

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**IGBT DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARININ 6 PULSE VE 12
PULSE DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARIYLA MUKAYESESİ
VE ÜSTÜNLÜKLERİNİN ANALİZİ**

İLHAMİ CENAB KELEŞOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ASIM KASAPOĞLU**

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**IGBT DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARININ 6 PULSE VE 12 PULSE
DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARIYLA MUKAYESESİ VE
ÜSTÜNLÜKLERİNİN ANALİZİ**

İlhami Cenab KELEŞOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 28.05.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Asım KASAPOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Asım KASAPOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Yaşar BİRBİR

Marmara Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. M. Salih TACİ

Yıldız Teknik Üniversitesi



ÖNSÖZ

Elektrik enerji kalitesinin ve kesintisiz enerjinin büyük bir önem kazandığı günümüzde, sistemlere kesintisiz enerji aktaran ürünlere olan gereksinim oldukça artmıştır. Bu ürünlerin başında Kesintisiz Güç Kaynakları gelmektedir. Bu çalışmada Kesintisiz Güç Kaynakları ele alınmış ve kesintisiz güç kaynaklarında kullanılan doğrultucu tipleri incelenmiş ve özellikle son yıllarda kullanılan IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının 6 darbeli ve 12 darbeli kesintisiz güç kaynaklarına göre üstünlükleri irdelenmiştir.

Çalışmam sırasında yakın desteğini esirgemeyen ve beni yönlendiren hocam Sayın Prof. Dr Asım KASAPOĞLU'na, çalışmam sırasında bana destek olan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Nisan, 2012

İlhami Cenab KELEŞOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
GÜÇ KALİTESİ	4
2.1 Güç Sorunları.....	4
2.1.1 Elektrik Kesintileri (Blackout).....	5
2.1.2 Mikro Kesintiler	6
2.1.3 Ani Gerilim Yükselmeleri (Spike)	6
2.1.4 Aşırı Gerilimler (Surge)	7
2.1.5 Gerilim Düşmeleri (Sag).....	7
2.1.6 Gerilim Çöküntüleri (Brownout).....	9
2.1.7 Harmonikler	9
2.1.8 Elektriksel Gürültü	10
2.1.9 Frekans Sapmaları	10

2.1.10	Yıldırımlar.....	10
2.1.11	Darbeler ve Geçişler	10
2.2	Güç Sorunlarının Çözümleri	11
2.2.1	Dahili Koruma	11
2.2.2	Merkezi Koruma (Filtreler, İzolasyon Transformatörleri, Gerilim Regülatörleri	12
2.2.2.1	Filtreler	12
2.2.2.2	İzolasyon Transformatörleri.....	12
2.3.2.3	Gerilim Düzenleyicileri (Gerilim Regülatörleri) ve Şebeke Koşulları	13

BÖLÜM 3

KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI.....	14
3.1 Neden KGK ?	14
3.2 KGK Teknolojileri.....	16
3.2.1 Dinamik KGK	17
3.2.2 Statik KGK	18
3.2.3 Statik KGK Tipleri	20
3.2.3.1 Pasif Beklemeli (Offline) KGK	20
3.2.3.2 Şebeke Etkileşimli (Line Interactive) KGK.....	21
3.2.3.3 Çift Dönüştümlü (Online) KGK Sistemleri	22
3.2.4 Statik KGK'ların Yapısı	25
3.2.4.1 Doğrultucu.....	25
3.2.4.2 İnverter.....	25
3.2.4.3 Statik Bypass	26
3.2.4.4 Mekanik Bypass.....	26
3.2.4.5 Akü Grubu	26
3.2.5 Online KGK Çalışma Modları.....	27
3.2.5.1 Normal Çalışma (Şebekeden Çalışma)	27
3.2.5.2 Aküden Çalışma.....	27
3.2.5.3 Bypassstan Çalışma.....	28
3.2.5.4 Manual Bypassstan (Bakım Bypassından) Çalışma	29
3.2.6 Paralel KGK Çalışma Şekilleri	30
3.2.6.1 Yedekte Beklemeli Paralel Bağlantı.....	30
3.2.6.2 Yedeklemeli Paralel Bağlantı.....	31
3.2.6.3 Ortak Bypasslı Yedeklemeli Paralel Bağlantı.....	32
3.2.6.4 Güç Artırımına Yönelik Paralel Bağlantı	33
3.3 KGK Standartları.....	34
3.3.1 CE İşareti	34
3.3.2 Standartlar	35
3.3.3 Kalite	36
3.3.4 Ekolojik Çevresel Ortam	36
3.4 KGK Parametreleri	37
3.4.1 Güç.....	38
3.4.1.1 Görünür Gücün Belirlenmesi	39
3.4.2 Güç Faktörü	40
3.4.3 Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD).....	41

3.4.4	Toparlanma Süresi	42
3.4.5	Tepe (Crest) Faktörü	43
3.4.6	Verim	43
3.4.7	MTTR (Mean Time To Repair – Arızayı Giderme Ortalama Süresi) ...	44
3.4.8	MTBF (Mean Time Between Failure – İki Arıza Arasındaki Ortalama Süre.....	45
3.4.8.1	Temel KGK için MTBF Süresinin Hesabı	45
3.4.8.2	Paralel KGK Sistemi için MTBF Süresinin Hesabı.....	47
3.4.9	Koruma Sınıfı.....	49
3.4.10	Ses Seviyesi	51
3.5	KGK Jeneratör Ortak Çalışması	51
3.6	Aküler	55
3.6.1	Akü Çeşitleri.....	55
3.6.2	Akü Ömrünü Etkileyen Faktörler	51
BÖLÜM 4		
KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARINDA KULLANILAN DOĞRULTUCULAR.....		58
4.1	KGK’larda Kullanılan Doğrultucu Tipleri.....	58
4.1.1	Yarım Dalga Doğrultucu	58
4.1.2	Tam Dalga Doğrultucu	61
4.1.2.1	Tek Fazlı Tam Dalga Doğrultucu	61
4.1.2.2	Üç Fazlı Tam Dalga Doğrultucu	62
4.1.2.3	6 Darbeli Doğrultucular	64
4.1.2.4	12 Darbeli Doğrultucular	65
4.1.2.5	6 Darbeli ve 12 Darbeli Doğrultucularda Harmonikler	68
4.1.2.6	IGBT Doğrultucular	70
4.1.2.7	IGBT Doğrultuculu KGK’nın, 6 Darbeli ve 12 Darbeli Doğrultuculu KGK’lara Göre Üstünlükleri.....	74
BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER		77
KAYNAKLAR.....		79
ÖZGEÇMİŞ.....		80

SİMGE LİSTESİ

A	Amper
Db	Desibel
Hz	Hertz
H _n	Harmonik numarası
I	Akım
k	Sabit katsayı
kA	Kiloamper
kV	Kilovolt
kVA	Kilo volt amper
ms	Milisaniye
n	Harmonik numarası
P	Aktif güç
p	Doğrultucu darbe sayısı
Q	Reaktif güç
S	Görünür güç
U	Faz gerilimi
u ₁	R Fazı gerilimi
u ₂	T Fazı gerilimi
u _d	Doğrultucu çıkış gerilimi
V	Volt
W	Watt
φ	Gerilim ile akım bileşenleri arasındaki faz farkı
°C	Santigrad derece

KISALTMA LİSTESİ

A.B.D	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Alternating Current (Alternatif Akım)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
DSP	Digital Signal Processor (Sayısal İşaret İşlemci)
EEC	European Electric Community (Avrupa Elektronik Komisyonu)
EMC	Electro Magnetic Compatibility (Elektro Manyetik Uygunluk)
EMI	Electro Magnetic Interference (Elektro Manyetik Girişim)
EN	European Norm (Avrupa Normu)
FAT	File Allocation Table (Dosya Yerleşim Tablosu)
IEC	International Electric Community (Uluslararası Elektronik Komisyonu)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor (Kapı Tarafı Yalıtılmış Bipolar Transistör)
IP	International Protection (Uluslararası Koruma)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlaştırma Organizasyonu)
LCD	Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
LV	Low Voltage (Düşük Gerilim)
MTBF	Mean Time Between Failure (İki Arıza Arasındaki Ortalama Süre)
MTTR	Mean Time To Repair (Arızayı Giderme Ortalama Süresi)
PC	Personel Computer (Kişisel Bilgisayar)
PFC	Power Factor Correction (Güç Faktörü Düzeltme)
PLC	Programmable Logic Circuits (Programlanabilir Sayısal Devreler)
PWM	Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu)
RAM	Random Access Memory (Serbest Giriş Hafızası)
RFI	Radio Frequency Interference (Radyo Frekans Girişimi)
THD	Total Harmonic Distortion (Toplam Harmonik Distorsiyonu)
THDU	Total Harmonic Distorsion for Voltage (Gerilim Toplam Harmonik Distorsiyonu)
UPS	Uninterruptible Power Supply (Kesintisiz Güç Kaynağı)
VFD	Voltage Frequency Dependent (Gerilim Frekans Bağımlı)
VFI	Voltage Frequency Independent (Gerilim Frekans Bağımsız)
VI	Voltage Independent (Gerilim Bağımsız)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Birkaç güç sorunu çeşidi.....	5
Şekil 2. 2 Aynı trafo merkezinden beslenen başka bir hatta faz-toprak kısa devresi olması durumunda gerilim düşmesi.....	8
Şekil 2. 3 Büyük bir motorun yol alması sırasında oluşan gerilim	8
Şekil 2. 4 Harmonikli gerilim dalga şekli	9
Şekil 3. 1 Dinamik KGK genel yapısı.....	18
Şekil 3. 2 Pasif beklemeli (offline) KGK prensip şeması.....	21
Şekil 3. 3 Line interactive KGK prensip şeması.....	22
Şekil 3. 4 Online KGK prensip şeması	23
Şekil 3. 5 Çıkışında trafo kullanılan KGK evirici çıkış blok şeması.....	23
Şekil 3. 6 Üçlü çevrim bir KGK'nın blok şeması	24
Şekil 3. 7 Statik KGK temel bölümleri	25
Şekil 3. 8 Statik KGK'nın normal çalışması durumu	27
Şekil 3. 9 Statik KGK'nın aküden çalışması durumu	28
Şekil 3. 10 Statik KGK'nın bypass'tan çalışması durumu	29
Şekil 3. 11 Statik KGK'nın manuel (bakım) bypasstan çalışması durumu.....	29
Şekil 3. 12 Yedekte beklemeli paralel bağlantı şekli	31
Şekil 3. 13 Yedeklemeli paralel bağlantı şekli.....	32
Şekil 3. 14 Ortak bypasslı yedeklemeli paralel bağlantı şekli.....	33
Şekil 3. 15 Güç üçgeni.....	38
Şekil 3. 16 Periyodik sinus dalga şeklinin harmonik bileşenleri	42
Şekil 3. 17 KGK'nın dinamik yüklenmesinde KGK'nın toparlanma süresi	43
Şekil 3. 18 KGK blok diyagramı (Statik bypass'sız).....	45
Şekil 3. 19 KGK blok diyagramı (Statik bypass'lı).....	46
Şekil 3. 20 Paralel KGK sistemi blok diyagramı.....	48
Şekil 3. 21 6 darbeli doğrultucunun giriş gerilim ve akım dalga şekilleri	53
Şekil 4. 1 Bir fazlı yarım dalga doğrultucu	59
Şekil 4. 2 Bir fazlı yarım dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri.....	59
Şekil 4. 3 Üç fazlı yarım dalga doğrultucu	60
Şekil 4. 4 Üç fazlı yarım dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri	60
Şekil 4. 5 Tek fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu.....	62
Şekil 4. 6 Tek fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri	62

Şekil 4. 7	Üç fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu ve iki adet üç fazlı yarım dalga doğrultucu bağlantısına eşdeğer olduğunun kanıtlanması	63
Şekil 4. 8	Üç fazlı tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri	64
Şekil 4. 9	6 darbeli doğrultucunun prensip şeması	65
Şekil 4. 10	Galvanik izolasyonsuz 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması	67
Şekil 4. 11	Galvanik izolasyonlu 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması	67
Şekil 4. 12	Akım harmoniklerinin değişimi	69
Şekil 4. 13	6 darbeli doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli	70
Şekil 4. 14	12 darbeli doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli	70
Şekil 4. 15	IGBT doğrultucunun devre şeması	71
Şekil 4. 16	PWM kontrolü vasıtasıyla şebekeden çekilen akım dalga şekli	72
Şekil 4. 17	IGBT doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli	73
Şekil 4. 18	IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynağına ait devre şeması	73

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1	IEC 61000-2-2 / EN61000-2-2 standardına göre gerilim harmoniklerinin uygunluk değerleri..... 37
Çizelge 3. 2	IEC 61000-2-2 / EN61000-2-2 standardına göre alçak gerilim şebekelerinde tek tek gerilim harmoniklerinin uygunluk seviyeleri 37
Çizelge 3. 3	Çeşitli ekipmanların güç değerleri..... 39
Çizelge 3. 4	MTBF süresini hesaplamada kullanılan yardımcı MTBF süreleri..... 45
Çizelge 3. 5	Koruma sınıfı tanımları 50
Çizelge 4. 1	Tristörlü doğrultucularda akım harmoniklerinin değerleri 69

IGBT DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARININ 6 PULSE VE 12 PULSE DOĞRULTUCULU KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARIYLA MUKAYESESİ VE ÜSTÜNLÜKLERİNİN ANALİZİ

İlhami Cenab KELEŞOĞLU

Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Asım KASAPOĞLU

Yapılan bu çalışmada sistemlere kesintisiz olarak enerji aktarılması işlemini gerçekleştiren Kesintisiz Güç Kaynakları incelenmiş, bu cihazların temel olarak çeşitli tipleri ele alınmış, özellikle doğrultucu kısımları biraz daha irdelenerek IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının üstünlükleri incelenmiştir.

Kitabın giriş kısmında tez içerisinde anlatılan konuların kısa bir anlatımının yapılmasından sonra 2. bölümde güç kalitesi kısmına yer verilmiş, güç sorunları ve çözümleri ele alınmıştır. 3. bölümde sistemlere kaliteli ve kesintisiz enerji aktaran Kesintisiz Güç Kaynakları incelenmiş, bu cihazların topolojileri, iç yapıları, kullanım şekilleri anlatılmıştır.

4. bölümde kesintisiz güç kaynaklarının doğrultucu kısmı irdelenmiş, çeşitli doğrultucu tipleri incelenerek IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının 6 darbeli ve 12 darbeli kesintisiz güç kaynaklarına göre üstünlükleri ifade edilmiştir.

5. bölümde ise sonuçlar belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesintisiz güç kaynağı, IGBT doğrultucu, 6 darbeli doğrultucu, 12 darbeli doğrultucu

**COMPARISON OF IGBT RECTIFIER BASED UNINTERRUPTIBLE POWER
SUPPLY WITH 6 PULSE AND 12 PULSE RECTIFIER BASED
UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY AND ANALYZE OF IGBT RECTIFIER
BASED UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY ADVANTAGES**

İlhami Cenab KELEŞOĞLU

Department of Electrics Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Asım KASAPOĞLU

In this study, Uninterruptible Power Supplies are analyzed, which supply the systems continuously. Several types of Uninterruptible Power Supplies are examined basically. Especially the rectifier sections of Uninterruptible Power Supplies are examined a little more. In addition to this, the advantages of IGBT rectifier based Uninterruptible Power Supply are examined.

The subjects explained in the thesis are described shortly in the introduction section of the book. The subjects of power quality, power problems and solutions are explained in the second section. In the third section, the Uninterruptible Power Supplies are examined, which transfer the energy to the systems continuously and as quality. In addition, internal section of Uninterruptible Power Supply and utilization are explained in the third section.

The part of the Uninterruptible Power Supply's rectifier and several rectifier types are analyzed in the fourth section of the thesis. The IGBT rectifier based Uninterruptible Power Supply is compared with 6 Pulse and 12 Pulse rectifier based Uninterruptible Power Supply in the fourth section and the superiorities of the IGBT rectifier based Uninterruptible Power Supply are explained.

In the fifth section, the results of this study are explained.

Key words: Uninterruptible Power Supply, IGBT rectifier, 6 pulse rectifier, 12 pulse rectifier

1.1 Literatür Özeti

Elektrik enerji kalitesinin ve kesintisiz enerjinin büyük bir önem kazandığı günümüzde, sistemlere kesintisiz enerji aktaran ürün olan kesintisiz güç kaynakları ve bu kesintisiz güç kaynakları içerisinde kullanılan doğrultucu tipleri tez içerisinde incelenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Elektrik enerjisinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve artık günümüzde elektrik enerjisi hayati önem taşıyan ya da sürekli çalışması gereken cihaz ve sistemlerde kullanılmaktadır. Bu cihaz ve sistemler, yarı iletken ve mikroişlemci teknolojisindeki büyük gelişmeler sonucunda daha verimli ve daha popüler bir hal almışlardır. Elektrik ve elektronik sektöründeki bu paralel gelişim, geçmişte insan gücü ile gerçekleştirilen birçok iş devralan cihaz ve sistemleri hayatımıza sokmuştur. Bilgi teknolojisi cihazları ve sürekli artış gösteren endüstriyel otomasyon sistemleri ve bunlara ait veri iletişimindeki hızların yükselmesiyle ve performans parametrelerindeki iyileştirme taleplerinin artmasıyla bu sistemleri besleyen güç kaynaklarının güvenilirliği ve sağladığı enerjinin kalitesi de büyük önem kazanmıştır.

Son çeyrek asırda, sayısal elektronik alanındaki gelişmelere paralel olarak, KGK'lar bir çok sektörde öncelikli yatırım araçları arasına girmiştir. Özellikle elektronik veri işleme ve veri iletim teknolojilerindeki atılımlar, başta bilgisayarlar olmak üzere, bu teknolojilere dayalı tüm donanımların sürekli ve sağlıklı enerji ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

Enerji altyapı yatırımlarını tamamlayamamış ülkelerde, bu ihtiyaç çok daha belirgin bir şekilde kendini hissettirmektedir. Başta enerji üretim ve dağıtım şebekelerinin yetersizliği olmak üzere, birçok farklı nedenlere dayanan olumsuzluklar, doğrudan bu şebekelere bağlı olarak çalışan elektronik cihazlar için açık birer risk unsuru oluşturmaktadır. Bu tür risklerin, kullanıcı tarafından farkedilebilen en önemli kısmı ise enerji kesintileridir. Buna bağlı olarak da, kullanıcı için UPS ihtiyacı çoğu kez enerji kesintileriyle ön plana çıkmaktadır. Öte yandan, kullanıcının doğrudan hissetmesinin mümkün olmadığı diğer olumsuzluklar ise genellikle göz ardı edilmekte, fakat hiç olmadık bir zamanda, ciddi bir donanım arızası ile de ortaya çıkabilmektedir. [1]

Bir problem olarak, KGK sistemlerinin en yaygın varlık nedeni olan habersiz enerji kesintileri, kullanıcılar açısından her yıl dünya genelinde büyük ölçüde maddi zarar ve işgücü kayıplarına neden olmaktadır. Business Week dergisinde 1991 yılında yayınlanan bir araştırmaya göre, sadece A.B.D. ekonomisinde, elektrik şebekesinden kaynaklanan çeşitli problemlerle ortaya çıkan malzeme, bilgi ve verimlilik kayıplarının toplam değeri, yıllık ortalama 26 milyar dolar olarak hesaplanmaktadır. [1]

Enerji kesintileri dışında, elektronik donanımlar için çok daha ciddi riskler içeren diğer şebeke sorunları da, özellikle endüstriyel tesislerde ciddi zararlara neden olabilmektedir. Düşük gerilim, yüksek gerilim, şebeke harmonikleri, gerilim sıçramaları, gerilim dalgalanmaları ve frekans değişkenlikleri, ancak gerekli ölçüm cihazları ile tespit edilebildiklerinden, çoğu kullanıcı için kötü bir zamanda, kötü bir sürpriz olarak kendilerini göstermekte, bu tür bir teknik arıza da bazen yüz milyarlarca liralık üretim kaybını beraberinde getirebilmektedir. Gelişen yarı iletken teknolojileri sayesinde, özellikle Online KGK'lar, kullanıcılarına tüm bu riskleri ortadan kaldıracı imkanı sunmakta ve yükledikleri sistemler açısından en önemli teknik güvenceyi sağlamaktadırlar. [1]

Tez içerisinde 'güç kalitesi' konusu ele alınmış, güç kalitesinde meydana gelen bozulmalar nedeniyle KGK'ların gereklilikleri vurgulanmıştır. İlerleyen bölümlerde KGK'ların genel yapısı hakkında bilgi verilmiş ve KGK teknolojileri incelenerek farklı doğrultucu tiplerinin özellikleri anlatılmış ve farklı doğrultucu tiplerine sahip KGK'ların birbirlerine göre üstünlük ve dezavantajları ifade edilmiştir.

1.3 Hipotez

Değişik doğrultucu tiplerine sahip olan kesintisiz güç kaynakları içerisinde, IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynakları 6 pulse ve 12 pulse doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarına göre üstün oldukları özellikler sayesinde daha ön planda yer almaktadır. Bu özelliklerin başında düşük giriş akım harmonik distorsiyonuna sahip olmaları ve yüksek giriş güç faktörüne sahip olmaları gelmektedir. Enerji verimliliği noktasında da ön planda olan IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynakları günümüzde artık standart 6 darbeli ve 12 darbeli doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının yerini almıştır.

BÖLÜM 2

GÜÇ KALİTESİ

Bilgi teknolojisi cihazları ve kullanımı, sürekli artış gösteren endüstriyel otomasyon sistemleri, bunlara ait veri iletişimindeki hızların yükselmesi, iletişim sistemleri arasındaki gerçek zaman bağlantıları, performans değerlerindeki iyileştirme talepleri, bu sistemleri besleyen güç kaynaklarının kalite beklentisini ve duyarlılığını sürekli çoğaltmaktadır. [2]

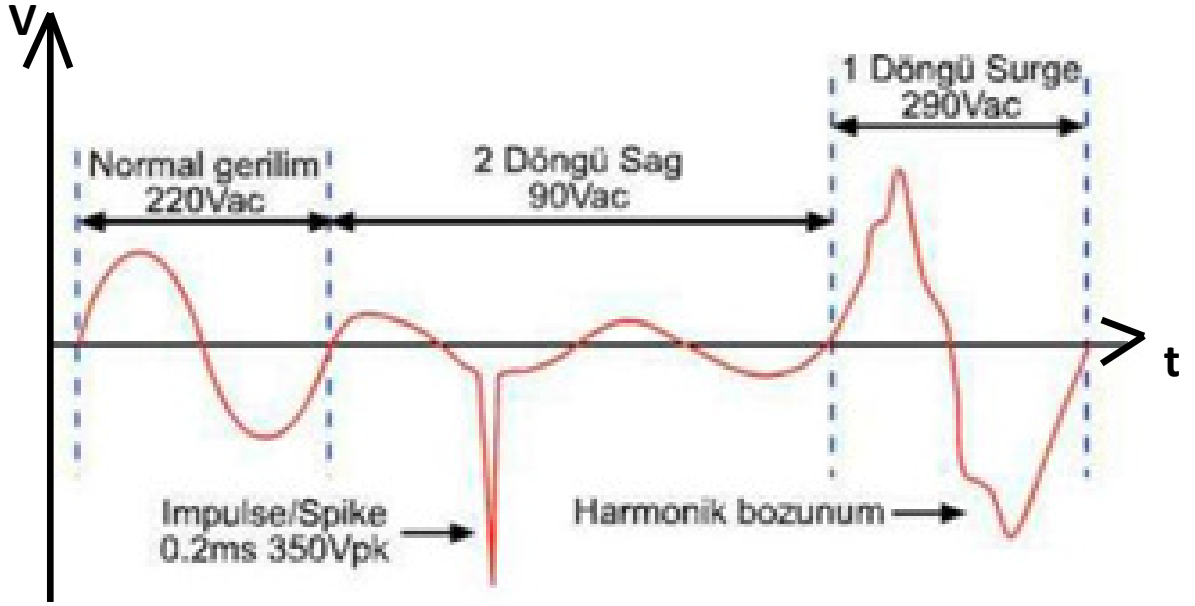
Güç kaynağı güvenilirliği dendiğinde akla aşağıdaki noktalar gelmektedir.

- Kaynak geriliminin değeri ve kararlılığı
- Kaynak frekansının değeri ve kararlılığı
- Kaynaktan gelebilecek istenmeyen gerilim darbelerinin birim zamandaki sayısı
- Kaynağın yitirilmesi olasılığı

“Elektrik Güç Kalitesi” son yıllarda önemi gittikçe artan bir terimdir. Bu terim geniş anlamı ile anma gerilim ve frekansında enerji dağıtım bara gerilimlerine ait dalga şekillerinin sinüzoidale yakın bir şekilde muhafaza edilmesini ifade eder. [3]

2.1 Güç Sorunları

Normal AC şebekeleri kritik yüklerin kaliteli enerji gereksinimini tam anlamıyla karşılayamazlar. Bu şebekeler özellikle bilgisayar sistemlerinin çalışmasının sürekliliğini ve güvenilirliğini sağlayamazlar. Kesintisiz güç kaynaklarının kullanımını zorunlu kılan AC şebekelerindeki güç sorunları şu şekilde özetlenebilir. [3]



Şekil 2.1 Birkaç güç sorunu çeşidi

- Elektrik Kesintileri (Blackout)
- Mikro Kesintiler
- Ani Gerilim Yükselmeleri (Spike)
- Aşırı Gerilimler (Surge)
- Gerilim Düşmeleri (Sag)
- Gerilim Çöküntüleri (Brownout)
- Harmonikler
- Elektriksel Gürültü
- Frekans Sapmaları
- Yıldırımlar
- Darbeler ve Geçişler

2.1.1 Elektrik Kesintileri (Blackout)

Kesintiler şebeke geriliminin 20 ms' den uzun sürelerde sıfıra düşmesidir. Dağıtım istasyonlarındaki enerji kesilmesi, aşırı yük durumunda, hava koşulları veya fiziksel hasar sebebiyle olabilir. Örneğin; kısa devre, kopmuş kablo, elektrik şebekelerindeki

tamir çalışmaları vb. bina içinde ise hata veya aşırı yük sebebiyle devre kesicilerin çalışması veya sigortaların atmasıyla meydana gelir.

