

B2. Motor koruma / sürücü çıkış reaktörleri - rutin testler

Standart Yaklaşımı

Ana reaktör standardı olarak IEC/EN 60076-6 - Reactors kullanılabilir. IEC 60076-6; seri reaktörler, akım sınırlama reaktörleri, filtre reaktörleri ve benzeri reaktör tiplerini kapsar. Küçük AG reaktörlerde güvenlik tarafı için IEC/EN 61558-1 + IEC/EN 61558-2-20 değerlendirilebilir; IEC 61558-2-20 küçük reaktörlerin özel güvenlik gerekleri ve testlerini kapsar. Sürücüsü birlikte sistem olarak doğrulama yapılacaksa IEC 61800-3 EMC gerekleri, IEC 61800-5-1 ise değişken hızlı sürücü sistemlerinin elektriksel, termal ve enerji güvenliği gerekleri için yardımcı alınır.

1. Rutin Testler

1 Sargı direnci

Ana standart	IEC/EN 60076-6; küçük AG reaktörlerde IEC/EN 61558-1 ve IEC/EN 61558-2-20
Yapılış / metot standardı	DC direnç ölçümü; üretici rutin test prosedürü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Her faz sargısı ayrı ölçülür. Fazlar arası direnç farkı, temas direnci, yanlış iletken kesiti veya sarım hatası açısından değerlendirilir.

2 Endüktans ölçümü

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	LCR metre, güç analizörü veya AC test düzeneği ile ölçüm
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Reaktörün ana fonksiyon testidir. OMSAN yenilenebilir sistem dokümanında LV reaktörlerde gerekli endüktansın sistem analiziyle doğru belirlenmesi gerektiği vurgulanıyor.

3 Faz dengesi

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Her faz için aynı frekans/akım koşulunda L ve R karşılaştırması
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	L1-L2-L3 endüktans ve direnç değerleri dengeli olmalıdır. Faz dengesizliği, motor akımlarında dengesizlik ve ek ısınma oluşturabilir.

4 Empedans kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Ölçülen endüktans üzerinden $XL = 2\pi fL$ hesabı veya nominal akımda gerilim düşümü ölçümü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Etiket/teknik föyde verilen reaktans veya empedans değeri doğrulanır. OMSAN teknik sözlüğünde reaktör empedansının frekansla arttığı, yüzde empedansın ise nominal çalışma koşullarındaki gerilim düşümünü ifade ettiği belirtiliyor.

5

Kayıp ölçümü

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	DC dirençten I ² R hesabı; çekirdekli tipte AC yük testi ile toplam kayıp ölçümü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Bakır kaybı, reaktör sıcaklık artışını belirleyen temel kayıptır. Demir nüveli reaktörlerde nüve kaybı ve dağılım kayıpları da toplam kayba eklenir.

6

İzolasyon direnci

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1 / IEC/EN 61558-2-20
Yapılış / metot standardı	İzolasyon direnci ölçümü; pratik ölçüm için IEC 61557-2 yardımcı referans
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Sargı-gövde ve tasarıma göre faz-faz izolasyon ölçülür. Sürücü çıkışındaki yüksek dv/dt nedeniyle izolasyon sistemi sıradan 50 Hz uygulamaya göre daha dikkatli değerlendirilmelidir.

7

Dielektrik dayanım / hipot

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1 / IEC/EN 61558-2-20
Yapılış / metot standardı	AC dayanım testi; gerilim seviyesi ürün gerilimi ve müşteri şartnamesine göre seçilir
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Sargı-gövde ve gerekiyorsa faz-faz ana izolasyon doğrulanır. PWM çıkışlı sistemlerde motor ve kablo izolasyonu zorlandığı için reaktör izolasyon dayanımı raporda açık görünmelidir.

8

Sarım katları arası izolasyon kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1
Yapılış / metot standardı	Endüklenmiş gerilim, impulse/surge winding test veya üretici prosedürü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Sürücü çıkışında hızlı gerilim cepheleri bulunduğu katlar arası izolasyon kontrolü önemlidir. Seri üretimde surge tester kullanımı faydalı olur.

