

ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİKLERİN PASİF FİLTRE KULLANILARAK AZALTILMASI VE SİMÜLASYONU

Sabir RÜSTEMLİ

- ▶ Elektrik tesislerinin güvenli ve arzu edilir bir biçimde çalışması için, tesisin tasarım ve işletim aşamasında bazı etkenlerin göz önüne alınması gerekir.
- ▶ Bu etkenlerden biri de güç kalitesini belirleyen parametrelerden olan nonlineer karakteristikli elemanların meydana getirdikleri harmoniklerdir.



- Bu çalışmada, Van İlindeki bir tesiste (fabrikada) ZERA MT310 adlı güç analizörü ile çeşitli ölçümler (anlık elektriksel değerler, harmonikler, akım ve gerilim dalga şekilleri vb.) yapılarak bazı güç kalitesizlikleri tespit edilmiş ve bu bulgulardan hareketle güç kalitesizliğine neden olan harmonikler incelenmiş ve harmoniklerin mevcut tesis üzerindeki etkileri yorumlanarak pasif filtre çözümleri simülasyon çalışmalarısıyla karşılaştırılmıştır.

- ▶ Harmoniklerin seviyesini belirli limitlerde tutmak amacıyla çeşitli standart kuruluşlar tarafından bazı önlemler, sınırlamalar getirilmiştir.
- ▶ Harmonik büyüklüklerin sınırlanmasını amaçlayan standartlarda çok yaygın olarak kullanılan Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) gerilim ve akım için;

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (V_n)^2}}{V_1}$$

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (I_n)^2}}{I_1}$$

ifadelerinden yararlanılarak bulunur

- Yapılan alışmada ZERA MT 310 harmonik analizörü kullanılmıştır.



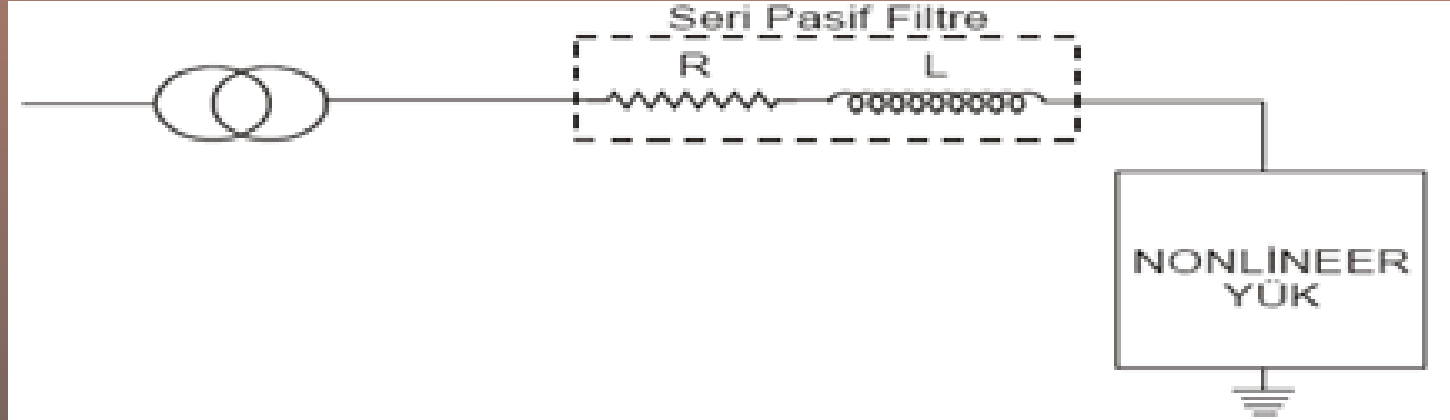
Pasif Filtreler

Pasif filtreler, kaynak ile alıcı arasına konulan ve temel frekans dışındaki bileşenleri yok etmek için tasarlanan kondansatör (C), endüktans (L) ve bazı durumlarda direnç (R) elemanlarından oluşan devrelerdir.

Pasif filtreler, seri pasif filtreler ve paralel pasif filtreler olmak üzere ikiye ayrılır.

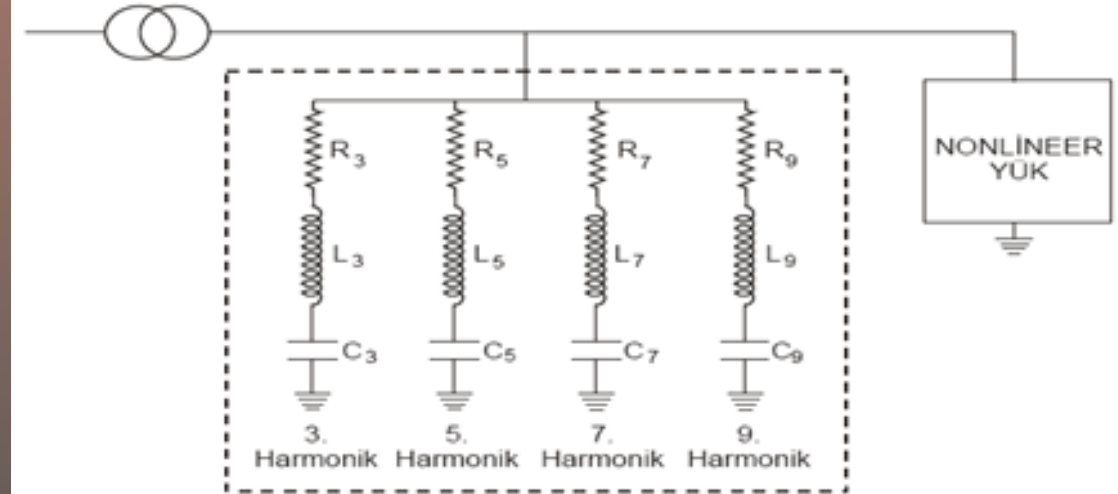
Pasif Filtreler

Seri pasif filtreler uygulamada; AC motor sürücü devrelerinin ve yüksek güçlü AC/DC inverterler önlerinde kullanılır.



