YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

139659

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARININ KULLANILMASI

139659

Elektrik Müh. Selçuk TUFAN

FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurettin UMURKAN

Prof. Dr. Selim AY

Y. Doç. Dr. Yaşar BİRBİR

İSTANBUL, 2003

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ v

KISALTMA LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ vii

ÇİZELGE LİSTESİ ix

ÖNSÖZ x

ÖZET xi

ABSTRACT xii

1. GİRİŞ 1

2. ELEKTRİK ENERJİSİ PLANLAMA PARAMETRELERİ 2

3. ELEKTRİK ENERJİSİNDE VERİMLİLİK 4

3.1 Üretimde Verimlilik 5
3.1.1 İlk Kuruluş Maliyetleri 5
3.1.2 Marjinal Maliyetler 5
3.1.3 Termik Santral Verimliliklerinin Artırılması 6
3.1.4 Ortalama Maliyeti Düşürücü Önlemler 7
3.2 İletimde Verimlilik 12
3.3 Dağıtımda Verimlilik 12
3.4 Tüketimde Verimlilik 13

4. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARI 15

4.1 Online Sistemler (Çifte Çevrim) 17
4.2 Line-İnteraktif Sistemler (Delta Teknolojisi Dahil) 18
4.3 Offline Sistemler 19
4.4 Krest Faktörü 20
4.5 Gerekli KGK Gücünün Hesaplanması 20
4.6 KGK Seçimi 21
4.7 Mikroişlemcili Kontrol 22
4.8 Güç Faktörü (Cos φ) 22
4.9 Çıkış Gücü 22
4.10 Genel KGK Verimi 23
4.11 KGK Kayıpları (Kayıp Güç) 23
4.12 KGK Çalıştırma Maliyeti 24

5. EVİRİCİ VE ÇIKIŞ ÜNİTESİ 25

6. DOĞRULTUCU ÜNİTESİ 27

6.1 Şebeke Empedansları İçin Harmonik Akımları 28
6.2 Giriş Gerilim Toleransı 29
6.3 Akü Şarj Karakteristiği 29
6.4 Akü Testi 30
6.5 Aküler 31

7. FARKLI ÇALIŞMA PRENSİBİNE SAHİP STATİK TİP KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI SİSTEMLERİ 32

7.1 Çift Çevrim (Double Convertıon) 32
7.2 Şebeke – İnverter Paralel Çalışma (Delta Conversion) 33
7.3 Ek İnverter İle Şebeke – İnverter Paralel Çalışma 37

8. DİNAMİK GÜÇ KAYNAKLARI 39

8.1 Statik ve Dinamik KGK Verimi 40
8.2 Paralel Çalışma Kayıpları (1+1 330 kVA için) 41

9. KGK/JENERATÖR ORTAK ÇALIŞMA 44

9.1 Adım Yükü 44
9.2 Gerilim Yükselmesi 45
9.3 Sinüs Dalga Şeklinde Bozulmalar ve Harmonik Akımlar 45
9.4 Frekans Dalgalanmaları 46
9.5 Otomatik Transfer Panosu 47
9.6 Bypass' a Senkron Olmak 47

10. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARINDA HABERLEŞME FONKSİYONLARI 48

10.1 Değişik İletişim Araçları İle Haberleşme 48
10.1.1 VT 100 Terminal Emulasyonu ve Uygulamaları 50
10.1.2 Lokal İzleme 50
10.1.3 Network İle İzleme 50
10.1.4 Telefon Hattı İle İzleme 51
10.1.5 Vdu Sistemleri İle İzleme 52
10.1.6 Tele Servis 53
10.2 Bilgisayar Sistemleri İçin KGK Yazılımları 55
10.2.1 Compuwatch 56
10.2.2 Client Software 57
10.2.3 Server Software 58
10.3 KGK - Terminal İletişimi 58
10.4 Birden Fazla Server İle Bağlantı 59

11. 330 kVA KGK UYGULAMASI 61

11.1 KGK Öncesi Elektriksel Değişimler 61
11.2 KGK Uygulaması Sonrasındaki Elektriksel Değişimler 87

12. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 90

KAYNAKLAR 93

EKLER 94

ÖZGEÇMİŞ 109

SİMGE LİSTESİ

US$	Amerikan Doları
kWh	Kilowattsaat
msn	Milisaniye
µsn	Mikrosaniye
r.m.s	Efektif Değer
Cosφ	Güç faktörü
Cap	Kapasitif
Ind	Endüktif
Nom	Nominal
VA	Voltamper
kW	Kilowatt
$I_ç$	Çıkış akımı
$V_ç$	Çıkış Gerilimi
I_g	Giriş Akımı
V_g	Giriş Gerilimi
η	Verim
P	Aktif Güç
S	Görünen Güç
Z	Empedans

KISALTMA LİSTESİ

AR-GE	Araştırma Geliştirme
IGCC	Entegre Gaz Kombine Çevrim
TEAŞ	Türkiye Elektrik A.Ş
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş
YİD	Yap İşlet Devret
Yİ	Yap İşlet
DKÇS	Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralleri
EMS	Enerji Yönetim Sistemi
SCADA	Supervisory Control and Acqusition
KGK	Kesintisiz Güç Kaynağı
SMPS	Anahtarlamalı Mod Güç Kaynağı
PLC	Proglamlanabilir Lojik Kontrolcü
PC	Kişisel Bilgisayar
CAN	Controller Area Network
PFC	Güç Faktörü Düzeltici
IGBT	Isolated Gate Bipolar Tranzistor
Euro Bat	Avrupa Akü Normları
THD	Toplam Harmonik Distorsiyon
USR	Bidirectional Convertor / Çift yönlü dönüştürücü
ZWR	Inverter / Doğrultucu
SNMP	Simple Network Management Protocol
NMS	Network Management Protocol
WAN	Wide Area Network
COM	Haberleşme

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4. 1 Kesintisiz güç kaynağı ana devre şeması 15
Şekil 4. 2 On-line kesintisiz güç kaynağı devre şeması 17
Şekil 4. 3 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 1) 18
Şekil 4. 4 Line interaktif kesintisiz güç kaynağı devre şeması 18
Şekil 4. 5 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 2) 19
Şekil 4. 6 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 3) 19
Şekil 4. 7 Kgk verim grafiği 23
Şekil 5. 1 Dinamik yük değişim grafiği 25
Şekil 6. 1 12 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği 27
Şekil 6. 2 6 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği 27
Şekil 6. 3 6 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği 28
Şekil 6. 4 12 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği 28
Şekil 6. 5 Akü şarj karakteristiği 30
Şekil 7. 1 Çift çevrim KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör diyagramı 33
Şekil 7. 2 Şebeke inverter paralel çalışma KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör Diyagramı 34
Şekil 7. 3 Değişik lineer yüklerde verim oranları 36
Şekil 7. 4 Değişik non-lineer yüklerde verim oranları 36
Şekil 7. 5 Ek inverter ile şebeke inverter paralel çalışma KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör diyagramı 38
Şekil 8. 1 Mode UNIBLOCK- R tek hat şeması 39
Şekil 8. 2 Mode UNIBLOCK- RB tek hat şeması 40
Şekil 8. 3 Statik ve dinamik KGK verimlilik karşılaştırma grafiği 41
Şekil 9. 1 Pasif filtre kullanılan bir sisteme ait giriş harmonik değeri 46
Şekil 10. 1 KGK haberleşme olanakları 49
Şekil 10. 2 VT 100 uygulamaları 50
Şekil 10. 3 KGK sistemine ait servis parametreleri 51
Şekil 10. 4 KGK sistemi durum bilgileri 52
Şekil 10. 5 Tele servis uygulaması 53
Şekil 10. 6 Servis merkezine ulaştırılan bilgi (hexcode) 54
Şekil 10. 7 Deşifre edilen hexcode bilgiler 55
Şekil 10. 8 KGK izlemede kullanılan değişik işletim sistemleri 56
Şekil 10. 9 Client software grafik görüntüsü 57
Şekil 10. 10 Server software 58
Şekil 10. 11 Tek istasyonlu network yapısı 59
Şekil 10. 12 Sinyal çoklayıcı kullanılan bir KGK izleme uygulaması 59
Şekil 10. 13 Mevcut network ağının kullanıldığı KGK izleme uygulaması 60
Şekil 11. 1 1600 kVA Trafo ana çıkış şalter akımı 62
Şekil 11. 2 1600 kVA Trafo ana çıkış şalteri aktif / reaktif güç 63
Şekil 11. 3 1600 kVA Ana çıkış şalteri güç faktörü 64
Şekil 11. 4 1600 kVA Ana çıkış şalteri akım gerilim dalga formları 65
Şekil 11. 5 90 – 1 Hattı akım eğrisi 67
Şekil 11. 6 90- 1 Hattı aktif / reaktif güç eğirleri 68
Şekil 11. 7 90 – 1 Hattı güç faktörü değişimi 69
Şekil 11. 8 90 – 1 Hattı akım / gerilim dalga formları 70
Şekil 11. 9 90 – 2 Hattı akım eğrisi 72
Şekil 11. 10 90 – 2 Hattı aktif / reaktif güç 73

Şekil 11. 11 90 – 2 Hattı güç faktörü 74
Şekil 11. 12 90 – 2 Hattı akım / gerilim dalga formları 75
Şekil 11. 13 120 – 1 Hattı akımı 77
Şekil 11. 14 120 – 1 Hattı aktif / reaktif güç 78
Şekil 11. 15 120- 1 Hattı güç faktörü 79
Şekil 11. 16 120- 1 Hattı akım / gerilim dalga formları 80
Şekil 11. 17 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akımı 82
Şekil 11. 18 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam aktif / reaktif güç 83
Şekil 11. 19 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam güç faktörü 84
Şekil 11. 20 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akım / gerilim dalga formları 85
Şekil 11. 21 KGK Giriş Akım / Gerilim Dalga Şekilleri 87
Şekil 11. 22 KGK Giriş Gerilim Harmonikleri 87
Şekil 11. 23 KGK Giriş Akım Harmonikleri 88
Şekil 11. 24 KGK Çıkış Akım / Gerilim Dalga Şekilleri 88
Şekil 11. 25 KGK Çıkış Gerilim Harmonikleri 89
Şekil 11. 26 KGK Çıkış Akım Harmonikleri 89

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 kW Başına kuruluş maliyetleri 5
Çizelge 3. 2 kWh Başına marjinal maliyetler 6
Çizelge 3. 3 Brüt tüketimi sağlayan kaynaklar 7
Çizelge 3. 4 İthal edilen enerji miktarları 8
Çizelge 3. 5 1999 Üretimin kaynaklara göre dağılımı 8
Çizelge 3. 6 1999 Yılı tüketimleri 9
Çizelge 3. 7 1999 Yılı tüketiminin sektörel dağılımı 9
Çizelge 3. 8 1999 Yılı enerji maliyeti 10
Çizelge 3. 9 Elektrik tüketiminin sektörel dağılımı 13
Çizelge 4. 1 Şebeke problemleri, sebepler ve etkileri 16
Çizelge 4. 2 KGK güç hesabı örnek yükler 20
Çizelge 4. 3 Güç tespitinde krest faktörü, cos φ ve kalkış akımı etkileri 21
Çizelge 4. 4 Tespit edilen KGK güç ve modeli 21
Çizelge 6. 1 S_{sc} / S_{equ} oranı ve THD bağlantısı 29
Çizelge 8. 1 Dinamik ve statik KGK karşılaştırması 42
Çizelge 11. 1 1600 kVA Ana çıkış şalteri gerilim ve akım harmonikleri 66
Çizelge 11. 2 90 – 1 Hattı akım / gerilim harmonikleri 71
Çizelge 11. 3 90 – 2 Hattı akım / gerilim harmonikleri 76
Çizelge 11. 4 120 – 1 Hattı akım / gerilim harmonikleri 81
Çizelge 11. 5 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akım / gerilim harmonikleri 86

ÖNSÖZ

Hızla gelişen teknolojiye paralel olarak yeni nesil üretim araçları, sahip oldukları bilgisayar altyapısı nedeniyle, günümüzde eskisinden daha çok temiz enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu üretim araçları şebekede meydana gelen problemlerden direkt olarak etkilenmekte ve bunun sonucunda üretim ve finans kayıplarına yol açmaktadırlar. Çalışmamda bu problemlerin giderilmesi amacı ile geliştirilmiş elektronik sistemler olan Kesintisiz Güç Kaynakları' nın genel özellikleri, kullanım alanları ve sağladıkları faydalar üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen bütün mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Gelişen teknoloji, günümüzde üretim araçlarının kontrol altyapısını oldukça geliştirmiştir. Fakat bu durum beraberinde birtakım problemler getirir. Örneğin bazı analog sistemler olumsuz şebeke koşulları altında çalışmalarına devam ederken hassas olan elektronik ve dijital kontrollü sistemler bu olumsuzluklardan daha kolay etkilenmektedirler.

Bu tez, şebeke problemlerine karşı hassas olan ileri teknoloji üretim araçlarının bu problemlere karşı ne tür çözümler üretebileceklerini incelemektedir. İlk bölümde ülkemizdeki enerji politikalarına genel olarak değinilmiştir. Daha sonra bir Kesintisiz Güç Kaynağı Sistemi ayrıntılı olarak incelenmiş, değişik tipteki KGK sistemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Son bölümde ise 330 kVA' lık bir KGK sisteminin uygulaması ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kesintisiz, Güç, Kaynak, Endüstri, Enerji

ABSTRACT

Developments in technology have been improving the base on means of production in recently. But this case takes some problems with itself. For example, while some analog systems are keeping their operations under negative mains conditions, some digital systems might be affected from this negative conditions.

This thesis investigates that, what kind of solution can be finded to solve these problems. In the first chapter, the energy policy is mentioned generally in TURKEY. Afterwards an Uninterruptible Power Supply systems is studied in detail and different types of UPS systems are compared. In the last chapter an 330 kVA UPS ayatem application is taken up.

Keywords: Uninterruptible, Power, Supply, Industry, Energy.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, sanayiinin temel girdisi olması ve kaynaklarının kısıtlılığı nedeniyle, hem sanayileşme açısından hem de ülkede gelişmişlik göstergesi olarak önemini korumaktadır. Bu önem göz önüne alındığında elektrik enerjisi üzerine söylenecek her şey, doğal olarak o ülkenin gelişmesi, sanayileşmesi ve toplumsal refahı üzerine bir şeyler söylemek anlamına gelmektedir.

Şu anda dünyada genel enerji tüketimi içinde elektrik enerjisinin payı %35'in üzerindedir. Bu payın 2000'li yıllarda %40-50'ye yükselmesi beklenmektedir. Bu artış trendi elektrik enerjisinin bugün ne denli önemli olduğunun ve gelecekte daha da önemli olacağının göstergesidir.

1970'li yıllarda dünyadaki genel ekonomik göstergelerde olduğu gibi enerjiye olan talepteki artış da beklentilerin altında gerçekleşmiştir. 1973'teki petrol krizi ile başlayan süreç elektrik enerjisi üretiminde maliyetleri arttırdı. 1973'e kadar petrolün sınırsız ve ucuz olacağı gibi görünmez bir kural piyasaya hakimdi ancak durumun öyle olmadığı petrol krizi ile ortaya çıktı ve bu durum sanayi üretim sektörünü zorladı. Daha sonra petrol fiyatlarının düşmesine karşın petrole dayalı elektrik enerjisi üretimi riskli olarak kabul edildi ve petrole dayalı elektrik üretiminde bir kaçış yaşandı. Ancak dünya otomotiv endüstrisindeki büyüme nedeniyle genel enerji tüketimi içinde petrolün payında bir azalma olmadığı gibi hızla arttı.

1973 petrol krizinin değişik olumlu etkileri de olmuştur. Bunlardan ilki elektrik enerjisi üretiminde güneş, rüzgar ve jeotermal gibi yeni seçeneklere yönelinmesi ve bu konudaki araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmalarının hızlanmasıdır. İkinci önemli etkisi ise enerjinin sonsuz olmadığı bu yüzden verimli kullanılması gereği ortaya çıkmıştır. Üçüncü bir etkisi de enerji kaynaklarının olabildiğince ulusal sınırlar içinden sağlanması fikrinin gelişmesidir. Dördüncü etki de diğer sanayi üretimlerinde olduğu gibi enerjinin de çevre boyutunun gündeme gelmesidir. Bütün bu etkiler birlikte değerlendirildiğinde enerjide planlama kavramı ön plana çıkmaktadır. Enerjide planlama kavramı mevcut enerji kaynaklarının optimum seviyede kullanılması, yeni enerji kaynaklarının maksimum verimlilik sağlayacak şekilde planlanması, üretilen enerjinin son kullanıcıya verimli bir şekilde ulaştırılması ve kullanım alanında maksimum faydalanma v.b konuları gündeme getirerek enerji ile ilgili kayıpları tüm aşamaları ile incelemektedir.

2. ELEKTRİK ENERJİSİ PLANLAMA PARAMETRELERİ

Sektörde ulusal bir tasarruf ve verimlilik sağlayabilmek için enerji politikasının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bunun için elektrik enerjisinin bazı özelliklerine dikkat etmek gerekmektedir

Elektrik enerjisi temel bir üründür ve depo edilemezliği nedeniyle üretildiği anda tüketilmek zorundadır. Bu yüzden üretiminden, iletimine ve dağıtımına kadar merkezi bir planlamayı zorunlu kılar. Merkezi planlama ihtiyacın tespiti ve buna yönelik yeni üretim merkezlerinin, yeni iletim hatlarının kurulmasının yanı sıra maliyetlerinin düşürülmesi ve tüketiciye ulaşmada gerekli teknolojik yeniliklerin yapılmasını zorunlu kılar.

Yani büyümenin getirdiği ek yatırımların yanı sına yıpranmaya karşı yenileme ve yeni teknolojilere uygun alt yapıların yapılması zorunludur. Bu da ancak ve ancak merkezi bir planlama ile olanaklıdır.

Elektrik enerjisi kaynaklarının kısıtlılığı ve yeni seçeneklerin (rüzgar, güneş v.b) henüz büyük ölçekte uygulanma şansının olmadığı bir dünyada (nükleer enerjiyi, başta atık sorunu olmak üzere bir dizi riskler nedeniyle seçenek olarak görmezsek) tüm ülkeler enerjilerini son derece verimli kullanmak üzerine planlar yapmaktadır. Yani yoğun enerji tüketen sektörlerden az enerji tüketen sektörlere bir geçiş yapılmaktadır. Böylelikle diğer sektörlere daha ucuz ve daha fazla enerji verilmektedir. Yine gelişmiş ülkeler elektrik enerjisi ile çalışan tüm cihazlarında az enerji tüketen teknolojilere yönelmektedirler.

Sanayiinin temel girdisi olması nedeniyle elektrik enerjisi üzerine söylenecek her şey ülkenin sanayileşmesi ve kalkınması üzerine bir şeyler söylemek anlamına geldiği için bu konuda atılacak adımlar bu enerjiyi tüketecek olan sanayide de paralel adımların atılması anlamına gelecektir. Ya da daha doğru bir deyişle önce sanayide doğru bir planlama yapılmalı ve buna uygun elektrik üretim, iletim ve dağıtım planı yapılmalıdır. Yine elektrik enerjisi tüketimi nüfus artışıyla ilgilidir. Dolayısıyla yıllar itibariyle nüfus artışı, artış trendi ve nüfus planlaması dikkate alınmalıdır.

Enerji sanayiinin vazgeçilmez ve en önemli girdisi olduğundan enerjideki her çeşit dalgalanma ve kesinti sanayide maliyetlerin artmasına ve sanayi ürünlerinin dünya ölçeğinde rekabet şansının azalmasına neden olmaktadır. Enerjide üretim maliyetinin son derece düşük olması gerekmektedir. Enerjide maliyet düşürmenin en temel yolu da büyük ölçekli yatırımlara gidilmesidir. Yani ölçek ekonomisinden yararlanılır.

Enerjinin tüketimi diğer göstergeler yanında bir ülkenin en önemli gelişmişlik göstergelerinden birisidir. Bu göstergenin anlamlı olabilmesi için ülke genelinde bir bütünlük göstermesi gerekmektedir. Bu da ülkenin genelinde yaygın, düzenli bir iletim ve dağıtım ağının kurulmasını zorunlu kılar. Ülkenin her kesiminde okul, hastane, konut vb. zorunlu tüketim merkezleri olduğu düşünülürse, fiziki büyüklüğe bakılmaksızın elektrik enerjisinin ülkenin her kesimine aynı şekilde ulaştırılması zorunluluktur. Bu da elektrik enerjisinin temelde hizmet amaçlı bir mal olduğunun en önemli göstergesidir (Yiğit, 1999).

3. ELEKTRİK ENERJİSİNDE VERİMLİLİK

Elektrik enerjisinin üretildiği anda tüketilmesi gerekliliği nedeniyle elektrik enerjisi üretiminde, iletiminde, dağıtımında ve tüketimindeki verimlilik kavramları önem kazanmaktadır. Üretimde verimlilik, iletimde verimlilik, dağıtımda verimlilik ve tüketimde verimlilik ayrı ayrı değerlendirilmesi gereken kavramlardır.

Elektrik enerjisi -kalitesinden taviz verilmeden- olabilen en düşük maliyetle üretilmelidir. Yani teknik verimlilik kavramından olabildiğince yararlanılmalıdır. Bu kavram tamamen üretimde seçilen teknolojiyi bağlamaktadır. Son derece kritik bir seçimdir ve geriye dönüşü veya değiştirilmesi son derece pahalıdır.

Dinamik verimlilik; bu kavram bütünüyle elektrik enerjisinin depo edilememe özelliğinden hareketle üretim, iletim veya dağıtımın yatırımını ihtiyaç duyulacağı zamandan geriye doğru giderek, yatırım sürelerini de dikkate alarak zamanında yapmayı gerektirir. Zamanından önce yapılmış yatırımlar, karşılığında kullanım olmadığı için karşılıksız bir yatırım olarak maliyetleri yükseltici bir etkendir. İhtiyaç olduğu halde gerekli üretim yoksa bu durum da başta sanayi üretimini olmak üzere yaşamımızdaki her şeyi olumsuz etkileyecektir.

Tüketimde verimlilik ise büyük oranda sanayileşmeye bağlıdır. Bu yüzden sanayi üretiminde seçilen teknolojiler son derece önemlidir. Çok yoğun enerji tüketen teknolojilerden az yoğun enerji tüketen teknolojilere doğru bir geçiş yapılmalıdır.

Elektrik enerjisi üretimi yapılırken yaşanılan sorunlar, maliyetleri ve elektrik enerjisinin yaşamsal önemi düşünüldüğünde, üretim teknolojisi seçiminde son derece dikkatli davranılması gereklidir. Yapılan yatırımlardan geriye dönüş son derece pahalıdır. Bu açıdan üretim teknolojisi ve bu teknolojilere uygun kaynaklar seçilirken aşağıdaki etkenler dikkate alınmalıdır.

- Seçilen teknoloji güvenli olmalıdır,
- Kullanılacak kaynak olabildiğince ulusal olmalıdır,
- Seçilen teknoloji ucuz olmalıdır,
- Yenilenebilir ve çevreci olmalıdır.

Bu kriterler düşünüldüğünde üretimde ulusal kaynaklara dayalı bir seçimin yapılması ve başta çevresel etkiler olmak üzere diğer toplumsal maliyetlerin ve getiri ve götürülerinin dikkate alınması gereklidir.

3.1 Üretimde Verimlilik

Elektrik enerjisi ikincil bir enerjidir. Yani başka enerji kaynakları-birincil enerji kaynakları-dönüştürülerek elde edilir. Elektrik enerjisi üretiminde iki önemli boyut vardır. Birincisi ilk yatırım maliyetleridir. İlk yatırım maliyetini belirleyen faktörler ise üretimde kullanılacak olan birincil enerji kaynağı ve seçilen teknolojidir. İkinci önemli olan boyut ise marjinal maliyetlerdir.

3.1.1 İlk Kuruluş Maliyetleri

Çizelge 3.1' de Kilowatt başına kuruluş maliyetleri verilmiştir.

Çizelge 3. 1 kW Başına kuruluş maliyetleri

SANTRALLER	kW BAŞINA KURULUŞ MALİYETİ
Hidroelektrik Santraller (baraj gövdesine bağlı olarak değişir)	750 – 1.200 US$
Linyit Termik Santralleri	1.600 US$
İthal Kömür Termik Santralleri	1.450 US$
Doğalgaz Termik Santralleri	680 US$
Petrol Termik Santralleri	2.000 US$
Nükleer Santraller	3.500 US$
Rüzgar Santraller	1.150 US$
Fotovoltaik Piller (Güneş Enerjisine Dayalı Santraller)	(henüz rekabet edebilir bir teknoloji geliştirilmedi)

3.1.2 Marjinal Maliyetler

Elektrik enerjisinde kuruluş maliyetlerinin yanısıra elektrik enerjisinin marjinal maliyeti de önemlidir. Bir birim elektrik enerjisi üretimi için gerekli girdi miktarının maliyeti önemlidir. Dolayısıyla salt kuruluş aşamasındaki maliyetlere bakarak ucuzluk veya pahalılık değerlendirmesi yapılması doğru değildir.

Marjinal maliyetler açısından değerlendirildiğinde en ucuz elektrik enerjisi üretimi hidrolik santrallerdedır. İkinci en ucuz üretim ise ulusal kaynaklara dayalı linyit santralleridir. Daha sonra doğal gazlı santraller, ithal kömüre dayalı santraller, rüzgar santralleri, petrole dayalı santraller, nükleer santraller ve fotovoltaik piller gelmektedir. Kilowattsaat başına marjinal maliyetler Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3. 2 kWh Başına marjinal maliyetler

SANTRALLER	**KWh BAŞINA MARJİNAL MALİYET**
Hidroelektrik Santrallerde	0.0005 US$
Linyitli Termik Santrallerde	0.0250 US$
Doğalgazlı Termik Santrallerde	0.0300 US$
İthal Kömürlü Termik Santrallerde	0.0350 US$
Rüzgar Santrallerinde	0.0450 US$
Petrollü Termik Santrallerde	0.0600 US$
Nükleer Santrallerde	0.0750 US$
Fotovoltaik Piller	0.2500 US$

3.1.3 Termik Santral Verimliliklerinin Artırılması

Üretimde verimliliğin sağlanmasının en önemli boyutlarından birisi de termik santrallerin veriminin artırılmasıdır.

- Ülkemizdeki linyitlerden yararlanabilmek için akışkan yatak teknolojisine geçilmelidir.
- Doğal çevrim santralleri kurulurken verimi en yüksek teknoloji seçilmelidir.
- Belli bir verimi tutturmak şartıyla büyük tesislerde kojenerasyon sistemi değerlendirilmelidir.
- İçinde bulunduğumuz yüzyılda kömür elektrik enerjisi üretiminde önemini artırarak sürdürecektir. Bu yüzden kömür dumansızlaştırma, koklaştırma ve gazlaştırma teknolojileri desteklenmelidir. Bu amaçla Entegre Kömür Gazlaştırma Kombine

Çevrim Teknolojisi (Integrated Gasification Combined Cycle- IGCC) yaygınlaştırılmalıdır.

3.1.4 Ortalama Maliyeti Düşürücü Önlemler

Üretim noktalarının yaygınlığı, dağıtım ağının yaygınlığı veya iletim hatlarının uzunluğu gibi etkenlerden dolayı maliyet üzerine etkileri azalsa bile, bugün dünya genelinde kabul görmüş elektrik enerjisi maliyetlerine bakıldığında; ortalama maliyetin %50'si üretimden, %20'si iletimden ve %30'u da dağıtımdan kaynaklanmaktadır. Yani üretimde, iletimde ve dağıtımda maliyetleri düşürmek için verimlilik ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Elektrik enerjisi fiyatı petrol fiyatı gibidir. Fiyatlarındaki dalgalanmalar başta sanayi ürünleri maliyeti olmak üzere tüm mal ve hizmetlerin fiyatını doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden ucuza üretmek son derece önemlidir. Mevcut elektrik santrallerinin kesinleşen 1999 yılı üretim istatistikleri Çizelge 3.3'de, ithal edilen enerji miktarı ise Çizelge 3.4' de verilmiştir.

31.12.1999 tarihi itibari 1999 yılı brüt tüketimi sağlayan kaynaklar.

Çizelge 3. 3 Brüt tüketimi sağlayan kaynaklar

Kuruluşlar	**kWh**
TEAŞ Termik Üretimi	42.583.408.418
TEAŞ Hidrolik Üretim	31.737.297.620
TEAŞ Jeotermal Üretim	80.927.700
TEAŞ Toplam Üretim	74.401.633.738
ÇEAŞ Üretim	1.629.500.000
KEPEZ Üretim	539.700.000
TEAŞ Bağlı Ortaklıklar Üretim	17.910.900.000
Mobil Santraller Üretimi	205.200.000
Özel Kuruluşlar Üretimi	9.224.000.000
Otoprodüktör Üretimi	12.529.000.000
TEAŞ Dışı Üretim Toplam	42.038.300.000
Türkiye Üretim Toplam	**116.439.933.738**

Çizelge 3. 4 İthal edilen enerji miktarları

İthalatlar	**kWh**
Bulgaristan'dan Alınan	1.798.398.182
Gürcistan'dan Alınan	239.141.100
İran'dan Alınan	292.729.360
İthalat Toplam	**2.330.268.642**
Tüketime Sunulan Toplam	**118.770.202.380**

1999 Yılında üretimin Kaynaklara Göre Dağılımı: Elektrik enerjisi üreten değişik tipte santrallerin üretim miktarları ve bu miktarların genel üretim içindeki oranlaı Çizelge 3.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 5 1999 Üretimin kaynaklara göre dağılımı

Kaynaklar	**Miktar kWh**	**% Oranı**
Termik Santrallerden	81.661.000.000	68,75
Rüzgar Santrallerinden	20.500.000	0,02
Jeotermal Santrallerden	80.900.000	0,07
Hidrolik Santrallerden	34.677.500.000	29,20
İthalatlar	2.330.300.000	1,96

1999 Yılı Tüketimleri (Çizelge 3.6)

Çizelge 3. 6 1999 Yılı tüketimleri

Tüketim Yeri	**Miktar kWh**	**% Oran**
İç Tüketimler	3.535.816.935	
Kompanzatör Tüketimi	36.204.146	
Otoprodüktör Tüketimi	12.529.000.000	
Şebekeye Verilen	102.669.178.919	100,00
İletim Kayıpları	3.090.342.285	3,01
TEAŞ Satış	99.578.836.634	96,99
Dış Satımlar(Nahçivan'a)	285.300.000	0,28
Kayıplar	18.322.505.941	17,85
Kaçaklar	3.983.153.465	3,88
TEAŞ/TEDAŞ Net Satış	76.987.877.228	74,99

1999 Yılındaki Tüketimlerin Sektörel Dağılımı (Çizelge 3.7)

Çizelge 3. 7 1999 Yılı tüketiminin sektörel dağılımı

Tüketim Yeri	**Miktar kWh**	**% Oranı**
Ev ve Ticarethaneler	21.710.581.378,00	28,20
Resmi Daireler	3.464.454.475,00	4,50
Sokak Aydınlatması	3.156.502.966,00	4,10
Sanayi	48.656.338.408,00	63,20

1999 Yılındaki Santral Çıkış Elektrik Enerjisinin kWh başına Maliyeti (Çizelge 3.8)

Çizelge 3. 8 1999 Yılı enerji maliyeti

	Üretim Miktarı	**kWh Maliyeti($)**	**Toplam Maliyet ($)**
TEAŞ Hidrolik Üretim	31.737.297.620	**0,001**	31.737.298
TEAŞ Termik Üretim	42.664.336.118	**0,033**	1.407.923.092
TEAŞ Üretim Toplam	74.401.633.738	.....	.....
TEAŞ Maliyet Toplam	.....	.....	1.439.660.390
TEAŞ Kendi santralleri	.....	**0,019**	.....
Ortalama Maliyeti			
TEAŞ Dışı Üretim Toplam (Otoprodüktörler hariç)	29.509.300.000	**0,087**	2.567.309.100
Toplam Üretim (Otoprodüktörler hariç)	103.910.933.738	.....	.....
Toplam Maliyet	.....	.....	4.006.969.490
TEAŞ Ortalama Maliyet	.....	**0,039**	.....

Çizelgelerde de görüleceği gibi kWh başına TEAŞ'ın ortalama maliyetlerini artıran temel faktör Yap İşlet Devret (YİD) Modeli veya Yap İşlet (Yİ) Modeli ile üretim yapan özel kuruluşlara ait santrallerdir. 2001 yılında bu kuruluşların üretimi daha da artmıştır. Böylece TEAŞ'ın ortalama maliyeti artmaktadır.

Uluslararası standartlarda elektrik enerjisi santral çıkış maliyetinin iki katı fiyatla satılırsa, elektrik kuruluşunun normal bir işletme faaliyetini sürdürebilmesi ve yeni yatırımları yapabilmesi olanaklıdır. Yani ortalama olarak elektrik enerjisi 0.078 US$/kWh fiyatla satılsaydı TEAŞ normal faaliyetini sürdürebilirdi. Oysa TEDAŞ tarafından 1999 yılında elektrik enerjisi ortalama olarak kWh'i 0,065 US$ satılmıştır.

Haziran 2000'de kamu kuruluşlarının açıklarının kapatılması için yapılan toplantı tamamen Yİ ve YİD modelli üretimlerin maliyeti yükseltmesi sonucu TEAŞ'ın açık vermesinin itirafıdır. Oysa üretimlerin tümü kamuda olsaydı ortalama maliyet 0.019 US$, TEAŞ ve

TEDAŞ'ın normal karları eklendiğinde 0.065 US$'lık satış fiyatı normal bir fiyat olacak ve TEAŞ açık vermeyecekti.

Yukarıdaki tablolar incelendiğinde, ülkemizin elektrik enerjisi maliyetini düşürücü önlemleri almadığı gibi yapılan uygulamalar maliyetleri yukarı çekmektedir. Bu durum ise kamu aleyhine işleyen bir süreçtir. Bu politikalar gözden geçirilmelidir.

Alınması gerekli önlemler şunlardır;

- Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payı artırılmalıdır.
- Yıllar itibariyle hidrolik enerjinin genel üretimdeki payı azalmaktadır. Bu durum maliyetlerimizi artırmaktadır. Henüz %30'larda olan su potansiyelinin kullanımı on yıllık bir dönemde %50'ye ikinci on yıllık dönemde ise %70'lere çıkarılmalıdır.
- Rüzgar, jeotermal, güneş ve biyokütle konusunda AR - GE çalışmaları tevik edilmelidir.
- Rüzgar teknolojisi son derece gelişmiştir. Bu teknolojiden yararlanılmalıdır. OECD araştırmaları ülkemizin rüzgar potansiyelinin 83.000 MW olduğunu göstermektedir. Bu kapasite yıllık 250.000.000.000 kWh üretim demektir.
- Ülkemizde yüzey sıcaklığı 40 derecenin üzerinde 140 jeotermal saha vardır. Bugün değerlendirilebilir potansiyel 31.000 MW' tır. Elektrik üretimi açısından jeotermal potansiyelimiz ise 4.500 MW' tır. Bunun ancak %2.97'si değerlendirilmektedir.
- Termik santrallerin çevresel etkisini azaltan baca gazı arıtma ve kül tutma üniteleri hızla devreye sokulmalıdır.
- Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri (DKÇS) diğer termik santral teknolojilerine göre çevresel etkileri daha azdır. Ancak dışa bağımlılık ve maliyetler açısından toplam kurulu güçteki payının daha fazla artırılmaması gerekmektedir. Oysa planlanan santraller devreye girerse DKÇS' lerin payı %50'nin üstüne çıkacaktır. Ortalama maliyetler artacaktır. Bu konuya bir sınırlama getirilmelidir.
- Enerji üretiminde çevreyi koruyucu önlemler alınmalıdır.
- Gerek çevresel etkileri gerekse maliyetleri açısından Yüzer –Gezer Santrallerden vazgeçilmelidir.

3.2 İletimde Verimlilik

Ülkemizdeki iletim hatları uluslararası standartlardadır. Kayıp oranları yıllar itibariyle değişmekle birlikte %3'tür. Şebeke uzunluğu dikkate alındığında kayıplar makul seviyelerdedir. Kayıpların makul seviyelerde tutulabilmesi için yeni teknolojilerden yararlanılmalı ve bakım işletme faaliyetleri ihmal edilmemelidir.

Gelişmiş ülkelerde kullanılan Energy Managment System (EMS) ve Supervisory Control And Data Acqusition (SCADA) sistemleri hızla devreye sokularak etkin bir yük izleme ve yük yönetimi sağlanmalıdır.

3.3 Dağıtımda Verimlilik

Verimliliğin en çok değerlendirilmesi gereken alanı dağıtımdır. Maalesef ülkemizin dağıtım şebekelerindeki kayıp oranları çok yüksektir. Dağıtım şebekelerinde kayıp kaçak oranlarında dünya ortalaması %9 ve OECD ülkeleri ortalaması %7 iken ülkemizde kayıp/kaçak oranı 1999 yılı kesinleşmiş istatistiklerine göre %21,73'tür. Yani ülkemizdeki kayıp kaçak oranı dünya ortalamasının iki katından fazladır.

1999 yılı kesinleşen istatistikleri incelendiğinde ülkemizdeki kayıp enerji 18.322.505.941 kWh ve kaçak kullanım 3.983.153.465 kWh' tir. Kaçak kullanım sonuçta tüketimdir. Ancak kayıplar teknik bir konudur. Bu konuda beş yıllık dönemde %8'lik bir tasarruf sağlanabilir.

Kaçakların önlenmesi durumunda 1999 verilerine göre yıllık 3.983.153.465 x 0,065 = 258.904.975 US$ bir ek gelir sağlanacaktır.

Kayıplarda % 8'lik bir tasarruf sağlanması durumunda(1999 verileriyle % 8'lik tasarruf 8.143.335.974 kWh' tir) yıllık 8.143.335.974 x 0,065 = 529.316.838 US$' lık bir tasarruf sağlanacaktır.

