

Harmoniklere Gelişmiş Farklı Çözümler

Ayhan Bulut

Enerji Kalitesi Bölümü
www.esdelektrik.com
ESD Elektrik Sistemleri

Harmonik Problemler:

Mikroişlemci kontrollü güç elektroniği esaslı değişken hız sürücülerinin gelişimi son 20 sene içinde çok hızlanmıştır. Bu hızlı büyüme ile, lineer olmayan yüklerin ürettiği akım harmoniklerinin seviyesi kaygılanılan bir konu haline gelmiştir. Harmonik akımlar kayıpları artırır, elektriksel ekipmanları aşırı ısıtır, dağıtım sistemi empedansı ile etkileşime (rezonansa) girerler. Bu da sisteme bağlı tüm ekipmanlarda zararlı etkilere sahip olan, gerilim bozulmalarına sebep olur.

Yüksek miktarda lineer olmayan yük bileşenleri taşıyan güç dağıtım sistemleri, sık sık harmonik akımlardan kaynaklanan problemlerle karşılaşılırlar. Bu prob-

“**Frekans konvertörlerinin endüstriyel ve ticari alanlarda kullanımındaki hızlı artış, harmonik problemlerin artmasına neden olmakta, bu da harmonikleri azaltma ve iyileştirmede kullanılan cihazlara olan ihtiyacı artırmaktadır.**”

lemlerin bir kısmı aşağıda detaylandırılmıştır;

- Aşırı yüklenmeden ve /veya sistem rezonansından dolayı kondansatör arızaları.
- Ömrü azalan, aşırı ısınan kablolar, trafolar ve diğer dağıtım ekipmanları.
- Acil durum jeneratörleri gibi zayıf kaynaklardan beslendiği zaman özellikle gerilimde yüksek bozulma (tipik düzleşmiş tepe noktası)
- Şalterlerin yanlış açması.
- Motorlar, jeneratörler gibi dönen ekipmanlarda arızalar, hatalar
- PLCler, bilgisayarlar ve diğer hassas yüklerde hatalı çalışma, kart arızaları

LINEATOR Evrensel Harmonik Filtre :

Harmonikleri bastırmanın mevcut metodları; AC/DC reaktörler, çok pulslı(darbeli) sistemler, odaklı veya geniş bantlı pasif filtreler, aktif filtreler ve en gelişmiş



Şekil 1. LINEATOR IP00 ve IP23

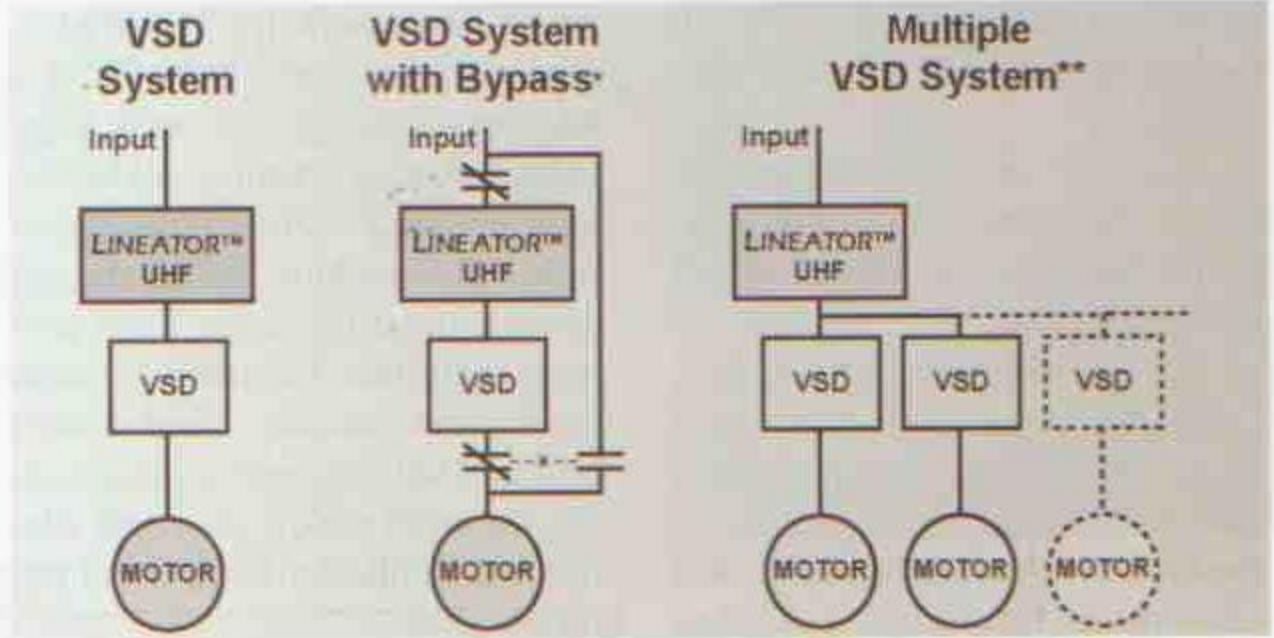
IGBT doğrultucu sürücüler vb. olup genellikle çok büyük, güvenilir, kısmen efektif, verimsiz veya çok pahalı olabilmektedirler.

