

التفريغ الجزئي (Partial discharge)

يحدث التفريغ الجزئي داخل العزل في الأصول مثل المحولات أو المولدات التوربينية أو المحركات أو معدات التبديل أو الكابلات. يحدث التفريغ الجزئي عندما لا يستطيع أحد أجزاء العزل تحمل الضغط الكهربائي، فينفجر. في ذلك الوقت، تتأين الغازات وينخفض الجهد بسرعة.

الأسباب الرئيسية وأنواع التفريغ الجزئي

التعريف القياسي للتفريغ الجزئي هو تفريغ كهربائي لا يسد تمامًا المسافة بين قطبين موصلين. يحدث التفريغ الجزئي في مجموعة متنوعة من المواقع والوسائط في المعدات الكهربائية ذات الجهد العالي. وعلى الرغم من اختلاف المصطلحات، إلا أن هناك عمومًا أربعة أنواع من التفريغ الجزئي، يحدث كل منها لأسباب مختلفة ولكل منها ميل للتسبب في مستويات متفاوتة من الضرر. وعادة ما يحدث التفريغ الجزئي بسبب عيب بسيط ويؤدي إلى آلاف التفريغات المتكررة الصغيرة، وينتشر وينمو بمرور الوقت. وفي النهاية، يمكن أن يتسبب هذا في حدوث أعطال كارثية تؤدي إلى فشل المعدات ومضات قوسية خطيرة. والاهتمام الأساسي لمعظم الناس هو السلامة.

أنواع التفريغ الجزئي

١- **تفريغ الهالة (Corona Discharge):** يحدث هذا الشكل الشائع من التفريغ الجزئي عندما يكون التفريغ مباشرًا في الهواء ينبعث من السطح الحاد للموصل. (هذا هو ما يسبب انبعاثات الصوت والترددات الراديوية). من منظور الضرر أو السلامة، لا تكون الهالة مثيرة للقلق عادةً.

٢- **تفريغ القوس الكهربائي (Arcing Discharge):** تفريغ القوس الكهربائي هو تفريغ كهربائي مطول ينتج عن الانهيار الكهربائي للغاز. يتم إنتاج البلازما عندما يتدفق التيار عبر الهواء، أو أي وسط آخر غير موصل عادةً.

٣- **تفريغ السطح (Surface Discharge):** عندما ينتقل التفريغ على طول سطح العازل، يُطلق على ذلك التفريغ السطحي - أو تتبع السطح. يمكن أن يكون أحد أكثر أنواع التفريغ الجزئي تدميرًا. التلوث والطقس لسطح العازل هما السببان الأكثر شيوعًا للتفريغ السطحي. في المعدات ذات الجهد المتوسط والعالي، يحدث هذا النوع من التفريغ عندما ينهار العزل، عادةً بسبب الرطوبة العالية أو سوء الصيانة. يعد تسلل الرطوبة أيضًا سببًا شائعًا للتفريغ السطحي.

٤- **التفريغ الفراغي (الداخلي) (Void (internal) Discharge):** يحدث هذا غالبًا بسبب عيب في العزل الصلب للكابلات والبطانات وعزل وصلات GIS وما إلى ذلك. التفريغ الفراغي مدمر للغاية للعزل وعادةً ما يستمر في التوسع حتى يتسبب في فشل كامل.

الكشف عن التفريغ الجزئي

بشكل عام، تعد التفريغات السطحية والتفريغات الفراغية من أكثر الأمور التي تثير القلق ويجب أن تكون أولوية للكشف عنها وإصلاحها بالنسبة لفنيي الكهرباء الصناعية عالية الجهد، وفنيي المرافق العامة للتوزيع، ومهندسي المرافق العامة للنقل، ومهندسي الجهد العالي في الشركات المصنعة للمعدات الأصلية (OEM). في كثير من الحالات، يعد الكشف عن التفريغ الجزئي وتصحيحه أولوية للسلامة. وبخلاف السلامة الشخصية، يمكن أن يتسبب التفريغ الجزئي الضرر في التالي:

- توقف التشغيل
- الحرائق
- تدهور العازل
- زيادة تحميل الشبكة

طرق قياس التفريغ الجزئي

١- قياسات التفريغ الكهربائي التقليدية

CONCENTIONAL ELECTRICAL PD MEASUREMENTS

في قياس التفريغ الجزئي التقليدي في IEC 60270، يتم قياس الشحنة الظاهرة بوحدة pC، وهي نبضة التيار المتكاملة الناتجة عن التفريغ الجزئي، والتي تتدفق عبر دائرة الاختبار. تسمح الطريقة التقليدية بالمعايرة الدقيقة ولكنها تتطلب نسبة إشارة إلى ضوضاء (SNR) عالية بدرجة كافية في دائرة القياس لحل إشارة التفريغ الجزئي المعنوية بسهولة. تم تطبيق الطريقة الموحدة في IEC 60270 منذ ستينيات القرن العشرين وهي تحظى بتقدير كبير. من المعروف جيدًا أن أنماط التفريغ الجزئي المتحلل بالطور (PRPD) وسعة نبضة التفريغ الجزئي واتجاه نبضة التفريغ الجزئي المتحلل بالطور ترتبط بمدى تلف العزل. تتوفر أنماط التفريغ الجزئي المتحلل بالطور المرجعية على نطاق واسع لعيوب التفريغ المختلفة وللمكونات المختلفة ذات الجهد العالي، وهي ميزة أخرى مهمة للقياس التقليدي.

الميزة الفريدة لقياسات PD التقليدية هي أنه يمكن ربط محتوى الشحنة في نبضة PD بمرجع معروف. تتوفر أنماط PD المحلولة على نطاق واسع لعيوب التفريغ المختلفة وللمكونات المختلفة ذات الجهد العالي. لذلك، يتم استخدامها على نطاق واسع أثناء اختبار PD للمحولات في المصنع وفي الموقع.

٢- قياسات PD بترددات عالية جدًا (ULTRA HIGH FREQUENCY PD) (MEASUREMENTS)

يتم قياس الانبعاث الكهرومغناطيسي من مصدر PD باستخدام هوائي بترددات عالية جدًا (UHF) يتم إدخاله في خزان المحول من خلال صمام أخذ عينات الزيت. يعمل السطح المعدني لخزان المحول كقفص فارادي طبيعي لتصفية التداخلات الكهربائية من خارج الخزان. تعمل سعة C1 للبطانات ذات الجهد العالي كمرشح تمرير منخفض لتقليل التداخلات الكهربائية من خارج الخزان. تجعل هذه المزايا مناسبة للقياسات في البيئات الصاخبة، والقياسات والمراقبة

٣- قياس تفريغ الشحنة الصوتية بالموجات فوق الصوتية (ULTRASONIC) (ACOUSTIC PD MEASUREMENT)

الغرض الرئيسي من أنظمة المراقبة الصوتية عبر الإنترنت المثبتة بشكل دائم هو توفير مؤشر مبكر لخلل ناشئ في مكان بعيد والذي يمكن بعد ذلك متابعته باختبارات ميدانية أكثر شمولاً. الممارسة الصناعية الشائعة هي إجراء هذه القياسات استجابةً لنتائج اختبار الغاز في الزيت غير الطبيعية أو الأصوات التي قد تشير إلى تفريغات جزئية.

تنتج مصادر تفريغ الشحنة النشطة في المحولات المملوءة بالزيت إشارات انبعاث صوتية تنتشر بعيداً عن المصدر في جميع الاتجاهات. تنتقل الإشارات الصوتية عبر المادة الفاصلة لتصل في النهاية إلى جدار خزان المحول.

