

C2. Statik Var Jeneratör - SVG

Standart Yaklaşımı

SVG için ana çatı şu şekilde kurulmalı:

Güç elektroniği güvenliği: IEC/EN 62477-1. Bu standart, güç elektroniği dönüştürücü sistemleri ve ekipmanları için güvenlik gereklerini tanımlar.

Pano/kabin olarak teslim ediliyorsa: IEC/EN 61439-1 ve uygun pano tipine göre IEC/EN 61439-2. IEC 61439-1, alçak gerilim anahtarlama ve kontrol düzeni panoları için genel tanımlar, servis koşulları, yapısal gerekler, teknik karakteristikler ve doğrulama kurallarını kapsar.

Güç kalitesi / PF / reaktif güç ölçümü: IEC 61000-4-30. Bu standart, 50/60 Hz AC güç sistemlerinde güç kalitesi parametrelerinin ölçüm ve yorumlama yöntemlerini tanımlar.

Harmonik ölçüm ve THD etkisi: IEC 61000-4-7. Bu standart, 50/60 Hz güç sistemlerinde temel frekans üzerine binen harmonik ve ara harmonik bileşenlerin ölçüm cihazları ve metotları için genel kılavuzdur.

EMC bağışıklık/emisyon: Endüstriyel ortam için IEC 61000-6-2 bağışıklık ve IEC 61000-6-4 emisyon standardı; özel deneyler için IEC 61000-4 serisi kullanılır.

Rutin testler

1. Rutin Testler

1

Görsel ve mekanik kontrol

Ana standart	IEC/EN 61439-1; IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Görsel kontrol, montaj, kablolama, komponent, tork ve etiket kontrolü
SVG için açıklama	Pano, IGBT güç modülleri, DC bara, fanlar, filtre elemanları, sigortalar, kontaktörler, HMI, haberleşme portları ve kontrol kartı yerleşimi kontrol edilir.

2

Pano/kabin PE sürekliliği

Ana standart	IEC/EN 61439-1; IEC 60204-1 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Düşük direnç PE süreklilik ölçümü
SVG için açıklama	Gövde, kapı, montaj plakası, PE barası, fan gövdesi, ekran bağlantıları ve kapı topraklama örgüsü kontrol edilir.

3

İzolasyon direnci

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	İzolasyon direnci ölçümü; pratikte IEC 61557-2 yardımcı referans
SVG için açıklama	Güç devresi-gövde, DC bara-gövde, yardımcı devre-gövde ve kontrol devresi-gövde ayrı değerlendirilir. Elektronik kartlara doğrudan yüksek megger gerilimi uygulanmamalı; üretici prosedürü izlenmeli.

4

Dielektrik dayanım / hipot

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	AC/DC dayanım testi; üretici prosedürüne göre
SVG için açıklama	IGBT modülleri, sürücü kartları, SPD, EMI filtre ve hassas elektronikler zarar görmeyecek şekilde test konfigürasyonu belirlenmeli. Gerekirse elektronik kartlar ayrılarak güç devresi-gövde ana izolasyonu test edilir.

5

Yardımcı besleme testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	AC/DC yardımcı besleme, SMPS çıkışları, sigorta ve kontrol gerilimi ölçümü
SVG için açıklama	24 V DC, 12 V DC, fan beslemesi, kart beslemesi, ön şarj devresi ve kontrol röleleri doğrulanır.

6

HMI / display testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Menü, ölçüm ekranı, alarm geçmişi, parametre giriş-çıkış kontrolü
SVG için açıklama	Gerilim, akım, güç faktörü, aktif/reaktif güç, modül durumu, sıcaklık, alarm ve haberleşme ekranları kontrol edilir.

7

Fan / soğutma testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Fan yönü, hava akışı, fan alarmı, termostat/PWM kontrolü
SVG için açıklama	SVG'de IGBT ve DC bara ısıl güvenilirliği çok kritiktir. Fan yönü, filtre tıkanıklığı, hava kanalı, sıcaklık sensörü ve fan arıza alarmı birlikte kontrol edilmeli.

8

CT yön ve bağlantı kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC 61000-4-30 yardımcı
Yapılış / metot standardı	CT polarite testi, faz eşleştirme, oran ve yük yönü kontrolü
SVG için açıklama	SVG'nin doğru kapasitif/endüktif akım üretmesi için CT yönü kritiktir. Ters CT bağlantısı, kompanzasyonun ters çalışmasına veya güç faktörünün bozulmasına neden olabilir.

