IKSAD INSTITUTE
Institute of Economic Development and Social Research

ROMANIAN ACADEMY
National Institute for Economic Research "Costin C. Kiriţescu"

RebResNet
Research Network on Resources Economics and Bioeconomy Association

VI-INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

August 26-27, 2022 / Bucharest, Romania

National Institute for Economic Research "Costin C. Kiritescu" (INCE), Romanian Academy

ABSTRACTS BOOK

Editors
Prof. Dr. Luminita CHİVU
Assist. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI

ISBN: 978-625-8213-29-4
by IKSAD Publishing House

VI-INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

26-27 August 2022/ Bucharest, Romania

FULL TEXTS BOOK

Edited by

Assist. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI
Prof. Dr. Luminita CHİVU

by
IKSAD PUBLISHING HOUSE®
All rights of this book belong IKSAD Publishing House
Authors are responsible both ethically and jurisdically
IKSAD Publications – 2022©
https://iksadyayinevi.com/

Issued: 20.09.2022

ISBN: 978-625-8213-38-6

CONFERENCE ID

CONFERENCE TITLE

6th INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

DATE and PLACE

August 26-27, 2022 / Bucharest, Romania

ORGANIZATION

NATIONAL INSTITUTE FOR ECONOMIC RESEARCH "COSTIN C. KIRIŢESCU" (INCE), ROMANIAN ACADEMY
IKSAD- INSTITUTE OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND SOCIAL RESEARCHES

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Luminiţa Chivu
Head of Conference
Ph.D.habil. Jean Vasile ANDREI
Member of Organizing Committee
ES. Dr. Mile Vasic
President, Member of Organizing Committee
Mihaela OPREA
Member of Organizing Committee
Mihaela VLĂDESCU
Member of Organizing Committee
Carmen Adriana GHEORGHE
Member of Organizing Committee
Dr. Alexandru SIN – SCHNEIDER
Member of Organizing Committee
Prof. Muhittin ELİAÇIK
Member of Organizing Committee
Prof. Dr. Kinga Flaga-Gieruszyńska
Member of Organizing Committee
Prof. Muntazir MEHDI
Member of Organizing Committee
Prof. Dr. Sevi OZ
Member of Organizing Committee
Assoc. Prof. Dr. Jose R. Hernandez-Carrion
Member of Organizing Committee
Dr. Elvira NURLANOVA
Member of Organizing Committee
Elena MAGLIO
Member of Organizing Committee
Elvan CAFAROV
Member of Organizing Committee
Assist. Prof. Dr. Mehmet Emin KALGI
Coordinator

NUMBER of ACCEPTED PAPERS~266
NUMBER of REJECTED PAPERS~51

PARTICIPANTS COUNTRIES

Romania (25), Türkiye (132), Serbia (2), Albania (3), Algeria (4), Austria (1), Azerbaijan (17), Bosnia and Herzegovina (1), Brazil (3), Bulgaria (7), Turkish Republic of Northern Cyprus (1), England (2), Ethiopia (1), Hungary (1), India (16), Indonesia (4), Israel (1), Italy (1), Iran (2), Iraq (6), Jordan (1), Kazakhstan (2), Kyrgyzstan (1), Macedonia (1), Malaysia (1), Mexican (1), Moldova (1), Nigeria (4), Pakistan (2), Philippines (2), Poland (1), Portugal (4), Saudi Arabia (5), Scotland (1), South Africa (1), Taiwan (1), Tunisia (1), United Arab Emirates (1), United States of America (2), Vietnam (1), Others (2).

**Double blinded evaluation process*

SCIENTIFIC COMMITTEE BOARD

Lucian Liviu ALBU
Academician, Romanian Academy, Romania

Valeriu IOAN-FRANC
Coresponding member, Romanian Academy, Romania

George GEORGESCU
Deputy Director, National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu", Romania

Valentina VASILE
Director, Institute of National Economy

Sorin CACE
Deputy Director, Research Institute for Quality of Life, Romania

Jean Vasile ANDREI
Senior Researcher, National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu", Romania

Vasile PREDA
Senior Researcher, National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu", Romania

Tianming GAO
Prof. Dr., School of Economics and Management, Harbin Engineering University, China

Vasilii EROKHIN
Dr., School of Economics and Management, Harbin Engineering University, China

Eglantina HYSA
Epoka University, Department of Economics, Albania

Silvius STANCIU
Professor, Vice-rector, Dunarea de Jos University of Galați, Galati, Romania

Željko VAŠKO
Professor, Vice Dean for Scientific Research and International Cooperation, University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

Ignacio DE LOS RIOS CARMENADO
Director, GESPLAN, Politechnic University of Madrid, Spain

Donatella PRIVITERA
Full Professor, University of Catania, Italy

Teodor SEDLARSKI
Professor, Sofia University St. Kliment Ohridski, Bulgaria

Mile VASIC
Dr., President, European Marketing and Management Association

Manole COJOCARU
Prof. Dr., Titu Maiorescu University

ONLINE PRESENTATIONS

26.08.2022, Session-1, Hall-4

Bucharest Local Time	Ankara Local Time
10 00 : 12 30	10 00 : 12 30

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Taner ÇARKIT Sümeyye ÇARKIT Fahri POLAT Melisa YILMAZ Mahmut KIZILKAYA	Kırklareli University Erciyes University Kırklareli University Kırklareli University Kırklareli University	SOLAR POWERED OFF-GRID ADAPTIVE MULTIFUNCTIONAL CHARGE CONTROL SYSTEM DESIGN FOR ELECTRIC VEHICLES IN INDIVIDUAL USE
Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK	Mardin Artuklu University	ENERGY QUALITY AND VOLTAGE NOTCHES IN ELECTRIC FACILITIES
Alper YARGIÇ Elif Tuğçe AÇIL	Bilecik Şeyh Edebali University Bilecik Şeyh Edebali University	PRIVACY-PRESERVING COLLABORATIVE FILTERING SYSTEM FOR BOOK-CROSSING DATASET
Res. Asst. Sinan KAPAN Prof. Dr. Ünal ÇAMDALI Prof. Dr. Nevin ÇELİK	Fırat University Ankara Yıldırım Beyazıt University Fırat University	MASS BALANCE OF AN ELECTRIC ARC FURNACE PRODUCING HIGH CARBON FERROCHROME
Hakan TUTUMLU Kaan YÜKRÜK Celal KISTAK	Firat University Firat University Firat University	PROTOTYPE DESIGN, MANUFACTURING AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF A SMART GREENHOUSE
Mehmet Turan Demirci	Selçuk University	INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIORS OF PINE CONE ASH ADDED EPOXY BIO-COMPOSITES
Dr. Murat ŞEN Dr. Osman YİĞİD Prof. Dr. Orhan ÇAKAR	Fırat University Fırat University Fırat University	DYNAMIC ANALYSIS OF A DUAL ROTOR SYSTEM
Dr. Murat ŞEN Prof. Dr. Orhan ÇAKAR	Fırat University Fırat University	MODEL REDUCTION AND DYNAMIC ANALYSIS OF A ROTOR SYSTEM
Dr. Hakan TUTUMLU Hamza COŞKUN Sinan KAPAN	Fırat University Fırat University Fırat University	OPTIMIZATION OF THE OPTIMUM LENGTH OF HEAT TRANSFER PIPES WITH ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHM
Prof. Dr. Tuğrul OKTAY Abdullah KOCAMER	Erciyes University Iskenderun Technical University	INNOVATIVE FLYING WING DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS

Burcu AYTEKİN Tuğçe KAYA Yahya KAYA Ali MARDANİ	EFFECT OF CEMENT FINENESS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION ON ADMIXTURE REQUIREMENTS AND COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR MIXTURE	206
Hatice Gizem ŞAHİN Öznur BİRİCİK	SELF-CLEANING CONCRETE	215
Burcu AYTEKİN Öznur BİRİCİK Ali MARDANİ	EFFECT OF LIMESTONE POWDER FINENESS AND SUBSTITUTION RATIO ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CEMENTITIOUS SYSTEMS	222
Öznur BİRİCİK Ali MARDANİ	NANOMATERIALS UTILIZATION EFFECT ON MODULUS OF ELASTICITY OF CEMENTITIOUS SYSTEMS	236
Zeynep TANRIVERDİ	THE IMPORTANCE OF PRESERVING OSMAN HAMDİ BEY'S ESKİHİSAR VINEYARD HOME IN GEBZE FOR FUTURE GENERATIONS	244
Taner ÇARKIT Sümeyye ÇARKIT Fahri POLAT Melisa YILMAZ Mahmut KIZILKAYA	SOLAR POWERED OFF-GRID ADAPTIVE MULTIFUNCTIONAL CHARGE CONTROL SYSTEM DESIGN FOR ELECTRIC VEHICLES IN INDIVIDUAL USE	265
Süleyman ADAK	ENERGY QUALITY AND VOLTAGE NOTCHES IN ELECTRIC FACILITIES	274
Alper YARGIÇ Elif Tuğçe AÇIL	PRIVACY-PRESERVING COLLABORATIVE FILTERING SYSTEM FOR BOOK-CROSSING DATASET	289
Sinan KAPAN Ünal ÇAMDALI Nevin ÇELİK	MASS BALANCE OF AN ELECTRIC ARC FURNACE PRODUCING HIGH CARBON FERROCHROME	296
Mehmet Turan DEMIRCI	INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIORS OF PINE CONE ASH ADDED EPOXY BIO-COMPOSITES	307
Murat ŞEN Orhan ÇAKAR Osman YİĞİD	MODEL REDUCTION AND DYNAMIC ANALYSIS OF A ROTOR SYSTEM	317
Abdullah KOCAMER Tuğrul OKTAY	INNOVATIVE FLYING WING DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS	330
Ezgi TOKDİL	CONTEMPORARY ART, FRAGMENTED AESTHETICS AND SOCIAL FRACTURES: SPACE ANALYSIS	338

ELEKTRİK TESİSLERİNDE ENERJİSİ KALİTESİ VE GERİLİM ÇENTİKLERİ

ENERGY QUALITY AND VOLTAGE NOTCHES IN ELECTRIC FACILITIES

Süleyman ADAK

Dr., Mardin Artuklu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü

Dr., Mardin Artuklu University, Vocational School, Department of Electricity and Energy

ORCID ID: 0000-0003-1436-2830

ÖZET

Güç sistemlerinde enerji kalitesinin önemi gün be gün gün artmaktadır. Gerilim düşümü, gerilim yükselmesi, gerilim dalgalanması, gerilim çökmesi, hatlarda dengesiz yüklenme ve harmonik bileşenler elektrik tesisatlarında enerji kalitesi ile ilgili karşılaşılan problemlerdir. Endüstriyel tesislerde kullanılan güç elektroniği devre elemanları elektrik tesislerinde bozucu etkilerin çoğalmasına neden olmaktadır. Elektrik tesislerinde güç kalitesi önemli bir faktördür. Düşük güç kalitesi güç sistemlerinde elektrik ekipmanlarının performansını etkilemekle birlikte enerji verimliliğini düşürmektedir. Elektrik tesislerinde güç kalitesini etkileyen en önemlisi harmonik bileşenlerdir. Üç fazlı dönüştürücülerde gerilim çentikleride güç kalitesini düşürür. Çentikler doğrultucu giriş geriliminde darbe sayısı kadar tekrar eden çökmelerdir. Transformator ve hat endüktansı anahtarlama aktarımını geciktirmesinden dolayı gerilim çentikleri oluşurlar. Bu çalışmada IEEE Std 519-1992 ve IEEE Std 1159-2009 standartlarına göre alınarak elektrik tesislerinde güç kalitesinin analizi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üç fazlı doğrultucular, Harmonik distorsiyon, Gerilim çentikler, IEEE Std 519-1992, Güç kalitesi

ABSTRACT

The importance of energy quality in power systems is increasing day by day. Voltage sag, voltage sweel, voltage fluctuation, voltage collapse, unbalanced load on lines and harmonics are the problems encountered in electrical installations related to energy quality. Power electronic circuit elements used in industrial facilities cause the increase of disruptive effects in electrical facilities. Poor power quality affects the performance of electrical equipment in power systems and reduces energy efficiency. Power quality is an important factor in electrical installations. Harmonic components are the most important affecting power quality in electrical installations. In three-phase converters, voltage notches also reduce power quality. Notches are repetitive collapses in the rectifier input voltage as the number of pulses. Voltage notches occur because the transformer and line inductance delay the switching transmission. In this study, the analysis of power quality in electrical installations was examined according to IEEE Std 519-1992 and IEEE Std 1159-2009 standards.

Keywords: Three-phase rectifiers, Harmonic distortion, Voltage notches, IEEE Std 519-1992, Power quality

1. GİRİŞ

Elektrik tesislerinde kalite kavram, sabit frekans, sabit genlik ve sinüzoidal formunda bir gerilim ve akımın var olmasıdır. Gerilim ile akımın dalga formunun sinüzoidalden uzaklaşması şebeke frekansının kabul edilen sınırlar dışına çıkmasıdır. Bu durum elektrik tesislerinde güç kalitesi problemleri veya güç kalitesinin bozulması seklinde ifade edilir [1-3]. Güç kalitesini değerlendirmek ve çözüm önerileri sunmak için kalite problemleri tanımlayan standartların bilinmesi gereyor.. IEEE, IEC, ANSI, CBEMA ve EPRI gibi kuruluşlar güç kalitesi sınır değerlerini tanımlayan ve farklı, farklı standartlar geliştirmişlerdir. Güç kalitesi çalışmalarında IEEE VE IEC standartları en çok tercih edilenlerdir. IEEE 1159 Standartına tanımladığı ve limit değerlerin aşağıda verildiği gibi sınıflandırılmıştır [2-4].