Kesintiler RAM'lerdeki bilgilerin kaybına yol açar. FAT (File Allocation Table) dosya yerleşimi tablosunun silinmesi ve bunun sonucunda da sürücüdeki tüm bilgilerin kaybedilmesi mümkündür. Veri sistemlerinin çöküp, bilgilerin kaybolmasıyla üretim kayıpları dolayısıyla da zaman ve para kayıpları meydana gelir. [3]

2.1.2 Mikro Kesintiler

Mikro kesintiler şebeke geriliminin bir periyottan (50 Hz'li şebekelerde bir periyot 20 ms' dir.) daha az olan sürelerde kesilmesidir. Normal olarak gözle algılanmazlar. Çok sayıda makinenin aynı anda devreye girerek çektikleri kalkış akımları neden olur. Örneğin; fotokopi makineleri, lazer yazıcılar, endüstriyel yazı ve baskı makineleri, büyük güçlü motor kontrol mekanizmaları. Ayrıca bir diğer etken olarak anlık kısa devrelerini de ekleyebiliriz. Sistemin kilitlenmesine, çalışmanın ortasında görünür bir sebep yokken sistemin durmasına, iç bileşenlerdeki ısınma sebebiyle cihazların ömründe kısalmalara sebep olur. En büyük risk bilgisayarların harddiskindedir. İç güç kaynağı birkaç milisaniyeden fazla kapanırsa, okuyucu kafaların disk yüzeyine temas eder ve disk hatalarına yol açar. [3]

2.1.3 Ani Gerilim Yükselmeleri (Spike)

Kısa süreli ani gerilim yükselmeleridir. 0-10 ms arası, fakat 2000 V gibi çok yüksek genlikte olabilirler. 200 V gibi yükselmeler daha uzun sürer. En önemli neden enerji iletim hatlarına düşen yıldırımlardır. Bunlar gerilimde büyük sıçramalara neden olabilirler. Ayrıca diğer bir etken faktör ise asansörler, klimalar ve büyük elektronik yüklerin açılıp kapanmasıdır. Donanımların zarar görmesine ve elektronik bileşenlerde etkileri hemen veya uzun dönemde çıkabilecek hasarlara yol açarlar. Bilgisayarlarda hafıza kayıplarına, programlarda bozulmalara ve çalışma hatalarına sebep olurlar. Büyük arklarda onarılamaz donanım arızası oluşabilir. [3]

2.1.4 Aşırı Gerilimler (Surge)

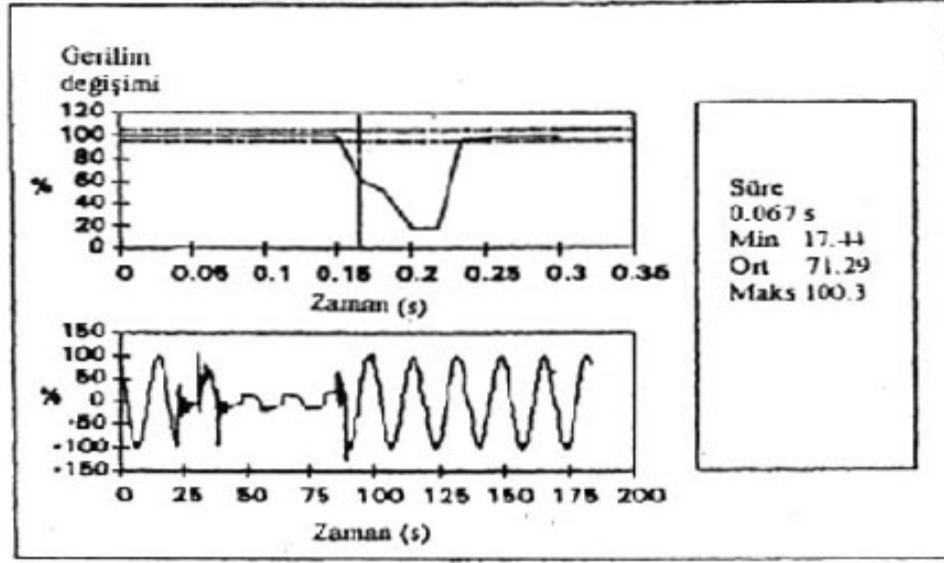
Bir peryottan uzun süren ve cihazların kaldırabileceğinin üzerindeki aşırı gerilimlerdir. Büyük miktarda güç çeken cihazların aniden durması veya kapatılması sonucu oluşabilir. Bu aşırı gerilimin genliğinden çok süresi önemlidir. Bilgisayarlarda donanım problemlerine, PLC arızalarına ve elektronik cihazların erken yaşlanmasına neden olurlar. [3]

2.1.5 Gerilim Düşmeleri (Sag)

Uzun süreli düşük gerilim durumlarıdır. En genel güç sorunlarından birisidir. Gerilim düşüklükleri, şebeke geriliminin 20 ms'den birkaç saate kadar sürelerde nominal değerinin altında seyretmesidir. Gerilim düşmeleri ışıkların sönmekleştirmesinden anlaşılabilir. Özellikle soğuk havalarda elektrik tüketiminin arttığı zamanlarda dağıtım istasyonundan nominal gerilimden daha düşük bir gerilim gelir. [3]

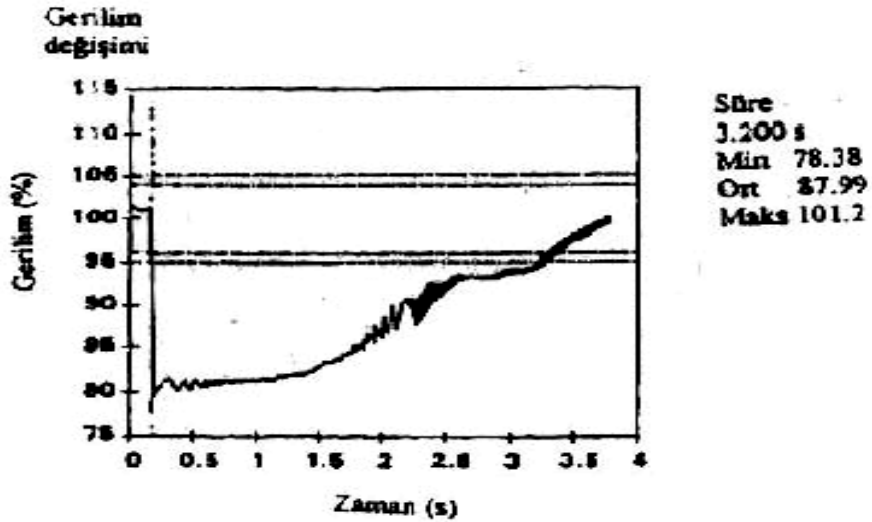
Büyük sanayi sitelerinin ve fabrikaların çalıştığı sırada ve yüksek güçlü makinelerin (motorlar, asansörler, kompresörler vb.) kalkışı veya çalışması sırasında da görülmektedir. Gerilim çöküntüleri, disk sürücülerinin yavaşlaması, bilgi kaybı veya bozukluğu, çalışmayan tuş takımı gibi umulmayan sistem problemlerine yol açabilir. Buna ek olarak uzun dönemde disk sürücülerde ve sıcaklığın artması sebebiyle lojik devrelerde bozulmalara sebep olur. Yapılan testler sonucu elektronik sistemlerin düşük gerilime karşı olan tepkileri şu şekilde bulunmuştur. [3]

- Elektronik sistemlerin çoğu 4 ms' ye kadar olan kesintileri hissetmezler.
- 10-15 ms süre ile % 50' lik bir gerilim düşümünde donanım olarak çalışabilirler.
- 50 ms süre ile % 20' lik bir gerilim düşümünde donanım olarak çalışabilirler.



Şekil 2.2 Aynı trafo merkezinden beslenen başka bir hatta faz-toprak kısa devresi olması durumunda gerilim düşmesi

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi % 80 oranında bir gerilim düşmesi oluşmuştur ve gerilim düşmesi kesicilerin hatayı kesmeleri için geçen 60 ms boyunca sürmüştür. Şebekelerde bu tür hatalara karşı aşırı akım koruması yapılmaktadır. Şekil 2.3’de büyük bir motorun yol alması sırasında oluşan gerilim görülmektedir. [3]



Şekil 2.3 Büyük bir motorun yol alması sırasında oluşan gerilim

Asenkron motor yol alma sırasında nominal yük akımının 6-10 katı kadar akım çeker. Eğer yol alma akımı sistemin bu noktasındaki olası arıza akımı mertebesinde ise gerilim düşmesi olabilir. Bu durumda yaklaşık olarak 3 saniyelik, %80 oranında bir gerilim düşmesi görülebilir. [3]

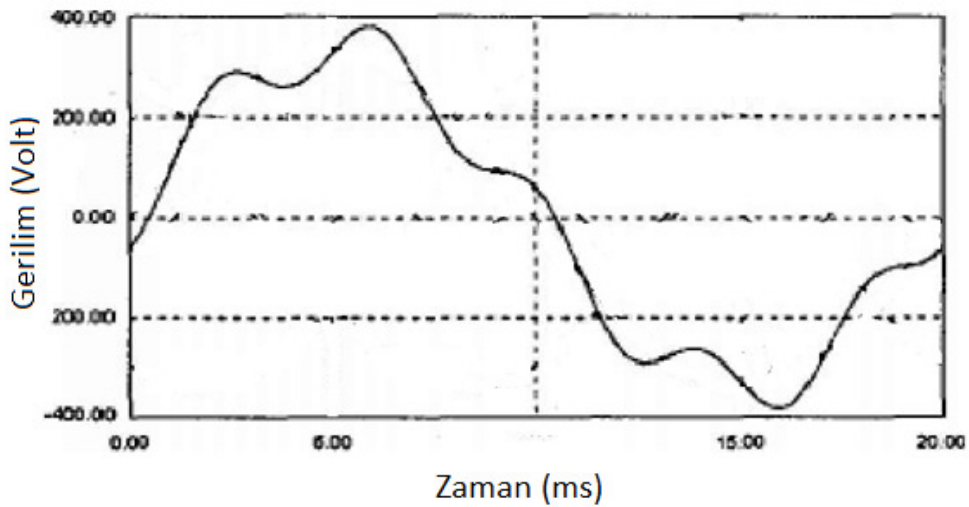
2.1.6 Gerilim Çöküntüleri (Brownout)

Çok uzun süreli düşük gerilim durumlarıdır. Gerilim düşmelerine nazaran, daha uzun süreli olduklarından daha ciddi sonuçlara yol açmaktadırlar. Sistemin mevcut yüklerin akım ihtiyaçlarına karşılık veremediği durumlarda oluşur. Lojik devreler ve disk sürücüleri düzgün çalışamazlar ve donanım hasarları meydana gelir. [3]

2.1.7 Harmonikler

Harmonikler, gerilimin bileşenleri olup daha yüksek frekanslı, fakat daha düşük genliklidirler. Şebeke gerilimi dalga şeklinin olması gereken sinüs formundan uzaklaşması sonucu ortaya çıkan yüksek frekanslı titreşimlerdir. Kısaca, gerilim sinüs dalgasında oluşan bozukluklardır. Endüstride harmonikler genel olarak doğrusal olmayan yükler tarafından oluşturulurlar. Bunlar anahtarlamalı güç kaynakları, fırınlar, ark lambaları, doğrultucular, elektronik balastlar ve değişken hızlı sürücülerdir. [3]

Ayrıca ofislerde faks, fotokopi makineleri, lazer yazıcılar ve bilgisayarlar da harmoniklere yol açan yüklerdir. Harmonikler, mikroişlemci tabanlı sistemlerin güvenilir bir şekilde işlemesi için gerekli olan saf sinüsoidal dalga şeklini bozarak, bu sistemlere zarar verirler. Ölçüm ve kontrol sistemlerinde veri hatalarına neden olurlar. AC hattına bağlı diğer cihazların çalışmalarını engelleyebilirler ve üç fazlı sistemlerde trafoların ve nötr iletkenlerinin aşırı ısınıp yangın tehlikesi oluşturmalarına sebep olabilirler. [3]



Şekil 2.4 Harmonikli gerilim dalga şekli

2.1.8 Elektriksel Gürültü

Normal sinüs dalgasının üzerine binen çeşitli yüksek frekans darbeleri için kullanılan bir terimdir. RFI (Radyo Frekans Girişimi) ve EMI (Elektromagnetik Girişim) etkileri bu başlık altında değerlendirilebilir. Elektromagnetik girişime radyo ve magnetik dalgalarının yayılmasıyla ortaya çıkan dış etkiler neden olur.

Radyo frekans girişimi ise radyo dalga enerjileriyle veya hatta bağlı bazı donanımlar vasıtasıyla elektrik hattına katılan, dahil edilen yüksek frekanslı ve periyodik gürültüler serisidir. Yüklerdeki anahtarlama, jeneratörler, endüstriyel ekipmanlar ve radyo vericileri gibi çok çeşitli sebeplerle oluşabilir. Programlarda ve data dosyalarında bozulmalara yol açar, yazıcı ya da terminal hatalarına sebep olabilir ve elektronik cihazların erken yaşlanmasına neden olurlar. [3]

2.1.9 Frekans Sapmaları

Frekansın düzensiz olarak değişmesi yani kararlı bir nitelik taşımamasıdır. Yüksek akımlı yüklerin çalışması neden olur. Ölçüm hatalarına yol açarlar. [3]

2.1.10 Yıldırımlar

Bu madde ani gerilim yükselmeleri altında da değerlendirilebilir. Yıldırımlar elektrik sistemlerinin genel sorunlarından birini oluşturan doğal bir olaydır. Bir sorun çıkartmaları için doğrudan cihazın bir yerine etki etmesi gerekmez. Yıldırım darbesi bir durgun elektrik boşalmasıdır. Tek bir yıldırımdan 1000 kV ve 100 kA' lik darbenin oluştuğu kaydedilmiştir. [3]

2.1.11 Darbeler ve Geçişler

Rastlantısal, yüksek enerjili, yüksek genlikli ve mikro saniye düzeyinde kısa süreli bozucu etkilerdir. Darbeler 6000 V' a kadar yüksek düzeylere ulaşabilir. Bu olaylar günün herhangi bir anında gerçekleşerek elektronik kartların yanmasına veya bellek kayıplarına neden olurlar.

Görüldüğü üzere, şebekede pek çok güç sorunları karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunların ortak yönü ise, hepsinin ne zaman ve ne derecede gerçekleşeceğinin öngörülememesi, tahmin edilememesidir. Dolayısıyla yükün sürekli ve düzgün çalışabilmesi için alınacak önlemler, yükün devrede olduğu tüm zaman dilimlerinde etkin ve etkili olmasına bağlıdır. Bu da kritik yüklerin Kesintisiz Güç Kaynağı üzerinden beslenmesi zorunluluğunu bir kez daha karşımıza çıkarmaktadır. [3]

2.2 Güç Sorunlarının Çözümleri

Güç sorunlarının çözümleri için kullanılan yöntemler, dahili koruma ve merkezi koruma olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir.

2.2.1 Dahili Koruma

Çeşitli teknik çözümler vardır ve kullanıcının tercihi birtakım parametrelerin (fiyat, bozulmanın tipi, korunacak cihazın karakteristikleri, sahadaki elektriksel dağıtım, koruma uygulaması vb.) fonksiyonu olarak yapılmalıdır.

Bazı cihazlar dahili korumaya sahip olsalar da bu koruma çoğunlukla sık karşılaşılan tipte geçici rejimlere ("transient"lere) karşı veya çok kısa süreli elektrik kesintilerine karşı alınan önlemlerle, akü ve kondansatör yardımıyla sınırlıdır.

Ayrıca günlük kullanılan cihazlar için sağlanan koruma önlemleri yeterli değildir. Bunlar ancak cihazın kendisini korumaya veya gerekli verilerin kaydedilmesine yararlar ve hassas cihazların normal çalışmasını sürdürmesini nadiren sağlarlar.

Gerçekten de, normal beslemenin 10-20 ms'den daha uzun süren kesintisi durumunda çalışmanın süresini sağlayabilmek için bir volan yada bir grup akü içerisinde depolanan enerjiyi kullanan bir besleme kaynağının anında devreye sokulması gerekir.

Elektrikli cihazlar belirli voltaj ve frekansta elektriği kullanmak üzere tasarlanmıştır. Eğer cihaz besleme gerilimi, tasarlanan parametrelerden farklı bir biçimde değişim gösterirse, cihaz performansı istenilen performanstan daha düşük olacaktır. Eğer bu değişim oranı belirlenen aralığın da üstünde olursa cihaz çalışmayacaktır.

Güç sistemlerinin gelişmesinin başlangıcında, çoğunlukla ortak yük elemanları, indüksiyon motorları ve deşarj aydınlatma sistemleriydi. Bu tür cihazlar, voltaj ve

frekans değişimlerine, günümüzde daha sıklıkla kullanılan hassas mikroişlemciler ve diğer hassas cihazlara oranla daha toleranslı çalışıyorlardı. Bu nedenle güç kalitesi sorunu son yıllarda daha çok ön plana çıkmıştır.

Değişken hızlı motorlar, anahtarlama güç kaynakları, doğrultucu-inverter devreleri kullanan cihazlar, gerilim ve akım şekillerinin sinüsoidal yapısını bozan başlıca harmonik üreteçlerdir. Ayrıca büyük ocaklar, floresan ve yüksek-yoğunluklu deşarj lambaları ve kaynak makineleri uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu tip cihazlar gerilim değişimlerine ve harmoniklere yol açmalarına rağmen düşük kalitede güç kalite sistemine karşı toleransa sahiptir.

Elektrik güç sistemlerinin kullanıldığı ilk zamanlar ortak problem elektrikli ampullerin açık bir şekilde titremesiydi. [4]

2.2.2 Merkezi Koruma (Filtreler, İzolasyon Transformatörleri, Gerilim Regülatörleri)

Üretici firma tarafından cihaz içi çözüm uygulanmamışsa veya her bir cihaza bu korumaları sağlamanın çok pahalı olduğu görülüyorsa, çözüm genellikle güç dağıtım sistemi ile korunması istenen cihaz veya cihazlar arasına bir ara eleman kullanılması olarak ortaya çıkar. [4]

2.2.2.1 Filtreler

Filtre en basit çözümdür. Filtreler, magnetik veya radyo frekanslı elektriksel karışım ve atmosferik nedenlerle olan bozulmalara karşı koruma işlevi görür. (Yıldırımdan koruyucu elemanlarla birlikte kombine edilmiş olabilir.) Filtre, şebeke gerilimindeki kesintiler veya frekans değişimleri karşısında etkili değildir ve şebekedeki “outage”(gerilim kesilmesi>10ms) karşısında koruma sağlamaz. [4]

2.2.2.2 İzolasyon Transformatörleri

Elektrostatik ekranı olan bir izolasyon transformatörü, ortak mode (common mode) veya fark modundaki (cross-connected mode) yüksek frekanslı bir elektriksel bozulmanın etkisini azaltır. Elektriksel bozulmanın seviyesindeki azalma, transformatörün üretim ve tasarım kalitesine bağlı olarak değişir. Tekrar burada

açıklamak gerekirse, diğer bozulma türlerine karşı koruma sağlanmaz. Bununla birlikte, bir izolasyon transformatörü, toprak kaçağı akımını, trafonun sekonderinden beslenen devrelerde lokalize etmek suretiyle azalmasını sağlar. [4]

2.2.2.3 Gerilim Düzenleyicileri (Gerilim Regülatörleri) ve Şebeke Koşulları

Bir gerilim düzenleyicisi, giriş gerilimi değişmelerine rağmen çıkış geriliminin sabit kalmasını sağlar. Başlıca iki tipi mevcuttur:

- Ferro-rezonant düzenleyiciler
- Elektromekanik kademe seçmeli düzenleyiciler

Bir düzenleyicinin performansı değerlendirileceğinde göz önüne alınması gereken kriterler, düzenleme bölgesi, yük değişimine cevabı ile düzenleme hızı ve esnekliğidir.

Düzenleyiciler gerilim değişimlerdeki problemleri çözmekle beraber, şebeke üstündeki geçici bozuculara karşı ise etkisizdir.

Bu problem, gerilim düzenleyicisinin ve izolasyon transformatörünün birlikte kullanılması ile çözülür. Bu yapı, şebeke veya hat gerilimi düzenleyicisi olarak isimlendirilir.

Gerilim düzenleyiciler, büyük gerilim değişimlerine ve geçici bozulmalara iyi bir çözüm sağlamışlarsa da, gerilim kesilmelerine (>10ms) ve sadece yedeklemeli ("back-up"lı) sistemlerin çare olabildiği frekans değişimlerine karşı tamamen etkisizdir.

Güç problemlerinin çözümü olarak anlatılan yöntemler kısmi olarak kullanıcıların hizmetine sunulsa da, bu yöntemler uzun süreli gerilim değişimleri, kısa süreli gerilim değişimleri, frekans değişimleri, dalga şekli bozulması ve gerilim dalgalanması şeklinde karşılaşılan problemlere kesin çözüm olmamaktadır. Bu problemlere çözüm önerisi olarak, 80'li yılların başında ortaya çıkan, son yıllarda ise Türkiye'de de kullanımı giderek yaygınlaşan Kesintisiz Güç Kaynakları (KGK), orijinal adıyla Uninterruptible Power Supply (UPS) sunulabilir. [4]

KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI

3.1 Neden KGK ?

Elektrik enerjisinin gittikçe yaygın kullanım alanı bulması, hayati önem taşıyan ya da sürekli çalışması gereken cihaz ve sistemlerde uygulanması, bu enerjiyi üreten kaynakların güvenilirlik sorununu gündeme getirmiştir. Tüketilen elektrik enerjisinin %95'den büyük bir oranını sağlayan AC şebekede, güvenilirlik için alınan tüm önlemlere rağmen, günümüz uygulamalarında yetersizliklerle karşılaşmakta, kritik yük olarak nitelendirilen cihaz ve sistemlerin Kesintisiz Güç Kaynakları (KGK) üzerinden beslenmesi zorunlu olmaktadır. [5]

AC şebekeleri aşağıdaki özellikleri sağladığı varsayılan gerilim kaynaklarıdır:

Sabit efektif değer ve sabit frekansta alternatif gerilim sağlar.

Gerilim dalga şekli sinüzoidaldir.

Sağlanan enerji sürekli ve sürekli.

Sıralanan bu özellikler yükleme şekli ile değişmez.

Ancak bu özellikleri pratikte bulmak mümkün değildir. Şebekeyi oluşturan kuvvet santrallerindeki jeneratörlerden tüketicinin bağlandığı besleme klemensine kadar bütün birimler, belirtilen özellikleri sınırlı olarak sağlarlar. Gerilim efektif değeri ve dalga şeklinin değişmesi, genellikle yüklenmeye bağlıdır. Kısa devre empedansının ideal olarak sıfır olmaması, çekilen akıma bağlı olarak gerilimin değişmesine neden olur.

Efektif değeri sabit tutmak için gerilim regülatörlerinden, dalga şeklini düzeltmek için filtre devrelerinden yararlanılabilir.

Şebekenin herhangi bir noktasında oluşacak geçici arızalar da tüketiciyi etkiler. Enerji nakil hattının kopması, aşırı yüklenmede kesicilerin devreyi açması, nakil hattına yıldırım düşmesi, indirici ve yükseltici trafoların devreye girip çıkması gibi durumlarda; gerilimde kısa ya da uzun sürekli kesintiler görülür ve tüketici temiz enerji ile beslenemez. Buna benzer durumlarda motor-jeneratör grupları gibi yedek güç kaynaklarına başvurulabilir. Ancak bunlar elektromekanik dönüştürücüler olduğundan, kesinti süresini belli bir değerin altına indiremez. Kesinti sırasında grubun otomatik olarak çalıştırılması ve sürekli rejime girmesi bile birkaç dakika alır. Grubun sürekli çalıştırılması ve kesinti ile birlikte yükün jeneratöre aktarılması ise birkaç yüz milisaniye süre gerektirir. Ancak bu yol da ekonomik açıdan verimli değildir. [5]

Modern teknolojinin getirdiği olanaklar yanında karşılaşılan belki de en önemli problem, elektrik gücü ile çalışan bir takım cihaz ve sistemlerin beslemede görülebilecek çok kısa süreli aksamalardan bile etkilenmeleridir. Hastaneler, havaalanları, haberleşme merkezleri gibi kuruluşların kesintilere tahammülü gittikçe azalmaktadır. Örneğin bir açık kalp ameliyatı veya iniş sırasında uçağa gerekli bilgilerin aktarılması anında doğabilecek kesintiler hayati önem taşımaktadır. [5]

Şebeke arızaları endüstriyel otomasyon sistemlerinde verimi büyük ölçüde etkilemektedir. Süreklilik isteyen proseslerde kesinti sonucu doğan malzeme ve iş gücü kayıpları önemli boyutlardadır.

Gerek hayati önem taşıyan kuruluşlarda, gerekse endüstriyel uygulamalarda gittikçe yaygın kullanım alanı bulan KGK'ların başlıca kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır.

Bilgisayarlar ve bilgisayar destekli otomasyon sistemleri,

Bilgisayar destekli üretim/ambalajlama tezgahları (otomotiv, metal işleme, tekstil vb.)

Tıbbi elektronik cihazlar, hastaneler

Havaalanı aydınlatması

Hava trafik kontrol merkezleri

Askeri radar sistemleri

Haberleşme ve yayın kuruluşları

Asansörler

Elektronik kapılar

Barkod cihazları

Yazar kasalar

Elektronik teraziler

Acil durum aydınlatmaları ısıtma cihazları

Soğutma cihazları

Kesintisiz güç kaynakları işte bu gereksinimlerin zorlaması ile ortaya çıkmış statik elektronik düzenlerdir. Güç elektroniği ve elektronik kontrol tekniğindeki gelişmelere paralel olarak yenilenen Kesintisiz Güç Kaynakları günümüzde tüketicinin tüm isteklerine cevap verebilecek özellikte ve performansta yapılabilmektedir. [5]

Kesintisiz güç kaynakları özellikle bilgi işlem sistemlerinde ve kişisel bilgisayarlarda şebekede bir arıza oluşması halinde o esnada çalışılan bilginin kaybolmaması ve genel olarak cihazın şebekeden gelebilecek bozucu etkilere karşı korunması amacıyla kullanılmaktadır. Bu bozucu etkiler;

Rastgele veya düzenli elektrik kesintileri

Kapasite yetersizliğinden doğan gerilim düşümleri veya sürekli düşük ya da yüksek şebeke gerilimi, genel olarak güç kalitesinin düşük olması,

Harmonik bozulmalar, kararsız frekans, ani gerilim sıçramaları ve gürültüler,

Harmonikler yakındaki bir tesiste büyükçe bir elektrik yükünün devreye girmesi veya çıkması ya da doğrusal olmayan yüklerin kullanımda olması nedeniyle oluşan ve şebeke gerilimi dalga şeklinin olması gereken sinüs formundan uzaklaşması sonucu ortaya çıkan yüksek frekanslı titreşimler olarak özetlenebilir. [5]

3.2 KGK Teknolojileri

KGK teknolojileri arasındaki temel fark, normal ve normal olmayan şebeke koşullarında yükün nasıl beslendiğidir.

Kesintisiz Güç Kaynakları, acil durumlarda kritik yükleri beslemek amacıyla kullanılırlar. Genel anlamda KGK sistemlerindeki yüksek performans kriterleri, çıkış gerilimindeki bozulma ve cevap süresidir. Bu kriterleri sağlamak için çıkış gerilimi geri besleme kontrolü çok önemlidir. [6]

Günümüzde geçerliliğini koruyan farklı KGK teknolojilerinin gelişim süreçleri, özellikle doğrultma ve çevirme tekniklerinde büyük aşamalar kaydedilmesini sağlayan yeni teknolojilerin gelişimi ile de doğrudan ilişkilidir. Son dönemlerde IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, Kapısı İzole Edilmiş Bipolar Transistör) teknolojisinde sağlanan yeni gelişmeler, KGK'lar açısından önemli teknik atılımları da beraberinde getirmiştir. [7]

Daha yüksek akım kapasiteli IGBT'lerin geliştirilmesi daha güçlü, daha verimli evirici ve doğrultucuların daha küçük boyutlarda üretilmesine imkan sağlamıştır. KGK'ların kontrol sistemlerinde de, daha gelişmiş mikroişlemcilerin ve DSP'lerin (Digital Signal Processor, Sayısal İşaret İşlemci) kullanımının yaygınlaşması, basit LED (Light Emitting Diode) göstergelerin yerini grafik tabanlı LCD'lerin (Sıvı Kristal Ekran) ve gelişmiş denetim yazılımlarının alması, KGK kavramını oldukça farklı boyutlara taşımıştır. [7]

Tüm bu teknik gelişmeleri farklı şekillerde bünyelerine taşıyan ve kesintisiz enerji ihtiyacını karşılamak üzere ortaya çıkan KGK teknolojilerinin, genelde iki farklı temel prensip doğrultusunda gelişim gösterdiği söylenebilir. Enerjinin kinetik olarak depolanmasını ve kesinti sırasında dinamik bir düzenele yüklerle aktarılmasını esas alan dinamik KGK teknolojileri, günümüzde de özellikle büyük yükler açısından cazip bir seçenek olmaya devam etmektedir.

Daha yaygın uygulama alanı olan elektronik ağırlıklı statik KGK teknolojilerinde ise, kesinti sırasında kullanılacak enerji, statik doğrultucular aracılığıyla akülere depolanır ve yine statik çeviriciler aracılığı ile yüklerle aktarılır. Düşük güçlerden itibaren çok geniş bir güç aralığında kullanım imkanı olan statik KGK teknolojileri de, besleme teknikleri ve yük bağlantı prensipleri açısından kendi içinde farklı uygulama yöntemlerini içerir.

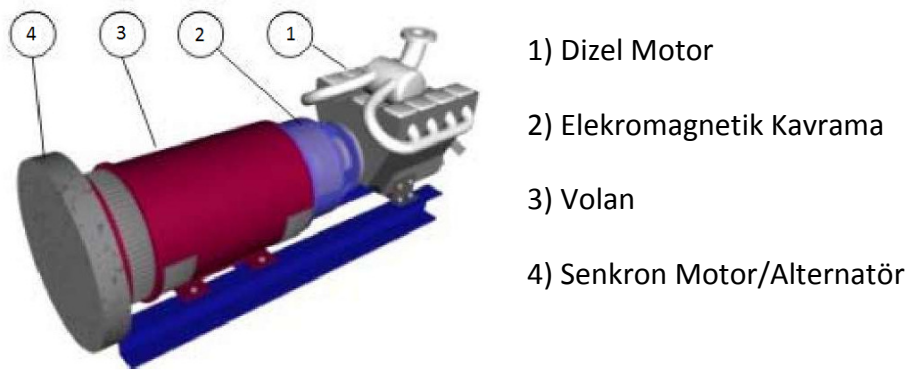
3.2.1 Dinamik KGK

Dinamik KGK'lar adından da anlaşılacağı gibi herhangi bir arıza durumunda yükü hareketli parçalarla beslemesidir. Ancak uygulamalarda oldukça farklılık gösterirler.

Dinamik KGK'lar genelde yüksek güç uygulamalarında kullanılırlar ve bir alternatör grubu ile birlikte çalışırlar.

Özelikle, kinetik enerji depolama teknikleri açısından kendi aralarında farklılıklar gösteren Dinamik KGK'lar, son dönemde yarıiletken teknolojisindeki gelişmelerin etkisiyle, kısmen statik uygulamaları da içermeye başlamışlardır. Bazı üreticiler, bu alanda da birbirlerinden farklı karma uygulama yöntemleri geliştirmişlerdir. Örneğin enerji depolama işlemi bir akü grubu aracılığıyla statik olarak sağlanırken, yüke aktarma işleminin dinamik bir alternatörle gerçekleştirildiği uygulamalar mevcuttur.

