

Be sure. **testo**



Pratik kılavuz Elektriksel termografi.

Ekipmanın bakımını yapın, hasarı önleyin, tehlikeleri belirleyin.

İçindekiler

Giriş	4
Elektriksel termografi nerelerde kullanılır?	6
Olası uygulama alanları	7
Nitelikli elektriksel termografi bir termal kameradan ne ister?	8
Dedektör çözünürlüğü	10
Termal ve geometrik çözünürlük	11
Elektrikli termograflar ne yapabilmelidir?	12
Hızlı denetimler için nelere dikkat edilmelidir?	14
Nitelikli bir elektriksel termografi ölçümü nasıl ilerlemelidir?	15
Neler ve ne sıklıkla incelenmelidir?	17
Pratikte nelere dikkat etmelisiniz?	18
Elektriksel termal görüntüler nasıl değerlendirilir?	20
Termografi raporları neleri içermelidir?	22
Elektriksel termografinin sınırları nelerdir?	24
Sonuç	25
Literatür / kaynaklar	26
Testo SE & Co. KG	28

Giriş

Elektriksel termografi hasarı ve operasyonel arızaları önleyebilir. Aynı zamanda uzman bilgisi gerektirir. Termal kamera ne yapabilir, termografinin hangi becerilere sahip olması gerekir? Elektriksel termografi ne gibi avantajlar ve olanaklar sunar ve kayıt ve değerlendirme sırasında hangi hata kaynakları gizlenir?

Bir görüntüleme ölçüm yöntemi olarak termografi, elektrikli ekipman üzerindeki yüzey sıcaklıklarının temassız görsel ölçümünü sağlar. Bu, termal zayıf noktaların çalışma sırasında, gerçek çalışma koşullarında ve güvenli bir mesafeden tek bir kayıtle lokalleştirilmesine ve belgelenmesine olanak tanır. Bu, sorunlu alanların ve zayıf noktaların hızlı bir şekilde erken tespit edilmesini sağlayarak yangın ve kaza tehlikelerini en aza indirir ve sonuçta ortaya çıkan hasarları ve üretim kesintilerini önler.

Tesis koşullarının ve potansiyel risklerin belgelenmesi tesis güvenilirliğini artırır ve tesis varlıklarını korur. Gerekli onarımlar veya modernizasyonlar da daha iyi planlanabilir ve uygulanabilir. Termografi ölçümleri, şirketlerde günümüzün risk yönetiminin bir parçasıdır. Bu avantajları maliyet tasarrufuna çevirir ve bunları bir termografik incelemenin giderleriyle karşılaştırırsanız, 20:1'e varan bir orana hızla ulaşırsınız. Bir üretim tesisinin bir yangını veya tamamen arızalanması termografi ile önlenirse ve dolayısıyla muhtemelen milyonlarca hasar varsa, bu değer çarpılır.

Termografi, bir sözleşmenin akdedilmesi için bir koşul olabileceği ve bazı durumlarda primleri de düşürebileceği için sigorta açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca elektrik termografisi, incelenen ekipmanın termal durumunun belgelenmesinin yanı sıra ölçüm sonuçlarının bilgisayar destekli olarak termografi raporları şeklinde işlenmesi yoluyla tesis operatörü için daha fazla yasal kesinlik sağlar.

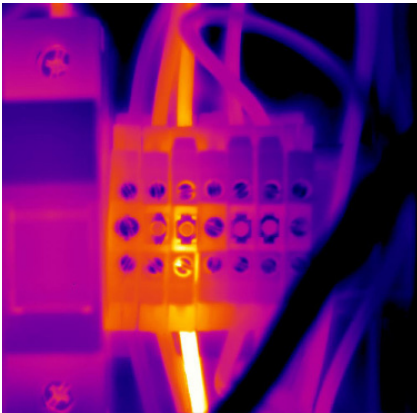


Arızaları tespit etmek, ekipmanın bakımını yapmak, hasarı önlemek ve tehlikeleri tespit etmek için bir termal kamera kullanılabilir.

Elektriksel termografi nerelerde kullanılır?

Artan kontak dirençleri ve diğer arızalar atıtipik ısınma şeklinde kendini gösterdiğinden, termografi prensip olarak akım taşıyan iletkenlerin bulunduğu tüm sistemlerde kullanılabilir. Bu nedenle birçok tesis alanında termal kameralar kullanılmaktadır:

- Alçak, orta ve yüksek gerilim tesisatları
- Ölçüm ve kontrol kabinleri
- Sigorta kutuları
- Kablo kanalları
- Transformatörler
- Elektrikli makineler
- Fotovoltaik tesisler vb.



Sistemin bu kısımlarındaki aşırı ısınan bileşenler, yalnızca kullanıcılar veya işletme personeli için tehlike kaynağı olabilecek ve yangınlara neden olabilecek hasarlara neden olmaz. Ayrıca, tesislerin uzun vadeli karlılığını etkileyebilecek performans düşüşüne de yol açabilirler. Ayrıca arızalar daha hızlı tespit edilip giderilebilir, böylece sistemler mümkün olan en kısa sürede tekrar çalışır duruma gelir ve çalışma kesintileri en aza indirilir.

Bakım ve servis aralıkları optimize edildiğinden işletme maliyetleri de düşürülebilir, böylece tesislerin güvenirliliği ve maliyet etkinliği artırılabilir. Termografi ayrıca araştırma ve geliştirilmede de kullanılabilir - örneğin elektronik bileşenlerin optimizasyonu için.

