

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

VARYAK KONTROLÜ İLE
KOMPANZASYON TEKNİĞİ

MEHMET ÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
OCAK-2010

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VARYAK KONTROLÜ İLE
KOMPANZASYON TEKNİĞİ**

MEHMET ÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU danışmanlığında hazırlanan bu tez
12/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Y.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU Doç.Dr. Hakan YAVUZ. Y.Doç.Dr. Ersin ÖZDEMİR

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz Makine Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr. Bünyamin YILDIZ
Enstitü Müdür V.

Not: bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak kullanılmadan gösterimi, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET _____	II
ABSTRACT _____	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ _____	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ _____	V
ŞEKİLLER DİZİNİ _____	VI
1.GİRİŞ _____	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR _____	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM _____	10
3.1. Materyal _____	10
3.1.1 Varyak ve Mekanik Aksamı _____	11
3.1.2 Kondansatör _____	20
3.1.3 Kontrol Elamanları _____	26
3.1.4 Pano Tasarımı _____	36
3.2 Yöntem _____	41
3.2.1 Mikroişlemcili Devrenin Görevi _____	41
3.2.2 2 Kw ve 3 KVar Deneyi _____	42
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA _____	45
5.SONUÇ VE ÖNERİLER _____	53
KAYNAKLAR _____	60
TEŞEKKÜR _____	64
ÖZGEÇMİŞ _____	65
EKLER _____	66
EK1. PIC16f877 mikroişlemcideki yazılım ve açıklaması _____	66
EK2. MPR60 Enerji Analizörü Kullanım Kılavuzu _____	67

ÖZET

VARYAK KONTROLÜ İLE KOMPAZASYON TEKNİĞİ

Giderek artan enerji ihtiyacı elektrik enerjisini daha verimli ve tasarruflu kullanılmaya teşvik etmektedir. Bu teşviklerden biri de gerek enerji nakil hatlarının rahatlaması gerek tüketicinin daha az elektrik faturası ödemesi için reaktif güç harcamasının en aza indirme çabalarıdır. Sadece aktif gücün faturasını ödemek isteyen endüstriyel sanayi tüketicileri reaktif güçlerini kendileri üretmektedirler. Bunun için günümüzde farklı reaktif güç kompanzasyon sistemleri kullanılmaktadır.

Kompanzasyon sistemleri çoğunlukla sistem kapasitif enerjiye ihtiyaç duyan yüklere kurulmaktadır. Bunun içinde kompanzasyon sistemlerinin çoğu kondansatörleri devreye alarak çalışmaktadırlar. Bu çalışmada geliştirilen Varyak Kontrolü ile Kompanzasyon tekniği reaktif güç kontrolünde yeni ve farklı bir yöntemdir.

Klasik yöntemde kondansatörler devreye bir kontaktör veya tristör gibi yarı iletken bir anahtarlama elamanı ile alınmakta ve gerekli reaktif gücü yakalamak için birçok kondansatör gurubu oluşturulmaktadır. Varyak Kontrolü ile Kompanzasyon tekniğinde ise kondansatör devreye varyak aracılığı ile girmekte ve tek bir kondansatör kullanılmaktadır. Varyak kondansatör üzerindeki voltajı değiştirerek kondansatörün gücünü istenilen değere getirmektedir.

Bu çalışmada 10 Kw gücündeki bir sistemi kompanze edebilecek bir reaktif güç kontrol sistemi oluşturulmuştur. Varyak bir mikroişlemci tarafından kontrol edilerek kondansatör üzerindeki voltajı gerekli değerlere getirmiş ve sisteme gerekli olan kapasitif güç sağlanmıştır. Sistemden beklenen reaktif güç ile aktif güç oranı deneysel olarak %20'nin altına getirilmiştir. Çalışmanın özgün olması ve ticari kullanılabileceği öngörüsüyle patent alma çalışmaları başlatılmıştır.

2010, 108 sayfa

Anahtar kelimeler: Kompanzasyon, varyak kontrollü, kondansatör, reaktif güç, kapasitif güç

ABSTRACT**COMPENSATION TECHNIQUE WITH VARIAC CONTROL**

Growing need for energy makes use of electrical energy as efficiently as possible. One of these incentives covers energy transmission and conversion in order to reduce the consumer's electric bill by minimizing the reactive power. Industrial consumers wish to pay only the active power bill for that they produce their own reactive power. To serve the purpose, reactive power compensation systems that have been developed in differing power and efficiency levels.

Compensation systems often need to manipulate phase state of the system using capacitive or inductive loads. This compensation system operates mostly by adding capacitor circuits to the system. Compensation technique with Variac control is a novel technique for reactive power control.

Capacitors in the circuit are operated with a contactor or a semicondotor switching device such as thristor. By doing this, as a classical method, reactive power is manipulated and a capacitor group is created. The compensation technique with Variac control is based on activating the capacitive circuit through the variac for which a single capacitor is used. Variac changes the voltage on the capacitor and condenser brings the power state to the desired value.

The developed system can manage 10 kW power and compensate for reactive power using a fuzzy logic based control system. Variac is controlled by a microprocessor. The voltage on the capacitor can be brought to the required value needed for the capacitive power system. The performance of the power state regulation has been beyond the expectations. The system being novel and high in performance, a patent application has been made and patent is pending. The developed system has a commercial value and related expectations are high.

2010, 108 pages.

Key words: Compensation, variac controlled, capacitors, reactive power, capacitive power.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

DC	Direct Current (Doğru Akım)
V	Gerilim
f	Frekans
C	Farad(kondansatör sığası)
Qc	Kapasitif Reaktif Güç
S	Görünür Güç
P	Aktif Güç
Q	Reaktif Güç
Rc	Kondansatör Direnci
α	Gecikme açısı(alternatif gerilimde akım ile gerilim arasındaki açı)
YSA	Yapay Sinir Ağları
RGK	Reaktif Güç Kompanzatorü
K	Transformatör Gerilim Dönüştürme Oranı
U1	Transformatör Giriş gerilimi
U2	Transformatör Çıkış Gerilimi
N1	Transformatör Birincil Sargı
N2	Transformatör İkincil Sargı
Φ	Manyetik Akı
n	Doğru Akım Elektrik Makinesinin Devir Sayısı
rpm	Revolutions per minute(Dakikadaki tur sayısı)
K	Devir Sayısı Katsayısı
Ia	Doğru Akım Elektrik Makinesinin Endüvi Akımı
Ra	Doğru Akım Elektrik Makinesinin Endüvi Direnci
PID	Poreses Kontrol Tekniklerinden Biri

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Grafik 3.1 Varyak çıkışının V-t grafiği.....	20
Grafik 3.2 Kondansatör gücü-Gerilim(V).....	25
Çizelge 5.1 Reaktif güç kontrol tekniklerinin anahtarlama metodu ile reaktif gücün devreye girme sürelerinin karşılaştırılması.....	56
Çizelge 5.2 Reaktif güç kontrol tekniklerinin ısı üretme durumu ile gürültü durumunun karşılaştırılması.....	57
Çizelge 5.3 Reaktif güç kontrol tekniklerinin maliyet ile yer kaplamasının karşılaştırılması.....	58
Çizelge 5.4 Kompanzasyon tekniklerinin karşılaştırılması.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğinin tek hat şeması.....	4
Şekil 3.1 Pano dış görünüşü.....	11
Şekil 3.2 Pano iç görünüşü.....	12
Şekil 3.3 Küçük güçlerdeki birkaç transformatör.....	13
Şekil 3.4 Transformatör tek hat şeması.....	15
Şekil 3.5 Varyak fırçası(Megisan, 1995).....	16
Şekil 3.6 Varyak görünüşü(Megisan, 1995).....	16
Şekil 3.7 Varyak tek hat şeması.....	17
Şekil 3.8 DC motor teknik özellikleri(Mugul, 2005).....	18
Şekil 3.9 DC motor görünüşü ve ebat ölçüleri(Mugul, 2005).....	18
Şekil 3.10 Deneyde Kullanılan Varyak.....	19
Şekil 3.11 Birkaç kondansatör resmi.....	21
Şekil 3.12 Kondansatör seri bağlantısı.....	22
Şekil 3.13 Kondansatör paralel bağlantı.....	23
Şekil 3.14 MPR60 Enerji analizörü(Entes,2005).....	25
Şekil 3.15 MPR60 Röle çıkışları.....	26
Şekil 3.16 a) MPR60 3 faz bağlantı(Entes,2005).....	27
Şekil 3.16 b) MPR60 1 faz bağlantı	27
Şekil 3.17 MPR60 cihazının panodaki bağlantısı	28
Şekil 3.18 Panodaki akım trafosu..	28
Şekil 3.19 Mikroşlemcili kontrol kartının devre şeması.....	30
Şekil 3.20 pic16f877 bağlantı tanımları.....	33
Şekil 3.21 6N137 bacak bağlantıları.....	34
Şekil 3.22 Devredeki optik yalıtıcının bağlantı şeması.....	34
Şekil 3.23 DC röle(Omron, 2006).....	35
Şekil 3.24 Devredeki L7805 entegresi(ST, 2003).....	35
Şekil 3.25 mercimek kondansatör.....	36
Şekil 3.26 Polyester kondansatör.....	36

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.27 Yük yok rölesi (Ampermetre)	37
Şekil 3.28 Deneydeki kullanılan yükler a) Endüktif yük b) Aktif yük.....	41

1.GİRİŞ

Elektrik santrallerinde üretilen enerjinin tüketiciye en az kayıpla ulaşması için kayıpları arttıran nedenlerin azaltılması gerekmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile elektrik enerjisi tüketimi hızla artmaktadır. Türkiye’de 28 bin 800 megavatlık üretime karşılık tüketimin 28 bin 389 megavatı bulduğu ve 2010 yılında üretimin tüketime yetmeyeceği bildirilmektedir (anonim, 2009). Bu durum şebekede taşınan elektrik enerjisinin kaliteli, ucuz ve iş gören aktif enerji olmasını daha zorunlu kılmaktadır.

Elektrik tesislerinde kullanılan magnetik ve statik alanla çalışan bütün işletme araçları, mekanik güce dönüşen aktif güç yanında, magnetik alan oluşturması için reaktif güç de çekerler (Bayram, 2000). Elektrik şebekelerine bağlı bir alıcı, eğer bir motor, bir transformatör, bir flüoresan lamba ise bunlar manyetik alanlarının temini için bağlı oldukları şebekeden endüktif reaktif güç çekerler. İş yapmayan ve sadece motorda manyetik alan doğurmaya yarayan endüktif reaktif güç, iletim hatlarında, trafolarında, tablo, şalterler ve kablolarda kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıplar yok edilebildiğinde, trafolar daha fazla motoru besleyebilecek kapasiteye sahip olacaktır. Bu durumda anahtarlama elamanları özellikle fabrika elektrik girişlerindeki yüksek amperlerde açma kapama yapan şalterler daha küçük seçilecek ve maliyetler düşecektir. Daha az yatırımla motora enerji verme yanında, uygulanan tarifeler yönünden, her ay daha az elektrik enerjisi ödemesi yapılacaktır.

Görüldüğü gibi reaktif gücün santralden alıcıya kadar taşınması, büyük ekonomik kayıp görünmektedir. Genellikle enerji dağıtım şebekelerinde lüzumsuz yere taşınan bu enerji, taşınan aktif enerjinin % 75 ile % 100’ü arasında olduğu bilinmektedir (Anonim,2007).

Bu kayıpları azaltmak için kompanzasyon yapılışı gerekmektedir. Tüketicilerin normal olarak şebekeden çektikleri endüktif reaktif gücün, kapasitif güç çekmek suretiyle özel bir reaktif güç üreticisi tarafından dengelenerek güç faktörünün ($\cos\phi$) 1’e yaklaştırılması olayına “reaktif güç kompanzasyonu” denir (Miller, 1982). Daha geniş bir ifade ile; elektrik enerjisi ile çalışan bir cihazın kapasitif enerji üretmesi durumunda endüktif enerji üreten başka bir elektrikli cihaz ile kapasitif enerjisinin telafi edilmesi veya endüktif enerji üretmesi durumunda ise kapasitif enerji

üreten başka bir cihaz ile endüktif enerjinin telafi edilmesidir. Cihazların daha çok endüktif enerji üretmesinden dolayı sisteme kapasitif enerji üreten kapasitörler eklenir; daha hassas ama pahalı olan senkron motorlar ile de kompanzasyon yapılabilir. Günümüzde reaktif güç kompanzasyonu merkezi olarak yapılmaktadır. Burada reaktif güç kontrol rölesi adı verilen cihazla, tesise paralel bağlı kondansatörler ihtiyaca göre devreye alınıp çıkarılmaktadır. Böylelikle tesisin güç katsayısının istenen değerde kalmasına çalışılmaktadır (Arifoğlu, 2002).

Türkiye’de kompanzasyon yapılması zorunludur. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun 2007 yılında aldığı karara göre endüktif enerji aktif enerjinin %20’sinden az kapasitif enerji ise %15’inden az olmalıdır (Aydın, 2007). Bu oranların sağlanabilmesi için farklı kompanzasyon yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında yoğunlukla kondansatör devreye alma-çıkartma tekniği kullanılmaktadır. Bu teknik ve diğer teknikler %15 ve %20 sınırlarını yakalamakta zorlanmaktadır. 2010 yılında bu oranların daha da daralacağı bildirilmektedir (reaktif, 2009). Bu çalışmada ortaya konulan ve yeni bir teknik olan “Varyak Kontrolü ile Kompanzasyon Tekniği” ile daha hızlı ve rahat bir kompanzasyon yapılması amaçlanmıştır.

Varyak Kontrolü ile Kompanzasyon Tekniği sanayide reaktif güç kontrolü yapımında kolaylık, sadelik ve hız sağlayan farklı bir kompanzasyon tekniğidir. Bu teknikte tek bir kondansatör ile kontaktör kullanmadan gerekli kapasitif enerji oluşturulmaktadır. Reaktif güç kontrol tekniklerinden biraz bahsettikten sonra varyak kontrolü ile reaktif güç kontrol tekniğini açıklanacaktır.

Reaktif güç kontrolü iki şekilde yapılır (anonim, 2008):

1. Dinamik faz kaydırıcılar (senkron motor) ile
2. Statik faz kaydırıcılar (kondansatör) ile.

Bu reaktif güç kontrol şekilleri birçok farklı teknik uygulanarak yapılmaktadır. Bu kontrollerin bir kaç kaç şudur;

Kondansatörleri kademeli olarak devreye alma tekniği; (Merkezi otomatik kompanzasyon sistemi), temel olarak uygun düzenlenmiş kondansatör bataryaları ile, reaktif gücü algılayıp uygun kondansatör bataryalarının devreye alınıp çıkarılmasını sağlayan reaktif güç kontrol rölesinden oluşmaktadır. (Erlicks ve ark., 1968). Bu yöntemde, kondansatörler sistemin ihtiyacına göre tek tek alınıp çıkartılmaktadır. Sistemin güç faktörünü ölçerek önceden tanımlanmış güç faktörüne ulaşmak için

kondansatör bankalarını yüke paralel olarak devreye almakta veya çıkarmaktadır (Mandal ve ark., 1994) . Bu şekilde yapılan kompanzasyon tekniğinde bazen 18 bazen 24 kondansatör kullanılmaktadır. Hatta devreye alma çıkarma işleminde kontaktör yerine tristör kullanan sistemlerde kondansatör sayısı 36'ya kadar çıkmaktadır. Bu durum büyük yer kaplaması, masrafların artması, fazla kontaktör kullanılması, ani gerilim yükselmesi ve kondansatör deşarz süresi gibi sorunlar oluşturmaktadır.

Senkron(eşzaman) motor kullanılması; Senkron motorların dc uyartım akımı değiştirilerek farklı güçlerde kapasitif enerji üretmeleri sağlanarak kompanzasyon yapılmaktadır. Bu sistemin maliyet ve gürültü gibi bir sorunu bulunmaktadır.

Reaktör kontrolü ile kompanzasyon tekniği; kondansatör devreye sabit ve paralel olarak bağlanır ve tristör gibi bir yarı iletken anahtarlama elamanı ile reaktör üzerindeki akım kontrol edilir. Böylelikle kondansatörün ürettiği fazla kapasitif enerji kompanze edilmiş olur. Bu yönteminde ısı ve maliyet problemi bulunmaktadır.

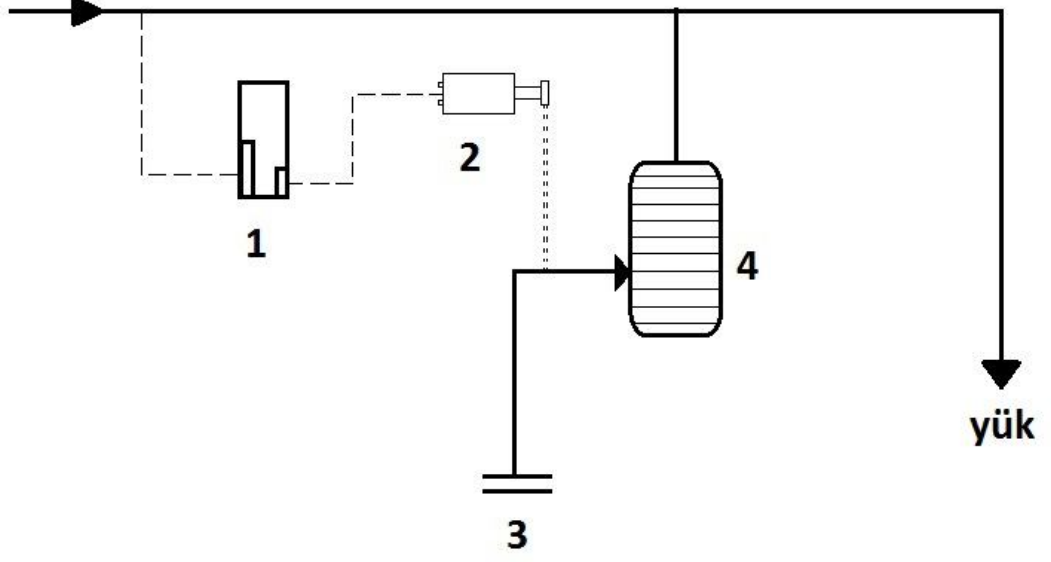
Geliştirilen Varyak Kontrolü ile Kompanzasyon tekniği ise tek hat şeması şekil 1.1'de görüldüğü gibi kontrol kartı (1) sistemin cosfi değerini okur ve sisteme gerekli olan kondansatör (3) gücünü varyağın milini (5) dc motor (2) ile döndürerek ayarlar. Kontrol kartı (1) sistemin giriş akımını ve gerilim değerini sürekli okuyarak cosfi değerini 1.00-0.98 arasında tutar.

Burada kondansatörün üreteceği güç(Qc):

$$Q_c := \frac{V^2}{\frac{1}{(2\pi f C)}} \quad (1.1)$$

(V:gerilim, π :3.14, f:frekans, C: kondansatör sığası; farad)

(1.1) formülündeki V değeri şekil 1.1'de görüldüğü gibi varyak(4) aracılığı ile değiştirilerek farklı güçlerde kapasitif enerji oluşturulmaktadır. Hangi miktarda V değerinin ayarlanacağı kontrol kartı(1) belirlemektedir.



Şekil 1.1 Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğinin tek hat şeması

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Reaktif güç kontrolünün özellikle sanayide önemli ve zorunlu bir kontrol olması nedeniyle, bu konu hakkında bir çok araştırma ve uygulama yapılmıştır ve yapılmaktadır. Kompanzasyon adıyla bilinen bu kontrol sistemi hakkında yapılan bazı çalışmalar şunlardır;

Bayındır(2005), **Bulanık Mantık Denetimli Senkron Motor ile Reaktif Güç Kompanzasyonu** isimli çalışmasında alternatif akım devrelerinde kullanılan endüktif yüklerin ihtiyaç duyduğu reaktif güçlerin belirli teknikler kullanılarak karşılanması reaktif güç kompanzasyonu olarak adlandırılmakta olduğundan bahsetmiştir. Bu çalışmada, senkron motor reaktif güç kompanzasyonunu gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Senkron motorun denetimi bulanık mantık tabanlı olarak yapılmıştır. Yapılan deneylerden güç katsayısı, yük akımı ve uyartım akımındaki değişim değerleri elde edilmiştir. Bu değerler kullanılarak matematiksel modele ihtiyaç duyulmadan senkron motor ile bulanık mantık esaslarına dayalı bir kompanzasyon gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan bulanık mantık denetimli, darbe genişlik modülasyon kontrollü sürücü sistemi yardımıyla senkron motorun uyartım gerilimi ayarlanmış ve reaktif güç kompanzasyon uygulaması yapılmıştır. Bu metot senkron motor kullanan işletmeler için uygun olduğundan, reaktif güç kompanzasyon sisteminin kurulması için ilave bir masraf yapılmasına gerek yoktur. Gerçekleştirilen uygulama bulanık mantık tabanlı, darbe genişlik modülasyon kontrollü reaktif güç kompanzasyonunun çok basit, kullanışlı, hassas ve güvenli olduğunu göstermiştir.

Coşkuner ve ark.(2005)'in **Endüstriyel Tesislerde Reaktif Güç Kompanzasyonu için Statik Var Kompanzasyon Sisteminin Gerçekleştirilmesi** isimli çalışmalarında FC-TCR tipi kompanzatör, sabit bir kondansatörle paralel bağlı değişken bir reaktörden (α gecikme açısı ile kontrol edilen) oluşan bir çalışma yapmışlardır. Tristörlerin ateşleme açılarının değiştirilmesi reaktör akımının temel bileşenini, dolayısıyla endüktif VAR'ın büyüklüğünü denetleyecektir. Bir yandan sabit kondansatörler reaktif güç üretirken diğer yandan kontrollü reaktör güç tüketecektir. Belirli bir reaktif güç seviyesinde kondansatör grubunun reaktif güç

üretimi sabit olduğundan, sistemin reaktif güç üretimi ateşleme açılarının değişimi ile sağlanmaktadır.

Tarkan ve Şekkeli'nin(2005) **Reaktif güç kontrol rölesinde minimum anahtarlama sayısı ve optimal reaktif güç seçimi** isimli çalışmalarında reaktif güç kompanzasyonunun, genellikle, şebekeye paralel bağlı sabit kondansatörlerin, reaktif güç kontrol rölesi ile, otomatik olarak devreye alınıp çıkarılmasıyla yapıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, kondansatörlerin devreye alınıp çıkarılmalarını en uygun olarak gerçekleştiren yeni bir yöntem verilmiştir. Bu yöntemde kondansatörlerin devreye alınıp çıkarılmaları sırasında, deşarj için gerekli gecikme süresi sıfırlanmış ve kondansatörlerin devreye alınıp çıkarılmaları tek tek yerine 1, 2 veya 3'lü gruplar halinde gerçekleştirilir hale gelmiştir. Böylece, kondansatörlerin devreye alınıp çıkarılmaları sırasında, kontaktörlerin anahtarlama sayısı minimum yapılmış, şebekenin daha az endüktif akımla yüklenmesi sağlanmış ve kayıplar azaltılmıştır. Ayrıca, aşırı kompanzasyon ve bunun meydana getireceği istenmeyen olaylar önlenmiştir. Bu röle, imal edilmiş ve deneylerle uygunluğu kanıtlanmıştır.

Şekkeli(2006)'nin **Reaktif Güç Kompanzasyonunda Yeni Bir Röle Tasarımı ve Klasik Röle ile Ekonomik Olarak Karşılaştırması** isimli çalışmasında Reaktif güç kompanzasyonu genellikle, şebekeye paralel bağlı sabit kondansatörlerin reaktif güç kontrol rölesi ile otomatik olarak devreye alınıp çıkarılmasıyla yapıldığından bahzetmiştir. Bu çalışmada, yeni bir reaktif güç kontrol rölesi tasarımı yapılarak, kondansatörlerin devreye alınıp çıkarılmalarını en uygun olarak gerçekleştiren yeni bir yöntem verilmiştir. Bu yöntemde kondansatörler, tek tek yerine 1, 2 veya 3'lü gruplar halinde devreye alınıp çıkarılabilmektedir. Bunun sonucu olarak da kontaktör ve kondansatörlerin anahtarlama sayısı minimum yapılmış, şebekenin daha az endüktif akımla yüklenmesi sağlanmış ve kayıplar azaltılmıştır. Tasarlanan röle ile klasik röle ekonomik olarak karşılaştırılmıştır. Bu röle imal edilmiş ve deneylerde uygunluğu kanıtlanmıştır.

Tunçalp ve Sucu(2006)'nin **Elektrik Enerji Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Filtrelenmesinde Pasif Filtre ve Filtreli Kompanzasyonun Kullanımı ve Simülasyon Örnekleri** isimli çalışmalarında, elektrik enerji sistemlerinde oluşan harmoniklerin filtrelenmesinde kullanılan pasif filtrelerin ve filtreli kompanzasyon sistemlerinin (seri endüktans bağlanmış kompanzasyon sistemi)

yapıları ve uygulama şekilleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra örnek olarak ele alınmış harmonik içeren bir elektrik enerji sisteminin modeli MATLAB programı ile oluşturulmuştur. Bu sisteme, pasif filtre ve filtrelili kompanzasyon sistemi uygulanarak bu filtrenin sistem üzerinde oluşturduğu etkiler incelenmiş, sonuçlar üzerinde yorumlar yapılmıştır.

Şekkeli(2006)'nin **Hassas Bir Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Gerekli Güçlerin Hesabında Temel Bileşenlerin Kullanılması** isimli çalışmasında endüstriyel yüklerin çoğu güç faktörü ile ilgili olduğu, aktif gücün yanında reaktif güç de çektiğini belirtmiştir. Temel olarak güç faktörü elektrik enerjisinin ne kadar verimli kullanıldığının bir ölçüsü olduğu, güç faktörü ne kadar büyükse, elektrik enerjisi o kadar verimli kullanıldığını belirtmiştir. Reaktif güç kompanzasyonu genellikle, şebekeye paralel bağlı sabit kondansatörlerin, reaktif güç kontrol rölesi ile otomatik olarak devreye alınıp çıkarılmasıyla yapıldığını, reaktif güç kontrol rölesinin, mikroişlemci tabanlı olup temel olarak üç ana ünitelerden oluştuğunu, bunların ölçme, değerlendirme ve anahtarlama üniteleri olarak kullandığını ifade etmiştir. Bu çalışmada yeni bir reaktif güç kontrol rölesi tasarımı yapıp gerçekleştirilmiştir. Klasik rölelerde aktif ve reaktif güç hesaplamaları, şebekeden ölçülen akım ve gerilimin temel bileşeni yerine harmonikli bileşene göre yapılmıştır. Yeni röle de bu hesaplar harmoniklerden elimine edilmiş temel akım ve gerilim bileşenine göre yapılmıştır. Kompanzasyon için şebekeye bağlanacak kondansatörler 50 Hz. temel bileşene göre hesap edilip imal edilmiştir. Böylece devreye alınacak kondansatör seçimi daha doğru olarak yapılmış olup, daha hassas kompanzasyon gerçekleştirilip, olası hatalar önlenmiştir. Bu röle imal edilmiş ve deneylerde uygunluğu kanıtlanmıştır.

Aydınoglu ve Olgun'un(2007) **Statik Reaktif Güç Kompanzasyonu ve Uygulama Devresi** isimli çalışmalarında sabit kondansatör ve tristör kontrollü reaktör(TKR) ile kompanzasyon sistemi oluşturmuşlardır. Hızlı ve güvenli bir kompanzasyon tekniğini uygulamaya geçirmişlerdir. Günümüzde kullanılan geleneksel reaktif güç kompanzasyon teknikleri, çeşitli güç kalitesi problemlerini de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada kontaktör anahtarlmalı geleneksel kompanzasyon yöntemleri modern statik anahtarlmalı sistemlerle hem teorik hem de deneysel olarak kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, kontaktör anahtarlmalı sistemler,

şebekede bozucu etkilerde bulunan aşırı akım ve gerilim bileşenleri yaratırken, tristör anahtarlamalı statik kompanzasyon sistemleri herhangi bir güç kalitesi problemine neden olmamaktadır. Yukarıda sayılan özelliklerinden dolayı ve yarı-iletken teknolojisinin gün geçtikçe ucuzlaması ve yaygınlaşmasının bir sonucu olarak, daha hızlı, güvenli ve ekonomik olan statik anahtarlamalı çözüm, kontaktörlü sistemlerin yerini alacaktır.

Demirbaş ve ark.'in(2007) **Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Zeki Bir Simülatör Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi** isimli çalışmaların da elektrik güç sistemlerinden çekilen reaktif güç üretim maliyetlerinin yükselmesine ve enerji sistemlerinin verimsizliğine sebep olduğu belirtilmiştir. Güç sistemlerinden çekilen reaktif gücü azaltmanın yolunun, reaktif enerjinin tüketildiği noktada kompanze edilmesi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, senkron motor ile yapılan reaktif güç kompanzatorü (RGK) denetiminde kullanılabilen Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, YSA yapısının gerçek zamanlı uygulamalara kolaylıkla adapte edilebileceği esnek bir sistem elde edilmiştir. Gerçekleştirilen model eğitim amaçlı olarak kullanılabilirliği gibi, farklı YSA yapılarının ve algoritmalarının test edilebileceği uygulamalarda da kullanılabilir olacaktır.

Bayındır ve Kaplan'ın(2007) **PIC Denetimli Reaktif Güç Rölesi Tasarımı** isimli çalışmasında birden çok alıcının bulunduğu bir sistemin reaktif güç ihtiyacını sürekli olarak kontrol eden bir reaktif güç rölesi tasarlanarak uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sisteme ait akım ve gerilim bilgileri sürekli olarak ölçülüp PIC'e aktarılmıştır. Bu bilgiler kullanılarak, yükün ihtiyaç duyduğu reaktif güç yazılım ile hesap edilmiş ve uygun kondansatör grupları tek adımda devreye alınarak minimum anahtarlama yapılmıştır. Tasarlanan röle üç fazdan örnekleme aldığı için dengesiz yüklü sistemlerin reaktif güç kompanzasyonuna, her fazın akım, gerilim, güç katsayısı, aktif ve reaktif güçlerin izlenmesine imkân sağlamaktadır. Uygulama neticeleri tasarlanan rölenin basit yapılı ve küçük boyutlu olduğunu, sistemin güç katsayısını 0.95 ile 1.00 arasında tuttuğunu, bütün bu özellikleri nedeniyle piyasadaki rölelerden daha kullanışlı ve ekonomik olduğunu göstermiştir.

Pekparlak ve Arifoğlu(2008)'nin **Statik Reaktif Güç Kompanzasyonu Uygulaması ve Matlab Simülasyonu** isimli çalışmalarında elektrik enerjisi, günümüzde en yaygın olarak tüketilen, çok kullanışlı fakat bir o kadar da pahalı bir

enerji türü olduğunu belirlemiştir. Enerjinin üreticisi, dağıtıcısı ve tüketicisi, minimum maliyet ve maksimum tasarruf için çeşitli araştırmalar yapmaktadır. İşte bu araştırmaların bir sonucu olan Reaktif Güç Kompanzasyonu bu gün önemli bir tasarruf önlemi olarak karşımıza çıkmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle daha kaliteli bir elektrik enerjisi ihtiyacı hissedilmiş ve bu kaliteyi sağlamak için daha teknolojik reaktif güç kompanzasyonları kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, klasik kompanzasyon sistemlerinin ve alternatif olarak sunulan statik VAR sistemlerinin çalışması simülasyon (benzetim) yolu ile anlatılarak avantaj ve dezavantajları anlatılmıştır.

Bilki'nin(2008), **PLC Kontrollü Reaktif Güç Kompanzasyonu** isimli çalışmasında reaktif gücün ne olduğu, niçin gerektiği, zararları ve nasıl kompanze edileceği anlatılmıştır. Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Reaktif gücün tanımı ve bazı kompanzasyon türlerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde reaktif gücün etkilediği gerilim seviyeleri ve gerilim ayarından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle gündeme gelen Statik VAR Kompanzasyon (SVS) söz edilmiştir. Dördüncü bölümde kompanzasyon hesabı, son olarak beşinci bölümde ise güç sistemine ve Reaktif Güce etki eden Harmoniklerden bahsedilmiştir.

Mehmet Çiçek(2008)'in **Sabit Kondansatör ile Reaktif Güç Kontrol Tekniği** isimli çalışmasında sisteme fazla kapasitif güç eklenecek şekilde bir kondansatör eklemiş, fazla olan bu kapasitif güç ise sisteme reaktör ekleyerek kompanze etmiştir. Reaktör gücü kondansatör gücü ile eşit seçerek. sistemdeki fazla kapasitif enerjiyi rezonans edecek şekilde reaktör üzerinden geçen akım tristör ile sınırlamıştır. Böylelikle sistemdeki kapasitif enerjiyi kompanze etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada 10 kw gücündeki bir sistemi kompanze edecek büyüklükte bir kompanzasyon sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemde birçok elektrik ve mekanik parça materyal olarak kullanılmıştır. Sistem bir 50x75x35 cm³ ölçülerinde pano içerisine yerleştirilmiştir. Şekil 3.1 de panonun dış görünüşü Şekil 3.2'de de panonun iç görünüşü verilmiştir. Kullanılan materyaller genel olarak 4 sınıfta toplanabilir; bunlar varyak, kondansatör, kontrol elemanları ve panodur.