Yine farklı bir yöntem olarak; enerji depolama işleminin bir volan üzerinde dinamik olarak gerçekleştirildiği, ancak girişte ve çıkışta statik doğrultucu-evirici devrelerin kullanıldığı sistemler de, bu tür karma uygulamalara örnek gösterilebilir. [8]



Şekil 3.1 Dinamik KGK genel yapısı

Bu dinamik çözümlerin artıları, yüksek kısa devre akımı, galvanik izolasyon ve lineer olmayan yüklere karşı yüksek tolerans sağlamasıdır. Bununla beraber çok gürültülü, büyük, ağır ve pahalı sistemlerdir. Dolayısıyla ekonomik yönden de verimli değildir.

Bugün artık güç elektroniği ve kontrol tekniğindeki gelişmeler sayesinde statik kesintisiz güç kaynakları kullanıcıların her türlü beklentilerine cevap verebilecek özelliklerde ve performansta üretilebilmektedir. Dolayısıyla statik kesintisiz güç kaynakları dinamik kesintisiz güç kaynaklarının yerini almıştır. [8]

3.2.2 Statik KGK

Statik KGK tanımı içine giren farklı çalışma prensiplerinin tamamında, genel olarak üç ortak temel unsurdan söz etmek mümkündür. Bunlar, şebekeden sağlanan AC enerjiyi

doğrultarak akü grubuna ve eviricilere aktaran doğrultucu, akü grubundan ve doğrultucudan alınan DC enerjiyi tekrar AC enerjiye evirerek yüklere aktaran evirici ve bu işlemler için gerekli DC enerjiyi depolamak için kullanılan akü grubudur. [6]

Şebekeden çalışma anında AC-DC-AC dönüşümü yaparlar ve kesinti halinde çıkışı akü grubundan beslerler. On-Line, Line-Interactive ve Off-Line tipi statik KGK'lar mevcuttur. Off-Line tipi KGK'lar genellikle küçük güçlerde üretilirler. Çünkü şebeke kesintilerde yükü akü grubuna alması sırasında yüksek güçlerde sorunlar yaşanabilir. On-Line sistemler için böyle bir durum söz konusu değildir. Çünkü yük sürekli olarak AC-DC-AC dönüşümü yapılarak beslenmektedir. Şebeke kesintilerinde herhangi bir kesinti yoktur. Bu yüzden On-Line sistemler yüksek güçlerde sorunsuzca kullanılabilir. [6]

Statik KGK'larda yapısal nedenlerle ortaya çıkan, şebekeye yönelik harmonik salınımlar ve giriş güç faktörüne yönelik olumsuz etkiler, yeni nesil KGK'larda azaltılmıştır. Bu amaçla, özellikle büyük güçlerdeki yeni nesil KGK'larda 12 Darbeli Doğrultucular, ve Giriş Harmonik Filtreleri ön plana çıkmış, ayrıca PFC (Power Factor Correction) devrelerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. [6]

Akü grubunun şarj yönetiminde ise akülere zarar vermemek için akım sınırlama, yüksek gerilim koruması, ortam sıcaklığı ve akülerin özel çalışma karakteristiklerinden faydalanılarak akülerin kullanım ömürleri arttırılabilir. Statik KGK'larda, yükleri aküler üzerinden beslemek ve bu amaçla AC çıkış gerilimi üretmek için kullanılan evirici kısmı, dinamik KGK'lardan farklı olarak, her zaman statik teknolojiye dayalıdır. Özellikle Online sistemlerde güncelliğini koruyan PWM (Pulse Width Modulation), AC sinüs çıkış elde etmek için en yaygın yöntem olarak kullanılır. [6]

IGBT kontrol tekniklerindeki son gelişmeler sayesinde, günümüzde %100 dengesiz yükler için çıkış faz kaymaları, gerilim değişim oranları asgariye indirgenmiş olan statik eviriciler kullanılmaya başlanmış ve bu tür ayrıntılarda avantajlı konumda olan dinamik eviricilerle rekabet edebilecek düzeyde yüksek güçlü statik KGK'lar ortaya çıkmıştır.

Statik KGK'ları oluşturan bu temel kısımlara ek olarak, diğer tüm KGK'lar için de geçerli olan, kontrol paneli ve kontrol yazılımları da, hem KGK'ların teknolojik düzeylerini ortaya koyan, hem de kullanıcıyla doğrudan ilgili olan unsurlardır. Özellikle On-Line

KGK'lar açısından önemli diğer unsurlar ise, yükü şebekeye aktarmaya yarayan Statik By-Pass Anahtarı giriş, çıkış ve DC bara filtreleri olarak sıralanabilir. [6]

Statik KGK'lar temel olarak üç sınıfa ayrılırlar. Aşağıdaki sınıflandırma kesintisiz güç kaynaklarını performansları ile tanımlayan EN50091-3 Avrupa standardının bir kısmıdır.

- VFD (Çıkış gerilimi ve frekansı kaynakla bağımlı): KGK çıkış gerilimi, kaynak gerilimine ve frekansına bağımlıdır. Pasif beklemeli ya da Offline olarak da adlandırılır.
- VI (Çıkış gerilimi kaynaktan bağımsız): KGK çıkış gerilimi şebeke frekansı değişimlerine bağımlıdır, ancak gerilim değişimlerini belli seviyede tolere edebilmektedir. Line Interactive (şebeke etkileşimli) olarak da adlandırılır.
- VFI (Çıkış gerilimi ve frekansı kaynaktan bağımsız): KGK çıkış gerilimi, kaynak gerilim ve frekansından bağımsızdır, IEC61000-2-2 veya EN61000-2-2 limitleri içerisinde kontrol edilir. Double conversion (çift dönüşümlü) ya da Online olarak da adlandırılır.
- IEC61000-2-2 ve EN61000-2-2 bir tesisata bağlanmadan önce bir müşterinin alçak gerilim şebekesinden beslenebileceği harmonik seviyelerini tanımlar. [6]

3.2.3 Statik KGK Tipleri

KGK temel olarak üç çeşide ayrılır. Bunlar,

Eviricinin sadece şebeke arızası durumunda yükü beslediği beklemeli olarak çalışan Pasif Beklemeli (Offline) KGK'lardır

Şebeke etkileşimli olarak çalışan Line Interactive KGK'lar

Eviricinin sürekli devrede olduğu beklemesiz olarak çalışan On-Line KGK'lar

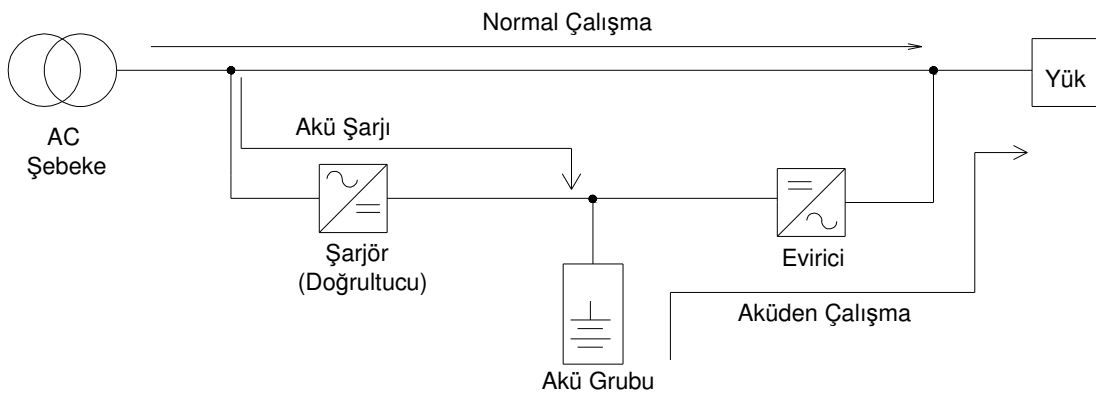
3.2.3.1 Pasif Beklemeli (Offline) KGK

Normal çalışma modunda yük şebekeden beslenir. Bu süreçte akü grubu şarjör (doldurucu) tarafından şarj edilir. Şebeke gerilimi kesildiğinde ya da toleransların dışına çıktığında, aküden çalışma moduna geçerek, hazır olarak bekletilen evirici devreye girer ve akü grubundan aldığı enerji ile yükü beslemeye başlar. Bu geçiş esnasında transfer

süresi adı verilen ve ms'ler mertebesinde olan bir zamanlık kesinti gerçekleşir. Transfer süresi 2 ile 20 ms arasında değişen bir değerdir.

Akü-evirici ikilisi, depolanan enerjinin bitmesi ya da AC şebekenin toleransları içine dönmeye kadar geçen süre boyunca yüke uygulanan gücün sürekliliğini sağlar. Bu tip KGK' lar tercih edilirken, şebeke kesintisi sırasında devreye girme süresi en kısa olan tercih edilmelidir. [9]

Küçük güçler ve düşük maliyetli çözümler arandığı durumlar için uygundur. Genellikle 3 kVA'ya kadar üretilirler ve kişisel bilgisayarları beslemek amacıyla kullanılırlar. Ancak belli bir güç kesintisinin kabul edilemeyeceği büyük bilgisayar sistemlerinde offline KGK sistemler kesinlikle doğru bir tercih değildir. Offline KGK'lar en ucuz çözüm olup, en düşük korumayı sağlayan sistemlerdir. [9]



Şekil 3.2 Pasif beklemeli (offline) KGK prensip şeması

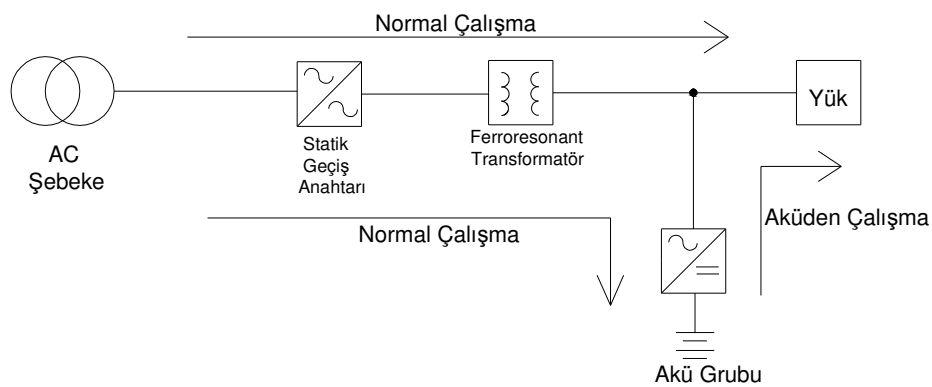
3.2.3.2 Şebeke Etkileşimli (Line Interactive) KGK

Normal şartlarda yük transformatör üzerinden regüle edilmiş şebeke gerilimiyle beslenmektedir. Aynı zamanda transformatörün diğer sargısı üzerinden çift yönlü dönüştürücü beslenmekte ve bu durumda dönüştürücü doğrultucu ya da bir şarjör olarak çalışarak akü grubunu şarj etmektedir. [9]

Şebeke kesildiğinde ya da toleranslar dışına çıktığında, statik geçiş anahtarı açılmakta ve dönüştürücü evirici olarak çalışmaya başlayarak, aküden aldığı DC gerilimi AC gerilime çevirerek yükü beslemeye devam etmektedir. Akü-evirici ikilisi, depolanan

enerjinin bitmesi ya da AC şebekenin toleransları içine dönmesine kadar geçen süre boyunca yüke uygulanan gücün sürekliliğini sağlar.

Bu tip sistemlerde, regülasyon sistemi sayesinde gerilim düzenlemesi sağlanır ve gerçek düşük şebeke geriliminde de güç kaynağının çalışması sağlanır. Bu durum zayıf şebekeler için bir avantaj oluşturmaktadır. Ayrıca sistemde, çıkış frekansı giriş frekansına bağlıdır. Line Interactive KGK'lar orta seviye bir korumayı uygun bir fiyatla sağlayan sistemlerdir. Yine bu sistemler de genellikle 3 kVA'ya kadar üretilirler. [9]



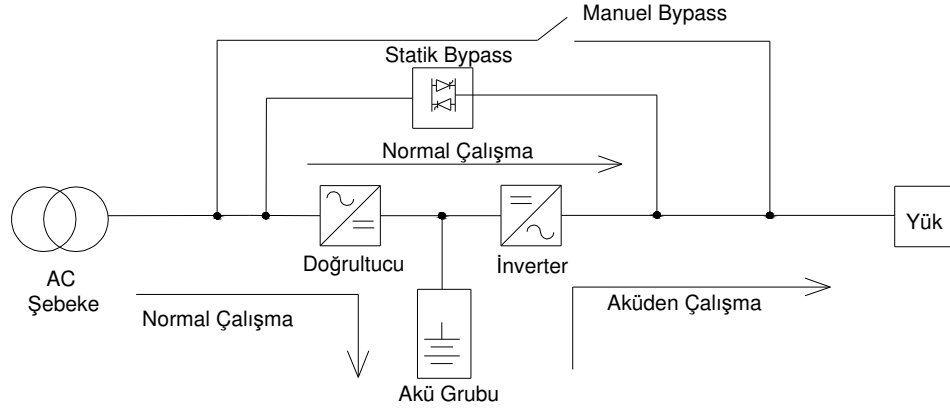
Şekil 3.3 Line interactive KGK prensip şeması

3.2.3.3 Çift Dönüşümlü (Online) KGK Sistemleri

Şebeke gerilimi olsada olmasada evirici sürekli devrededir ve yük evirici üzerinden beslenmektedir. Şebekede enerji olduğu süre zarfında hem aküler şarj edilir hem de şebeke ile aynı frekansta çalışan evirici yardımıyla yük beslenir. Şebeke kesildiğinde ya da toleranslar dışına çıktığında aküden çalışma moduna geçer. [9]

Akü-evirici ikilisi, depolanan enerjinin bitmesi ya da AC şebekenin toleransları içine dönmesine kadar geçen süre boyunca yüke uygulanan gücün sürekliliğini sağlar. Bu süreçte çıkış gerilim kalitesi ve sürekliliği korunmaktadır.

Online KGK'lar bütün güç problemlerine karşı yüksek bir koruma sağlayan ve dolayısıyla kritik yükler için seçilecek en uygun sistemlerdir.



Şekil 3.4 Online KGK prensip şeması

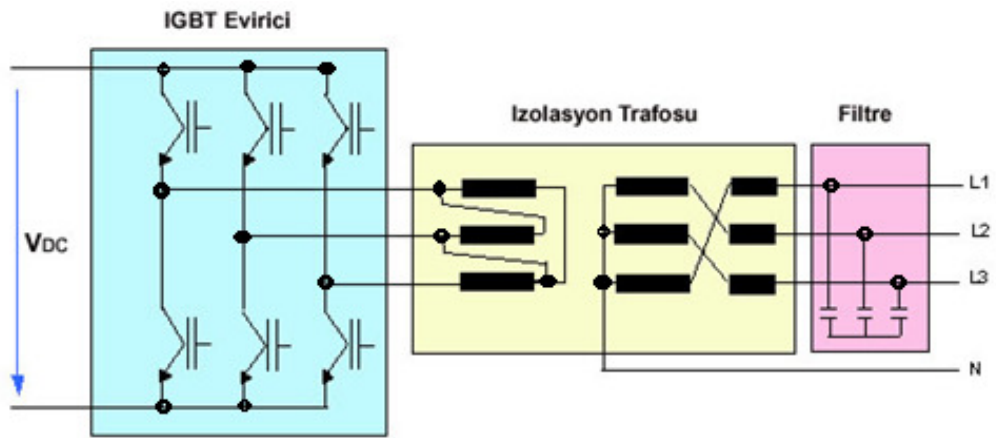
Online KGK'lar,

Çıkışında trafo kullanılanlar (Double-Conversion, çift çevrim)

Çıkışında trafo kullanılmayanlar (Delta-Conversion, üçlü çevrim)

olmak üzere iki çeşittir.

Çıkışında trafo kullanılan standart çift çevrim KGK'larda alternatif akım (Alternating Current, AC)-doğru akım (Direct Current, DC) ve doğru akım-alternatif akım (DC-AC) dönüşümleri vardır. Şekil 3.5'de çıkışında trafo kullanılan KGK'nın evirici çıkış blok şeması verilmektedir. [9]

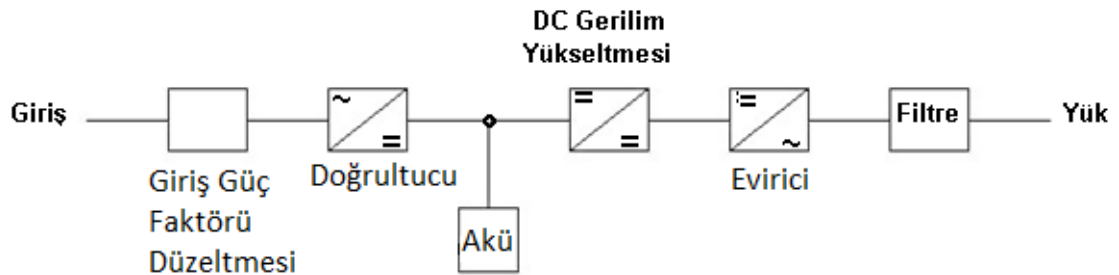


Şekil 3.5 Çıkışında trafo kullanılan KGK evirici çıkış blok şeması

Evirici çıkışından elde edilen AC gerilim, primer sargıda üçgen, sekonder sargıda ise yıldız olarak bağlanmış bir trafoya bağlanır. Sekonder kısımda yıldız olarak bağlanan trafonun yıldız noktası ise KGK'nın çıkış nötr bağlantısı olarak kullanılır.

Çıkışında trafo kullanılmayan, üçlü çevrim KGK'larda nötr bağlantısı, KGK'da kullanılacak akülerin orta uç prensibine göre bağlanması ile elde edilir. Örneğin 62 adet akü kullanan üçlü çevrim KGK'da, birbirine seri olarak bağlanan akülerin 31. ve 32. akü bağlantısı, KGK'nın çıkış nötr ucu olarak kullanılır. [8]

Çıkışında trafo kullanılmayan, üçlü çevrim KGK'larda, standart çift çevrim KGK'lardaki alternatif akım-doğru akım (AC-DC) ve doğru akım-alternatif akım (DC-AC) dönüşümlerine ek olarak doğru akım-doğru akım (DC-DC) üçüncü çevrimi vardır. Bu çevrimde, AC-DC çevriminden elde edilen DC gerilim kullanılarak 800V DC gerilim elde edilir. 800V'luk bu DC gerilim evirici devresinin girişine uygulanır ve IGBT kullanılarak DC gerilim sinüzoidal bir yapıya çevrilir. Şekil 3.6'da üçlü çevrim bir KGK'nın blok şeması verilmektedir. [9]



Şekil 3.6 Üçlü çevrim bir KGK'nın blok şeması

Çift çevrim içeriğini kullanan yapıda, giriş bloğu genelde doğrusal olmayan 6 darbeli doğrultucu olup regüleli ara gerilim sağlanması için üç fazdan gelen gücün anahtarlanması ile akım şeklinde sıçramalar ve darbeler oluşur. Ayrıca akımın gerilimden belirli bir faz farkıyla geride gitmesi ile giriş $\cos\phi$, güç faktörünün 1'den küçük (genelde 0.8) olduğunu göstermektedir.

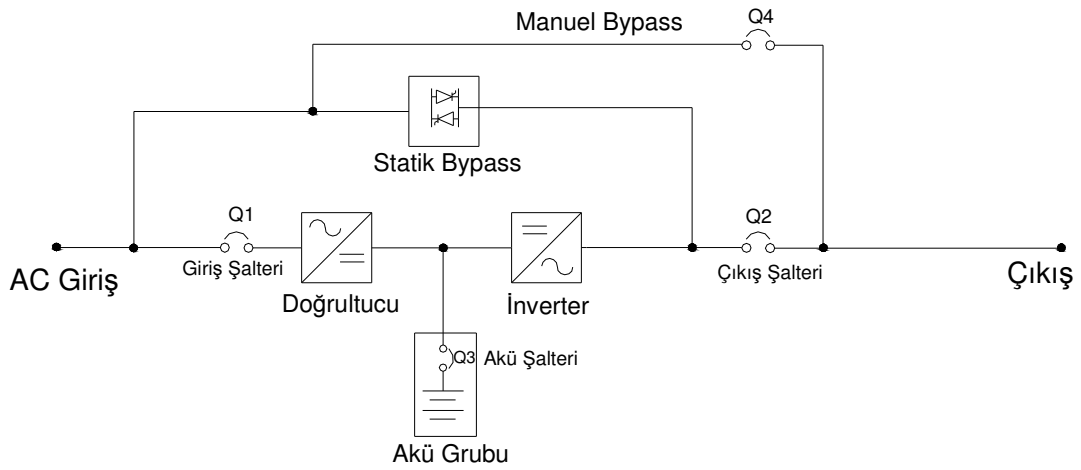
Üçlü çevrim içeriğinde ise giriş akımı, giriş gerilimi ile aynı fazda ve akım şekli sinüzoidaldir. Yani giriş güç faktörü ($\cos\phi$) yaklaşık olarak 1'dir. Bu içerikte giriş bloğu

doğrusal bir doğrultucudur. Giriş akımını gerilimle aynı fazda sinüzoidal hale getiren bir güç faktörü düzeltme (Power Factor Correction, PFC) devresi kullanılmaktadır.

PFC devresinin kullanıldığı KGK'larda güç faktörü düzeltmesi nedeni ile şebekeden çekilen reaktif güç azalır ve KGK girişinden çekilen akımın sinüzoidale yaklaştırılması nedeni ile jeneratörden çalışma esnasında, jeneratörün daha verimli kullanılması sağlanır. [9]

3.2.4 Statik KGK'ların Yapısı

Statik KGK'lar temel olarak aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.



Şekil 3.7 Statik KGK temel bölümleri

3.2.4.1 Doğrultucu

İnverterin çalışması için gerekli olan DC gerilimi elde etmek için kullanılır. Şebekeden aldığı AC gerilimi DC gerilime çevirir. DC akım ve gerilim kontrolü sağlanarak aynı zamanda akü grubunu şarj etmek için de kullanılabilir. KGK tiplerine göre 1 faz girişli veya 3 faz girişli olabilir. [6]

3.2.4.2 İnverter

Doğrultucudan veya akü grubundan aldığı DC gerilimi AC gerilime çevirir. KGK tipine göre 1 fazlı veya 3 fazlı olarak tasarlanabilir. On-line bir KGK'da çıkış gerilimini sağlayan inverter en kritik ve önemli bölümdür. İnverter tarafından üretilen AC gerilimin ideal bir şebekede olması gereken özellikleri sağlaması istenir. Bu özellikler, dalga şekli olan,

genliği ve frekansı değişmeyen ve kesintisiz bir gerilimdir. Bunları sağlamak için inverterin gerilimi, genliği, frekansı ve dalga şekli sürekli denetim altındadır ve belirlenen sınırlar içerisinde tutulur. [6]

3.2.4.3 Statik Bypass

İnverterin aşırı yüklenmesi veya arızalanması durumunda KGK ıkış geriliminin kesilmemesi için statik bypass devresi ile yedek AC gerilim kaynağından KGK çıkışına gerilim aktarılır. Yedek AC gerilim kaynağı genellikle standart olarak şebeke gerilimidir. Özel durumlarda yedek AC gerilim kaynağı olarak ikinci bir evirici de kullanılabilir. Bu işlem için iki adet statik AC anahtar (Tristör veya Triyak) kullanılır.

Statik bypass devresi ile KGK ıkış geriliminin kesilmeden seçilebilmesi için inverter gerilimi ve yedek AC gerilim kaynağı arasında gerilim farkının uygun olması gerekir. Bunun için iki gerilim kaynağının frekans ve fazlarının eşit (senkron) olması, genlikleri arasında da en fazla %10 fark olması gerekmektedir. Bu şartların oluşması için inverter belirlenen sınırlar içinde yedek AC gerilim kaynağına senkron olarak gerilim üretir. Ayrıca yedek AC gerilim kaynağının evirici gerilimine $\pm$ %10 sınırları içerisinde yakın olması gerekmektedir. [6]

3.2.4.4 Mekanik Bypass

Arıza ve bakımlarda kesintisiz güç kaynağına bağlı olan yükleri şebeke elektriğine aktarmak için mekanik bir anahtar kullanılır. Bu anahtar ile yüklere şebeke elektriği verilirken cihazın hiçbir parçasında elektrik bulunmayacaktır. [6]

3.2.4.5 Akü Grubu

Doğrultucunun yedeği olarak eviricinin çalışması için gerekli olan DC gerilimi sağlar. KGK'nın tipine göre uygun gerilimi elde etmek için birbirine seri bağlı aynı kapasitede ve özellikte akülerden oluşur. Genellikle KGK'lar için özel tasarlanmış "tam bakımsız ve kuru tip" diye adlandırılan kurşun asit aküler kullanılır. Nadir olarak Nikel Kadmiyum aküler de kullanılmaktadır.

şebeke gerilimi varken doğrultucu akü şarj devresi tarafından aküler şarj edilerek yedek DC enerji ak grubunda depolanır. şebeke gerilimi sınırlar dışına çıktığında veya

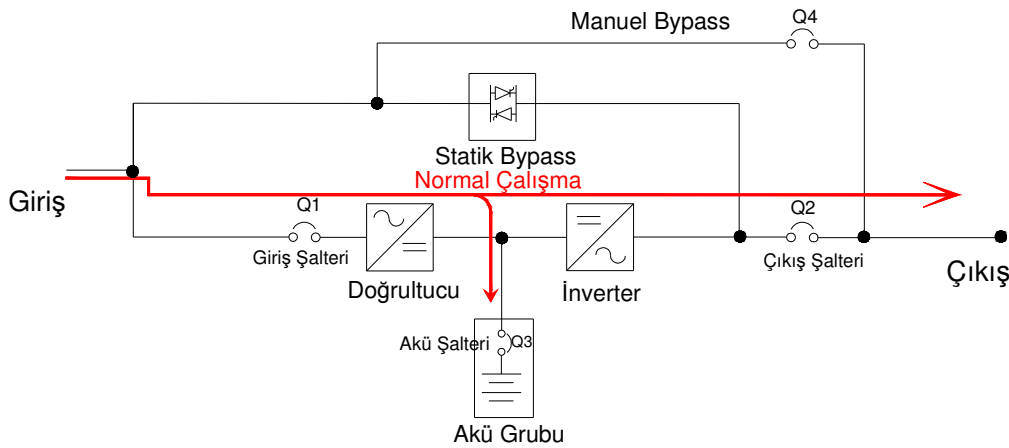
tamamen kesildiğinde eviricinin çalışması için gerekli olan DC gerilim akü grubu tarafından sağlanır. [6]

3.2.5 Online KGK Çalışma Modları

Online kesintisiz güç kaynaklarının çalışma modları aşağıda açıklandığı gibidir.

3.2.5.1 Normal Çalışma (Şebekeden Çalışma)

Doğrultucu (Rectifier) şebekeden aldığı AC gerilimi doğrultup filtre ettikten sonra düzgün bir DC gerilime çevirir. İnverter bu DC gerilimi 220 VAC / 50Hz düzenli bir gerilime dönüştürür. Bu çalışma şeklinde KGK şebeke geriliminin olası elektriksel parazitlerini süzer ve kritik yükü etkilemeyecek hale getirir. Bu sırada Akü Şarj Ünitesi (veya üniteleri) tarafından akü grubu şarj edilir. [10]

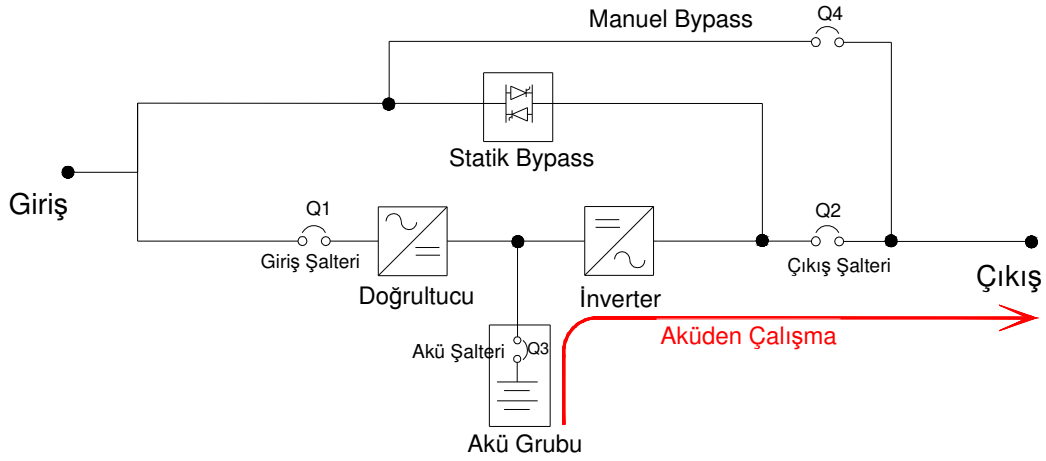


Şekil 3.8 Statik KGK'nın normal çalışması durumu

3.2.5.2 Aküden Çalışma

Şebeke geriliminin cihazın nominal değerlerinin altında olması yada kesilmesi durumunda inverter, çalışması için gerekli gerilimi akülerden sağlar. Bu geçiş esnasında hiçbir kesinti olmaz. Ancak aküden çalışma süresi akülerin kapasitesi ile sınırlı olup belirli bir süre sonra KGK kendisi otomatik olarak kapatacaktır. Bu kapanma gerilimi akü üreticilerinin belirttiği, akülerin bozulmadan deşarj olabilecekleri gerilime kadardır.

