

GENİŞ SPEKTRUMLU HARMONİK FİLTRE PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ

Didem ERGUN SEZER

Ergun Elektrik Ltd Şti, İzmir
didem@ergunelektrik.com

ÖZET

Bu bildiri hız kontrol cihazının giriş katı yapısının enerji kalitesine olan etkisi incelenecek ve bilhassa en yaygın kullanılan 6 darbeli hız kontrol cihazının üzerinde duralacaktır. Hız kontrol cihazlarından kaynaklanan harmonik akım bozulma oranının düzeltilmesinde uygulanan yöntemler ile bu yöntemlerden biri olan geniş spektrumlu harmonik filtrenin hız kontrol cihazının girişine tesis edildiğinde harmonik akımların azalmasında gösterdiği performans irdelenecektir.

GİRİŞ

Güç elektroniği bugün bizlere asenkron motorları istediğimiz hızlarda sürebilme imkanının yanı sıra enerji tasarrufu edebilme imkanını da sağlamıştır. Bu nedenle asenkron motoru hız kontrol cihazı ile sürmek büyük ölçüde yaygınlaşmıştır. Hız kontrol cihazının kullanımının yaygınlaşması ve artmasıyla neden oldukları harmonikler ve elektromanyetik girişimler de işletmelerde hissedilir olmuşlardır.

HIZ KONTROL CİHAZI YAPISI

Hız kontrol cihazlarının girişinde bir doğrultucu katı ve çıkışında da bir evirici katı bulunur. Hız kontrol cihazının giriş katı neden olduğu harmonik spektrumu ve toplam harmonik bozulma oranını belirler. Giriş katı 6 darbeli, 12 darbeli, 18 darbeli veya üstü olabilir. Yeni nesil hız kontrol cihazlarında IGBT yarı iletkenler de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak halen maliyetleri yüksektir. Günümüzde en yaygın kullanılan hız kontrol cihazı 3 fazlı, giriş katı 6 darbeli (diyot/ tristör) doğrultuculu olan tipidir. Düşük maliyeti, yüksek verimi ve dayanıklılığı nedeniyle tercih edilirler. Ancak söz konusu hız kontrol cihazı en çok harmonik akım üreten tipidir. Üretilen harmonik akımlar

harmonik gerilim bozulmasına neden olurlar. Bir baraya ne kadar çok sayıda hız kontrol cihazı monte edilir ise gerilim sinusoidal formundan uzaklaşır. Bunun yanı sıra yarı iletken elemanların anahtarlaması sırasında gerilim çentikleri de oluşur.

Bir hız kontrol cihazının harmonik spektrumunu aşağıdaki formül göstermektedir.

$$h = np \pm 1$$

h: harmoniğin sırası

n: kat sayı

p: hız kontrol cihazının yarı iletken adedi

I_h: harmonik akımının genliği

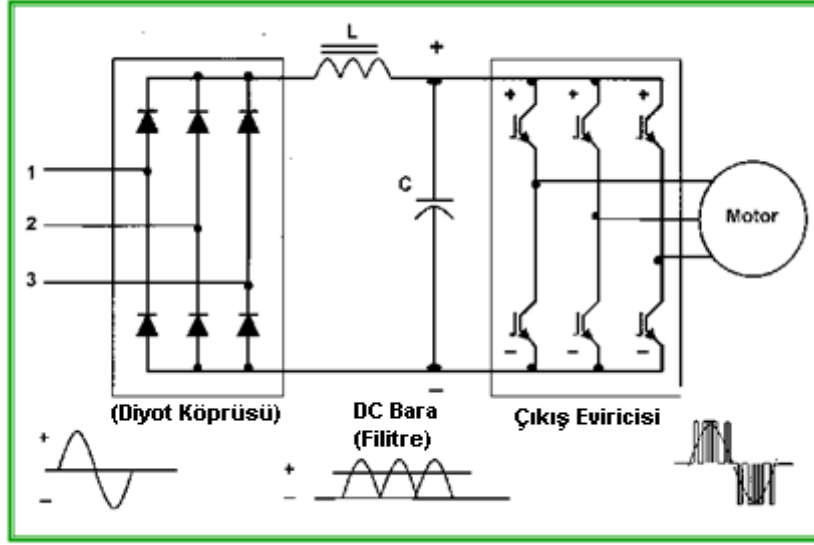
Giriş katı 6 darbeli hız kontrol cihazın da harmonik spektrumunu aşağıdaki formülden görebiliriz.

$$h = n \cdot 6 \pm 1$$

5., 7., 11., 13., 17., 19...harmoniklerdir.

