

# Frekans Konvertör Uygulamalarında Harmonik Filtreleme Problemlerine Yeni Çözümler

Ayhan BULUT, Enerji Kalitesi Bölümü  
ESD Elektrik Sistemleri Dizayn Ltd. Şti.

*Frekans konvertörlerinin endüstriyel ve ticari alanlarda kullanımındaki bızlı artışı, harmonik problemlerin çoğalmasına neden olmakta bu da harmonikleri azaltma ve iyileştirmede kullanılan cihazlara olan ihtiyacı fazlalaştırmaktadır.*

*Lineator, harmonik konusunda zor mübendislik problemlerine standart çözümler üretmek için geliştirilmiştir. IEEE 519'da hem akım, hem de gerilim bozulması için belirlenen standartlara uygunluk sağlanmaktadır.*

## 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 karşılaşır. Bu problemlerin 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 yük-

**Lineator, 3 faz diyod veya tristör köprü doğrultucusu tarafından üretilen tüm harmoniklerin bastırılması için "geniş spektrumlu harmonik filtre" olarak da adlandırabilir.**

**Diğer taraftan Lineator, frekans konvertörleri için en çok enerji verimliliği sağlayan çözümdür**

sek bozulum (tipik düzleşmiş tepe noktası).

- Şalterlerin yanlış açması.
- Motorlar, jeneratörler gibi dönen ekipmanlarda arızalar, hatalar.
- PLCler, bilgisayarlar ve diğer hassas yüklerde hatalı çalışma, kart arızaları vb.

## Lineator Evrensel Harmonik Filtre

Harmonikleri bastırmanın mevcut metodları;

AC/DC reaktörler, çok pulsli(darbeleri) sistemler, odaklı veya

geniş bantlı pasif filtreler, aktif filtreler ve en gelişmiş IGBT doğrultuculu sürücüler vb. olup uygulamaya bağlı olarak çok büyük, riskli, 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.

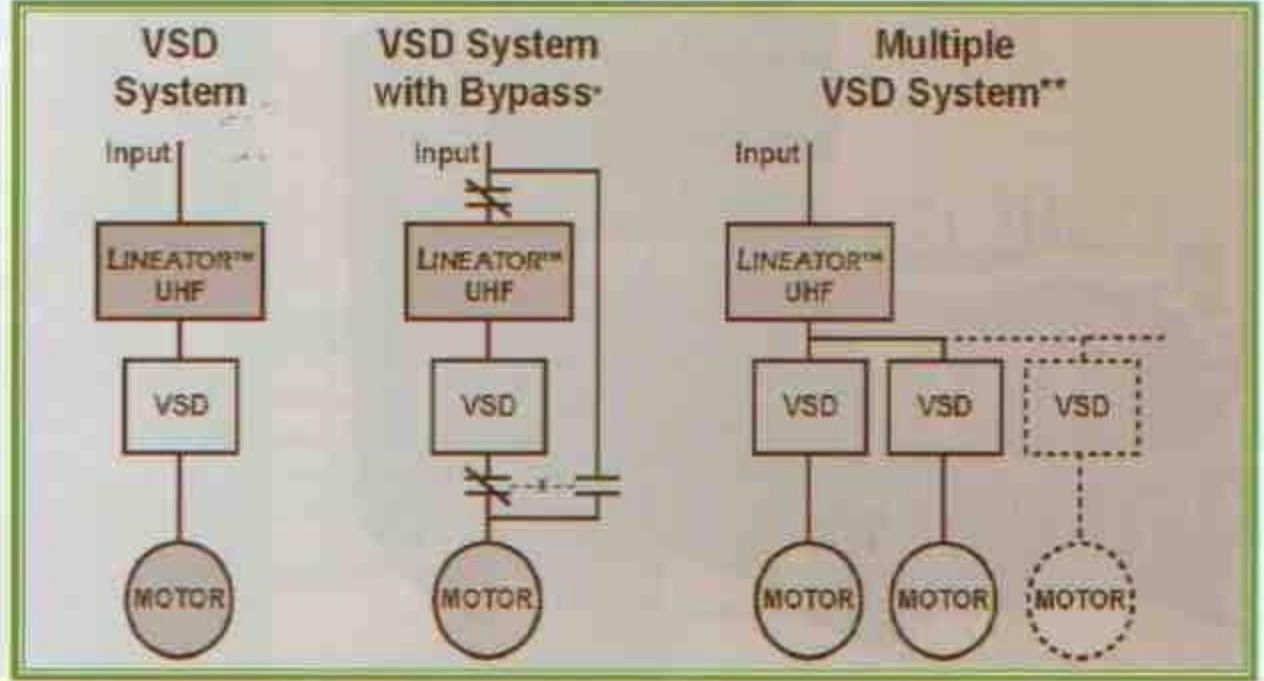
IEEE 519'da hem akım, hem de gerilim bozulması için belirlenen standartlara uygunluk sağlanmaktadır. Uygulamada gerçekten düşük maliyetli harmonik çözüm isteniyorsa, Lineator en mantıklı seçimlerden biri olacaktır.