1.1 Geçici ve Hızlı Değişimler

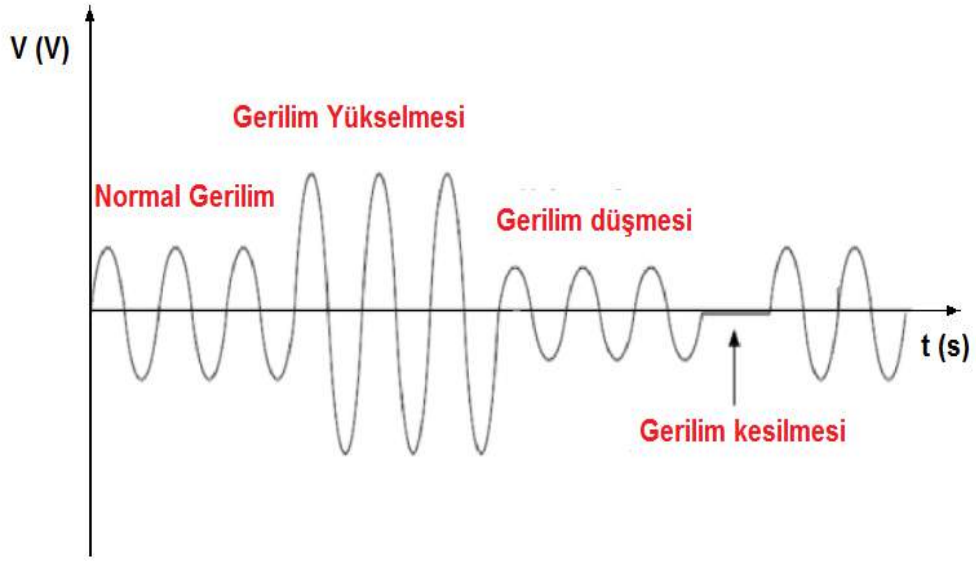
Bu değişimlerde gerilim veya akım darbesinin **s**üresi hem kısa vede tek yöndedir. Yıldırım ve endüktif yüklerin anahtarlanmasından kaynaklanır. Pozitif ve negatif yönlü olabilir. Gerilim veya akım salınım darbesi, süresi kısa olup çift yöndedir. Güç sisteminin güç faktörünü düzeltme, kondansatörlerinin anahtarlanması esnasında, transformatörlerin devreye alınıp çıkarılması ve ferrorezonan oluşum nedenlerindendir [5, 6]. Gerilim ve/veya akımda oluşur. Bu iki tipteki değişim anlık olarak oluşur ve tespit edilmeleri zordur. 1 msn'den daha kısa zaman diliminde sürerler ve ancak kayıt cihazları ile kaydedilme imkanları vardır. Güç sisteminin kilitlenmesine, sistemlerde veri kayıplarına ve motor hız kontrol ünitelerinin devre dışı kalmalarına sebeb olurlar. Elektrik ve elektroniksel cihazlara kalıcı zarar verirler [7].

1.2 Gerilim Değişimleri

Gerilim değişimleri ile ilgi kavramlar aşağıda verildiği gibidir.

- **Gerilim Düşümü**, 0.5 periyotta 1dk. ya kadar düşümü süren ve efektif gerilim düşümü geğeri nominal gerilim değerinin (%10- %90)'nı arasında olan olaydır. 220V'luk şenekelerde gerilim değerinin 10msn ile 1dk. süreyle 198V-22V arasında gerilim düşümü probleminin yaşandığı olaydır [8- 10]. Şbekeden yüksek yol alma akımı çeken asenkron motorların devreye girmesi, asansörler ve şebekede oluşan kısa devre arazalardır [9].
- **Gerilim Yükselmesi**, Bu olay gerilim düşümünün tersidir. 0.5 periyottan 1dk. ya kadar süren ve efektif gerilim yükselmesi nominal gerilim değerinin (%110-%180') ni arasında kalamasıdır [11-13]. Büyük üretim tesislerinde sıklıkla oluşurlar. Büyük güçlü yüklerin devreden çıkması, yanlış kademe seçimi ile şebekede oluşan arızalarıdır [12].

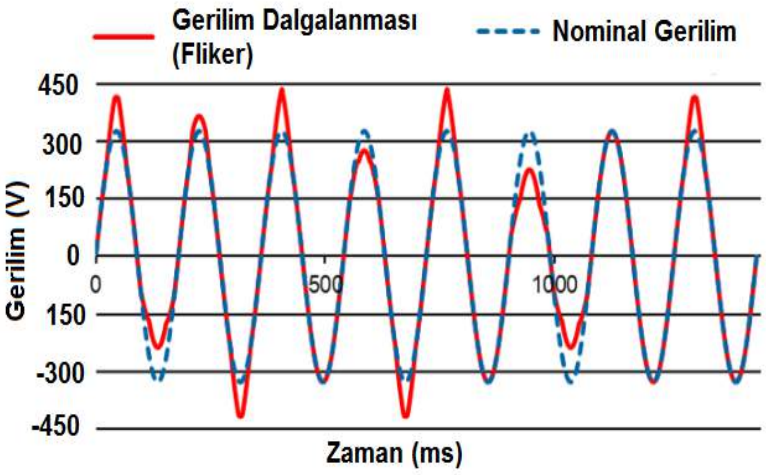
- **Elektrik Kesintisi**, gerilim değerinin 60sn'den kısa sürede nominal değerin %10'unun aşağısına düşmesi halidır [14- 16]. Geçici kesinti şeklinde tanımlanan bu olayın dışında 60sn. den daha uzun süren ve gerilim etkin değerinin 0V şeklindeki kesintiler uzun süreli kesintilerdir olarak adlandırılır[15- 17]. Bu kesintilerin esas nedenleri güç sistemi kesicilerin açması ve elektrik şebekesinde oluşan arızalarıdır.
- **Uzun Süren Yüksek Gerilimler İle Düşük Gerilimlerdir**. Gerilim düşümü ve yükselmesine nazaran bunlar daha fazla sürelidirler olup 1dk. dan uzundurlar. Şebekeye bağlı bilgisayar hafızalarında data kaybı, veri hatası, duyarlı cihazların devreden çıkışı veya bozulması olarak sayılabilir [18- 19]. Süre olarak saatlerce veya günlerce sürebilen düşük gerilimler olarak isimlendirilirler ve yetersiz kapasiteye sahip güç kaynaklarına olan aşırı elektrik enerjisi talebi bu istenmeyen olayların oluşum sebeplerindendir [20- 22].



Şekil 1. Elektrik tesislerinde **g**erilim değişimleri

1.3 Gerilim Dalgalanmaları

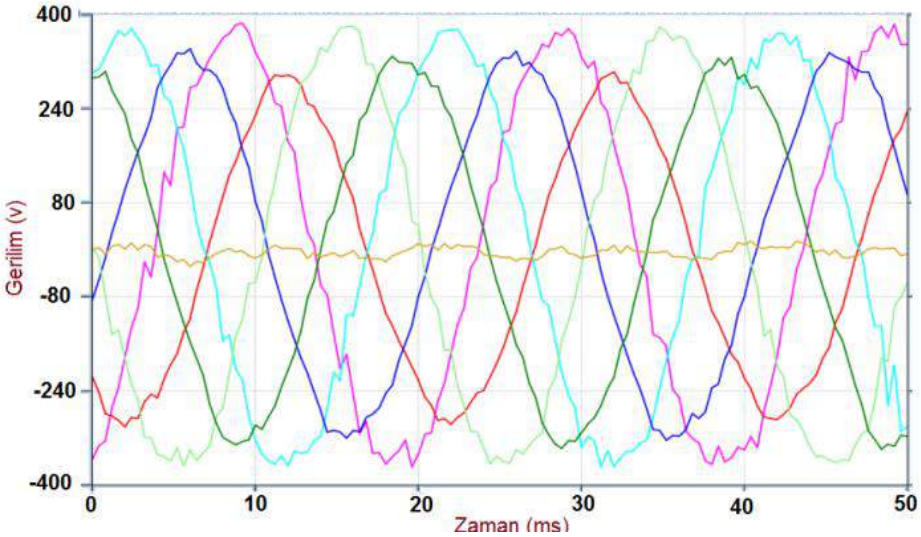
Efektif olarak gerilim değerinin 3-5Hz frekans aralığında ±%10 değişmesidir. Gerilim dalgalanmasına neden olan kaynak mevcut olduğu sürece gerilimin etkin değeri sürekli değişir [21- 23]. Düşük frekans değerlerinde değişim sürer. Elektrik tesislerinde gerilim dalgalanması güç elektroniği tabanlı dönüştürücüler, elektrikli ark fırınları ve doğrusal olmayan kaynak ve yüklerdir. Kesintisiz güç kaynakları, güç elektroniği tabanlı cihazlarda performans azalması oluşmaması için AC şebeke gerilimin değişim aralığı ±%5'te aşmaması gerekir [24, 25].



