



ANWENDUNGSHINWEIS Überwachung der Teilentladung

EINSATZ DER AKUSTISCHEN BILDGEBUNG ZUR ÜBERWACHUNG VON TEILENTLADUNGEN

Die Teilentladung (Partial Discharge, PD) ist eine Herausforderung bei der Wartung von Hochspannungsgeräten weltweit, insbesondere bei älterer und veralteter Infrastruktur. Mitarbeiter einer prädiktiven Wartung beginnen jetzt, akustische Bildgebung einzusetzen, um gegen PD vorzugehen, indem sie ihre unverwechselbare Klangsignatur ermitteln, noch bevor die Ausrüstung überhitzt wird. Bei gleichzeitiger Verwendung mit FLIR-Infrarotkameras sind akustische Bildgebungskameras wie die FLIR Si124 unerlässlich, um PDs effektiv zu finden, bevor sie zu Geräteausfällen, kostspieligen Schäden und unerwartetem Stillstand führen.

Elektrischer Strom entweicht stets unbemerkt, wobei er von seinem Leiter überspringt und ständig versucht, zu einer nahegelegenen Elektrode überzuspringen. Auf der Suche nach einem Fluchtweg beginnt er mit einem Riss in einem überlasteten Isolator. Oder er beginnt auf der Oberfläche eines Freileitungsisolators, der einer jahrelangen Verschmutzung ausgesetzt war. Vielleicht entsteht auch ein winziges Loch in den Papierwicklungen von Hochspannungskabeln. Oder der Fehler versteckt sich in der Nähe einer Gasblase, die sich in einem alternden flüssigen Dielektrikum gebildet hat. Die Bemühungen des elektrischen Stroms sind unermüdlich und er versucht es immer wieder, mit jedem hohen und niedrigen Spitzenwert der Spannungssinuswelle.

Diese Art von Teilentladung oder PD bleibt verborgen, da der Strom Tag für Tag versucht, zu einem benachbarten Leiter zu gelangen. Irgendwann, sobald sich das Kabel durch die konstante Hochspannungsbelastung verschlechtert hat, fällt das benachbarte Isoliermaterial aus und gibt nach.

Schließlich durchbricht der Strom die Trennung zu einem anderen Leiter, und wenn dies geschieht, fällt der Leiter vollständig aus. Dies führt zu kostspieligen und zerstörerischen Schäden an elektrischen Geräten, Schaltanlagen, Maschinen oder Einrichtungen. PD kann Anlagengeräte beschädigen oder empfindliche Elektronik überhitzen. Noch schlimmer ist, dass PD die Stromversorgung einer Gemeinde für Stunden lahmlegen oder Fabrikschichten zur Untätigkeit zwingen kann, was wertvolle Produktivität kostet.

IEC 60270 beschreibt eine PD formal als eine „lokale elektrische Entladung, die die Isolierung zwischen Leitern nur teilweise überbrückt und die mitunter neben einem Leiter auftreten kann. Im Allgemeinen ist eine PD die Folge lokaler elektrischer Spannungskonzentrationen in der Isolierung oder auf der Oberfläche der Isolierung und erscheint in der Regel als Impuls mit einer Dauer von deutlich weniger als 1 μ s.“¹



Minimieren Sie mit akustischer Bildgebung etwaige Anlagendefekte und -ausfälle, die durch Teilentladung/Koronaprobleme bei Hochspannungsgeräten entstehen.



In Anlagen kann die erforderliche Inspektionszeit mit FLIR Si124 ohne umfangreiche Schulung um bis zu 90 Prozent gesenkt werden.



¹ Hochspannungs-Testtechniken. Teilentladungsmessung. IEC-Norm 60270, 4. Ausgabe; März 2001

PD-DIAGNOSE: WESENTLICH FÜR DIE PRÄDIKTIVE WARTUNG

Die Erkennung von PD ist ein Muss für ein effektives zustandsbasiertes Monitoring (Condition-Based Monitoring, CBM) oder eine prädiktive Wartung (Predictive Maintenance, PdM). Je früher eine PD erkannt wird, desto weniger Schaden kann sie an den Isolatoren verursachen und desto geringer ist das Risiko eines Geräteausfalls und nachfolgender Ausfallzeiten.

Der finanzielle Anreiz zur Ermittlung einer PD liegt auf der Hand: Es ist viel kostengünstiger und weniger störend, eine PD zu lokalisieren, voraussichtliche Ausfallzeiten zu planen und dann Isolatoren und elektrische Anschlüsse vor Ort zu reparieren und zu ersetzen.