Pasif Filtreler

Paralel pasif filtreler, harmonik kaynağı ile şebeke arasına kondansatör (C), endüktans (L) ve bazı durumlarda direnç (R) elemanlarının paralel olarak bağlanmasından oluşan devrelerdir.



Van Erciş Şeker Fabrikasında Yapılan Ölçümler

B fazına ait akım harmoniklerin Mutlak Değerleri ile açıları

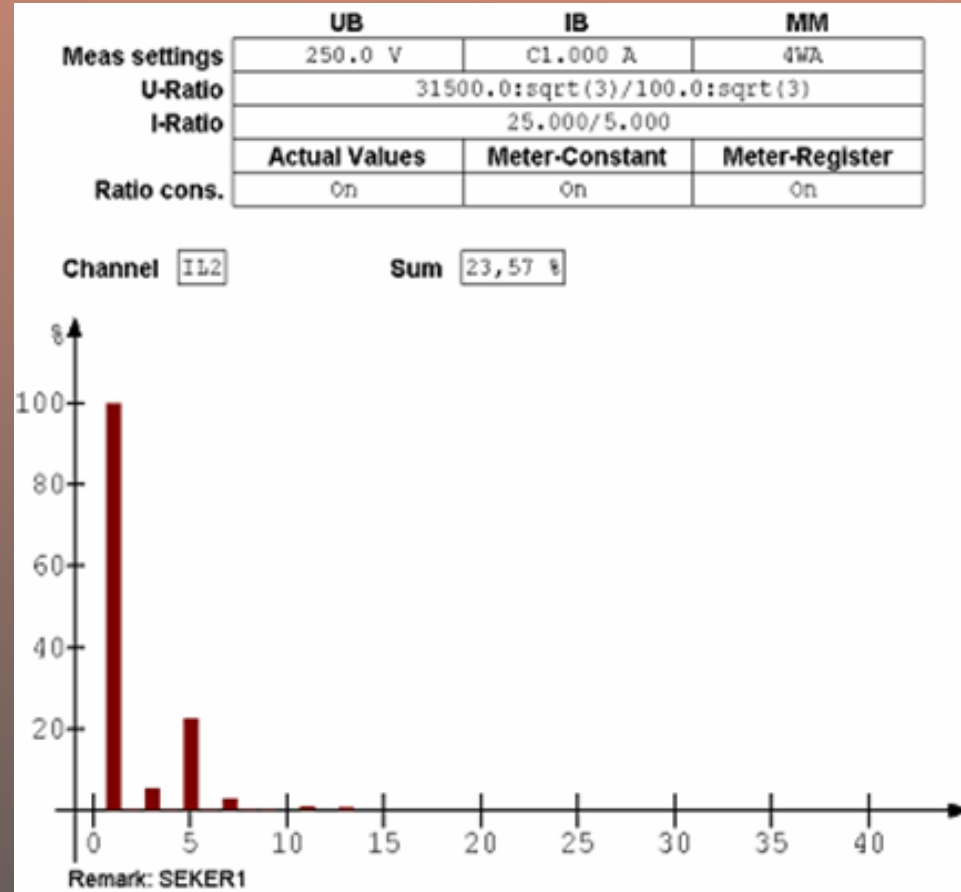
	UB	IB	MM
Meas settings	250.0 V	C1.000 A	4WA
U-Ratio	31500.0:sqrt(3)/100.0:sqrt(3)		
I-Ratio	25.000/5.000		
	Actual Values	Meter-Constant	Meter-Register
Ratio cons.	On	On	On

Channel Sum

	Absolute value	Angle
0	0.134052 %	0.000000°
1	100.000000 %	0.000000°
2	0.472294 %	27.065643°
3	5.569700 %	83.705444°
4	0.420751 %	81.081390°
5	22.647034 %	5.604858°
6	0.460043 %	37.030136°
7	2.857733 %	40.209080°
8	0.442694 %	44.577438°
9	0.592696 %	31.259064°
10	0.054677 %	32.536758°
11	1.230665 %	32.530190°
12	0.065657 %	19.767258°
13	0.846653 %	18.444044°
14	0.027083 %	11.231684°
15	0.064325 %	5.886581°
16	0.029539 %	0.881760°
17	0.262242 %	11.497969°
18	0.087707 %	18.297195°
19	0.196363 %	3.923050°
20	0.044190 %	16.141434°