Şekil 3.1 Pano dış görünüşü



Şekil 3.2 Pano iç görünüşü

3.1.1 Varyak (Ototransformatör) ve Mekanik Aksamı

Varyak veya ototransformatör transformatörün çıkış ucunun çok uçlu(kademeli) halidir. Ototransformatörlerde, sargılar elektriksel olarak bağlantılı olup, çekirdekten bir ya da daha fazla ara uç alınır ve devreden biri çıkış(giriş) uçlarına bağlanırken, diğer devrenin bir ucu giriş(çıkış) ucuna bir ucu da ara uca bağlanır (Edminister ve Nahvi, 1999). Bu ara ucun sayısının sarım sayısı kadar dışarı alınması transformatörün adını varyak yapmaktadır. Varyakta bir giriş ve bir çıkış bulunmaktadır. Girişe uygulanan voltaj çıkışta istenilen değerde alınmaktadır.

Piyasada iki çeşit varyak bulunmaktadır. Bunlar silindir tipi varyak ve Lineer tipi varyaktır. Çalışmada iki tip varyağın da çalışma mantığı aynı olması ve kompanzasyon sisteminde silindir varyağın kullanılmasından dolayı sadece silindir varyak çalışılmıştır.

Varyaklar klasik transformatörlerdeki sarım oranını değiştirme mantığı ile çalışmaktadırlar. Çalışmada kullanılan varyağı daha iyi anlamak için transformatörlere kısaca değinilmiştir.

Transformatör, iki veya daha fazla elektrik devresini elektromanyetik indüksiyonla birbirine bağlayan bir elektrik cihazıdır. Bir elektrik devresinden diğer elektrik devresine, enerjiyi elektromanyetik alan aracılığıyla naklederler. Transformatörler elektrik enerjisinin belirli gücünde gerilim ve akım değerlerinde istenilen değişimi yapan makinelerdir(Anonim, 2004).



Şekil 3.3 Küçük güçlerdeki birkaç transformatör

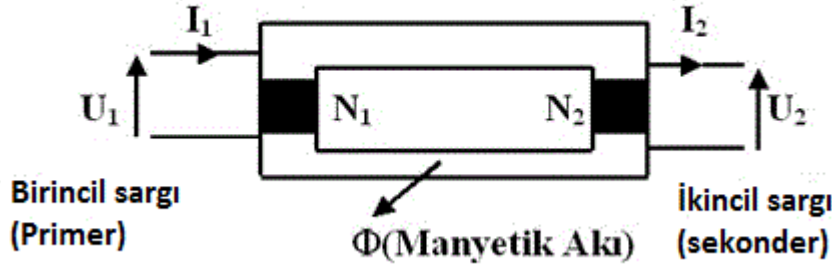
Transformatör en basit halde, birbirine yakın konan iki sargıdan ibarettir. Şekil 3.3 küçük güçteki birkaç transformatörün fotoğrafı verilmiştir. Üzerindeki bu iki sargı ince demir levhaların üzerine sarılmışsa buna demir çekirdekli transformatör denir. Eğer demirsiz plastik tüp gibi bir çekirdeğe sarılmışsa buna hava çekirdekli transformatör denir. Sargılardan birine voltaj uygulanırsa, diğerinde de bir voltaj meydana gelir. Voltajın tatbik edilmesiyle ortaya çıkan akım, sargı etrafında bir manyetik alan doğurur. Bu alan, yakına konan diğer sargıda bir voltaj ortaya çıkarır. Ancak manyetik alanın daima değişerek çıkış sargısındaki voltajı devam ettirmesi gerekir. Eğer her iki sargı tek bir demir çekirdeğe konur ve voltaj tatbik edilirse, demir çekirdek manyetize olur. Demir, uygun manyetik özelliklerinden dolayı tercih edilir ve bu suretle manyetik alan konsantre edilmiş olur. Bu yöntemle enerji kayıpları en düşük düzeyde kalır, verim % 97-99,9 gibi değerlere ulaşabilir.

Genel olarak transformatörler bir elektrik devresinde voltaj veya akımı indirmek veya yükseltmek için kullanılır. Elektronikteyse esas olarak farklı

devrelerdeki yükselticileri birleştirmek, doğru akım dalgalarını daha yüksek bir değerdeki alternatif akıma çevirmek ve sadece belirli frekansları iletmek için kullanılır. İzolasyon amacıyla ve bazen da sığaçlar ve dirençlerle beraber kullanılır. Elektrik akım iletiminde, esas olarak voltajı yükseltmek veya düşürmek için kullanılır. Ölçü aletlerinde özel transformatörler kullanılır. Manyetik alan değişimi sürekli olmadığından transformatörler doğru akımlarda kullanılamaz (Peşint ve Ürkmez, 2004).

Esas olarak transformatörler, elektromanyetik indüksiyonla enerjiyi bir devreden diğer devreye geçirirler. Voltajı değiştirmek, özellikle elektrik enerjisinin, elde edildiği yerden uzaklara nakledilmesinde gerekli olur. Gerilimi, mesela 154000 volt veya daha fazlaya yükselterek iletim sırasında gerekli olan kabloların ağırlığı oldukça azaltılır. Böylece, gerekli olan kuleler ve diğer alt yapılarda da ekonomi sağlanır.

Bir transformatörün çıkış(ikincil) sargısı, giriş(birincil) sargılarından daha fazla sayıda ise çıkış voltajı büyüyecektir. Akım şiddetiyle, bu oranın tersiyle değişir. Transformatörler yardımıyla gerilimi yükseltmek mümkün olduğu gibi, düşürmek de mümkündür. Transformatörün gücü manyetik alanın değişimine bağlı olduğundan, bu alan demir çekirdeği ısıtır. Bu sebepten demir çekirdekli transformatörler, genellikle 60 hertz'lik, düşük frekanslarda kullanılır. Demir çekirdeğin tek döküm olarak değil, ince levhalar(sac) şeklinde yapılması fazla ısınmayı önlemek içindir. Fazla ısıyı önlemek için sacların kimyasal yapısı ile birlikte sacın yapım şekli, diziliş şekli gibi etkenlerde vardır (Peşint ve Ürkmez,2004). Radyo ve televizyon gibi elektronik cihazlarda bobinler yüksek frekanslarda kullanıldığından nüve ısınmasını ortadan kaldırmak için nüve olarak hava kullanılır.



Şekil 3.4 Transformator tek hat şeması

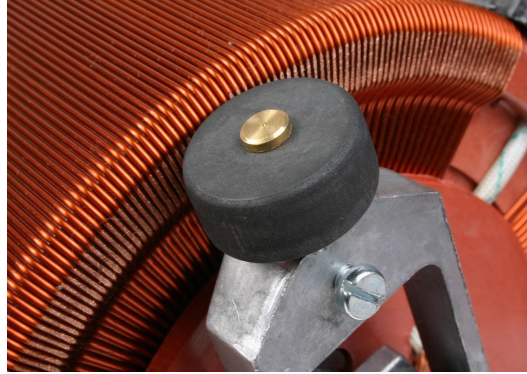
Şekil 3.4'de birincil sargı ince iletkenden çok turlu, ikincil sargı kalın iletkenden az turludur. Transformatorlerde gerilimler sarım(tur) sayıları ile doğru orantılıdır, akımlar ise ters orantılıdır. Bu oran aynı zamanda transformatorlerde boşta dönüştürme oranıdır. Aynı zamanda bu değerler ideal transformatorler içindir.

$$\text{Dönüştürme oranı; } \mathbf{K} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (3.1)$$

(K:dönüşüm oranı, U1:transformator giriş gerilimi, U2:transformator çıkış gerilimi, N1: transformator birincil sargısının tur sayısı, N2: transformator ikincil sargısının tur sayısı, I1: transformator giriş akımı, I2: transformator çıkış akımı)

Varyaklar bu dönüştürme oranı (3.1) formülündeki N₂ sargı sayısını çalışma sırasında da değiştirebilmemizi sağlarlar. Transformator üzerinde bir hat boyunca iletkenlerin yalıtımı kazınır ve bu hat üzerinde gezdirilebilen fırça adını verilen bir uç sargılara temas ettirilir. Yani transformatorün ikinci sargı bölümünde atılan her bir turda iletken tele ulaşılacak bir bölüm kazınır. Bu kazınan bölge ile temas edecek döner mekanik bir aksam yerleştirilir. Bu aksam üzerinde bir tekerlek kömür bulunur. Şekil 3.5'de bu aksam gözükmektedir. Tekerlek bağlı ve bağlı olduğu mekanik aksam komple iletkenidir. Varyakların çekirdekleri bu kömür tekerleğin rahatça yol alabileceği şekilde tasarlanmıştır. Tekerin büyük seçilmesi bir yönden avantajlı olabilir, yüzey alanı artan tekerlek tellerin aşınmasını azaltacaktır. Ancak çok büyük seçilmesi de yüzey basıncının çok azalmasına ve arklara neden olabilir ayrıca çıkış

gerilim değerinin hassasiyetini de azaltacaktır ve ayrıca maliyet, çok yer kaplama gibi sıkıntılar da doğuracaktır.



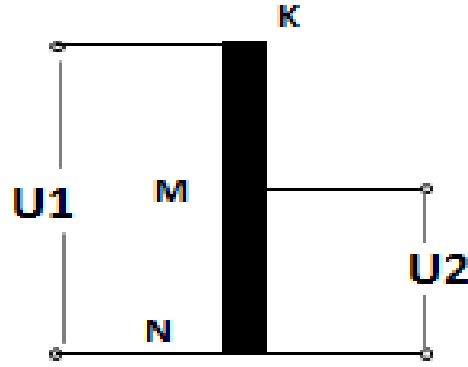
Şekil 3.5 Varyak fırçası(Megisan, 1995)

Çalışmada kömürün iletken olması ve çok sert olmamasından dolayı kömür tekerlek seçilmiştir. Kömüre bağlı birde esnek bakır kablo bulunmaktadır. Bu aksama **varyak fırçası** denilmektedir. Fırçaya bağlı olan bakır kablo çalışmada kullanılacak transformatörün çıkışını oluşturmaktadır. Giriş ve çıkışlar şekil 3.6 görüldüğü gibi silindir üzerindeki sarımın bittiği yere bağlanmıştır.



Şekil 3.6 Varyak görünüşü(Megisan, 1995)

Varyaklarda birincil sargı ve ikincil sargı aynı nüve üzerindedir. Ve varyakları transformatörlerden ayıran diğer önemli bir özelliği giriş çıkışta uçlarının bir tanesinin ortak uç olmasıdır. Bunun nedeni çekirdek üzerindeki sargının aynı sargı olmasıdır.



Şekil 3.7 Varyak tek hat şeması

Ototransformatör şekil 3.7 de K noktasından N noktasına kadar aynı sargı ile sarılıdır. Yani U1 ile U2 gerilim değerlerinin bir ortak ucu vardır. İkincil sargı dediğimiz kısım yeni bir sargı değil birincil sargının devamıdır. Aynı çekirdek üzerindedirler. Buradan şu da anlaşılmaktadır; ototransformatörler izole transformatör olarak kullanılamazlar.

Varyak fırçası ortalama 3–5 N/cm²'lik bir basınç yapar sargıların üzerine, basıncın fazla olması bakır sargıların çabuk aşınmasına neden olur, basıncın az olması da ark oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle uygun basıncı sağlayacak bir yay gerilimi oluşturulması gerekmektedir..

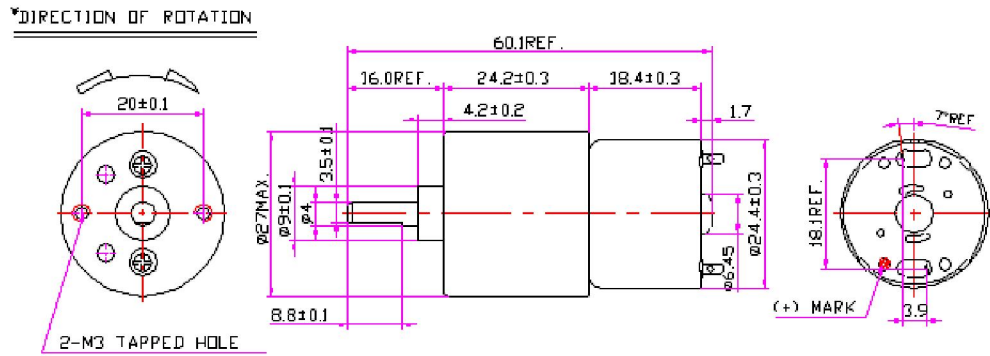
Varyak fırçasını döndürme motoru genelde dc motor olarak seçilir. Çalışmada küçük güçte redüktörlü bir dc motor kullanılmıştır. Kullanılan dc motor 12 volt dc gerilimde 16 rpm devirde çalışmaktadır. Aslında genel olarak varyak fırça motorları 50 rpm ve 24 Voltluk daha güçlü dc motorlar ile çalıştırılır fakat varyak çıkış voltajının çok hızlı değişmemesi için 16 rpm seçilmiştir.

Seçilen dc motorunun serisi MG029 Mugul-dc dir. Şekil 3.8 de seçilen motorun teknik özellikleri verilmiştir(Anonim, 2005). Seçilen elektrik makinesinin iki çeşidi bulunmakta olup, deneyde kullanılan 16,5 rpm olanıdır ve rumuzu “KR32-27GA392-08”dir.

Model	Voltage (D.C.)		No Load		Rated Load			Stall		Max. Tolerance
	Operating Voltage	Nominal (Constant)	Speed	Current	Speed	Current	Torque	Current	Torque	Torque
			rpm	A	rpm	A	Kg-cm	A	Kg-cm	Kg-cm
KR32-27GA188-08	3.0-12.0	12.0	35	0.040	25	0.125	1.00	0.33	3.50	5.0
KR32-27GA392-08	3.0-12.0	12.0	16.5	0.040	11.6	0.125	2.00	0.33	6.80	5.0

Şekil 3.8 Dc motor teknik özellikleri(Mugul, 2005)

Şekil 3.9’de dc motorumuzun gerçek resmi ve teknik görünüşleri verilmiştir(Anonim, 2005).



Şekil 3.9 DC motor görünüşü ve ebat ölçüleri(Mugul, 2005)

Varyak üzerinde ayrıca fırçanın dönme sınırlarına geldiğini anlaması için iki sınır anahtarı bulunmaktadır. Bu iki sınır anahtar ile motorun fazla dönerek varyak fırçasını kırması ve motorun fazla amperden yanması engellenmiştir.

Doğru akım motorlarının hızı iki şekilde ayarlanmaktadır. Varyak üzerinde kullanılan DC elektrik makinesinin hız ayarı kademeli bir güç kaynağı ile ayarlanmaktadır.

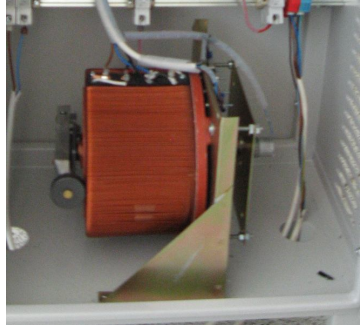
Devir sayısı formülü:

$$n := \frac{U - I_a \cdot R_a}{K \cdot \phi} \quad (3.2)$$

(n:devir sayısı, U: gerilim, I_a: akım, R_a: direnç, K: katsayı)

(3.2) formülüne göre devir sayısını değiştirmek için “ ϕ (manyetik akı)” değerini ve ya “U” değerini değiştirmek gerekmektedir(Oğuz ve Gökkaya, 2004). Bu değerlerden en kolayı “U” gerilim değerini değiştirmektir. Varyak kontrollü kompanzasyon tekniğinde varyak fırçasının hızını DC elektrik makinesinin gerilim(U) değeri değiştirilerek kontrol edilmiştir. Devir sayısının çok geniş sınırlar içerisinde ve tehlikesizce ayarlanabilmesi için genellikle makine endüvisine uygulanan gerilim değiştirilebilmektedir(Oğuz ve Gökkaya, 2004). Bu çalışmada gerilim değeri 3-12 V arasında değiştirilerek kontrol yapılmıştır. Varyak fırçasındaki dönme momentinin yüksek olmasından dolayı 5 voltun altında varyak fırçası döndürülememiştir. Sistemin normal çalışmasını 6 volt ile gerçekleştirdiği görülmüştür.

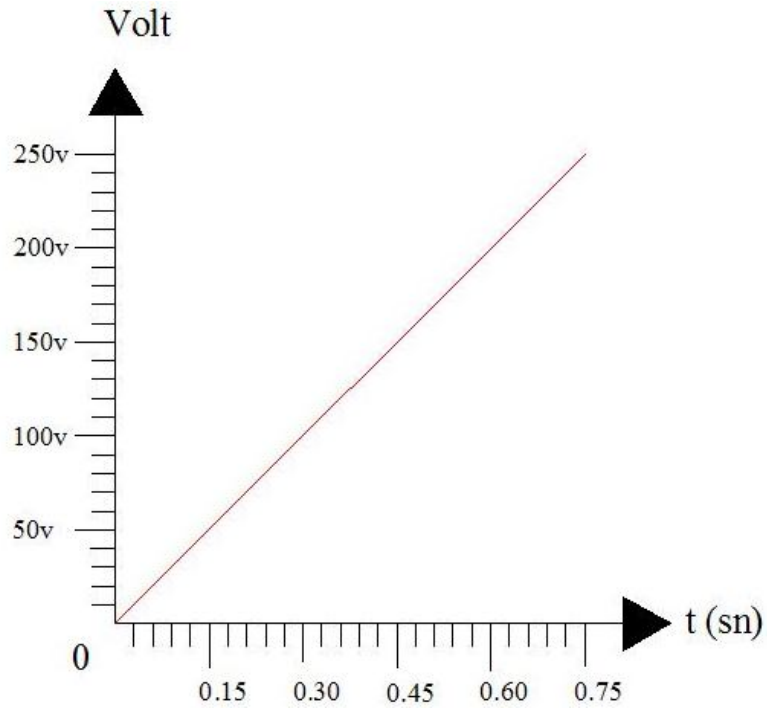
Sistemde kullanılan varyak serisi VRG 5 kva tek faz panel tipindedir. Ebatları da 25x25x30 cm'dir. Sistemde kullanılan varyağın monte edilmiş hali şekil 3.10'da görülmektedir.



Şekil 3.10 Denejde Kullanılan Varyak

Varyağın kondansatör üzerindeki etkisi bölüm 3.1.2 kondansatör bölümünde incelenmiştir.

Varyak çıkışındaki voltaj değişikliği deneylerde kullanılacak 16 rpm devirdeki dc motor ile ne kadar sürede değiştiğini gösteren Grafik 3.1 aşağıda verilmiştir.



Grafik 3.1 Varyak çıkışının V-t grafiği

Varyak çıkış voltajı 0-250 V arasındadır, grafikten de anlaşılacağı gibi maksimum voltaja yaklaşık 1 saniyede gelmekte bu da sistemin 1 saniye içerisinde gerekli voltaja ulaşarak kompanze yapmasını sağlamaktadır.

3.1.2 Kondansatör

Endüktif reaktif gücü kontrol edebilmek için sistemde genelde kondansatör kullanılmaktadır. Varyak kontrollü bu çalışma için Siemens marka Epcon isimli kondansatör seçilmiştir. Sistemin çalışma mantığını daha iyi anlamak için kondansatörler tanınmalıdır.

Kondansatör, enerjiyi elektrik alanda saklayan devre elemanıdır. Gerilimin bir periyot boyunca değişken olması durumunda, enerji bir bölüm için saklanır, diğer bölümde kaynağa geri verilir. Endüktans(bobin) elemanlarından farklı olarak kondansatörler devreden çıkartılsa bile üzerindeki yükü korurlar(Edminister ve Nahvi, 1999). Şekil 3.11’de birkaç kondansatör resmi görülmektedir. Elektrik yükü depolama, reaktif güç kontrolü, bilgi kaybı engelleme, AC/DC arasında dönüşüm yapmada kullanılırlar ve tüm entegre elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanlarıdır.



Şekil 3.11 Birkaç kondansatör resmi

Kondansatörlerin karakteristikleri olarak;

- plakalar arasında kullanılan yalıtkanın cinsi,
- çalışma ve dayanma gerilimleri,

- depolayabildikleri yük miktarı sayılabilir.

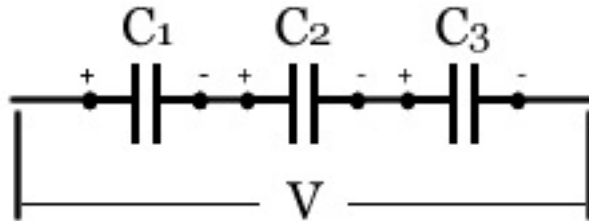
Bu ölçütler göz önünde bulundurulduktan sonra gereksinime uygun olan kondansatör tercih edilir. Kondansatörlerin fiziksel büyüklükleri, çalışma gerilimleri ve depolayabilecekleri yük miktarına bağlıdır. Tasarım açısından ise çeşitlilik boldur, hemen hemen her boyut ve şekilde kondansatör temin edilebilir. Birimi, 1 Volt potansiyel farkı için kaç coulomb q (yük) tutulduğunu belirten büyüklük yani Coulomb/Volt'tur. Buna özel olarak Farad (f) adı verilir. Kapasitesi $C(f)$ olan bir kondansatörün V potansiyel farkı için yükü:

$$q := \frac{C}{V} \quad (3.3)$$

(q : kondansatör üzerindeki yük(elektron sayısı) C :kondansatör sığası;farad, V : gerilim)

(3.3) formülündeki C değerini arttırmak için iletkenlerin, toprağa veya birbirlerine yaklaştırmak suretiyle kapasiteleri artırılabilir. İletkenler arasına bağlı dielektrik sabiti büyük yalıtkan malzemeler konularak büyük kapasiteli kondansatörler elde edilir. Bu iletkenlere armatür veya levha, yalıtkanı da dielektrik denir. Dielektrik katı, sıvı veya gaz olabilir. Bir takım dielektrik malzemenin bağıl dielektrik sabitleri şu şekildedir(anonim, 2004): Hava = 1, Kâğıt = 2, Vernik = 3, Bakalit = 6, Mika = 7, Porselen = 7, Cam = 7, Mermer = 8, Lastik = 2,5.

Kondansatörler seri yada paralel olarak bağlanabilirler. Paralel bağlanması durumunda dirençlerin paralel bağlanmasının tersine değeri artar. Seri bağlandığında ise düşer. Aşağıda şekil 3.12'de seri bağlantı şekil 3.13'de ise paralel bağlantı gözükmektedir.



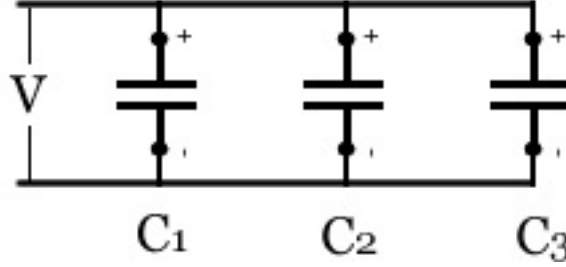
Şekil 3.12 Kondansatör seri bağlantısı

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

(3.4)

(Ces: kondansatör sığası eşdeğeri, C1:1.kondansatör değeri)

(3.4) formülü seri bağlantı kondansatör değeridir.



Şekil 3.13 Kondansatör paralel bağlantı

$$C_{es} = C_1 + C_2 + C_3 \quad (3.5)$$

(Ces: kondansatör sığası eşdeğeri, C1:1.kondansatör değeri)

(3.5) formülü paralel bağlantı kondansatör değeridir.

Kompanzasyon sistemlerinde kondansatörler reaktif güç oluşturmak için kullanılırlar ve sisteme çoğunlukla paralel bağlanarak alınırlar. Paralel bağlantı Varyak kontrollü kompanzasyon sisteminde de kullanılmaktadır. Sisteme belli bir değerden sonra ek kondansatörler paralel olarak alınabilir. İstenilen bir kondansatör değerini iki veya daha fazla kondansatör paralel bağlanarak elde edilebilir. Çalışma için oluşturulan sistemde de 2.5 Kvar değerinde iki kondansatör paralel bağlanarak 5 Kvar'lık güç elde edilmiştir. Sistemdeki toplam kondansatör değerini seri ve paralel bağlantıları kullanarak oluşturulan hibrit yöntemi dediğimiz başka bir kompanzasyon tekniği de bulunmaktadır.

$$Q_c := \frac{V^2}{(2\pi f C)} \quad (3.6)$$

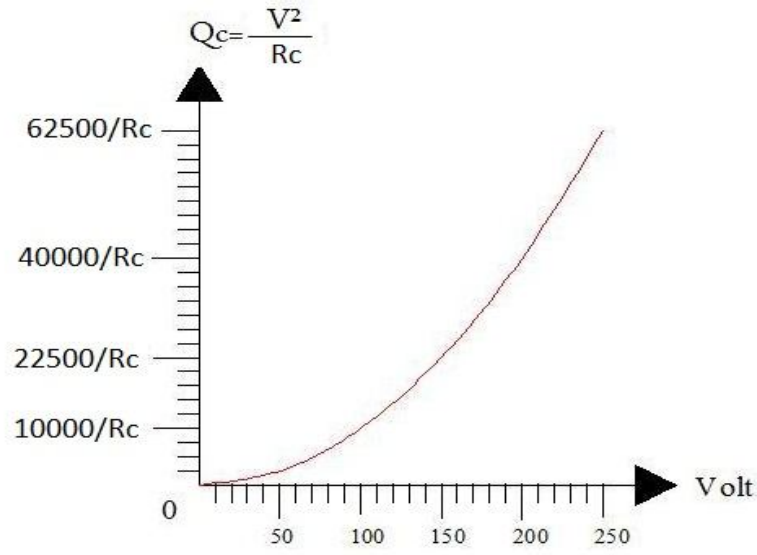
(Q_c : kapasitif güç, V : gerilim, π :3.14, f :frekans, C : kondansatör sığası;farad)

$$R_c := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad (3.7)$$

(R_c : kondansatör direnci, π :3.14, f :frekans, C : kondansatör sığası; farad)

(3.6) formülüne göre kondansatörün üreteceği güç Voltaja ve R_c değerine bağlıdır. Buradaki R_c değerini değiştirmek için (3.6) formülüne göre ya f (frekans) değeri yada C (farad) değeri değişmelidir. Bunlardan f değerini değiştirmek mümkün olmakla beraber mevcut şebeke frekansı sabit olması ve kompanzasyonun endüstriyel sanayide olmasından dolayı uygulanamamaktadır. C değerini değiştirmek de mümkündür. Piyasada varyabil ve tribel adı altında bu işlevi gören kondansatörler bulunmaktadır. Bu kondansatörler hem verimli olmamaları hem de yüksek güçte bulunmamaları nedeniyle uygulanamamaktadır. Tek kondansatör kullanarak farklı reaktif güçler oluşturmanın en iyi yolu V (gerilim)' i değiştirmektir. Varyak kontrollü kompanzasyon tekniğinin de temel mantığı budur.

Kurulmuş olan sistemde 220 voltta 5 Kvar büyüklüğünde kondansatör kullanılmıştır. Varyak kullanılarak kondansatör üzerindeki gerilim değiştirilerek güç değişimi ölçülmüştür. Gerilim ile kondansatör güç değerlerini matematiksel ve gerçek değer olarak gösteren grafik 3.2 verilmiştir.



Grafik 3.2 kondansatör gücü-Gerilim(V)

3.1.3 Kontrol Elemanları

Oluşturulan sistemde şebekedeki gerilim bilgisini, sistemin çektiği akım bilgisini okuyan ve bu bilgiler ile sisteme gerekli kondansatör gücünü sağlamak için varyak voltajını değiştiren bir kontrol bölümü bulunmaktadır. Çalışmada kontrol sisteminin tek bir cihaz içerisinde toplanılması istenmiştir. Bu işlemin maliyetinin yüksek olması nedeniyle kontrol elemanı genel olarak üç parçadan oluşturulmuştur. Bu parçalar; MPR60 enerji analizörü, 16F877 mikroişlemci DC motor kontrolü ve yük yok rölesi kontrol elemanıdır.

Genel olarak reaktif güç kompanzasyon röleleri mikroişlemci tabanlı olup, temel olarak 3 ana ünitelerden oluşur: 1.Ölçme, 2.Karşılaştırma ve Değerlendirme, 3.Anahtarlama ünitesi (Anonim, 2002). Bu çalışmamızda da kontrol ünitesi üç ayrı parçadan oluşmasına rağmen diğer reaktif güç kompanzasyon röleleri gibi aynı ünitelerden oluşmuştur.

Kontrol ünitemizdeki üç ayrı parçadan birinci eleman MPR60 cihazı Entes firmasının ürettiği bir enerji analizörüdür. Şekil 3.14'de fotoğrafı görülmektedir. Bu cihaza benzer piyasada ondan fazla farklı markalarda cihazlar vardır. Birkaç markayı sayacak olursak; siemens UMG500, elektroPan EA200,telemekmekanik PM870,

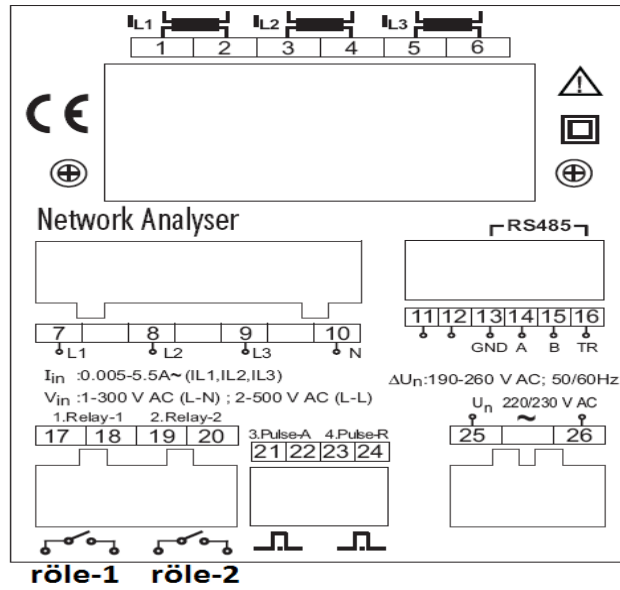
accuenergy DV300, iskra MC750, asset NQM750, CA8332B portatif, acuvim FX gibi markalar bulunmaktadır.



Şekil 3.14 MPR60 Enerji analizörü(Entes, 2005)

Bu cihaz ile sistemimizin gerilim, akım, aktif güç, kapasitif güç, endüktif güç, harmonik, güç faktörü ve $\cos\phi$ değerleri görülebilmektedir. Reaktif ve aktif güç hesaplamaları harmonikleri süzölmüş temel bileşene göre değil, harmonikli değerlere göre yapılır (Sheble, 1987). Bu yüzden gerek enerji analizörleri olsun gerek reaktif güç kontrol cihazları olsun sistemin harmonik değerlerini de okurlar.

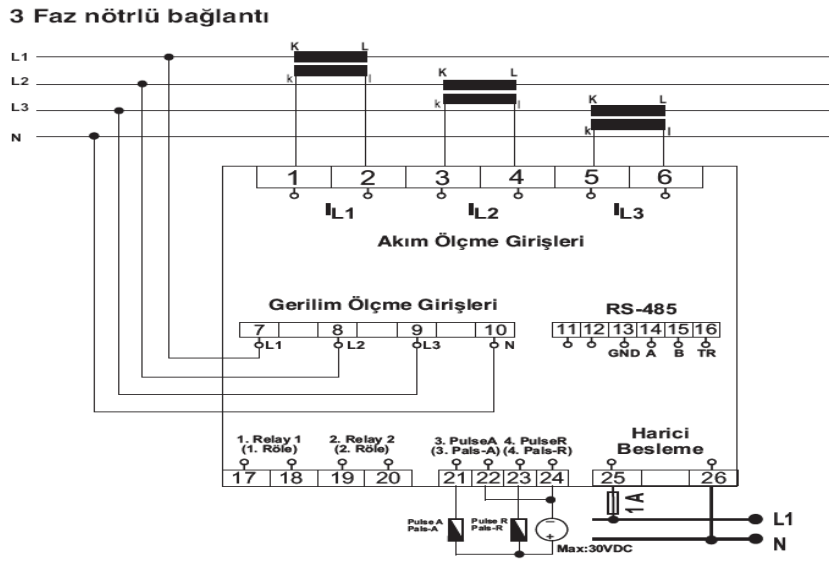
MPR60 cihazının en önemli kullanım amacı $\cos\phi$ değerini kontaktörlerinden bilgi olarak vermesi. $\cos\phi$ değeri belli bir sınır değerinin dışına çıkınca Röle-1 kontağı, diğer belli bir sınırın dışına çıkınca da Röle-2 kontağı çıkış vermesidir. Bu çıkışlar pic16F877 mikroişlemcisine bağlanır ve sistemin $\cos\phi$ değeri hakkında bilgi alınır. Kontaktör (röle 1-2) çıkışları şekil 3.15 de görülmektedir.



