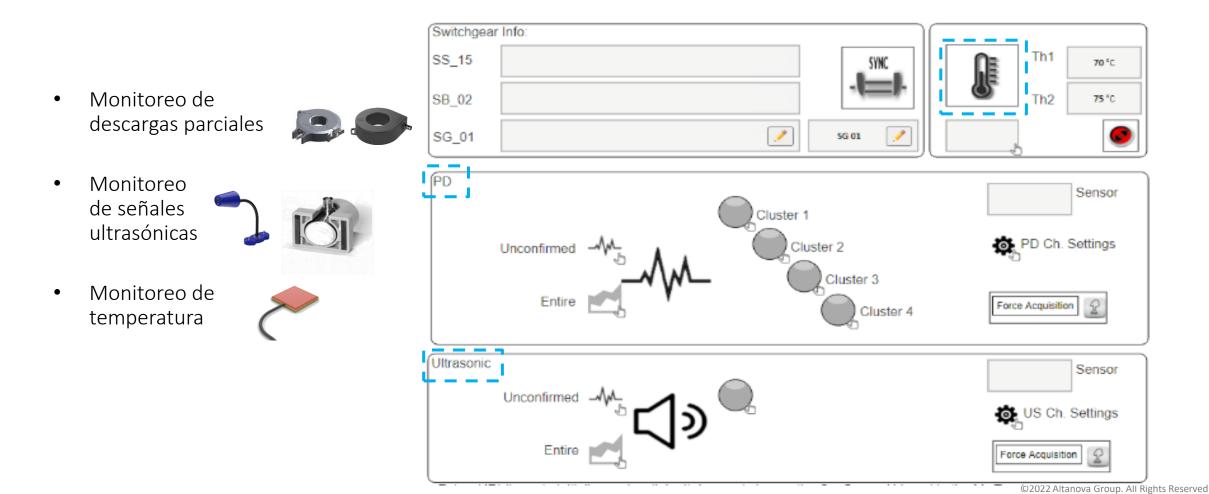




ALTANOVA a Doble company CODD ISSUE MAS NORMAN W PHENIX TECHMY W PROPRIESTORY TECHNY W PROPRIESTORY W PROPRI

Estrategia de mantenimiento

La monitorización de cables de MT de última generación incluye:



Estrategia de mantenimiento



Componentes principales para la monitorización de cables de MT:







- Monitoreo de descargas parciales
- Monitoreo ultrasónico
- Monitoreo de temperatura

Estrategia de mantenimiento



CASO DE ESTUDIO

Sistema de **monitoreo en línea permanente** instalado en terminaciones GIS de cables de 20kV.

En casos donde no hay cable de conexión a tierra disponible, se usa:

- Sensor HFCT, instalado en el cable a monitorear
- Sensor aéreo acústico, instalado en la cercanía del terminales del cable.



Estrategia de mantenimiento

CASO DE ESTUDIO

Sensor HFCT on the MV cable.

Se detectó actividad de DP en uno de los cables conectados al lado del interruptor.

La política de propietarios de activos es «O PD»

El monitoreo proporciona ahorros en estrategia y presupuesto:

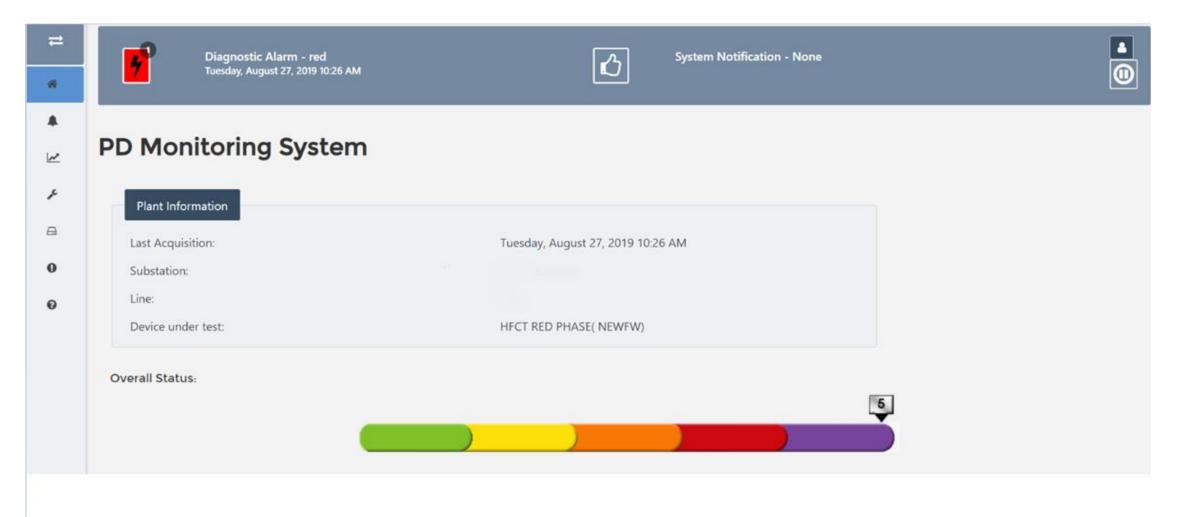
- Evita el fuera de servicio,
- No hay necesidad de pruebas fuera de línea, La localización de la PD es más directa,
- Mayor información que con la Inspección visual
- Planes de mantenimiento programados y efectivos.