Lineator, 3 faz diyod veya tristör 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 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 Li-



Şekil 1 - Lineator örnek uygulama şekilleri

neator, harmonikleri azaltma kapasitesine ek olarak, kondansatör anahtarlama ve yükteki hızlı değişimlerin neden olduğu aşırı gerilim geçişlerinden frekans konvertörlerini korumaya yardım eder. Frekans konvertörlerinin veya 3 fazlı 6 pals 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 pals (darbeli) frekans konvertörlerinden 18 pals (darbeli) performansı elde edilebilir. Bununla birlikte, 18 pals çözümlerine göre %3'e kadar daha fazla enerji verimliliğine de sahiptir.

### Lineator'un Yapısal Özellikleri

- > 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.

- > 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 üretime sahiptir.
- > 1 faz veya 3 faz, 690 V'a kadar gerilim seviyesi, 50 Hz/ 60 Hz'de üretilmektedir.
- > Her 10 dakikada 60 sn. %150 aşırı yüklenebilme olanağı sağlar.
- > Çalışma verimi %99'dan 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 yardım eder.



Şekil 2 Lineator IP00 ve IP23 Görünüşü



Şekil 3 : Ian C. Evans ve Ayhan Bulut Akmaya'da ölçüm yaparken

➤ Boşta dahi kapasitif reaktansı çok düşük olduğu için jeneratörlerle problemsiz çalışır.

➤ Kondansatör anahtarlamaından ve hızlı değişen yükler nedeni ile 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.

Lineator 3 faz, 6 pals doğrultucu diyod köprüsünün girişine seri bağlanan tamamen pasif bir cihazdır. Son derece güçlü bir şekilde konvertörün giriş harmo-

**Lineator, harmonikleri azaltma kapasitesine ek olarak, kondansatör anahtarlamaının ve yükteki hızlı değişimlerin neden olduğu aşırı gerilim geçişlerinden frekans konvertörlerini korumaya yardım eder**

nik akımlarını azaltır. Lineatorün devrimci dizaynı, doğrultucu tarafından üretilen bütün ana harmonik akımlarının yok edilmesini sağlar ki, THID'nin % 8 altına düşmesiyle ve genelde %5'e kadar azalmasıyla sonuçla-

nır. Lineator'un bir özelliği de, 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. Lineator'un kullanıldığı uygulama ve sektörlerden başlıcaları:

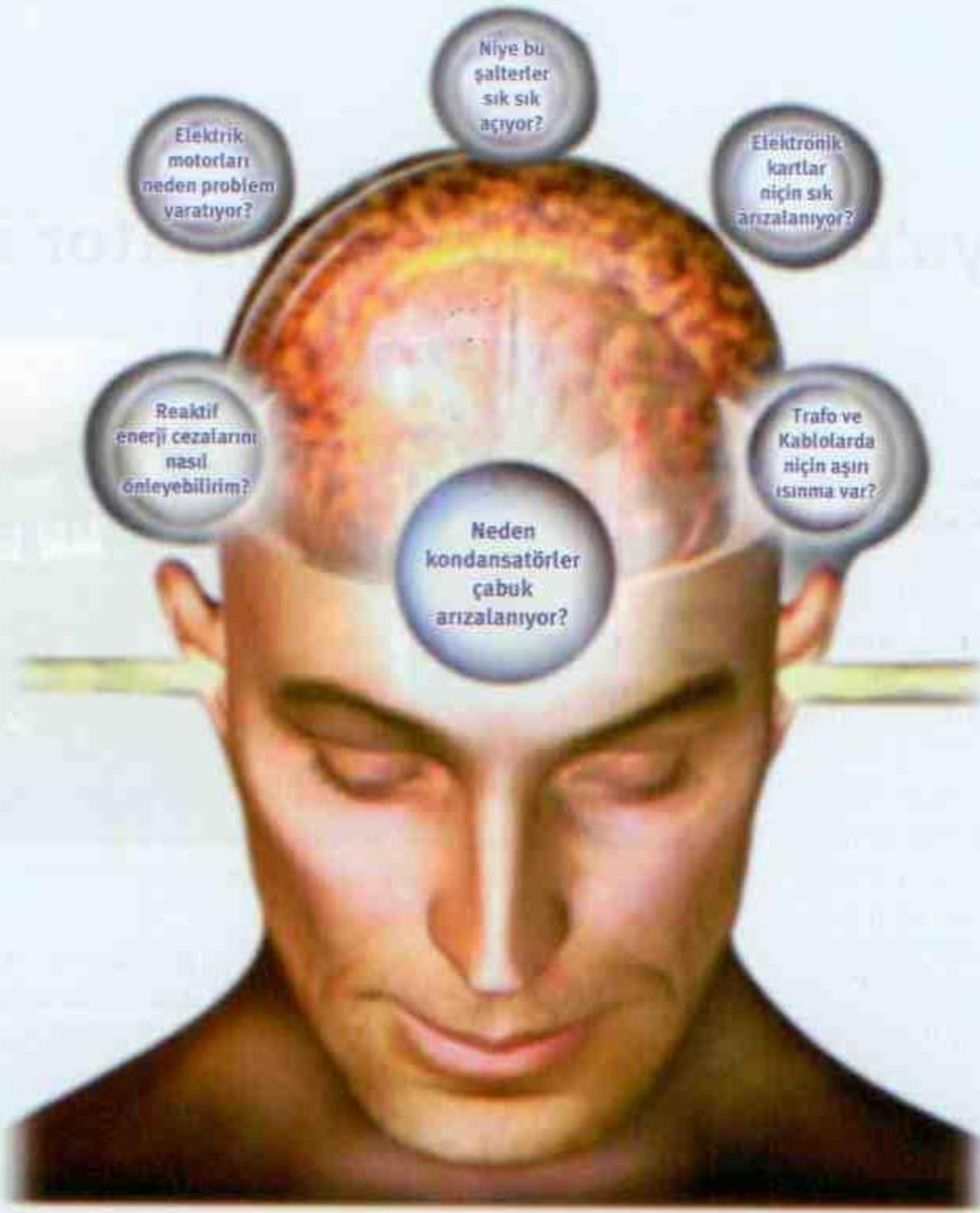
- Kağıt sektörü, gıda sektörü, çimento sektörü
- Petrol ve gaz endüstrisi
- Su ve atık su uygulamaları, endüksiyon fırınları, endüstriyel doğrultucular
- HVAC sistemleri, maden uygulamaları, kaynak makineler
- Denizcilikte, gemilerde, matbaalarda, asansör ve yürüyen merdivenlerde, vb...

