



DİYARBAKIR
28-29 ARALIK 2018

ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

Sosyal Bilimler - Mühendislik - Fen Bilimleri - Sağlık Bilimleri - Matematik - Ziraat
Veterinerlik - Güzel Sanatlar - Spor Bilimleri



KONGRE TAM METİN KİTABI

Editör: Gültekin Gürçay



ISBN: 978-605-69046-1-5

www.anadolukongre.org

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

I. ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

28-29 Aralık 2018

Diyarbakır

DÜZENLEYEN KURUMLAR

UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Derneği

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Salih Öztürk

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Gültekin Gürçay

YABANCI KONUŞMACILAR

Dr. Firuz FAOZI (Afganistan, Kabil Devlet Üniversitesi)

Prof. Fatima Albakova (Moscow State University, Rusya)

Doç. Dr. Malik Guseynov (Kırgızistan)

Şamuhammet Çarıyev (Mahtumkulu Türkmen Devlet Üniversitesi)

Dr. Zhi HUAN (China, Renmin University)

KONGRE DİLLERİ

TÜRKÇE (Tüm Lehçeleri) - İNGİLİZCE - RUSÇA - FARŞÇA - ÇİNCE - ARAPÇA

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ ÜZERİNDELİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ
Hasan CANGİ Abdurrahman UNCU Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK	ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Abdurrahman UNCU Hasan CANGİ	ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR
Hasan CANGİ Abdurrahman UNCU Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK	FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA
Doç. Dr. Ali KIRCA Y	The Design of Log-Domain Second-Order Banpass Filter for VHF Applications
Doç. Dr. Ali KIRCA Y	İşaret Sıkıştırma-Genişletme Yöntemi ile Düşük Gerilimli/Güçlü Devre Tasarımı

28.12.2018- CUMA

SAAT 13:00 - 15:00

Salon 2, OTURUM-2	FEN-MÜHENDİLİK- OTURUM BAŞKANI: Dr.Öğr.Üyesi Yahya TAŞGIN
Dr. Öğr. Üyesi Zülküf DEMİR Dr. Öğr. Üyesi Oktay ADIYAMAN	DELME İŞLEMİNDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKİ SAPMAYA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ÖZKAN	USEGE OF GOLD NANOPATICLES FUNCTIONALIZED MULTI WALLED CARBON NANOTUBES FOR ENHANCE OF PROORTIES OF WATER BASED DRILING FLUID
Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ	GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ	GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVİRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA

THE EFFECTS OF THE ASPECT RATIO AND THICKNESS/SPAN RATIO AT THE FREE VIBRATION BEHAVIOUR OF THICK PLATES ON ELASTIC FOUNDATION WITH FIRST ORDER FINITE ELEMENT	181
Y. I. Özdemir	193
FORCED VIBRATION ANALYSIS OF MINDLIN PLATES RESTING ON WINKLER FOUNDATION	
Süleyman ADAK & Hasan CANGI & Serdar YILMAZ	205
TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ	
Süleyman ADAK & Hasan CANGI & Ahmet Serdar YILMAZ	219
FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	
Suleyman ADAK & Hasan CANGI & Ahmet Serdar YILMAZ	229
THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM	
Hasan CANGI & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK	242
ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI	
Süleyman ADAK & Abdurrahman UNCU & Hasan CANGI	248
ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR	
Hasan CANGI & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK	256
FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA	
Doç.Dr. Ali KIRÇAY	264
THE DESIGN OF LOG-DOMAIN SECOND-ORDER BANDPASS FILTER FOR VHF APPLICATIONS	
Ali KIRÇAY	269
İŞARET SIKIŞTIRMA GENİŞLETME YÖNTEMİ İLE DÜŞÜK GERİLİMLİ/GÜÇLÜ DEVRE TASARIMI	
Zülküf DEMİR & Oktay ADIYAMAN	274
DELME İŞLEMİNDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKİ SAPMAYA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	
Hasan DÜZ	284
GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI	
Hasan DÜZ	293
GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVİRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA TEKNİĞİ	
Hasan DÜZ	302
VERİMLİ VE MALİYETLİ YENİ BİR RÜZGAR TÜRBİNİN TASARLANMASI VE TEORİK ANALİZİ	
Gökhan KAHRAMAN & Yahya TAŞGIN	309
HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE CEBRİ BORU GİRİŞ KAPAĞINDA BULUNAN PİRİNÇ CONTALARIN SIZDIRMAZLIKLARININ ARAŞTIRILMASI	
Gökmen ÇERİBAŞI & Merve ÖZDİN & Umut AYTULUN	314
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HİDROMETEOROLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDE ETKİSİ VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	
Gökmen ÇERİBAŞI & Muhammed ÇALIŞKAN & Umut AYTULUN	320
SAKARYA HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİNİN ENERJİ POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	
Gökmen ÇERİBAŞI & Umut AYTULUN	

ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR
COMPUTERS AS HARMONIC RESOURCES IN ELECTRICAL FACILITIES

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK¹
Abdurrahman UNCU²
Hasan CANGİ³

ÖZET

Elektrik tesislerinde harmonik bileşenler non-linear devre elemanları veya non-sinüsoidal güç kaynaklarının güç devresinde bulunması sonucunda meydana gelirler. Non-linear bir dalganın temel bileşen dışındaki sinüzoidal dalgalarına harmonik bileşenler denir. Non-linear gerilim veya akım dalgası temel bileşen ile harmonik bileşenlerden oluşur. Günümüzde bilgisayarlar ile benzeri ofis cihazların kullanımını gün be gün artmaktadır. Bilgisayarın donanım parçalarında kullanılan non-linear devre elemanlarından dolayı bilgisayarlar elektrik şebekelerinde birer harmonik kaynağı olarak davranırlar. Güç sistemlerindeki harmonik bileşenler standartlarca belirtilen limit değerlere çekilmelidirler. Elektrik tesislerindeki harmonik bileşenlerden kaynaklanan birçok problem bulunmaktadır. Bu problemler hem teknik hem de ekonomik olarak sınıflandırılabilir. Elektrik tesislerindeki harmonik bileşenlerden kaynaklanan birçok olumsuzluk bulunmaktadır. Bu olumsuzluklar teknik hem ekonomik bakımdan bir sürü olumsuzluğa neden olmaktadır. Harmonik bileşenler sonucu devre dışı kalan bir fabrikadaki ekonomik zarar oldukça fazladır. Teknik olarak harmonik bileşenlerin sebep oldukları zararlar;

Mikro işlemcili cihazların hatalı çalışması, sistemdeki nötr akımının artması ve ısınmanın artması sonucunda elektrikli cihazlarda kayıpların artması. Devrede non-linear elemanlar veya non-sinüzoidal kaynaklar varsa bunun sonucunda harmonik bileşenler meydana gelir ve bunlar Fourier teoremi ile bulunurlar. Non-linear bir dalga formu bu teoreme göre temel bileşen ile harmonik bileşenlerin toplamı olarak ifade edilir.

Anahtar Kelimeler: Harmonik Bileşenler, Toplam Harmonik Distorsiyonu, Fourier Teoremi, Non-Linear Yükler.

ABSTRACT

The harmonic components occur in electrical installations as a result of the non-linear circuit elements or the non-sinusoidal power supplies being in the power circuit. Non-linear voltage or current wave consists of the basic component and harmonic components. Today, the use of computers and similar office devices is increasing day by day. Due to non-linear circuit elements used in computer hardware components computers act as a source of harmonics in electrical networks. The harmonic components in power systems must be drawn to the limit values specified by the standards. There are many problems caused by the harmonic components in electrical installations. These problems can be classified both technically and economically. The economic loss in a factory that has been disabled due to harmonic components is very high. Technically damage caused by harmonic components; faulty operation of microprocessor devices, increase of neutral current in the system and increased losses in electrical devices as a result of increased heating. Technically damage caused by harmonic components, such as faulty operation of microprocessor devices, increase of neutral current in the system, loss of electrical devices increases as a result of increased heating. If there are non-linear elements or non-sinusoidal sources in the circuit, the harmonic components occur and they are found by the Fourier theorem. Non-linear

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

² Gazi Üniversitesi, uncu@hotmail.com

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

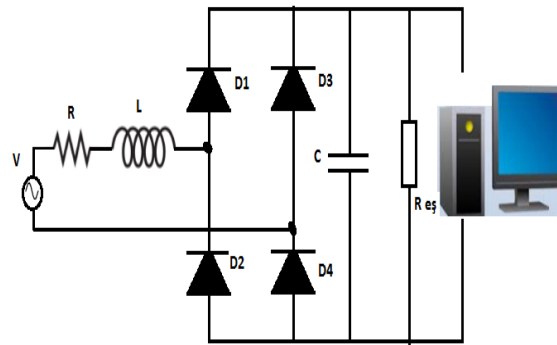
waveform according to this theorem expressed as the basic component and the sum of harmonic components.

