

A4. Yüksek verimli / düşük kayıplı transformatörler

Yüksek verimli ve düşük kayıplı transformatörler için test standartları

Bu ürün grubunda ana standart yine ürün tipine göre seçilir. Güç transformatörü karakterindeki ürünlerde IEC/EN 60076-1 ana çatı standardıdır; IEC 60076-1 üç fazlı ve tek fazlı güç transformatörlerini kapsar. Kuru tip güç transformatörü karakterindeki ürünlerde IEC/EN 60076-11 kullanılır; ancak IEC 60076-11'in kapsamı, en az bir sargısı 1,1 kV üzerinde çalışan kuru tip güç transformatörleri içindir, bu nedenle tamamen AG/AG ürünlerde müşteri şartnamesiyle birlikte değerlendirilmelidir. Enerji verimliliği beyanı ve verim indeksi için IEC TS 60076-20 destekleyici referanstır; bu teknik şartname IEC 60076-1 kapsamındaki transformatörler için enerji verimliliği indeksi ve enerji performansı değerlendirme yöntemleri önerir.

1. Rutin Testler

Bu bölüm, yüksek verimli / düşük kayıplı ürünlerde kayıp, verim, empedans, regülasyon ve garanti değerlerinin üretim sonrası doğrulanması için önerilen temel test başlıklarını özetler.

1

Temel transformatör rutin testleri

Ana standart

IEC/EN 60076-1; kuru tip güç karakterinde IEC/EN 60076-11; AG güvenlik tipi ürünlerde IEC/EN 61558-1

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1, IEC 60076-11 veya IEC 61558-1'e göre rutin test akışı

Yüksek verimli ürün için not

Sargı direnci, oran, bağlantı grubu/faz kontrolü, izolasyon direnci, dielektrik dayanım, endüklenen gerilim, boшта/yükte ölçümler ve görsel-mekanik kontroller temel FAT kapsamına alınmalı. OMSAN FAT prosedüründe bu adımlar sargı direnci, TTR, izolasyon, hipot, endüklenen gerilim, boшта kayıp, yük kaybı ve çıkış kontrolü olarak listelenmiş.

2

Boшта kayıp ölçümü - P0

Ana standart

IEC/EN 60076-1; enerji performansı için IEC TS 60076-20

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1 boшта kayıp ölçüm metodu; belirsizlik için IEC 60076-19-1

Yüksek verimli ürün için not

Yüksek verimli trafoda en kritik satış ve garanti parametrelerinden biridir. Çekirdek kaybı garanti değeriyle karşılaştırılmalı. Ölçüm cihazı sınıfı, kalibrasyon tarihi ve ölçüm belirsizliği raporda yer almalı. IEC 60076-19-1, rutin testlerde boшта ve yük kaybı ölçümlerini etkileyen belirsizliğin değerlendirilmesi için prosedürleri tanımlar.

3**Boşta akım ölçümü - I0****Ana standart**

IEC/EN 60076-1; kuru tipte IEC/EN 60076-11

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1 boşta çalışma testi

Yüksek verimli ürün için not

Nominal gerilimde ölçülür. Gerektiğinde %90 / %100 / %110 gerilim noktalarında ölçüm yapılması, nüve doyum eğilimini ve düşük kayıplı sac davranışını göstermesi açısından güçlü olur. OMSAN teknik sözlüğünde nüve doyumunda mıknatıslanma akımının hızla yükseldiği ve ısınmanın arttığı belirtilmiştir.

4**Boşta kayıp garanti karşılaştırması****Ana standart**

IEC/EN 60076-1; IEC TS 60076-20; müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Ölçülen P0 değerinin teklif/proje garanti tablosuyla karşılaştırılması

Yüksek verimli ürün için not

Rutin raporda "Garanti P0 / Ölçülen P0 / Sapma % / Uygun-Uygun değil" sütunları açılması önerilir. Düşük kayıplı ürünlerde sadece ölçüm değil, garanti karşılaştırması da satış açısından önemlidir.

5**Yük kaybı ölçümü - Pk / Pcu****Ana standart**

IEC/EN 60076-1; kuru tipte IEC/EN 60076-11

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1 kısa devre testi; belirsizlik için IEC 60076-19-1

Yüksek verimli ürün için not

Yük kaybı nominal akımda veya standardın izin verdiği ölçüm koşulunda alınır ve referans sıcaklığa düzeltilerek raporlanır. OMSAN teknik sözlüğünde yük kayıplarının bakır kayıpları ve ilave saçılma kayıplarının toplamı olduğu, yük arttıkça yaklaşık akımın karesiyle yükseldiği belirtiliyor.

6**Yük kaybı referans sıcaklık düzeltmesi****Ana standart**

IEC/EN 60076-1; kuru tipte IEC/EN 60076-11

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1 sıcaklık düzeltme kuralları; ölçüm belirsizliği için IEC 60076-19-1

Yüksek verimli ürün için not

Rapor sadece "ölçülen anlık kayıp" değil, referans sıcaklığa düzeltilmiş yük kaybı içermeli. Bu, farklı test ortamlarında karşılaştırılabilirlik sağlar.

