

T.C
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ELEKTRİK ŞEBEKE GERİLİM DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN
MİKROİŞLEMCI TABANLI BİR İZLEME SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ŞEREFİCAN

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Eyyüp ÖKSÜZTEPE

ŞUBAT-2015

**T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK ŞEBEKE GERİLİM DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN
MİKROİŞLEMCİ TABANLI BİR İZLEME SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ŞEREFİCAN

(102103103)

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Eyyüp ÖKSÜZTEPE

ŞUBAT-2015

**T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK ŞEBEKE GERİLİM DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN
MİKROİŞLEMCİ TABANLI BİR İZLEME SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE
TASARIMI**

**Fatih ŞEREFİCAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK VE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 24/02/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/ oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza: 

Yrd.Doç.Dr. Eyyüp
ÖKSÜZTEPE (T.Ü)

DANIŞMAN

İmza: 

Doç. Dr. Hüseyin ERİŞTİ
(T.Ü)

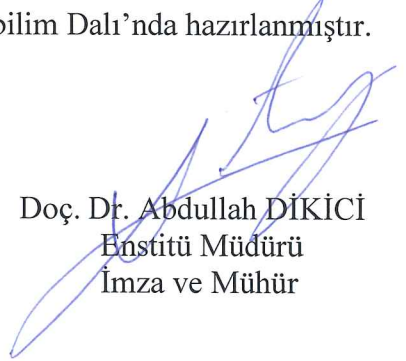
ÜYE

İmza: 

Yrd. Doç. Dr. Zeki OMAÇ
(T.Ü)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.


Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Modern yaşamımızda her an kullandığımız elektrik enerjisi; üretim noktalarından tüketim noktalarına elektrik dağıtım şebekeleri üzerinden taşınır ve tüketim noktasındaki gerilim değerinin müşteriye belirli limitler içerisinde sunulması amaçlanır. Ancak elektrik dağıtım şebekelerindeki çeşitli arızalar, büyük ölçekli yüklerin anahtarlanması veya küçük ölçekli non-linear yüklerin kullanımlarının gün geçtikçe artması gibi sebepler, gerilim çökmeleri, gerilim şişmeleri ve kesilmeler gibi çeşitli güç kalitesi problemlerine neden olmaktadır.

Yapılan çalışmada ise hedeflenen amaç, şebeke hattının PIC ile izlenmesi, istatistiksel veri tabanının oluşturulması, şebekedeki dalgalanmaların nelere sebep olduğunun gözlemlenebilmesi ve yorumlanabilmesi ayrıca yapılan devrenin Proteus ve MATLAB-Simulink'le modellenenebilmesidir. Çalışma sonuçlarının elektrik enerjisi operatörlerine ve üreticilere yararlı bilgiler sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Enerjisinin Kalitesi, PIC, Proteus, MATLAB.

ABSTRACT

MICROPROCESSOR-BASED VOLTAGE ELECTRICAL NETWORK FOR DETERMINATION OF CHANGES IN MODELLING AND DESIGN OF A MONITORING SYSTEM

The electrical energy that we use in our modern life is transported through electric power system from generator units to the terminals of electrical equipments and the voltage at the customer side aimed to be maintained within certain limits. However various kinds of faults in the system, the increase in the number of nonlinear loads or switching operations of large loads causes different kinds of problems like distortions, sags, swells or interruptions on the pure sine wave form of the energy produced by generators. The power quality term is used for to determine these problems on the current and voltage quality which becomes a serious subject day by day.

In studies intended purpose, to be monitored by the network line PIC, the creation of a statistical database, to observe that lead to what the fluctuations in the network and interpretation can also do the circuit Proteus and MATLAB-Simulink to be modeled. The results of this study is expected to provide valuable information for the power system operators and the manufacturers.

Key Words: The quality of the electricity energy, PIC, Proteus, MATLAB.

TEŞEKKÜRLER

Bana üstün sabırla katlanan hocam Yrd. Doç. Dr. Eyyüp ÖKSÜZTEPE'ye özellikle teşekkür ederim. Ayrıca tezin oluşturulmasında yardımcı olan herkese, özellikle aileme ve Adem YAĞIZ arkadaşşıma teşekkür ederim.

Fatih ŐEREFLİCAN
TUNCELİ – 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜRLER	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	IX
TABLO LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. ŞEBEKE GÜÇ KALİTESİNİ BOZAN FAKTÖRLER	3
2.1. Şebeke Güç Kalitesini Bozan Faktörlerin Sınıflandırılması	3
2.2. Geçici Gerilim Olayları	6
2.3. Kısa Süreli Gerilim Değişimleri	7
2.4. Uzun Süreli Gerilim Değişimleri	8
2.5. Gerilim Dengesizliği	9
2.6. Dalga Şeklinde Olan Bozulmalar	9
2.7. Gerilim Dalgalanması	11
3. ŞEBEKE GÜÇ KALİTESİNİ DÜZELTME YÖNTEMLERİ	12
3.1. Güç Kalitesi Düzeltme Yöntemlerine Genel Bakış	12
3.2. Güç Kalitesi Sorunlarında Çözüm Yaklaşımları	13
3.3. Güç Kalitesi Sorunlarının Çözüm Yöntemleri	14
3.3.1. Geçici Olaylara Karşı Alınabilecek Önlemler	14
3.3.2. Gerilim Düşmesi, Yükselmesi ve Kesintilere Karşı Alınabilecek Önlemler	16
3.3.3. Harmonik ve Ara Harmoniklere Karşı Alınabilecek Önlemler	16
3.3.3.1. Oluşmuş Harmonik Akımlarını Azaltma	17
3.3.3.2. Filtreleme	17
3.3.3.3. Özel Durum (Devre Kesiciler)	18
3.3.3.4. Güç Değerini Düşürme	
3.4. Güç Kalitesini Bozan Faktörlere Yönelik Çözüm Yöntemlerinin Değerlendirilmesi	19
4. GÜÇ KALİTESİNİ İZLEME YÖNTEMLERİ	20

4.1.	Genel Bilgi	20
4.2.	Genel Bir Güç Kalitesi İzleme ve Analiz Sistemi Mimarisi	21
4.3.	Bazı Uygulanmış Güç Kalitesi İzleme Sistemleri	22
4.3.1.	Güç Kalitesi Milli Projesi	22
4.3.2.	Transformatör Merkezlerinin Uzaktan İzlenmesi ve Kontrol Edilmesi	23
4.3.3.	İnternet Tabanlı Güç Kalitesi İzleme Sistemi	25
5.	PIC İLE ŞEBEKENİN İZLENMESİ	26
6.	DENEY SETİ VE PIC PROGRAMI	28
6.1.	Deney Setinde Kullanılan Elemanlar	28
6.1.1.	Optik Yalıtıcılar	28
6.1.1.1.	Optokuplörlerin Çalışma Prensibi	28
6.1.1.2.	Devrede Kullanılan Optokuplörün Özellikleri	29
6.1.2.	Operasyonel Amplifikatör	32
6.1.2.1.	Opamp'ın Gerilim İzleyici Olarak Kullanılması	33
6.1.3.	Tepe Dedektörü	33
6.1.3.1.	Devrede Kullanılan Tepe Dedektörü	34
6.1.4.	Mikroişlemciler ve PIC Mikrokontrolörlerine Ait Temel Bilgiler	35
6.1.4.1.	Mikroişlemciler	35
6.1.4.2.	Mikrokontrolör	36
6.1.4.3.	PIC Mikrokontrolörlerine Giriş	38
6.2.	PROGRAM	40
6.3.	SERİ İLETİŞİM	52
6.3.1.	RS-232C	52
6.3.2.	HYPER Terminal Programı	54
7.	SİMÜLASYON VE DENEYSEL SONUÇLAR	56
7.1.	Devrenin Osiloskop Görüntüsü	56
7.2.	PROTEUS	57
7.2.1.	Devrenin Proteus Modellemesi	58
7.2.2.	Gerilim Bölücü ve Optokuplör Devresinin Simülasyonu	58
7.2.3.	Tepe Dedektörü Devresinin Simülasyonu	59
7.2.4.	Devrenin Simülasyonu	60
7.3.	MATLAB	62
7.3.1.	Simulink Arabirimi	62