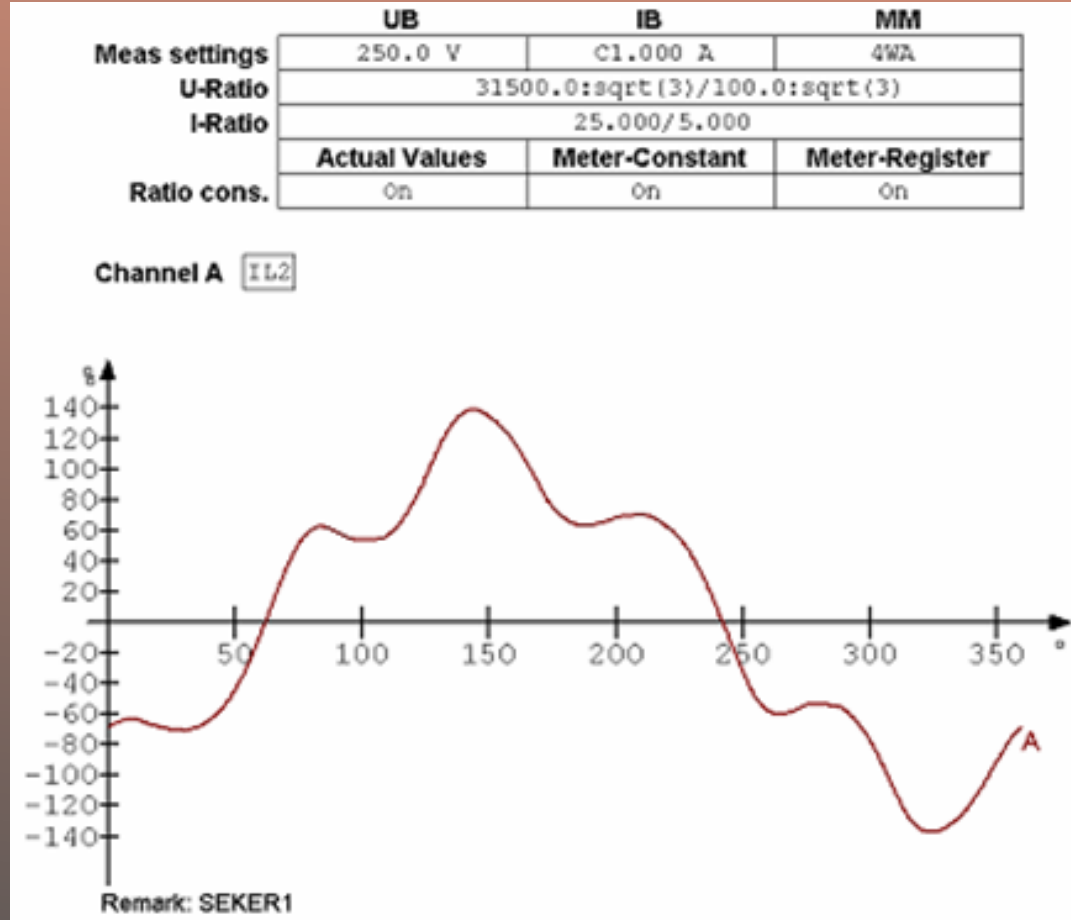
Van Erciş Şeker Fabrikasında Yapılan Ölçümler

B fazına ait akım harmoniklerinin lineer çubuk grafik (FFT) gösterimi



Van Erciş Şeker Fabrikasında Yapılan Ölçümler

B fazına ait akımın dalga şekli



Van Erciş Şeker Fabrikasında Yapılan Ölçümler

Erciş Şeker Fabrikasına ait anlık elektriksel değerler

	UB	IB	MM
Meas settings	250.0 V	5.000 A	4WA
U-Ratio	31500.0:sqrt(3)/100.0:sqrt(3)		
I-Ratio	25.000/5.000		
	Actual Values	Meter-Constant	Meter-Register
Ratio cons.	On	On	On

	L1	L2	L3		S	
UPN	17.737	17.708	17.501	KV	SP	0.1091 MW
UPP	30.746	30.419	30.541	KV	SQ	0.0189 MVA _r
UD	1.46	1.42	1.46	%	SS	0.1134 MVA
I	2.215	1.903	2.306	A	F	49.974 Hz
ID	17.84	22.68	16.57	%	PS	123
PhiU	16.17	255.85	136.33	deg	SL	0.9624
PhiI	0.00	248.03	130.95	deg		
PhiUI	16.17	7.81	5.37	deg		
Lambda	0.943598	0.963875	0.979453			
P	0.0371	0.0325	0.0395	MW		
Q	0.0107	0.0044	0.0037	MVA _r		
S	0.0393	0.0337	0.0404	MVA		

Van Erciş Şeker Fabrikasında Yapılan lümler

Yapılan lümler ve alınan grafiklerde Van bölgesinde elektrik güç kalitesine ilişkin olarak büyük eksiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Örnek olarak ele alınan Erciş Şeker Fabrikası elektrik enerji sistemi üzerine, tek ayarlı (bant geçiren) filtre uygulanarak sistemin bu filtreye karşı cevabı ayrı ayrı incelenmiştir.

Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Yapılan incelemede; sistemin akımı, gerilimi, akıma ve gerilime ait THD değerleri, akıma ve gerilime ait FFT değerleri üzerinde, MATLAB programı kullanılarak simülasyon yapılmıştır.

Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

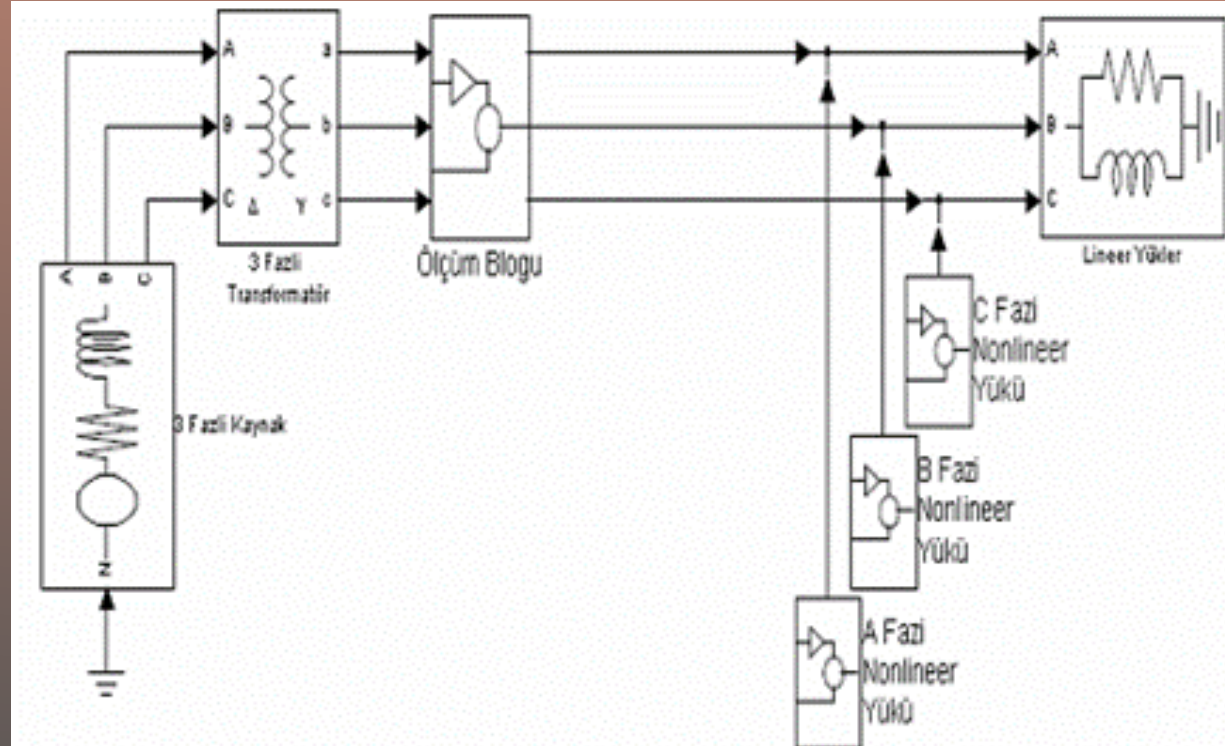
Sistemde 3., 5. ve 7. harmoniklerin olduğu kabul edilmiştir.