9

CT oran parametre kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1; müşteri şartnamesi
Yapılış / metot standardı	CT etiketi, HMI parametresi ve ölçülen akım karşılaştırması
SVG için açıklama	300/5, 1000/5 vb. CT oranı HMI/PLC parametresiyle uyumlu olmalı. Yanlış oran, reaktif güç komutunu ve PF hedeflemesini bozar.

10

Gerilim ve faz sırası algılama kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	L1-L2-L3 faz sırası, faz-faz/faz-nötr gerilim ölçümü
SVG için açıklama	Cihazın şebeke fazlarını doğru gördüğü ve ölçüm fazlarıyla CT fazlarının eşleştiği doğrulanır.

11

Reaktif güç ölçüm doğrulaması

Ana standart	IEC 61000-4-30; IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Referans güç analizörü ile Q, P, S ve $\cos\phi$ karşılaştırması
SVG için açıklama	SVG'nin ölçtüğü reaktif güç değeri, kalibre referans cihazla karşılaştırılır. Ölçüm doğruluğu kapasitif/endüktif çalışma kararını doğrudan etkiler.

12

Kapasitif mod fonksiyon testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; ölçüm için IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	Endüktif yük altında kapasitif reaktif akım üretimi ve PF düzeltme kontrolü
SVG için açıklama	Cihazın endüktif yükü kompanzasyon için kapasitif reaktif güç sağlayabildiği doğrulanır.

13

Endüktif mod fonksiyon testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; ölçüm için IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	Kapasitif yük veya aşırı kompanzasyon senaryosunda endüktif reaktif akım üretimi
SVG için açıklama	SVG'nin kapasitif sistemi dengelemek için endüktif reaktif güç sağlayabildiği doğrulanır. Bu özellik klasik kondansatör bankasından ayrılan önemli noktadır.

14

Güç faktörü hedefleme testi

Ana standart	IEC 61000-4-30; IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Hedef $\cos\phi$ set değeri verilerek referans analizörle doğrulama
SVG için açıklama	Örneğin hedef 0,99 seçildiğinde cihazın yük değişimine göre Q üretip güç faktörünü hedefe yaklaştırdığı kontrol edilir.

15

Aşırı yük / akım sınırlama kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Yazılım simülasyonu veya test yüküyle akım limiti kontrolü
SVG için açıklama	Cihaz nominal kompanzasyon akımını aşan durumda derating, limit, alarm veya trip davranışı göstermeli.

16

Alarm, hata ve koruma fonksiyonları

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Dijital giriş/çıkış, röle kontağı, yazılım simülasyonu
SVG için açıklama	Aşırı sıcaklık, fan arızası, faz kaybı, düşük/yüksek gerilim, DC bara hatası, IGBT hata, aşırı akım, haberleşme hatası ve genel arıza kontakları test edilir.

17

Haberleşme testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; müşteri haberleşme şartnamesi
Yapılış / metot standardı	RS485/Modbus RTU, Modbus TCP, Ethernet veya diğer protokol testi
SVG için açıklama	Adres, baudrate, parity, IP, register okuma-yazma, alarm bilgisi ve uzaktan izleme kontrol edilir.

18

Parametre yedekleme kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Enerji kesme/açma sonrası parametrelerin korunması
SVG için açıklama	CT oranı, hedef PF, çalışma modu, alarm limitleri, haberleşme ayarları ve modül sayısı enerjiden sonra korunmalı.

19

Fabrika ayarı kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1; müşteri şartnamesi
Yapılış / metot standardı	Parametre listesi, firmware, seri no, güç sınıfı ve default ayar karşılaştırması
SVG için açıklama	Sevk öncesi doğru yazılım versiyonu, doğru nominal akım/güç sınıfı ve doğru fabrika parametreleri raporlanmalı.

20

Ön şarj / DC bara kontrolü

Ana standart	IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Ön şarj devresi, DC bara gerilimi ve deşarj süresi kontrolü
SVG için açıklama	IGBT tabanlı cihazlarda DC bara ve ön şarj devresi güvenlik açısından önemli. Enerji kesildikten sonra DC bara geriliminin güvenli seviyeye düşme süresi de kontrol edilebilir.