Kaçak kullanımların önlenmesi için etkin bir denetimin yanında kartlı sayaçlara geçilmelidir. Kartlı sayaçlar yeni bir ticari alan olarak değil ulusal ölçekte bir tasarruf sağlama aracı olarak değerlendirilmeli ve kamu eliyle bedelsiz olarak verilmelidir. Buradan sağlanacak tasarruf sayaç bedelinden çok daha önemlidir. Kartlı sayaçların yaygınlaştırılması işletme maliyetlerini de düşürecektir.

Dağıtımın bir diğer problemi de tüketimin gün içindeki seyridir. Tüketim gün içerisinde tek düze bir seyir izlememekte aksine 17.00 ila 24.00 saatleri arasında tüketim tepe noktasına (puant değere) ulaşmakta ve daha sonra düşmektedir. Bu süreler içerisinde ulusal sistem çoğu kez zorlanmaktadır. 17.00 ila 24.00 saatleri dışında tüketim düşmekte ancak kolayca devreye girip çıkma özelliği olamadığından termik santraller çalışmaya devam etmektedir. Bu süre

içerisindeki çalışmaların ulusal ölçekte değerlendirilebilmesi için çoklu tarifeye uygun sayaçlara geçilmelidir. Tüketiciye puant saatleri dışında enerji daha ucuz verilmelidir. Böylece tüketici, zamana bağımlı olmayan tüketimlerini, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi vb puant saati dışında kullanarak kendisi için bir tasarruf sağlayacaktır. Bu durum ulusal ölçekte hayata geçerse puant değer aşağıya çekilebilecek ve hem ulusal sistemin zorlanmayacak hem de ulusal bir tasarruf sağlanmış olacaktır.

Dağıtımda tasarrufun sağlanabilmesinin en önemli koşullarından birisi de arıza bakım hizmetlerinin hızlı ve düzenli bir şekilde sürdürülmelidir.

3.4 Tüketimde Verimlilik

1999 yılı kesinleşen istatistiklerine göre tüketimin sektörel dağılımı Çizelge 3.9' da verilmiştir.

Çizelge 3. 9 Elektrik tüketiminin sektörel dağılımı

Tüketim Yeri	**Miktar kWh**	**% Oranı**
Ev ve Ticarethaneler	21.710.581.378	28,20
Resmi Daireler	3.464.454.475	4,50
Sokak Aydınlatması	3.156.502.966	4,10
Sanayi	48.656.338.408	63,20

Tüketim büyük oranda sanayide yapılmaktadır. Dolayısıyla sanayide verimliği sağlayacak teknolojiler tercih edilmelidir.

Sanayide verimliliğin artması ise temiz enerjinin kesintisiz biçimde, üretim araçlarına sunulması ile sağlanır.

Mevcut şebeke koşullarında, yüksek kalitede stabil gerilim ve frekansta enerji sağlamak son derece zordur. Değişen şebeke koşulları, ileri teknoloji barındıran üretim tesislerinde performans kayıplarına yol açmaktadır. Şebekede meydana gelen kesinti, dalgalanma, yüksek veya alçak gerilim, frekans bozuklukları v.s gibi problemlerin giderilmesi amacıyla birçok tesis, üretim araçlarını Kesintisiz Güç Kaynakları üzerinden beslemektedirler. Bu sistemler şebeke ile yükleri birbirlerinden izole ederek, yüklerin şebeke olumsuzluklarından etkilenmeden, sabit gerilim ve frekans ile beslenmelerini sağlamaktadırlar. Şebekeden aldığı

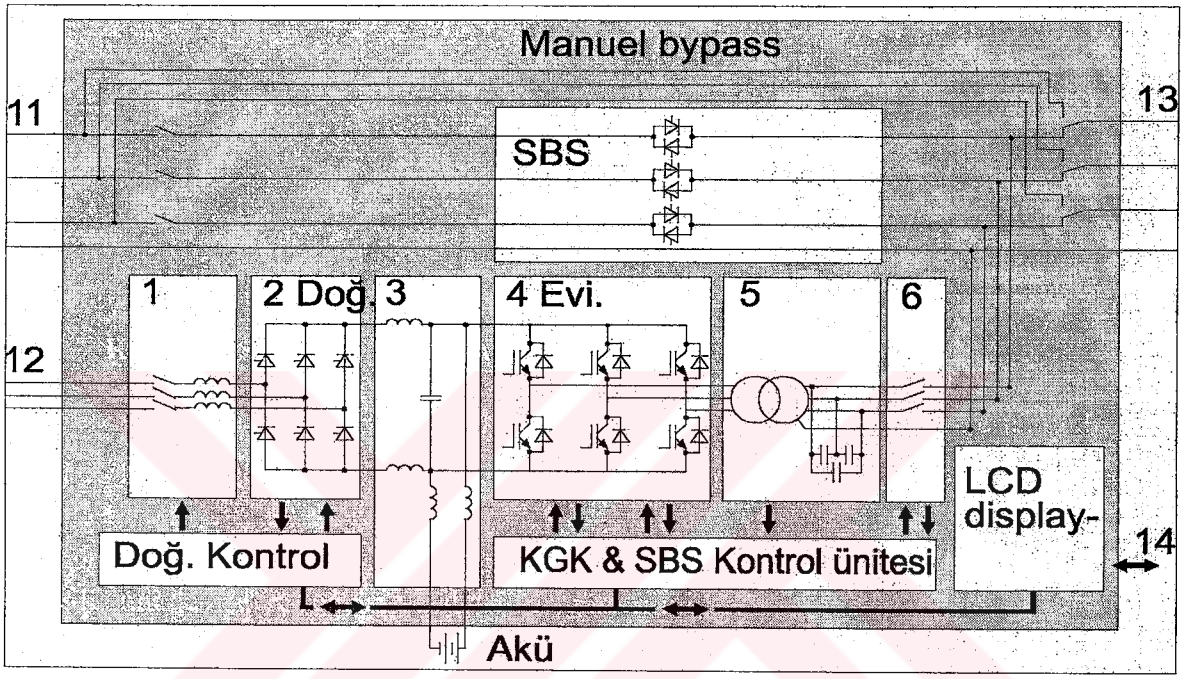
değişik gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisini, doğrultucu / inverter grubu vasıtasıyla önce DC gerilime ve daha sonra tekrar AC gerilime çevirerek, elektriksel değişimlere karşı hassas yüklerin bu değişimlerden etkilenmeden yüksek verimlilik ve performans ile çalışmalarını sağlamaktadırlar.

Yarıiletken teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak gelişen bu cihazlar, günümüzde 8 MVA' lık bir kapasiteye ulaşabilmekte ve otomotiv, tekstil, kağıt, petro-kimya, ambalaj v.b ülke kalkınmasında son derece önemli sanayi kollarında kullanılmaktadırlar (Yiğit, 1999).

4. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARI

Kesintisiz Güç Kaynakları (KGK), herhangi bir besleme gerilimi kesilmesi durumunda yükün sürekli ve kesintisiz olarak beslenmesi için kullanılan bir güç kaynağı sistemidir. (EN 50091-1).

Bir KGK' nın ana devre şeması Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 1 Kesintisiz güç kaynağı ana devre şeması

KGK, ülkemizin enerji şartları göz önüne alındığında bilişim sektörünün ve endüstrinin vazgeçilmez bir unsuru olmaya devam edecektir. Henüz 3-4 yıl öncesine kadar 200 kVA' lık bir KGK sistemi yüksek bir güç olarak kabul edilip yılda bir veya iki tane 500 kVA sistemi kurulurken, bugün hemen hemen her hafta bir veya iki adet 500 kVA sistemi tamamlanmaktadır. Dahası ülkemizin büyük sanayi kuruluşları 4x600, 6x500, 4x330 kVA gibi sistemlerin fizibilite çalışmalarına başlamış bulunmaktadırlar. Ancak ortaya çıkan durum, KGK' nın hala insanların kafasında bir soru işareti olarak yer aldığını ve bahsi geçen terimlerin insanlara çok uzak olduğunu göstermektedir.

Çoğu elektrikli sistem kesintisiz ve temiz bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar. Bunun yanında ülkemizin enerji ihtiyacı ve elektrik sistemlerimizin kalitesi göz önüne alındığında KGK bir zorunluluk haline gelmektedir.

Anlık enerji kesintileri (göz kırpmalar), kesintiler, dinamik aşırı gerilim darbeleri, düşük gerilimler, yüksek gerilimler, geçici enerji rejimleri, gerilim zıplamaları, frekans değişimleri,

gerilim bozulmaları, yüksek frekanslı gerilim zıplamaları ve gerilim harmoniklerinden kaynaklanan bilgi kayıplarını ve sistem donanım arızalarını ortadan kaldırmak ve bunlara karşı koruma sağlamak için kullanılır.Yapılan araştırmalar elektrik üzerindeki problemleri 6 kategoriye ayırmaktadır (Çizelge 4.1). (AEG, 1999).

Çizelge 4. 1 Şebeke problemleri, sebepler ve etkileri

Problemler	**Sebepler**	**Etkileri**
İnterferans (Girişim)	Şebeke üzerindeki anahtarlamalar, aydınlatma sistemleri, Lazer yazıcılar, fotokopi makineleri	Veri iletim hatlarında hatalara ve elektronik cihazların erken yaşlanmasına sebep olur
Sinüs üzerindeki yüksek frekanslı girişimler	Floresan lambalar, kaynak makineleri , Redresörler, SMPS	Ölçüm ve kontrol sistemlerinde veri hataları ve donanım arızalarına sebep olur
Yüksek ve düşük gerilim	Büyük sistemlerin çalışması, motor gibi demerajlı yüklerin devreye girmesi ve yanlış kablo kesiti seçimi	Bilgisayar ve PLC arızaları ve elektronik cihazların erken yaşlanmasına sebep olur
Çok kısa süreli elektrik kesintileri	Endüktif ve kapasitif yüklerin devreye girmesi, yüksek akımlı sistemlerin çalışmaya başlaması, anlık kısa devreler	Veri hataları, bilgisayar, PLC ve donanım arızaları
Frekansın düzensiz olarak değişmesi	Yüksek akımlı yüklerin çalışması	Ölçüm sistemlerinde hatalar
Elektrik Kesintileri	Kısa devre, kopmuş kablo, elektrik şebekesindeki tamir çalışmaları, sigorta ve kesicilerin atması, inşaat çalışmaları sırasında kablo kopması	Veri sistemleri çöker, bilgiler kaybolur, bilgisayarlar bozulur, üretim kayıpları ve ikinci üçüncü kalite ürünler doğar kısaca zaman ve para kaybedilir

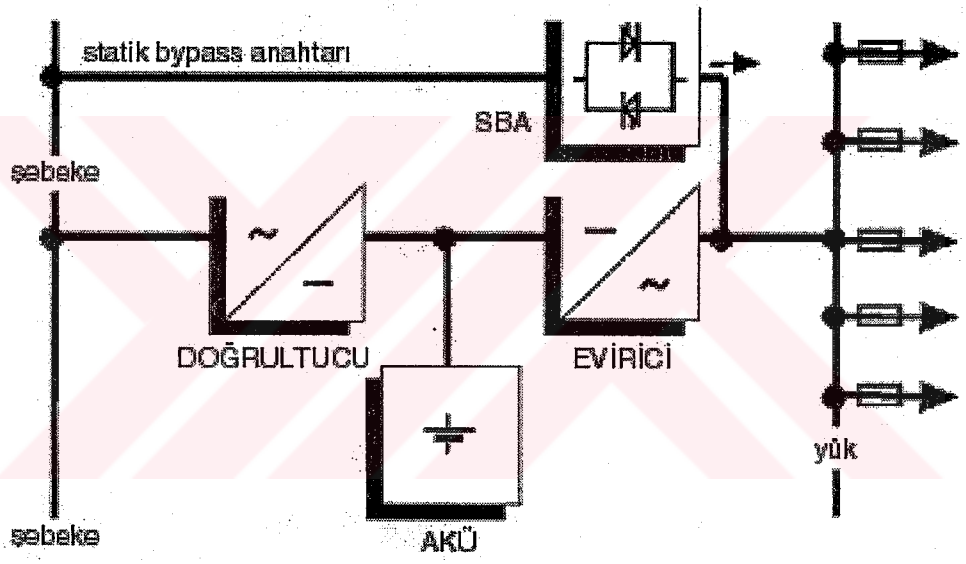
Aynı zamanda yapılan testler sonucu, elektronik sistemlerin düşük gerilime karşı olan tepkileri de şu şekilde bulunmuştur:

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

Ancak yine yapılan araştırmalar göstermiştir ki bu tür gerilim problemlerinde en sık karşılaşılan sorun veri hatlarında kilitlenmeler oluşması, ölçüm sistemlerinde hatalar oluşması ve nadiren de olsa bazı sistemlerin zaman zaman devre dışı kalmasıdır.

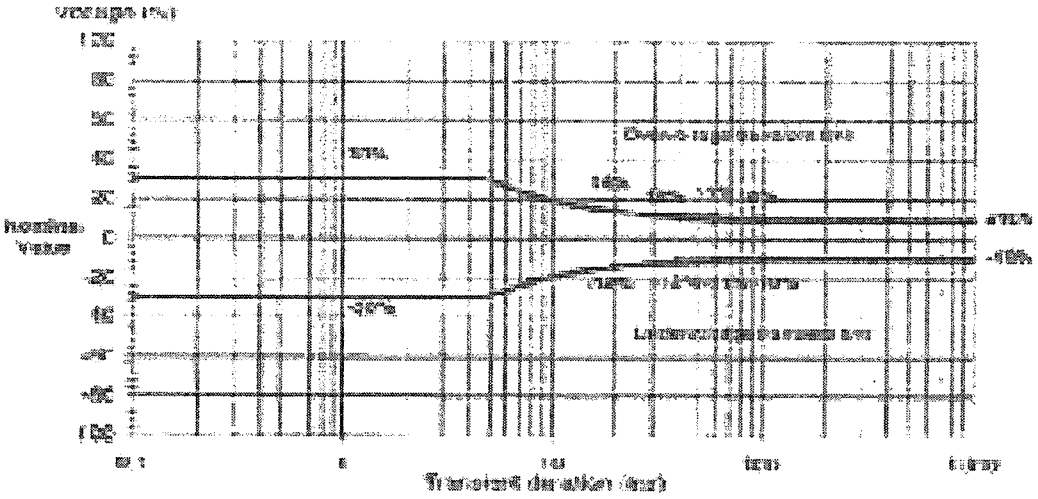
4.1 Online Sistemler (Çifte Çevrim)

IEC 62040-3' e göre Sınıflandırma 1;
Yukarıda sayılan tüm gerilim problemlerine karşı koruma sağlar ve böylece kritik uygulamalar için profesyonel bir koruma olanağı sunar. Şekil 4.2' de on-line KGK devre şeması gösterilmiştir. Bu KGK' ya ait çıkış dinamik performansı Şekil 4.3' de verilmiştir.



Şekil 4. 2 On-line kesintisiz güç kaynağı devre şeması

Yük AC girişe bakmaksızın evirici üzerinden sürekli beslenir.



Şekil 4. 3 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 1)

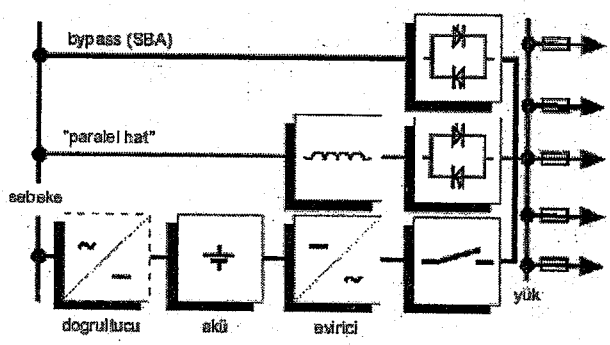
100 µs ile 5 ms aralığındaki pencere içerisinde çıkış gerilimi herhangi bir koşul altında da ± % 30' u geçmez (Şekil 4.3). Bu yalnızca gerçek online sistemlerle sağlanabilir.

4.2 Line-İnteraktif Sistemler (Delta Teknolojisi Dahil)

IEC 62040-3' e göre sınıflandırma 2;

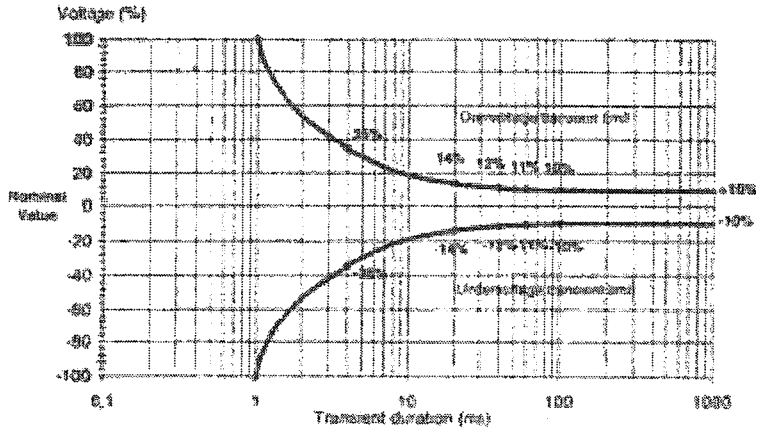
Sadece 9 gerilim probleminin 5' ine karşı koruma sağlar (enerji kesintileri, çökmeler/anlık kesintiler, dinamik aşırı gerilimler, düşük gerilimler ve aşırı gerilimler) ve böylece orta-seviye bir korumayı uygun fiyatlarla sağlar. Sisteme ait devre şeması Şekil 4.4' te gösterilmiştir.

Uygulamalar: Ofis ortamlarındaki ağ sistemi uygulamaları



Şekil 4. 4 Line interaktif kesintisiz güç kaynağı devre şeması

Line İnteraktif sistemler ile ilgili çıkış dinamik performans eğrisi Şekil 4.5' de gösterilmiştir.

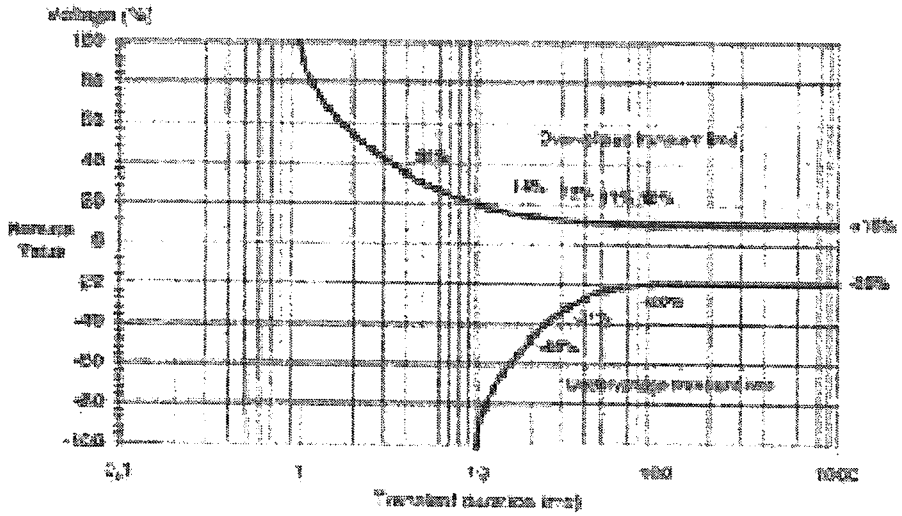


Şekil 4. 5 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 2)

4.3 Offline Sistemler

IEC 62040-3' e göre sınıflandırması 3 tür. Yalnızca 3 ve 9' uncu gerilim problemlerine (enerji kesintileri, çökmeler/ anlık kesilmeler, dinamik gerilim yükselmeleri) karşı koruma sağlar, en ucuz çözümdür. Uygulama alanları kişisel bilgisayarlar ile sınırlıdır.

Yük, yalnızca şebeke toleranslarının aşılması durumunda aküden üretilecek enerji ile beslenecektir. Bu durumda da, KGK bir anahtarlama yaparak yükü aküden beslemeye geçecek şekilde anahtarlayacaktır. Bu da çok küçük bir süre de olsa kesinti demektir (yaklaşık 3-4milisaniye). Sisteme ait çıkış dinamik performansı Şekil 4.6' da gösterilmiştir.



Şekil 4. 6 Çıkış dinamik performansı (sınıflandırma 3)

4.4 Krest Faktörü

Krest faktör; bir elektriksel değişkenin, Tepe değeri / Efektif (r.m.s.) değeridir.
Sinüzoidal bir dalga şekli olması durumunda bu değer;

$c = \sqrt{2} = 1{,}414$ tür. (4.1)

Bilgisayarlar içerisindeki Anahtarlamalı Mod Güç Kaynakları (Switch Mode Power Supplies-SMPS) dalga şekli bozuk, yüksek bir akım çekerler. Bu akımın tepe değeri sinüzoidal akımın tepe değerinden daha yüksektir. Bunu karşılamak üzere kaynak için gereken tepe değer yani krest faktörü; örneğin bilgisayar yükünde

$c = 3$ olabilir. (4.2)

Bundan dolayı KGK sistemleri her yarım dalgada bu tepe akımını karşılayabilmelidir. Yüksek krest faktörüne sahip KGK sistemi, bu tepe akımını karşılama kapasitesinin de yüksek olduğunu simgeler.

4.5 Gerekli KGK Gücünün Hesaplanması

Çoğunlukla yükler eşdeğer değildir (Çizelge 4.2), fakat genelleme yapılacak olursa:
Örneğin;

Çizelge 4. 2 KGK güç hesabı örnek yükler

KGK Yükleri	Güç	Mevcut Krest Faktör	cosφ	Aktif Güç	Reaktif Güç	Kalkış akımı
PC, server, monitör ve yazıcılar, (SMPS)	4500 VA	3	0,95 cap.	4275 kW	1405 kVAR	1,5 x Inom
Havalandırma (motorlar)	3000 VA	1,41	0,8 ind.	2400 kW	1800 kVAR	6 x Iom
Aydınlatma	2000 VA	1,41	0,9 ind.	1800 kW	871 kVAR	1 x Inom
Diğer	1500 VA	2	1	1500 kW		1 x Inom
Toplam	10775 VA (1)	2,18 (2)	0,92ind. (3)	9975 kW	4076 kVAR	2,62 x Inom (4)

Çizelge 4. 3 Güç tespitinde krest faktörü, cos φ ve kalkış akımı etkileri

(1) 4275 kW + 2400 kW + 1800 kW + 1500 kW = 9975 kW

(2) [4500 VA x 3 + 3000 VA x 1,41 + 2000 VA x 1,41 + 1500 VA x 2] / 10775 VA = 2,18

(3) 9975 / 10775 = 0,92ind.

(4) [4500 VA x 1,5 + 3000 VA x 6 + 2000 VA + 1500 VA] / 10775 VA = 2,62 -> Itepe = 2,62 x $\sqrt{2}$ = 3,7

4.6 KGK Seçimi

Karşılaşılan şebeke problemlerinin büyüklüğüne göre kritik uygulamalarda bilgi kayıpları ve üretimde durmalar söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlar için en ideal çözüm on line KGK' lardır. IEC 62040-3 (Double Conversion-Çifte çevrim) sınıflandırma 1

Ayrıca diğer açılardan bakıldığında düşük satın alma maliyeti, çalıştırma maliyeti (yüksek verim) hataların ve arızaların önlenmesinde daha az önemli gibi görünse de ileriye dönük olarak dikkate alınmalıdır.

Yukarıdaki örnekten devam edersek;

Çizelge 4. 4 Tespit edilen KGK güç ve modeli

Model	Protect 1. 33	11 kVA için Protect 1. 33:	ihtiyaç
Nominal güç	15 kVA	15 kVA	> 10,775 kVA
Krest faktörü	3	4,17	> 2,18
Güç Faktörü cos φ	kap. End. 0 - 1 - 0	kap. end. 0 - 1 - 0	> 0,92 end.
Kalkış veya başlangıç akımı için aşırı yük kapasitesi		4,17	> 3,7

Bu durumda 15 kVA' lık bir KGK tüm gereksinimleri karşılamaktadır.

4.7 Mikroişlemcili Kontrol

KGK seçiminde dikkat edilecek hususlardan biride KGK'nın mikroişlemci kontrollü olmasıdır. 8 bitlik mikroişlemcili yapılara göre, 16 bitlik mikroişlemci kontrollü sistemler, ileride ortaya çıkacak gereksinimleri karşılamak açısından daha verimli olacaklardır. Analog yapılardan dijital yapılara geçiş hızlanmıştır. Dijital yapıya geçilmesinin en büyük avantajı; elektronik kart sayısının azalması, sistemin karmaşıklığı ile arıza müdahale süresinin minimuma indirgenmesidir. Dijital sistemler ile analog yapılardaki kondansatör elemanlarının zamanla kuruması sonucu oluşacak referans gerilimi ve elektronik filtre yapılarındaki bozulmanın sisteme olumsuz(sistemin sık sık arıza yapması ve sebebinin tam olarak tespit edilememesi gibi) yansımasının önüne geçilmiş olacaktır. Doğal olarak mikroişlemci kontrollü bir KGK her türlü bilgisayar arabirimine ve haberleşme fonksiyonuna sahip olacak ve ondan faydalanılma oranını artıracaktır. Ayrıca, yeni bazı KGK sistemlerinde, otomobillerin AIRBAG ve ABS kısımlarında veri iletişimi için kullanılan son derece yüksek hassasiyet ve güvenlik korumasına sahip CAN BUS (Controller Area Network) kullanılmaktadır.

4.8 Güç Faktörü (Cos φ)

Bağlanacak tüm yüklerin bilgilerinin toplanması gereklidir. Yüksek kalitedeki KGK' lar için, cos φ endüktif limitler içinde sınırlanmamıştır ve olduğu gibi kabul edilmiştir. Eğer tüm yükün cos φ değeri yüksek oranda kapasitif ise bu değer kesin olarak tespit edilmelidir. Çünkü, bu durumda KGK değeri yetersiz kalabilir.

4.9 Çıkış Gücü

KGK çıkış gücü iki değer ile belirlenmiştir:

1. Görünen Güç S (kVA)
2. Güç Faktörü, örneğin cos φ = 0,8

Aktif güç (kW) aşağıdaki şekilde belirlenir:

$$\cos \varphi = P / S \qquad (4.3)$$

$$P = S \times \cos \varphi \qquad (4.4)$$

Örnek:

Görünen Güç $S = 100$ kVA, $\cos \varphi = 0,8$ (4.5)

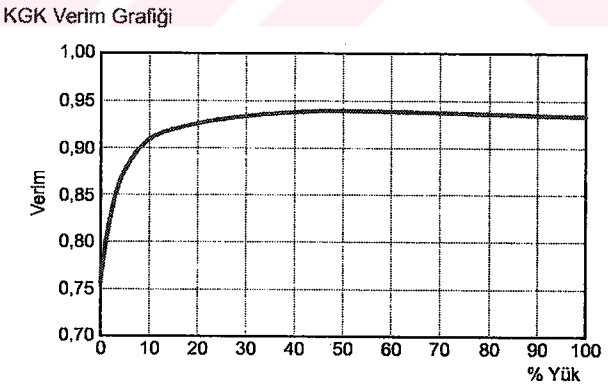
Aktif Çıkış Gücü $P = 100 \text{ kVA} \times 0,8 = 80$ kW (4.6)

4.10 Genel KGK Verimi

Çıkış gücünün giriş gücüne oranı olarak hesaplanan verim KGK seçiminde önemli kriterlerden biridir.

$$\eta=(I_{ç}xV_{ç})/(I_{g}xV_{g}) \qquad (4.7)$$

Harcanan enerjinin yüksek olması, üretim maliyetlerinin artması anlamına geldiği düşünülürse, verimi düşük sistemlerin tercih edilmesi son derece yanlış ve yanlış olduğu kadar da pahalı bir yatırımdır. Tek fazlı 10 kVA' ya kadar olan sistemlerde giriş güç faktörü doğrultmalı (PFC) KGK' ların seçilmesi reaktif enerji harcamalarının da azalmasını sağlayacağından ayrıca bir tasarruf oluşturacaktır. Ayrıca bu sistemler üstün teknolojik yapıları ile genel verim açısından da artılar göstermekte olup yapılacak seçimlerde genel sistem verimi %90 dan büyük olan sistemler üretim maliyetlerine önemli ölçüde etki etmektedirler. 3 fazlı sistemler de ise özellikle IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor)' li yapılar tercih edilerek çıkış trafo ve filtre yapısı küçülmüş, soğutma harcaması azalmış ve dolayısıyla evirici verimi yüksek olan sistemler geliştirilmiştir. Yeni sistemlerde evirici verimi %96' lara, doğrultucu verimi ise %97' lere kadar çıkmakta olup, genel verim oranları %93-94 (Şekil 4.7) seviyelerindedir. KGK' nın tam yükte kullanılmayacağı ve genellikle yük yüzdesinin %50-80 arasında olacağı düşünülürse KGK' nın veriminin bu aralıkta yüksek olması tercihte etken olmalıdır.



Şekil 4. 7 Kgk verim grafiği

4.11 KGK Kayıpları (Kayıp Güç)

Burada bilinmesi gereken noktalar :

- Maksimum ihtiyaç duyulan güç : Pçıkış (kW)
- KGK toplam Verim η, belirlenen çalışma noktası için AC den - AC ye verim (örneğin kapasite kullanma oranı % 70)

Örnek:

- Pkayıp = Pçıkış (kW) x (1-η) / η (4.8)
- Pçıkış = 11000 VA , cos φ = 0,95 (4.9)

  Pçıkış = 11000 VA x 0,95 = 10.450 W (4.10)
- η = % 92,5 , 11000 VA çıkış gücü için (4.11)
- Pkayıp = 10.450 W x (1 - 0,925) / 0,925 = 848 W (4.12)

4.12 KGK Çalıştırma Maliyeti

Enerji maliyeti

Örneğin:

- KGK nominal gücü: 330 kVA; orta seviyeli yük: % 75
- Pyük (W) = 330 kVA x cos φ x % 75 = 330 kVA x 0,8 x 0,75 = 198 kW (4.13)
- Bu çalışma noktasında verim η: % 93.8 (4.14)
- Pkayıp = Pyük x (1 - η) / η = 198 kW x (1 - 0,938) / 0,938 = 13,1 kW (4.15)
- Enerji maliyeti / yıllık olarak; 0,158 Mark/ kWh ve 8760 h / yıl (4.16)
- E-Maliyeti/yıl: 13.1 kW x 8760 h. x 0.158 DM = 18131 DM / yıl (4.17)

Diğer harcamalar

- Bakım maliyeti, örnek; minimum bakım-servis anlaşması
- Yıpranan parçaların değişimi:

  Aküler, EuroBat Sınıflandırmasına göre 3; 5; 8; 10 yıl sonra

  - Fanlar, 4.5 - 8 yıl sonra, modele bağlı olarak

  - Alüminyum elektrolitik kondansatörler çalışma sıcaklığına bağlı olarak > 10 yıl

(AEG, 1999).

5. EVİRİCİ VE ÇIKIŞ ÜNİTESİ

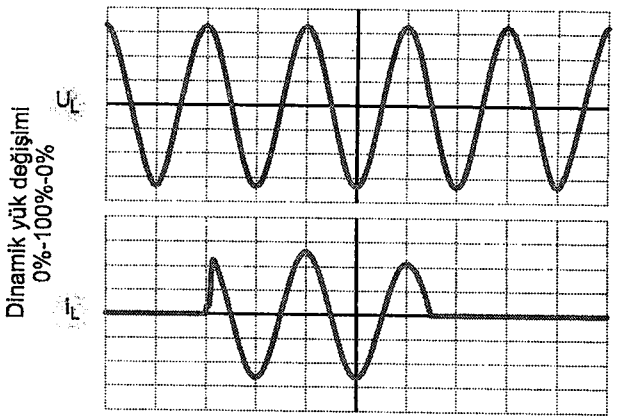
Günümüzde ileri teknolojiye sahip KGK sistemlerindeki evirici bloğunda, IGBT denilen Yalıtılmış Kapılı Bipolar Tranzistörler kullanılmaktadır. IGBT kullanılan KGK' lar boyut olarak tranzistör kullanılan KGK' lara göre daha küçük, ürettikleri gerilim daha kaliteli ve dinamik yüklere karşı cevap süresi çok daha kısadır. Tüm bu özellikler IGBT' nin yüksek anahtarlanma frekansının getirdiği avantajlardır. Ayrıca tranzistörler, güç elektroniği yapılarında ömrünü doldurmuş ve uygulamadan kalkmak üzeredirler. Evirici ünitelerinin seçiminde rol oynayan bazı kriterler ve bu kriterlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar şöyledir.

Statik Yükte Gerilim Değişimi : Stabil haldeki yüklenme durumunda KGK çıkış gerilim dalga şeklindeki değişimlerinin oranını gösterir. Standart olarak bu değer 1 fazlı ve 3 fazlı sistemlerde %1 maksimum %2 olmalıdır.

Dinamik Yükte Gerilim Değişimi : Dinamik yük, % 0 dan % 100 yüke yada % 100 yükten % 0 yüke anahtarlanan bir yapıdır. Genellikle 3 fazlı sistemlerde yada daha farklı bir deyişle yüksek akımlı ve endüktif / kapasitif güçlerde çok önem kazanan bu özellik KGK' nın çıkış gerilim dalga şeklinin yükteki değişimlerden etkilenme oranını gösterir. Özellikle hassas sistemlerin KGK' dan beslendiği yapılar için son derece önemli olan dinamik yükteki çıkış gerilim değişimi % 2 - % 3 leri geçmemelidir. Bu rakam ne kadar küçük ise ideale o kadar yakındır.

Toparlanma Zamanı : Dinamik yük etkisinde kalan KGK' nın çıkış geriliminin normal değerine dönmesi için gerekli zamanın gösterildiği bu kriter ne kadar küçük ise eviricinin cevap hızı o kadar yüksek demektir. Bu kriter için olması gereken değer 2-3 milisaniyedir.

Şekil (5.1)' de dinamik yük değişim grafiği gösterilmiştir.



Şekil 5. 1 Dinamik yük değişim grafiği

Çıkış Geriliminin %100 Dengesiz Yükte Faz Kayması : 3 fazlı sistemler için geçerli olan bir kriter olup fazlar arasındaki 120° olan faz açılarının sapma değerlerini gösterir. Bu değerin ±2° yi geçmemesi KGK' dan beslenen hassas yüklerin verimli ve sağlıklı çalışması açısından tercih edilmelidir.

Aşırı Yük : KGK, geçici olarak yükte meydana gelen istenmeyen değişimler nedeni ile aşırı yüklenebilir. KGK bu aşırı yüklenme durumunda; tek fazlı cihazlarda minimum %125 yükte 5 dakika, %150 yükte 30 saniye, 3 fazlı cihazlarda minimum %125 yükte 10 dakika, %150 yükte 1 dakika çalışabilir. Bu süre sonunda aşırı yüklenme kalkmamış ise KGK' dan beslenen yükler, statik anahtar ile kesintiye uğramadan şebekeye transfer edilmelir.

Yüksek kısa devre akımı, bypass hattına geçiş yapılamadan eviricinin çıkış sigortalarının atabileceği anlamına gelir. Bu şekilde yüklerde beklenilmeyen kesintiler oluşabilir. Bundan başka ayrıca, yüksek kalkış akımına sahip yükler (örn. Motorlar ve transformatörler) direkt olarak UPS üzerinden kalkış yapabilirler.

KGK çıkışındaki bir hata durumunda (terminallerdeki kısa devre durumu), akım eviriciye zarar vermeyecek en üst limit ile sınırlanır. Böylece evirici, hatanın ortadan kalkması veya kaldırılması ile hemen tekrar devreye girebilir.

KGK sistemleri için klimatizasyon : Montajın yapıldığı oda için klimatizasyona gerek yoktur, bununla birlikte oda herhangi bir şekilde havalandırılmalı ve kayıplardan dolayı KGK nın oluşturduğu ısınmış hava atılmalıdır. Kayıplar güce bağlı olarak değişir, ortalama olarak KGK gücünün %6' sı ile % 10' u arasında değişiklik gösterir.

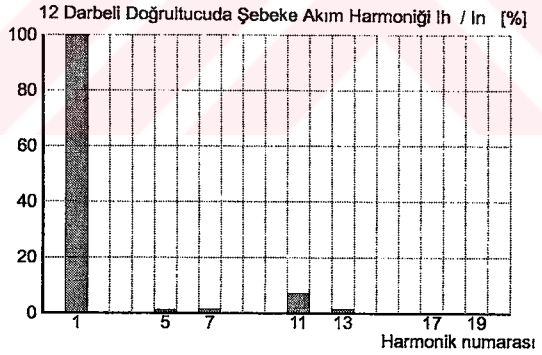
KGK Topraklaması : Cihazın topraklaması, bir güvenlik koruması olup, açıkta kalan metal yüzeylerde oluşabilecek yüksek temas gerilimlerine karşı koruma oluşturmaktadır. Küçük KGK cihazları topraklama bağlantısı, fiş priz sistemlerindeki bağlantılar kullanılarak yapılmaktadır. Orta ve yüksek güçteki KGK lar için ise mevcut tesis topraklamaları kullanılabilir. Bu işlem sarı-yeşil renkli topraklama kablosu şeklinde adlandırılan kablo ile uygun kesit kullanılarak yapılabilir. Bu işlem için cihaz üzerinde bulunan topraklama terminalleri (PE) kullanılabilir.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THD): THD yükler tarafından yayılan harmonik akımlardır. Harmonik akımlar, akımın sinüzoidal olmayan tüm bölümlerini ifade eder. Bu sinüzoidal olmayan tüm akımlar, şebekeden beslenmek zorundadır. Bu da harmonik akımların kapasitesine bağlı olarak gerilim dalga şeklinin etkilenmesine veya bozulmasına yol açar. Harmonik akımların giderilmesinde en önemli etken doğrultucunun yapısıdır.

