

E1. GES / solar inverter trafoları ve reaktörleri

Standart Yaklaşımı

Transformatör kısmı: IEC/EN 60076-1, kuru tip güç trafosu kapsamı uygunsa IEC/EN 60076-11, AG izolasyon/güvenlik tipi ürünlerde IEC/EN 61558 ailesi. IEC 60076-1, tek fazlı ve üç fazlı güç transformatörleri için genel standardı verir.

Reaktör / şok / filtre reaktörü kısmı: IEC/EN 60076-6. Bu standart şönt, seri, filtre/tuning, motor starting ve smoothing reaktörler dahil birçok reaktör tipini kapsar.

İnverter/sürücü sistemiyle birlikte doğrulama: IEC 61800-3 EMC gerekleri ve test metotları; IEC 61800-5-1 güç elektroniği güvenliği için yardımcı alınır. IEC 61800-3, AC/DC motor sürücüleri ve elektronik dönüştürücü içeren güç sürücü sistemleri için EMC gereklerini kapsar.

THD / harmonik / güç kalitesi ölçümü: IEC 61000-4-7 harmonik ve ara harmonik ölçümleri için, IEC 61000-4-30 güç kalitesi ölçüm yöntemi için kullanılır. IEC 61000-4-7, 50/60 Hz sistemlerde temel frekans üzerine binen spektral bileşenlerin ölçüm yöntemini ve cihaz gerekliliklerini tanımlar.

Dış ortam / çevresel koşullar: IP için IEC/EN 60529, nem ve sıcaklık çevrimleri için IEC 60068 serisi, pano/kabin için IEC/EN 61439 ailesi yardımcı alınır.

1. Ek Rutin / Özel Test Önerileri

1

İnverter çıkışına uygun frekans / harmonik kontrolü

Ana standart	Trafo için IEC/EN 60076-1; reaktör için IEC/EN 60076-6; sistem ölçümü için IEC 61000-4-7 / IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	Güç analizörü ile THDi, THDv, bireysel harmonikler, RMS akım, RMS gerilim ve frekans ölçümü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Solar inverter çıkışı klasik sinüzoidal yük gibi düşünülmemeli. OMSAN dokümanında PV/rüzgar inverterlerinde THDi %30-60, yüksek dv/dt ve yüksek RMS akım seviyelerinden bahsediliyor. Bu nedenle sadece 50 Hz nominal test değil, harmonik spektrum da değerlendirilmelidir.

2

Harmonik spektrum tasarım doğrulaması

Ana standart	IEC 61000-4-7; trafo hesap tarafında IEC/EN 60076-1; K-faktör yaklaşımı için IEEE C57.110 yardımcı olabilir
Yapılış / metot standardı	Saha/inverter harmonik raporu üzerinden ek kayıp, RMS akım, eddy/stray loss ve sıcaklık etkisi hesabı
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Trafo tarafında yalnız THDi yüzdesi değil, harmonik dağılımı da önemlidir. OMSAN dokümanında inverter harmoniklerinin üst frekans bileşenleri nedeniyle sargılarda ek eddy current ve stray loss oluşturduğu, bu durumun sıcaklık artışı ve izolasyon zorlanmasını artırdığı belirtiliyor.

3

Sıcaklık artış testi - kapalı pano / saha şartı için

Ana standart	Trafo için IEC/EN 60076-11 veya IEC/EN 61558-1; reaktör için IEC/EN 60076-6; pano için IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Nominal RMS akımda veya gerçek inverter/PWM/harmonik yük profiline yakın koşulda kararlı sıcaklık ölçümü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES sahasında yüksek ortam sıcaklığı, kapalı inverter kabini, düşük hava sirkülasyonu ve harmonik akımlar birlikte değerlendirilmelidir. OMSAN yenilenebilir enerji dokümanında termal modelleme, hot-spot analizi, soğutma kanalları ve harmonik kaynaklı ek ısınma özellikle vurgulanıyor.

4

dv/dt testi - inverter çıkışı / sürücü tipi uygulama varsa

Ana standart	Sistem için IEC 61800-3 ve IEC 61800-5-1; reaktör/filtre için IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Osiloskop ve uygun yüksek gerilim diferansiyel prob ile inverter çıkışı, trafo girişi/çıkışı veya filtre sonrası noktada dv/dt ve pik gerilim ölçümü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Solar inverter çıkışında PWM karakteri varsa izolasyon sistemi ve kablolar yüksek gerilim cephelerinden etkilenir. Sinüs filtre test planında da dv/dt ölçümünün sürücü çıkışı ve motor ucu gibi noktalarda osiloskopa yapılması öneriliyor; GES inverter tarafında aynı mantık inverter-trafo-filtre arayüzüne uyarlanmalıdır.