9

Klemens bağlantı kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1
Yapılış / metot standardı	Klemens, bara, terminal işareti, tork ve süreklilik kontrolü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	U-V-W giriş/çıkış yönleri, PE bağlantısı, varsa ekran/termik uçlar ve klemens torkları kontrol edilir. Düşük temas direnci, ısıl güvenilirlik açısından önemlidir.

10

Termik koruma fonksiyon testi - varsa

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1
Yapılış / metot standardı	PTC/PT100/termostat süreklilik, direnç veya kontak fonksiyon testi
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Sensör uçları, alarm/trip kontağı ve klemens numaraları doğrulanır.

11

Mekanik sıkılık kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Görsel kontrol, nüve/sargı sıkılık kontrolü, bağlantı tork kontrolü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Sürücü çıkışında PWM kaynaklı elektromanyetik kuvvetler ve akım darbeleri mekanik titreşim oluşturabilir. OMSAN dokümanında reaktör üretiminde sargı simetrisi, mekanik sabitleme, düşük temas direnci ve gürültü/titreşim kontrolü özellikle belirtilmiştir.

12

Titreşim / anormal ses göz kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6; sayısal test istenirse IEC/EN 60076-10 ve IEC 60068-2-6 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Boşta/yükte gözlem; gerekirse titreşim veya ses ölçümü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Rutin testte sayısal titreşim şart olmayabilir; ancak gevşek nüve, bobin, bara ve bağlantı sesi kontrol edilmelidir.

13

Doyum / lineerlik kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Nominal akımda veya birkaç akım noktasında endüktans ölçümü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Demir nüveli çıkış reaktörlerinde doyum kontrolü önemlidir. OMSAN teknik sözlüğünde doyum noktasının aşılması halinde endüktansın düşeceği ve koruma etkisinin zayıflayacağı belirtiliyor.

14

Etiket kontrolü

Ana standart	IEC/EN 60076-6; IEC/EN 61558-1
Yapılış / metot standardı	Etiket, teknik föy ve test raporu çapraz kontrolü
Motor/sürücü çıkış reaktörü için açıklama	Akım, gerilim, frekans, endüktans, empedans/Z%, izolasyon sınıfı, sıcaklık artışı, faz sayısı, bağlantı ve sürücü çıkış/motor reaktörü ibaresi kontrol edilir.

2. Opsiyonel / Özel Testler

1

dv/dt azaltma performans testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6; sürücü sistemi için IEC 61800-3 ve IEC 61800-5-1 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Reaktörlü/reaktörsüz sürücü çıkışı ve motor ucu osiloskop ölçümü; yükselme zamanı, pik gerilim ve dv/dt karşılaştırması
Ne zaman önerilir?	Sürücü çıkış reaktörünün asıl performansını gösteren en güçlü testtir. Uzun kablo, eski motor izolasyonu, yüksek anahtarlama frekansı veya kritik motor uygulamalarında önerilir.

2

Uzun kablo simülasyon testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6; sistem değerlendirmesinde IEC 61800-3
Yapılış / metot standardı	Belirli kablo uzunluğu veya eşdeğer RLC model ile motor ucu pik gerilim ölçümü
Ne zaman önerilir?	Uzun motor kablolarında empedans uyumsuzluğu gerilim yansımaları ve motor ucunda pik gerilim oluşturabilir; OMSAN teknik sözlüğü motor reaktörünün bu etkiyi azaltmaya yardımcı olduğunu belirtir.

3

Sürücü ile gerçek çalışma testi

Ana standart	IEC 61800-5-1; EMC tarafında IEC 61800-3; reaktör için IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Gerçek sürücü + motor veya eşdeğer yük ile akım, sıcaklık, ses, pik gerilim ve koruma davranışı ölçümü
Ne zaman önerilir?	Müşteri marka/model sürücü belli ise en doğru fonksiyon testidir. Sürücü anahtarlama frekansı, kablo uzunluğu ve motor izolasyon sınıfı test planına dahil edilmelidir.

4

Sıcaklık artış testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6; küçük AG reaktörlerde IEC/EN 61558-2-20
Yapılış / metot standardı	Nominal RMS akımda veya müşteri PWM/harmonik akım profilinde sıcaklık artışı ölçümü
Ne zaman önerilir?	Sürekli tam yük, kapalı pano, yüksek ortam sıcaklığı veya yüksek anahtarlama frekanslı sürücülerde önerilir. OMSAN dokümanında reaktörlerde termal yük, akım yoğunluğu ve sıcaklık artışı tasarım kriterleri arasında yer alıyor.

