

HIZ KONTROL UYGULAMALARI

Statik frekans dönüştürücüler, sağladıkları değişken frekanslı ve gerilimli güç kaynağı ile kafesli asenkron motorların hızını geniş bir aralıkta ayarlamayı olanaklaştıran elektronik düzenlerdir. Uygun tasarlanmış bir frekans dönüştürücü ile beslendiğinde, kafesli bir asenkron motorun basamaksız ve pratik olarak kayıpsız hız ayarı yapılabilir.

Frekans dönüştürücülerde motora gelen şebeke gerilimini anahtarlayarak kontrol etmek için 2 ayrı yöntem kullanılır; PAM ((Pulse Amplitude Modulation = Darbe genlik modülasyonu) ve sıkça kullanılan PWM (Pulse Width Modulation = Darbe genişlik modülasyonu). Motora gelen alternatif gerilim önce doğru gerilime dönüştürülür sonra, PWM metodunda doğru gerilim dilimlenerek, PAM metodunda ise dilimleme uygulamadan, üç fazlı çıkış gerilimi oluşturulur.

Kafesli asenkron motorların hız ayarı

Günümüzde, hızı frekans dönüştürücüler ile ayarlanan kafesli asenkron motorlar, otomasyon uygulanan her türlü tesis ve donanımda kullanılmaktadır. Geniş bir aralıkta kayıpsız hız ayarının başlıca yararları enerji tasarrufu, süreç ve kalite iyileştirmesidir.

Yapılan hesaplar ve ölçümler göstermiştir ki, pratikte rastlanan hız aralıklarında en iyi işletme özellikleri genellikle 4 kutuplu asenkron motorlar ile elde edilir. Bu nedenle uygulamada bu kutup sayısı yeğlenmelidir. Ancak, çok düşük veya yüksek hızlar gerektiğinde, başka kutup sayıları seçilebilir. Motor anma gerilimi normal durumlarda şebeke gerilimine eşit alınır ki, frekans dönüştürücü arızalandığında motor şebekeden doğrudan beslenebilsin.

Frekans dönüştürücülerle kullanılan asenkron motorlar standart yapıdadır, ancak büyük güçlerde özel tasarlanmış motorlar gerekebilir. Bütün frekans dönüştürücülerin ortak özelliği, şebekeden doğrudan beslemeye göre motor kayıplarının artmasıdır. Gerilim ve akımda harmoniklerin bulunmasından kaynaklanan bu artış nedeniyle, frekans dönüştürücüden beslenen bir asenkron motor anma gücünü veremeyebilir. Uygulamada, IEC tavsiyesine uyarak, anma gücünün %0-20 arasında düşürülmesi uygun olur. Belli bir motor için güç düşürme çarpanının seçiminde, bu motorun sıcaklık yedeği göz önüne alınmalıdır (Bak. IEC 60034-17 : Frekans dönüştürücüden beslenen kafesli asenkron motorlar için uygulama rehberi).

Yüksek gerilim artış oranı ve yüksek anlık gerilimlerin oluşma olasılığı nedeniyle frekans dönüştürücüden beslenen asenkron motorların yalıtım sistemleri şebekeden beslemeye göre daha fazla zorlanabilir. Bu zorlama artışı, motorun kaçak reaktansından başka frekans dönüştürücünün frekansına ve frekans dönüştürücü ile motor arasındaki kablo uzunluğuna bağlıdır. O halde kablo uzunluğu, filtre gereksinimi ve bazı durumlarda özel yalıtım sistemlerinin kullanılması incelenmesi gereken konulardır. Pratikte kablo uzunluğu olabildiğince kısa alınmalıdır, bundan dolayı **GAMAK** imalat programında yer alan frekans dönüştürücülerle entegre (kablosuz direkt bağlantı) asenkron motorlar değişken hız uygulamaları için tavsiye edilmektedir.

