

UYGULAMALI BİLİMLER TAM METİN KİTABI



3. Uluslararası
MARDİN ARTUKLU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

18-19 OCAK 2020, Mardin

Editörler

Dr. Süleyman ADAK

Yasemin AĞAOĞLU

3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ

3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

18-19 OCAK, MARDİN

UYGULAMALI
BİLİMLER
TAM METİN KİTABI

Editörler

Dr. Süleyman ADAK & Öğr. Gör. Yasemin AĞAOĞLU

ISBN 978-625-7954-36-5

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

Editörler
Dr. Süleyman ADAK
Öğr. Gör. Yasemin AĞAOĞLU
FARABİ YAYINEVİ®

TÜRKİYE

TR: +90 342 606 06 75

E-mail: info @iksad.com

Bu kitabın tüm hakları FARABİ Yayınevi'ne aittir.

Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerinden sorumludurlar.

Farabi Publications - 2019©

Yayın Tarihi: 02.02.2020

ISBN 978-625-7954-36-5

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR KONGRESİ**

TARİHİ VE YERİ

18-19 Ocak 2020

MARDİN, MARDİN HILTON GARDEN INN

DÜZENLEYEN KURUMLAR

İKSAD- İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Derneği Farabi Yayınevi

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Necati DEMİR

ULUSLARARASI KATILIMCILAR

Öğr. Gör. Firuz FEVZİ-AFGANİSTAN-Kabil University

**Prof. Dr. Shawkat Aref MUHAMMAD-IRAK - Zakho
University**

**Assist. Prof. Dr. Darwish Youssef HASSAN- IRAK -Duhok
University**

**Doç. Dr. Sara HACIYEVA- AZERBAYCAN- Azerbaycan Milli
Bilimler Akademisi**

Гамидов Эльшад Гамид оглы- RUSYA

KOORDİNATÖR

Öğr.Gör.Yasemin AĞAOĞLU

KONGRE DİLLERİ

TÜRKÇE&İNGİLİZCE

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

DÜZENLEME KURULU

Sefa Salih BİLDİRİCİ

Yasemin AĞAOĞLU

Dr. Amanbay MOLDİBAEV

Dr. Hasan ÇİFTÇİ

Ahmad Awad RASLAN

Zeynep KARAÇOBAN

BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Dr. Amanbay MOLDİBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bayram BOLAT
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Bahtiyar MEHMETOĞLU
Tokat Üniversitesi

Dr. Barış AYTEKİN
Kırklareli Üniversitesi

Dr. Berrin GÜZEL
Adnan Menderes Üniversitesi

Dr. Caner KARAVİT
Mimar Sinan Üniversitesi

Dr. Cihangir HASANHANOĞLU
Baskent Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Dr. D.K.TÖLEGENOVA
Makhambet U. Batı Kazakistan Devlet Üniversitesi

Dr. Dzhakipbék A. ALTAEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

Dr. Guzel SADYKOVA
Kastamonu Üniversitesi

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Hasan TUTAR
Sakarya Üniversitesi

Dr. İskender ASKEROV
Giresun Üniversitesi

Dr. Kemal EROL
Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Mahabbat OSPANBAEVA
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Malik YILMAZ
Atatürk Üniversitesi

Dr. Mavlyanov ABDİGAPPAR
Kırgızistan Elaralık Üniversitesi

Dr. Maira EŞİMBOLOVA
Kazakistan Narkhoz Üniversitesi

Dr. Mustafa GÜLEC
Ankara Üniversitesi

Dr. Necati DEMİR
Gazi Üniversitesi

Dr. Nuran AKŞİT AŞIK
Balıkesir Üniversitesi

Dr. N.N. KERMANOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Orhan ELMACI
Dumlupınar Üniversitesi

Dr. Osman Kubilay GÜL
Cumhuriyet Üniversitesi

**3. ULUSLARARASI MARDİN ARTUKLU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
KONGRESİ**

Dr. Özlem GÜZEL
Akdeniz Üniversitesi

Dr. Sarash KONYRBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Seden DOĞAN
Samsun 19 Mayıs Üniversitesi

Dr. Sibel BAYRAM
Düzce Üniversitesi

Dr. Sibel Mehter AYKIN
Akdeniz Üniversitesi

Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz Üniversitesi

Dr. T.O. ABİSEVA
Kazakh State Women's Teacher Training University

Dr. ÜMRAN TÜRKYILMAZ
Gazi Üniversitesi

Dr. Wakako SADAHIRO
Sapparo City Üniversitesi

Dr. Zeynep KARACOR
Selçuk Üniversitesi

Dr. Haydar BALCI
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Murat KARA
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Gamze ÇAKMAK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