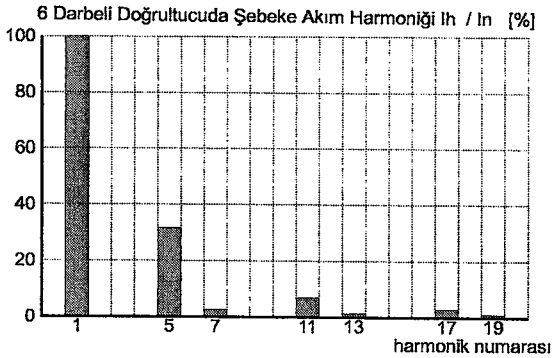
6. DOĞRULTUCU ÜNİTESİ

Tek faz girişli KGK' larda Güç Faktörü Doğrultmalı (PFC) girişi olan sistemler tercih edilmelidir. Normalde kontrolsüz bir doğrultucu seçildiğinde giriş güç faktörü 0.8 iken bu oran PFC' li bir KGK' da 0.95 - 0.98 arasındadır. Bu değer 1' e ne kadar çok yaklaşırsa reaktif güç harcaması o kadar azalacaktır. PFC' li sistemin bir diğer faydası da elektrik şebekesini kirletmeden çalışması, yani diğer hassas elektronik sistemleri rahatsız edici ve onların ömürlerini kısaltıcı harmonikleri şebekeye aktarmamasıdır.

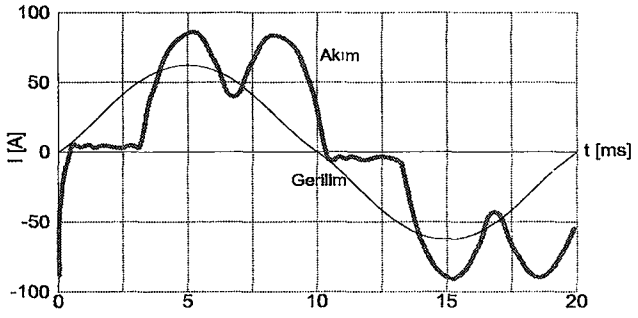
Üç fazlı sistemlerde ise PFC devresinin işini - aynı oranda olmamakla birlikte- 12 darbeli doğrultucular veya giriş harmonik filtreleri almaktadır. Giriş harmonik filtresi kullanılması durumunda kompanzasyon panolarının devre dışı bırakılması gerektiği kullanıcının özellikle bilmesi gereken önemli bir noktadır. Aksi taktirde, giriş harmonik filtreleri ile kompanzasyon devreleri rezonansa girerek istenmeyen harmonikler üretebilirler. Özellikle 100 kVA ve üzerindeki güçlerde mutlaka 12 darbeli doğrultucular seçilmelidir. Bu KGK' nın şebekeye geri bastığı akım harmoniğini %35' lerden (Şekil 6.2) (Şekil 6.3), % 8' lere (Şekil 6.1) (Şekil 6.4) kadar azaltacak ve jeneratör ile giriş trafosunun küçük seçilebilmesini ve elektriksel strese girmeden rahat çalışmasını sağlayacaktır.



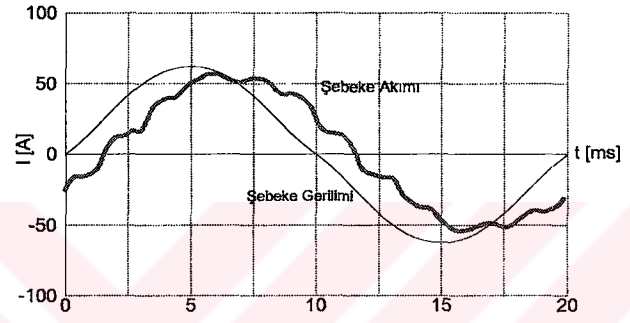
Şekil 6. 112 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği



Şekil 6. 2 6 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği



Şekil 6. 3 6 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği



Şekil 6. 4 12 Darbe doğrultucu şebeke akım harmoniği

6.1 Şebeke Empedansları İçin Harmonik Akımları

Eğer şebeke gerilimi makul olmayan ölçüde bozulur ise bu şebekeye bağlı diğer yükler de etkilenebilir veya zarar görebilir.

Bu nedenle, IEC 6100-3-4 akımlar ile ilgili bölümüne göre 16A den büyük akımlar için;(DRAFT durumu) bağlı bulunan cihazın şebekeye yansıma kapasitesi:

Kısa Devre Oranı $R_{sce} = S_{sc} / S_{equ}$

- S_{sc} : Şebeke bağlantı noktasındaki kısa devre gücü = $Unom^2 / Z$ (6.1)
  Z = Şebeke bağlantı noktasındaki empedans (6.2)
- S_{equ}: Yükün görünen gücü = $U \times I_{equ}$ (6.3)

Şebeke empedansı "Z" yerel enerji sağlayıcı tarafından verilecek değerdir. Bağlı bulunulan trafoya göre değişkenlik arz eder.

Yükün kısa devre akım kapasitesi (S_{equ}) şebekenin kısa devre akım kapasitesinden (S_{sc}) daha küçük olduğundan dolayı yük tarafından daha yüksek harmonik akımların çekilebilmesine izin verilebilir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6. 1 S_{sc} / S_{equ} oranı ve THD bağlantısı

S_{sc} / S_{equ} Oranı	THD* (%)
33	26
66	16
120	18
175	25
250	35
350	48
450	58
600	70

- Tek fazlı yükler için
- Üç fazlı / dengeli dağılmış yükler için

* THD: Toplam Harmonik Distorsiyon

6.2 Giriş Gerilim Toleransı

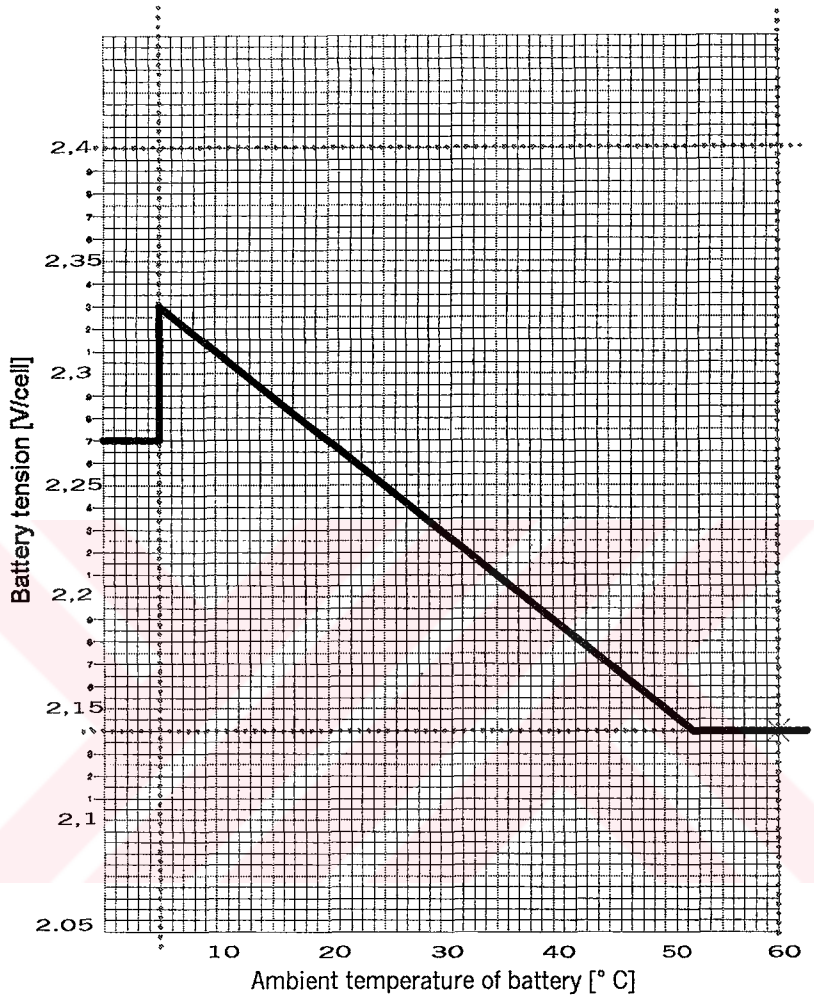
3 fazlı sistemlerde hemen hemen tüm KGK' ların giriş gerilim toleransları birbirine yakındır. Yinede bu toleransın minimum ±%15 civarında olmasına dikkat edilmelidir.

Tek fazlı sistemlerde ise PFC' li KGK' ların giriş gerilim toleransları -%25 lere kadar inebilmekte olup standart kontrollü doğrultuculara ve kontrolsüz doğrultuculara göre önemli bir avantaj sağlamaktadır. Unutulmamalıdır ki, giriş gerilim toleransı küçük olan sistemlerde, aküden çalışma oranı yükselecek bu da gerçek bir kesinti olduğunda akülerin boş olması sebebiyle KGK'nın çok erken kapanmasına ve akülerin de tam şarj olamama nedeniyle erken bozulmaları riskini artıracaktır. Öte yandan bu durumda çözüm olarak regülatör kullanılması yatırım maliyetini ister istemez yükseltecektir.

6.3 Akü Şarj Karakteristiği

Çoğu sistemlerde akülerin şarjı doğrultucu ünitesi tarafından yapılır. Öte yandan 3 fazlı ve yüksek güçteki sistemlerde ısı kontrollü akü şarjı yapılabilmektedir. Akünün en büyük düşmanı ısıdır. Bu sebeple, akü ortam sıcaklığının yükseldiği durumlarda aküdeki ısınmayı

minimuma indirgemek için şarj geriliminin azaltılması, akünün ömrünün artması açısından son derece önemli bir uygulamadır. Bu amaçla akü odasına ya da kabinine konulan bir sıcaklık sensörü ile alınan bilgiye göre şarj gerilimi otomatik olarak azalıp artar (Şekil 6.5).



Şekil 6. 5 Akü şarj karakteristiği

6.4 Akü Testi

Mikroişlemcili cihazlarda akü testi gerçekleştirilebilir. Akü testinde yapılan işlem, periyodik olarak her hafta (bu seçime göre her gün de olabilir) gece yada çalışılmayan bir saatte KGK' nın aküden çalışmaya geçerek akü gerilimindeki düşmeyi izlemesi ve limitlerin altında bir değer tespit edilmesi durumunda da kullanıcıyı uyaran bir mesaj vermesidir. Bu tip bir özelliğin seçilecek KGK' da bulunması kullanıcıyı ileride karşılaşabileceği akü sürprizlerinden önemli ölçüde koruyacaktır.

6.5 Aküler

KGK' larda kullanılan aküler özellikle 3 fazlı ve büyük güçlü sistemlerde son derece büyük önem kazanmaktadır. Küçük ve tek fazlı sistemler, aküleri içlerinde ihtiva etmekte ve kullanıcının müdahale ve seçim şansı kalmamaktadır. 3 fazlı sistemler ise genelde aküleri ek akü kabinlerinde, raflarda ve akü odalarında barındırırlar. Yüksek güçlerde akü maliyetleri KGK' nın yarısı kadar olabilmektedir. Bazen uzun süreli akü talepleri akü rakamının KGK' yı geçmesine sebep olur. Bunanla birlikte akü sınırlı bir enerji kaynağıdır ve tahmini bir ömrü vardır. Aynı zamanda da çok pahalı bir yatırımdır. Bu sebeple özellikle yüksek güçlerde akü süresi mümkün olduğunca sınırlı tutulmalı ve yedekleme süresi bir jeneratör desteği ile sağlanmalıdır.

Yapılacak akü seçimlerinde kullanılacak akünün 3-5; 5-8; 8-10 ve 10-15 yıllık kategorilerden birisi olacağı ve bu tahmini ömürlerin kullanıcının, akü üreticilerinin istediği şartları yerine getirmesi durumunda gerçekleşeceği unutulmamalıdır. 120 kVA üzerindeki KGK yatırımlarında kullanılacak akülerin 10 yıllık yada 10 + yıllık olarak seçilmesi yapılacak yatırımdan daha uzun süreli olarak faydalanılmasını sağlayacaktır (Çekiç, 2001).

7. FARKLI ÇALIŞMA PRENSİBİNE SAHİP STATİK TİP KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI SİSTEMLERİ

Kesintisiz Güç Kaynağı kullanımındaki en temel amaç, kritik yükleri besleyecek olan enerjinin temiz ve kesintisiz olmasını sağlamaktır.

İstenilen özellikteki kesintisiz kaynağa ulaşmak için kesintisiz güç kaynağına ait farklı kompanentleri karşılaştırmak gereklidir. Doğal olarak böyle bir çalışma için farklı kompanentlerin değişim karakteristiklerini bilmemiz gerekmektedir.

Bu amaçtan yola çıkarak, statik tipteki kesintisiz güç kaynaklarında ortaya çıkan iki farklı çalışma prensibinin değerlendirmesini yapmak bizim için faydalı olacaktır.

Bu bölümde statik tip bir kesintisiz güç kaynağına ait iki farklı çalışma şekli olan çift çevrim (double conversion) ve şebeke – inverter paralel çalışma (delta conversion) şekilleri incelenmiştir.

7.1 Çift Çevrim (Double Convertıon)

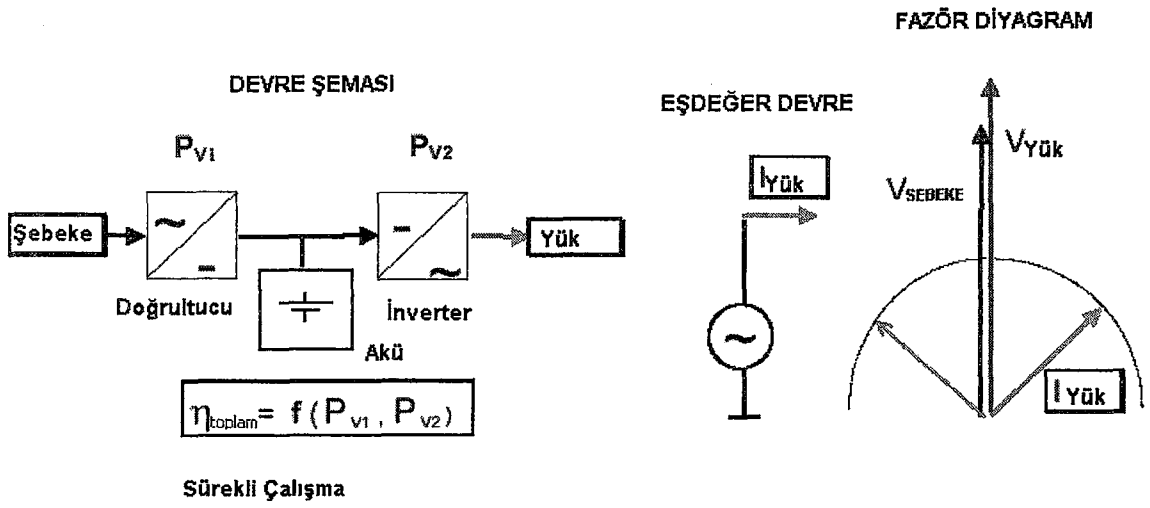
Şekil 7.1' de çift çevrim prensibine göre çalışan bir kesintisiz güç kaynağına ait temel devre, eşdeğer devre ve fazör diyagram gösterilmiştir.

Burada ;

INVERTER	:Kritik yükleri beslemek üzere AC gerilimin elde edildiği ünite
AKÜ	:Şebekede meydana gelen kesinti süresince enerjinin sağlandığı ünite
DOĞRULTUCU	:Şebekeden aldığı AC gerilimi DC ye çeviren ve bu gerilim ile hem aküleri şarj eden hem de inverteri besleyen ünite

Normal çalışma şeklinde doğrultucu şebekeden aldığı tek fazlı ve ya üç fazlı gerilimi DC gerilime çevirerek hem aküleri şarj eder hem de inverteri besler. Bu sırada aküler devre dışıdır (standby). Inverter, doğrultucu çıkışından aldığı DC gerilimi AC gerilime çevirerek bu gerilim ile çıkışında bağlı bulunan yükleri besler.

Şebeke gerilim ve frekans dalgalanmaları doğrultucu tarafından kompanze edilir. İnverter üzerindeki yük şebeke geriliminden bağımsızdır. Yük akımı herhangi bir faz açısında olabilir.



Şekil 7. 1 Çift çevrim KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör diyagramı

Bu çalışma şeklinde şebeke gerilimi iki kere dönüşüme uğrar bu yüzden bu çalışma şekline çift çevrim adı verilmiştir. Her çevrim toplam verimde bir miktar kayba yol açar.

P_{v1} : Doğrultucu kaybı

P_{v2} : İnverter kaybı

Modern teknoloji ile birlikte çift çevrim prensibine göre çalışan kesintisiz güç kaynaklarında toplam verim oranı 0,95 seviyelerine yükselmiştir. Kesintisiz güç kaynağı sistemleri özellikle düşük yük oranlarında da yüksek verimliliği sağlamak amacını göz önünde bulundurularak dizayn edilmektedirler. Şebekede meydana gelebilecek bir olumsuz durum anında inverter ve dolayısı ile yükler aküler üzerinden beslenirler. Bu geçiş sırasında herhangi bir kesinti meydana gelmez. (Kracht, 2001).

7.2 Şebeke – İnverter Paralel Çalışma (Delta Conversion)

Şebeke inverter paralel çalışma prensibi birçok yol ile sağlanabilir ancak genel olarak temel karakteristikler aynıdır.

Şekil 7.2' de sık olarak kullanılan devre şeması gösterilmiştir. Burada;

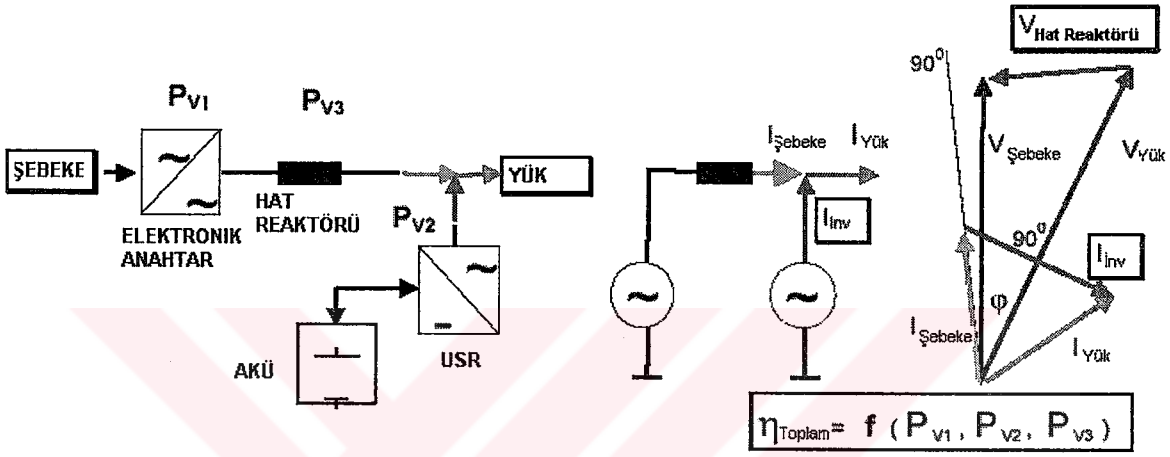
Hat Reaktörü L :Şebeke ve Yük gerilimini akuble etmek için kullanılır.

Bidirectional Covertor (USR) :Aküleri şarj etmek ve şebekede meydana gelen bir arıza sırasında yükleri beslemek için kullanılır. Aynı zamanda

normal çalışma sırasında hat reaktörü yada yük tarafından istenen reaktif (harmonik) gücüde karşılamalıdır.

Hızlı Elektronik Anahtar :Şebeke arızası sırasında şebeke ile bağlantıyı kesmeye yarar.

Aküler :Şebeke arızası sırasında inverteri ve dolayısı ile yükleri besler.



Şekil 7. 2 Şebeke inverter paralel çalışma KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör diyagramı

Şekil 7.2' de eşdeğer devre ve fazör diyagram gösterilmektedir. Yük gerilimi ile şebeke gerilimi arasındaki açı φ kadardır. İki gerilim arasındaki fark gerilimi $V_{şok}$ olarak adlandırılır ve hat reaktörü üzerinde oluşur.

Hat reaktörü, şebeke ve bidircetional convertor (USR) arasındaki bağlantıyı sağlar. Hat gerilimi ile yük gerilimi arasında yeterli dekuble sağlanması için buna ihtiyaç duyulur. Uygun çalışma gerilimi reaktör sayesinde oluşur. $V_{Hat\ Reaktörü}$ nominal gerilimin yaklaşık % 33 ü oranında olmalıdır.

Normal çalışma sırasında yüklerin ihtiyacı olan aktif güç tamamen şebeke tarafından karşılanır. Bidirectional convertor (USR) yüklere herhangi bir şekilde aktif güç vermez. Şebekeden ayrık vaziyette ve şebekeye paralel olarak çalışarak yük gerilimini kontrol eder.

Şebekede meydana gelebilecek bir arıza sırasında bir anahtarlama işlemi ile şebeke girişi kesilmelidir. Bu anahtarlama işlemi elektronik anahtar ile yapılır ve ekstra bir kayıp söz

konusudur. Bu anahtarlama işlemi sonrasında yükler sadece bidirectional convertor (USR) aracılığıyla akülerden beslenir.

Anahtarlama sırasında yaklaşık 15 msn süre ile yüklerde kesinti meydana gelir. Bu süre bazı yükler için ihmal edilebilir bir süre olmasına karşı birçok yük için tehlike doğurabilecek bir durumdur.

Şebeke akımı $I_{şebeke}$ ve yük akımı $I_{yük}$ arasındaki fark olan inverter akımı $I_{inverter}$ bidirectional convertor (USR) tarafından karşılanmalıdır. Yukarıdaki fazör diyagramında da görülebileceği gibi $I_{inverter}$ akımı $I_{yük}$ akımından büyük olabilir.

Bu sebeplerden dolayı bidirectional convertor'ün sadece yüksüz durumlarda devrede olduğunu söylemek mümkün değildir. Akım değerleri arasındaki bu fark güç yarıiletkenleri ve diğer elemanlar üzerinde harcanan kayıp akım değeridir.

Akım farkının ($I_{inverter}$) değeri büyük oranda yükün cinsine bağlıdır. Bidirectional convetor' un yüklü olmadığı bir çalışma şekli yoktur.

Bunlara ek olarak yükler normalde non - lineer akım ve gerilim karakteristiklerine sahiptirler. Bundan dolayı KGK sistemleri ile ilgili olarak hazırlanmış olan EN 50 091 standartlarının birinci bölümünde, normal yük koşullarında güç faktörü $\lambda = 0,7$ '' örnek olarak '' verilmektedir. Ayrıca bozunmaya uğramış olan akım değerleri bu standartlarda belirlenir. Harmonik akımları sadece bidirectional convertor (USR) tarafından karşılanır.

Şebeke inverter paralel çalışma prensibinde kayıplar büyük oranda aşağıdaki çalışma koşullarına bağlıdır.

- Yük çeşidi
- Şebeke gerilimi (yüksek yada düşük)
- Güç talebi

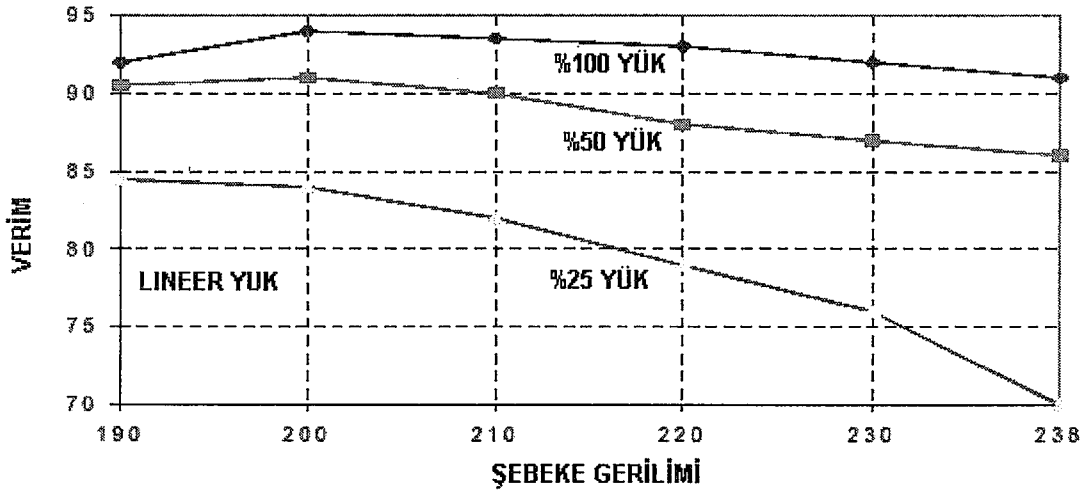
Kayıplar genellikle üç kompanent üzerinde yoğunlaşmıştır.

P_{V1} : Elektronik anahtarda meydana gelen kayıplar.

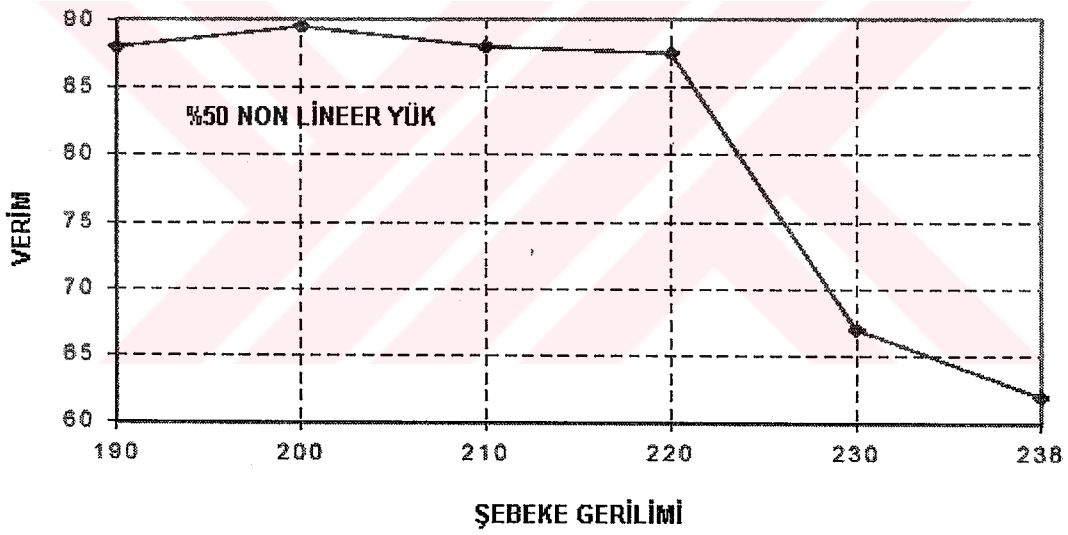
P_{V2} : USR de meydana gelen kayıplar.

P_{V3} : Hat reaktöründe meydana gelen kayıplar.

Şekil 7.3 ve Şekil 7.4' de farklı lineer ve non-lineer yüklerde, farklı gerilim seviyeleri için toplam verim oranları gösterilmiştir.



Şekil 7. 3 Değişik lineer yüklerde verim oranları



Şekil 7. 4 Değişik non-lineer yüklerde verim oranları

Şebeke hatası durumunda elektronik anahtar önemli bir rol oynar. Anahtar böyle bir durumda şebeke bağlantısını çok hızlı bir şekilde kesmelidir. Bu anahtarlama işlemi yükler için son derece kritiktir.

KGK girişinde meydana gelen bir arıza durumunda cihaz giriş gerilimini sıfır olarak algıladığı için bir kısa devre davranışı sergiler. Böyle bir durumda USR, yükler ile birlikte hat reaktörü yardımıyla giriş tarafındaki kısa devreyi de beslemek zorundadır. USR hat reaktörü tarafından sınırlandırılan bir akım ile kısa devreyi besler. Bu besleme işlemi elektronik anahtarın

kapanma noktasına kadar devam eder. Hat reaktörünün doyuma ulaşması durumunda akım aşırı derecede artar. Bu yüzden akım USR tarafından sınırlandırılır. Akımda meydana gelen bu artış sebebi ile KGK çıkışında bağlı bulunan yükler yeterli akım ile beslenemezler ve yüklerde bir gerilim düşümü meydana gelir.

7.3 Ek İnverter İle Şebeke – İnverter Paralel Çalışma

Şekil 7.5'de basit devre şeması gösterilmektedir. Bu devre şemasında ;

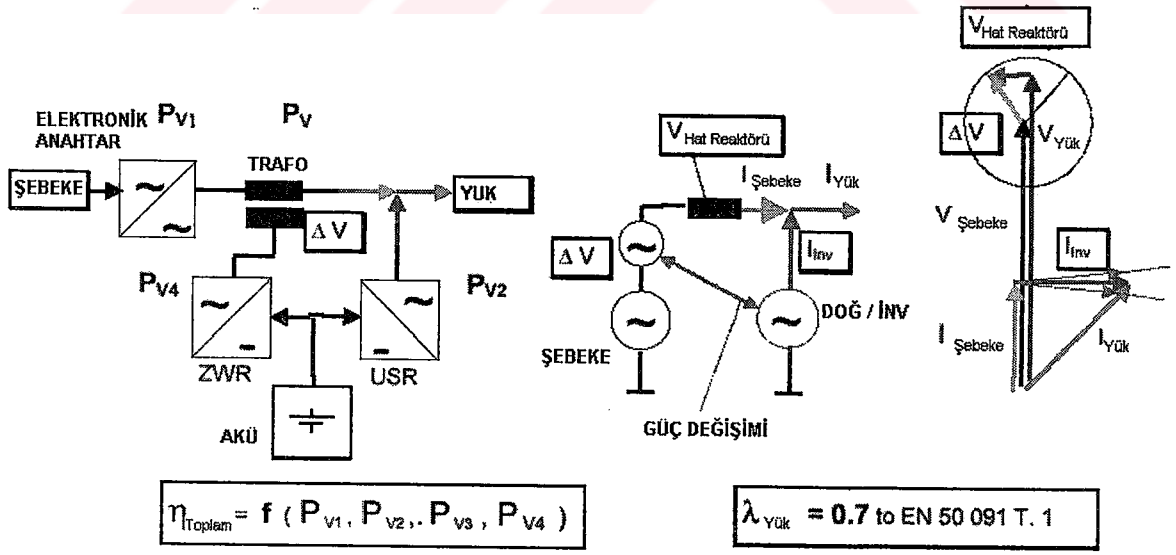
Reversıble Converter :Şebeke hatası sırasında yükleri besler, normal çalışma sırasında reaktif gücü sağlar, aküleri şarj eder.

Ek İnverter :Özel transformatörü ile birlikte şebeke ve yük gerilimleri arasındaki farkı kompanze eder.

Hızlı Elektronik Anahtar :Şebeke arızası ve kısa devre durumlarında bağlantıyı kesmeye yarar.

Aküler :Enerji depolamaya yarar.

Ek inverter ile şebeke - inverter paralel çalışma prensibinde hat reaktörünün yerini özel bir transformatör ve ek inverter / doğrultucu (ZWR) alır.



Şekil 7. 5 Ek inverter ile şebeke inverter paralel çalışma KGK devre şeması, eşdeğer devre ve fazör diyagramı

Kontrol bir çok şekilde gerçekleştirilebilir. Genellikle sistem şebeke akım ve gerilim aynı fazda tutularak kontrol edilir. Fazör diyagramı Şekil 7.5' de gösterilmektedir.

Sadece hat reaktörünün olduğu sistem ile karşılaştırıldığında bu sistem şebeke girişinden bakıldığında bir omik yük olarak görülür. ZWR li özel transformatör sadece yük ve şebeke gerilimleri arasındaki farkı kompanze etmek zorundadır.

Bu çalışma şeklinde sadece aktif güç şebekeden karşılanır. Yükün reaktif gücü USR tarafından karşılanmalıdır. Ayrıca inverter / doğrultucu (ZWR)' nun da şebeke yük koşullarına göre bir reaktif enerji kaynağı ve enerji tüketicisi olduğu Şekil 7.5' deki fazör diyagramında gösterilmektedir. USR her durumda diferansiyel gücü karşılamalıdır aksi takdirde aküler şarj ve ya deşarj olabilirler. Kontrol fonksiyonları bu kompleks akış olaylarını denetlemelidirler. Özel transformatörün primeri tam yük akımını taşır ve sekonder tarafına aktrarır. Bu yüzden aynı zamanda ZWR de maksimum akımı taşır.

Kayıplar başlıca dört eleman üzerinde toplanmıştır.

P_{V1} : Elektronik anahtarda meydana gelen kayıplar

P_{V2} : USR de meydana gelen kayıplar

P_{V3} : Özel transformatör de meydana gelen kayıplar

P_{V4} : Ek inverter (inverter / rectifier) (ZWR) de meydana gelen kayıplar.

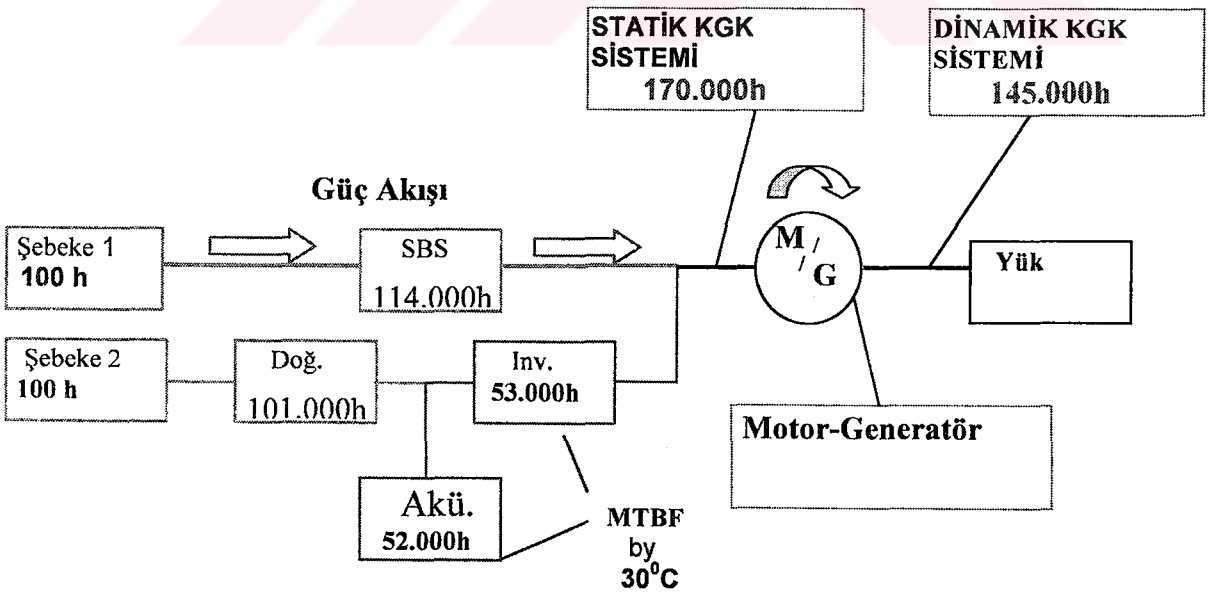
Sadece hat reaktörü bulunan sistem ile karşılaştırıldığında bu sisteme ek olarak ZWR ünitesinin eklenmiş olduğu görülür. Sistemden elde edilebilen verim oranı %95 civarındadır. Ek olarak kullanılan inverter ile birlikte elde edilen verim sistemin çalışma modundan daha bağımsız bir hal almıştır. Ancak burada dikkat edilecek husus sistem güvenliğinin mevcut ünite sayısındaki artış sebebi ile düşmüş olmasıdır.

Şebekede meydana gelebilecek bir hata anında ihtiyaç duyulan anahtarlama bir kaynak kesintisine yol açabilir. Böyle bir durumda kısa süreli bile olsa bazı sistemlerden bu kısa süreli kesintiye karşı reaksiyon gösterebilirler (Kracht, 2001).

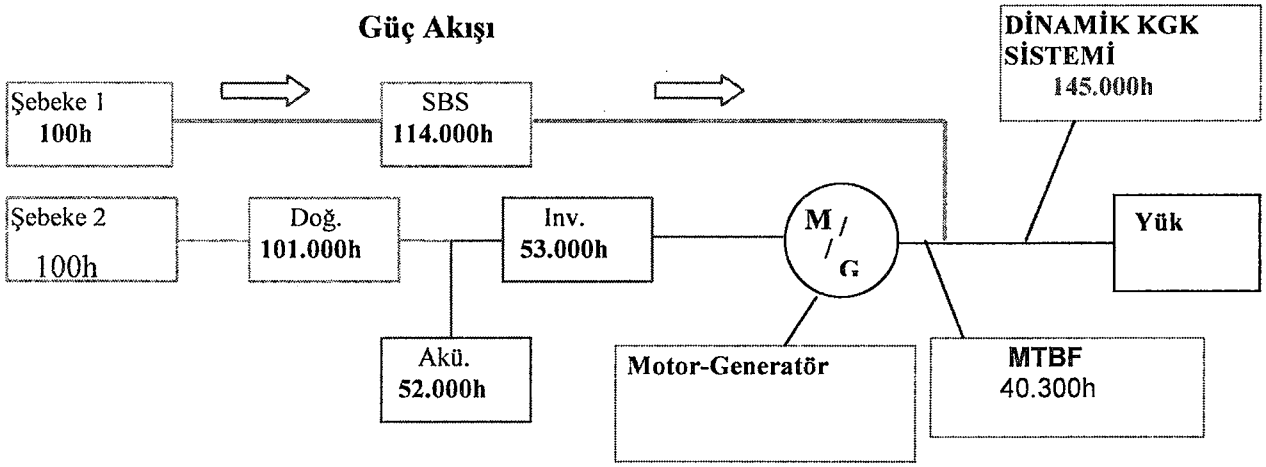
8. DİNAMİK GÜÇ KAYNAKLARI

Dinamik Güç Kaynaklarında toplam gücün % 90' lık bölümü SBS (Statik By-Pass) hattı vasıtası ile şebeke 1 üzerinden sağlanır ve Motor-Generatör grubu (Uniblock- Machine) sayesinde yük beslenir. Bu çalışma modunda Inverter geriye kalan %10' luk güç kapasitesi ile birlikte standby pozisyonunda çalışır. Mode Uniblock – R ve Mode Uniblock –RB model dinamik güç kaynaklarına ait tek hat şemaları Şekil 8.1 ve Şekil 8.2' de verilmiştir.