7.3.2. Adım Adım Örnek Bir Modelin Oluşturulması ve Çalıştırılması	62
7.3.3. Devrenin MATLAB/Simulink ile Modellenmesi	63
8. SONUÇ	64
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	68

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. EN 50160'a göre gerilim olaylarının sınıflandırılması	4
Şekil 2.2. IEEE std. 1159-1995'e göre gerilim olaylarının sınıflandırılması	4
Şekil 2.3. Şebeke geriliminde görülen geçici gerilim yükselmesi	6
Şekil 2.4. Kısa süreli gerilim çökmesi.....	7
Şekil 2.5. Faz-toprak arızası nedeniyle oluşan kısa süreli gerilim yükselmesi.....	8
Şekil 2.6. Bir yerleşim yerine ait haftalık gerilim dengesizliği.....	9
Şekil 2.7. 5. ve 7. harmonik içeren şebeke gerilimi.....	10
Şekil 2.8 Üç fazlı bir çevirici çıkışında oluşan çentik.....	11
Şekil 2.9 Bir dağıtım şebekesinde ark fırının sebep olduğu gerilim dalgalanması.....	11
Şekil 3.1. Endüstri sektörü ile hizmet-ulaşım sektörlerinde güç.....	13
Şekil 3.2. Güç kalitesi sorunlarına karşı önerilen çözüm diyagramı.....	14
Şekil 3.3 Şok bobininin tesisat empedansı üzerinde etkileri.....	17
Şekil 4.1. Genel bir güç kalitesi izleme ve analiz sistemi mimarisi.....	21
Şekil 4.2. Türkiye elektrik iletim sistemi güç kalitesi izleme sisteminin genel yapısı	23
Şekil 4.3. Transformatör uzaktan izleme ve kontrol sisteminin tek hat şeması	24
Şekil 4.4. Sistemin blok diyagramı	25
Şekil 5.1. PIC ile şebeke gerilimi izleme devresinin blok diyagramı	26
Şekil 5.2. PIC ile şebeke gerilimi izleme devresinin açık devre şeması	27
Şekil 6.1. Optokuplörün giriş ve çıkış akımı arasındaki bağıntıyı gösterir devre	29
Şekil 6.2. Optokuplörün karakteristik eğrisi	30
Şekil 6.3. Optokuplörün karakteristik eğrisinin denkleminin bulunması grafiği	31
Şekil 6.4. Gerilim bölücü ve optokuplör devresi.....	32
Şekil 6.5. Opamp'ın düşük frekanstaki eşdeğer devresi.....	32
Şekil 6.6. Gerilim izleyici devresi.....	33
Şekil 6.7. Pozitif tepe değer tutucu devre.....	34
Şekil 6.8. Tepe dedektörü devresi.....	34
Şekil 6.9. LF 353 entegresinin içyapısı.....	35
Şekil 6.10. Mikroişlemci mimarisi.....	36
Şekil 6.11. Mikrodenetleyicinin temel bileşenleri.....	37

Şekil 6.12. Mikrokontrolör hafıza mimarileri.....	37
Şekil 6.13. 16F877'nin bacak bağlantıları.....	39
Şekil 6.14. RS-232C'de alıcı-gönderen arasında yapılan bağlantı şekli.....	53
Şekil 6.15. Null Modem bağlantı şekli.....	53
Şekil 6.16 Null Modem bağlantı için devre.....	54
Şekil 6.17. Hyper terminal arayüzü.....	54
Şekil 7.1. Gerçekleştirilen devrenin görüntüsü	56
Şekil 7.2. Tepe dedektörü çıkışından elde edilen osilaskop görüntüsü	57
Şekil 7.3. ISIS çalışma alanı	58
Şekil 7.4. Gerilim bölücü ve optokuplör devresi.....	59
Şekil 7.5. Tepe dedektörü devresi.....	59
Şekil 7.6. Devrenin proteusla simüle edilmiş hali.....	60
Şekil 7.7(a) 22mF değerlerine sahip tepe dedektörü çıkış değeri.....	61
Şekil 7.7(b) 22nF değerlerine sahip tepe dedektörü çıkış değeri.....	61
Şekil 7.8. Devrenin simulinkte modellenmesi.....	63
Şekil 7.9. Modelin çalıştırılması sonucu scope'dan alınan sonuç.....	63

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Güç Kalitesinde meydana gelen bozulmalar.....	5
Tablo 3.1. Filtrelemelere ait özellikler ve prensipler.....	18
Tablo 6.1. PC 187'nin karakteristik özellikleri.....	29
Tablo 6.2. Optokuplör giriş çıkış gerilimleri.....	30
Tablo 6.3. 16F877 ve 16F84 işlemcilerinin kıyaslaması	39
Tablo 6.4. Frekans bölme.....	50

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisine olan talep günümüzde her geçen gün artmaktadır. Bu artış daha güvenilir ve kaliteli enerji ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Kaliteli enerji için; enerjinin devamlılığı, şebeke frekansının sabitliği, tüketiciye ulaşan gerilimin sinüzoidal olması ve sabitliği, güç faktörünün istenen değere yakınlığı, fazlar arası gerilimin dengede olması ve harmonik miktarının belirli değerlerde kalması gibi bazı kriterlerin göz önüne alınması gerekmektedir.

Fakat bu değerlerdeki enerjinin elde edilmesi uygulamada çeşitli zorluklarla sağlanabilir. Var olan güç sistemlerine bağlanan bazı elemanlar nedeniyle enerji kalitesinde sapmalar olabilmektedir. Özellikle teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte elektrik iletim ve dağıtım sistemine bağlı değişken hızlı elektrik motorları, büyük güçlü motorlar ve anahtarlama elemanları gibi harmonik üreten elemanların yoğun şekilde kullanılmasıyla şebeke değerlerinde bozulmalar artmaktadır. Bu bozulmalar elektrik enerjisinin kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. En çok karşılaşılan enerji kalitesi problemleri kesintiler, gerilim çökmeleri-sıçramaları, harmonikler olup her bir problem aynı tesis üzerinde farklı değerlerde ekonomik kayıplara neden olabilmektedir.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı enerji kalitesinin doğru ve anlık bir şekilde ölçülmesi gerekmektedir. Ölçüm ve analizlerin güvenilir ve doğru olması, kullanılan cihaz ve yöntemlerin doğru ve kaliteli olmasının yanında, yapılan ölçümün ve analizin sürekliliğini de gerektirmektedir. Enerjinin kullanılmasında yani tüketilmesinde mevsimsel hatta günlük olarak farklılıklar bulunmaktadır. Bu sebeple sistem sürekli gözlemlenmelidir. Özellikle sanayinin bulunduğu bölgelerde bu tarz ölçümlerin yapılması zaruri olmaktadır. Çünkü oluşabilecek istenmeyen durumların tespiti ancak yapılacak olan analiz ve ölçümün sürekliliği ile tespit edilebilecektir.

Bu gelişmeler dünyamızda var olan enerjinin kısıtlı olması sebebiyle enerjinin daha verimli kullanılması konusunda adımlar atılmasını sağlamıştır. Verimli enerji kullanabilmek için var olan enerjiyi bozan etkenlerin tespiti ve bunların yok edilmesi gerekmektedir.

Şebeke kalitesini bozan etkenlerin tespiti için çeşitli uygulamalar yapılabilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde son yıllarda enerji kalitesinin ölçülmesi ve enerji kalitesi bozulmalarının tespitinde farklı sinyal işleme teknikleri ve bunun için

kullanılan değişik ara yüzler kullanılmaya başlanmıştır [Melhorn ve McGranaghan, 1995, Poisson vd., 1999, McGranaghan, 2001, Vega vd., 2007, Basu, 2007, Katsaprakakis vd., 2008, Barros ve Diego, 2008,].