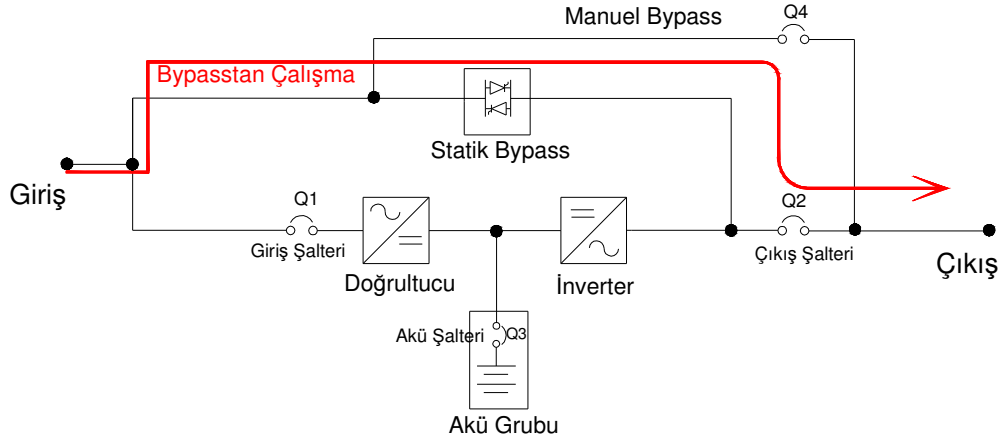
Şebeke gerilimi normale döner ya da geri gelirse bu durumda yine kesintisiz olarak şebekeden çalışmaya geçilir ve aküler şarj edilmeye başlanılır. [10]



Şekil 3.9 Statik KGV'nın aküden çalışması durumu

3.2.5.3 Bypassdan Çalışma

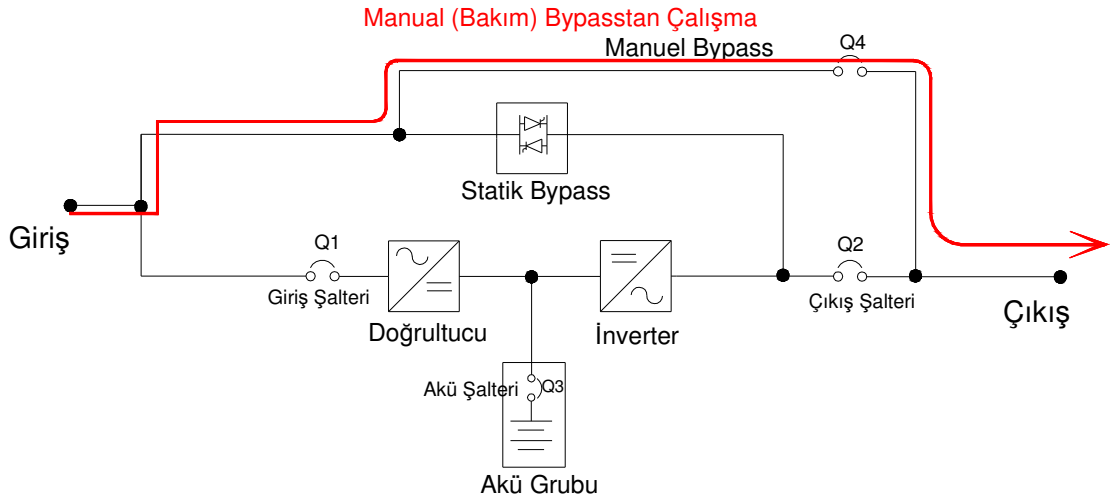
Aşırı yük ya da güç kaynağında meydana gelen bir arıza durumunda, çıkış statik geçiş anahtarı (statik bypass) ile statik bypass hattına aktarılır. Bypass hattı çoğunlukla şebekeye bağlıdır. Ancak başka bir yedek kaynağa bağlı olduğu uygulamalar da mevcuttur. Bypass hattının şebekeye bağlı olduğu uygulamalarda, şebeke geriliminin ve frekansının belirli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Çünkü bypass hattı gerilimi ile inverterin çıkış gerilimi birbirine senkron olarak tutulmaktadır. Yani şebeke gerilimi ve frekansı sürekli izlenerek, inverterin ürettiği gerilim bu frekansı müsaade edilen aralıkta takip etmektedir. [10]



Şekil 3.10 Statik KGK'nın bypass'tan çalışması durumu

3.2.5.4 Manual Bypass (Bakım Bypassından) Çalışma

Bakım bypassından çalışma, servis sırasında güç kaynağının bütün enerjisinin kesilerek, servis elemanlarının rahat bir şekilde çalışmasını sağlayan ve iş gücü kaybını önleyen bir özelliktir. Bakım bypassından çalışma sırasında kesintisiz güç kaynağı yükten izole edilir. Servis elemanı bakım-onarım çalışmalarını yaparken yük de statik bypass hattının bağlı olduğu yedek kaynaktan beslenir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu yedek kaynak çoğunlukla şebekedir. [10]



Şekil 3.11 Statik KGK'nın manuel (bakım) bypass'tan çalışması durumu

3.2.6 Paralel KGK Çalışma Şekilleri

KGK'larda çeşitli paralel bağlantı şekilleri kullanılarak KGK'ların güvenilirliği arttırılabilir, yedekleme yapılabilir ve güç artırımına gidilebilir.

Bazı kritik yükler şebekeden çalışma riskine dayanamayacak yapıda olabilir. Bu nedenle klasik on-line KGK'larda bulunan ve yedekte bekleyen şebeke kalitesi yeterli olmayabilir. Bu nedenle KGK sisteminin güvenilirliğini arttırmak gereklidir.

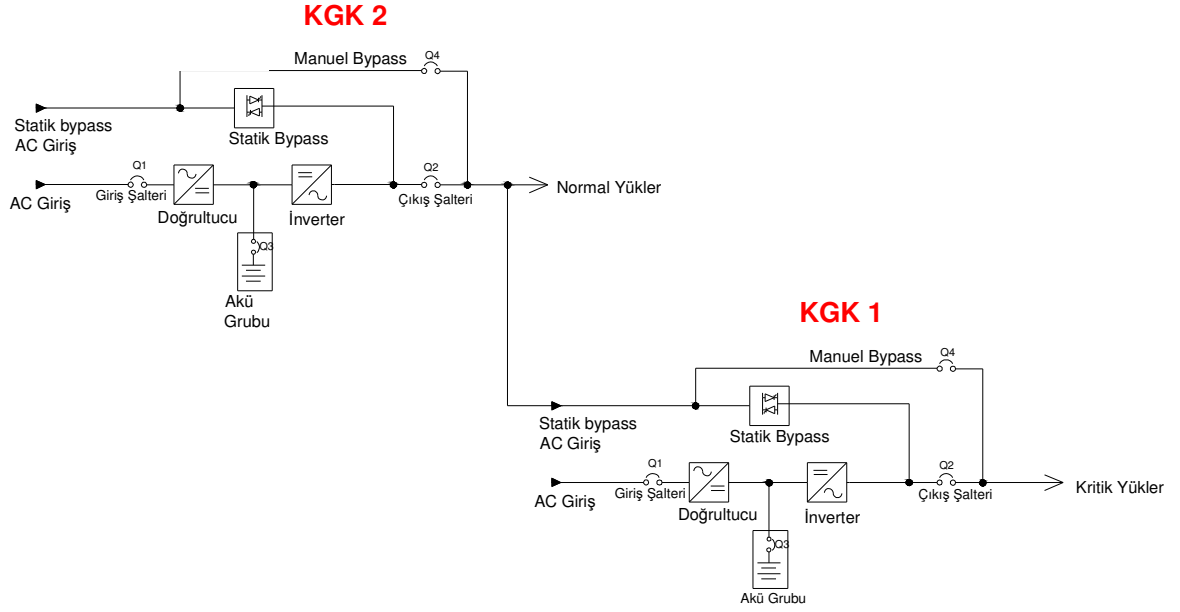
KGK'ların güvenilirlikleri her ne kadar üst seviyede olsa bile şebekedeki bozulmalardan oluşan bozulmaları kendi üstlerine almalarından dolayı arızalanma riskleri vardır. Ömürlü malzemelerin bozulması da cihazın çalışmasını engelleyebilir. Bu nedenle farklı KGK bağlantı sistemi kurularak yedeklemeli çalışılabilir.

Sürekli büyüyen sistemlerde KGK gerekli gücü karşılayamaz hale geldiğinde KGK'yı değiştirmek yerine mevcut sisteme ilave edilen bir KGK ile daha ucuz bir çözüme gidilebilir.

Yukarıda belirtilen koşullarda çalışabilmek için KGK'da şu paralel bağlantı şekilleri vardır.

3.2.6.1 Yedekte Beklemeli Paralel Bağlantı

Bu bağlantı şeklinde kritik yükler bir KGK üzerinden beslenmektedir. Şekil 3.12' de bu KGK, KGK1 olarak adlandırılmıştır. Arka tarafta stand by (yedekte) konumunda bekleyen diğer bir UPS bulunmaktadır. Bu KGK da Şekil 3.12'de KGK2 olarak adlandırılmıştır. Arkada yedekte bekleyen KGK, ya boşta çalışır veya kritik olmayan diğer yükleri besler. Ayrıca arkada yedekte bekleyen KGK'nın çıkışı, kritik yükleri besleyen KGK'nın statik bypass kısmına bağlıdır. Kritik yükleri besleyen KGK'da bir sorun olması durumunda kritik yükler herhangi bir kesinti olmaksızın KGK1 de bulunan statik bypass vasıtasıyla arkada yedekte bekleyen KGK2'ye aktarılır. Böylece yükler kesintisiz biçimde beslenmeye devam eder. [6]



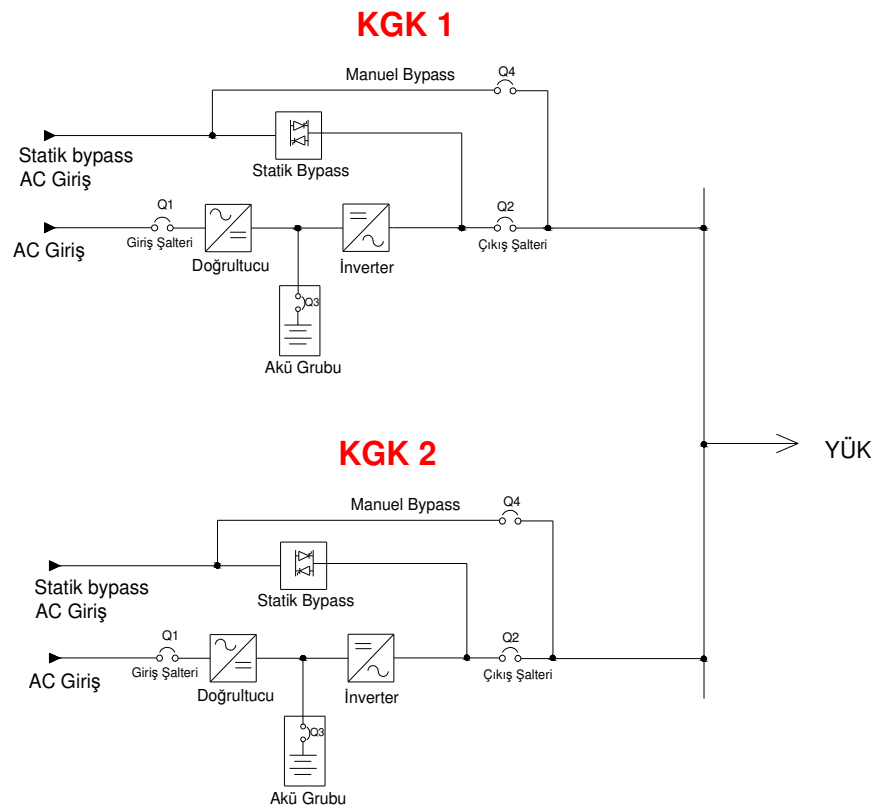
Şekil 3.12 Yedekte beklemeli paralel bağlantı şekli

3.2.6.2 Yedeklemeli Paralel Bağlantı

Bu bağlantı şeklinde iki veya daha fazla KKG paralel şekilde bağlanarak kritik yüklerin güvenli bir şekilde beslenmesi sağlanır. Bu bağlantı şeklinde amaç sistem güvenilirliğini artırmaktır. Bu bağlantı şeklinde kritik yükleri besleyen iki veya daha fazla adette KKG, mevcut yükü eşit oranda paylaşırlar. Örneğin Şekil 3.13'de görülen kritik yükleri besleyen iki adet KKG kendi aralarında haberleşerek mevcut kritik yükü %50-%50 oranında paylaşmaktadır. KKG'lerden birisinde bir problem olması durumunda mevcut tüm yük, diğer KKG tarafından beslenerek sistemin kesintisiz biçimde devamlılığı sağlanır. Sistemde her bir UPS kendi statik bypass ünitesine sahiptir. Ayrıca bu bağlantı şeklinde sistem (N+1) şeklinde de çalıştırılabilir. (N+1) paralel bir sistemde, (N) yükü besleyen cihaz sayısını, (+1) ise yedek olarak bekleyen güç kaynağını ifade eder. Yani mevcut çalışan paralel KKG'lardan bir tanesi yedekte bekletilir, kritik yük diğer (N) tane KKG tarafından yük paylaşımlı olarak beslenir. Bu KKG'lerden birinde problem olması durumunda yedekte bekleyen KKG devreye girer. Arıza yapan KKG, çıkışını tümüyle kapatır. Sistem yine kesintisiz biçimde beslenmeye devam eder. Paralel bir sistemdeki bütün cihazların arıza yapması durumunda yük otomatik olarak bypass hattına aktarılır ve arıza durumu ortadan kalktığında cihazlar otomatik olarak devreye girerler. Yükün bypass hattı tarafından beslenebilmesi için bütün cihazların bypass modunda olması gerekir. [6]

Bununla beraber, bakım ve onarım nedeniyle cihazlardan birisi devreden çıkarıldığında diğer cihazlar yükü beslemeye devam edeceklerdir. Böyle bir anda yükü şebekeye aktarmaya gerek kalmaz. Bu yüzden yedeklemeli paralel bir sistem güvenli bir çalışmada anahtar rol oynar.

Ayrıca üç ve üzeri sayıda KGK'nın paralel çalışması durumunda ortak bypass'lı şekilde dizayn edilmesi, yedeklemeli paralel bağlantıda daha ekonomik bir çözüm bize sunar.

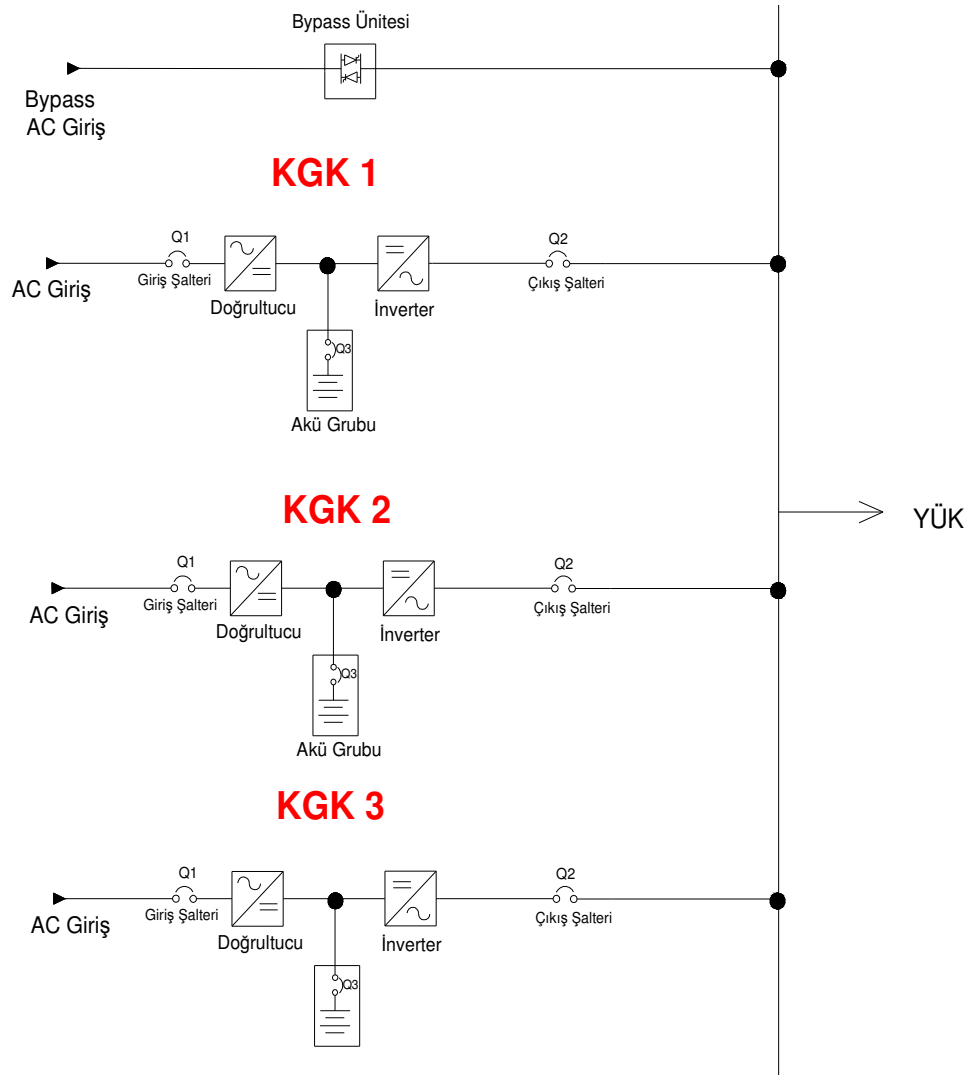


Şekil 3.13 Yedeklemeli paralel bağlantı şekli

3.2.6.3 Ortak Bypasslı Yedeklemeli Paralel Bağlantı

Bu bağlantı şeklinde üç veya daha fazla KGK paralel şekilde bağlanarak kritik yüklerin güvenli bir şekilde beslenmesi sağlanır. Bu bağlantı şeklinde tüm cihazlara ait bypass kısımları tek bir ünite altında toplanmış olup sistemin ortak bypass ünitesi olarak sisteme entegre edilmiştir. Bu bağlantı şeklinde de kritik yükleri besleyen üç veya daha fazla adette KGK, mevcut yükü eşit oranda paylaşırlar. Üç ve üzeri sayıda KGK olması

durumunda sistemin ortak bypasslı şekilde dizayn edilmesi maddi olarak daha ekonomik bir çözüm sunmaktadır. [6]



Şekil 3.14 Ortak bypasslı yedeklemeli paralel bağlantı şekli

3.2.6.4 Güç Artırımına Yönelik Paralel Bağlantı

Yedeklemeli paralel bağlantı ve ortak bypasslı yedeklemeli paralel bağlantı şekillerinde toplam sistemin gücü her bir KGK'nın gücünün toplamı kadar olmaktadır. Örneğin sistemde 3 adet 100 kVA KGK'nın paralel bağlanmış olduğunu düşünelim. Bu durumda sistemin toplam gücü 300 kVA olmaktadır. Yani bu sistemin çıkışına toplam 300 kVA'lık bir yük bağlanabilmektedir. Çıkışa bu değerde yükün bağlanması halinde mevcut paralel sistem korumaya yani güvenilirliği artırmaya yönelik değil de güç artırımına

yönelik kurulmuş olur. Güç artırımına yönelik paralel bağlantı şekli genelde mevcut KGK'nın gücünün sürekli gelişip artan yüklerin gücüne yetmemesi halinde uygulanmaktadır. Bu durumda mevcut KGK'ya bir veya birkaç adet aynı güçte KGK paralel bağlanarak mevcut KGK sisteminin gücü artırılmaktadır.

3.3 KGK Standartları

Mevcut KGK standartları aşağıdaki konuları içermektedir.

- KGK tasarımı
- Kişilerin güvenliği
- Performans seviyeleri
- Elektriksel ortam
- Ekolojik çevresel ortam

Standartlara uygunluk güvenilirliği ve KGK'nın kalitesini ortaya çıkaran en önemli unsurlardan birisidir. Ayrıca teknik bakımdan, insan ve doğal çevrenin korunması bakımından da standartlara uyulması gerekmektedir. Üreticilerin standartlara uyduklarını deklare etmeleri yeterli olmayıp bunu bağımsız laboratuvarlar tarafından da belgelendirmeleri gerekmektedir. [11]

3.3.1 CE İşareti

CE işareti Avrupa yönetmeliği tarafından yayınlanmıştır. Ürünlerin Avrupa Birliği içerisinde dolaşımı için bu işareti taşımaları zorunludur. Bu işareti taşıyan ürünlerin aşağıda belirtilen standartları taşıdığı bilinmektedir.

- Ürün tehlikeli değildir. (Alçak gerilim direktifleri)
- Ürün çevreyi kirletmez. (Çevre direktifleri)
- Ürün elektromagnetik uygunluğa sahiptir. (EMC direktifleri)

Üreticinin CE işaretini ürünlerine koyabilmesi için ürünün standartlara uygun olduğunu test ettirmesi gerekmektedir. [11]

3.3.2 Standartlar

UPS ile ilgili standartlar şunlardır. [11]

- IEC 60146-4 UPS – Performans (Daha sonra bu standart IEC 62040 – 3 olarak değişti.)
- EN50091 – 1 UPS Güvenlik
- EN50091 – 2 UPS EMC
- ENV50091 – 3 UPS Performans (ENV50091 – 3 standardı 3 yıllık deneme süresince yayınlandı.)

Güvenlik ile ilgili standartlar şunlardır.

- IEC60439 Alçak gerilim şalt ekipmanları
- IEC 60950/EN60950 IT ekipmanlarının güvenliği
- EN 50091 – 1 UPS güvenliği
- LV (Alçak gerilim) direktifleri 73/23/EEC ve 93/68/EEC

Akustik ses ile ilgili standartlar şunlardır.

- ISO 3746: Ses gücü seviyeleri
- ISO 7779 / EN 2779: Bilgisayar ve iş ekipmanları tarafından yayılan ses seviyesinin ölçümü

Elektriksel ortam ve Elektromagnetik uygunluk ile ilgili standartlar şunlardır.

- EN50091-2 UPS-EMC
- EN55011-Sınıf A Endüstriyel, bilimsel ve medikal cihazlardan yayılan radyo frekans dalgalarının sınır değerleri ve ölçüm metodları
- EN50160-3 Elektrik şebeke hatlarındaki gerilim karakteristikleri
- IEEE519 Elektrik güç sistemlerinde harmoniklerin kontrolü için tavsiye edilen öneriler ve uygulamalar
- EMC (Elektromagnetik uygunluk) direktifleri: 89/336/EEC ve 93/68/EEC

Ayrıca aşağıdaki IEC ve EN standartları, IEC 61000 / EN 61000 serileri altında toplanmıştır.

- IEC 1000-2-2 / EN 61000-2-2 Elektriksel bozukluklar tarafından üretilen düşük frekansların uygunluk seviyeleri
- IEC 61000-3-2 / EN 61000-3-2 Harmonik akım yayılımları için sınırlar (cihaz giriş akımı < 16A ise)
- IEC 61000-3-4 / EN 61000-3-4 Harmonik akım yayılımları için sınırlar (cihaz giriş akımı > 16A ise)
- IEC 61000-3-5 / EN 61000-3-5 Gerilim dalgalanmalarının sınırlanması kriterleri
- IEC 61000-4-2 / EN 61000-4-2 Elektrostatik boşalmalardan koruma
- IEC 61000-4-3 / EN 61000-4-3 Yayılan radyo frekans alanlarına karşı koruma
- IEC 61000-4-4 / EN 61000-4-4 Elektriksel ani gerilim yükselmelerine karşı koruma
- IEC 61000-4-5 / EN 61000-4-5 Elektriksel aşırı gerilim yükselmelerine karşı koruma

3.3.3 Kalite

Cihazlara ait dizayn, üretim ve servis hizmetleri ISO9001 kalite standardı çerçevesinde verilmelidir. [11]

3.3.4 Ekolojik Çevresel Ortam

Üretilen cihazların çevreyi kirletmemesi ve ISO14001 çevre standardında belirtilen kriterlere uygun olması gerekmektedir. [11]

Çizelge 3.1 IEC 61000-2-2 /EN 61000-2-2 standardına göre alçak gerilim şebekelerinde tek tek gerilim harmoniklerinin uygunluk seviyeleri

3'ün katı olmayan tek harmonikler		3'ün katı olan tek harmonikler		Çift harmonikler	
Harmonik numarası (n)	Gerilim harmoniği değeri	Harmonik numarası (n)	Gerilim harmoniği değeri	Harmonik numarası (n)	Gerilim harmoniği değeri
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3	21	0,2	8	0,5
17	2	>21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,5
23	1,5			>12	0,2
25	1,5				0,2
>25	$0,2+0,5 \times 25/n$				

Çizelge 3.2 EN50160-3 standardına göre cihaz tiplerine göre gerilim harmoniklerinin uygunluk değerleri

Üretilen gerilim harmoniği numarası	Gerilim harmoniği değeri sınıf 1 (hassas sistemler ve ekipmanlar)	Gerilim harmoniği değeri sınıf 2 (endüstriyel sistemler ve elektrik şebekeleri)	Gerilim harmoniği değeri sınıf 3 (büyük şebekeyi kirlüten cihazların bağlantı noktası için)
2	2	2	3
3	3	5	6
4	1	1	1,5
5	3	6	8
6	0,5	0,5	1
7	3	5	7
8	0,5	0,5	1
9	1,5	1,5	2,5
10	0,5	0,5	1
11	3	3,5	5
12	0,2	0,2	1
13	3	3	4,5
THDU	5%	8%	10%

3.4 KGK Parametreleri

Uygun KGK seçiminde, yükün kesintisiz ve güvenli bir şekilde beslenmesi noktasında beklentiler doğru bir şekilde belirlenmeli ve seçilecek olan kesintisiz güç kaynağının

katalogundaki parametreler, teknik özellikler doğru bir şekilde değerlendirmelidir. Aşağıdaki alt başlıklarda KGK sistemini tanımlayan temel parametreler açıklanmıştır.

3.4.1 Güç

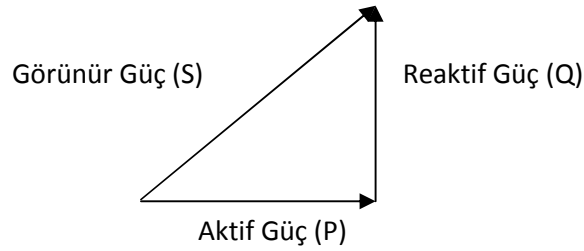
Güç, fiziksel olarak birim zamandaki enerjidir. Üreticiler genellikle kesintisiz güç kaynağının çıkış gücünü belirtirken VA (ya da kVA) birimli görünür güç kavramını tercih ederler. [6]

$$\text{Görünür Güç} = S = U \times I \text{ (tek fazlı yük için)} \quad (3.1)$$

$$\text{Görünür Güç} = S = (UL1 \times IL1) + (UL2 \times IL2) + (UL3 \times IL3) \text{ (üç fazlı yük için)} \quad (3.2)$$

U = Kaynak gerilimi efektif değeri I = Kaynaktan çekilen akımın efektif değeri

Görünür güç, aktif ve reaktif gücün bileşkesidir ve aralarında $S^2 = P^2 + Q^2$ bağıntısı vardır. (3.3)



Şekil 3.15 Güç üçgeni

Aktif Güç (P): Yük tarafından çekilen ve büyük bir kısmı işe ve az bir kısmı kayba dönüşen enerjidir. Birimi Watt'tır.

Reaktif Güç (Q): Şebekeyle yük arasında salınan ancak aktif olarak kullanılmayan enerjidir. Reaktif güç, transformatör, motor gibi cihazlarda manyetik alanı oluşturur ve yararlı enerji dönüşümünde kullanılmaz. Gereksiz yere hattı ve iletim aygıtlarını yükleyerek gerilim düşümüne ve kayıplara yol açar. Bu nedenle reaktif gücün sıfır olması istenir. Birimi kVar'dır.

Bu görünür güç değeri, güç kaynağının sürekli besleyebileceği maksimum güç miktarını belirtir. Bir kesintisiz güç kaynağı seçilirken, toplam yük gücünün bu nominal değeri geçmemesine dikkat edilmelidir.

3.4.1.1 Görünür Gücün Belirlenmesi

Bir KGK seçiminde ilk ve en önemli olan adım, yükün güç tespiti için doğru yapılması ve yük için uygun KGK gücünün belirlenmesidir. KGK çıkışına bağlanacak yükün ya da yüklerin gücü, seçilmesi gereken KGK gücünü belirler. Bu yüklerin toplam kapasitesi VA cinsinden ölçeklendirilmelidir. Bu güç görünür güçtür ve değeri yükün akım ve gerilim efektif değerlerinin çarpımıdır. Bu değerler ölçü cihazlarıyla elde edilir.

