

Harmonik Problemlerine Farklı Çözümler ve Bir Uygulama

Ayhan Bulut

Enerji Kalitesi Bölümü
ESD Elektrik Sistemleri

Frekans konvertörlerinin endüstriyel ve ticari alanlardaki kullanımında görülen hızlı artış, harmonik problemlerin çoğalmasına neden olmakta, bu da harmonikleri azaltma ve iyileştirmede kullanılan cihazlara olan ihtiyacı artırmaktadır

Harmonik Problemler

Mikro işlemci kontrollü, güç elektroniği esaslı değişken hız sürücülerinin son 20 yıl içinde çok gelişmiştir. Bu hızlı gelişim ile lineer olmayan yüklerin ürettiği akım harmoniklerinin seviyesi kaygı duyulan bir konu haline gelmiştir. Harmonik akımlar kayıpları artırarak elektrikli ekipmanları aşırı ısıtır. Harmonik akımların dağıtım sistemi empedansı ile etkileşime (rezonansa) girmesi ise sisteme bağlı tüm ekipmanlarda gerilim bozulmalarına sebep olur.

Yüksek miktarda lineer olmayan yük bileşenlerini taşıyan güç dağıtım sistemleri, sık sık harmonik akımlardan kaynaklanan problemlerle karşılaşır. Bu problemlerden bazıları şu şekilde sıralanabilir:

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

talı çalışma durumları ile kart arızaları.

Lineator Evrensel Harmonik Filtre

Harmonikleri Bastırmanın Mevcut Yolları

AC/DC reaktörler, çok palslı (darbeli) sistemler, odaklı veya geniş bantlı pasif filtreler, aktif filtreler ve gelişmiş IGBT doğrultucu sürücüler olup uygulamaya bağlı olarak çok büyük, riskli, kısmen efektif, verimsiz ya da çok pahalı olabilmektedir.

Evrensel harmonik filtre olan Lineator, pasif harmonik düzeltimi alanında gerçekleştirilmiş önemli bir gelişmedir. Lineator harmonik konusundaki mühendislik problemlerine standart çözümler üretmek için geliştirilmiştir.

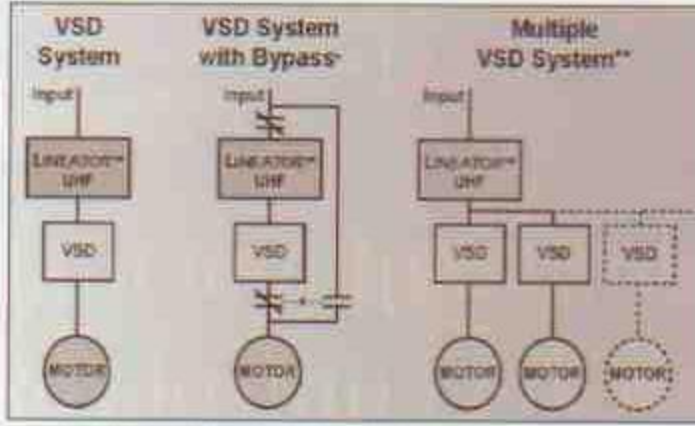
IEEE 519'da hem akım, hem de gerilim bozulması için belirlenen standartlara uygunluk sağlanmaktadır. Lineator uygulamada istenen düşük maliyetli harmonik çözümler yaratmaktadır. Lineator, 3 faz diyod veya tristör köprü doğrultucusu tarafından üretilen tüm harmoniklerin bastırılması için üretilmiş "geniş spektrumlu harmonik filtre" olarak da adlandırılabilir. Diğer taraftan Lineator frekans konvertörleri için en fazla enerji verimliliği sağlayan çözümdür. Düşük kapasitif reaktans sayesinde jeneratör beslemelerine de uygundur.

Ayrıca kara ve denizdeki frekans konvertörü uygulamalarında belirlenen limitlere de uyumluluk gösterir. Özellikle denizcilik ile ilgili uygulamalar için ABS (American Bureau Shipping) onayına sahiptir.