Keywords: Harmonic Components, Total Harmonic Distortion, Fourier Theorem, Non-Linear Loads.

1. GİRİŞ

Elektrik tesislerinde kullanılan non-linear devre elemanları ve/veya non-sinüzoidal kaynaklar harmonik bileşenlerin oluşmasına sebep olur. Non-linear elemanlara örnek olarak şunlar verilebilir. Doğrultucular, inverterler, motor kontrol devreleri, statik VAR generetörleri, anahtarlamalı güç kaynakları gibi güç elektroniği elemanlı devreler, flüoresan lambalar, cıva arki, cıva buharı, neon, ksenon ve yüksek basınçlı sodyum lambalar gibi gaz deşarjlı aydınlatma elemanları, akü ve fotovoltaiik sistemler ile elektrikli ulaşım sistemleri gibi sistemler sayılabilir. Akım ve gerilim dalga formunda oluşan bu bozulma elektrik tesislerine ve bu tesislere bağlı güç sistemlerine zarar vermekte ve hatta bazen sistemleri devre dışı kalmasına neden olurlar [1, 3].

Harmonik bileşenler “periyodik bir dalganın, temel frekansının tam katı olan bir frekansa sahip sinüs biçimli bileşeni” olarak tanımlanır. Harmonikler, bir elektrik sisteminde temel frekansın bazı tam katlarında ortaya çıkan akımlar ve gerilimler olarak dikkate alınırlar. Bu çalışmada non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği non-linear karakteristikli akımın analizi yapılacaktır. Analizi yapılacak güç sisteminin prensip şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Bilgisayarın eşdeğeri ve giriş güç katı

Güç sistemindeki sinusoidal dalganın simetrisinden dolayı 3., 5., 7., 11,.... gibi tek harmonik bileşenleri bulunur. Non-linear bir yük olarak bilgisayarlar düşük güçlü olsalar bile enerji sistemlerinde sinusoidal olan akım ve gerilimin dalga formunu bozarlar. Güç sistemlerine bağlanan çok sayıda bilgisayarı göz önüne alınırsa bunların sonucunda oluşan distorsiyonunun giderilmesi enerjinin kalitesi açısından çok önemlidir. Non-linear bir yük olan bilgisayarlar elemanlar iletim ve dağıtım sistemlerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler [2- 4]. Birgisayar yük akımına ait olan harmonik bileşenlerin seviyesinin hesaplanması ve daha büyük problemler oluşmadan bu harmonik bileşenlerin elimine edilmeleri gerekir.

Harmonikler bileşenler sinüzoidal dalganın anahtarlanması kısılanması ve benzeri gibi olaylar sonucu oluşmaktadır. Özellikle güç elektroniği uygulamalarında kullanılan tristörler, diyotlar tarafından üretilmektedir. Güç elektroniği sistemlerinin ürettiği harmonikleri azaltmak için doğrultma evirme gerilim ve frekans kontrolü gibi uygulamalarda devrenin darbe sayısını 12, 36 gibi büyük değerlere çıkarmalıyız. Bu yolla dalga şekli sinüse benzemekte ve benzediği oranda toplam harmonik distorsiyonun (THD) değeri düşmektedir [5-7].