**Çeşitli ülkelerdeki Lineator'un referansı olan firmalardan bazıları**

Siemens, Moeller, Toshiba, ABB, Vacon, BP Pump, Control Techniques, ASI Robicon, Rockwell, Cutler Hammer, MTE\_AHU, Tesco Controls, British Petroleum, Bank of Canada, Imperial Oil, United Electric, IIT Gould Pumps, Teco Westinghouse, Mc Donald, Farm City Pump House, Metro, Hampton Power, Pioneer Motor, Springdale Water Treatment Plant, National Oilwell Varco, Statoil, Nortumbrian Water, Bakker-Sliedrecht, Alstom, Control Systems, Hitachi, Schneider, ABS Pumps, KVA Dynamo, KBS Pumps, VFD Solutions, Industrial Motors, Memorial Hospital, Bank of America vb...

*Dip Not: Dünya'da 5000'in üzerinde referansıyla Lineator'u süzücülerin ve doğrultucu devrelerin olduğu her yere uygulayabilirsiniz. Eğitim ve seminer taleplerinizde veya uygulama ve referanslar için ESD Elektrik'le her zaman irtibata geçebilirsiniz.*

# Başınızı ağrıtan problemlerinizi mi var?



## Teknolojinin ulaştığı son noktadan mükemmel çözümler...

### Hizmetlerimiz:

- Enerji Kalitesi Ölçüm ve Raporlanması
- A.G. & O.G. Kompanzasyon ve Harmonik Filtre Sistemleri
- Projelendirilmesi, Uygulaması, Sistem ve Ürün Satışı

Harmonik problemlerinizi, THID'nin % 8 altına düşmesi ve uygulamaya göre %5'e kadar azalmasıyla sonuçlanan yüksek filtreleme performansı, düşük maliyeti, basit devreye alma özelliği ve 5000'in üzerinde uygulama referansı ile Mirus International tarafından üretilen, LINEATOR'u dünyada tercih eden firmalardan bazılarını aşağıda bulabilirsiniz.

- Siemens, Moeller, Toshiba, ABB, Vacon, Control Techniques, Schneider, ASI Robicon, Rockwell Automation, ABS Pumps, Cutler Hammer, Tesco Controls, British Petroleum, BP Pump, Bank of Canada, United Electric, Teco Westinghouse, Hampton Power, Alstom, Control Systems, Hitachi, KVA Dynamo, Industrial Motors, Memorial Hospital, Bank of America, KBS Pumps vb....

Tesisinizdeki Harmonikler ve Enerji Kalitesi ile ilgili problemlerinizi, eğitim ve seminer taleplerinizi Mirus International, Türkiye Genel Distribütörü ESD Elektrik ile her zaman iletişime geçebilirsiniz.



# ESD

ESD Elektrik Sistemleri Dizayn Ltd. Şti.  
Tel: 0216 317 09 70-71 • Fax : 0216 317 09 39  
www.esdelektrik.com • esd@esdelektrik.com

MIRUS  
International Inc.

Türkiye Genel Distribütörü

BELLUK

Türkiye Distribütörü

SIEMENS

Çözüm Ortağı

# Akmaya'daki problemleri Lineator çözdü

Akmaya fabrikası yetkilileri, kompanzasyon ve aktif filtre problemlerini Lineator ile çözdü. **Garipoğlu Grubu, Burgaz Enerji Müdürü Kadir Yıldırım**, Lineator ile yaptıkları uygulamaya nasıl karar verdiklerini anlatarak dergimize şu açıklamalarda bulundu: "Akmaya fabrikası soğutma ünitesini besleyen 6 adet 132 kW, 5 adet 75 kW'dan oluşan pompa ve fanları besleyen drive panelimiz bulunuyor. Bu sistem ana panodan yaklaşık 100 m mesafede kablo hattı üzerinden beslenmektedir. Kurulduğundan beri drive'ların giriş diyot köprüleri ve çıkış IGBT devrelerinde oldukça sık patlama problemleri yaşanmaktaydı.