Kullanıcı, satın alacağı KGK gücünü belirlerken, KGK üzerinden beslemeyi düşündüğü yüklerin etiketlerinde yazılı olan tüm VA değerlerini toplamalı veya akım ve gerilim değerlerinden söz konusu gücü hesaplamalıdır. Hesaplanan gücün %20 üstünde bir güce sahip KGK'nın seçilmesi yaygın bir pratiktir.

Birinci yöntem olarak yüklerin etiketlerinde yazılı olan VA değerlerinin toplanmasında Çizelge 3.3'teki değerler kullanılabilir. Bu yöntem daha çok küçük ölçekli yükler için geçerlidir.

Çizelge 3.3 Çeşitli ekipmanların güç değerleri

Cihaz	Güç (VA)	Cihaz	Güç (VA)
Sunucu	500	Tarayıcı	100
Standart PC	200	Yazar Kasa	300
Multimedya PC	250	Hub	50
Ağ Sunucusu	500	Router	50
PC Terminal	150	Faks	100
14 inch Monitör	75	Modem	50
17 inch Monitör	100	Kablosuz Telefon	20
21 inch Monitör	150	20 Watt Ampul	30
Inkjet Yazıcı	100	30 Watt Ampul	45
Nokta Vuruşlu Yazıcı	150	40 Walt Ampul	65
Lazer Yazıcı	500	7Ü Ekran Renkli TV	150
A3 Lazer Yazıcı	750	Kombi	120
Ağ Yazıcısı	750		

Sanayi uygulamaları gibi orta ve büyük ölçekli yüklerde ise, ikinci yöntem olan, ölçülen akım ve gerilim efektif değerlerinden hesaplama yoluna gidilir. Bu yöntemde, KGK satış teknik destek mühendisi bir güç analizörü ile gerekli ölçümleri yapar. Her faz için çekilen akım ve bu akımın dalga şekli incelenerek gerekli güç tespiti yapılır. Yüke ait tepe akımı veya kalkış akımı gibi kriterler de göz önüne alınır.

Güç tespitinde diğer önemli bir nokta ise KGK'nın ileriye yönelik kapasite artırımını da göz önünde bulundurmadır. Gelecekteki genişleme gücü kavramıyla ifade edilen bu değer, genişleme ihtimali olan yani zamanla kesintisiz güç kaynağına ilave yüklerin bağlanma olasılığı olan sistem ve tesisler için geçerlidir ve yaklaşık % 30 olarak kabul edilir. Bununla beraber ihtiyacın üstünde seçilecek KGK'da güç elemanları daha az akım ve gerilim streslerine maruz kalır ve kullanım ömrü uzar.

3.4.2 Güç Faktörü

$$\text{Güç Faktörü} = \text{Aktif Güç} / \text{Görünür Güç} = W / VA = \cos \varphi \quad (3.4)$$

Güç faktörü boyutsuzdur ve idealde 1 olması istenir. Bu durumda görünür güç ve aktif güç birbirine eşit olduğundan çekilen reaktif güç sıfır olur. Güç faktörü büyük olan bir yük aynı aktif güce sahip bir yüke göre şebekeden daha az bir akım çekecektir. [6]

Güç faktörü, matematiksel olarak, gerilim ve akım dalga şekilleri arasındaki faz farkının kosinüsü olarak da tanımlanır. Yani elektronik bir sisteme gerilim uygulandığında, sistemin girişindeki akım dalga şekli ile gerilim dalga şekli arasındaki faz açısı farkının kosinüsüdür. [6]

Bir KGK için giriş ve çıkış için iki ayrı güç faktörü bulunmaktadır.

Çıkış güç faktörü genellikle 0,8 dir. Yani 100 kVA'lık bir güç kaynağının 80 kW aktif güç verebileceği anlamına gelmektedir. Bu durumda çıkış güç faktörü 0,8 olan 100 kVA lık bir güç kaynağının yükü 80 kW'ı geçmemelidir.

Giriş güç faktörü, sistemin topolojisine göre değişmektedir. Arzu edilen ise, bu değer 0,99 olması, dolayısıyla kesintisiz güç kaynağının şebekeden reaktif güç çekmemesidir.

Ayrıca yüksek güç faktörlü sistem, aynı aktif gücü çekebilmek için daha düşük bir akım çeker. Bu da daha ince kablo kesitlerinin ve daha küçük anma akımlı elemanlar kullanılmasına olanak sağlar.

Sonuç olarak, bir KGK seçerken giriş güç faktörünün 1'e yakın olmasına dikkat edilmelidir. İdeal olan bu değer 0,99 olmasıdır.

3.4.3 Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD)

Harmonikler, periyodik bir dalga şeklinin (elektrik sistemlerinde sinüzoidal dalga şeklinin), yüksek frekanslı -kendi frekansının katları- ve düşük genlikli bileşenleridir. Diğer bir ifadeyle harmonik adı verilen bu sinüs dalga bileşenleri toplanarak periyodik dalgayı oluştururlar. [6]

Matematiksel olarak bu tanım Fourier Serisine dayanmaktadır. Birinci harmonik temel bileşen olarak adlandırılır ve periyodik işarette aynı frekanstadır, n. harmoniğin frekansı temel bileşenin frekansının n. katıdır.

Pratik olarak, harmonikler, şebeke gerilimi sinüs dalgasındaki bozukluklardır ve Toplam Harmonik Bozunumu (THD - Total Harmonic Distortion) adı verilen parametreyle ifade edilirler.

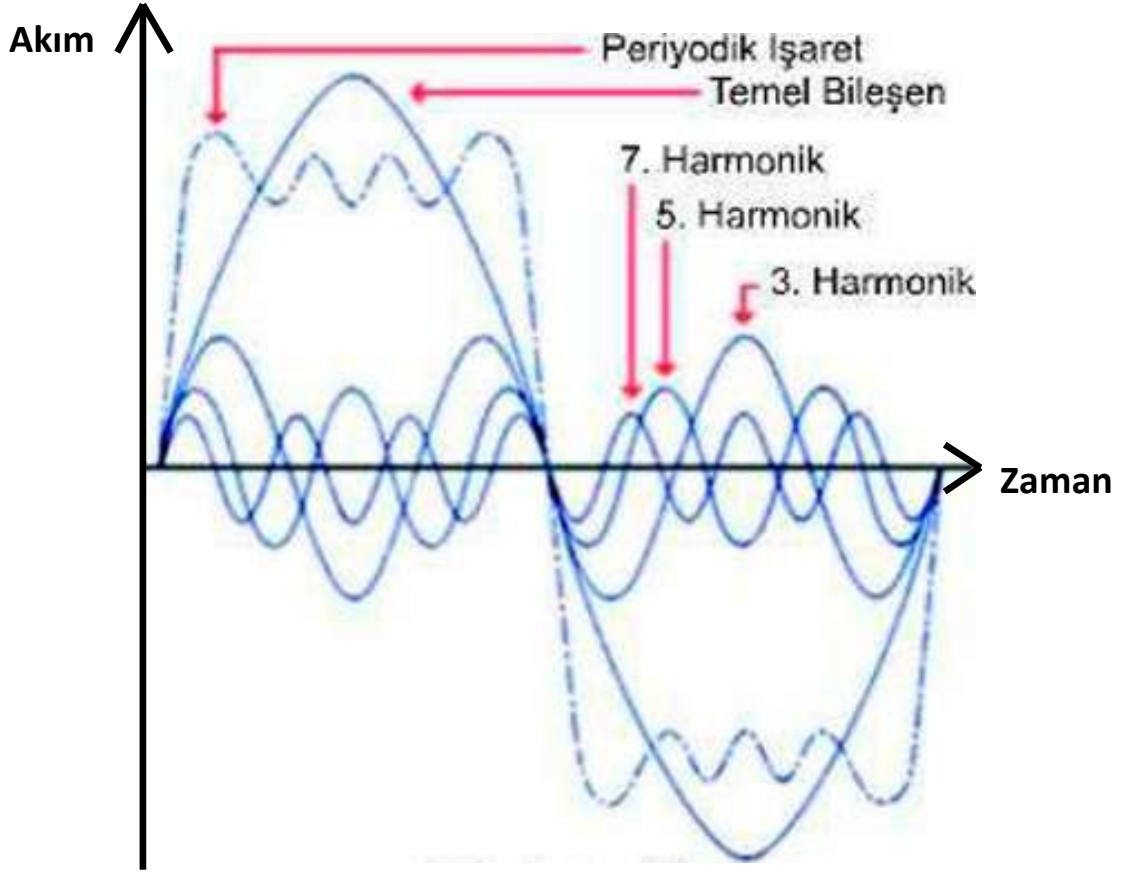
THD, belirli sınırları aştığında, kabloların aşırı ısınmasına ve zarar görmesine, elektrik motorlarında da aşırı ısınmaya, gürültülü çalışmaya ve tork salınımlarına neden olmaktadır.

Gerilim ve akımda meydana gelen harmonik bozunumlarının kaynağı lineer olmayan yüklerdir. Bu yüklerde, akım gerilimin bir fonksiyonu değildir. Yani gerilimin olduğu her noktada şebekeden akım çekilmez. Kesintisiz güç kaynakları, motor yol vericileri, motor sürücüler, bilgisayarlar kısaca güç elektroniği tabanlı bütün elektronik cihazlar lineer olmayan yüklere örnek olarak verilebilir.

Bir KGK için giriş akımı THD'si ve çıkış gerilimi THD'si olmak üzere iki ayrı THD parametresi mevcuttur. Birincisi şebekeden çekilen akım dalga şeklindeki bozulmayı ifade ederken, ikincisi ise yükü besleyen KGK çıkış gerilimindeki bozulmayı tanımlar.

Yüzde olarak belirtilen bu parametreler ne kadar küçük olursa o kadar avantaj teşkil etmektedir. Giriş akımı THD'sinin yüksek olması, güç kaynağının şebekeye daha fazla harmonik bileşenleri basmasına yol açmakta bu da güç faktörünün düşmesine, hassas elektronik cihazların arızalanmasına ve elektronik devre elemanlarının çabuk yaşlanmasına sebep olmaktadır. Çıkış gerilimi THD'sinin yüksek olması ise doğrudan yükü etkilemektedir.

Diğer bir husus ise, düşük giriş THD'sine sahip olan güç kaynaklarının şebekeden çektiği faz akımlarının tepe değerlerinin daha düşük olmasıdır. Bu faktör özellikle jeneratör seçiminde önemlidir. Çünkü daha düşük tepe değerli akımların çekilmesi, KGK ile birlikte çalışacak jeneratör gücünün de daha düşük seçilmesini sağlar. [6]

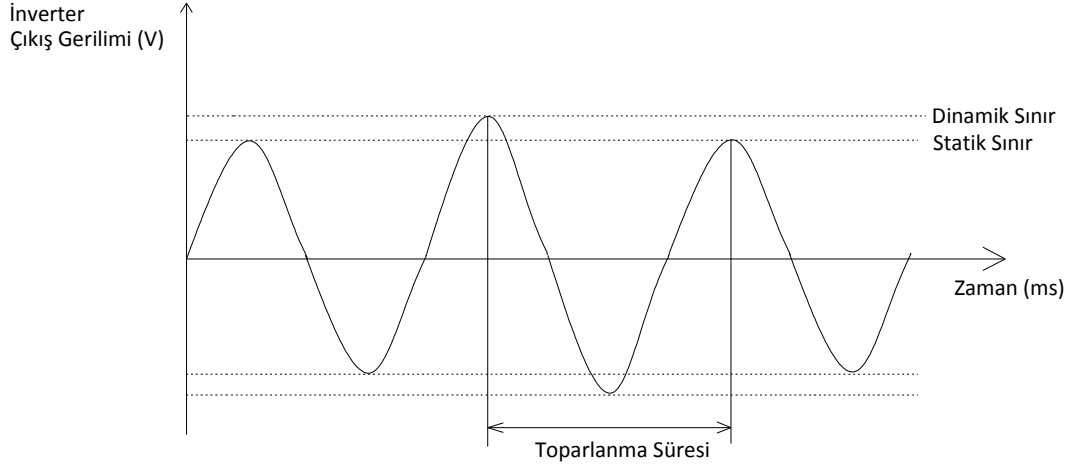


Şekil 3.16 Periyodik sinus dalga şeklinin harmonik bileşenleri

3.4.4 Toparlanma Süresi

KGK'nın çıkışında ani yük geçişleri esnasında geçici bozukluklar olabilir. Bu geçici halin bir üst sınırı ve bir de toparlanma ya da oturma zamanı vardır. Bu sınırlar dışına çıkılması durumunda özellikle değişken yüklerde lambalarda kırpma olabilir. Bu parametreler sistemin cevabına bağlıdır. Sistemin cevabı ne kadar hızlı ise bu parametreler o kadar küçülür. [6]

KGK seçiminde bu değerin mümkün olduğu kadar küçük olması istenir.



Şekil 3.17 KGK'nın dinamik yüklenmesinde KGK'nın toparlanma süresi

3.4.5 Tepe (Crest) Faktörü

Tepe faktörü, yük tarafından çekilen anlık tepe (peak) akımı değerinin, efektif akım değerine olan oranıdır. Doğrusal bir yük için bu değer 1,41'dir. Ancak KGK'lara uygulanan yüklerin çoğu doğrusal olmayan yüklerdir ve bunlar crest faktörleri 1,41'den büyük olduğu için dalga şekli bozulmuş akımlar çekerek daha büyük tepe akımlarına dolayısıyla eşdeğer bir doğrusal yüke göre üzerinde daha büyük bir şekil bozulmasına yol açarlar. Eğer bir KGK, yükün ihtiyacı olan tepe faktörünü sağlayamıyorsa, bu çıkış dalga şeklinin bozulmasına neden olur.

EN50091-1-X standardı, bölüm M15, KGK testi için doğrusal olmayan yük tepe faktörünü 3:1 olarak belirtir. [6]

KGK'nın crest faktörlü doğrusal olmayan yükleri besleme kapasitesinin, toplam yükün crest faktörüne eşit ya da bundan büyük olacak şekilde boyutlandırılmış olmasına dikkat edilmelidir.

3.4.6 Verim

Verim, kesintisiz güç kaynağının aktif çıkış gücünün, giriş aktif gücüne oranıdır. Girişe uygulanan enerjinin küçük bir kısmı, KGK'nın çalışması sırasında elektriksel kayıplardan dolayı ısı enerjisine dönüşür. Örneğin % 90 verime sahip bir güç kaynağı, girişten çekilen her 100 birim enerjinin 90 birimini yükü beslemek için kullanırken, kalan 10 birimlik enerji ısı olarak kaybolur.

Dolayısıyla, kullanıcı, 100 birim enerji faturası öderken bunun sadece 90 birimini yükü beslemek için kullanabilmektedir. Bu kayıp cihazın toplam gücü arttıkça ya da cihazın verimi azaldıkça daha da artar ve kullanıcının daha yüksek faturalar ödemesine neden olur. Kesintisiz güç kaynağının verimi ne kadar yüksek ise, yükü besleme maliyeti de o kadar düşük olur.

Özellikle orta ve büyük güçlü kesintisiz güç kaynaklarında verimin diğer bir önemli yönü, düşük verime bağlı olarak yayılan ısı enerjisinin ortamdan uzaklaştırılması için yapılması gereken ilave harcamalardır. Kayıp olarak dışarı verilen ısı enerjisi ortam sıcaklığını arttırmaktadır. Bu ise ilave maliyetlere yol açan ortamın soğutulması gerekliliğini karşımıza çıkarır.

$$\text{Kayıplar ve Klima Gücü: } P_{\text{kayıp}} = P_{\text{giriş}} - P_{\text{çıkış}} \quad (3.5)$$

$$\text{Verim} = P_{\text{çıkış}} / P_{\text{giriş}} \quad (3.6)$$

Kayıp, ısı olarak ortaya çıkacağından KGK'nın çalışma ortamında soğutma özelliklerini de ortaya koyacaktır.

Örneğin, 80kW çıkışı olan ve %90 verimi olan bir KGK'nın üzerinde tükettiği güç,

$$P_{\text{giriş}} = P_{\text{çıkış}} / \text{verim} = 80 / 0,90 = 89 \text{ kW} \quad (3.7)$$

$$P_{\text{kayıp}} = P_{\text{giriş}} - P_{\text{çıkış}} = 89 - 80 = 9 \text{ kW} \quad (3.8)$$

Bu durumda çalışma ortamı için seçilecek soğutma ünitesinin soğutma kapasitesi:

$$1\text{kW} = 3413 \text{ BTU/saat} \Rightarrow 9\text{kW} = 30.700 \text{ BTU/saat} \quad (3.9)$$

3.4.7 MTTR (Mean Time To Repair - Arızayı Giderme Ortalama Süresi)

MTTR, KGK'nın ne kadar sürede ve kolay bir şekilde onarılabilirliğini değerlendirmek için kullanılan bir parametredir. Sistemin tamir edilebilme süresi, olası bir arıza durumunda yapılacak olan bakım-onarım faaliyetinin ne kadar sürede yapılacağını belirttiği için sistemin güvenilirliğini belirleyen bir parametredir. Bu parametrenin birimi saat'tir. [6]

3.4.8 MTBF (Mean Time Between Failure - İki Arıza Arasındaki Ortalama Süre)

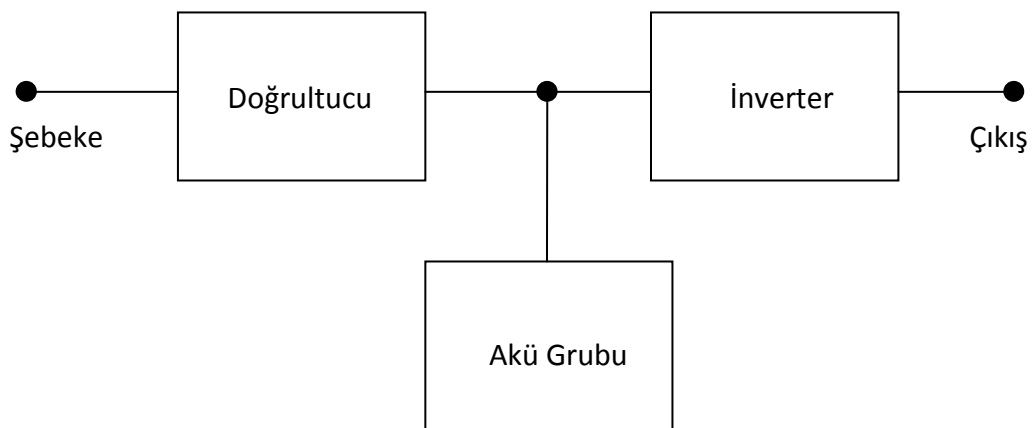
MTBF, KGK güvenilirliğini değerlendirme için kullanılan bir parametredir. Bu, arızalar arasında geçen etkin bir KGK çalışmasının tahmini süresini gösterir. Diğer bir ifadeyle, sistemi oluşturan birim ve elemanların bozulma oranlarının analizidir. Bu analizlerde kullanılan genel modeller vardır. Bu modeller parçaların hata oranlarının hesaplanması için gerekli prosedürleri sağlarlar. Hesaplanan bu hata oranları kullanılarak da MTBF değeri hesaplanabilir. Güç kaynaklarının güvenilirliği de birimi saat olan MTBF kullanılarak değerlendirilebilir. [6]

3.4.8.1 Temel KGK İçin MTBF Süresinin Hesabı

Bir UPS sisteminde UPS'i oluşturan her bir bölümün kendisine ait ortalama MTBF süreleri vardır. Bu süreler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 MTBF süresini hesaplamada kullanılan yardımcı MTBF süreleri

Bölüm	Sembol	MTBF (saat)
Doğrultucu	mtbfR	150 000
Akü	mtbfB	150 000
Inverter	mtbfO	100 000
Statik bypass	mtbfS	1 000 000
Elektrik Şebekesi (yüksek kaliteli)	mtbfP	100
Elektrik Şebekesi(düşük kaliteli)	mtbfP	50
KGK (statik bypass'sız)	mtbfCU	43 000



Şekil 3.18 KGK blok diyagramı (Statik bypass'sız)

Şekil 3.18'de blok diyagramı verilen statik bypass'sız temel KGK için MTBF süresi hesaplanırken KGK'yı oluşturulan birimlerin (evirici, doğrultucu ve akü) MTBF değerleri

kullanılır. Bu birimlerin MTBF değerleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Bu değerler kullanılarak statik bypass'sız bir KGK için MTBF süresi şu şekilde hesaplanır. [6]

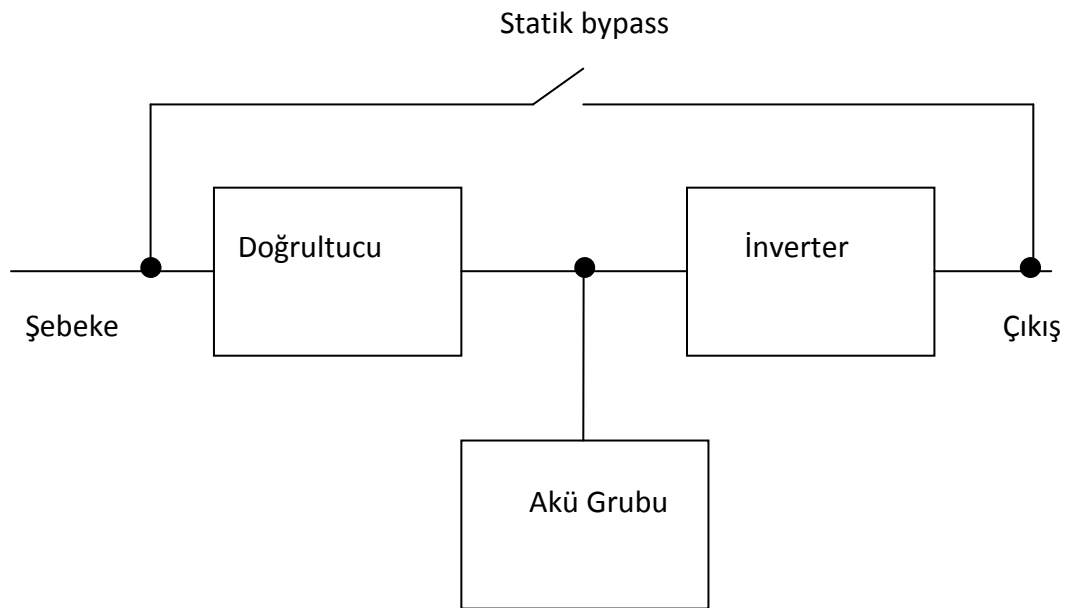
$$\frac{1}{mtbf_{kgk-bypassız}} = \frac{1}{mtbf_{doğrultucu}} + \frac{1}{mtbf_{akü}} + \frac{1}{mtbf_{inverter}} \quad (3.10)$$

$$\frac{1}{mtbf_{CU}} = \frac{1}{mtbf_R} + \frac{1}{mtbf_B} + \frac{1}{mtbf_O} \quad (3.11)$$

$$\frac{1}{mtbf_{CU}} = \frac{1}{150.000} + \frac{1}{150.000} + \frac{1}{100.000} \quad (3.12)$$

$$mtbf_{CU} = 43.000 \text{ saat}$$

Eğer KGK'da statik bypass ünitesi bulunuyorsa bu durumda KGK için MTBF süresi hesaplanırken şebekenin MTBF süresi, statik bypass ünitesinin MTBF süresi ve KGK'nın MTTR (arızayı giderme ortalama süresi) parametreleri de dikkate alınıp, KGK için MTBF süresi aşağıdaki gibi hesaplanır. [6]



Şekil 3.19 KGK blok diyagramı (Statik bypass'lı)

$$\frac{1}{MTBF} = \frac{1}{mtbf_{şebeke} + mtbf_{kgk-bypassız} + \frac{mtbf_{şebeke} \times mtbf_{kgk-bypassız}}{MTTR}} + \frac{1}{mtbf_{statik bypass}} \quad (3.13)$$

$$\frac{1}{MTBF} = \frac{1}{mtbfP + mtbfCU + \frac{mtbfP \times mtbfCU}{MTTR}} + \frac{1}{mtbfS} \quad (3.14)$$

Burada şebekenin MTBF süresi 100 saat ve KGK'nın MTTR süresi de 24 saat alındığında

$$\frac{1}{MTBF} = \frac{1}{100 + 43.000 + \frac{100 \times 43.000}{24}} + \frac{1}{1.000.000} \quad (3.15)$$

MTBF = 181.000 saat

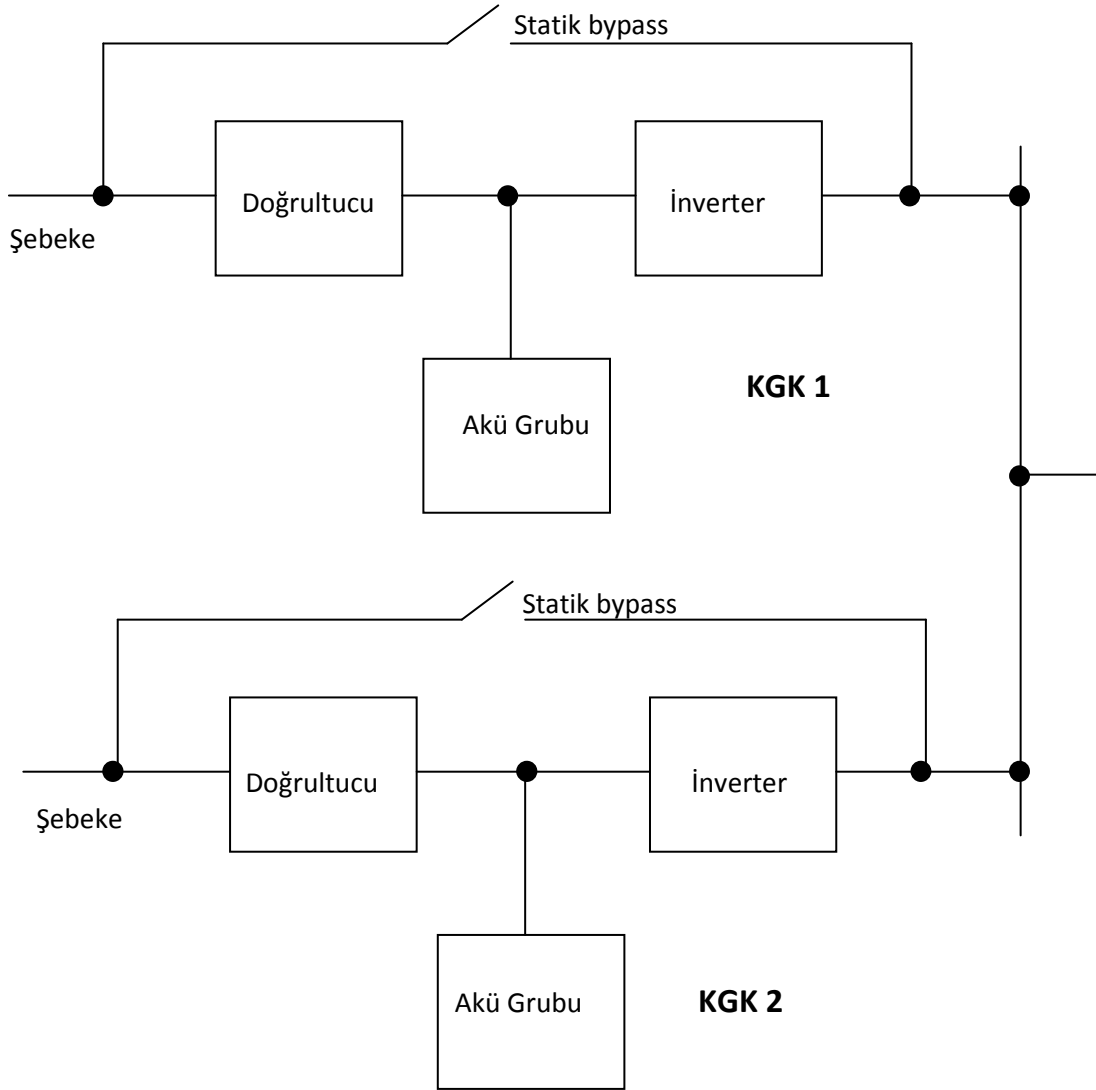
3.4.8.2 Paralel KGK Sistemi İçin MTBF Süresinin Hesabı

Paralel bağlı KGK sisteminin MTBF değerini hesaplamak için Şekil 3.20'de gösterilen model kurulmuştur. Bu modele göre MTBF değeri hesaplanırken şu adımlar izlenir. [6]

KGK1 için MTBF1 değerinin hesabı

KGK2 için MTBF2 değerinin hesabı

MTBF_x değerinin hesabı



Şekil 3.20 Paralel KGK sistemi blok diyagramı

$$\frac{1}{MTBF1} = \frac{1}{mtbf_{doğrultucu}} + \frac{1}{mtbf_{akü}} + \frac{1}{mtbf_{inverter}} \quad (3.16)$$

$$\frac{1}{MTBF1} = \frac{1}{150.000} + \frac{1}{150.000} + \frac{1}{100.000} \quad (3.17)$$

$$MTBF1 = 43.000 \text{ saat}$$

$$\frac{1}{MTBF2} = \frac{1}{mtbf_{doğrultucu}} + \frac{1}{mtbf_{akü}} + \frac{1}{mtbf_{inverter}} \quad (3.18)$$

$$\frac{1}{MTBF2} = \frac{1}{150.000} + \frac{1}{150.000} + \frac{1}{100.000} \quad (3.19)$$