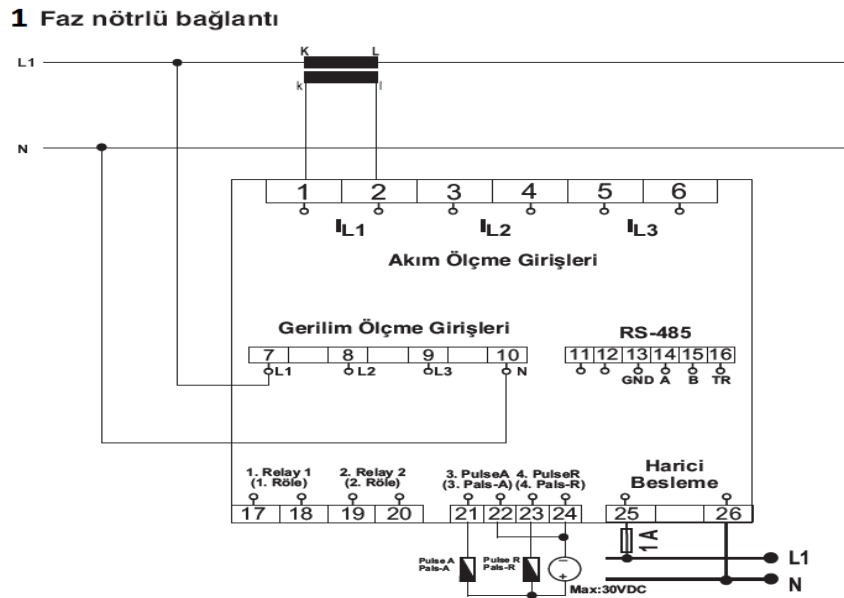
Şekil 3.15 MPR60 Röle çıkışları

MPR60 cihazı üç fazlıdır. 220 volt besleme gerilimi ile çalışır. 3 faz giriş, 1 nötr girişi, 3 akım trafosu girişi bulunmaktadır. Varyak kontrollü kompanzasyon tekniği için oluşturduğumuz sistem tek fazlı olmasından dolayı MPR60 enerji analizörünün bir faz girişi bir akım trafosu girişi kullanılmıştır. Ölçümleri bir faz üzerinden yapmaktadır.

MPR60 enerji analizörünün üç faz ve tek faz bağlantı şeması aşağıda şekil 3.16'da görülmektedir.



Şekil 3.16 a) MPR60 3 faz bağlantı(Entes,2005)



Şekil 3.16 b) MPR60 1 faz bağlantı

Sistemdeki MPR60 cihazının panodaki bağlantı görüntüsü de şekil 3.17 de görülmektedir. Cihazın parametre ayarlı olarak şu değerler girilmiştir; Akım trafosu oranı:20, gerilim trafosu oranı:1, bağlantı şekli: 3P4W, Röle çıkışı-1: $\cos\phi$, Röle çıkışı-2: $\cos\phi$. Bu cihazla alakalı daha ayrıntılı bilgi edinmek için ve başka deneylere yardımcı olabileceği düşüncesi ile ekler bölümüne Ek2 olarak eklenmiştir.



Şekil 3.17 MPR60 cihazının panodaki bağlantısı

MPR60 cihazına akım bilgisini ölçmesi için 75/5 oranında akım trafosu seçilmiştir. Şekil 3.18 de akım trafosunu görülmektedir.



Şekil 3.18 Panodaki akım trafosu

Tek faz üzerinden kompanzasyon yapılmasından ve MPR60 cihazının da şebeke gerilimde çalışmasından dolayı gerilim trafosu sistemde kullanılmamış,. parametre ayarlarında gerilim trafosu oranı 1 seçilmiştir.

Kontrol ünitesindeki ikinci eleman ise pic16F877 mikroişlemcisidir. Bu işlemci özet olarak MPR60 cihazının kontaktörlerinden aldığı cosφ bilgisine göre Varyak motorunu döndürür. MPR60 cihazına gerek kalmadan da bir mikroişlemci ile sistem kontrol edilebilir olmasına rağmen mikroişlemciye fazla yük binmemesi için ve tek bir kontrol kartını oluşturmak için yeterli zamanın olmamasından dolayı MPR60 cihazından yararlanılmıştır.

Çalışmada kullanılan mikroişlemcili kartın iki besleme girişi bulunmaktadır. Birinci besleme girişi 12 volt mikroişlemci besleme girişi, ikinci besleme girişimiz de 3-12 volt dc motor besleme girişidir. Mikroişlemci 5V ile çalışmasından dolayı 7805 entegresi kullanılarak 12 volt 5 volta indirilerek. MPR60 cihazının rölelerine 5 volt gönderilmektedir. Rölelerin çekmesi ile mikroişlemcinin 1. ve 2. A portlarına 5 volt bilgisi gelmektedir. Bu bilgiler mikroişlemcideki programa göre işlendikten sonra B portunun 1., 2., ve 3. çıkışlarına sistemin kapasitif, endüktif yada normal durumda olduğunu gösteren bilgiler gönderir. 1. porta bağlı ledin yanması durumunda sistem endüktif, 2. porta bağlı ledin yanması durumunda sistem normal, 3. porta bağlı ledin yanması durumunda ise sistem kapasitif demektir. Sistemin kapasitif veya endüktif olmasına göre varyak fırça motorunun yönü değiştirilir. B portunun 1. ve 3 çıkışları ile optik yalıtıcılar anahtarlanır, anahtarlanan optik yalıtıcılar güç kaynağı-2 den gelen 6 volt ile hem dc röleleri çektirir hem de varyak fırçasının dc motorunu beslemektedir. Bu kontrol kartında kullanılan malzemeler şöyle sıralayabiliriz.

1 adet 16F877 mikroişlemci

1 adet 4 Mhz kristal

2 adet 6N137 opto kuplor

2 adet 5 volt DC röle

5 adet 5 volt led

5 adet 330 ohm direnç

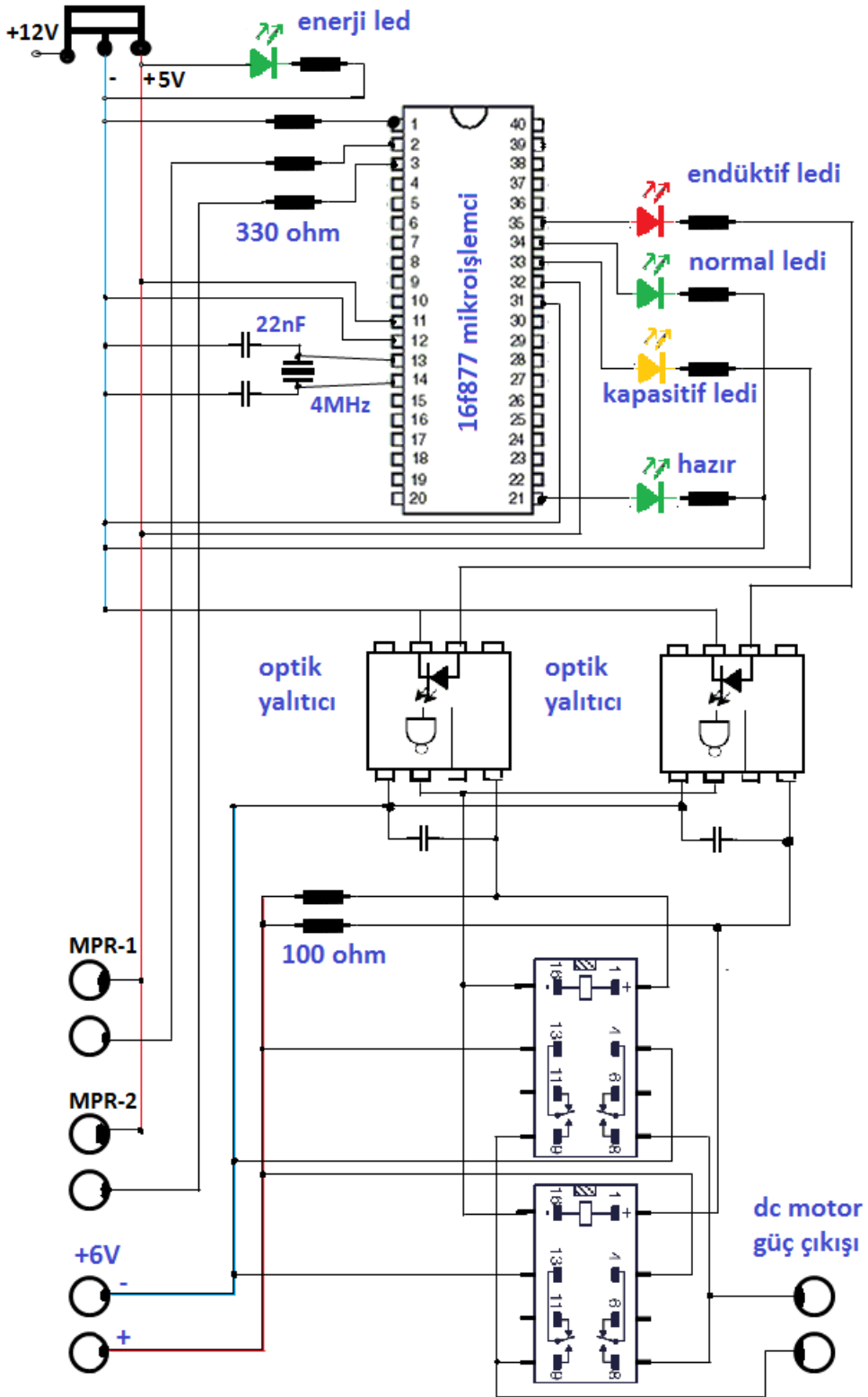
2 adet 500 ohm direnç

1 adet 7805 entegre

8 giriş çıkışlık klemens

4 adet 22nF kondansatör

Aşağıdaki şekil 3.19’de kontrol kartının devre şeması gözükmektedir.



Şekil 3.19 Mikroişlemcili kontrol kartının devre şeması

Kontrol kartındaki her bir devre elamanı ve kullanım amaçları aşağıda açıklanmıştır.

Pic 16F877: mikroişlemci ünitesi, sistemin kontrol eden ve kontrol komutlarının kaydedildiği işlendiği devre elemanıdır. Bu sistemde kullandığımız mikroişlemci pic16XX serisinden pic16f877'dir. 40 bacaklıdır. A, B, C ve D portları bulunmaktadır. Her port 8 pindir ve giriş veya çıkış olarak kullanılabilirler. Bu portlardan sadece A portu analog giriş olarak kullanılabilir. 4-20 Mhz'lik kristaller ile çalışırlar. 368 byte ram, 256 byte eeprom ve 8 kword program belleği vardır. İç özellikleri ve çevresel özellikleri temel olarak şöyledir (Anonim, 2006):

16F87X Mikrodenetleyici ailesi donanım özellikleri:

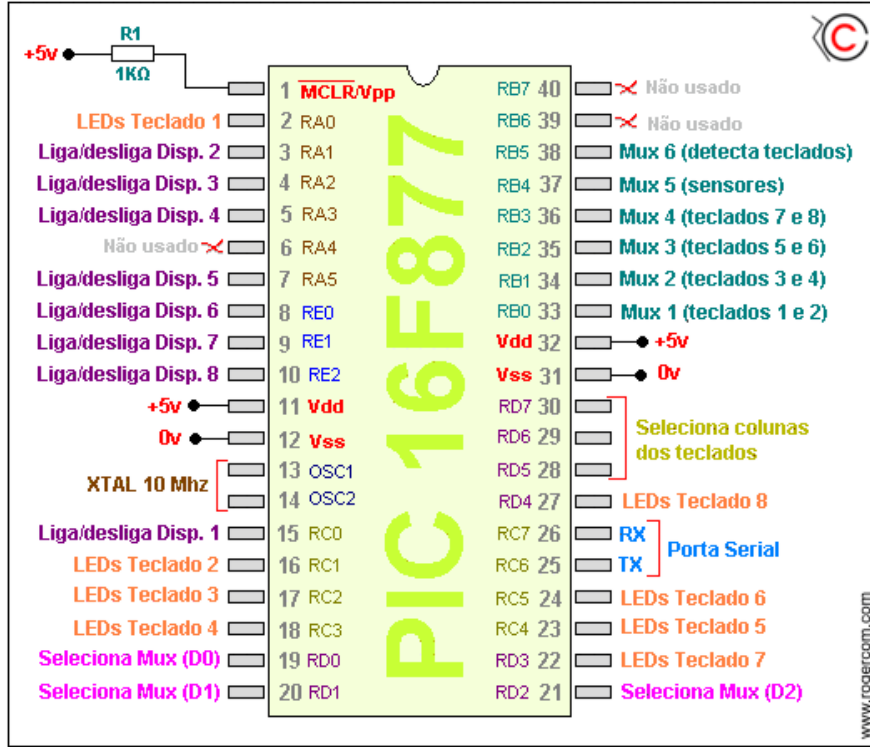
- CPU azaltılmış komut seti
- RISC temeline dayanır.
- Öğrenilecek 35 komut vardır ve her biri 14 bit uzunluktadır.
- Dallanma komutları iki çevrim (cycle) sürede, diğerleri ise bir çevrimlik sürede uygulanır.
- İşlem hızı 16F877'de DC20MHz'dir. (16F877'de bir komut DC200ns hızında çalışır.)
- Veri yolu (databus) 8 bittir.
- 32 adet SFR (Special Function Register) olarak adlandırılan özel işlem kaydedicisi vardır ve bunlar statik RAM üzerindedir.
- 8 Kword'e kadar artan flash belleği 1 milyon kez programlanabilir.
- 368 Byte'a kadar artan veri belleği (RAM),
- 256 Byte'a kadar artan EEPROM veri belleği vardır.
- Pin çıkışları PIC 16C73B/74B/76 ve 77 ile uyumludur.
- 14 kaynaktan kesme yapabilir.
- Yığın derinliği 8'dir.
- Doğrudan, dolaylı ve göreceli adresleme yapabilir.
- Poweron Reset (Enerji verildiğinde sistemi resetleme özelliği)
- Powerup Timer (Powerup zamanlayıcı)
- Osilatör Startup Timer (Osilatör başlatma zamanlayıcısı)
- Watchdog Timer (Özel tip zamanlayıcı), devre içi RC osilatör

- Programla kod güvenliğinin sağlanabilmesi özelliği
- Devre içi Debugger (Hata ayıklamakta kullanılacak modül)
- Düşük gerilimli programlama
- Flash ROM program belleği (EEPROM özellikli program belleği)
- Enerji tasarrufu sağlayan, uyku –Sleep Modu
- Seçimli osilatör özellikleri
- Düşük güçle, yüksek hızla erişilebilen, CMOSFlash EEPROM teknoloji
- Tümüyle statik tasarım
- 2 pinle programlanabilme özelliği
- yalnız 5V girişle, devre içi seri programlanabilme özelliği
- İşlemcinin program belleğine, okuma/yazma özelliği ile erişimi
- 2.0 V – 5.0 V arasında değişen geniş işletim aralığı
- 25 mA'lık kaynak akımı
- Devre içi, iki pin ile hata ayıklama özelliği
- Geniş sıcaklık aralığında çalışabilme özelliği
- Düşük güçle çalışabilme özelliği

Çevresel özellikleri ise şöyle sıralanabilir:

- TMR0: 8 bitlik zamanlayıcı, 8 bit önbölücülü
- TMR1: Önbölücülü, 16 bit zamanlayıcı, uyuma modundayken dış kristal zamanlayıcıdan kontrolü arttırılabilir.
- TMR2: 8 bitlik zamanlayıcı, hem önbölücü hem de sonbölücü sabiti
- İki Capture / Compare / PWM modülü
- 10 bit çok kanallı A/D çevirici
- senkron seri port (SSP), SPI (Master mod) ve I²C (Master Slave) ile birlikte
- Paralel Slave Port, 8 bit genişlikte ve dış RD, WR, CS kontrolleri
- USART/SCI, 9 bit adres yakalamalı
- BOR Reset (Brown Out Reset) özelliği

16f877 entegresinin temel bağlantı tanımları şekil 3.20'de görülebilir.



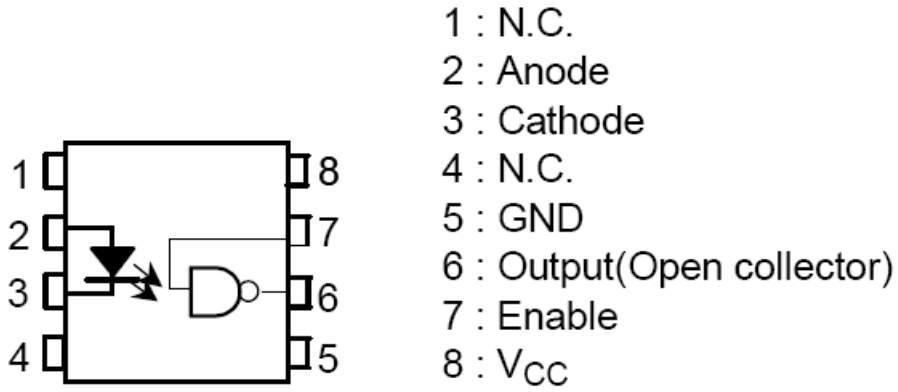
Şekil 3.20 pic16f877 bağlantı tanımları

Mikroişlemci program ise MikroC dili ile yazılmıştır. Yazılan program ve açıklaması ek bölümünde Ek-1 olarak eklenmiştir.

4 Mhz kristal: işlemci performansının belirlenmesinde önemli bir etken olan saat frekansı(hızı), mikroişlemcinin temposunu oluşturur ve saniyedeki darbe sayısı ile ölçülür. Birimi megahertz (MHz) olarak verilir. Bir MHz, saniyede bir milyon adet darbeye karşılık geldiğinden, örneğin 300 MHz'lik bir işlemci dendiğinde bir işi saniyede üç yüz milyon kere yapabilen aygıt denir (Tarimer, 1999). Pic16f877 serisi 20 Mhz hızı desteklemektedir. Varyak kontrollü kompanzasyon sistemi deneyimizdeki çok yüksek hıza ihtiyaç olmaması ve yüksek hızın elektromanyetik alanlardan etkilenmesinden dolayı 4 MHz'lik kristal kullanılmıştır.

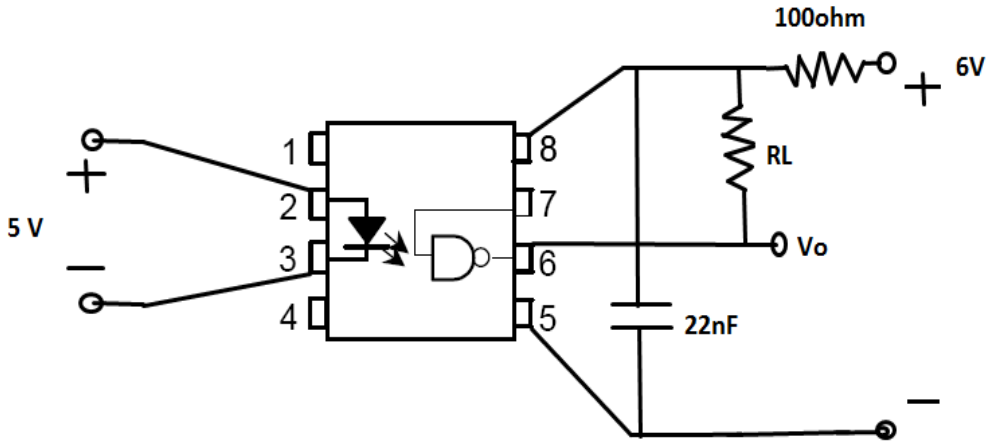
6N137 opto kuplor (photocoupler): Piyasada foto kuplorlar, optik yalıtıcılar, opto kuplorlar gibi isimlerle bilinirler. Sinyal yükseltme, güç anahtarlama veya yalıtım gibi amaçlar ile kullanılırlar. Daha çok mikroişlemcileri korumak amaçlı yalıtım olarak kullanılırlar. İç yapısında temel olarak ışık yayan diyot(fotodiyot) ve fototransistör bulunur. Fotoled 5 volt ile beslenir ışık yayması sağlanır ve fototransistörde yayılan ışık ile ilettime geçer. Işığın geçmesini sağlamak için yapıdaki

her bir eleman kümesi arasına saydam bir yalıtkan malzeme konulmuştur(Boylestad ve Nalshelsky, 2002). Kontrol kartında kullanılan optik yalıtıcı toşiba markalı 6N137'dir. 5 volt giriş gerilimi ve 5-12 volt çıkış geriliminde çalışır. Şekil 3.21'de bacakların ismi görülmektedir(Anonim, 2002).



Şekil 3.21 6N137 bacak bağlantıları

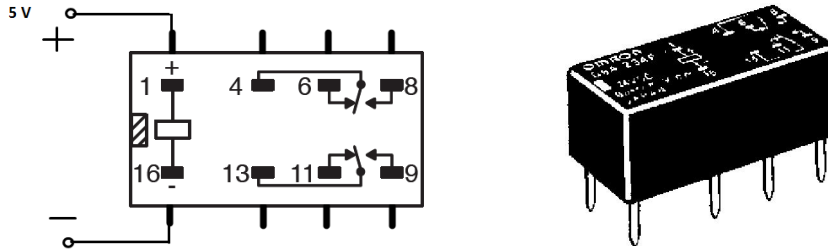
Farklı bağlantı şekillerinde çalıştırılabilir. Kontrol kartındaki bağlantı şekil ise şekil 3.22' de görülebilir.



Şekil 3.22 Devredeki optik yalıtıcının bağlantı şeması

5 volt DC röle: Kontrol kartında kullandığımız röle 2 normalde açık ve 2 normalde kapalı kontağa sahip 5 volt dc gerilimde çalışan bir röle. 5 volt ile

çalışmasına rağmen akım sınırlaması yapılarak 6 volt ile çalıştırılmıştır. Rölenin iç devre şeması şekil 3.23’de gösterilmektedir.



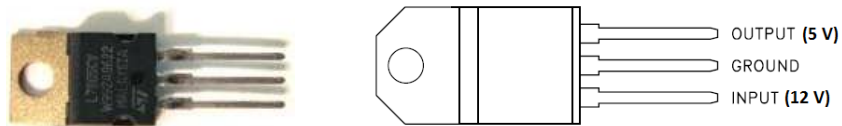
Şekil 3.23 DC röle (Omron, 2006)

5 volt led : Kontrol kartında 5 adet foto diyot (led) kullanıldı, bu ledler görevleri şöyle

1. led: 5 volt kaynak hazır
2. led: mikroişlemci devrede, yazılım başladı.
3. led: sistem endüktif güçde
4. led: sistem normal (aktif güç ve reaktif güç oranı sınırlar içerisinde)
5. led: sistem kapasitif

Dirençler : kontrol kartı üzerinde 8 adet direnç kullanılmıştır. 330 ohm değerindeki 5 direnç ledler için akım sınırlaması, 100 ohm değerindeki 2 direnç 5 voltluk röle akım sınırlaması ve 3.4 kohm değerindeki direnç ise mikroişlemci beslemesi akım sınırlaması direnci.

7805 entegresi: kontrol kartındaki mikroişlemci ve ledler 5 volt ile beslenmektedir. Bunu sağlamak için 12 voltu 5 volta dönüştüren 7805 entegresi kullanılmıştır. Bu entegrenin devre şeması şekil 3.24’de görülebilir.



Şekil 3.24 Devredeki L7805 entegresi (ST, 2003)

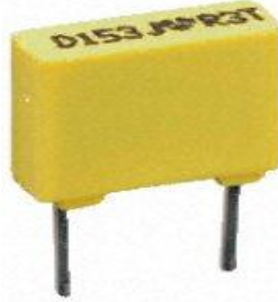
Klemensler: Kontrol kartına bağlanan 8 giriş klemenes üzerinden yapılmıştır. Daha kolay birleştirme ve ayırma yapılabilmesi için bu klemensler uygun görülmüştür.

22nf kondansatörler: 22nf kondansatörlerden 2 tanesi mikroişlemci kristal uçlarına parazitlerden filtreme amaçlı konmuştur. Kristalin büyüklüğüne göre bu kondansatör değeri değişebilir. Resim 3.25’de mercimek(seramik) kondansatörler görülebilir.



Resim 3.25 mercimek kondansatör

Diğer 2 kondansatör ise optik yalıtıcıların besleme girişlerine röle bobinin enerji girişini güçlendirme amaçlı konmuştur. Resim 3.26’da polyster kondansatör görülebilir.



Resim 3.26 Polyester kondansatör

Kontrol elemanlarından bir tanesi de **yük yok rölesidir**. Bu kısımda mikroşlemciden bağımsız olarak kurulmuştur. Sistemde yük yok iken sistemin varyak motorunu enerjisi kesilmektedir. Mikroşlemcili kontrol kartı sistemi yük yok iken dengelemeye çalışmaması için bu yöntem seçilmiştir. 0.7 amperin altındaki güç tüketimlerinde varyak fırçası motorunun beslemesi kesilmektedir. 0.7 amperin altındaki güç tüketimlerinde sistem tamamıyla reaktif olsa bile toplamda çekilecek

reaktif enerji küçük maliyetli olacaktır. Hem 0.7 altındaki değerlerde akım trafosu hassas okuma yapamayacaktır bu da yanlış kompanzasyona neden olabilir.

Kontrol ünitesinde kullanılan üçüncü eleman ise güç yok rölesi olan bir ampermetredir. Üzerindeki set değerleri ayarlanarak belli bir amperin üzerine ve ya altına ulaşınca normalde kapalı ve normalde açık kontakları yer değiştirmektedir. 0.7 ampere ayarlandıktan sonra normalde kapalı kontağından DC motora giden besleme geriliminin biri geçirilmiştir. Sistemdeki yük akımı 0.7 amperin altına inince normalde kapalı olan kontak konum değiştirerek açılacak ve motor beslemesi kesilecektir. Böylelikle de varyak gerekli kondansatör voltajını aramak zorunda kalmayacaktır. Yük çok küçük olduğundan ve sistem bulanık mantıkla çalışmasından dolayı küçük akımlardaki dengelemeyi yapmakta zorlanır. Bu akım trafosunun hassasiyetine ve büyüklüğüne de bağlıdır. Sistemde kullanılan ampermetrenin (yük yok rölesinin) resmi şekil 3.27’de görülmektedir.



Şekil 3.27 Yük yok rölesi(Ampermetre)

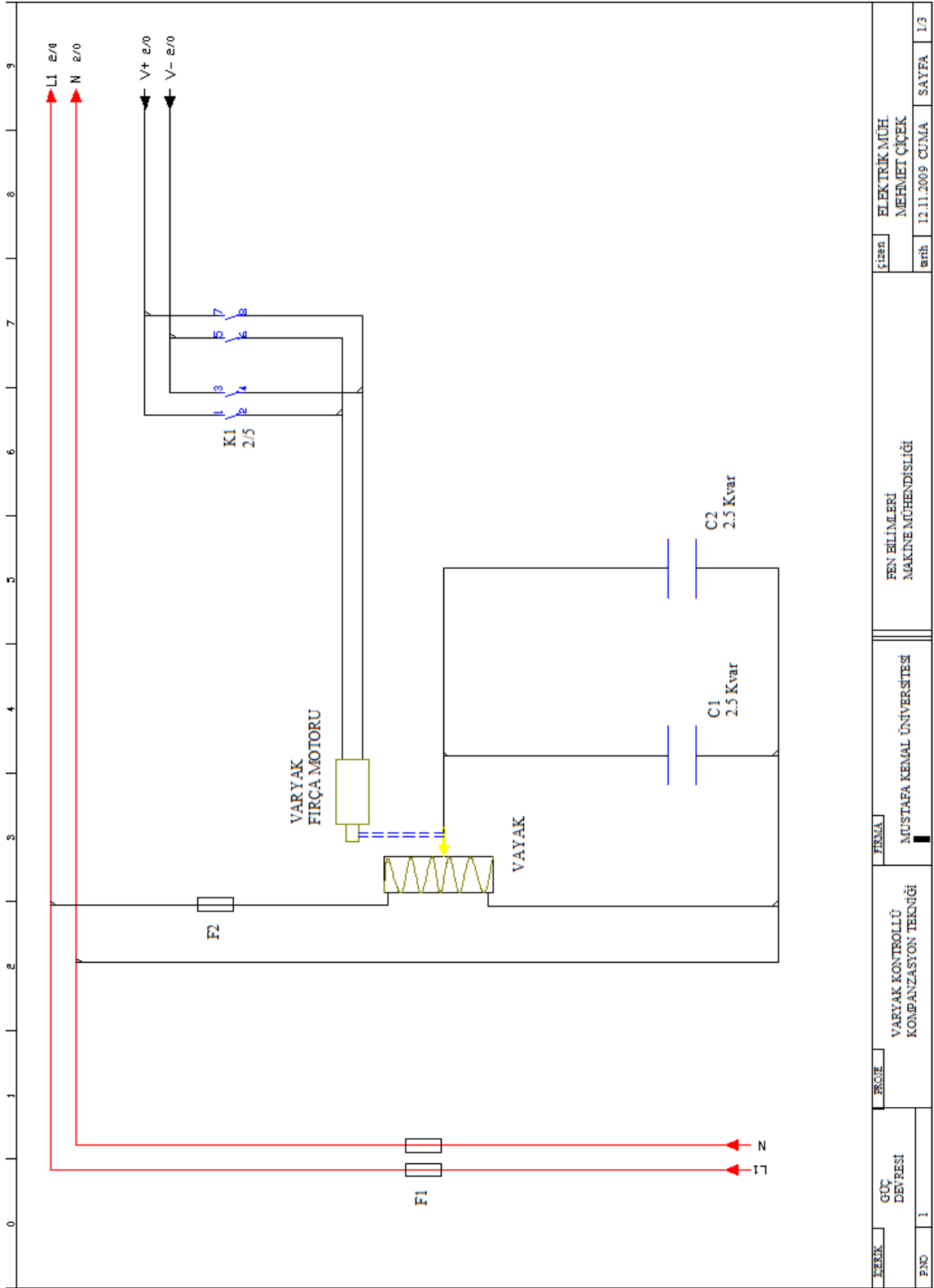
3.1.3 Pano Tasarımı

Varyak kontrollü kompanzasyon sisteminde 50x100x37 cm ebatlarında bir pano tasarlanmıştır. Şekil 3.1 de panonun dış görünüşü görülmektedir. Kullanılan varyağın ebatları büyük olmasından dolayı kullanılan pano özel olarak yaptırılmıştır.

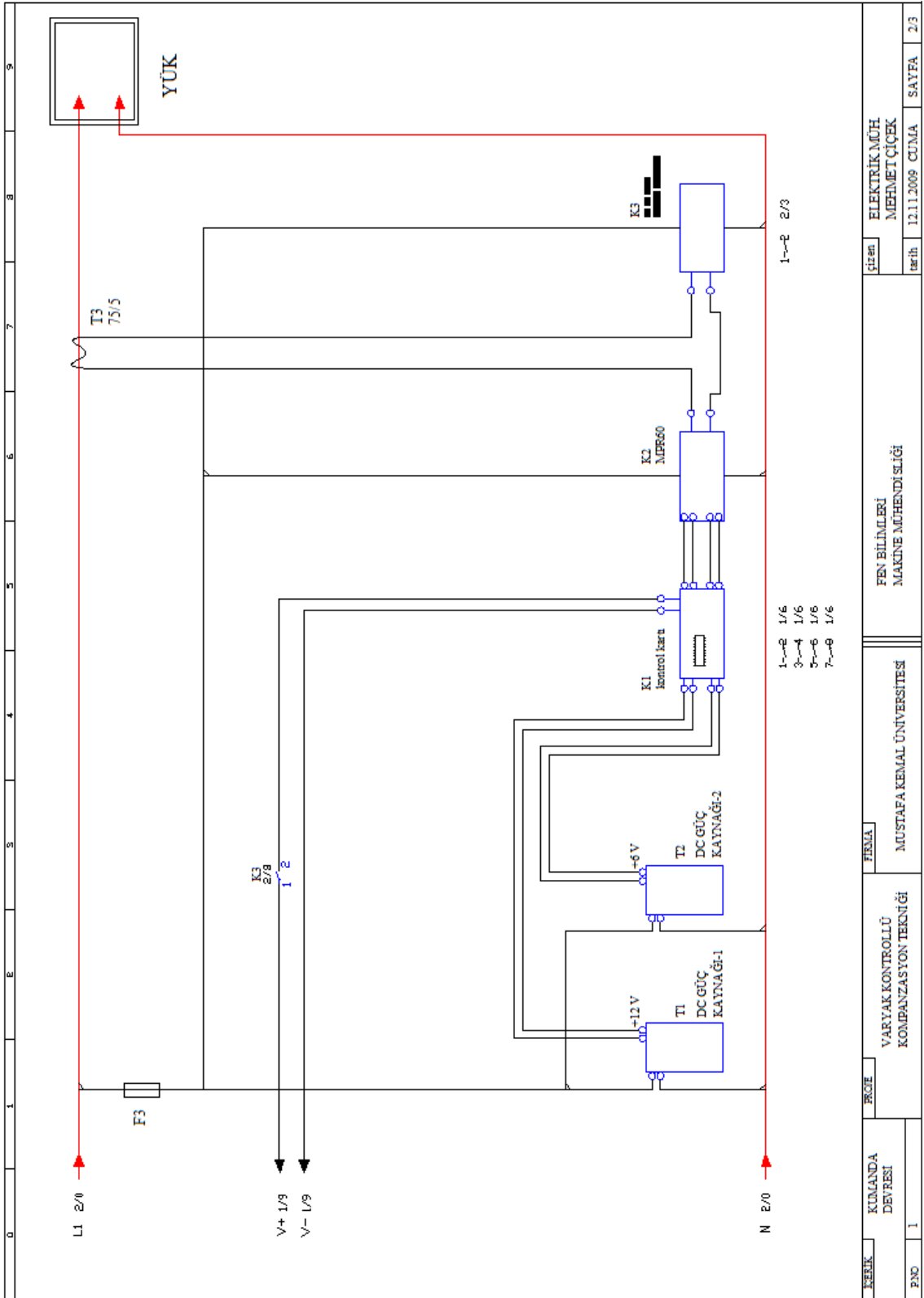
Varyak ağır olduğu için panonun en alt kısmına yerleştirilmiştir. Hemen üstüne sigorta ve klemensler için ray yerleştirilmiştir. Rayın da hemen üstünde pano taban sacı konmuş ve sac üzerine de akım trafosu, kondansatörler ve plastik kablo kanalı yerleştirilmiştir. Ray üzerindeki F1 sigortası 63 amperlik giriş anahtarı görevi görmektedir, F2 sigortası varyağın 25 amperlik B serisi koruma sigortası, F3 sigortası ise 1 amperlik kontrol ünitesi koruma sigortasıdır. Sisteme 10kw’lık bir yük bağlanabileceği için 10 mm²’lik kablo bağlanmıştır. Kondansatörlere de 4 mm²’lik

kablo kullanılmıştır. Varyak için de kondansat6rler ile aynı g6te olmalarından yine 4 mm² kesitli kablo kullanılmıştır. Kablo kalabalıklığını kapatmak için 40x40 plastik kablo kanalı kullanılmıştır. Kontrol 6nitesinden MPR60 pano kapağına takılması g6rsellik açısından en uygunudur. MPR60 pano kapağı 6zerinde olmasından dolayı cihazların birbirlerine yakın olması için kontrol kartı ve g6 kaynakları da kapak 6zerine takılmıştır.