Harmonik sırası ile genlik ters orantılıdır. 5. ve 7. harmoniklerin enlikleri yüksek olması toplam akım harmonik bozulma oranı değerini artırır.

$$I_h = I / h$$



Şekil-1 6 darbeli Hız Kontrol Cihazı

Giriş katı 12 darbeli hız kontrol cihazın da harmonik spektrumunu formülden görebiliriz.

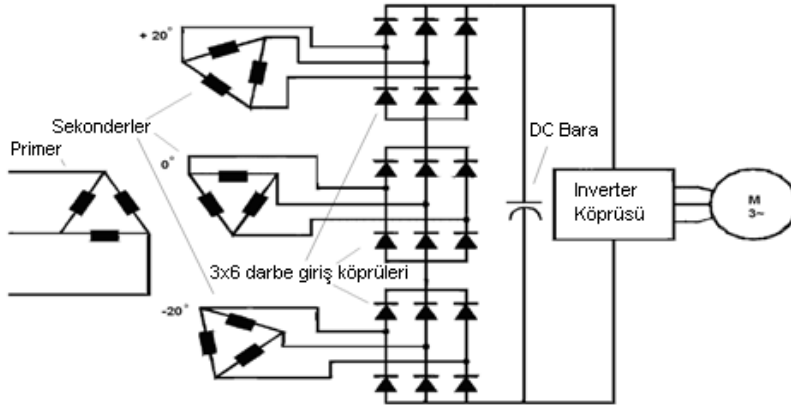
$$h = n \cdot 12 \pm 1$$

11., 13., 23., 25., 35., 37..... harmoniklerdir.

Giriş katı 18 darbeli hız kontrol cihazında harmonik spektrumunu da formülden hesaplar isek, görüldüğü üzere harmonik spectrum 17. Harmonikten başlamaktadır.

$$h = n \cdot 18 \pm 1$$

17., 19., 35., 37.harmoniklerdir.



Şekil-2 18 Darbeli Hız Kontrol Cihazı

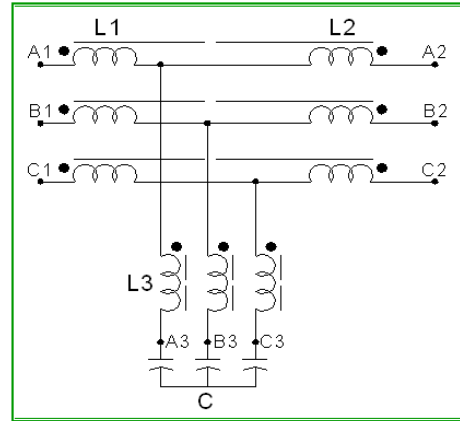
Bu konfigürasyon ile yüksek genlikli harmonikler birbirini ifna eder ve toplam akım harmonik bozulma oranı değeri azalır. İyi bir performans elde edebilmek için gerilimin her fazda eşit olması, gerilim dengesizliği olmamalıdır. Yapıya bir trafo ilave olduğu için trafo kayıpları ilave olarak gelir. Kayıpları 6 darbeleri doğrultucudan yüksektir.

