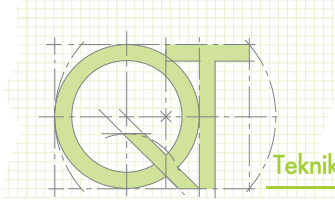


Teknik Uygulama Föyü No. 7
Üç fazlı asenkron motorlar
Genel özellikler ve koruma cihazlarının
koordinasyonunda ABB çözümleri



Üç fazlı asenkron motorlar

Genel özellikler ve koruma cihazlarının koordinasyonunda ABB çözümleri
İçindekiler

Giriş 2

1 Üç fazlı asenkron motorlar

1.1 Tipleri ve kullanımı..... 3

1.2 Asenkron motorun yapısı 4

2 Asenkron motorun korunması ve anahtarlanması

2.1 Genel karakterin başlıca standart tanımları..... 6

2.2 Koordinasyona ilişkin başlıca standart tarifleri 8

2.2.1 Normal ve ağır şart yol verme 8

2.2.2 Koordinasyon tip 1 ve tip 2..... 9

3 Sincap kafesli rotora sahip üç fazlı asenkron motorun başlıca yol verme yöntemleri

3.1 Direkt yol verme..... 10

3.2 Azaltılmış gerilim ile yol verme 10

3.2.1 Yıldız/üçgen (Y/Δ) yol verme 10

3.2.2 Ototransformatör ile yol verme 12

3.2.3 Stator direnci veya reaktör ile yol verme 12

3.2.4 Yumuşak yol verme 13

4 Koordinasyon için ABB ekipmanları ve çözümleri

4.1 Koordinasyon ekipmanı hakkında teorik hususlar 14

4.1.1 Normalde kullanılan cihazlar ve ilgili kombinasyonları 14

4.1.2 Özel uygulamalar 20

4.1.3 Koordinasyon için ABB ekipmanı 20

4.2 ABB motor koordinasyon tabloları nasıl okunur 24

5 Bir asenkron motorun kimlik kartı: ana parametreleri 27

Ek A:
Üç fazlı asenkron motorların teorisi..... 28

Ek B:
İlk yaklaşım olarak yol verme süresinin hesaplanması..... 30

Ek C:
"Faz kaybı" durumunda termik koruma ve çalıştırma 32

Ek D:
Görev tipleri 35

Ek E:
UL koordinasyonu hakkında bazı hususlar..... 39

Sözlük 42

Giriş

Üç fazlı asenkron motorların en güvenilir elektrikli makineler arasında yer aldığı söylenebilir: daha az bakım ile yıllarca fonksiyonlarını sürdürüp hem üretim hem de servis uygulamalarının gereksinimlerine göre kendilerini farklı performanslara adapte etmişlerdir.

Daha önce söylendiği üzere, bu motorlar gıda, kimya, metalürji, kağıt ve su arıtma veya çekme sistemleri gibi birbirinden farklı sektörde kendine kullanım alanı bulur. Bu uygulamalar, sabit veya değişken hızda çalışan makine bileşenlerinin ekipmanlarını ilgilendirir; örneğin asansör ya da mal kaldırma tertibatları olarak kaldırma sistemleri, konveyör sistemleri, havalandırma ve klima tesisatları ve tabii ki en sık kullanıldığı alan pompalar ve kompresörler.

Yukarıdaki değerlendirmelerden yola çıkarak üç fazlı asenkron motorların endüstriyel uygulamalar için nasıl en yaygın elektrikli makine olduğunu kolayca anlayabiliriz (elektrik motorlarının güç tüketimi, endüstriyel alandaki toplam tüketimin yaklaşık %75'idir). Veriler dikkate alındığında, güç tüketiminin azaltılmasının hem iş yönetimi (motorun tüm ömrü boyunca maliyeti, güç tüketimi dolayısıyla yaklaşık %98'dir ve geriye kalan %2'yi satın alma ve bakım maliyetleri oluşturur) hem de genel anlamda güç verimliliği açısından önemli olduğu görülebilir; örneğin, böylesi bir azalma inverterler ile değişken hızlı sürücüler kullanılarak veya para cezalarından kaçınmak için uygun bir $\cos\phi$ güç faktörü düzeltme uygulayarak veya

doğrudan "EFF1" koduyla tanımlı, enerji tüketimini yaklaşık %20 azaltmayı sağlayan gelişmiş yapısal özelliklere ve malzemelere sahip yüksek verimli motorlar kullanılarak elde edilebilir.

Bu teknik föy (ABB SACE tarafından yayımlanan Teknik Uygulama Föyleri'nin yedinci cildi) beş bölüme ayrılabilir; motor yapısı üzerine bir araştırmanın ardından, koordinasyon konusunda standartların ana tarifleri değerlendirilmektedir. Sonrasında başlıca yol verme çeşitleri hakkındaki genel bilgiler sunulur, bir sonraki bölümde ABB resmi koordinasyon tabloları okuma örnekleriyle, ABB'nin motora yol verme için ürettiği ürünlere genel bakış sağlanır. Son kısım, motorların en önemli değerlendirmelerinden bazılarının bir analizinden oluşur. Dokümanı beş ek tamamlar, bunlar:

- çalışma prensiplerini anlamak için temel unsurları vermek amacıyla asenkron motorlar teorisine dair bir ipucu
- motorun ve yükün özelliklerinin bir fonksiyonu olarak yol verme süresinin ilk yaklaşımda hesaplanması için bir örnek
- "faz kaybı" durumunda motor çalışması konusunda bazı hususlar
- standart yönergelere atıfta bulunularak "görev tipi" kavramının ayrıntılı bir analizi
- UL standartları tariflerine göre motor koordinasyonun kısa hesabı.

1 Üç fazlı asenkron motor

1.1 Tipleri ve kullanımı

Üç fazlı bir asenkron motor

- bilezikli rotor veya
- kısa devre rotoruna veya daha iyi bilinen adıyla sincap kafesli rotora sahip olabilir.

Bu iki tip arasındaki ana farklılık motorun yapısından kaynaklanır. Detaya girersek, ilk tipteki motor, statordaki gibi gerçek sargılardan oluşur, daha karmaşık ve kırılğan bir yapı sergiler (yol verme fazının kontrolü için, dirençlerin olası interpozisyonu ile rotorun üzerinde kayan fırçaların periyodik bakım gerektirir ve boyutları büyüktür. İkinci tipte ise rotor, iki uçta kısa devre yaptırılmış çubuklardan oluşur ve dolayısıyla, yüksek yapısal sadeliği sayesinde, çok basit, sağlam ve uygun maliyetli bir motor tipi oluşturur.

Hız ayarının çok basit ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlayan kontrol elektroniğinin geliştirilmesi sayesinde, hız regülasyonu olasılığını öngören motor (dc motorlar veya bilezikli motorlar) kullanan tüm uygulamalar asenkron motorlarla değiştirilmiştir, özellikle de pompaları, fanları, kompresörleri ve diğer birçok endüstriyel uygulamayı kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan sincap kafesli olanlar.

ABB, en basitinden en karmaşık uygulamasına, eksiksiz bir yelpazede alçak gerilim motorları üretir ve pazarlar. ABB, her çeşit kullanım için daima en uygun ve kârlı çözümü sunar. En yaygın uygulamalara istinaden, "Genel Amaçlı" bir uygulama alanı tanımlamak mümkündür; bu alanın motorları OEM'lerin uygulamalarına yönelik olup dünya çapındaki distribütörlerden talep edilebilir.

Bu kategoriye ait olan motorlar yüksek yapısal kaliteleri ile nitelenirler ve özellikle fan, pompa, kompresör, asansör sistemleri üreticilerine yöneliktirler.

"EFF2" verimlilik sınıfı ile uyumlu olup, opsiyonel olarak "EFF1" seçeneği ile de mevcuttur.

ABB'nin "Genel Amaçlı" motorlar yelpazesi aşağıdaki çeşitleri içerir:

- 0.06 ile 95 kW alüminyum motorlar
- 75 ile 630 kW çelik motorlar
- 0.25 ile 250 kW döküm demir motorlar
- 75 ile 800 kW açık sızdırmaz motorlar
- 0.055 ile 22 kW fren motorları
- 0.065 ile 2.2 kW tek fazlı motorlar
- 0.37 ile 2.2 kW entegral motorlar

ABB motorları CE işaretini taşıyor olup elektriksel özellikler açısından IEC 60034-1, IEC 60034-2, IEC 60034-8, IEC 60034-12 ve mekanik açıdan IEC 60034-5, IEC 60034-6, IEC 60034-7, IEC 60034-9, IEC 60034-14, ve IEC 60072 standartları gibi bu sektörün uluslararası standartlarıyla uyumluluk gösterirler.

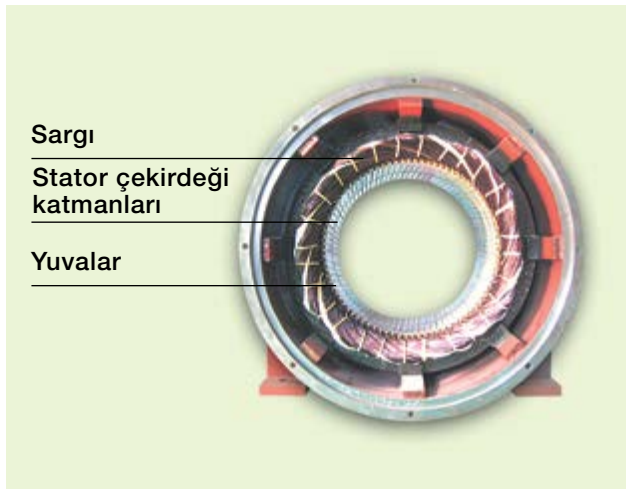
1.2 Asenkron motorun yapısı

Üç fazlı bir asenkron motorun yapısını daha iyi anlamak için, dönen makineyi oluşturan ana bölümlerin, yani işlemi oluşturan elektrik olayının ortaya çıktığı kısmın bir açıklamasını okuyabilirsiniz.

Açıklayacağımız ilk eleman olan stator, kısmen de olsa, motoru destekleme fonksiyonunu gerçekleştiren sabit parçalar düzeneği olarak tanımlanabilir fakat temelde iç yüzeye uygun yapılmış özel yuvalarda bulunan indüktör sargılarını içeren manyetik devrenin bir parçasını oluşturmaktadır. Şekil 1'de gösterilen stator, birbirinden yalıtılmış silikon çelik alaşımı veya çelik tabakalardan oluşur. Gecikme (malzemenin doğrusal olmayan mıknatıslanmasıyla bağlantılı) ve uyarılmış "girdap akımları" nedeniyle kayıplara neden olan değişken zamanlı manyetik akışlardan ne kadar etkileneceği statorun yapısına bağlıdır.

Tabakaların yapısında elde edilen yuvalara besleme geriliminin uygulandığı üç primer sargı yerleştirilir (bunların her biri aralarında farklı bağlanmış daha fazla bobinden oluşur) ve bunlar manyetik alan yaratır. Üç fazlı stator sargıları yıldız veya üçgen bağlantılı olabilir; bu, 6 terminalli terminal kutusuyla donatılmış motorlarla elde edilir, böylece aynı motoru üç fazlı farklı şebeke gerilimleri ile beslemek mümkündür. Çift göstergeye bir örnek 230VΔ - 400VY veya 400VΔ - 690VY olabilir, burada Y veya Δ sembolleri stator sargılarının bağlantısını gösterir; örneğin,

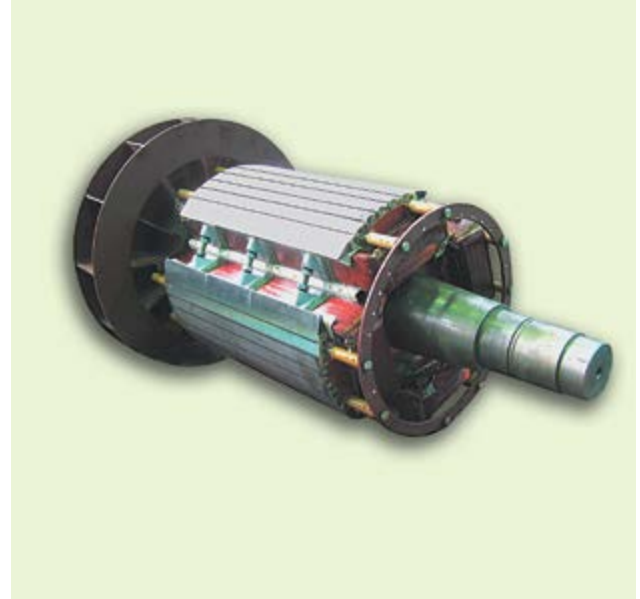
Şekil 1: Üç fazlı asenkron bir motorun statoru



ikinci durumu ele alırsak (400VΔ - 690VY), gösterge motorun üçgen sargılarının 400V'de üç fazlı bir şebekeye bağlanabileceği anlamına gelirken (faz-faz gerilimleri), aynı motor için sargılar yıldız bağlantılı ise motorun kendisi 690V'de bir besleme şebekesine bağlanabilir (yıldız sargılar $\sqrt{3}$ oranında azaltılmış şebeke gerilimine tabi olacaktır).

İkinci eleman, statorun içine konumlandırılmış ve motorun uyarılmış devresini oluşturan rotordur. Sincap kafesli bir motor için rotor - Şekil 2'de gösterildiği üzere - bir baralar (bakır veya alüminyum) sisteminden oluşur ve bu baralar dönme eksenine eş eksenli olup ferromanyetiğin dış çevresi boyunca yapılan yuvalara doğrudan dökülür; eller ve ayaklarda bulunan iki halkayla kısa devrede kapalı olup aynı zamanda mekanik bir sabitleme oluştururlar. Böylece olağanüstü kompakt ve sağlam rotor elde edilir ve motor şaftı da bu rotora sabitlenir.

Şekil 2: Üç fazlı asenkron bir motorun rotoru



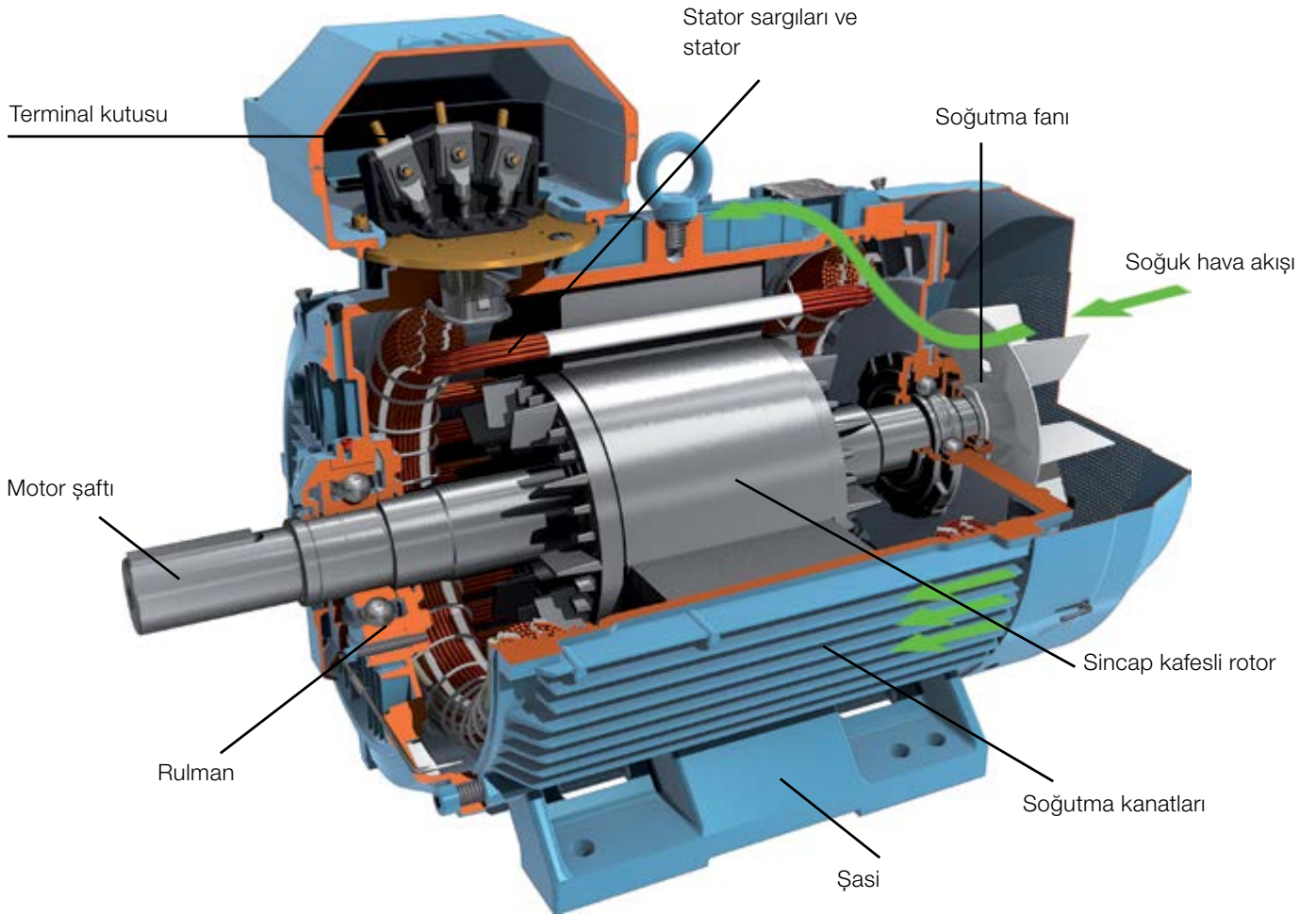
Motorun çalışma prensibini oluşturan uyarılmış manyetik alan motor şaftının dönmesini sağlayarak elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür.

Motoru oluşturan başka mekanik bileşenler de vardır. Başlıcaları:

- stator üzerine monte edilen ve motor şaftını destekleme fonksiyonuna sahip iki rulman;
- soğutma kanatları sayesinde özellikle stator tarafından üretilen ısıyı dağıtan ve bağlantı terminal kutusunu barındıran şasi;
- soğutmayı sağlayan fan.

Düzenegin genel bir gösterimi, üç fazlı asenkron motorun kesit düzlemi ile beraber Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3: Bir asenkron motorun genel görünümü ve kesiti



2 Asenkron motorun korunması ve anahtarlanması

Motora yol verme ve motor kontrolü için bir sistemin seçiminde ve oluşturulmasında dikkate alınacak önemli bir husus da elde edilecek çözümün güvenliği ve güvenilirliğidir. Motor arızasının başlıca nedenleri kısa devre yüzündendir ve bunlar nem, yağ, sargılar arasındaki toz veya aşırı yük yüzünden meydana gelir. Arızalar sonucu oluşan aşırı akımlar sıcaklık artışına neden olabilir ve bu da motora geri dönüşü olmayan bir hasar verebilir ve ayrıca çevresindeki ortamda yangınlara neden olabilir. Sonuç olarak yol verme, özellikle motor ve onu besleyen şebeke için kritik bir durumdur ve ayrıca nominal çalışmanın olası hatalı çalışmalara karşı uygun şekilde izlenmesi ve korunması gerekir. Bu amaçla, motora yol verilmesi ve anahtarlamayı gerçekleştirmek için elektrikli cihazların doğru şekilde boyutlandırılması ve seçilmesi gerekli ve önemlidir. Bu alanda atılacak ilk adım IEC 60947-4-1 "Elektromekanik kontaktörler ve motor yolvericileri" referans standardının tanımlanmasıdır. Bu standart, kontakları nominal gerilimi 1000 Vac veya 1500 Vdc'yi geçmeyen devrelere bağlanması amaçlanan A.C. ve D.C. kontaktörler ve de A.C. yolvericiler için geçerlidir.

2.1 Genel karakterin başlıca standart tanımları

IEC 60947-4-1 standardına atıfta bulunarak, motor kontrolü için kullanılan ana elektrik bileşenlerinin anlamı ve fonksiyonunu daha iyi anlamaya yönelik genel karakter tanımları verilmiştir.

AC motor yolvericiler

Motorlara yol vermek ve normal hıza çıkarmak, motorların devamlı çalışmasını sağlamak, motora giden beslemeyi kapatmak ve aşırı yüklerde çalışmaya karşı motorların ve ilgili devrelerin korunmasına yönelik araçlar sağlamak için tüm araçların kombinasyonu.

Solid state teknolojisi tabanlı olanlar da dâhil olmak üzere yolvericiler için aşırı yük röleleri bu standardın gereksinimlerini karşılayacaktır.

Direkt yolvericiler

Tek adımda motor terminalleri boyunca hat gerilimini bağlayan, motora yol verip normal hıza çıkarmaya yarayan yolvericiler. Genel tanımda belirtildiği gibi anahtarlama ve koruma fonksiyonlarını sağlayacaklardır. Buna ek olarak, motor için izin verilen geçiş yöntemine göre ve özellikle de dönüş yönünü tersine çevirmek için iki spesifikasyon daha verilir.

Enversör yolvericiler

Motor çalışırken dahi ana bağlantıları tersine çevirerek motor dönüş yönünü tersine çevirmeye yarayan yolvericiler.

İki yönlü yolvericiler

Sadece motor çalışmadığında ana bağlantıları tersine çevirerek motor dönüş yönünü tersine çevirmeye yarayan yolvericiler.

Azaltılmış gerilimli A.C. yolvericiler

Birden fazla adımda veya terminallere uygulanan gerilimi yükselterek motor terminalleri boyunca hat gerilimini bağlayarak motoru yol verip normal hızına çıkarmaya yarayan azaltılmış gerilimli A.C. yolvericiler.

Genel tanımda belirtildiği gibi anahtarlama ve koruma fonksiyonlarını sağlayacaklardır. Bir adımdan diğerine ardışık anahtarlama işlemlerini kontrol etmek için zaman geciktirmeli kontaktör röleleri veya eşdeğer ürünler kullanılabilir. En yaygın azaltılmış gerilimli A.C. yolverici türü, yukarıda belirtilen standartta tanımlanan yıldız-üçgen yolvericilerdir.

Yıldız-üçgen yolvericiler

Yıldız bağlantıda üç fazlı bir motora yol vermek, üçgen bağlantıda sürekli çalışmayı sağlamak için yıldız-üçgen yolvericiler kullanılır. Genel tanımda belirtildiği gibi anahtarlama ve koruma fonksiyonlarını sağlayacaklardır. Bu standartta dikkate alınan yıldız-üçgen yolvericiler motorları hızlı bir şekilde geriye döndürmek için kullanılmazlar ve bu yüzden AC-4 kullanım kategorisi geçerli değildir.

Bu standart, standardın kendisine yapılacak referansın tanımı için diğer tiplerdeki yolvericileri de dikkate alır (oto transformatörlü yolvericiler – reostatik statorlu yolvericiler) Bu standardın ilgilendiği yolvericiler genelde kısa devre akımlarının kesilmesini sağlamazlar. Bu nedenle, kurulumda kısa devreye karşı yeterli koruma sağlanmalıdır.