Harmonikler Değerleri (A)

11	165,76
13	9,28
15	37,52
17	2,57

Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Örnek elektrik enerji sisteminin MATLAB 'de hazırlanmış simülasyon devresi aşağıdaki şekilde verilmiştir.

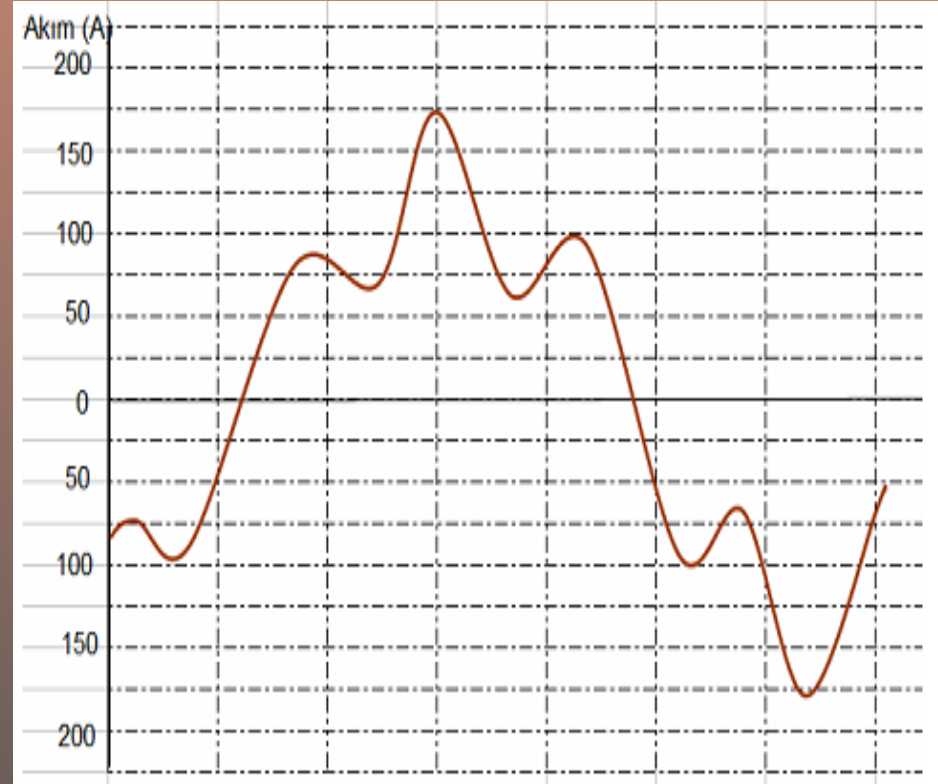


Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Bu simülasyon devresinde, “Ölçüm Bloğu”, “A Fazı Nonlinear Yükü”, “B Fazı Nonlinear Yükü” ve “C Fazı Nonlinear Yükü” isimli bloklar birer kapalı bloklardır. MATLAB 'deki simülasyon devrelerinde bu bloklar gibi gösterilen bütün bloklar bir kapalı bloğu temsil etmektedir. Kapalı bloklar, içlerinde ayrı devreler bulunan sistemlerdir.