Şekil 2. Gerilim dalgalanması

1.4 Gerilim Dengesizliği

Üç faz sistemlerde genliklerinin birbirine eşit olmaması ve bir fazın gerilim degliğinin diğerine göre maksimum sapmada olması durumudur. Yaygın nedeni faz iletkenlerinin farklı yüklenmesidir [26, 27]. Farklı akımlar çeken yükler şebekede dengesiz yük akımlarının oluşmasına neden olurlar. Üç fazlı AC asenkron motorların dengesiz gerilimlerle beslenmesi moment dalgalanması ile ısınma problemleri oluşur. Gerilim dengesizliğinin nominal değerden olan sapması yüzde oarak verilir.

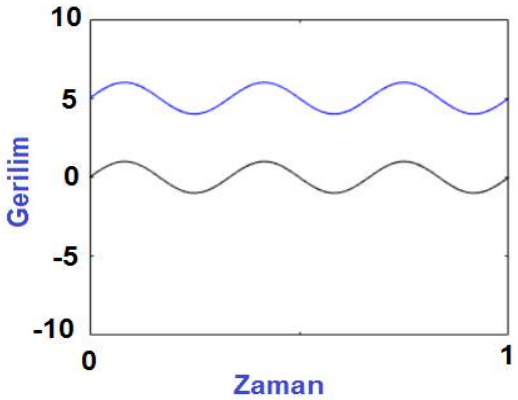


Şekil 3. Gerilim dengesizliği

1.5 DC Offset

DC gerilim veya DC akım bileşenin AC güç sisteminde bulunması durumudur. Dengesiz çalışmada çalışan dönüştürücüler veya yarım dalga doğrultucuların kullanılması sebebi ile DC offset oluşur. Bunun elektrik tasislerinde negatif bir etkisi olarak transformatörler doymaya gider.

Günümüzde güç elektroniği tabanlı çihazların kullanımı oldukça artmıştır. Güç elektroniği devre elemanlarının kullanılması sonucunda alternatif akım güç sistemlerinde DC bileşen oluşur. Alternatif akım güç sistemlerinde DC bileşimin varlığı harmonik bileşenlerin oluşmasına neden olur [28- 30], Harmonik bileşenler döner elektrik makinaları ile manyetik alan prensibine göre çalışan transformatörlerde verim kaybına neden olurlar. Alternatif akım güç sistemlerinde oluşan DC bileşen bağlantı elemanları ile topraklama elektrotlarında korozyonun oluşmasına neden olurlar.



Şekil 4. DC offset prensip şeması

1.6 Harmonikler

Güç sisteminde gerilim veya akım dalga formunun sinüsten uzaklaşması bozulması durumunda harmonik bileşenler oluşur. Harmonik bileşenler frekansının tam katları 100Hz, 150Hz, 200Hz, 250 Hz…, olabileceği gibi interharmonik 125Hz, 175Hz, 225Hz…., şeklinde de olabilirler. Temel bileşen dışındaki harmonik bileşenler elektrik tesislerinde güç kayıplarına, gerilim düşümlerine ve elektrik sisteminde verimin düşmesine neden olurlar.

Doğrusal olmayan yükler elektrik tesislerinde sinüzoidal akım ve gerilim dalga formunu bozarlar. Elektrik tesislerinde çok sayıda doğrusal olmayan yükün bulunması dikkate alındığında ek kayıp ile harmonik distorsiyonun yüksek değerlere çıkar. Doğrusal olmayan yüklerin etkinliğinin azaltılması enerjinin kalitesi açısından oldukça önemlidir [29- 31]. Elektrik tesislerinde harmonik bileşenlerin temel bileşene göre seviyesini belirlemede en önemli parametre toplam harmonik distorsiyonudur. Sinüs formundan uzaklaşmayı, bozulmayı bozulmanın miktarını belirtir. Hem gerilim, hem de akım dalga formu için verilebilir.

$$THD_V = \frac{1}{U_1}\left(\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2\right)^{1/2} \qquad (1)$$

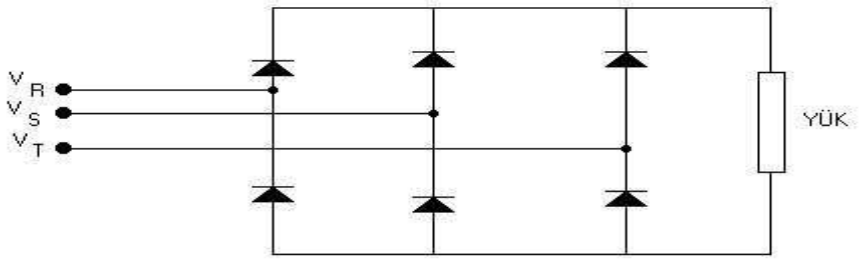
olarak verilir. Akım için,

$$THD_I = \frac{1}{I_1}\left(\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2\right)^{1/2} \qquad (2)$$

şeklinde formüle edilir. Bu parametrelerin değerleri ne kadar küçük olursa, arz edilen edilen enerji kalitesi o oranda yüksektir. Harmonik bileşenlerin bulunduğu güç sistemlerinde görünür güç,

$$S(kVA) = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} = \sqrt{kW^2 + kVAr^2 + kVAr_H^2} \quad (3)$$

olarak ifade edilir. Burada, P aktif güçü, Q reaktif güçü ve D distorsiyon gücünü göstermektedir. Elektrik enerjisinin yüksek kalitede olmasını gerekir. Elektrik tesislerinde cihazların normal çalışması esnasında, harmonik bileşenleri üreten ve besleme geriliminde çeşitli düzensizliklere neden olabilen nonlineer yüklerin analizi mutlak surette gereklidir. Doğrultucular alternatif gerilimi doğru gerilime çeviren güç elektroniği tabanlı cihazlardır. .İdeal bir diyot akımın yalnızca bir yönde geçirir. Giriş geriliminin yön değiştirmesi ile diyot akım geçirmez. Harmonik bileşenleri bastırmada üç fazlı alternatif gerilimden beslenen 6 darbeli köprü doğrultucu oldukça etkindir.