Bilgisayarlar, aydınlatmada kullanılan elektronik balastlı aydınlatma sistemleri ve deşarj tüpleri de önemli bir üçüncü harmonik kaynağıdır. Bir harmonik “periyodik bir dalganın, temel frekansının

tam katı olan bir frekansa sahip sinüs biçimli bileşeni” olarak tanımlanır. Bir elektrik sisteminde akım ve gerilimlerde ortaya çıkan istenmeyen harmonikler temel frekansın bazı tek katlarında oluşmaktadır [6, 8]. Harmonik bileşenlerin frekansları,

$$f_n = n \cdot f_1 \quad (1)$$

formülü ile ifade edilir. Bu ifadede; n harmonik mertebesini, f₁ temel frekansı göstermektedir. Alışveriş merkezlerinde ticari binalarda sık, sık karşılaşılan ve tek fazlı bilgisayarlar yazıcılar gibi ofis cihazlarından kaynaklanan 3 ve 3’ün katı harmonikler nötür hattında devrelerini tamamlarlar. Nötür hattı aşırı ısınır ve ek olarak bu tesislerde nötür-toprak arası gerilimlerin artması sonucu elektronik cihazlarda arızalar oluşmaktadır [9, 10].

Non-lineer karakteristikli devre elemanlar elektrik tesislerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler. Güç sisteminin güvenilir ve kararlı çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında doğrusal olmayan elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenler hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konması ve tesislerde harmonik filtreler kullanarak harmonik bileşenlerin standartlarca belirtilen sınırlara çekilmesi gerekir [11, 12].

2. GELİŞME

Harmonik bileşenleri elimine etmek için ülkemizde filtre kullanımı fazla yaygın değildir. Non-lineer yükleri olan tüketicilere filtre kullanma zorunluluğu getirilmelidir. Sanayi kuruluşlarının harmonikler konusunda fazla bilgileri yoktur. Sanayicilerin bu konuda bilgilendirilmeleri üniversitelerce sağlanmalıdır. Harmonik bileşenler içeren devrelerde akımın efektif değeri yükselmektedir. Bunun sonucunda enerji kayıpları artmakta tüketiciye sunulan enerji kalitesi düşmektedir.

Harmonik bileşenlerin zararlı etkilerini engellemek için tasarım esnasında bazı önlemler alınmakla birlikte bu önlemler yeterli olmayıp harmonik bileşenlerin şebekeye geçmesini engellemek lazımdır. Harmonik bileşenlerin süzülmesini sağlayan devrelere harmonik filtreler denir. Genellikle güç sisteminde etkin harmonik bileşen için hesap yapılır [13-15]. Etkisi daha az olan harmonik bileşenler için zayıflatan filtre devresi tasarlanır. Güç sisteminde kompanzasyon için gerekli reaktif güç değeri; harmonik bileşenlerin sınırlandırılmasını amaçlayan harmonik standartlarında çok sıklıkla kullanılan toplam harmonik bozulma akım için,

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

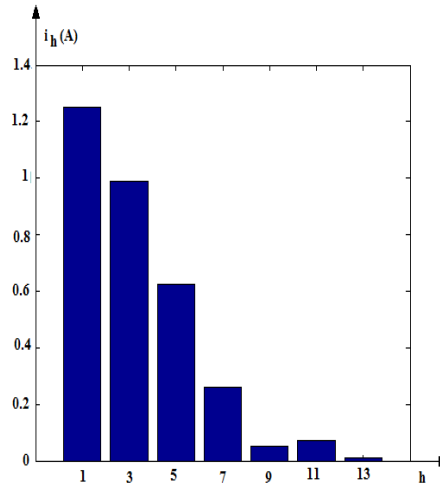
ifadesi ile bulunur. Harmonik bileşenlerin efektif değerlerini, temel bileşen efektif değerine oranıdır [14]. Genellikle yüzde olarak ifade edilir. Bu değer doğrusal olmayan dalga formunun sinus dalga formundan sapmasının bir ölçütüdür. Akım ve gerilim dalgalarına ait harmonik bileşenlerin genlikleri mertebeleri ile ters orantılıdır, Harmonik bileşenin mertebesi büyüdükçe harmonik genliği azalır. Harmonik bileşenler akımları harmonik kaynağından, güç sisteminde en düşük empedansa doğru akarlar. Harmonik akım kaynağı tarafından görülen empedans, sistem kaynak empedansı ile sisteme paralel bağlı diğer yüklerin empedanslarıdır. Kısacası sistemdeki tüm elemanları etkilediğinden, harmonikler enerji sistemlerinde istenmeyen niceliklerdir.