Şebeke problemleri sırasında Statik By-Pass anahtarı derhal devre dışı kalmalı ve %10 kapasite ile çalışan inverter yükün tamamını üzerine almalıdır. Bu çalışma şekli, şebekede meydana gelebilecek her problemde birçok anahtarlama işlemi içermesi ve bu anahtarlama işlemlerinin 10 – 200 msn arasında değişen kesinti riskine açık olması sebebiyle bazı olumsuzluklar içerir. Yükün şebekeden invertere aktarımı sırasında meydana gelecek kesintiler sistemlerin çökmesine zaman ve para kayıplarına yol açmaktadır. Statik KGK larda yük daima Doğrultucu –Inverter üzerinden beslenir ve Statik By-Pass hattı sadece aşırı yük, inverter hatası v.b acil durumlarda kullanılır böylece şebekede meydana gelebilecek hatalardan yük tarafı bir anlamda izole edilmiş olur. Yükün daima Doğrultucu – Inverter üzerinden beslendiği sistemlere On-Line sistemler adı verilmektedir.



Şekil 8. 1 Mode UNIBLOCK- R tek hat şeması



Şekil 8. 2 Mode UNIBLOCK- RB tek hat şeması

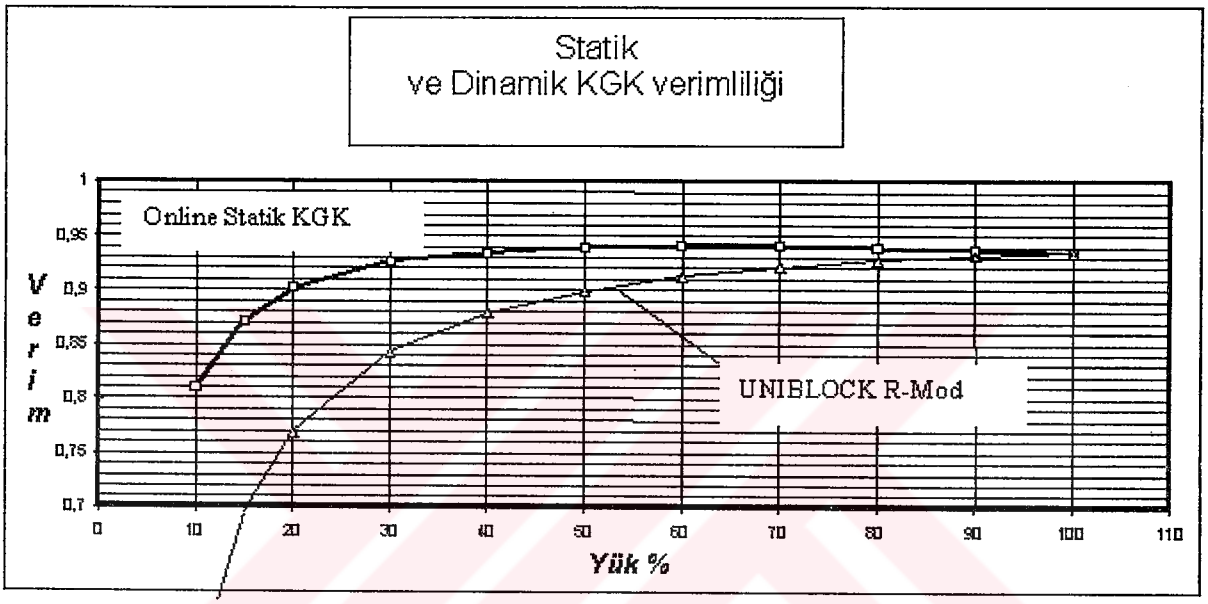
Dinamik KGK larda Motor – Generatör grubu sisteme seri olarak eklenmiş bir eleman görünümündedir. Sisteme seri olarak eklenmiş bu tip elektro mekanik bir aksam MTBF (Maintenance Time Between Failures) süresini düşürür. Bu sebeple Dinamik KGK sistemlerinin MTBF süreleri Statik KGK sistemlerine oranla daha düşüktür. Statik KGK sistemleri için verilen MTBF süreleri 170.000 h mertebelerinde iken bu sure Dinamik KGK sistemleri içn 145.000 h mertebelerindedir. Ayrıca bu sürenin hesaplanmasında göz önünde tutulması gereken en önemli noktalardan biri olan sıcaklık seviyesi de 145.000 h olarak belirtilen dinamik KGK lar için 20 °C 170.000h olarak belirtilen statik KGK lar için 30 °C dir. Düşük sıcaklık seviyeleri MTBF süresini arttırır.

Statik KGK lar Dinamik KGK sistemleri gibi elektromekanik parçalar içermezler. Soğutma sistemlerinde kullanılan fanlar N + 1 yedekli olarak çalişirlar ve system devrede iken kesinti olmaksızın değiştirilebilirler. Dinamik KGK sistemlerinde bulunan elektromekanik Motor-Generatör grupları ortalama 40.000h sonunda uzun süreli (8-24 h) bakıma alınmalıdırlar. Bu bakım sırasında system by-pass hattından beslenir ve yükler bu sure zarfında şebekede meydana gelebilecek olumsuz koşullara açık bırakılırlar. Ayrıca Dinamik KGK sistemlerinde mekanik parçaların her yıl periyodik yağlama ve bakım harcamaları mevcuttur.

8.1 Statik ve Dinamik KGK Verimi

Statik KGK sistemlerinde özellikle 100 kVA ve üzeri güçlerde 12 darbe doğrultucuların devreye girmesi ile birlikte giriş harmoniklerinde büyük düşüler sağlanmış ve buna bağlı olarak trafo büyüklüklerinde ve trafo kayıplarında düşüşler sağlamışlardır. 12 darbe

teknolojisi ile üretilen statik tipteki KGK sistemlerinde verimlilik %94 seviyelerine ulaşmaktadır. Ayrıca bu verimlilik oranı tam yükten %49 yüke kadar sabit kalabilmektedir. Dinamik KGK sistemlerinde ise tam yükte azalma oldukça verimlilikte de azalmalar meydana gelmektedir. Bunun başlıca sebebi elektro mekanik sistemlerdeki sürtünmeden meydana gelen kayıplardır. Şekil 8.3'de Statik ve Dinamik tipteki iki KGK sisteminin verimlilikleri yükteki değişikliklere göre karşılaştırılmıştır.



Şekil 8. 3 Statik ve dinamik KGK verimlilik karşılaştırma grafiği

8.2 Paralel Çalışma Kayıpları (1+1 330 kVA için)

Her biri %40 kapasite ile paralel yedekli olarak çalışan 330 kVA gücündeki iki Statik tip KGK için kayıp miktarı yaklaşık olarak 15,2 kW dır. Aynı güçteki %80 kapasite ile çalışan bir Dinamik KGK daki kayıp oranı ise 22,5 kW dır. Böyle bir durumda Paralel çalışan bir Statik KGK sistemindeki kayıp oranı yaklaşık %22,5 daha azdır. Çalıştırma maliyetleri Çizelge 8.1' de verilmiştir.

Çizelge 8. 1 Dinamik ve statik KGK karşılaştırması

ÖZELLİK	*STATİK*	*DİNAMİK*
Verimlilik (330 kVA için)	100% yükte 94% 50% yükte 93,5% 30 % yükte 93 %	100% yükte 94% 50% yükte 90 % 30 % yükte 89 %
Kayıplar ve Maliyet (330 kVA)	50 % yükte 9,2 kW kayıp 113.400 TL birim enerji fiyatı	50 % yükte 14,7 kW kayıp 113.400 TL birim enerji fiyatı
Giriş Harmonik Distorsiyonu	1.043.280.000 TL kayıp maliyeti 8 %	1.666.980.000 TL kayıp maliyeti 8 %

Bu büyüklüklerdeki bir Statik KGK nın kapladığı alan yaklaşık 1,9 m^2 dir. Aynı güçteki bir Dinamik KGK için ise bu alan yaklaşık 2,7 m^2 dir. Bu durumda dinamik KGK sistemi için gereken alan statik tipteki KGK ya oranla % 42 daha büyük olacaktır. Ayrıca sistem ağırlıkları bakımında da statik KGK yaklaşık 3500 kg, dinamik KGK ise 5500 kg dır.

Yükteki ani değişiklikler sonucu çıkış geriliminde meydana gelebilecek değişimlere KGK sisteminin karşılık verme süresi sistemin, dinamik cevabı ile ilgilidir.

Statik tipteki bir KGK da meydana gelebilecek gerilim değişikleri < %2-5 Dinamik KGK da ise < % 5 mertebelerindedir. Bu gerilim bozulmalarını düzeltme süresi ise Staik KGK larda 1-2 msn Dinamik KGK larda 20 – 200 msn dir.

Bu sürenin kısa olması, değişiklik meydana gelmeyen diğer paralel yüklerin bu olumsuzluklardan daha kısa sürelerde etkilenmesini sağlar.

Giriş Harmonik Değerleri bakımından dinamik KGK sistemlerinin Statik KGK sistemlerine oranla avantajları vardır. Dinamik KGK sistemlerinde giriş harmonik değerleri %2 seviyelerinde iken statik KGK sistemlerinde bu %8 seviyelerindedir.

Dinamik KGK sitemleri nominal akım miktarlarının 10-14 kat üzerindeki yüklere 10 msn sure ile dayanabilirler. Bu süre statik KGK sistemlerinde nominal akımın 3 katı için 300 msn dir.

Dinamik KGK sistemleri son yıllara kadar tek modül içerisinde sundukları yüksek güçler ile, büyük güç ihtiyaçlarının olduğu sistemler için tercih ediliyorlardı. Ancak son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile bugün artık tek modül içerisinde 1000 kVA statik tip KGK üretimi mümkün olmaktadır. Ayrıca bu üniteler 8 adete kadar paralel olarak çalıştırılıp toplam gücün 8000 kVA seviyelerine çıkarılması mümkün olmaktadır (Kracht, 2001).

9. KGK/JENERATÖR ORTAK ÇALIŞMA

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi uzun süreli kesintilerde elektrik ihtiyaçlarını karşılamak için jeneratör sistemleri en ideal çözümdür. Ancak jeneratör gerek yükü üzerine alması için gereken süre itibari ile gerekse hassas elektronik sistemler için yeterli olmayan çıkış dalga şekli, regülasyonu ve frekans hassasiyeti ile bir problem kaynağıdır.

KGK ise ideal gerilim ve regülasyon özellikleri ile tüm sistemlerin hem kesintisiz çalışması için hem de şebekeden gelen etkiler sebebi ile arızalanmaması için son derece gerekli bir sistem olmakla birlikte, uzun süreli yedekleme gerektiren uygulamalar için pek ideal bir çözüm sunamamaktadır.

Bu sebepten dolayı ideal bir iş yerinde yada fabrikada elektrik beslemesi için KGK ve Jeneratör çifti beraber kullanılmalıdır. Tabii olarak bu durum KGK ve Jeneratör seçimlerinin doğru ve yerinde yapılması zorunluluğunu beraberinde getirmektedir.

Bir KGK idealde 30 dakikaya kadar uygun bir fiyat performans cevabı vermekle beraber daha uzun süreler için pahalı bir çözüme dönüşmektedir. Bu durum KGK ve jeneratörün birlikte çalışmasını bir zorunluluk olarak karşımıza çıkarmaktadır.

KGK' lar 3 fazlı sistemler açısından bakıldığında tristör kontrollü doğrultucu/şarjör üniteleri ile çalışırlar. Üreticiler doğrultucunun ürettiği harmonik akımlarını bastırmak amacı ile pasif filtre kullanarak ekonomik çözümler üretme yoluna gitmektedirler. Ancak pasif filtre çözümleri beraberinde bir takım problemleri ve verim kayıplarını da getirir.

KGK ve Jeneratörlerin beraber çalıştıkları uygulamalarda, göz önünde bulundurulması gereken hususları, şu şekilde sıralamak mümkündür.

9.1 Adım Yükü

Bir jeneratör, çalışmaya başlayıp yükü üzerine almaya kalktığı anda, KGK' nın üzerinde ki toplam yükü kaldıramayıp çıkış geriliminde ve frekansında salınımlara yol açabilir. Bu problemin iki sebebi vardır. Birincisi, jeneratör sistemlerinde daha ekonomik olması nedeniyle düşük kapasiteli motor / alternatör gruplarının kullanılması ve bu sebeple jeneratör adım güçlerinin, anma güçlerine oranla %35-%50 seviyelerinde kalmasıdır. Diğer bir deyişle 100 kVA' lık bir jeneratör, KGK ile birlikte çalışırken aslında 35-50 kVA' lık bir sistem gibi davranacaktır. Çünkü jeneratör parça parça üzerine yük alarak tam kapasitede çalışabilen, ancak yükün KGK gibi aktif olarak üzerine bindiği durumlarda düşük performans gösteren elektro mekanik bir sistemdir. İkincisi KGK' da bulunan doğrultucu ünitesinin akım sınırlamasını yeterince hızlı bir şekilde yapamamasıdır. Power walk-in (soft start, yumuşak

kalkış) denilen, doğrultucunun rampa şeklinde start alması da bazen yeterli olmamaktadır. Bu durumda KGK' nın ani demeraj akımları çekmesini önlemek için jeneratör mod akım sınırlama kartı kullanılması ve jeneratörden çalışma sırasında farklı şarj rejimleri kullanılması ve farklı akım sınırlama rejimlerine geçilmesi ile problem çözümlenebilir.

9.2 Gerilim Yükselmesi

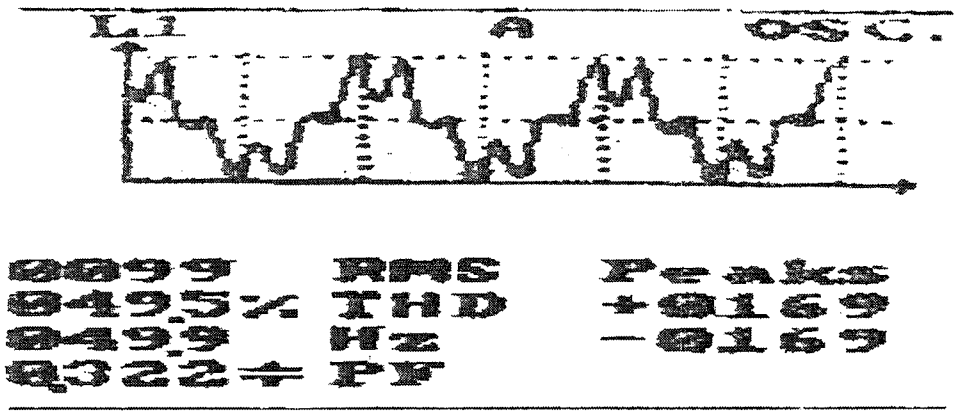
Bu durum asıkça rastlanılan bir uygulama hatası olup genellikle KGK gücü ile jeneratör gücünün birbirine yakın seçilmesi ve KGK dışında büyük yük olmaması halinde ortaya çıkar. KGK jeneratör çalışmaya ilk geçtiği anda doğrultucu kapalıdır ve soft start (power walk in - yumuşak kalkış) ile çalışmaya başlar. 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 sebepten dolayı jeneratörlere filtre ile çalışma durumlarında ön yük ile start verilerek bu problemin üstesinden gelinmeli yada KGK üreticisinin filtre sistemini geçici olarak kapatan bir mekanizma sunması gerekmektedir ki bu durumda da harmonik problemi riski artar.

9.3 Sinüs Dalga Şeklinde Bozulmalar ve Harmonik Akımlar

KGK sisteminin doğrultucu üniteleri enerji kaynağında (jeneratör) bozulmalara sebebiyet verir. 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. Başlıca doğrultucu tipi olarak pek çok üretici 6 darbeli doğrultucuyu tercih etmektedir ki bu yapıların akım harmonik oranı %33' ler civarındadır. 6 darbeli olmaları nedeni ile burada etkin olan harmonik bileşen n-1=6-1=5. ve buna ek olarak 7. harmoniktir. Oysa 12 darbeli bir sistemde etkin olan harmonik bileşen 11. ve ek olarak 13. harmoniktir. 12 darbeli sistemlerde THD oranı %10 civarındadır. Bu değer KGK ile jeneratörün problemsiz çalışması için son derece önemlidir.

Bunun yanında birçok üretici firma, harmonik değerlerini düşürmek için filtre kullanma yoluna gitmektedir. 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 sonucunda düşük yüklerde filtre, giriş akım harmoniklerini bastırmak bir yana problemin ana kaynağı olarak baş rolü oynar.



Şekil 9. 1 Pasif filtre kullanılan bir sisteme ait giriş harmonik değeri

Şekil 9.1' de bir endüstri tesisinde kullanılan 250 kVA' lık Harmonik Filtreli bir KGK için yapılan Giriş Akımı harmonik ölçüm sonuçları gözükmektedir. Dikkat edilmesi gereken konu 6 darbeli bir doğrultucuda dahi %33 olan akım harmoniği yanlış yük ve harmonik filtre seçimi nedeniyle burada %49.5 gibi inanılmaz yüksek bir değerde karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı 80 kVA ve üzeri güçlerde yük değişimi büyük farklılıklar gösterebileceğinden doğru seçim KGK sisteminin 12 darbeli doğrultucu ile üretilmesidir.

9.4 Frekans Dalgalanmaları

Jeneratördeki frekans dalgalanmasının en belirgin sonucu, KGK-Bypass senkronizasyon olamama durumudur. İyi bir kontrol yapısı ile hem jeneratör, hem de KGK üreticisi frekans dalgalanma problemlerini ya ortadan kaldırmalı ya da minimize etmelidir. Motor, yüke göre ayarlanmış ve doğru boyutlandırılmış olmalıdır. Benzer şekilde de KGK geniş bir frekans kabul aralığına sahip olacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.

9.5 Otomatik Transfer Panosu

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 harmonik filtre kullanılmış ise ve transfer anahtarı motor yükleri de içeriyorsa, filtre transfer esnasında bir uyarma enerjisi yaratır. Bu uyarma kaynağı motorları, onların ataletlerini bir enerji kaynağı gibi kullanarak 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.

9.6 Bypass' a Senkron Olmak

Bazı uygulamalar KGK' nın bypass hattına senkron olmasını ve gerektiğinde by-pass hattına transferini zorunlu kılar. Bunun üstesinden gelmek için gerekli olan temel koşullar yukarıda anlatıldığı gibi iyi dizayn edilmiş bir jeneratör ve frekans cevap aralığı artırılmış bir KGK kullanımıdır. Aksi taktirde jeneratörden çalışma esnasında KGK bypass hattına bağlı olan jeneratöre senkron olamayacak ve bypass transfer işlemini gerekmesi durumunda bile bloke ederek, acil bir durumda yükleri jeneratöre aktarmak yerine kapatacaktır (Çekiç, 2001).

10. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAKLARINDA HABERLEŞME FONKSİYONLARI

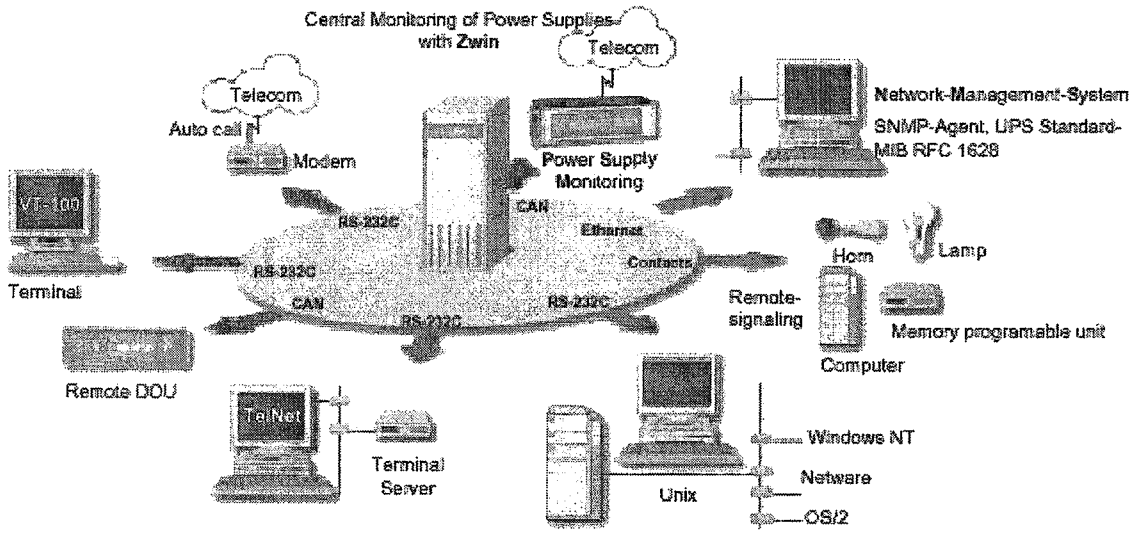
Haberleşme teknolojileri gün geçtikçe artan bir şekilde önem kazanmaktadır. Hayatımızın bir çok bölümünde bu teknolojinin sunmuş olduğu nimetlerden faydalanıyoruz. Artık endüstride, güç istasyonlarında, hastanelerde , küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde haberleşme teknolojisini kullanmadan çalışmak imkanı neredeyse kalmamıştır. İletişim sistemlerinden sadece yönetim birimlerinde kullanılan bilgisayar sistemleri olarak değil, üretimin her aşamasında yararlanmaktayız. Akıllı bilgisayarlar ve makineler artık her yerde. Hatta büyük süper market ve alış veriş yerlerinde dahi artık bu sistemler kullanılmaktadır. İnternet kullanımının yaygınlaşması sayesinde artık dünya daha küçük ve haberleşme olanakları daha sınırsızdır.

Bununla birlikte bilgisayar ağlarının (network sistemleri) kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve lokal network ağları daha geniş ağlar içerisine dahil edilmektedir. Artık birçok sistem çalışmak için bilgisayar sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeplerden dolayı sistem güvenliklerini sağlamak artık daha büyük önem arz etmektedir. İşte tam bu noktada Kesintisiz Güç Kaynağı devreye girip sistem güvenliğini sağlayan en önemli ünite haline gelir. Bir Kesintisiz Güç Kaynağı kontrol ve haberleşme sisteminin düzgün bir gerilim altında kesintisiz olarak çalışmasını güvence altına alarak üretim güvenliğini maksimum seviyeye çıkarır. Bununla birlikte haberleşme olanaklarını kullanıma sunarak kompleks sistemlerin tek bir merkezden kontrol ve izlenmesini sağlar. Bu şekilde hatalardan dolayı ortaya çıkan zaman kayıpları önlenmiş olur ve sistem verimliliği maksimum düzeye ulaşır (AEG, 1999).

Bu bölümde Kesintisiz Güç Kaynağı sistemlerinde bulunan değişik haberleşme imkanlarından bahsedeceğiz..

10.1 Değişik İletişim Araçları İle Haberleşme

Bir Kesintisiz Güç Kaynağı oldukça geniş kullanım alanlarında hizmet verebilir. Bu yüzden farklı haberleşme imkanlarına sahip olmalıdır (Şekil 10.1).



Şekil 10. 1 KGK haberleşme olanakları

Denenmiş ve test edilmiş röle kontak sistemleri halen bazı değişik uygulamalarda alarm sinyallerinin iletilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Ayrıca bu kontakları PLC ve SCADA gibi sistemlere entegre etme imkanı da bulunmaktadır.

Bazı bilgisayar sistemleri üzerilerinde Kesintisiz Güç Kaynağı için arabirimler içeren özel portlar bulundurmaktadırlar. Bu portlar, Kesintisiz Güç Kaynağı tarafından röle kontakları kullanılarak gönderilen sinyalleri, işletim sistemini kapatmak için kullanılırlar. Endüstriyel uygulamalarda kullanılan birçok Kesintisiz Güç Kaynağında, üzerindeki yazılımı vasıtası ile programlanabilen ve değişik sinyalleri yönlendirmesi amacı ile kullanılan birkaç röle kontağı bulunur.

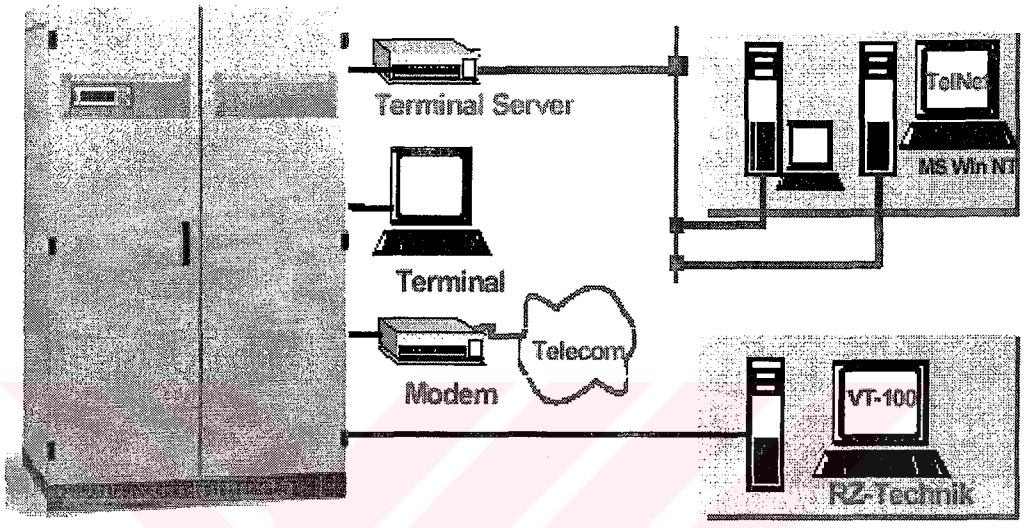
KGK' larda bulunan bir başka arabirim de Network Adaptörüdür. Bu adaptör sayesinde KGK network sistemine direkt olarak bağlanabilir ve KGK daki parametreler network üzerinden doğrudan izlenebilir. Değişik firmaların üretmiş olduğu birçok KGK sistemi, standart olarak KGK üzerinde bulunan SNMP (Simple Network Management Protocol) protokolu sayesinde NMS (Network Management Software) yazılımına adapte olabilir.

RS232C iki istasyonun seri haberleşmesi için kullanılan bir akıllı arabirimdir. Bu arabirim KGK ya servis vermek, bilgisayarları yada network sistemini kontrol etmek ya da mevcut sisteme bağlanmak için kullanılır. Normalde tescilli protokol, haberleşme dili olarak kullanılır. KGK' ların mevcut sistemler ile haberleşebilmesi için kendilerine ait olan protokollerin uygun protokol dönüştürücüler ile adaptasyonunun olması gereklidir (Brandt, 1994).

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

10.1.1 VT 100 Terminal Emulasyonu ve Uygulamaları

Çok basit ve uygulanabilir izleme yöntemlerinden biriside bir RS232C emulasyonu olan VT 100 emulasyonu kullanmaktır. Herhangi bir özel yazılıma ihtiyaç yoktur. Kontrol sistemi, her işletim sistemi ile sağlanan standart terminal programını kullanarak KGK parametrelerini izleyebilir (Şekil 10.2).



Şekil 10. 2 VT 100 uygulamaları

Terminal programlarını kullanarak KGK sistemlerini izlemek için birçok haberleşme aracı bulunmaktadır.

10.1.2 Lokal İzleme

Lokal izleme, terminal ile direkt data hattı kurularak uygulanır. RS232C standartları gereği bu uygulama da cihaz ile izleyici terminal arasındaki mesafe 15 metreden fazla olamaz. Aradaki mesafenin daha uzun olduğu durumlarda line driver set kullanarak bu mesafe artırılabilir. Bu set RS232C yi RS 422 ye çeviren iki amplifikatör içermektedir. Bu sebepten dolayı mesafe 1000 metreye kadar artırılabilir. Tesisatta EMC uyumu göze alınmalı güç kablolarına yakın mesafede tesis edilmemelidirler. Fiber optik kablolar için kullanılan özel dönüştürücüler ile mesafe 30 km kadar çıkarılabilir.

10.1.3 Network İle İzleme

Bir başka izleme yöntemi de network vasıtası ile izlemedir. Bu izleme prensibinde sadece bir server kullanılır. KGK direkt olarak RS232C portuna bağlanır ve bir lokal terminal gibi

çalışır. Server' a ait IP adresleri ve port numaraları konfigürasyonu yapıldıktan sonra network kullanılarak KGK ya direkt olarak ulaşılabilir. Bunun yanı sıra bazı network ortamları için Telnet programlarına ihtiyaç duyulabilir. Program çalışmaya başladığı zaman server ile bir bağlantı kurulur ve daha sonra lokal bir terminal gibi algılanan KGK ile haberleşme sağlanır. Network ile izlemenin sağladığı bir diğer önemli avantaj da KGK nın herhangi bir yerden izlenebilmesidir. Bu izleme geniş alan network (WAN) sistemlerinde de sağlanabilir. Bu şekilde örneğin İSTANBUL da bulunan bir merkezden ANKARA da bulunan bir KGK sisteminin parametreleri izlenebilir.

10.1.4 Telefon Hattı İle İzleme

Telefon hattı kullanarak KGK izlemesi modem ile mümkündür. Bu alternatif, telefon hatlarının kolaylıkla sağlanabildiği yerlerde ve KGK' nın farklı bölgelerden izlenmesinin gerektiği durumlarda kullanılır. Bu sistemde KGK tarafına bir modem monte edilir ve bu modem ile telefon hattı kullanılarak bağlantı sağlanır. Birçok modem üzerine güvenlik amacı ile bir parola konfigürasyonu yapılabilir. Her işletim sisteminin standart olarak sunduğu terminal programları kullanılarak KGK aranır ve izlenebilir.

RS 232C kullanılarak Kesintisiz Güç Kaynağı tarafından modemin bütün fonksiyonları kontrol edilebilir. Bu sayede, gerektirdiği durumlarda Kesintisiz Güç Kaynağının daha önceden belirlenen numarayı (kontrol merkezi) araması da sağlanabilir. Kesintisiz Güç Kaynağı arabiriminin konfigürasyonu VT-100 terminal bağlantısı ile sağlanabilir. Şekil 10.3' de gösterilen parametreler set edilebilir.

```
VT100-emulation for UPS
*************************************************
a) VT100-emulation          : modem connect
b) Modem-Reset              : atz
c) Initialisation           : at s0=0 e0 v0 x3
d) Dial string              : atdt 0,029027631216
e) Service call             : MainF RecF InfF SBSF
                              BatF OK
f) Transfer datalog         : no
g) Phone no. of modem       : 029027631213
------
```

Şekil 10. 3 KGK sistemine ait servis parametreleri

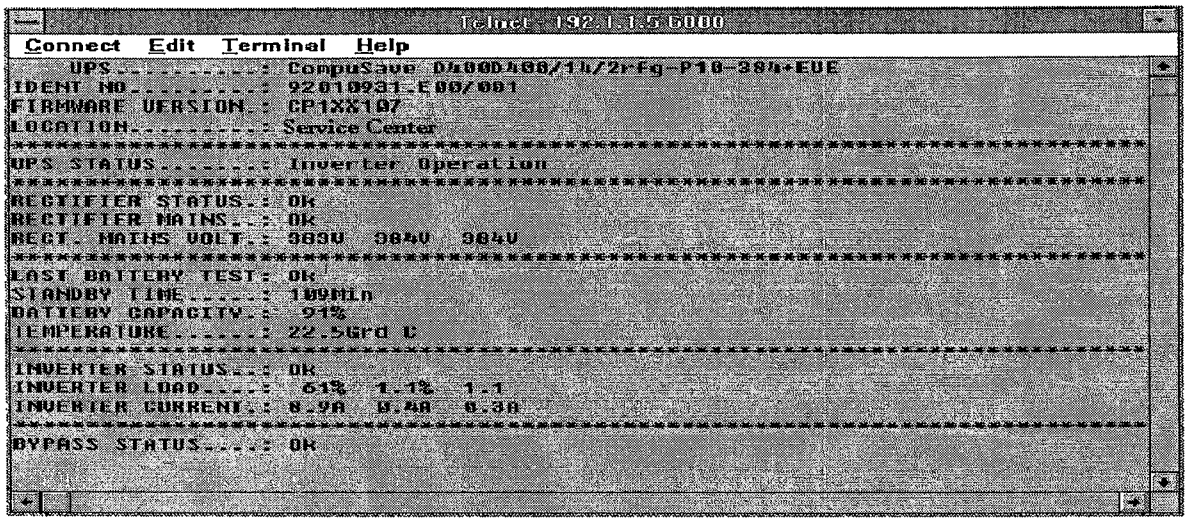
Özelleştirilmiş konfigürasyon başlıkları menüden seçilebilir. (a) başlığı altında modem kontrolünü sağlayan ilk işlem bulunmaktadır. (b) ve (c) başlıkları altında modemin kurulması ile ilgili işlemler bulunmaktadır. Bunlar modem tipine ve telefon sistemine bağlı

olarak yapılacak değişiklikler için gereklidir. (d) başlığı altında, cihazın modem vasıtasıyla bir arıza durumunda araması gereken numara bulunmaktadır. (e) başlığı altında Kesintisiz Güç Kaynağının hangi türde arızalar için servis merkezini arayacağının belirlendiği bölüm bulunmaktadır. Cihaza ait şebeke, statik by-pass, inverter, akü, doğrultucu gibi ünitelerin acil ya da acil olmayan hata mesajları (e) başlığı altında belirlenebilir. Birçok Kesintisiz Güç Kaynağı hata durumuna ait ayrıntılı raporları hafızasında saklar. (f) başlığı altında bu raporların arama sırasında transfer edilip edilmeyeceği belirlenir. (g) başlığı altında Kesintisiz Güç Kaynağına ait modemin numarası belirtilir. Bu modem Kesintisiz Güç Kaynağı ile bağlantı kurmak ve servis bilgilerinin transferi için kullanılır (Lentzen, 1993).

10.1.5 Vdu Sistemleri İle İzleme

Bu sistemler, çeşitli COM portları ve özel bir yazılım programı olan bir bilgisayardan oluşur. Yazılım, kurzörün (bilgisayar ekranı üzerindeki işaretçinin) pozisyonunu ya da karakterlerdeki bir değişimi izler. Her tarama esnasında Kesintisiz Güç Kaynağından aldığı bilgiyi ekrandaki bilgi ile karşılaştırır ve ekrandaki bilgiyi yeniler. Bu izleme VT100 haberleşme protokolüne sahip RS232C haberleşmesi ile sağlanır. Böylece Kesintisiz Güç Kaynağına ait parametrelerdeki değişikliklerin izlenmesi mümkün olur.

Kesintisiz Güç Kaynağı ile bir bağlantı kurulduğu zaman daha önce belirlenen parola kullanılarak Güç Kaynağına ait değişikliklerin ekranda görüntülenmesi sağlanır. Cihaza ait bütün ilgili değişimler (durumlar, ölçülen değerler) ekranda açıkça gösterilir (Şekil 10.4) .

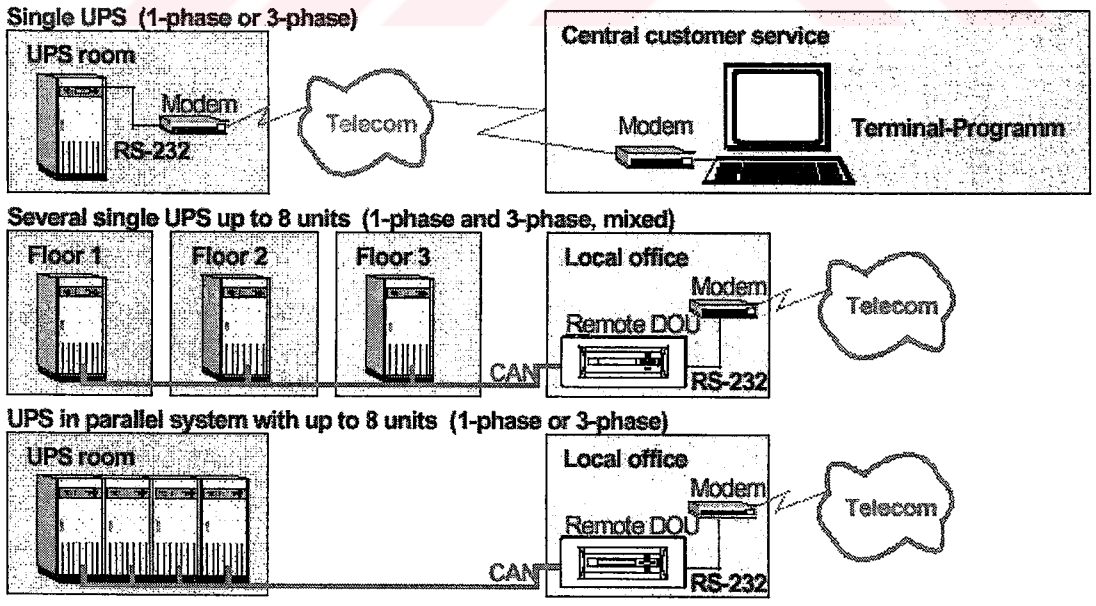


Şekil 10. 4 KGK sistemi durum bilgileri

İlk bölümde Kesintisiz Güç Kaynağına ait genel bilgiler (ünite sayısı, versiyonu, tipi, yeri) bulunmaktadır. Cihazın yeri kullanıcı tarafından girilir. Bu bilginin girişi cihazın bulunduğu yerde yada uzaktan yapılabilir. Cihazın işletim durumu çalışma modunu, aküden şebekeye yada statik by-pass a doğru yapılan değişiklikleri belirtir. Ekranın doğrultucu bölümünde, doğrultucunun çalışma modu, doğrultucu devresi ve gerilim değerleri gösterilmektedir. Akü bloğu en son yapılan akü testinin sonucunu, akü yedekleme süresini, kapasitesini ve sıcaklık değişimlerini gösterir. İnverter bölümünde çalışma durumu, yük miktarı ve inverter çıkış akımı verilmektedir. By-pass hattına ait durum göstergesi en son bölümde gösterilmektedir. Güvenlik nedenlerinden dolayı Kesintisiz Güç Kaynağına ait parametrelerin değiştirilmesi ve cihazın kapatılıp açılması durumu söz konusu değildir. Bu sistem sadece izleme amacı taşımaktadır.