-

TAM METİNLER

Dr. Yıldırım İsmail TOSUN	İçme Su Alanlarının İyileştirilmesi İçin Endüstriyel Tehlikeli Atık Çamurlarının Serpantinit İle Mikrodalgada Bitüm İle Macunlaştırılması	Sayfa 1
Dr. Yıldırım İsmail TOSUN	Serpantinit Granül İle Kömür Ve Biyokütlenin Mikrodalga Pirolyzi - Çar/Karbon Üretimi	Sayfa 10
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK	Elektrik Devrelerinde Durum Denklemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi	Sayfa 17
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Dr. Hasan CANGİ	Non-Sinüsoidal Kaynak Ve Non-Lineer Yük Durumunda Elektrik Devrelerinde Güç Faktörünün Analizi	Sayfa 26
Serkan CAN Dr. Öğr. Üyesi Melikşah ÖZAKTÜRK	Tork Sınırlamalı Dişli Sistemlerini Optimum Tork Değerlerinde Çalışmasını Sağlayarak Rüzgar Türbinlerinde Enerji Üretim Kaybını Azaltma	Sayfa 36
Dr. Öğr. Üyesi Savaş KOÇ Prof. Dr. Cengiz DOĞAN	Mach3 Kontrollü Bir Robot Kolun Kontrolünde Kullanılan Makroların Plc Kullanılarak Program Ara Yüzünde Çalıştırılması	Sayfa 56
Dr. Derya ARSLAN	The Solution of Singular Singularly Perturbed Differential Equations via Differential Transform Method	Sayfa 64
Doç. Dr. Buket ÖZDEMİR IŞIK Yüksek Mimar Çağla SAYITOĞLU TAŞ Mimar Aleyna BİNAY	Gümüşhane Krom Vadisi'nin Kültürel Turizm Açısından Değerlendirilmesi	Sayfa 70
Doç. Dr. Mustafa DİĞLER	Mardin Artuklularında Proto Türk (Hun) Dönemi Hayvan Üslubunun Artuklu Sanatı Bezeme Programındaki Yansımaları	Sayfa 77
Doç. Dr. Mustafa DİĞLER Öğr. Gör. Muhammet KESKİN	Mardin Artukluları Dönemi Mardin Ulu Camii Taş Bezeme Örnekleri	Sayfa 96
Yüksek Şehir Plancısı Seher ERBEY Bilim Uzmanı Şehir Plancısı Mustafa TANRIVERDİ Doç. Dr. Hülya BERKMEN	İstanbul -Dünya Mirası Alanları- Bağlamında "Üstün Evrensel Değeri" Tanımına Yeni Bir Yaklaşım	Sayfa 109
Bilim Uzmanı Mimar Güneş YÖRÜTEN Yüksek Şehir Plancısı Yunus TATAR Prof. Dr. Sırma TURGUT	ICOMOS KMED Rehberine Genel Bakış ve Türkiye İçin Öneriler	Sayfa 130
Mimar Süleyman GENÇ Dr.Öğr.Üyesi Tülay KARADAYI YENİCE	Geleneksel Mardin Evlerinde Bozulma Nedenleri Üzerine Bir İnceleme; Çabuk Mahallesi Örneği	Sayfa 141
Mimar Işıl KOÇ Dr. Öğr. Üyesi Duygu GÖKCE	Geleneksel Dokudaki Değişimin Sosyal Yaşamın Şekillenmesi Ve Kentleşme Süreci Üzerinden Ampirik Analizi: Mardin Örneği	Sayfa 166
Mimar Işıl KOÇ Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül TANRIVERDİ KAYA	Kırsal Konutun Mekânsal Davranış Yöntemi İle İrdelenmesi; Çicekpınar Ve Yenikaraköy Örneği	Sayfa 186
Arş. Gör. İzzettin KUTLU Doç. Dr. Asena SOYLUK Doç. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY	Mühendislik ve Mimarlık Etiğine Sahip Tasarımcıların Yapı Teknolojisine Getirdikleri Yeniliklerin Köprüler Üzerinden İncelenmesi	Sayfa 205
Arş. Gör. Meltem ARARAT Dr. Öğr. Üyesi Tülay KARADAYI YENİCE Arş. Gör. Esra İSLAMOĞLU	PLAN TYPOLOGIES AND SPATIAL CHARACTERISTICS OF HAMMAMS IN OTTOMAN SOCIAL COMPLEXES IN GAZIANTEP CITY	Sayfa 223
Mimar Beyzanur KILIÇ Dr. Öğr. Üyesi Nihal Arda AKYILDIZ	Üniversite Kampüslerinde Erişebilirlik Açısından Mekânsal Planlama Kriterlerinin İncelenmesi; Fırat Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Ve Kütüphane Binası	Sayfa 235
Hatice YILDIZ Dr. Öğr. Üyesi Nihal ARDA AKYILDIZ	Mekân Ve Birey İlişkisi Bağlamında Aidiyet Ve Kişiselleştirme Kavramlarının Açık Planlı Ofisler Üzerinden İncelenmesi	Sayfa 249
Saltuk Taha USTAOĞLU Doç. Dr. Betül B. EKİCİ Doç. Dr. Nihal A. AKYILDIZ	Yapıların Görünmeyen Yüzü: Termal Görüntüleme Sistemlerinin Mimaride Kullanımı	Sayfa 262
Kumru MEYDANOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Ayça AYTAÇ GÜLTEN Dr. Öğr. Üyesi Nihal ARDA AKYILDIZ	Doğayla Gelen İyilik: Biyofilik Tasarım	Sayfa 271
Hasine ELÇİ Doç. Dr. Ahmet ALMACA	Ürgüp Soğanında Mikoriza Aşılması ve Farklı Fosfor Dozu uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkisi	Sayfa 278