TOOLS FÜR DEN ERFOLG

Um eine PD genau zu lokalisieren, stehen zahlreiche Diagnosetechnologien für Elektroinstallateure, Inspektoren und Wartungsfachleute zur Verfügung. Isolationstest-Messer liefern numerische Messwerte darüber, wie wirksam oder widerstandsfähig ein Isolator ist. Wärmebildkameras von FLIR ermitteln und identifizieren die auf elektrischen Geräten erzeugte Widerstandswärme und lokalisieren sie in einem visuellen Bild mit Pixel-für-Pixel-Temperaturmessungen. Die Wärmebildgebung kann in Verbindung mit der akustischen Bildgebung verwendet werden, um den Schweregrad der PD zu bestimmen. Ein Temperaturanstieg zusammen mit einer akustischen Signatur könnte darauf hinweisen, dass die Integrität der isolierenden Ausrüstung beeinträchtigt ist.

SOFORTIGE LOKALISIERUNG DER PD

Als Teil eines vollständigen diagnostischen Ökosystems ergänzt FLIR auch die Infrarot-Thermobilddiagnostik mit akustischen Bildgebungsfunktionen. Akustische Bildgebungskameras wie die FLIR Si124 bieten fortschrittliche schallbasierte Lösungen zur Lokalisierung und Analyse von industriellen Fehlern, Verschlechterungen und Defekten, wie etwa PD. Es wurde festgestellt, dass Anomalien im von PD erzeugten Klang auftreten, bevor die Komponenten sich erwärmen und für Wärmebildkameras sichtbar werden. Dies bietet eine zusätzliche Ebene der Vorabbenachrichtigung bei der Erkennung potenzieller zukünftiger Ausfälle.

Und obwohl es nicht ungewöhnlich ist, in der Nähe von Stromleitungen ein Brummen oder Rauschen zu hören, ist eine PD für das menschliche Gehör oft nicht wahrnehmbar, wodurch sie besonders schwer zu lokalisieren ist, insbesondere an lauten Arbeitsplätzen mit übermäßigen Hintergrundgeräuschen. Mit einer tragbaren akustischen Bildgebungskamera kann ein Benutzer, ähnlich wie bei einer Wärmebildkamera, einen Bereich scannen und die Position der von der PD erzeugten Ultraschallgeräusche auf einem digitalen Bild der zu inspizierenden Komponenten sehen. Dies gilt auch dann, wenn sie unhörbar sind oder durch Hintergrundgeräusche verdeckt werden.

EINHANDBETRIEB AUF TRAGBAREM GERÄT

Selbst wenn Elektrikern zahlreiche Tools zur Durchführung einer akustischen Bildgebung zur Verfügung stehen, gibt es wichtige Überlegungen, die zu beachten sind, von der Übertragbarkeit bis zur Präzision.

Zwar sind zum einen die meisten akustischen Bildgebungsgeräte tragbar, doch sollten Sie ein Gerät wählen, das sich leicht von einem Ort zum anderen tragen lässt. Ziehen Sie eine Kamera für akustische Bildgebung in Betracht, die tragbar, gebrauchsfertig und einfach genug ist, um sie mit einer Hand zu halten, wodurch sie leichter transportabel, ergonomisch und zielgenau einsetzbar ist.



FLIR Si124 Akustische Bildgebungskamera.

MEHR MIKROFONE, BESSERE ERGEBNISSE

Die Vielzahl der verfügbaren akustischen Bildgebungs-Tools weist auch eine breite Palette an Mikrofonen auf, die zur Entwicklung von akustischen Bildern verwendet werden. In der Technik ist mehr in der Regel auch besser. Daher ist es selbstverständlich, dass der Einsatz von mehreren Mikrofonen für die Erstellung detailreicher akustischer Bilder unerlässlich ist. Ähnlich wie bei der Technologie ist auch bei den Mikrofonen die Größe nicht immer entscheidend. Achten Sie speziell auf Mikrofone vom Typ MEMS (mikroelektromechanische Systeme). Diese bieten Benutzern ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Leistung, Stabilität in verschiedenen Umgebungen, geringem Stromverbrauch für kleinere Batterien und längerer Laufzeit. Dank der geringen Größe der Mikrofone ist es außerdem einfacher, sie kompakt auf einem Handgerät anzubringen.