Aynı zamanda bu ünitenin beslediği trafoya bağlı kompanzasyon panolarında da çok sık kondansatör arızası yaşamaktaydık. Arızaları sürekli olarak servis hizmetiyle gidermeye çalışıyorduk. Bu ise hem yüksek servis maliyetine, hem de üretim kayıplarından dolayı büyük işletme maliyetine neden olmaktaydı".

Yıldırım, karşılaştıkları problemin çözümünde izledikleri yolu da şöyle belirtiyor: "Problemin saptanabilmesi için sektörde bu işle uğraşan birçok firmayla görüştük. Yapılan ölçümler ve incelemeler sonucu fazlaca öneri ve teklif geldi. Tabii bu da bizim kafamızı karıştırdı. Bu nedenle yaklaşık 6 ay süreyle konu üzerinde inceleme ve araştırmaya yaptık. Mirus International'dan Ortadoğu ve Avrupa Sorumlusu



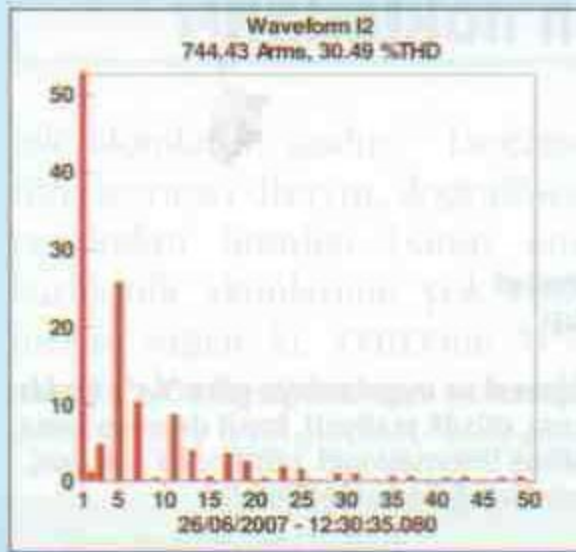
Akmaya Drive Panoları



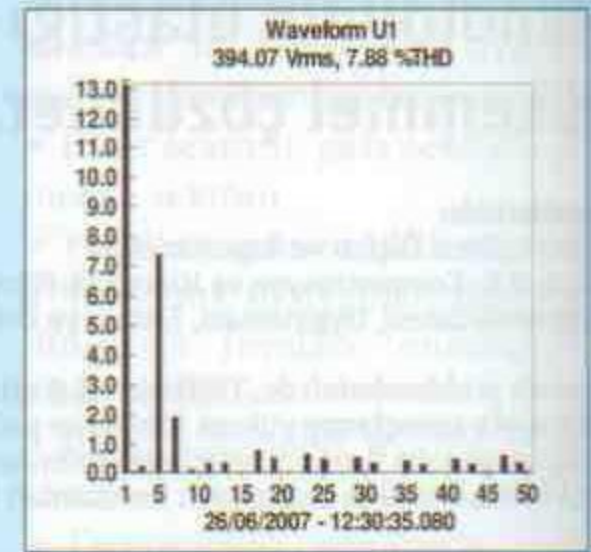
Patlamış Diyot ve IGBT Üniteleri

Ian C. Evans ve ESD Elektrik'ten Ayhan Bulut, sistemimizde inceleme ve ölçümler yaptılar ve çok detaylı bir rapor hazırladılar. Sistemimizde yaşadığımız sorunların çözümü için bize Lineator'ü önerdiler. Genel olarak diğer firmaların önerileri, reaktörlü kom-