Aşırı ısınan elektrikli bileşenler önemli bir tehlike kaynağı olabilir ve yangınlara neden olabilir.

Olası uygulama alanları

Yüksek voltajlı sistemlerin test edilmesi

Elektrik akımının iletiminde aşınma, malzeme yorgunluğu veya kablo kopması belirtilerinin çoğu, artan direnç nedeniyle termal ısınmadan önce gelir. Testo'nun termal kameralarını kullanarak, kullanıcıyı tehlikeye atmadan veya sistemi kapatmaya gerek kalmadan, temassız ve güvenli bir mesafeden ısınma test edilebilir.



Ekipmanın elektrik bakımı



Hatalı elektrik bağlantıları veya elektrikli ekipmandaki aşırı yük koşulları, maliyetli arıza sürelerine neden olabilir. Testo termal kamera kullanılarak tüm elektrik tesisatlarının düzenli olarak denetlenmesi, arıza riskini en aza indirmeye yardımcı olur. Bu, hem mevcut kusurların hem de olası arıza ve tehlike kaynaklarının anında ve kesin olarak tespit edilmesini sağlar.

Güneş ve fotovoltaik tesislerin izlenmesi ve kontrol edilmesi

Büyük fotovoltaik tesislerde, tek bir güneş pilindeki bir arıza, tüm tesislerin verimi üzerinde zaten olumsuz bir etkiye sahip olabileceğinden, düzenli ve kapsamlı kontroller önemlidir. Termografi sayesinde bu kontroller geniş alanlarda verimli ve temassız olarak yapılabilmektedir.



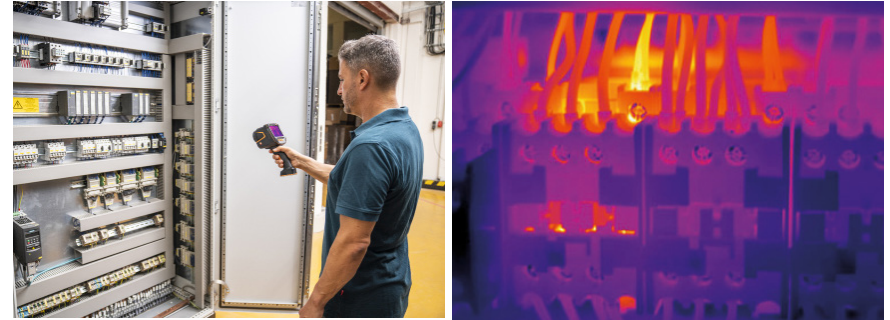
Nitelikli elektriksel termografi bir termal kameradan ne ister?

Profesyonel elektriksel termografide termal görüntülerin kalitesi merkezi bir rol oynar. Bu nedenle kızılötesi dedektörün çözünürlüğü (termal, geometrik ve zamansal çözünürlük) ve/

veya lensler için daha yüksek gereksinimler vardır. Elektriksel termografide kullanım için bir termal kameranın aşağıdaki gereksinimleri karşılaması önerilir:

Özellik	Gereksinimler
Dedektör formatı	$\geq 320 \times 240$ piksel
Termal çözünürlük (NETD)	$\leq 0.08 \text{ K } (+30 \text{ °C'de})$
Geometrik çözünürlük (IFOV)	$\leq 2 \text{ mrad}$ normal lens ile (ölçülebilen en küçük nesne: $\leq 3 \text{ mm}$)
Doğruluk/ölçüm değeri	$\pm 2 \text{ %}$ ya da 2 K
Sıcaklık ölçüm aralığı	$-20 \text{ °C} \dots +500 \text{ °C}$
Spektrum	LW $7.5 \dots 14 \text{ }\mu\text{m}$
Kare hızı	$\geq 20 \text{ Hz}$
Lens	Ölçüm görevine bağlı olarak normal, geniş açılı, telefoto lens
Ekran	Harici veya döner ekran önerilir
Ayarlanabilir ölçüm parametreleri	Emisivite, yansıyan ortam sıcaklığı
Ölçüm fonksiyonları	Sıcaklık aralığı ölçeği, 1 ölçüm noktası (nokta), 1 izoterm, 1 ölçüm noktası, otomatik sıcak nokta arama fonksiyonu, dondurma fonksiyonu
Kalibrasyon	Yıllık

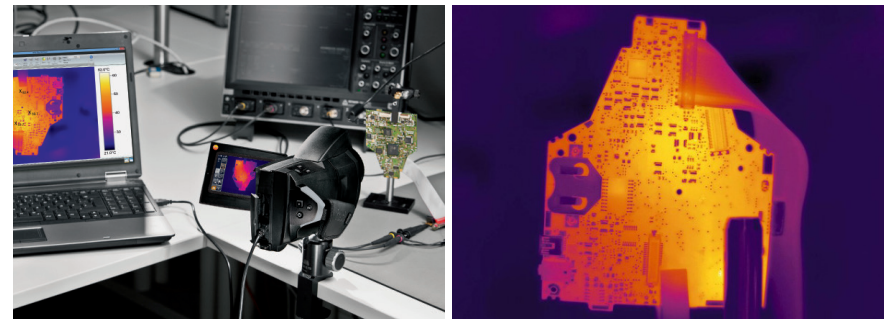
Termal kameralar testo 883 ve testo 890 bu gereksinimleri karşılar.



Kontrol kabinlerindeki sigortaları ve bağlantıları incelemek için bir termal kamera kullanılır.