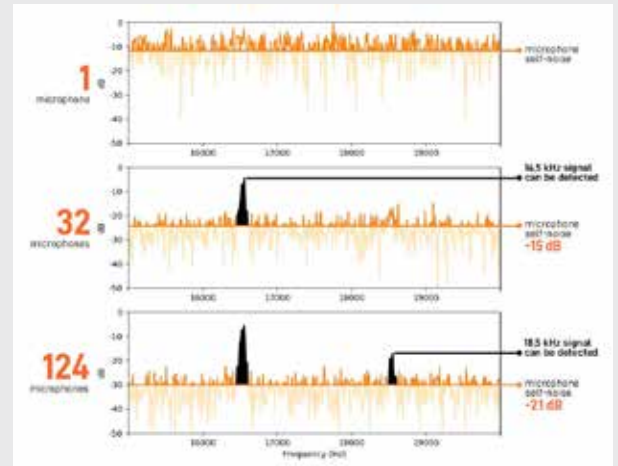
Empfindlichkeit: Schaut man sich die akustische Bildgebungs-kamera FLIR Si124 genauer an, stellt man eine sorgfältig arrangierte Anordnung von 124 MEMS-Mikrofonen fest, die zusammen ein Höchstmaß an Empfindlichkeit bieten. Die höhere Anzahl an Mikrofonen reduziert auch das Potenzial für „räumliches Aliasing“, wobei es sich um die falsche Positionierung der Schallquelle im Bild handelt.

Erfassungsbereich und Zugang: Ein weiterer Vorteil, der durch eine große Anzahl von Mikrofonen gesichert wird, ist ein erweiterter Erfassungsbereich. Denken Sie daran, dass sich der Schall in der Luft mit jeder Verdoppelung der zurückgelegten Strecke um 6 Dezibel abschwächt. Eine mittelgroße Teilentladung kann 40 dB(Z) betragen. Der Schall, der in 15 Metern Entfernung von der Schallquelle zu hören ist, ist 6 dB stärker als in 30 Metern Entfernung und so weiter. Um dies auszugleichen, erhöhen die Hersteller akustischer Bildkameras die Anzahl der Mikrofone, um den Erfassungsbereich zu erweitern. Für FLIR ergibt sich ein maximaler Erfassungsbereich, der sich durch die Verwendung der vierfachen Anzahl an Mikrofonen ungefähr verdoppelt.

Viele elektrische Komponenten sind schwer zugänglich, da sie aus Sicherheitsgründen eingezäunt oder hoch über dem Boden installiert sind. Die Zugangsbeschränkungen können auch zeitlich begrenzt sein, also nur dann, wenn ein Kundenkontakt vor Ort ist, um den Zugang zu gestatten. Angesichts dieser Zugangsbarrieren ist es wichtig, Tools zu verwenden, die eine PD auch aus der Ferne genau ermitteln können. Zum Beispiel kann die FLIR Si124 verwendet werden, um Kabel über dem Boden sowie Komponenten der Umspannstation zu überprüfen, die hinter Umzäunungen bis zu einer Entfernung von 130 Metern befestigt sind.

Verarbeitungsleistung: Die FLIR Si124 erzeugt 124 Audiodatenströme, die verarbeitet und in eine visuelle Darstellung umgewandelt werden. Die Kamera verfügt über eine automatische Klangfrequenzwahl, was die Nutzung vereinfacht, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Fortschritte in der Daten- und Grafikverarbeitungsleistung eröffnen die Möglichkeit, derartig große Mengen an akustischen Daten sofort in ein leicht verständliches Bild auf dem Bildschirm zu integrieren.

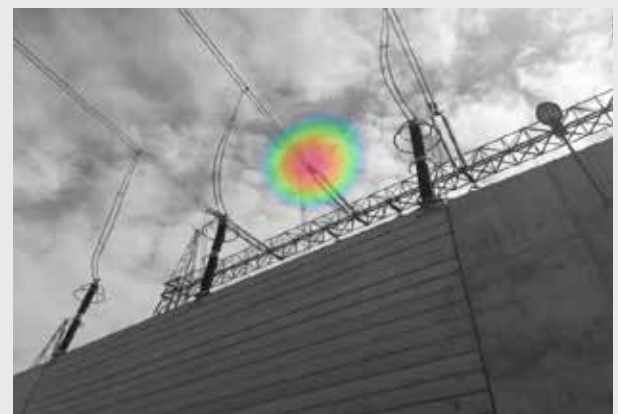
Benutzer, die sich mit weniger Mikrofonen und/oder älteren Prozessoren zufriedener geben, erhalten letztlich Bilder von geringerer Qualität, einer geringeren Auflösung und möglicherweise einer geringeren Aktualisierungsrate. Im Hinblick auf die Produktivität kann eine hochmoderne Kamera wie die FLIR Si124 Probleme bis zu 10 Mal schneller ermitteln als andere verfügbare Tools.