Yolvericileri fonksiyonlarına ve bileşenlerine göre tanımladıktan sonra standart, kısa devreye karşı koruma cihazları ile birlikte bunların başka bir sınıflandırma ve kategorizasyonunu sunar; bu durumda, aşağıda belirtildiği gibi yolvericinin kendisiyle beraber montaj ve bağlantı yöntemlerinde bahsedilir.

İlk adım, genelde kullanılan koruma cihazını yani devre kesiciyi, IEC 60947-2 "Alçak gerilim anahtarlama ve kontrol donanımı - Bölüm 2: Devre kesiciler" standardıyla uyumlu bir şekilde tanımlamaktır:

normal devre koşulları altında akım kapama, taşıma ve kesme kabiliyeti olan ve ayrıca kısa devre gibi belirtilen anormal devre şartlarında akım kapama, belirli bir süre taşıma ve kesme kabiliyeti olan mekanik bir anahtarlama cihazı.

Sonrasında, anahtarlama ve koruma cihazlarının tamamı aşağıdaki gibi tanımlanır ve ayırt edilir:

Kombine yolverici

Kendine özel bir muhafaza içine monte edilip bağlanmış, bir yolverici ve kısa devre koruma cihazından oluşan ekipman. Anahtarlama ve kısa devre koruma cihazları; sigorta kombinasyon ünitesi, sigortalı bir ayırıcı ya da izolasyon fonksiyonuna sahip olan/olmayan bir devre kesici olabilir.

Korumalı yolvericiler

Bir yolverici ve kısa devre koruma cihazından oluşan, muhafazalı veya muhafazasız, yolverici üreticisinin talimatlarına göre monte edilip bağlanan ekipman.

Manuel çalıştırılan anahtarlama cihazı ve kısa devre koruma cihazı tek bir cihaz olabilir ve aşırı yük korunması da bulundurabilir.

"Yolverici" tanımı, bir kontaktör ile tanımlanabilen bir anahtarlama cihazı ve bir termik röle ile tanımlanabilen aşırı yüke karşı koruma cihazı sunar. IEC 60947-4-1 standardının yolvericiyi oluşturan bu iki cihazı nasıl tanımladığına bakalım.

Kontaktör (mekanik)

Tek bir hareketsizlik konumu olan, el ile çalıştırılmayan, çalışma aşırı yük koşulları da dâhil olmak üzere normal

devre şartlarında kapama, taşıma ve kesme kabiliyeti olan mekanik bir anahtarlama cihazıdır.

Termik röle

Motor besleme devresindeki küçük aşırı akımlar (aşırı yükler) durumunda çalışan çok kutuplu termik röle. Bu uygulama için aynı zamanda faz kaybı durumunda belirtilen gereksinimlerle uyumlu çalışan bir cihaz da gereklidir, böylece kendini anormal şartlar altında çalışıyor halde bulabilecek motorun korunması sağlanmış olur. Standart, kullanım kategorileri konseptini sunarak kontaktörler ve yolvericiler için farklı uygulama alanları belirtir.

Kullanım kategorisi

Farklı uygulama kategorileri tanımlanır: Tablo 1'de özetlenen uygulamalara göre kategorize edilirler. Her kullanım kategorisi, akım, gerilim, güç faktörü veya standart tarafından belirtilen zaman sabiti ve test koşullarına göre kontaktör için minimum gerekli performansı tanımlar (örneğin, uygulama alanı veya nominal kesme kapasitesi).

Tablo 1: Kullanım kategorileri

Akım türü	Kullanım Kategorisi	Tipik uygulamalar ⁽¹⁾
Alternatif akım	AC-1	Endüktif olmayan veya hafif endüktif yükler, dirençli fırınlar
	AC-2	Bilezikli motorlar: yol verme, kapatma
	AC-3	Sincap kafesli motorlar: yol verme, motorları çalışır haldeyken durdurma (2)
	AC-4	Sincap kafesli motorlar: yol verme, takma, kademeli çalıştırma
	AC-5a	Elektrik deşarj lambası kontrollerinin anahtarlama
	AC-5b	Akkor lambaların anahtarlama
	AC-6a	Transformatörlerin anahtarlama
	AC-6b	Kondansatör anahtarlama
	AC-7a	Ev aletleri ve benzeri uygulamalarda hafif endüktif yükler
	AC-7b	Ev aletleri için motor yükleri
	AC-8a	Aşırı yük bobinlerinin manuel resetlenmesi ile hermetik gaz kompresörü motorunun kontrolü
	AC-8b	Aşırı yük bobinlerinin otomatik resetlenmesi ile hermetik gaz kompresörü motorunun kontrolü
Doğru akım	DC-1	Endüktif olmayan veya hafif endüktif yükler, dirençli fırınlar
	DC-3	Şönt motorlar: yol verme, takma, kademeli çalıştırma
		D.C. motorların dinamik frenlenmesi
	DC-5	Seri motorlar: yol verme, takma, kademeli çalıştırma
		D.C. motorların dinamik frenlenmesi
DC-6	Akkor lambaların anahtarlama	

(1) Motor yol vermeye ilişkin olarak uygulama alanına konusunda: yolvericilerin AC-3, AC-4, AC-7b, AC-8a ve AC-8b ile tanımlanan bir veya daha fazla kullanım kategorisine ait olduğu uygulamalar direkt yolvericilerde; yolvericilerin AC-3 ile tanımlanan kullanım kategorisine ait olduğu uygulamalar yıldız-üçgen yolvericilerde yaygın kullanımda olduğu dikkate alınır.

(2) En yaygın uygulamalar, üç fazlı sincap kafesli asenkron motorların anahtarlama için genellikle direkt yolvericiler sağlar; bu sebeple bu durumda da, sadece AC-3 kategorisine başvurulabilir. Bu uygulama için Standart, AC-3 kategorisi için talep edilenlere göre biraz daha farklı çalışma koşulları talep eder ve motor konumlandırma ile ilgili olan süreçler gibi sınırlı sürelerde böylesi bir aygıtın kullanımına veya aralıklı kademe artırmaya veya tapalamaya izin verir; böylesi kısıtlı süreçlerde, bu işlemlerin sayısı dakikada beşi veya 10 dakikalık bir süre üzerinden 10'u geçmemelidir.

2.2 Koordinasyona ilişkin başlıca standart tarifleri

Önceki tanımlarla tanımlanabilen ve genelde korumalı bir yolverici oluşturmak için kullanılan cihazlar:

- kısa devreye karşı koruma cihazı: genelde sadece manyetik koruma üniteli devre kesici (sigorta kullanımı mümkün)
- anahtarlama cihazı: kontaktör gibi
- aşırı yüke karşı koruma cihazı: termik röle gibi.

Bu cihazlar, motorun doğru anahtarlanması ve korunması için düzgün bir şekilde seçilecek ama aynı zamanda tesis güvenliğini garanti altına almak adına yolverici elemanlarının korunmasını sağlamak için birbirleriyle koordineli olacaklardır. Kısa devreye karşı koruma cihazının performansı yeterli ve her uygulama için kullanılan bileşenlerin özelliklerine göre doğrulanmış olacaktır. Deneysel verilere ve ürünlerin teknik/ticari kataloglar üzerinde bildirilmemiş özelliklerine göre üretici tarafından farklı cihazlar arasında koruma doğrulamaları yapılır. Bunun bir sonucu olarak üretici, koordinasyon için öngörülen özellikleri elde etmek için kullanılacak bileşenleri bildiren koordinasyon tablolarını tasarımcıya sunar. Yolvericide (kontaktör veya termik koruyucu cihaz) veya kısa devreye karşı koruma cihazında, üreticinin talimatlarına uymayan bir bileşenin kullanılması kullanılan koordinasyonu uygun olmayan bir hale getirebilir.

Anahtarlanacak motorun nominal akımına göre olması ve belirli bir gerilim ve kısa devre akımı için geçerli olmasının yanı sıra, motor yol verme için koordinasyon (devre kesici + kontaktör + termik röle) "normal" veya "ağır" ve "tip 1" veya "tip 2" olarak sınıflandırılır. İlk sınıflandırma ile ilgili olarak, normal veya ağır şart yol verme arasındaki ayırım, yol verme zamanına ve termik korumanın açma özelliğine bağlıyken, tip 1 veya 2 koordinasyonları arasındaki ayırım, bir cihazın anahtarlama aygıtını (kontaktör) kısa devreye ve koruma aygıtını aşırı yüke (harici termik röle) karşı koruduğu farklı yöntemlere bağlıdır. Bir yol verme yöntemini diğerinden ayıran bazı ayrıntılar şunlardır.

2.2.1 Normal ve ağır şart yol verme

Yol verme yönteminin bir sınıflandırması, yük ve termik rölenin bunu izleyen davranışının gerektirdiği karakteristik özelliklere bağlıdır. Çalışma sıcaklığı değişse bile davranışları değişmeyen bir çalışma prensibine sahip rölelere olduklarından, genellikle ısıya dayanıklı termik röleler kullanılır. Termik rölenin sıcaklık açısından kompanse edilip edilmemesine bağlı olarak standart, açma eğrisini karakterize eden röle için bazı yönergeler verir, ama, özellikle bu standart 7.2 x I_r 'ye tekabül eden açma sürelerini oluşturur (termik korumanın I_r ayar akımı). Tablo 2 'de gösterildiği gibi açma sınıfı veya yol verme sınıfı konsepti buna dayanarak sunulur.

Tablo 2: Yolverme sınıfları

Açma sınıfı	Açma süresi 7.2 x I _r için T _i [s]	Açma süresi 7.2 x I _r için T _i [s] (bant E)
2	-	T _i ≤ 2
3	-	2 < T _i ≤ 3
5	0.5 < T _i ≤ 5	3 < T _i ≤ 5
10A	2 < T _i ≤ 10	-
10	4 < T _i ≤ 10	5 < T _i ≤ 10
20	6 < T _i ≤ 20	10 < T _i ≤ 20
30	0.5 < T _i ≤ 30	20 < T _i ≤ 30
40	-	30 < T _i ≤ 40

Bu tablodaki farklı terimlerin anlamı, aşağıdaki hususlara başvurarak daha iyi anlatılabilir.

7.2 x I_r parametresi, koruma rölesinde ayarlanan akımın katıdır ve çarpım faktörü 7.2 ürün standardı ile sabitlenmiştir.

"I_r" genellikle motorun nominal akımı "I_e"'ye denk gelir; 7.2 x I_r değeri, yol verme fazında motorun çektiği akım olarak hesaba katılabilir.

Genellikle dikkate ve en sık kullanılan açma sınıfları, orta sütunda "T_i" zamanı ile anılan 10A –10 – 20 – 30'dur. Normal yol vermeyi 10A ve 10 açma sınıflarıyla ilişkilendirmek veya açma sınıfları 20 ve 30'a göre ağır yol verme oldukça yaygındır. Diğer açma sınıfları ve "E" bandıyla gösterilen açma süresi geçtiğimiz günlerde IEC 60947-4-1 standardının bir ekinde tanıtılmış ve açma yapılmayan minimum sürenin artışı nedeniyle kısıtlı açma aralığı ile karakterize edilmişlerdir.

Termik korumanın jenerik açma süresi olan "T_i" için sabitlenen limitler aşağıdaki anlama sahiptir:

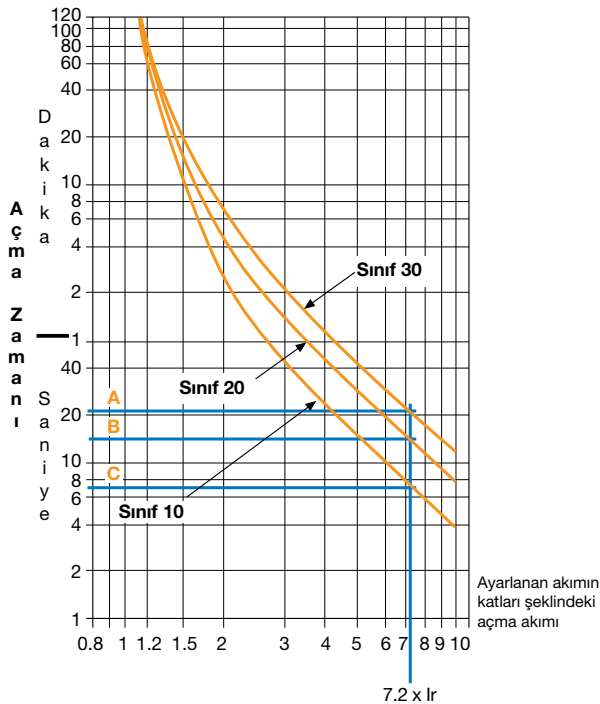
- alt limit, yol verme sırasında müdahale etmemesi için altında rölenin açma yapmaması gereken minimum süreyi temsil eder;

- üst limit, rölenin içinde muhakkak açma yapacağı süredir. Böylesi bir limit, makinenin standart özelliklerine göre sabitlenerek stator sargılarının veya genel olarak motorun başlangıç akımına ve oldukça kısa sürede akımın ürettiği termik etkilere dayanmasını sağlar.

Oldukça kolay bir sayısal örnek kullanarak, tabloda bildirilen bilgilerin anlamı netlik kazanır. 5s yol verme süresine ihtiyacı olan özel bir uygulama için motora sahip olduğumuzu düşünelim; açma sınıfı 10A ve 10 olarak sınıflandırılmış bir termik koruma cihazının seçimi doğru olmaz, çünkü teorik açıdan, 2 veya 4. saniyede açma yapabilir; bu yüzden, 6 saniyeye kadar açma yapmayarak motora tamamen yol verilmesini sağlayan sınıf 20 bir röle seçmek gereklidir.

Altındaki Şekil 4, motora yol vermek için bir rölenin koruma eğrilerinin tipik bir örneğidir; analizlerinden yola çıkarak, "Ti"nin varsaydığı açma süresi değeri ile röleyi karakterize eden 10A – 10 – 20 – 30 gibi farklı sınıflara ayrılma arasındaki uyum açıktır. Aslında $7.2 \times I_r$ ile uyumlu olarak (standart tarafından verilen değer), sınıf 30 olarak beyan edilen rölenin yaklaşık 23s (madde A) açma süresi olduğu, bu yüzden de yukarıdaki Tablo 2'de belirtilenlerle uyumlu olduğu görülebilir.

Şekil 4: Farklı yol verme sınıfları için termik rölenin açma eğrileri



Motor tarafından sürülecek yükün karakteristiği, motor tipi ve yol verme yöntemi, yol verme süresini ve dolaylı olarak termik koruma cihazı seçimini etkileyen faktörlerdir. Sadece gerçek uygulamalara bağlı bir gösterge sunma amacıyla, gemi pervaneleri, kompresörler ve santrifüj pompalarının normal yol verme kategorisine dâhil edilebileceğini ifade etmek mümkündür. Bu sebeple, santrifüj fanları, mikserler ve değirmenler termik koruma sınıfı 10 veya 10A ile ağır şart yol vermenin bir parçası kabul edilebildiğinden, termik koruma sınıfı 30 ile de kabul edilir.

İdeal çalışma ve koruma koşulları elde etmek için doğru bir motor ve ayrıca doğru bir koruma cihazı seçiminin ne kadar önemli olduğu açıktır.

2.2.2 Koordinasyon tip 1 ve tip 2

Yolverici bileşenleri üzerinden kısa devreye karşı koruma cihazı davranışına göre standardının izin verdiği koordinasyon çeşitleri "tip 1" ve "tip 2" olarak sınıflandırılır. Kısa devre koşullarında, tip "1" koordinasyon kontaktörün ve termik rölenin zarar görmesine izin verir; sonuç olarak parçaların tamiri veya değişimi olmadan çalışmalarını mümkün olmaz. Ancak, standart belirtmektedir ki bu cihazlar insanlara veya tesisatlara zarar vermezler; örneğin muhafaza dışına çıkartılmış bileşenlerin parçaları ile.

Kısa devre koşullarında, tip "2" koordinasyon, önemli deformasyonlar olmadan kontakların kolayca (örneğin bir tornavida ile) ayrılabilmesi koşuluyla kontak kaynağı riskine izin verir. Bu tip koordinasyon, kontaktör veya yolvericinin insanlara veya tesisata zarar vermemesini ve standart koşullara döndükten sonra çalışmaya devam etmesini gerektirir.

İki koordinasyon tipolojisinin tanımından, "tip 1" koordinasyonun daha düşük boyutlarda cihazların kullanımına nasıl izin verdiğini anlayabilirsiniz. Böylece başlangıç maliyeti tasarrufu ve düşük boyutları elde edilir ancak yüksek güvenliğin dezavantajı olarak arıza durumunda ekstra bakım ve değişim masrafları beraberinde gelir. "Tip 2" koordinasyon daha yüksek güvenlik gereksinimlerini karşılar ve bu dikkate alındığında olası yüksek başlangıç maliyetini amorti edebilir; arıza durumunda anahtarlama ve koruma ekipmanı değiştirilmeden tekrar çalışmaya başlayabilir.

3 Sincap kafesli rotora sahip üç fazlı asenkron motorun başlıca yol verme yöntemleri

Önceki sınıflandırmalardan bağımsız olarak, makinelerin hız değişimini gerektirmeyen uygulamalar için üç fazlı asenkron motorlara yol verilmesi, stator sargıları boyunca gerilim uygulanan yöntem ve çeşitli elektriksel ve mekanik parametrelere göre değişen tesis mühendisliği sonuçlarıyla elde edilebilir. Farklı oluşumun bu parametreleri elektrikli makine üzerinde daha az veya fazla şiddetli gerilme yaratırlar ancak ani tork parametrelerini çok farklı değerlerle mümkün kılarlar.

Şimdi, en yaygın yol verme yöntemlerini tanımlayarak detaya girelim.

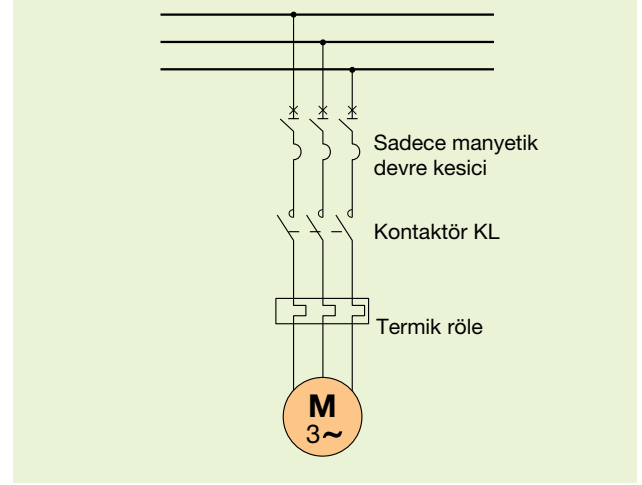
3.1 Direkt yol verme

Çoğu zaman DOL olarak kısaltılan "Direkt yol verme", belki de en geleneksel sistemdir ve motoru doğrudan besleme şebekesine bağlayıp yol vermeyi tam gerilimde yapmayı içerir. Direkt yol verme, sincap kafesli bir asenkron motora yol vermek için en basit ve en ekonomik sistemdir ve en sık kullanılan yöntemdir. Şekil 5'te gösterildiği üzere, besleme şebekesine doğrudan bağlantı sağlar ve bu sayede yol verme tam gerilimde ve sabit frekansta gerçekleşerek oldukça azaltılmış ivmelenme süreleriyle yüksek bir yol verme torku oluşturur.

Tipik uygulamaları, tam yük yol vermeli küçük güç motorları ile alakalıdır.

Bu avantajlar bazı sorunlar meydana getirir. Örneğin - ilk anlarda - nominal akımın 10 ila 12 katı değerlere erişip sonrasında nominal akımın 6 ila 8 katına düşen ve maksimum tork hızına ulaşmak için zorlayabilen yüksek ani akım. Böylesi akımların etkileri, motor bağlantı kabloları üzerindeki yüksek elektro-dinamik gerilmeler ile tespit edilebilir ve ayrıca motorun kendi sargıları etkileyebilir. Bunun haricinde, yüksek ani torklar aktarım bileşenlerini (kayışlar ve eklemler) geren şiddetli hızlanmaya neden olarak bu elemanların mekanik ömründe bir azalmaya beraber dağıtım problemleri ortaya çıkarırlar. Son olarak, motorun veya bağlı ekipmanın besleme hattındaki olası gerilim düşümleri dikkate alınmalıdır.

Şekil 5: DOL yol verme için prensip şeması



3.2 Azaltılmış gerilimli yol verme

Azaltılmış gerilimli yol verme sistemleri, motoru doğrudan elektrik besleme şebekesine bağlamayı ve böylece azaltılmış gerilimli bir yol verme yapmayı içerir. Bu da başlangıç akımında bir azalma meydana getirirken aynı zamanda ani torkta da azalma olur. En yaygın yol verme tipleri reaktör ve stator direnç ile yol verme, yıldız-üçgen yol verme, oto transformatör ile yol verme veya yük özelliklerine adapte olması için motor tork eğrisine müdahale edilen yumuşak yolverici ile yol vermedir.

3.2.1 Yıldız-üçgen Y/Δ yol verme

Yıldız-üçgen yol verme en bilinen sistemdir ve belki de azaltılmış gerilimdeki en yaygın yol verme sistemidir; yol verme sırasındaki mekanik gerilmeleri azaltarak ve akım değerlerini sınırlayarak motora yol vermek için kullanılır; diğer yandan, azaltılmış bir ani tork sağlar.

Bu sistem, 6 terminali terminal kutusu ve çift besleme gerilimi olan motorlarda kullanılabilir. Özellikle yüksüz yol verme veya düşük ve sabit yük torku ya da hafifçe artan yük torku (fanlar veya düşük güçlü santrifüj pompaları gibi) ile yol vermek için idealdir.

Şekil 6'daki diyagrama bakılarak, yol verme yöntemi ilk fazı devre kesicinin kapanmasıyla gerçekleşecek sargıların, hat kontaktörü KL'nin ve yıldız kontaktör KY'nin yıldız bağlantısıyla öngörür. Önceden belirlenmiş uygun bir sürenin ardından, KY kontaktörünün açılışı ve KΔ 'nin kapanışı, aynı zamanda normal çalışma konumunun konfigürasyonu olan üçgen bağlantısına geçmeyi sağlar. Bu aygıtlar farklı yol verme fazlarıyla ilgili akımlardan etkilenirler. Aşağıda görüleceği üzere, bu akımlar, motorun nominal akımına göre daha düşük olmaktadır. Aynı zamanda, genellikle Y/Δ değişim düğümünün yük tarafında konumlanmış olan termik koruma, motorun nominal akımından daha düşük bir akım değerine ayarlanacaktır. Bunun haricinde, bu konumda kurulu olan termik koruma, demir doygunluğu nedeniyle ve üçgen devresinde kapalı kalan oluşan üçüncü-harmonik akımlara karşı hassastır.