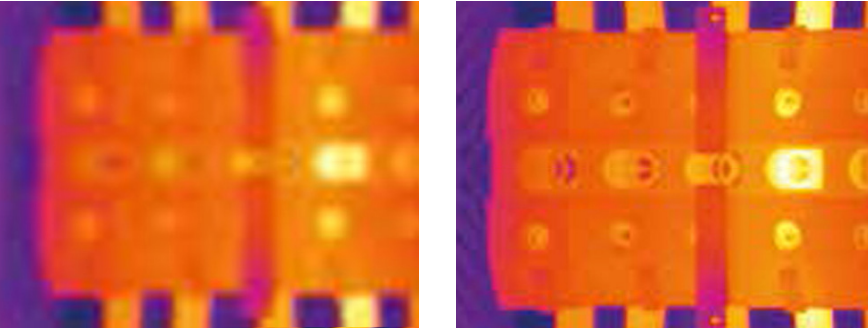
Termografi, yüzey sıcaklıklarını görünür kılar.



Ölçüm konumu "termografik olarak erişilebilir" olmalıdır ve ölçüm cam veya makrolon panellerden yapılmamalıdır.

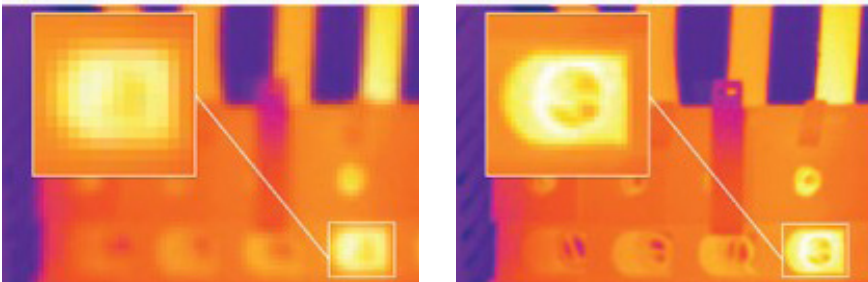
Dedektör çözünürlüğü

Yüksek dedektörlü, termal veya geometrik çözünürlüğe sahip termal kameralar, daha iyi görüntü kalitesi ve daha doğru okumalar sağlar. Aşağıda 160 x 120 (soldaki grafik) ve 640 x 480 (sağdaki grafik) dedektör biçimlerinin bir karşılaştırmasını görebilirsiniz.



Devrim niteliğinde bir teknoloji – testo SuperResolution

testo SuperResolution teknolojisi ile Testo termal kamerasının görüntü kalitesini dört kat daha fazla piksel ve geometrik çözünürlüğü 1.6 kat artırabilirsiniz. testo SuperResolution, elin doğal hareketlerini kullanır, birbiri ardına çok hızlı görüntüler çeker ve birbirine hafifçe dengelenir. Bunlar, daha sonra bir algoritma aracılığıyla 5 kayıttan tek bir kayıta birleştirilen gerçek ölçülen değerlerdir.



Standart termal görüntü

SuperResolution termal görüntü

Termal ve geometrik çözünürlük

Termal çözünürlük

Termal çözünürlük (NETD) millikelvin (mk) cinsinden belirtilir ve bir termal kameralanın algılayabileceği en küçük sıcaklık farkını ifade eder. Küçük sıcaklık farklarına sahip nesneler için termal çözünürlük bu nedenle çok önemlidir. Termal çözünürlüğün değeri ne kadar küçük olursa, ölçüm sonuçlarının kalitesi o kadar iyi olur.

Görüş alanı (FOV)

Termal kamerasının görüş alanı (FOV), termal kamera ile görülebilen alanı tanımlar. Kullanılan lense bağlıdır.



Geometrik çözünürlük

Geometrik çözünürlük (IFOV), ölçüm mesafesine bağlı olarak ilgili dedektörü ve lensi ile görüntüleme sistemi tarafından kaydedilebilen en küçük nesneyi tanımlar. Milradyan cinsinden belirtilir. Bu nesnenin boyutu, termal görüntüdeki bir piksele karşılık gelir.

Dedektör	80 x 60	160 x 120	320 x 240	640 x 480
Lens (FOV)	45° x 34°	32° x 23°	30° x 23°	42° x 32°
IFOV	10.3 mrad	3.3 mrad	1.7 mrad	1.13 mrad
1m	10.3 mm	3.3 mm	1.7 mm	1.13 mm
5m	51.5 mm	16.5 mm	8.5 mm	5.65 mm
10m	103 mm	33 mm	17 mm	11.3 mm

Kamera sistemlerin farklı geometrik çözünürlüğü.

Elektrikli termograflar ne yapabilmelidir?

Kameranın doğru çalışmasının ötesinde, elektrik termografları, termografinin olası hata kaynaklarını ve sınırlamalarını bilmeli ve ölçüm sonuçlarını doğru şekilde değerlendirmelidir. Bu, seminerlerde veya kendi kendine çalışma yoluyla edinilebilecek optik, termal radyasyon, termal iletim, ölçüm teknolojisi ve malzeme bilimi hakkında uzmanlık bilgisi gerektirir. İlgili ölçüm nesnesinin, kullanılan malzemelerin vb. çalışma modu ve teknik tasarımı hakkında ek bilgi, termal anormalliklerin doğru değerlendirilmesi için bir ön koşuldur. Genellikle, pens ampermetreyle çalışma akımları gibi diğer parametreleri belirlemek için ek ölçümler yapılmalıdır. Bu nedenle, termografin bu ölçüm cihazlarına da aşina olması gerekir.