Lineator, harmonikleri azaltma kapasitesine ek olarak, kondansatör anahtarlama ve yükteki hızlı değişimlerin neden olduğu aşırı gerilim geçişlerinden frekans konvertörlerinin korunmasına yardım eder.

Frekans konvertörlerinin veya 3 fazlı 6 pals yüklerdeki köprü diyod doğrultucularının kullanıldığı tüm uygulamalarda Lineator'dan yararlanılabilmektedir. 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 frekans konvertörlerinden 18 pals performansı elde edilebilir. 18 pals çözümlerine göre % 3'e kadar daha fazla enerji verimliliğine de sahiptir.



Şekil 1: Lineator örnek uygulama şekilleri

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'ye 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 ve 0,95-0,98 endüktif aralığında tutar.
- Frekans konvertöründen RFI yayılımını azaltmaya yardım eder.

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

- Kondansatör anahtarlama ve hızlı değişen yükler nedeniyle oluşan aşırı gerilim geçişlerini bastırır.
- Frekans konvertörlerine doğrudan bağlanabilir. Paralel beslenen frekans konvertörlerine ortak uygulama yapılabilir.
- Gerçek yük altında fabrika testi yapılarak sevk edilir.

Lineator, 3 faz, 6 pals doğrultucu diyod köprüsünün girişine seri bağlanan tamamen pasif bir cihazdır. Son derece güçlü bir şekilde konvertörün giriş harmonik akımlarını azaltır. Lineator'un dizaynı doğrultucu tarafından üretilen



Şekil 2: Lineator IP00 ve IP23



Ian C. Evans ve Ayhan Bulut Akmaya'da ölçüm yapıyor.



Akmaya Drive Panoları



Patlamış Diyot ve IGBT Üniteleri

len bütün ana harmonik akımlarının yok edilmesini sağlar. Bu durum THID'nin % 5'e kadar azalmasıyla sonuçlanır. Lineator'u farklı kılan bir diğer özelliği, ortak magnetik çekirdek üzerine çoklu sargılar içeren 3 fazlı reaktör dizaynıdır. Beklenmeyen gerilim düşüşleri veya filtre performansından bağımsız olarak çok daha düşük kondansatör blokları kullanımına olanak sağlar. Kapasitif reaktif güç, odaklı filtrelerden 3-4 kat daha düşüktür.

Lineator'un kullanıldığı uygulama alanlarıyla sektörlerden bazıları:

- Kağıt, gıda, çimento sektörleri
- Petrol ve gaz endüstrisi
- Su ve atık su uygulamaları, endüstriyel fırınları, endüstriyel doğrultucular
- HVAC sistemleri, maden uygulamaları, kaynak makinaları
- Gemiler, matbaalar, asansörler ve yürüyen merdivenler

Lineator'un Dünyadaki 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, ITT 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, vb...

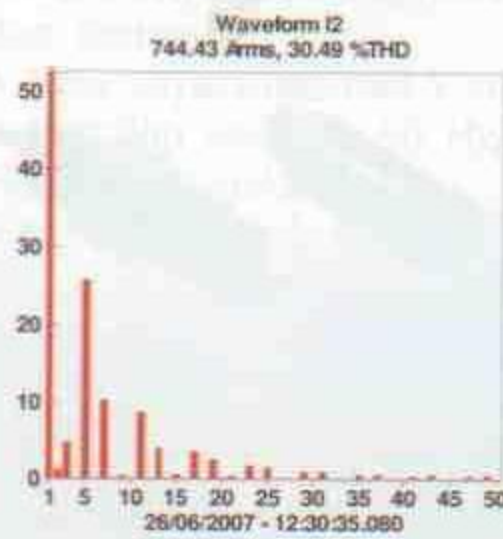
Akmaya Fabrikası'nda Lineator Uygulaması