Şimdi, farklı yol verme fazlarını, ayrıntılı olarak analiz edelim:

Yıldız fazı (Y)

Yol verme fazıdır: motor sargıları yıldız bağlıdır ve üzerlerindeki gerilim $\frac{V_L}{\sqrt{3}}$.

$$\text{Motor sargısındaki ve hattaki akım } I_{MY} = \frac{V_L}{\sqrt{3} \times Z_W}$$

Z_W sargı empedansıdır.

Söylenildiği gibi, bu yol verme fazı hızlanma fazı ile çakışmakta olup kararlı durum hızına neredeyse ulaşılabilene kadar devam edecektir. Çok kısa sürmesi, yol verme çeşidini karakterize eden gerilmelerde azalmaya izin vermeyecektir; sonuç olarak, böylesi gerilmeler sonraki üçgen fazında kendilerini tekrar gösterecektir ve böylece direkt yol vermedekilere benzer şartları yeniden yaratacaktır.

Değişim fazı

Kontaktörlerin açılıp kapanmasıyla, yıldız pozisyonundan üçgen pozisyonuna geçişin gerçekleştiği fazdır. Değişim fazının süresi ve kalibrasyonu önemlidir: değişim süresi, yıldız kontaktörde elektrik arkını söndürecek ve üçgen kontaktörün fazla kapanmasından ortaya çıkacak bir kısa devre durumunu engelleyecek şekilde olmalıdır. Diğer yandan Y 'den Δ konumuna uzun sürede bir geçiş, motorun yavaşlamasına neden olarak üçgen fazındaki büyük akım tepeleriyle sonuçlanacaktır.

Geçiş analog veya dijital zamanlayıcılar ile düzenlenir ve tıpkı bir gösterge gibi geçiş süresi ortalama 50 ms'ye ayarlanabilir. Zamanlayıcı üzerinde, ayrıca yıldız fazının

süresi ayarlanır; bu genel anlamıyla, motor-makine ünitesinin ortalama sürüş torku ve ortalama yük torku arasındaki farkın bir fonksiyonu olarak dikkate alınabilecek hızlanma veya yol verme süresidir.

Teorik olarak Y/Δ yol vermeyi karakterize eden avantajları verimli hale getirmek için gerekli olan iyi bir komütasyon, dönüş yönü ve Y'den Δ konumuna geçen motorun mandalları üzerindeki kablo bağlantılarının sırası dikkate alınarak yapılmalıdır. Rotorun artık manyetizması, stator akımı tarafından üretilen manyetik alan ile zıt fazlarda olduğunda komütasyon olursa, akım gereksinimi nominal akımın 20 katı değerine kadar çıkacaktır. İyi kalibre edilmemiş bir komütasyonun meydana getirdiği sonuçlar sadece motoru değil aynı zamanda koordinasyonu oluşturan aygıtların davranışını da etkiler ve uygunsuz ve tahmin edilemeyen çalışmaya neden olur.

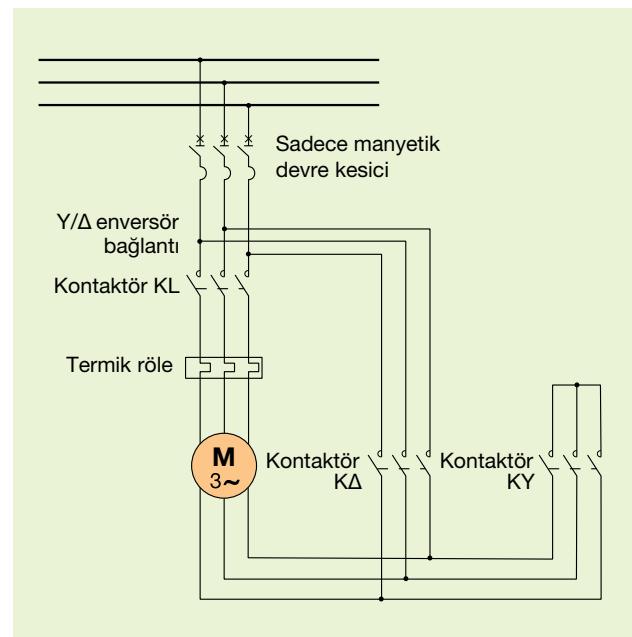
Üçgen fazı (Δ)

Değişim gerçekleştiğinde, yol vermenin son fazına erişilir; aynı zamanda stator sargılarının üçgen bağlantılı olduğu ve tam şebeke gerilimi V_L 'ye tabi olduğu sabit durum çalışma koşulunu temsil eder ve motor tekrar tam

$$\text{torka ulaşır sargılar boyunca akan akım: } I_{M\Delta} = \frac{V_L}{Z_W}$$

ve de hat tarafından çekilen akım (motorun "le" nominal akımı): $I_{L\Delta} = \frac{V_L}{Z_W} \times \sqrt{3}$.

Şekil 6: Yıldız-üçgen yol vermenin prensip şeması



Daha önceden verilen akım ve gerilim formüllerini analiz ederek, Y yol verme fazının nasıl V_L hat geriliminin 0.577 katı bir gerilim değerinde gerçekleştiği ve direkt yol verme ve üçgen-bağlı motor durumunda motorun hattan çekeceği akımdan 0.33 kat daha düşük olan bir akım çekilmesine ihtiyaç duyduğu görülebilir. Y fazındaki ve Δ fazındaki akım ile ilgili yukarıdaki ilişkiden, şu sonuca varılabilir $I_{MY} = \frac{V_{L\Delta}}{3}$.

Elektroteknik yasalara bakıldığında, çekilen akımlardaki azalma elektrodinamik gerilmelerle aynı miktarda oluyorken, gerilimin ilk torkun karesiyle orantılı olarak (yani 3 misli) düştüğü sonucu çıkarılabilir.

Bazı bilimsel veya teknik yorumlarda, Y/ Δ yol verme sisteminin kullanımı için daha önce öne sürülen sebepler ve karakteristikler (yani makine aracının eklem parçalarında hasara yol açabilecek, ani akımdan kaynaklanan yüksek gerilim düşümünün azaltılması ve ilk torkun azaltılması), genellikle Y/ Δ 'yı iyi bir yol verme yöntemi olarak sayabileceğimiz önemli ve kayda değer unsurlar olarak kabul edilmez. Ancak olay şudur ki böylesi bir yöntem, asenkron motorların kullanımını sağlayan çoğu klasik endüstriyel uygulamada sıklıkla kullanılır.

3.2.2 Ototransformatör ile yol verme

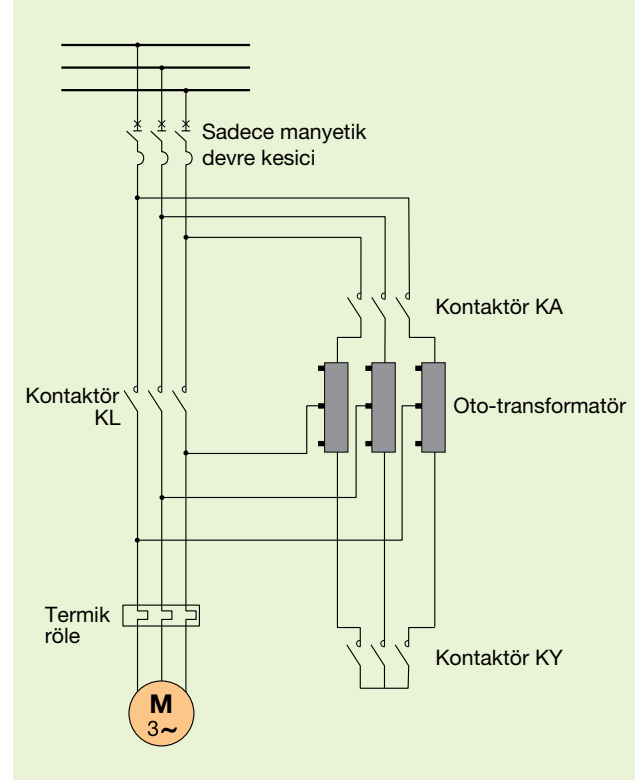
Besleme geriliminin azaltılması, sabit kademeli bir ototransformatör veya daha pahalı çoklu kademeli ototransformatör veya değişken gerilimli transformatör aracılığıyla gerçekleştirilir.

Ototransformatör ile yol verme sırasında (şekil 7'deki diyagrama bakın) motor, ototransformatörün bir kademesine bağlanır (sadece manyetik korumalı devre kesici kapalı, KA kapalı, KY kapalı) ve bu şebeke gerilimini "k" faktörü kadar düşürür ve tam nominal gerilimde doğrudan beslendiğinde motorun çekeceği akıma kıyasla aynı faktör kadar azaltılmış bir akımı motora çeker. Transformatörün primerindeki ve sonuç olarak hat üzerindeki adım k2 kadar azalır. Faktör k kadar gerilim azalması dolayısıyla aynı zamanda ani tork, tam gerilimde başlarmaya kıyasla k2 kadar azalır.

Motorun kararlı durum hızının yaklaşık %80 ila %90'ına ulaştığı zaman, KY kontaktörü açılır ve motor, ototransformatör sargılarının indüktansı tarafından azaltılmış gerilimde beslenmeye devam eder. Bu noktada KL kontaktörü kapanıp KA kontaktörü açılarak motor doğrudan şebekeden beslenir. Ototransformatör ile yol

verme oldukça pahalı, hatta Y/ Δ yol vermeden çok daha pahalı kabul edilir ve yüksek ataletle sahip orta/yüksek güçlü sincap kafesli motorlara uygulanır.

Şekil 7: Oto-transformatör ile yol verme için prensip şeması



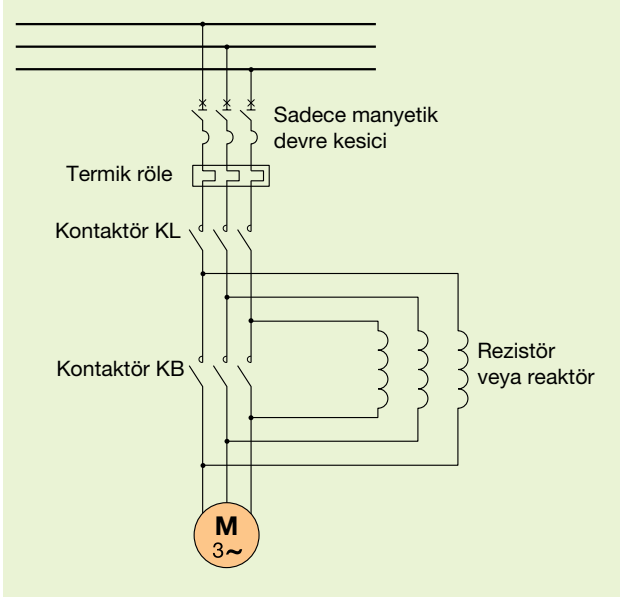
3.2.3 Stator direnci veya reaktör ile yol verme

Diyagramı şekil 8'de gösterilen bu yol verme yöntemi sincap kafesli motorlar için idealdir. Bu durumda gerilim düşümü, yol verme sırasında (KL kapalı, KB açık) statora seri bağlı reaktörler veya dirençler kullanılarak elde edilir; bunun sonucu olarak, ilk aşamada motoru besleyen gerilim, şebeke gerilimine göre "k" faktörü kadar azaltılır ve bu k2'lik bir tork azaltılmasına karşılık gelir. Başlangıç akımı, tam gerilimde yol verme için gerekli akımın yaklaşık yarısıyla sınırlıdır. İvmelenme fazı bittiğinde, reaktörler veya dirençler hariç tutulur (KB'nin kapanması) ve motor tam gerilimle ilgili parametrelere geri döner.

Zaman gecikmeli kontrol cihazları ile direnç ve reaktörlerin adım adım hariç tutulması da mümkündür. Bu yöntem, yol verme aşamasında bazı sonuçları beraberinde getirir; örneğin reaktörler yüzünden güç faktöründe önemli ölçüde azalma veya dirençlerdeki güç dağılımının oluşturduğu yüksek sıcaklık artışı. Bu, güçlü ataletle sahip

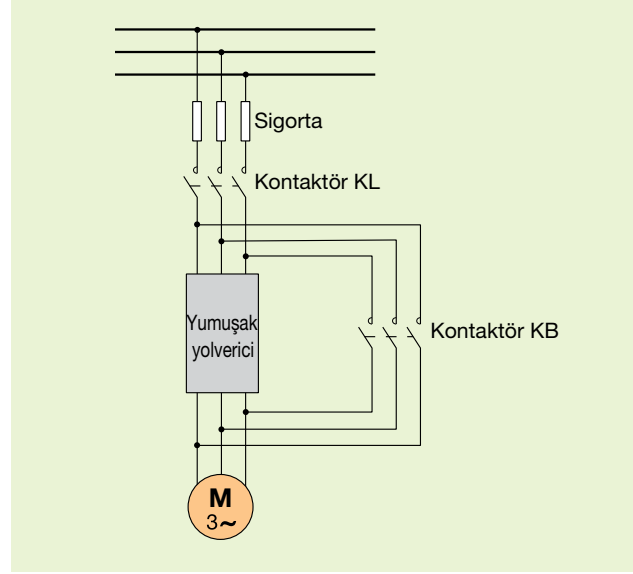
olup yol vermede özellikle yüksek tork ve akım değerleri gerektirmeyen makineler için tipik olarak kullanılan bir sistemdir.

Şekil 8: Stator dirençleri veya reaktörler ile yol verme için prensip şeması



yerleştirilebilir. Yol verme fazı tipik olarak KL kapalı ve KB açıkken olur, böylece yumuşak yolverici yol vermeyi kontrol edebilir; sonrasında, yumuşak yolverici içindeki güç birimi hariç KB kapanırken kontrol birimi aktif kalır.

Şekil 9: Yumuşak yol verme için prensip şeması

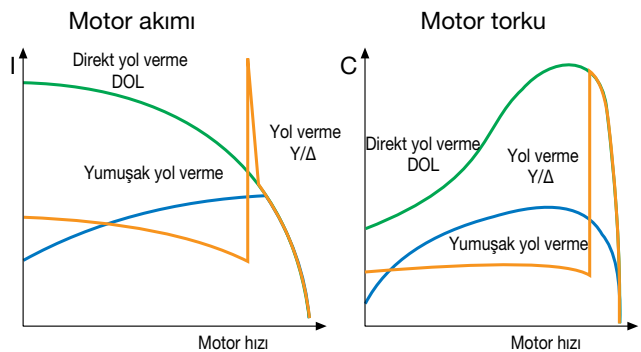


3.2.4 Yumuşak yol verme

Yol verme için oldukça yüksek bir ilk yatırım maliyeti gerektirebilen modern bir yöntem, genellikle yumuşak yolvericiler olarak bilinen elektronik statik yolvericilerin kullanımıyla gerçekleşir. Şekil 9'daki şema ile bu cihazların kullanımı, başlangıç akımını sınırlamayı, torku belirlemeyi ve yol verme süresini ayarlamayı sağlayarak, DOL ve Y/Δ yol vermeyi karakterize eden elektriksel ve mekanik gerilmelerden kaçınarak yumuşak bir yol verme sağlamak amacıyla tüm süreç boyunca artan motor beslemesinin yumuşak olmasını mümkün kılar. Yumuşak yolvericiler temelde iki parçadan oluşur: bir güç ünitesi ve bir kontrol ünitesi. Güç ünitesinin ana bileşenleri ısı dağıtıcı ve tristörlerdir ve de genellikle mikroişlemci tabanlı olan bir kontrol birimini oluşturan bir devre kartı üzerine uygulanmış bir mantık ile kontrol edilirler. Genelde kullanılan diyagram burada gösterilmiştir ve "on-line" olarak tanımlanır. Sigortalar genellikle bir devre kesici ile değiştirilebilir ancak devre kesici hata durumunda tristörler için uygun bir koruma sağlanmasını garanti edemez; ayrıca, yumuşak yolverici çeşidi, kendi içinde bir termik koruma bulundurmaz; bypass bağlantının besleme tarafına harici bir termik röle monte edilecektir. Y/Δ bağlantı şemasına ilişkin olarak, yumuşak yolverici aynı zamanda bir "üçgen" bağlantısıyla değişim düğümüne

Direkt, yıldız/üçgen ve yumuşak yolvericili yol vermeye ilişkin olarak, Şekil 10 motor için gerekli yol verme akımı ve torkun tipik eğrisini göstermektedir. Direkt yol vermenin akım açısından en ağır ama tork açısından en performanslısını teşkil ettiği açıktır; daha önce de belirtildiği üzere, mütevazı bir ilk tork değerine sahip olmasına rağmen değişim esnasında çok yüksek tepe değer mevcut olsa bile Y/Δ yol verme ile başlangıç akımının azaltılması mümkündür. En dengeli yol verme sonuçları kesinlikle yumuşak yolvericilerle elde edilir.

Şekil 10: Farklı yol verme yöntemleri için akım ve motor torku ile ilgili eğriler



4 Koordinasyon için ABB ekipmanları ve çözümleri

4.1 Koordinasyon ekipmanı hakkında teorik hususlar

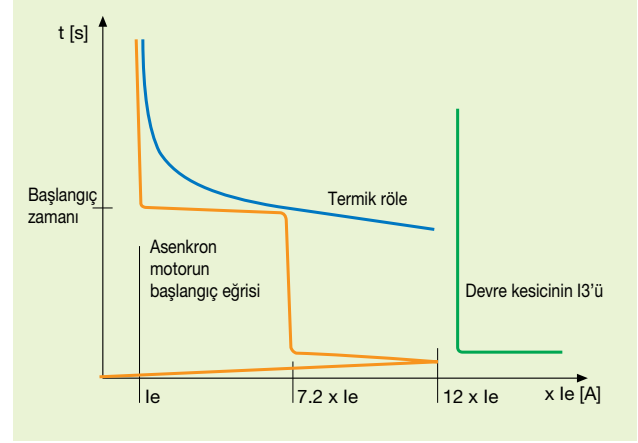
Üç fazlı sincap kafesli asenkron motorların davranışları bazı önemli parametreler ile gösterilmektedir:

- nominal verim ve güç faktörü üzerinde nominal güç "Pe" ile bağlantılı nominal akımı "Ie" IEC 60947-4-1 Standardı (Kasım 2006 tarihli değişikliğe sahip), motorun nominal operasyonel gücünün farklı tesisat gerilimlerinde bir nominal akım ile bağlantılı olduğu bir tablo bildirir. Referans nominal akımlar, 400V, 1500 rpm ve 50Hz'deki 4 kutuplu bir sincap kafesli motor için belirlenmiştir. Diğer gerilimler için nominal akım bu değerler temelinde hesaplanır.
- yaklaşık 12 x Ie bir değer atandığı ve beslemenin ilk anlarında motorun gerektirdiği maksimum akımı temsil eden ani akım "Isp";
- IEC 60947-4-1 standardına uygun olarak 7.2 x Ie yaklaşık değerinin verildiği ve yol verme süresi boyunca gereken akımı temsil eden "Iavv" başlangıç akımı.

Bu parametreler prensipte Şekil 11'deki şemada gösterildiği gibi, aşağıdaki gibi farklı koordinasyon cihazlarının özellikleriyle ilgilidirler:

- **ani akım Isp** ani faza izin verecek bir manyetik açma eşliğine sahip olacak koruma cihazının seçimini etkiler. Bu parametreye ek olarak, devre kesici, tesisat gerilimindeki kısa devre akımı için uygun bir kesme kapasitesine sahip olacaktır;
- **başlangıç akımı Iavv** ve yol verme süresi gerekli görev türüne uygun termik koruma tipini belirlemeyi sağlar; ayrıca, rölenin ayar aralığı motorun nominal akımına uygun olacaktır.

Şekil 11: Motor yol verme, termik koruma ve manyetik korumaya ilişkin eğrilerin şemalaştırılması



Uyulacak bu karakteristikler haricinde, hem termik röle hem de kontaktör, kısa devreye karşı koruma cihazı ile koordinasyonda olmalıdır; böylece tip 2 koordinasyon yönergelerine uyarak kısa devre oluşursa yeterli koruma garanti edilir.

4.1.1 Normalde kullanılan cihazlar ve ilgili cihazlar

Açıklamaya ve de kontrol ve koruma cihazları açısından motorun davranışlarını gösteren önceki şemaya göre, ABB'nin önerdiği tipik çözüm manyetik devre kesici – kontaktör – harici termik röle kombinasyonudur. Aşağıda belirtilen bileşenleri karakterize bazı unsurlar vardır:

- manyetik devre kesici

Bu, standartlaştırılmış 10 x In değerine sahip termomanyetik bir devre kesicide bulunandan çok daha yüksek bir I3 manyetik açma eşliğine (In'nin 13 katına kadar) sahip olmayı sağlar. Bu, daha büyük devre kesici çerçeve boyutlarına başvurmadan, motorun yol verme fazının ilk anlarında çektiği yüksek akımla bağlantılı olası sorunlara daha iyi karşı çıkmayı sağlar. Bu amaçla Tmax serisi kompakt tip

devre kesiciler veya Şekil 12'deki MO325 gibi "otomatik sigorta" olarak tanımlanan devre kesiciler kullanılabilir.

Şekil 12: Sadece manyetik korumalı devre kesiciler



- kontaktör

Normal koşullarda motorun açılıp kapanma işlemlerini gerçekleştiren ve aynı zamanda açmayı komut eden termik röle tarafından tespit edilen aşırı akımlar durumunda motoru besleme şebekesinden ayıran cihazdır (bkz. Şekil 13) Ayrıca, kontaktör AC-3 kategorisine göre motorun nominal akımını taşımaya uygun olacak şekilde seçilecektir. Motor faaliyetlerini yürüten kontaktör, devre

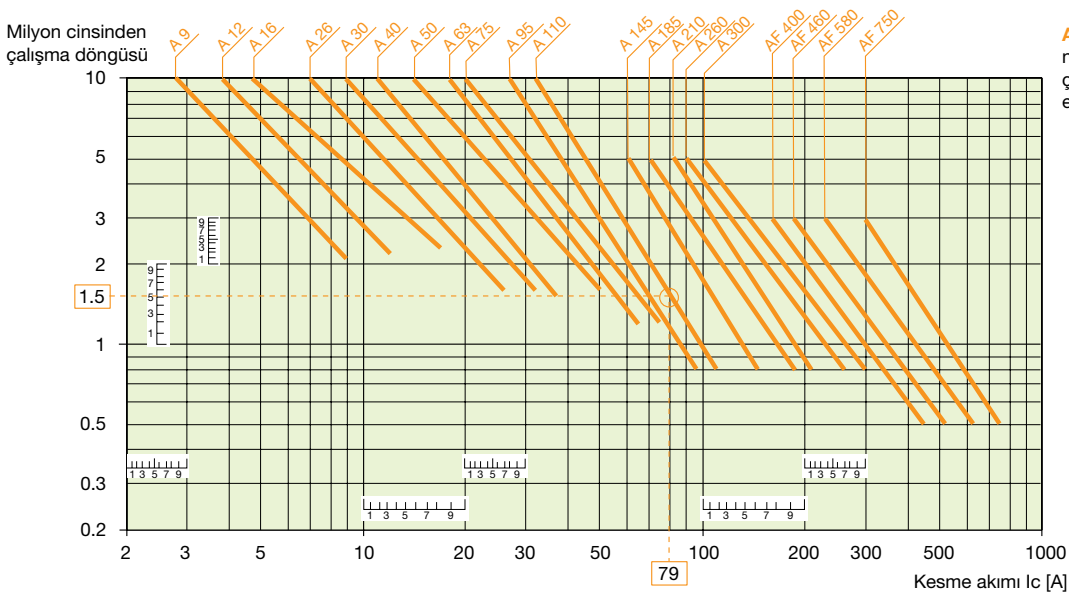
kesicinin gerçekleştirebileceklerinden daha yüksek sayıda faaliyetin gerçekleştirilmesine izin verir.