Müteahhit firmalar ve yangından korunma sigortası ölçümlere güvenebilmelidir. Bu nedenle, nitelikli elektriksel termografi hizmet sağlayıcılarından yüksek talepler alınmaktadır: Bir elektrikçi olarak eğitime ek olarak, sertifikalar şeklinde profesyonel bir yeterliliğin kanıtı gereklidir.



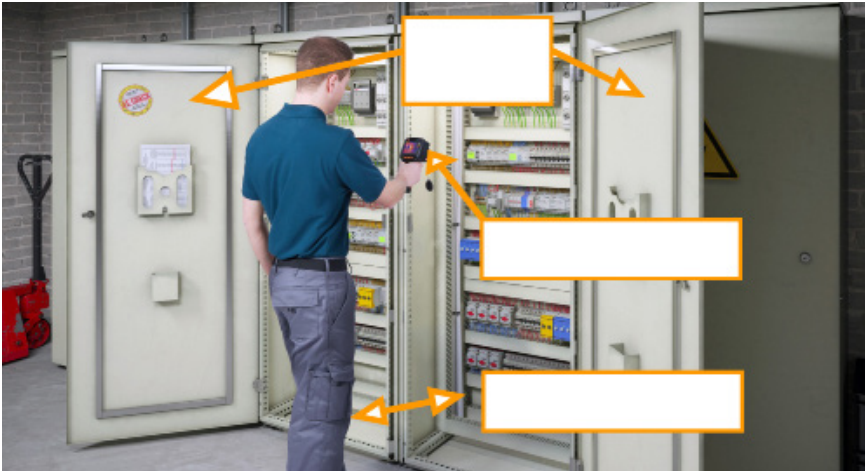
Pens ampermetre aracılığıyla çalışma akımlarının ölçülmesini içeren bir elektrik tesisatının termografisi.



Hızlı denetimler için nelere dikkat edilmelidir?

Şalter kabinleri, sigorta kutuları, kablo kanalları vb. hızlı kontroller için aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Hızlı denetim sırasında güvenlik mesafeleri her zaman dikkate alınmalıdır.
- Dolapları veya kapakları dikkatlice açın veya çıkarın. Açılmazlarsa güç kullanmayınız ve sallamayınız.
- Elektrikli ekipman, gerekirse akım ölçümü ile bağlantılı olarak her zaman termografik ve görsel olarak incelenmelidir.
- Ölçüm ayrıca ağır kirlilik, kusurlu yalıtım vb. gibi termal olmayan anormallikleri de hesaba katmalıdır.
- Açılan elektrik dolapları veya çıkarılan kapaklar, IR ölçümünden sonra tekrar kapatılmalı veya yeniden takılmalıdır.
- Operasyonel güvenliği tehlikeye sokan herhangi bir anormallik derhal sorumlu kişilere bildirilmelidir.



Nitelikli bir elektriksel termografi ölçümü nasıl ilerlemelidir?

Nitelikli elektrik termografileri tarafından termografik ölçüm ve detaylı sistem muayenesi kapsamında aşağıdaki noktalara detaylı olarak uyulmalıdır:

- Termograf (bağımsız çalışan) ve tesis operatörü organizasyon prosedürünü belirler.
- Prensipte olarak, tesis operatörü denetim gerekliliklerini belirlemelidir, çünkü tesisi en iyi o bilir ve devam eden operasyon için hangi tesis bileşenlerinin gerekli olduğunu, hangi ekipmanın ne zaman çalışır durumda olduğunu ve erişilebilir olduğunu bilir.
- Uygun bir ölçüm tarihi belirlenirken çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır, örn. yılın zamanı (sıcaklık gelişimi), üretim döngüleri veya planlı tesis kapatmaları. İkincisi, gerekirse tespit edilen hataları gidermek için kullanılabilir.
- Yalnızca tesis operatörü veya güvenlik görevlisi tarafından verilen bir

güvenlik brifingi sonrasında denetime izin verilir ve ölçüm başlayabilir.

- Elektrik sistemlerindeki ölçümler sadece şirketten kalifiye bir elektrikçi eşliğinde yapılabilir. Uzman, gerekirse ölçüm tarihinden önce tüm kapakları çıkarır. Olası ön çalıştırmalarda, soğutmayı önlemek için şalter dolapları kapatılmalıdır.
- IR denetimi sırasında güvenlik mesafeleri her zaman dikkate alınmalıdır. Açılan elektrik dolapları veya çıkarılan kapaklar, IR ölçümünden sonra tekrar kapatılmalı veya tesisten sorumlu personel tarafından tekrar takılmalıdır.

Neler ve ne sıklıkla incelenmelidir?

- Bir elektriksel termografi testi, bir IR incelemesi ve görsel incelemeden oluşur. Bu nedenle, termal anormallikler, gerekirse mevcut bir ölçümle bağlantılı olarak, termal görüntü ve görsel görüntünün bir kombinasyonu ile her zaman belgelenmelidir.
- Termal anormallikler için değerlendirme kriterleri, müşteri ve yüklenici arasında önceden kararlaştırılmalı ve teklifte sabitlenmelidir.
- Paralel olarak, ağır kirlilik, hatalı yalıtım, açılmayan elektrik kabinleri, çıkarılmamış kapaklar, yüklenmemiş motor çıkışları vb. gibi termal olmayan anormalliklerin de kaydedilmesi gereken bir ölçüm günlüğü tutulmalıdır.
- Operasyonel güvenliği tehlikeye atan herhangi bir anormallik derhal sorumlu kişilere bildirilmeli ve yazılı

belgelerde vurgulanmalıdır (aşağıya bakınız). Dokümantasyon derhal hazırlanmalı ve müşteriye basılı veya PDF dosyası olarak teslim edilmelidir.