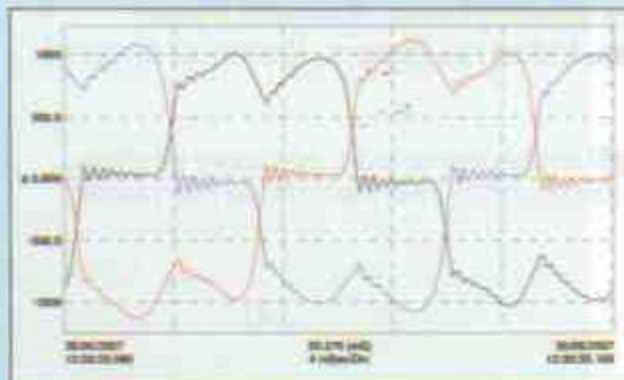
panzasyon veya aktif filtre olarak özetlenebilir. Fakat özellikle aktif filtrelerin fabrikamızdaki fiziksel yerleşim şartlarına uyumunda problem vardı ve işletmede de istenen hassas kullanım şartları sağlanmadığı zaman bazı sıkıntılarla karşılaşabiliydik."



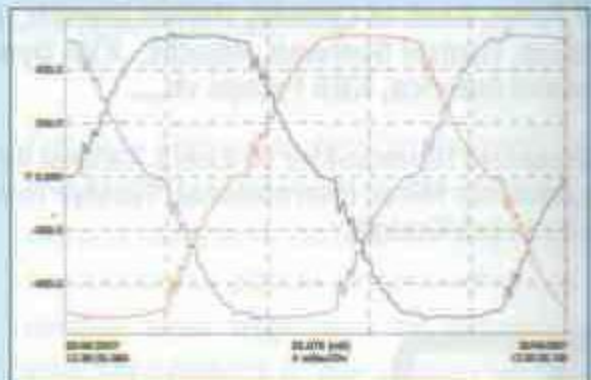
Filtre Öncesi Akım Harmonikleri



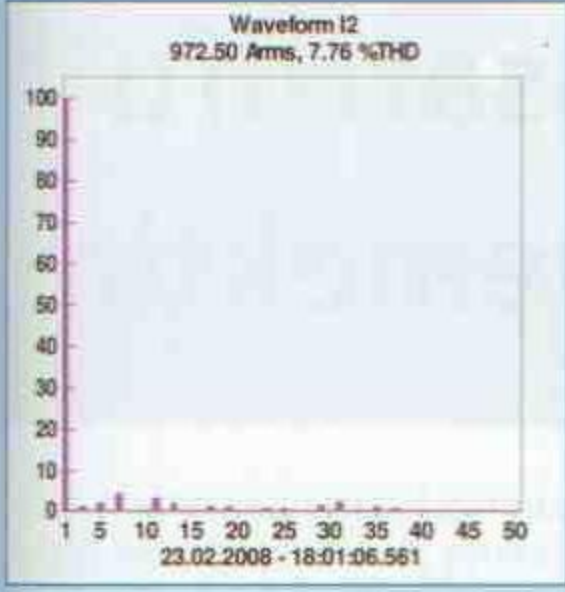
Filtre Öncesi Gerilim Harmonikleri



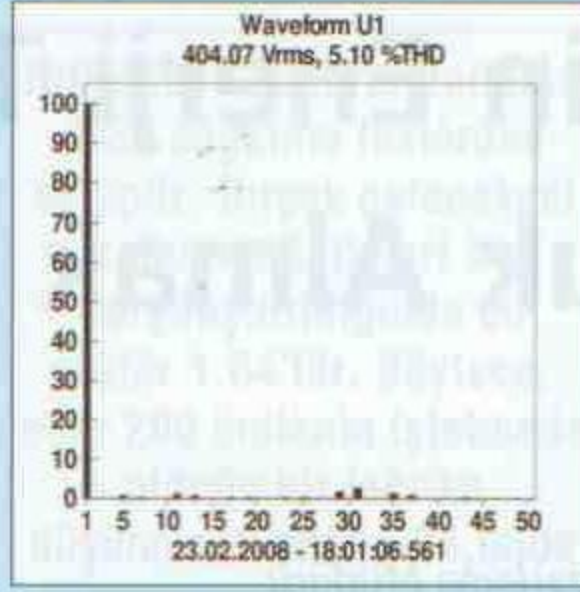
Filtre Öncesi Akım Dalga Formu



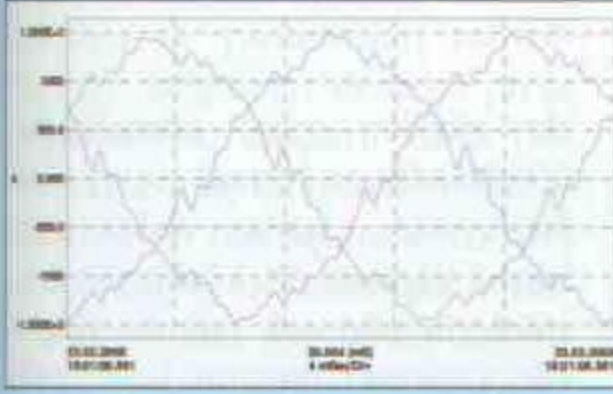
Filtre Öncesi Gerilim Dalga Formu



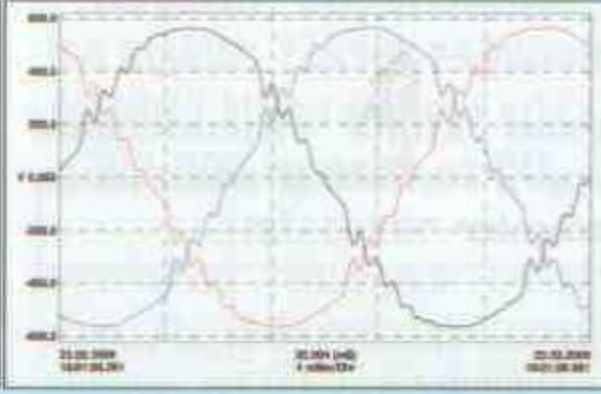
Lineator Filtre Sonrası Akım Harmonikleri



Lineator Filtre Sonrası Gerilim Harmonikleri



Lineator Filtre Sonrası Akım Dalga Formu



Lineator Filtre Sonrası Gerilim Dalga Formu

Kadir Yıldırım, saptanan problemler hakkında ise şunları söylüyor "Ölçümlerde gördük ki bizim esas olarak iki ana problemimiz vardı. Bunlar;

- Yüksek harmonik seviyesi
- Şebekeden gelen sparklar (gerilim darbeleri) idi.

Dolayısıyla, bizim bu iki problemi birlikte çözmemiz gerekiyordu.

Aktif filtre sadece harmonik problemini çözebilmekteydi. Gerilim darbeleri halinde ise kendisinde de problem oluşma ihtimali vardı. Bu nedenle tercihimizi Lineator olarak verdik. Ayrıca Lineator,

- Harmonik seviyelerini IEEE 519 standartlarına getiriyor.
- 45°C olan ortam sıcaklığında hiçbir ilave soğutma olmaksızın rahatlıkla çalışabiliyor.
- %99 verimliliğiyle, aktif filtreye oranla %3-4 daha tasarruflu.

- Şu an bulunduğu sundurma bölümünde ilave soğutmaya gerek kalmadan rahatlıkla çalışabiliyor.

- 11 adet sürücü için 1600 HP gücünde tek bir Lineator kullanarak filtreleme imkanı ile yer-