NON-SİNÜZOİDAL KAYNAK VE NON-LİNEER YÜK DURUMUNDA ELEKTRİK DEVRELERİNDE GÜÇ FAKTÖRÜNÜN ANALİZİ

Dr.Öğr. Üyesi Suleyman ADAK

*Mardin Artuklu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
Elektrik ve Enerji Bölümü*

Dr.Hasan CANGİ

HASCAN Mühendislik, Mardin

Özet

Günümüzde güç elektroniği tabanlı cihazların kullanımının artması elektrik şebekelerinde harmonik bileşenlerin artmasına neden olmuştur. Çünkü bu cihazlarda kullanılan anahtarlama elemanları non-lineer karakteristiktir. Harmonikler nedeniyle oluşan gerilim ve akımın dalga biçimindeki bozulmalar, elektrik tesislerine ve bu tesislere bağlı tüketicilere zarar vermekte veya tamamen devre dışı bırakmaktadır. Harmonik bileşenler güç sisteminde güç faktörü değerinin düşmesine neden olur. Böylece güç sistemi veriminin düşmesine neden olur. Bu çalışmada non-sinüzoidal kaynak ve non-lineer yük durumunda güç faktörü değerinin analiz yapılmıştır. Elektrik şebekelerinin ve bu şebekelere bağlanan yüklerin arızasız bir şekilde çalışabilmesi için o sistemdeki dalga şeklinin sinüzoidal ve frekansının 50 Hz olması gerekir. Lineer olmayan yüklerin, elektrik dağıtım sistemlerinde, gerilim ve akım dalga biçiminde bozulma meydana getirdikleri uzun yıllardır bilinmektedir. Ancak günümüzde; eskiden beri var olan lineer olmayan yüklere ilaveten, güç elektroniği elemanlarının hızla yaygınlaşması ise dalga şeklindeki bozulmaya duyarlı elemanların sayısındaki artış, bu konuda yapılacak çalışmaların önemini artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Harmonik bileşenler, Güç faktörü, Non-lineer yükler, Non-sinoidal kaynaklar

ANALYSIS OF POWER FACTOR AT NON-SINUSOIDAL SOURCE & NON-LINEAR LOAD CONDITIONS IN ELECTRICAL CIRCUITS

Abstract

Nowadays, the increase in the use of power electronics based devices has led to the increase of harmonic components in electrical networks. Because the switching elements used in these devices have non-linear characteristics. Distortion in the waveform of voltage and current caused by harmonics, damages consumers who connected to electrical installations or

completely deactivated these facilities. Harmonic components cause the power factor value to drop in the power system. Thus, the efficiency of the power system is reduced. In this study, power factor analysis was performed at non-sinusoidal source and non-linear load conditions. In order for the loads connected to the electrical Networks to operate without fail, the waveform in that system must be sinusoidal and the frequency should be 50 Hz. It has been known for a long time that non-linear loads in electrical distribution systems cause distortion of voltage and current waveforms. However, the rapid dissemination of power electronics elements in addition to the non-linear loads that have existed in the past has increased the importance of the studies to increase the number of wave-sensitive elements.