• الكشف عن التفريغ الجزئي باستخدام Fluke ii910

يمكن تجنب هذه المشكلات إذا تم اكتشاف التفريغ الجزئي مبكرًا قبل حدوث ضرر كبير. يوجد حاليًا عدة طرق للكشف عن التفريغ الجزئي. يمكن اكتشاف التفريغ الجزئي باستخدام الموجات فوق الصوتية والترددات الراديوية (RF) والإشعاع فوق البنفسجي، لكن الطرق المستخدمة حتى الآن كانت غير مكتملة ولديها عيوب. منعت هذه الطرق الأخرى اكتشاف التفريغ الجزئي من خلف العبوات، وتطلبت تدريبًا مكثفًا لاستخدامها، وافترقت إلى الدقة اللازمة لضمان الاهتمام السريع والإصلاح - ناهيك عن الحاجة إلى وضع المستخدم في نطاق قريب من المعدات التي يحتمل أن تكون خطيرة.

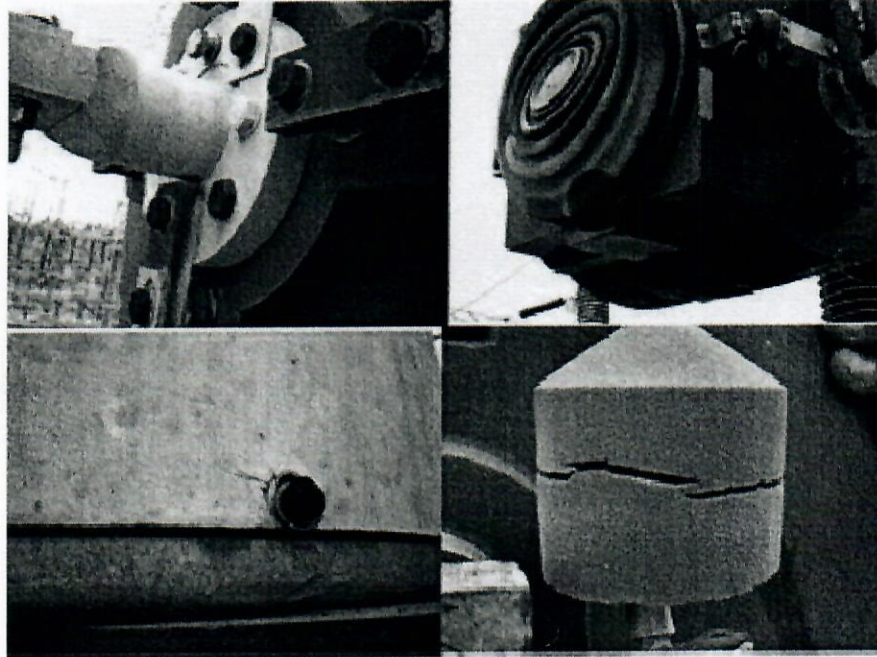
هناك طريقة أفضل للكشف عن التفريغ الجزئي وهي Fluke ii910 Precision Acoustic Imager. تعمل تقنية TMSoundSight المبتكرة من Fluke على تحويل الموجات فوق الصوتية إلى صورة واضحة. مع Fluke ii910، يمكنك تحديد موقع التفريغ الجزئي بأمان من مسافة بعيدة دون الحاجة إلى أسلاك أو ملحقات مرهقة. في غضون دقائق من فتح العلبة، يمكنك اكتشاف التفريغ الجزئي مثل المحترفين - إنه سهل التعلم وسهل الاستخدام. يتيح لك جهاز Fluke ii910 النقاط صور للمسح الضوئي الخاص بك والوصول إلى بيانات غنية للتحليل وإعداد التقارير.

على الرغم من أن المحولات الكهربائية مصممة للعمل في الهواء الطلق، فقد وجد في عدة حالات أن بعض المواد غير مناسبة لهذه الخدمة أو أنها تتقدم في العمر قبل الأوان في ظل ظروف التشغيل العادية. تتميز المحولات الكهربائية المستقلة المملوءة بالزيت بجسم من البورسلين يحميها من الظروف البيئية، مثل المطر والغبار والحرارة وما إلى ذلك. يستخدم معظم المصنعين مسامير وأغطية علوية من الفولاذ المقاوم للصدأ في تجميعها. كما أن منافخ التمدد للمحولات