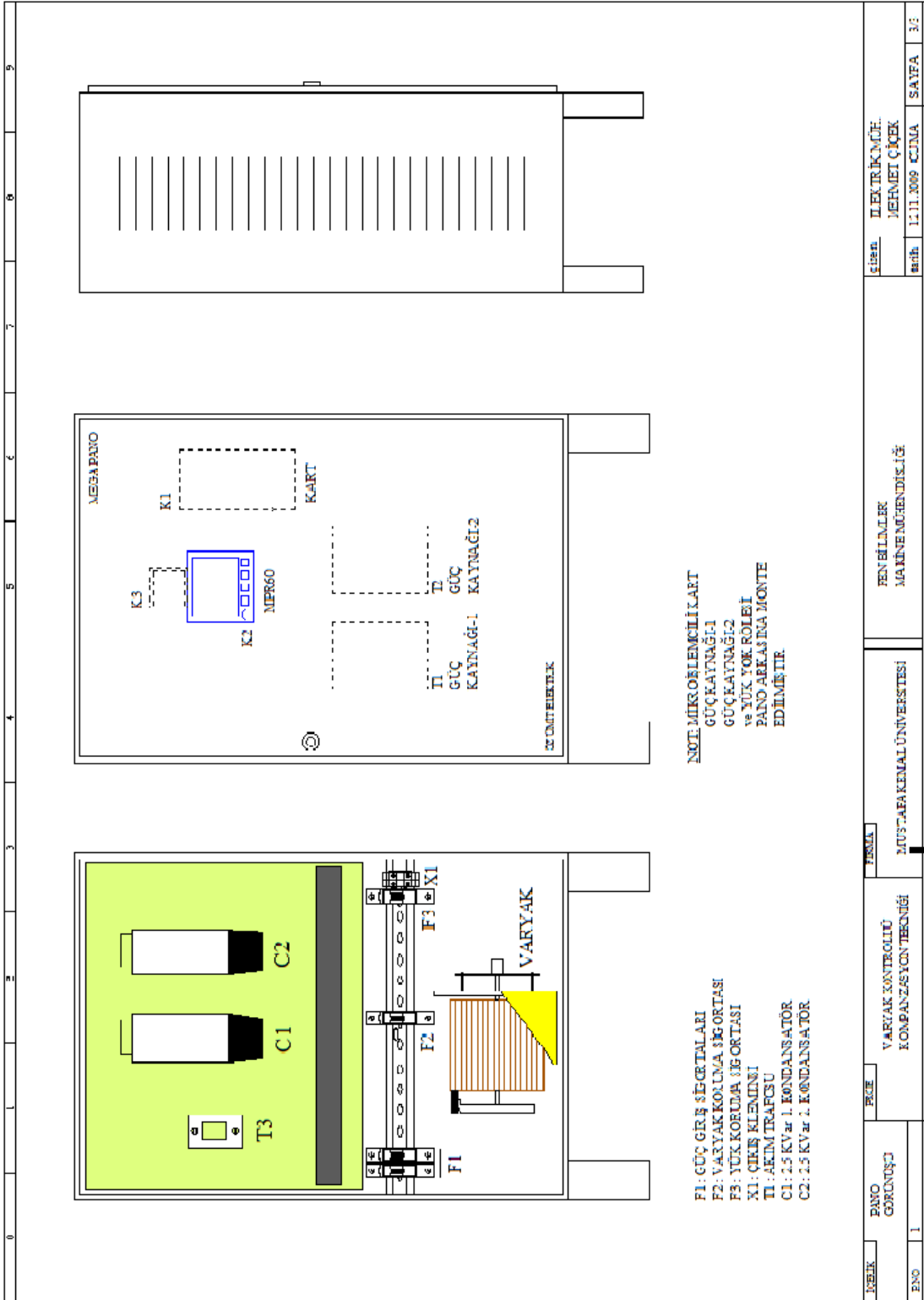
Pano içinde her hangi bir ısınmaya karşın pano kenarlarına panjur pencereleri açılmıştır. Bu varyak kontroll6 kompanzasyon sistemi deney maksatlı yapıldığından pano ayaklı tasarlanmıştır. Sistemin tek hat şeması ve pano g6r6n6şleri aşağıda şekil 3.28'de g6r6lmektedir.



a) Güç devresi



b) Kumanda devresi



c) Pano görünüşleri

Şekil 3.28 a) Güç devresi b) Kumanda devresi c) Pano Görünüşleri

3.2 Yöntem

3.2.1 Mikroişlemcili Devrenin Görevi

Bu deneydeki amaç varyak kullanarak kondansatör üzerindeki voltajı değiştirip istenilen reaktif gücü sağlayarak kompanzasyon yapmaktır. Denemeler için tek faz kontrolü seçilmiştir. Denemeler için piyasadaki hazır elektronik cihazlar kullanılmıştır. Kontrol ünitesindeki mikroişlemcinin yazılımı tarafımızdan üretilerek kullanılmıştır.

Mikroişlemcili kontrol kartının yapmakta olduğu görevi piyasada hali hazırda yapacak bir cihaz bulunmadığı için oluşturulma yoluna gidilmiştir. Enerji piyasası düzenleme kurumun 2007 yılında aldığı karara göre kapasitif güç aktif gücün %15'i, endüktif güç de aktif gücün %20'si altında olmalıdır. Bu değerlere göre $\cos\phi$ değeri hesapla:

$$S := \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.8)$$

(S:görünür güç, P: aktif güç, Q: reaktif güç)

ve

$$\cos\phi := \frac{P}{S} \quad (3.9)$$

(S:görünür güç, P: aktif güç)

(3.8) ve (3.9) formüllerinde

%20 değeri için $P=0.2xQ$ alındığında $\cos\phi=0.9805$

%15 değeri için $P=0.15xQ$ alındığında $\cos\phi=0.9889$ bulunur.

Sistemin $\cos\phi$ değeri okunmalı ve bu değer reaktif 0,9805-1,0000 ve kapasitif 0,9889-1,0000 arasında olmalıdır. Bunu sağlamak için varyağın uygun voltaja getirilmesi gerekmektedir. MPR60 cihazı $\cos\phi$ değerinin bazı sınırlarında kontak verir

ve bu kontak bilgisi mikroişlemci tarafından işlenerek varyak motorunun hangi tarafa döneceğini belirlenmektedir.

MPR60 cihazının iki röle çıkışından $\cos\phi$ değerinin şu sınırlarında kontak alınır:

Röle-1: endüktif $\cos\phi$ 0,98-1,00 arasında ise kontak ver

Röle-2: kapasitif $\cos\phi$ 0,05-1,00 arasında ise kontak ver

Bu durumda röle durumlarına bakarak $\cos\phi$ değerinin hangi değerde olduğu anlaşılabilir.

Mikroişlemciye komut satırı şu diyagramda çalışır:

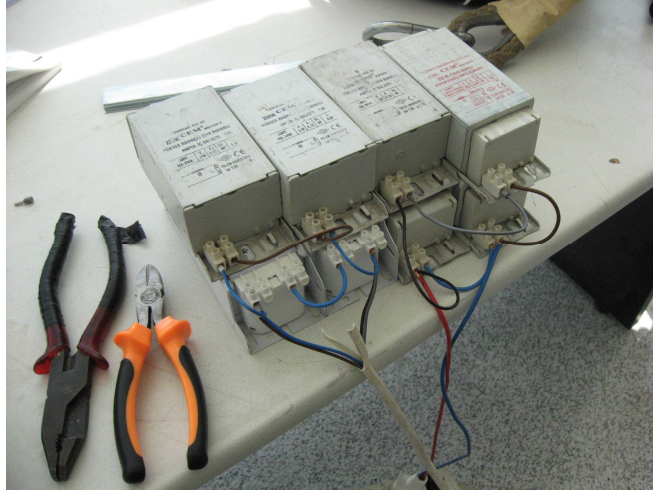
- eğer röle-1=1 ve röle-2=0 ise
sistem endüktif
motor sağa dön
- eğer röle-1=0 ve röle-2=0 ise
sistem normal
- eğer röle-1=0 ve röle-2=1 ise
sistem kapasitif
motor sola dön

MikroC programlama dili ile bu komutlar mikroişlemciye yazılmıştır.

Sonuç ve öneriler bölümünde daha iyi bir yöntemden bahsedilecektir.

3.2.2 2 Kw-3 KVar Deneyi

Oluşturulan Varyak kontrollü kompanzasyon tekniğinin tek fazlı bir kontrol deneyi yapılmıştır. Bu deneyde yük olarak 3 adet 600 watt gücünde ısıtıcı rezistansı ve 12 adet florasan lamba balastı kullanılmıştır. Kullanılan yüklerin resimleri aşağıda şekil 3.28'de görülebilir.



a) Endüktif yük



b) Aktif yük

Şekil 3.28 Deneydeki kullanılan yükler a) Endüktif yük b) Aktif yük

Her bir yük ayrı ayrı devreye alınmıştır. Bir kombinasyon ile farklı yükler oluşturularak sistemin $\cos\phi$ değeri 0,98-1,00 arasında tutup tutmayacağı gözlemlenmiştir. Sadece küçük yükler devrede iken $\cos\phi$ istenilen sınırlara gelmekte zorlanmıştır. Bunun nedeni yük akımının küçük olması akım trafosunun da düşük amper çıkarmasıdır. Bu da MPR60 cihazının $\cos\phi$ değerini okumasını zorlaştırmaktadır. Zaten sanayide kompanzasyon sistemleri büyük güçlere göre yapıldığından düşük amperlere uyum sağlamak zordur. Büyük yüklerde akım trafoları da büyük seçilmek zorundadır. Akım trafosu büyük seçildiğinde sistem her zaman yüksek akım çekmeye bilmektedir. Bu durumda akım trafosu hassasiyeti de

düşmektedir. Örneğin 800/5 akım trafosu seçilmiş bir un fabrikasında sistemden nominal olarak 560-640 amper geçmektedir bu durumda da akım trafosunun çıkışından da 3.5-4.0 amper geçer. Reaktif güç kontrol rölesi bu değeri rahat okur çünkü reaktif kontrol röleleri 50-100 mA hassasiyete göre tasarlanmaktadır. Böyle bir sistemimizden birden makinelerin durduğunu düşünelim, ama fabrikada belli yerlerde lamba gibi bazı cihazlar halen çalışmaktadır, bu durumda da sistemden 5-10 amper geçmektedir. Güç kontrol rölesi ise bu hassasiyette okuma yapamaz yapsa bile doğru okuyamayacağından uygun kondansatörü seçemeyecektir. Bu sorun sanayide çok karşılaşılan bir problemdir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Temel olarak reaktif güç kompanzasyonu yapmak aşağıdaki yararları sağlamaktadır.(Şekkeli, 2006);

- * Şebekenin güç taşıma kapasitesi artar,
- * Yatırım maliyetleri azalır,
- * Şebekenin ısı kayıpları azalır,
- * Şebekedeki gerilim düşümü azalır,
- * Hatların geçici durum kararlılığı iyileşir,
- *- Faz gerilim dengesizlikleri azalır,
- * Gerilim dalgalanmaları azalır,
- * Harmonikler azalır.
- * Reaktif enerji bedeli ödenmez.(Arifoğlu, 2002)

Bu faydalar göz önünde bulundurulduğunda Türkiye Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu kompanzasyon yapımını kaçınılmaz bulmaktadır.

Türkiye’de 2000 yılına kadar endüstriyel sanayide reaktif güç kompanzasyon yapmak reaktif/aktif güç oranlarının yüksek olmasından dolayı kolaydı. Çoğu yerde sisteme üç fazlı kondansatörler almak da yeterli geliyordu. 2007 yılında oranlar biraz küçültülerek zorlaştırılmış, 2009 yılındaki değişiklikle oranlar çok düşürülerek de başarılı bir kompanzasyon zor hale gelmiştir. Bu durumda sistemi tek faz üzerinden kompanze etmek zorunlu olmuştur. Üç faz üzerinden kompanze yapıldığında, bir fazın kondansatör ihtiyacı karşılanabilir ama devreye eklenen kondansatör miktarı diğer fazlara yetersiz ya da fazla gelebilmektedir. Bu da toplamda sistemi kapasitif veya endüktif enerji fazlalığı durumuna düşürmektir. Bir doğru bir kompanzasyon için sistemdeki her bir faz ayrı ayrı okunup ayrı ayrı kompanze yapılmalıdır.

Bununla beraber diğer bir sorun harmonik değerlerin giderek artmasıdır. Eğer sistemden alınan akım ve gerilim örnekleri sinüzoidal formda değil ve harmonikler içeriyorsa, güç hesaplamaları için bu işaretlerin işlenmesi çok zor hale gelmektedir. Bu durumda, harmonikli akım ve gerilim örneklerine dijital işaret işlemeyle harmonik analizleri yapılmaktadır. Bu amaçla temel ve belirli mertebeye kadar harmonikler

hesaplanmaktadır (Marganitz, 1992). Klasik rölede, reaktif güçlerin hesap edilmesi için, yine sistemden akım ve gerilim örnekleri alınıp harmonik analizi yapılmaktadır. Harmonik analizi, tüketicinin şebekedeki harmonikleri görmesi, izlemesi ve aşırı harmoniklere karşı uyarılması için kullanılmaktadır. Reaktif ve aktif güç hesapları harmonikleri süzölmüş temel bileşene göre değil, harmonikli değerlere göre yapılmaktadır (Grady ve Gilleskie ,1993).

Bu çalışmada tasarımılandırılan varyak kontrolü ile kompanzasyon için deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyde sistemi okuması için harmonikleri de okuyan MPR60 cihazı kullanıldığı için sistem harmoniklerin etkisi hesaplanmış olarak kompanze edilmektedir. Bu kompanzasyon deneyinde küçük akımlarda harmoniklerin yüksek olduğu fark edilmiştir. Bu yüksek değer akımın küçük değerde olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir, akımın biraz yükselmesi ile harmonik değerler normale dönmüştür.

Endüstride kullanılan reaktif güç kontrol rölelerinin tek fazda kontrol yapanları çıktıktan sonra reaktif/aktif güç oranları yakalanmaya başlanmışsa da tam olarak kompanzasyon sorunu çözülmemiştir. Oranların tutturulması kompanzasyonun başarı ile yapıldığını göstermemektedir. Bu oranları ne kadar hızlı tutturabileceği, kondansatörlerin devreye girip çıkma süreleri, kondansatörlerin patlama riski, panoda oluşabilecek aşırı ısı, kompanzasyon sisteminin kurulu olduğu yerde kapladığı alan, pano içi düzen(sadelik) ve maliyet gibi etkenler de kompanzasyonun kalitesini göstermektedir.

Çalışma sırasında yapılan incelemelerde Hatay bölgesindeki bazı kompanzasyon sıkıntıları görülmüştür, bunlar;

Bir tarım fabrikası, 2009 yılında üç ay boyunca aktif/reaktif güç oranlarını tutturamamışlardır. Bunun nedeni oranların kapasitif %15'e endüktif %20'ye çekilmesinden sonra kullandıkları kompanzasyon sisteminin bu oranları yakalayamamasıdır. Kompanzasyon sistemlerinde 12 kademeli klasik reaktif güç kontrol rölesi kullanılmış. 9 kademesinde üç fazlı kondansatör, 3 kademesinde ise bir fazlı kondansatör kullanılmıştır. Bu kademelerde yetersiz gelmiştir. Sistemdeki ilk kondansatör güçleri;

5+5+10+10+10+20+20+20+30.....9 kademe 3 fazlı kondansatör,

2.5+2.5+2.53 kademe 1 fazlı kondansatör olmak üzere toplamda 137.5 KVar gücünde kompanzasyon sistemi oluşturulmuştur.

Bu tarım fabrikasında işletme 2009 yılındaki yeni oranları bu kademelerle yakalayamamıştır. Problem kademelerin yetersiz gelmesi olduğu tespit edildikten sonra kullanılan 12 kademeli reaktif güç kontrol rölesi çıkartılmış yerine 18 kademeli reaktif güç kontrol rölesi takılmıştır. Bununla beraber de kademelerdeki kondansatör güçleri de değiştirilmiş ve daha küçük güçlere ve tek fazlara bölünmüştür. Uygulanan kondansatör kademe güçleri şöyledir;

2.5+2.5+2.5+4+4+4+7.5+10+10+20+30+30.....12 kademe 3 fazlı

1+1+1+2.5+2.5+2.5.....6 kademe 1 fazlı

Bu değişiklikten sonra işletme kompanzasyon sıkıntısından şimdilik kurtulmuştur. Önümüzdeki 2010 yılında oranların daha da düşürüleceği beklenmektedir. Bu durumda işletme 24 ve ya 36 kademeli reaktif güç kontrol rölesi ve ya daha ileri bir reaktif güç kontrol tekniği kullanmak zorunda kalacaktır.

Diğer başka bir örnek ise **bir akaryakıt** firmasıdır. Bu işletmede ise 37.5 KVar gücünde kompanzasyon sistemi kurulmuştur. Reaktif güç kontrol cihazı 18 kademe olmasına rağmen bu işletmede halen oranlar tutturulamamıştır. Sistemi inceleyerek problemin nereden kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

Sistemdeki yükler:

16 adet yakıt pompaları.....16x2kw= 32kw

Yıkama ünitesindeki su pompası.....= 3kw

Yıkama ünitesindeki ray ve lift motorları.....8x2kw= 16kw

LPG pompası.....= 3kw

Dalgıç pompası.....= 4kw

Klima.....= 4.5 kw

Aydınlatma ve prizler.....= 10 kw

Kondansatör kademe dağılımı ise şöyledir;

0.5+0.5+0.5+1+1+1+2.5+2.5+2.5+5+5+5.....12 kademe 3 faz kondansatörler

1+1+1+2.5+2.5+2.5.....6 kademe 1 faz kondansatörler.

Bu şekildeki dizilmiş kondansatör kademeleri çoğunlukla reaktif/aktif oranlarını dengeye getirmektedir. İşletmede bu sistem çalışmaktadır. Ancak sistemdeki yükler küçük yüklerden oluşması ve kısa süreli olarak devreye girip çıkması hem

kondansatörlerin hızlı devreye girememesi hem de kompanzasyon sisteminde uygun kondansatör gücünün bulunmamasından dolayı reaktif/aktif güç oranlarını yakalaması zor olmaktadır. Örneğin sistemin tek fazda 1.5 KVar güce ihtiyacı var ise bu kademe oranları ile karşılanamamaktadır. Reaktif güç kontrol cihazı sisteme ya 1 KVarlık kondansatörü alacak ya da 2.5 KVarlık kondansatörü alacak ve gerçekte de 1 KVarlık kondansatörü olarak 1 KVar elde etmektedir. Bu durumda sistemde 0.5 KVar miktarında endüktif güç fazlalığı oluşmaktadır.

Yine diğer bir problem de bu yükler sistemde 10 saniye gibi bir sürede çalıştığında (özellikle yıkama motorları gibi yükler) kondansatörün devreye girmesi için yeterli bir süre olmamasıdır. Çünkü reaktif güç kontrol cihazlarında genelde kondansatör alım süresi 8 saniyeye ayarlanmaktadır. Bu süre kondansatörün boşalması için gereken minimum süredir. Kondansatör alım süresi kısaldığında kondansatör üzerindeki boşalmayan yükten dolayı kondansatör patlayabilmektedir. Alım süresinin de uzun olması sistemin ihtiyacı olan kapasitif gücü geciktirmiş olmaktadır. Bu da sistemin %20'lik endüktif/aktif güç oranını aşmasına neden olacaktır. Nitekim olmaktadır ve her ay 50 TL kadar reaktif güç bedeli olarak fazladan fatura ödemektedirler. Kademelerdeki kondansatör güçlerinin biraz değiştirilmesi ile belki buradaki sistem artık oranları tutturacaktır. İşletmede şöyle bir kademe ayarı yapılabilir;

1+1+1+2.5+2.5+2.5+5+5+5.....9 kademe 3 faz

0.5+0.5+0.5+1+1+1+2.5+2.5+2.5.....9 kademe 1 faz

Bu kademe ayarı sistemin 1.5 KVarlık güç ihtiyacını karşılayacaktır.

Fakat diyelim ki sistem tek fazda 2 KVar kapasitif güce ihtiyaç duydu, bu durumda bu kademe oranı da bu gücü karşılayamayacaktır. Çünkü kademelerdeki kondansatörler ile tek fazda 2 KVar elde edilemez, reaktif güç kontrol cihazı ya 0.5 ile 1 KVarlık kondansatörleri olarak 1.5 KVar elde edecek ya da 2.5 KVarlık kondansatörü devreye alacaktır. Nitekim bu tür kontrol cihazları genelde bir alt değeri alırlar yani sisteme 0.5 ve 1 KVarlık kondansatörleri olarak 1.5 KVar elde edecektir. 2 KVarlık kapasitif güç ihtiyacının 1.5 KVarı karşılanacaktır ve sistemin karşılanamayan 0.5 KVarlık kapasitif güç ihtiyacından dolayı sistem endüktif güç tüketim sınırlarını 0.5 KVar aşacaktır. Tabi sistemdeki yükler yine hep 10 saniyelik süreler ile çalışıyor ise bu sistem klasik kompanzasyon tekniği ile dengelenemez.

Piyasadaki akaryakıt işletmelerinde ve özellikle de kaynak, punto işlemleri gibi kısa süreli yüklerin bulunduğu işletmelerde daha ileri kompanzasyon teknikleri kullanılmaktadır. Ankara ve İstanbul'da bulunan bazı kompanzasyon sistemi kuran elektrik firmaları 18, 24 ve 36 kademeye varan tristör anahtarlama kompanzasyon teknikleri uygulamaktadır. Bu teknikler daha çok kısa süreli olarak yüklerin devreye girip çıktığı işletmelerde kullanılmaktadır. Kademe sayısının çok olması sistemdeki küçük yüklerin de kompanze olması için, kondansatörleri devreye almak için kontaktör yerine tristör gibi yarıiletken anahtarlama elemanı kullanılmasının nedeni ise yüklerin kısa sürede girip çıkması durumunda kondansatörleri de hemen devreye alıp-çıkartmak içindir. Yarı iletken anahtarlama elemanı kullanılması durumunda hem kondansatör patlamalarına engel olunması hem de hızlı devreye alınması sağlanır. Kondansatör üzerine gelecek olan gerilim tam sıfır anında iken anahtarlanarak verilir. Böylelikle kondansatör üzerine ani bir yüksek voltaj gelmemiş olur.

36 kademeli tristör anahtarlama kompanzasyon sistemi ile reaktif/aktif güç oranı rahatlıkla karşılanır. Fakat bu sistemin hem maliyet hem de büyük hacimde yer kaplamasından dolayı pek tercih edilmemektedir. Yukarıda örnek verdiğimiz akaryakıt işletmesinin bu tristör anahtarlama 36 kademeli kompanzasyon sistemini kabul etmesi çok zordur. Çünkü klasik kontaktörlü 18 kademeli mevcut bulunan kompanzasyon sistemini 1750 TL+kdv gibi bir ücrete yaptırmış iken 3 katı fazla miktarda olan 5500 TL+kdv değerindeki sistemi kabul etmesi mümkün olmayacaktır. Bu durumda aylık 50 lira fatura ödemekte, iyi bir kompanzasyon sistemine ödeyeceği ücreti 50 liralık fatura ücretine tercih etmeyecektir. Çünkü alacağı tristörlü kompanzasyon sistemi ancak kendisini 7 yılda amorti edecektir. Şirket sahibi 7 yılı uzun bir süre olarak görecektir. Çünkü zaten kompanzasyon sistemleri 2 yılda bir kondansatör değişimine ortalama 5 yılda bir de sistem yenilemesine girer. Bazı işletmeler de bu 36 kademeli tristör anahtarlama kompanzasyon sistemini kabul etmek zorundadır. Bazı işletmelerde kompanzasyon sistemi olmadığında ödenen reaktif faturalar yüz bin liralara ulaşmaktadır. Nitekim Hatay'da bulunan bir çelik-boru fabrikasının Antakya Organize sanayi bölgesinde kurduğu yeni fabrikasında tristör anahtarlama kompanzasyon tekniğini seçmiştir.

Daha hassas başka bir kompanzasyon sistemi olan reaktör kontrolü ile statik kompanzasyon tekniğidir. Bu yöntemde sisteme sabit bir kondansatör bağlanır ve bu sabit kondansatörün üreteceği fazla kapasitif gücü telafi edecek sisteme yüksek güçte bobinler(reaktörler) eklenir. Bu reaktörler de tiryak veya tristör gibi yarı iletken anahtarlama elemanları ile kontrol edilerek üreteceği endüktif güç kontrol edilir. Bu sistem önceleri reaktif/aktif oranları çok düşmeden önce sadece yüksek gerilim ve orta gerilim enerji nakil hatları üzerinde kullanılmaktaydı. Daha sonra başta Yıldız Teknik üniversitesinde ve sonra da Pamukkale üniversitesinde alçak gerilimde uygulaması yapılmıştır. Bugün İzmir’de ve Ankara’da bulunan iki firma bu sistemi piyasada kullanmaya başlamıştır. Bu sistemi denemek üzere 2008 yılında 25 KVar gücünde Hatay’da bir elektrik şirketi sipariş vermiştir. Şirket ürünü bir hafta kadar test ettikten sonra ısı yayması, pahalı olması ve sistemin yeni olmasından kaynaklanan sürüm hatalarının olması gibi nedenlerden dolayı bu sisteme başlangıç olarak düşük not verilmiştir. Özellikle 25 KVar gücündeki klasik röle ile yapılan kompanzasyon sisteminin maliyetinden 2.5 kat fazla olması bu sistemi Hatay bölgesinde kullanılmasına engel olmuştur.

Piyasada Sanayideki kompanzasyon sıkıntıları 18 kademeli klasik röle ile çözülebiliyor ise neden böyle pahalı bir sistem kullanılsın sorusu sürekli gündeme gelmektedir. Reaktör kontrolü ile kompanzasyon sistemin reaktif/aktif oranlarını %5’in bile altında tutabilmesinden dolayı tercih edilmesi kaçınılmazdır. Maliyetin yüksek olması ve ısı yaymasından dolayı zorunlu olmadıktan sonra kullanılması lükse ve gereksiz maliyete neden olacaktır.

Piyasadaki bir diğer yöntemde senkron motorlar ile kompanzasyon yapma tekniğidir. Bu sistem ile de çok hassas kompanzasyon yapılabilir. PLC gibi bir kontrol elemanı ile senkron motorun dc uyartım akımı kontrol edilerek senkron motorun kapasitif veya endüktif etki yapması sağlanmaktadır. Dc uyartım akımının fazla olması ile senkron motor kapasitif etki, uyartım akımının düşük olması ile de endüktif etki yapmasını sağlar. Sistemin ihtiyacına göre uyartım akımı değiştirilir. Fakat bu kompanzasyon tekniğinin tek başına kurulması büyük bir maliyet ve uyartım akımından dolayı da güç kaybı oluşur. Ancak senkron motor işletme ortamında zaten başka bir amaç için de kullanılıyor ise bu sistem verimli bir kompanzasyon uygulaması olur.

Piyasaya iddialı olarak girmeye hazırlanan diğer bir reaktif güç kontrol tekniği ise yeni geliştirilen varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğidir. Mevcut olan reaktif güç kontrol tekniklerindeki sıkıntılar böyle bir tekniğin oluşturulmasına neden olmuştur. Bu sistemde varyak ile kondansatör üzerindeki voltaj kontrol edilerek kondansatörün üreteceği kapasitif güç değiştirilir. Klasik reaktif güç kontrol cihazlarında olduğu gibi sistemin reaktif güç durumunu okuyup sisteme gerekli gücü hesaplayıp belirledikten sonra varyağın(oto transformatörün) çıkış voltajını da hesaplayarak kondansatöre uygun gerilimi verir ve bu şekilde sistemin kapasitif güç ihtiyacı karşılanmış olur. Kontrol ünitesi oto transformatörün çıkış voltajını oto transformatörün fırçasına yerleştirilen dc motoru kontrol ederek değiştirir. Varyak kontrolü ile kondansatör gücü değiştirilmesi ile sistemdeki kondansatör bağlantı sorunu, kondansatör gurup oluşturma sorunları ve kondansatörü hızlı devreye alım sorunları gibi sıkıntılar doğrudan çözülmüş olmaktadır.

Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğinde ısı, maliyet ve hız problemi bulunmamaktadır. Bu yeni tekniğin şu an yeni olmasından dolayı biraz eksikleri bulunmaktadır. Bu eksiklerin ortadan kalktığını varsayar isek sistem çok hassas ve çok hızlı ve de maliyeti çok yüksek olmayan bir kompanzasyon tekniğidir. Çünkü oluşturulacak olan kompanzasyon sistemi içerisinde hiçbir şekilde ısı yayan bir cihaz bulunmamakta ve PID (proportional–integral–derivative controller-orantılı integral türetme açılımı) gibi ileri seviye kontrol mantığı ile çalıştırıldığında 1 saniyenin altında bir sürede sisteme gerekli olan kapasitif gücü sağlayacaktır. Ve ayrıca sistemin maliyet hesabını yaptığımızda normal klasik kompanzasyon sisteminden sadece %20 fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Bu %20'lik fazlalık ise üretimi yapacak olan firmaya göre daha da düşebilir.

Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğinde sistemde kontaktör kullanılmaması da çok iyi bir avantaj sağlamaktadır. Kontaktör bulunan kompanzasyon sistemlerinde kontaktörün yapışık kalma durumlarında kondansatör sistemde kalıyor ve sistemin kapasitif güç tüketmesine neden oluyor. Yine kontaktör kullanılması durumunda kondansatörlere deşarj dirençleri veya deşarj bobinleri takılmak şartı ile 10 saniyenin altında devreye alma-çıkartma işlemi yapılabilmekte. Dejarz bobini veya dejarz dirençlerine rağmen yine de kondansatörlerde patlama olayı

olabilmekte. Varyak kontrolü ile kompanzasyon sisteminde ise kontaktör kullanılmayıp kondansatörler direk varyak üzerinden beslendiğinden ve şebeke frekansı ile sürekli tınlaşım halinde olmasından dolayı kondansatörlerde patlama riski yoktur. Ayrıca kontaktör kullanmamasından dolayı kontaktörün yapışık kalması ile kapasitif güç fazlalığı oluşma ihtimalide ortadan kalkmış olmaktadır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada ele alınan Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniği hem maliyet hem hassasiyet hem de hız yönü ile en iyi kompanzasyon tekniğidir. 2010 yılında reaktif/aktif sınır oranlarının endüktif %14 kapasitif %10 olma olasılığı düşünüldüğün de piyasada uygulamaya geçilmesi gereken bir kompanzasyon tekniğidir.

Çalışmada Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğini gerçekleştirmek üzere 5KVAr gücünde bir deney yapılmıştır. Bu deney sonucunda Varyak kontrolü ile oluşturulan kompanzasyon sisteminin verimli çalıştığı gözlenmiştir. Bu sistemin uygulamasının yeni olmasından dolayı bazı eksiklikler bulunmaktadır.