Garipoglu Grubu, Burgaz Enerji Müdürü Kadir Yıldırım, Akmaya

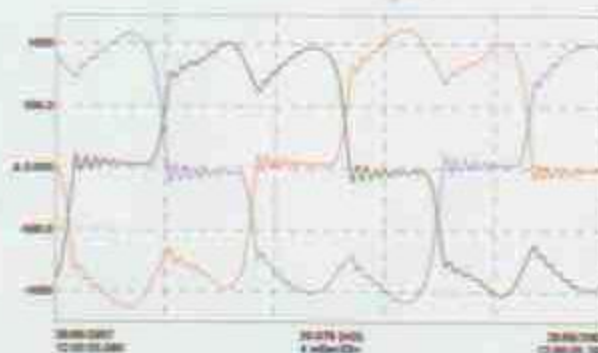
fabrikası'nda harmoniklerin bastırılması ve gerilim darbelerinden korunmak için neden Lineator'u seçtiklerini ve uygulama öncesi ile sonrasındaki aşamaları anlattı:

"Akmaya fabrikasında soğutma ünitesini besleyen 6 adet 132 kW, 5 adet 75 kW'den oluşan pompa ve fanları besleyen drive panelimiz bulunmaktadır. Bu sistem ana panodan yaklaşık 100 metre mesafede kablo hattı üzerinden beslenmektedir. Fabrika kurulduğundan beri Drive'lerin giriş diyot köprüleri ve çıkış IGBT devrelerinde oldukça sık patlama problemleri yaşanmaktaydı.

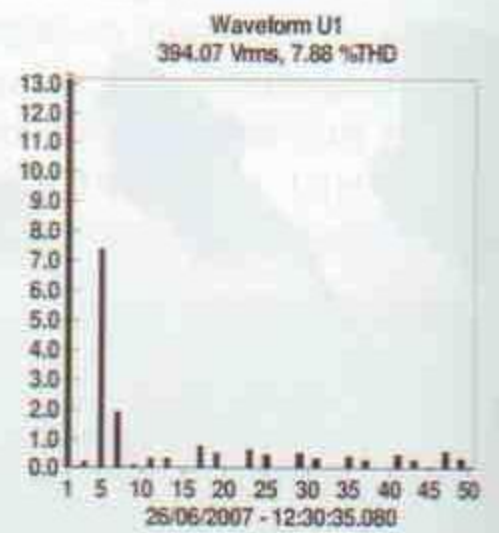
Aynı zamanda bu ünitenin beslendiği trafoya bağlı kompanzasyon panolarında da çok sık kondansatör arızası yaşamaktaydık. Arızaları sürekli olarak servis hizmetiyle gidermeye çalışıyorduk. Bu hem yüksek servis maliyetine, hem de üretim kayıplarından ortaya çıkan büyük işletme maliyetlerine neden olmaktadır.



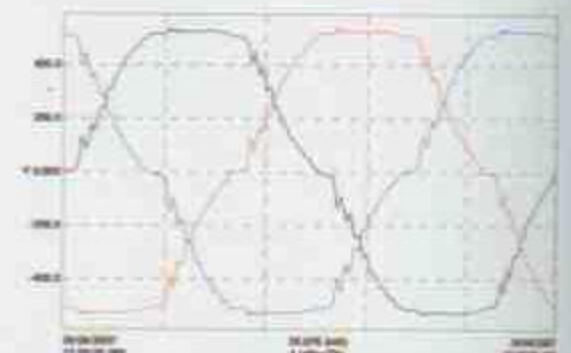
Filtre Öncesi Akım Harmonikleri



Filtre Öncesi Akım Dalga Formu



Filtre Öncesi Gerilim Harmonikleri



Filtre Öncesi Gerilim Dalga Formu

Problemin tespit edilebilmesi için sektörde bu işle ilgilenen birçok firmayla görüştük. Yapılan ölçümler ve incelemeler sonucu çok sayıda öneri ve teklif geldi. Bu nedenle yaklaşık 6 ay kadar konu üzerinde inceleme ve araştırma yaptık.

Mirus International'dan Orta Doğu ve Avrupa Sorumlusu Ian C. Evans ve ESD Elektrik'ten Ayhan Bulut'un tesislerimizde yaptıkları detaylı incelemeler sonucunda sistemde yaşanan sorunların çözümü için Lineator'u önerdiler.