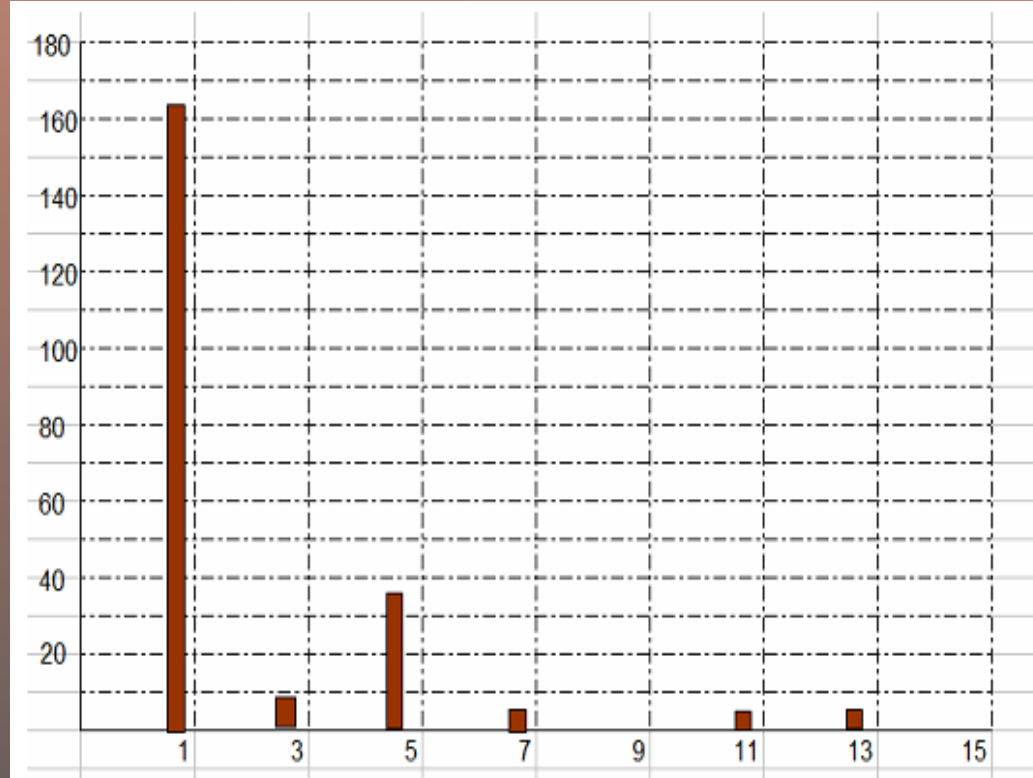
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

B fazına ait akım grafiği



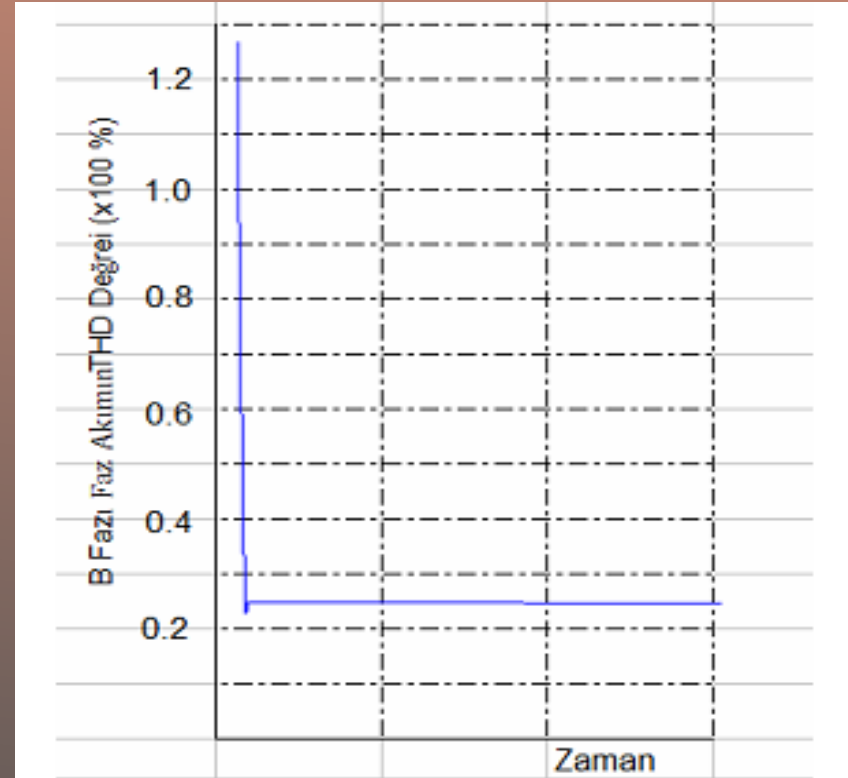
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

B Fazına Ait Akım için FFT Grafiği



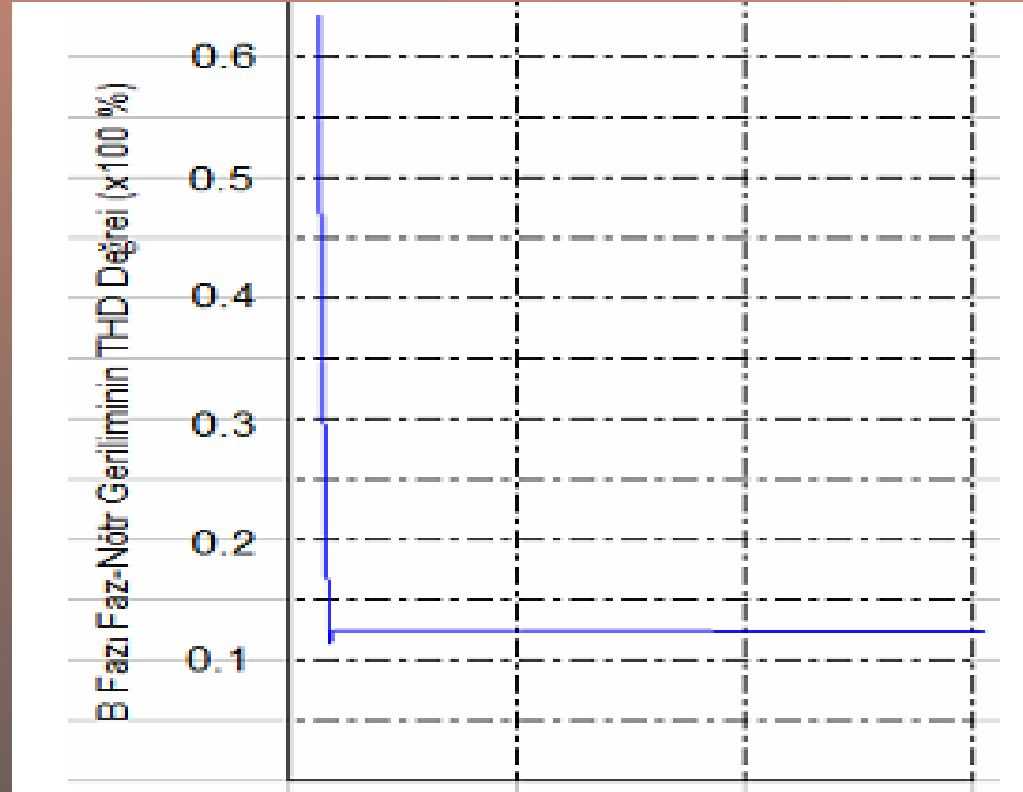
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