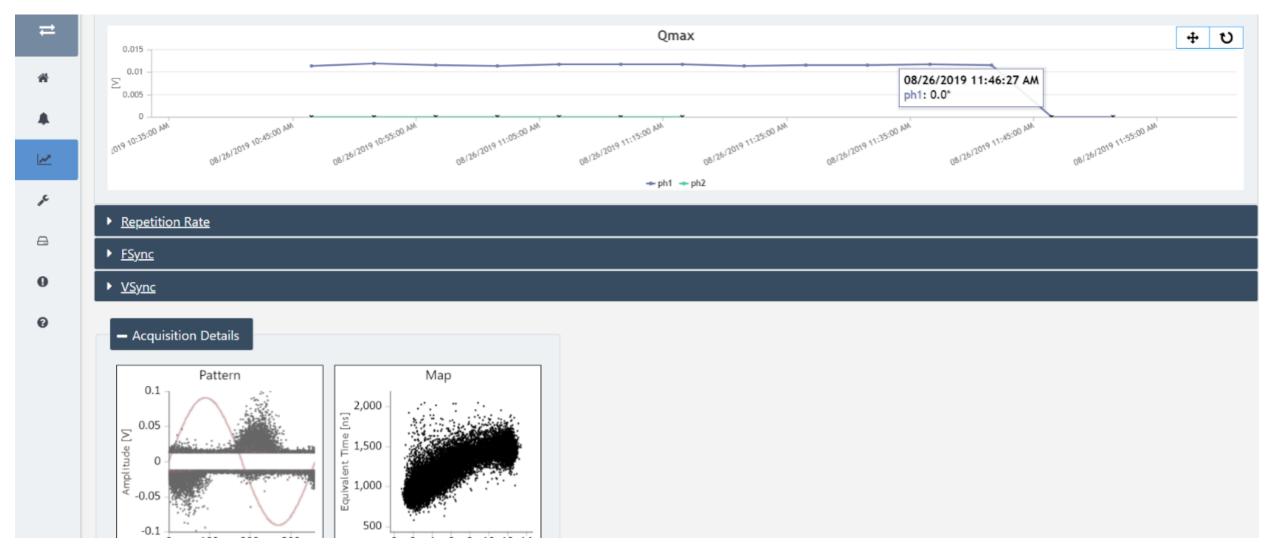
Estrategia de mantenimiento





ALTANOVA a Doble company Schaffer PRENT TECHIN Valued Internets TECHIN Valued Internets