Özellikle bilgisayar tabanlı olarak hazırlanan ölçüm sistemleri öne çıkmıştır [Khan, 2001, Chen, 2004, Wang ve Mamishev, 2004, Costa vd., 2005, Boyrazoğlu vd., 2007]. Bilgisayar tabanlı olarak oluşturulan sistemlerde kullanılan topolojilerde birbirlerinden farklılıklar oluşabilmektedir. Oluşturulan birçok sistemde akım ve gerilim sinyallerinin şebekeden okunabilmesi için akım ve gerilim problemleri kullanılırken bazı çalışmalarda maliyetin düşük olması için hazır ölçme kartları kullanılmıştır [Batista vd., 2003, Buhan vd., 2007]. Yine yapılan çalışmalarda akım ve gerilim bilgilerinin bilgisayara aktarılması işlemi en çok veri toplama kartları yardımıyla yapılabildiği gibi mikroişlemci veya çeşitli yongalarla da yapılabilmektedir. Ayrıca bilgisayar tabanlı ölçüm sistemlerinde bilgisayara aktarılan verilerin analiz edilip kullanıcıya sunulduğu yazılımlarda farklılık gözlemlenebilmektedir. Bu amaçla kullanılan yazılımların başında yaptığım uygulamada da kullandığım Matlab, Proteus ve LabVIEW gelmektedir [Pecen vd., 2004, Lin ve Domijan, 2005, Haliloğlu vd., 2007, Altıntaş vd., 2007]. Bilgisayar tabanlı olarak gerçekleştirilen sistemlerde en büyük avantaj donanımda değişiklik yapmadan yazılımda yapılabilecek değişikliklerle ekstra özelliklerin görüntüleme sistemine eklenebilmesidir. Bu sayede, sistem ve zaman maliyeti açısından düşünüldüğünde önemli bir kazanç ortaya çıkmaktadır. Yapılan bilgisayar tabanlı enerji kalitesi izleme sistemleri ihtiyaca göre farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bazı izleme sistemleri sadece harmonik analizini gerçekleştirirken, bazıları sadece bir faz enerji kalitesini ölçebilmektedir [Radil vd., 2007].

Yapılan çalışmada ise hedeflenen amaç, elektrik şebeke gerilim değişimlerinin belirlenmesi için mikroişlemci tabanlı bir izleme sisteminin modellenmesi ve tasarımı ile istatistiksel veri tabanının oluşturulması, şebekedeki dalgalanmaların nelere sebep olduğunun gözlemlenebilmesi ve yorumlanabilmesi ayrıca yapılan devrenin Proteus ve Matlab-Simulink'le modellenmesidir.

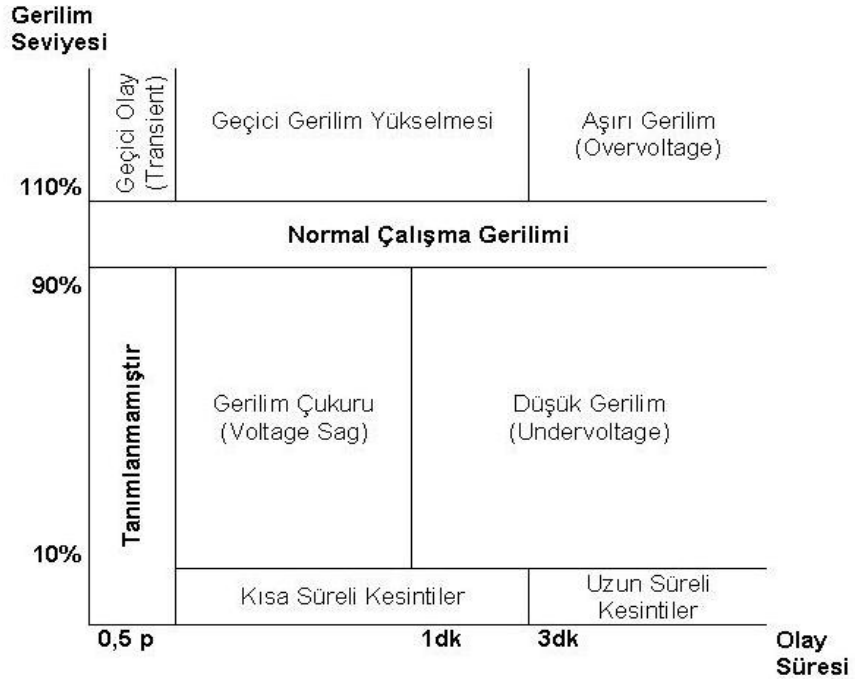
2. ŞEBEKENİN GÜÇ KALİTESİNİ BOZAN FAKTÖRLER

Şebeke kalitesini bozan faktörler genellikle gerilim değerin belirlili süre artması ya da azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda őebekeye bağı olan cihazlar yanlış çalışacak ya da őebekeye bağı tüketiciler devre dışı kalacaktır. Güç kalitesini, hataların süresi ya da şiddeti belirler [Uzan, 2013].

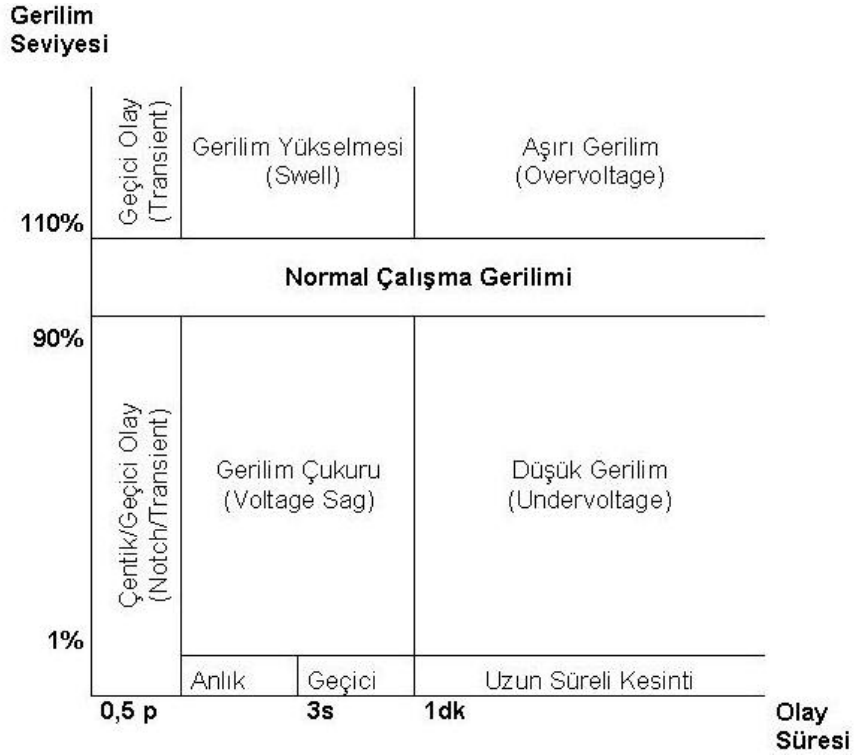
2.1. Şebeke Güç Kalitesini Bozan Faktörlerin Sınıflandırılması

Güç kalitesini bozan faktörler olarak tanımlanan olaylar, gerilimin sinyalinin büyüklüğünde, periyodunda ve dalga formunda oluşan bozulmalardır. Gerilim kalitesi ve ya güç kalitesi ile ilgili standartlara bakıldığında, kullanılan terimler ve tanımlamalarda farklılıklar vardır.