Keywords: Harmonic components, Power factor, Non-linear loads, Non-sinusoidal sources

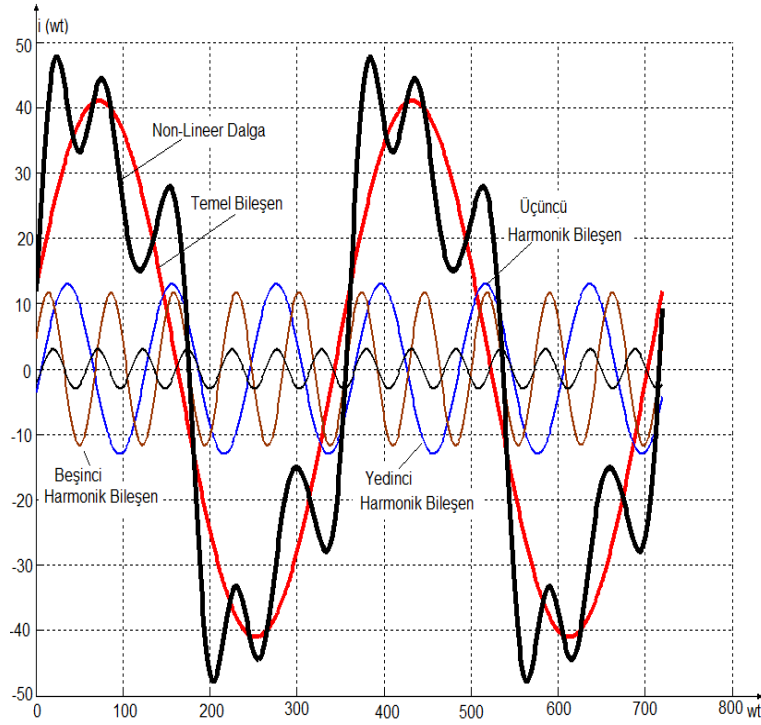
1. GİRİŞ

Elektrik üretimi iletim ve dağıtım şebekelerinde gerilim ve akımın dalga formunun sinüs şeklinde olması istenir. Ancak günümüzde saf sinüs şeklindeki gerilim ve akım dalga şekilleri ile karşılaşmak çeşitli nedenlerden dolayı oldukça zorlaşmıştır. Elektrik tesislerinde harmonik bileşenlerin oluşmasının başlıca sebebi, elektrik devrelerinde kullanılan lineer olmayan devre elemanlarıdır (Ortega, vd., 2008; Çolak, vd., 2010; Germeç, vd., 2015).

Bu devre elemanlarının, gerilimi ile akımı arasındaki bağıntının lineer olmayışından dolayı harmonik bileşenler oluşmaktadır. Magnetik devrelerin aşırı doyması, elektrik arkları ve güç elektroniğindeki anahtarlama elemanları tarafından sinusoidal gerilimin anahtarlama ve kısılması lineer olmayan olaylardır (Shepherd, vd., 1973; Rashid, 2015; Adak, vd., 2015). Kaynağın non-sinusoidal ve akımın non-lineer olduğu devrede yük akımı;

$$i(\omega t) = 41\sin(\omega t + 17) + 13\sin(3\omega t - 19) + 11.7\sin(5\omega t + 18.19) + 3\sin(7\omega t - 49) \quad (1)$$

Bu non-lineer karakteristikli akım dalgasına ilişkin grafik Şekil 1’de gösterildiği gibidir.



Şekil1.Non-lineerdalgaformuileharmonikbileşenleri

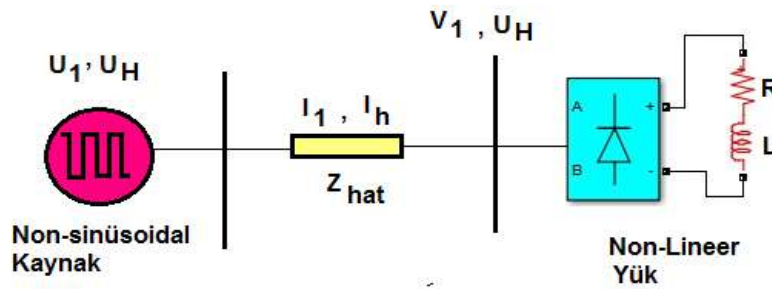
Harmonik bileşenleri ait akımlar harmonik kaynağından, en düşük empedansa doğru akma eğilimindedirler. Harmonik akım kaynağı tarafından görülen empedans,sistem kaynak empedansı ile sisteme paralel bağlı diğer yüklerin empedansıdır (Kocatepe, vd. 2003;Ozdemir, vd., 2004;Yılmaz, vd. 2014).Transformatörle düşük güç katsayısı ile çalışmasına reaktif güçler sebep olmaktadır. Reaktif güç her ne kadar faydalı güce dönüştürülemezse bu güçten tamamen vazgeçilemez. Transformator, generetör ve bobin gibi cihazların normal çalışması için gerekli manyetik alan, reaktif akım tarafından meydana getirilir(Rüstemli, vd., 2015; Law, vd., 2008;Saleh, vd., 2008).Elektrik tesislerinde harmonik bileşenlerin oluşmasına neden olan kaynakların başlıcalar şunlardır:

- Lineer olmayan yükler,
- Sinüzoidal olmayan kaynaklar,
- Kesintisiz güç kaynakları,
- Statik AC/DC ile DC/AC dönüştürücüler (Konvektörler),
- Generatörler,
- AC kıyıcıları,
- Arkfırınları,
- Gaz deşarjlı aydınlatma armatürleri,
- Statik VAR kompanzatörleri,
- Led'li aydınlatma,
- Fotovoltanik (güneş enerjisi dönüştürücüleri) sistemler,
- Bilgisayarlar.
- Doğru akım ile enerji iletimi,
- Elektrikli ulaşım sistemleri,

Harmonik bileşenlerin eliminasyonu sonucunda; transformatör yüklemesini artar, kablo kesitlerinin optimizasyonunu sağlar, cihazların ömrünü uzar, sistem verimliliği artar ve güç faktöründe iyileşmeler oluşur (Ayan, vd., 2001; Adak ve Cangı, 2015).

2. ARAŞTIRMA

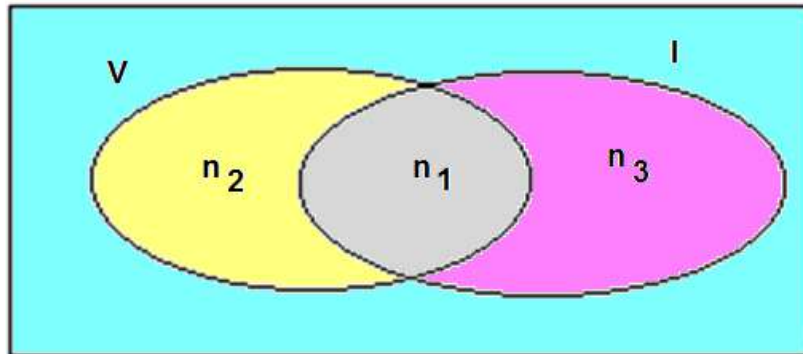
Elektrik enerji sistemlerindeki akım ve gerilimin dalga şekillerinin sinüzoidal biçimde olması istenir. Fakat sisteme bağlanan yarı iletkenler, transformatör ve motor gibi non-linear elemanlar sinüzoidal dalga şeklinin bozulmasına sebep olurlar. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak non-linear elemanların kullanımının her geçen gün artması, harmonikli akım ve gerilimlerin güç sistemi üzerinde ki etkilerinin ihmal edilemez seviyelere ulaşmasına sebep olmuştur (Sekkeli, vd., 2013; Garcia, vd., 2007). Non-sinüzoidal kaynak ve non-linear yükten oluşan bir güç sisteminin prensip şeması Şekil 2’de verildiği gibidir.



Şekil 2. Non-sinüzoidal kaynak ile non-linear yükün prensip şeması

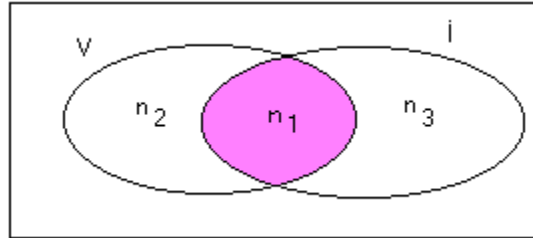
2.1 Harmonikli Temel Büyüklükler ile Harmonik Bileşenleri

Harmonikli devreler kaynak ve yükün non-linear karakteristik göstermesine göre gruplara ayrılır. Akım ve gerilim dalgalarına ait harmonikli bileşenler Venn şeması ile gösterilebilir. Şekil 3’te harmonikli dalgalara ait harmonik bileşenlerin Venn şeması ile gösterimi verilmiştir.