7

Kısa devre empedansı - Uk% / Z%**Ana standart**

IEC/EN 60076-1

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-1 kısa devre empedansı ölçümü

Yüksek verimli ürün için not

Verim doğrudan kayıplarla ilgilidir; ancak Z% de gerilim düşümü, kısa devre akımı ve paralel çalışma açısından kritik parametredir. OMSAN teknik sözlüğünde empedans geriliminin kısa devre akımını sınırladığı ve paralel trafo seçiminde temel kriter olduğu belirtiliyor.

8

Verim hesap doğrulaması**Ana standart**

IEC TS 60076-20; IEC/EN 60076-1

Yapılış / metot standardı

Ölçülen P0, Pk, yük oranı ve güç faktöründen hesap

Yüksek verimli ürün için not

%25, %50, %75 ve %100 yük noktalarında hesaplanan verim rapora eklenebilir. IEC TS 60076-20, IEC 60076-1 kapsamındaki trafolar için enerji verimliliği indeksi ve enerji performansı değerlendirme yöntemleri önerir. OMSAN teknik sözlüğünde verimin çıkış gücünün giriş gücüne oranı olduğu ve verim optimizasyonunda boşa kayıp, yük kaybı, soğutma performansı ve çalışma profilinin birlikte değerlendirildiği belirtilmiştir.

9

Düşük yükte verim hesap doğrulaması**Ana standart**

IEC TS 60076-20; müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Kayıp ayrıştırması üzerinden hesap

Yüksek verimli ürün için not

Düşük yükte yüksek verim iddiası varsa özellikle %25 ve %50 yük noktaları raporda görünmeli. Çünkü düşük yükte toplam kayıp içinde boşa kaybın etkisi büyür.

10

Gerilim regülasyonu hesap doğrulaması**Ana standart**

IEC/EN 60076-1

Yapılış / metot standardı

Ölçülen empedans, yük kaybı, direnç/reaktans bileşenleri ve güç faktörü üzerinden hesap

Yüksek verimli ürün için not

Gerilim regülasyonu, boşa ve yükte çıkış gerilimi arasındaki değişim oranıdır; düşük regülasyon daha kararlı yük gerilimi sağlar. Rapor satırı olarak "cosφ 1,0 / 0,8 için hesaplanan regülasyon" eklenebilir.

11**Ölçüm cihazı kalibrasyon kontrolü****Ana standart**

ISO 9001:2015 kalite sistemi; IEC 60076-19-1 destekleyici Kalibrasyon sertifikası, cihaz sınıfı, ölçüm zinciri belirsizlik kontrolü

Yapılış / metot standardı**Yüksek verimli ürün için not**

Yüksek verimli ürünlerde kayıp farkları küçük olduğundan güç analizörü, akım trafosu, gerilim trafosu/probu ve bağlantı kabloları ölçüm belirsizliğine ciddi etki eder. IEC 60076-19-1 özellikle kayıp ölçüm belirsizliği için kullanılmalıdır.

12**Frekans ve gerilim doğruluğu kontrolü****Ana standart**

IEC/EN 60076-1

Yapılış / metot standardı

Test kaynağı gerilim/frekans doğrulaması

Yüksek verimli ürün için not

Boşta kayıp gerilim ve frekansa duyarlıdır. Bu nedenle P0 testi sırasında uygulanan gerilim, frekans ve dalga şekli raporda belirtilmeli.

13**Etiket / garanti değerleri kontrolü****Ana standart**

IEC/EN 60076-1; enerji verimliliği beyanı için IEC TS 60076-20; müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Etiket, teknik föy ve test raporu çapraz kontrolü

Yüksek verimli ürün için not

Güç, gerilim, frekans, bağlantı grubu, soğutma, izolasyon sınıfı, P0, Pk, Uk%, verim veya enerji performans beyanı varsa aynı değerler teklif, etiket ve raporda tutarlı olmalı.

2. Opsiyonel / Özel Testler

Bu testler, müşteri şartnamesi, enerji verimliliği beyanı, kullanım ortamı, akustik hassasiyet veya özel performans garantisi bulunan projelerde önerilebilir.

1

Sıcaklık artış testi

Ana standart

Kuru tip güç trafolarında IEC/EN 60076-11; yağlı trafolarında IEC/EN 60076-2; AG güvenlik tipi ürünlerde IEC/EN 61558-1

Yapılış / metot standardı

İlgili ürün standardındaki sıcaklık artış test yöntemi

Ne zaman önerilir?

Düşük kayıplı tasarımın termal avantajını göstermek için çok güçlü bir testtir. IEC 60076-2 sıcaklık artış limitlerini ve sıcaklık artış test yöntemlerini yağlı trafolar için tanımlar ; kuru tip güç trafolarında IEC 60076-11 dikkate alınmalıdır.