Non-sinüsoidal dalga biçimleri, periyodik olmakla birlikte sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer sinüsoidal dalgaların toplamından oluşmaktadır [16]. Temel dalga dışındaki sinüsoidal dalgalara “harmonik bileşen” adı verilir. Non-lineer bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği non-lineer karakterestikli akıma ait harmonik bileşenler ile faz açıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım bileşenleri

Harmonik bileşenler	Harmonik bileşenlerin genliği (A)	Harmonik bileşenlerin faz acısı (Derece)
h1	1.25	0.96
h3	0.99	-174
h5	0.625	12
h7	0.26	-159
h9	0.05	-14
h11	0.07	176
h13	0.01	-137

(2) nolu denklemden hareketle bilgisayar giriş akımı toplam harmonik distorsiyonu (THDI) %96.19 olarak bulunur. Elektrik şebekelerinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenlerin hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konması gerekir. Non-linear bir yük olan bilgisayarlar düşük güçlü olsalarda güç sistemlerinde sinüsoidal akım ve gerilim dalga formunu bozarlar. Güç sistemlerine bağlanan çok sayıda bilgisayarlar yükleri göz önüne alınırsa bunların sonucunda ek kayıplar ile harmonik bozulma değerlerinin yükselmesi kaçınılmazdır. Non-linear bir yük durumundaki bilgisayarın şebekeden çektiği akıma ait harmonik bileşen genlikleri Şekil 2’de verilmiştir.

**Şekil 2.** Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım ve bileşenleri

Filtre tasarımı yapılırken düşük dereceli harmonik bileşenler için tek ayarlı filtreler kullanılır. Harmonik derecesi büyüdükçe her harmonik bileşen için filtre tasarlamak ekonomik olmayacağından yüksek geçiren filtre tasarımı ile belirli frekansın üstündeki harmonik bileşenler band geçiren filtre ile yok edilirler.

Kısacası sistemdeki tüm elemanları etkilediğinden, harmonikler enerji sistemlerinde istenmeyen niceliklerdir. Bu yüzden harmonikleri süzecek filtre devrelerinin kurulmasına mutlak süratte gerek vardır. Bu sebepten dolayı şebekelere paralel süzgeçler yerleştirilir. Bu paralel süzgeçler içinde bant geçiren ve yüksek geçiren filtreler çok sıklıkla kullanılmaktadır.

Yapısındaki non-linear devre elemanlarından dolayı non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden non-linear karakteristikli bir akım çekerler. Bu non-linear akımın harmonik bileşenlerinin güç sistemini rezonansa getirmemesine dikkat edilmelidir. Rezonans şartları her harmonik bileşen için ayrı, ayrı hesaplanmalıdır. Yüksek dereceli harmonik bileşenler, tüm güç sistemini etkileyebilir. Bu etkiler güç sistemi ve diğer ekipmanların da performansını azaltır.