Bu eksiklikleri giderilmesi için şunlar önerilebilir;

- 1- Kontrol ünitesinin tek bir kontrol cihazı içerisinde toplanması gerekmektedir. Bu sistemi oluşturmak için yaptığımız kontrol ünitesi temel olarak üç ayrı ünitenin harici olarak birleşmesinden oluşmaktadır. Bu üç ayrı ünitenin bir cihaz içerisinde toplanarak her şeyi ile varyak kontrolü ile kompanzasyon sistemine ait yeni bir reaktif güç kontrol rölesi oluşturulmalıdır. Bu röle içerisinde hem varyak fırçası dc motor kontrol ünitesi hem sistemin aktif güç, reaktif güç, gerilim, akım gibi enerji bilgilerini ölçen ünite hem kendi güç kaynağını ünitesi bulunmalıdır.
- 2- Daha hassas ve hızlı bir kontrol için varyak fırçası dc motorunun servo motor ve ya adım(step) motor olarak seçilmesi önerilir. Servo motor seçilmesi ile varyak fırçasının nerelerde duracağı netleştirilerek nokta atış yapılabilir. Benzer bir şekilde adım motor ile de varyak fırçasının belirli bir açıda dönmesi sağlanarak nokta atışı sağlanabilir. Örneğin sisteme 115 volt gerilimde oluşacak bir kapasitif güç gerekli ise kontrol ünitesi bu 115 voltu hesaplayacak ve 115 volt oluşturmak için varyak fırçasının ne kadarlık bir açı ile dönmesi gerektiğini de hesaplayacak sonra adım motoru o açığı yapacak kadar sürecektir.
- 3- Varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniği deney çalışmamızda oluşturulan kontrol sisteminde bulanık mantık uygulanmıştır. Varyak fırçasının hangi yöne döneceği tespit edildikten sonra kondansatör üzerindeki voltaj yavaş yavaş

arttırılmaktadır. Gerekli voltaja ulaştığını o voltajı geçtikten sonra sistemi tekrar okuyarak anlamaktadır. Bu kontrol tekniği yerine PID gibi daha iler bir kontrol teknik ya da daha önce de belirttiğimiz gibi gerekli voltajın ne kadar olduğu hesaplanacak ve varyak fırçası o voltajı sağlayacak açı kadar dönecektir. Bu şekildeki bir uygulama kompanzasyonun hızını da arttıracaktır, sistem 1 saniyenin altında gerekli kapasitif gücü sağlayarak kompanzasyonu tamamlayacaktır.

- 4- Büyük güçlü kompanzasyon sistemlerinde sistemin büyük güçlü kondansatör ihtiyaçlarını kontaktör kullanarak sabit kondansatörleri devreye alınması ve küçük güçlü kondansatör ihtiyacını ise varyak kontrolü ile sağlanması durumun da maliyet düşürülebilicek ve hassasiyet artırılabilir.

Örneğin:

Yük sistemin 720 KVar kapasitif güce ihtiyacı olması durumunda 720 KVar kapasitif gücün 600 KVarlık kısmını 50+50+100+200+200 kademeleri ile 5 adet olarak sisteme kontrol elemanı ile ihtiyaca göre alınması sağlanır. Kalan $720-600=120$ KVarlık kapasitif gücü ise 40+40+40 Kvar güçlerinde varyaklar ile sağlanır. Yani sisteme 120 KVarlık varyak kontrolü ile oluşturulan kompanzasyon tekniği uygulanır, 600 KVar gücünde klasik kontaktörlü röle mantıklı reaktif güç kontrol tekniği uygulanır.

Önerilen uygulamaların gerçekleştirilmesi ile varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniğine;

Kondansatör üzerindeki gerilim değişikliği şebeke frekansından ayrılmadığı için patlama riskinin olmamasından dolayı güvenli olması,

Kondansatörle devrede sürekli bulunması ve varyak ile güç değişikliğine giderek her türlü gücü oluşturabilmesinden dolayı hassas olması,

Varyanın bobinler(reaktörler) gibi yük altında ısı üretmesi sorunun olmamasından dolayı verimli olması,

Kondansatörlerin sürekli devrede olmasından ve varyanın 1 saniye içerisinde istenilen güce ulaşabilmesinden dolayı hızlı olması gibi avantajları ile varyak kontrolü ile kompanzasyon tekniği hem hız hem hassasiyet hem maliyet hem ısı hem güven yönü ile en iyi kompanzasyon tekniği diyebiliriz.

Tasarımlandırılan sistemde varyakların ebatlarının büyük olmasından kaynaklanan yer kaplama sorunu var diyebiliriz. Bu eksiklik zaten tüm reaktif güç kontrol sistemlerinde bulunmaktadır.

Genel olarak piyasadaki reaktif güç kontrol sistemlerine üstünlükleri ve eksikliklerini karşılaştırsak her yönü ile en iyi diyebileceğimiz bir sistem yoktur. Ya maliyet sıkıntısı ya da ısı problemi gibi sorunlar ile karşılaşırız. Reaktif güç kontrol tekniklerinde bulunan kriterleri üç çizelge ile karşılaştırarak tekniklerin artı ve eksi yönlerini bir çizelge altında toplayabiliriz.

Kontrol tekniği	Anahtarlama metodu (kondansatörün için)	Reaktif güç devreye girme süresi
Tristör anahtarlama kademe mantığı	Yaklaşık sıfır gerilimde anahtarlama	Çok hızlı (milisaniye)
Kontaktör anahtarlama kademe mantığı	Her gerilimde anahtarlama olabilir. Kontrolsüz anahtarlama	Çok yavaş(dakika sürebilir)
Reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Yok	Çok hızlı (milisaniye)
Senkron motor kontrollü	Yok	Çok hızlı (saniye)
Varyak kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Yok	Çok hızlı (saniye)

Çizelge 5.1 Reaktif güç kontrol tekniklerinin anahtarlama metodu ile reaktif gücün devreye girme sürelerinin karşılaştırılması

Çizelge 5.1 de reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı reaktif güç kontrol sisteminin kondansatörleri devreye almada kullandığı anahtarlama metodunda kondansatör sürekli devrede olduğundan çizelgede yok yazılmıştır. Aynı durum varyak kontrollü sabit kondansatör mantıklı teknik için de geçerlidir. Senkron motor kontrollü teknikte ise senkron motorun kendisi kondansatör etkisi yapmasından dolayı çizelge de yok yazılmıştır.

Kontrol tekniği	Isı üretme durumu	Gürültü
Tristör anahtarlama kademie mantığı	Yok (kısmen tristörlerde ısınma)	Yok (kısmen tristörlerde frekansa bağlı ses) (5 dB)
Kontaktör anahtarlama kademie mantığı	Yok	Normal seviye (mekanik anahtarlama sesi) (60 dB)
Reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Yüksek ısı (reaktörlerde, kısmen de tristörlerde ısınma oluşur) (harici havalandırma ister)	Yok (reaktörler tam yükte çalıştığında inleme sesi) (10 dB)
Senkron motor kontrollü	Normal motor ısısı (stator ve rulman ısınmaları) (kendinden fan soğutmalı)	Yüksek (rulman ve rüzgar sesi) (80 dB)
Varyak kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Yok	Düşük (varyak fırçası redüktörlü dc motor sesi) (40 dB)

Çizelge 5.2 Reaktif güç kontrol tekniklerinin ısı üretme durumu ile gürültü durumunun karşılaştırılması

Kontaktör anahtarlama kademe mantıklı reaktif güç kontrol tekniğinde kontaktörler çekilip bırakılırken mekanik anahtarlama kaynağın bir ses oluşmaktadır. Kompanzasyon panosunun yanında iken bu ses rahatsızlık verebiliyor.

Senkron motor kontrollü teknikte ise senkron motorların rüzgar hızından oluşan ses ve normalde rulman sürtülmelerinden oluşan ses rahatsız edici seviyededir.

Reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı kontrol tekniğinde reaktörler bir yük gibi sistemde bulunmasından dolayı ısı üretirler. Bu reaktörlerin ısısının bir havalandırma sistemi ile dışarıya verilmesi gerekmektedir.

Kontrol tekniği	Maliyet	Yer kaplama
Tristör anahtarlama kademeli mantığı	Yüksek (Güç tristörleri pahalı)	Normal
Kontaktör anahtarlama kademeli mantığı	Düşük	Normal
Reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Yüksek (güç tristörleri ve reaktörler pahalı)	Normal
Senkron motor kontrollü	Çok yüksek (Senkron motor ve kontrol ünitesinin pahalı)	Normal
Varyak kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Normal (Varyak pahalı)	Normal

Çizelge 5.3 Reaktif güç kontrol tekniklerinin maliyet ile yer kaplamasının karşılaştırılması

Tüm kontrol teknikleri hemen hemen aynı miktarda yer kaplamalarından dolayı tümün yer kaplama durumu normal kabul edildi.

Kompanzasyon kontrol tekniklerinin artı ve eksi yönleri üç çizelgeden esinlenerek çizelge 3.4'de özetlenmiştir.

Kontrol Tekniği	Artı Yönlere	Eksi Yönlere
Tristör kontrollü kademe mantığı	Hızlı+uzun ömürlü kondansatör+hassas	Pahalı+çok yer kaplaması
Kontaktör kontrollü kademe mantığı	Normal hızlı+uzun ömürlü kondansatör+ucuz	Yavaş+çok yer kaplaması
Reaktör kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Hızlı+çok hassas	Pahalı+çok yer kaplaması+ısı
Senkron motor kontrollü	Hızlı+çok hassas	Pahalı+gürültü+çok yer kaplaması
Varyak kontrollü sabit kondansatör mantıklı	Çok hızlı+ucuz+çok hassas	Çok yer kaplaması

Çizelge 5.4 Kompanzasyon tekniklerinin karşılaştırılması

Ayrıca bu çalışma için belirtilmesi gereken bir sonuç da çalışılan bu yeni reaktif güç kontrol tekniğinin için Türk Patent Enstitüsüne 27/04/2009 tarihinde “Varyak ile reaktif güç kontrol tekniğı” ismi altında patent başvurusunda bulunulmuştur. Başvuru 2009/03227 ile kayıt altına alınmış ve yakın bir zamanda sonuçlanması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Bayram, M. 2000. **Kuvvetli Akım Tesislerinde Reaktif Güç Kompanzasyonu**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 21s.
- Anonim, 2005, faydalı bilgiler,
[**http://ruzgarelektrik.com/modules/icontent/index.php?page=9\(2009\)**](http://ruzgarelektrik.com/modules/icontent/index.php?page=9(2009))
- Miller, T.J.E. 1982. **Reactive Power Control Systems**, John Wiley & Sons inc. U.S., 15s.
- Arifoğlu, U. 2002. **Güç Sistemlerinin Bilgisayar Detekli Analizi**, Alfa Bas. Dağ. İstanbul, 137.
- Erliks M.S., Emanvel A., Eigeles R. 1968. New Aspects Power Factor Improvement, Part 1- Theoretical Basis, **IEEE trans on industry and general appl.** IGA-4(4), PP.441-442.
- Arifoğlu, U. 2002. Güç Sistemlerinin Bilgisayar Detekli Analizi, Alfa Bas. Dağ. İstanbul, 136.
- Şekkeli, M, 2006.**Hassas Bir Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Gerekli Güçlerin Hesabında Temel Bileşenlerin Kullanılması**, Kahramanmaraş, 66s.
- Sheble, G.B. 1987. **Reactive Power Basic, Problemsand Solutions**, IEEE Press, U.S., 167s.
- Mandal, R., Basu, S.K., Kar, A., Chowalbury.S.P. 1994. **A Microcomputer Based Power Factor Controller.**, IEEE Trans. On inds. Electron. Vol. 41, No.3 June 157s.
- Marganitz, A. 1992. **Power Measurement Of Periodic Current and Voltage by Digital Signal Processing.** Eur.Trans. power, pp.117-123.
- Grady, W.N, Gilleskie. R.J. 1993. **Harmonics and How They Relate to Power Factor, Proc. of the EPRI Power Quality, Issues & Opportunities Conference (PQA 93)**, San Diego, 13p.
- Administer, J. ve Nahvi, M.,1999 nobel yayıncılık, schum's outlines, **elektrik devreleri sayfa=328**
- Anonim, 2004 **Transformatörler**

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Transformat%C3%B6r>(2009)

Peşint, A. ve Ürkmez, A. 2004, devlet kitapları, milli eğitim basım evi, **elektrik makineleri II transformatörler**, sayfa 6 kitap II

Peşint, A. ve Ürkmez, A. 2004, devlet kitapları, milli eğitim basım evi, **elektrik makineleri II transformatörler**, sayfa 7 kitap II.

Anonim, 2005, redüktörlü motorlar,

http://www.mugul.com/gear_motor.htm(2009)

Anonim, 2005, redüktörlü motorlar,mg029 teknik şema,

http://www.mugul.com/gear_motor.htm(2009)

Oğuz, N. Ve Gökkaya M. 2004, devlet kitapları, milli eğitim basım evi, **elektrik makinaları I**, 196s

Oğuz, N. Ve Gökkaya M. 2004, devlet kitapları, milli eğitim basım evi, **elektrik makinaları I**, 198s

Administer, J. ve Nahvi, M.,1999, schum's outlines, **elektrik devreleri** 12s

Anonim 2001-2002. **Power Factor Correction**, Siemens 2001- 2002 Katalog, Berlin, 29s.

Sheble, G.B. 1987. **Reactive Power Basic**, Problemsand Solutions, IEEE Press, U.S., 167s.

Anonim, 2006, Süleyman Demirel üniversitesi, araştırma merkezi,

<http://temagem.sdu.edu.tr/arsiv/pdf07.pdf>(2009)

Tarımer, İ.,1999, devlet kitapları, milli eğitim basımevi, **mikroişlemciler ve assembler** 1s

Boylestad R. ve Nashelsky L. , 2002, devlet kitapları, milli eğitim basım evi, **elektronik elemanlar ve devre teorisi**, 648s

Anonim, 2002, toshiba, taec, http://www.toshiba.com/taec/components2/Datasheet_Sync//212/4240.pdf(2009)

Anonim, 2004, rehber ansiklopedi, kondansatörler,

<http://www.turkcebilgi.com/kondansat%F6r/ansiklopedi>(2009)

Anonim, 2009, tüm gazeteler, **aralıkta elektrik yetmeyecek**,

<http://www.tumgazeteler.com/?a=2393571>(2009)

- Bayındır(2005), **Bulanık Mantık Denetimli Senkron Motor ile Reaktif Güç Kompanzasyonu** Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, tez çalışması.
- Coşkuner ve ark.(2005), **Endüstriyel Tesislerde Reaktif Güç Kompanzasyonu için Statik Var Kompanzasyon Sisteminin Gerçekleştirilmesi**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği tez çalışması.
- Tarkan ve Şekkeli'nin(2005), **Reaktif güç kontrol rölesinde minimum anahtarlama sayısı ve optimal reaktif güç seçimi**, İtü dergisi, sayı 6, aralık
- Şekkeli(2006), **Reaktif Güç Kompanzasyonunda Yeni Bir Röle Tasarımı ve Klasik Röle ile Ekonomik Olarak Karşılaştırması**, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mim.-Müh. Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, tez çalışması.
- Tunçalp ve Sucu(2006), **Elektrik Enerji Sistemlerinde Oluşan Harmoniklerin Filtrelenmesinde Pasif Filtre ve Filtreli Kompanzasyonun Kullanımı ve Simülasyon Örnekleri**, politeknik dergisi, sayı 4, s.263-269.
- Şekkeli(2006), **Hassas Bir Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Gerekli Güçlerin Hesabında Temel Bileşenlerin Kullanılması**, KSÜ fen ve mühendislik dergisi, sayı 9.
- Aydınoğlu ve Olgun (2007), **Statik Reaktif Güç Kompanzasyonu ve Uygulama Devresi**, Yıldız Teknik Üniversitesi, mühendislik fakültesi, bitirme tezi.
- Demirbaş ve ark. (2007), **Reaktif Güç Kompanzasyonu İçin Zeki Bir Simülatör Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi**, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der, Cilt 23, No 3, s.681-688.
- Bayındır ve Kaplan (2007), **PIC Denetimli Reaktif Güç Rölesi Tasarımı**, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der, Cilt 22, No 1, s.47-56.
- Pekparlak ve Arifoğlu(2008) **Statik Reaktif Güç Kompanzasyonu Uygulaması ve Matlab Simülasyonu**, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, tez çalışması.

Bilki(2008), **PLC Kontrollü Reaktif Güç Kompanzasyonu**, Gazi Üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, elektrik mühendisliği, yüksek lisans tez çalışması.

Mehmet Çiçek(2008), **Sabit Kondansatör ile Reaktif Güç Kontrol Tekniğı**, Pamukkale Üniversitesi, mühendislik fakültesi, elektrik mühendisliği, tez çalışması.

TEŞEKKÜR

Başta bir elektrik mühendisi olmamdan dolayı kolaylık tanıyıp makine mühendisliğinde bana daha çok elektrik ağırlıklı dersler veren ve tez çalışma konumu kendi irademe bırakarak bana şevk ve azim veren, engin bilgisine ve hayatın her anını düzenli yaşamasına gıpta ettiğim değerli danışman hocam Y.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU'na çok teşekkür ediyorum.

Ders hocalarımdan Y.Doç.Dr. Hakan YAVUZ hocama da ufuk açıcı bilgiler vermesi, çalışma odasına her zaman misafir olarak kabul etmesi ve dönem derslerindeki verdiği faydalı ek bilgilerden dolayı teşekkür ediyorum.

Bir vefa olarak tez konusunu beğenmesi ile bana teşvikte bulunan Pamukkale Üniversitesi öğretim üyesi eski danışman hocam Doç.Dr. Selim BÖREKÇİ'ye de teşekkür etmek isterim.

Tez çalışmam sırasında bana sponsor olarak destek olan Öz Ümit Elektriğe, Mega Panoya ve çalışanlarına teşekkür ediyorum. Özellikle işyeri arkadaşlarımdan bana yardımlarını esirgemeyen Tekniker Mustafa Kelebek arkadaşşıma da ayrıca teşekkür ederim.

Akşamları ders çalışmama engel olarak gündüzleri beni daha sıkı çalışmaya teşvik eden şeker, komik oğlum Zerkali'ye ve oğlumun iş ortağı Hatay'ın en sevimli öğretmeni olan eşim Banı Çiçek'e de teşekkür ediyorum.

Bazı zamanlarda oldu akşamları da çalışmalı idim ki yardıma koşan anneme, kız kardeşlerime ve yalnız kalmasına rağmen beni düşünen babama da çok teşekkür ediyorum.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Hatay ilimizin Kırıkhan ilçesinde doğdum. Lise ve ilköğretim eğitimimi aynı ilçemizde bitirdim. 2002 yılında Pamukkale Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliğini kazandım. 2007 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Hatay, Antakya'da Siemens Elektro Markette Elektrik mühendisi olarak çalışmaya başladım. Halen aynı iş yerinde çalışmaktayım. Evliyim ve bir çocuk babasıyım.

EKLER**EK1.PİC16F877 Mikroişlemcisindeki Yazılım ve Açıklaması**

```

int A0=0,A1=0;      // A0 ve A1 adında iki giriş tanımlanıyor
void main()        // program sayfası açılıyor
{
  TRISA=0X03;      // mikroişlemcinin analog girişinin ilk ikisi aktif ediliyor
  PORTA=0;         // mikroişlemcinin A girişleri sıfırlanıyor
  TRISC=0;         // C portları çıkış olarak tanımlanıyor
  PORTC=0;         // C portları sıfırlanıyor
  TRISB=0;         // B portları çıkış olarak tanımlanıyor
  PORTB=0;         // B portları sıfırlanıyor
  TRISD=0;         // D portları çıkış olarak tanımlanıyor
  PORTD=0;         // D portları sıfırlanıyor

  PORTD=4;         // 3. D portu aktif edildi.....//
  bu kısım işlemcinin çalışmaya başladığını görmek için yazıldı
  delay_ms(300);   // 300milisaniye bekleme komutu
  PORTD=0;         // D çıkışları sıfırlandı
  delay_ms(300);
  PORTD=4;
  delay_ms(500);

  do                //döngü başlangıcı
  {
    A0=Adc_read(0);A1=Adc_read(1); // ilk iki analog girişi okuma komutu
    verildi
    if(A0<750&A1>750)              // girişlere 3 volt için şart koşuluyor
    {
      portb=2;    //normal          // B portunun ikinci çıkışı aktif
    }
  }

```

```

A0=Adc_read(0);A1=Adc_read(1);
if(A0>750&A1>750)
{
    portb=4;    //kapasitif           //B portunun .3 çıkışı aktif / motor sağa
dön
}

A0=Adc_read(0);A1=Adc_read(1);
if(A0>750&A1<750)
{
    portb=1;    //indüktif           // B portunun 1. çıkışı aktif /motor sola
dön
}

A0=Adc_read(0);A1=Adc_read(1);
if(A0<750&A1<750)
{
    portb=1;    //indüktif
    delay_ms(200);           // sistemin rahat okunması için bekleme
                             süresi, bu aralık kritik bir bölge

    portb=0;
    delay_ms(500);
}
}
while(1);           // döngü kapatılıyor
}

```

EK2. MPR60 Enerji Analizörü Kullanım Klavuzu



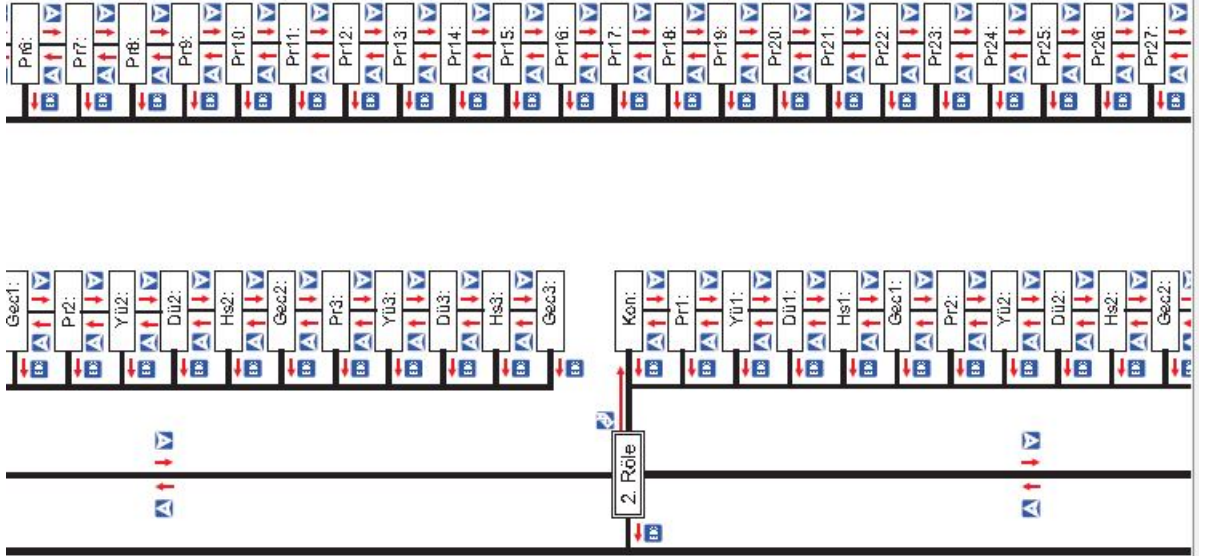
www.entes.com.tr

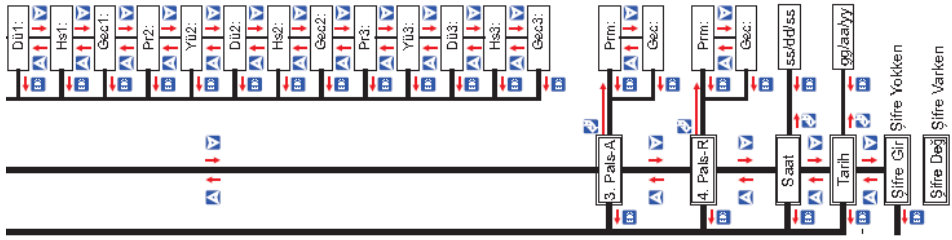
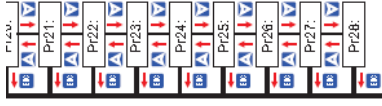
MPR605 ŞEBEKE ANALİZÖRÜ



TOPLAM HARMONİK ÖLÇÜMÜ

- Modbus
- Toplam Harmonik
- Hafıza
- Digital I/O
- Analog Çıktılar





MPR605 ELEKTRONİK ŞEBEKE ANALİZÖRÜ



DİKKAT : Bu kullanım kılavuzuna uyulması, arızasız bir çalışma ve garanti haklarının kaybolmaması için şarttır. Bu nedenle, cihaz devreye alınmadan önce bu kullanma talimatı dikkatlice okunmalıdır! Kullanma talimatında cihazın ayarları ve fonksiyonları ile ilgili önemli bilgiler bulunduğundan, cihaza yakın bir yerde muhafaza edilmelidir.

Bu akılıca seçiminizden dolayı sizi tebrik ederiz.

- Cihazınızdan en iyi performansı almak için ;
- Bu kullanma talimatını dikkatlice okuyunuz.



DOĞRU KULLANIM VE GÜVENLİK ŞARTLARI

- Aşağıdaki şartlar uyulmaması halinde ölüm ve ciddi yaralanmalar olabilir.
- Cihaz şebekeye bağlarken mutlaka bütün enerji kesilmelidir.
- Cihaz şebekeye bağlandığında ön panel kapanmamalıdır.
- Bütün bağlantılar kontrol etiketleri sonra cihaz devreye alınmalıdır.
- Kullanılacak sigorta FF tipi olmalı ve akım sınırı değeri 1 A olmalıdır.
- Cihaz sadece pano tipi montaj içindir.
- Cihaz rutubetli, titreşimli ve tozlu ortamlardan uzak tutulmalıdır.
- Cihazın çalışma sıcaklığına dikkat edilmelidir.
- Hasar görmüş ürünler kesinlikle monte edilmemeli ve devreye alınmamalıdır.
- Cihaz solvent (tiner, benzol, asit vs.) içeren veya ağırdır. temizlik maddeleri ile temizlenmemelidir. Sadece kuru bez kullanılmalıdır.
- MPR605 cihaz sadece yetkili servis tarafından tamir edilmelidir.
- Montaj ve elektriksel bağlantılar teknik personel tarafından kullanma kılavuzundaki talimatlara uygun olarak yapılmalıdır.
- Bu şartları dikkate alınmaması durumunda ortaya çıkacak sonuçlardan üretici firma ya da yetkili satıcısı sorumlu değildir.



ŞEBEKE BAĞLANTISI YAPARKEN DİKKAT EDİLECEK NOKTA

Öncelikle besleme ve gerilim ölçme girişlerini bağlayın. Cihaza enerji ve ölçme gerilimi uygulayın. LCD ekranda 3 Fazda voltajı görün 0 0 0 kazları görünmelidir. Şayet ekranda faz voltajı kazlarının yanında Δ ikazda (Faz sırası terstir.) yanıyorsa cihazın enerjisini ve ölçme gerilimini kapatın ve herhangi 2 fazın yönünü değiştirin kazan sönmüş olmasına dikkat edin. Bundan sonraki adımda skim ve diğer bağlantıların bağlantı şemasında belirtildiği gibi bağlaya bilirsiniz.



Şekil 11: LCD ekranda 3 Fazın voltajının görünmesi.

İÇİNDEKİLER

DOĞRU KULLANIM VE GÜVENLİK ŞARTLARI	1
ŞEBEKE BAĞLANTISINI YAPARKEN DİKKAT EDİLECEK NOKTA	1
1. ÖZELLİKLER	3
1.1 Giriş	3
1.2 Ön panel	4
1.3 Ön panel özellikleri	5
1.4 Arka panel	6
2. MONTAJ	7
2.1 Boyutlar ve montaj	7
2.2 Ortam koşulları	7
2.3 Elektriksel bağlantılar	8
2.4 MPR60S PC bağlantısı	9
3. MODBUS RTU PROTOKOLÜ	10
3.1 Modbus fonksiyonları	10
3.2 Bağlantı için kullanılacak kablo özellikleri	11
3.3 I/O Röle durum registeri	11
3.4 Cihaz bilgilerinin öğrenilmesi	11
3.5 Cihazdan veri kayıtlarının okunması	11
3.6 Dosya kayıt bilgileri tablosu	11
3.7 Enerji veri kayıt tablosu	12
3.8 Hata kodları	12
3.9 MPR-SW fizleme ve kayıt yazılımı	12
3.10 16 bit veri tablosu	13
3.11 Ayarlar tablosu	14
3.12 32 bit veri tablosu	15
4. GENEL MENÜ	16
4.1 Ayarlar	16
4.2 Şebeke	16
4.3 Tarih ve Saatin ayarlanması	17
4.4 RS-485 (PC haberleşme ayarları)	17
4.5 Veri Kay (Veri kaydı ayarları)	18
4.6 Alarm çıkış röleleri (Röle 1 ve Röle 2)	19
4.7 Enerji sayaçları için Pals çıkışları (Pals A ve Pals R)	22
4.8 Ekran	24
4.9 Anlık değerler	24
4.10 Enerji	27
4.11 Demand	29
4.12 Tarih ve saat	32
4.13 Bilgi	32
4.14 Üretici-Üretim bilgileri	33
4.15 Şifre	34
4.16 Parametreler tablosu	35
4.17 Formüller	35
4.18 Fabrika çıkışı değerleri	36
4.19 Teknik özellikler	37

1. ÖZELLİKLER

1.1 Giriş

MPR60S bir elektrik şebekesine ait tüm parametreleri ölçmek ve istenildiğinde kaydetmek amacıyla tasarlanmış DSP (Dijital Signal Processor) tabanlı üniversal bir cihazdır. Ölçülen parametreler 3,6 inç'lik LCD ekranda görüntülenmekte ve istenildiği taktirde karanlık ortamlarda ekran aydınlatma (ışık) aktif yapılarak kolay okunma sağlanabilmektedir. MPR60S MODBUS seri haberleşme arayüzüne sahiptir.

MPR60S ile Aşağıdaki Ölçümleri Yapabilirsiniz

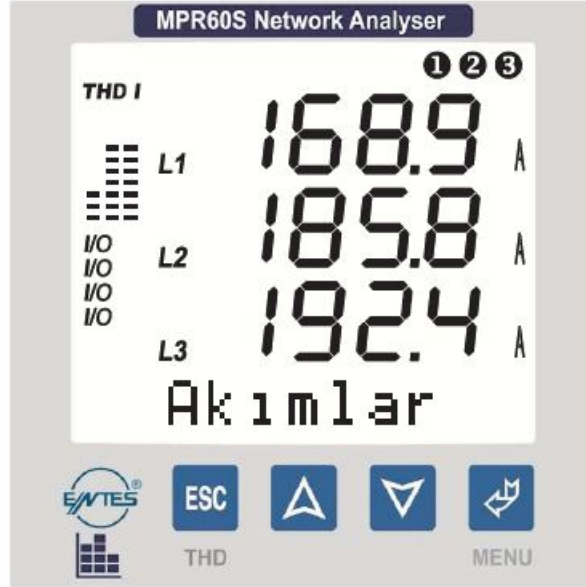
- Parametreler tablosunda verilenlerin ölçüm değerleri LCD ekrandan izlenebilir.
- Akım ve Gerilim trafosu çeviri oranlarını değiştirebilir.
- 3 Faz+Nötrü, 3 Faz Nötrü, Aron bağlantılı sistemlerde ölçüm yapılabilir.
- RS-485 çıkışlarını (Optik izoleli) kullanarak bilgisayarla veri alışverişinde bulunabilir.
- İstenilen parametreler MPR60S'in 1MB'lık kalıcı belleğine tarih ve saatle birlikte, istenilen sıklıkta kaydedebilir.
- Kaydedilen bu parametreleri, gerekli yazılımı kullanarak bilgisayar ortamına aktarabilir.
- * İstenilen parametreyi 4-20mA çıkışına atayıp bu çıkıştan değeri okunabilir.
- 1.Röle ve 2.Röle çıkışına ayrı ayrı 3 adet parametre atayabilir, bu parametrelerin belirlenen sınırların altında veya üstünde bir değer alması sonucunda ilgili rölenin kontak değiştirmesini sağlayabilir.
(Bu çıkışları uyarı, alarm amaçlı kullanabilirsiniz)
- 3.Pals-A çıkışından Aktif Enerjinin (Imp. ve Exp.) değeriyle orantılı Pals alınabilir.
- 4.Pals-R çıkışından Reaktif Enerjinin (Ind) değeriyle orantılı Pals alınabilir.
- Fazların varlığı LCD ekranın sağ üst köşesindeki VL1 ,VL2 ,VL3 sembollerinden her an izlenebilir.
- Akım veya Gerilimin Toplam Harmoniklerini (THD) LCD ekranın sol üst köşesindeki barlardan her an gözlemlenebilir.
- 1-2-3-4 çıkışlarından hangilerinin o an için aktif olduğunu LCD ekrandan her an takip edilebilir.
- Ayarlar-Demand ve Enerji menülerine 3 haneli bir kullanıcı şifresi belirleyerek cihazın ayarlarının yetkisiz kişilerce değiştirilmesini önleyebilir.