Estrategia de mantenimiento





FASE 3: EVALUACION CONTINUA

Estrategia de mantenimiento MONITOREO CABLES DE ALTA TENSION



Estrategia de mantenimiento

ALTANOVA

a Doble company

isa MX MCOGANY

PHENIX TECHMY

V PROGRAMY

TECHMY

V PROGRAMY

TECHMY

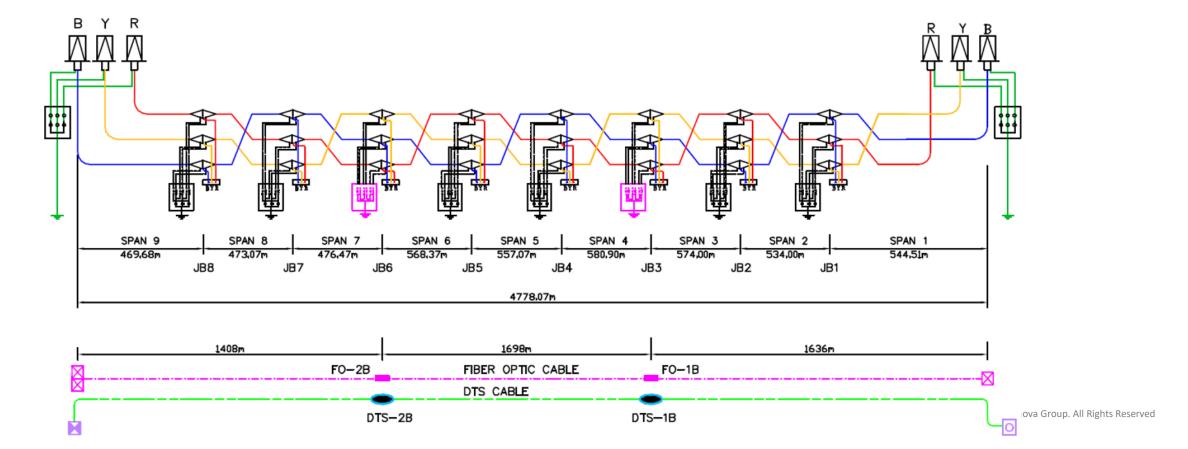
TECHMY

V PROGRAMY

TECHMY

- + Flujo de Información continuo
- + Tendencias de datos disponibles
- + Activación de alarmas automáticas

- Mayor inversión para el activo
- Mayores recursos para su seguimiento y análisis
- Instalación, solo un poco más compleja



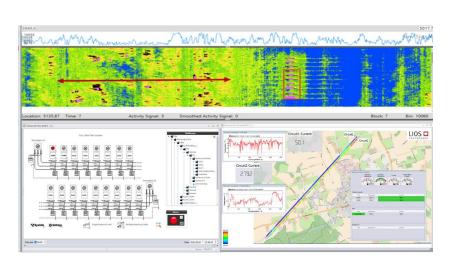
Estrategia de mantenimiento

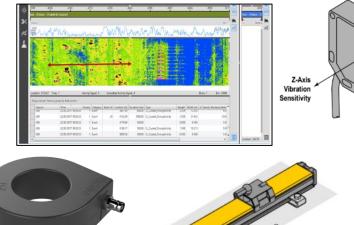


Lo ultimo en tecnología en sistemas de monitoreo para cables de AT incluye:

- Descarga parcial
- Temperatura distribuída DTS
- Emisiones acústicas distribuído DAS
- Corriente de guaina/revestimiento SC

Presión de aceite/IR camera/Limitadores de tensión









Estrategia de mantenimiento

ALTANOVA a Doble company isa MZ MORGAN PHENIX TECHMY Company TECHMY TEC

HARDWARE incluye:

- Sensores de descarga parcial y corriente en cada caja de empalmes y terminaciones
- Fibra óptica a lo largo de la ruta del cable para comunicación
- Suministro de energía y comunicación confiables