2.1. Bilgisayarın Şebekeden Çektiği Harmonikli Akımı ve Bileşenleri

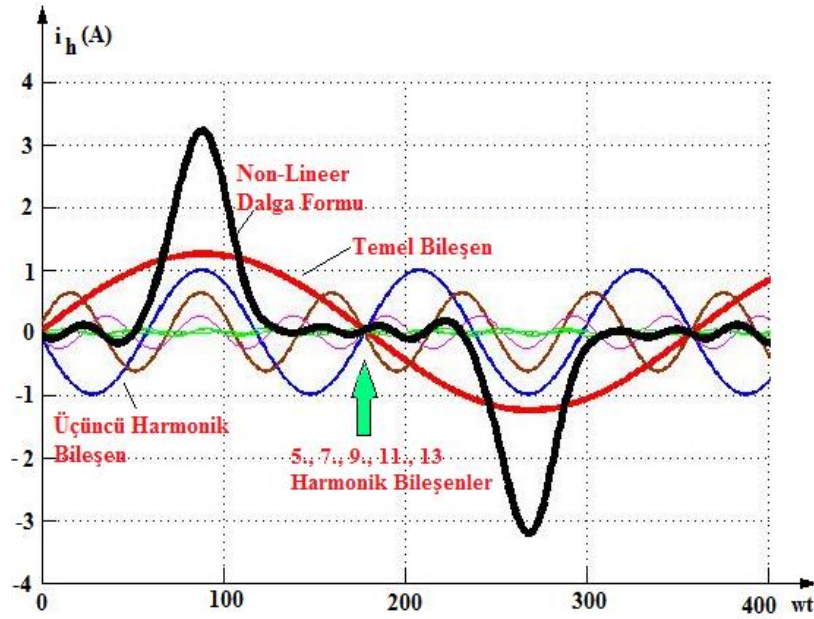
Elektrik tesislerinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenlerin mutlak surette elimine edilmesi gerekir. Harmonik filter kullanımını yaygınlaştırmak gerekir. Harmoniklerin enerji tesislerindeki etkilerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Güç sistemlerinde gerilim düşümünün artması,
- Enerji sistemindeki eleman ve yüklerde kayıpların artması,
- İzolasyon malzemelerinin delinmesi kabloların ısınması,
- Koruma ve kontrol sistemlerinde sinyal hataları,
- Elektrik makinalarında titreşimli çalışma, ısınma ve ek momentlerin oluşması,
- Mikroşlemcilerde hatalı çalışma,
- Güç sistemlerinde istenmeyen rezonans olaylarına sebep olma,
- Elektronik kartlarda arızalar,
- Aydınlatmalarda armatürlerinde ve bilgisayar ekranlarında titreşimler,
- Harmonik bileşenlerden dolayı transformatörlerde çekilen reaktif güç, trafolarda histerisis ve fuko kayıplarının artmasına neden olacağından; trafolarda gürültülü çalışma ve ısınmalara neden olma,
- Ölçü cihazlarında hatalı ölçümler,
- Koruma cihazlarında zamansız açmalar,
- Kompanzasyon kademe sigortalarının sık, sık atması, kondansatörlerin delinmesi neden olurlar.

Elektrik enerjisinin üretimi iletimi ve dağıtım sürecinde akım ve gerilimin dalga şekillerinin sinüzoidal formda ve 50 Hz frekansta olması gerekmektedir. Akım ve gerilimin dalga şeklindeki bozulmalar, faz kaymaları, sistemde harmoniklerin oluşmasına ve sistem güç faktörünün düşmesine sebep olmaktadır. Non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği akım dalga formu aşağıda verildiği gibidir.

$$\begin{aligned}
 i(\omega t) = & 1.25 \sin(\omega t + 0.96) + 0.99 \sin(3\omega t - 174) + 0.625 \sin(5\omega t + 12) \\
 & + 0.26 \sin(7\omega t - 159) + 0.05 \sin(9\omega t - 14) + 0.07 \sin(11\omega t + 176) \\
 & + 0.01 \sin(13\omega t - 137)
 \end{aligned} \tag{3}$$

şeklinde. Elektrik şebekelerindeki harmonik bileşenlerin oluşturduğu kirlilik şu an için ölümcül problemler oluşturmamaktadır. Non-linear yük ve devre elemanlarını günbegün artması ile yakın bir gelecekte karasız ve düşük kaliteli şebekeler oluşacaktır. Enerji tesisinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik büyüklüklerinin hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konup ve gerekli kompanzasyon işleminin yapılması gerekir. Non-linear karakteristikli bilgisayar akım dalgasına ilişkin grafik Şekil 3'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3. Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım ile bileşenleri

Non-linear bir yük olan bilgisayarın harmonik bileşen akımları, harmonik kaynağından, en düşük empedansa doğru akma eğilimindedirler. Harmonikli akım kaynağı tarafından görülen empedans, sistem kaynak empedansı ile sisteme paralel bağlı diğer yüklerin empedansıdır. Kondansatörlerin reaktansı X_c sistemde harmoniklerin bulunması durumunda X_c/n değerini alır. Tesiste harmonik bileşen bulunması durumunda kapasitif reaktans azalacağından kondansatörlerin şebekeden çekeceği akım değeri oldukça artar ve kondansatör delinir.