Elektrikli bileşenler ve bunların bağlantı elemanları, çoğunlukla termal anormalliklerin erken tespiti için duruma dayalı bakımın bir parçası olarak önleyici bir inceleme olarak, tüm voltaj seviyelerinde akım yükü altında termografik olarak incelenir. Minimum akım yükü, sistemin nominal yüküne bağlı olarak %30 olmalıdır ($IB \geq \%30 IN$). Olası tesisat hatalarını erken bir aşamada tespit etmek için yeni elektrik tesisatları tam çalışmaya başlamadan önce yük altında kontrol edilmelidir. Kamu binaları, ticari ve endüstriyel işletmelerdeki mevcut elektrik sistemleri düzenli olarak denetlenmelidir.

Mümkünse, öngörülen tekrar muayenesine ek olarak veya yıllık dönüşümlü olarak yıllık muayeneler önerilir. Sistemin yaşına, durumuna, mevcut yüküne veya önemine bağlı olarak daha kısa veya daha uzun aralıklar da uygun olabilir. Tüm ilgili tesis bileşenleri ve ekipmanları incelenir, örneğin:

- Bağlantı alanları
- Kontaklar
- Sıkıştırma ekipmanı
- Terminal şeritleri
- Transformatörlerin, konvertörlerin ve motorların bağlantı alanları ve yüzeyleri
- Güç kabloları ve kablo demetleri vb.

Mevcut elektrik tesisleri



Yıllık muayeneler

Yeni elektrik tesisleri



Tam çalışmaya başlamadan önce

Pratikte nelere dikkat etmelisiniz?

Elektriksel termografi esas olarak iki fiziksel etkiye dayanmaktadır: iletkenlerden geçen akımın ısı emisyonu (akım ısı) ve indüksiyon ısı:

- Elektrik akımı ısı: Bir dirençten geçen akım akışı, omik dağılıma neden olur. Bu, temas direnci ve mevcut yükün karesiyle orantılı bir ısınma ve sıcaklık artışına neden olur. Yetersiz iletken ve bağlantı kesitleri, yaşlanma ve yorulma, ezilmiş yalıtımlar veya aşınmış kaplamalar nedeniyle artan temas direnci oluşabilir.
- İndüksiyon ısı: Bu, örneğin bir elektromanyetik alternatif alan-daki girdap akımı kayıpları nedeniyle oluşabilen manyetik bileşenlerin ısınmasına dayanır.

Esas olarak tecrübe eksikliğinden dolayı uygulamada yanlış ölçümler ve yanlış yorumlamalar tekrar tekrar meydana gelmektedir. Örneğin, elektriksel termografide kullanılan malzemeler termografik olarak tamamen farklı şekillerde davranır: Seramik, plastik ve diğer yalıtkan malzemeler gibi iletken olmayan maddeler iyi IR yayıcılarıdır, bu nedenle bu iletken olmayan yüzeylerdeki sıcaklıklar iyi ölçülebilir.

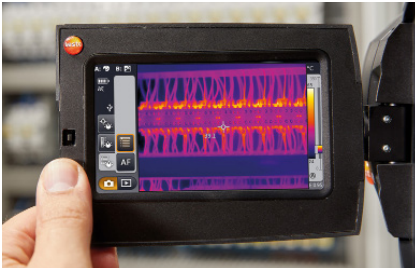
Buna karşılık, çıplak metaller, uygun hazırlık olmadan ölçülemez çünkü çevreleyen nesnelerden gelen ısı radyasyonu nesne yüzeyine yansır. Sonuç olarak, nesne sıcaklığı, çevreleyen nesnelerin sıcaklık yansımaları tarafından termal görüntüde üst üste bindirilir. Bu, arızaların gözden kaçırılmasına veya gerçekte olmadığı halde ısıtmanın arıza olarak yorumlanmasına neden olabilir. Bu nedenle deneyimli termograflar, sahada kanıtlanmış bir salım gücü ile ölçüm yapar. Çıplak, çok parlak yüzeylerde veya kontaklarda ölçüm yapılmaz.

Toz birikintileri de sorunludur, çünkü çıplak bileşenlerde daha yüksek ısı radyasyonu ile daha yüksek bir emisyonu yol açarlar. Cam, pleksiglas veya diğer şeffaf plastiklerden yapılmış güvenlik kapakları da doğru IR ölçümünü engeller. Göze karşı saydamdırlar, ancak termal kameraya karşı şeffaf değildirler, bu nedenle yalnızca kapağın yüzey sıcaklığını ölçersiniz. Mümkünse, kapaklar bu nedenle ölçümden önce çıkarılmalıdır.

Bir sistemin çalışma prensipleri, yükleri, çalışma sıcaklıkları veya kurulum durumları yeterince bilinmez ve yeterince dikkate alınmaz ise bu da yanlış ölçümlere ve yanlış yorumlara yol açabilir. Bu nedenle, bir tesisin işleyişi ve termal özellikleri ile olası arızalar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

Elektriksel termal görüntüler nasıl değerlendirilir?

Bir uzman tarafından değerlendirme, yorumlama ve belgeleme olmadan termal görüntüler yalnızca renkli resimlerdir ve bu nedenle değersizdir. Ölçüm sırasında bile, ölçülen nesne hakkında bir ilk izlenim elde etmek veya inandırıcılık kontrolleri için termal görüntüler önceden incelenmelidir. Bu ilk yerinde değerlendirme için, termografik kameralar, hem mevcut hem de saklanan termal görüntülerin önceden gözden geçirilmesine izin veren çeşitli özelliklere sahiptir. Bunlara sıcaklık ölçekleme, bir ölçüm noktası ve ölçüm alanı ekranı veya minimum/maks sıcaklığın konumu ve değeri dahildir.