- → Red de fibra óptica/4G
- → Línea de alimentación/independiente

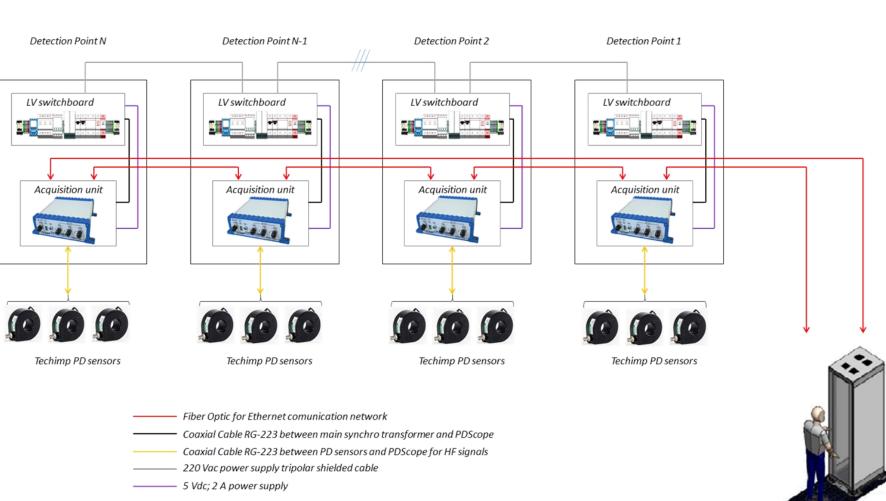


Estrategia de mantenimiento



HARDWARE componentes

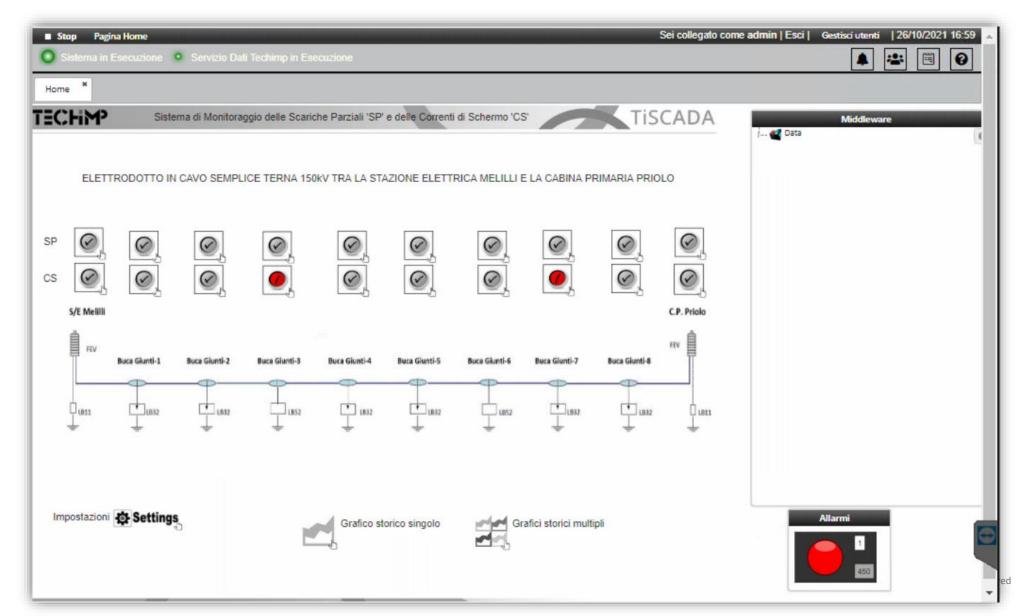
- Sensores PD
- Cajas de Adquisición especilizada (PD Hubs)
- Alimentación y red de FO
- Servidor Central
- Connectividad



Estrategia de mantenimiento

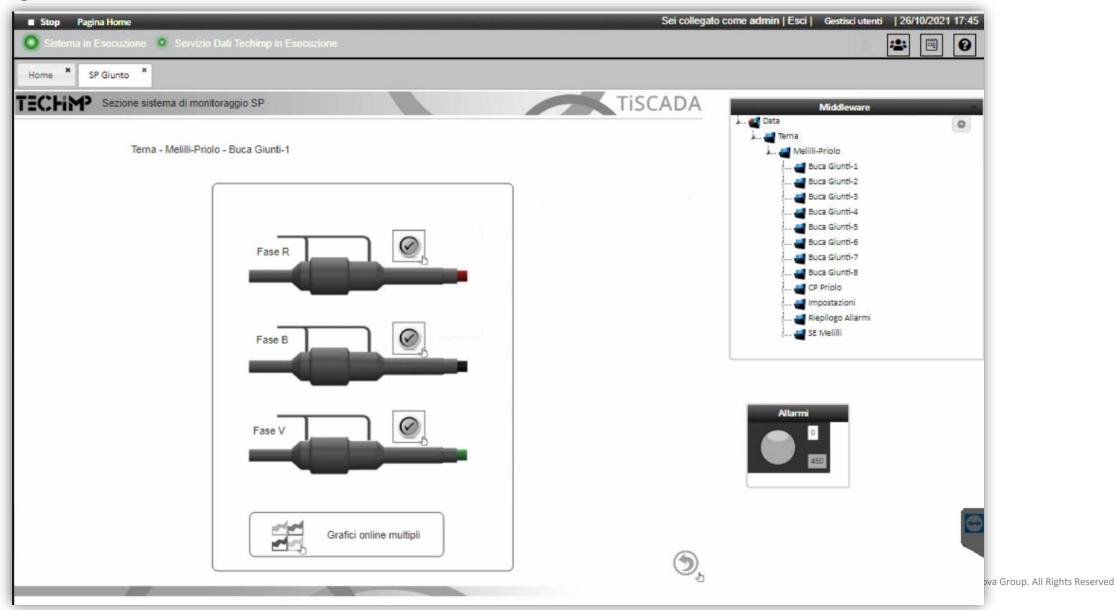


El monitoreo de descargas parciales es un sistema de supervisión 24/7 enfocado en la detección de actividad de DP que ocurre en el sistema de cable.