5

IP testi - dış ortam kabinleri için

Ana standart	IEC/EN 60529
Yapılış / metot standardı	IP koduna göre toz, su ve tehlikeli bölümlere erişim testi
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Dış ortam kabinlerinde IP23, IP44, IP54, IP55 gibi beyan varsa uygulanmalıdır. GES sahasında toz, yağmur, güneş, rüzgar ve bakım erişimi dikkate alınmalıdır.

6

Nem ve sıcaklık çevrim testi

Ana standart	IEC 60068-2-30 veya IEC 60068-2-78; dış ortam depolama/taşıma için IEC 60068 serisi
Yapılış / metot standardı	Nem-sıcaklık çevrimi veya sabit nem testi sonrası izolasyon direnci ve dielektrik dayanım tekrarı
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES sahalarında gündüz/gece sıcaklık farkı, yoğunlaşma ve nem izolasyon yaşlanmasını hızlandırabilir. Test sonrası özellikle sargı-gövde, faz-faz, ekran-gövde izolasyon direnci ve hipot kontrolü yapılmalıdır.

7

Topraklama ve ekran sürekliliği

Ana standart	IEC/EN 60076-1, IEC/EN 60076-6; pano/kabin için IEC/EN 61439-1; makine/pano uygulaması için IEC 60204-1 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Düşük direnç süreklilik ölçümü, bağlantı şeması ve terminal doğrulaması
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES inverter sistemlerinde ortak mod gürültü, kaçak akım, EMC ve personel güvenliği için PE ve ekran sürekliliği kritik olur. Trafo ekranı, reaktör ekranı, kabin gövdesi, kapak, montaj plakası ve PE barası ayrı kontrol edilmelidir.

8

THD performans testi - filtreli sistemlerde

Ana standart	IEC 61000-4-7; IEC 61000-4-30; sinüs/LCL filtre sisteminde IEC 61800-3 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Filtre devrede/devre dışı THDi, THDv ve bireysel harmoniklerin karşılaştırılması
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Sinüs filtrelerde THDv, dv/dt, motor ucu pik gerilim ve dalga formu gibi performans satırlarının rapora eklenmesi öneriliyor; GES sisteminde bu, inverter çıkışı / trafo çıkışı / şebekeye bağlantı noktasındaki THD ölçümü olarak uygulanabilir.

9

Yüksek ortam sıcaklığına göre derating kontrolü

Ana standart	Trafo için IEC/EN 60076-1 / 60076-11; reaktör için IEC/EN 60076-6; pano için IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Tasarım sıcaklığı, ortam sıcaklığı, yük profili ve soğutma koşuluna göre akım/güç düşürme hesabı
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES sahasında 40°C üzeri ortam ve güneş altında kabin içi sıcaklık çok önemlidir. OMSAN dokümanında reaktörlerde termal yük ve akım yoğunluğu hesapları; trafolarda hot-spot ve soğutma kanalı kontrolü özellikle tasarım girdisi olarak verilmiştir.

10

Reaktör endüktans / reaktans doğrulaması

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	LCR metre veya AC test düzeneği ile her faz L ölçümü; nominal akım/frekans koşulunda %X veya Z% hesabı
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES inverter reaktörlerinde gerekli endüktansın sistem analiziyle belirlenmesi gerekir. OMSAN dokümanında LV reaktörler için %3-5 reaktans aralığında optimum seçim, doyum kontrolü, harmonik frekanslara göre kayıp ve LCL rezonans riski belirtilmiştir.

11

DC bias / DC link şok kontrolü - DC reaktör varsa

Ana standart	IEC/EN 60076-6; sistem için IEC 61800-5-1 yardımcı
Yapılış / metot standardı	DC bias altında endüktans ölçümü; 0 A, nominal DC akım ve gerekirse 1,2-1,5 In noktalarında L-I kontrolü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	DC link reaktörü veya DC şok kullanılıyorsa 0 A'daki endüktans tek başına yeterli değildir. OMSAN yenilenebilir enerji dokümanında DC reaktörlerde DC bias etkisinin ayrıca değerlendirilmesi gerektiği belirtiliyor.

12

LCL / LC rezonans kontrolü - filtreli inverter sistemlerinde

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC 61800-3 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Ölçülen L ve C üzerinden rezonans/kesme frekansı hesabı; gerekirse frekans cevabı veya sistem testi
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES inverterlerinde LCL filtre kullanılıyorsa rezonans riski özel olarak kontrol edilmeli. OMSAN dokümanında LCL filtrelerde rezonans riski tasarımda dikkat edilmesi gereken başlık olarak geçiyor.