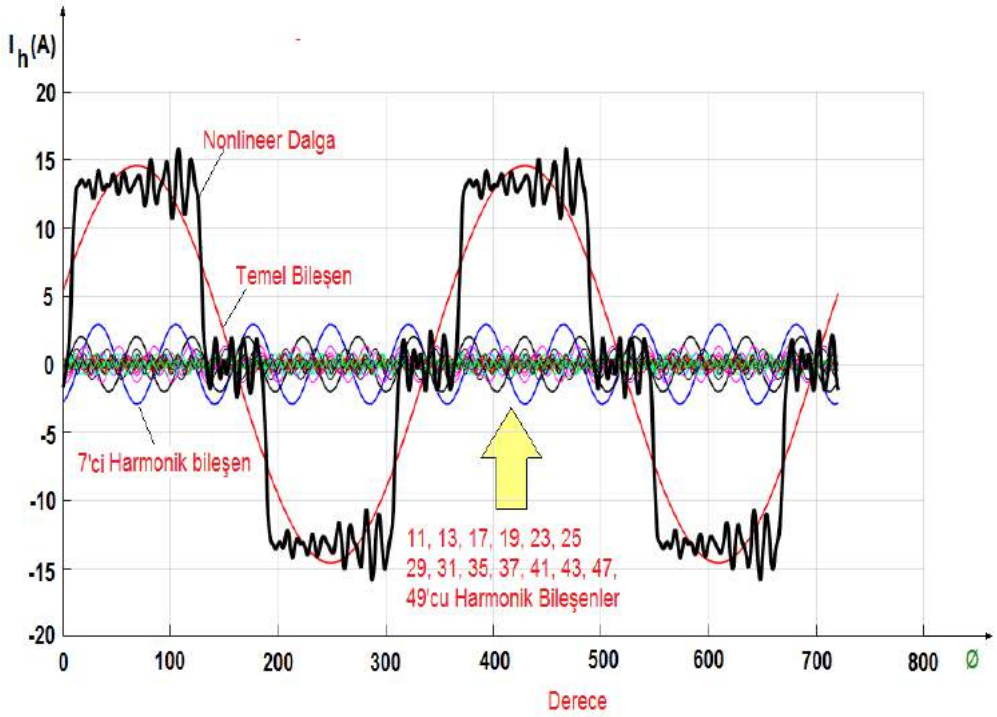


Şekil 5. Altı darbeli kontrolsüz doğrultucu

Faz sayısı arttırılarak daha fazla iyeleştirme istendiği zaman özel bir transformatörün kullanılması gerekir. Doğrultucuların ürettiği harmonik bileşenler mertebeleri,

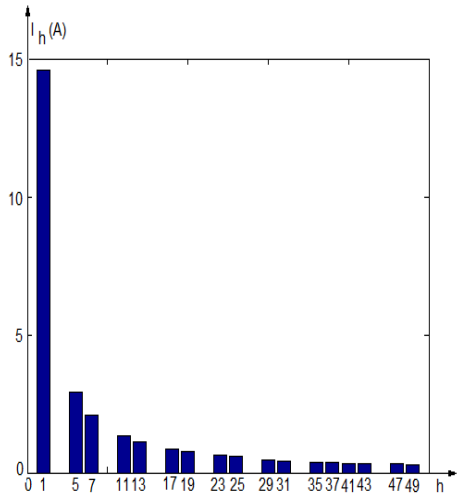
$$n = k.p \pm 1 \quad (4)$$

formülünden bulunur. Burada, p darbe sayısını, k, her hangi bir tam sayıyı, n harmonik derecesini göstermektedir. Üç darbeli doğrultucuda üç ve üçün katı harmonikler hariç tüm tek mertebeli harmonik bileşenleri üretirler. Altı darbeli bir doğrultucuda, 5., 7., 13., 17., 19., 23., 25., harmonik bileşenleri üretir. Oniki darbeli doğrultucu 11., 13., 23., 25., 35., 37., harmonik bileşenleri üretir. Genellikle, endüstriyel tesislerde altı darbeli doğrultucular yoğun olarak kullanılır. 1 MVA' tan daha büyük güçlerde 12 darbeli doğrultucular kullanılır. Görüleceği gibi,darbe sayısı artarken harmonik akımlarının genliği daha da küçüldüğü için, herhangi bir harmonik akımının genliği harmonik bileşenlerin derecesi ile ters orantılıdır. Doğrusal olmayan yükler düşük güçlü değerinde olsalar bile elektrik tesislerindeki akım ve gerilim dalga sinüzoidal dalga formunu bozarlar.



Şekil 6. Üç fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucu giriş akımı ve harmonik bileşenleri

Elektrik tesislerinde çok sayıda nonlineer yük bulunduğundan bunların tolam harmonik distirsiyonu değerlerinin artması kaçınılmazdır. Nonlineer yüklerin etkinliğinin azaltılması, elektrik enerjisisinin kalitesi oldukça önemlidir.

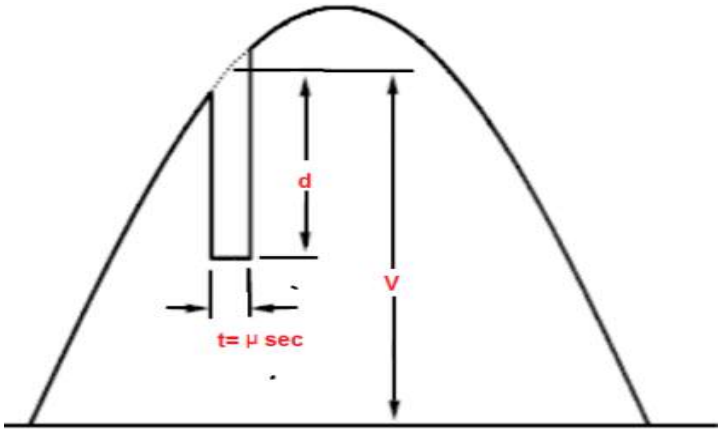


Şekil 7. Üç fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucu giriş akımı harmonik bileşenleri

Güç sistemlerinde enerji kalitesini yükseltmek mutlak surette gereklidir. Kaliteyi yükseltmek için düşük güç faktörünü kompanzasyon tesisleri yaparak kullanılarak yükseltilir. Harmonik bileşenlerin bulunduğu güç sistemlerinde pasif veya aktif harmonik filtreler kullanılarak harmonik distorsiyonu azaltılır. Gerilim değerini nominal değerlerde sabitlemek için regülatörler kullanılır.

2. GÜÇ SİSTEMLERİNDE ÇENTİKLERİNİN ANALİZİ

Çentikler gerilim dalga formunda gözlenen periyodik kısa süreli gerilim düşümlerdir. DC ve AC motor sürücülerinde, kesintisiz Güç Kaynaklarında çeviriçi doğrultucu devrelerde akım komütasyonu sonucunda oluşurlar. Çeviricilerde darbe sayısı kadar çentik oluşur. Çentiklerinin süre ve derinliklerinin artması artması sonucunda besledikleri yüklerde problemler oluşur.



Şekil 8. Yarım peryot sinüs dalgasında oluşan çentik

Şekil 8'de t, mikro saniye olarak çentikin devam süresini, d volt olarak çentiğin genliği göstermektedir. V çentiğin başlama ile bitişin ortalaması ile sıfır gerilim nokları arasındaki değerdir. Çentik derinliği,

$$\%Çentik\ derinliği = \frac{d}{V} * 100 \qquad (5)$$

formülü ile bulunur. Burada, t süresi çentiğin başlangıcı ve bitişi arasında geçen süredir (µs) Çentik bölgesinin alanı, genliği ile süresinin çarpılması ile bulunur.