Özellikle büyük motorlarda çift kafesli veya derin oluklu rotor yapımı yüksek harmonik kayıplara neden olduğundan bu tasarımdan kaçınılmalıdır. Bir frekans dönüştürücüden beslemede motorun yüksek kalkış momentli olması gerekmediğinden, farklı kafes tasarımları daha uygun olabilir. Fakat, frekans dönüştürücünün arıza durumlarında özel kafesli rotora sahip asenkron motorlar şebekeden doğrudan besleneceğinden özellikle sabit döndürme momentli tahriklerde doğrudan kalkış yapmasının garanti edilmediği unutulmamalıdır.

Öte yandan, frekans dönüştürücüden beslenen bir asenkron motor, harmonikler nedeniyle, şebekeden beslemeye göre daha fazla gürültü üretebilir. Uygun motor ve frekans dönüştürücü tasarımı ile bu gürültü azaltılabilir.

Frekans dönüştürücüden beslemenin diğer bir etkisi, motor milinde gerilimlerin endüklenebilmesidir. Bu gerilimler önemli değerlere çıkarsa, oluşan akımlar yataklara zarar verebilir ve erken arızalanmalara neden olabilir. Bu arıza türü ile ender karşılaşılmasına rağmen, işletme güvenliği bakımından yatakların tahrik edilmeyen tarafından yalıtım öngörülebilir. Detaylı bilgi için lütfen bakınız Sayfa 60 - Mil gerilimleri.

Hız kontrol uygulamalarında anma devrinin altında ve üzerinde çalışma ;



Yukarıdaki eğri motor gücü ve momentinin motor anma devrinin altında ve üzerinde ne şekilde değiştiğini göstermektedir. Eğriden görüldüğü üzere anma devrinin altında motorlardan sabit moment elde etmek mümkündür, anma devrinin üzerinde ise sabit güç elde edilebilmektedir ancak yaklaşık 85 Hz'in üzerinde alan zayıflaması kayıpları arttırmakta ve bu da gücün düşmesine neden olmaktadır.

Anma devrinin altında çalışma ;

Frekans azaltıldığında besleme gerilimi frekansa orantılı olarak düşürülürse, manyetik akısı sabit kalan motor sabit döndürme momentinde yüklenebilir. Döndürme momenti sabit tutulursa, akım ve güç katsayısı değişmez. Düşük frekanslarda döndürme momentinin değer kaybetmemesi için, gerilimin frekansa orantılı olmaktan daha büyük bir değer alması gerekir. Böylece, stator direncindeki gerilim düşümü karşılanmış olur.

Merkezkaç pompa ve vantilatör gibi momentin hız ile azaldığı değişken moment ihtiyacı olan yük uygulamalarında, frekans dönüştürücü seçerken gerilimin frekansa orantılı olmaktan daha düşük bir değerde olması gerektiği dikkate alınmalıdır.

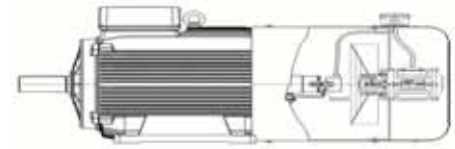
Düşük hızlarda motor pervanesinin ürettiği soğutma havası devirle orantılı olarak azalır. Sabit moment ihtiyacı olan uygulamalarda, devir düştüğü zaman manyetik akı sabit kalacağından motorda oluşan ısı değişmez, dolayısıyla pervanesinin soğutma havası yeterli olmaz. Motorda oluşan ısı tümüyle uzaklaştırılmaz ve düşük hızlarda demir kayıplarının azalması da soğutmanın yetersizliğinden kaynaklanan olumsuzlukları tam olarak karşılayamaz. Bu durumda, motorun çıkış gücünü azaltmak veya cebri (bağımsız) soğutma öngörmek gerekebilir.

Enkoder kullanımı :

Çok düşük devirlerde sabit moment ihtiyacı ve hassas devir ayarı için kapalı çevrim kontrol yapmak amacı ile enkoder kullanımı talep edilebilmektedir. Enkoder talep edilmesi durumunda arka mil çıkışı özel olarak imal edilir ve enkoder takılır. Tarafımızca dişi milli (hollow shaft) enkoderler kullanılmaktadır, kullanılacak enkoderin teknik detayları kullanıcı tarafından belirlenir ve talep edilmesi durumunda enkoder tarafımızca temin edilir veya kullanıcı tarafından temin edilmiş olan enkoderin motora montajı yapılır.