Genel olarak diğer firmaların önerileri, reaktörlü kompanzasyon veya aktif filtre olarak özetlenebilir. Fakat özellikle aktif filtrelerin tesislerdeki fiziksel yerleşim şartlarına uyumunda problem yaşanmaktadır. Biz de aktif filtrelerin işletmede istediği hassas kullanım şartlarını sağlamadığımız zaman önemli sıkıntılarla karşılaşabilirdik.

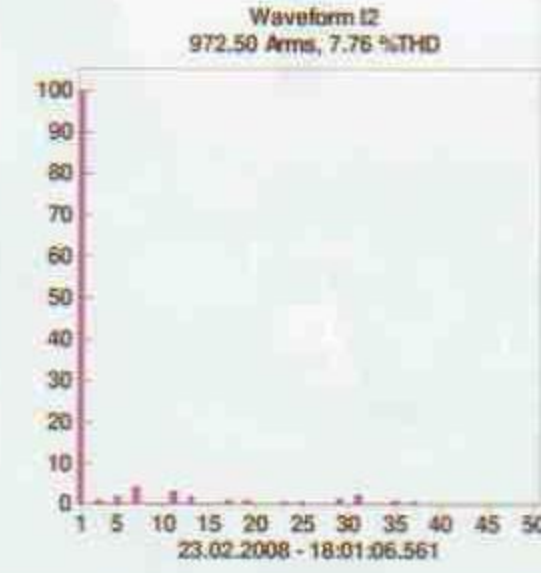
Tesisin ölçümlerde iki ana problemimiz tespit edildi:

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

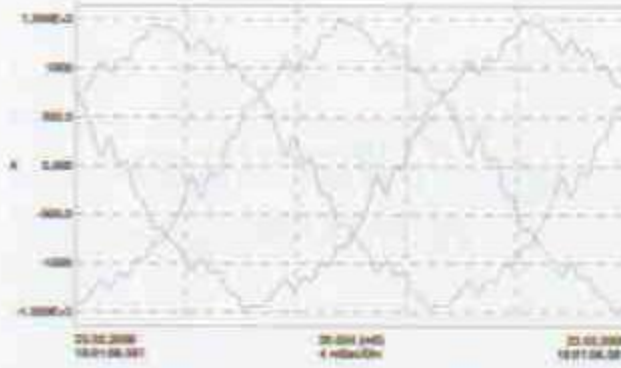
Dolayısıyla, bu iki problemin birlikte çözülmesi gerekiyordu. Bu nedenle de tesisin sorunlarının çözümünde Lineator tercih ettik. Çünkü aktif filtre sadece harmonik problemini çözebilmekteydi. Gerilim darbeleri oluşması halinde ise kendisinde problem yaşayabilirdi.

Lineator'un Sağladığı Avantajlar:

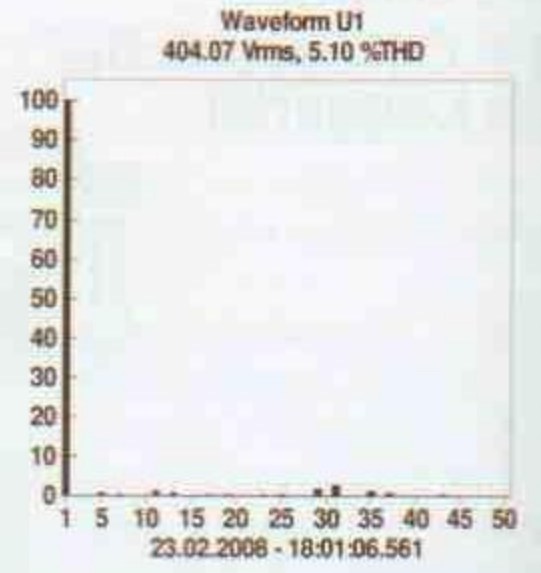
- Harmonik seviyelerini IEEE 519 standartlarına getirmekte.
- 45 C olan ortam sıcaklığında hiçbir ilave soğutma olmaksızın rahatlıkla çalışabilmekte.