Tipik olarak kontaktör, bir devre kesici tarafından garanti edilenden daha yüksek bir elektriksel ömre sahiptir. Bir kontaktörün elektriksel ömrü üreticisi tarafından sağlanan ve belirtilen şartlarda geçerli olan eğriler yardımıyla tespit edilebilir; aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi, 400Vac'de 79A akım çeken üç fazlı sincap kafesli bir asenkron motoru dikkate alarak, yol verme için kullanılacağı kabul edilen kontaktörün eğrisine (örn. A110) karşılık gelecek şekilde Şekil 14'teki grafikten olası faaliyetlerin (yaklaşık 1.5 milyon) sayısını belirlemek mümkündür.

Şekil 13: Kontaktör



Şekil 14: AC-3 kategorisi için elektrik ömrünü gösteren eğriler – gerilim <440V – ortam sıcaklığı <55°C



AF1350 ve AF1650'nin nominal akımda 5000 çalışma döngüsünde elektriksel ömrü

-harici termik röle

bu, motorun aşırı yüklenmesine karşı korumayı gerçekleştirecek olan cihazdır ve genellikle devre kesicinin manyetik açma eşiğinden daha düşük aşırı akımlar için kontaktörü açma komutunu verme fonksiyonuna sahiptir. Yukarıda bahsedilen koruma fonksiyonunu gerçekleştiren, basit bir harici (manyetik tip olan devre kesiciye monte edilmemiş) bimetel veya elektronik röledir ve bu nedenle IEC 60947-4-1 standardıyla uyumlu açma ve koruma eğrilerine sahiptir (örn. ısıya dayanıklı ve faz kaybına karşı hassas).

Ayrıca, uzaktan kontrol için çok daha gelişmiş koruma ve izleme fonksiyonları sunan, Insum veya UMC gibi daha karmaşık cihazlar da kullanılabilir. Şekil 15'de aygıtın farklı çeşitlerine genel bir bakış verilmiştir.

Şekil 15: Termik röleler



Şekil 16'daki gibi kablolanmış ve önceden gösterilen konseptlere göre gerçekleştirilmiş üç aygıtın kombinasyonu, genel boyutlarla ilgili başlıca gereksinimle tamamen uyumlu ve yol verme (ani ve başlangıç akımları), işletim (yüksek sayıda işlem), çalışma ve koruma sırasında makinenin ihtiyaçlarını dikkate alan kompakt bir çözüm elde edilmesini sağlar.

Şekil 16: Sadece manyetik korumalı devre kesici, kontaktör ve termik röle ile çözümün kompaktlığı



Yukarıdaki konfigürasyon, üç fazlı asenkron motor kullanımını gerektiren uygulamaların büyük bir kısmının kapsanmasını sağlar; ancak, farklı konfigürasyonlar da mümkündür, örneğin:

- yük ayırıcı ve sigortalı çözüm

Şekil 17'de gösterilen iki cihazın kombinasyonu, manyetik bir devre kesicinin değişimi için kullanılır.

Şekil 17: Sigortalı yük ayırıcılar



- hem termik hem manyetik korumaya sahip bir devre kesici ile çözüm

devre kesiciye entegre olmuş termik ve manyetik koruma sağlayan bu çözüm, motora yol vermeye adanmış PR222MP tipi elektronik röle ile donatılmış Tmax serisi kompakt tip devre kesiciler ile gerçekleştirilir. Bu şekilde, tek bir cihaz üzerinden faz kaybına karşı hassas ve ısıya dayanıklı manyetik ve termik koruma sağlamak mümkündür (Daha sonra, sadece işlemler için kullanılan kontaktörü birleştirerek, son derece kompakt bir yolverici elde edilebilir). Bunun yerine, standart dağıtım devre kesicileri ve röleler yoluyla elde edilen termomanyetik koruma, termik ve manyetik açıdan bakıldığında motor koruması için genellikle uygun olmayan tipik bir koruma eğrisi sunar. Sonrasında anlatıldığı gibi, "motor koruma" isimli röle, özel korumaların uygulanmasının yanı sıra, motorlarda ortaya çıkabilecek anormal durumların yönetilmesini sağlar.

PR222MP'nin saf ve basit termik ve manyetik koruma fonksiyonları gerçekleştiren daha basitleştirilmiş bir

versiyonu Tmax devre kesicilere monte edilen PR221MP röle tipidir; bu çözüm sayesinde, nispeten daha küçük nominal akımlara sahip motorlar da, devre kesiciyle tümleşik termik (3E – 5E – 10E - 20E sınıflarıyla uyumlu) ve manyetik koruma taradından korunabilir.

Aynı çözüm, faz kaybına karşı hassas ve ısıya dayanıklı basit manyetik ve termik koruma olarak devre kesiciye entegre edilmiş olarak MS325 gibi "motor koruma şalterleri" adı verilen termomanyetik otomatik sigortalar kullanılarak da elde edilebilir.

Bu devre kesiciler ile koordinasyon içinde, harici termik koruma artık kullanılmayacakken kontaktör hâlâ var olacaktır.

Şekil 18, PR222MP ile donatılmış bir kompakt tip devre kesici kullanarak veya sadece anahtarlama cihazına doğrudan bağlanmış termomanyetik bir devre kesici kullanılarak elde edilebilen çözümün kompaktlığını göstermektedir.

Şekil 18: Fonksiyonel ve kompakt çözümlerin gerçekleştirilmesi



Aşırı yüke (L) - motorlar içindeki bakır ve demir sıcaklık artışlarını simüle eden bir termik model ile uygulanan – ve kısa devreye (I) karşı klasik korumalara ek olarak PR222MP rölesini karakterize eden koruma fonksiyonları gösterilmiştir.

Rotor bloğuna karşı koruma (R):

normal çalışma sırasında motoru olası bir rotor bloğuna karşı korur. Bu fonksiyon, hatanın yol verme sırasında mı (yol verme süresi sırasında engellediğinde) yoksa normal çalışma sırasında mı (aktifken) oluştuğunu ayırt etmeye yarar. Süre açısından, bu fonksiyon 1s ile 10s arasında ve akım açısından I_1 akımının 3 ile 10 katı arasında ayarlanabilir ve faz akımlarından en az biri ayarlanan değerleri aştığında müdahale eder. Bu koruma hariç tutulabilir.

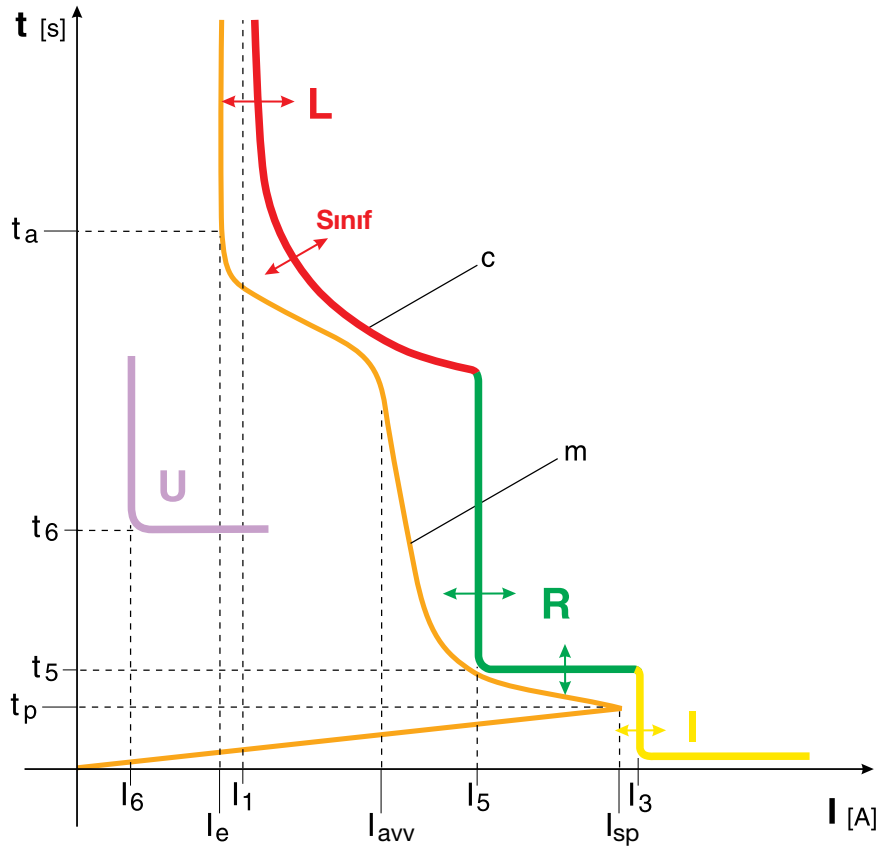
Dengesiz faza karşı koruma (U):

Bir ya da iki akımın değeri ayar altına düştüğünde ve ayarlanan süreden daha uzun süre altında kaldığında müdahale eder. Manuel ayar, $0.4 \times I_1$ 'e eşit sabit akım eşiğine ve 4s sabit süre eşiğine sabitken, elektronik ayar durumunda akım eşiği 0.4 ile 0.9 çarpı I_1 olarak ve süre eşiği 1s ile 10s olarak ayarlanabilir. Bu fonksiyon hariç tutulabilir.

PTC sensörüyle koruma:

motorlar için kabul edilen sıcaklıkların aşımına karşı.

Aşağıdaki diyagram, PR222MP tipi röle kullanılarak elde edilen koruma eğrisinin, motorun yol verme fazını şematize eden tipik eğri ile karşılaştırıldığında zaman-akım düzleminde nasıl konumlandırıldığını göstermektedir.



- I_1 = fonksiyon L açma akımı
- I_3 = fonksiyon I açma akımı
- I_5 = fonksiyon R açma akımı
- t_5 = fonksiyon R açma süresi
- I_6 = fonksiyon U açma akımı
- t_6 = fonksiyon U açma süresi
- I_e = motorun nominal servis akımı
- I_{avv} = motor başlangıç akımı
- I_{sp} = alt-geçici başlangıç akımının tepe değeri
- t_a = motora yol verme süresi
- t_p = alt geçici yol verme fazının süresi
- m = tipik motor yol verme eğrisi
- c = elektronik koruma ünitesi motor koruma devre kesicilerinin açma eğrisi örneği

Fonksiyonların farklı eğrileri, sayısız eşik ve zaman ayarıyla, motor yol verme eğrisine oldukça yakın olan genel bir açma eğrisinin çizilmesini sağlar ve böylece korumayı optimize eder.

- açık tip devre kesicili çözüm (Emax serisi)

üç farklı cihaz tarafından gerçekleştirilen yukarıda belirtilen tüm fonksiyonlar sadece devre kesiciye atanır. Bu çözüm özel durumlarda kullanılacaktır: örneğin yüksek sayıda işlem gerekmediğinde, ki büyük boyutlu motorlara özgüdür (300kW'yi aşan güç çıkışıyla gösterge olarak) veya özel şartname gereksinimlerini karşılamak için.

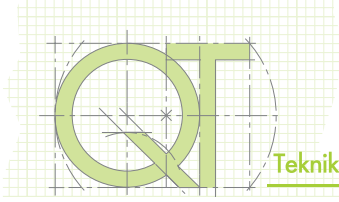
- yumuşak yolvericili çözüm

bu cihaz, motorun bir kontrol bileşeni olarak işlevselliğinin temelini tristör olarak da bilinen güç yarı iletkenleri üzerine kurmuştur; bu tristörler motora uygulanan gerilimi kontrol etmeye ve yavaşça yükseltmeye yarayarak yavaşça başlamasını ve başlangıç akımlarını sınırlamasını sağlar.

Tristörler, rampa süresi dolduktan sonra, tristörler genellikle bir kontaktör ile baypas edilir ve hat doğrudan motora bağlanır. Yani tristörler sürekli olarak fonksiyonel halde kalmazlar ve böylece sıcaklık artışına bağlı olası sorunların sayısı azalır. Şekil 19, yumuşak yolvericilerin bazı türlerini göstermektedir.

Şekil 19: Yumuşak Yolvericiler





4.1.2 Özel uygulamalar

- Toprak hatasına karşı koruma

Klasik termomanyetik koruma fonksiyonlarına ek olarak, motor üzerinde bir kaçak akım koruması da genellikle gereklidir. Bu sayede motoru korumak adına, hata ilerlemeden ve aşırı ısınma ve kısa devrelerle tehlikeli koşullar yaratmadan olası bir toprak kaçağı zamanında tespit edilebilir. Böylece makinedeki hasarlar minimuma iner.

Bu koruma, toroidal akım trafoları aracılığıyla tesisdeki akımları tespit eden harici bir kaçak akım cihazı üzerinden gerçekleştirilebilir. Yalnızca kaçak akım cihazının kullanımıyla karşılaştırıldığında, devre kesici tarafından gerçekleştirilen kısa devreye karşı koruma doğrulamasından kurtulmanızı sağlar. Kaçak akım cihazı, genellikle hatalı devreyi fiziki olarak açtıran bir kontaktörün üzerindeki bir enversör kontağı ile çalışır. Kaçak akım cihazının çalışması, ayrıca devre kesicinin açtırma bobinine komut verebilir ve sonuç olarak arızalı devrenin kesilmesi görevini yaptırabilir.

- Hız kontrolü

Sofistike motor kontrolünün gerekli hale geldiği özel proje gereksinimleri veya otomasyon alanındaki uygulamalar için, yükün bir fonksiyonu olarak motorun güç kaynağı frekansını modüle etmeyi sağlayan değişken hızlı sürücülerin (inverterler) kullanımı mümkündür (örnek: redüksiyon vanalar kullanan klasik bir sisteme başvurmadan bir pompa yükünü kontrol etmek için).

Uygulamanın elektriksel ve mekanik parametrelerinin kontrolü ve yönetimiyle beraber inverterlerin kullanımı aynı zamanda %20 ila 50 arasında enerji tasarrufu sağlar. ABB, endüstriyel uygulamalar için geniş bir yelpazede frekans konvertörleri sağlayabilir. Bu sistemler, teknolojinin ön planında olan ve yüksek verimlilik ve düşük bakım gereksinimleri ile oldukça güvenilir sistemler sunan yarı iletkenler ve konvertörler ile kategorize edilirler.

4.1.3 Koordinasyon için ABB ekipmanı

Aşağıda en yaygın ve tipik gereksinimleri yerine getirmek için, ABB SACE tarafından hazırlanan, klasik yol verme için koordinasyon tablolarında yer alan cihazların bazı temel özelliklerini özetleyen bir şemayı görebilirsiniz. Çeşitli cihazlara daha kapsamlı ve ayrıntılı bir genel bakış için ilgili teknik kataloglarda verilen bilgilerden yararlanılmalıdır.

Devre kesiciler

Motor koruma için devre kesiciler hem otomatik sigortalar ailesine (MO... MS...) hem de kompakt tip devre kesiciler ailesine (Tmax) ait olabilir. Bunların ana karakteristikleri sırayla Tablo 3 ve Tablo 4'te özetlenmiştir. Termomanyetik veya sadece manyetik tipte ya da tipik olarak 4 kutuplu versiyonda elektronik koruma ünitesi olabilirler. Kompakt tip devre kesiciler konusunda ilgili rölelerin boyutları Tablo 5'te verilmiştir.

⁽¹⁾ Burada tanımlanan ürünler, bu belgenin basıldığı an piyasada mevcut olan ürünlerdir. Ürün yelpazesinin gelecekteki güncellemeleri için ürün kataloglarına başvurulmalıdır.

Tablo 3: Otomatik sigortalarda MO serisi – nominal akım In – 400Vac'de kesme kapasitesi Icu. Manuel motor yolvericilerin tipi, MS serisi – nominal akım In – 400Vac'de kesme kapasitesi Icu – yol verme sınıfı

Sadece manyetik devre kesici "mcb"		
Tip	In	Icu @ 400Vac
MO325	0.4 - 25	100
MO450	16 - 50	50
MO495	40 - 100	50
MO496	16 - 100	100

Termomanyetik devre kesici			
Tip	In	Icu @ 400Vac	sınıf
MS116	0.16 - 16	50*	10
MS225	0.16 - 25	50**	10
MS325	0.16 - 25	100***	10
MS450	16 - 50	50	10
MS451	16 - 50	50	20
MS495	40 - 100	50	10
MS496	40 - 100	100	20
MS497	16 - 100	100	10

* In12 Icu=25kA In16 Icu=16kA

** In=9A Icu=40kA ; In=12.5A ve 16A Icu=30kA ; In=20A ve 25A Icu=10kA

*** In=12.5A Icu=75kA ; In=16A Icu=60kA ; In=20A Icu=55kA ; In=25A Icu=50kA

Tablo 4: Tmax serisi kompakt tip devre kesiciler – mevcut versiyonlar, kesme kapasiteleri ve motor koruma röleleri ile birleştirme

Kompakt tip devre kesiciler Tmax serisi																								
Iu	T2				T3		T4					T5					T6				T7			
	160				250		250 / 320					400 / 630					630 / 800				800 / 1000 / 1250			
Versiyon	N	S	H	L	N	S	N	S	H	L	V	N	S	H	L	V	N	S	H	L	S	H	L	V
415Vac	36	50	70	85	36	50	36	50	70	120	200	36	50	70	120	200	36	50	70	100	50	70	120	150
440Vac	30	45	55	75	25	40	30	40	65	100	180	30	40	65	100	180	30	45	50	80	50	65	100	130
500Vac	25	30	36	50	20	30	25	30	50	85	150	25	30	50	85	150	25	35	50	65	40	50	85	100
690Vac	6	7	8	10	5	8	20	25	40	70	80	20	25	40	70	80	20	22	25	30	30	42	50	60
MF																								
MA																								
PR221DS-I																								
PR231DS-I																								
PR222MP																								
PR221MP																								

Tablo 5: Tmax serisi kompakt tip devre kesiciler – kullanılabilir koruma ünitesi değerleri – manyetik koruma için göreceli değer

T2...160												
Sabit manyetik koruma MF	I _n	1	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.5	8.5	11	12.5
	I ₃ =13 x I _n	13	21	26	33	42	52	65	84	110	145	163
Ayarlanabilir manyetik koruma MA	I _n	20	32	52	80	100						
	I ₃ =(6..12) x I _n	120...240	192...384	314...624	480...960	600...1200						
Elektronik koruma ünitesi PR221MP L-I fonksiyonu*	I _n	63	100	160								

* I₁=(0.65...1) x I_n I₃=(2.5..17.5) x I_n

T3...250					
Ayarlanabilir manyetik koruma MA	I _n	100	125	160	200
	I ₃ =(6..12) x I _n	600...1200	750...1500	960...1920	1200...2400

T4...250									
Ayarlanabilir manyetik koruma MA	I _n	10	25	52	80	100	125	160	200
	I ₃ =(6..14) x I _n	60...140	150...350	314...728	480...1120	600...1400	750...1750	960...2240	1200...2800

Elektronik koruma ünitesi sadece manyetik PR221DS-I*	I _n				
T2...160	10	25	63	100	160
T4...250	100	160	250		
T4...320	320				
T5...400	320	400			
T5...630	630				
T6...630	630				
T6...800	800				

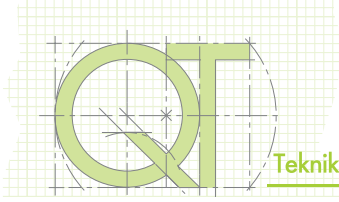
* I₃=(1..10) x I_n

Elektronik koruma ünitesi sadece manyetik PR231DS-I*	I _n
T7...800	800
T7...1000	1000
T7...1250	1250

* I₃=(1..12) x I_n

Elektronik koruma ünitesi PR222MP*	I _n		
T4...250	100	160	200
T5...400	320	400	
T6...800	630		

* I₁=(0.4...1) x I_n I₃=(6..13) x I_n ; R U olarak özel fonksiyonların kullanılabilirliği



Kontaktörler

ABB sizlere farklı tipte kontaktörler sunar, ancak üç fazlı asenkron motorların kontrolü ve anahtarlanması için en sık kullanılanlar "A" veya "AF" harfleri ile tanımlanan seriye ait olan ve A9'dan AF1650'ye kadar tiplerde karakterize edilip ana karakteristikleri Tablo 6'da gösterilmiş olan üç kutuplu kontaktörlerdir. A tipi kontaktörler için A.C. kontrol devresi ve lamine manyetik çekirdekli, AF tipi kontaktörler için geniş gerilim aralığına sahip elektronik bobini bulunan A.C. veya D.C. kontrol devreli, üç kutuplu cihazlardır. Hem yandan hem önden monte edilecek yardımcı kontaklara sahip geniş yelpazede aksesuarlar sunarlar.

Termik koruma için röleler

ABB, "TA...DU..." veya "TA...SU..." kısaltmalarıyla tanımlanan klasik bimetal rölelerden "E...DU.." kısaltmasıyla

tanımlanan elektronik olanlara kadar farklı tiplerde termik röleler sunar ve bunların ana karakteristikleri Tablo 7'de verilmiştir. Üç kutuplu versiyonda mevcut olan bu röleler; faz kaybına karşı hassastır, ısıya dayanıklıdır, otomatik sıfırlama imkanı sunar ve yardımcı kontaklarla donatılabilir.

Geleneksel bir termik röle ile karşılaştırıldığında daha iyi koruma işlevlerini garanti eden INSUM veya UMC gibi daha sofistike üniteler de mevcuttur. Daha büyük değerlerin izlenmesi, geniş ayar aralığı, farklı yol verme şartları için uygun korumayı seçme imkanı, düşük absorpsiyon, yüksek açma hassasiyeti ve denetim ve kontrol sistemine entegre olma imkanı sayesinde daha iyi verimlilik sağlar.