Belirttiğimiz gibi uygun maliyeti, basit konfigürasyonu ve dayanıklılığın edeni ile en çok kullanılan hız kontrol cihazı giriş katı 6 darbeleri olan tipidir. Bu tip hız kontrol cihazları seçilip, bir baraya tesis edilmesi durumunda toplam akım harmonik bozulma oranı artmakta ve bunun sonucu olarak gerilim harmonik bozulma oranı da yükselmektedir. Bu nedenle harmonik filtreler ile harmonik bozulma oranının artışı engellenmeye çalışır. En yaygın kullanılan yöntem hız kontrol cihazının girişine reaktör monte etmektir. Reaktör bir empedans sağlayarak harmonik akımların hem şebekeden yüke doğru hem de yükten şebekeye doğru akışını azaltır. En ekonomik çözümdür. Harmonik bozulma oranını daha da azaltmak ister isek, o zaman hız kontrol cihazının girişine filtre devresi tesis edilmesi gereklidir. Bu devre aktif filtre veya pasif filtre olabilir. Aktif filtre harmonik akımların aynı genlikte ters yönde olanını sisteme vererek harmonik akımları ifna etme prensibine dayanır. Aktif filtrelerin günümüzde halen maliyetleri çok yüksektir ve yapıları çok karmaşık güç elektroniği devrelerinden oluşmaktadır. Pasif filtreler temel harmonik frekansları için ayarlı tip veya bütün harmonik akımlarına yönelik geniş spektrumlu harmonik filtre olabilir. Geniş spektrumlu harmonik filtreler tüm harmonik frekanslarını filtre ederek üstün

bir performans sergilerler. Bildirimizde sadece geniş spektrumlu harmonik filtrenin performansını irdeleyeceğiz.

GENİŞ SPEKTRUMLU HARMONİK FİLTRE YAPISI

Geniş spektrumlu harmonik filtre 3 adet reaktör ve 3 adet kondenzatörden oluşur. Yüksek empedanslı L1 reaktörü seri, göreceli olarak daha düşük empedanslı L3 reaktörü devreye şönt bağlanır. L3 reaktörüne bir kondenzatör seri bağlanarak filtre devresi oluşturulur. Yük tarafındaki harmonik akımları sınırlamak için L2 reaktörü monte edilir.

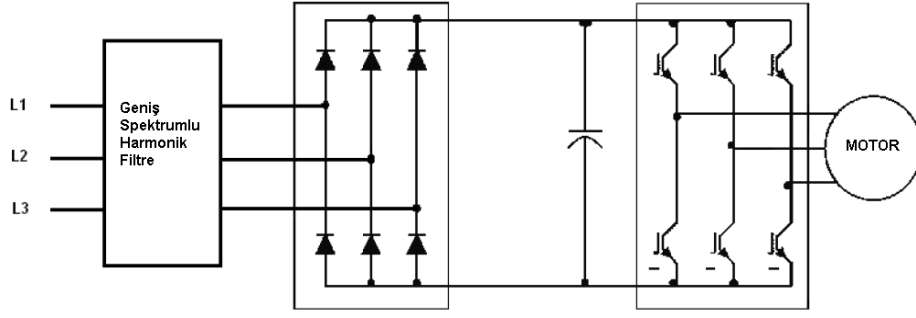


Şekil-3 Geniş Spektrumlu Harmonik Filtre

Buradaki püf noktası devredeki kondenzatörün değerinin harmonik bozulma oranını azaltacak kadar büyük ve kapasitif etkisi olmayacak kadar da küçük seçilmesidir. Zira generator beslemesinde yüksüz durumda kondenzatör generatörü aşırı uyartıma sokarak gerilim yükselmesine sebep olabilir.

GENİŞ SPEKTRUMLU HARMONİK FİLTRE PERFORMANSI

Geniş spektrumlu harmonik filitreler hız kontrol cihazının girişine monte edilirler. Birden fazla hız kontrol cihazı da tesis edilebilir.