Şebeke gerilimine bağı olaylar, EN 50160 “Genel Elektrik Şebekeleri Tarafından Sağlanan Elektriğin Gerilim Karakteristikleri” standardına göre Şekil 2.1’de, IEEE std. 1159-1995 “Elektrik Güç Kalitesinin İzlenmesinde Uygulama Tavsiyeleri-Güç Sistemi Elektromanyetik Olaylar Kategorisi” standardına göre Şekil 2.2’de sınıflandırılmıştır. EN 50160’a göre gerilimin bir dakika ve altındaki sürelerde gerilim düşmesi sınıflandırılmamıştır. Bu durum IEEE std. 1159-1995’de ise ayrıntılı sınıflandırılmıştır.



Şekil 2.1. EN 50160'a göre gerilim olaylarının sınıflandırılması



Şekil 2.2. IEEE std. 1159-1995'e göre gerilim olaylarının sınıflandırılması

Güç kalitesini bozan faktörlerin tespiti ve sınıflandırılması için örnek Tablo 2.1'de verilmiştir.

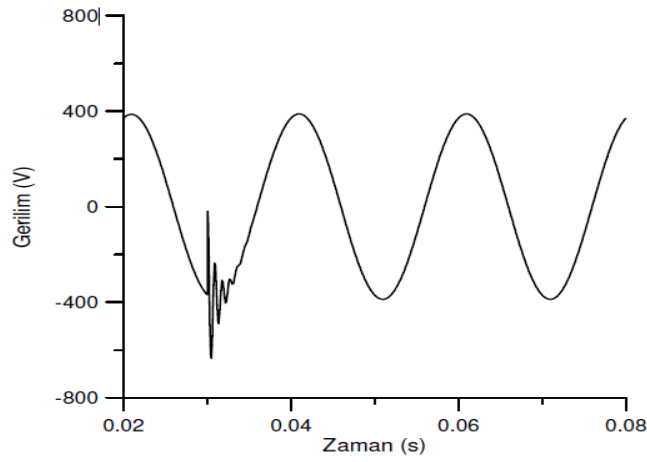
Tablo 2.1. Güç Kalitesinde meydana gelen bozulmalar [Dugan vd., 1996]

Güç Kalitesi Bozulma Kategorisi		Dalga Formundaki Bozulma	Tipik Devam Süresi	Gerilim Genliği	
1. Geçici Olaylar	Darbeler	Nanosaniye	5 ns yükseliş	<50 ns	
		Mikrosaniye	1 µs yükseliş	50ns-1ms	
		Milisaniye	0,1 ms yükseliş	>1 ms	
	Salınımlar	Düşük Frekanslı	<5 kHz	0,3-50 ms	0-4 pu
		Orta Frekanslı	5-500 kHz	20 µs	0-8 pu
		Yüksek Frekanslı	0,5-5 MHz	5 µs	0-4 pu
2. Kısa Süreli Değişimler	Ani (Instantaneous) Değişimler	Kesinti (Interruption)		0,5-30 periyot	<0,1 pu
		Gerilim Düşümü (Sag)		0,5-30 periyot	0,1-0,9pu
		Gerilim Yükselmesi (Swell)		0,5-30 periyot	1,1-1,8pu
	Anlık (Momentary) Değişimler	Kesinti		30 periyot-3s	<0,1 pu
		Gerilim Düşümü		30 periyot-3s	0,1-0,9pu
		Gerilim Yükselmesi		30 periyot-3s	1,1-1,4pu
	Geçici (Temporary) Değişimler	Kesinti		3s-1 dk	<0,1 pu
		Gerilim Düşümü		3s-1 dk	0,1-0,9pu
		Gerilim Yükselmesi		3s-1 dk	1,1-1,2pu
3. Uzun Süreli Değişimler	Kalıcı Kesinti		>1 dk	<0,0 pu	
	Gerilim Düşümü		>1 dk	0,8-0,9pu	
	Gerilim Yükselmesi		>1 dk	1,1-1,2pu	
4. Gerilim Dengesizliği			Sürekli Hal	%0,5-2	
5. Dalga Şeklindeki Bozulmalar	DC Bileşen		Sürekli Hal	%0-0,1	
	Harmonikler	0-100. Harmonik	Sürekli Hal	%0-20	
	Ara Harmonik	0-6 kHz	Sürekli Hal	%0-2	
	Çentik		Sürekli Hal		
	Gürültü	Geniş Band	Sürekli Hal	%0,1	
6. Gerilim Dalgalanmaları		< 25 Hz	Aralıklı	%0,1-7	
7. Güç Frekansı Değişimleri			<10 s		

Güç kalitesi genellikle şebeke gerilimindeki kalite olarak alınmaktadır. Bu kapsamda biz burada sadece gerilim ile alakalı olan güç kalitesi problemlerinin önemli olanlarını açıklayacağız.

2.2. Geçici Gerilim Olayları

Geçici olaylar, birkaç milisaniye seviyesindeki gerilim değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Geçici gerilimler, anahtarlama olayları, havai olaylar ve tüketicilerin cihazları nedeniyle genellikle gerilimin yarı periyodu sonunda görülen gerilim değişimleridir. Bu tür değişimler genellikle şebeke veya tüketicideki kapasitörlerin devreye girmesi veya devreden çıkması ile meydana gelmektedir. Kondansatörlerin devreye girmesi sonucu oluşan geçici gerilim yükselmesi (salınım) Şekil 2.3’de görülmektedir.



Şekil 2.3. Şebeke geriliminde görülen geçici gerilim yükselmesi

Geçici yüksek gerilim olayları, etki süreleri dikkate alındığında, darbe biçimindeki ve salınım biçimindeki olaylar olarak iki kategoride toplanmaktadır. Yaygın ve eski nesil elektrikli cihazlar, parafudur veya besleme girişindeki paralel kondansatörler ile şebeke değerinin birkaç katına kadar çıkabilen gerilimlere karşı iyi derecede korunabilir.

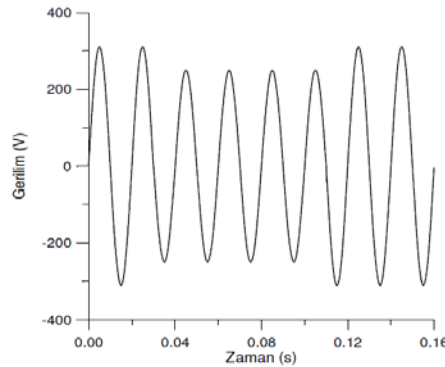
Piyasada bulunan elektronik cihazlar aşırı gerilim değişimlerine karşı yukarıda açıklanan cihazlar kadar dayanıklı değildir. Şebeke girişine sisteme uygun değerlerde bağlanacak olan seri bobin ile paralel kondansatör ve lineer direnç ile aşırı gerilimlere karşı koruma sağlanır. Söz konusu tedbirler alınmazsa cihazlar yanlış çalışabilir hatta zarar görebilir.

2.3. Kısa Süreli Gerilim Değişimleri

Kısa süreli değişimler, gerilim çökmeleri, gerilim yükselmeleri ve kısa süreli kesintiler şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma oluşum sürelerine göre ani, anlık ve geçici şeklinde de yapılabilir.

Gerilimin efektif değerinin, 0,5 periyot ile 1 dakika arasındaki sürede 0,1 ile 0,9 pu arasında değişiklik göstermesi gerilim çökmesi, 10 ms ile 1 dakikadan az süre zarfında 1,1 pu ile 1,8 pu arasında artması gerilim yükselmesi ve 0,1 pu değerinin altına düşmesi kesinti olarak tanımlanmaktadır.