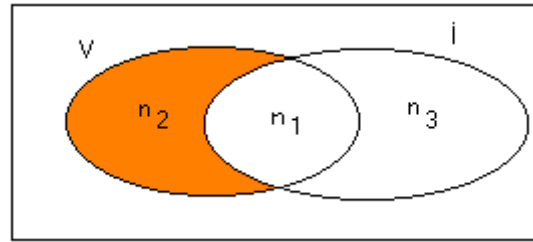
Şekil 3. Gerilim ve akıma ait harmonik bileşenler

Burada, n_1 gerilim dalgası harmonik bileşenleri ile akım dalgası harmonik bileşenlerinin arakesit bölgesidir. Matematiksel olarak $V \cap I$ (V arakesit I) gösterilir. Hem gerilim dalgasında hemde akım dalgasında bulunan aynı dereceden harmonik bileşenleri gösterir. Şekil 4'te boyalı n_1 harmonik bileşenler kümesini göstermektedir..



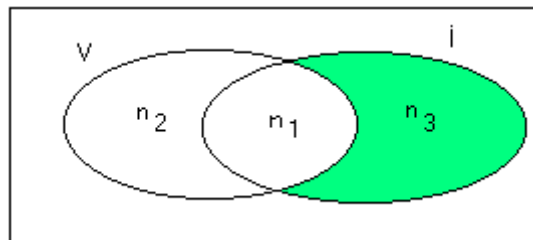
Şekil 4. Hem gerilim hemde akım dalgasında bulunan harmonik bileşenler

n_2 , sadece gerilim dalgasında bulunan harmonik bileşenleri gösterir. Matematiksel olarak $V \setminus I$ (V fark I) olarak gösterilir. Sadece gerilim dalgasında bulunan harmonik bileşenleri gösterir. Şekil 5'te boyalı alan n_2 harmonik bileşenler kümesini göstermektedir.



Şekil 5. Sadece gerilim dalgasında bulunan harmonik bileşenler.

n_3 , sadece akım dalgasında bulunan harmonik bileşenler. Matematiksel olarak $I \setminus V$ (I fark V) şeklinde gösterilir. Şekil 6'da n_3 harmonik bileşenler kümesini göstermektedir.



Şekil 6. Sadece akım dalgasında bulunan harmonik bileşenler.

Harmonikli sistemlerde akım ve gerilimin etkin değerleri sırayla,

$$I = \sqrt{\sum_{n=0}^{\infty} I_n^2} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2} \quad (2)$$

Gerilim için,

$$V = \sqrt{\sum_{n=0}^{\infty} V_n^2} = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2} \quad (3)$$

Formüllerinden bulunur (Shepherd ve Zand, 1979). Bu eşitliklerde I_0 ve V_0 akım ve gerilimin doğru bileşeni, n değeri harmonik mertebesini göstermektedir. Besleme kaynağının non-sinüzoidal kaynaktan beslenen yükünde non-lineer olması durumunda aktif, reaktif, görünür ve güç katsayısının bulunması.

$$P_k = \sum_1^{n_1} V_{n_1} \cdot I_{Yn_1} \cdot \cos \Psi_{Yn_1} \quad (4)$$

Reaktif güç,

$$Q_k = \sum_1^{n_1} V_{n_1} \cdot I_{n_1} \cdot \sin \Psi_{Yn_1} \quad (5)$$

Görünür gücün formülü,

$$S = V \cdot I \quad (6)$$

Güç faktörü,

$$PF = \frac{P_k}{Q_k} \quad (7)$$

İle bulunur. Enerji sistemlerindeki harmonik mertebelerinin tespiti mutlak surette gerekmektedir. Bunun için ya matematiksel yöntem olan THD (Toplam Harmonik Distorsiyon) oranlarından veya harmonik analizörler kullanılarak harmonik mertebeleri tespit edilmelidir.

2.2 Kaynağın Non-Sinüzoidal ve Yükün Non-Linear olduğu Devre Analizi

Güç sistemlerinde başlangıcından beri non-sinüzoidal kaynaklar ve non-lineer yükler var olmuştur. Non-lineerlik etkisi ve non-lineer eleman sayısı, harmonik üreten elemanların güç sistemine bağlanmasıyla hızlı bir şekilde artmıştır. Güç sistemine bağlanan elemanların akım ve gerilim şeklinin sinüzoidal ve 50 Hz frekansta olması istenir. Bu durum sisteme lineer elemanların bağlanması sonucu elde edilebilir. Hâlbuki günümüzde gittikçe artan sayıdaki non-lineer elemanların güç sistemine bağlanması ile sinüzoidal olmayan büyüklüklere ortaya çıkmakta ve bunlar da harmonikleri doğurmaktadır. Gerilim distorsiyonu sonucunda elektrik

tesisine bağlı devre elemanlarında ek kayıplara sebep olmaktadır. Non-sinüzoidal bir kaynağın gerilim değeri,

$$V(wt) = \sqrt{2} \left[\begin{array}{l} 190 \sin(wt + 27) + 44 \sin(5wt - 58) + 27 \sin(7wt + 35) + \\ 7 \sin(11wt + 78) \end{array} \right] \quad (8)$$