10.1.6 Tele Servis

Modem kontrolünün sağlandığı VT 100 haberleşme protokolü ile Tele servis uygulaması son derece basittir. Şekil 10.5' de VT 100 haberleşme protokolü ile yapılan tele servis uygulaması gösterilmektedir.

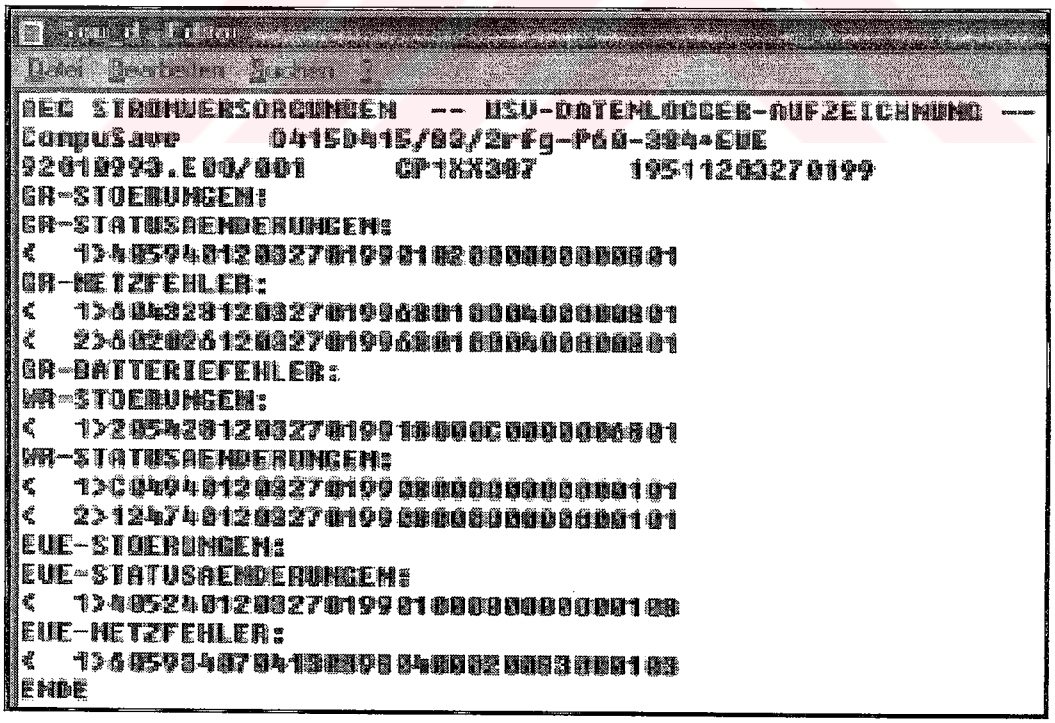


Şekil 10. 5 Tele servis uygulaması

Meydana gelen herhangi bir hata durumunda Kesintisizi Güç Kaynağı, müşteri servis merkezini arar ve terminal sayfasını gönderir. Bu sayfada hatanın neden kaynaklandığı görülebilir. Servis merkezi eğer isterse Kesintisiz Güç Kaynağı ile tekrar bağlantı kurabilir ve verileri kontrol edebilir.

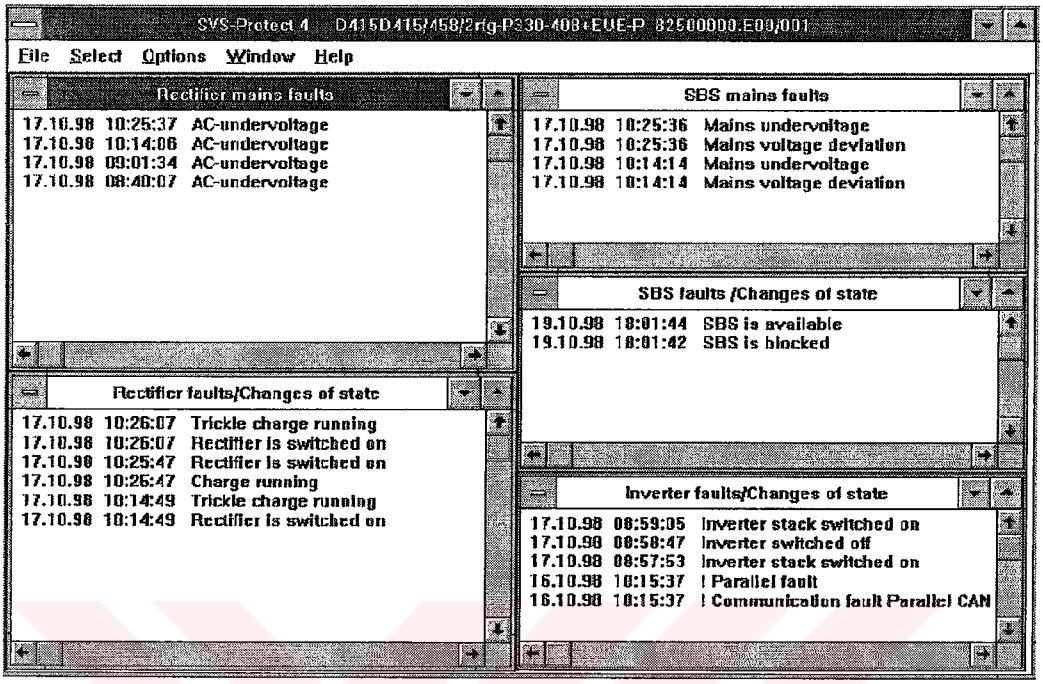
VT 100 haberleşme protokolüne sahip RS232C haberleşmesine sahip akıllı sinyal göstergesinin kullanılması durumunda, 8 adet paralellenebilen Kesintisiz Güç Kaynağı grubunu izleme imkanı bulunmaktadır. Bütün üniteler birbirlerine CAN bus ile bağlanırlar ve akıllı sinyal göstergesi aracılığıyla haberleşirler. Herhangi bir Kesintisiz Güç Kaynağında arıza meydana gelmesi durumunda sinyal göstergesi servis merkezi ile bağlantıya geçer ve arızanın tespit edildiği Güç Kaynağına ait parametrelere ulaşılır. Böylece servis merkezi arızalı KGK ya ait bilgileri download edebilir. Eğer KGK ya ait arabirimin konfigürasyonu yapılırsa, bağlantı kurulduğu anda download işlemi başlar.

Şekil 10.6' da Kesintisiz Güç Kaynağından download edilmiş bir sayfa gösterilmektedir. Sayfada Güç Kaynağının tipi, versiyonu, seri numarası da bulunmaktadır. Söz konusu olan KGK ya ait bütün değişimler ve hata mesajları hexcode olarak transfer edilir.



Şekil 10. 6 Servis merkezine ulaştırılan bilgi (hexcode)

Ekrandaki bu bilgiler bir dönüştürücü program yardımıyla anlaşılır bir dile çevrilir. Cihaza ait değişikliklerin gösterildiği sayfa Şekil 10.7' de verilmiştir.



Şekil 10. 7 Deşifre edilen hexcode bilgiler

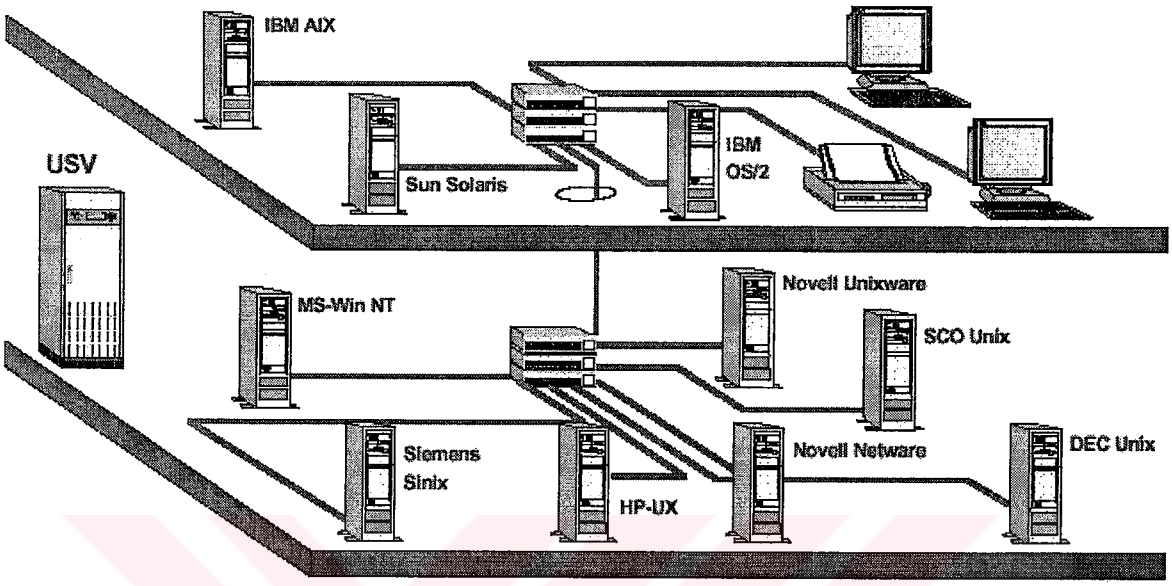
Cihaz ile ilgili bütün bilgiler tarih ve saat sıralamasına göre dizilmiştir. Özet olarak, VT 100 haberleşme protokolü kullanılarak Kesintisiz Güç Kaynaklarının lokal olarak yada uzaktan izlenmesi mümkündür (Neumann, 1993).

10.2 Bilgisayar Sistemleri İçin KGK Yazılımları

Windows NT, OS / 02 ve UNIX türevi olan sunucu sistemleri gibi işletim sistemleri kapatılmadan önce düzenli bir kapatma işlemine ihtiyaç duyarlar. UNIX versiyonları, VMS, OS / 400 gibi karmaşık işletim sistemlerinin kullanıldığı uygulamalarda, meydana gelen elektriksel arızalarda, sisteme ait kayıtlı bilgilerin kaybedilmesi çok önemlidir. Arıza durumunda kaybedilen bilgileri geri kazanma imkanı yoktur veya çok pahalıya mal olmaktadır. Bu yüzden bu tür sistemlerde KGK kullanımı oldukça önem kazanmaktadır.

Haberleşme teknolojilerinin kısıtlı olduğu dönemlerde Kesintisiz Güç Kaynağının akü yedekleme süresinin sonuna yaklaşıldığı Güç Kaynağı tarafından kullanıcıya sesli ya da görüntülü olarak ulaştırılır ve sistem kullanıcı tarafından manual olarak kapatılırdı. Bu işlem için bilgisayar merkezlerinde acil durumlar için daima bir personelin bulundurulması gerekliydi. Geçmişte personel tarafından yapılan bu işlem günümüzde otomatik olarak sistem

tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Bu yüzden KGK nın değişik işletim sistemleri ile haberleşmesi büyük önem kazanmaktadır (Şekil 10.8).



Şekil 10. 8 KGK izlemede kullanılan değişik işletim sistemleri

Kesintisiz Güç Kaynağı ile ilgili yazılımlar her üreticiye göre farklılıklar göstermektedir. Kullanılan standart bir yazılım yoktur. Genellikle büyük çaptaki üreticiler kendi yazılımlarını üretirler.

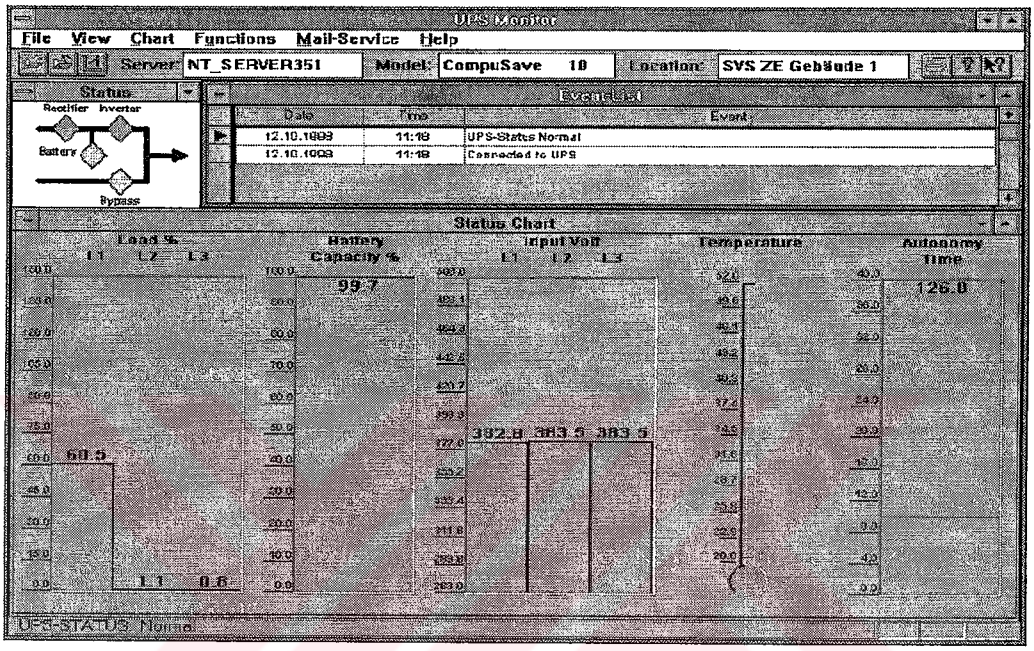
Burada örnek olması amacı ile birkaç KGK yazılımdan bahsedelim.

10.2.1 Compuwatch

CompuWatch bir yönetim ve kapatma yazılımıdır. Client / Server sistemi ile yazılmıştır. Bir server ve bir workstation modülü bulunmaktadır. Server modülü bilgisayarın seri arabirimi aracılığıyla KGK' nın arabirimi ile haberleşir. Ayrıca seri haberleşme kanalı ile kontak bilgilerini de (şebeke yok, akü düşük v.s) kullanabilir. Böylece eski tipteki Kesintisiz Güç Kaynakları ile entegrasyon da sağlanabilir. Yeni teknoloji ile üretilen Güç Kaynakları akıllı arabirimler ile donatılmışlardır. Bu yüzden bilgisayar sistemleri ile kolayca iletişim sağlayabilirler.

10.2.2 Client Software

Bu yazılım workstation ortamında MS Windows için grafik görüntü sağlar. Kesintisiz Güç Kaynağına ait bütün durum bilgileri ve ölçülen değerler görüntülenir (Şekil 10.9). Haberleşme bağlantısının kurulduğu Kesintisiz Güç Kaynağının tek fazlı yada üç fazlı olmasının bir önemi yoktur.



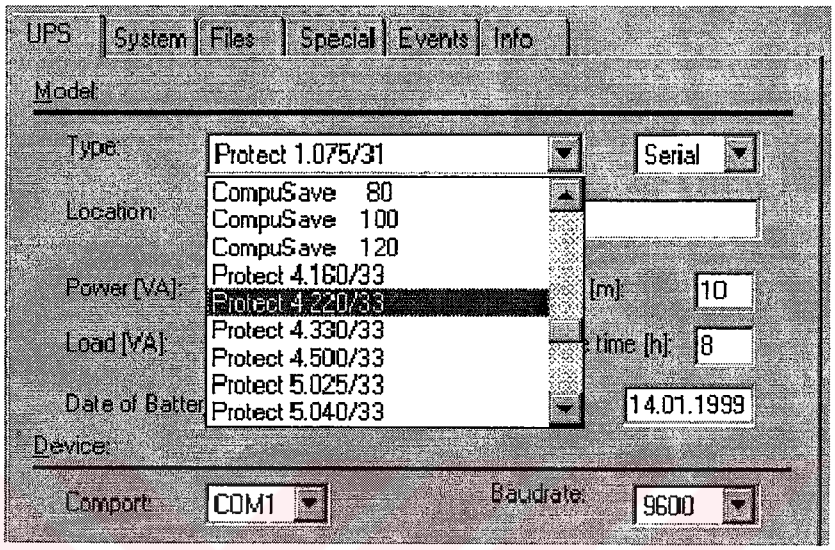
Şekil 10. 9 Client software grafik görüntüsü

Heterojen network ortamlarında client software, server modülü ile TCP / IP aracılığıyla haberleşir. Kesintisiz Güç Kaynağının durumu KGK durum penceresinde ayrıntılı bir şekilde gösterilir. Burada yük miktarı (% olarak), akü kapasitesi, giriş gerilimi, ortam sıcaklığı ve akü yedekleme süresi görülebilir. Durum penceresi KGK sistemine ait bütün hata sinyallerini gösterir. Akü testi, KGK self test, kapanma süresi testi gibi çeşitli KGK fonksiyonları bu menüden çalıştırılabilir. Ayrıca bir planlama yapılarak sistemin belirlenen sürede otomatik olarak kapanması sağlanabilir. Özel mesajlar fax, e – mail ve eğer şebeke desteği var ise SMS olarak gönderilebilir.

Tüm değişimler mevcut dosyalarda saklanır. Bu değişiklikler eğrisel diyagramlar ile gösterilebilir.

10.2.3 Server Software

Uygun bir programla server konfigürasyonu sağlanır. KGK tipi, bilgisayarın COM portu (haberleşme portu) ve KGK nın bulunduğu yer girilir (Şekil 10.10).

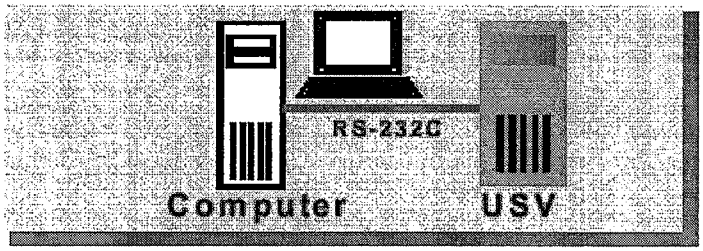


Şekil 10. 10 Server software

Bilgisayar yada network için belirlenen kapanma sürelerinin girilmesi için gerekli olan diğer özel menüler mevcuttur. Ayrıca akü yedekleme süresine bağlı olarak yapılması gerekli acil işlerin sistem tarafından kendiliğinden başlatılması imkanı da bulunmaktadır. Programın server modülüne kurulumundan sonra RS 232C haberleşme protokolu kullanılarak KGK izlenebilir.

10.3 KGK - Terminal İletişimi

Yazılım fonksiyonlarını tek bir bilgisayar ve KGK' dan oluşan bir konfigürasyon üzerinde anlatalım. Bu konfigürasyonda KGK manager ve KGK VDU aynı platform üzerinde çalışır. Her iki yazılım modülü network protokolü ile haberleşirler. Network yapısı tek istasyondan oluşmuştur (Şekil 10.11).



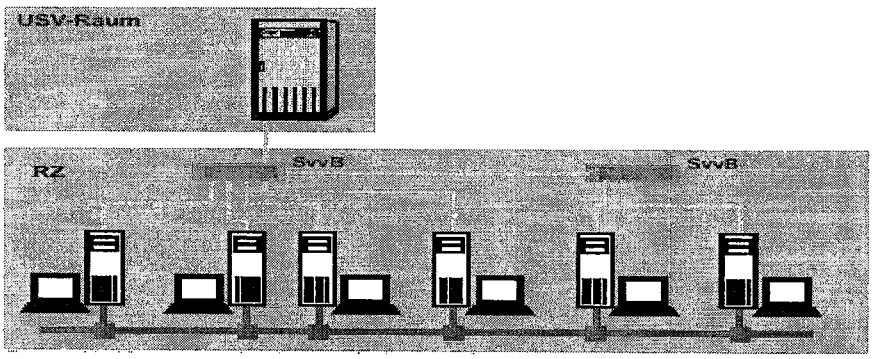
Şekil 10. 11 Tek istasyonlu network yapısı

Bir şebeke hatası meydana geldiğinde kullanıcının bilgisayarı uyarılır. Eğer bu hata uzun süreli ise kullanıcıya dosyalarını xx süre içerisinde kapatmasını isteyen bir mesaj gönderilir. Bu süre sonunda kullanıcı dosyalarını kapatmadıysa bilgisayar KGK tarafından düzgün bir şekilde dosyalar kaydedilerek kapatılır.

Yukarıda bahsedilen bu bilgisayar network ağındaki bir server ise, kendisine bağlı olan bütün kullanıcılara kapatma mesajı gönderir ve süre sonunda dosyaların düzgün bir şekilde kaydedilerek kapatılmasını sağlar.

10.4 Birden Fazla Server İle Bağlantı

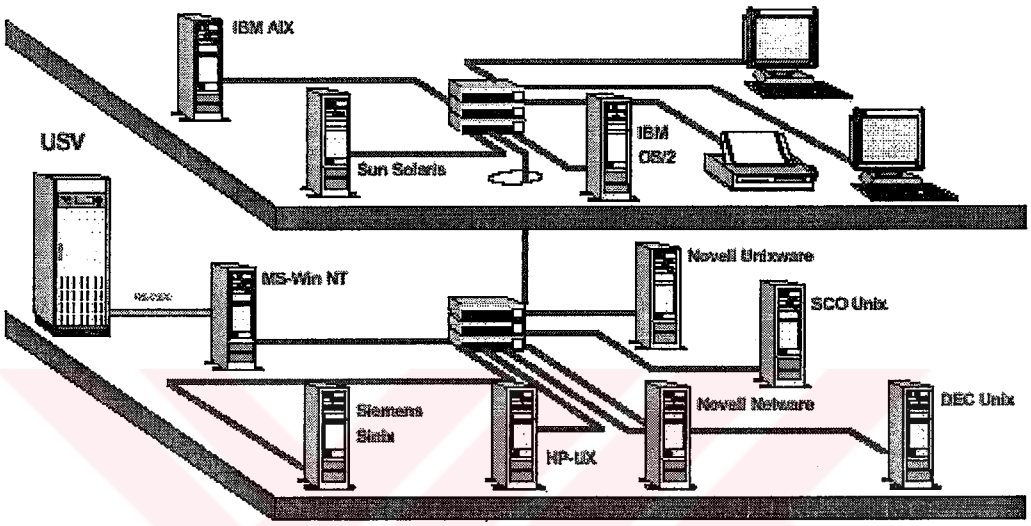
Eğer network sistemi birden fazla sayıda server konfigürasyonuna sahip ise tek bir KGK kullanmak her bir server için ayrı ayrı KGK kullanmaktan çok daha ekonomiktir. Böyle bir sistem için KGK' nın her bir server ile ayrı ayrı haberleşebilmesi gereklidir. Şekil 10.12' de tek bir KGK ünitesine bağlı birden fazla server kullanılan bir network ağı gösterilmektedir.



Şekil 10. 12 Sinyal çoklayıcı kullanılan bir KGK izleme uygulaması

Bu sistem de KGK bir data hattı ile sinyal çoklayıcıya bağlanır. Server üzerinde kurulu olan yazılım KGK' nın durumunu izler ve network sisteminin düzgün olarak kapatılmasını sağlar. Bu durumda her bir server için bir yazılım paketi ve bir data hattı bağlantısı gerekmektedir.

Birden fazla server ile KGK nın haberleşmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise mevcut network ağının kullanılmasıdır. Şekil 10.13' de böyle bir konfigürasyona sahip olan haberleşme sistemi gösterilmektedir. Bu sistemde KGK nın direkt olarak bağlandığı ve sistemdeki diğer server modülleri ile haberleşmesini sağlayan özel bir modül bulunmaktadır. KGK ile ilgili yazılım bu modül üzerinde yüklüdür. Network protokolü olarak TCP / IP kullanılmaktadır.



Şekil 10. 13 Mevcut network ağının kullanıldığı KGK izleme uygulaması

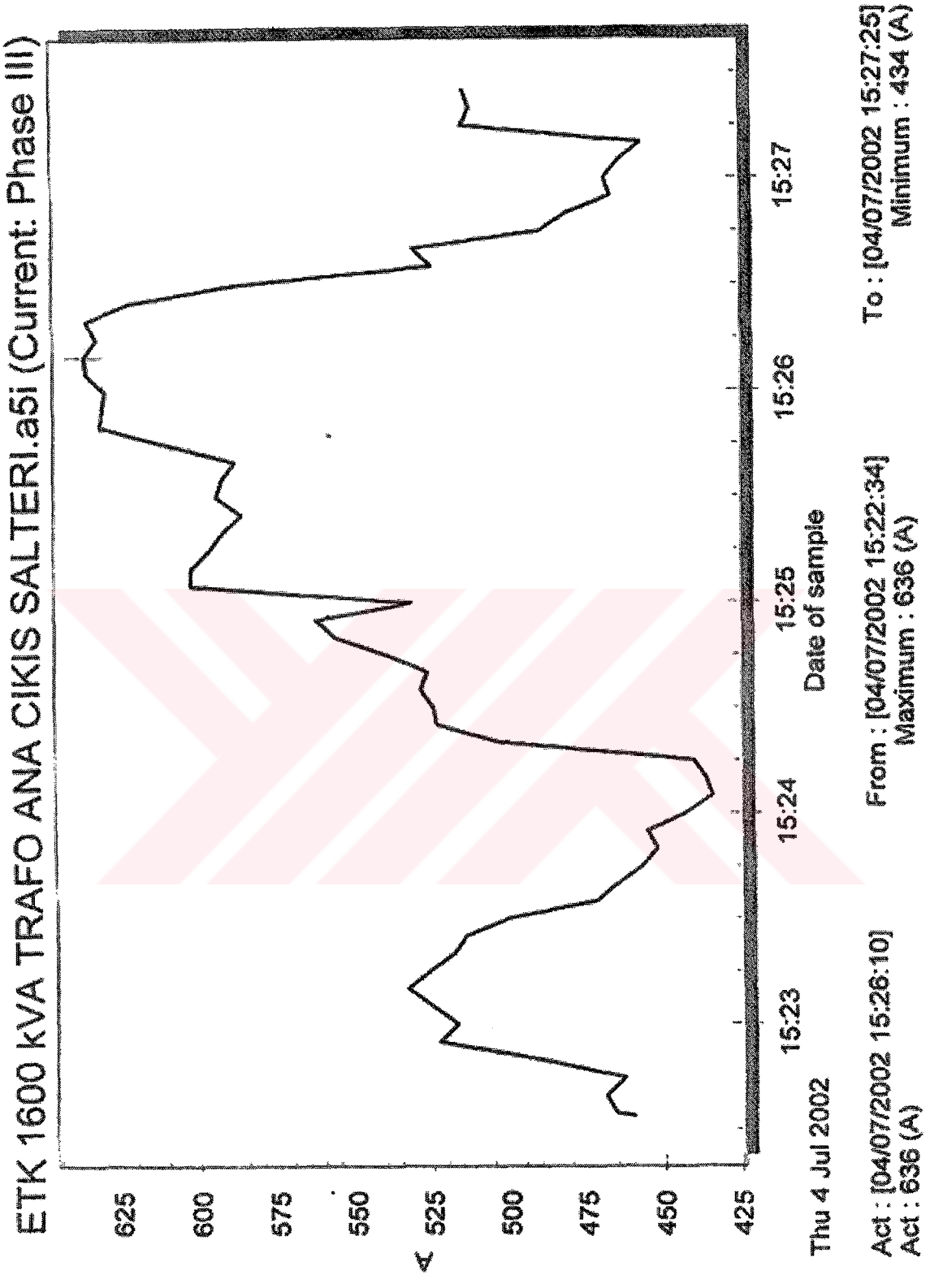
Yönetim yazılımı KGK' nın kendisine ait olan server üzerinde kuruludur. Bu server KGK ile RS 232 protokolü üzerinden haberleşir. Network bağlantısını kullanarak haberleşecek olan kontrol yazılımı da diğer modüller üzerine yüklenir. Kontrol yazılımı konfigürasyonunun yapıldığı modül0 KGK ya ait olan modülün IP adresine gönderilir (Grawe ve Rowold, 1993).

11. 330 kVA KGK UYGULAMASI

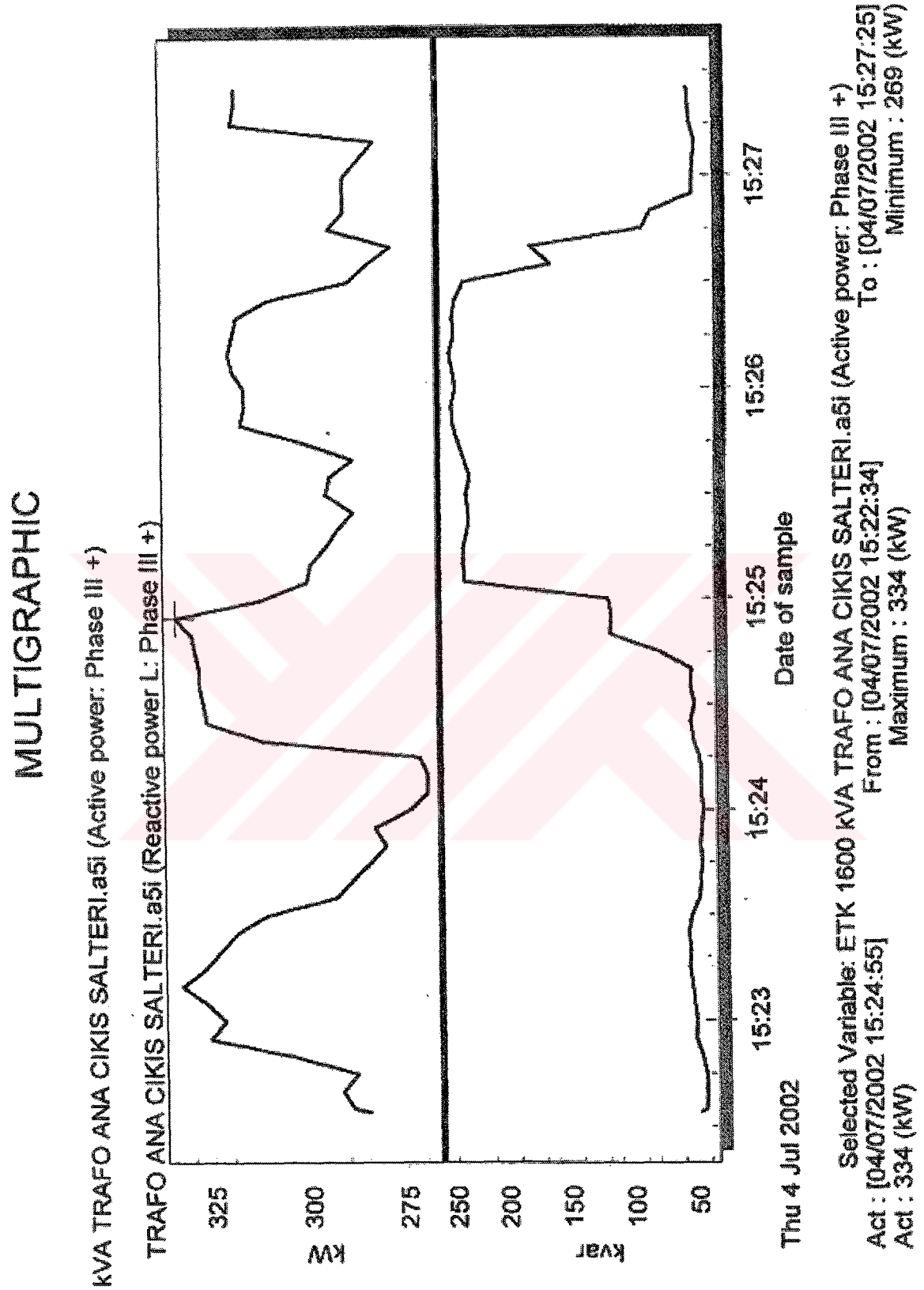
Bu son bölümde, kablo üretimi yapmakta olan ETK firmasının üretim bantlarında kullanılmak üzere projelendirdiği 330 kVA gücündeki bir kesintisiz güç kaynağının uygulamada sağladığı faydalar, elektriksel parametrelere yaptığı etki ve sonuç olarak üretime katkısı değerlendirilecektir.

11.1 KGK Öncesi Elektriksel Değişimler

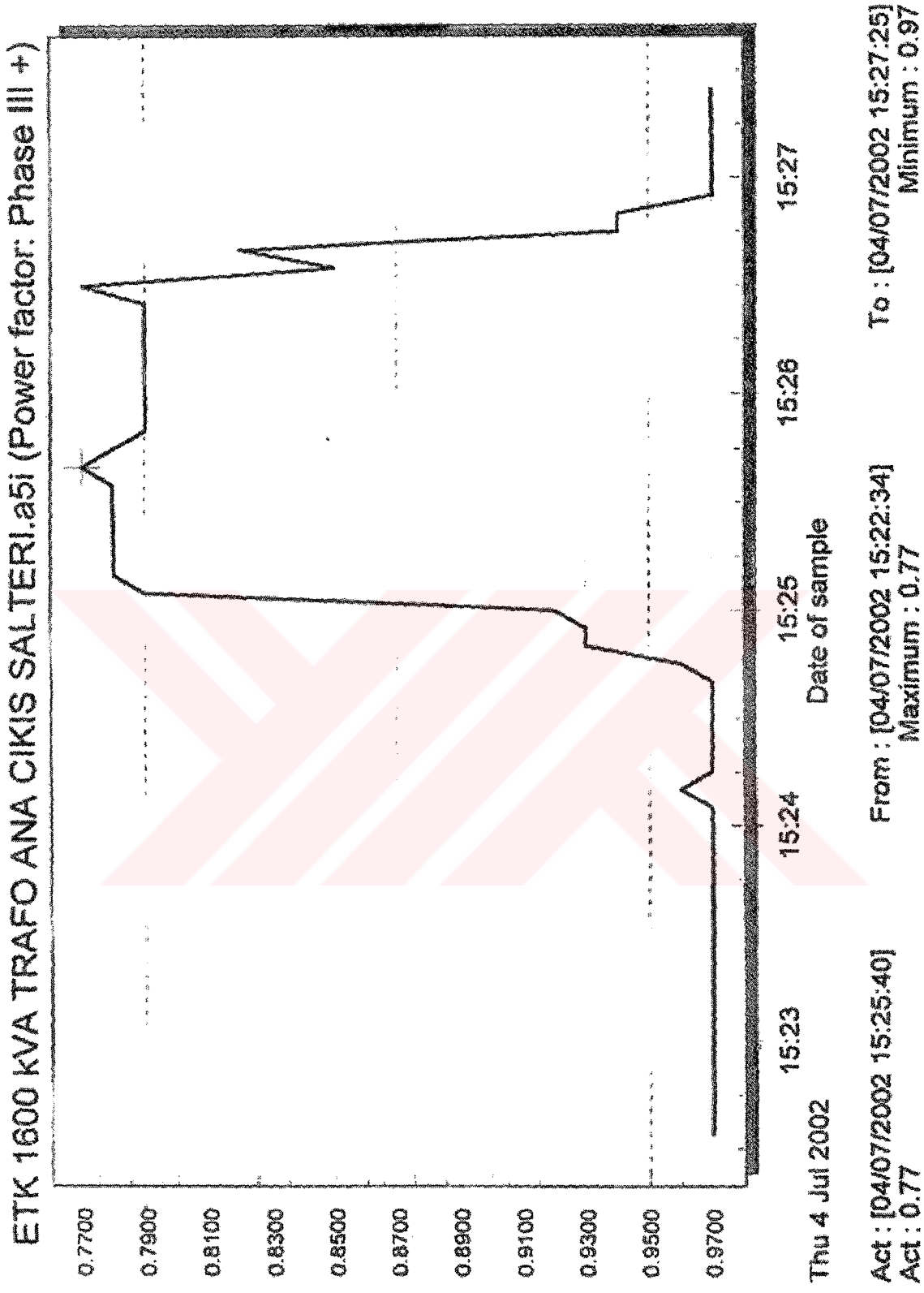
KGK' nın mevcut olmadığı şebeke koşulları altında, mevcut trafolar ile üretim bantlarına ait Akım dalga şekilleri, Harmonikler, Aktif ve Reaktif güçlere ait değişimler Şekil 11.1..... Şekil 11.26 ve Çizelge 11.1..... Çizelge 11.5' de verilmiştir.