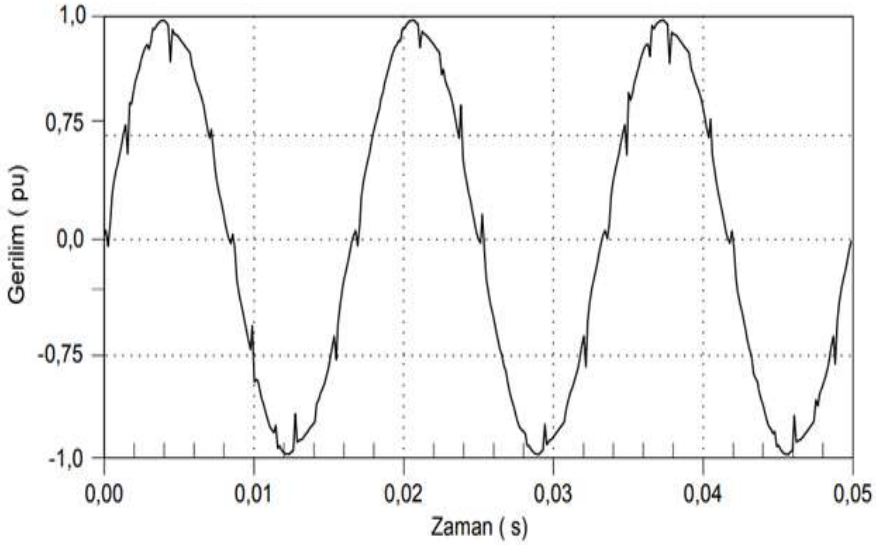
$$A_n = t * d\ (\mu \sec * volt) \qquad (6)$$

Formülü ile bulunur. Burada alan hesabı kare olarak kabul edilip hesaplanmaktadır. Uygulamalarda devrenin kapasitif veya endüktif karekterde olmasından etkilenirler. Bundan dolayı oluşan çentiğin formu üçgen veya yamuk şeklindedir. Çentik alan hesabına ileveten toplam harmonik distorsiyonunun hesaplanması gerekir. THD çentik parametreleri cinsinden formülü,

$$THD_{\max} = 0.074 \frac{A_n}{\rho} \% \qquad (7)$$

Burada, ρ devredeki toplam endüktansın ortak sistem endüktansına oranıdır. AC-DC dönüştürücülerde komutasyon nedeni ile oluşan faz-faz kısa devresinin sonucu periyodik olarak oluşan transientlerdir. Bu bozulma gerilim dalga şeklinin harmonik spektrumu tarafından da karakterize edilir. Ani anahtarlamalardan oluşan keskin kenarlar yüksek frekans salınımları içerirler enerji kalitesini etkiler.

Elektrik tesislerinde gerilimde bir periyodunda doğrultucu darbe sayısı kadar çentik veya çökeler oluşur. Gerilim sinüs formundaki bozulmalardır. Çentiğin etkisi ile oluşan frekans bileşenleri çok yüksek olabilirler. Çentikler, akımın bir fazdan diğerine geçişte meydana gelirler. Iki faz arasında anlık bir kısa devreye neden olurlar.

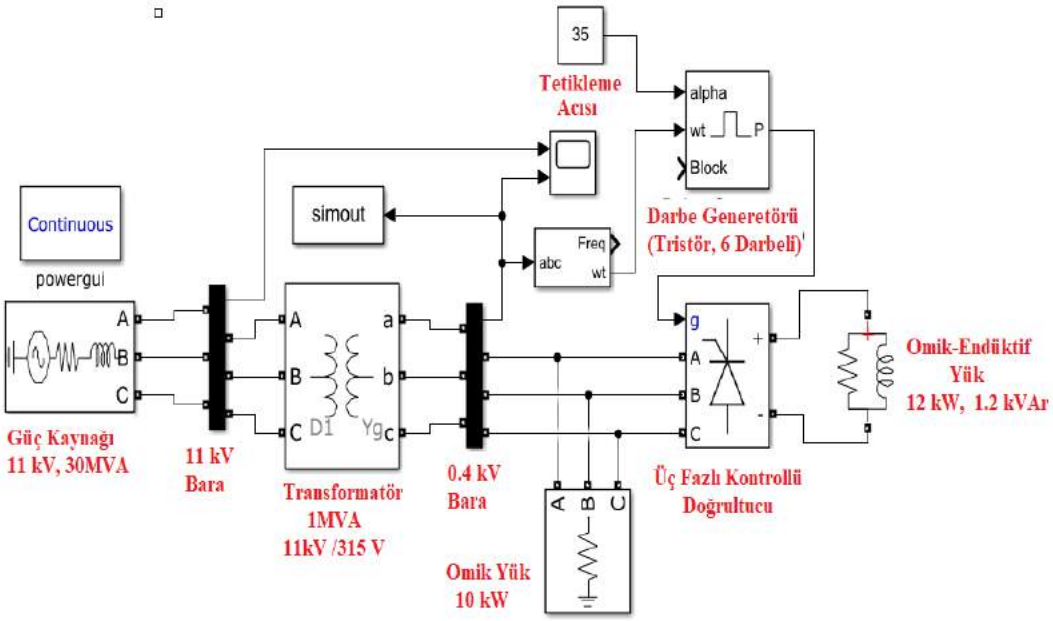


Şekil 9. Üç fazlı doğrultucuda oluşan gerilim çentikleri

Çentikler, AC-DC doğrultucularda dönüştürmede oluşan faz-faz kısa devreleri sonucunda her periyotta oluşan geçici durumlardır. Altı darbeli bir doğrultucu her periyotta altı adet gerilim çentiği bulunur. Gerilim çentiklerinde çentiğin oluşum süresi ve derinliğinin artması sonucunda kaynağın beslediği yüklerde problemler oluşur.

3. ÜÇ FAZLI TAM DALGA KONTROLLÜ DOĞRULTUCU GİRİŞ AKIMI ANALİZİ

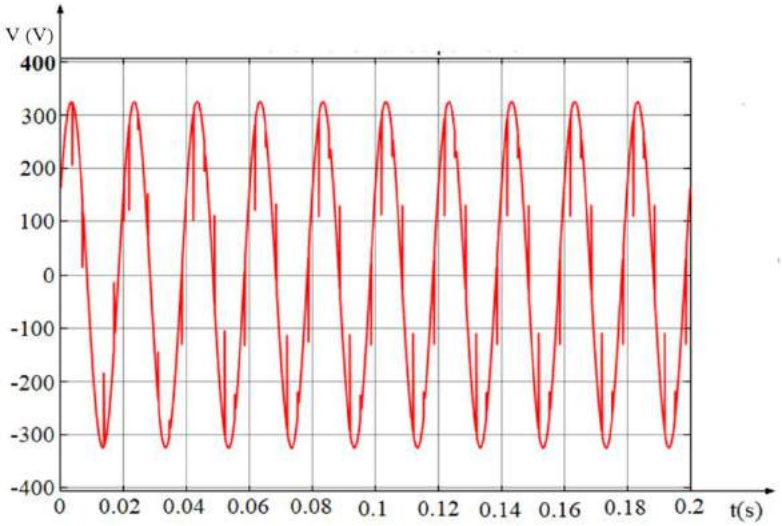
Elektrik tesislerinde sabit gerilim değerine yerine ayarlanabilir bir gerilim isteniyorsa bu durumda diyotlu doğrultucular kullanılmaz. Bu tip dönüştürücülerde diyotların yerine kontrol edilebilen güç elektroniği devre elemanı olan tristörler kullanılır. Tristörlerde çıkış gerilimi tetikleme acısı değiştirilerek kontrol edilebilir.