Evrensel Harmonik Filtre olan LINEATOR pasif harmonik düzeltimi alanında devrimci bir gelişmedir. LINEATOR harmonik konusunda zor mühendislik problemlerine standart çözümler üretmek için geliştirilmiştir.

Bu gün pazardaki hiçbir filtre IEE-519 standardının sınırları dahilinde Lineatörle eşdeğer verim, boyut ve maliyete ulaşamamıştır. IEEE 519 da hem akım hem de gerilim bozulması için belirlenen standartlara uygunluk sağlanmaktadır. Uygulamada gerçekten düşük maliyetli harmonik çözüm isteniyorsa, LINEATOR en mantıklı seçimlerden biri olacaktır.

LINEATOR, 3 faz diyod veya trisör köprü doğrultucusu tarafından üretilen tüm harmoniklerin bastırılması için "geniş spektrumlu harmonik filtre" olarak da adlandırılabilir.

Diğer taraftan LINEATOR frekans konvertörleri için en çok enerji verimliliği sağlayan çözümdür. Düşük kapasitif reaktans sayesinde



Şekil 2. LINEATOR Örnek uygulama şekilleri

de jeneratör beslemelerine de uygunluk sağlar.

Ayrıca kara ve denizde frekans konvertörü uygulamalarında belirlenen limitlere de uyumluluğa sahiptir. Denizcilik ile ilgili uygulamalar için ABS (American Bureau Shipping) tip onayına sahiptir.

Teknolojinin ulaştığı son noktadaki çözümlerden biri olan LINEATOR Harmonikleri azaltma kapasitesine ek olarak, kondansatör anahtarlama ve yükteki hızlı değişimlerin neden olduğu aşırı gerilim geçişlerinden frekans

konvertörlerini korumaya yardımcı eder. Frekans konvertörlerinin veya 3 fazlı 6 puls yüklerdeki köprü diyod doğrultucu kullanılan hemen hemen tüm uygulamalarda kullanılabilir. Geniş spektrumlu harmonik filtre frekans konvertörleri veya diğer 3 fazlı doğrultucu yükler tarafından üretilen tüm ana harmonikleri bastırarak sistem güç faktörünü iyileştirir. Frekans konvertörü tarafından çekilen harmonik akımları azaltır.

Standart 6 puls (darbeli) frekans konvertörlerinden 18 puls (darbeli) performansı elde edilebilir. Bununla birlikte, 18 puls çözümlerine göre %3'e kadar daha fazla enerji verimliliğine de sahiptir.

Lineator'un Yapısal Özellikleri:

- Lineator şebeke tarafında hem akım, hem de gerilim harmonik oranları için IEEE 519 da belirtilen standartların sınırlarına uymayı garanti eder.
- Akım harmonikleri nedeniyle oluşan gerilim bozulmasını/distorsiyonunu azaltır.
- 4-2800 kW güç aralığında standart üretim.
- 1 faz veya 3 faz, 690 V'a kadar gerilim seviyesi, 50 Hz/ 60 Hz

	Giriş Akımı			Güç Faktörü
	Dalga Şekli	Spektrum	THID	
6-Puls Doğrultucu, Frekans Konv.			72.9%	.79 end.
3% AC hat reaktörü ile			35.6%	.90 end.
12-Puls Frekans Konvertör			9.3%	.98 end.
MIRUS Lineator			5.8%	.99 end.