* Opsiyonel



Şekil 2: MPR60S'in genel görüntüsü

1.2 Ön Panel



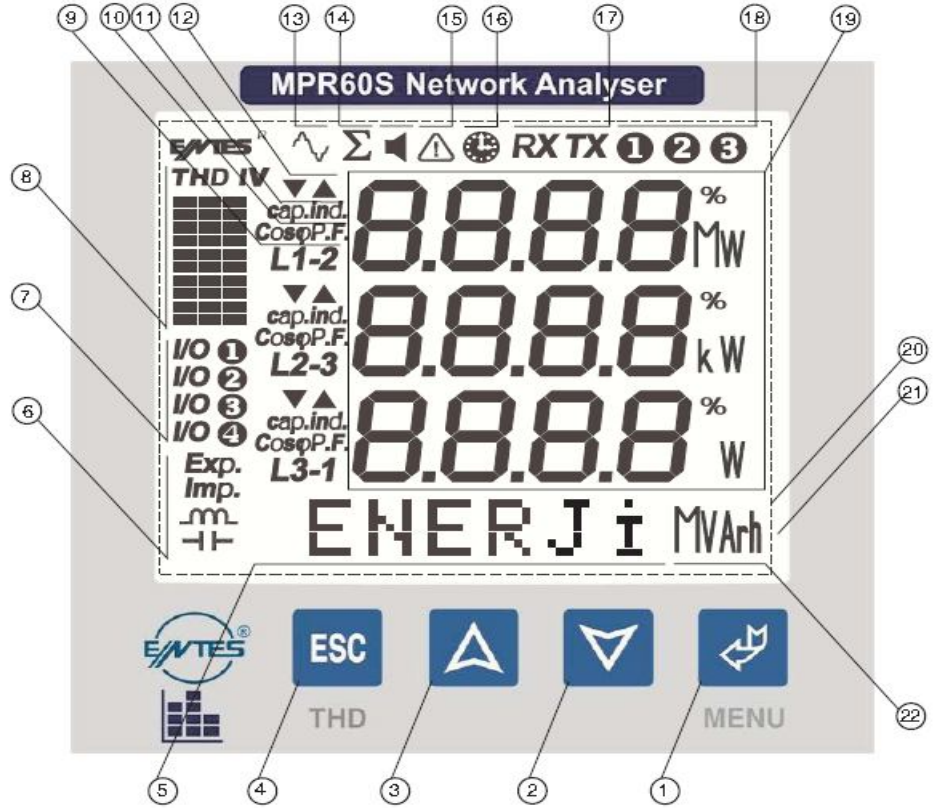
Şekil 3: Ekran ve tuşlar

4 Tuş yardımıyla menülere ulaşıp istenen parametreler ayarlanabilir ve ölçülen değerler ekrandan izlenebilir.

TUŞ FONKSİYONLARI

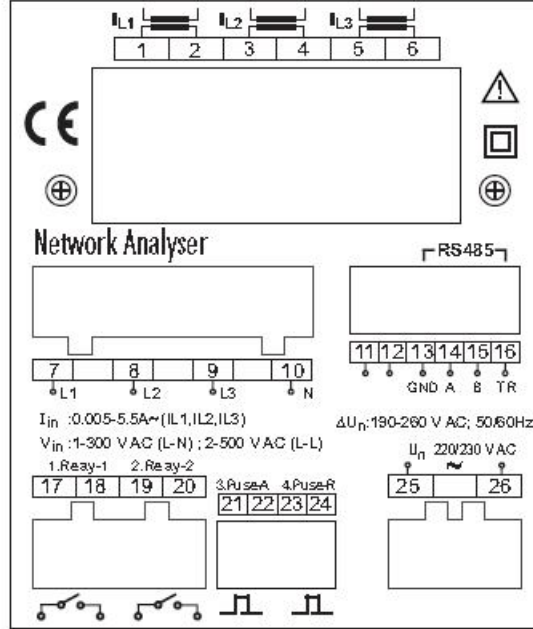
TUŞ	FONKSİYON
ESC	Herhangi bir menüden çıkmayı sağlar. (THD I veya THD V değerlerini harmonik barda geçişi sağlar)
▲	Sonraki menüye geçmeyi veya ilgili değeri arttırmayı sağlar.
▼	Önceki menüye geçmeyi veya ilgili değeri azaltmayı sağlar.
↵	Bir menüye girmeyi veya ilgili değeri kaydetmeyi sağlar

1.3 Önpanel Özellikleri



- 1 Menü (ENTER) tuşu.
- 2 Aşağı tuşu.
- 3 Yukarı tuşu.
- 4 ESC tuşu. Menüden çıkmak için kullanılır. (TDH I, TDH V seçimi yapar)
- 5 Menü ve Enerji satırı. Hangi menüde olduğunu gösterir. Ayrıca enerjiler bu satırda gösterilir.
- 6 Enerji menüsünde gösterilen değeri; Export, Import, İndüktif veya Kapasitif olduğunu gösterir.
- 7 Çıkışlardan hangisinin aktif olduğu gösterilir.
- 8 Harmonik barları: 3 fazın toplam harmonikleri grafiksel olarak gösterilir. Sütunlar L1, L2, L3'ü. Herbir basamak %10'u. V gerilimlerin harmoniğini. I akımların harmoniğini gösterir.
- 9 Ölçülen parametrenin hangi faza/faz-faz arasına ait olduğunu ifade eder.
- 10 Karşıdaki fazın COSφ veya PF (Güç Faktörü)'nün gösterildiğini ifade eder.
- 11 Karşıdaki faza ait değerin yönünü gösterir. Kapasitif veya İndüktif. (PF, COSφ, Reaktif güç ölçülürken belirlir.)
- 12 Minimum, Maksimum sembolleri. Demand menüsünde belirir.
- 13 Harmonik sembolü. Ekranda harmoniklerin gösterildiğini ifade eder.
- 14 Toplam sembolü. Ekranda gösterilen parametrenin toplam olduğunu ifade eder.
- 15 Faz sırası hatası
- 16 Demand sembolü. Gösterilen parametrenin Demand olduğunu ifade eder.
- 17 Bilgisayar ile haberleşme sembolleri. Cihazın bağlı olduğu hat üzerinde haberleşmenin varlığını gösterir.
- 18 Faz varlığı sembolleri.
- 19 Ölçülen parametrelerin gösterildiği satırlar ve parametrelere ait birimler. (% , V , kV , MV , A , kA , MA , W , kW , MW , VA , kVA , MVA , VAR , kVAh , MVAh)
- 20 3,6 inç LCD ekran.
- 21 Arka Plan Işıklandırması
- 22 Solundaki satırda gösterilen enerji miktarının birimini gösterir. (kWh, kVAh, kVArh)

1.4 Arka Panel



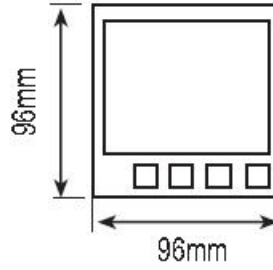
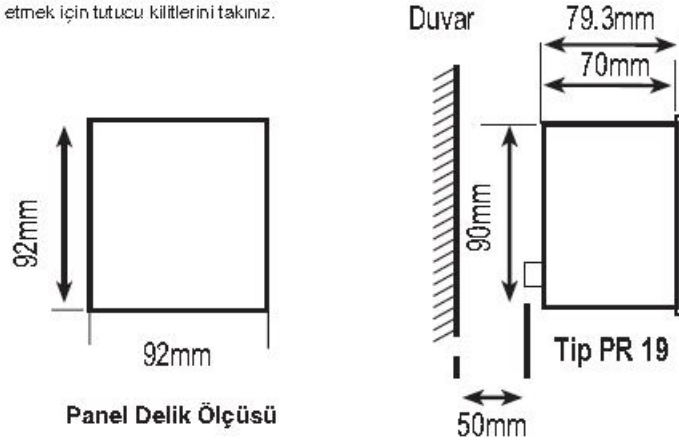
Şekil 4: Arka klemens bağlantıları



2. MONTAJ

2.1 Boyutlar ve Montaj

1. Cihaz kare şeklinde bir Tip 19 (92 mm x 92 mm) kesime sığdırılacaktır.
2. Cihazı monte etmeden önce tutucu kilitleme çıkartınız.
3. Cihazı paneldeki kesime önden yerleştiriniz.
4. Cihazı monte etmek için tutucu kilitleme takınız.



Uyarı:

Fazla kuvvet uygulanması cihaza zarar verebilir.

Klemenslere takılı olan kabloların klemens vidalarının iyice sıkılı olması gerekmektedir.

Şekil 5: Panel delik ölçüleri

2.2 Ortam Koşulları

Cihazınızı suya karşı koruyun ve tozlu ortamlardan uzak tutun.
Çalışma ortam sıcaklığı -5°C ve +50°C dir.

2.3 Elektriksel Bağlantılar

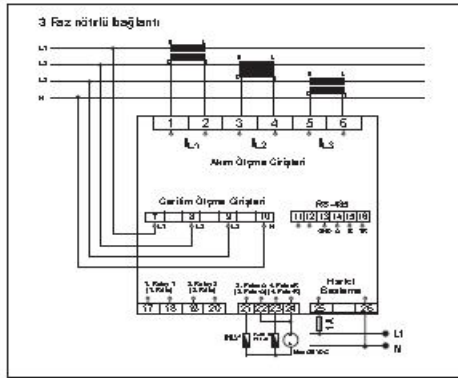
Akım ve voltaj giriş klemensleri 2,5 mm²lik kablolar için tasarlanmıştır fakat toplam çap 4mm²'ye kadar olan kablolar için uygundur.

Pals çıkış klemensine max 1.5 mm²lik kablo önerilir.
RS-485 giriş klemensine kategori 5 kablo önerilir.

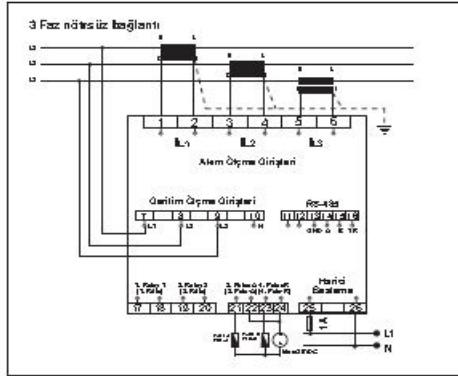


Uyarı:

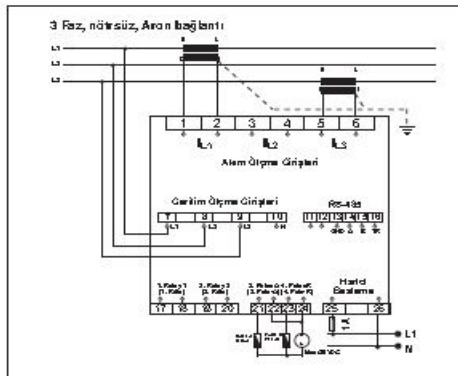
*Kullanılacak sigorta FF tipi olmalı ve akım sınırı değeri 1A olmalıdır.
3 Faz Nötrlü bağlantı (Şekil:6) Nötrü bağlamak zorunludur. Aksi takdirde cihaz çalışmayacaktır.
Akım trafosu polarite yönlerinin doğruluğundan, akım ve gerilim kablolarının kendi aralarında doğru bağlı olduğundan emin olun.*



Şekil 6: 3 Faz nötrlü bağlantı



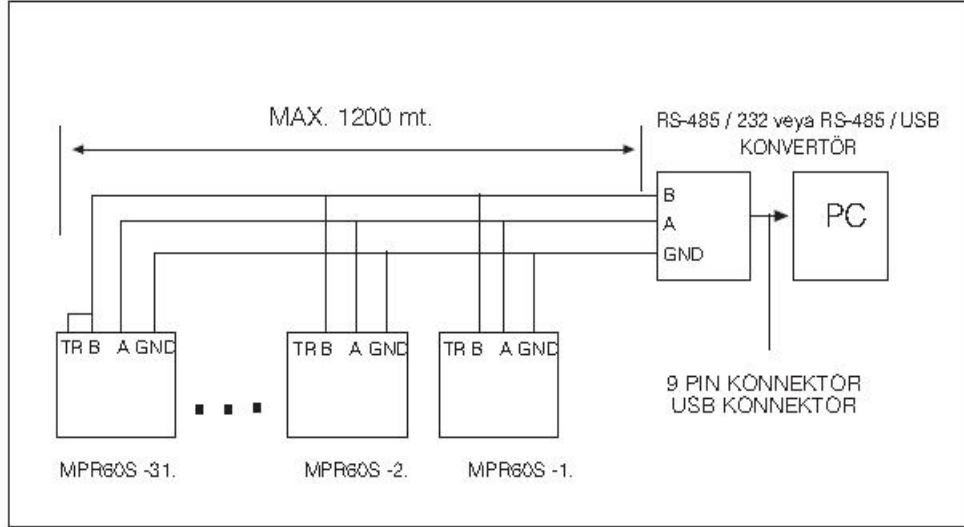
Şekil 7: 3 Faz nötrsüz bağlantı



Şekil 8: 3 Faz nötrsüz, Aron bağlantı

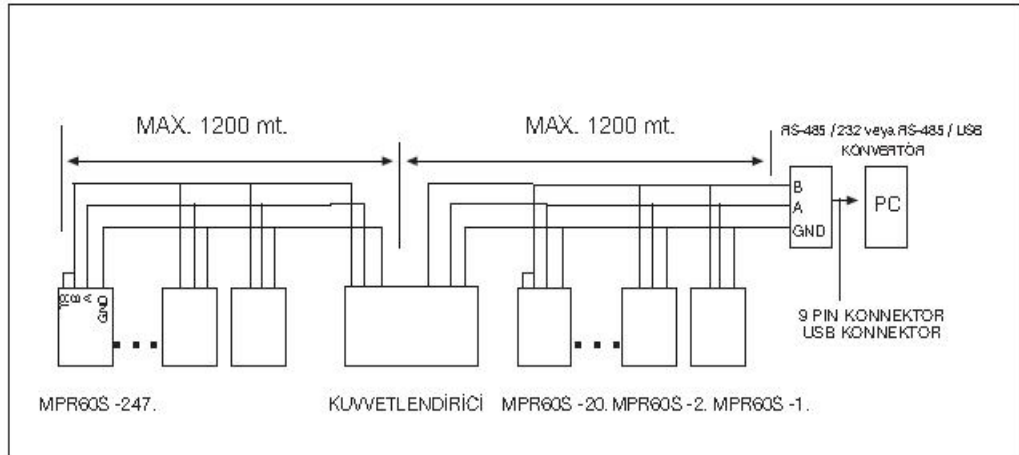
2.4 MPR60S PC Bağlantısı

Bilgisayar ile haberleşme için RS-485 / 232 veya RS-485 / USB dönüştürücü konvertör gereklidir.



Şekil 9: Aynı hatta max. 31 cihaz bağlanabilir.*
Aynı hatta max. 20 cihaz bağlanması tavsiye edilir.*

20 Adet MPR60S'den sonra bir kuvvetlendirici kullanarak data sinyalini güçlendirmeniz tavsiye edilir.



Şekil 10: Kuvvetlendirici kullanarak aynı hatta 247 cihaz bağlanabilir.

3. MODBUS RTU PROTOKOLÜ

MODBUS RTU PROTOKOLÜ

Standart MODBUS RTU mesaj formatı aşağıdaki şekilde gibidir.

T	ADRES 8 BIT	FONKSİYON 8 BIT	DATA N x 8 BIT	CRCH	CRCL	T
---	----------------	--------------------	-------------------	------	------	---

Başlangıç ve bitiş T zamanları (3.5 karakter süresi) hatta bağlı cihazların mesaj başlangıcı ya da sonu olarak değerlendirilmeleri için data hatlarının değişmeden kalması gereken süredir.

Adres alanı (1-247 arası) hatta bağlı cihazın seri adresini belirtir.

Data alanı slave'den master'a ya da master'den slave cihaza gönderilen datayı içerir.

CRC MODBUS RTU protokolünde kullanılan hata tespit yöntemidir ve iki byte'tan oluşur.

3.1 Modbus Fonksiyonları:

03H	REGISTER OKUMA	14H	VERİ KAYDI OKUMA
06H	TEK REGISTER YAZMA	2BH	CIHAZ BİLGİLERİ OKUMA
10H	ÇOKLU REGISTER YAZMA		

Register okuma (03H) fonksiyonu ölçülen parametreleri ve trafo oranlarını okumak için kullanılır. Değerler dışında bir register okunmaya çalışılırsa cihaz hata mesajı gönderir.

Örneğin: 1.Faz faz-nötr gerilimini okumak için cihaza gönderilmesi gereken mesaj;

01 Cihaz adresi
03 Fonksiyon
00 MSB adres
00 LSB adres
00 Register sayısı MSB
01 Register sayısı LSB
84 CRC MSB
0A CRC LSB

Tek register yazma komutu (06H) trafo oranlarını set etmek ya da min., max. veya demand değerlerinden herhangi birini silmek için kullanılır. Akım trafosu oranı 1-2000, gerilim trafosu oranı 1.0-4000 arasında girilebilir. Demand registerlerine sadece 0 değeri girilebilir.

Akım trafosu oranını 100'e ayarlamak için;

01 Cihaz adresi
06 Fonksiyon
01 MSB adres
00 LSB adres
00 Data MSB
64 Data LSB
89 CRC MSB
DD CRC LSB

Çoklu register yazma komutu (10H) birden fazla register değerini değiştirmek için kullanılır.

Akım trafosu oranını 100'e ,gerilim trafosu oranını 2.0 ye set etmek için;

01 Cihaz adresi	Cevap:
10 Fonksiyon	01 Cihaz adresi
01 MSB adres	10 Fonksiyon
00 LSB adres	01 MSB adres
00 Register sayısı MSB	00 LSB adres
02 Register sayısı LSB	00 Register sayısı MSB
04 Byte sayısı	02 Register sayısı LSB
00 Data MSB	40 CRC MSB
64 Data LSB	34 CRC LSB
00 Data MSB	
C8 Data LSB	
BE CRC MSB	
76 CRC LSB	

Parametreler 16 bit hex. olarak iletilir.

Örneğin:

- Cihazdaki 230,6 V gerilim 2306 (0902H) olarak alınır ve (x 0.1) çarpanı ile çarpılarak gerçek değer bulunur.
- 1,907A akım 1907 (0773H) olarak alınır ve (x 0.001) çarpanı ile çarpılır.
- -0,780 P.F. değeri (FCF4H) olarak alınır. 16bit signed int
- Enerji değerleri 2 word gönderilir. 16bitlik tablodan gelen enerji değeri.

Enerji değeri =(MSBx10000)+LSB
06237819 kWh=026FH 1E8BH
MSB LSB

3.2 Bağlantı için kullanılacak kablo özellikleri;

- Ekranlı
- 24 AWG veya daha kalın
- DC direnç =< 100 ohm/km
- Karakteristik empedans 100 kHz de 100 ohm
- İki iletken arası kapasite =< 60 pF/m
- Bir iletkenle toprak arasındaki kapasite =< 120 pF/m

3.3 I/O Röle Durum Registeri

I/O Röle Durum registeri MPR63' ün çıkışlarının durumunu izlemek için kullanılabilir.

Adres: 004CH

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Röle2	Röle1

- 1. Röle çekili iken I/O Röle Durum registerin 0. biti "1" çekili değil iken "0" olarak okunur.
- 2. Röle çekili iken I/O Röle Durum registerin 1. biti "1" çekili değil iken "0" olarak okunur.
- Rölelerin dijital çıkış olarak kullanılabilmesi için röle fonksiyonu ayarlar register tablosundan (011AH ve 012DH) "Dijital Çıkış" olarak ayarlanmalıdır.
- Birinci röleyi çekirmek için I/O registerinin birinci bitine "1" yazılmalıdır. Bıraktırmak için "0" yazılmalıdır.
- İkinci röleyi çekirmek için I/O registerinin ikinci bitine "1" yazılmalıdır. Bıraktırmak için "0" yazılmalıdır.

Birinci röleyi çekirmek için **Örnek : 01 06 00 4C 00 01 CRC**

İkinci röleyi çekirmek için **Örnek : 01 06 00 4C 00 02 CRC**

Her ikisini çekirmek için **Örnek : 01 06 00 4C 00 03 CRC**

Röleleri bıraktırmak için **Örnek : 01 06 00 4C 00 00 CRC**

3.4 Cihaz Bilgilerinin Öğrenilmesi (2BH)

Cihaz kodunu, program versiyonu, üretici adını ve üretici web sayfasını öğrenmek için aşağıdaki sorgu paketi cihaza gönderilir.

01 2B 0E 01 00 70 77

3.5 Cihazdan Veri Kayıtlarının Okunması (14H)

Cihaz bilgisayar ile bağlı olmadığı zamanlardaki ölçülen parametrelerin daha sonra bilgisayara aktarmak için Modbus RTU 14H fonksiyonu kullanılıyor.

01 14 07 06 00 00 00 02 00 01 99 24

01 Cihaz adresi	
14 Fonksiyon	
07 Byte adedi	
06 Referans tipi	
00 Dosya numarası MSB	} 0-15
00 Dosya numarası LSB	
00 Kayıt numarası MSB	} 0-999
02 Kayıt numarası LSB	
00 Kayıt uzunluğu MSB	} 1
01 Kayıt uzunluğu LSB	
99 CRC MSB	
24 CRC LSB	

Cevap

01 Cihaz adresi
14 Fonksiyon
46 Veri uzunluğu
20 Kayıt uzunluğu
06 Referans tipi
00 Kayıt numarası MSB
02 Kayıt numarası LSB
02 Kayıt tarihi Gün
10 Kayıt tarihi Ay
05 Kayıt tarihi Yıl
19 Kayıt tarihi Saat
07 Kayıt tarihi Dakika
23 Kayıt tarihi Saniye
08 Veri 01 MSB
BC Veri 01 LSB
08 Veri 02 MSB
95 Veri 02 LSB
:
:
:
00 Veri 28 MSB
00 Veri 28 LSB
71 CRC MSB
B0 CRC LSB

Uyarı:



Veri kayıtlarının silinmesi. Kayıtlar her dosya için ayrı ayrı silinmeli
Dosya 0 daki kayıtları silmek için aşağıdaki sorgu paketi cihaza gönderilir.
Sorgu : 01 06 04 01 00 00 09 3A
Cevap : 01 06 04 01 00 00 09 3A
 Kayıtsayı

3.6 Dosya Kayıt Bilgileri Tablosu

Veri kayıtlarının bulunduğu dosyalardaki kayıt sayısını, açık olan dosyayı ve toplam kayıt adedini göstermektedir.

Log formatı	Tip	Aralık
İndeks MSB	Word	0..999
İndeks LSB		
Gün MSB	Word	1..31
Ay LSB		
Yıl MSB	Word	00..99
Saat LSB		
Dakika MSB	Word	00..59
Saniye LSB		
Veri 01 MSB	Word	0..65535
Veri 01 LSB		
Veri 02 MSB	Word	0..65535
Veri 02 LSB		
:		
Veri 28 MSB	Word	0..65535
Veri 28 LSB		

ADRES	AÇIKLAMA	BOYUT (16bit)
0400H	Şu an kaydedilen dosya (0-15)	Word
0401H	0. Dosyadaki kayıt adedi	Word
0402H	1. Dosyadaki kayıt adedi	Word
:	:	:
0410H	Enerjiler dosyadaki kayıt adedi	Word
0411H	Toplam kayıt adedi	Word

3.7 Enerji Veri Kayıt Tablosu

İNDEKS	AÇIKLAMA	BOYUT (16bit)	ÇARPAN	ARALIK	BİRİM
1	İndeks	Word	Data	0..999	-
2	Gün MSB	Word	Data	1..31	d
	Ay LSB			1..12	m
3	Yıl MSB	Word	Data	00..99	y
	Saat LSB			00..23	h
4	Dakika MSB	Word	Data	00..59	m
	Saniye LSB			00..59	s
5	İmport Aktif Enerji LSB	Word	Data	-	kWh
6	İmport Aktif Enerji MSB	Word	Data x 10000	99999999	
7	Export Aktif Enerji LSB	Word	Data	-	kWh
8	Export Aktif Enerji MSB	Word	Data x 10000	99999999	
9	İndüktif Reaktif Enerji LSB	Word	Data	-	kVArh
10	İndüktif Reaktif Enerji MSB	Word	Data x 10000	99999999	
11	Kapasitif Reaktif Enerji LSB	Word	Data	-	kVArh
12	Kapasitif Reaktif Enerji MSB	Word	Data x 10000	99999999	
13	Gerilim Yüksek LN1	Word	Data x VT x 0.1	0...Vmax	V
14	Gerilim Yüksek LN2	Word	Data x VT x 0.1	0...Vmax	V
15	Gerilim Yüksek LN3	Word	Data x VT x 0.1	0...Vmax	V
16	Akım Yüksek L1	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
17	Akım Yüksek L2	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
18	Akım Yüksek L3	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
19	Akımın Demandı L1	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
20	Akımın Demandı L2	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
21	Akımın Demandı L3	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
22	Toplam Akım Yüksek	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
23	Toplam Akım Düşük	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
24	Toplam Akım Demand	Word	Data x CT x 0.001	0...Imax	A
25	Toplam Aktif Güç Demand	Signed Word	Data x VT x CT	0..±Ptmax	W
26	Toplam Reaktif Güç Demand	Signed Word	Data x VT x CT	0..±Qtmax	VAr
27	Toplam Görünür Güç Demand	Word	Data x VT x CT	0..Stmax	VA
28	Frekans	Word	Data x 0.01	45.00..65.00	Hz
29	Toplam Güç Faktörü	Signed Word	Data x 0.001	-1.000..1.000	-
30	Akım Trafosu Oranı	Word	Data	1..2000	-
31	Gerilim Trafosu Oranı	Word	Data x 0.1	1..4000.0	-
32	Enerji Paketinin CRC'si	Word	Data	CRC 16	-

3.8 Hata Kodları

MODBUS RTU protokolünde uygun olmayan bir mesaj gönderildiğinde cihaz hata mesajı gönderir.

Hata kodları şunlardır.

01 Geçersiz fonksiyon :

MPR60S'in desteklemediği bir fonksiyonun kullanılması durumunda alınır.

Örnek:

Sorgu 01 07 04 01 00 00 CRC

Cevap 01 Cihaz Adresi

87 80 h + 07 h

sabit Geçersiz
Fonksiyon kodu

01 Hata Kodu

82 CRC MSB

30 CRC LSB

02 Geçersiz register :

MPR60S'in register tablolarında olmayan bir adrese erişmek istendiğinde alınır.

Örnek:

Sorgu 01 06 50 00 00 CRC

Cevap 01 Cihaz Adresi

86 80 h + 06 h

sabit Fonksiyon
kodu

02 Hata Kodu

C3 CRC MSB

A1 CRC LSB

03 Geçersiz data :

Yazılmak istenen verinin olması gereken değerler içinde olmadığı zaman alınır.

Örnek:

Sorgu 01 03 00 00 00 FF CRC

Cevap 01 Cihaz Adresi

83 80 h + 03 h

sabit Fonksiyon
kodu

03 Hata Kodu

01 CRC MSB

31 CRC LSB

3.9 MPR-SW İzleme ve Kayıt Yazılımı

MPR-SW, MPR60S cihazı ile birlikte kullanılmak için tasarlanmış kayıt alma ve analiz programıdır. MPR-SW ile ölçülen bütün parametreler aynı anda izlenebilir. Program otomatik olarak kayıt tutar ve bu kayıtlar grafiksel olarak incelenebilir. Grafik aylık, günlük veya saatlik olarak çizdirilebilir. Programın ana ekranında İndüktif / aktif enerji ve kapasitif / aktif enerji oranları sürekli olarak izlenebilir. Enerji sayaç bilgileri istenen tarihler arasında incelenebilir. Ayrıca MPR-SW programı ile cihazın parametrelerini de değiştirmek mümkündür. Trafo oranları değiştirilebilir. Demand değerleri ve enerji sayaçları sıfırlanabilir. Cihaz adresi değiştirilerek en fazla 247 cihaz ile haberleşebilir.

MPR60S her periyotta 64 örnek almaktadır. Saniyede 50.0 Hz için 3200 örnek almaktadır; 60.0 Hz için 3840 örnek almaktadır.

3.10 16bit Veri Tablosu

ADRES	AÇIKLAMA	BOYUT (16 bit)	ÇARPAN	ARALIK	BİRİM
0000H	Gerilim LN1	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0001H	Gerilim LN2	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0002H	Gerilim LN3	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0003H	Akım LN1	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0004H	Akım LN2	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0005H	Akım LN3	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0006H	Toplam Akım	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0007H	Aktif Güç L1	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Pmax	W
0008H	Aktif Güç L2	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Pmax	W
0009H	Aktif Güç L3	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Pmax	W
000AH	Reaktif Güç L1	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Qmax	VAr
000BH	Reaktif Güç L2	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Qmax	VAr
000CH	Reaktif Güç L3	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Qmax	VAr
000DH	Görünür Güç L1	Word	Data x GT x AT	0 .. Smax	VA
000EH	Görünür Güç L2	Word	Data x GT x AT	0 .. Smax	VA
000FH	Görünür Güç L3	Word	Data x GT x AT	0 .. Smax	VA
0010H	Güç Faktörü L1	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0011H	Güç Faktörü L2	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0012H	Güç Faktörü L3	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0013H	Ços L1	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0014H	Ços L2	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0015H	Ços L3	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
0016H	Gerilim L12	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0017H	Gerilim L23	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0018H	Gerilim L31	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0019H	Gerilim LN (Ortalama)	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
001AH	Gerilim LL (Ortalama)	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
001BH	Frekans	Word	Data x 0.01	45.00 .. 65.00	Hz
001CH	Toplam Aktif Güç	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Pt max	W
001DH	Toplam Reaktif Güç	Signed Int	Data x GT x AT	0 .. ±Qt max	VAr
001EH	Toplam Görünür Güç	Word	Data x GT x AT	0 .. St max	VA
001FH	THD V1	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0020H	THD V2	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0021H	THD V3	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0022H	THD V3P	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0023H	THD I1	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0024H	THD I2	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0025H	THD I3	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0026H	THD I3P	Word	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
0027H	*Gerilim Yüksek LN1	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0028H	*Gerilim Yüksek LN2	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
0029H	*Gerilim Yüksek LN3	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
002AH	*Gerilim Düşük LN1	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
002BH	*Gerilim Düşük LN2	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
002CH	*Gerilim Düşük LN3	Word	Data x GT x 0.1	0 .. Vmax	V
002DH	*Akım Yüksek L1	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
002EH	*Akım Yüksek L2	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
002FH	*Akım Yüksek L3	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0030H	*Akım Düşük L1	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0031H	*Akım Düşük L2	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0032H	*Akım Düşük L3	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0033H	*Demand Akım L1	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0034H	*Demand Akım L2	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0035H	*Demand Akım L3	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0036H	*Toplam Akım Yüksek	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0037H	*Toplam Akım Düşük	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0038H	*Demand Toplam Akım	Word	Data x AT x 0.001	0 .. Imax	A
0039H	*Demand Toplam Aktif Güç	Signed Int	Data x GT x AT	Data x GT x AT	W
003AH	*Demand Toplam Reaktif Güç	Signed Int	Data x GT x AT	Data x GT x AT	VAr
003BH	*Demand Toplam Görünür Güç	Word	Data x GT x AT	Data x GT x AT	VA
003CH	*Import Aktif Enerji LSB	Word	(Data +	-	-
003DH	*Import Aktif Enerji MSB	Word	Data x 10000)	99999999	kWh
003EH	*Export Aktif Enerji LSB	Word	(Data +	-	-
003FH	*Export Aktif Enerji MSB	Word	Data x 10000)	99999999	kWh
0040H	*İndüktif Reaktif Enerji LSB	Word	(Data +	-	-
0041H	*İndüktif Reaktif Enerji MSB	Word	Data x 10000)	99999999	kVArh
0042H	*Kapasitif Reaktif Enerji LSB	Word	(Data +	-	-
0043H	*Kapasitif Reaktif Enerji MSB	Word	Data x 10000)	99999999	kVArh
0044H	Saat	Word	Data	0 .. 23	sa.
0045H	Dakika	Word	Data	0 .. 59	dk.
0046H	Saniye	Word	Data	0 .. 59	sn.
0047H	Gün	Word	Data	0 .. 31	Gün
0048H	Ay	Word	Data	0 .. 12	Ay
0049H	Yıl	Word	Data	00 .. 99	Yıl
004AH	Akım Trafosu Oranı	Word	Data	1 .. 2000	-
004BH	Gerilim Trafosu Oranı	Word	Data x 0.1	1.0 .. 4000.0	-
004CH	IO Röle Durumu	Binary	Data & 0x0003	b0:Röle1, b1:Röle2	-
004DH	Toplam Güç Faktörü	Signed Int	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
004EH	Nötr Akımı	Word	Data x 0.001	0..IN max.	A

Word : 16bit Unsigned (0..65,535)

Signed Int : 16bit Signed (-32,768 .. 32,767)

*Yazılabilen veriler (sadece 0 (sıfır) değeri yazılabilir.)