Tablo 6: A ve AF serisi kontaktörler – başlıca elektriksel özellikleri

	A9	A12	A16	A26	A30	A40	A45	A50	A63	A75	A95	A110	A145	A185	A210	A260	A300	AF400	AF460	AF580	AF750	AF1350	AF1650
Maks. nominal çalışma gerilimi V _{max}	690Vac						1000Vac						690Vac										
Maks. nominal çalışma akımı I _e 415Vac*	9	12	17	26	32	37	37	50	65	75	96	110	145	185	210	260	300	400	460	580	750	860	1050
Maks. nominal çalışma akımı I _e 690Vac*	7	9	10	17	21	25	25	35	43	46	65	82	120	170	210	220	280	350	400	500	650	800	950
I _{cw} 1san**	250	280	300	400	600	600	1000	1000	1000	1000	1320	1320	1800	2000	2500	3500	3500	4600	4600	7000	7000	10000	12000
I _{cw} 10san**	100	120	140	210	400	400	650	650	650	650	800	800	1200	1500	1700	2400	2400	4400	4400	6400	6400	8000	10000
I _{cw} 30san**	60	70	80	110	225	225	370	370	370	370	500	500	800	1000	1200	1500	1500	3100	3100	4500	4500	6000	7500
I _{cw} 60san**	50	55	60	90	150	150	250	250	250	250	350	350	600	800	1000	1100	1100	2500	2500	3500	3500	4500	5500
P _{dI} 440Vac***	250	250	250	420	820	820	1300	1300	1300	1160	1160	1500	2000	2000	2300	2600	3000	4000	5000	6000	7500	10000	12000
P _{dI} 690Vac***	90	90	90	170	340	340	490	630	630	630	800	800	1200	1600	2000	2400	2500	3500	4500	5000	7000	-	-

*) Tamb< 55°C sıcaklığıyla AC-3 kullanım kategorisi

**) soğuk durumdan başlayan 40°C'lik Tamb

***) cosφ=0.45 cosφ=0.35, I_e>100A için

Tablo 7: Termik bimetal röleler ve termik elektronik röleler - ayar aralığı ve kontaktörler ile bağlanma yetenekleri

Sınıf	TA25DU..*	TA42DU..	TA75DU..	TA80DU..	TA110DU..	TA200DU..	TA450DU..	TA450SU..
	10A							
	20							
Küçük ayar aralığı* [A]	0.1-0.16	18-25	18-25	29-42	65-90	66-90	130-185	40-60
Büyük ayar aralığı* [A]	24-32	29-42	60-80	60-80	80-110	150-200	220-315	220-310
Doğrudan montaj	A9...A40	A30...A40	A50...A75	A95,A110		A145,A185	A210,A300	

*) Tip TA25DU1.8'den başlayan sınıf 20'de, ayar aralığı 1.3A ila 1.8A

Sınıf	E16DU	E45DU **	E80DU **	E140DU **	E200DU	E320DU	E500DU	E800DU	E1250DU
		10-20-30 *	10 o 10-20-30			10-20-30***			
Küçük ayar aralığı* [A]	0.1-0.32	9-30	27-80	50-140	60-200	100-320	150-500	250-800	375-1250
Büyük ayar aralığı* [A]	5.7-18.9	15-45							
Doğrudan montaj	A9...A16	A26...A40	A50...A75	A95,A110	A145,A185	A210...A300	AF400,AF460	AF580,AF750	AF1350,AF1650

*) her yol verme sınıfı özel bir sipariş kodu ile tanımlanır

**) yol verme sınıfı 10 veya ayarlanabilir sınıf (10-20-30) sahip olan cihazların farklı sipariş kodları vardır

***) aynı cihazda ayarlanabilir açma sınıfı mevcut

Sigortalı yük ayırıcılar

Sigortaların koruma ve anahtarlama cihazları olarak kullanıldığı yük ayırıcılar, Tablo 8'de gösterildiği gibi 32A'dan 200A'ya boyutları içeren OS ve 200A'dan 800A'ya boyutları içeren OESA serilerine ayrılır. Kısa devreye karşı koruma elemanı olarak kullanılan bir sigorta ile kombine edilmişlerdir. Güvenlik, kurulum kolaylığı ve fonksiyonel kullanılabilirlik açısından başlıca gereksinimleri karşılarlar.

Yumuşak yolvericiler

ABB 400Vac'de 3A'dan 1050A'ya kadar çeşitli uygulamalar için her müşterinin ihtiyaçlarını karşılayacak hat bağlantı moduna sahip üç farklı türde yumuşak yolverici sunmaktadır. Farklı versiyonların başlıca özellikleri aşağıdaki özetle ve Tablo 9'da gösterilmiştir:

- PSR3...45: 400Vac'de 3A'dan 45'ya kadar nominal akıma sahip motorlar için hat bağlantı moduna sahip yumuşak yolverici yelpazesi. Olağanüstü kompakttir ve hem DIN rayı üzerinde hem de pano paneline kurulabilir. MS tipi manuel motor yolvericiler ile koordinasyon imkanı sunar ve esnek bir haberleşme sistemi vardır. PSS3...25 serisinin yerine geçer.

- PSS18...300: hat bağlantı moduyla 400 Vac'de 18A ila 300A nominal akıma sahip motorlar için yumuşak yolverici serisi; en ağır çalışma koşulları altında bile esneklik ve güvenilirliği sayesinde her türden uygulamaya uyarlanabilir bir çözüm sunar. Bu yumuşak yolverici serisi, ister bir hat içi bağlantı ister bir üçgen bağlantısı elde etmek için cihazdan yararlanma imkanı verir. Yani bir Y/Δ yol vermede, aynı cihaz üçgen devresinin içine bağlanabilir, böylece onu etkileyen akım yaklaşık %42 oranında azaltılmış olur. Bu imkân cihazın tipini tanımlayan kod ile doğrulanabilir. Örn. PSS60/105 kodu hat içi bir bağlantı için motorun kontrol edilebilir maksimum akımının 60A olacağını belirtirken, bir üçgen bağlantısı için kontrol edilebilir motor en fazla 105A akıma sahip olabilir.

- PST30...300 ve PSTB370...1050: hat bağlantı modu ile 400Vac'de 30A ila 1050A nominal akıma sahip motorlar için, çeşitli gelişmiş entegre fonksiyonlar (örn; rotor bloğuna, dengesiz faza, fars tersinimine karşı koruma) sunan yeni seri yumuşak yolvericiler. Aynı cihaz bir hat içi veya üçgen bağlantısı gerçekleştirme imkanı sunar (bu düzende, motor için mümkün olan maksimum akım 1810A'dır). Çok esnek bir haberleşme sistemi olup basit bir LCD ekran üzerinden kolayca arayüzlenebilir.

Tablo 8: Sigortalı yük ayırıcılar - seçim parametreleri

	OS32	OS50	OS63	OS100	OS125	OS160	OS200	OESA200	OESA250	OESA315	OESA400	OESA630	OESA800	
Nominal akım* [A]	32	50	63**	100**	125**	160**	160**	200	250	315	400	630	720	
güç*** [W]	415Vac	15	22	30	55	55	75	75	110	132	180	200	355	400
	690Vac	22	37	55	90	110	132	132	160	200	250	355	560	710

* 690Vac'ye kadar AC-23A'da nominal çalışma akımı

** B kullanım kategorisi için: sık olmayan servis

*** Nominal çalışma gücü: uygun asenkron güç motoru

Tablo 9: Yumuşak yolvericiler – genel özellikleri

	PSR 3	PSR 6	PSR 9	PSR 12	PSR 16	PSR 25	PSR 30	PSR 37	PSR 45
Nominal akım*	3.9	6.8	9	12	16	25	30	37	45
Hat kontaktörü	A9	A9	A9	A12	A16	A26	A30	A40	A50
Baypas kontaktör	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili	Dâhili
Termik koruma	TA25DU						TA42DU		TA75DU

* SS hat bağlantısı modunda. V=400V

	PSS18/30	PSS30/52	PSS37/64	PSS44/76	PSS50/85	PSS60/105	PSS72/124	PSS85/147	PSS105/181	PSS142/245	PSS175/300	PSS250/430	PSS300/515
Nominal akım*	18	30	37	44	50	60	72	85	105	142	175	250	300
Nominal akım*	30	52	64	76	85	105	124	147	181	245	300	430	515
Hat kontaktörü	A26	A30	A40	A50	A50	A63	A75	A95	A110	A145	A185	A260	A300
Baypas kontaktör	A9	A16	A26	A26	A30	A40	A50	A50	A63	A75	A110	A145	A210
Termik koruma	TA25DU		TA42DU		TA75DU			TA110DU		TA200DU		TA450DU	

* SS hat bağlantısı modunda. V=400V

** SS üçgen bağlantı modunda. V=400V

	PST30	PST37	PST44	PST50	PST60	PST72	PST85	PST105	PST142	PST175	PST210	PST250	PST300
Nominal akım*	30	37	44	50	60	72	85	105	142	175	210	250	300
Nominal akım*	52	64	76	85	105	124	147	181	245	300	360	430	515
Hat kontaktörü	A30	A40	A50	A50	A63	A75	A95	A110	A145	A185	A210	A260	A300
Baypas kontaktör	A16	A26	A26	A30	A40	A50	A50	A63	A95	A110	A145	A145	A210
Termik koruma	Akan akımın ölçümlerine dayanarak motor sıcaklığı simülasyonu ile aşırı yük koruması; 10-10A-20-30 sınıfı için ayarlanabilir başlangıç akımı												

* SS hat bağlantısı modunda. V=400V

** SS üçgen bağlantı modunda. V=400V

	PSTB370	PSTB470	PSTB570	PSTB720	PSTB840	PSTB1050
Nominal akım*	370	470	570	720	840	1050
Nominal akım*	640	814	987	1247	1455	1810
Hat kontaktörü	AF400	AF460	AF580	AF750	-	-
Baypas kontaktör	dâhili	dâhili	dâhili	dâhili	dâhili	dâhili
Termik koruma	Akan akımın ölçümlerine dayanarak motor sıcaklığı simülasyonu ile aşırı yük koruması; 10-10A-20-30 sınıfı için ayarlanabilir başlangıç akımı					

* SS hat bağlantısı modunda. V=400V

** SS üçgen bağlantı modunda. V=400V

Frekans konvertörleri

Bu bölümde frekans konvertörlerinin bazılarının hızlı ve özet bir incelemesini okuyabiliriz. Ancak, bu ürünlerin kullanılabilirliği ve teknik özelliklerinin kapsamlı bir analizi için spesifik dokümanlara başvurulmalıdır.

ACS50 ila ACS350 arası (ACS55 - ACS100 – ACS140 – ACS150 boyunca) "makine sürücülerini" serisinin veya ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) uygulamaları için tasarlanmış ACS550 veya ACH550 modellerine sahip "standart sürücüler" serisinin frekans konvertörleri, sürücülerin kolayca kurulumunu, hizmete sokulmasını ve kullanımını gerektiren durumlar için ideal seçim olup 0.55kW ila 355kW güç aralığına sahip sincap kafesli motorların hassas hız ve tork kontrolü için uygundur. PWM teknolojisi üzerine kurulmuş bu konvertörler, hem karesel torklu en basit uygulamalar için (pompa ve fanlar) hem de daha sofistike dinamikler için, çok geniş yelpazedeki endüstriyel sektörlerde kullanılabilir.

DTC (Direkt Tork Kontrolü) teknolojisi temeli üzerine kurulu ACS800 endüstriyel sürücüler serisinin frekans konvertörleri, daha sabit çalışmayı garantilemek için motor yük değişimlerine hızlı bir yanıt sunarlar. EMC filtreleri ve indüktansları hali hazırda sürücüde dâhili olarak bulunan ACS800 cihazları, daha iyi bir performans ve de hizmete sokma ve programlamada daha büyük kolaylık sağlaması sayesinde bu sürücüler çok geniş bir yelpazedeki uygulamalar için uygundur. ACS800 serisi konvertörler 0.55 ila 5600 kW arası güç ve 380 ila 690 V arası geniş gerilim aralığına sahip motorların kontrolünü sağlar.

4.2 ABB motor koordinasyon tabloları nasıl okunur

Farklı olası önerilen çözümler ve farklı yol verme yöntemleri için (DOL veya Y/Δ - normal veya ağır şart - tip 2) ABB SACE, deneysel testlerden ve mümkünse, elde edilen sonuçların uzantısından türetilen bazı koordinasyon tablolarını kullanıma sunar. Bu destek, farklı cihazların seçiminde müşterilere yardımcı olur ve böylece motor çalıştırma ve koruması için koordineli, korumalı ve uygun olurlar. Tablolar, bir tesisin en yaygın gerilimleri ve kısa devre akımlarına göre (415Vac, 440Vac, 500Vac, 690Vac, 35kA, 50kA, 65KA ve üzeri).

Motor yol verme açısından müşterilerin tipik gereksinimlerini karşılayan en yaygın olarak kullanılan tablolar, 1SDC007004D0206 kodlu, Mart 2008 tarihli "Koordinasyon tabloları" dokümanından derlenmiştir (kapağın bir resmini aşağıda görebilirsiniz). Burada

415Vac'deki ABB devre kesiciler arasında kaskatlama ve seçicilik koordinasyonu için gerekli referansı bulabilmeniz mümkündür.



Motor koordinasyonu için farklı çözümlerin daha kapsamlı bir değerlendirmesi için <https://new.abb.com/low-voltage/tr/> adresinden "Araçlar ve Destek - Yazılım ve Uygulamalar - Koordinasyon Araçları - SOC" üzerinden aşağıdaki sayfaya gidin:



ve sonra, "seçim" girişi üzerinden, ilgilendiğiniz koordinasyon için arama formuna geçin:



Şimdi, bu tabloların yapısının ayrıntılarına, bunları nasıl okuyacağımıza, önerilen çözümü niteleyen ve diğer tüm tablolar için de ortak olan farklı alanların (1'den 6'ya kadar sayılarla gösterilen) ve onlardan elde edilebilecek yararlı

bilgilerin anlamını gösteren bir örnek vererek girelim.

Tablo okuma örneğinde, yukarıda belirtilen "Koordinasyon tabloları" belgesinde bulunabileceği şekilde gösterilen Tablo 10 ve 11'e atıfta bulunmaktadır.

Tablo 10: Motor koordinasyon tablosu, DOL yol verme – tablo okuma örneği

DOL @ 400/415 V - 50 kA -Tip 2 - Normal yol verme

1

Motor		MCCB		Kontaktör	Termik röle		Grup	
Nominal güç Pe	Nominal akım Ie	Tip	Manyetik koruma ünitesinin ayarlanması	Tip	Tip	Akım ayarı		I max
[kW]	[A]		[A]			min [A]	maks [A]	[A]
0.37	1.1	T2S160 MF 1.6	21	A9	TA25DU1.4	1	1.4	1.4
0.55	1.5	T2S160 MF 1.6	21	A9	TA25DU1.8	1.3	1.8	1.6
0.75	1.9	T2S160 MF 2	26	A9	TA25DU2.4	1.7	2.4	2
1.1	2.8	T2S160 MF 3.2	42	A9	TA25DU4	2.8	4	3.2
1.5	3.5	T2S160 MF 4	52	A16	TA25DU5	3.5	5	4
2.2	5	T2S160 MF 5	65	A26	TA25DU6.5	4.5	6.5	5
3	6.6	T2S160 MF 8.5	110	A26	TA25DU8.5	6	8.5	8.5
4	8.6	T2S160 MF 11	145	A30	TA25DU11	7.5	11	11
5.5	11.5	T2S160 MF 12.5	163	A30	TA25DU14	10	14	12.5
7.5	15.2	T2S160 MA 20	210	A30	TA25DU19	13	19	19
11	22	T2S160 MA 32	288	A30	TA42DU25	18	25	25
15	28.5	T2S160 MA 52	392	A50	TA75DU42	29	42	42
18.5	36	T2S160 MA 52	469	A50	TA75DU52	36	52	50
22	42	T2S160 MA 52	547	A50	TA75DU52	36	52	50
30	56	T2S160 MA 80	840	A63	TA75DU80	60	80	65
37	68	T2S160 MA 80	960	A75	TA75DU80	60	80	75
45	83	T2S160 MA 100	1200	A95	TA110DU110	80	110	96
55	98	T3S250 MA 160	1440	A110	TA110DU110	80	110	110
75	135	T3S250 MA 200	1800	A145	TA200DU175	130	175	145
90	158	T3S250 MA 200	2400	A185	TA200DU200	150	200	185
110	193	T4S320 PR221-I In320	2720	A210	E320DU320	100	320	210
132	232	T5S400 PR221-I In400	3200	A260	E320DU320	100	320	260
160	282	T5S400 PR221-I In400	4000	A300	E320DU320	100	320	300
200	349	T5S630 PR221-I In630	5040	AF400	E500DU500	150	500	400
250	430	T6S630 PR221-I In630	6300	AF460	E500DU500	150	500	430
290	520	T6S800 PR221-I In800	7200	AF580	E800DU800	250	800	580
315	545	T6S800 PR221-I In800	8000	AF580	E800DU800	250	800	580
355	610	T6S800 PR221-I In800	8000	AF750	E800DU800	250	800	750

2

3

3a

4

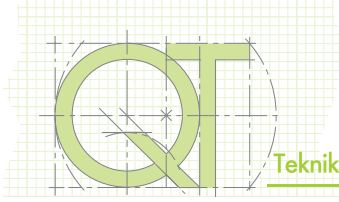
5

5a

5b

6

- 1 kurulum verileri ve yol verme tipi açısından tablonun geçerliliğini tanımlar; verilen bilgiler:
 - yol verme tipi: direkt (DOL)
 - koordinasyonun geçerli olduğu tesisin elektriksel karakteristikleri (400V/415V gerilim, 50kA kısa devre akımı)
 - koordinasyon karakteristikleri: (tip 2 – normal yol verme)
- 2 ABB motorlarının standart verilerine atıfta bulunarak güç ve nominal akım açısından motorun özelliklerini tanımlar
- 3 kısa devreye karşı koruma cihazının tipolojisini tanımlar ve şunlar hakkında bilgi içerir:
 - ürün ailesi ve kasa boyutu (T2...160 veya T5...400)
 - tesisin elektriksel verilerini gösteren versiyon (400V / 415V'deki "S" versiyonu 50kA'lık tesise uygun bir kesme kapasitesine sahiptir)
 - kısa devreye karşı koruma cihazının tipi ve nominal akımı (...MF11 - ...MA100 - ...PR221-I In400); alan 3a manyetik açma eşiği için ayarları önerir
- 4 kontaktör tipini ismine göre tanımlar (A95 – AF750)
- 5 aşırı yükte karşı koruma cihazının tipolojisini tanımlar ve şunlar hakkında bilgi içerir:
 - tipoloji (bi-metal tip TA25...- TA200...veya elektronik tip E320...)
 - normal yol verme karakteristikleri ile uyum (...bi metal bobinler için DU veya elektronik röleler için ayarlanabilir açma sınıfı ile)
 - maksimum açma yapmayan akım (...2.4 - ...175 - ...320). Farklı parçaları bir araya getirerek termik koruma cihazının tam adı elde edilir (TA25DU2.4 – TA200DU175 – E320DU320); alanlar 5a ve 5b olası geçerli ayarların minimum ve maksimum değerlerini gösterir
- 6 IEC 60947-4-1 standardı ile uyumlu koordinasyonda kullanılacak, kablo seçimi için referans akımı tanımlar.



Tablo 11: Motor koordinasyon tablosu, Y/Δ yol verme – tablo okuma örneği

Yıldız-üçgen - Tip 2 @ 400/415 V - 35 kA - 50/60 Hz

Motor		MCCB		Kontaktör			Termik röle	
Pe [kW]	Ie [A]	tip	Im [A]	hat tip	üçgen tip	yıldız tip	tip	[A]
18.5	36	T2N160 MA52	469	A50	A50	A26	TA75DU25	18-25
22	42	T2N160 MA52	547	A50	A50	A26	TA75DU32	22-32
30	56	T2N160 MA80	720	A63	A63	A30	TA75DU42	29-42
37	68	T2N160 MA80	840	A75	A75	A30	TA75DU52	36-52
45	83	T2N160 MA100	1050	A75	A75	A30	TA75DU63	45-63
55	98	T2N160 MA100	1200	A75	A75	A40	TA75DU63	45-63
75	135	T3N250 MA160	1700	A95	A95	A75	TA110DU90	66-90
90	158	T3N250 MA200	2000	A110	A110	A95	TA110DU110	80-110
110	193	T3N250 MA200	2400	A145	A145	A95	TA200DU135	100-135
132	232	T4N320 PR221-I In320	2880	A145	A145	A110	E200DU200	60-200
160	282	T5N400 PR221-I In400	3600	A185	A185	A145	E200DU200	60-200
200	349	T5N630 PR221-I In630	4410	A210	A210	A185	E320DU320	100-320
250	430	T5N630 PR221-I In630	5670	A260	A260	A210	E320DU320	100-320
290	520	T6N630 PR221-I In630	6300	AF400	AF400	A260	E500DU500	150-500
315	545	T6N800 PR221-I In800	7200	AF400	AF400	A260	E500DU500	150-500
355	610	T6N800 PR221-I In800	8000	AF400	AF400	A260	E500DU500	150-500

- 1 kurulum verileri ve yol verme tipi açısından tablonun geçerliliğini tanımlar; verilen bilgiler:
 - yol verme tipi: yıldız/üçgen Y/Δ
 - koordinasyonun geçerli olduğu tesisin elektriksel karakteristikleri (400V/415V gerilim, 35kA kısa devre akımı)
 - koordinasyon karakteristikleri: (tip 2)
- 2 alanları Tablo 10'da verilmiş bilgilerin aynısını içerir.
- 3 alanları Tablo 10'da verilmiş bilgilerin aynısını içerir.
- 3a alanları Tablo 10'da verilmiş bilgilerin aynısını içerir.
- 4 kontaktörler ile ilgili bazı ipuçları verir; hat kontaktörleri ve üçgen kontaktörlerin nasıl birbirine benzer olduğunu kanıtlamak mümkündür; yol verme konusunda unutulmamalıdır ki cihazın boyutu genellikle kısa devreye karşı koruma cihazıyla koordinasyon ile şartlandırılrsa da bu kontaktörler motorun tam nominal akımını görmezler (1.73 oranında azaltılmış akımı görürler). Üçüncü kontaktör yıldız fazındadır: motor akımının 0.33 katı oranında azaldığını görür, ancak, yıldız bağlantının kendine has özelliği sayesinde, kısa devreye karşı koruma gerektirmez ve dolayısıyla bu kontaktörün boyutu küçültülebilir.
- 5 aşırı yük karşı koruma cihazının tipolojisini tanımlar, röle tipi hakkındaki bilgi daha önce verilenle aynıdır; termik rölenin gördüğü akımla uyumlu olarak 1.73 kat azaltılmış motor akımına uyması gereken nominal akımın ayar aralığı 5a ile ilgili tek bir not yeterlidir.

5 Bir asenkron motorun kimlik kartı: ana parametreler

Bir motor, kendisinin doğru uygulama alanını tanımlayan farklı elektriksel ve yapısal parametrelerle karakterize edilir. Bu parametrelerin tamamı makinenin anma değerlerini oluşturur ve motorun üzerinde bulunan etikette belirtilir.