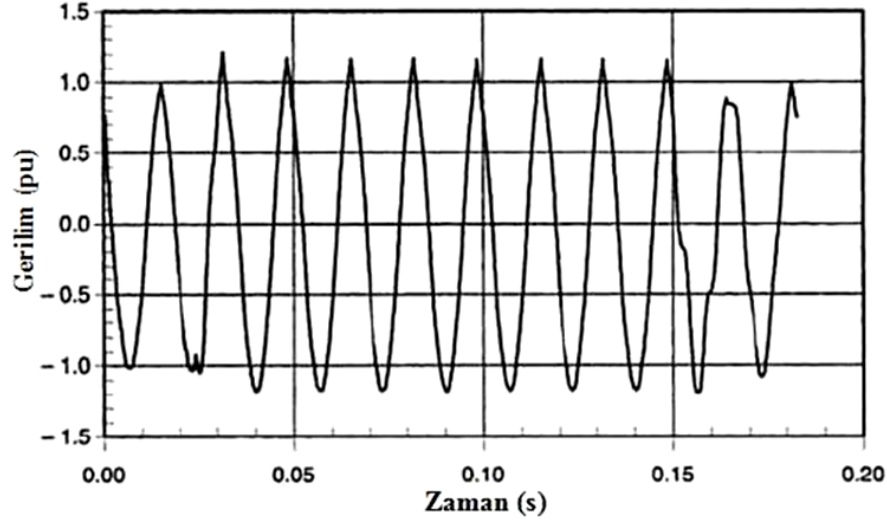
Kısa süreli gerilim çökmesi, genelde dağıtım şebekesinden veya büyük dağıtım sistemlerinden meydana gelmektedir. Bu sebeple çok sayıdaki küçük tüketiciler ile büyük güçlü endüstriyel tüketiciler açısından önemli sorunlar oluşabilmektedir. Bu tür arızalar çoğunlukla tüketicilere elektriksel olarak uzak bir noktadaki kısa devre olaylarından kaynaklanmaktadır. Bu kısa devre olayları ise kırsal bölgelerde kullanılan havai hatlara düşen yıldırımlardan ve meteorolojik olaylardan, alçak gerilim dağıtım şebekelerinde ise tüketicilerden oluşmaktadır. 4-5 periyot boyunca süren gerilim çökmesi olayı Şekil 2.4'de görüldüğü gibi hassas tüketicilerin devreden çıkmasına neden olmaktadır [LAMORE vd., 1994].



Şekil 2.4. Kısa süreli gerilim çökmesi

Kısa süreli aşırı gerilimlerin süresi ve büyüklüğü meydana geliş durumuna göre değişkenlik göstermektedir. Hava olaylarına bağlı aşırı gerilimler, daha büyük genliğe, anahtarlama bağlı olanlar ise daha küçük genliğe sahiptir. Meydana gelebilecek aşırı gerilim yükselmeleri dikkate alınarak dağıtım sisteminde bulunan cihaz ve tesisatlar

seçilmelidir. Şekil 2.5’de faz-toprak arızası nedeniyle oluşan kısa süreli gerilim yükselmesi örneği verilmiştir.



Şekil 2.5. Faz-toprak arızası nedeniyle oluşan kısa süreli gerilim yükselmesi

Bilgisayar kontrollü sistemlerin oluşturulmasında bozucu etkiler önemli bir çarpan olarak dikkate alınmaktadır. Kısa süreli gerilim değişimi ile alakalı standartlarından bir kaçını vermiştik. Bu konuyla alakalı diğer standartlar;

1. Sürekli durumdaki gerilim değişimleri ANSI Standart C84.1’de,
2. Generatör ve motorlar için MG-1-1087 sayılı NEMA standardında,
- 3 Özellikle ark fırınları gibi hızlı değişen yükler için IEEE’nin 519-1992 sayılı standardında,
4. Alçak gerilim cihazlarının geçici aşırı gerilimlere karşı korunması ANSI/IEEE C62 standardında belirtilmiştir.

2.4. Uzun Süreli Gerilim Değişimleri

İstenilen gerilim değerinin 1 dakikadan fazla değişim göstermesi, uzun süreli gerilim değişimi olarak tanımlanmıştır. Gerilim değerindeki değişime bağlı olarak, uzun süreli değişimler, düşük gerilim, aşırı gerilim ve kalıcı kesinti olarak sınıflandırılmaktadır.

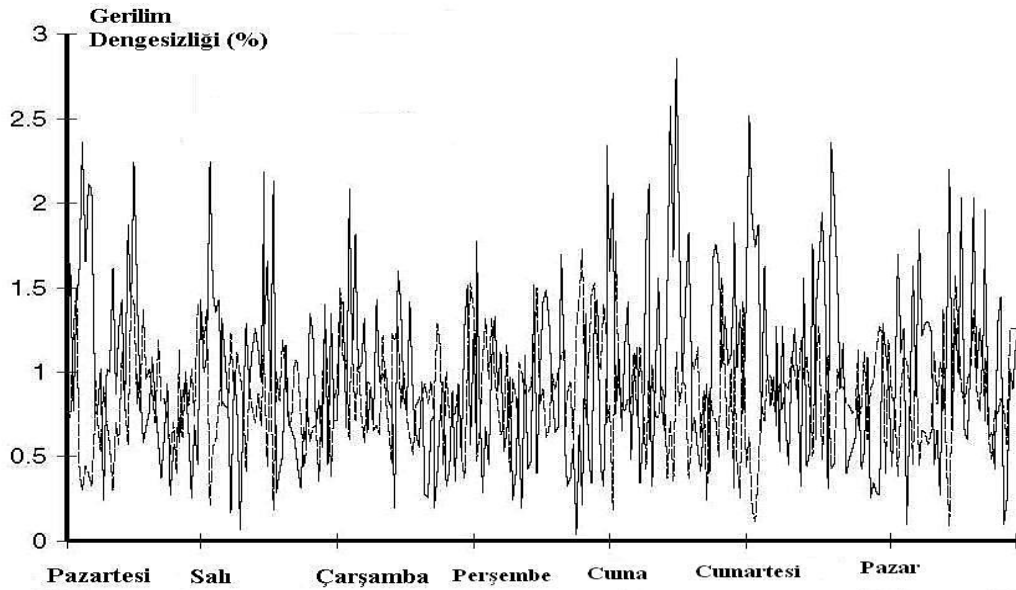
Gerilim nominal değerinin 0,8 ile 0,9 pu arasında değişmesi düşük gerilim, 1,1 ile 1,2 pu arasında artması aşırı gerilim ve 0,1 pu değerinin altına düşmesi kalıcı gerilim kesintisi olarak belirtilmektedir.

Gerilimdeki bu uzun süreli, düşük gerilim ve aşırı gerilim değişimleri cihazların devre dışı kalmalarına ve arızalanmalarına sebebiyet verirken kalıcı kesintiler ise sistemde kalıcı hasarlara sebep olmaktadır.

2.5. Gerilim Dengesizliği

Tek fazlı yüklerin üç fazlı sistemlere eşit dağıtılamaması sonucu şebeke geriliminde bir denge problemi oluşmaktadır. Bu kapsamda oluşan probleme gerilim dengesizliği adı verilmektedir.

Söz konusu gerilim dengesizlikleri cihazların fazla ısınmasına neden olmaktadır. Bu durum kullanılan cihazların ömrünün ve veriminin azalmasına sebebiyet vermektedir [Dugan vd., 1996]. Aşağıda bulunan Şekil 2.6'da bir yerleşim yerine ait haftalık gerilim dengesizliği gösterilmiştir.