Şekil 10. Üç fazlı tam dalga kontrollü doğrultucu

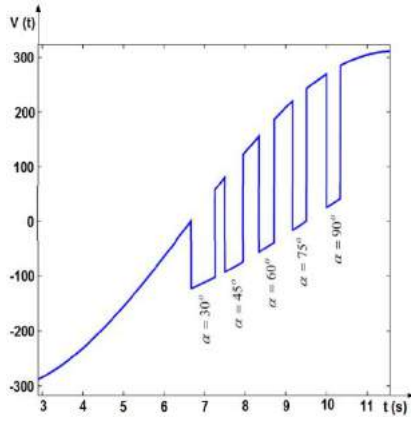
Tristörler kapı terminallerine bir akım darbesi uygulanarak iletime sokulurlar. Kapı üzerindeki gerilimin negatifken ve akım belirli bir değerin altına düşerse kesime girer. Tristörlü doğrultucular basit, verimli ve ucuz oldukları için endüstriyel uygulamalarda kullanılırlar. Uygulama yerleri olarak sürücü sistemlerinde geniş bir aralıkta kullanılırlar. Tristörlü doğrultucular tek faz, üç faz ile yarım ve tam dalga doğrultucu olarak sınıflandırılırlar.

Üç fazlı kontrollü veya kontrolsüz doğrultucuların neden olduğu gerilim dalga formundaki bozulmadır. R, S, T, fazlar üzerindeki anahtarlama elemanlarının faz aktarımı sırasında bir kısım anahtarlama elemanları iletime geçerken diğer anahtarlama elemanları kesime girmesi sonucunda komütasyon oluşur. Komütasyon sırasında güç elektroniği devre elemanları aynı anda kesime ve iletime geçemediklerinden anlık kısa devre oluşur. Sonuc olarak faz gerilimlerinde kısa süreli bir çökmeler oluşur.



Şekil 11. Üç fazlı tan dalga kontrollü doğrultucu gerilim çentikleri

Güç sistemlerinde geriliminin bir tam dalgasında doğrultucu darbe sayısı kadar çentikler oluşur ve bunlar çökmelere neden olur. Çeviricilerin beslendiği transformatör ve hat endüktansının anhtarlama elemanlarının anahtarlama aktarımını geciktirmesidir. Üç faz tam dalga kontrollü doğrultucular endüstride kullanım alanı oldukça yaygındır. Yarım dalga doğrultuculara nazaran daha da yüksek ortalama gerilim sağlarlar. Tetikleme acısı fazlar arası gerilimin sıfır olduğu noktalar referans alınarak her 60 derecede bir tekrarlanır. Bu durumda tristörler 120 derece iletimde kalırlar. Elektrik tesislerinde verimliliği sağlamak ve oluşan gerilim düşümlerine karşı güç elektroniği tabanlı duyarlı ve hızlı cevap verme yeteneğindeki cihazların kullanılması teşvik edilmelidir.



Şekil 12. Tetikleme acısına bağlı çentiklerin değişimi

Tristörlerin tetikleme açısı 60 dereceden büyük olduğunda omik yüklerde akım süreksiz olur. Bir sonraki fazın tristörü tetiklene kadar yükten akım geçmez. Yükün indüktif olması durumunda R-L zaman sabiti ve de tetikleme açısının büyüklüğüne göre değişir. Tetikleme açısı çok büyük değilse akımın değeri sıfıra düşmez. Tetikleme açısı büyük buna karşılık indüktans yeterince büyük değilse akım yine de sıfıra düşer ve süreksiz bir hal oluşur.Geriliminin dalga formunda oluşan çentik şeklindeki bir bozulmanın devam süresi sinyal oluşumu ve kalitesini o oranda etkiler.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elektrik tesislerinde elektrik enerji kalitesi ile ilişkili kavram ve tanımlar hakkında bilgi verilmiştir. Güç sisteminde enerji kalitesi ile ilgili problemler üzerinde durulmuştur. Dönüştürüçülrde oluşan gerilim çentikleri konusunun analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda aşağıdaki tavsiye ve önerilerde bulunulmuştur.

- Elektrik güç kalitesi problemleri, elektrik şebekesine bağlı ekipmanlarının arızalanması veya arızalı çalışmasına neden olan gerilim, akımın sinüs olan dalga formlarının bozulması gerilim yükselmesi, düşmesi veya enerjide kesinti olması ile frekans değişimlerinden kaynaklanan problemler olarak tanımlanır.
- Elektrik tesislerinde düşük enerji kalitesinin en sık karşılaşıları doğal afetlerden, yıldırımlar, güç iletiminin kesintiye uğramasıdır. Elektrik tesislerinde bakım ve onarım esnasında elektrik tesislerinin devre dışı bırakılması ile yeniden devreye alınması esnasında güç kalite problemleri yaşanır. Kısa süreli gerilim düşümleri güç sistemlerinde cihazların arızalanmasında önemli etkenlerden biridirler. Enerji sistemlerinde oluşacak kısa süreli gerilim düşümlerine karşı güç elektroniği tabanlı koruyucular kullanılmalıdır.
- Güç sistemlerinde kullanılan güç elektroniği tabanlı nonlineer karekteristikli cihazlar ile nonsinüsoidal kaynaklar elektrik enerjisini bozarlar. Sinüs dalga formunda olan gerilim dalga formunun bozulması harmonik bileşenlerin oluşmasına neden olur buda enerji kalitesini negatif bir şekilde etkiler.
- Frekansın anma değerinden sapması elektrik şebekesi ve generatörlerin ayar düzeneklerinin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Frekans değerindeki değişimler enerji kalitesini üzerinde bozucu bir etkiye sahiptir.
- Kalitesi düşük bir elektrik şebekesinde kabloların ile transformatörler aşırı ısınır, kondansatörler delinir, koruma elemanları hatalı çalışır, izolasyon hasar görür, şebekeye bağlı cihazların devre dışı kalır veya arızalanır ve haberleşme sistemlerinde gürültü oluşmasına neden olurlar. Düşük kaliteli bir şebekeden endüstriyel, ticari ve meskenlerde teknik ve ekonomik kayıplara gözükür. Elektrik tesislerinde enerji kalitesinin iyileştirilmesi kalitesizliğe neden olan sorunların azaltılması veya tamamen yok edilmesi gerekir. Düşük kaliteli şebekede kalite problemlerinin çözümü için farklı, farkli çözüm yöntemleri mevcuttur.
- Harmonik bileşenler ile reaktif güçten kaynaklanan enerji kalitesi problemlerinin çözümü için pasif filtreler ile güç aktif kompanzasyon yöntemleri bulunmaktadır. Pasif filtreler, harmonik bileşenlerin eliminasyonu için maliyeti düşük bir çözümdür. Ancak değişik genlikteki harmonik bileşenleri filtreleme performansları zayıftır olup güç sistemi ile rezonans oluşturma riski vardır. Statik VAR kompanzastörü (SVC), statik kompanzatör (STATCOM) ile aktif filtreler (APF) enerji kalitesini yükseltmekte büyük sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bu güç elektroniği tabanlı cihazların seçiminde güç kalitesine çözüm geleceği güç sisteminin ihtiyaç duyduğu kompanzasyon gücüde temin edilir.