3.11 16bit Ayarlar Tablosu

ADRES	AÇIKLAMA	BOYUT	ÇARPAN	BİRİM
0100H	Akım Trafosu Oranı	Word	Data	
0101H	Gerilim Trafosu Oranı	Word	Data x 0.01	
0102H	Bağlantı Tipi	Word	0:3P4W 1:3P3W 2:ARON	
0103H	Rezerve	Word	Data	
0104H	3.Pals-A Prm.	Word	Data	kWh
0105H	3.Pals-A Gecikme	Word	Data	ms
0106H	4.Pals-R Prm.	Word	Data	kVArh
0107H	4.Pals-R Gecikme	Word	Data	ms
0108H	Röle1 Parametre1	Word	Data	
0109H	Röle1 Yüksek1	Word	Data	
010AH	Röle1 Düşük1	Word	Data	
010BH	Röle1 Gecikme1	Word	Data	sn.
010CH	Röle1 Histeresis1	Word	Data	
010DH	Rezerve	Word	Data	
010EH	Röle1 Parametre2	Word	Data	
010FH	Röle1 Yüksek2	Word	Data	
0110H	Röle1 Düşük2	Word	Data	
0111H	Röle1 Gecikme2	Word	Data	sn.
0112H	Röle1 Histeresis2	Word	Data	
0113H	Rezerve	Word	Data	
0114H	Röle1 Parametre3	Word	Data	
0115H	Röle1 Yüksek3	Word	Data	
0116H	Röle1 Düşük3	Word	Data	
0117H	Röle1 Gecikme3	Word	Data	sn.
0118H	Röle1 Histeresis3	Word	Data	
0119H	Rezerve	Word	Data	
011AH	Röle1 Fonksiyonu	Word	0:Alarm /1:Dijital Çıkış	
011BH	Röle2 Parametre1	Word	Data	
011CH	Röle2 Yüksek1	Word	Data	
011DH	Röle2 Düşük1	Word	Data	
011EH	Röle2 Gecikme1	Word	Data	sn.
011FH	Röle2 Histeresis1	Word	Data	
0120H	Rezerve	Word	Data	
0121H	Röle2 Parametre2	Word	Data	
0122H	Röle2 Yüksek2	Word	Data	
0123H	Röle2 Düşük2	Word	Data	
0124H	Röle2 Gecikme2	Word	Data	sn.
0125H	Röle2 Histeresis2	Word	Data	
0126H	Rezerve	Word	Data	
0127H	Röle2 Parametre3	Word	Data	
0128H	Röle2 Yüksek3	Word	Data	
0129H	Röle2 Düşük3	Word	Data	
012AH	Röle2 Gecikme3	Word	Data	sn.
012BH	Röle2 Histeresis3	Word	Data	
012CH	Rezerve	Word	Data	
012DH	Röle2 Fonksiyonu	Word	0:Alarm /1:Dijital Çıkış	
012EH	Rezerve	Word	Data	
012FH	Rezerve	Word	Data	
0130H	Rezerve	Word	Data	
0131H	Veri Kayıt Zamanı	Word	Data	sn.
0132H	Acil Durum Kaydı	Word	0:Kapalı 1: Açık	
0133H	Enerji Kayıt Zamanı	Word	Data	sn.
0134H	Log Pr 1	Word	Data	
0135H	Log Pr 2	Word	Data	
:	:	:	Data	
014FH	Log Par 2B	Word	Data	
:	Rezerve	:	Data	
0156H	Demand Zamanı	Word	Data	dk.
0157H	Saat	Word	Data	sa.
0158H	Dakika	Word	Data	dk.
0159H	Saniye	Word	Data	sn.
015AH	Haftanın Günü	Word	Data	
015BH	Gün	Word	Data	Gün
015CH	Ay	Word	Data	Ay
015DH	Yıl	Word	Data	Yıl
015EH	Rezerve	Word	Data	
015FH	Rezerve	Word	Data	
0160H	Enerji Yazma Tipi Toplam / Aynı Aynı	Word	0:Toplam / 1: Ayr. Ayr.	
0161H	Seri Numarası (1,2)	Word	Data	ASC II
0162H	Seri Numarası (3,4)	Word	Data	ASC II
0163H	Seri Numarası (5,6)	Word	Data	ASC II
0164H	Seri Numarası (7,8)	Word	Data	ASC II
0165H	Rezerve	Word	Data	
0166H	Rezerve	Word	Data	

3.12 32bit Veri Tablosu (Gerilim ve Akım Trafosu Oranları Çarpılmış Değerler)

ADRES	AÇIKLAMA	BOYUT (32 bit)	ÇARPAN	ARALIK	BİRİM
4000H	Gerilim LN1	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4002H	Gerilim LN2	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4004H	Gerilim LN3	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4006H	Akım LN1	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4008H	Akım LN2	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
400AH	Akım LN3	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
400CH	Toplam Akım	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
400EH	Aktif Güç L1	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Pmax x GT x AT	W
4010H	Aktif Güç L2	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Pmax x GT x AT	W
4012H	Aktif Güç L3	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Pmax x GT x AT	W
4014H	Reaktif Güç L1	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Qmax x GT x AT	VA _r
4016H	Reaktif Güç L2	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Qmax x GT x AT	VA _r
4018H	Reaktif Güç L3	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Qmax x GT x AT	VA _r
401AH	Görünür Güç L1	Long	Data x 0.01	0 .. Smax x GT x AT	VA
401CH	Görünür Güç L2	Long	Data x 0.01	0 .. Smax x GT x AT	VA
401EH	Görünür Güç L3	Long	Data x 0.01	0 .. Smax x GT x AT	VA
4020H	Güç Faktörü L1	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
4022H	Güç Faktörü L2	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
4024H	Güç Faktörü L3	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
4026H	Cos L1	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
4028H	Cos L2	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
402AH	Cos L3	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
402CH	Gerilim L12	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
402EH	Gerilim L23	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4030H	Gerilim L31	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4032H	Gerilim LN (Ortalama)	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4034H	Gerilim LL (Ortalama)	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4036H	Frekans	Long	Data x 0.01	45.00 .. 65.00	Hz
4038H	Toplam Aktif Güç	Signed Long	Data x 0.01	0 .. P _T max x GT x AT	W
403AH	Toplam Reaktif Güç	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Q _T max x GT x AT	VA _r
403CH	Toplam Görünür Güç	Long	Data x 0.01	0 .. S _T max x GT x AT	VA
403EH	THD V1	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
4040H	THD V2	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
4042H	THD V3	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
4044H	THD V3P	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
4046H	THD I1	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
4048H	THD I2	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
404AH	THD I3	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
404CH	THD I3P	Long	Data x 0.1	0 .. 999.9	%
404EH	*Gerilim Yüksek LN1	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4050H	*Gerilim Yüksek LN2	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4052H	*Gerilim Yüksek LN3	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4054H	*Gerilim Düşük LN1	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4056H	*Gerilim Düşük LN2	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
4058H	*Gerilim Düşük LN3	Long	Data x 0.01	0 .. Vmax x GT	V
405AH	*Akım Yüksek L1	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
405CH	*Akım Yüksek L2	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
405EH	*Akım Yüksek L3	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4060H	*Akım Düşük L1	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4062H	*Akım Düşük L2	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4064H	*Akım Düşük L3	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4066H	*Demand Akım L1	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4068H	*Demand Akım L2	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
406AH	*Demand Akım L3	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
406CH	*Toplam Akım Yüksek	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
406EH	*Toplam Akım Düşük	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4070H	*Demand Toplam Akım	Long	Data x 0.001	0 .. Imax x AT	A
4072H	*Demand Toplam Aktif Güç	Signed Long	Data x 0.01	0 .. P _T max x GT x AT	W
4074H	*Demand Toplam Reaktif Güç	Signed Long	Data x 0.01	0 .. Q _T max x GT x AT	VA _r
4076H	*Demand Toplam Görünür Güç	Long	Data x 0.01	0 .. S _T max x GT x AT	VA
4078H	*Import Aktif Enerji	Long	Data	99999999	kWh
407AH	*Export Aktif Enerji	Long	Data	99999999	kWh
407CH	*İndüktif Reaktif Enerji	Long	Data	99999999	kVA _r h
407EH	*Kapasitif Reaktif Enerji	Long	Data	99999999	kVA _r h
4080H	Saat	Long	Data	0 .. 23	sa.
4082H	Dakika	Long	Data	0 .. 59	dk.
4084H	Saniye	Long	Data	0 .. 59	sn.
4086H	Gün	Long	Data	0 .. 31	Gün
4088H	Ay	Long	Data	0 .. 12	Ay
408AH	Yıl	Long	Data	00 .. 99	Yıl
408CH	Akım Trafosu Oranı	Long	Data	1 .. 2000	-
408EH	Gerilim Trafosu Oranı	Long	Data x 0.1	1.0 .. 4000.0	-
4090H	IO Rôle Durumu	Binary	Data & 0x0003	b0:Röle1,b1:Röle2	-
4092H	Toplam Güç Faktörü	Signed Long	Data x 0.001	-1.000 .. 1.000	-
4094H	Nötr Akımı	Long	Data x 0.001	0 .. I _N max.	A

Long : 32bit Unsigned (Hi:Lo) 0..429,496,7295

Signed Long : 32bit Signed (Hi:Lo) -2,147,483,648 .. 2,147,483,647

* Yazılabilen veriler (sadece 0 (sıfır) değeri yazılabilir.)

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız.

4. GENEL MENÜ

4.1 Ayarlar

Aşağıda, AYARLAR menüsünün içerisindeki alt menüler ve bu menülerin hangi amaçla kullanılabileceği ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

4.2 Şebeke

Akım trafosu çeviri oranı, gerilim trafosu çeviri oranı ve sistem bağlantı şeklinin MPR60S'e bildirildiği ana menüdür.

Şebeke menüsünün 4 adet alt menüsü vardır. "AT:....", "GT:.....", "Bağ:.....", "Enj:....."

AT: (Akım trafosu çeviri oranı)

Akım trafosu çeviri oranı 1...2000. arası ayarlanabilir.

- Akım trafosu için **Primer akımı** yerine trafo oranının doğrudan girildiğine dikkat ediniz.



Şekil 11: Akım trafosu çeviri oranı ayarı

GT: (Gerilim trafosu çeviri oranı)

Gerilim trafosu (1.0-4000 arası) ayarlanabilir. Trafo oranı 1 adımla girilebilir.

- Gerilim trafosu için **Primer gerilimi** yerine trafo oranının doğrudan girildiğine dikkat ediniz.



Şekil 12: Gerilim trafosu çeviri oranı ayarı

Bağ: (Bağlantı Tipi)

Sistem bağlantı şeklini tanımlama menüsü

- 3P4W** : 3 Faz + Nötr (Yıldız bağlantı)
- 3P3W** : 3 Faz Nörsüz (Üçgen bağlantı)
- ARON** : ARON Bağlantı



Şekil 13: Sistem bağlantı tipi ayarı

Enj: (Enerji yazma tipi)

"Tplm" menüsü seçilmişse, MPR60S 3 Fazın reaktif güçlerini ölçer. Fazların toplamı ind. ise endüktif reaktif hanesine, kap. ise kapasitif reaktif hanesine kaydeder. "Ayrı" menüsü seçilmişse, MPR60S 3 Fazın reaktif güçlerini her faz için ayrı ayrı ölçer. İndüktif bölgede olan fazları endüktif reaktif hanesine, kapasitif bölgede olan fazları kapasitif reaktif hanesine kaydeder.

- **Ayrı Ayrı ölçüm 3P4W'li sistemlerde geçerlidir.**



Şekil 14: Enerji yazma tipi ayarı

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

4.3 Tarih ve Saat'in Ayarlanması

MPR60S: Veri kay menüsünde girilen parametrelere ait ölçüm değerlerini saat ve tarihleriyle birlikte hafızasına kaydeder. Bu nedenle, tarih ve saat bilgilerinin doğru bir şekilde girilmesi gereklidir.

Tarih: (GG/AA/YYYY)



Şekil 15: Tarih ayarı

Saat: (Saat / Dakika / Saniye)



Şekil 16: Saat ayarı

4.4 RS-485 (PC Haberleşme Ayarları)

MPR60S: MODBUS RTU haberleşme protokolüne sahiptir. MPR60S tarafından ölçülen tüm değerler uygun yazılım MPR-SW aracılığıyla bilgisayara aktarılabilir. Yine bu yazılımı kullanarak MPR- 60S'in menülerinden yapabileceğiniz tüm işlemleri bilgisayar aracılığıyla yapabilirsiniz.

- **Bilgisayar ile haberleşmenin yapılabilmesi için Baud Rate, Adres ve Parite değerleri MPR60S'e girilmelidir.** RS-485 menüsünün 3 alt menüsü vardır. "Adr: ...", "BH: ...", "Prt: ..."

Adr: (Adres Bilgisi)

Adres bilgisi 1... 247 arasında bir değer girilebilir



Şekil 17: Adres bilgisi ayarı

BH: (Baud Rate Değeri)

1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps değerlerinden haberleşme yazılımında tanımlı değeri girin



Şekil 18: Baud rate ayarı

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.
Değiştirilen ayarları kaydetmek için **✓** menü tuşunu kullanınız .

Prt: (Parite Ayarı)

Parite ayarını Yok, Tek, Çift olarak girebilirsiniz.



Şekil 19: Parite ayarı

**ÖNEMLİ NOT:**

MPR-SW yazılımı ile haberleşebilmek için PARİTE "Yok" seçilmelidir.

4.5 Veri Kay (Veri Kaydı Ayarları)

MPR80S; içerisinde, istenilen parametrelerin saat ve tarihleriyle birlikte kaydedildiği 1MB lık bellek barındırmaktadır. Bu belleğe kaydedilecek parametreler ve kayıtlı ilgili işlemler "Veri Kay" menüsünden yapılır. Bu kayıtlar daha sonra bilgisayar ortamına aktarılarak izlenebilir. Kalıcı bellek elektrik kesilmelerinden etkilenmez.

Veri Kay menüsünün 30 adet alt menüsü vardır.

"Per...", "Durum...", "Pr1:...", "Pr2:..." "Pr28:..." ,

"Pr1:..." "Pr2:..." "Pr28:..." : (Parametre menüleri)

Bu menülerden herbirine birer adet olmak üzere toplam 28 adet parametre girilebilir ve bu parametrelerin değerleri MPR80S' in kalıcı belleğine kaydedilir. Bu menülere girebileceğiniz parametreler, parametreler tablosunda *ile işaretlenmiştir. (bknz. Sayfa 35)

Menülere herhangi bir parametre girilmek istenmiyorsa "Yok" seçilmelidir

Pr1' den Pr28' e kadar olan toplam 28 adet parametre 1 kayıt sayılmak suretiyle, kalıcı bellekte toplam 15000 kayıtlık yer ayrılmıştır. 15001. kayıta ilk 1000 kayıt otomatik olarak silinir ve hafızada yer açılır. Artık toplam kayıt 15001 değil 14001 kayıt olmuştur.

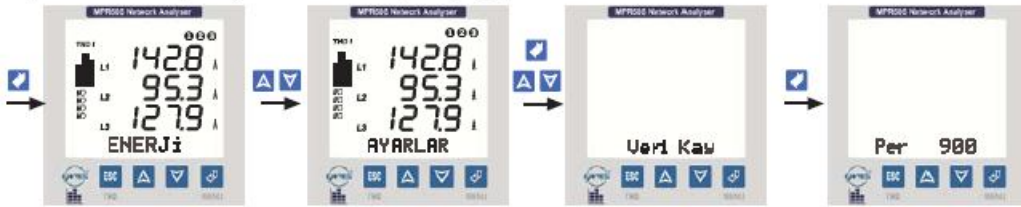
**Uyarı :**

Menüye parametre girilmede girilmede kalıcı bellekte 28 adet parametre için yer ayrılmıştır ve her kayıta 28 parametrelilik yer işgal edilecektir.

Per: (Kayıt Zamanı Menüsü)

MPR80S'ün kalıcı belleğine kaydedilecek parametrelerin kayıt zamanı 5 - 32.000 saniye arasında girilebilir.

Kayıt zamanı "Kap" seçilirse kalıcı belleğe kayıt yapılmaz.



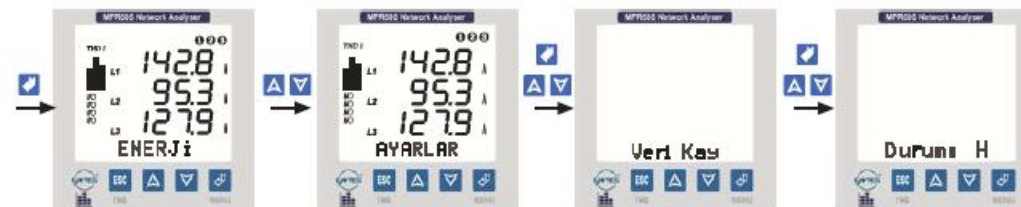
Şekil 20: Kayıt zamanı ayarı

Durum: (Acil Durumda Kayıt)

Kalıcı belleğe; belirlenen zaman aralıkları haricinde, acil durumlarda da kayıt yapılmak isteniyorsa

"Durum: E" yapılmalıdır.

Acil durumlar: Elektrik kesilmesi, çıkış rölelerinden birinin çekmesi....



Şekil 21: Durum ayarı



**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için **↵** menü tuşunu kullanınız .

Parametre Ayarları

Şekil 22: 12 nolu parametreye (Pr12) değer atanması

4.6 Alarm Çıkış Röleleri (1.Röle ve 2. Röle)

MPR80S 2 röle (NA Normalde açık) alarm çıkışına sahiptir. Bu çıkışlardan hangisinin / hangilerinin rölesinin çektiğini LCD ekranda her an görebilirsiniz. Bu çıkışlara 3 farklı parametreyi atayabilirsiniz. Seçilen parametrelerin herbiri için ayrı ayrı, o parametrenin olmasını istediğiniz en yüksek (Yü) ve en düşük (Dü) değerini girerek bu parametreler için birer aralık oluşturabilirsiniz. Şayet parametrelerden herhangi birinin ölçüm değeri o parametre için belirlenen aralık dışına çıkarsa ilgili röle çekecektir.



Şekil 23: Aktif rölelerin LCD ekranda görüntülenmesi

1. Röle / (2. Röle)

Alarm çıkışlarına atayabileceğiniz parametreler, parametreler tablosunda *ile işaretlenmiştir. (bknz. Sayfa 35)

1.Röle / (2.Röle) menülerinin 16 adet alt menüsü vardır.

**Uyarı :**

Bu ayarların aktif olması için **"Kontrol tipi"** Alarm seçilmelidir.

2. Röle menüsüne ait 2. ve 3. Yü , Dü , Hs , Gec değerlerindeki 1.de olduğu gibi kullanabilirsiniz.

1. Röle ve 2. Röle'ye ait alt menüler ismen aynı olmalarına rağmen birbirlerinden bağımsızdır.

Örneğin; 1. Röle' nin alt menüsü olan "Pr1" e farklı, 2. Röle'nin alt menüsü olan

"Pr1" e farklı parametreler girilebilir

Kon : Kontrol Tipi
Pr : Parametre
Yü : Yüksek
Dü : Düşük
Hs : Histerisis
Gec : Gecikme Zamanı

1. Röle menüsünün 16 adet alt menüsü vardır.

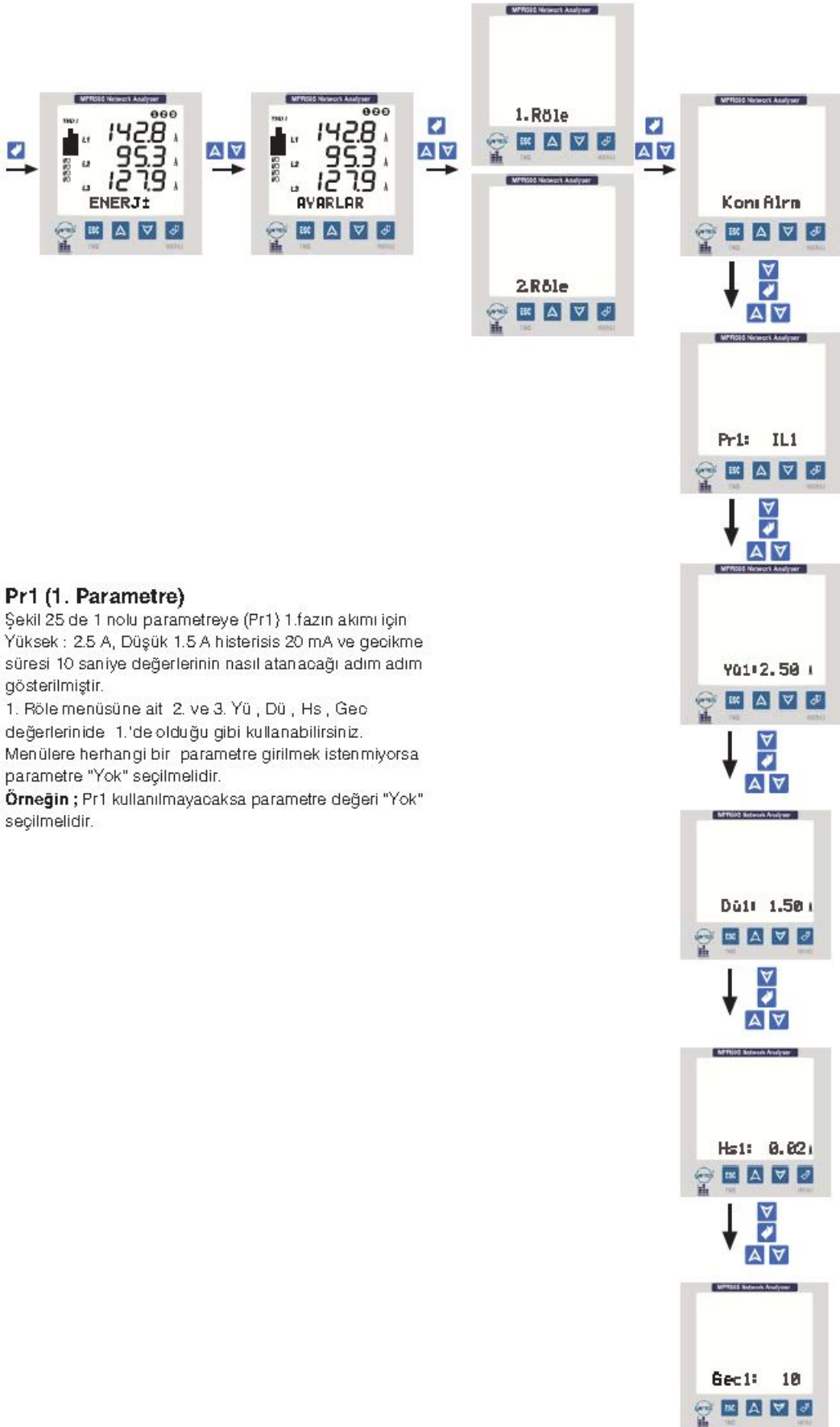
1. parametreye ait menüler
"Pr1:...", **"Yü1:..."**, **"Dü1:..."**, **"Hs1:..."**, **"Gec1:..."**

2. parametreye ait menüler
"Pr2:...", **"Yü2:..."**, **"Dü2:..."**, **"Hs2:..."**, **"Gec2:..."**

3. parametreye ait menüler
"Pr3:...", **"Yü3:..."**, **"Dü3:..."**, **"Hs3:..."**, **"Gec3:..."**



Şekil 24: Röle kontrol tipi ayarı



Şekil 25: 1 nolu parametreye (Pr1) 1.5 A < IL1 < 2.5 A histerisis 20 mA ve gecikme süresi 10 saniye değerlerinin atanması

**Uyarı :**

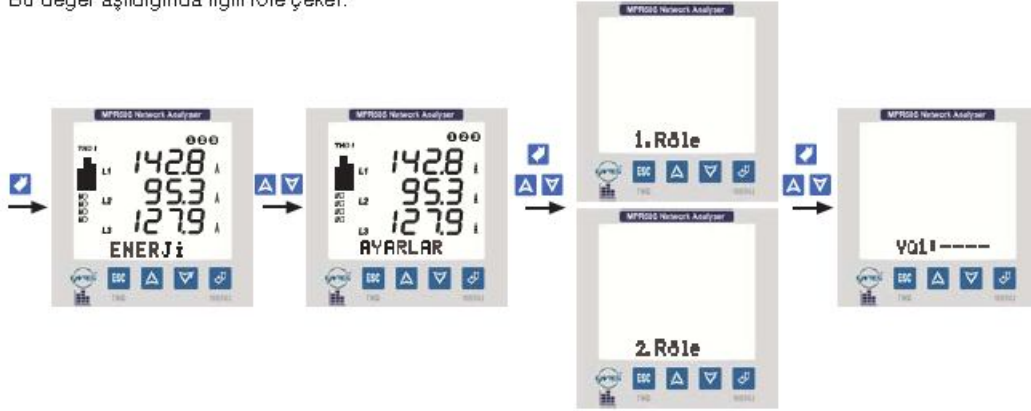
Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

Yü1 (1. Parametrenin yüksek değeri)

Alarm rölesi çıkışlarına atanan 1. parametre değerinin ulaşmasını istediğiniz yüksek değerin girildiği menüdür.

Bu değer aşıldığında ilgili röle çeker.



Şekil 26: 1. Parametre için yüksek değerin ayarlanması.

Dü1: (1. Parametrenin düşük değeri)

Alarm rölesi çıkışlarına atanan 1. parametre değerinin ulaşmasını istediğiniz düşük değerin girildiği menüdür.

Bu değer altında ilgili röle çeker.



Şekil 27: 1. Parametre için düşük değerin ayarlanması

Hs1: (1. Parametrenin histeresis değeri)

Yü ve Dü değerleriyle sınırlanan aralığın dışına çıktığında çeken ilgili rölenin bırakması için:

Şayet uyarı Yü değeri aşılarak ortaya çıkmışsa Hs (histeresis) değeri kadar düşmesi,

Şayet uyarı Dü değerin altına inerek ortaya çıkmışsa Hs (histeresis) değeri kadar yükselmesi gereklidir.



Şekil 28: 1. Parametre için histeresis değerin ayarlanması

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

Gec1: (1. Parametrenin Gecikme değeri)

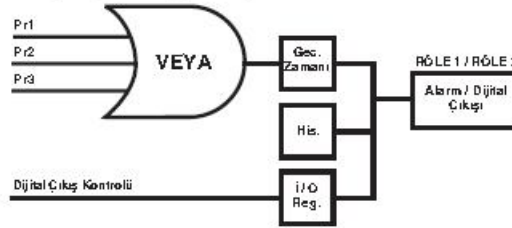
Alarm rölelerinin çekmesi için, o çıkışa atanan parametre değerinin belirlenen sınırların dışına çıkması ve bu olayın Gec1 menüsünde girilen süre kadar devam etmesi gereklidir.



Şekil 29: 1. Parametre için gecikme süresinin ayarlanması

**Uyarı:**

Alarm rölesi çıkışlarına atanan parametrelerden herhangi birinin ölçüm değeri o parametre için belirlenen aralık dışına çıkarsa ilgili röle çekecektir.



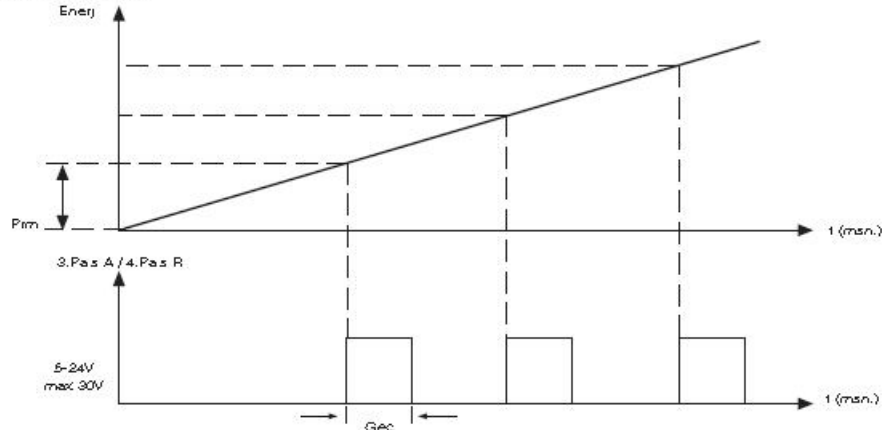
4.7 Enerji Sayaçları İçin Pals Çıkışları (3. Pals A / 4. Pals R)

MPR608 2 adet Pals çıkışına (İzoleli NPN transistör çıkışlı) sahiptir.

Bu çıkışlardan hangisinin/hangilerinin çıkış verdiğini LCD ekranda her an görebilirsiniz.



Pals çıkışlarında; tüketilen enerjilerin her "Prm" değeri kadar artışıında girilen "Gec" değeri kadar sürelik (mili saniye) bir pals üretilir.



Şekil 30: Enerji - Pals çıkış grafiği

**Uyarı :**

Ayalardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

3. Pals-A (İmport Aktif Enerji Pals Çıkışı)**4. Pals-R (İndüktif Reaktif Enerji Pals Çıkışı)**

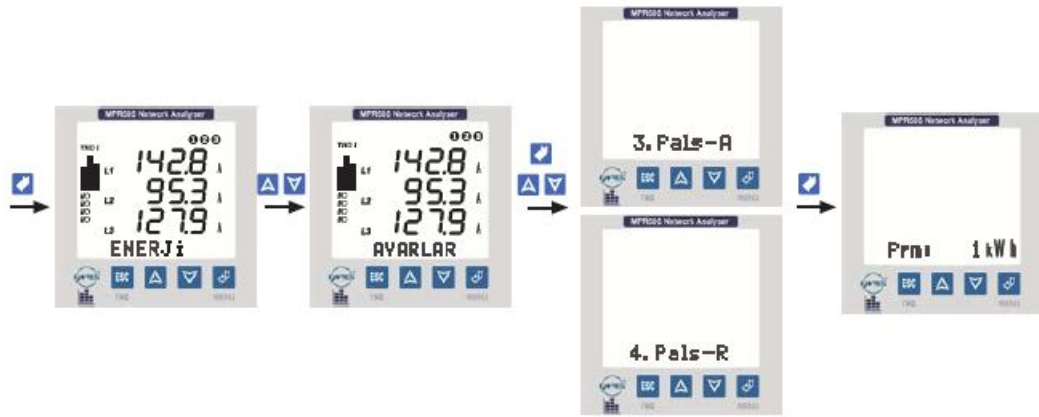
3. Pals-A çıkışından ölçülen aktif enerjinin imort değeriyle orantılı, 4. Pals-R çıkışından ölçülen reaktif enerjinin indüktif değeriyle orantılı pals elde edebilirsiniz.

Örneğin; 3. Pals-A çıkışından her 10 kWh'lık enerji artışında 1 pals, 4. Pals-R çıkışından 10 kVarh'lık enerji artışında bir pals gibi.

3. Pals-A ve 4. Pals-R menülerinin 2 adet alt menüsü vardır. "Prm: ...", "Gec: ..."

Prm: (1 Pals'a eşitlenecek import aktif / indüktif reaktif enerji değeri)

Prm menüsünde girilecek olan değerler (3. pals A için ve 4. pals R için) kadarlık bir enerji artışında pals çıkışlarından 1 pals üretilir.



Şekil 31: Prm değerinin ayarı

Gec: (Pals genişliği)

"Gec" menüsüne girilecek olan değer (100...2500 mili saniye) arasında girilebilir. Pals çıkışlarından "Gec" değeri genişliğinde pals elde edilir.



Şekil 32: Pals genişliği ayarı

**Uyarı :**

3. Pals-A ve 4. Pals-R'ye ait alt menüler ismen aynı olmalarına rağmen birbirlerinden bağımsızdır.

Örneğin: 3. Pals-A'nın alt menüsü olan "Prm" ye farklı, 4. Pals-R'nin alt menüsü olan "Prm" ye farklı değerler girilebilir.

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için **↵** menü tuşunu kullanınız .

4.8 Ekran

Ekran: (LCD Ekran Ayarları Menüsü):

LCD ekran ile ilgili ayarlar bu menüden yapılır. Ekran menüsünün 3 adet alt menüsü vardır.

“Gez: ...”, “Kont: ...”, “Işık: ...”

Gez: (Anlık değerlerin gösterimi döngüsü)

Anlık değerler menüsündeyken; herhangi bir tuşa basılmadan Gez menüsünden girilen süre (1...600 saniye arasında) kadar beklenirse, anlık değerler ard arda (Gez süresi kadar aralıklarla) gösterilmeye başlanır.

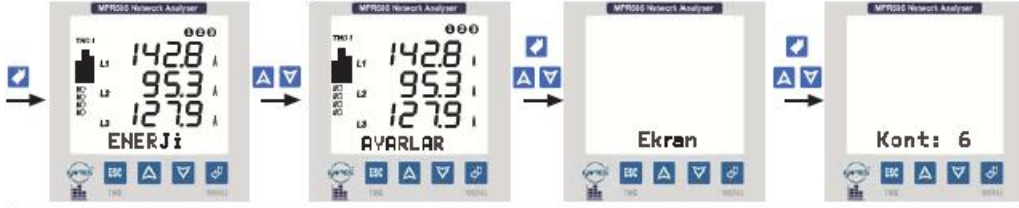
Örneğin: Gez: 10 girildiyse. Anlık değerler menüsünde 10 sn. boyunca hiçbir tuşa basılmadığı takdirde anlık değerlerin sırayla 10 sn. aralıklarla gösterildiği döngüye girilir. Bu esnada herhangi bir tuşa basılırsa bu döngüden çıkılır. Bu özellik sayesinde hiçbir tuşa basılmadan, ekranda belirli aralıklarla tüm anlık değerleri ard arda gözlemleyebilirsiniz. Gez menüsüne "H" girilirse, anlık değerler menüsünde en son hangi değer gözlemlenmiş ise ekranda sürekli o değer ölçümü görüntülenir.