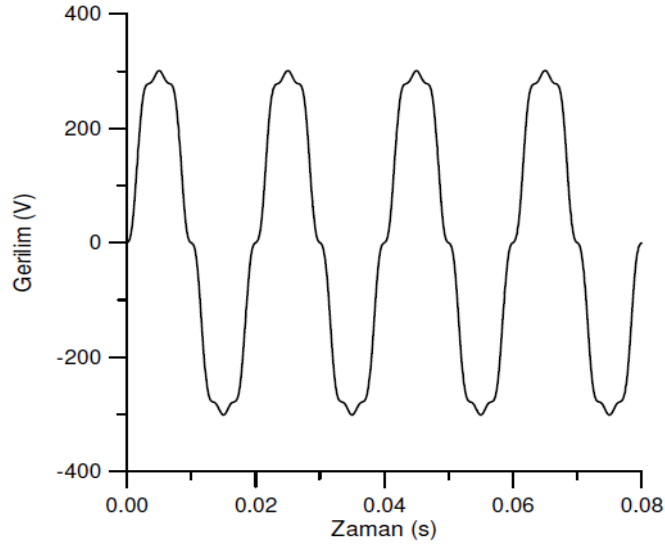


Şekil 2.6. Bir yerleşim yerine ait haftalık gerilim dengesizliği

2.6. Dalga Şeklinde Olan Bozulmalar

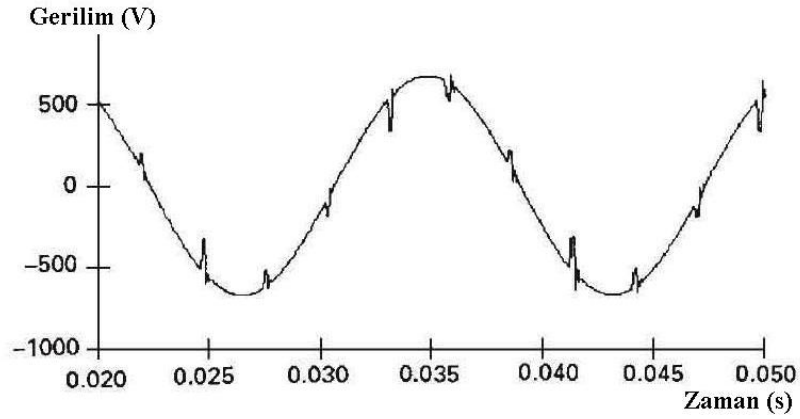
Bir şebekedeki sinüzoidal dalgada meydana gelen bozulmalar bu kategoride tanımlanmaktadır. Bu durumun başlıca nedenleri doğru akım bileşeni, harmonikler, ara harmonikler, çentik ve gürültüdür.

Harmonikler, Şebeke sistemindeki problemler içerisinde, sıklığı, neden olduğu problemler (kesicilerinin aması, transformatör ve motorların aşırı ısınması, kumanda devrelerinin, bilgisayarların ve koruma rölelerinin hatalı çalışması) ve almak zorunluluğunda olduğumuz sebeplerden dolayı çok önemlidir. Şekil 2.6’da 5. ve 7. harmonik içeren Şebeke geriliminin dalga Şekli gürülmektedir.



Şekil 2.7. 5. ve 7. harmonik içeren Şebeke gerilimi

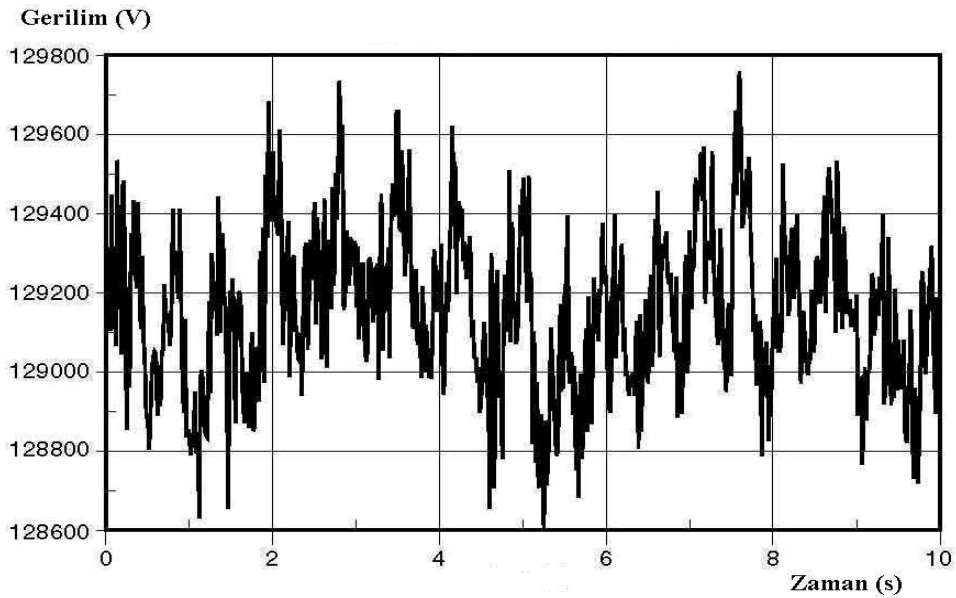
Çentikler, üç fazlı çeviricilerde alternatif akımdan doğru akıma dönüşüm yapılırken iki faz arasında komutasyon sırasında meydana gelen anlık kısa devreler sebebiyle oluşan gerilim bozulmalarıdır. Gürültü ise Şebeke sisteminde kullanılan kumanda devreleri, ark fırınları ve güç elektroniği anahtarlamalı devrelerin kullanılmasıyla oluşan harmonik distorsiyonu veya transiyentler gibi kategoriye girmeyen her türlü, istenmeyen bozulmalar olarak tanımlanabilir. AŞağıda Şekil 2.7’de üç fazlı bir çevirici çıkışında oluşan çentik örneği verilmiştir.



Şekil 2.8 Üç fazlı bir çevirici çıkışında oluşan çentik

2.7. Gerilim Dalgalanması

Gerilim dalgalanmaları, dağıtım şebekelerinden ve tüketicilere ait yüklerden kaynaklanmaktadır. Tüketici yüklerinin sebep olduğu gerilim dalgalanmalarına kırpışma (flicker) adı verilmektedir. Kırpışma dağıtım şebekelerinde çok sık karşılaşılan bir sorundur. Kırpışma olayları tüketicilerin cihazlarına zarar vermemektedir, ancak aydınlatma sistemlerinde gözlerin kamaşmasına neden olabilmektedir. Şekil 2.8’de bir dağıtım şebekesinde ark fırının sebep olduğu gerilim dalgalanması görülmektedir.



Şekil 2.9 Bir dağıtım şebekesinde ark fırının sebep olduğu gerilim dalgalanması

3. ŞEBEKE GÜÇ KALİTESİNİ DÜZELTME YÖNTEMLERİ

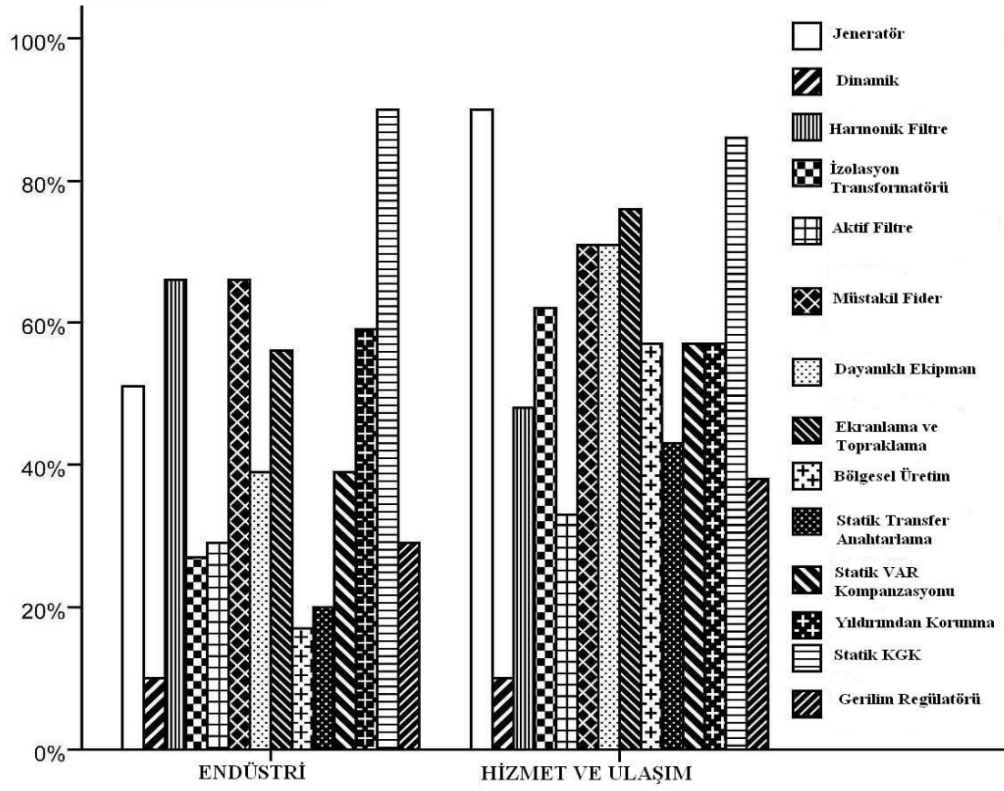
Bir önceki bölümde şebekenin güç kalitesini bozan faktörler açıklanmıştır. Bu bölümde ise söz konusu faktörleri nasıl düzeltebiliriz ya da nasıl minimize edebiliriz gibi konular üzerinde durulmuştur.