Diese Abbildung zeigt zwei Tonsignale, die übersehen werden können, wenn die Empfindlichkeit der akustischen Kamera nicht gut genug ist. Das 16,5-kHz-Tonsignal kann mit einem System von 32 Mikrofonen und das 18,5-kHz-Tonsignal mit einem System von 124 Mikrofonen erkannt werden.



Eine akustische Bildgebung wie FLIR Si124 kann Versorgungsunternehmen helfen, elektrische Teilentladungsmuster zu analysieren, Reparaturen mit den automatisierten Leckkostenschätzungen und der Klassifizierung der Entladungsart zu priorisieren und schnell und sicher kontaktlose Inspektionen durchzuführen.



FLIR Si124 kann verwendet werden, um Kabel über dem Boden sowie Komponenten der Umspannstation zu überprüfen, die hinter Umzäunungen bis zu einer Entfernung von 130 Metern befestigt sind.

MIKROFONFREQUENZEN KÖNNEN SICH AUF INSPEKTIONEN AUSWIRKEN

Die Inspektionstools von Elektronunternehmern können allein verwendet zu falschen Vorstellungen verleiten, wie man PD am besten identifiziert. So emittiert PD beispielsweise konsistent Ultraschallgeräusche mit einer üblichen Frequenz (40 kHz). Viele akustische Bildgebungsgeräte verwenden oder empfehlen nur diese Frequenz. Während dies in einigen Fällen nützlich sein mag, kann es in vielen anderen Fällen die Detektionsempfindlichkeit erheblich beeinträchtigen. Die Verwendung eines größeren Frequenzbereichs von 10 kHz bis 30 kHz kann bei Arbeiten aus der Ferne, wie etwa an einer Umspannstation im Freien, zu besseren Ergebnissen führen.

Intelligente Geräuschunterdrückung: PD erzeugt Breitbandschall, der sich von hörbar bis unhörbar oder bis in den Ultraschallfrequenz-Bereich erstreckt. Darüber hinaus finden Inspektionen selten an stillen Standorten statt. Stattdessen müssen Geräte mit Hintergrundgeräuschen von Industrieanlagen oder Außenstandorten, zum Beispiel in der Nähe von Autobahnen oder mit Fluggeräuschen, umgehen. Intelligenter akustische Bildgebungs-kameras können Störungen und Hintergrundgeräusche erkennen und herausfiltern, um den PD-Verursacher zu isolieren.

EINSATZ VON KI UND CLOUD BEI DER PD-DIAGNOSE

Die Kategorisierung von PD ist oft eine Herausforderung. FLIR unterstützt Elektronunternehmen durch die Anwendung von KI-Algorithmen zur Analyse der Teilentladung. Ein Benutzer kann akustische Bilder in den Cloud-Dienst FLIR Acoustic Camera Viewer hochladen, und das Bild wird automatisch mit Tausenden von PD-Bildern verglichen. Der Cloud-Dienst teilt die PD in drei Hauptkategorien ein: Oberflächenentladung, Schwebentladung und Luftentladung.

Das Vertrauen auf einen fortschrittlichen KI-Service kann helfen, Fehler zu reduzieren, die Berichtsvorbereitung zu beschleunigen und als wichtiges Unterscheidungsmerkmal für Inspektionenkunden zu dienen. Die zusätzliche Benutzerfreundlichkeit hilft auch mehr Mitarbeitern, akustische Bildgebungsinspektionen als Teil der zustandsbasierten Überwachung oder prädiktiven Wartung durchzuführen.

ENTSCHEIDUNG FÜR DAS RICHTIGE AKUSTISCHE BILDGEBUNGS-TOOL

Akustische Bildgebung hat sich schnell zu einer unverzichtbaren Technologie entwickelt, um die Stromversorgungs-Infrastruktur am Laufen zu halten. Immer mehr CBM-Manager fügen Kameras wie die FLIR Si124 zu ihrer Toolbox hinzu. Die Kapitalrendite steigt schnell, da sie Probleme schnell und einfach finden, während Reparaturkosten und ungeplante Ausfallzeiten reduziert werden.

PD-KLASSIFIZIERUNGSFÄHIGKEITEN, DIE ZU BERÜCKSICHTIGEN SIND

Die Analyse von akustischen Bildern kann einigen Schulungs- und Lernaufwand erfordern, insbesondere wenn es darum geht, die verschiedenen Arten von PD zu verstehen, die ermittelt werden. Zu wissen, welche Probleme auftreten können und wie bedeutsam der Schweregrad ist, kann bei der Formulierung besserer Berichte, besserer Reparaturempfehlungen und intelligenterer Folgemaßnahmen helfen.