MTBF2 = 43.000 saat

Burada KGK'nın MTTR süresi 24 saat alındığında

Buradan MTBF_x değerinin hesabı için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$\frac{1}{MTBF_x} = \frac{1}{MTBF1+MTBF2+\frac{MTBF1 \times MTBF2}{MTTR}} \quad (3.20)$$

$$\frac{1}{MTBF_x} = \frac{1}{43.000+43.000+\frac{43.000 \times 43.000}{24}} \quad (3.21)$$

$$MTBF_x = 7,7 \times 10^7$$

Şebekenin MTBF süresi 100 saat alındığında sistemin MTBF süresi şu şekilde hesaplanır.

$$\frac{1}{MTBF_{sistem}} = \frac{1}{mtbf_{\text{şebeke}}+MTBF_x+\frac{mtbf_{\text{şebeke}} \times MTBF_x}{MTTR}} + \frac{1}{mtbf_{\text{statik bypass1}}} + \frac{1}{mtbf_{\text{statik bypass2}}} \quad (3.22)$$

$$\frac{1}{MTBF_{sistem}} = \frac{1}{100+7,7 \times 10^7 + \frac{100 \times 7,7 \times 10^7}{24}} + \frac{1}{1.000.000} + \frac{1}{1.000.000} \quad (3.23)$$

$$MTBF_{sistem} = 500.000 \text{ saat}$$

3.4.9 Koruma Sınıfı

KGK'ların katı ve sıvı maddelere karşı korunması gerekmektedir. Dolayısıyla bu etkilere karşı korunaklı şekilde KGK'lar üretilmektedir. KGK'lardaki koruma sınıfları EN 60529 standardında tanımlanmıştır. Buna göre koruma sınıfları IPxy olarak ifade edilmektedir. Burada "I" ifadesi "uluslararası", "P" ifadesi ise "koruma" anlamına gelmektedir. "x" kodu katı cisimlere karşı koruma modunu, "y" kodu ise sıvı cisimlere karşı koruma modunu ifade etmektedir. Buna göre kodların karşılıkları Çizelge 3.5'te belirtildiği gibidir. [6]

Çizelge 3.5 Koruma sınıfı tanımları

İlk kod	Tanım	Açıklama
0	Korumasız	-
1	50 mm çapında ya da daha büyük cisimlere karşı koruma	50 mm ve üzeri çapta katı cisimler cihazın içerisine giremez
2	12,5 mm çapında ya da daha büyük cisimlere karşı koruma	12,5 mm ve üzeri çapta katı cisimler cihazın içerisine giremez
3	2,5 mm çapında ya da daha büyük katı tanelere karşı koruma	2,5 mm ve üzeri çapta katı taneler cihazın içerisine giremez
4	1 mm çapında ya da daha büyük katı zerreler karşı koruma	1 mm ve üzeri çapta katı zerreler cihazın içerisine giremez
5	Toza karşı koruma	Toz zerreleri, cihazın normal işleyişini engelleyecek, güvenliğini bozacak şekilde cihazın içine giremez
6	Toz geçirmez	Toza karşı tam koruma

İkinci Kod	Tanım	Açıklama
0	Korumasız	-
1	Düşey su damlamalarına karşı koruma	Düşey su damlaları cihaza zarar vermez
2	Cihazın gövdesi 15°'lik bir açıda duruyorken düşey su damlalarına karşı koruma	Cihazın gövdesi düşey ile her iki yönde de 15°'lik bir açı yaparken dahi düşey olarak gelen su damlaları cihaza zarar vermez
3	İnce su damlacıkları serpintisine karşı koruma	İnce su damlacıkları düşey ile her iki yönde de 60°'lik bir açı ile cihaza gelse dahi cihaza zarar vermez
4	Sıçrayan suya karşı koruma	Cihazın gövdesine herhangi bir yönden gelen su sıçramaları cihaza zarar vermez
5	Fışkıran suya karşı koruma	Cihazın gövdesine herhangi bir yönden gelen su fışkırmaları cihaza zarar vermez
6	Güçlü su fışkırmalarına karşı koruma	Cihazın gövdesine herhangi bir yönden gelen kuvvetli su fışkırmaları cihaza zarar vermez
7	Geçici olarak suya batırılmanın etkilerine karşı koruma	Cihaz, standart basınç ve zaman şartlarında suyun altında 1 metre mesafeye kadar geçici olarak batırılsa bile cihaza zarar gelmez
8	Sürekli olarak suya batırılmanın etkilerine karşı koruma	Cihaz, kullanıcı ile üretici arasında daha önceden anlaşma yapılan şartlarda sürekli olarak suyun altında batırılsa bile cihaza zarar gelmez

3.4.10 Ses Seviyesi

Bir kesintisiz güç kaynağının çalışma ortamındaki gürültü seviyesi rahatsız etmeyecek değerde olmalıdır. ISO 3746 standardına göre ortamdaki gürültü seviyesi aşağıdaki değerlerde olmalıdır. [6]

Ofis: 52 dBA

Bilgisayar Odası: 60 dBA

Elektrik Cihaz Odaları: 65/75 dBA

3.5 KGK Jeneratör Ortak Çalışması

Uzun süreli elektrik kesintilerinde elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için jeneratörler kullanılmaktadır. Ancak jeneratörlerin yükü üzerine kesintisiz alamaması, bazı kritik yükleri besleyecek yeterli kalitede çıkış dalga şekli oluşturmaması ve frekans kararlılığı bakımından eksik olması gibi eksiklikleri vardır.

KGK ise jeneratörün aksine yükleri kesintisiz olarak üzerine alabilmekte ve kritik yükleri şebekede meydana gelecek her türlü bozulmalara karşı besleyebilecek kalitede ve kararlı frekansında çıkış gerilimi üretebilmektedir. Ancak KGK'lar tüm bu üstünlüklerine rağmen uzun süreli (30 dakikadan fazla) uygulamalar için yetersiz kalmaktadırlar. Bu nedenle uzun süreli elektrik kesintisi meydana gelen yerlerde kalıcı çözüm için KGK ve jeneratör birlikte kullanılmalıdır. Bu ortak çalışma sırasında meydana gelebilecek sorunları engellemek için kullanılacak KGK ve jeneratör seçimine dikkat edilmelidir. [12]

KGK ve jeneratör birlikte çalışırken dikkat edilmesi gereken ana başlıklar şunlardır:

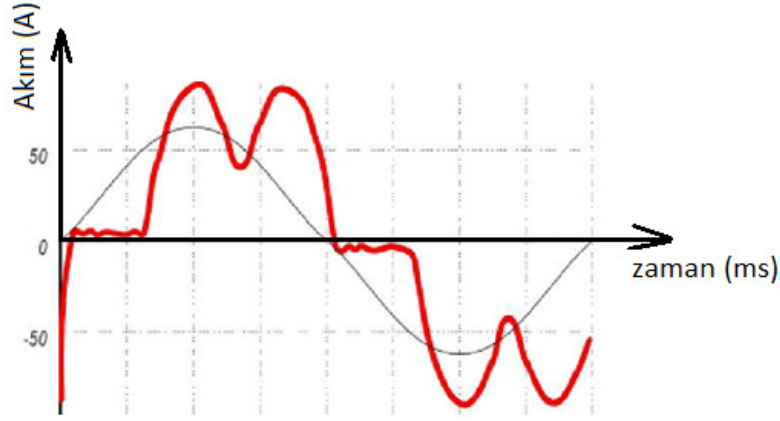
Adım Yüğü: Jeneratör yükü üzerine aşamalı olarak aldığı tam kapasitede çalışabilen, ancak yük anlık olarak üzerine bindirildiğinde düşük performans gösteren elektromekanik bir sistemdir. Jeneratör çalışırken yükü üzerine ani olarak aldığı KGK'daki toplam yükü kaldıramadığından jeneratör geriliminde ve frekansında salınımlar meydana gelebilir. Bu salınımlar KGK tarafından kabul edilemez kaynak olarak algılanabilir ve KGK aküden çalışmaya zorlanabilir. Yük aküye aktarılınca, jeneratör distorsiyonu, UPS'i hattan çalışmaya zorlayacak biçimde azalacak veya kaybolacaktır. Yük jeneratöre tekrar uygulandığında voltaj distorsiyonu, UPS'in bir kez daha aküye aktarılmasına yol açacak biçimde geri dönecektir. Bu çevrim yaklaşık 4

saniyede bir tekrarlanabilir. Bu nedenle jeneratör KGK ile ortak çalıştırılırken anma değerinin ancak %35-%50 değerindeki güç değeri çekildiğinde sorunsuz çalışabilmektedir.

Ayrıca KGK'da doğrultucuda soft-start (yumuşak kalkış) özelliği olsa bile KGK'nın demeraj akımı çekmesini önlemek için doğrultucuda ayrıca akım sınırlama özelliği olmalıdır. [12]

Gerilim Yükselmesi: Bu bir uygulama hatası olup genellikle KGK gücü ile jeneratör gücünün birbirine yakın seçilmesi ve KGK dışında büyük yük olmaması halinde ortaya çıkar. KGK jeneratöre ilk geçtiği anda doğrultucu kapalıdır ve soft-start (yumuşak kalkış) ile çalışmaya başlar. Eğer bu durumda jeneratör üzerindeki tek yük harmonikleri bastırmak için kullanılan giriş filtresi ise bu jeneratör için aşırı uyarma enerjisi yaratır. Pek çok jeneratör kontrol sistemi bu aşırı uyarılmaya yeterince cevap veremez ve gerilimde %120'lere varan kontrolsüz gerilim üretmesi (genellikle jeneratör demirinin manyetik doyuma gitmesi sebebiyle) gibi problemlere yol açar. Bu yüzden jeneratörlere filtre ile çalışma durumlarında ön yük ile start verilerek bu problemin üstesinden gelinmeli ya da KGK üreticisinin filtre sistemini geçici olarak kapatan bir mekanizma sunması gerekmektedir ki bu durumda da harmonik problemi ortaya çıkabilecektir. [12]

Sinüs Dalga Şeklinde Bozulmalar Ve Harmonik Akımlar: Pek çok KGK sisteminin doğrultucuları enerji kaynağında (jeneratör) bozulmalara neden olabilir. Bu bozulmalar jeneratörlerin kontrol ünitelerinin zarar görmesine yol açabilir. Ayrıca doğrultucular harmonik akımları nedeni ile sinüs akım çekmeyebilir. Akımın sinüs dalga şeklinden uzaklaşmasına yol açan etki Toplam Harmonik Distorsiyon (THD) olarak adlandırılabilir. Bu harmonik akımlar jeneratörlerin aşırı ısınmalarına, regülasyonlarının bozulmalarına yol açabilir. [12]



Şekil 3.21 6 darbeleri doğrultucunun giriş gerilim ve akım dalga şekilleri

Başlıca doğrultucu tipi olarak pek çok üretici 6 darbeleri doğrultucuyu tercih etmektedir ki bu yapıların şebekeden çektikleri akım şekli yukarıdaki gibidir ve akım harmonik oranı %33'ler civarındadır. 6 darbeleri olmaları nedeni ile burada etkin olan harmonik bileşen 5. ve buna ek olarak 7. harmoniktir. Oysa 12 darbeleri bir sistemde etkin olan harmonik bileşen 11. ve ek olarak 13. harmoniktir. 12 darbeleri sistemlerde THD %10 civarındadır.

Bu değer KGK ile jeneratörün problemsiz çalışması için yeterlidir. Kimi üreticiler ucuz bir çözüm olması için filtre kullanmayı tercih ederler ancak filtre çözümü beraberinde başka problemleri de getirir. Başlıca problem, filtrelerin belirli bir akım ve empedans değeri göz önüne alınarak dizayn edilmiş olmaları ve pasif olarak görev almalarından dolayı yük değişimlerine cevap verememeleridir. Bunun en basit açılımı düşük yüklerde filtre giriş akım harmoniklerini bastırmak bir yana problemin ana kaynağı olarak baş rolü oynayacaktır. Dikkat edilmesi gereken konu 6 darbeleri bir doğrultucuda dahi %33 olan akım harmoniği yanlış yük ve harmonik filtre seçimi nedeniyle %50'ye kadar çıkmaktadır. Bu nedenle 80 kVA ve üzeri güçlerde yük değişimi büyük farklılıklar gösterebileceğinden KGK sisteminin 12 darbeleri doğrultucu olanlar tercih edilmesidir.

Frekans Dalgalanmaları: Jeneratörler yük değişimlerine cevap verebilmek ve frekansı kontrol edebilmek için doğal limitlere sahiptir. Fonksiyon karmaşıktır ve sadece jeneratörün özelliklerine bağlı olmayıp, governör (jeneratörün ürettiği çıkış gerilimin frekansının kararlı olmasını sağlayan hız kontrol ünitesi) cevap hızının dönme ataletine ve yükün frekans değişimlerine reaksiyonuna da bağlıdır. Jeneratördeki frekans

dalgalanmasının en belirgin sonucu olarak kronik bir şekilde ortaya çıkan KGK-Bypass senkronizasyon olamama durumudur.

İyi bir kontrol yapısı ile hem motor-jeneratör, hem de KGK üreticisi frekans dalgalanma problemlerini ya ortadan kaldırmalı ya da minimize etmelidir.

Motor, hızlı yanıt veren bir governöre sahip olmanın yanı sıra yüke göre ayarlanmış ve doğru boyutlandırılmış olmalıdır. Benzer şekilde de KGK geniş bir frekans kabul aralığına sahip olacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Tabiki bu arada jeneratörün voltaj regülatörü governörden daha hızlı reaksiyon göstermemelidir. Aksi takdirde KGK'nın doğrultucu kısmı ile kararlı olmayan bir durum ortaya çıkar. KGK üreticisi hızlı frekans değişimlerine cevap verebilen bir sistem geliştirmek durumundadır. KGK'nın doğrultucusu saniyede en az 3 Hz'lik değişimlere cevap verebilecek kabiliyete sahip olmalıdır. [12]

By-Pass'a Senkron Olmak: KGK çıkışının kesintisiz olması ve evirici-bypass hatları arası geçişlerde çakışma olmaması için KGK evirici çıkışının bypass hattına senkron olması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için kararlı frekansta çalışan jeneratör ve frekans cevap aralığı genişletilmiş KGK kullanılmalıdır. Aksi takdirde jeneratörden çalışma esnasında KGK bypass hattına bağlı olan jeneratöre senkron olamayacak ve bypass transfer işlemini gerekmesi durumunda KGK ve jeneratör durumları uygun olamayacaktır. [12]

Otomatik Transfer Anahtarı: Pek çok KGK-Jeneratör bağlantısı otomatik transfer anahtarı ile çalışır ve şebekenin geri gelmesi durumunda KGK şebekeden beslenecek şekilde aktarma işlemi yapılır. Bu şekilde yapılan hızlı bir transfer işlemi bir problemin kaynağı olabilir. Eğer KGK girişinde 12 darbeli doğrultucu yerine pasif filtre kullanılmışsa ve transfer anahtarı motor yükleri de içeriyorsa filtre transfer esnasında bir uyarma enerjisi yaratır. Bu uyarma kaynağı bu motorları, onların ataletlerini bir enerji kaynağı gibi kullanarak onları jeneratör gibi davranmaya iter. Eğer bu transfer çok hızlı olursa ortaya çıkan alternatif enerji kaynakları gerilimde beklenmedik faz çakışmalarına ve sonucunda da hem bu motor yüklerinin hem de KGK'nın zarar görmesine yol açar. Bu amaçla özellikle 100 kVA üzerindeki büyük sistemlerde kullanılan filtre yapılarının jeneratörden şebekeye geçişi esnasında KGK tarafından otomatik olarak devreden çıkartılan yapılar ile birlikte sunulması gereklidir. [12]

3.6 Aküler

Aküler şebekedeki güç kesildiğinde, yükü besleyen gücün kaynağı olarak KGK sistemlerinde büyük önem taşırlar. KGK sistemlerinin düzenli, devamlı ve güvenli çalışması büyük ölçüde akülere bağlıdır. Öyleki akü seçiminin uygun ve gerektiği şekilde gerçekleştirilmemesi bütün sistemin ömrünü tehdit eden bir faktördür.

Bir KGK'nın otonomi süresi, yani enerji kesintisi ve kalite bozulması anında yükü aküden besleme süresi, kullanılan akülerin kapasitesine bağlıdır. Bu süreye yedekleme süresi de denir. Aküler normal olarak KGK ile birlikte tedarik edilirler ve KGK içine veya bir kabin içine konulurlar. Bu durumda tedarikçi, yükün görünen gücü ve tasarladığı güç faktörü için belirlenen çalışma süresini garanti eder.

KGK sistemindeki aküler elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürerek depo edebilir (şarj) ve gerektiğinde de depoladıkları bu kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek dışarı verebilirler (deşarj).

Şarj esnasında elektriksel enerjinin soğrulduğu kimyasal değişimler gerçekleşir. Kimyasal reaksiyonların sonucunda elektrik akımının daha fazla kimyasal değişime sebep olmadığı zaman akü artık dolmuş demektir. Deşarjda ise soğurulan bu enerji elektrik akımı olarak dışarıya verilir. [13]

Akünün en küçük yapısal elemanı elektro kimyasal hücrelerdir. Bir hücre iletken bir elektrolit içerisine batırılmış iki elektrottan oluşan bir yapıdır. Bu hücreler, 24 V - 480 V arasında değer alan ve evirici gerilimi ile değişen gerekli akü gerilimini sağlamak için birbirlerine seri olarak bağlanırlar. [13]

3.6.1 Akü Çeşitleri

Bir KGK'nın enerji kesintisi ve kalite bozulması anında yükü besleme süresi, kullanılan bataryaların kapasitesine bağlıdır. KGK uygulamalarında yaygın olarak dört çeşit batarya kullanılır:

Yarı Sızdırmaz (Semisealed) Kurşunlu Tip Akü: Bu tip bataryalarda, su kaybını önlemek için jel tipi bir elektrolit kullanır. Kapalı alanlarda kullanılan küçük kapasiteli KGK'lar için daha uygundurlar. Bu tip bataryaların ortalama ömrü yaklaşık olarak beş yıldır. [13]

Klasik Kuru Tip Kurşun Asitli Akü: Bu, KGK uygulamalarında kullanılan en yaygın batarya tipidir. Bu tip bataryaların terminalleri yaklaşık olarak her altı ayda bir temizlenmelidir. Kapalı tip olduğundan herhangi bir bakıma ihtiyaç duymazlar. Ortalama ömrü yaklaşık 5-10 yıl kadardır. Akü sisteminde buharlaşma ile oluşan herhangi bir su kaybı yoktur. Şarj sırasında açığa çıkan hidrojen ve oksijenin tekrar suya dönüşmesi sağlanır. Bu yüzden elektrolit eklemeye gerek duyulmaz. Bataryaların bulunduğu ortam, şarj sırasında çıkan hidrojen gazından dolayı, düzenli olarak havalandırılmalıdır. Kurulumları kolaydır ve aynı kapasitedeki diğer akülere göre daha az yer kaplarlar. [13]

Kurşun Antimonlu Tip Akü: Bu batarya çeşidi de, kurşun asitli tip kadar yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık olarak her üç ayda bir bakımı yapılmalıdır. Bu tip bataryaların ömrü yaklaşık 10 yıldır. Kapasitelerini muhafaza edebilmeleri için düzenli olarak şarj edilmelidirler. [13]

Nikel Kadmiyumlu Tip Akü: Bu tip bataryaların düşük ve yüksek sıcaklık ortamlarındaki performansları yüksektir. Düşük ağırlık ve maliyet, bu batarya tipinin avantajları olarak sayılabilir. Ortalama ömürleri yaklaşık 20 yıldır. Tam doluluğu muhafaza edebilmeleri için aylık olarak şarj ve periyodik olarak deşarj edilmelidirler. [13]

3.6.2 Akü Ömrünü Etkileyen Faktörler

Birçok KGK sistemi benzer aküler kullanır; fakat KGK tasarımındaki ve kullanım koşullarındaki farklar akü servis ve toplam ömrü arasında önemli farklar oluşturur.

Ortam sıcaklığı, akü şarj tasarımı, akü akım dalgalanması, deşarj derinliği, şarj deşarj akımının büyüklüğü, şarj deşarj sayısı gibi faktörler akülerin ömrünü etkilemektedir.

Ortam Sıcaklığı: Sıcaklık akü ömrünü etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Akünün bulunduğu ortamda 25°C'ın üzerindeki her 5°C'lık sıcaklık artışı için akü ömrü %50 azalmaktadır. Bu yüzden KGK, akülerin olabildiğince soğuk kalmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. [13]

Akü Şarj Tasarımı: Akü şarjı bir KGK'nın çok önemli bir parçasıdır. Şarj koşullarının akü ömrüne etkisi büyüktür.

Eğer akü sabit gerilimle veya "float" tipi şarj ile besleniyorsa ömrü maksimum olur. Şarjda tutulan akünün ömrü, şarj edilmeden bekletilen akünün ömründen daha fazladır. Çünkü bazı parçaların doğal eskime sürecini sağlayabilmek, onları şarj altında tutmakla sağlanır. Bundan dolayı fişe bağlı olduğu sürece bir KGK'nın kapalı bile olsa aküleri şarj etmesi gereklidir. [13]

Piyasadaki çoğu KGK bu önemli özelliği sağlamamaktadır. Bu özellik KGK'nın maliyetini arttırdığı halde akü değişiminin "saklı" maliyeti göz önüne alındığında KGK'nın ömür boyu maliyeti çok düşüktür.

Akü Akım Dalgalanması: İdeal olarak bir KGK aküsü servis ömrünü arttırmak amacıyla "float" veya sabit gerilimle beslenmelidir. Bu durumda tam dolmuş akü, akü şarjından "float" veya "self-discharge" akımı adı verilen küçük miktarda akım çeker. Akü üreticilerinin tavsiyelerine rağmen bazı KGK tipleri (bazı on-line tipler dahil olmak üzere) aküleri ek olarak akım dalgalarına (ripple current) maruz bırakır.

Akım dalgası, akü bir inverteri sürekli beslediğinde ortaya çıkar. Çünkü enerjinin korunumu yasası gereği, AC veren bir inverter kendisini besleyen DC kaynağından AC almasını emreder. Bu akım akünün içinde KGK'nın giriş frekansının iki katı frekansta küçük çaplı "şarj" ve "deşarj" çevrimlerinin oluşmasına sebep olur. Bu çevrimler aküyü yaşlandırır. [13]

Deşarj Derinliği Ve Deşarj Akımının Büyüklüğü: Aküler deşarj olurken, deşarj sırasında harcanan kapasite yani deşarj derinliği akünün ömrünü önemli ölçüde etkilemektedir. Servis ömrü 500 cycle (döngü) olan bir akü sürekli %100 deşarj olduğunda servis ömrü 500'den 100'e kadar azalmaktadır. Bunun yanında akülerin sürekli yüksek akımlarda deşarj olması durumunda akü ömrü %25'lere kadar düşebilmektedir. [13]

Şarj-Deşarj Sayısı: Akü bir kez üretildikten sonra verimli olacağı süre dolma boşalma sayılarından etkilenir. Bu sayı, akü üreticisinin standart olarak verdiği bilgiler arasındadır. Akü ömrü sürekli şarj deşarj sayısının büyüklüğü oranında kısalmaktadır.

KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARINDA KULLANILAN DOĞRULTUCULAR

Genel anlamda doğrultucular, alternatif gerilimden doğru gerilim elde eden devrelerdir. Alternatif akım kaynağından doğru akım yükünü besler veya bir doğru akım şebekesine güç aktarırlar. KGK sistemlerinde inverterin çalışması ve akü grubunun şarj edilmesi için gerekli olan DC gerilimi elde etmek için kullanılırlar. Kısaca görevleri şebekeden aldıkları AC gerilimi DC gerilime dönüştürmektir.

Aşağıda doğrultucuların sınıflandırılması verilmiştir.

Faz sayısına göre doğrultucular, tek fazlı ve üç fazlı doğrultucu olmak üzere ikiye ayrılır.

Tek fazlı doğrultucular: Girişi tek fazlı olan KGK sistemlerinde kullanılırlar.

Üç fazlı doğrultucular: Girişi üç fazlı olan KGK sistemlerinde kullanılırlar.

4.1 KGK'larda Kullanılan Doğrultucu Tipleri

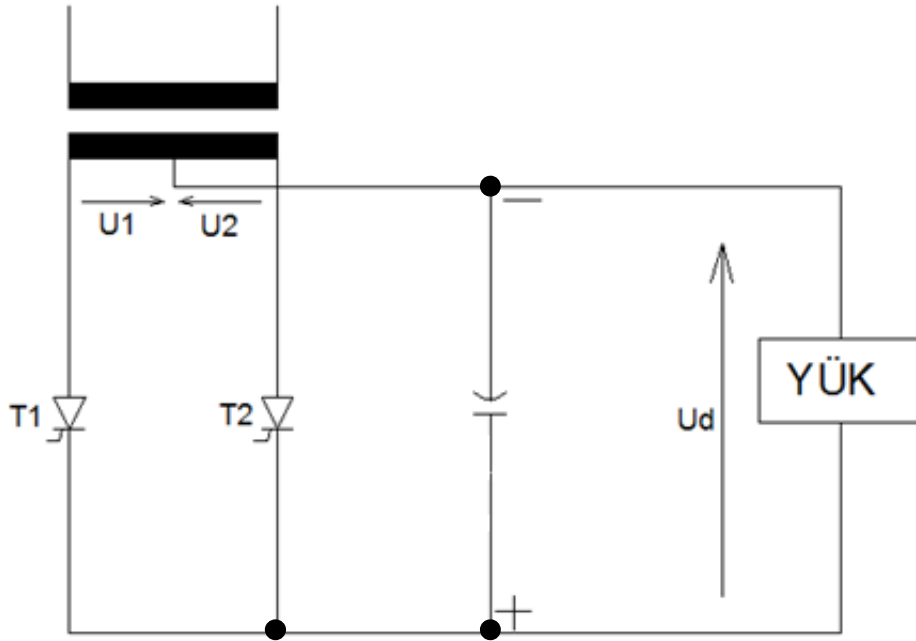
KGK'lar da yaygın olarak kullanılan doğrultucu tipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yarım Dalga Doğrultucu
- Tam Dalga Doğrultucu

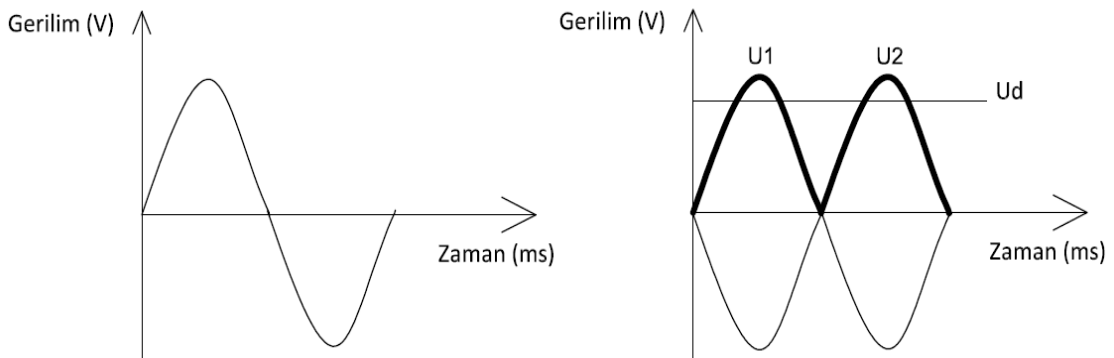
4.1.1 Yarım Dalga Doğrultucu

Bu doğrultucu şeklinin en belirgin özelliği AC tarafındaki akımın sadece bir yönde olmasıdır. KGK'nın yapısına göre bir fazlı veya üç fazlı olarak tasarlanır. Doğrultucunun yapısında temel olarak tristör yarı iletken malzemesi kullanılır. Yarım dalga doğrultucu bağlantılarında doğru akımın bir kutbunu transformatör sekonder sargısının yıldız

noktası, diğer kutbunu ise doğrultucuların aynı işaretli uçları oluşturur. Yarım dalga doğrultucularda doğru gerilimin bir periyodundaki tepe sayısı, faz sayısına ve doğrultucuların oluşturduğu kol sayısına eşittir. Şekil 4.1’de bir fazlı yarım dalga doğrultucu bağlantısı, Şekil 4.2’de ise bu bağlantıdaki giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri görülmektedir. [14]