Non-lineer yük akımı,

$$i(wt) = \sqrt{2} \left[\begin{array}{l} 48 \sin(wt - 7) + 24 \sin(3wt + 28) + 20 \sin(7wt + 50) + \\ 13 \sin(9wt - 8) \end{array} \right] \quad (9)$$

(3) nolu denklemden gerilimin efektif değeri,

$$V = \sqrt{190^2 + 44^2 + 27^2 + 7^2} = 197.01 \text{ (V)}$$

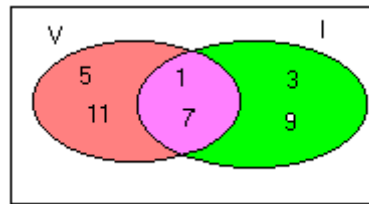
(2) denklemden akımın efektif değeri,

$$I = \sqrt{48^2 + 24^2 + 20^2 + 13^2} = 58.73 \text{ (A)}$$

(6) denklemden görünür gücün değeri,

$$S = V * I = 197.01 * 58.73 = 11570.39 \text{ (VA)}$$

Aktif ve reaktif güçlerin hesabında Venn şemasından yararlanır. Akım ve gerilim dalgalarına ait harmonik bileşenler Venn şeması ile gösterilebilir. Şekil 7'de gerilim ve akım dalgasına ait harmonik bileşenlerin Venn şeması ile gösterimi verilmiştir.



Şekil 7. Akım ve gerilim harmonik bileşenlerin venn şeması ile gösterimi

Hem gerilim hem akımda bulunan harmonik bileşenler 1. ile 7. harmoniklerdir. Sadece gerilim dalgasında bulunan harmonik bileşenler 5. ile 11. harmoniklerdir. Sadece akım dalgasında bulunan harmonik bileşenler 3. ile 9. harmoniklerdir.

Gerilim ve akıma ait bileşen grupları,

$$n_v = 1, 5, 7, 11$$

$$n_1=1,3,7,9$$

Diğer bileşenler aşağıda verildiği gibidir,

$$n_1=1,7$$

$$n_2=5,11$$

$$n_3=3,9$$

(4) denkleminde aktif gücün değeri,

$$P=190.48\cos(27+7)+27.20\cos(35-50)=8082.42 \text{ (w)}$$

Reaktif gücün değeri,

$$Q=\sqrt{S^2-P^2}=\sqrt{11570.39^2-8082.42^2}=8279.4 \text{ (VAr)}$$

Sistemin güç faktörü,

$$PF=\frac{P}{S}=\frac{8082.42}{11570.39}=0.6985$$

Non-lineer yükler düşük güçlü olsalar bile enerji sistemlerinde sinüzoidal akım ve gerilim dalga şeklini bozarlar. Güç sistemlerine bağlanan çok sayıda non-lineer yük göz önüne alınırsa bunların sonucunda ek kayıp ve Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) değerlerinin yüksek değerlere varması kaçınılmazdır. Non-lineer yüklerin etkinliğinin azaltılması, harmonik distorsiyonun giderilmesi enerjinin kalitesi açısından çok önemlidir. Non-lineer elemanlar, üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler. Güç sistemdeki harmonik bileşenler güç faktörünü negatif olarak etkiler ek olarak ısı kayıplarına neden olmaktadır. Bu ek kayıp enerji maliyetini artırmaktadır. Ayrıca sistem üzerindeki temel harmonik dışındaki harmonik bileşenler ek gerilim düşümleri oluşturmaktadır.

3 SONUÇLAR

Elektrik tesislerinde harmonikler orijinal kaynaklardan büyük uzaklıkta bulunan mesafelerde tüm sistemi etkilemektedir. Harmonik bileşenler enerji sistemlerindeki kirliliktir. Statik dönüştürücülerin kullanılmalarının arması ile bu kirlilik oranı gün be gün artmaktadır. Güç elektroniği elemanları ve çeşitli non-lineer elemanların her geçen gün artış göstermesi, enerji sisteminde dolaşan non-sinüzoidal büyüklüklerin artmasına neden olmaktadır. Buda güç sisteminin güç katsayısı negatif yönde etkiler. Bunun bir sonucu, akım ya da gerilim için harmonik bozulma da artmaktadır. Harmonikli devrelerde güç faktörü analizinden elde edilen sonuç ve öneriler düzenlenmesine yönelik bu çalışmada varılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Enerji tesisinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-lineer elemanların veya non-sinüzoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik büyüklüklerinin hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konması gerekir.