Bundan dolayı, harmonik bileşenlerin etkili olduğu güç sistemlerinde harmonik bileşenlerden en çok kondansatörler etkilenir. Elektrik şebekelerinde enerji kalitesinin yükselmesi için güç sistemlerinde non-linear bir yük olan bilgisayarların etkinliğinin azaltılması gerekir. Bu yüzden harmonik bileşenleri yok edecek filtre devrelerinin kurulmasına mutlak surette gerek vardır. Harmonik bileşenler transformatörlerde bakır ile demir kayıpları ile kaçak akımların artmasına sebep olurlar. Döner elektrik makinelerinde kayma ve momenti etkileyerek gürültü ve titreşimli çalışmaya sebep olurlar. Aynı zamanda sinüs dalgasının sıfırdan geçişine göre tetikleme yapan sistemlerin yanlış sinyaller vermesine neden olurlar.

Harmonik bileşenler nedeni ile oluşan rezonans olaylarında sistemdeki sigortaların sık, sık atmasına, koruma rölelerinin düzensiz çalışmasına ve tüm cihazların ömürlerinin kışalmasına neden olmaktadır. Şebekede en fazla etkisi görülen harmonikler sırası ile 150 Hz frekanslı üçüncü harmonik, 250 Hz frekanslı beşinci harmonik ve 350 Hz frekanslı yedinci harmonik bileşenlerdir. Üçüncü harmonik bileşen genellikle bir fazlı doğrusal olmayan yükler tarafından üretilir. 5., ve 7., harmonik bileşenler ağırlıklı olarak üç fazlı non-linear yükler tarafından üretilmektedirler.

3. SONUÇLAR

Tek fazlı bilgisayarların ofis cihazların bulunduğu ticari binalarda, alışveriş merkezlerinde üçüncü harmonik etkin olarak bulunmaktadır. Üç fazlı sistemlerde 3'lü harmonikler nötr iletkende birbirlerini güçlendirirler. Nötr iletkeni faz iletkenleriyle aynı boyutlarda olduğundan bu durumda nötr iletkeni aşırı yüklenebilir. Söz konusu soruna karşı alınan en yaygın önlem, nötr iletkeninden geçen akımın hesaplanıp buna göre kesit seçimi yapılması veya üçüncü harmoniği elimine edecek filtre yerleştirilmesidir.

Bir fazlı kontrolsüz doğrultucu bilgisayar girişinde alternatif akımı doğru akıma dönüştürmede kullanılır. Bu doğrultucunun şebekeden çektiği akım non-linear karakteristiktir ve harmonik bileşenler içerirler. Harmonik bileşenlerin enerji sistemindeki teknik ve ekonomik olumsuzluklarının giderilmesi bakımından birtakım önlemlerin alınması gerekir. Toplam harmonik bozulmanın istenen sınır değerlerin altına düşürülmesinde için mutlak sürette harmonik filtre devrelerinin kullanılması gerekmektedir.

Elektrik tesislerinde harmonik bileşenler ek ısı kayıplarına neden olmaktadır. Bu ek kayıp enerji maliyetini artırmaktadır. Ayrıca sistem üzerindeki temel harmonik dışındaki harmonik bileşenler ek gerilim düşümleri oluşturmaktadır. Elektrik tesislerinde ağırlıklı olarak bilgisayarlar, yazıcılar televizyonlar, kesintisiz güç kaynakları ile gaz deşajlı lambalar üçüncü harmonik bileşen üretirler. Mümkün mertebe bu cihazların üç fazlısı seçilmelidir. Üç ve üçün katı harmonikler üç fazlı konvertörlerde sıfırdır.