13

Kayıp ölçümü ve ek kayıp değerlendirmesi

Ana standart	Trafo için IEC/EN 60076-1; reaktör için IEC/EN 60076-6; ölçüm belirsizliği için IEC 60076-19-1 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Boşta/yükte kayıp, DC dirençten I^2R kaybı, harmonik frekanslara göre ek kayıp hesabı
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	İnverter kaynaklı harmonikler trafoda eddy/stray kayıpları; reaktörde bakır, nüve ve dağılım kayıplarını artırabilir. Bu nedenle raporda sadece nominal 50 Hz kayıp değil, mümkünse harmonik yük etkisi de belirtilmelidir.

14

İzolasyon sistemi / kısmi deşarj kontrolü - özel tasarımda

Ana standart	IEC/EN 60076-3, IEC/EN 60076-11; kısmi deşarj için IEC 60270
Yapılış / metot standardı	İzolasyon direnci, uygulanan gerilim, endüklenen gerilim ve özel projede kısmi deşarj ölçümü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	GES inverter trafolarında dv/dt ve harmonik kaynaklı izolasyon stresi yüksekse, özellikle reğine döküm veya yüksek güvenilirlik istenen ürünlerde PD testi istenebilir. OMSAN dokümanında düşük kısmi deşarj seviyesi ve dv/dt dayanımı yüksek izolasyon tasarımı üretim/tasarım kriteri olarak verilmiş.

15

Termal kamera testi

Ana standart	Trafo için IEC/EN 60076-11 termal yaklaşım; reaktör için IEC/EN 60076-6; pano için IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Nominal yükte veya inverterle gerçek çalışma sonrası IR termografi
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	Klemensler, baralar, sargı çıkışları, nüve sıkma noktaları, reaktör hava aralığı, fan bölgesi, ekran/PE bağlantıları ve kabin içi sıcak noktalar kontrol edilmelidir.

16

Grid / şebeke uyumluluğu performans kontrolü

Ana standart	Ölçüm için IEC 61000-4-7 / IEC 61000-4-30; inverter sistemi için IEC 61800-3 yardımcı
Yapılış / metot standardı	PCC noktasında THD, gerilim/frekans, güç faktörü, harmonik spektrum, transient ve yük değişimi ölçümü
GES / solar inverter uygulaması için açıklama	OMSAN dokümanında bu ürünlerin harmonik seviyesini düşürme, güç kalitesini iyileştirme, inverter/trafo ömrünü uzatma ve grid uyumluluğunu sağlama fonksiyonları vurgulanıyor. Bu yüzden filtreli GES sistemlerinde PCC ölçümü çok güçlü bir kabul testi olur.

2. Test Raporuna Eklenmesi İyi Olacak Satırlar

Rapor satırı	Önerilen içerik
Uygulama tipi	GES / solar inverter trafosu, inverter reaktörü, DC link şoku, sinüs/LCL filtre
İnverter bilgisi	İnverter gücü, çıkış gerilimi, anahtarlama frekansı, topoloji, beklenen harmonik spektrum
Standart yaklaşımı	IEC/EN 60076-1, IEC/EN 60076-11, IEC/EN 60076-6, IEC/EN 61558, IEC 61800-3, IEC 61000-4-7 / 4-30
Harmonik ölçüm	THDi, THDv, bireysel harmonikler, ölçüm noktası, ölçüm cihazı standardı
dv/dt / pik gerilim	İnverter çıkışı, trafo girişi/çıkışı veya filtre sonrası ölçülen değer
Reaktör değeri	Endüktans, Z% / reaktans, faz dengesi, doyum/lineerlik
Filtre doğrulaması	L, C, kesme frekansı, rezonans kontrolü, THD performansı
Sıcaklık / derating	Ortam sıcaklığı, kabin içi sıcaklık, yük oranı, sıcaklık artışı, derating notu
İzolasyon	İzolasyon direnci, hipot, endüklenen gerilim, özel projede kısmi deşarj
Topraklama / ekran	PE sürekliliği, ekran sürekliliği, gövde-kapak-montaj plakası bağlantısı
Çevresel testler	IP, nem-sıcaklık çevrimi, dış ortam kabin kontrolü
Termal kamera	Sıcak nokta ekran görüntüsü ve maksimum sıcaklık noktaları
Saha/grid performansı	PCC'de THD, güç faktörü, gerilim/frekans, grid uyumluluk notu