21

Etiket ve bağlantı şeması kontrolü

Ana standart	IEC/EN 61439-1; IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Etiket, terminal işareti, uyarı ve bağlantı şeması kontrolü
SVG için açıklama	Gerilim, frekans, kompanzasyon akımı/kVAr, faz sayısı, IP, CE, seri no, CT bağlantı yönü, PE ve haberleşme bağlantıları kontrol edilir.

2. Opsiyonel / Özel Testler

1

Dinamik cevap süresi testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; ölçüm için IEC 61000-4-30 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Ani yük değişiminde Q, cosφ, akım ve cevap süresi ölçümü
Ne zaman önerilir?	Sayfada "15 ms'den kısa cevap" iddiası varsa en önemli performans testidir. Testte yük adımı, başlangıç/son PF, cevap süresi ve aşım/oturma davranışı raporlanmalı.

2

Güç faktörü düzeltme performans testi

Ana standart	IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	SVG devre dışı/devrede cosφ, Q ve akım karşılaştırması
Ne zaman önerilir?	Satış ve kabul testi için çok güçlüdür. Hedef 0,99 ise başlangıç PF, filtre sonrası PF, yük seviyesi ve cihaz Q çıkışı yazılmalı.

3

Kapasitif/endüktif dört bölge performans testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	Farklı yük koşullarında +Q / -Q üretim doğrulaması
Ne zaman önerilir?	Hem endüktif hem kapasitif tesislerde çalışacak SVG'lerde önerilir.

4

THD etkisi testi

Ana standart	IEC 61000-4-7; IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	SVG devrede/devre dışı THDi/THDv ve bireysel harmonik ölçümü
Ne zaman önerilir?	SVG'nin ana fonksiyonu reaktif güç olsa da IGBT tabanlı cihaz şebeke dalga formunu etkileyebilir. THD etkisi ve harmonik yan etkiler raporlanabilir.

5

EFT/burst bağışıklık testi

Ana standart	IEC 61000-4-4; genel bağışıklık için IEC 61000-6-2
Yapılış / metot standardı	Güç, kontrol ve haberleşme portlarına EFT/burst uygulanması
Ne zaman önerilir?	Endüstriyel pano ortamında hızlı anahtarlama darbelerine dayanım için önerilir. IEC 61000-4-4, elektriksel hızlı geçici rejimler/burst bağışıklığı için test prosedürlerini verir.

6

Surge bağışıklık testi

Ana standart	IEC 61000-4-5; genel bağışıklık için IEC 61000-6-2
Yapılış / metot standardı	AC besleme ve uygun portlara surge uygulanması
Ne zaman önerilir?	Şebeke darbeleri, yıldırım kaynaklı transienler ve saha dayanımı için önerilir.

7

ESD bağışıklık testi

Ana standart	IEC 61000-4-2; genel bağışıklık için IEC 61000-6-2
Yapılış / metot standardı	HMI, kapı, metal yüzey ve kullanıcı erişimli noktalara ESD testi
Ne zaman önerilir?	IEC 61000-4-2, operatörlerden veya yakın nesnelere gelen elektrostatik deşarjlara maruz kalan elektrik/elektronik ekipman için bağışıklık gerekleri ve test metotlarını kapsar.

8

Conducted immunity / RF bağışıklık

Ana standart	IEC 61000-4-6; IEC 61000-6-2
Yapılış / metot standardı	Kablo portlarına RF conducted immunity testi
Ne zaman önerilir?	CT kabloları, haberleşme ve uzun kontrol kabloları olan panolarda önerilir.

9

Radiated immunity

Ana standart	IEC 61000-4-3; IEC 61000-6-2
Yapılış / metot standardı	Elektromanyetik alan altında fonksiyon kontrolü
Ne zaman önerilir?	Yoğun endüstriyel EMC ortamlarında ve CE/EMC dosyasında önerilir.

10

Conducted emission testi

Ana standart	IEC 61000-6-4; gerekirse CISPR 11 / CISPR 32 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Besleme portunda iletilen emisyon ölçümü
Ne zaman önerilir?	IGBT anahtarlama yapısı nedeniyle şebekeye verilen iletilen emisyon değerlendirilmeli. IEC 61000-6-4 endüstriyel ortamlar için emisyon standardıdır.

11

Radiated emission testi

Ana standart	IEC 61000-6-4; gerekirse CISPR 11 / CISPR 32 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Pano çevresinde yayılan emisyon ölçümü
Ne zaman önerilir?	CE/EMC dosyası, ihracat veya kritik tesis şartnamesi varsa önerilir.