Termal görüntüler kayıt sırasında zaten incelenmelidir.

Ölçümden sonra detaylı değerlendirme, teslimat kapsamına dahil olan analiz yazılımı ile ofiste veya hatta yerinde gerçekleşir. Termal görüntüleri PC monitöründe görüntüleyebilir, değiştirebilir, optimize edebilir, organize edebilir, analiz edebilir, görsel fotoğraflarla kontrast oluşturabilir veya üst üste bindirebilir ve bunları bir termografi raporunda derleyebilirsiniz.

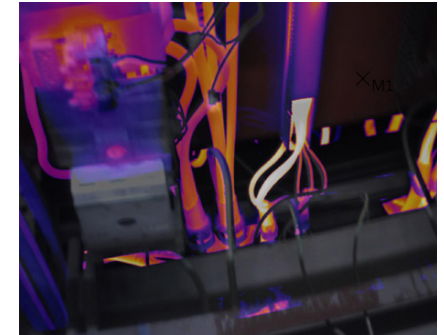
Değerlendirme yazılımı yardımıyla analiz yapılırken, sıcaklık değerlerinin seçilen görüntüleme formatının ölçüm görevi seti ile ilgili olarak net ve anlamlı olduğundan emin olunmalıdır. Değerlendirme net olmalı ve termal görüntü aşırı yüklenmemelidir. Kanıtlanmış sıcaklık kriterleri, ölçüm noktası ve ölçüm yüzeyidir. Buna karşılık histogramlar, sıcaklık profilleri veya izotermiler yalnızca özel değerlendirmeler için kullanışlıdır.

Termogramları değerlendirirken ve yorumlarken, incelenen ekipmanın ve tesis bileşenlerinin çalışma koşulları (akım yükü) her zaman dikkate alınmalıdır. Aynı şekilde, tespit edilen sıcaklıkların belirli ekipman ve tipler için tehlikeli, diğerleri için normal olabileceği unutulmamalıdır.

Fark edilebilir sıcaklık farkları, presipte mutlaka bir sorun olmak zorunda değildir; tersine, küçük sıcaklık farkları bile ciddi kusurları gösterebilir. Bu nedenle, yorumlamada elektroteknik uzmanlık ve deneyim, örneğin bileşenlerin ve bağlantıların eskimesi hakkında bilgi kadar önemlidir.



PC analiz yazılımı testo IRSof kullanılarak değerlendirme



Termal görüntü ve gerçek görüntünün üst üste bindirilmesi görüntü yönünü iyileştirebilir, bu nedenle termal görüntü ve gerçek görüntü kombinasyonları yararlıdır.

Termografi raporları neleri içermelidir?

Termografi raporları veya dokümantasyonu, örneğin onarım ve bakım önlemleri gibi optimal planlama için bir temel ve karar verme yardımı işlevi görür ve bu nedenle çok dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. İncelenen ekipmanın termal durumunun elektronik kaydı, termografi raporları şeklinde ölçüm sonuçlarının bilgisayar destekli işlenmesinin yanı sıra, operatör tarafından normal çalışma veya arıza durumunda kanıt veya kanıt olarak tutulacak belgelerin, dava durumunda süreç açısından güvenli ve yasal olarak güvenilir olmasını sağlamaya yardımcı olur. Profesyonel termografi raporları böylece daha fazla yasal kesinlik yaratır.

Tüm ölçüm sonuçları bir termografi raporunda sunulur ve özetlenir. Test raporu, ölçüm protokolü, kusur listeleri ve IR raporlarından oluşur. Bunlar, yüke bağlı sıcaklık değerlerinin bir değerlendirmesini içeren görüntü belgelerini içerir. Termografi raporları anlaşılır, makul ve eksiksiz olmalıdır. Termografi raporlarının temel verileri şunları içerir:

- Müşteri
- İncelenen nesneler
- Hedefler
- Termografinin ve ilgili kişilerin adı
- Test tarihi
- Kullanılan optiklerle uygulanan termal kamera sistemi
- Kullanılan herhangi bir ek ölçüm teknolojisi.

Değerlendirme bölümü, çekim yeri, çekim tarihi, çekim zamanı ve dosya adı da dahil olmak üzere, mümkün olduğunca aynı çekim açısına ait termal görüntüleri ve fotoğrafları içermelidir. Tespit edilen kusurlar veya sıcak noktalar, her bir sıcak noktanın farklı bir emisyon faktörüne sahip olabileceği akılda tutularak, termal görüntüde bir sıcaklık ölçüm noktasına sahip olmalıdır.

Diğer zorunlu içerikler, nesnenin (bina, salon, kontrol panosu, kontrol paneli, bileşen vb.) bir tanımını ve mümkünse, amper cinsinden ve/veya maksimum yükün yüzdesi olarak ölçüm anındaki yük durumunu içerir. Daha fazla bilgi, kusur yerinin mevcut sıcaklıklarını ve/veya kusur konumları arasındaki sıcaklık farklarını ve aynı yüklere sahip aynı,

termal olarak göze çarpmayan bileşenlerin yanı sıra bir kusur sınıflandırmasını içerir.