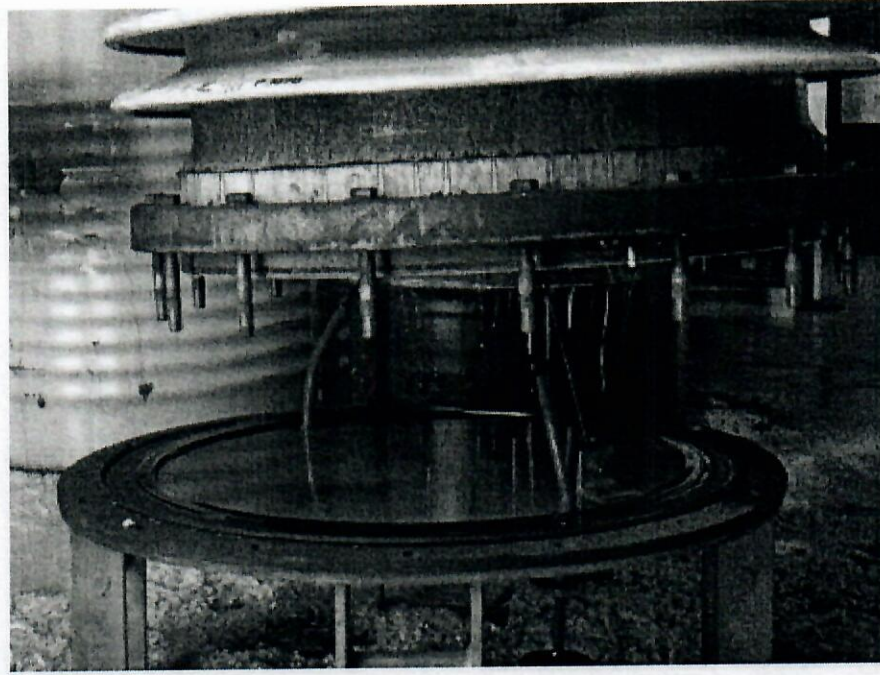
الحديثة مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ أيضًا. ومع ذلك، فإن هذه المادة تصدأ بسهولة في البيئات البحرية بسبب مستويات الملوحة والرطوبة العالية. وفي غضون سنوات قليلة، تتآكل المكونات وتنتج بقع ساخنة ونشاط تفريغ الهالة (الشكل ١).

وتحدث إحدى أكثر المشاكل خطورة عندما تتشقق الأغشية المطاطية أو منافخ التمدد، المصنوعة تقليدياً من المطاط، بسبب الظروف البيئية أو بسبب الأوزون الناتج عن التفريغات الخارجية (انظر الشكل ٢). ونتيجة لذلك، تتسرب الرطوبة إلى نظام عزل ورق الزيت مما يؤثر على تشغيله الطبيعي.

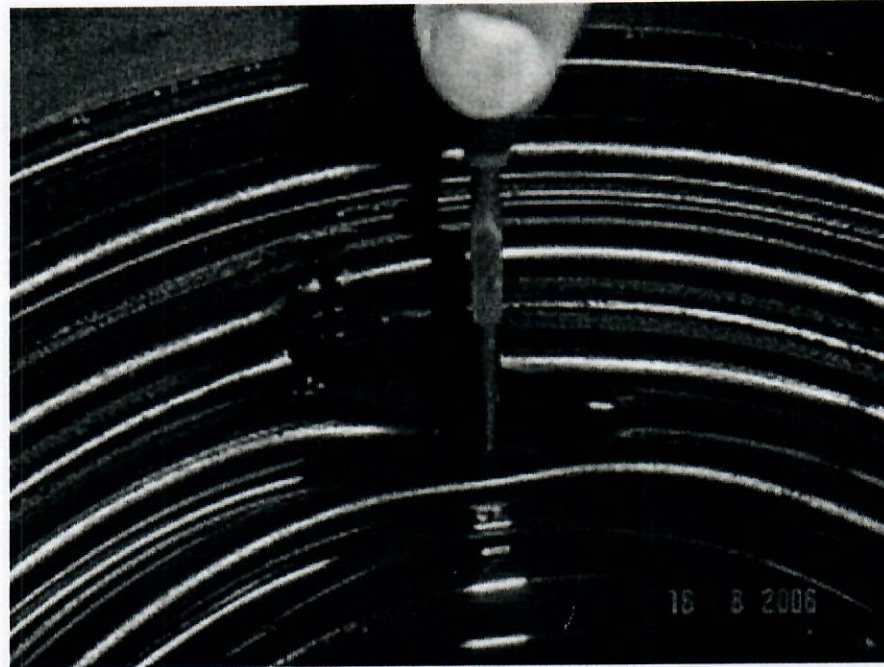
وقد وجد في بعض المحولات أن الرطوبة يمكن أن تتسرب أيضًا من خلال قسمها السفلي (انظر الشكل ٣). وتصبح البراغي المستخدمة لتثبيت البورسلين على القاعدة فضفاضة، وبالتالي يتم فقدان إحكام الهواء في المحول.