12

Termal kamera testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1 termal güvenlik yaklaşımı
Yapılış / metot standardı	Nominal veya yüksek Q çıkışında IR termografi
Ne zaman önerilir?	IGBT modülleri, DC bara, sigorta, kontaktör, fan bölgesi, reaktör/filtre, klemens ve bara bağlantılarında sıcak nokta aranır.

13

Uzun süre yük / ısı denge testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Nominal kompanzasyon akımında sıcaklık kararlı hale gelene kadar çalışma
Ne zaman önerilir?	Kapalı pano, yüksek IP kabin, sıcak pano odası veya sürekli yüksek Q kompanzasyonu olan projelerde önerilir.

14

Paralel modül çalışma testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; IEC/EN 61439-1
Yapılış / metot standardı	Birden fazla SVG modülünde yük paylaşımı, haberleşme ve arıza davranışı kontrolü
Ne zaman önerilir?	Modüler SVG sistemlerinde önerilir. Bir modül devreden çıktığında diğer modüllerin davranışı ve yük paylaşımı kontrol edilmeli.

15

Şebeke simülatörü ile gerilim dalgalanması testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; güç kalitesi ölçümü için IEC 61000-4-30
Yapılış / metot standardı	%Un değişimleri, faz dengesizliği, frekans sapması ve yük değişimi senaryoları
Ne zaman önerilir?	Zayıf şebeke, jeneratör beslemesi, dalgali gerilim veya kritik tesis uygulamalarında önerilir.

16

Sahaya özel yük profili simülasyonu

Ana standart	IEC 61000-4-30; IEC/EN 62477-1
Yapılış / metot standardı	Müşteri yük profili, trafo gücü, CT oranı ve hedef PF'ye göre laboratuvar simülasyonu
Ne zaman önerilir?	Proje onayı veya FAT için çok değerlidir. Özellikle vinç, kaynak, pres, asansör, hızlı değişen yük ve kapasitif/endüktif geçiş yapan tesislerde önerilir.

17

Uzaktan izleme / SCADA entegrasyon testi

Ana standart	IEC/EN 62477-1; müşteri haberleşme şartnamesi
Yapılış / metot standardı	Modbus register listesi, alarm izleme, start/stop ve parametre okuma testi
Ne zaman önerilir?	Enerji izleme sistemiyle birlikte teslim edilecek projelerde önerilir.

18

IP testi - kabinli ürünlerde

Ana standart	IEC/EN 60529
Yapılış / metot standardı	IP koduna göre toz/su ve tehlikeli bölümlere erişim testi
Ne zaman önerilir?	IP31, IP42, IP54 gibi kabin beyanı varsa uygulanır.

3. Test Raporuna Eklenmesi İyi Olacak Satırlar

Rapor satırı	Önerilen içerik
Ürün tipi	Statik Var Jeneratör - SVG
Nominal değerler	Gerilim, frekans, faz, kompanzasyon akımı/kVAr, pano IP sınıfı
Ana standart yaklaşımı	IEC/EN 62477-1, IEC/EN 61439-1/2, IEC 61000-4-30, IEC 61000-4-7, IEC 61000-6-2/6-4
PE sürekliliği	Pano gövdesi, kapı, PE barası, ekran bağlantıları
İzolasyon / dielektrik	Güç devresi-gövde, kontrol devresi-gövde; elektronik kart koruma notu
CT kontrolü	CT oranı, yönü, polaritesi, faz eşleştirmesi
Reaktif güç ölçümü	Referans analizörle Q, P, S, cosφ karşılaştırması
Kapasitif mod	Üretilen kapasitif Q, akım ve PF etkisi
Endüktif mod	Üretilen endüktif Q, akım ve PF etkisi
PF hedefleme	Hedef cosφ, ölçülen cosφ, oturma süresi

Dinamik cevap	Yük adımı, cevap süresi, aşım/oturma davranışı
Koruma fonksiyonları	Aşırı sıcaklık, fan arızası, aşırı akım, DC bara, faz kaybı, gerilim hatası
HMI / haberleşme	Display, RS485/Modbus/Ethernet, SCADA register testi
Parametreler	Firmware, fabrika ayarları, CT oranı, hedef PF, haberleşme ayarları
EMC testleri	EFT/burst, surge, ESD, conducted/radiated immunity ve emission
Isıl testler	Fan testi, ısı denge, termal kamera sonucu
Paralel modül testi	Varsa modül paylaşımı ve modül arıza davranışı