3.1. Güç Kalitesi Düzeltme Yöntemlerine Genel Bakış

Güç kalitesi düzeltme yöntemleri, güç kalitesi problemlerinin farklı olması nedeniyle çeşitlilik arz etmektedir. Avrupa’da 8 ülkeyi kapsayan, endüstri ve hizmet-ulaşım sektörlerinde güç kalitesi problemlerine karşı alınan tedbirler ve oranlarını kapsayan araştırma sonuçları Şekil 3.1’de verilmiştir [Targosz ve Manson, 2007].

Yapılan araştırma sonuçlarından;

- * Dağıtım sisteminde önem arz eden kesintilerin oluşması durumunda jeneratörlerin sürekli kullanıldığı,
- * Kesintisiz güç kaynağının jeneratörler ile birlikte en çok kullanılan yöntem olduğu,
- * Endüstride %65 ve hizmet-ulaşımında %45 oranlarında harmonik filtre kullanımı olduğu,
- * Pasif filtrelerin kullanımının, aktif filtre kullanımından üç kat fazla olduğu,
- * Hizmet-ulaşımında kullanılan güç kalitesi çözümlerinin, endüstriden daha fazla kullanıldığı,
- * Endüstri sektöründeki çözüm yöntemleri hizmet-ulaşım sektörüne göre daha düşük maliyetli çözümler olduğu çıkarılabilir.



Şekil 3.1. Endüstri sektörü ile hizmet-ulaşım sektörlerinde güç

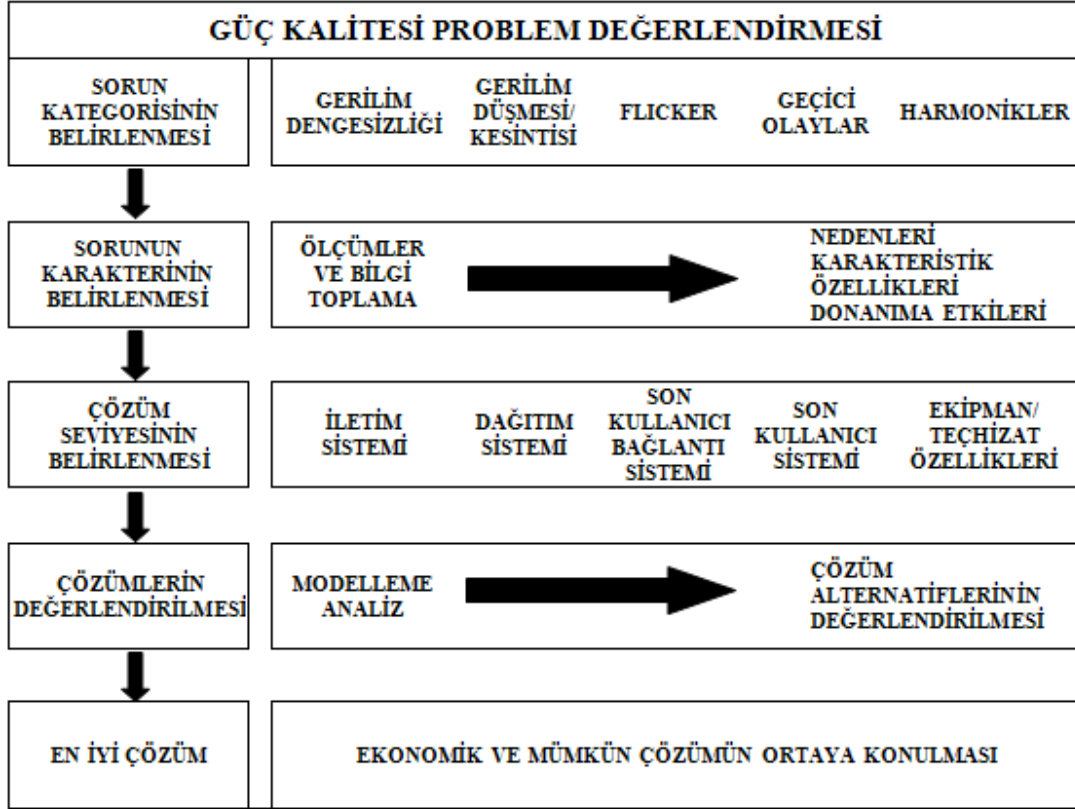
3.2. Güç Kalitesi Sorunlarında Çözüm Yaklaşımları

Şebekelerde meydana gelen güç kalitesi problemlerine karşı, önceden belirlenebilecek bir tek çözüm yoktur. Bu sebeple çözüm için kullanılacak yöntem veya yöntemlerin belirlenmesinde;

- Öncelikle uygun değerlere sahip cihazların seçilmesi ve sisteme entegre edilmesi,
- Güç kalitesi probleminden etkilenen yükler için çözümün sağlanması,
- Dağıtım şebekelerinde ihtiyaç olan önlemlerin alınarak, dağıtım şebekesinden beslenen yüklere yönelik çözümün üretilmesi,
- Belirlenen güç kalitesi sorununun bütün şebeke için çözümlenmesi prensibi bulunmaktadır.

Şebekelerde oluşan güç kalitesi sorunlarının çözümünde sistemli yaklaşmak önemlidir. Bir hatta ya da binada meydana gelen düşük gerilim sorunu, kendi tesisatından, aynı şebekeden beslenen diğer hat veya binalardan kaynaklanabilmesi mümkündür. Bu sebeple güç kalitesi problemlerinde düşük maliyetli ve etkin bir çözümün bulunmasında,

sorunun doğru tespit edilmesi ilk aşamadır. Güç kalitesi sorunlarına karşı önerilen çözüm diyagramı Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Güç kalitesi sorunlarına karşı önerilen çözüm diyagramı

3.3. Güç Kalitesi Sorunlarının Çözüm Yöntemleri

Söz konusu sorunlara karşı alınabilecek önlemler, ortaya çıkan sorunların sıralanmasına göre aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Geçici Olaylara Karşı Alınabilecek Önlemler

Geçici olaylar, salınım ve darbe şeklinde olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Salınım şeklindeki olaylar, sisteme hızlı alınan kondansatör gruplarının sisteme alınması veya sistemdeki anahtarlardan kaynaklanmaktadır. Darbe şeklindeki olaylar ise genellikle yıldırım düşmesi sonucu olmaktadır.

Salınım sonucu oluşan bozulmaların alçak gerilim sistemlerinde önemli etkileri görülmez. Söz konusu bozulmalara karşı kondansatör gruplarının statik anahtarlama elemanları ile sıfır geçiş anahtarlama olarak yapılması gerekmektedir.