B Fazına Ait Akım için THD Grafiği



Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

B Fazına ait Gerilim için THD Grafiği

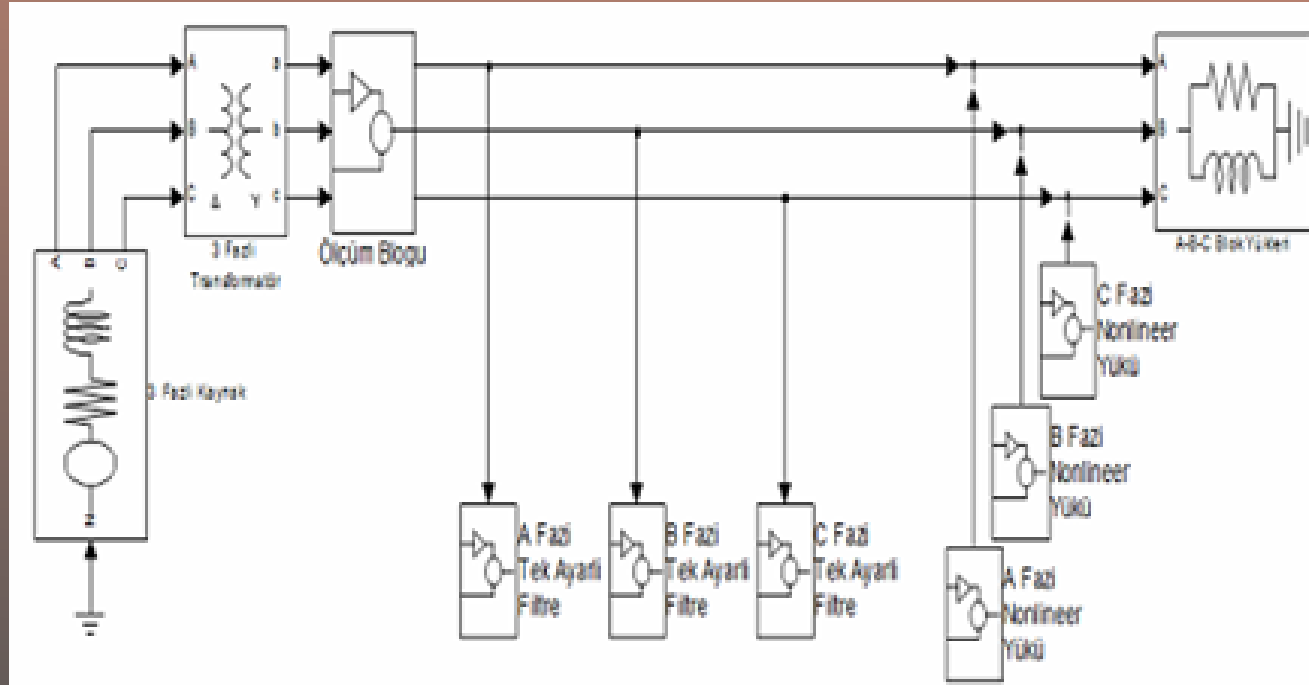


Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

MATLAB'de yapılan simülasyon sonucunda sisteme ait elektriksel veriler Ölçüm Bloğu aracılığıyla toplanmıştır. Örnek sistem dengeli bir sistem olduğu için sistemin bir fazından bütün elektriksel veriler alınmış olup bu veriler bütün fazlar için aynı kabul edilmiştir. Sisteme tek ayarlı filtre uygulanarak sistemin buna cevabı incelenmiştir..

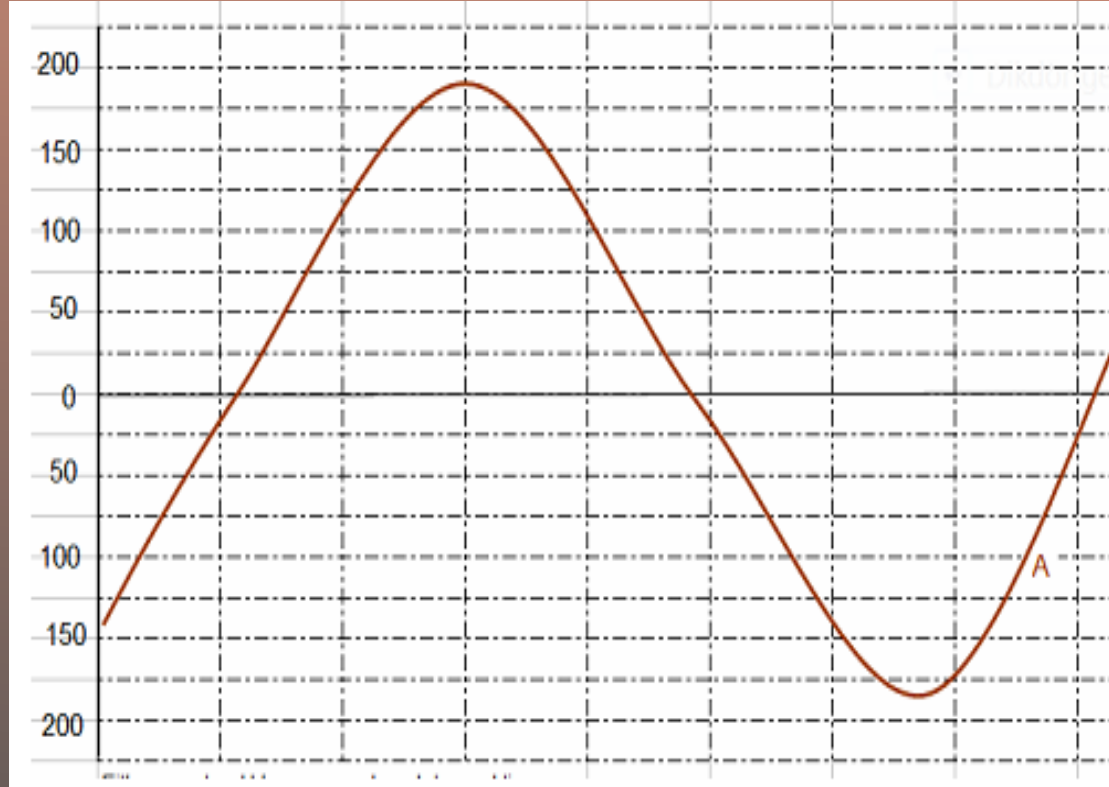
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Her paralel kol için hesaplanan L ve C değerlerine göre sistemin MATLAB 'de hazırlanan simülasyon devresi şekilde görülmektedir.