الشكل ١. تأثيرات الظروف البيئية في محولات التيار

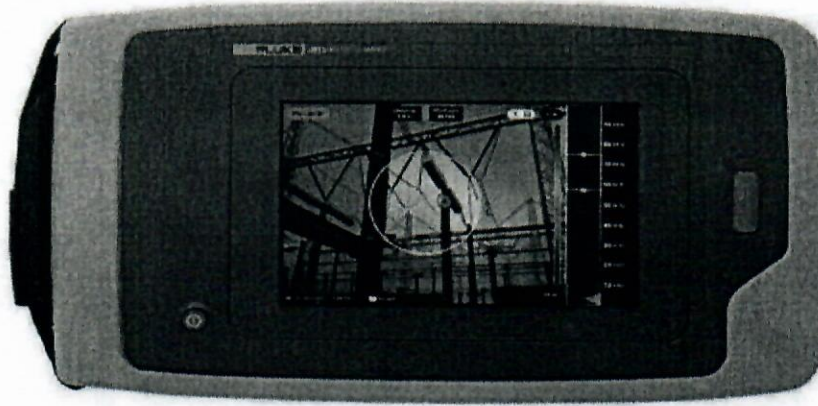


شكل ٢ ارتخاء الجزء السفلي من التصوير المقطعي المحوسب . Looseness of the lower
(section of a CT)



شكل ٣ غشاء تالف (Membrane damaged)

جهاز التصوير الصوتي الدقيق (Fluke ii910 Precision Acoustic Imager)



مقدمة

يعد جهاز **Fluke ii900/ii910** جهاز تصوير صوتي يكتشف ويحدد موقع التوقيع الصوتي. ويمكن أن تشير هذه التوقيعات إلى تسربات في الهواء المضغوط والغاز المضغوط وأنظمة الفراغ. بالإضافة إلى ذلك، يكتشف جهاز **ii910** التفريغات الكهربائية وكذلك التسريبات. ومن أمثلة هذه التفريغات الكهربائية التفريغ الجزئي مثل الهالة وتتبع السطح والقوس الكهربائي. كما يحدد جهاز **ii910** المشكلات الميكانيكية المحتملة ويحدد موقعها.

يحتوي جهاز التصوير على مجموعة مستشعرات صوتية تصطف مع خريطة حرارية لمصدر الصوت مع الصورة. توفر كاميرا الضوء المرئي صورة عرض مباشر لمنطقة التفتيش. التقط واحفظ ملفات الصور الثابتة وملفات الفيديو من التفتيش للتوثيق والتقارير.

تعمل بطارية قابلة لإعادة الشحن على تشغيل جهاز التصوير. يتضمن جهاز التصوير شاحن بطارية خارجي مع محول طاقة وكابلات خاصة بكل بلد.

يحتوي جهاز **Imager** على منفذ **USB-C** الذي يتصل بالكمبيوتر الشخصي لتنزيل الملفات وتحديثات البرامج الثابتة.