Aşağıda; elektriksel parametreler hakkında basit bilgiler içeren motor etiketinde yer alan, çok bilinen ve daha kolay açıklanabilen ana parametreler için kısa bir açıklama bulunurken, daha az yaygın olan, çalışma ve çevre koşulları ile ilgili olanlara özellikle dikkat edilir.

Bir motorun anma değerlerini oluşturan elektriksel ve mekanik parametreler, nominal performansları tanımlar ve şunlardır:

- kW cinsinden güç, şaftın kullanabilir kıldığı nominal mekanik gücü temsil eder; birçok ülkede, motor şaftının kullanılabılır mekanik gücü beygircü olarak da ifade edilir. 1hp (İngiliz ve Amerikan beygircü) 745.7W'a denktir, 1hp (metrik beygircü) 736W'a denktir.
- motorun besleme gerilimi, örn 230VΔ, 400VY.

400V'deki üç fazlı dağıtım sistemiyle (faz-nötr gerilimi 230V, faz-faz gerilimi 400V), motor sadece yıldız bağlantılı olabilir. Üçgen bağlantı durumunda, motor sargıları 230V için boyutlandırılmalarına rağmen 400V'a tabi olurlar; sonuç olarak düşünülen motor, üçgen bağlı sargıların olduğu örnekteki şebekeye bağlantı için uygun sonuç vermez.

Özetle: iki çalışma gerilimi olan bir motor aşağıdaki yapılandırmalarda kullanılabilir

- sadece düşük gerilimle beslenen üçgen bağlantılı sargılar;
- sadece yüksek gerilimle beslenen yıldız bağlantılı sargılar;
- Y/Δ bağlantılı sargılar (motora 6 iletken ile) motor yol verme sırasında Y konfigürasyonunda ve motor çalışırken Δ konfigürasyonunda, motorun nominal geriliminin alt değeri besleme gerilimi ile çakıştığında mümkündür;
- nominal verimlilik parametreleri “ η ” güç faktörü “ $\cos\phi$ ” üzerinden güce ve gerilime bağlı nominal akım;
- frekans (50Hz veya 60Hz) kutup sayısına bağlantılı rpm cinsinden dönüş hızı.

Etiketdeki daha az netlikteki veya kolay anlaşılamayan diğer bilgiler:

- görev tipi: motoru satın alan tarafından beyan edilecektir (IEC 60034-1 standardı “Döner elektrikli makineler. Bölüm 1: “Anma değerleri ve performans” tarafından verilen sınıflandırmalar) uygulama tipine göre motorun garanti etmesi gereken anma değerini tanımlamak için gerekli. Görev beyan edilmediğinde, üretici görev tipini S1 (sürekli çalışan) olarak kabul eder. Görev tipleri

hakkında kapsamlı bir analiz için, bkz. Ek D;

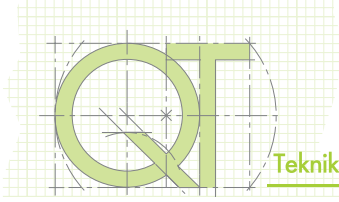
- koruma derecesi (IP kodu sınıflandırması): elektrikli döner makineleri muhafazaları tarafından sağlanan koruma derecesini gösterir (IEC 60034-5 Standardı Bölüm 5: “Döner elektrikli makinelerin ayrılmaz tasarımı tarafından sağlanan koruma dereceleri” standardıyla uyumlu yönergeler ve sınıflandırma). İlk karakteristik rakam, muhafaza tarafından hem kişilere hem de muhafaza içindeki makine parçalarına sağlanan koruma derecesini gösterir. Gerilim altındaki bölümlere yaklaşmaya veya temas etmesine karşı koruma ve muhafazanın içindeki hareketli parçalarla temasa karşı koruma ve makinenin katı yabancı cisimlerin girmesine karşı korunması hakkında bilgi verir. İkinci karakteristik rakam, su girişi nedeniyle oluşan zararlı etkilere göre muhafaza tarafından sağlanan koruma derecesini gösterir.
- termik sınıf: motor sargıları için sıcaklık sınırlarını belirtir. Tablo 12'de gösterildiği gibi, sargılar için maksimum izin verilen sıcaklığın ilişkilendirildiği harfler ile tanımlanan yalıtım sınıfları üzerinden ifade edilir. Genellikle F yalıtım sınıfına sahip sistemler kullanılır; onlar için termik sınıf B'ye göre bir sıcaklık artışına izin verilmiştir; bu, yalıtım ömründe bir emniyet payını garanti eder.

Tablo 12: Termik sınıf ve ilgili sıcaklık için referanslar

Termik sınıf	Sıcaklık sınıfı
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180

Motor tipolojisi hakkında daha fazla ayrıntıya girmeyi sağlayan ancak yorumlamak için çok karmaşık olan ve bu teknik kitapçığın amacıyla pek yakından bağlantılı olmayan problemlerle ilgili kodlar aşağıdakiler olabilir:

- IC kodu: bu soğutma yöntemleri ile ilgili bir tanımlamadır ve de devre düzenlemesini, soğutucuyu ve soğutucunun kendisinin hareket yöntemlerini temsil eden rakam ve harflerden oluşur. Daha fazla ayrıntı için IEC 60034-6 “Döner elektrikli makineler. Bölüm 6: Soğutma yöntemleri” standardına bakın.
- IM kodu: Döner elektrikli makinelerin yapı tipleri (montaj elemanları, rulman düzenlemesi ve şaft uzantıları ile ilgili makine bileşenlerinin düzenlenmesi) ve montaj düzenlemelerinin (şaft hizalama ve montaj elemanları konumuna ilişkin bütün olarak makinenin sahada oryantasyonu) sınıflandırılması ile alakalı bir tanımdır. Daha fazla ayrıntı için IEC 60034-7 “Döner elektrikli makineler. Bölüm 7: Konstrüksiyon ve montaj düzenlemeleri türlerinin sınıflandırılması (IM Kodu)” standardına bakın.



Ek A: Üç fazlı asenkron motorların teorisi

Bu Ek'te, kesin bir teorik yaklaşımın ayrıntılarına girmeden, asenkron motorların çalışma prensibi ile ilgili temel kavramlar gösterilmektedir.

Asenkron motorlar, dönüş frekansının şebeke frekansına eşit değil ondan düşük olduğu bir çeşit alternatif akımlı elektrikli motordur; diğer bir deyişle, iki frekans "senkron" değildir ve ismi buradan gelir.

Stator devresinin elektrik beslemesine bağlı olarak, besleme şebekesi frekansına bağlı bir hızla (senkron hız n_0) rotasyonel bir manyetik alan yaratılır. Kısa devrede kapalı ve stator manyetik alanına tabi rotor, uyarılmış bir elektromotor kuvvetinin merkezidir; bu kuvvet, fenomeni oluşturan nedeni dengelemek için rotorun dönüşünü sağlayan bir tahrik torkunu üreten akımları oluşturur (Lenz kanunu). Rotor, ideal olarak senkron hız eğilim göstererek ivmelenir, oluşan tahrik torku sıfır olur ve böylece motor için bir dengesizlik koşulu oluşturulur. Ancak pratikte, rotor daha düşük bir hızla ulaşır (stator manyetik alanının hızı ve rotor hızı arasındaki fark olarak kayma kavramı); öyle ki hiç yük yokken (yani motor şaftına bağlı harici bir yük yokken) tahrik torku, sürtünme ve havalandırma torklarına eşit olurken tam yükte, tahrik torku daha önce bahsedilen torkların artık şaftta uygulanan fren torkunun toplamına eşit olur.

Daha önce bahsedildiği gibi, motorun tork üretmediği hız senkron hız denir. Bu, aşağıdaki formüle göre besleme frekansı ve kutup çifti sayısı ile ilgilidir:

$$n_0 = \frac{60 \times f}{p}, \text{ burada;}$$

n_0 rpm cinsinden senkron hızdır

f besleme sisteminin frekansdır

p kutup çiftlerinin sayısıdır

(kutup çiftleri, motorun kutup sayısı karakteristiğini ikiye bölerek hesaplanır).

Yukarıdaki formülden, örnek olarak 60 Hz'de beslenen 8 kutuplu (4 kutup çifti) bir motoru dikkate alırsak, " n_0 " senkron hızını elde etmek mümkündür:

$$n_0 = \frac{60 \times 50}{4} = 750 \text{ rpm.}$$

Örnek olarak Tablo A1, iki tipik tesisat frekansında farklı kutup sayılarına sahip motorlar için hesaplanmış senkron hız değerlerini verir: 50Hz ve 60Hz.

Tablo A1: Kutup ve frekans sayısının fonksiyonu olarak üç fazlı asenkron motorların senkron hızı

Kutup sayısı	Senkron hız n_0 50Hz	Senkron hız n_0 60Hz
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
10	600	720

Normal çalışma koşullarında rotor (ve dolayısıyla onunla tümleşik motor şaftı) daha düşük bir hızla sahiptir. Ayrıca hiçbir yükün bağlı olmadığı yüksüz çalışma sırasında, şaftı destekleyen ve bu yüzden küçük bir sürtünme torku üreten rulmanlar üzerindeki sürtünme ile bağlantılı doğal motor kayıpları yüzünden senkron hızla erişilemez.

Rotorun " n " dönüş hızı ile stator manyetik alanının " n_0 " dönüş hızı arasındaki farktan bir " ns " bağıl hız elde etmek mümkündür; bu bağıl hız $ns = n_0 - n$ olarak ifade edilir ve daha uygun bir şekilde "kayma hızı" olarak adlandırılır.

Bundan, " s " kaymasının tanımı $s = \frac{n_0 - n}{n_0}$

ve çalışma koşullarına bağlı olarak 0 ve 1 limit değerleri arasındaki tüm değerleri olabilir; daha doğrusu:

$n = 0$ rotor çalışmıyor, o halde $s = 1$ (rotor kilitli)

$n = n_0$ rotor senkron hızda, o halde $s = 0$ (sadece teoride).

Bir gösterge olarak, tam yükte çalışan asenkron motorları karakterize eden kaymanın, %3 ila %7 arası değere sahip olduğunu göz önüne almak mümkünken, düşük değerler yüksek güç motorlarının tipik örnekleridir.

Örnek olarak, farklı kutup sayısına sahip en yaygın üç fazlı asenkron motorları dikkate alarak, Tablo A2 bazı çıkış güçleri için 415Vac'de verimlilik, güç faktörü ve nominal akımın alabileceği değerleri göstermektedir.

Daima önceki örnekteki, 750 rpm asenkron hızla karakterize edilmiş motoru referans alarak ve %4'lük bir kayma varsayarak, nominal koşullarda gerçek hız şu şekilde olacaktır:

$$n = n_0 - (s \times n_0) = 750 - (0.04 \times 750) = 720 \text{ rpm}$$

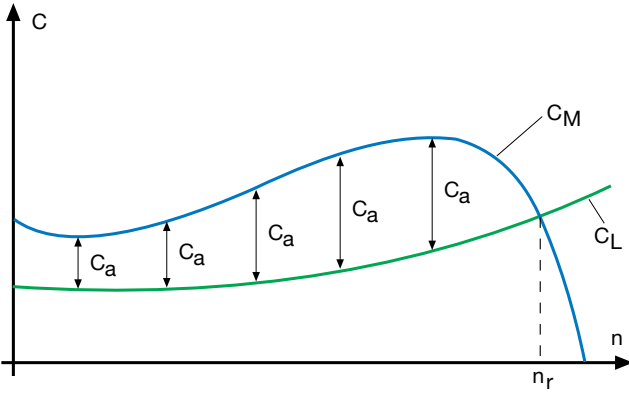
Tablo A2: Verim, güç faktörü ve nominal akımın tipik değerleri ($V_L = 415\text{Vac}$ besleme gerilimine göre)

Nominal çıkış gücü [kW]	Tam yükte verim η			Tam yükte güç faktörü			Nominal akım [A] $I_e = \frac{P_e \times 1000}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos\phi \times \eta}$		
	2P	4P	6P	2P	4P	6P	2P	4P	6P
Pe									
75	94.8	95.0	94.9	0.87	0.82	0.80	127	134	137
90	95.1	95.2	95.3	0.89	0.83	0.83	148	158	158
110	95.1	95.3	95.3	0.85	0.83	0.83	189	193	193
132	95.7	95.5	95.4	0.87	0.84	0.84	221	229	229
160	96.1	96.0	95.5	0.89	0.85	0.83	260	273	281
200	96.3	96.2	95.8	0.90	0.85	0.83	321	340	350
250	96	96.2	96.0	0.88	0.85	0.80	412	425	453
315	96.4	96.4	96.0	0.89	0.85	0.82	511	535	557
355	96.5	96.6	96.5	0.87	0.85	0.84	588	601	609
400	96.8	96.6	96.5	0.88	0.86	0.84	653	670	687

Ek B: İlk yaklaşım olarak yol verme süresinin hesaplanması

Motor yol verme işlemlerine ilişkin problemler temelde belirli bir " C_M " motor çalışma torkuna sahip motor tipine, yol verme yöntemine ve de belirli bir " C_L " yük torkuna sahip bağlı yüke bağlıdır. Gerekli yol verme torku " C_a ", $C_a = C_M - C_L$ olarak ifade edilebilir ve ya çok düşük olmasını engelleyip yol vermenin çok uzun ve ağır olmamasını sağlayacak şekilde (motor için sıcaklık artışı riskine sahiptir) ya da birleşim yerleri veya çalışan makinelerde çok yüksek olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Yukarıda belirtilen miktarların genel bir eğrisi Şekil B1 'de gösterilmiştir.

Şekil B1: Tork tipik eğrileri



" t_a " yol verme süresi konsepti, uygun bir şekilde ayarlanmış yol verme konseptiyle ilişkilendirilebilir ve hem hareket dinamiklerine bağlı kavramları referans alarak hem de iyi yaklaşımlı bir değerlendirme sağlayan basitleştirme hipotezlerini dâhil ederek değerlendirilebilir.

Motor çalışma torkuyla yük torku arasındaki fark olarak ifade edilen bu hızlanma (ivmelenme) torkunu, motorun atalet momenti " J_M ", yükün atalet momenti " J_L " ve motorun açısal hızıyla ilişkilendirerek aşağıdaki formülü elde etmek mümkündür.

$$(C_M - C_L) = (J_M + J_L) \times \frac{d\omega}{dt}$$

" $d\omega$ " ifadesi aşağıdaki biçimi varsaymaktadır

$$d\omega = \frac{2 \times \pi \times dn}{60} \text{ ve motor açısal hızı için iyi bilinen ifadeyi}$$

$$\text{farklılaştırarak elde edilir } \omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

Basit matematiksel işlemler ve integral hesap yöntemi uygulanarak, aşağıdaki ifade ile " t_a " bilinmeyen miktarını açık hale getirmek mümkündür:

$$t_a = \int_0^{n_0} \frac{2 \times \pi \times (J_M + J_L)}{60} \times \frac{dn}{(C_M - C_L)}$$

İvme tork değerini ifade etmek için, bazı sadeleştirmeler gereklidir:

- ilki, motor çalışma torku için ortalama bir değeri almayı içerir; bu değer $C_M = 0.45 \times (C_s + C_{max})$ olarak ifade edilecektir ve C_s ani torku, C_{max} ise maksimum torku temsil eder;
- ikincisi ise, yüke bağlı torkla ilgilidir ve aşağıdaki Tablo B1'deki gibi yük tipolojisine bağlı K_L çarpım faktörünü uygulayarak doğrulanabilir.

Tablo B1: K_L faktörünün değerleri

Yük katsayısı	Karşılaştırılabilir yüklerin tipi			
	Asansör	Fanlar	Pistonlu pompalar	Volan
KL	1	0.33	0.5	0

K_L katsayısının önemini daha iyi anlamak için, aşağıdaki varsayımlar yoluyla yükün yol verme fazını karakterize eden torku tabloda gösterilen yük tipiyle ilişkilendiririz:

- Asansör = hızlanma sırasında yük torku sabit
- Fanlar = hızlanma sırasında yük torku karesel artar
- Piston pompaları = hızlanma sırasında yük torku lineer artar
- Volan = sıfır yüklü tork.

Bu varsayımlarla, hızlanma torku olarak ifade edilebilir:

$$(C_M - C_L) = C_{acc} = 0.45 \times (C_s + C_{max}) - K_L \times C_L$$

Bu hipotezler, aşağıdaki formül yardımı ile yol verme süresini elde etmeyi sağlar

$$t_a = \frac{2 \times \pi \times n_0 \times (J_M + J_L)}{60 \times C_{acc}}$$

Yol verme süresi, yol vermenin normal mi yoksa ağır şart mı olacağını belirlemeyi ve de koruma ve anahtarlama cihazlarını doğru bir şekilde seçmeyi sağlar. Motorla ilgili yukarıda belirtilen parametreler motor imalatçısı tarafından verilmiştir. Örnek olarak, aşağıdaki

Tablo B2, sık kullanılan ve genellikle piyasada mevcut üç fazlı asenkron motorlar için bu parametrelerin alabileceği değerleri göstermektedir. Açıkça ki yük ile ilgili parametreler her bir uygulamayı karakterize etmektedir ve tasarımcı tarafından bilinmelidir.

Tablo B2: Üç fazlı asenkron motorun bazı elektriksel ve mekanik parametrelerinin tipik değerleri

Nominal çıkış gücü [kW]	Tam yükte hız [rpm]	Başlangıç akımı Nominal akım Oran	Tam yük torku Nominal tork C_N [Nm]	Ani tork Nominal tork Oran	Maks. tork Nominal tork Oran	Tam yükte verim	Rotorun ataleti J $1/4GD^2$ [Kgm ²]	Maks. yol verme süresi DOL yol verme [s]
75	1485	6.8	483	2.4	2.8	95	1.15	18
90	1486	7.1	579	2.7	2.9	95.2	1.4	18
110	1488	6.9	706	2.1	2.8	95.3	2	18
132	1487	6.7	848	2.2	2.7	95.5	2.3	18
160	1487	7.2	1028	2.4	2.9	96	2.9	18
200	1487	7.2	1285	2.5	2.9	96.2	3.5	20
250	1489	7.5	1603	2.2	2.6	96.2	5.7	20
315	1489	7.3	2022	2.3	2.8	96.4	6.9	20
355	1490	7.5	2277	2.4	2.7	96.6	6.9	20
400	1490	7.7	2564	2.5	2.8	96.6	8.4	20

Tablodaki verileri referans alarak, daha önce geliştirilen teorik yaklaşıma göre bir motorun yol verme süresinin hesaplanmasının bir örneği şöyledir.

Örnek:

Üç fazlı asenkron motor – 4 kutuplu	160kW
Frekans	50Hz
Nominal hız	1500 rpm
Tam yükte hız	1487 rpm
Motorun atalet momenti	$J_M = 2.9Kgm^2$
Yükün atalet momenti	$J_L = 60Kgm^2$
Yük torku	$C_L = 1600Nm$
Motorun nominal torku	$C_N = 1028Nm$
Ani tork	$C_s = 2467Nm$ ($C_s=2.4 \times 1028$)
Maks. tork	$C_{max} = 2981Nm$ ($C_{max}=2.9 \times 1028$)
Sabit torklu yük	$K_L = 1$

$$C_{acc} = 0.45 \times (C_s + C_{max}) - K_L \times C_L = 0.45 \times (2467 + 2981) - (1 \times 1600) = 851.6Nm$$

$$\text{buradan } t_a = \frac{2 \times \pi \times 1500 \times (2.9 + 60)}{60 \times 851,6} = 11.6s$$

Karesel yükselen torklu yük $K_L = 0.33$

$$C_{acc} = 0.45 \times (C_s + C_{max}) - K_L \times C_L = 0.45 \times (2467 + 2981) - (0.33 \times 1600) = 1923.6Nm$$

$$\text{buradan } t_a = \frac{2 \times \pi \times 1500 \times (2.9 + 60)}{60 \times 1923,6} = 5.14s$$

Her iki yük tipolojisi için de tahmini yol verme süresi, DOL yol verme için izin verilen maksimum süreye ilişkin üretici tarafından verilen talimatla uyumlu olacaktır. Bu belirtir, seçilecek termik koruma cihazının doğru değerlendirmesi için bir işaret olarak alınabilir.

Ek C: "Faz kaybı" durumunda termik koruma ve ve çalıştırma

Üç fazlı bir asenkron motorun "faz kayıplı" çalışmasının nedenlerinin başında, besleme hattındaki fazın kesilmesi ("besleme fazı kaybı" durumunda çalışma) veya bir sargının kesilmesi ("sargı kaybı" durumunda çalışma) örneğini vermek mümkündür. Genel ve en yaygın sonuçları, motorun aşırı ısınarak yüksek bir uğultu ve mekanik titreşimlerle çalışması olabilir.

Aşağıda, "faz kaybı" koşullarında çalışmanın, güç ve akım bakımından yıldız ve üçgen bağlantılı sargılara sahip motoru nasıl etkilediğini analiz edeceğiz.

Üç fazlı bir asenkron motorda, normal servis koşulları (üç fazlı besleme) altında nominal çalışma parametreleri arasındaki ilişki aşağıdaki formül ile ifade edilebilir:

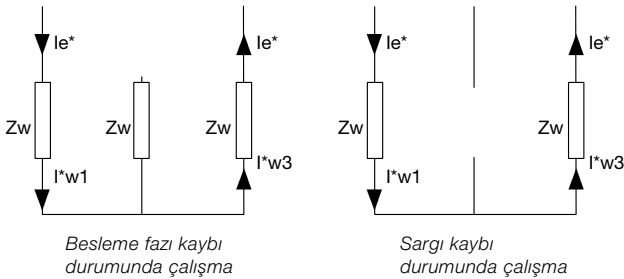
$$1) \quad P_e = \sqrt{3} \times V_n \times I_e \times \cos\varphi$$

Yıldız bağlantılı motor

Öncelikle hem "sargı kaybı" hem de "besleme fazı kaybı" durumunda çalışan yıldız bağlantılı bir motorun durumunu analiz ediyoruz. Eğer arıza nedeniyle "faz kaybı" olduğunda motorun çalışması gerekiyorsa, çalışma parametreleri arasındaki ilişki şu formülle ifade edilebilir:

$$2) \quad P^* = V^* \times I^* \times \cos\varphi^*$$

" * " ile "faz kaybı" durumunda çalışma sırasındaki elektriksel büyüklükleri belirtiriz.