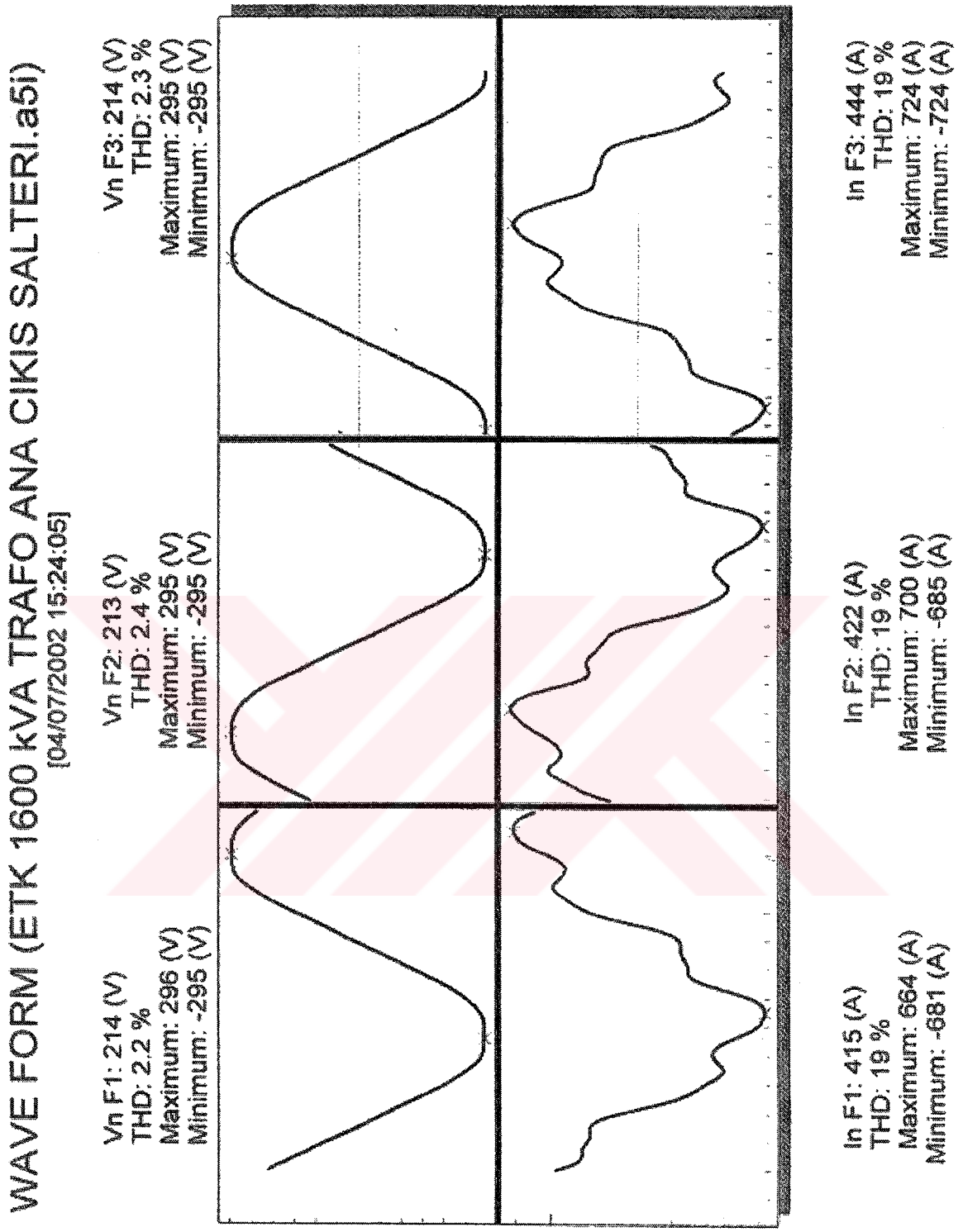
Şekil 11. 1 1600 kVA Trafo ana çıkış şalter akımı



Şekil 11. 2 1600 kVA Trafo ana çıkış şalteri aktif / reaktif güç



Şekil 11. 3 1600 kVA Ana çıkış şalteri güç faktörü

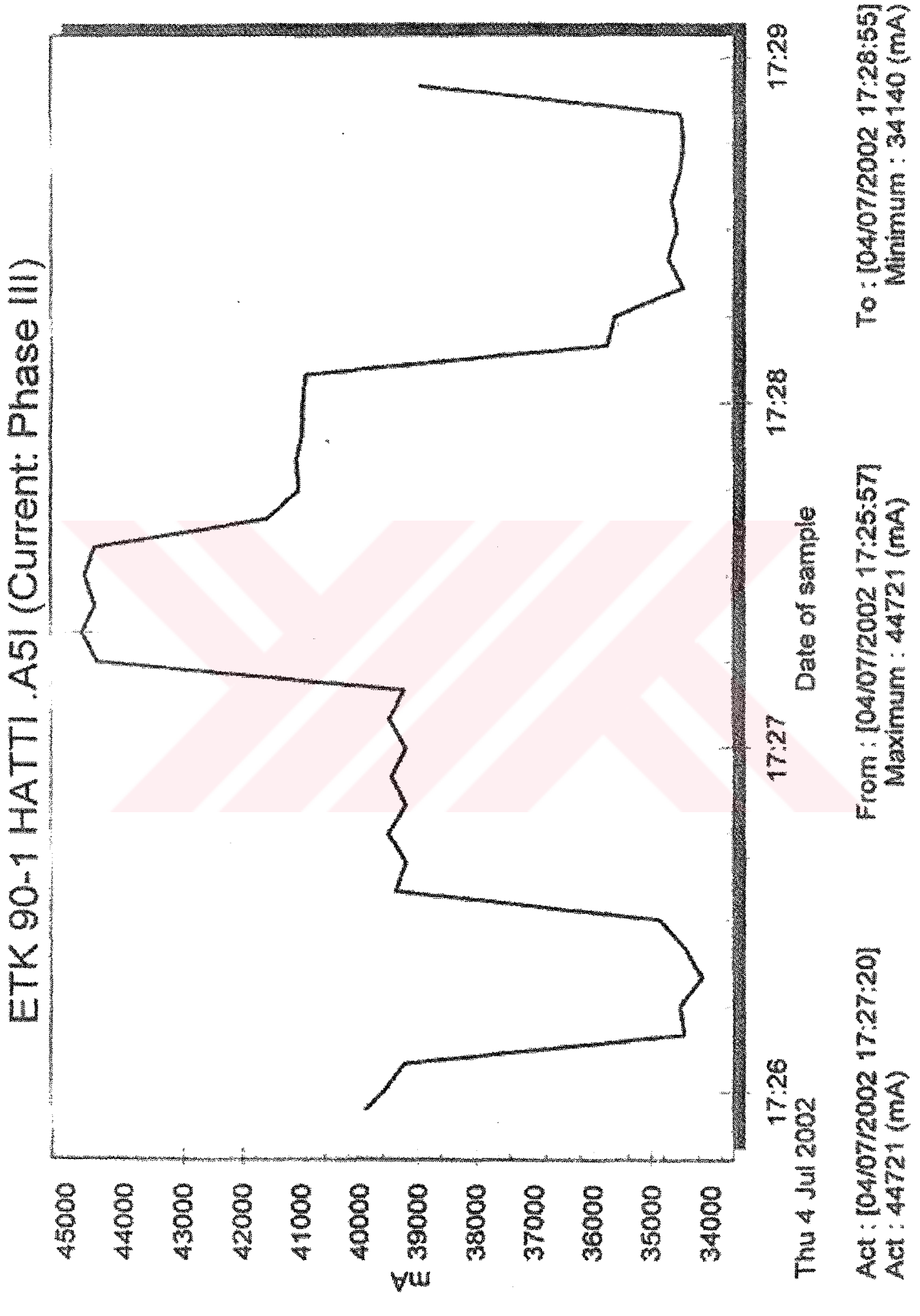


Şekil 11. 4 1600 kVA Ana çıkış şalteri akım gerilim dalga formları

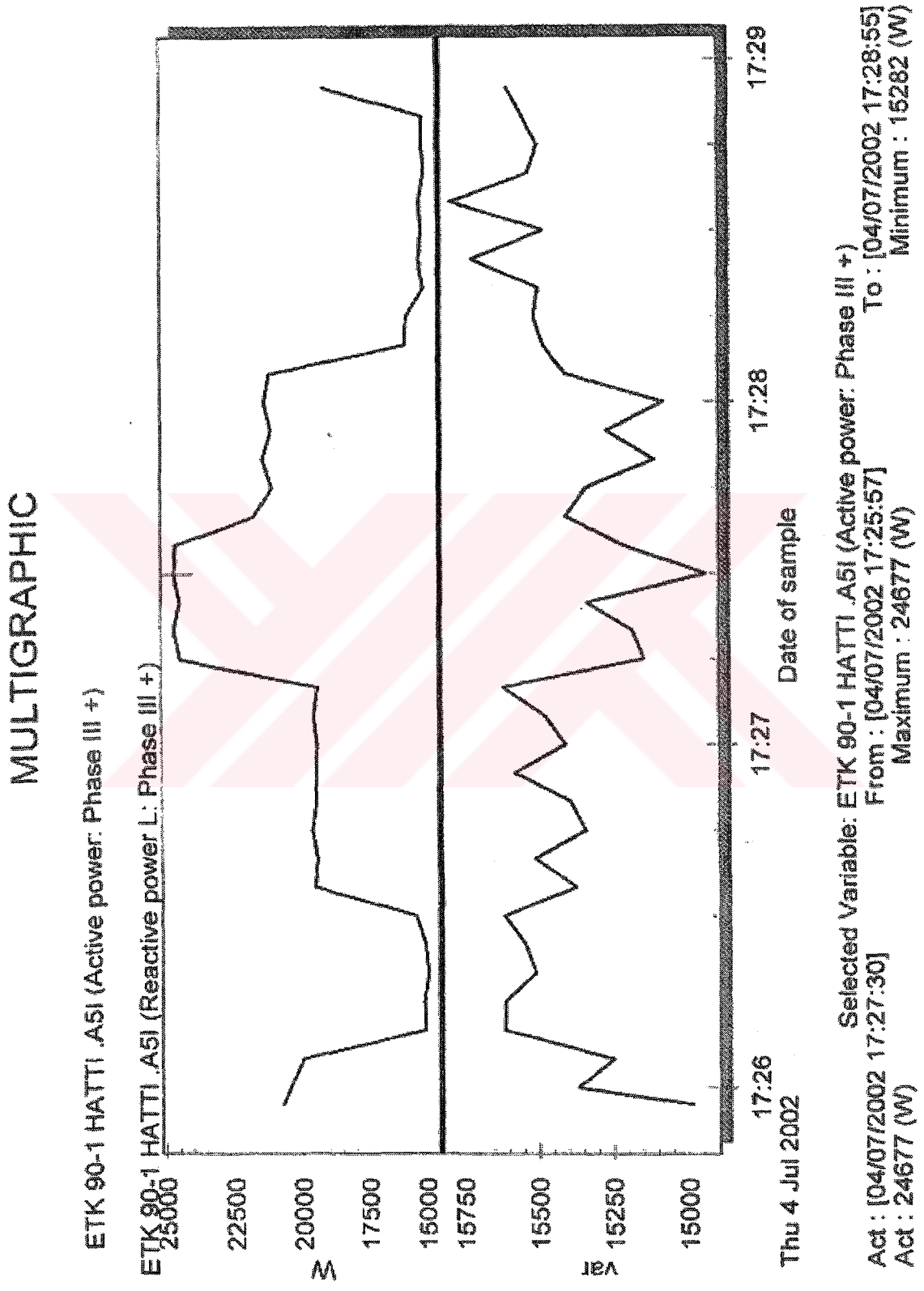
Çizelge 11. 1 1600 kVA Ana çıkış şalteri gerilim ve akım harmonikleri

Date 04 / 07 / 2002 15:24:05

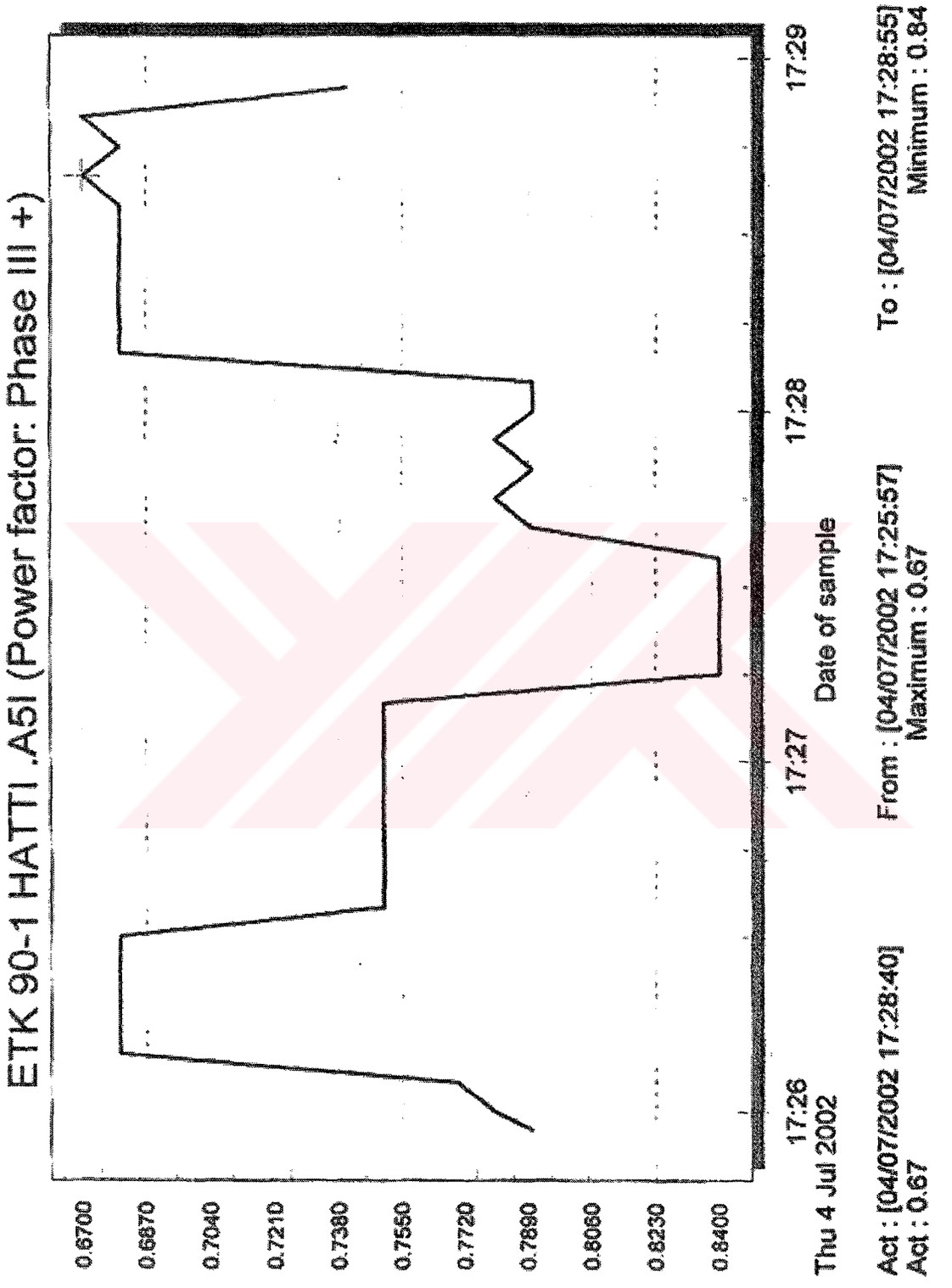
Phase Voltage 3			**Phase Current 3**		
Vrms (V) : 214	THD (%) :2,3		Irms (A) :452	THD (%) : 18,9	
Fundamental (V):214	Disphase (°) :265,2		Fundamental (A):444	Disphase (°) :254,8	
Harmonic	**Amplitude(%)**	**Disphase (°)**	**Harmonic**	**Amplitude(%)**	**Disphase(°)**
2	0,355	272,8	2	1,637	350,6
3	0,041	19,5	3	0,827	353,3
4	0,072	48,9	4	0,802	48,1
5	2,120	167,1	5	18,859	291,8
6	0,100	332,1	6	0,521	115,8
7	0,439	354,5	7	1,421	71,0
8	0,059	153,2	8	0,366	11,4
9	0,092	131,7	9	0,470	7,8
10	0,080	41,5	10	0,347	258,0
11	0,413	47,8	11	2,970	269,4
12	0,032	311,6	12	0,112	163,6
13	0,154	17,1	13	0,903	264,0
14	0,015	43,4	14	0,062	127,6
15	0,031	102,9	15	0,140	193,2
16	0,034	171,9	16	0,128	291,0
17	0,044	187,8	17	0,204	88,5
18	0,015	266,5	18	0,082	14,1
19	0,035	293,0	19	0,173	251,3
20	0,012	19,3	20	0,063	263,0
21	0,027	246,9	21	0,068	210,1
22	0,016	15,3	22	0,087	145,0
23	0,017	217,3	23	0,091	222,6
24	0,016	314,5	24	0,077	9,1
25	0,015	200,5	25	0,047	45,1
26	0,013	50,8	26	0,020	229,6
27	0,013	146,0	27	0,134	260,5
28	0,044	222,1	28	0,043	151,1
29	0,015	313,0	29	0,059	260,1
30	0,031	35,9	30	0,022	319,2
31	0,017	223,4	31	0,043	43,1



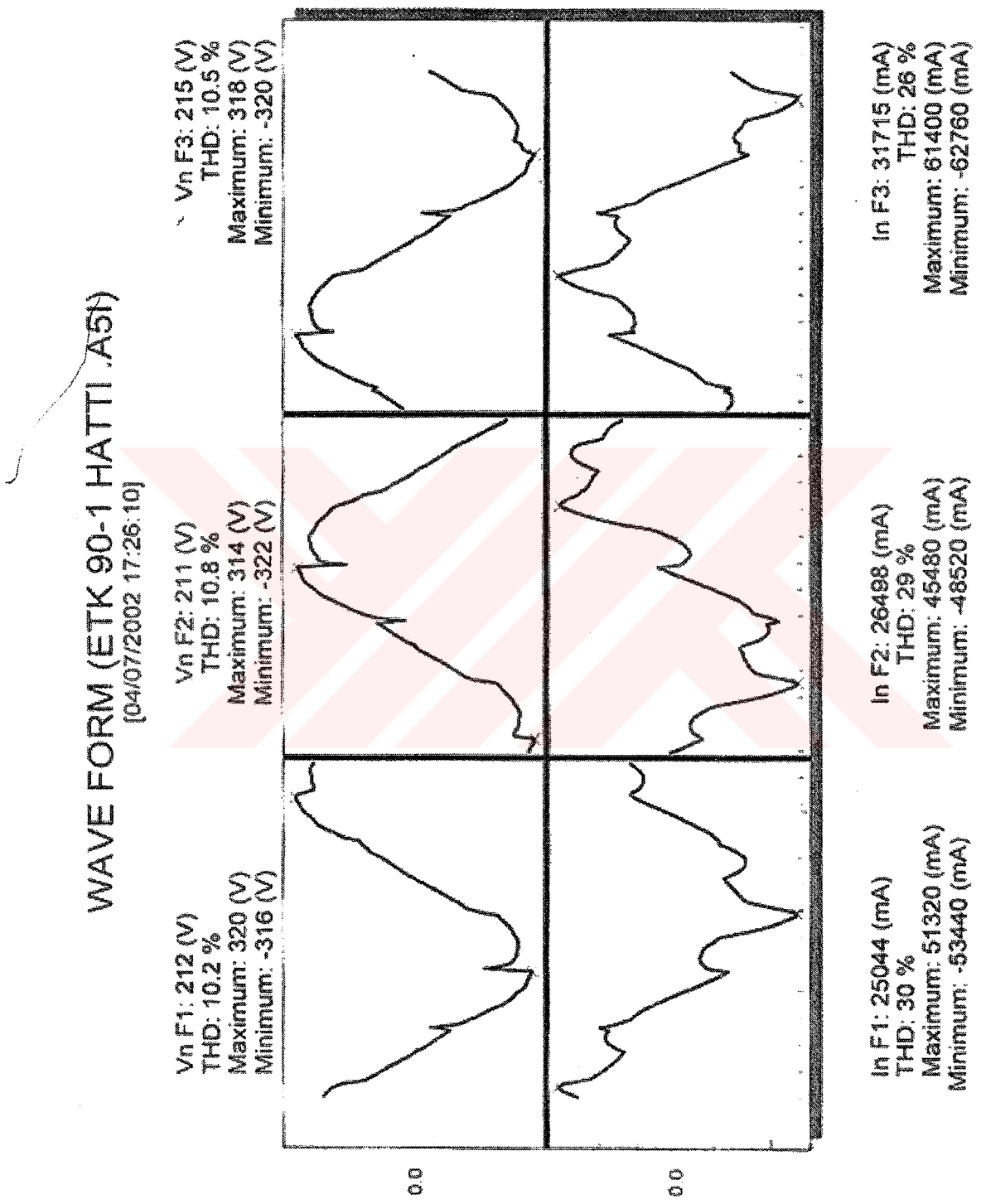
Şekil 11. 5 90 – 1 Hattı akım eğrisi



Şekil 11. 6 90- 1 Hattı aktif / reaktif güç eğirleri



Şekil 11. 7 90 – 1 Hattı güç faktörü değişimi

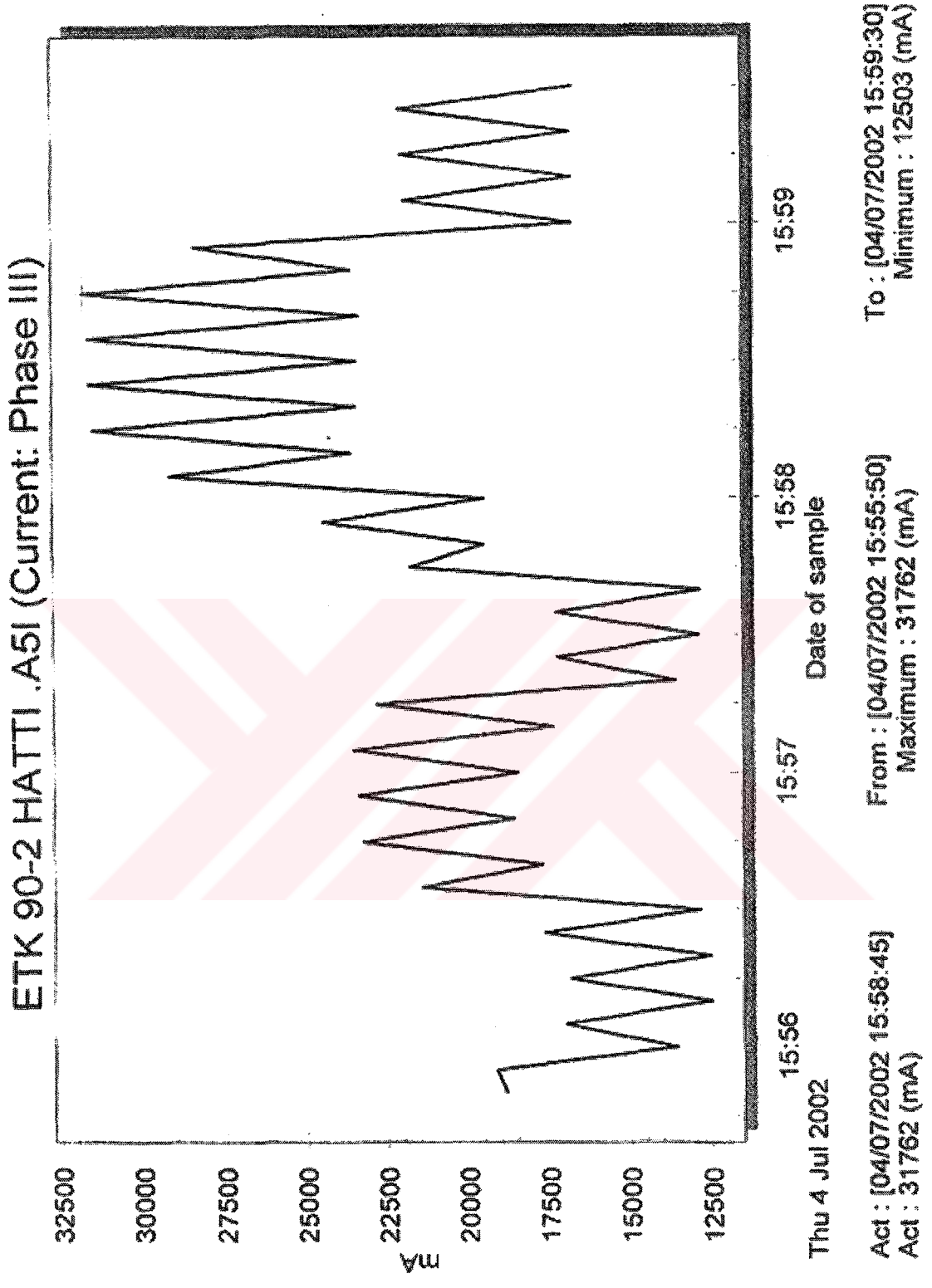


Şekil 11. 8 90 – 1 Hattı akım / gerilim dalga formları

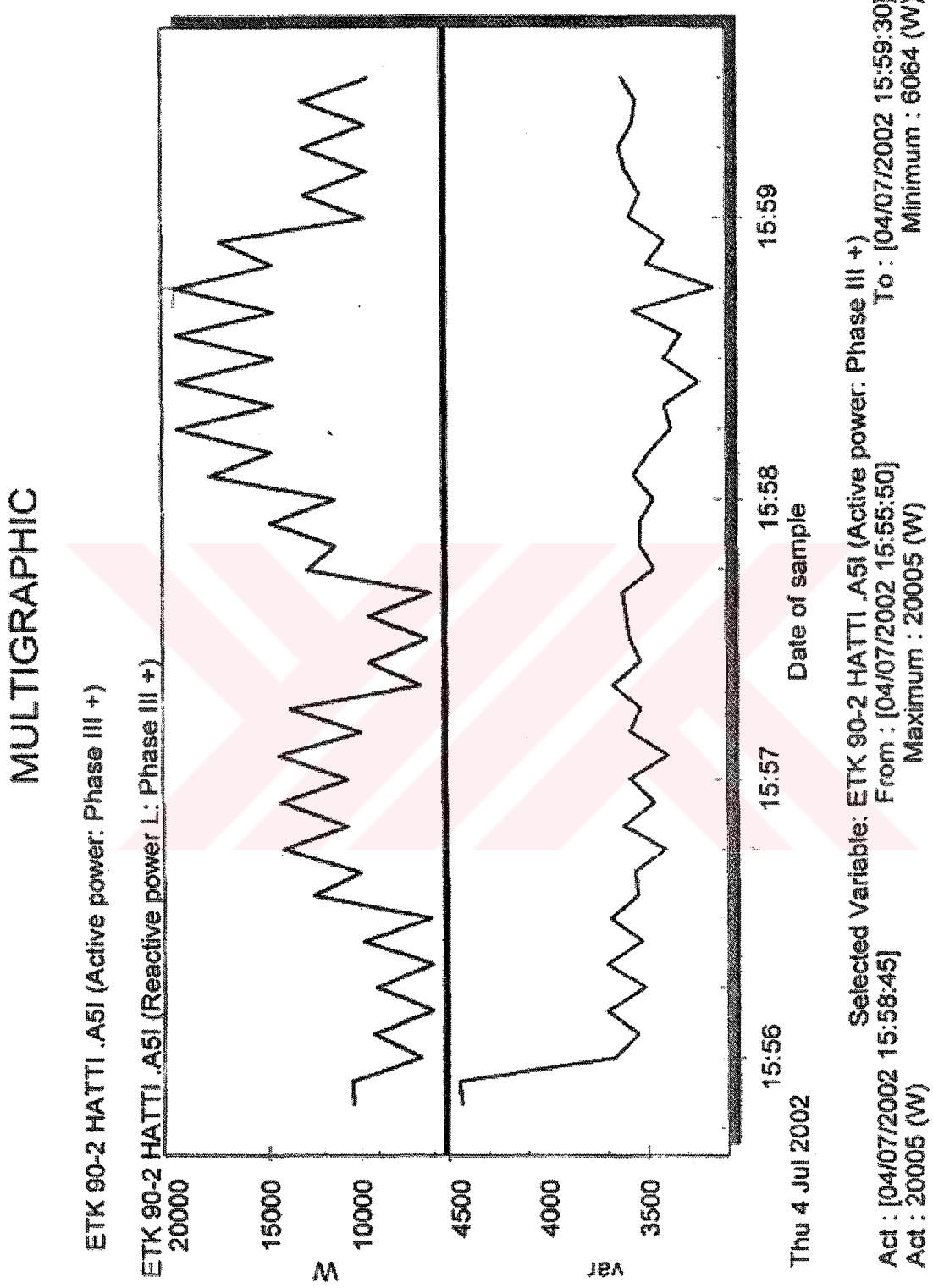
Çizelge 11. 2 90 – 1 Hattı akım / gerilim harmonikleri

Date 04 / 07 / 2002 17:26:10

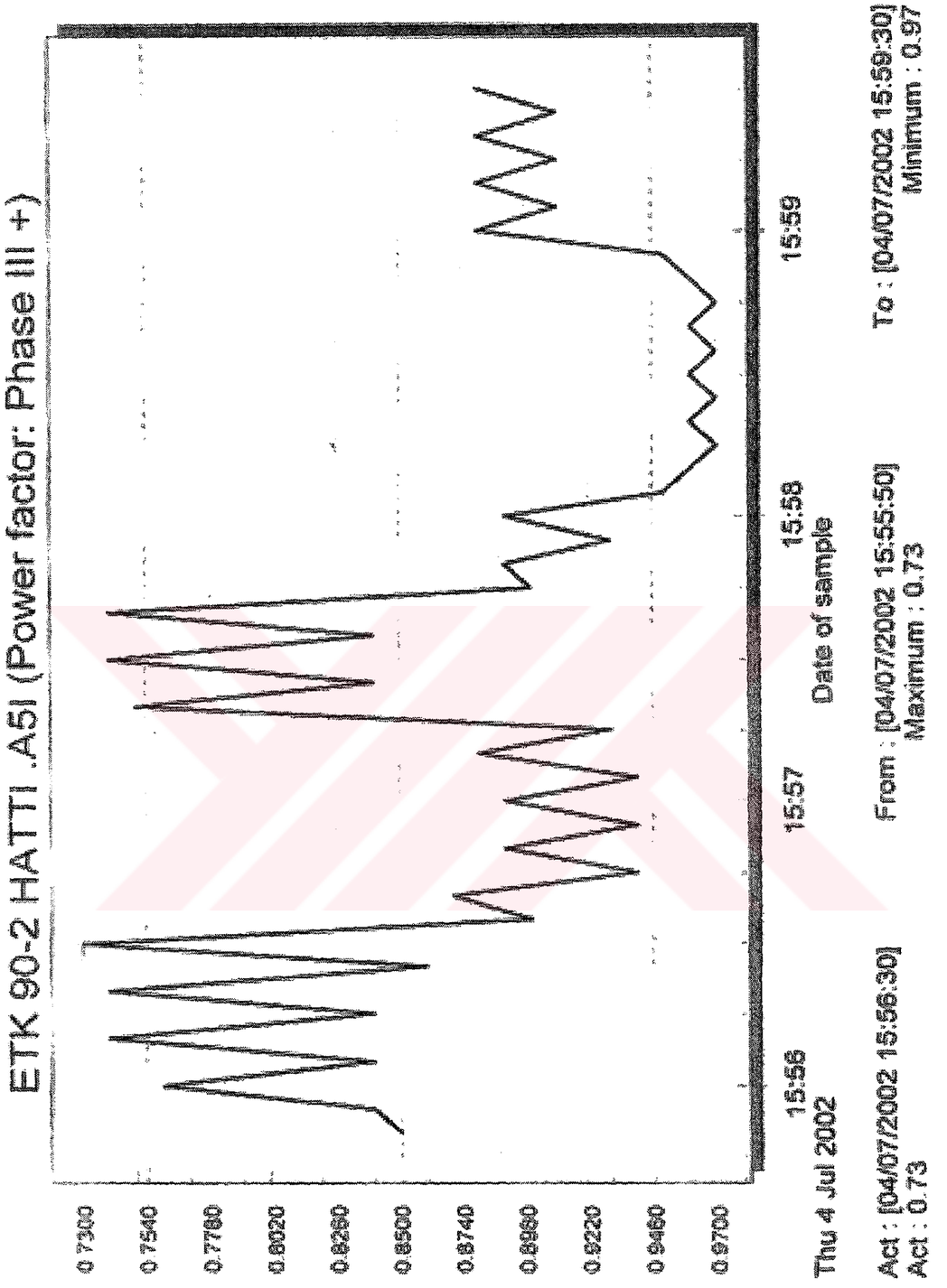
Phase Voltage 1			**Phase Current 1**		
Vrms (V) : 213	THD (%) :10,2		Irms (mA) :26231	THD (%) : 29,6	
Fundamental (V):212	Disphase (°) : 129,8		Fundamental (mA): 25044	Disphase (°) : 65,0	
Harmonic	**Amplitude(%)**	**Disphase (°)**	**Harmonic**	**Amplitude(%)**	**Disphase(°)**
2	2,309	253,4	2	3,333	274,4
3	1,112	143,7	3	1,717	215,9
4	1,966	78,3	4	5,517	316,4
5	7,318	149,0	5	24,872	70,7
6	1,766	321,5	6	2,901	262,6
7	1,995	309,7	7	14,370	289,7
8	0,740	134,2	8	2,826	213,5
9	0,393	25,7	9	1,716	142,1
10	1,617	279,6	10	1,719	152,1
11	1,876	357,4	11	4,503	8,8
12	1,873	143,7	12	0,600	54,0
13	1,200	128,6	13	3,984	209,1
14	0,632	333,9	14	2,029	156,9
15	0,287	45,4	15	0,812	100,3
16	0,963	116,1	16	2,843	40,2
17	1,551	241,1	17	1,201	203,1
18	1,431	350,6	18	0,651	277,0
19	0,447	304,5	19	0,974	308,2
20	0,680	162,1	20	0,350	180,8
21	0,082	165,3	21	0,713	101,9
22	1,025	324,8	22	1,359	320,5
23	1,393	89,6	23	1,144	77,5
24	1,131	189,4	24	0,855	283,0
25	0,116	185,6	25	0,883	248,9
26	0,657	2,7	26	1,020	178,9
27	0,130	15,7	27	0,652	86,4
28	1,059	197,0	28	0,709	89,4
29	1,233	314,1	29	0,881	349,5
30	0,653	60,8	30	1,007	229,6
31	0,325	149,6	31	0,270	198,5



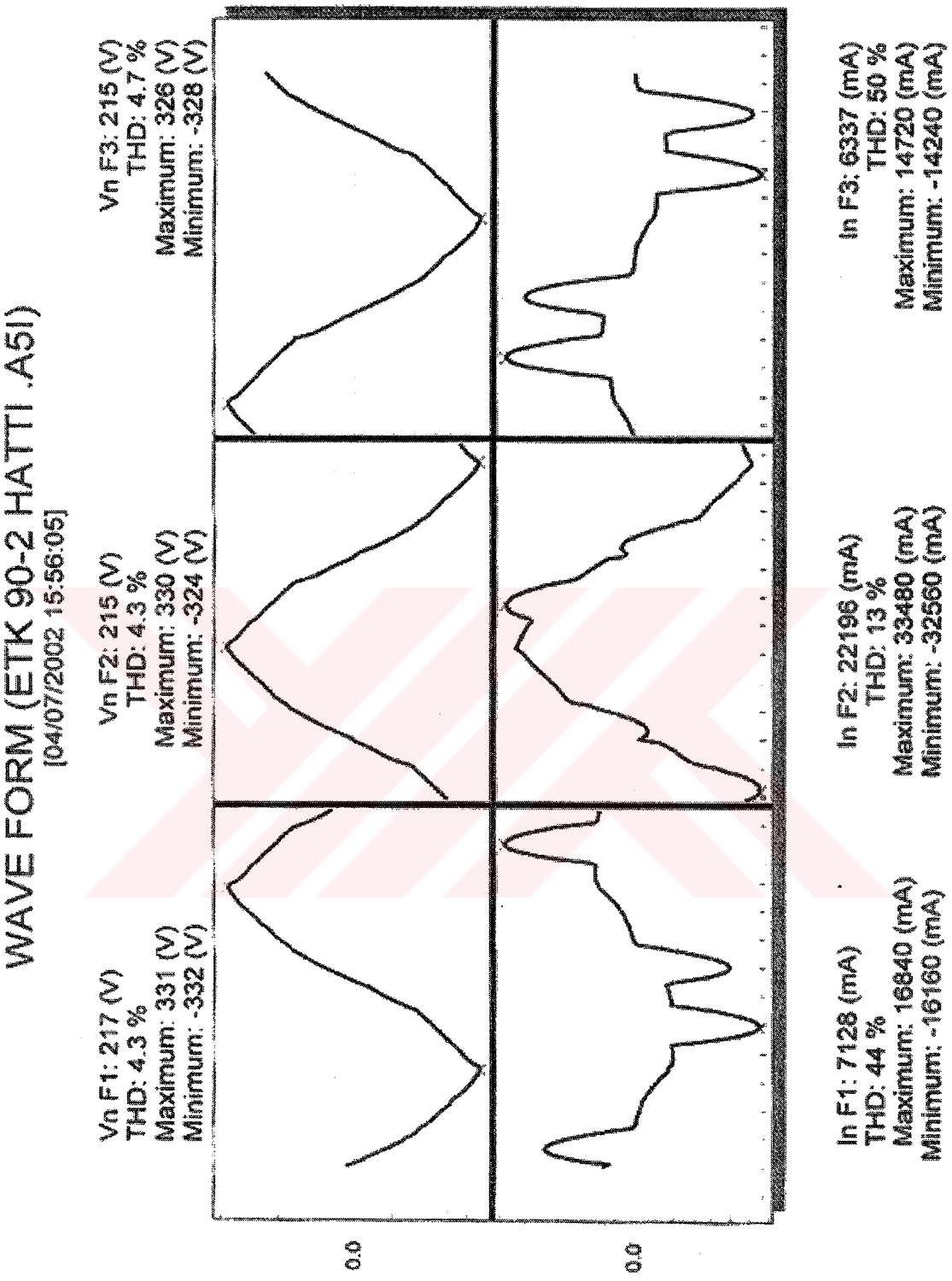
Şekil 11. 9 90 – 2 Hattı akım eğrisi



Şekil 11. 10 90 – 2 Hattı aktif / reaktif güç



Şekil 11. 11 90 – 2 Hattı güç faktörü



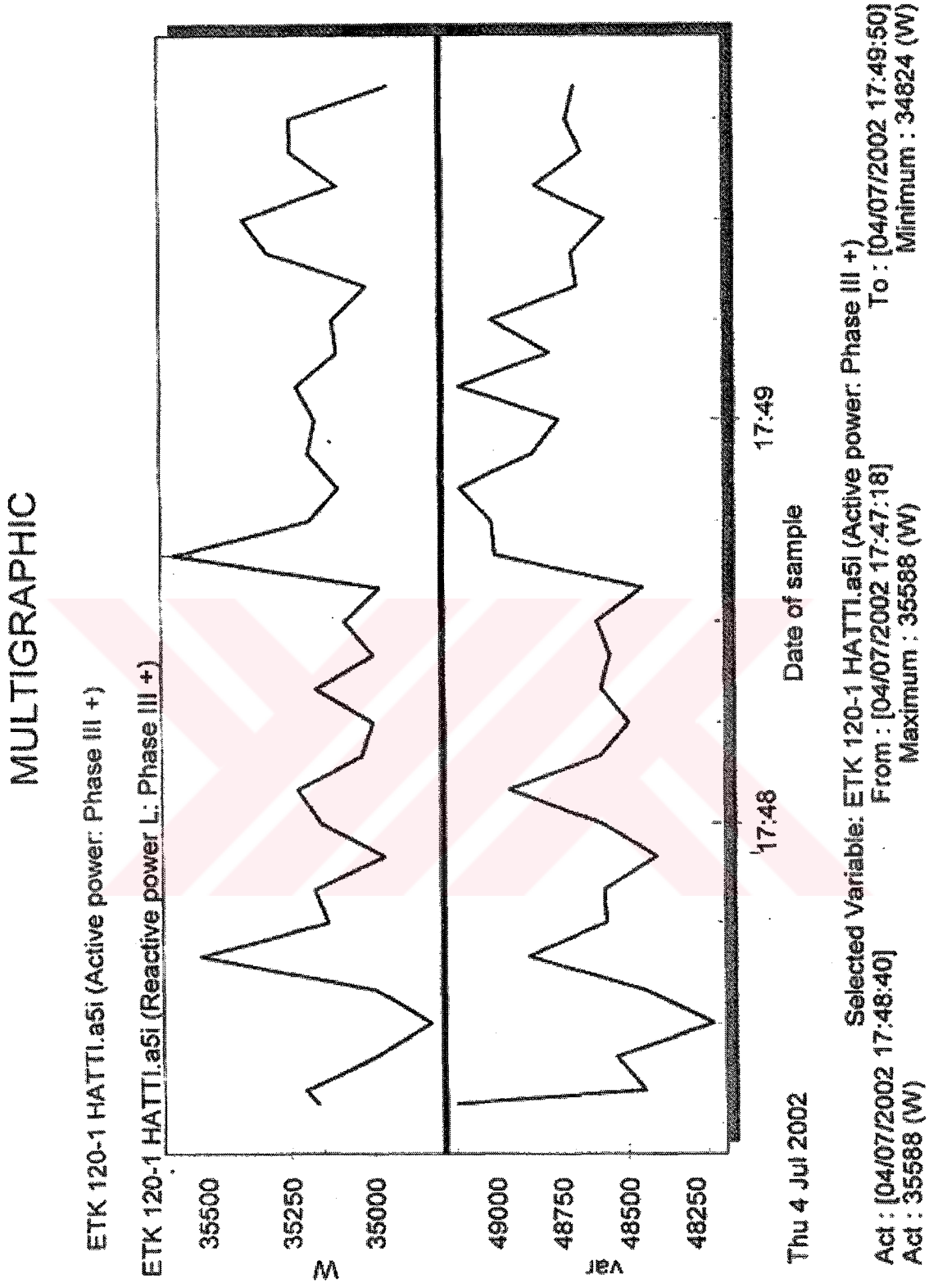
Şekil 11. 12 90 – 2 Hattı akım / gerilim dalga formları