Ölçülen sıcaklık dağılımları ve sıcaklık gradyanları, yükün sürekli olup olmadığı, farklı ortam koşulları olup olmadığı veya kontrol kabininde paketleme yoğunluğunun ne kadar yüksek olduğu gibi çeşitli yönler altında "termal anormallik" terimi için kontrol edilmelidir. Bu nedenle, müşteri ile bireysel anlaşmalar yapılmalıdır.

Özellikle aynı tesisatların tekrar eden ölçümleri durumunda, termal görüntülerin ataması çok dikkatli yapılmalıdır. Buradaki destek, bir Testo teknolojisi tarafından sağlanmaktadır: testo SiteRecognition teknolojisi, bir inceleme turundan sonra termal görüntülerin depolanması ve yönetilmesinin yanı sıra ölçüm konumunun tam otomatik olarak tanınmasını sağlar. Bu,

- karışıklıkları ortadan kaldırır
- değerlendirme hatalarını önler

- PC'de manuel görüntü atama ihtiyacını ortadan kaldırarak zamandan tasarruf sağlar.



Ölçüm nesnelerinin tekrarlanan termal görüntülemesi için SiteRecognition teknolojisi, ölçüm konumlarının anında tanınmasını sağlar.



Dahil edilen değerlendirme yazılımı ile termal görüntüler, anlamlı ve makul bir termografi raporunda derlenir.

Elektriksel termografinin sınırları nelerdir?

Elektriksel termografinin teknik ve sistem sınırlamaları vardır. Örneğin, çok düşük akım yüküne sahip sistemlerin termografik muayenesi, arızalar zor tespit edildiğinden kullanışlı değildir. Test sırasında elektrik akımı, mümkün olan maksimum akıma göre çok düşükse, termografik incelemeler yapılamaz ve sonuçlar değerlendirilemez. Bu nedenle nominal yüke göre minimum yüzde 30 yük olmalıdır. Ayrıca, arızalı ekipmanın mutlaka sürekli olarak daha yüksek sıcaklıklara neden olmadığı ve sadece yüksek yüklerde tehlikeli bir durum meydana gelebileceği her zaman dikkate alınmalıdır.

Bir ekipman parçasındaki kusurlar ayrıca, içeride meydana gelen ısınma muhafazanın yüzeyine aktarıldığında, sadece dışarıdan termografik olarak tespit edilir. Benzer şekilde, kapsüllü sistemler ve temas tehlikesi koruma kapaklı sistemler hiç incelenemez veya çok fazla çaba sarf edilerek incelenemez.

Ekipmanın kirlenmesinden kaynaklanan arızalar, ancak kirlilik derecesi veya aşırı voltaj yüklemeleri nedeniyle tehlikeli kaçak akımlar meydana gelirse tehlikeli hale gelebilir.

Termografik muayene ile bu kusur zamanında tespit edilemeyebilir. Bu örnekler, elektriksel termografinin elektrik tesisatlarının güvenliğini artırmanın etkili bir yolu olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Ancak, hem olasılıklar hem de fiziksel-teknik sınırlamalar her zaman dikkate alınmalıdır.

Sonuç: Periyodik kontrol için ideal tamamlayıcı

Termografi, elektrik endüstrisinde zaman kazandıran, ekonomik ve modern bir ölçüm yöntemi olarak kendini kanıtlamıştır. Bununla birlikte, elektrik sistemlerinin tekrar eden görsel muayenesi, fonksiyon testleri, akım ölçümü vb. yerine geçmez, ancak faydalı bir ilavedir.

Ayrıca, termal görüntüler her zaman yalnızca bir anlık görüntüyü temsil eder. Bu nedenle, hataların tespit edilmesinin istatistiksel kesinliğini ek olarak artırabileceğinden, termografik incelemelerin düzenli aralıklarla yapılması tavsiye edilir.

Testo termal kameralar

	testo 883	testo 890
		
İnfrared çözünürlük	320 x 240 piksel	640 x 480 piksel
Termal duyarlılık	< 40 mK	< 40 mK +30 °C'de
Geometrik çözünürlük	Standart lens: 1.7 mrad Telefoto lens: 0.7 mrad	Standart lens: 1.13 mrad Telefoto lens: 0.42 mrad Süper-telefoto lens: 0.18 mrad

Literatür/Kaynaklar*

- [14] Marx, H.: Thermografische Inspektion von Elektroschaltanlagen – Sicherheit durch Erfahrung, Ingenieurbüro Hagen Marx, Andernach
- [15] Krüll, S: Hochspannungsanlagen durch Infrarot-Thermografie optimal untersuchen, VATH, Nürnberg
- [16] Krüll, S: Nieder- und Mittelspannungsanlagen durch Infrarot-Thermografie richtig untersuchen, VATH, Nürnberg
- [17] Krüll, S: Hochspannungsanlagen durch Infrarot-Thermografie optimal untersuchen, VATH, Nürnberg
- [18] Schmolke, H.: Nutzen und Grenzen der Thermografie, from: Elektropraktiker Für die Praxis 59 (2005), Huss Medien, Berlin
- [19] Zahorzki, F: Elektrothermografie – objektive Fehlererkennung für jedermann?, from: S+S-Report 4/2006, VdS-Verlag, Köln
- [20] Zahorzki, F: Zustandsdiagnose als Anleitung zum Handeln. Thermografie als Werkzeug zur Umsetzung moderner Instandhaltungsstrategien, from: Instandhaltung 7/2006, Verlag Moderne Industrie, Landsberg
- [21] Testo (Publ.): Practical guidebook "Thermography in preventive maintenance", Testo AG, self-published, Lenzkirch, 2014, Download: www.testo.de/media/medien_deutschland/download/broschueren/praxisratgeber-instandhaltung-2014-07.pdf
- [22] Testo (Publ.): Pixel number is a quality criterion - Information for choosing a suitable thermal imaging camera, Testo AG, self-published, Lenzkirch, Download: <https://media.testo.com/media/f9/99/094362eeb32f/Whitepaper-Pixelzahl-Qualitätskriterium.pdf>
- [23] Testo (Publ.): Practical Guide Thermography for Photovoltaic Systems, Testo AG, self-published, Lenzkirch, 2015, Download: <https://media.testo.com/media/69/da/eea8d60db98c/praxisratgeber-photovoltaik-2015.pdf>