Hem standart çalışma koşulları altında hem de anormal çalışma koşulları altında çalışmayı varsayarak, besleme gerilimini ($V_n=V^*$) ve güç faktörünü ($\cos\varphi=\cos\varphi^*$) değiştirmeden motor aynı gücü temin edebilir ve önceki 1) ve 2) no'lu formülleri eşitleyerek şunu elde etmek mümkündür:

$$3) \quad \sqrt{3} \times V_n \times I_e \times \cos\varphi = V^* \times I^* \times \cos\varphi^* \quad \leftarrow \square$$

$$\rightarrow \sqrt{3} \times I_e = I^* \rightarrow I^* = 1.73 \times I_e$$

Türetilen formülün analizden ortaya çıkmaktadır ki "faz kaybı" koşulları altında çalışırken, eğer motorun üç fazlı çalışmada sağladığı gücün aynısını sağlaması gerekiyorsa, motor tarafından çekilen "Ie*" akımı, normal çalışma şartlarında gereken "Ie" akımın $\sqrt{3}$ katı olur. Böylece, aynı gücü sağlamak için, "faz kaybı" durumuna karşı çalışan bir motor, üç fazlı çalışmadaki nominal akımdan %73 daha büyük bir akım çekmelidir. Yani, aşırı yük koşulları altında çalışmalıdır ve bu da sıcaklık artış seviyesi ve genel anlamda konuşursak, motorun kendisinin elektriksel ömrü açısından kritik olarak sonuçlanacaktır.

Nitekim, böylesi yüksek akımlar ile çalışma, açma eşiği motorun "Ie" nominal akımına ayarlanmış termik korumanın varlığı ile engellenmiştir. Bu koruma açma yapar ve böylece ayarlanmış "Ie" eşiğini aşan çekilen bir akımın etkilerine karşı motoru korur.

Şimdi, iki farklı durumda (normal üç fazlı besleme ve "faz kaybı" koşulları altında) motorun aynı "Ie" akım değerini çektiğini varsayarsak, besleme gerilimi ve güç faktörünü değişmemiş halde tutarak, bu iki çalışma koşulu altında temin edilebilir güçler arasındaki ilişkiyi ele alalım:

Önceki 1) ve 2) denklemlerindeki akım değerini açık hale getirerek ve iki ilişkiyi eşitleyerek, aşağıdakiler elde edilir:

$$4) \quad \frac{P_e}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi} = \frac{P^*}{V^* \times \cos\varphi^*} \quad \leftarrow \square$$

$$\rightarrow \frac{P_e}{\sqrt{3}} = P^* \rightarrow 0.58 \times P_e = P^*$$

yani, "faz kaybı" ve "Ie" akımının çekilmesi ile, motor üç fazlı nominal güce kıyasla %42 azaltılmış bir güç temin eder.

Yıldız bağlantılı sargılara sahip bir motorda, motor sargılarının gördüğü akım, termik korumanın herhangi bir çalışma koşulunda gördüğüyle aynıdır. Bu sebeple termik röle, dikkate alınan her iki çalışma yönteminde "Ie" nominal akımından daha yüksek bir akım çekilmesine karşı motoru korur.

Bu durumda, eğer normal çalışma sırasında, besleme hattında bir faz kaybolur veya bir sargı kaybolması meydana gelirse, üç fazlı motor tek fazlı olarak çalışır; çünkü sargılardan tek bir akım geçecektir (yani değerler ve faz kaymasında fark yoktur).

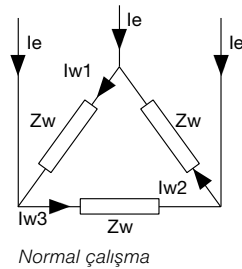
Sonuç olarak, genel çalışma sırasında "faz kaybı" olursa, motor çalışma torku düşer ve eğer stop torku sabit kalırsa, motor hızında bir azalma olmaz. Bu, kaymada bir artış ve ardından yükselen akım çekilmesinin, motorun aşırı ve zararlı bir şekilde ısınmasına neden olması anlamına gelir. Bu işaret eder ki, döner manyetik alanın çalışma prensibine göre, üç fazlı bir asenkron motor tek fazlı çalıştığında, yol verme torku olmaz ve dolayısıyla "faz kaybı" koşullarında motora yol vermek imkansız hale gelir. Bunun aksine, eğer motor herhangi bir cihaz yardımıyla döndürülürse, harici eylem tarafından empoze edilen yönde dönmeye başlayacak ve böylece daha önceden bahsedilen limitler ve sorunlarla karşılaşacaktır.

Üçgen bağlantılı motor

Üçgen bağlantılı motor durumunda, 1) ve 2) formülleri arasındaki eşdeğerlik sadece bir "faz kaybı" durumunda geçerlidir.

Daha önce de bahsedildiği üzere, normal üç fazlı çalışma sırasında, motor "le" nominal akımına eşit bir hat akımı çeker ve bu da üç üçgen bağlantılı sargı üzerinden, aşağıdaki gibi eşit bir akım değeri aktığı anlamına gelir:

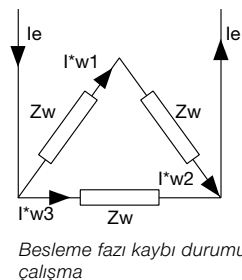
$$5) \quad I_{w1} = I_{w2} = I_{w3} = I_w = \frac{I_e}{\sqrt{3}}$$



"Besleme fazı kaybı" durumundaki çalışma sırasında, motorun daima "le" nominal akımına eşit bir hat akımı çektiğini varsayarak, akım fazlarda aşağıdaki gibi dağıtılır:

$$6a) \quad I^*_{w1} = I^*_{w2} = \frac{V}{2 \times Z_w}$$

$$6b) \quad I^*_{w3} = \frac{V}{Z_w}$$



Sargıların toplam empedansının bir fonksiyonu olarak gerilimin ifade edilmesi ile elde edilen:

$$7) \quad V = \frac{2 \times Z_w}{3} \times I_e \quad (\text{eşdeğer empedans})$$

$$\text{sonuçları} \quad \frac{(Z_w + Z_w) \times Z_w}{(Z_w + Z_w) + Z_w} = \frac{2 \times Z_w}{3}$$

Yukarıdaki 6a) ve 6b) ifadelerindeki "V"yi 7) ilişkisi ile değiştirerek, sargılardaki akımı nominal akımın bir fonksiyonu olarak ifade etmek mümkündür.

$$8a) \quad I^*_{w1} = I^*_{w2} = \frac{1}{2 \times Z_w} \times \frac{2 \times Z_w}{3} \times I_e = \frac{I_e}{3}$$

$$8b) \quad I^*_{w3} = \frac{1}{Z_w} \times \frac{2 \times Z_w}{3} \times I_e = \frac{2}{3} \times I_e$$

Formül 5 ile ifade edilen normal çalışma sırasında sargılarda tespit edilen akımlar ve de 8a ve 8b formülleri ile ifade edilen "faz kaybı" durumunda çalışma sırasındaki akımların oranını hesaplayarak aşağıdaki ilişkiler elde edilir:

$$9a) \quad \frac{I_{w1}}{I^*_{w1}} = \frac{I_{w2}}{I^*_{w2}} = \frac{I_e}{\sqrt{3}} \times \frac{3}{I_e} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1.73 \quad \leftarrow$$

$$\rightarrow \frac{I^*_{w1}}{I_{w1}} = \frac{I^*_{w2}}{I_{w2}} = 0.578$$

$$9b) \quad \frac{I_{w3}}{I^*_{w3}} = \frac{I_e}{\sqrt{3}} \times \frac{3}{2 \times I_e} = \frac{3}{2 \times \sqrt{3}} = 0.876 \quad \leftarrow$$

$$\rightarrow \frac{I^*_{w3}}{I_{w3}} = 1.153$$

Daha önce de bahsedildiği üzere, normal üç fazlı çalışma sırasında, motor "le" hat akımını ve sargılardaki $I_w = \frac{I_e}{\sqrt{3}}$ akımını çeker; sonuç olarak

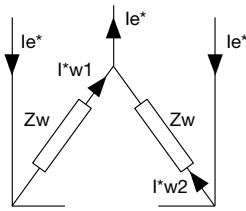
9a) ve 9b) ilişkilerinden, "besleme fazı kaybı" durumunda çalışma sırasında, "le" akımı çekilse bile, sargılardan bir tanesinin (verilen örnekte sargı 3) normal çalışmaya göre %15 daha fazla çektiği sonucu çıkarılabilir.

Bu analiz sonucu söyleyebiliriz ki, bir sargı, termik koruma tarafından algılanmadan aşırı yüklenmiş olsa da termik röle açma yapmaz çünkü "le" akımından etkilenir (daha önce dediği gibi normal çalışmadan %15 daha fazla). Sonuç olarak motor uygun bir şekilde korunamayabilir.

"Besleme fazı kaybı" koşullarında, temin edilen güce eşit olarak, 4 no'lu ilişkiyle uyumlu yıldız bağlantılı motorlar için aynı şeyler dikkate alınarak çalışma incelenebilir.

Üçgen bağlantılı motor durumunda ve "sargı kaybı" koşullarında çalışırken, 1) ve 2) no'lu formüller arasındaki eşdeğerlik artık geçerli değildir ve yeni bir denklik elemanı yani şu ilişki kabul edilecektir:

$$2a) \quad P^* = 2 \times V^* \times I_{e^*} \times \cos\varphi^*$$



Bir sargı kaybı durumunda çalışma

Motorun aynı gücü temin etmesi gerektiğini varsayarsak, besleme gerilimini ($V_n=V^*$) ve güç faktörünü ($\cos\varphi = \cos\varphi^*$) sabit tutup yukarıdaki 1) ve 2a) formüllerini eşitleyerek aşağıdaki sonuç elde edilir:

$$10) \quad \sqrt{3} \times V_n \times I_e \times \cos\varphi = 2 \times V^* \times I_{e^*} \times \cos\varphi^* \quad \leftarrow \square$$

$$\sqrt{3} \times I_e = 2 \times I_{e^*} \rightarrow I_{e^*} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_e \rightarrow I_{e^*} = 0.866 \times I_e$$

" I_{e^*} ", motor tarafından çekilen ve "tek sargı kaybı" $I_{e^*} = I^*w$ durumunda çalışırken tek sargıdan geçen ve aynı zamanda termik korumadan görülen akımdır. Normal üç fazlı çalışma sırasında, sargıdan geçen akım $I_w = \frac{I_e}{\sqrt{3}}$ değerine eşitken termik korumadan

görülen akım tam olarak " I_e "dir. Bu kavramı 10) no'lu formüle ekleyerek, aşağıdaki ilişki elde edilir:

$$11) \quad \sqrt{3} \times \sqrt{3} \times I_w = 2 \times I^*w \quad \leftarrow \square$$

$$\rightarrow I^*w = \frac{3}{2} \times I_w = 1.5 \times I_w$$

Yukarıdan yola çıkarak, bu anormal işleyiş ile motorun sargısından bir " I^*w " akımı geçtiği açıktır ve bu akım termik koruma açması olmadan standart çalışma koşulları altında sargıda izin verilen maksimum akımdan daha yüksek olacaktır, çünkü formül 10) 'dan da görüleceği üzere koruma içinden, normal işleyiş sırasında motorun nominal akımından daha düşük bir akım geçecektir. Açık ki bu motorun özellikle ağır çalışma için olduğunu göstermektedir.

Bunun yerine, motorun normal çalışmadaki " I_e " nominal akımına eşit bir hat akımı çektiğini varsayarak, 1) ve 2a) formüllerinden türetilen akımın ifadesini eşitleyerek, besleme gerilimi ($V_n=V^*$) ve güç faktörünü ($\cos\varphi = \cos\varphi^*$) değiştirmeden, aşağıdaki ilişki elde edilir:

$$12) \quad \frac{P}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi} = \frac{P^*}{2 \times V^* \times \cos\varphi^*} \quad \leftarrow \square$$

$$\rightarrow P^* = \frac{2 \times P}{\sqrt{3}} = 1.15 \times P$$

Bu yüzden, "sargı kaybı" durumunda çalışırken motor, normal çalışma koşullarında temin ettiğinden %15 daha fazla güç temin edecektir. Bu durum, normal üç fazlı çalışmadaki sargıları etkileyen akımın yaklaşık %73'ünü aşan bir akımın sargılardan geçmesine neden olacaktır. Bu durum önceki koşula göre yine daha ağır olmaktadır ve termik korumanın açma yapmasına neden olmaz; çünkü, varsayıldığı üzere " I_e " nominal akımı tarafından ilgilendirilir.

Üçgen bağlantılı sargılara sahip bir motorda, besleme hattının bir fazının kaybı durumunda çalışma, üç fazlı motorun tek fazlı çalışmasına yol açar; çünkü sargılardan onlarla farklı değerlere fakat aynı faz kaymasına sahip akımlar geçer. Bu döner manyetik alanın oluşmasına izin vermez; eğer başlangıçta dönüşünü zorlamıyorsa dolayısıyla motora yol dahi verilemez.

Tek bir sargı kaybı halinde çalışma ise asenkron motorun iki fazlı olarak çalışmasına neden olur; nitekim sargılardan onlarla aynı değerlere ($|I_w| = \frac{M}{Z_w}$) fakat farklı faz kaymasına sahip akımlar geçer ($\phi_1 - \phi_v = \varphi_w$).

Önceki yaklaşım, normal üç fazlı bir çalışma olarak aynı temin edilen güç ve aynı çekilen akıma sahip çalışma koşullarına dayanan teorik bir yaklaşım üzerinden, "faz kaybı" durumunda motorun çalışma koşullarını gösterir. Ancak gerçek çalışma koşulları verimliliği, dönüş hızını ve temin edilen gücü etkileyen direkt veya ters manyetik döner girdap alanlar üreten harmoniklerin oluşumuyla karakterize edilir. Bu nedenle, gerçek çalışma durumu, motorun ilgilendiren akımlara dair bir fikir vermek ve "faz kaybı" durumunda çalışmanın motora nasıl zararlı sonuçlar verdiğini anlamak için geçerli olsa bile, yukarıda belirtildiği gibi lineer ve basit bir işlemin konusu olamaz.

Ek D: Farklı görev tipleri

"Görev" terimi, makinenin tabi olduğu yük döngüsünü ifade eder ve buna eğer uygulanabiliyorsa yol verme, elektrik frenleme, yüksek ve durağan enerjisiz periyotlar ve de bunların süreleri ve zaman içindeki sıraları dâhildir. Genel anlamıyla görev, sürekli görev, kısa süreli görev ve periyodik görev olarak sınıflandırılabilir. Yükleme süresi ve görev döngüsünün toplam süresi arasındaki yüzdesel oran, döngüsel süre faktörü olarak tanımlanmıştır.

Görevi beyan etmek satın alanın sorumluluğundadır. Satın alan görevi beyan etmediğinde, üretici görev tipini S1 (sürekli çalışan) olarak kabul eder. Görev tipi uygun bir kısaltma ile belirlenecektir ve alıcı aşağıda verilen tanımlamalara göre sınıflandırmalara dayalı görev türünü tanımlayabilir.

Motorun anma değerleri verildiğinde (genellikle üretici tarafından bir makinenin belirli bir çalışma koşulu için ilan edilen değerler), üretici bir sınıf seçmelidir. Sınıf seçimi yapılmazsa, sürekli çalışma görevine ilişkin değerler uygulanır.

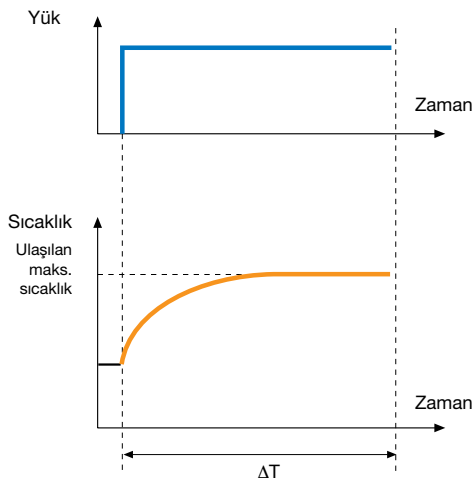
IEC 60034-1 standardının sınıflandırmasına uygun olarak, burada tipik olarak motorun değerini göstermek için referans olarak kabul edilen görev türlerine ilişkin bazı göstergeler yer almaktadır.

Sürekli çalışma görevi:

bu görev tipine uygun bir motor için makinenin sınırsız bir süre için çalıştırılabileceği değerler belirtilmiştir. Bu anma değerleri sınıfı, uygun kısaltması S1 olan görev tipine denk gelir.

S1 görev tipi, makinenin termik dengeye ulaşmasını sağlamak amacıyla yeterli bir süre muhafaza edilen sabit bir yükte çalışma olarak tanımlanabilir.

Sürekli çalışma görevi: Görev tipi S1



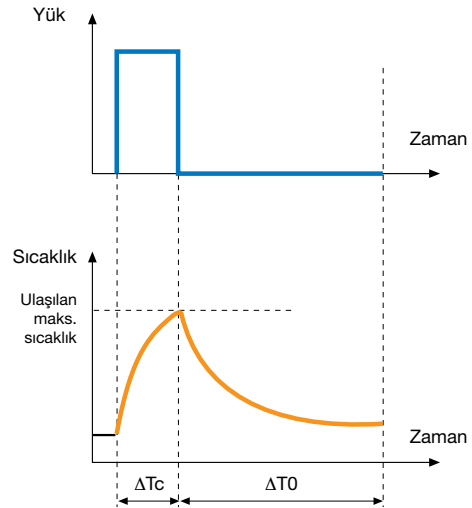
ΔT : Makinenin termik dengeye ulaşabilmesi için yeterli zaman

Kısa süreli görev:

bu görev tipine uygun bir motor için oda sıcaklığında yol verilerek makinenin sınırlı bir süre için çalıştırılabileceği değerler belirtilmiştir. Bu anma değerleri sınıfı, uygun kısaltması S2 olan görev tipine denk gelir.

S2 görev tipi, termik dengeye ulaşmak için gerekli olandan daha az bir süre boyunca sabit yükte çalışma, ardından enerjisiz bir süre ve makine sıcaklığı ile soğutucu sıcaklığı arasındaki dengeyi yeniden sağlamak için yeterli bir durağanlık süresi olarak tanımlanabilir. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını ve ardından döngüsel süre faktörünü verir (S2 40 dakika).

Kısa süreli görev: Görev tipi S2

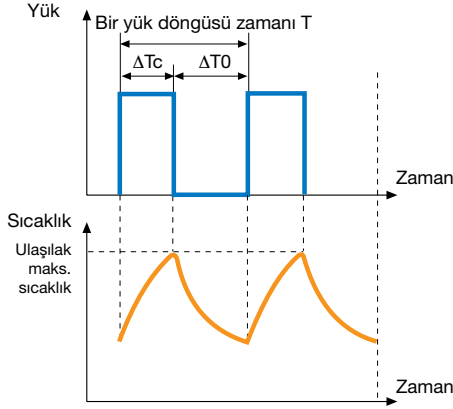


ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_0 : enerji kesilme süresi

Periyodik görev: bu görev tipine uygun bir motor için makinenin bir görev döngüleri dizisinde çalıştırılabileceği değerler belirtilmiştir. Bu tipten görev ile, yükleme döngüsü makinenin termik dengeye ulaşmasına izin vermez. Bu değerler grubu, S3 ila S8 arası belirli bir görev tipine bağlantılıdır ve tam tanımı periyodik görevin belirlenmesini sağlar. Aksi belirtilmemişse, bir görev döngüsünün süresi 10 dakika olacaktır ve döngüsel süre faktörü aşağıdaki değerlerden birine sahip olacaktır: %15, %25, %40, %60. Döngüsel süre faktörü, yol verme ve elektrik frenleme dahil yükleme periyodu ve görev döngüsü süresinin yüzde olarak ifade edilmesidir.

S3 görev tipi her biri sabit yükte işlem süresi ve durağan halde enerjisiz süreyi içeren benzer görev döngülerinin bir dizisi olarak tanımlanır. Yol verme fazının sıcaklık artışına verdiği katkısı yok denecek kadar azdır. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını ve ardından döngüsel süre faktörünü verir (S3 %30).

Aralıklı periyodik görev: Görev tipi S3

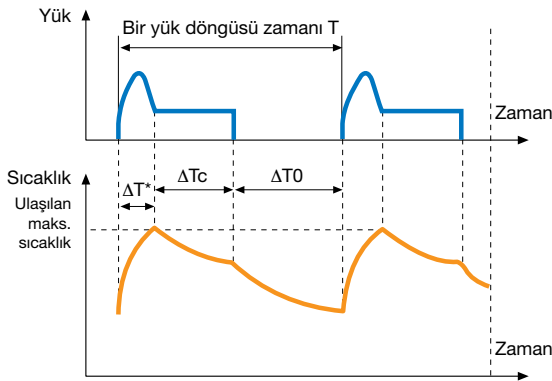


ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_0 : enerjisiz ve durağan süre
 Döngüsel süreklilik faktörü = $\Delta T_c / T$

S4 görev tipi her biri belirgin bir yol verme süresi, sabit yükte işlem süresi ve durağan halde enerjisiz süreyi içeren benzer görev döngülerinin bir dizisi olarak tanımlanır.

Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını verir ve ardından döngüsel süre faktörünü, her ikisi de motor şaftıyla ilgili motorun J_M atalet momentini, yükün J_L atalet momentini belirtir (S4 %20 $J_M = 0.15 \text{ kg m}^2$ $J_L = 0.7 \text{ kg m}^2$).

Yol verme ile aralıklı periyodik görev: Görev tipi S4

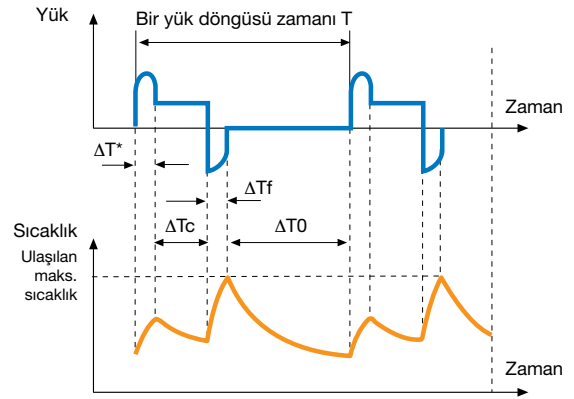


ΔT^* : başlangıç/hızlanma süresi
 ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_0 : enerjisiz ve durağan süre
 Döngüsel süreklilik faktörü = $(\Delta T^* + \Delta T_c) / T$

S5 görev tipi her biri yol verme süresi, sabit yükte işlem süresi, elektrik fren süresi ve durağan halde enerjisiz süreyi içeren benzer görev döngülerinin bir dizisi olarak tanımlanır.

Komple bir tanımlama görev tipine referans verir ve bir önceki durum ile aynı belirtir verir.