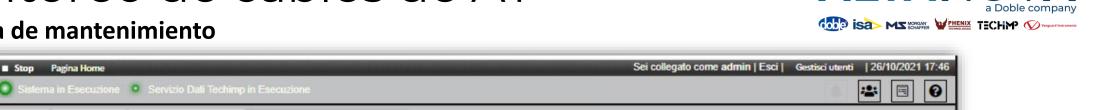
ALTANOVA a Doble company Cobe isa MS MSCHAFER W PRENIX TECHMY W PREMIX TECHMY PREMIX TECHMY W PREMIX TECHMY PREMIX TECHMY PREMIX TECHMY PREMIX TECHMY PREMIX

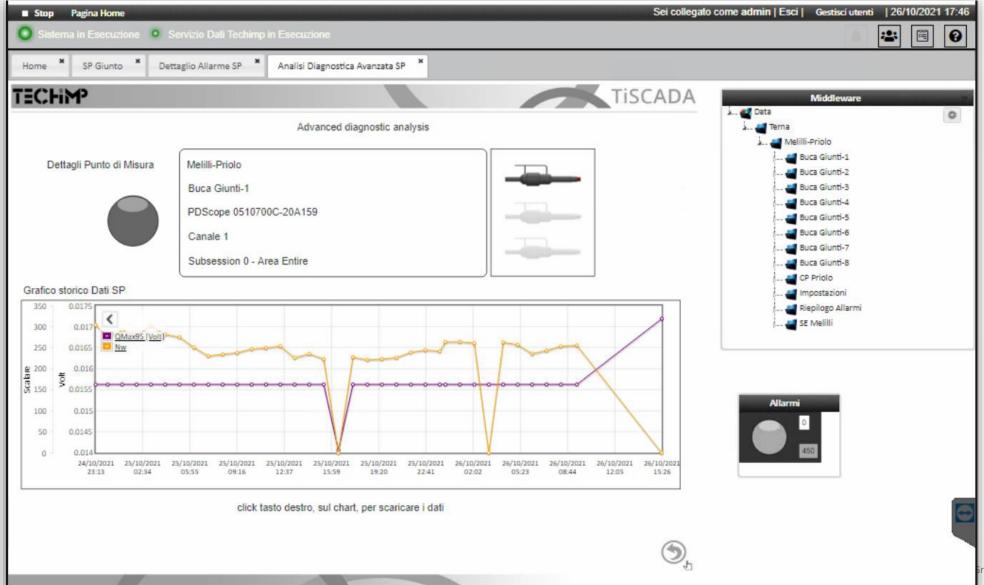
Estrategia de mantenimiento



ALTANOVA

Estrategia de mantenimiento





Estrategia de mantenimiento



Detección de Temperatura y Acústica (DTS & DAS)

Al instalar una red de FO a lo largo del cable, es posible combinar la fibra con una fuente láser y un analizador.

Aprovechando los fenómenos físicos que ocurren en la fibra es posible extraer información correlacionada con la temperatura y las vibraciones acústicas haciendo de la fibra un sensor lineal.

Estrategia de mantenimiento

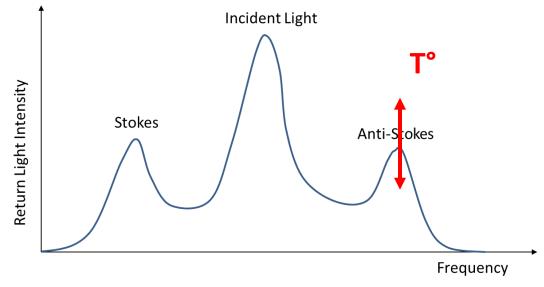


Detección de temperatura distribuída

La temperatura afecta las propiedades de transmisión de luz de los medios.

La luz láser dispersada desde la fibra se caracteriza por 3 espectros

- Dispersión de Rayleigh relacionada con la longitud de onda de la fuente láser
- Componentes de Stoke desplazados en frecuencias más bajas
- Componentes antistoke, desplazados a frecuencias más altas, influenciados por la temperatura.