- Non-linear yüklerin etkinliğinin azaltılması, harmonik distorsiyonunun giderilmesi enerjinin kalitesi açısından çok önemlidir. Non-linear elemanlar, üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler.
- Böylece çeşitli harmonik problemlerinin analizi için, harmonik seviyesinin hesaplanması ve daha büyük problemler oluşmadan harmoniklerin giderilmesi gerekir. Harmonikli devrelerde güç kaynağı ile yük arasına maksimum güç faktörünü elde edecek şekilde kondansatör yerleştirilmelidir.

4 KAYNAKLAR

Ortega R, Hernandez-Gomez M, Lamnabhi-Lagarrigue F, Escobar G. (2008) Passive power factor compensation of a controlled rectifier with non-sinusoidal generator voltage. IEEE Conference on Decision and Control, CDC'08, Cancun, Mexico, vol. 27, 2008; 3755–3760.

Çolak, İ., Bayindir, R. and Kabalci, E.(2010) A Modified Harmonic Mitigation Analysis Using Third Harmonic Injection PWM in a Multilevel Inverter Control, 14th International Power Electronics and Motion Control Conference Ohrid, Macedonia.

Germeç, K. E., Erdem H.(2015) Time-harmonic analysis in electric power systems, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (2), 263-271, 2015.

Shepherd, W, Zakikhani W. (1973) Power factor correction in nonsinusoidal systems by the use of capacitance. Journal of Physics D: Applied Physics ; 6:1850–1861.

Rashid, H.M. (2014) Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications, Perason Press.

Adak, S. Cangi, H.(2015) Analysis and Simulation Total Harmonic Distortion of Output Voltage Three Level Diode Clamped Inverter in Photovoltaic System, BitlisEren University, Fen BilimleriDergisi, ISSN 2147-3129.
Kocatepe, C. Uzunoglu, M.Yumurtacı, R. Arıkan, O. (2003)ElektrikTesislerindeHarmonikler, BirsenYayınevi, İstanbul.

Ozdemir, A. Ferikoglu, A.(2004) Low cost mixed-signal microcontroller based power measurement technique - IEE Proceedings-Science Measurement And Technology - Vol.151 - pp.253-258 - ISSN : 1350-2344 - DOI : 10.1049/ip-smt:20040242 - JUL - - Article - - 2004 - WOS:000222969400004.

Yılmaz, A. S. Alkan, A. H. Asyali, M. (2008) Applications of parametric spectral estimation methods on detection of power system harmonics, Electric Power Systems Research, 78, Issue 4, , pp 683-693, April.

Rüstemli, S. Okuducu, E. Efe, S.B.(2015) ElektrikTesislerindeHarmoniklerinPasifFiltreKullanılarakAzaltılmasıveSimülasyonu, EVK2015: 6. 2015, EnerjiVerimliliğiKalitesiSempozyumu, pp120-124, 4-6 Haziran, Sakarya.

Law, KK. Cheng, KWE. (2008) Examination of the frequency modulation and lifting techniques for the generalized power factor correction switched-capacitor resonant converters. International Journal of Circuit Theory and Applications; 36(7):839–855.

Saleh, R.T. Emanuel, A.E. (2006) Ootimum shunt canacitor for power factor correction at busses with lightly distorted voltage'. IEEE Transactions on Powr Delivery, vol. PWRD-2, 1987, pp. 165-173.

Ayan, K. Arifoğlu, U. (2001) LineerOlmayanDevrelerinKompanzasyonunda Optimum KapasiteSeçimi YıldızTeknikÜniversitesiDergisi, cilt.1, ss.51-61.

Adak, S. Cangi, H. (2014) HarmonikBileşenİçerenElektrikTesislerindeKondansatörKayıpları, 3eELECTROTECH, sayı: 325,2014, Kasım, p:181-192.

Sekkeli, M. Tarkan N.(2013) Development of a novel method for optimal use of a newly designed reactive power control relay. International Journal of Electrical Power and Energy Systems;44:736-742.

Garcia-Canseco, E.Grino, R. Ortega, R.Salichs, M.Stankovic, A. (2007) Power-factor compensation of electrical circuits. IEEE Control Systems Magazine; 27:46–59.