Es gibt verschiedene Arten von PD, je nachdem, wo die Entladung stattfindet und wie ihr Impulsmuster aussieht. Oberflächenentladungen treten an der Grenze verschiedener Dämmstoffe auf. Oberflächenentladungen sind an einer Reihe von Stellen zu finden, darunter Buchsen, Kabelabschlüssen oder Generatorwicklungen, die überhitzen.



Ausgestattet mit KI-gestützten Voreinstellungen zum Lokalisieren und Analysieren von Teilentladungen sind der Frequenzbereich und das Mikrofonraster der FLIR Si124 optimiert, um Störgeräusche automatisch herauszufiltern.

Schwebeentladungen können auftreten, wenn sich ein schwebender Leiter in Hochspannungsgeräten befindet, die beispielsweise durch einen Abstandshalter getrennt sind. Schwebeentladungen gelten als die am häufigsten auftretende Form der PD.

Bei ihnen tritt schließlich eine teilweise Entladung in die Luft auf, wenn Luft um einen Leiter (wie beispielsweise bei einer Hochspannungsleitung), die als Isoliermaterial dient, bei hoher Feuchtigkeit und/oder Verschmutzung einige ihrer isolierenden Eigenschaften verliert. Dies ermöglicht Entladungen in die Luft, was die unmittelbare Luftqualität und den Leiter weiter verschlechtert.

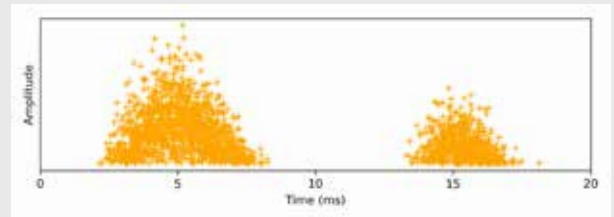
Wenn man die Art und Schwere der Entladung kennt, kann die Einrichtung geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen, Wartungsarbeiten einplanen und so Ausfälle und Ausfallzeiten auf ein Mindestmaß reduzieren.

Gerätebereiche, die für die akustische Teilentladungsbildgebung anvisiert werden

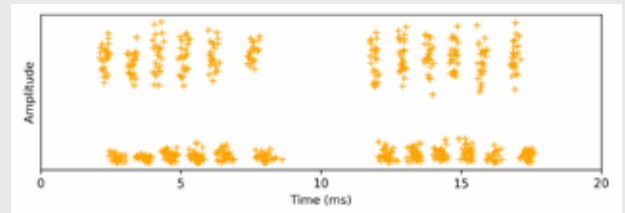
- Leiter und Sammelschienen
- Elektrische Generatoren
- Elektrische Kraftübertragung und -verteilung (T&D)
- Elektrische Umspannstationen
- Statoren, Motoren und Spulen
- Schaltanlagen
- Transformatoren

Programme, die eine akustische Bildgebung mit Teilentladung verwenden

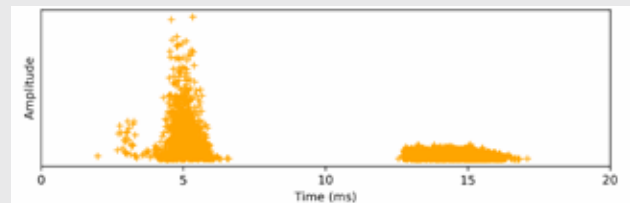
- Zustandsbasierte Wartungsprogramme (CBM)
- Programme zur Zustandsüberwachung (CM)
- Prädiktive Instandhaltung (PdM)



Beispiel für das PD-Muster einer Oberflächenentladung.



Beispiel für das PD-Muster einer Schwebeentladung.



Beispiel für das PD-Muster einer positiven und negativen Koronaentladung. Auf der linken Seite zeigt sich eine positive und auf der rechten Seite eine negative Korona.

Weitere Informationen zu Wärmebildkameras oder diesem Anwendungsbeispiel finden Sie unter: www.FLIR.com/si124

www.teledyneflir.com
NASDAQ: TDY

FLIR Systems Trading
Luxemburgstraat 2
2321 Meer
Belgien
Tel. +32 2 896 29 05

Alle hier beschriebenen Geräte und Instrumente fallen unter die US-Exportbestimmungen und erfordern vor ihrer Ausfuhr eine entsprechende Exportgenehmigung. Die Ausfuhr unter Umgehung der US-Gesetzgebung ist untersagt.
©2022 Teledyne FLIR, LLC. Alle Rechte vorbehalten.
Aktualisiert: Oktober 2022 – 20-1410