Şekil 3. Lineator ve Diğer uygulamalar arasında karşılaştırma tablosu

- Her 10 dakikada 60 sn. %150 aşırı yüklenebilme olanağı sağlar.
- Çalışma verimi %99dan büyüktür, besleme tarafındaki harmonik kayıpları düşürerek enerji tasarrufu sağlar.
- Güç faktörünü iyileştirir. Güç faktörünü %40-%100 yük aralığında 0,95-0,98 endüktif aralığında tutar.
- Frekans konvertöründen RFI yayılımını azaltmaya yardımcı eder.
- Boşta dahi kapasitif reaktansı çok düşük olduğu için jeneratörlerle problemsiz çalışır.
- Kondansatör anahtarlamalarından ve hızlı değişen yükler nedeniyle oluşan aşırı gerilim geçişlerini bastırır.
- Frekans konvertörlerine doğrudan bağlanabilir veya paralel beslenen frekans konvertörlerine ortak uygulama yapılabilir.
- Gerçek yük altında Fabrika Testi yapılarak sevk edilirler.



Şekil 4. MIRUS'daki VFD ile Test Alanından Bir Bölüm

LINEATOR 3 faz, 6 puls doğrultucu diyod köprüsünün girişine seri bağlanan tamamen pasif bir cihazdır. Son derece güçlü bir şekilde konvertörün giriş harmonik akımlarını azaltır. Lineator devrimci dizaynı doğrultucu tarafından üretilen bütün ana harmonik akımlarının yok edilmesini sağlar ki, THID nin %8 altına düşmesi-

ne ve genelde %5 e kadar azalmasıyla sonuçlanır. LINEATOR u tek yapan özelliği, bir ortak magnetik çekirdek üzerine çoklu sargılar içeren 3 fazlı reaktör dizaynıdır. Bu reaktör beklenmeyen gerilim düşüşleri veya filtre performansından bağımsız olarak çok daha düşük kondansatör blokları kullanımına olanak sağlar. Kapasitif reaktif güç, tipik olarak odaklı filtrelerden 3-4 kat daha düşüktür.

Dünyada 5000'in üzerinde referansıyla LINEATOR'ü AC ve DC sürücülerin ve doğrultucu devrelerin olduğu her yere uygulayabilirsiniz.

Uygulama alanlarından bazıları:

- Petrol ve Gaz Endüstrisi,
- Su ve Atık Su uygulamaları
- Sulama sistemleri
- HVAC sistemleri
- Maden uygulamaları
- Denizcilikte, gemilerde
- Matbaalarda
- Asansör ve yürüyen merdivenlerde
- Kağıt işleme tesislerinde
- Endüksiyon fırınları
- Endüstriyel doğrultucular
- Kaynak işleri

Büyük değerli kondansatör bankaları hem odaklanmış hem de düşük geçişli filtrelerde, özellikle