2

Verim doğrulama testi / üçüncü taraf verim testi

Ana standart

IEC TS 60076-20; IEC/EN 60076-1; müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Akredite laboratuvar ölçümü, kayıp ölçüm belirsizliği IEC 60076-19-1

Ne zaman önerilir?

Kamu ihaleleri, enerji verimliliği garantisi, büyük adetli projeler veya performans cezası/bonus içeren sözleşmelerde önerilir.

3

Ses seviyesi testi

Ana standart

IEC/EN 60076-10

Yapılış / metot standardı

IEC 60076-10; uygulama kılavuzu olarak IEC 60076-10-1

Ne zaman önerilir?

Düşük kayıplı nüve tasarımında akı yoğunluğu ve sac kalitesi ses davranışını etkiler. IEC 60076-10, transformatör ve reaktörlerde ses basıncı/ses şiddeti yöntemleriyle ses gücü seviyesinin belirlenmesini tanımlar.

4

Enerji verimliliği mevzuatı uygunluk kontrolü

Ana standart

AB pazarı için Komisyon Regülasyonu EU 548/2014 ve tadili EU 2019/1783; teknik değerlendirme için IEC TS 60076-20

Yapılış / metot standardı

Mevzuat limit tablosuna göre P0, Pk, PEI veya minimum verim karşılaştırması

Ne zaman önerilir?

AB/CE pazarı, kamu ihalesi veya müşteri şartnamesi enerji verimliliği limiti içeriyorsa uygulanır. EU 2019/1783, ürün düzenlemesi amacıyla transformatörlerde minimum verim veya maksimum kayıp değerleri kullanımını esas alır.

5

Termal kamera ile sıcak nokta kontrolü**Ana standart**

IEC/EN 60076-11 veya IEC/EN 61558-1 termal performans yaklaşımı; termografi için IEC/TS 62478 yardımcı referans olabilir

Yapılış / metot standardı

Yük altında kararlı durumda IR termografi; üretici prosedürü

Ne zaman önerilir?

Rutin test yerine özel kontrol olarak önerilir. Terminal, bara, kademe bağlantısı, nüve sıkma noktaları ve sargı yüzeylerinde lokal ısınma aranır. OMSAN teknik sözlüğünde sıcak noktanın yalıtım ömrünü belirleyen kritik bölge olduğu belirtilmiştir.

6

Harmonik yük altında kayıp/ısınma değerlendirilmesi**Ana standart**

IEC/EN 60076-1; dönüştürücü trafolar için IEC 61378-1; K-faktör/müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Harmonik spektrumla yükleme veya hesap destekli doğrulama

Ne zaman önerilir?

Düşük kayıplı ürün inverter, UPS, sürücü veya doğrusal olmayan yük besliyorsa önerilir. OMSAN teknik sözlüğünde harmoniklerin sargı kayıplarını artırabileceği ve ek ısınmaya neden olabileceği belirtilmiştir.

7

Uzun süreli yük profili / yaşam döngüsü kayıp analizi**Ana standart**

IEC TS 60076-20; müşteri şartnamesi

Yapılış / metot standardı

Yıllık çalışma saati, yük profili, P0/Pk ve enerji birim fiyatıyla TCO hesabı

Ne zaman önerilir?

Satış dokümanında düşük karbon emisyonu ve işletme maliyeti avantajını göstermek için çok faydalı. EU 2019/1783 gerekçesinde transformatör tasarımlarını optimize etmek için boşa ve yük kayıplarının sermayelendirilmesinin yaygın bir yöntem olduğu belirtilir.

3. Rapor Formatı İçin Önerilen Ek Satırlar

Yüksek verimli / düşük kayıplı ürünlerde klasik rutin rapora şu satırları eklemeniz satış açısından çok iyi olur:

1**P0 garanti / ölçülen**

Garanti boşta kayıp, ölçülen boşta kayıp, sapma %, uygunluk

2**I0 nominal gerilimde**

Nominal gerilimde boşta akım; opsiyonel %90 / %100 / %110 noktaları

3**Pk garanti / ölçülen / düzeltilmiş**

Ölçülen yük kaybı, ölçüm sıcaklığı, referans sıcaklığa düzeltilmiş Pk

4**Uk%**

Ölçülen kısa devre empedansı ve tolerans kontrolü

5**Hesaplanan verim**

%25, %50, %75, %100 yükte; tercihen $\cos\phi$ 1,0 ve/veya 0,8

6**Gerilim regülasyonu**

Ölçülen empedans ve kayıplardan hesaplanan regülasyon

7**Ölçüm cihazları**

Güç analizörü, akım/gerilim ölçüm ekipmanları, kalibrasyon tarihi

8**Enerji/verim beyanı**

IEC TS 60076-20 veya müşteri şartnamesine göre uygunluk notu