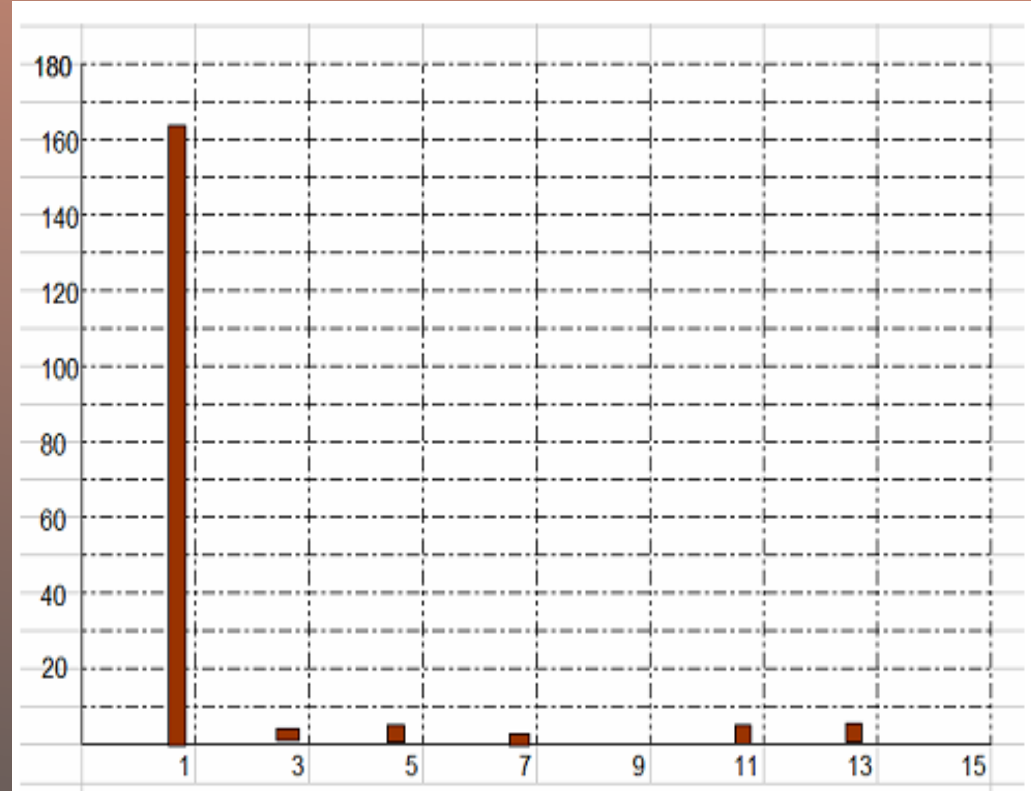
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Sisteme Filtre Uygulandıktan Sonra Akım Dalga Şekli



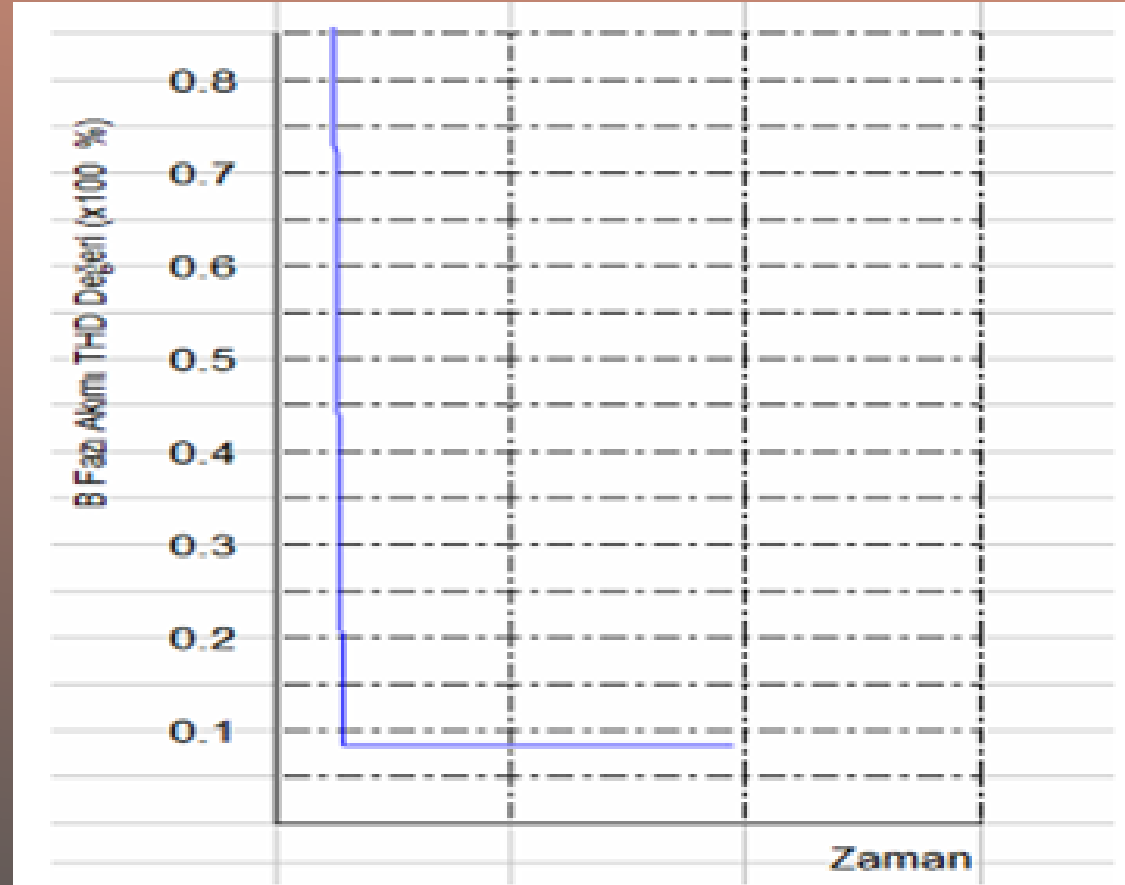
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Sisteme Filtre Uygulandıktan Sonra Akım FFT Grafiği