Enkoder seçiminde dikkat edilmesi gereken başlıca konular şu şekildedir ;

- Sinyal (Pulse) sayısı
- Mekanik ölçü (dişi milli enkoder)
- Besleme gerilimi
- Sinyal türü



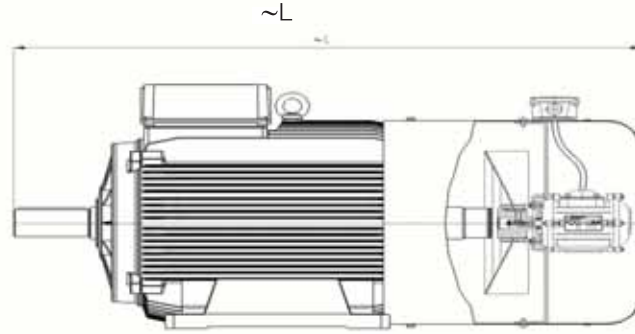
Bunlara ek olarak büyük güçlü motor uygulamalarında motor yataklarında olduğu gibi enkoder yataklarında da mil gerilimlerine karşı seramik kaplı yatak kullanımı gerekebilir.

Genel olarak düşük devirlerde enkoder ihtiyacı olduğundan, enkoderli motorlarda cebri soğutma ihtiyacı da oluşmaktadır. Aşağıdaki resimde enkoder + cebri soğutma kiti ile montajı yapılmış motor resmi görülebilir.

Enkoderli motorların toplam boyları ("L" ölçüsü) standart motorlara göre, enkoder tipi ve ölçüleri ile değişmekle beraber, yaklaşık 100 mm artmaktadır.

Cebri Soğutma Kiti

Aşağıdaki resimde motor milinden bağımsız olarak sürekli çalışan cebri soğutma kitinin bağlantı şekli ve aşağıdaki tabloda cebri soğutma kiti bağlanmış motorların toplam boyları gösterilmektedir.



Alüminyum Gövde Motorlar

Yapı Büyüklüğü	Kutup Sayısı	~L (mm)
71	2-4-6-8	372
80	2-4-6-8	406
90	S L	444
		469
100	L	522
112	M	537
132	S M	607
		645
160	M L	831
180	M L	904
200	L	1021

Dökme Demir Gövde Motorlar

Yapı Büyüklüğü	Kutup Sayısı	~L (mm)	
132	S M	649	
160	M L	831	
		875	
180	M L	904	
		942	
200	L	1021	
225	S	4-8	1093
	M	2	1093
		4-6-8	1118
250	M	2	1150
		4-6-8	
280	S	2	1219
	M	2	

Dökme Demir Gövde Motorlar

Yapı Büyüklüğü	Kutup Sayısı	~L (mm)	
315	S	2	1405
		4-6-8	1435
315	M	2	1405
		4-6-8	1435
315	L	2	1475
		4-6-8	1505
355	M	2	1617
		4-6-8	1657
355	L	2	1687
		4-6-8	1727
400	L	2	1944
		4-6-8	1984
450	L	2	2220
		4-6-8	2250

Anma devrinin üzerinde çalışma ;

Genel olarak frekans dönüştürücüler şebeke geriliminden daha büyük değerlerde bir gerilim veremediğinden, frekans anma değerinin üzerine çıkınca gerilim/frekans oranı azalacağından motor manyetik alanı ve akısı zayıflar, böylelikle motor anma devrinin üzerinde anma gücünü verebilir, fakat döndürme momenti azalır. Anma çalışmasındaki devrilme momentine bağlı olarak motor, gücün azalmaya başladığı hıza kadar sabit güçte çalıştırılabilir. Daha yüksek frekanslarda şiddetli alan zayıflaması kaymayı, kayma da bakır kayıplarını artırır, buna ek olarak, oluklarda ısı kaybına neden olan deri etkisi zararlı bir etki yapmaya başlayabilir.