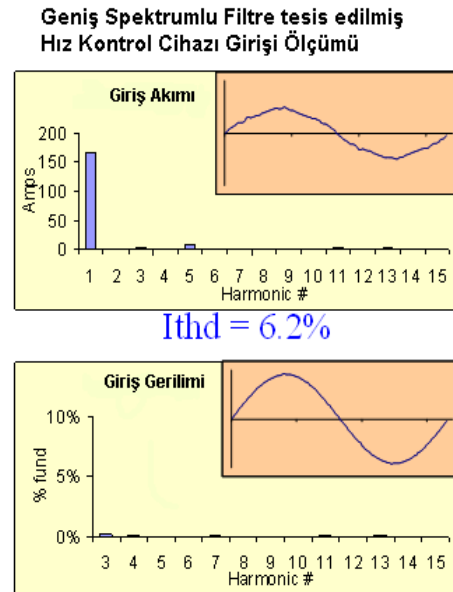
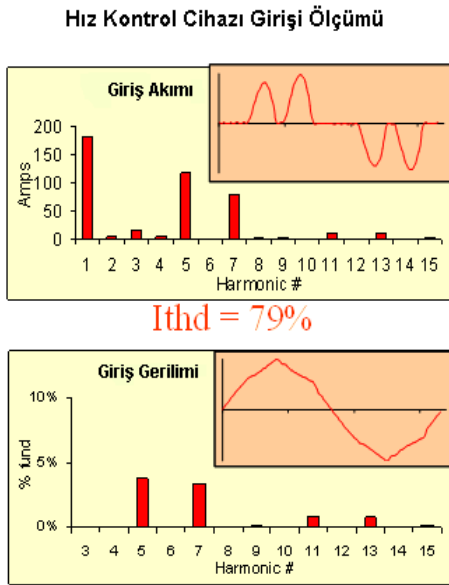
Bir 110kW hız kontrol cihazının girişindeki akım ölçümünü örnek verir isek;

Akım Harmonikleri (Amper)						
Yük	RMS	5. Harmonik	7. Harmonik	11. Harmonik	13. Harmonik	Ithd
Tam Yükte	233	118	80	12	12	79%
75%	187	96	70	15	7	86%
50%	134	69	54	17	5	95%
25%	67	33	29	14	9	120%

Tablo-1 Hız Kontrol Cihazı Girişi Ölçümü

Akım Harmonikleri (Amper)						
Yük	RMS	5. Harmonik	7. Harmonik	11. Harmonik	13. Harmonik	Ithd
Tam Yükte	168	9,0	0,6	2,2	1,5	6,2%
75%	130	7,7	0,6	1,5	1,4	7,0%
50%	89	6,9	0,3	1,2	1	9,0%
25%	46	4,2	0,2	0,8	1	11%

Tablo-2 Geniş Spektrumlu Filtre Tesis Edilmiş Hız Kontrol Cihazı Girişi Ölçümü



Şekil-4 Hız Kontrol Cihazı Giriş Ölçüm Analizi

Şekil-5 Geniş Spektrumlu Filtre Tesis Edilmiş Hız Kontrol Cihazı Giriş Ölçüm Analizi

SONUÇ

Bildirimizde sunduğumuz örnekte geniş spektrumlu harmonik filtrenin performansını özetlenirse,

- Hız kontrol cihazının ürettiği bütün temel harmonikleri filtre etmiştir.
- Vermiş olduğumuz örnekte toplam harmonik bozulma oranını tam yükte %79 dan %6,2 değerine çekmiştir.
- Daha yüksek verim ile düşük maliyetler ve daha küçük bir hacimde 18 darbeli doğrultucu devresinin performansı elde edilmiştir.
- Aynı zamanda geniş spektrumlu harmonik filtre aşağıdaki faydaları da sağlamaktadır;
- Harmonik akımları azalttığı için toplam gerilim bozulma oranının azalmasını sağlar.
- Yapısında reaktör olduğu için gerilim çentiklerinin derinliğini azaltır.
- Tesisattaki diğer yükler ile rezonansa girmez, diğer yüklerin harmonikleri ile aşırı yüklenmez.
- Diğer filtrelerle oranla düşük maliyetlidir.
- Harmonik akımları azalttığı için power faktör ile $\cos \varphi$ oranını birbirine yakınlaştırır.
- Generatör beslemesinde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Mirus International Inc., VFD Harmonic Presentation
2. Ian Evans, Guidance Notes for Control of Harmonics in Electrical Power Systems