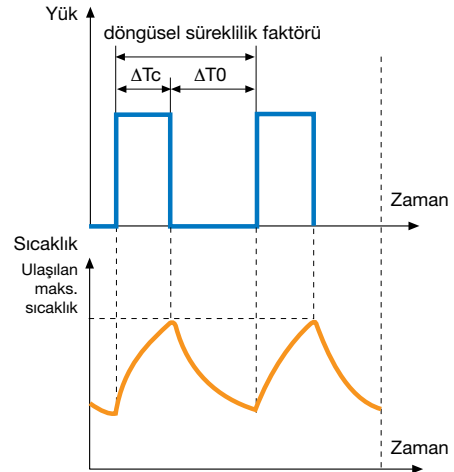
Elektrik fren ile aralıklı periyodik görev: Görev tipi S5



ΔT^* : başlangıç/hızlanma süresi
 ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_f : elektrik fren süresi
 ΔT_0 : enerjisiz ve durağan süre
 Döngüsel süreklilik faktörü = $(\Delta T^* + \Delta T_c + \Delta T_f) / T$

S6 görev tipi her biri sabit yükte işlem süresi ve yüksüz işlem süresini içeren benzer görev döngülerinin bir dizisi olarak tanımlanır. Enerjisiz ve durağan bir süre yoktur. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını ve ardından döngüsel süre faktörünü verir (S6 %30).

Sürekli çalışmalı periyodik görev: Görev tipi S6

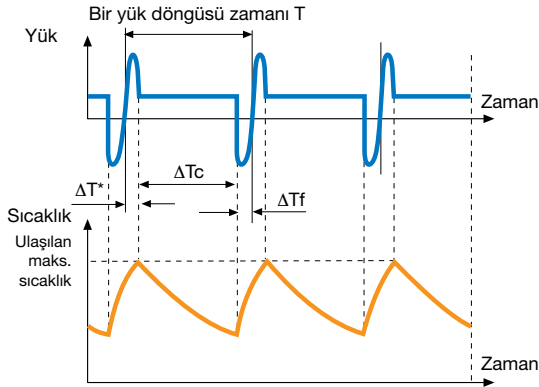


ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_0 : yüksüz çalışma süresi
 Döngüsel süreklilik faktörü = $\Delta T_c / \Delta T_0$

S7 görev tipi her biri yol verme süresi, sabit yükte işlem süresi ve elektrik fren süresini içeren benzer görev döngülerinin bir dizisi olarak tanımlanır. Enerjisiz ve durağan bir süre yoktur. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını verir ve ardından hem motorun J_M atalet momentini hem de yükün J_L atalet momentini belirtir (S7 $J_M = 0.4 \text{ kg m}^2$ $J_L = 7.5 \text{ kg m}^2$).

Elektrik fren ile sürekli çalışmalı periyodik görev:

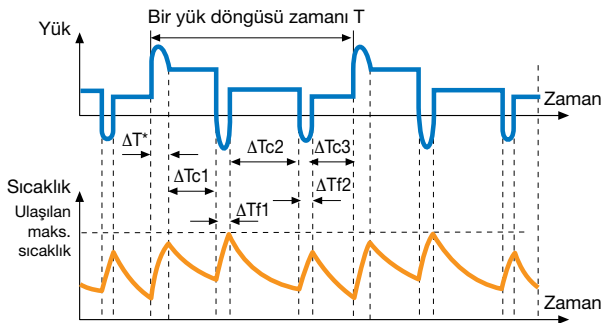
Görev tipi S7



ΔT^* : başlangıç/hızlanma süresi
 ΔT_c : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_f : elektrik fren süresi
 ΔT_0 : enerjisiz ve durağan süre
 Döngüsel süreklilik faktörü = 1

S8 görev tipi, her biri önceden belirli bir dönüş hızına karşılık gelen sabit bir yükte çalışma süresine sahip ve bunları farklı dönüş hızlarına karşılık gelen diğer sabit yüklerde bir veya daha fazla çalışmanın izlediği özdeş görev döngüleri olarak tanımlanır. Enerjisiz ve durağan bir süre yoktur. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını verir ve ardından motorun J_M atalet momentini, yükün J_L atalet momentini, her hız koşuluna göre yük, hız ve döngüsel süre faktörüyle beraber belirtir (S8 $J_M = 0.7 \text{ kg m}^2$ $J_L = 8 \text{ kg m}^2$ 25 kW 800 rpm %25 40 kW 1250 rpm %20 25 kW 1000 rpm %55).

İlgili yük/hız ile sürekli çalışmalı periyodik görev Görev tipi S8



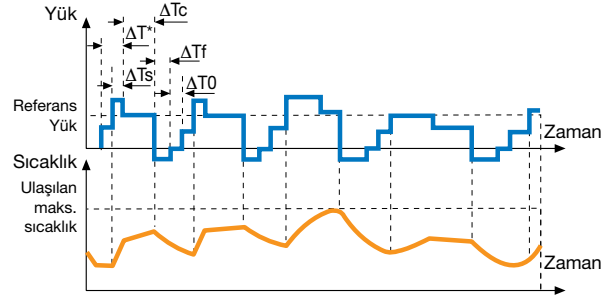
ΔT^* : başlangıç/hızlanma süresi
 ΔT_{c1} ; ΔT_{c2} ; ΔT_{c3} : sabit yükte çalışma süresi
 ΔT_{f1} ; ΔT_{f2} : elektrik fren süresi
 Döngüsel süreklilik faktörü = $(\Delta T^* + \Delta T_{c1})/T$; $(\Delta T_{f1} + \Delta T_{c2})/T$; $(\Delta T_{f2} + \Delta T_{c3})/T$

Periyodik olmayan görev:

bu görev tipine uygun bir motor için makinenin periyodik olmayacak şekilde çalıştırılabileceği değerler belirtilmiştir. Bu anma değerleri sınıfı, uygun kısaltması S9 olan görev tipine denk gelir.

S9 görev tipi, periyodik olmayan bir şekilde izin verilen çalışma aralığında yükün ve hızın değiştiği bir görev olarak tanımlanır. Bu görev, referans yükünü oldukça aşabilecek sıkça uygulanan aşırı yükleri içerir.

Periyodik olmayan yük ve hız değişimleri ile görev: Görev tipi S9



ΔT^* : başlangıç/hızlanma süresi
 ΔT_s : aşırı yük altındaki süre
 ΔT_c : sabit yükteki çalışma süresi
 ΔT_f : elektrik fren süresi
 ΔT_0 : enerjisiz ve durağan süre

Ayrık sabit yükler (ve hızlar) ile görev:

bu görev tipine uygun bir motor için, makinenin termik dengeye ulaşmasını sağlayan yeterli bir süre boyunca belirli sayıda ayrık yüklerle makinenin çalıştırılabileceği değerler.

Bir döngü içinde izin verilen maksimum yük makinenin tüm parçalarını göz önüne alacaktır (yalıtım sistemi, termik genleşme ile ilgili rulmanlar ya da diğer parçalar).

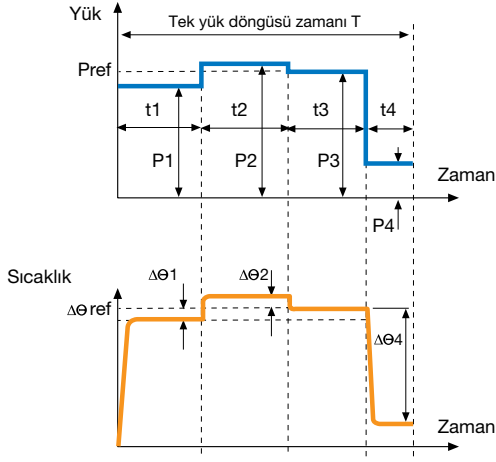
Maksimum yük, S1 görev tipi üzerine kurulmuş yükün değerinin 1.15 katını geçmeyecektir. Maksimum yük ile ilgili diğer limitler, sargının sıcaklık limitleri olarak verilebilir. Makine yüksüz çalıştığında veya enerjisiz ve durağan olduğunda minimum yük sıfır olabilir.

Bu anma değerleri sınıfı, uygun kısaltması S10 olan görev tipine denk gelir.

S10 görev tipi, makinenin termik dengeye ulaşmasını sağlamak için yeterli bir süre boyunca muhafaza edilen spesifik sayıdaki ayrık yük değerleri ile karakterize edilen bir çalışma olarak tanımlanabilir. Bir görev döngüsü boyunca minimum yük sıfır değerini alabilir ve yüksüz veya durağan durumla ilgili olabilir. Komple bir tanımlama, görev tipinin kısaltmasını verir ve ardından kısmi yük için

$p/\Delta t$ per unit değerleri ve süresini, nominal çıkışlı S1 görev tipi durumundaki termik ömür beklentisiyle ilgili yalıtım sisteminin termik ömür beklentisi T_L 'yi ve de enerjisiz ve durağan bir süredeki yükü belirten r büyüklüğünü belirtir (S10 $p/\Delta t = 1.1/0.4; 1/0.3; 0.9/0.2; r/0.1 T_L = 0.6$).

Aynı sabit yükler ve hızlar ile görev: Görev tipi S10



$\Delta\theta_1; \Delta\theta_2; \Delta\theta_4$:bir döngü ve sıcaklık içinde çeşitli yüklerin her birinde sargı sıcaklık artışı arasındaki fark

$\Delta\theta_{ref}$: hizmet tipi S1'e dayalı referans yükte sıcaklık
 $t_1; t_2; t_3; t_4$: Bir döngü içindeki sabit yükün zamanı
 $P_1; P_2; P_3; P_4$: Bir yük döngüsü süresi
 Pref: hizmet tipi S1'e dayalı referans yük

Eşdeğer yükleme için görev:

bu görev tipine uygun bir motor için; test amaçlı olarak, makinenin ısı dengeye ulaşana kadar sabit yükte çalıştırılabildiği ve belirtilen görev tipinde bir yük döngüsü boyunca ortalama sıcaklık artarken, aynı yük stator sargı sıcaklığının yükselmesiyle sonuçlandığı anma değerleridir. Bu anma değerleri sınıfı, eğer uygulanırsa "equ" olarak tanımlanan görev tipine denk gelir.

Ek E: UL koordinasyonu hakkında bazı hususlar

Bu ek; Kuzey Amerika pazarına yönelik uygulamalar veya projeler için, motorların koordinasyonuna ilişkin temel yöntemler ve talimatların kısa bir incelemesini ve açıklamasını vermeyi amaçlamaktadır.

Otomasyon alanında; Avrupa pazarı IEC standardı referansları ile ve Kuzey Amerika pazarı UL standardı referansları ile normatif ve hukuki açıdan çok farklı temellere sahiptir. Sonuç olarak, önceki bölümlerde açıklanan kavramlar Amerikan standardında değerlendirildiğinde geçerliliğini yitirmektedir.

Motor koordinasyonu ile ilgili Amerikan Standardı, UL 508 "Endüstriyel Kontrol Ekipmanı"dır. Bu standardın gereksinimleri endüstriyel kontrol cihazlarını ve motorların yol verme, durdurma, regülasyon, kontrol veya korunmasıyla ilgili aksesuarları kapsar.

Genel Özellikler

Amerikan standardı talimatları, IEC standardı tarafından verilen parametrelere ve daha önce analiz edilen tanımlara uygun olarak motor koordinasyonu konusunu ele almaz. Sonuç olarak, "tip 1" ve "tip 2" koordinasyonları veya "normal yol verme" ve "ağır şart yol verme" olarak sınıflandırma UL standardında mevcut değildir. Bunun yerine "kombine motor kontrol cihazları" olarak adlandırılan yolvericilerin elde edilmesi için farklı yöntemler tanımlanmaktadır ve "yapı tipleri" adı verilen farklı tipolojilerde sınıflandırılmıştır.

"Kombine motor kontrol cihazı", bir motora akım vererek ve keserek bir motoru başlatmak ve durdurmak için tasarlanmış bir cihaz veya cihazlar kombinasyonudur. Bir ayırma aracı, branş devresi koruması (kısa devre ve toprak hatası), motor kontrol cihazı (genellikle bir kontaktör ile) ve motor aşırı yük koruması sağlayan bir araya getirilmiş bir veya daha fazla cihaz tarafından oluşturulan bir kontrol cihazıdır.

Devre ayırıcı araçlar ve motor branş devresi koruması (kısa devre ve toprak hatası) genellikle bir devre kesici içerir. Devre kesici, bir ani açma veya ters zaman kesicisi olabilir. Ani açma kesicisi kısa devre koruması sağlarken, ters zaman kesicisi hem kısa devre hem de aşırı yük koruması sağlar.

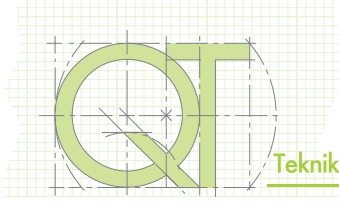
Manyetik motor denetleyici fonksiyonu genellikle kontaktör tarafından yapılabilir. Aşırı yük rölesi aşırı yük koşullarından koruma sağlar.

Bu standart, aynı zamanda "muhafaza" konsepti için, yani "kombine motor kontrol cihazı"nın yerleştirildiği kabinin test prosedürleri ve değerlerine yönelik çok sıkı talimatlar verir.

Farklı "yapı tipleri", izin verilen farklı bileşenlere göre, temel koruma ve kontrol fonksiyonlarının dağıtım şekillerine göre tanımlanır.

Sınıflandırma, A-B-C-D-E-F tipindeki yapıları öngörmektedir ve tipine göre, izin verilen farklı bileşenler, karakteristiklerini tanımlayan ilgili referans standardı ve yerine getirmeleri gereken fonksiyonlar hakkında bilgiler veren bir tabloda gösterilmiştir.

Uygun karakteristiklere sahip olanlarla değiştirilebilir tek bileşenlere sahip olmasıyla karakterize edilen en yaygın yapı tipleri, A ila D arası sınıflandırılanlar olurken, devre kesici kullanımı sağlayanlar C ve D tipi olarak sınıflandırılır ve ayrıntılı olarak aşağıdaki bileşenlerin kullanımını öngörmektedir:



Tip C

- "Ters zaman devre kesicisi", UL 489 standardıyla uyumlu, ayırma ve devre koruma fonksiyonuna sahip bir termik manyetik devre kesici olarak tanımlanabilir.
- "Manyetik veya solidstate motor kontrol cihazı", UL 508 standardıyla uyumlu, motor kontrol fonksiyonuna sahip bir "motor kontrol cihazı" olarak çalışan bir kontaktördür.
- "Termik röle", UL 4508 standardıyla uyumlu, "motor aşırı yük koruması", yani aşırı yüke karşı koruma fonksiyonuna sahip bir termik koruma cihazı olarak tanımlanabilir

Tip D

- "Ani açma devre kesicisi", UL 489 standardıyla uyumlu, ayırma ve devre koruma fonksiyonuna sahip bir sadece manyetik bir devre kesici olarak tanımlanabilir
- "Manyetik veya solidstate motor kontrol cihazı", UL 508 standardıyla uyumlu, motor kontrol fonksiyonuna sahip bir "motor kontrol cihazı" olarak çalışan bir kontaktördür.
- "Termik röle", UL 4508 standardıyla uyumlu, "motor aşırı yük koruması", yani aşırı yüke karşı koruma fonksiyonuna sahip bir termik koruma cihazı olarak tanımlanabilir

Özel bir yapı tipi **E Tipi** olarak adlandırılır ve "Kendinden Korumalı Kontrol Cihazı" cihazı olarak adlandırılıp 1990'dan beri UL standardında tanımlanır. Tip E kontrol cihazı, kompakt cihazda hem aşırı yük hem de kısa devre kontrolü sağlayan manuel bir kendinden korumalı kombine motor kontrol cihazıdır. Bu tasarım, kaynak tarafında devre kesici veya sigorta gerektirmez.

Bu yapı tipinde, tüm "Ayırma" - "Branş devresi koruması" - "Motor Kontrolü" - "Motor Aşırı Yüğü" fonksiyonları UL

508 standardının yönergeleriyle uyumlu tek bir bileşen tarafından yürütülür.

E Tipi ile kombineli bir kontaktör kullanarak, yeni bir yapı tipi oluşturulur; bu tip 2002 yılında standarda dâhil olmuş ve **Tip F** olarak karakterize edilmiştir. Ancak bu cihaz "Kendinden Korumalı" sayılmaz.

Kısa devre söz konusu olduğunda, A ila D ve F yapı tipleri aynı koşullar altında ve aynı test yöntemleriyle test edilirken, standart, E tipi için özel test yöntemlerini belirler.

Burada ayrıca "muhafaza" veya UL508 standardında geçtiği gibi kabin tanımından başlayarak aynı zamanda farklı kontrol ve koruma fonksiyonlarının bileşenlerini karakterize eden bazı ilave unsurları sunan kısa bir analiz bulabilirsiniz.

Muhafaza

Endüstriyel kontrol teçhizatı için bir "muhafaza"; maruz kalması muhtemel kötü kullanımlara karşı, yangın riskine sebep olacak tamamen veya kısmen çökme olmadan, aralıkların azalması, parçaların gevşemesi veya yerinden çıkması veya diğer ciddi kusurlar nedeniyle kişilerin yaralanması veya elektrik çarpması riski yaratmayacak şekilde dayanıklılık ve sağlamlığa sahip yapıda oluşturulmalı ve monte edilmelidir.

Pratikte, bunlar "kombine motor kontrol cihazını" barındıran muhafazanın sahip olması gereken özelliklerdir. Muhafaza, motor kontrol cihazının ayrılmaz bir parçasıdır ve dolayısıyla onun performansını etkiler.

Aşırı yüke karşı koruma

Her motor için aşırı yüke karşı ayrı ayrı koruma sağlanmalıdır. Motor yolvericilerin harici aşırı yük röleleri – ister mekanik ister elektrikli olsun – veya termik röleleri için “tip E” kullanılabilir ancak ekipmanların tamamı UL 508 ile uyumlu olmalıdır. Aşırı yük korumasının ayarı, motorun etiketinde yazan tam yükteki akım değerinin %115'ini geçmemelidir.

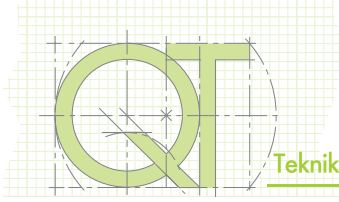
Kısa devreye karşı koruma

Kısa devreye karşı koruma sağlamak için, UL 489 standardıyla uyumlu sadece manyetik veya termomanyetik devre kesiciler kullanılabilir. Kontaktör ve aşırı yük koruması ile beraber kullanıldıklarında, UL 508 standardı ile uyumlu olarak C veya D tipi bir koruma sisteminin elde edilmesini sağlarlar. Alternatif olarak aynı zamanda UL 508 standardıyla "kendinden korumalı kombine motor kontrol cihazı" olarak tanımlanan devre kesiciler de seçilebilir.

Kontrol fonksiyonu

UL 508 standardı ile tanımlanan genel kontaktörler veya UL 508C standardıyla uyumlu kontrol cihazları ve inverterler gibi daha karmaşık diğer bileşenler kontrol ekipmanı olarak kullanılabilir.

Kontaktör, kontrol edeceği yükün tipine göre seçilmeli ve akımdan daha düşük olmayan bir boyutta (akım taşıma kapasitesine göre) veya UL 508 standardında belirtilen akım değerlerine referansla hesaplanan motor akımlarının toplamına göre seçilmelidir.



Sözlük

I_r	termik korumanın ayar akımı
T_i	termik korumanın açma süresi
V_L	hatlar arasındaki şebeke gerilimi (faz-faz)
Z_w	sargının empedansı
I_e	motorun nominal akımı
I_w	standart koşullarda motor sargılarındaki akım
I_w^*	anormal koşullarda motor sargılarındaki akım
P_e	motorun nominal gücü
I_{sp}	ani akım $12 \times I_e$
I_{avv}	başlangıç akımı $7.2 \times I_e$
I_3	manyetik açma eşiği
I_n	koruma ünitesinin nominal akımı
η	nominal verim
$\cos\phi$	nominal güç faktörü
Y	yıldız bağlantı
Δ	üçgen bağlantı
n_o	statorun manyetik alanının hızı veya senkron hız
f	besleme şebekesinin frekansı
p	kutup çifti sayısı
n	rotorun dönüş hızı
n_s	kayma hızı
s	kayma
C_M	motor işletim torku
C_L	yük torku
C_a	yol verme torku
t_a	yol verme süresi
J_M	motorun atalet momenti
J_L	yükün atalet momenti
ω	motor açısal hızı
$\frac{d\omega}{dt}$	açısal ivme
C_s	ani tork
C_{max}	maksimum tork
C_{acc}	ivme torku
K_L	çarpım faktörü
$S..$	görev tipi
ϕ_I	akım faz kayması
ϕ_V	gerilim faz kayması
ϕ_w	sargı empedansının faz kayması

Teknik Uygulama Föyleri

QT1

ABB devre kesiciler ile alçak gerilim seçiciliği

QT7

Üç fazlı asenkron motorlar
Genel özellikler ve koruma cihazlarının
koordinasyonunda ABB çözümleri

QT2

OG/AG trafo merkezleri: kısa devre hesaplama
teorisi ve örnekleri

QT8

Elektrik tesislerinde güç faktörü düzeltme ve
harmonik filtreleme

QT3

Dağıtım sistemleri, dolaylı temas ve toprak
hatasına karşı koruma

QT9

ABB devre kesiciler ile veriyolu haberleşmesi

QT4

AG panoları içindeki ABB devre kesiciler

QT10

Güneş enerjisi santralleri

QT5

Doğru akım uygulamaları için ABB devre
kesiciler

QT11

IEC 61439 standardı Bölüm 1 ve Bölüm 2 ile
uyumlu alçak gerilim panolarının oluşturulmasına
yönelik esaslar

QT6

Ark dayanımlı alçak gerilim anahtarlama ve kontrol
panoları

QT12

Deniz sistemleri ve gemi tesisatlarının genel
özellikleri

QT13

Rüzgar enerjisi santralleri

Bize ulaşın

ABB Elektrik Sanayi A.Ş.

Organize Sanayi Bölgesi 2. Cadde No: 16
34776 Yukarı Dudullu / İstanbul
Tel : 0216 528 22 00
Faks : 0216 365 29 45

ABB Müşteri İletişim Merkezi

Tel : +90 850 333 1 222
Faks : +90 850 333 1 225
E-mail: contact.center@tr.abb.com

www.abb.com.tr

Not:

ABB önceden haber vermeksizin teknik değişiklikler yapma veya bu dokümanın içeriğini değiştirme hakkını saklı tutmaktadır. Satınalma siparişlerinde, üzerinde karşılıklı anlaşılmiş özellikler geçerli olacaktır. ABB, bu dokümandaki olası hatalar veya bilgi eksiklikleri için herhangi bir sorumluluk kabul etmeyecektir. Bu doküman ve ilgili konu ile burada kullanılan resimlerin telif hakkını saklı tutmaktayız. ABB'nin yazılı izni olmaksızın, her türlü kopyalama, üçüncü kişilerin kullanımı veya içeriğinden yararlanma – tümü ya da bir kısmı – yasaktır.

© Copyright 2019 ABB
Tüm hakları saklıdır.

1SDC007106G0201 - 07/2008 - 6.000

Power and productivity
for a better world™