مصطلحات يجب معرفتها

مستوى ضغط الصوت (**Sound Pressure Level (SPL)** ديسيبل).

وحدة قياس التغيرات في ضغط الصوت. يشير الديسيبل إلى مستوى الصوت (مقابل مستوى الصوت المرجعي في الهواء) ويُعبر عنه من حيث ديسيبل **SPL**.

المسافة إلى الهدف.

المسافة بين مصدر التسرب ومستشعر الصوت بالغة الأهمية. ينخفض مستوى الديسيبل الذي يمكن لجهاز التصوير قياسه مع مربع هذه المسافة.

تردد الصوت / التردد الصوتي / نطاق التردد.

يتوافق التردد مع عدد اهتزازات الصوت/الثانية ويُعبر عنه بالهرتز (Hz) أو آلاف الهرتز (kHz).

نطاق التردد المسموع (حتى ٢٠ كيلو هرتز) *Audible (up to 20 kHz)*

النطاق الذي يمكن للأذن البشرية إدراك الأصوات فيه.

الموجات فوق الصوتية (أعلى من ٢٠ كيلو هرتز). *Ultrasonic (above 20 kHz)* .

تنتج بعض المشكلات (التسربات، والتفريغات الكهربائية، والأعطال الميكانيكية) إشارات صوتية في نطاقات

الموجات فوق الصوتية. ولا تستطيع الأذن البشرية إدراك نطاق الموجات فوق الصوتية الذي يمكن لجهاز

التصوير اكتشافه.

اختيار التردد/تصفية التردد/نطاق التردد المحدد.

حدد نطاق تردد لقياس الصوت وتصوره. وعند تحديد نطاق تردد، يتم تصفية أي صوت خارج هذا النطاق وعدم

عرضه أو اعتباره.

الخلفية عن الضوضاء.

الضوضاء الموجودة في البيئة المحيطة والتي تكتشفها أجهزة استشعار الميكروفون جنبًا إلى جنب مع مصادر

الصوت للتسربات المحتملة. بشكل عام، تكون الضوضاء الخلفية أعلى في الترددات المنخفضة. في البيئات

الصاخبة، حدد ترددات أعلى للمساعدة في التمييز بين أصوات التسرب.

الرسم البياني للتردد/الطيف.

يوضح الرسم البياني على الشاشة مستوى الصوت المكتشف في جميع نطاقات التردد.

ارتفاع التردد.

ارتفاع في الرسم البياني للتردد/الطيف يشير إلى مصدر مهم للصوت في هذا التردد المحدد. إذا كان هذا الارتفاع

ضمن اختيار التردد، فإن جهاز التصوير يصور المصدر على الشاشة.

مجال الرؤية *Field-of-View (FOV)* .

ما يكتشفه جهاز التصوير في موضع واتجاه معينين في الفضاء.

انعكاسات الصوت.

تنعكس إشارات الصوت، وخاصة على الأسطح الملساء والمسطحة. في ظروف معينة، يعرض جهاز التصوير

على الشاشة نقطة ساخنة من مصدر الضوضاء ونقطة ساخنة واحدة أو أكثر من الانعكاسات.

LeakQ™.

LeakQ هو وضع التقاط يقدر حجم التسرب. مقياس **LeakQ** هو مقياس من ٠ إلى ١٠ يشير إلى حجم

التسرب. يحسب جهاز التصوير قيمة بناءً على مستوى ضغط الصوت بالديسيبل المقاس وقيمة المسافة. يتم

تحديد قيمة المسافة تلقائيًا أو يمكنك إدخال قيمة باستخدام لوحة مفاتيح العرض.