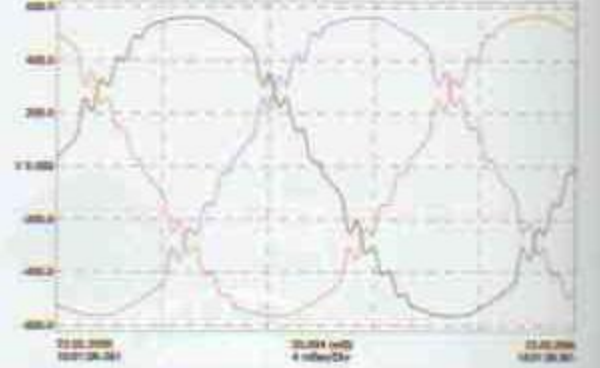
Lineator Filtre Sonrası Akım Harmonikleri



Lineator Filtre Sonrası Akım Dalga Formu



Lineator Filtre Sonrası Gerilim Harmonikleri



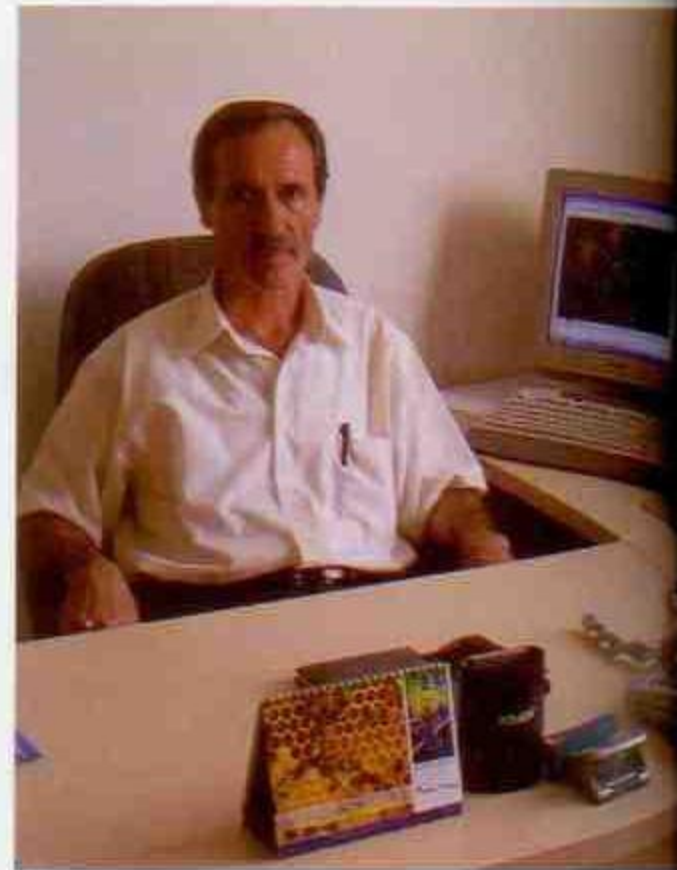
Lineator Filtre Sonrası Gerilim Dalga Formu

- % 99 verimliliğe sahip ve aktif filtreye oranla % 3-4 daha tasarruflu.
- Sundurma bölümünde ilave soğutma tesise gerek kalmadan rahatlıkla çalışabiliyor.
- 11 adet sürücü için 1600 HP gücünde tek bir Lineator kullanarak filtreleme imkanı yaratmakta, yerden ve kablolamadan tasarrufu sağlamakta.
- Seri bağlı olduğu için, Lineator sürekli olarak devrededir. Ayrıca, düşük reaktif kapasitesi nedeniyle jeneratörle sorunsuz çalıştırılabilmekte.
- Ayrıca şebekeden gelen gerilim sparkları (gerilim darbelerini) sönmüldürdüğü için oluşan problemler ortadan kalktı.

23 Şubat 2008'de Akmaya'da devreye aldığımız Lineator ile % 40 yüklenme halinde % 8'in altında akım harmonik oranı yakaladık. Sistemin tam yüklenme durumunda ise, akım harmonikleri-

nin % 5 seviyelerine düştüğü gördük.

Sonuç olarak, lineatorün devreye alınmasıyla tesisin drive sisteminde ve trafosunda yaşadığımız problemler ortadan kalktı.



Kadir Yıldırım, Garipoğlu Grubu, Burgaz Enerji Müdürü