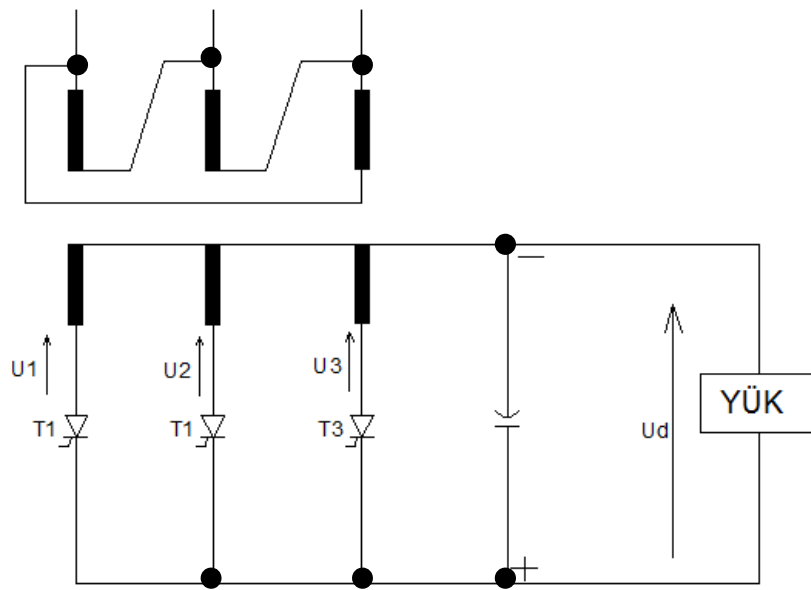


4.1 Bir fazlı yarım dalga doğrultucu

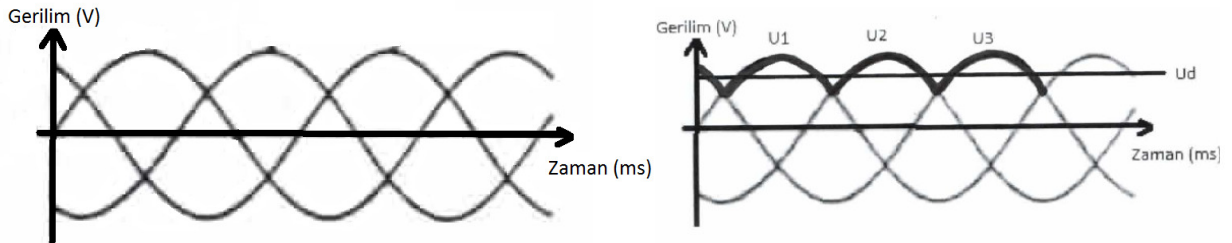


Şekil 4.2 Bir fazlı yarım dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri

Bu bağlantı şeklinde doğru akımın tam olarak süzöldüğü kabul edilmiştir. Transformatör sekonder sargısından bir orta uç çıkarılarak aralarında 180° faz farkı bulunan u_1 ve u_2 faz gerilimleri elde edilmiştir. u_d doğru gerilimi iki sinüs yarım dalgasından oluşur. Diyotlardan geçen akımlar dikdörtgen şeklinde olup 180° sürelidir. Tristörler fazlar arası gerilimin maksimum gerilimine dayanmak zorundadır. Faz sayısının az olması nedeniyle elde edilen doğru gerilimdeki dalgalanma çok fazladır. Montaj yarım dalga olduğu için bir peryottaki tepe sayısı, kısaca montajın darbe sayısı 2'dir. [14]



Şekil 4.3 Üç fazlı yarım dalga doğrultucu



Şekil 4.4 Üç fazlı yarım dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri

Şekil 4.3’de üç fazlı yarım dalga doğrultucu bağlantı şekli, Şekil 4.4’de ise bu bağlantı şeklindeki giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri görülmektedir. Komütasyon devresinin endüktansı ve direnci bulunmadığı ve doğru akımın tam olarak süzüldüğü kabul edilerek çizilmiştir. Doğru gerilim, iletimde olan tristörün bağlı bulunduğu faz gerilimine eşit olduğundan kubbeli bir değişim izlemektedir. Tristör akımlarının değişimi dikdörtgen şeklindedir. Tristörler iletimde değilken fazlar arası gerilime maruz kalırlar. Buna göre fazlar arası gerilimin maksimum değerine dayanabilmelidirler. [14]

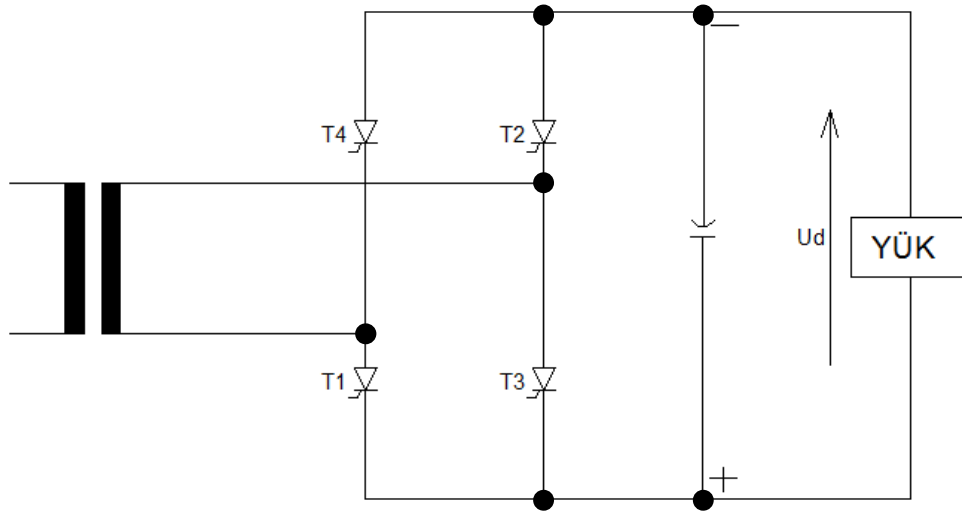
4.1.2 Tam Dalga Doğrultucu

Tam dalga doğrultucu montajlarında doğrultucunun AC tarafından iki yönde akım geçtiği için faz gerilimlerinin hem pozitif hem de negatif yarım dalgalarından yararlanılır. Bu nedenle elde edilen doğru gerilimin ortalama değeri, yarım dalga doğrultucu bağlantısınınkinin iki katı olur. Tam dalga doğrultucu montajlarında gerekli doğrultucu eleman sayısı, yarım dalga doğrultuculardakinin iki katıdır. Bu montajlar prensip olarak iki tane yarım dalga doğrultucunun aralarında seri bağlanmasından oluşur. Büyük doğru gerilimlerin elde edilmesi için tam dalga doğrultucular tercih edilir. Bu bağlantılarda AC tarafta akım iki yönlü olduğundan, transformatörden tam olarak yararlanılabilir. Tam dalga doğrultuculardaki tepe sayısı fazla olduğundan dolayı doğru gerilimdeki dalgalanma daha azdır. KGK’nın yapısına göre tek fazlı veya üç fazlı olarak tasarlanır. [14]

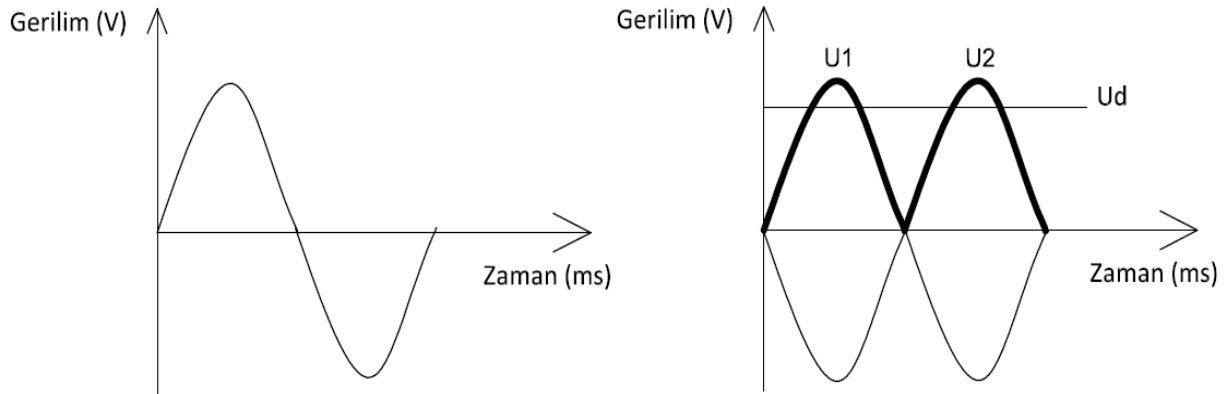
4.1.2.1 Tek Fazlı Tam Dalga Doğrultucu

Tek fazlı tam dalga doğrultucu prensip olarak iki adet “tek fazlı yarım dalga doğrultucu” nun seri bağlanmasından oluşmuştur. Sekonder sargının ortasındaki uç kullanılmayacağına göre çıkarılmasına gerek yoktur. [14]

Şekil 4.5’de tek fazlı tam dalga doğrultucunun bağlantı şeması, Şekil 4.6’da ise bağlantı şeklindeki giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri görülmektedir.



Şekil 4.5 Tek fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu



Şekil 4.6 Tek fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri

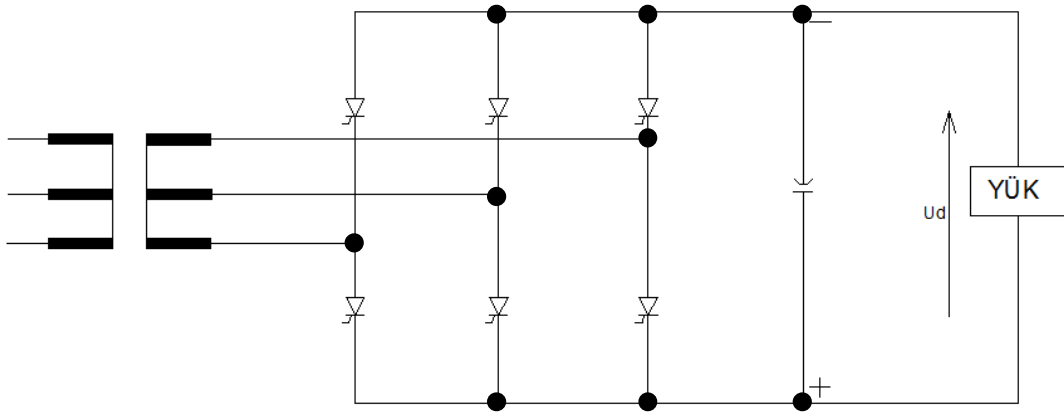
4.1.2.2 Üç Fazlı Tam Dalga Doğrultucu

Üç fazlı tam dalga doğrultucu prensip olarak, iki adet üç fazlı yarım dalga doğrultucunun seri bağlantısından oluşmuştur. Şekil 4.7 a' da üç fazlı tam dalga doğrultucunun bağlantı şekli verilmiş Şekil 4.7 b ve Şekil 4.7 c 'de ise bu bağlantının seri bağlı iki "üç fazlı yarım dalga doğrultucu"ya eşdeğer olduğu gösterilmiştir. Şekil 4.7 b'de doğrultucu olarak çalışan I ve II doğrultucuları yükü seri olarak beslemektedir. I

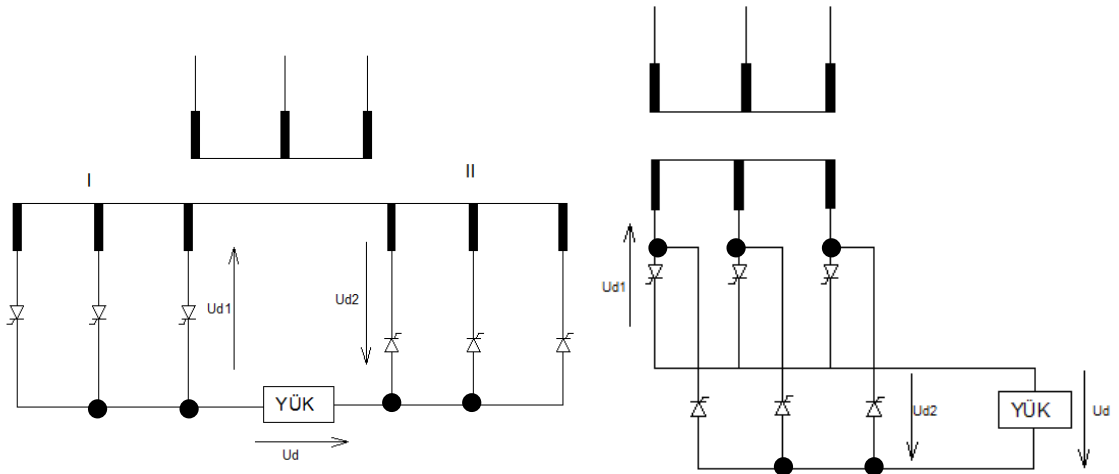
doğrultucusunda yıldız noktası (-) uç, II doğrultucusunda ise (+) uçtur. Böylece yükün uçlarına iki doğrultucunun gerilimleri toplamı olan,

$$U_d = U_{dI} + U_{dII} \quad (4.1)$$

gerilimleri elde edilir. u_{dI} ve u_{dII} gerilimlerinin bir periyodunda üç tepe mevcuttur, ve aralarında 180° faz farkı vardır. Buna göre u_d geriliminde bir periyotta 6 tepe mevcuttur.



a) Üç fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu



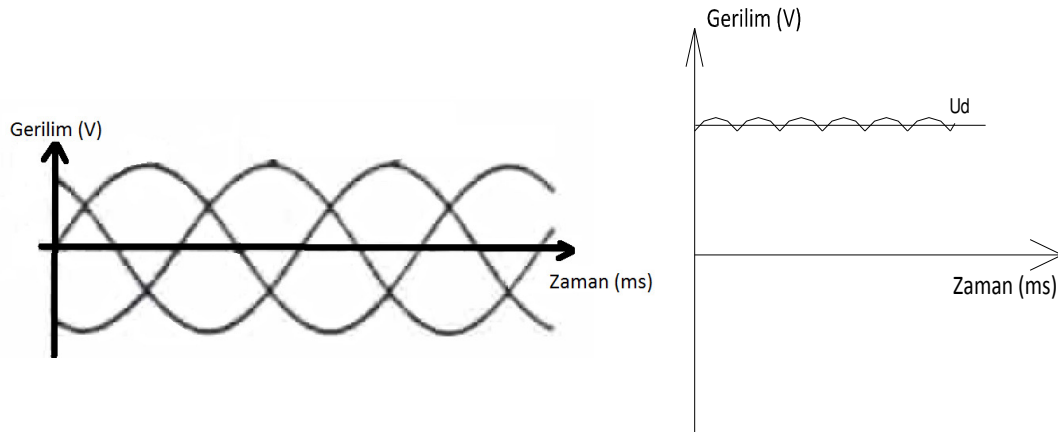
(b)

(c)

b), c) İki adet üç fazlı yarım dalga doğrultucu bağlantısına eşdeğer olduğunun kanıtlanması

Şekil 4.7 Üç fazlı tam kontrollü tam dalga doğrultucu ve iki adet üç fazlı yarım dalga doğrultucu bağlantısına eşdeğer olduğunun kanıtlanması

Şekil 4.7 b’de birbirinin aynı iki adet sekonder sargı kullanılmıştır. Bu sargıların yıldız noktaları irtibatlı ve faz gerilimleri aynı olduğuna göre, sadece bir grup sekonder sargı ile yetinilebilir. Şekil 4.7 c’de her iki doğrultucunun gerçekleştirilmesi için bir tek sekonder sargı grubundan yararlanılmıştır. Halbuki Şekil 4.7 c ve Şekil 4.7 b birbirinin eşdeğeridir. Şekil 4.8’de üç fazlı tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri verilmiştir.



Şekil 4.8 Üç fazlı tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış gerilim dalga şekilleri

Çeşitli üç fazlı tam dalga doğrultucu tipleri vardır. Bunlar

- 6 darbeli tristör doğrultucular
- 12 darbeli tristör doğrultucular
- IGBT doğrultucular

4.1.2.3 6 Darbeli Doğrultucular

Tam dalga doğrultucuda altı adet tristör yarı iletken malzemenin kullanılmasıyla oluşturulur. Şekil 4.9’da 6 darbeli doğrultucunun prensip şeması verilmiştir.

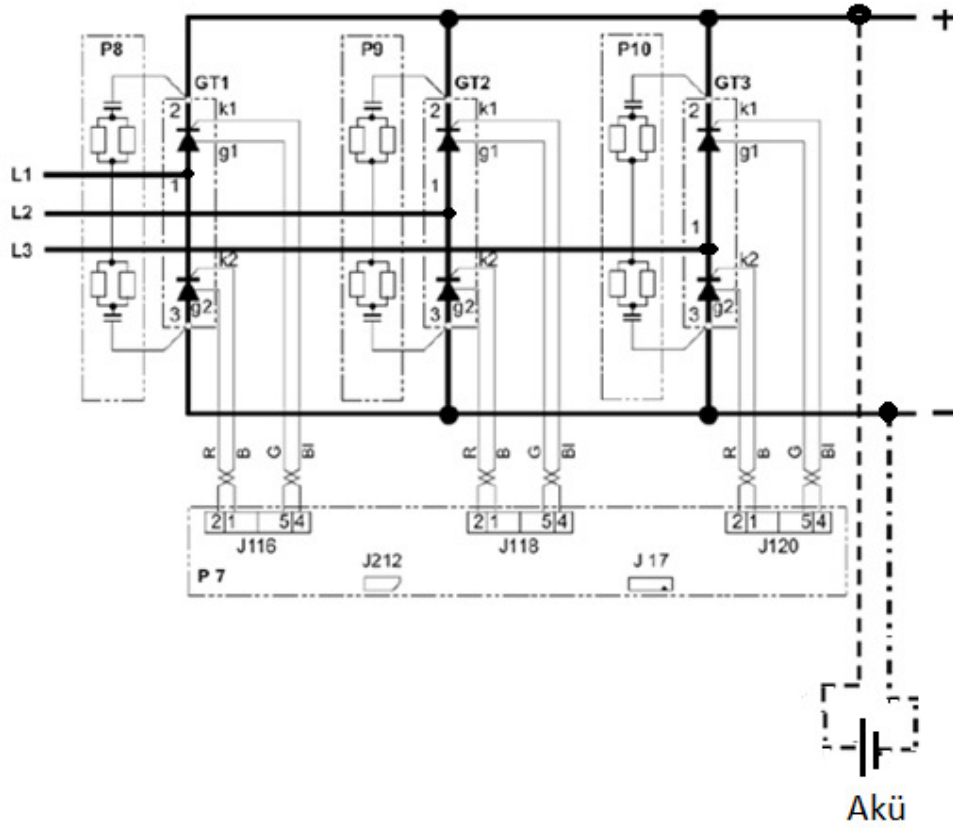
Şekilden görüleceği üzere üç adet tristör AC gerilimin pozitif alternansını diğer üç adet tristör ise AC gerilimin negatif alternansını doğrultur.

Doğrultucunun çıkışı doğrudan inverterin girişine bağlanır. Doğrultucunun çıkışı ile inverter arasına kondansatör grupları konularak çıkış DC gerilimin daha saf olması sağlanır.

Bu doğrultucu tipinin KGK'da kullanılması durumunda KGK aküleri doğrultucu çıkış barasına bağlanır ve aynı zamanda doğrultucu akülerin şarj edilmesinde de kullanılır.

Bu doğrultucu tipinde giriş akım harmonik distorsiyon oranı yüksektir ve %30'lar mertebesinde. Ayrıca bu doğrultucu tipinin kullanıldığı KGK'larda KGK'nın çıkışına çıkış trafosu konulması gerekmektedir. Çünkü inverter çıkış geriliminin, inverterin girişine gelen DC gerilimden düşük olması gerekmektedir. Bu durumda inverter çıkış gerilimini istenen değerlere yükseltmek için KGK çıkışına yükseltici trafo konulması gerekmektedir. [10]

Ayrıca bu doğrultucu tipinde giriş güç faktörü 0,8 ile 0,85 arasında bir değer almaktadır.



Şekil 4.9 6 darbeli doğrultucunun prensip şeması

4.1.2.4 12 Darbeli Doğrultucular

6 darbeli doğrultucuların yüksek THDI (toplam akım harmonik distorsiyonu) dezavantajlarını ortadan kaldırmak için 12 darbeli doğrultucular kullanılmaktadır. 12 darbeli doğrultucu, 2 adet 6 darbeli doğrultucunun paralel bağlanmasından elde edilir.

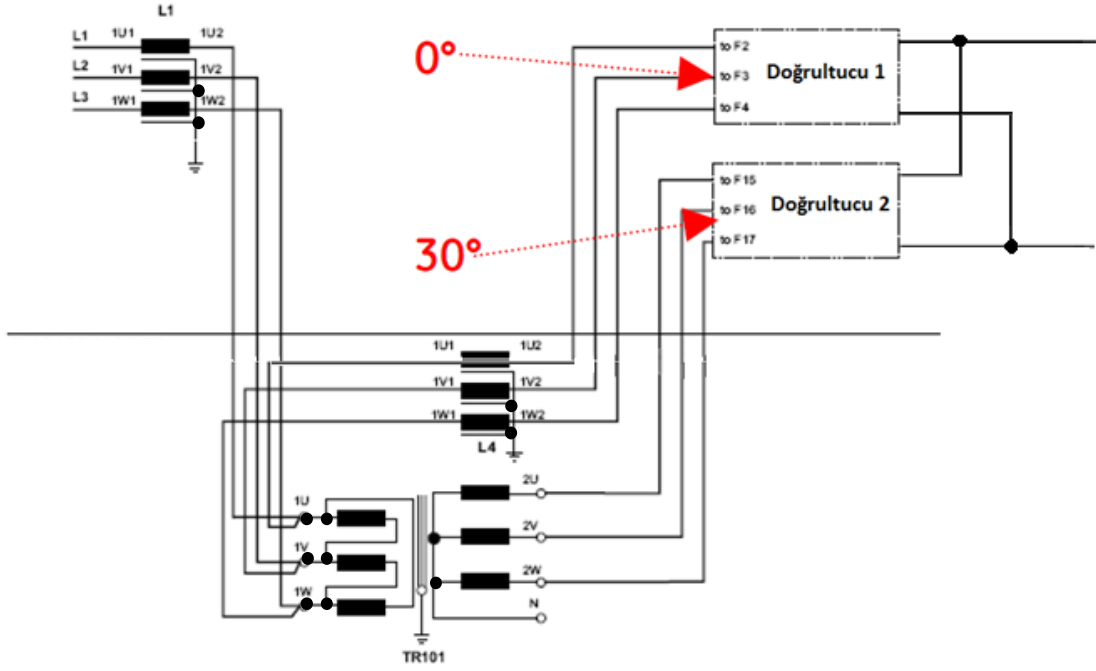
Doğrultucuların çıkışı doğrudan inverterin girişine bağlanır. Doğrultucuların çıkışları ile inverter arasına kondansatör grupları konularak çıkış dc gerilimin daha saf olması sağlanır.

Bu doğrultucu tipinde giriş akım harmonik distorsiyon oranı %10'lar mertebesinde. Ayrıca bu doğrultucu tipinin kullanıldığı KGK'larda KGK'nın çıkışına çıkış trafosu konulması gerekmektedir. Çünkü inverter çıkış geriliminin, inverterin girişine gelen DC gerilimden düşük olması gerekmektedir. Bu durumda inverter çıkış gerilimini istenen değerlere yükseltmek için KGK çıkışına yükseltici trafo konulması gerekmektedir.

Ayrıca paralel bağlı iki doğrultucudan birisinin girişine gerilim direkt şebekeden gelmekte, ikinci doğrultucunun girişine ise gerilim, giriş kısmına yerleştirilen faz kaydırma trafosu üzerinden gelmektedir. Faz kaydırma trafosu şebeke gerilimini 30° kaydırıp ikinci doğrultucunun giriş kısmına vermektedir. [10]

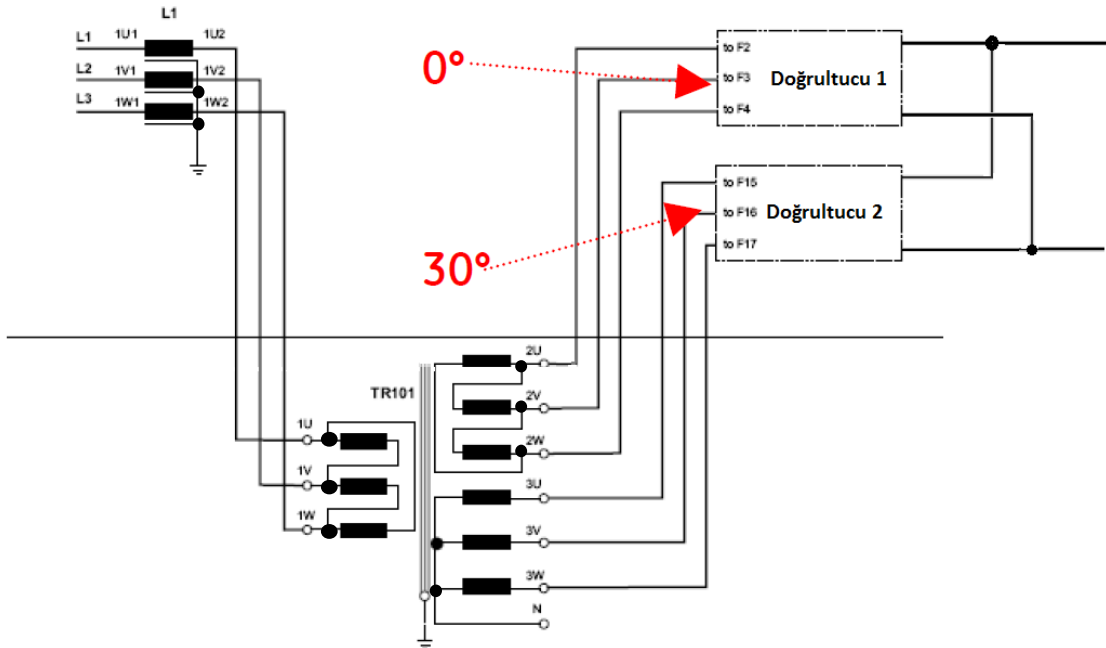
Ayrıca bu doğrultucu tipinde giriş güç faktörü 0,85 ile 0,9 arasında bir değer almaktadır.

Şekil 4.10'da galvanik izolasyonsuz 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması verilmiştir. Sistemde birinci doğrultucunun girişine şebeke gerilimi direkt olarak verilmekte, ikinci doğrultucunun girişine ise gerilim üçgen/yıldız bağlı bir faz kaydırma trafosu üzerinden verilmektedir. Faz kaydırma trafosu şebeke gerilimini 30° kaydırıp ikinci doğrultucunun giriş kısmına uygulamaktadır. Bu alternatifte şebeke ile doğrultucuların girişi izole edilmemiş durumdadır. [10]



Şekil 4.10 Galvanik izolasyonsuz 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması

Şekil 4.11’de ise şebeke ile doğrultucular arasında galvanik izolasyon yapılmış galvanik izolasyonlu 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması verilmiştir. Burada şebeke ile doğrultucular arasında özel bir transformatör kullanılmakta olup yine şebeke gerilimi 30° kaydırılıp ikinci doğrultucunun giriş kısmına uygulanmaktadır. [10]



Şekil 4.11 Galvanik izolasyonlu 12 darbeli doğrultucunun prensip şeması

4.1.2.5 6 Darbeli ve 12 Darbeli Doğrultucularda Harmonikler

Tristör kontrollü doğrultucular aşağıdaki formüle göre harmonik üreten tipik lineer olmayan yükler gibidir.

$$H_n = k \times p \pm 1 \quad (4.2)$$

Formülde

H_n : Harmonik numarası

k: Sabit katsayı (1, 2, 3 gibi)

P: Doğrultucunun darbe sayısını ifade etmektedir.

6 darbeli doğrultucuda:

$$k = 1 \quad H_n = 1 \times 6 \pm 1 \quad H_n = 5. \text{ ve } 7. \text{ hamonikler} \quad (4.3)$$

$$k = 2 \quad H_n = 2 \times 6 \pm 1 \quad H_n = 11. \text{ ve } 13. \text{ hamonikler} \quad (4.4)$$

$$k = 3 \quad H_n = 3 \times 6 \pm 1 \quad H_n = 17. \text{ ve } 19. \text{ hamonikler} \quad (4.5)$$

$$k = 4 \quad H_n = 4 \times 6 \pm 1 \quad H_n = 23. \text{ ve } 25. \text{ hamonikler} \quad (4.6)$$

Yukarıda görüldüğü gibi 6 darbeli doğrultucuda 5., 7., 11., 13., 17., 19., 23., 25. harmonikler üretilmektedir.