5

Gürültü testi

Ana standart	IEC/EN 60076-10
Yapılış / metot standardı	Ses basıncı veya ses şiddeti yöntemiyle ölçüm
Ne zaman önerilir?	Bina içi, HVAC, pompa istasyonu, hastane, ofis veya ses hassas uygulamalarda önerilir.

6

EMC etkisi değerlendirilmesi

Ana standart	IEC 61800-3; IEC 61000 serisi yardımcı
Yapılış / metot standardı	Reaktörlü/reaktörsüz iletilen emisyon, ortak mod etkisi veya pano seviyesi EMC değerlendirilmesi
Ne zaman önerilir?	Reaktör EMI filtresinin yerini tek başına tutmaz; ancak yüksek frekanslı bileşenleri şekillendirerek elektromanyetik girişim seviyelerinin düşmesine katkı sağlayabilir. OMSAN teknik sözlüğünde bu nokta özellikle belirtilmiştir.

7

Termal kamera testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6 termal performans yaklaşımı
Yapılış / metot standardı	Nominal yükte veya sürücüyle gerçek çalışmada IR termografi
Ne zaman önerilir?	Klemens, bara, sargı çıkışı, nüve/hava aralığı, termik sensör ve montaj noktalarında sıcak nokta aranır.

8

Harmonik/PWM akım altında kayıp testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6; ölçüm için IEC 61000-4-7 / IEC 61000-4-30 yardımcı
Yapılış / metot standardı	PWM veya harmonikli akım altında RMS akım, kayıp ve sıcaklık ölçümü
Ne zaman önerilir?	Sürücü çıkışında akım klasik sinüs değildir; bu nedenle yüksek frekans bileşenlerinin ek kayıp ve ısınma etkisi kritik projelerde doğrulanmalıdır.

9

Doyum eğrisi testi

Ana standart	IEC/EN 60076-6
Yapılış / metot standardı	Farklı akım noktalarında L-I eğrisi çıkarılması
Ne zaman önerilir?	Demir nüveli reaktörlerde transien, aşırı akım veya yüksek RMS akım bekleniyorsa önerilir.

10

Titreşim testi

Ana standart	IEC 60068-2-6; raylı sistemde IEC 61373 yardımcı
Yapılış / metot standardı	Sinüzoidal titreşim veya müşteri şartnamesine göre titreşim profili
Ne zaman önerilir?	Makine üstü, kompresör, pompa, mobil sistem, raylı sistem veya marin uygulamalarında önerilir.

11

IP testi - kabinli ürünlerde

Ana standart	IEC/EN 60529
Yapılış / metot standardı	IEC 60529
Ne zaman önerilir?	IP20, IP23, IP54, IP55 gibi kabin koruma sınıfı beyanı varsa uygulanır.

3. Test Raporuna Eklenmesi İyi Olacak Satırlar

Rapor satırı	Önerilen içerik
Ürün tipi	Motor koruma reaktörü / sürücü çıkış reaktörü
Nominal değerler	Gerilim, akım, frekans, faz sayısı
Endüktans	Her faz için L değeri, ölçüm frekansı ve tolerans
Empedans / Z%	Nominal akım/frekans koşulunda hesaplanan veya ölçülen değer
Faz dengesi	Faz bazlı R ve L sapması
Kayıp	Bakır kaybı, çekirdekli tipte toplam kayıp
İzolasyon / dielektrik	Sargı-gövde, faz-faz ve gerekiyorsa sarım katları arası test
Doyum / lineerlik	Nominal akımda veya çok noktalı L-I kontrolü
Termik koruma	PTC/PT100/termostat sonucu
Mekanik kontrol	Nüve, hava aralığı, bobin sıklığı, klemens torku
Opsiyonel performans	dv/dt azaltma, motor ucu pik gerilim, uzun kablo simülasyonu
Etiket kontrolü	Akım, gerilim, endüktans, Z%, izolasyon sınıfı, bağlantı, sürücü çıkış kullanımı