Her ne kadar yüksek devirlerde oluşan kayıplar motor gücünün anma değeri ile sınırlanmasına neden olsa da, motorun izin verilebilen en büyük hızı başka etkenler tarafından belirlenir.

- Devrilme momenti : Artan frekans ile azalır.
- Yatak tasarımı : Anma hızının üzerinde artan titreşimler nedeniyle yatakların mekanik zorlanması artar, yatakların ve gresin ömrü azalır. Böyle bir durumda, rotorların S (özel) derecesinde (DIN EN 60 034-14) dengelenmesi tavsiye edilir.
- Pervane tasarımı : Motor soğutma pervanesi artan merkezkaç kuvvetlere dayanacak mekanik sağlamlıkta olmalıdır. Normal olarak, mile takılan soğutma pervaneleri ancak 60 Hz frekansa kadar uygundur. Bundan başka, kendinden soğutmalı motorlarda pervane gürültüsü artan hızla şiddetlenir. Bu sakıncalar cebri (bağımsız) soğutma kullanarak önenebilir.

Limit Hızlar

Anma hızının üzerinde çalışan asenkron motorların izin verilebilen en büyük hızları aşağıdaki tablolarda listelenmiştir.

3000 devir/dak, 2 kutuplu motorlar

Güç (kW)	Yapı Büyüklüğü	Mekanik limit hız (d/dak)	Maksimum çalışma frekansı (Hz)
0,09...5,5	56...112	6000	100
5,5...11	132	5600	90
11...22	160	4800	80
22 - 30	180	4600	76
30...55	200 - 225	4500	75
55...500	250 - 355	3600	60
450...1000	400 - 450	3400	56

1500 devir/dak, 4 kutuplu motorlar

Güç (kW)	Yapı Büyüklüğü	Mekanik limit hız (d/dak)	Maksimum çalışma frekansı (Hz)
0,06...11	56...132	4200	140
11...55	160...225	4200	140
55...110	250 - 280	3600	120
110...250	315	2800	93
250...500	355	2400	80
450...1000	400 - 450	2200	73

1000 devir/dak, 6 kutuplu motorlar

Güç (kW)	Yapı Büyüklüğü	Mekanik limit hız (d/dak)	Maksimum çalışma frekansı (Hz)
0,18...5,5	71...132	3900	195
7,5...15	160 - 180	3600	180
18,5...37	200 - 225	3200	160
37 - 75	250 - 280	3000	150
75...160	315	2600	130
160...355	355	2400	120
355...8000	400 - 450	2200	110

750 devir/dak, 8 kutuplu motorlar

Güç (kW)	Yapı Büyüklüğü	Mekanik limit hız (d/dak)	Maksimum çalışma frekansı (Hz)
0,09...11	71...180	3200	213
15...45	200...280	3000	200
55...132	315	2600	173
132...315	355	2400	160
315...630	400 - 450	2200	147

Mil Gerilimleri :

Genel olarak 400 kW ve üzeri motorlarda (teoride 110 kW ve üzeri olsa da pratikte daha büyük güçlerde karşılaşılmaktadır) rastlanabilen bir diğer problem motor gövdesi üzerinde oluşan mil gerilimleridir. Hız kontrol cihazının motor akısında yarattığı asimetrik yapıdan dolayı motor gövdesinde akımlar oluşur ve bu akımlar rulmanların üzerinden geçerek devreyi tamamlar. Rulmanların üzerinden akan akımlar zaman içerisinde rulmanların bozulmasına neden olabilir. Bunu önlemenin en etkili yöntemi izole yatak kullanmaktır. Bu durumda motorun arka rulman yatakları izole edilerek ya da izole rulman kullanılarak önlem alınır. Talep edilmesi halinde **GAMAK** izole yataklı (izole kapak veya izole rulman talebe göre) motor imalatımız mevcuttur. Aşağıdaki şemada mil gerilimlerinin izole arka yatak ile önlenmesi gösterilmektedir.