Estrategia de mantenimiento



Detección acústica distribuída

Al igual que el DTS, el DAS utiliza el principio físico de retrodispersión de Rayleigh para evaluar los eventos mecánicos que ocurren cerca del cable de fibra óptica.

- Fallas en cables
- Excavación manual/mecánica
- Vibraciones inesperadas debido a interacciones con terceros





Monitoreo de cable de AT - GUAINA

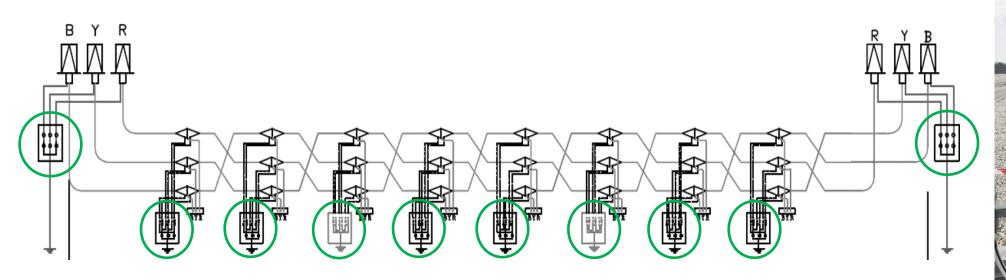
ALTANOVA a Doble company

Estrategia de mantenimiento

Fallas detectables:

- Instalación del sistema de cableado de uniones (protección)
- Conexiones resistivas
- Limitadores de voltaje (SVL) defectuosos y cajas de enlace inundadas

Fallas de baja resistencia de la guaina/revestimento de la puesta a tierra





Monitoreo de cable de AT - GUAINA

ALTANOVA a Doble company TECHEN TECHEN (V) Report Management (1)

Estrategia de mantenimiento

Las corrientes de guaina o revestimiento esperadas no son fáciles de predecir debido a la complejidad del sistema y las variables involucradas.

La ventaja de un sistema de monitoreo permanente que registra los valores en todas las secciones menores es tener un Database (DB) histórico desde el momento de la puesta en servicio del cable, con la finalidad de evaluar la tendencia de los valores a lo largo de su vida operativa.

- > Alarmas evaluadas sobre datos reales
- Correlación de la corriente de guaina con las corrientes de línea



Estrategias de Mantenimiento

Diagnóstico en Cables subterráneos



FASE 1
EVALUACION
ANALISIS 1er NIVEL

Inspecciones visuales
Termografía
Mediciones de radio frecuencia (RFI)

FASE 2
INVESTIGACION
ANALISIS 2^{do} NIVEL

Campaña de medición de DP Prueba de DP en equipos específicos FASE 3
EVALUACION CONTINUA
ANALISIS 3^{er} NIVEL Y ALARMAS

Monitoreo en cables de MT Monitoreo en cables de AT

Monitoreo se entiende en este contexto como monitoreo permanente

RIESGO ACEPTABLE

Gestión de Datos

Desafíos del diagnóstico en cables subterráneos de MT y AT:



La tecnología de Altanova Group (Doble) ayuda superar los siguientes desafíos en el diagnóstico de los cables subterráneos de MT y AT:

- ✓ Evaluar el riesgo de los sistemas (experiencias, literatura, normativa), para definir la estrategia de mantenimiento => Se puede elegir entre realizar pruebas de rutina esporádicas o monitoreo temporal o permanente.
- ✓ Establecer la estrategia de mantenimiento, ejecutarla constantemente.
- ✓ Explorar las posible soluciones y alternativas de diagnóstico para el activo/flota de activos específicos
- ✓ Planificar campañas de prueba y/o seleccionar la instalación de un sistemas de monitoreo en situaciones específicas
- ✓ Introducir los servicios de diagnósticos en el plan de mantenimiento y utilizar los resultados para la toma de decisiones operativas y administrativas de la empresa.









15 Feb Creating and using meaningful Asset Health Indices (AHI) - APAC



6 Feb Methoden zur Zustandsbewertung von Mittel- und Hochspannungsbetriebsmitteln



22 Feb

Desarrollo y utilización de Índices de Salud (AHI) más significativos en Activos Eléctricos



Gracias por su interés en nuestras soluciones, tecnología y experticie

Eng. Adriana Cioni Analista de datos de pruebas

<u>acioni@doble.com</u> <u>adriana.cioni@altanova-group.com</u> https://www.altanova-group.com https://www.doble.com