12 darbeli doğrultucuda:

$$k = 1 \quad H_n = 1 \times 12 \pm 1 \quad H_n = 11. \text{ ve } 13. \text{ hamonikler} \quad (4.7)$$

$$k = 2 \quad H_n = 2 \times 12 \pm 1 \quad H_n = 23. \text{ ve } 25. \text{ hamonikler} \quad (4.8)$$

$$k = 3 \quad H_n = 3 \times 12 \pm 1 \quad H_n = 35. \text{ ve } 37. \text{ hamonikler} \quad (4.9)$$

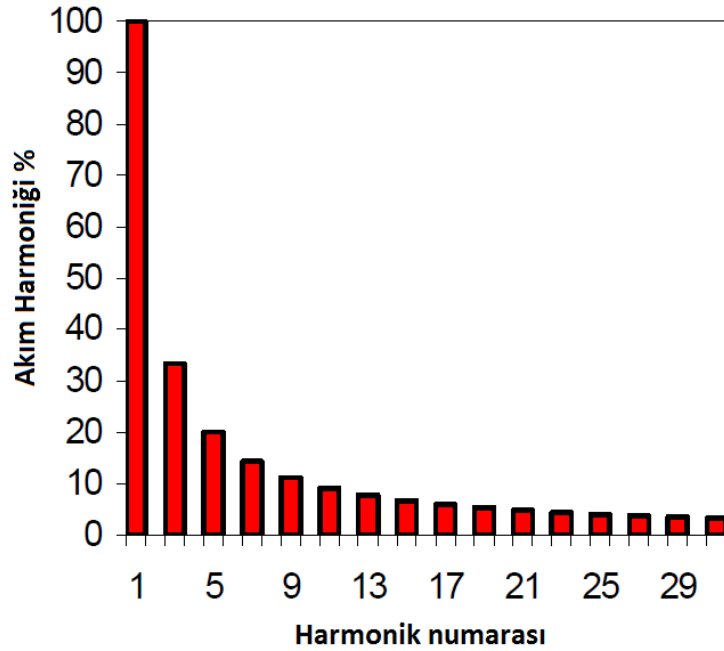
$$k = 4 \quad H_n = 4 \times 12 \pm 1 \quad H_n = 47. \text{ ve } 49. \text{ hamonikler} \quad (4.10)$$

Yukarıda görüldüğü gibi 12 darbeli doğrultucuda 11., 13., 23., 25., 35., 37., 47., 49. harmonikler üretilmektedir.

Harmoniklerin büyüklüğü doğrultucu devresinin tipine, şebeke empedansına ve doğrultucunun üretildiği malzemelerin kalitesine göre değişebilmektedir.

Akım harmonikleri ve değişik frekanslardaki empedans beraberinde gerilim harmoniğini de üretmektedir.

Şekil 4.12’de akım harmoniklerinin genliklerinin yaklaşık olarak değişimi gösterilmiştir.

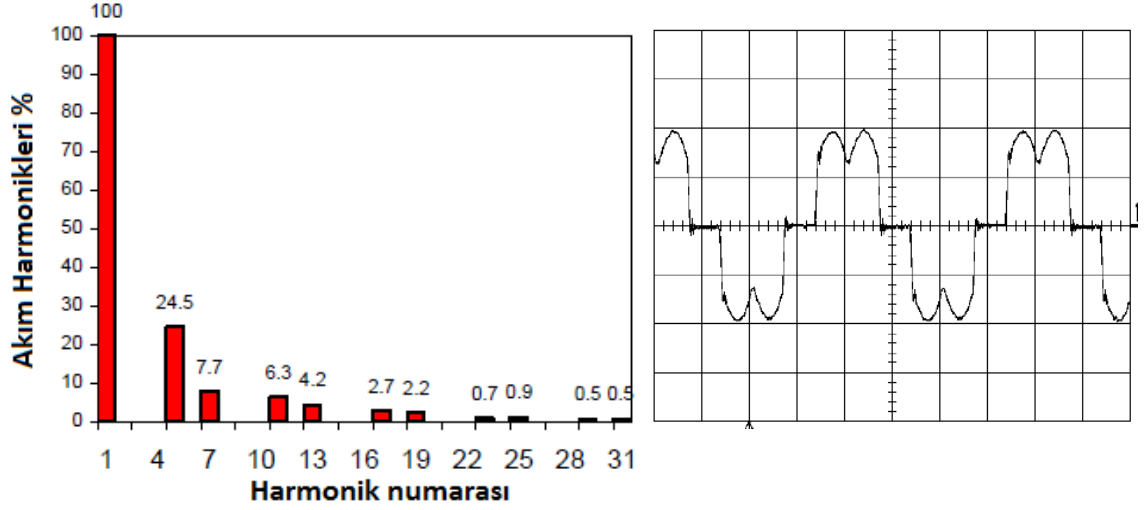


Şekil 4.12 Akım harmoniklerinin değişimi

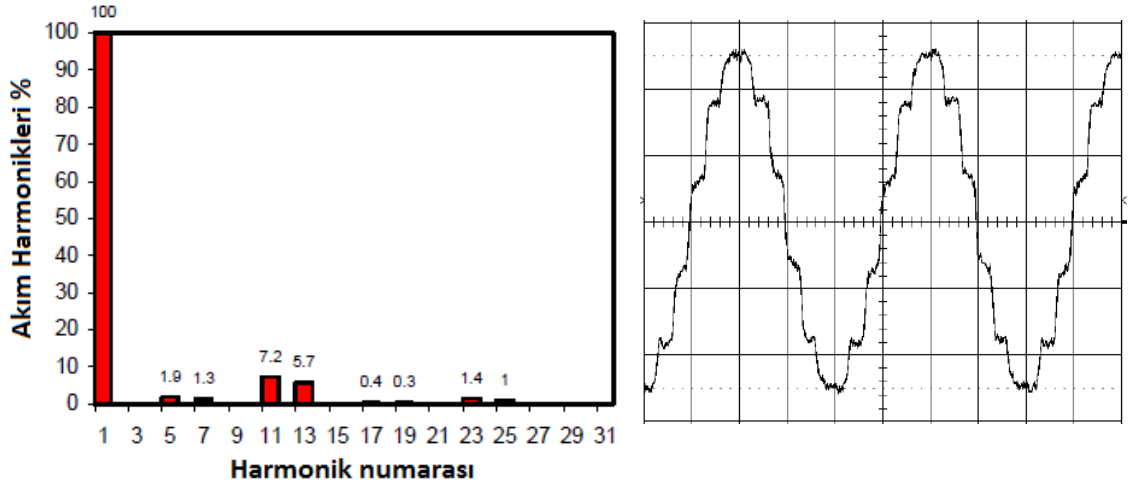
Çizelge 4.1 Tristörlü doğrultucularda akım harmoniklerinin değerleri

Harmonik Numarası \ Doğrultucu Tipi	Üretilen akım harmonikleri										THDI
	5	7	11	13	17	19	23	25	29	31	
6 darbeleri	24,5	7,7	6,3	4,2	2,3	2,2	0,7	0,9	0,5	0,5	27%
12 darbeleri (Galvanik izolasyonsuz)	1,9	1,3	7,2	5,7	0,4	0,3	1,4	1	-	-	9,7%
12 darbeleri (Galvanik izolasyonlu)	-	-	7,2	5,7	-	-	1,4	1,1	-	-	9,4%

Çizelge 4.1’de çeşitli tristörlü doğrultucu tiplerinde ölçülmüş olan akım harmoniklerinin değerleri görülmektedir. 6 darbeleri doğrultucuda 5. ve 7. harmonikler baskınken, 12 darbeleri doğrultucularda 11. ve 13. harmonikler baskın olmaktadır. 6 darbeleri doğrultucuda akım harmonik distorsiyon oranı yaklaşık %30’lar mertebesindeyken, bu oran 12 darbeleri doğrultucularda %10’lar mertebesine inmektedir.



Şekil 4.13 6 darbeleri doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli



Şekil 4.14 12 darbeleri doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli

4.1.2.6 IGBT Doğrultucular

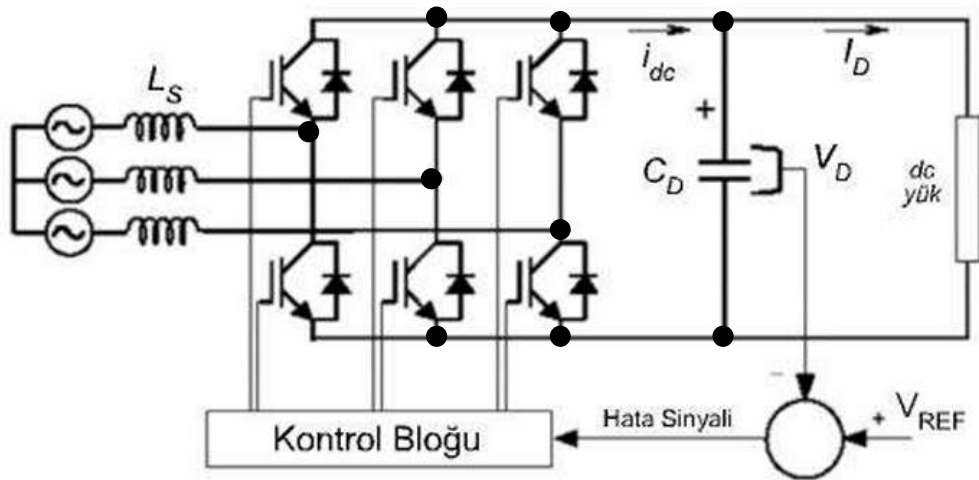
Pek çok üstün özellikleriyle tristörlü doğrultucuların yerini almaya başlayan IGBT doğrultucular zorlamalı komütasyonlu PWM kontrollü devrelerdir.

IGBT'ler anahtarlama güç kaybı, anahtarlama hızı ve sürme kolaylığı bakımından tristörlerden daha üstün yarı iletken güç elemanlarıdır. Mosfet'in giriş karakteristiğine sahip olmasıyla sürülmesi çok kolay, bipolar transistorün çıkış karakteristiğine sahip olmasıyla da akım kapasitesi yüksek olan IGBT'ler sistem performansını arttırmaktadırlar. Akım ve gerilim dayanımı yüksek olan tristörler ise yüksek frekanslı

devrelerde kullanılamazlar. Tristörler bir periyot boyunca ancak bir kez ilettime girip çıkabilirler.

IGBT doğrultucularda, IGBT'ler bir periyot boyunca yüzlerce kez ilettime sokulup, iletimden çıkarılabilirler. Bu da darbe genişlik modülasyonu (PWM - Pulse Width Modulation) kontrol tekniğinin uygulanmasına olanak sağlar. [15]

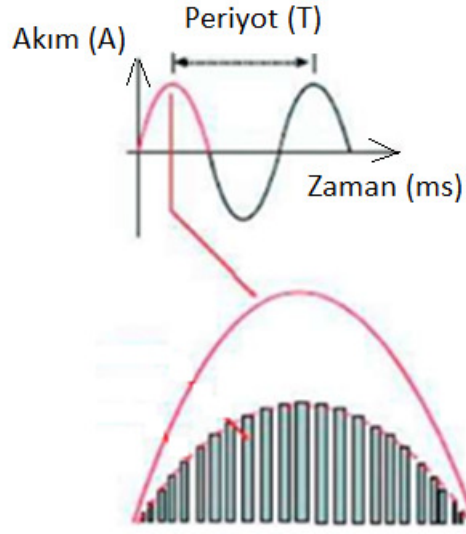
PWM, belirli bir frekanstaki gerilim ya da akım darbesinin genişliğinin başka bir kontrol sinyali ile denetlenmesi ve ayarlanmasıdır PWM kontrolü ile giriş akımı aktif olarak şekillendirilerek doğrultucunun sinüsoidal bir akım çekmesi sağlanır. Böylece giriş akım harmonikleri düşürülür ve güç faktörü de düzeltilmiş olur. En yaygın olarak kullanılan IGBT doğrultucu topolojisi olan gerilim kaynaklı akım kontrollü PWM doğrultucunun devre şeması Şekil 4.15'de verilmiştir. [16]



Şekil 4.15 IGBT doğrultucunun devre şeması

Amaç, DC bara gerilimini istenen referans değerde sabit tutmaktır. DC bara gerilimi ölçülür ve referans değerle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucu üretilen hata sinyali kontrol bloğuna iletilir. Kontrol bloğu PWM tekniği ile IGBT'lerin tetikleme sinyallerini oluşturur. Böylece IGBT'lerin ne kadar süre iletimde kalacakları belirlenmiş olur. IGBT'lerin PWM ile kontrol edilmesiyle girişten çekilen akım miktarı ayarlanarak DC bara gerilimi regülasyonu sağlanır. [16]

Şekil 4.16’da PWM kontrollü akım darbeleri ile şebekeden sinüzoidal bir akım çekilmesi gösterilmiştir.

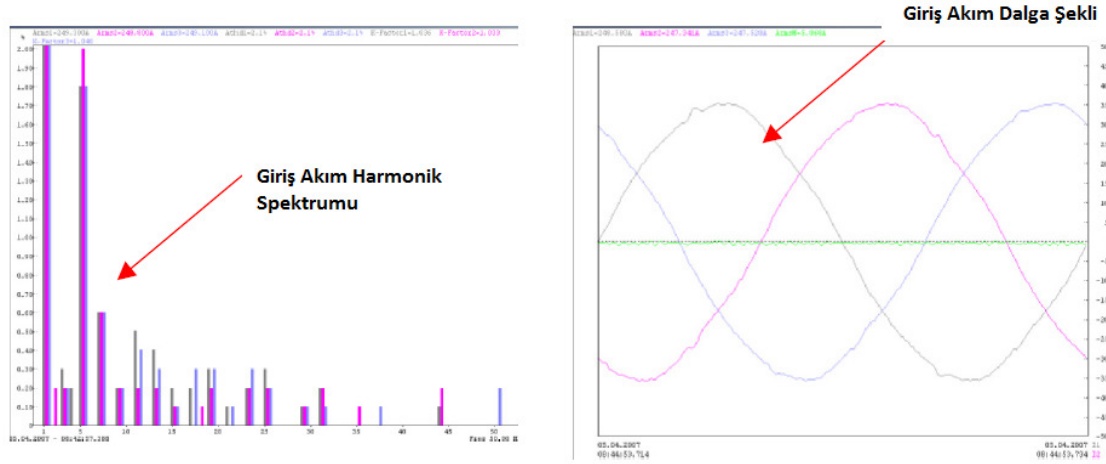


Şekil 4.16 PWM kontrolü vasıtasıyla şebekeden çekilen akım dalga şekli

Şekil 4.16 incelendiğinde giriş akımının aktif olarak şekillendirilerek doğrultucunun sinüzoidal bir akım çektiği görülmektedir. Böylece PFC (Power Factor Correction) adı verilen Güç Faktörü Düzeltme işlemi de gerçekleştirilmiş olur. IGBT doğrultucuda giriş güç faktörü değeri 0,99 mertebesindedir. [15]

Diyot ve tristörlerle elde edilen doğrultucularda ise, yük tarafından çekilen akımın her anında şebekeden akım çekilmez. Şebeke geriliminin tepe noktaları etrafında girişten akım çekilir. Sinüzoidal şebeke geriliminin tepe noktaları etrafında DC filtre kondansatörünün şarj akımı ve yük akımının toplamı şebekeden çekilirken, sinüzoidal şebeke geriliminin diğer bölgelerinde yük akımı kondansatörde depolanan DC gerilimden sağlanır.

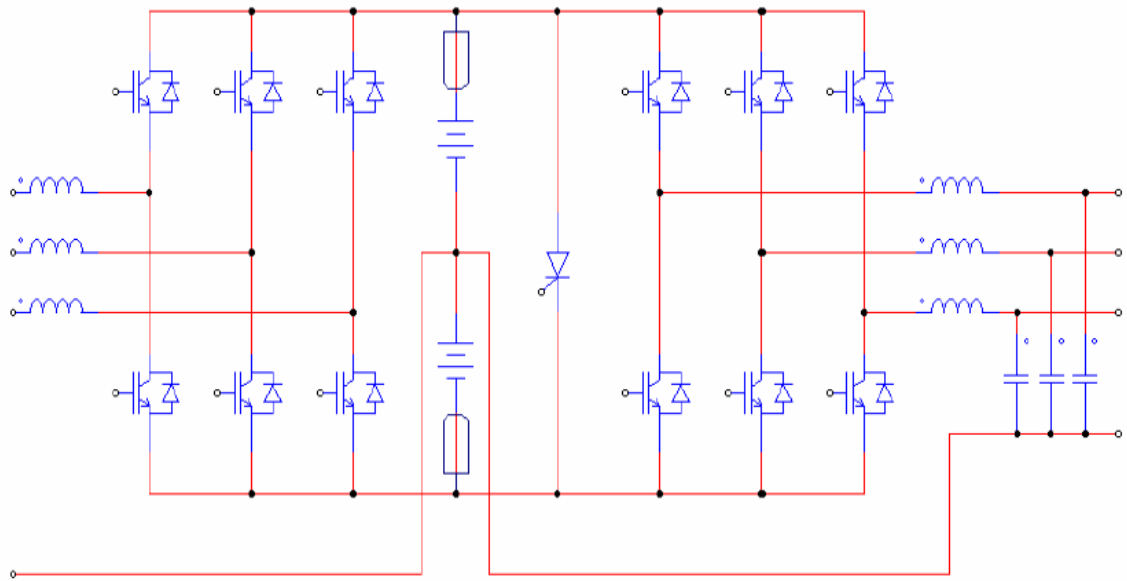
Sinüzoidal giriş geriliminin her bölgesinde gerilimle orantılı bir akım çekilmediğinden gerilimdeki çökmeler de sadece akımın çekildiği tepe bölgelerinde olur. Böylece AC giriş gerilimi tam sinüzoidal olmaktan çıkar, bozuk bir sinüzoidal gerilim olur. Bununla beraber giriş güç faktörü de düşük bir değer alır.



Şekil 4.17 IGBT doğrultucuda akım harmonikleri spektrumu ve akım dalga şekli

Şekil 4.17’de IGBT doğrultucunun şebekeden çektiği akımın dalga şekli ve giriş akım harmonik spektrumu görülmektedir. Buna göre şebekeden çekilen akımın harmonik seviyeleri incelendiğinde 3. harmoniğin genliğinin 0,25 A, 5. harmoniğin genliğinin 2,5 A, 7. harmoniğin genliğinin 0,7 A, 9. harmoniğin genliğinin 0,6 A, 11. harmoniğin genliğinin 0,4 A, 13. harmoniğin genliğinin 0,3 A, 15. harmoniğin genliğinin 0,25 A, 17. harmoniğin genliğinin 0,23 A olduğu görülmektedir. Sonuçta toplam akım harmonik distorsiyonu, IGBT doğrultucuda %5’in altında bir değer almaktadır.

Girişten çekilen akımın dalga şekli neredeyse sinus dalga formundadır.



Şekil 4.18 IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynağına ait devre şeması

Şekil 4.18’de IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynağının prensip devre şeması verilmiştir.

4.1.2.7 IGBT Doğrultuculu KGK’nın, 6 Darbeli ve 12 Darbeli Doğrultuculu KGK’lara Göre Üstünlükleri

- Mosfet ve BJT’lerin üstün özelliklerini bir arada barındıran en son yarı iletken teknolojisi olan IGBT’ler düşük anahtarlama güç kaybı ve yüksek anahtarlama hızlarıyla sistem performansını arttırmaktadırlar. Dolayısıyla bir peryot boyunca yüzlerce kez tetiklenebilen IGBT’ler, sistemde PWM kontrol tekniğinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Tristörler bir peryot boyunca ancak bir kez iletme girip çıkabilirler. IGBT’ler anahtarlama güç kaybı, anahtarlama hızı ve sürme kolaylığı bakımından tristörlerden daha üstün yarı iletken güç elemanlarıdır.
- IGBT doğrultuculu KGK’larda PWM tekniği ile giriş akımının, şebekeden sinüzoidal olarak çekilmesi sağlanmaktadır. Dolayısıyla IGBT doğrultuculu KGK’nın giriş akım harmonik distorsiyonu, 6 darbeli ve 12 darbeli doğrultuculu KGK’lara göre daha düşüktür. Bu da şebekenin daha az elektriksel olarak kirletilmesi anlamına gelmektedir.
- IGBT doğrultuculu KGK’ların şebekeden sinüzoidale yakın bir akım çekmeleri nedeniyle giriş güç faktörü değeri 6 darbeli ve 12 darbeli KGK’lara göre daha yüksektir. IGBT’li doğrultuculu KGK’larda giriş güç faktörü değeri 0,99’lar mertebesinde. 6 darbeli ve 12 darbeli KGK’larda ise bu değer daha düşük olup 6 darbeli KGK’da 0,8; 12 darbeli KGK’da ise 0,85 mertebesinde. IGBT doğrultuculu KGK’da şebekeden reaktif güç çekilmeyeceği için KGK’nın giriş kısmına kompanzasyon sistemi uygulanmasına gerek yoktur. Fakat 6 darbeli ve 12 darbeli KGK’larda giriş güç faktörü değeri düşük olduğu için şebekeden reaktif güç çekilecektir. Dolayısıyla 6 darbeli ve 12 darbeli KGK’ların giriş kısmına kompanzasyon sisteminin uygulanması gerekmektedir. IGBT doğrultuculu KGK’larda kompanzasyon sistemi kullanılmasına gerek olmadığı için ekonomik anlamda 6 darbeli ve 12 darbeli KGK’lara göre daha avantajlıdır.

- IGBT doğrultucu KGK'lar kaynak enerjisini daha iyi kullanılırlar. 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre şebekeye karşı giriş güç faktörlerinin daha yüksek ve giriş akım harmonik distorsiyonu oranının daha düşük olmasından ötürü şebekeden daha az değerde akım çekerler. Dolayısıyla IGBT doğrultucu KGK'ların elektriksel giriş altyapı tesisatında kullanılacak olan sigorta ve kesici şalterlerin nominal akım değerleri ile kullanılacak olan kabloların kesit değerleri 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'larinkine göre daha düşük olacaktır. Bu da IGBT doğrultucu KGK'ların altyapı maliyetinin 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'larinkine göre daha düşük olmasını sağlayıp ekonomik anlamda IGBT doğrultucu KGK'ların daha avantajlı olmasını sağlamaktadır
- IGBT doğrultucu KGK'ların giriş akım harmonik distorsiyonunun 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre daha düşük olması, şebekeye karşı giriş güç faktörlerinin daha yüksek olması, şebekeden daha az değerde akım çekmelerinden dolayı, IGBT doğrultucu KGK'ların giriş kısımlarına bağlanacak olan jeneratörün güç değeri, 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'ların giriş kısımlarına bağlanacak olan jeneratörün güç değerinden daha düşük olacaktır. KGK ile jeneratörün uyumlu çalışabilmesi adına IGBT doğrultucu KGK'ların giriş kısmına bağlanacak olan jeneratörün gücünün, KGK gücünün minimum 1,2 katı olması gerekmektedir. 6 darbeli KGK'da bu katsayı 1,7; 12 darbeli KGK'da ise bu katsayı 1,3'tür. Sonuçta IGBT doğrultucu KGK'lar, 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre daha düşük değerde jeneratör gereksinimi duymaktadır. Bu da ekonomik anlamda IGBT doğrultucu KGK'ya avantaj sağlamaktadır.
- IGBT doğrultucu KGK topolojisi, KGK'nın trafosuz olarak tasarlanmasına ve üretilmesine imkan verdiğinden ötürü, IGBT doğrultucu KGK'ların çıkışında trafo kullanılmamaktadır. Dolayısıyla IGBT doğrultucu KGK'nın verimi %93'ler mertebesindedir. Fakat 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'ların topolojilerinde çıkışında trafo kullanılmaktadır. Bu durumda 6 darbeli KGK'da verim %90'lar, 12 darbeli KGK'da ise verim %88'ler mertebesindedir. Haliyle IGBT doğrultucu KGK'nın verimliliği, 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre daha yüksektir. Bu da IGBT doğrultucu KGK'ların, 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre daha az enerji tükettiği anlamına gelmektedir.

- IGBT doğrultuculu KGK'nın çıkışında ani yük değişimi olması durumunda, sistemin çıkış gerilimini istenen toleranslar dahiline çekme süresi yani KGK'nın toparlanma süresi yaklaşık 4 ms. dir. 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'larda ise bu süre 20 ms. dir. Bu da IGBT doğrultuculu KGK'ların çıkış gerilimlerini 6 darbeli ve 12 darbeli KGK'lara göre daha kısa sürede toparlayıp, beslediği sisteme daha kısa sürede kararlı bir enerji verdiği anlamına gelmektedir.
- IGBT doğrultuculu KGK'lar trafosuz olarak üretildiğinden dolayı hacim ve ağırlıklarının azalmasından ötürü 6 darbeli ve 12 darbeli doğrultuculu KGK'lara göre daha kompakt yapıdadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada sistemlere kesintisiz olarak enerji aktarılması işlemini gerçekleştiren Kesintisiz Güç Kaynakları incelenmiş, bu cihazların temel olarak çeşitli tipleri ele alınmış, özellikle doğrultucu kısımları biraz daha irdelenerek IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının üstünlükleri ifade edilmiştir.

Bu duruma göre kaliteli, temiz ve sürekli kesintisiz enerjiyi sistemlere aktaran kesintisiz güç kaynakları temel yapıları itibarıyla bir güç elektroniği kontrol devrelerinden oluşan sistemlerdir. Topolojileri gereği sistem temel noktada doğrultucu, inverter ve akü grubu olmak üzere toplam üç bölümden oluşmaktadır.

Kesintisiz güç kaynaklarının içerisinde bulunan bu üç bölüm de teknolojinin gelişmesi ile birlikte gelişimler göstermiştir. Özellikle kesintisiz güç kaynaklarında doğrultucu kısımları üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda daha da yoğunlaştırılmıştır.

Önceki yıllarda kesintisiz güç kaynaklarında kullanılan 6 darbeli ve 12 darbeli doğrultucular artık yerlerini, günümüzde her alanda enerjinin daha da verimli kullanılması yönünde yapılan çalışmalara paralel olarak, IGBT doğrultuculara bırakmıştır.

6 darbeli ve 12 darbeli doğrultucuların özellikle giriş toplam akım harmonik distorsiyon oranlarının yüksek olması, şebekeye karşı giriş güç faktörü değerlerinin düşük olması günümüzde artık IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının, 6 darbeleri ve 12 darbeleri kesintisiz güç kaynaklarına göre daha düşük giriş akım harmonik distorsiyonuna sahip olmaları; IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının şebekeye karşı giriş g faktörü değerinin 6 darbeleri ve 12 darbeleri kesintisiz güç kaynaklarınıninkine göre daha yüksek olması; IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının, 6 darbeleri ve 12 darbeleri kesintisiz güç kaynaklarına göre şebekeden daha düşük değerde akım çekmesi ve bununla birlikte elektriki altyapısında daha düşük değerde sigorta, kesici ve kablo kesitlerine ihtiyaç duyması; IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının 6 darbeleri ve 12 darbeleri kesintisiz güç kaynaklarına göre daha düşük glerde jeneratörle uyumlu çalışabilmesi; IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynaklarının 6 darbeleri ve 12 darbeleri kesintisiz güç kaynaklarına göre daha yüksek verimli olmaları ve enerjiyi daha verimli kullanmaları nedenlerinden ötürü günümüzde artık IGBT doğrultuculu kesintisiz güç kaynakları kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği, (2002). Kesintisiz Güç Kaynakları Teknik Kılavuzu, Yayın No: 3, İstanbul.
- [2] Domijan, A., (1992). “A Novel Electric Power Laboratory for Power Quality and Energy Studies, Training Aspects”, IEEE Transactions on Power System, 7: 4.
- [3] Dugan, R. ve Beaty, W., (2002). Electrical Power System Quality, Mc Graw Hill, New York.
- [4] Kennedy, W., (2001). Power Quality Primer, Mc Graw Hill, New York.
- [5] Steele, J., (2010). “Transformerless UPS Systems”, Mitsubishi Electric Documents, 9: 1-15.
- [6] Wolf, P., (2000). Design Guide UPS, Raleigh, North Carolina.
- [7] Tracy, J., (2005). “Achieving High Efficiency in a Double Conversion Transformerless UPS”, Eaton Power Quality Systems, 7803: 942-945.
- [8] İnform Elektronik, (2004). İnform Elektronik Eğitim Notları, Yayın No: 4, İstanbul.
- [9] Lander, C., (1993). Power Electronics, 3rd Edition, Mc Graw Hill, New York.
- [10] GE General Electric, (2008). UPS Application Guide, Yayın No: 5, Riazino.
- [11] Socomec Sicon, (2008), The Standards for UPS, Yayın No: 3, Strasbourg.
- [12] Artronic, (2003). Kesintisiz Güç Kaynakları Teknik Bilgilendirme, Yayın No: 2, İstanbul.
- [13] Vision, (2004). Batteries and Applications, Yayın No: 12, Shenzhen.
- [14] Gülgün, R., (1995). Güç Elektroniği, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- [15] Masterguard, (2010). Benefits of Transformer-free UPS, Yayın No: 22, Ohio.
- [16] Pfister, H. (2005). “Achieving Operational Performance During Severe Mains Utility Transients and Disturbances Using an IGBT PWM Rectifier”, Eaton Power Quality Systems, 800: 1-8.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İlhami Cenab KELEŞOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 02.08.1979 Kadıköy
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ilhamikelesoglu@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Elektrik Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2000
Lise	Matematik-Fen	İstanbul Atatürk Fen Lisesi	1996

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2008	İnform Elektronik A.Ş.	Kurumsal Satış Sorumlusu
2005	Enel Enerji A.Ş.	Büyük Cihaz Satış Sorumlusu