Güç elektroniği tabanlı cihazlar ile çeşitli non-linear karakteristikli elemanların kullanımının her geçen gün artış göstermesi enerji sisteminde dolaşan non-sinüsoidal büyüklüklerin artmasına neden olmaktadır. Bunun bir sonucu, akım yada gerilim için harmonik distorsiyonu da artmaktadır. Elektrik güç sistemlerinde harmonik distorsiyon sıklıkla orijinal kaynaklardan büyük uzaklıkta bulunan mesafelerdeki tüm sistemi etkilemektedir. Harmonikler bileşenler güç sistemlerindeki kirliliktir. Statik dönüştürücülerin kullanımının artması ile bu kirlilik oranı gün be gün artmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Bajwa, M.S., Memon, A.P., Ansari, J.A., M.Tarique, M., Bhatti M.T., An Experimental Investigation Based on Mathematical And Software Modeling of Total Harmonic Distortion in Personal Computer, *Bahria university journal of information and communication Technologies* Vol.9 ,Issue 1 , pp.62-73, 2016.
- 2) Philip M.j., Portugués, I. E., The Influence of Personal Computer Processing Modes on Line Current Harmonic, *IEEE Transactions on Power Delivery*, V.18, NO. 4, pp.1363-1368, 2003.
- 3) Rana A. Jabbar, Suhail A. Qureshi, M. Akmal, Waqar Qureshi, Ahmad, A., Practical Analysis and Mathematical Modeling of Harmonic Distortions Caused by Electronic Loads, Proc. 7th *IASTED Conf. on Power and Energy Systems ~EuroPES 2007~* Palma de Mallorca, Spain, ISBN# 978-0-88986-689-8, pp. 151-156, 2016.
- 4) IEEE Power & Energy Society, IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, *IEEE Std 1159™-2009*.
- 5) A. Mansoor, A., Grady, W. M., Thallam , R.S., Doyle M. T., Krein, S. D. and Samotyj, M. J., Effect of Supply Voltage Harmonics on the Input Current of Single-phase Diode Bridge Rectifier Loads , *IEEE Transactions on Power Delivery*, V.10, No. 3,pp.1416-1422, 1995.
- 6) Rashid, H.M., *Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications*, Perason Press, 2014.
- 7) Keerio, M.U., Bajwa, M.S., Saand, A., Munwar, A., Harmonics Measurement in Computer Laboratory and Design of Passive Harmonic Filter using MATLAB, (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 8, No. 12, 2017.
- 8) Kocatepe, C., Uzunoglu, M., Yumurtacı, R. ve Arıkan, O., *Elektrik Tesislerinde Harmonikler*, Birsen Yayınevi, İstanbul 2003.
- 9) Rao A. N. Malleswara, K. Ramesh Reddy, B. V. Sanker Ram, B.V, Estimating the Power Quality disturbance caused by Personnel Computer, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* ,V. 1, Issue 3, pp.1034-1039, 2011.
- 10) Bodur, H., *Güç Elektroniği*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2010.
- 11) Jyoti, L., Shavet, S., Khan, S., Investigate the Effect of Different Combination of Loads on Harmonic Distortion, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering* , V.3,Issue. 8, pp.587-590, 2013.
- 12) Kececioglu O.F., Acikgoz H., Sekkeli M., Advanced configuration of hybrid passive filter for reactive power and harmonic compensation, *SpringerPlus*, 5(1), 2016.

- 14) Hsin, L.W., Wang, S. C., Yi-Hua Liu, Y.H., Learning Switched Mode Power Supply Design Using MATLAB/SIMULINK, *IEEE Region 10 Conference PP.1-6*, 2009.
- 15) Adak,S. Cangi, H., Harmonik Bileşen İçeren Elektrik Tesislerinde Kondansatör Kayıpları, *3eELECTROTECH*, sayı: 325,2014, Kasım, p:181-192. 2014.
- 16) Aslam M. P., Zafar, M. A., Keerio, U., Adil, W. A., Ali. A. A., Experimental Study and Analysis of Harmonics Generation in Uncontrolled and Controlled Rectifier Converters, *International Journal of Scientific & Engineering Research (IJSER)*, V.5, Issue.1, pp. 1343-1350,2015.
- 17) Farooq, H., Zhou, C., Farrag. M.E., Analyzing the Harmonic Distortion in a Distribution System
- 18) Caused by the Non-Linear Residential Loads, *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, V. 2, No. 1, pp.46-51,2012.



WWW.ANADOLUKONGRE.ORG

I. ULUSLARARASI

Anadolu



Multidisipliner Çalışmalar Kongresi

28-29 Aralık 2018

DİYARBAKIR

SAYIN

DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜLEYMAN ADAK

28-29 Aralık 2018 TARİHLERİ ARASINDA

DİYARBAKIR'da DÜZENLENEN

1. ULUSLARARASI ANADOLU MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ'NE

**ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK
BİLGİSAYARLAR**

İSİMLİ ESERİYLE KATILMIŞ; ÇALIŞMASI SÖZLÜ OLARAK SUNULMUŞTUR



Salih Öztürk

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK
Kongre Başkanı