التهديد غير المرئي... الآن يمكنك أن ترى

التفريغ الجزئي مشكلة خطيرة تراقبها الفرق كل يوم. سواء كنت تقوم بمسح العوازل أو المحولات أو معدات التبديل أو خطوط الطاقة ذات الجهد العالي، فأنت بحاجة إلى التأكد من اكتشاف المشكلة بسرعة وفي وقت مبكر. يمكن أن يتسبب التفريغ الجزئي الذي لا يتم التحكم فيه في انقطاع التيار الكهربائي أو الحرائق أو الانفجارات أو الوفاة بسبب ومضات القوس الكهربائي. بالإضافة إلى الخطر الذي يمكن أن يشكله هذا على البيئة وأرواح البشر، فإن له أيضًا ثمنًا باهظًا للغاية. يمكن أن يكلف تعطل المعدات ملايين الدولارات في الساعة وقد أظهرت الدراسات أن انقطاع التيار الكهربائي في مركز بيانات واحد قد يكلف ما يصل إلى ٨٨٥١ دولارًا في الدقيقة. بالإضافة إلى ذلك، قدرت وزارة الطاقة أن الانقطاعات تكلف الاقتصاد الأمريكي ١٥٠ مليار دولار سنويًا.

المجالات الرئيسية التي يجب مسحها بحثًا عن التفريغ الجزئي

العوازل (Insulators)

المحولات (Transformers)

خطوط الطاقة ذات الجهد العالي (High voltage power lines)

مجموعة المفاتيح الكهربائية (Switchgears)

مانعات التيار (Arrestors)

قضبان التوصيل (Busbars)

ملفات الجهد العالي (High voltage coils)

قواطع التيار (Breakers)

المكثفات (Capacitors)

افعل ذلك بسرعة وأمان

يعد جهاز **ii910** الأداة الشاملة التي كنت تبحث عنها عندما يتعلق الأمر بكل مشاكل التسرب والتآكل والميكانيكا. كل ما تحتاجه في متناول يدك. امسح المنطقة أو البيئة بسرعة واحصل على كل الصور ومقاطع الفيديو التي تحتاجها باستخدام زر واحد بسيط وشاشة **LCD** كبيرة تعمل باللمس مقاس ٧ بوصات. لا حاجة إلى أدوات أو معدات إضافية. مع عدم الحاجة إلى كابلات أو أجهزة ثانوية مرهقة، لديك حرية تنقل كاملة ومرونة أكبر للتبديل بين اكتشاف مشاكل التسرب والتآكل والميكانيكا وإصلاح المشكلات.

يمكنك الاعتماد على **Fluke** في الأمان والأداء الذي تقدره

يعد جهاز التصوير الصوتي الدقيق **Fluke ii910** الأداة المثالية لمهندسي الجهد العالي ومهندسي الاختبار الكهربائي وفرق صيانة الشبكة الذين يقومون باستمرار بفحص وصيانة توزيع الطاقة والمعدات الصناعية ذات الجهد العالي. يوفر جهاز **ii910** طريقة آمنة وسريعة وسهلة للكشف عن التفريغ الجزئي وتحديد موقعه من أجل صيانة المعدات ذات الجهد العالي ومنع الأحداث الكارثية. بفضل تقنية **TM Sound Sight**، يترجم جهاز **ii910**

الأصوات التي يسمعها إلى تمثيل مرئي حتى تتمكن من تحديد مناطق المشكلة بسرعة. تسمح القدرة على التردد الأعلى لجهاز ii910 بالكشف المبكر لتسهيل التخطيط المبكر للصيانة، ولهذا السبب يتمتع جهاز ii910 بنطاق تردد يتراوح بين ٢ و ١٠٠ كيلو هرتز.

SOUNDSIGHT™ TECHNOLOGY

Acoustic Imaging

Blended live Sound Map™ with visual image

Frequency Range

ii900: From 2 kHz to 52 kHz

ii910: From 2 kHz to 100 kHz

Detection Range

.5 m to >70 m (1.6 to >230 feet)*

.5 m to >120 m (1.6 to >393 feet)*

Display

7 inch 1280 x 800 LCD with capacitive touchscreen

LeakQ™ Mode

Leak quantification: on-device estimated leak size and cost indication

MecQ™ Mode

Mechanical inspection: on-device feature to detect mechanical issues

PDQ Mode™

Partial discharge: on-device PD classification

Sound Sight™ refers to the Fluke technology of converting sound waves to a visual image.

*Depending on ambient conditions