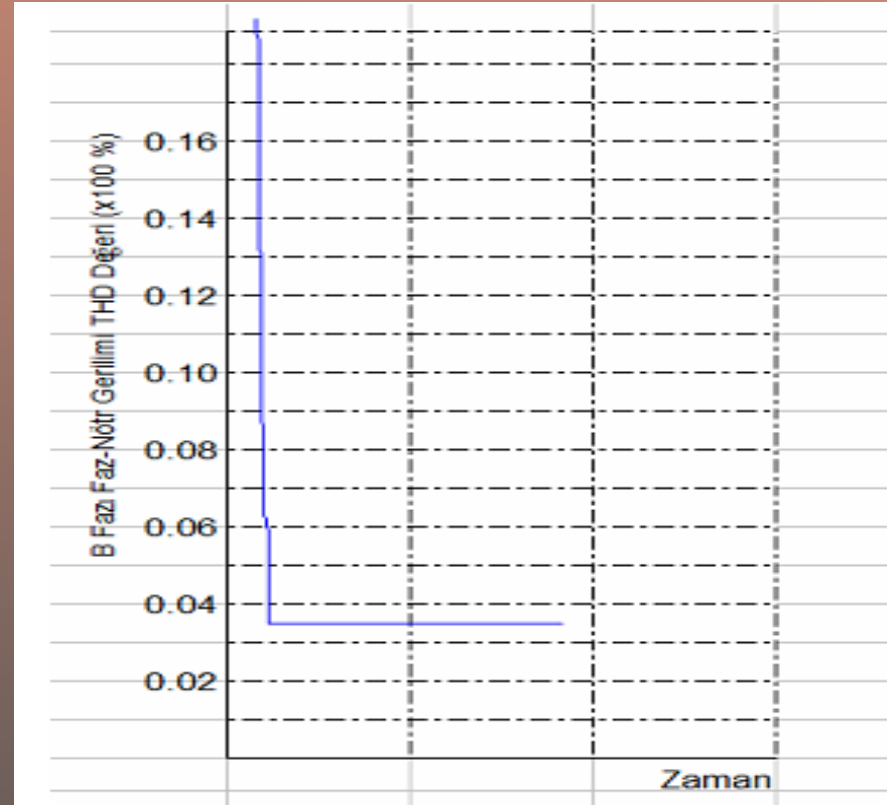
Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Sisteme Filtre Uygulandıktan Sonra Akım THD Grafiği



Harmoniklerin Tek Ayarlı Pasif Filtre ile Giderilmesi ve Simülasyon

Sisteme Filtre Uygulandıktan Sonra Gerilim THD Grafiği



Sonuç ve Öneriler

Tek ayarlı filtre uygulanmadan önce akımdaki THD değeri % 23,57 mertebelerinde iken, tek ayarlı filtre uygulandıktan sonra bu değer % 7,6 mertebelerine düşmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Gerilimin THD değeri ise % 11,70 değerinden % 3,5 mertebelerine düşmüştür. Akım ve gerilimdeki bu THD değerleri kabul edilebilir seviyededir. Fakat yeterli olarak görülmemelidir.

Sonuç ve Öneriler

Tek ayarlı filtrenin performansı oldukça iyi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu filtrelerin bazı dezavantajları vardır. Öncelikle, hassas yapılan hesaplama ve ayarlardan dolayı, filtreyi oluşturan elemanların değerinde zamanla oluşan değişimlere karşı oldukça duyarlı olmaları en önemli sorundur.

Sonuç ve Öneriler

Ayrıca tek ayarlı filtreler sadece gücü sabit olan nonlineer yüklü sistemlerde kullanılabilir. Çünkü üzerlerindeki kapasite değerleri değişken olmadığından sistemdeki endüktif yükler kalktığından kondansatörler devrede kalmaya devam edeceğinden bu durumda aşırı kompanzasyon oluşabilir.

Sonuç ve Öneriler

Örneğimizde işlediğimiz Van Erciş Şeker Fabrikası stabil yüke sahip değildir. Talebe göre fabrikada yük durumu ve yükün karakteristiği değişebilmektedir. Bu da tek ayarlı filtrenin sakıncalarını ortaya çıkaracaktır.

Dinlediđiniz için teŝekkürler...