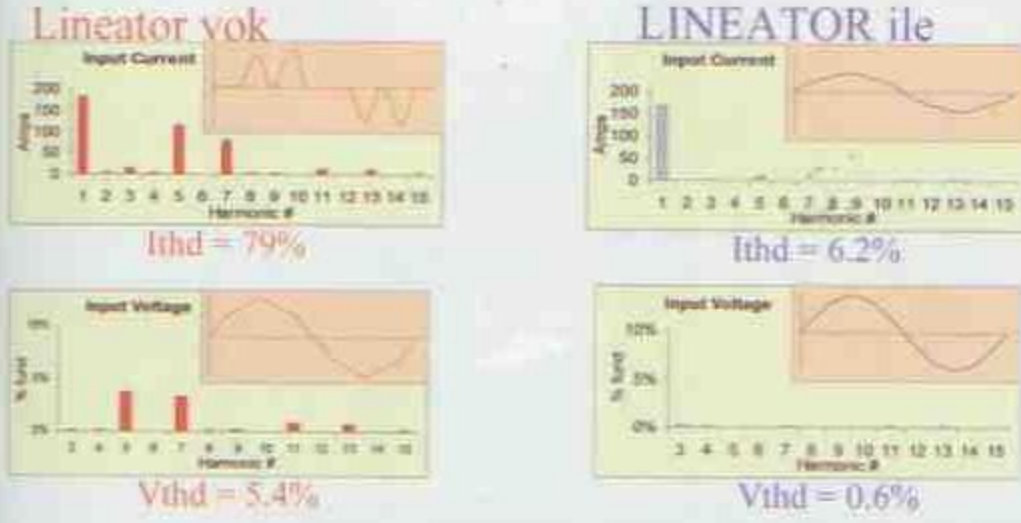
Şekil 5. Ian C. Evans ve Ayhan Bulut Bursa Bölgede bir fabrikada lineatörle birlikte uygulama yaparken.



Şekil 6. Ian C. Evans ve Ayhan Bulut Trakya Bölgesinde bir fabrikada ölçüm yaparken.

düşük yükler altında sisteme kapasitif reaktans olarak girerler. Bu, düşük kaymış güç faktörünü düzeltmek için kompanzasyon reaktansı gerektiren endüktif yüklerin olduğu yerlerde faydalı bir özelliktir. Fakat çoğu frekans konvertörü uygulamalarında, kaymış güç faktörü 1'e yakın olup hatta genel güç faktörü akımdaki harmonik bileşenlerden dolayı düşük olabilir. Bu yükler için kompanzasyon genellikle gerekli olmayıp ve gerçekte özellikle yedek acil jeneratör tarafından beslendiği zaman problemlere neden olabilir. Bu konuya yönelik, bazı filtre üreticileri düşük yük altında kondansatör anahtarlama için özel bir devre teklif ederler fakat bu hem maliyeti artırır hem de sistemi karmaşıklarlaştırır. Buna karşın yük altında olmayan şartlarda bile LINEATOR kapasitif reaktansı son derece düşük olup kondansatörlerin anahtarlama gerektirmez.

Odaklanmış filtrelerle ilgili bir diğer konu da besleme kaynağı ile seri, odaklanmamış reaktörü kapsamaksızın, kaynaktan akan aşırı harmoniklerin etkileşimiyle (rezonans) kolaylıkla aşırı yüklenebilir. Odaklanmamış reaktör, frekans konvertörüne yük uyguladığı zaman DC barada gerilim çökmeleriyle karşılaşacaktır. LINEATOR çoklu sargı konfigüras-



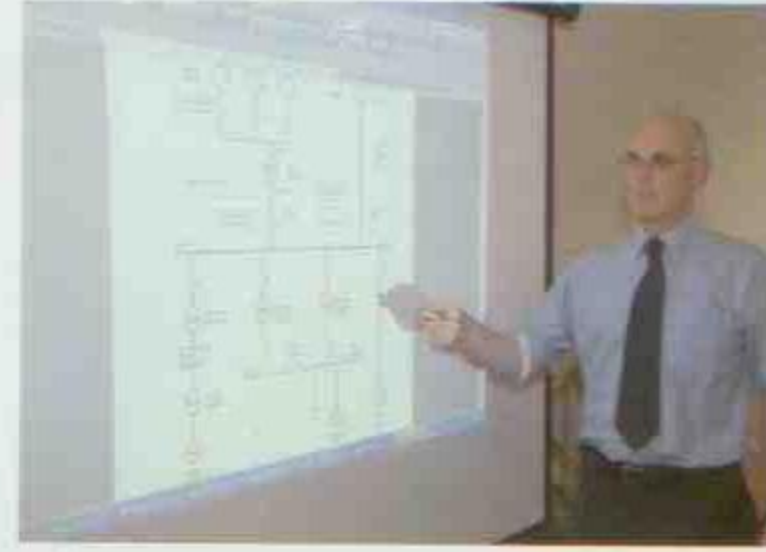
		Akım Harmonikleri (Amper)																	
		RMS		5th		7th		11th		13th		Ithd		Itd		K-factor		PF	
Load	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	w/o	With	
Full	233	166	118	9.0	80	0.6	12	2.2	12	1.5	79%	6.2%	79%	6.2%	15	1.5	-75	1.00	
75%	187	130	95	7.7	70	0.6	15	1.5	7	1.4	86%	7.0%	65%	5.3%	17	1.6	-73	+99	
50%	134	89	65	6.9	54	0.3	17	1.2	5	1.0	94%	9.0%	48%	4.5%	20	2.0	-69	+95	
25%	67	46	33	4.2	29	0.2	14	0.8	9	1.0	120%	11%	30%	2.8%	29	2.5	-68	+83	