Çizelge 11. 3 90 – 2 Hattı akım / gerilim harmonikleri

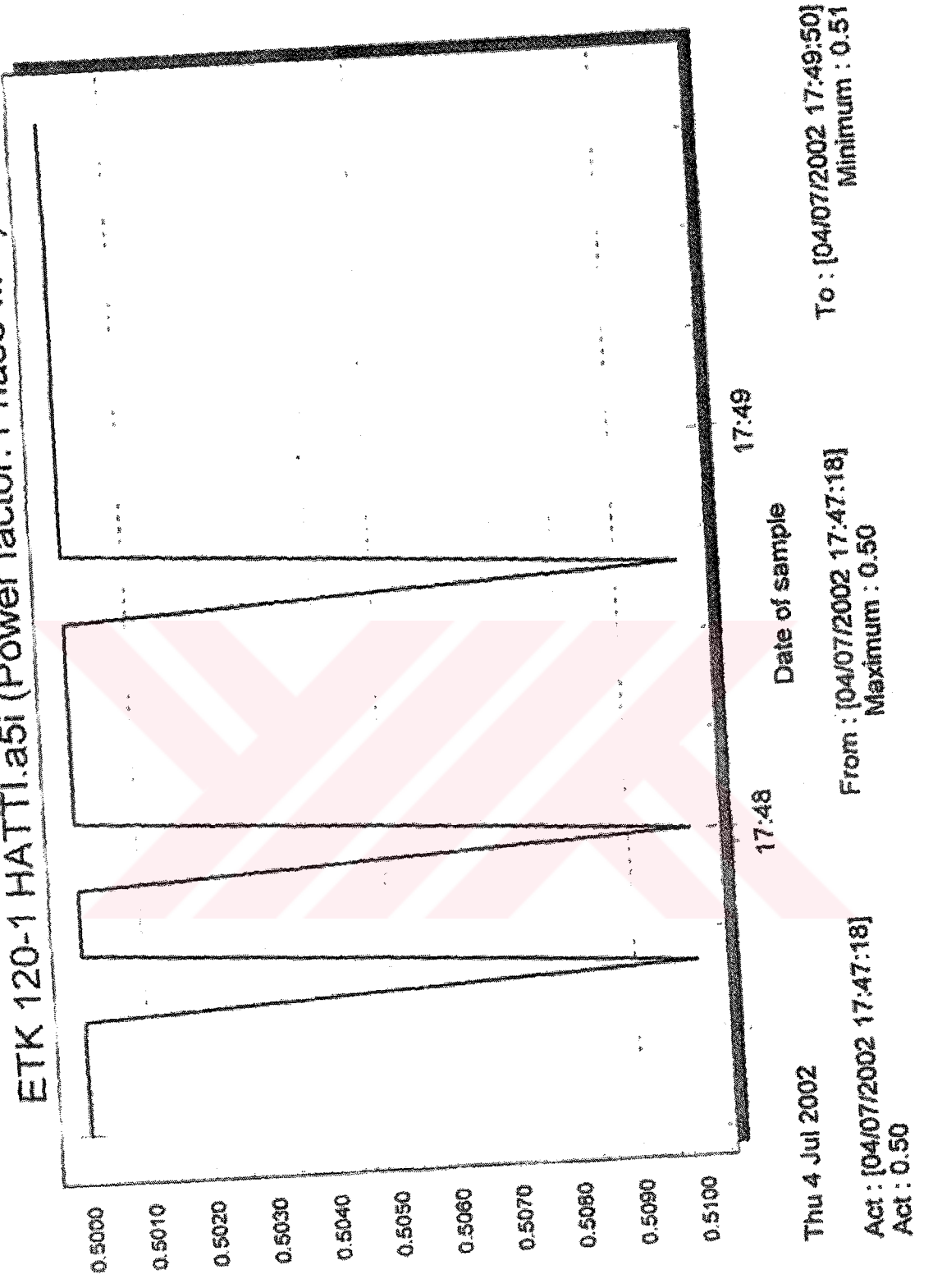
Date 04 / 07 / 2002 15:56:05

Phase Voltage 3			**Phase Current 3**		
Vrms (V) : 215	THD (%) :4,7		Irms (mA) :7296	THD (%) : 49,6	
Fundamental (V):215	Disphase (°) : 58,3		Fundamental (mA): 6337	Disphase (°) : 349,5	
Harmonic	**Amplitude(%)**	**Disphase (°)**	**Harmonic**	**Amplitude(%)**	**Disphase(°)**
2	1,004	275,2	2	4,545	358,0
3	0,643	238,2	3	3,395	204,1
4	0,505	184,2	4	0,852	52,0
5	3,807	18,7	5	44,659	139,1
6	0,371	9,7	6	4,339	134,4
7	1,737	186,5	7	32,839	301,6
8	0,069	212,7	8	1,902	295,4
9	0,252	150,7	9	1,669	281,6
10	0,165	84,4	10	1,692	277,4
11	0,692	193,3	11	7,694	98,5
12	0,112	129,9	12	0,481	74,4
13	0,963	318,8	13	1,759	43,3
14	0,139	284,9	14	1,059	73,3
15	0,229	277,3	15	0,690	331,4
16	0,197	179,7	16	0,537	38,2
17	0,439	21,9	17	5,599	206,3
18	0,116	22,5	18	1,562	198,0
19	0,355	70,8	19	3,250	13,5
20	0,073	350,8	20	0,107	245,9
21	0,146	32,7	21	0,576	34,2
22	0,129	348,0	22	0,457	3,4
23	0,519	125,3	23	1,218	300,1
24	0,152	84,3	24	0,745	333,7
25	0,131	258,1	25	2,062	135,9
26	0,059	324,1	26	0,530	134,5
27	0,179	261,7	27	0,192	81,7
28	0,090	151,1	28	0,518	114,2
29	0,096	283,0	29	1,1091	290,8
30	0,055	133,4	30	0,297	245,2
31	0,211	23,3	31	0,226	318,1

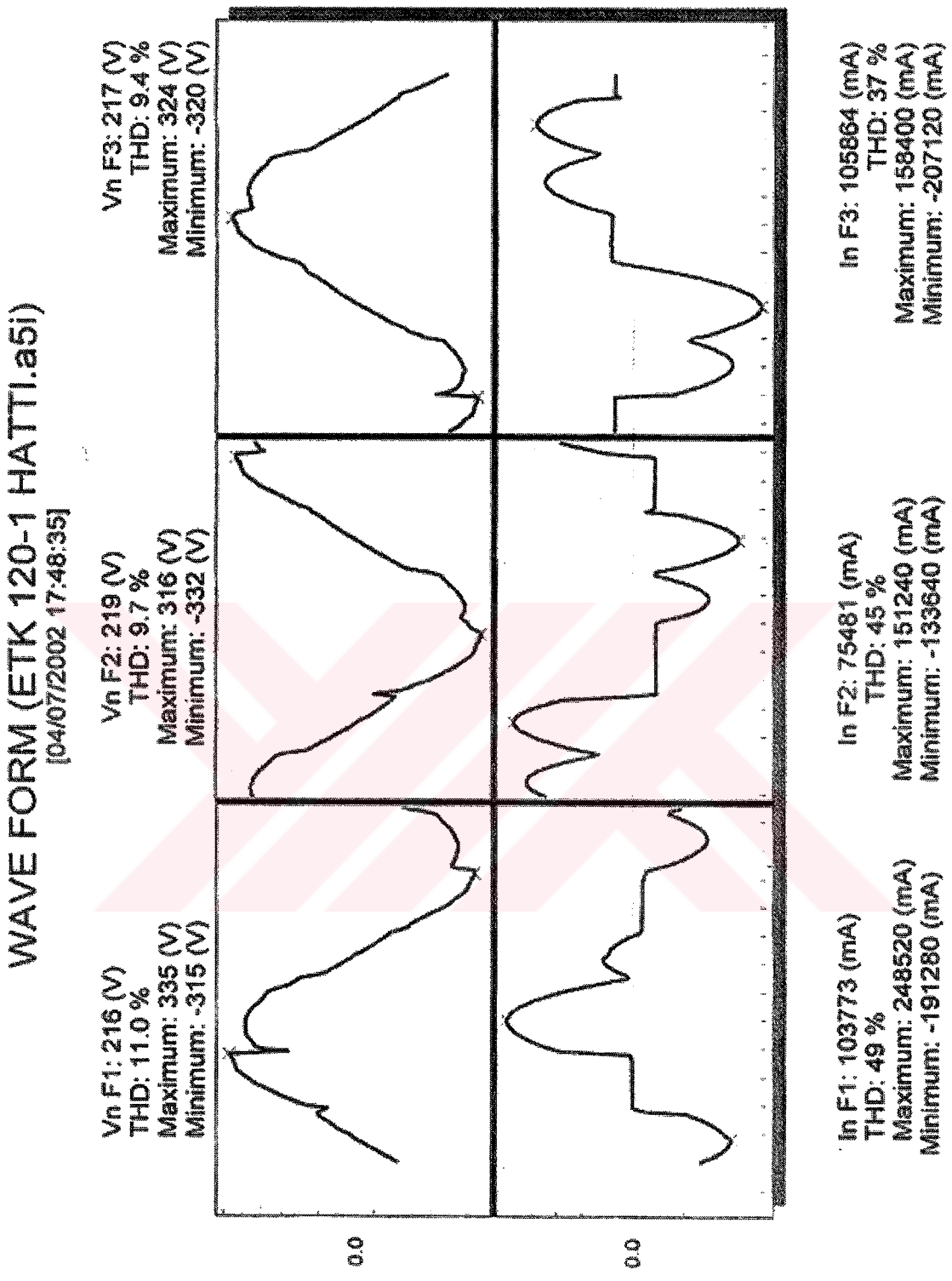
Şekil 11. 13 120 – 1 Hattı akımı



Şekil 11. 14 120 – 1 Hattı aktif / reaktif güç



Şekil 11. 15 120 – 1 Hattı güç faktörü

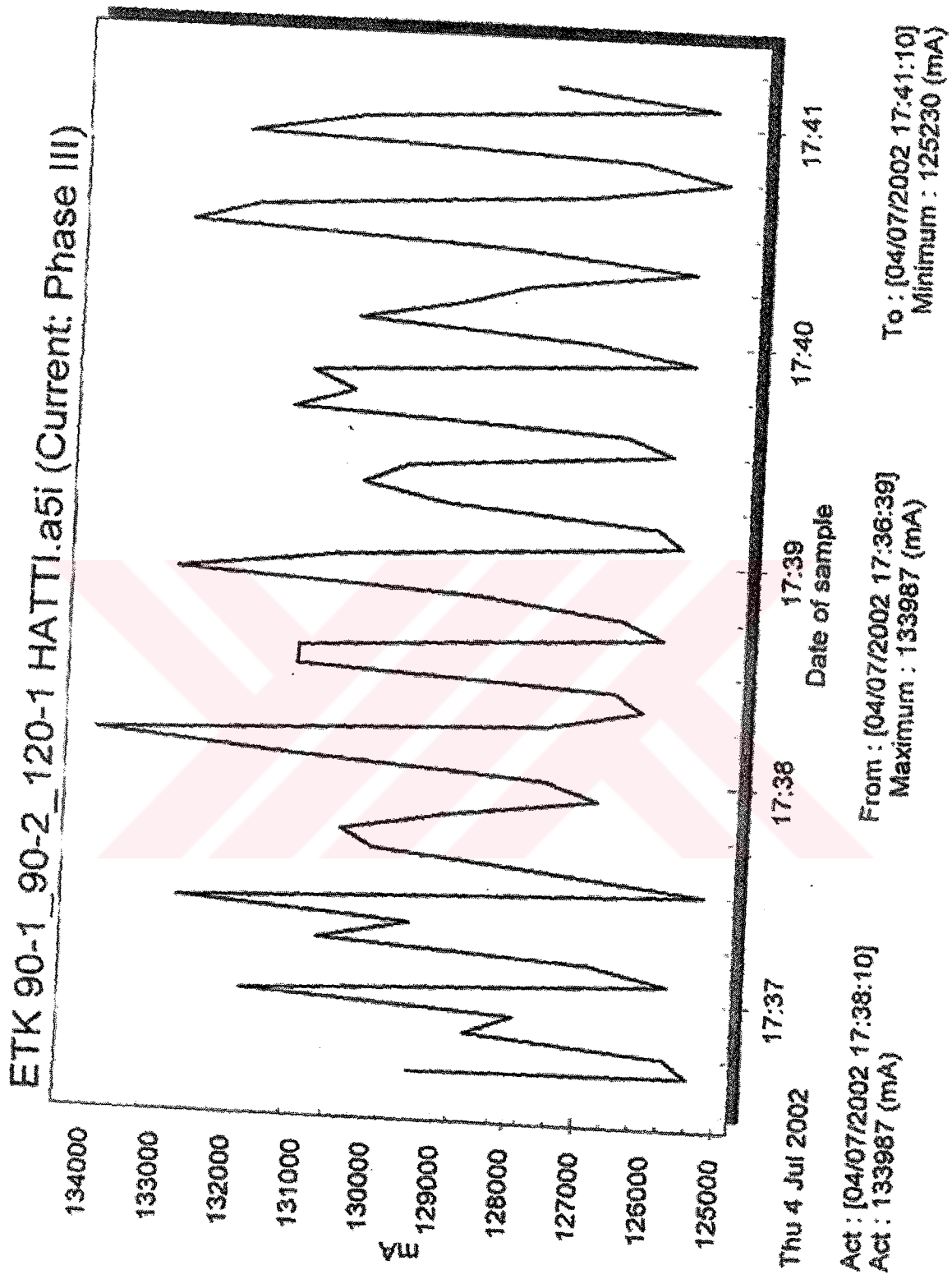


Şekil 11. 16 120 – 1 Hattı akım / gerilim dalga formları

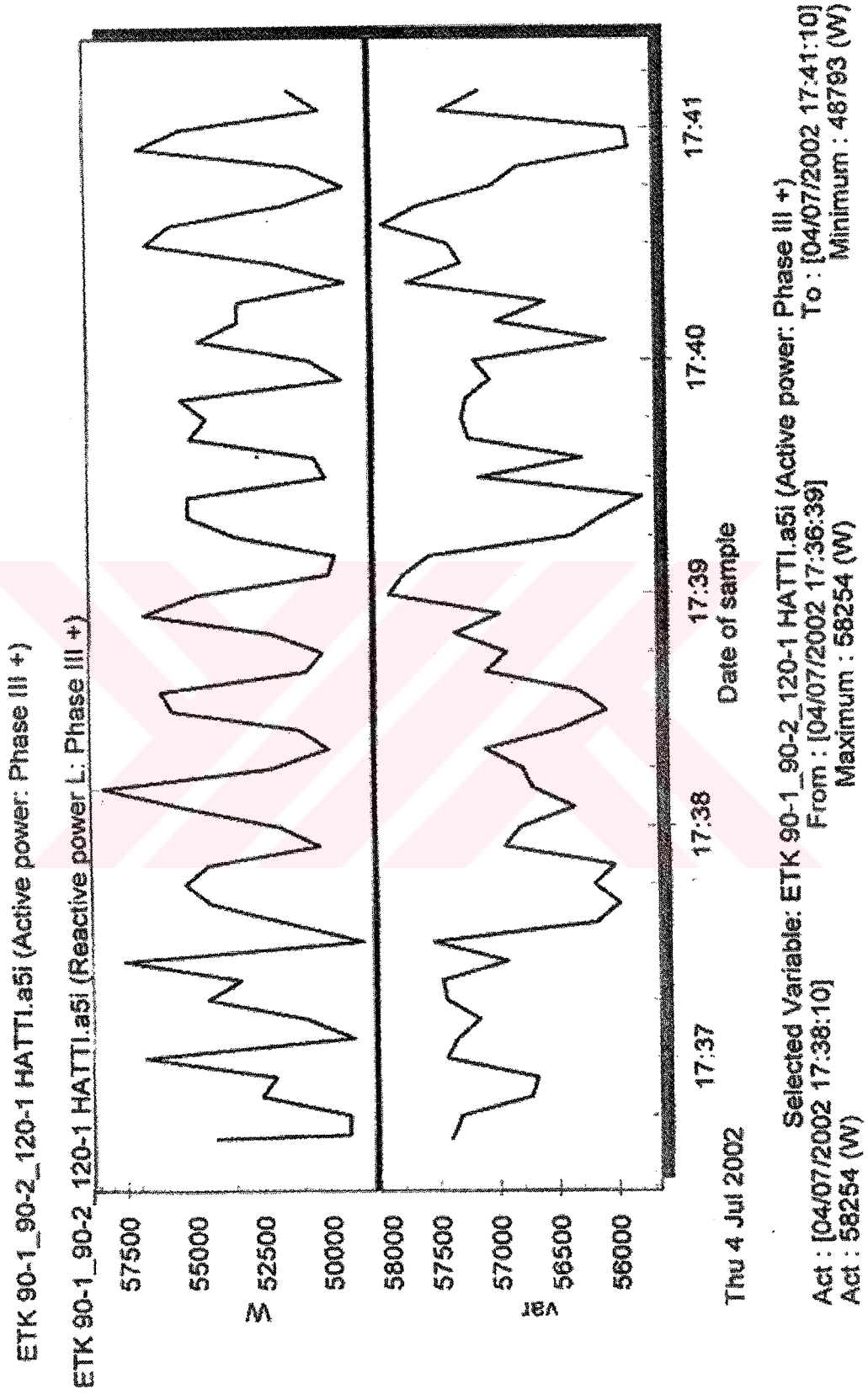
Çizelge 11. 4 120 – 1 Hattı akım / gerilim harmonikleri

Date 04 / 07 / 2002 17:48:35

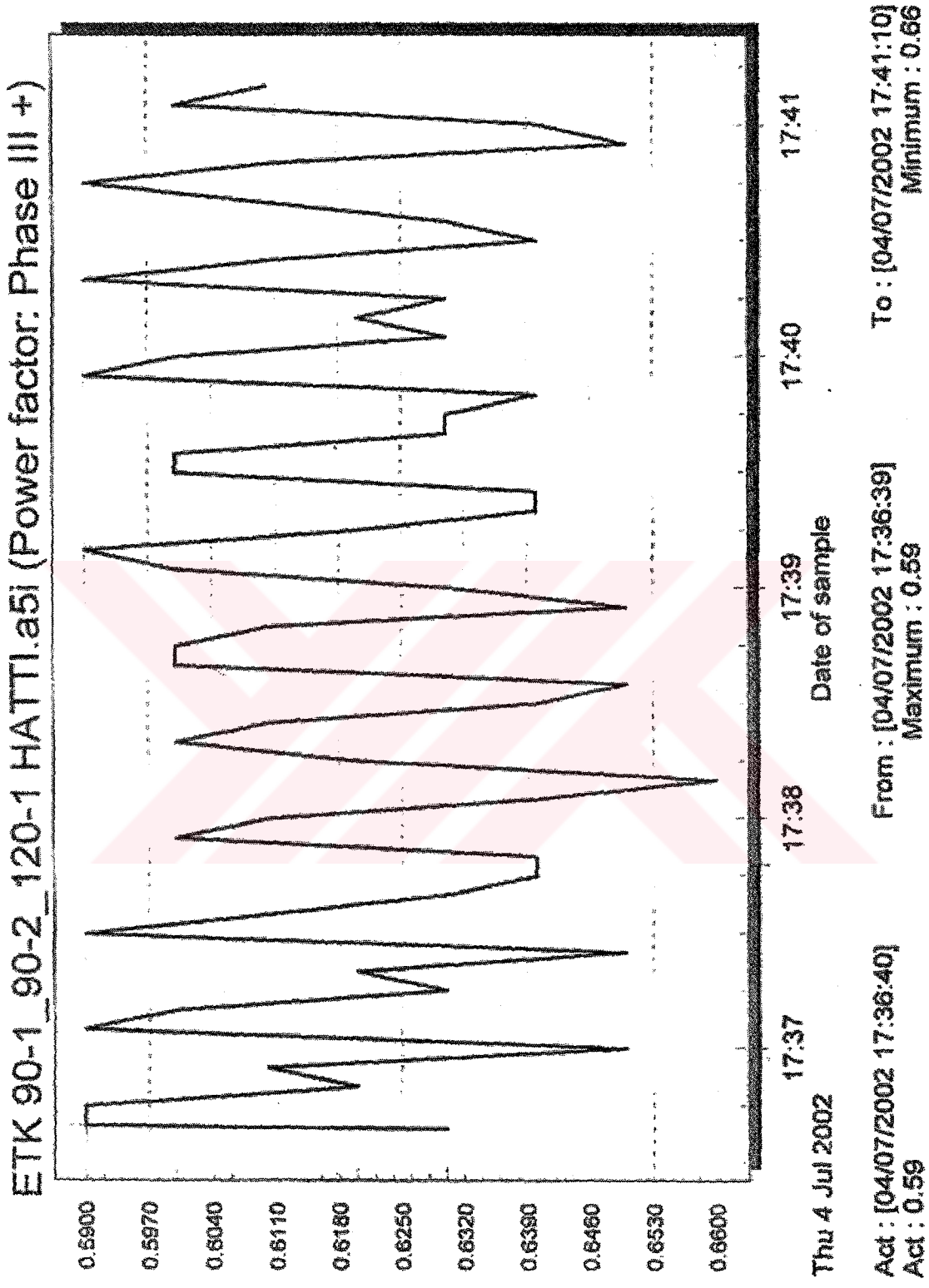
Phase Voltage 1			**Phase Current 1**		
Vrms (V) : 218	THD (%) :11,0		Irms (mA) :119310	THD (%) : 49,2	
Fundamental (V):216	Disphase (°) : 334,5		Fundamental (mA): 103773	Disphase (°) : 291,4	
Harmonic	**Amplitude(%)**	**Disphase (°)**	**Harmonic**	**Amplitude(%)**	**Disphase(°)**
2	3,092	169,4	2	38,186	333,2
3	1,646	323,6	3	17,739	230,2
4	2,278	224,8	4	17,385	129,3
5	7,632	147,6	5	29,346	115,2
6	0,425	114,9	6	5,027	181,6
7	1,908	346,9	7	2,942	167,4
8	2,321	340,1	8	8,158	65,8
9	0,887	175,4	9	4,027	317,4
10	1,200	52,2	10	4,337	223,8
11	2,206	352,9	11	4,361	243,1
12	0,902	358,2	12	4,262	273,1
13	1,458	193,8	13	3,980	210,5
14	1,798	179,0	14	3,264	172,2
15	0,314	15,5	15	1,286	357,5
16	0,484	247,9	16	0,788	326,4
17	1,496	224,9	17	3,269	29,2
18	1,016	179,7	18	3,242	5,6
19	1,072	22,2	19	1,888	307,8
20	1,353	37,0	20	1,637	316,7
21	0,288	312,3	21	0,293	336,3
22	0,228	190,6	22	0,699	177,8
23	1,404	74,5	23	2,065	138,1
24	0,611	13,7	24	1,843	115,7
25	0,970	245,3	25	1,244	73,0
26	1,322	250,1	26	1,786	82,2
27	0,722	169,6	27	0,748	64,1
28	0,523	57,4	28	0,705	290,7
29	0,870	285,3	29	1,627	241,4
30	0,690	239,0	30	1,232	239,9
31	0,487	144,1	31	1,189	221,1



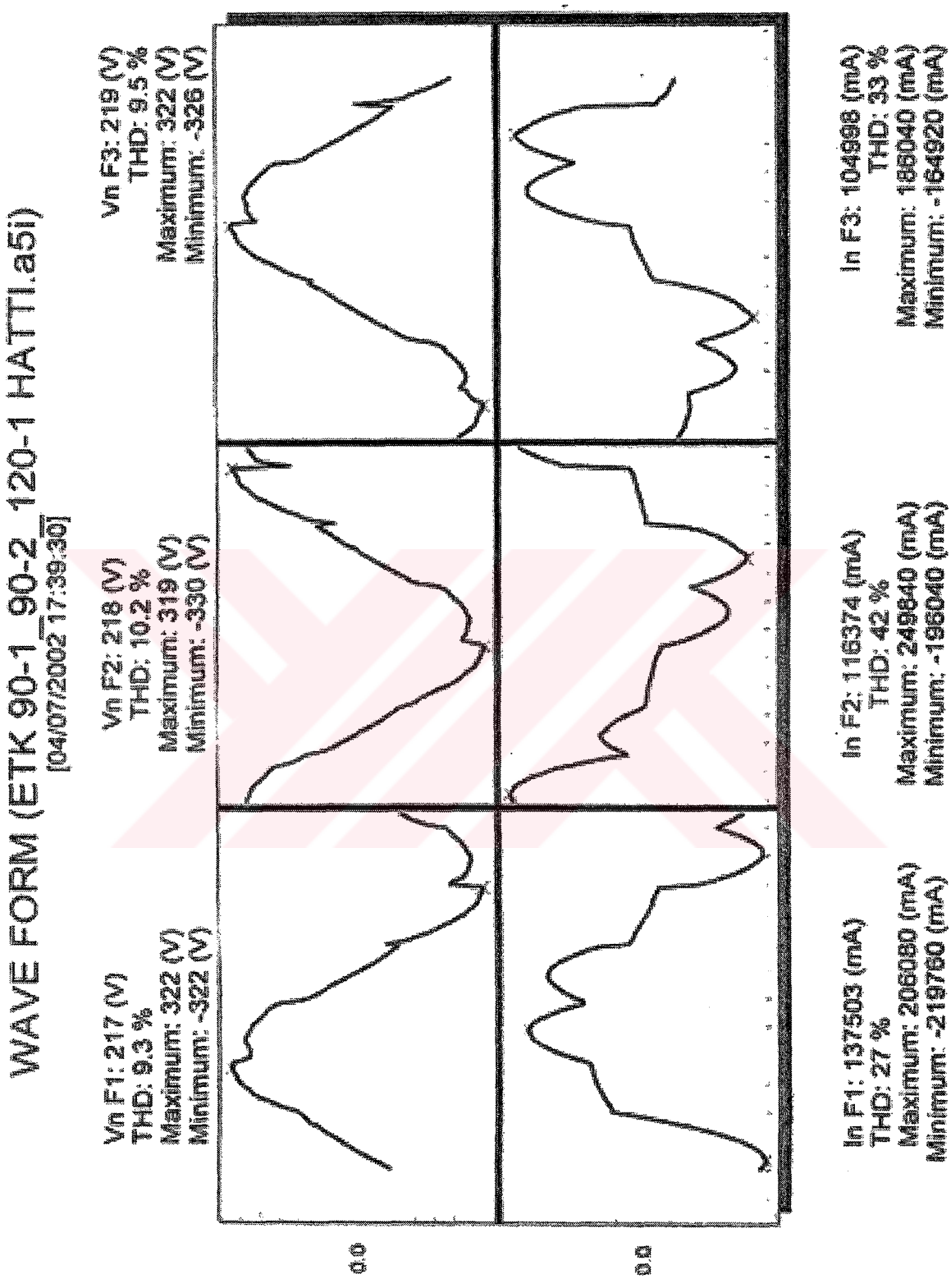
Şekil 11. 17 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akımı



Şekil 11. 18 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam aktif / reaktif güç



Şekil 11. 19 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam güç faktörü



Şekil 11. 20 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akım / gerilim dalga formları

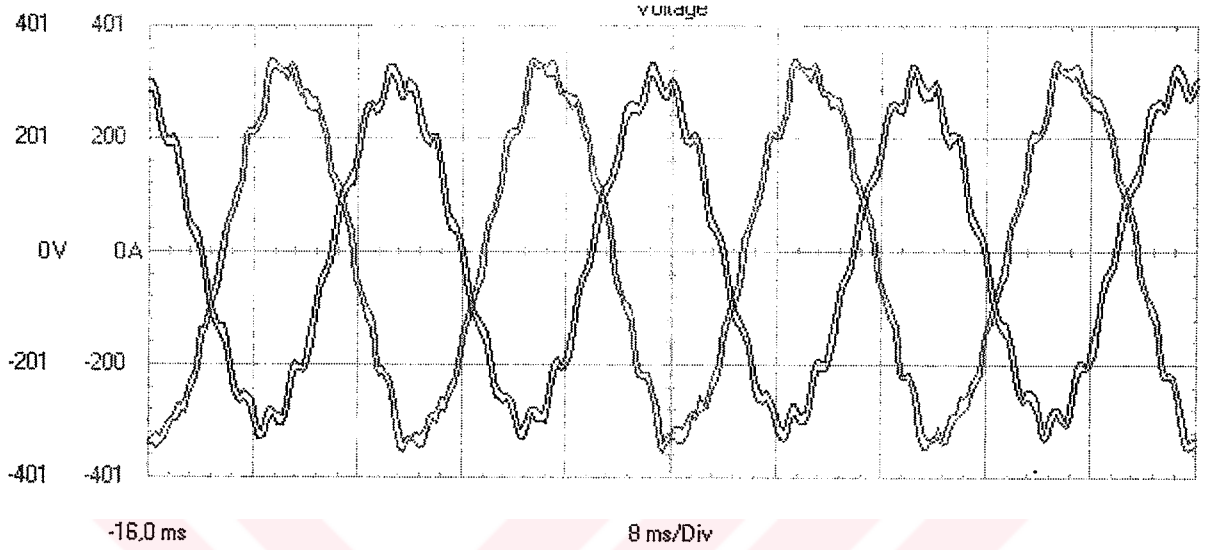
Çizelge 11. 5 90 – 1 / 90 – 2 / 120 – 1 Hatları toplam akım / gerilim harmonikleri

Date 04 / 07 / 2002 17:39:30

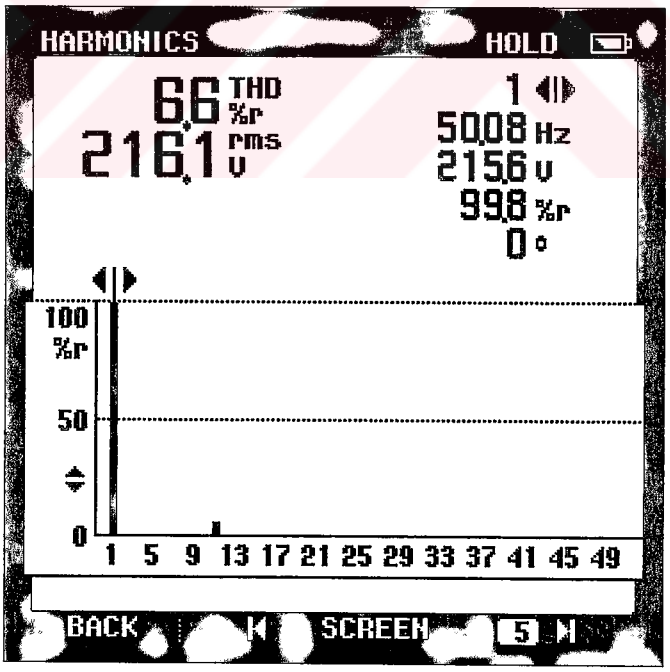
Phase Voltage 1			**Phase Current 1**		
Vrms (V) : 220	THD (%) :10,2		Irms (mA) :127972	THD (%) : 41,6	
Fundamental (V):218	Disphase (°) : 107,1		Fundamental (mA): 116374	Disphase (°) : 64,2	
Harmonic	**Amplitude(%)**	**Disphase (°)**	**Harmonic**	**Amplitude(%)**	**Disphase(°)**
2	2,371	133,4	2	31,163	337,2
3	1,644	358,9	3	15,256	230,0
4	1,803	241,8	4	12,439	138,7
5	7,392	149,4	5	22,537	117,8
6	1,464	148,3	6	6,235	189,6
7	1,108	0,2	7	4,296	174,8
8	2,189	335,7	8	7,481	62,9
9	0,881	212,6	9	3,553	333,9
10	0,660	92,5	10	2,585	223,1
11	1,935	351,6	11	3,360	252,3
12	1,648	358,3	12	4,358	283,5
13	0,594	232,5	13	3,053	228,3
14	1,697	183,2	14	2,253	174,6
15	0,393	101,1	15	0,859	307,2
16	0,287	6,2	16	0,645	228,7
17	1,136	240,5	17	2,261	46,3
18	1,301	200,0	18	2,769	36,4
19	0,176	160,2	19	1,260	8,4
20	1,350	46,9	20	1,459	336,7
21	0,649	4,9	21	1,225	337,6
22	0,598	252,3	22	0,976	272,1
23	0,862	88,1	23	1,415	160,0
24	0,934	57,2	24	1,630	143,3
25	0,313	2,9	25	0,982	136,6
26	1,335	272,9	26	1,521	108,3
27	1,030	224,5	27	1,170	94,7
28	0,481	108,1	28	0,245	31,3
29	0,369	332,8	29	0,599	239,5
30	0,723	295,6	30	0,954	298,2
31	0,937	251,8	31	1,170	281,5

KGK uygulaması öncesinde sistemin sahip olduğu elektriksel parametrelerin genel görüntüsünü Çizelge 11.5 de açıkça görmekteyiz. Buna göre fabrika üretim hatları olan 90 – 1, 90 – 2 ve 120 – 1 hatlarının toplam gerilim harmonik distorsiyonu %10,2 toplam akım harmonik distrosiyonu % 41,6 seviyesindedir. Buna karşılık KGK uygulaması sonucunda bu parametrelerde meydana gelen değişiklikler bir sonraki bölümde ölçüm sonuçları ile birlikte değerlendirilmektedir.