KAYNAKLAR

[1] A. Qazi *et al*., "Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions," in *IEEE Access*, 7, 63837-63851, 2019.

[2] R. S. R. Chilipi, N. Al Sayari, K. H. Al Hosani and A. R. Beig, Adaptive Notch Filter-Based Multipurpose Control Scheme for Grid-Interfaced Three-Phase Four-Wire DG Inverter, in *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53 (4) , 4015-4027, 2017, doi: 10.1109/TIA.2017.2676098.

[3] C.Kocatepe, M.Uzunoğlu, R.Yumurtacı, A.Karakaş, O.Arıkan, Elektrik Tesislerinde Harmonikler, İstanbul: Birsen Yayınevi, 2003.

[4] R.C.Dugan, M.F. McGranaghan, S. Santoso, H.W. Beaty Electrical Power Systems Quality, Second Edition, McGraw-Hill, 2004.

[5] R. H. G. Tan and V. K. Ramachandaramurthy, "Voltage Sag Acceptability Assessment Using Multiple Magnitude-Duration Function," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, 27 (4) , 1984-1990, 2012, doi: 10.1109/TPWRD.2012.2197423.

[6] O.F. Kececioglu, H., Acikgoz, & M., Sekkeli, Advanced configuration of hybrid passive filter for reactive power and harmonic compensation. *SpringerPlus*, 5, 1228 2016. https://doi.org/10.1186/s40064-016-2917-7

[7] IEEE519-2014 Standardı, IEEE Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems.

[8] S. Adak, H. Cangi, and A. S. Yılmaz, Doğrusal Olmayan Yüklerde Güç Faktörünün Düzeltilmesi ve Harmonik Bileşenlerin Süzülmesi, *Fen Bilimleri Dergisi, Part C :Tasarım ve Teknoloji,* 7(1), 153–164, 2019. DOI:https://dx.doi.org/10.29109/gujsc.454079

[9] İ. N. Bertizlioğlu Dökme Yük Gemilerinde Güç Kalitesi Problemlerinin Simulink İle Modellenmesi, *İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, 2021.

[10] P. M. Curtis , Maintaining Mission Critical Systems in a 24/7 Environment 2nd Edition, Wiley-IEEE Press; Third edition, 2021

[11] U. Arifoğlu, Güç sistemlerinin bilgisayar destekli analizi (problem çözümlü). Alfa. 2002

[12] H.G. Rodney, V.K. Tan, Ramachandaramurthy, Numerical Model Framework of Power Quality Events, *European Journal of Scientific Research*, 43 (1), 30-47, 2012, http://www.eurojournals.com/ejsr.htm

[13] N. A. Rufa'I, L. Zhang and B. Chong, "Comparison of PI and PR Controllers with Adaptive Notch Filter for LCL Filtered Grid-Tie Converters under Weak Grid," *2019 IEEE PES/IAS PowerAfrica*, 650-655, 2019, doi: 10.1109/PowerAfrica.2019.8928912.

[14] M. Uyar, Güç Kalitesindeki Bozulma Türlerinin Akıllı Örüntü Tanıma Yaklaşımları İle Belirlenmesi, Doktora Tezi Elektrik-*Fırat Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ, 2008.*

[15]A.İnan, S , Köroğlu, E , İzgi Dengeli Elektrik Enerji Sistemi Verilerini Kullanarak Dengesiz Sistem Kayıplarının Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11 (1) , 47-52, 2005.

[16]K. Erhan, Ö. Usta, K. Yumak, Akim Borbuev Gerilim Çentiği Tesbiti İçin Yeni Bir Algoritma Tasarımı, November 2012, *Conference: ELECO 2012* https://www.researchgate.net/publication/272423586

[17]N. Mohan, T.M. Undeland. Power electronics: converters, applications, and design. John Wiley & Sons.2007.

[18] M. M. Zadeh. Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistemlerde Güç Kalitesinin Deneysel Analizi Ve Değerlendirilmesi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, 2018.

[19]C.N. Bhende, Kalam,A. Malla, S.G. Mitigation of power quality problems in grid-interactive distributed generation system, *International Journal of Emerging Electric Power*, 17(2), 165-172 ,2016

[20]V. Bolat, S.Bogosyan, M. Gokasan, Comparison of Fuzzy Logic Based DC Voltage Control Strategies for a Three Phase Paralel Active Filters, Autosoft, *Intelligent Automation and Soft Computing*, 11(1), 1-16, 2005.

[21] R. Abdollahi, A simple harmonic reduction method in 20-pulse AC-DC converter. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 28(1), 1-18, 2019.

[22]Barros, J., Apraiz, M., Diego, R. I. Voltage Notch Detection And Analysis Using Wavelets. VECIMS 2008 – *IEEE International Conference On Virtual Environments, Human-Computer Interfaces And Measurement Systems*, 151-155, 2008.

[23]R. Kumar, B. Singh and D. T. Shahani, Symmetrical Components-Based Modified Technique for Power-Quality Disturbances Detection and Classification, in *IEEE Transactions on Industry Applications*, 52 (4), 3443-3450, 2016, doi: 10.1109/TIA.2016.2536665.

[24]J. Barros, R. I. Diego and M. de Apraiz, Applications of Wavelet Transform for Analysis of Harmonic Distortion in Power Systems: A Review, in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 61 (10), 2604-2611, 2012, doi: 10.1109/TIM.2012.2199194.

[25]M. Büyük, A. Tan, & M. Tümay, Improved adaptive notch filter-based active damping method for shunt active power filter with LCL-filter. *Electrcal Engineering*, 100, 2037–2049 ,2018, https://doi.org/10.1007/s00202-018-0685-9

[26]S. Rüstemli, E. Okuducu, M. N. Almali, and S. B. Efe, Reducing the effects of harmonics on the electrical power systems with passive filters, *Bitlis Eren Univ J Sci & Technol* , 5 (1), 1 - 10, 2015, DOI: 10.17678/beujst.57339

[27]L. Tang, M. McGranaghan, R. Ferraro, and B. Hunt, Voltage notching interaction caused by large adjustable speed drives on distribution systems with low short circuit capacities, in *IEEE Transactions on Power Delivery*, 11(39), 1444-1453, July 1996, doi: 10.1109/61.517503.

[28]C. Haydaroğlu, & B. Gümüş, Investigation of the effect of short term environmental contamination on energy production in photovoltaic panels: Dicle University solar power plant example. Applied Solar Energy, 53, 31-34, 2017.

[29]S. Adak, Harmonics Mitigation of Stand-Alone Photovoltaic System Using LC Passive Filter, Journal of Electrical Engineering & Technology, (2021), https://doi.org/10.1007/s42835-021- 00777-7.

[30]Motahhir, S., El Hammoumi, A., El Ghzizal, A., Photovoltaic system with quantitative comparative between an improved MPPT and existing INC and P&O methods under fast varying of solar irradiation. E*nergy Rep*, 5, 341–350, 2019.

[31]Adak, S., · Cangi, H., ·Eid, B., Yilmaz, A.S., Developed analytical expression for current harmonic distortion of the PV system's inverter in relation to the solar irradiance and temperature, Electrical Engineering, 103, 697–704, 2021, https://doi.org/10.1007/s00202-020-01110-7