Şekil 33: Anlık değerlerin gösterimi döngüsü ayarı

Kont: (Kontrast - LCD ekranın netlik ayarı)

Kont: menüsüne (1 ... 8 arasında) bir değer girebilirsiniz.



Şekil 34: Ekran netlik ayarı

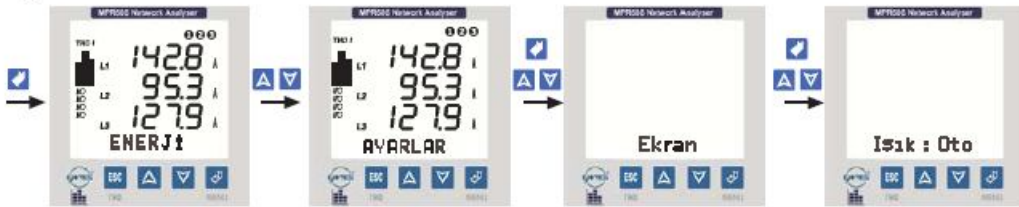
Işık: (Arka plan ışıklandırması ayarları)

MPR80S içerisine konulan Arka plan ışıklandırma sayesinde karanlık ortamlarda da LCD ekrandaki görüntü rahatlıkla okunabilir. Arka plan ışıklandırma menüsüne 3 adet seçenek girilebilir.

“Aç” :Arka plan ışıklandırma sürekli Açık

“Kap” :Arka plan ışıklandırma sürekli Kapalı

“Oto” :Arka plan ışıklandırma herhangi bir tuşa basıldığında Otomatik olarak yanar. 30 saniye süreyle hiçbir tuşa basılmazsa otomatik olarak söner.



Şekil 35: Arka plan ışıklandırması ayarları

4.9 Anlık Değerler

Parametrelerin anlık değerlerinin gösterildiği menüdür. Herhangi bir menüdeyken ESC tuşuna basarak ulaşabileceğiniz en son nokta "Anlık Değerler" menüsüdür.

Bu menü MPR80S'in ana menüsüdür. Herhangi bir menüde tuşlara basılmadan bir süre beklenirse otomatik olarak "Anlık Değerler Menüsüne" dönlür ve anlık ölçümler görüntülenir.

MPR80S'e ilk enerji verildiğinde cihaz, Anlık Değerler Menüsündedir ve anlık değerler gösterilir.

Ekranın görüntüsü yandaki gibidir.



Ekranın en altında Anlık Değerlere ait hangi alt menüde bulunduğu gösterilir ve bu alt menüye ait anlık değerler ekranda görüntülenir.

Ekranın sol tarafındaki barlardan herbiri bir faza ait akım veya gerilimin toplam harmonik miktarının, şebeke frekansındaki akım veya gerilim oranını % olarak gösterir (her basamak %10 'u ifade etmektedir.) Barların üzerindeki "THD V" ibaresi gerilimlerin toplam harmoniklerinin, "THD I" ibaresi ise akımların toplam harmoniklerinin grafiksel olarak gösterildiğini ifade etmektedir.

ESC tuşuna basılarak "THD V" ve "THD I" arasında geçiş yapılabilir. Ayrıca Anlık Değerler menüsüne girerek THD değerlerini rakamsal olarak izleyebilirsiniz.

Anlık Değerler menüsündeyken **▲** YUKARI ve **▼** AŞAĞI tuşlarını kullanarak aşağıdaki tabloda verilen şebekeye ait parametreleri ard arda gözlemleyebilirsiniz.

Gerilim \bar{u}	- Gerilim \bar{t}	- Akımlar	- Güç Fakt	- Cos ϕ	- Aktif (W)
Reaktif (VAr)	- Görünür (VA)	- Σ Güçler	- Σ P.F.	- THD%V	- THD%I
Frekans	- Ort \bar{u}	- Ort \bar{t}	- Σ Akım	- Nötr Akımı (In) (Akımlarda)	

Gerilim Ölçülen Faz-Nötr arası Gerilim değerleri
VL1, VL2, VL3



Gerilim Ölçülen Faz-Faz arası Gerilim değerleri
VL1-2, VL2-3, VL3-1



Akım Her Faza ait ölçülen Akım değerleri.
IL1, IL2, IL3



Güç Fakt Tüm Fazların PF (Güç Faktör) değerleri
PFL1, PFL2, PFL3



Cos ϕ Tüm Fazların Cos ϕ değerleri
Cos ϕ L1, Cos ϕ L2, Cos ϕ L3



Aktif Her Fazın Aktif Güçlerinin değerleri
P L1, P L2, P L3



Reaktif Her Fazın Reaktif Güçlerinin değerleri
Q L1, Q L2, Q L3



Görünür Her Fazın Görünür Güçlerinin değerleri
S L1, S L2, S L3



ΣGüçler Toplam Aktif, Toplam Reaktif, Toplam Görünür Güçlerinin değerleri
ΣP.F. Toplam P.F.(Güç Faktörü) Değeri



THD %U Üç Fazın Gerilimlerinin Toplam Harmonikleri



THD %I Üç Fazın Akımlarının Toplam Harmonikleri



► ÖNEMLİ NOTLAR :

Ölçülen aktif gücün önünde "-" işaretinin olması aktif Export gücün varlığını gösterir. ARON bağlantı seçildiğinde ekranda **Akımlar, Güç Fakt, Cosφ, Aktif, Reaktif, Görünür, THD %I, Har. I DEMAND max.IL, DEMAND min. IL, DEMAND IL** menülerinde (L2 - - -) görünür. THD%V ve THD%I menülerinde gösterilen toplam akım-gerilim harmoniklerinin değerlerini grafiksel olarak ekranın sol tarafındaki barlardanda takip edebilirsiniz. Ölçülen harmoniklerin akım veya gerilime ait olduğunu barların üzerindeki THD V ve THD I ibarelerinden algılayabilirsiniz. Barların üzerindeki "THD V" ibaresi gerilimlerin toplam harmoniklerinin, "THD I" ibaresi ise akımların toplam harmoniklerinin ekranda gösterildiğini ifade etmektedir. Anlık değerler menüsünün herhangi bir yerinde (THD%V ve THD%I menüleri hariç) ESC tuşuna basılarak "THD V" ve "THD I" arasında geçiş yapılabilir.

Frekans Şebeke Frekansının ölçümü.
 Şebeke Frekansı L1 fazından ölçülmektedir.



ΣAkım Üç Fazın Akımı
 Nötr Akımı değeri



Uyarı :

Nötr akımı (In) değerinin izlenebilmesi için Σ Akım veya faz akımları değerleri gösterilirken 3 sn.'ye kadar beklendikten sonra ekranın altında görülür.

Ort. U Ölçülen Faz Nötr arası Gerilimlerin Ortalaması.

$$\text{Ort. U} = (VL1 + VL2 + VL3) / 3$$



Ort. I Ölçülen Faz Faz arası Gerilimlerin Ortalaması.

$$\text{Ort. I} = (VL1-2 + VL2-3 + VL3-1) / 3$$



Diğer Parametrelerin Değerlerinin Gözlenmesi

Diğer parametreler; **ENERJİ**, **DEMAND**, **SAAT**, **TARİH** menülerinin altında gruplandırılmışlardır.

4.10 Enerji

Ölçülen enerji değerlerinin gösterildiği ve enerji sayaçlarının sıfırlandığı menüdür.

Enerji menüsünden aşağıdaki enerjilerin değerlerini gözlemleyebilirsiniz:

Exp. Export Aktif Enerji

Imp. Import Aktif Enerji

m İndüktif Reaktif Enerji

-I- Kapasitif Reaktif Enerji

Ayrıca bu enerjilere ait sayaçları isterseniz tek tek, isterseniz hepsini birden sıfırlayabilirsiniz.

Imp. : (Import Aktif Enerji)



Şekil 36: Import Aktif Enerji değeri

Import Aktif Enerji Değerinin Silinmesi



Şekil 37: Import Aktif Enerji değerinin silinmesi

Exp. : (Export Aktif Enerji)



Şekil 38: Export Aktif Enerji değeri

Export Aktif Enerji Değerinin Silinmesi



Şekil 39: Export Aktif Enerji değerinin silinmesi

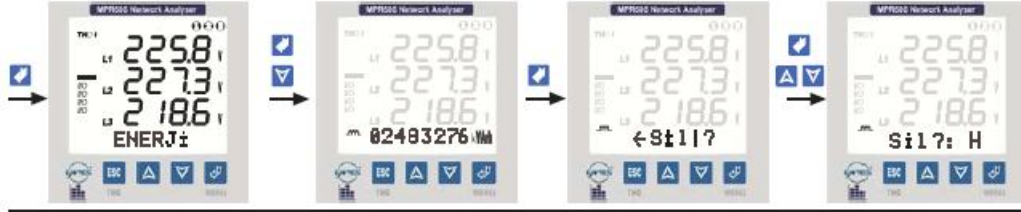
Ind. : (İndüktif Reaktif Enerji)



Şekil 40: İndüktif Reaktif Enerji değeri

**Uyarı :**Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

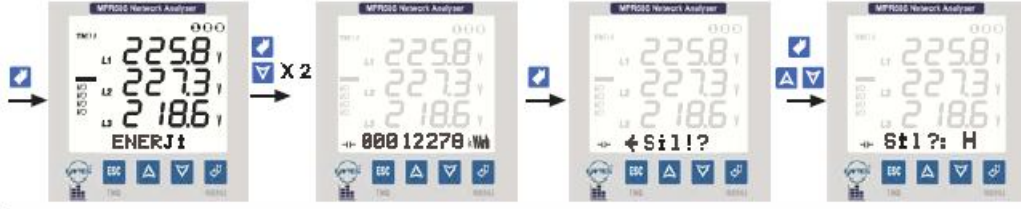
Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

İndüktif Reaktif Enerji Değerinin Silinmesi

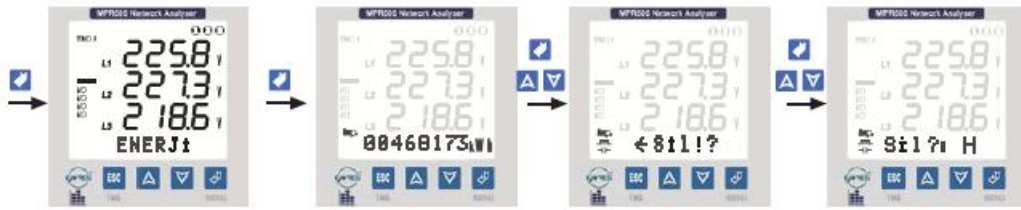
Şekil 41: İndüktif Reaktif Enerji Değerinin Silinmesi

Cap. : (Kapasitif Reaktif Enerji)

Şekil 42: Kapasitif Reaktif Enerji değeri

Kapasitif Reaktif Enerji Değerinin Silinmesi

Şekil 43: Kapasitif Reaktif Enerji değerinin silinmesi

Tüm Enerji Değerlerinin Silinmesi (Exp, Imp, Ind, Cap)

Şekil 44: Tüm Enerji Değerlerinin Silinmesi

**Uyarı :**

Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

4.11 Demand

Demand, min. ve max. Değerlerinin Gözlenmesi

Demand : Demand süresi boyunca (15 dk.) güçlerde ve akımlarda oluşmuş olan ortalamaların en büyüklerini gösterir.

min. değer : Gerilimlerde ve akımlarda ölçülen sıfırdan farklı en düşük değeri gösterir.

max. değer : Gerilimlerde ve akımlarda ölçülen en yüksek değeri gösterir.

Demand menüsünden aşağıdaki değerleri gözlemleyebilirsiniz

- * **max. VL-N** (Faz-Nötr arası max. gerilimler.)
- * **min. VL-N** (Faz-Nötr arası min. gerilimler.)
- * **max. IL** (max. Faz akımları)
- * **min. IL** (min. Faz akımları)
- * **Demand IL** (Faz akımlarının Demandları)
- * **max.ΣI ve min. ΣI** (Toplam Faz akımlarının max. ve min. değerleri)
- * **Demand ΣP, Demand ΣQ ve Demand ΣS** (Toplam Güçlerin Demand değerleri)

Ayrıca gözlemlediğiniz min. ve max. değerler ve demandları isterseniz tek tek isterseniz hepsini birden silebilirsiniz.



Şekil 45: Demand değerleri

Max. VLN : (Faz-Nötr arası max. Gerilimler)



Şekil 46: Max. VLN değeri

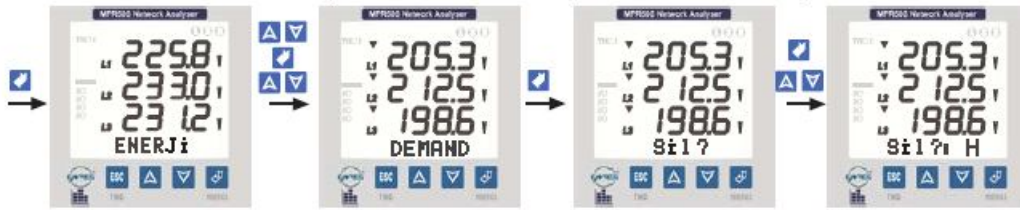
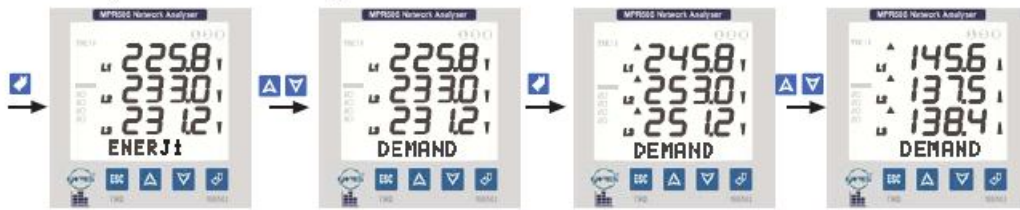
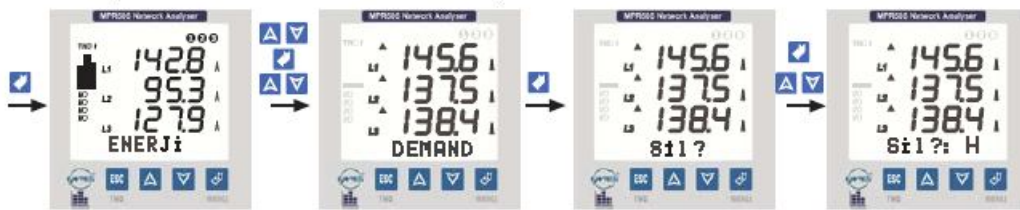
Max. VLN (Faz-Nötr arası gerilimlerin max. değerlerinin silinmesi)



Şekil 47: Max. VLN silinmesi

**Uyarı :**Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız .

Min. VLN: (Faz-Nötr arası min. gerilimler)**Şekil 48:** Min. VLN değeri**Min. VLN (Faz-Nötr arası gerilimlerin min. değerlerinin silinmesi)****Şekil 49:** Min. VLN değerinin silinmesi**Max. IL: (Max. Faz akımları)****Şekil 50:** Max. IL değeri**Max. IL: (Max. Faz akımlarının silinmesi)****Şekil 51:** Max. IL değerinin silinmesi**Min. IL: (Min. Faz akımları)****Şekil 52:** Min. IL değeri**Min. IL: (Min. Faz akımlarının silinmesi)****Şekil 53:** Min. IL değerinin silinmesi

**Uyarı :**Ayarlardan çıkmak için **ESC** tuşunu kullanınız.

Değiştirilen ayarları kaydetmek için menü tuşunu kullanınız.

Demand IL : (Faz Akımlarının Demandları)

Şekil 54: Demand IL değeri

Demand IL : (Faz Akımları Demandlarının silinmesi)

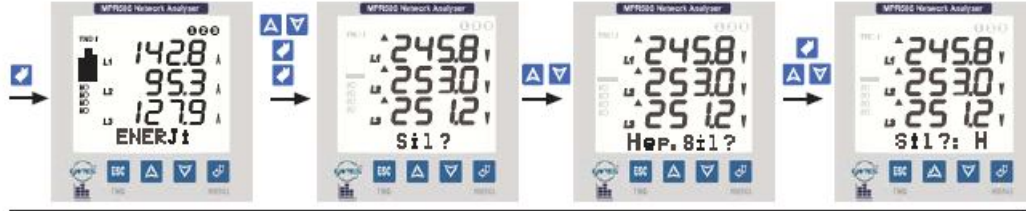
Şekil 55: Demand IL silinmesi

Min. / Max. Σ I (Toplam Faz Akımlarının Min. ve Max. değerleri)Şekil 56: Σ I Min. / Max. değerleri**Min. / Max. Σ I (Toplam Faz Akımlarının Min. ve Max. değerlerinin silinmesi)**Şekil 57: Σ I Min. / Max. değerlerinin silinmesi**Demand Σ Güçler: (Toplam Güçlerin Demand değerleri)**

Aktif (P), Reaktif (Q) ve Görünür (S) Güçler

Şekil 58: Σ Güçlerin Demand değeri**Demand Σ Güçler: (Toplam Güçlerin Demand değerlerinin silinmesi)**Şekil 59: Demand Σ Güçlerin Demand değerlerinin silinmesi

Tüm Demand, Min. / Max. değerlerin aynı anda silinmesi



Şekil 60 Tüm Demand, Min. / Max. değerlerin aynı anda silinmesi

4.12 Tarih ve Saat

MPR60S AYARLAR menüsünden ayarlanan Saat ve Tarihi hassas bir şekilde işletir. Cihazın enerjisi kesilse dahi uzun bir süre Saat-Tarih bilgileri korunur ve işletilmeye devam edilir.

SAAT: (Gerçek saat görüntüleme menüsü)



Şekil 61: Saat

TARİH: (Tarih görüntüleme menüsü)



Şekil 62: Tarih

4.13 Bilgi

BİLGİ:

Bilgilendirme menüsüdür. Kullanıcının cihazın kalıcı hafızasının o anki durumunu gözlemleyebildiği ve üreticiye ait bilgilere ulaşabildiği ana menüdür.

Bilgi menüsünün 3 adet alt menüsü vardır.

“Ver. Kay. ...”, “Enj. Kay. ...”, “Üretici-Üretim Bilgileri:...”

Ver. Kay.: Pr1 'den Pr28 'e kadar olan (Veri Kay menüsünden ayarlanan parametreler) parametrelerin kalıcı bellekte geriye dönük olarak kaç adet kaydı olduğunu ve o anda kayıtlı olan verilerin kalıcı bellekte bu parametreler için ayrılan kısmın % kaçını kapladığını gösterir.



Şekil 63: Bilgi

Yukarıdaki ekran görüntüsünden:

- Yukarıdaki ekran görüntüsünden:
- Yukarıdaki ekran görüntüsünden:

Kalıcı hafızada şuanda kayıtlı olan tüm parametre bilgilerinin (Pr1'den Pr28'e kadar olan parametreleri) silinmesi



Şekil 64: Tüm kayıtların silinmesi

Enj. Kay. (Enerji kaydı)

MPR80S tüm enerji değerlerini (Export Aktif, İmport Aktif, İndüktif Reaktif, Kapasitif Reaktif Enerjiler) her 15 dakikada bir, kalıcı hafızada enerjiler için ayrılan bölüme kaydeder.

Energiler için kalıcı hafızada 1000 kayıtlık yer ayrılmıştır. Bu alan dolduğunda tüm enerji kayıtları silinir ve yeni verilere yer açılır.



Not:

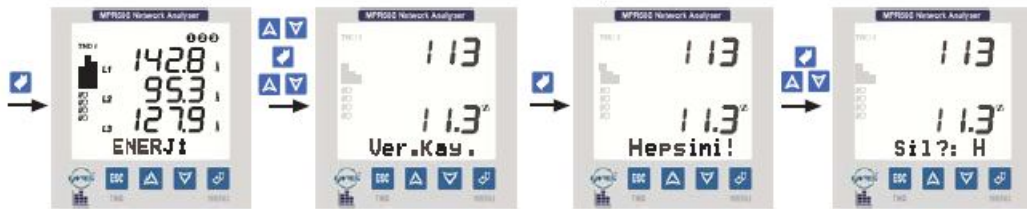
Parametreler ve Enerjiler için ayrılan alanlar birbirinden bağımsızdır. Kalıcı hafıza elektrik kesilmelerinden etkilenmez.



Şekil 65: Enerji kayıtları

Yukarıdaki ekran görüntüsünden; kalıcı hafızada bu parametreler için ayrılan alanda 113 adet kayıt olduğu ve bu andaki kayıtların ayrılan alanın %11.3 'sini işgal ettiği anlaşılmalıdır.

Kalıcı hafızada şuanda kayıtlı olan tüm enerji bilgilerinin silinmesi



Şekil 66: Enerji kayıtlarının silinmesi

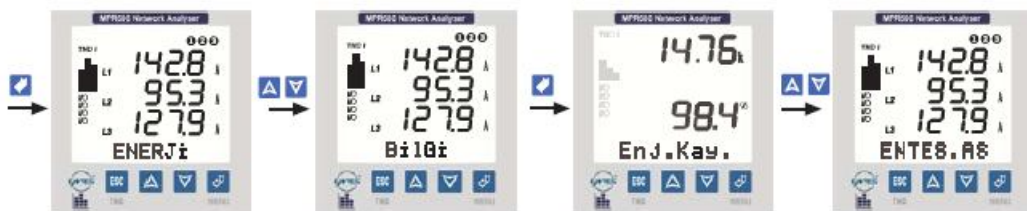


Not:

Enj. Kay. menüsünden Kalıcı hafızaya kaydedilen 15 dakikalık kayıtlar silindiğinde enerji sayaçları bu işlemden etkilenmez.

4.14 Üretici-Üretim Bilgileri:

Bu menüye gelindiğinde ekranın alt kısmında; üretici firma, cihazın versiyon numarası, web sayfası ve 8 haneli seri numarası bilgileri görülebilir.



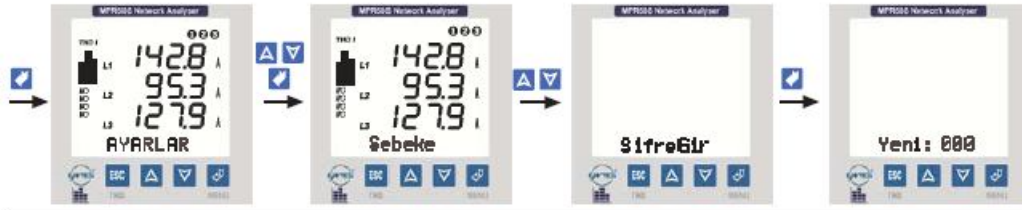
Şekil 67: Üretici-Üretim bilgileri

4.15 Şifre

Kullanıcı şifresinin tanımlandığı ve aktif yapıldığı menüdür.

Cihazın (AYARLAR - DEMAND ve ENERJİ menülerinin) ayarlarının yetkisiz kişilerce değiştirilmesini önlemek için, bu menüde 3 haneli bir kullanıcı şifresi belirleyip bu şifreyi aktif hale getirmelisiniz.

Şifre Gir: (Kullanıcı şifresinin aktif hale getirilmesi)



Şekil 68: Kullanıcı şifresinin aktif hale getirilmesi

Şifre Değ: (Kullanıcı şifresinin değiştirilmesi)

AYARLAR - DEMAND ve ENERJİ menülerine yeni şifreniz kaydolmuştur. ESC tuşunu kullanarak Anlık Değerler menüsüne dönebilirsiniz.



Şekil 69: Kullanıcı şifresinin değiştirilmesi

4.16 Parametreler Tablosu

Menülere girebileceğiniz parametreler, aşağıdaki tabloda * sembolüyle gösterilmiştir.

* $V_{L1, L2, L3}$	(Faz Gerilimleri)
* $V_{L12, L23, L31}$	(Faz-Faz Gerilimleri)
* $V_{\bar{v}}$ (Orta ama)	(Toplam Faz Geriliminin Orta aması)
* $V_{\bar{t}}$ (Orta ama)	(Toplam Faz-Faz Geriliminin Orta aması)
*Frekans	(Frekans)
* $I_{L12, L23, L31}$	(Faz Akımları)
* ΣI	(Toplam Faz Akımları)
* $P_{L1, L2, L3}(W)$	(Aktif Güç)
* $Q_{L1, L2, L3}(VAr)$	(Reaktif Güç)
* $S_{L1, L2, L3}(VA)$	(Görünür Güç)
* $\Sigma P. (\Sigma W)$	(Toplam Aktif Güç)
* $\Sigma Q. (\Sigma VAr)$	(Toplam Reaktif Güç)
* $\Sigma S. (\Sigma VA)$	(Toplam Görünür Güç)
* $COS\phi_{L1, L2, L3}$	(Yerdeğiştirme Güç Katsayısı)
* $PF_{L1, L2, L3}$	(Güç Faktörü)
$\Sigma P. F$	(Toplam Güç Faktörü)
Exp. (KWh)	(Export Aktif Enerji)
Imp. (KWh)	(Import Aktif Enerji)
Ind. (KVArh)	(İndüktif Reaktif Enerji)
Cap. (KVArh)	(Kapasitif Reaktif Enerji)
* $H-V_{L1, L2, L3}$	(Faz Geriliminin Toplam Harmonikler)
* $THD \%V$	(Toplam Gerilim Harmonikler)
* $H-I_{L1, L2, L3}$	(Faz Akımının Toplam Harmonikler)
* $THD \%I$	(Toplam Akımın Harmonikler)
Demand max. VLN	(Maksimum Faz Gerilimleri)
Demand min. VLN	(Minimum Faz Gerilimleri)
Demand max. IL	(Maksimum Faz Akımları)
Demand min. IL	(Minimum Faz Akımları)
Demand IL	(Faz Akımları)
Demand ΣIL	(Max-Min Toplam Faz Akımları)
Demand ΣW	(Toplam Aktif Güç)
Demand ΣVAr	(Toplam Reaktif Güç)
Demand ΣVA	(Toplam Görünür Güç)

4.17 Formüller

Gerilimlerin RMS değerleri	$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{-0}^N V^2}$	Akımların RMS değerleri	$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{-0}^N I^2}$
Toplam Aktif Güç	$P = \frac{1}{N} \sum_{-0}^N P$	Toplam Reaktif Güç	$Q = \frac{1}{N} \sum_{-0}^N q$
Görünür Güç	$\Sigma S = \sqrt{\Sigma P^2 + \Sigma Q^2}$	Toplam Güç Faktörü	$\Sigma P.F = \frac{\Sigma P}{\Sigma S}$
Gerilimdeki Toplam Harmonik Bozulma	$V_{THD} \% = \frac{\sqrt{\sum_{-2}^{31} V^2}}{V_1} \times 100$	$\Sigma V_{THD} = V_{THD1} + V_{THD2} + V_{THD3}$	
Akımdaki Toplam Harmonik Bozulma	$I_{THD} \% = \frac{\sqrt{\sum_{-2}^{31} I^2}}{I_1} \times 100$	$\Sigma I_{THD} = I_{THD1} + I_{THD2} + I_{THD3}$	

4.18 FABRİKA ÇIKIŞ DEĞERLERİ

Şebeke

AT (Akım trafosu çeviri oranı)	: 10
GT (Gerilim trafosu çeviri oranı)	: 1.0
Bağ (Sistem bağlantı tipi)	: 3P4W
Enj (Enerji yazma tipi)	: Tplm

Ekran

Gez (Gösterim döngüsü)	: H
Kont (Neflik ayarı)	: 6
Işık. (Arka plan ışıklandırması)	: Oto

RS-485

Adr (Adres)	: 1
BH (Baud rate değeri)	: 9600 bps
Prt (Parite)	: Yok

Veri Kaydı

Per (Kayıt Zamanı)	: 900 sn.
Durum	: E
Pr1 (Parametre 1)	: VL1
Pr2 (Parametre 2)	: VL2
Pr3 (Parametre 3)	: VL3
Pr4 (Parametre 4)	: IL1
Pr5 (Parametre 5)	: IL2
Pr6 (Parametre 6)	: IL3
Pr7 (Parametre 7)	: ΣI
Pr8 (Parametre 8)	: P1
Pr9 (Parametre 9)	: P2
Pr10 (Parametre 10)	: P3
Pr11 (Parametre 11)	: Q1
Pr12 (Parametre 12)	: Q2
Pr13 (Parametre 13)	: Q3
Pr14 (Parametre 14)	: S1
Pr15 (Parametre 15)	: S2
Pr16 (Parametre 16)	: S3
Pr17 (Parametre 17)	: PF1
Pr18 (Parametre 18)	: PF2
Pr19 (Parametre 19)	: PF3
Pr20 (Parametre 20)	: Cos1
Pr21 (Parametre 21)	: Cos2
Pr22 (Parametre 22)	: Cos3
Pr23 (Parametre 23)	: V12
Pr24 (Parametre 24)	: V23
Pr25 (Parametre 25)	: V31
Pr26 (Parametre 26)	: V _n
Pr27 (Parametre 27)	: V _t
Pr28 (Parametre 28)	: Frek.

1.Röle1

Kon	: Dijital Çıkış
Pr1,Pr2,Pr3 (Parametreler)	: Yok
Yü1,Yü2,Yü3 (Yüksek)	: ----
Dü1,Dü2,Dü3 (Düşük)	: ----
Hs1,Hs2,Hs3 (Histerisis)	: ----
Gec1,Gec2,Gec3 (Gecikme)	: ----

2.Röle 2

Kon	: Dijital Çıkış
Pr1,Pr2,Pr3 (Parametreler)	: Yok
Yü1,Yü2,Yü3 (Yüksek)	: ----
Dü1,Dü2,Dü3 (Düşük)	: ----
Hs1,Hs2,Hs3 (Histerisis)	: ----
Gec1,Gec2,Gec3 (Gecikme)	: ----

3. Pals A

Prm (1 Pals'lık enerji değeri)	: 1 kWh
Gec (Pals genişliği)	: 250 msn.

4. Pals R

Prm (1 Pals'lık enerji değeri)	: 1 kVArh
Gec (Pals genişliği)	: 250 msn.

Şifre

ŞifreGir (Kullanıcı şifresi)	: Yok (000)
------------------------------	-------------

4.19 Teknik Özellikler

İşletme gerilimi (Un)	: Lütfen cihazın arkasına bakın.
Frekans	: 50/60 Hz
Besleme Girişi Güç Tüketimi	: < 6 VA
Ölçme Girişleri Güç Tüketimi	: < 1 VA
V _n	: 1 - 300 VAC 50/60 Hz. (L-N) : 2 - 500 VAC (L-L)
I _n	: 0.005 - 5.5 A~
Ölçme Aralığı	: 1,0 V - 400,0 kV : 0.005...10000 A : 0 - 4000 M (W, VAr, VA) : 99 999 999 kWh, kVArh
Doğruluk	
Gerilim, Akım	: %0.5±2digit
Aktif Güç	: %1±2digit
Reaktif, Görünür Güç	: %2±2digit
Gerilim Trafosu Çeviri Oranı	: 1...4000.0
Akım Trafosu Çeviri Oranı	: 1...2000
Bağlantı Tipi	: 3P4W, 3P3W, ARON
Röle Çıkışları	: 2 NO, 5A 1250 VA
Demand Zamanı	: 15 dakika
Haberleşme	: MODBUS RTU (RS 485) : Optik İzoleli, programlanabilir
Baud Rate	: 1200-38400 bps
Adres	: 1-247
Parite	: Yok, Çift, Tek
Veri Kaydı	
Hafıza Alanı	: Saat ve tarihleriyle birlikte 28 parametre 15000 satır
Kayıt Zamanı (2 Kayıt arasındaki süre)	: Kap, 5 - 32000 saniye
Enerji Kaydı Hafıza Alanı	: 1000 satır(15 dk.'da bir kalıcı hafızaya kaydeder)
Olay Kaydı	: Evet, Hayır
Bellek	: 1 MB Dahili bellek
Enerji Pals Çıkışları	: NPN Transistor
Anahtarlama Periyodu	: Min.1sn. (100 msn. - 2500 msn Pals genişliği)
Çalışma Akımı	: Max. 50 mA
Çalışma Gerilimi	: 5...24 VDC, max. 30 VDC
Gerçek Zaman Saati	: SS : dd : ss ; gg / aa / yy
Ortam Sıcaklığı	: -5°C; +50°C
Gösterge	: 3.6" LCD Ekran Aydınlatmalı
Boyut	: PR-19
Cihaz Koruma Sınıfı	: Çift yalıtım-Sınıf II (□)
Kutu Koruma Sınıfı	: IP 40
Terminal Koruma Sınıfı	: IP 00
Kutu Malzemesi	: Yanmaz
Bağlantı Şekli	: Panoya Önden
Voltaj Bağlantısı için Kablo Kalınlığı	: 2.5 mm ²
Akım Bağlantısı için Kablo Kalınlığı	: 4.0 mm ²
Pals Bağlantısı için Kablo Kalınlığı	: 1.5 mm ² (max.)
RS-485 Bağlantısı	: Kategori 5 kablo
Ağırlık	: 0.75 kg
Montaj sınıfı	: Sınıf III
Tip	: PR 19
Koli Boyutu	: 350x290x240 mm
Koli Ağırlığı	: 6 kg
Kolideki Ürün Adedi	: 8 Adet