Şekil 7. 110 kW Frekans Konvertörü ile Lineator™ ün Performansı

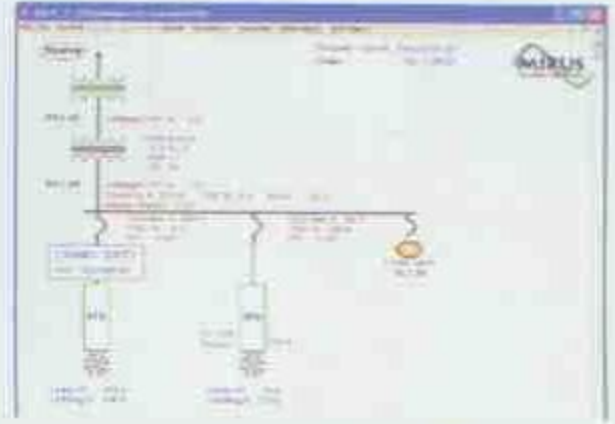
yonu, frekans konvertörlerinde yük artışıyla oluşan aşırı gerilim çökmeleriyle karşılaşmaksızın akan aşırı harmoniklerin kaynaklardan çekimini önler.

Odaklı filtrelerin filtreleme verimliliği ayarlanan frekanslarda artıklar olduğu gibi ayarlanmayan frekanslarda o andaki harmoniklerin miktarına bağlıdır.

%15 THID'den daha iyi performans elde etmek için genelde çoklu odaklanan devreler gerekir. Düşük geçişli filtreler < %12 THID'ye ulaşabilirler fakat nisbeten daha büyük kondansatör bankları gerekir. Eğer THID'de daha fazla azaltma istenirse o zaman daha da büyük kondansatör bankları gerekecektir.



Şekil 8. Mirus International, Avrupa ve Ortadoğu sorumlusu Ian C. Evans ESD İstanbul Otisi'nde eğitim verirken. Ian C. Evans'ın uzmanı olduğu harmonik konusunda dünyanın birçok yerinde yayınlanmış kitap ve makaleleri bulunmaktadır.



Şekil 9. Mirus 'SOLV' Bilgisayar Simülasyonu'

	Reaktör	Odaklı Filtre	Düşük Geçişli Filtre	Çok palslı	Faz Kaydırma	Aktif Filtre	LINEATOR UHF
Akım Bozulumu	< 35%	< 15%	< 12%	< 12%	< 15%	< 5%	< 8%
Çoklu yükler olmaksızın verimlilik	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet
IEEE 519 uygunluk	Nadiren	Belki	Belki	Belki	Belki	Evet	Evet
Aşırı Harmoniklere yakalanma	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Generatörle Çalışabilme	Kısmen	Hayır	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Kısa Süreli Darbelerin Bastırılması	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
Verimlilik	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Orta-Yüksek	Düşük	Yüksek
TIF Faktöründe azalma	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
Fiziksel Boyutlar	Küçük	Geniş	Geniş	Çok Geniş	Orta-Geniş	Çok geniş	Orta
Bağlantı Şekli	Seri	Paralel	Seri	Seri	Seri	Paralel	Seri
Fiyat Seviyesi	Düşük	Orta-Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük-Orta	Çok yüksek	Orta

Şekil 10. Diğer Harmonik Çözümlerine karşı Lineator™