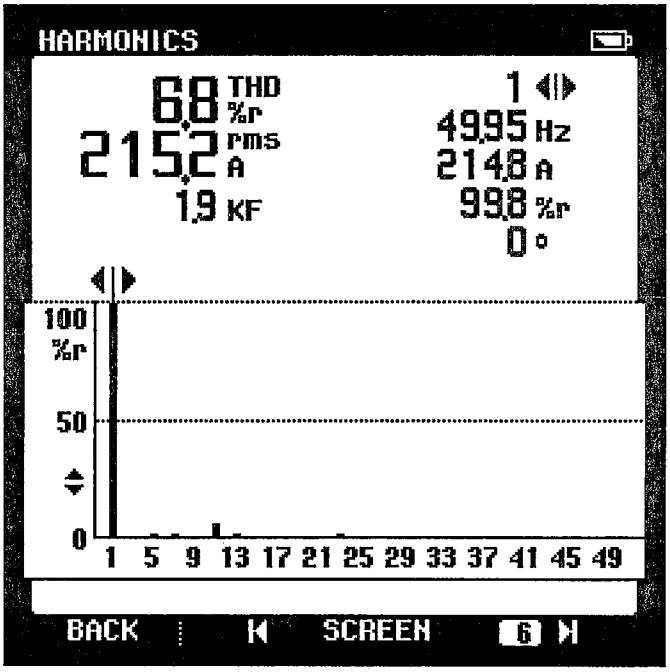
11.2 KGK Uygulaması Sonrasındaki Elektriksel Değişimler



Şekil 11. 21 KGK Giriş Akım / Gerilim Dalga Şekilleri

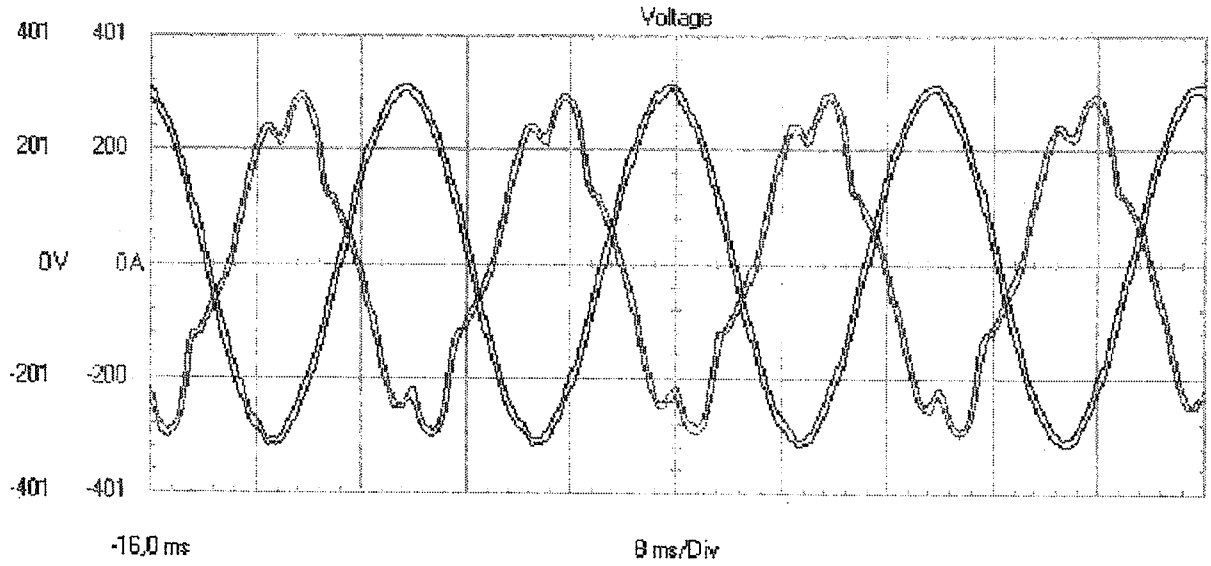


Şekil 11. 22 KGK Giriş Gerilim Harmonikleri

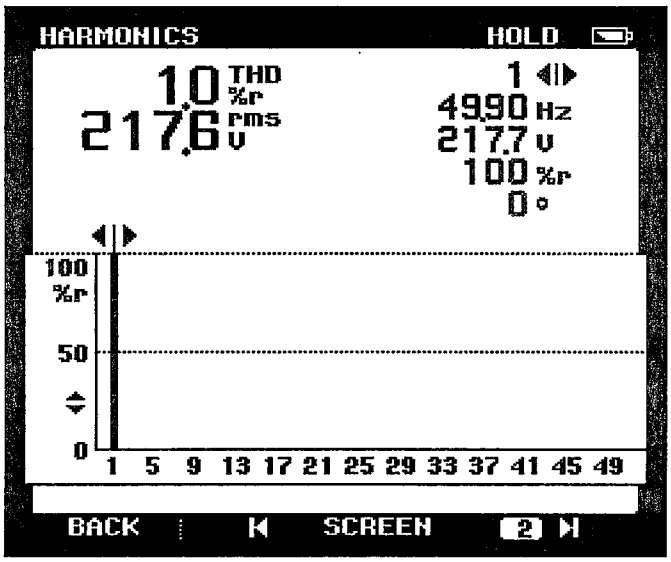


Şekil 11. 23 KGK Giriş Akım Harmonikleri

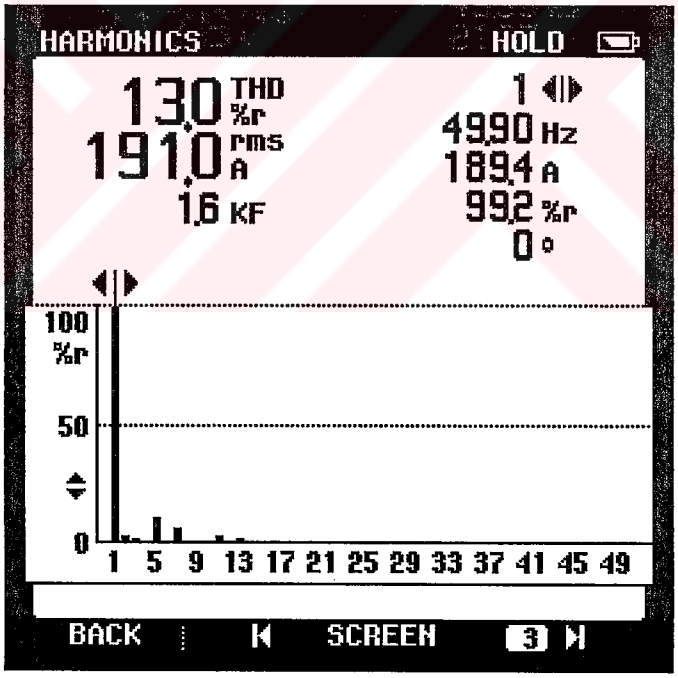
KGK uygulaması sonucunda bir önceki bölümde incelenen ve ölçümleri Çizelge 11.5' de verilen akım harmonik değeri % 41,6 dan % 6,8 seviyesine (Şekil 11.23), gerilim harmonik seviyesi % 10,2 den % 6,6 seviyesine (Şekil 11.22) gerilemiştir. Bu değerler KGK' nın girişinden alınan ölçümler neticesinde belirlenmiştir ve sistemin şebekeye olan etkisini ortaya koymaktadır. KGK' nın çıkışında alınan ölçümler neticesinde sisteme etki eden akım ve gerilim değerlerinin değişimini şekil 11.24, 11.25 ve 11.26 da görmekteyiz.



Şekil 11. 24 KGK Çıkış Akım / Gerilim Dalga Şekilleri



Şekil 11. 25 KGK Çıkış Gerilim Harmonikleri



Şekil 11. 26 KGK Çıkış Akım Harmonikleri

Buna göre KGK çıkışında yani doğrudan sistem tarafından hissedilen akım harmonik değerinin %13 gerilim harmonik değerinin ise % 1 olduğu görülmektedir.

12. SONUÇ VE ÖNERİLER

KGK kullanımı günümüzde hem sanayide hem de küçük ofis ve ev uygulamalarında kendine önemli bir yer edinmiştir. Küçük ofis ve ev uygulamalarında KGK kullanımı genellikle 200 VA ile 7-10 kVA arasında değişirken çok daha büyük güçlerin söz konusu olduğu büyük sanayi tesisleri ve internet house uygulamalarında bu değerler 8 MVA ya kadar çıkabilmektedir. Hangi güçte ne tür uygulama olursa olsun verilerin işlendiği ve saklandığı, bu nedenle kritik yük olarak adlandırılan yüklerin korunmasında doğru güç kaynağının seçilmesi kaçınılmazdır.

Özellikle endüstriyel uygulamalarda mevcut şebeke şartlarının elverişsiz koşullarından dolayı üretim kayıpları son derece büyük miktarlara varmakta ve bu durum hem finansal açıdan hem de işletme verimliliği açısından olumsuzluklara yol açmaktadır.

İşletme sahipleri ve teknik yöneticiler genellikle kurulum aşamasında kapsamlı bir fizibilite çalışmasını göz ardı etmektedirler. Bu durum ileri aşamalarda sorunlara neden olmaktadır. Teknik altyapıya sahip personel içerisinde dahi, elektriksel problemler sadece kesinti hali olarak algılanmakta ve genellikle sadece jeneratör kullanılarak bu problemin çözülmesine çalışılmaktadır. Oysa üretim teknolojileri günümüzde tamamen bilgisayar kontrollü hale gelmiştir. Bu durum sistemlerin sadece elektrik kesintisine karşı değil aynı zamanda anlık kesintilere, şebeke dalgalanmalarına, frekans bozukluklarına v.b problemlere kaşı da korunması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu tip problemler kurulum aşamasında genellikle göz ardı edilmekte ve bu durum ileride daha fazla yatırım yapılarak giderilmek zorunda kalınmaktadır.

Söz gelimi, kapsamlı fizibilite çalışması yapılmadan projelendirilmiş bir iplik fabrikasında, her bir makaraya 400 m iplik saran yüzlerce makine düşünelim. Bu makinelerin şebeke geriliminde meydana gelen her dalgalanmada sistemlerin hassasiyeti nedeniyle makaralara sarılan ipleri koparttıklarını düşünelim. Bu durum da ortaya çıkan ürün ikinci kalite olarak ayrılacak ve yaklaşık 1/3 fiyatına satılmak zorunda kalınacaktır. Bu durum her dalgalanmada işletmenin milyarlarca lira zarara girmesine sebebiyet verecektir. İlk aşamada maliyeti çok yüksek görünen bir KGK sistemi çok kısa bir sure içerisinde bu problemi ortadan kaldırarak kendisini amorti edecek ve işletmeyi sürekli finansal ve verim kayıplarından koruyabilecektir.

Gelişen iletişim teknolojisine paralel olarak KGK' lar artık 24 saat kullanıcı ile tam bir etkileşim içerisinde ve acil durumlarda kendi çözümlerini ortaya koyabilen cihazlar haline gelmişlerdir. Hata veri bankaları vasıtası ile geçmişe yönelik hata mesajlarının ayrıntılı

dökümünü kullanıcının değerlendirmesine sunarak olası arızaların önceden saptanıp ortadan kaldırılmasını sağlayabilmektedirler.

Bunun yanında LAN ve WAN uygulamalarına uygun altyapıları sayesinde çok geniş alanlarda dahi kullanıcıya merkezi kontrol imkanı vermekte ve maksimum düzeyde sistem güvenliği sağlamaktadırlar.

Veri güvenliği açısından bakacak olursak KGK' lar hayati önem taşıyan bilgilerin (güvenlik, savunma, askeri kaynaklar v.b) güvenli bir şekilde saklanmasında da anahtar rol oynamaktadırlar.

Ülkemizde halen KGK kullanım oranları tam olarak tespit edilememiş olmasına rağmen özellikle son on yılda işletmelerin bu konuya bakış açısında önemli ölçüde değişiklikler meydana gelmiştir. Özellikle 80'li yılların ikinci yarısı ve 90'lı yılların başlarında başta tekstil ve otomotiv sanayii olmak üzere çok büyük kapasiteli üretim tesislerinde kullanılan yüksek teknolojiye sahip üretim araçlarının temiz enerji ihtiyaçlarına paralel olarak KGK kullanım miktarlarında artışlar gözlenmektedir.

Başlangıçta statik KGK' lara ait yarıiletken akım kapasitelerinin sınırlı olması nedeniyle özellikle büyük güçlerde (1000 kVA – 5000 kVA) dinamik güç kaynakları tercih edilirken zaman içerisinde static KGK'larda akım kapasitesi yüksek olan IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) kullanımının yaygınlaşması neticesinde static KGK' lar tercih önceliğini almışlardır. Bugün dünyadaki birçok üretici 1000 kVA tek modül statik KGK üretme imkanına sahiptir. Ayrıca bu KGK' lar 8 adete kadar paralellenebilmekte ve toplam çıkış gücü olarak 8 MVA gibi neredeyse orta ölçekte bir güç santrali mertebesinde kaynak sağlayabilmektedirler.

KGK uygulamasının yapıldığı bir üretim tesisinin, üretimde devamlılık ve dolayısıyla verimlilik göstergeleri aynı sektördeki diğer üretici firmalar için bir referans olarak alınmakta ve gelişen teknoloji ile birlikte, işlemelerin sahip oldukları yüksek teknolojili üretim araçlarının artan temiz enerji ihtiyaçlarına yönelik KGK kullanım oranları hızla artmaktadır.

Sonuç olarak; Kesintisiz Güç Kaynağı olarak adlandırılan sistemler, bilinenin aksine sadece kişisel bilgisayarların korunması için kullanılan sistemler olmamakla birlikte, jeneratör tarzı uzun süreli yedekleme sağlayan enerji kaynaklarına alternatif cihazlar da değillerdir. Kullanım amaçlarına uygun olarak KGK' lar şebekedeki anlık kesintilere, frekans bozukluklarına, aşırı alçak ve yüksek gerilime karşı hassas cihazların korunmasında ve kesinti anında, jeneratör gibi alternatif enerji kaynaklarının devreye girmesi için geçen süre içerisinde yüklerin tamamen kesintisiz bir şekilde çalışmasını sağlayan elektronik cihazlardır. En

gelişmiş yapıdaki otomatik jeneratörlerin bile kesinti anında, devreye giriş sürelerinin en az 10 saniye olduğu düşünülürse KGK' ların sahip oldukları hiç kesintisiz geçiş süreleri ile özellikle büyük çaptaki üretim tesisleri için ne denli önem arz ettikleri ortaya çıkmaktadır.

Bütün bunlar göz önüne alındığında, şebeke problemlerine karşı hassas üretim araçlarına sahip tesislerin henüz kurulumları aşamasında, elektrik projelerine KGK sistemi ile ilgili gereksinimlerini dahil etmeleri hem finansal hem de üretimde verimlilik açısından son derece faydalı olacaktır. Aksi takdirde üretim faaliyetleri sırasında ortaya çıkacak enerji problemleri nedeniyle daha büyük kayıplara uğramak ve daha yüksek bedeller ödemek kaçınılmaz olacaktır.

KAYNAKLAR

Yiğit, A.,(1999) Enerji Sempozyumu, İstanbul.

AEG, (1999) Modern Computer Power Supply Systems and Their Communication Options.

Çekiç, T., (2001) Siemens KGK Eğitim Semineri, İstanbul.

Kracht, M., (2001) AEG SVS Power Supply Systems Training, Germany.

Çekiç, T., (2000) KGK-Jeneratör Çalışma Problemleri Eğitim Semineri, İstanbul.

Raddi, W. ve Johnson W., (1982) Utility Interactive PWM Sine Wave Invertor Configured As a High Efficency UPS.

Clewing, M., (1995) Power Management VZM Safety Conference, Bonn.

EN 50091, (1994) Uninterruptible Current Supply General Orders and Safety Regulations, Berlin.

EN 50091-3, (1994) Uninterruptible Current Supply General Demands on the Operational Behavior, Berlin.

VDEW-e.V. ve ZVEI, (1994) Guideline for the Connection of Uninterruptible Power Supplies, Frankfurt.

Neumann, V., (1993) Uberwatchung Eines Ausgedehnten Heterogenen Netzes in Datacom, Berlin.

Lentzen, W., (1993) Modems im Einsatz Datacom, Berlin.

Grawe, W. ve Rowold, F.,(1993) Therapie gegen Wachstumsstörungen in Networks. Frankfurt.

Brandt, D., (1994) Betriebsüberwachung, Kommunikation UPS-EDV, Berlin.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

EKLER

Ek 1 IEC 62040-3 Standardı sınıflandırma

Ek 2 Uygulama standartları

Classification of UPS by IEC 62040-3 means
concerning to

	MAINS DISTURBANCES	OUTPUT DYNAMICS
VFI:	against all of 10 Disturbances ***Real Double Conversion / Online***	First Class
VI:	against 5 of 10 Disturbances only ***Line-Interactive***	Second Class
VFD:	against 3 of 10 Disturbances only ***Offline***	Third Class

Classification of UPS Performance by IEC 62040-3

FIRST or SECOND or THIRD CLASS UPS

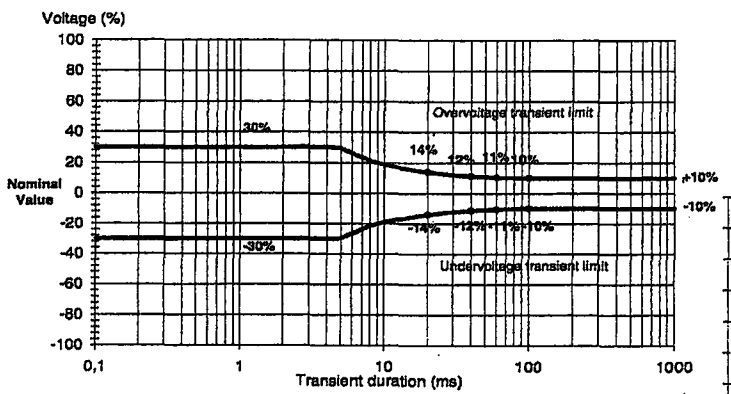
VFI: „Where the UPS ouput is Independent of supply (mains) Voltage and Frequency variations“

VFD: „Where the UPS output is Dependent on supply (mains) Voltage and Frequency variations“

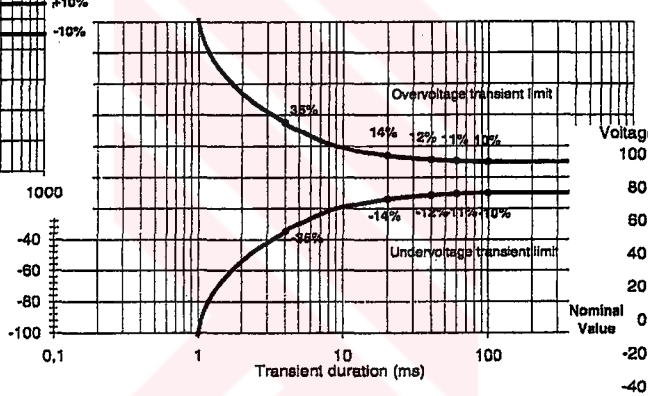
VI: „Where the UPS output is Dependent on supply (mains) frequency variations, but supply Voltage variations are conditioned (Independent) ... „

VFI & VI & VFD Classification by IEC 62040-3
OUTPUT DYNAMIC PERFORMANCE

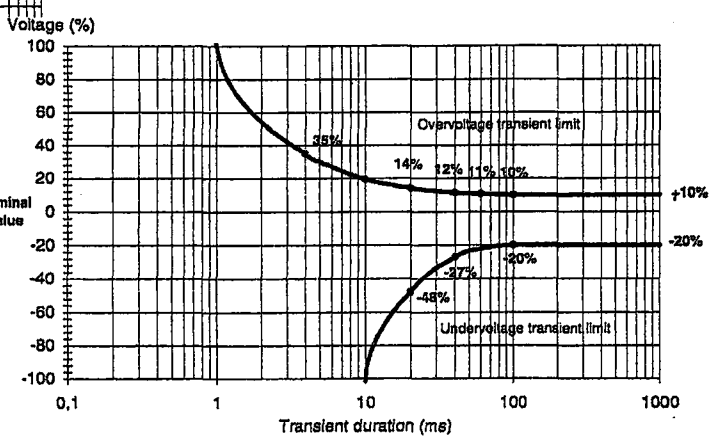
Classification 1



Classification 2



Classification 3



„ ... under the following conditions:

a) Change of operation mode (normal/stored energy/ bypass, etc.)

b) Application of increasing/decreasing load steps ... “

MAINS DISTURBANCES
and
UPS CLASSES

Publication by ZVEI: UPS Guide

	Voltage Phenomenon Solution	Time	e. g.	IEC	UPS-
1.	Outage - blackouts ...	> 10 ms		**VFD** Voltage + Frequency dependent	Classification 3 **Offline** Classification 2 **LineInteractive** Classification 1 **(true) Online real Double-Conversion** .....
2.	Sags / brownouts	< 16 ms			
3.	dynamic overvoltage	< 16 ms			
4.	undervoltage	continuous			
5.	overvoltage	continuous			
6.	Lightning	sporadic			
7.	transients (Surge)	< 4 ms		**VI** Voltage Independent	
8.	frequency variations	sporadic			
9.	voltage distorsion Hf (Burst)	periodically			
10.	voltage harmonics	continuous			
				VFI Voltage + Frequency Independent	

by additional lightning arrestors

EK: 2

Anwendbare Standards und Normen
Applicable Standards

Inhaltsverzeichnis / Content

1 Unterbrechungsfreie Stromversorgung / Uninterruptible Power Supply

USV Umgebung - Allgemeine Anforderungen / UPS - General Requirements

Elektrische Sicherheit; Schutz gegen elektr. Schlag /
Safety Requirement, Protection against electr. Shock

Betriebsverhalten und Prüfanforderungen / Operational Behaviour and Test Requirements

EMV Anforderung / EMC Requirements

Produktspezifische Normen (KKW-Produkte) / Specific Product Standards (NPP-Products)

Bauteil Standards / Component Standards

1 Unterbrechungsfreie Stromversorgung / Uninterruptible Power Supply

1.1 USV Umgebung - Allgemeine Anforderungen / UPS - General Requirements

VDE	EN	IEC	
VDE 0558 Teil 511	DIN EN 50091-1-1	IEC 62040-1-1	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 1-1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen für USV außerhalb abgeschlossener Betriebsräume; Deutsche Fassung EN 50091-1-1:1996 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 1-1: General and safety requirements for UPS used in operator access locations; German version EN 50091-1-1: Jul.1997 (IEC: Final Draft Oct. 2001)
VDE 0558 Teil 512	DIN EN 50091-1-2	IEC 62040-1-2	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 1-2: Allgemeine Anforderungen und Sicherheit in abgeschlossenen Betriebsräumen; Deutsche Fassung EN 50091-1-2:1998 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 1-2: General and safety requirements for UPS used in restricted access locations; German version EN 50091-1-2: Mai 1999 (IEC: Final Draft Oct. 2001)
VDE 0660 T.114/A1	DIN EN 60947-6-1/A1	IEC 60947-6-1	Niederspannung-Schaltgeräte - Teil 6: Mehrfunktion-Schaltgeräte; Hauptabschnitt 1: Automatische Netzumschalter (IEC 60947-6-1:1989/A1:1994); Deutsche Fassung EN 60947-6-1/A1:1994
EUE	STS	STS	Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6: Multiple function equipment; section 1: Automatic transfer switching element (IEC 60947-6-1:1989/A1:1994); German version EN 60947-6-1/A1:1994
VDE 0100 Teil 510		IEC 60364-5-51	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V - Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 51: Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51:1994, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.5.51 S2:1996 (Gilt nur in Verbindung mit den entsprechenden anderen Normen der Reihe DIN VDE 0100 sowie mit den noch nicht ersetzten Paragraphen von DIN VDE 0100 (1973.05) und DIN VDE 0100g (1976.07)) Erection of power installations with nominal voltages up to 1000 V - Part 5: Selection and erection of electrical equipment; Chapter 51: Common rules (IEC 60364-5-51:1994, modified); German version HD 384.5.51 S2:1996

VDE 0100 Teil 520		IEC 60364-5-52	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V - Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 52: Kabel- und Leitungssysteme (-anlagen) (IEC 60364-5-52:1993, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.5.52 S1:1995 Erection of power installations with nominal voltages up to 1000 V - Part 5: Selection and erection of equipment; chapter 52: Wiring systems (IEC 60364-5-52:1993 mod.); German version HD 384.5.52 S1:1995
VDE 0100-540		IEC 60364-5-54	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter; Ersetzt durch DIN V VDE V 0800-2-548(1999-10, t) Erection of power installations with nominal voltages up to 1000 V; selection and erection of equipment; earthing arrangements, protective conductors, equipotential bonding conductors

1.2 Elektrische Sicherheit; Schutz gegen elektr. Schlag / Safety Requirement, Protection against electr. Shock

VDE	EN	IEC	
VDE 0558 Teil 511	DIN EN 50091-1-1	IEC 62040-1-1	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 1-1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen für USV außerhalb abgeschlossener Betriebsräume; Deutsche Fassung EN 50091-1-1:1996 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 1-1: General and safety requirements for UPS used in operator access locations; German version EN 50091-1-1: Jul.1997 (IEC: Final Draft Oct. 2001)
VDE 0558 Teil 512	DIN EN 50091-1-2	IEC 62040-1-2	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 1-2: Allgemeine Anforderungen und Sicherheit in abgeschlossenen Betriebsräumen; Deutsche Fassung EN 50091-1-2:1998 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 1-2: General and safety requirements for UPS used in restricted access locations; German version EN 50091-1-2: Mai 1999 (IEC: Final Draft Oct. 2001)
VDE 0805	DIN EN 60950	IEC 60950	Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik (IEC 60950:1991 + A1:1992 + A2:1993 + A3:1995 + A4:1996, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60950:1992 + A1:1993 + A2:1993 + A3:1995 + A4:1997 Safety of information technology equipment (IEC 60950:1991 + A1:1992 + A2:1993 + A3:1995 + A4:1996, modified); German version EN 60950:1992 + A1:1993 + A2:1993 + A3:1995 + A4:1997
VDE 0160	DIN EN 50178		Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln; Deutsche Fassung EN 50178:1997 Electronic equipment for use in power installations; German version EN 50178:1997
VDE 0100 Teil 410		IEC 60364-4-41	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V - Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.4.41 S2:1996 Erection of power installations with nominal voltages up to 1000 V - Part 4: Protection for safety; Chapter 41: Protection against electric shock (IEC 60364-4-41:1992, modified); German version HD 384.4.41 S2:1996
VDE 0106 Teil 100 DIN 57106-100			Schutz gegen elektrischen Schlag; Anordnung von Betätigungselementen in der Nähe berührungsgefährlicher Teile Protection against electric shock; actuating members positioned close to parts liable to shock (Die Anforderungen der VBG4 werden durch Einhaltung der VDE 0106 Teil 100 erfüllt)

VDE 0110 Teil 1		IEC 60664-1	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 625.1 S1:1996 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests (IEC 60664-1:1992, modified); German version HD 625.1 S1:1996
VDE 0110 Teil 3		IEC 60664-3	Isolationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 3: Verwendung von Beschichtungen zum Zweck der Isolationskoordination bei bestückten Leiterplatten (IEC 60664-3:1992); Deutsche Fassung HD 625.3 S1:1997 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies (IEC 60664-3:1992); German version HD 625.3 S1:1997
VDE 0106 Teil 1 DIN 57106-1		IEC 60536-2 HD 366 S1	Schutz gegen elektrischen Schlag; Klassifizierung von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln Classification of electrical and electronic equipment protection against electric shock
VDE 0470-1	DIN EN 60529	IEC 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code); #(IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe)#; Deutsche Fassung EN 60529:1991 Vergleichsliste zur NEMA 250 Degrees of protection provided by enclosures (IP code); #(IEC 60529:1989)#; german version EN 60529:1991
VDE 0570 Teil 1	DIN EN 61558-1	IEC 61558-1	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (Übergangsfristen für DIN VDE 0550-1 (1969.12) und DIN EN 61558 (1995.09) beachten) Safety of power transformers, power supply units and similar - Part 1: General requirements and tests

1.3 Betriebsverhalten und Prüfanforderungen / Operational Behaviour and Test Requirements

VDE	EN	IEC	
VDE V 0558 T530	DIN V ENV 50091-3	IEC 62040-3	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 3: Betriebsanforderungen; Deutsche Fassung ENV 50091-3:1998 Uninterruptible Power Systems (UPS) - Part 3: Performance requirements; German version ENV 50091-3:1998 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 3: Method of specifying the performance and test requirements IEC 62040-3:1999
VDE 0558 Teil 11 Gleichrichter	DIN EN 60146-1-1 Gleichrichter	IEC 60146-1-1 Rectifier	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (IEC 60146-1-1:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-1:1993 Semiconductor convertors; general requirements and line-commutated convertors; part 1-1: specifications of basic requirements (IEC 60146-1-1:1991); German version EN 60146-1-1:1993
DIN VDE 0558-2 DIN 57558-2 Wechselrichter	DIN EN 60146-2 Wechselrichter	IEC 60146-2 Inverter	Halbleiter-Stromrichter; Teil 2 Selbstgeführte Halbleieter Stromrichter einschließlich Gleichstrom Direktumrichter (IEC 60146-2:1999); Deutsche Fassung EN 60146-2:2000 Semiconductor convertors; Part 2: Self-commutated semiconducter convertors including direct d.c. converters (IEC 60146-2:1999); German version EN 60146-2:2000
DIN VDE 0558-5		IEC 60146-4	Halbleiter-Stromrichter; Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV); Identisch mit IEC 60146-4:1986 Semiconductor convertors; uninterruptible power systems (UPS); identical with IEC 60146-4:1986
	DIN EN 60721-3-2	IEC 60721-3-2	Klassifizierung von Umweltbedingungen - Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 2: Transport (IEC 60721-3-2:1997); Deutsche Fassung EN 60721-3-2:1997 Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities; section 2: Transportation (IEC 60721-3-2:1997); German version EN 60721-3-2:1997
	DIN EN 60721-3-3	IEC 60721-3-3	Klassifizierung von Umweltbedingungen - Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995 Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities; section 3: Stationary use at weatherprotected locations (IEC 60721-3-3:1994); German version EN 60721-3-3:1995

1.4 EMV Anforderung / EMC Requirements

VDE	EN	IEC	
VDE 0558 Teil 520	DIN EN 50091-2	IEC 62040-2	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 2: EMV-Anforderungen; Deutsche Fassung EN 50091-2:1995 Uninterruptible Power Systems (UPS) - Part 2: EMC requirements; German version EN 50091-2:1995 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements IEC 62040-2:1999
VDE 0839 Teil 81-1	DIN EN 50081-1		Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Fachgrundnorm Störaussendung; Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe; Deutsche Fassung EN 50081-1:1992; (zukünftig EN 61000-6-3) Electromagnetic compatibility (EMC); generic emission standard; part 1: residential, commercial and light industry; German version EN 50081-1:1992; (in future EN 61000-6-3)
VDE 0839 Teil 81-2	DIN EN 50081-2		Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Fachgrundnorm Störaussendung; Teil 2: Industriebereich; Deutsche Fassung EN 50081-2:1993; (zukünftig EN 61000-6-4) Electromagnetic compatibility (EMC); generic emission standard; part 2: industrial environment; German version EN 50081-2:1993; (in future EN 61000-6-4)
VDE 0839 Teil 6-2	DIN EN 61000-6-2	IEC 61000-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen: Störfestigkeit; Industriebereich (IEC 61000-6-2:1999); Deutsche Fassung EN 61000-6-2:1999 (ersetzt die DIN EN 50082-2) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards: Immunity for industrial environments (IEC 61000-6-2:1999); German version EN 61000-6-2:1999 (replacement for DIN EN 50082-2)
VDE 0839 Teil 2-4	DIN EN 61000-2-4	IEC 61000-2-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 2: Umgebungsbedingungen; Hauptabschnitt 4: Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen (IEC 61000-2-4:1994 + Corrigendum:1994); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:1994 (Verträglichkeitslevel DIN EN 61000-2-2; Klasse 2) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 2: Environment; section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances (IEC 61000-2-4:1994 + Corrigendum:1994); German version EN 61000-2-4:1994
VDE 0847 Teil 4-1	DIN EN 61000-4-1	IEC 61000-4-1	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 1: Übersicht über Störfestigkeitsprüfverfahren; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-1:1992); Deutsche Fassung EN 61000-4-1:1994 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measuring techniques; section 1: Overview over immunity tests; basic EMC publication (IEC 61000-4-1:1992); German version EN 61000-4-1:1994
VDE 0847 Teil 4-2	DIN EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2 (IEC 801-2)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 2: Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-2:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1996 (Prüfschärfe 4) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measuring techniques; section 2: Electrostatic discharge immunity test; basic EMC publication (IEC 61000-4-2:1995); German version EN 61000-4-2:1996 (test level 4)

VDE 0847 Teil 4-3	DIN EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3 (IEC 801-3)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-3: Prüf- und Meßverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:1995 + A1:1998); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:1996 + A1:1998 (Prüfschärfe 3) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques; radiated, radio-frequency electromagnetic field immunity test (IEC 61000-4-3:1995 + A1:1998); German version EN 61000-4-3:1996 + A1:1998 (test level 3)
VDE 0847 Teil 4-4	DIN EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4 (IEC 801-4)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 4: Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-4:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-4:1995 (Prüfschärfe 4) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques; section 4: Electrical fast transient/ burst immunity test; basic EMC publication (IEC 61000-4-4:1995); German version EN 61000-4-4:1995 (test level 4)
VDE 0847 Teil 4-5	DIN EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5 (IEC 801-5)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 5: Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:1995 (Prüfschärfe 4) Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques; section 5: Surge immunity test (IEC 61000-4-5:1995); German version EN 61000-4-5:1995 (test level 4)
VDE 0847 Teil 4-6	DIN EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:1996); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:1996 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques; section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (IEC 61000-4-6:1996); German version EN 61000-4-6:1996
VDE 0847 Teil 4-8 (Industrieanwendung)	DIN EN 61000-4-8 (Industrial application)	IEC 61000-4-8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 8: Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-8:1993); Deutsche Fassung EN 61000-4-8:1993 Electromagnetic compatibility (EMC); part 4: testing and measuring techniques; section 8: power frequency magnetic field immunity test; basic EMC publication (IEC 61000-4-8:1993); German version EN 61000-4-8:1993
VDE 0847 Teil 4-11	DIN EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 11: Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (IEC 61000-4-11:1994); Deut. Fass. EN 61000-4-11:1994 Electromagnetic compatibilly (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques; section 11: Voltage dips, short interruptions andvoltage variations immunity tests (IEC 61000-4-11:1994); German version EN 61000-4-11:1994
VDE 0660 T.114/A2 EUE	DIN EN 60947-6-1/A2 STS	IEC 60947-6-1/A2 STS	Niederspannungsschaltgeräte - Teil 6: Mehrfunktionsschaltgeräte; Hauptabschnitt 1: Automatische Netzumschalter; Änderung A2 (IEC 60947-6-1:1989/A2:1997); Deutsche Fassung EN 60947-6-1:1991/A2:1997 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6: Multiple function equipment; section 1: Automatic transfer switching element; Amendment A2 (IEC 60947-6-1:1989/A2:1997); German version EN 60947-6-1-1991/A2:1997

1.5 Produktspezifische Normen (KKW / UL-Produkte) / Specific Product Standards (NPP / UL-Products)

VDE /.KTA	EN	IEC / IEEE	
		IEEE 308	Standard Criteria for Class 1E Power Systems for Nuclear Power Generation Stations
KTA 1401			Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung General requirements for quality assurance
		IEEE 323	Standard Criteria for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generation Stations
KTA 3507			Werksprüfungen, Prüfungen nach Instandsetzung und Nachweis der Betriebsbewährung für leittechnische Einrichtungen des Sicherheitssystems Work quality control, quality control after repair work and verification of reliability forprocess control technique equipment of assurance system
		IEEE 344	Recommended Practices for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generation Stations
		IEC 68 Teil 2-6	Grundlegende Umweltprüfverfahren Teil 2: Prüfungen Fc und Leitfaden: Schwingungen sinusförmig Basis environmental testing procedures; Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidales)
KTA 3703			Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken UPS with batteries and rectifiers in nuclear power plants
KTA 3704			Notstromanlagen mit Gleichstrom- ,Wechselstrom- Umformern in Kernkraftwerken UPS with DC-current -, AC-current – converters in nuclear power plants
		UL 1778 (CSA 107.1)	Uninterrupptible Power Supply Equipment

1.6 Bauteil Standards / Component Standards

VDE	EN	IEC	
DIN VDE 0558-6		IEC 60146-5	Halbleiter-Stromrichter; Schalter für unterbrechungsfreie Stromversorgung; Identisch mit IEC 60146-5 Semiconductor convertors; switches for Uninterruptible Power Systems (UPS-switches); identical with IEC 60146-5
VDE 0558 Teil 8	DIN EN 60146-1-3	IEC 60146-1-3	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-3: Transformatoren und Drosselspulen (IEC 60146-1-3:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-3:1993 Semiconductor convertors; general requirements and line-commutated convertors; part 1-3: transformers and reactors (IEC 60146-1-3:1991); German version EN 60146-1-3:1993
VDE 0532 Teil 41	DIN EN 61378-1	IEC 61378-1	Stromrichtertransformatoren - Teil 1: Transformatoren für industrielle Anwendungen (IEC 61378-1:1997); Deutsche Fassung EN 61378-1:1998 + Corrigendum 1998 Titel (englisch) Convertor transformers - Part 1: Transformers for industrial applications (IEC 61378-1:1997); German version EN 61378-1:1998 + Corrigendum 1998 ICS 29.180
VDE 0660 Teil 101	DIN EN 60947-2	IEC 60947-2	Titel (deutsch) Niederspannung-Schaltgeräte - Teil 2: Leistungsschalter (IEC 60947-2:1995); Deutsche Fassung EN 60947-2:1996 Titel (englisch) Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers (IEC 60947-2:1995); German version EN 60947-2:1996
VDE 0660 Teil 107	DIN EN 60947-3	IEC 60947-3	Titel (deutsch) Niederspannungsschaltgeräte - Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten (IEC 60947-3:1999 + Corrigendum Juli 1999); Deutsche Fassung EN 60947-3:1999 Titel (englisch) Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units (IEC 60947-3:1999 + Corrigendum July 1999); German version EN 60947-3:1999
VDE 0660 Teil 102	DIN EN 60947-4-1	IEC 60947-4-1	Titel (deutsch) Niederspannungsschaltgeräte - Teil 4: Schütze und Motorstarter; Hauptabschnitt 1: Elektromechanische Schütze und Motorstarter; Änderung A2 (IEC 60947-4-1:1990/A2:1996); Deutsche Fassung EN 60947-4-1/A2:1997 Titel (englisch) Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4: Conntactors and motor-starters; Section 1: Electromechanical contactors and motor-starters; Amendment A2 (IEC 60947-4-1:1990/A2:1996); German version EN 60947-4-1/A2:1997

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	18.04.1975	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1989-1992	Haydarpaşa Lisesi
Lisans	1993-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2000-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı

Çalıştığı kurumlar

2000-Devam ediyor	Artronic Elektronik Ltd Şti.