Yönetmelikler/kaynaklar

- [1] CFPA-E®-Guidelines, Guideline No3:2003, Certification of thermographers, 2003-08, Zürich
- [2] DIN EN 16714: Zerstörungsfreie Prüfung - Thermografische Prüfung, 2016-11, Beuth, Berlin
- [3] DIN EN ISO 9712: Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal für die zerstörungsfreie Prüfung, 2021-02, Beuth, Berlin
- [4] DIN 54191: Zerstörungsfreie Prüfung - Thermografische Prüfung von elektrischen Anlagen, 2017-10, Beuth, Berlin
- [5] DIN VDE 0105-100: Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen, 2015-10, Beuth, Berlin
- [6] DIN VDE 1000-10 Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen, 2021-06, Beuth, Berlin
- [7] VdS 2228: Richtlinien zur Anerkennung von Sachverständigen zum Prüfen elektrischer Anlagen, 2021-07, Verlag VdS Schadenverhütung, Köln
- [8] VdS 2851: Berührungslose Temperaturmessung (Thermografie) Hinweise für die Praxis, 2021-02, Verlag VdS Schadenverhütung, Köln
- [9] VdS 2858: Thermografie in elektrischen Anlagen, ein Beitrag zur Schadenverhütung und Betriebssicherheit, 2017-11, Verlag VdS Schadenverhütung, Köln
- [10] VdS 2859: VdS-Anerkennung von Sachverständigen für Elektrothermografie (Elektrothermografen); Verfahrensrichtlinien, 2019-05, Verlag VdS Schadenverhütung, Köln
- [11] VdS 2871: Prüfrichtlinien nach Klausel SK 3602, Hinweise für den anerkannten Elektrosachverständigen, 2020-03, Verlag VdS Schadenverhütung, Köln
- [12] VDI 2878:
Blatt 2 Anwendung der Thermografie zur Diagnose in der Instandhaltung - Elektroanlagen, 2015-05, Beuth, Berlin
Blatt 4 Anwendung der Thermografie zur Diagnose in der Instandhaltung - Gerätetechnik, 2016-05, Beuth, Berlin
- [13] SK 3602 (Feuerschutzklausel): Klauseln für die Feuerversicherung, SK 3602 Elektrische Anlagen, 2010, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin
- [14] DGUV Vorschrift 3 (BGV A 3): Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Unfallverhütungsvorschrift, 1997, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin
- [15] VATH-Richtlinie Elektrothermografie, Teil A: Hochspannung. Elektrothermografie zur Planung, Durchführung und Dokumentation infrarot-thermografischer Messungen an elektrischen Anlagen und Bauteilen in Hochspannungsanlagen > 1kV, 2016-02, Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V., Nürnberg
- [16] VATH-Richtlinie Elektrothermografie, Teil B: Niederspannung. Elektrothermografie zur Planung, Durchführung und Dokumentation infrarot-thermografischer Messungen an elektrischen Anlagen und Bauteilen ≤ 1kV, 2018-09, Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V., Nürnberg

* Tamlik iddiası olmaksızın seçim

Testo SE & Co. KG

Merkezi Almanya, Black Forest'taki Titisee'de bulunan Testo, portatif ve sabit ölçüm çözümleri alanında dünya pazar lideridir. Dünya çapında 37 bağlı şirkette, yüksek teknoloji şirketi için araştırma, geliştirme, üretim ve pazarlamada yaklaşık 3400 kişi çalışıyor. Tüm dünyadaki müşteriler, ölçüm teknolojisi uzmanının yüksek hassasiyetli ölçüm cihazlarından ve geleceğin ölçüm verileri yönetimi için yenilikçi çözümlerinden etkileniyor. Testo ürünleri zamandan ve kaynaklardan tasarruf edilmesine, çevre ve insan sağlığının korunmasına ve ürün ve hizmetlerin kalitesinin artırılmasına yardımcı olur.

Şirketin 1957'deki kuruluşundan bu yana yıllık ortalama %10'un üzerinde büyüme ve mevcut 400 milyon Euro'luk ciro, Black Forest ve yüksek teknoloji sistemlerinin mükemmel bir şekilde birlikte çalıştığını etkileyici bir şekilde gösteriyor. Şirketin geleceğine yapılan ortalamanın üzerinde yatırımlar da Testo'nun başarı reçetesinin bir parçasıdır. Testo, yıllık küresel ciro-sunun yaklaşık onda birini Araştırma ve Geliştirmeye yatırıyor.

Detaylı bilgi:
www.testo.com.tr



Titisee-Neustadt/Almanya'daki Testo merkezi.



Lenzkirch/Almanya'daki Testo binası.

Testo Türkiye
Fulya Mah. Vefa Deresi Sok. Gayrettepe İş Mrk.
C Blok No.5 D:2-3-4-5 Şişli/İstanbul
0212 217 01 55
infotesto@testo.com.tr

www.testo.com.tr