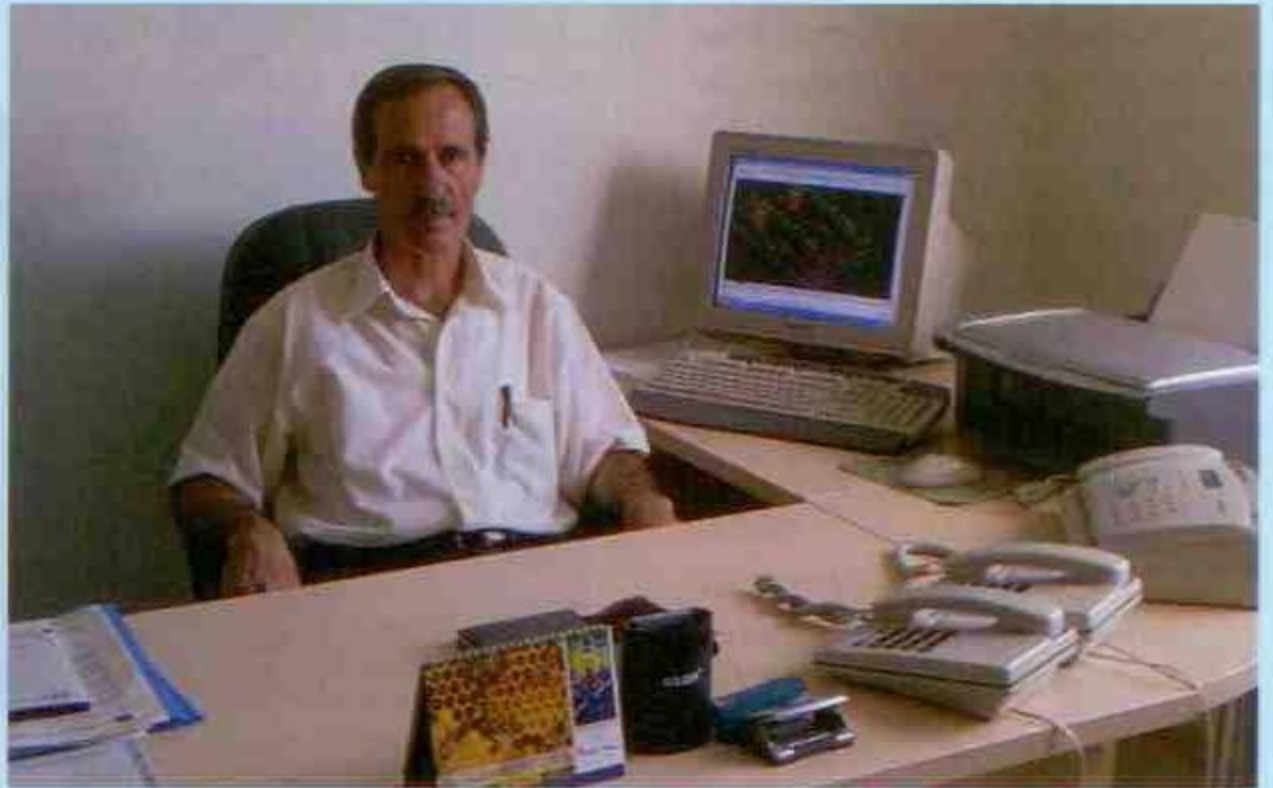
den ve kablolamadan tasarruf sağladık.

- Seri bağlı olduğu için, Lineator sürekli olarak, her zaman devrede. Ayrıca, düşük reaktif kapasitesi dolayısıyla jeneratörle sorunsuz çalıştırılabilir.

- Ayrıca, şebekeden gelen gerilim sparkları (gerilim darbelerini) de söndürdüğü için bu konuda oluşan problemlerimiz de ortadan kalktı.

Lineator'ü ne zaman devreye aldıklarını ve verimliliği ile ilgili düşüncelerini belirtmelerini istediğimizde Yıldırım şu değerlendirmeleri yaptı: "Biz Lineator'ü 23 Şubat 2008'de devreye aldık ve %40 yüklenme halinde %8'in altında akım harmonik oranını yakaladık. Sistemin tam yüklenme durumunda ise, akım harmoniklerinin %5 seviyelerine düştüğünü gördük."

Sonuç olarak, Lineator devreye alındığından itibaren drive sistemimizde ve trafomuzda herhangi bir problem yaşamadık."



Kadir Yıldırım