Darbe şeklindeki olayların sıklığı az fakat maliyetleri ilk sırada yer almaktadır. Bunun sebebi söz konusu sorunun anma değerin çok üstünde bir değer oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Darbe şeklindeki sorunların başında yukarıda da bahsettiğimiz gibi yıldırım düşmesi gelmektedir bunun için aşağıda yıldırıma karşı alınması gereken önlemlerden bahsedilmiştir.

Yıldırımdan Korunma Sistemi (YKS), bir cihazı veya sistemi etkileyecek yıldırım düşmelerinden dolayı meydana gelen senelik ortalama tehlikeli olay sayısı cihazın veya sistemin bulunduğu yerdeki fırtına ve cihaz veya sistemin fiziki özelliklerine bağlıdır. Bu kapsamda yıldırımdan korunma tedbirinin seçimi hasarın tipine ve maliyetine göre yapılmalı, diğer korunma tedbirlerinin teknik ve ekonomik yönleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Darbe şeklindeki gerilimlerin etkisinden korunabilmek için, şu tedbirlerden;

- * Topraklama ve bağlantı sağlama,
- * Manyetik ekranlama,
- * Hat güzergâhı seçimi,
- * Koordineli yıldırım darbesinden koruyucu aygıt (Surge Protector Device-SPD) koruması,
- * Gömülü kablolar için yeterli kalınlıktaki sürekli metal ekranlama gibi bir veya birkaçı koruma sistemi olarak kullanılabilir.

Ayrıca yıldırımın aşağıda belirtilen elektromanyetik etkisine karşı cihazlar ve sistemler korunmalıdır.

- * Sisteme düşen yıldırım düşmesinin oluşturduğu aşırı gerilimler,
- * Sistemin yakınına düşen yıldırım düşmesinin oluşturduğu aşırı gerilimler,
- * Şebeke hatlarına veya hatların yakınına düşen yıldırım düşmelerinden dolayı hatlar tarafından iletilen aşırı gerilimler,
- * İç sistemlerle doğrudan akuple olan manyetik alanlar.

Korunacak sistem içerisinde bulunan yıldırımdan korunma bölgelerinde bulunan metal parçalar ve yapılar için kuşaklama ve ekranlama yapılmalıdır. Alçak gerilim şebekelerinde de etkin SPD koordinasyonu bulunmalıdır.

3.3.2. Gerilim Düşmesi, Yükselmesi ve Kesintilere Karşı Alınabilecek Önlemler

Gerilim düşmesi, yükselmesi ve kesintilere karşı, şebekeden kaynaklanan sorunlara ve sistemden kaynaklanan sorunlara karşı alınabilecek önlemler sayesinde çözüm sağlayabiliriz.

Bu kapsamda, şebekeden kaynaklanana karşı dağıtım firmalarının, alt yapılarını güvenilir duruma getirmesi ya da güç sistemlerini tekrar yapılandırması gibi belirli tedbirler alınmalıdır.

Sistemden kaynaklanana karşı ise koruma cihazlarının performansı artırılmalı, dağıtım sistemi kısa devre gücü artırılmalı, cihaz seviyesinde ise yüksek güçlü yüklerin devreye girmesinde akım tepe değerlerini ve mekanik gerilmeyi sınırlayan yumuşak yol verme yöntemlerinin kullanımı sağlanmalıdır.

Gerilim düşmesi, yükselmesi ve kesintilere karşı, sistemlerde kullanılan cihazlar aşağıda belirtilmiştir.

- * Sabit gerilim transformatörü,
- * Magnetic synthesizer,
- * Aktif seri kompanzatorlar,
- * Kesintisiz güç kaynakları (UPS) (Çevrimdışı ve Çevrimiçi),
- * Motor jeneratör sistemleri,
- * Dinamik kesintisiz güç kaynakları,
- * Süper iletkenli manyetik enerji depolama cihazlarıdır.

3.3.3. Harmonik ve Ara Harmoniklere Karşı Alınabilecek Önlemler

Şebekeden beslenen elektronik cihazlar, bilgi sistemleri, güç kaynakları, haberleşme aygıtları vb. güç kalitesi bakımından çok hassastır. Bu sebeple bu tip cihazların beslemesinin kaliteli olması veya kalite bozulmasına karşı gerekli önlemlerin alınmış olması gerekmektedir.

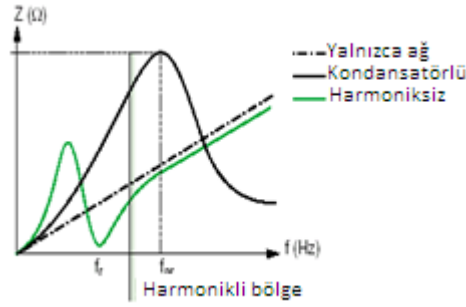
Şebeke kalitesi ise şebeke enerjisinin sürekli, gerilim ve frekansın sabit, faz değerlerinin dengeli ve gerilim dalgasının sinüzoidal olduğu bir enerji olarak tanımlanmaktadır. Şebeke geriliminin sinüzoidal özelliğinden sapmasının nedeni ise sistemdeki harmoniklerdir.

Şebeke sisteminde kullanılan yükler doğrusal (lineer) ve doğrusal olmayan (nonlinear) yükler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Uygulanan gerilim karşısında doğrusal yükler sabit empedans, doğrusal olmayan yükler ise değişken empedans özelliği gösterirler. Bu sebeple, doğrusal olmayan yükler harmonik oluşumuna sebep olurlar.

Harmonikleri bastırmanın veya en azından etkilerini azaltmanın olası 3 yolu vardır. Söz konusu yollar aşağıda belirtilmiştir.

3.3.3.1. Oluşmuş Harmonik Akımlarını Azaltma

Şebeke sistemlerinde oluşmuş harmonik akımlarını azaltmak için şok bobini, on iki fazlı doğrultucu kullanılmalı ya da tesisatın değiştirilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki Şekil 3.3'de şok bobininin tesisat empedansı üzerinde etkileri gösterilmiştir.

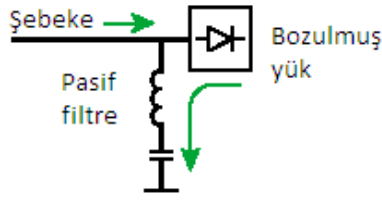
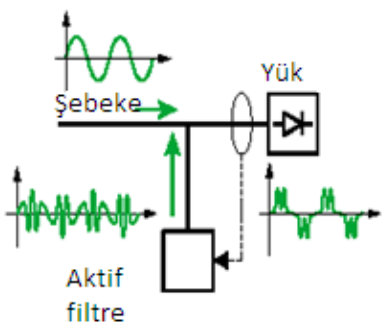
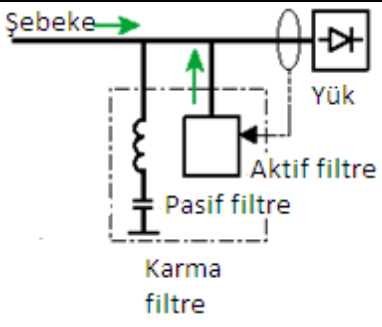


Şekil 3.3 Şok bobininin tesisat empedansı üzerinde etkileri

3.3.3.2. Filtreleme

Şebekelerde harmoniklerin azaltılması; cihazların üretimi ve tasarımında alınacak önlemler ve sistemin işletilmesinde alınabilecek tedbirlerle mümkün olabilecektir. Şebekelerde pasif, aktif ve karma filtreleme olmak üzere üç çeşit filtreleme kullanılmaktadır. Söz konusu filtrelemelere ait özellikler ve prensipler Tablo 3.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Filtrelemelere ait özellikler ve prensipler

Filtre	Prensip	Özellikler
Pasif	<p>Ortadan kaldırılacak her bir harmonik frekansı için ayarlanan by-pass seri AG devresi</p> 	<p>Harmonik akımında limit yok.</p> <p>Reaktif gücün dengelenmesi</p> <p>Bir veya daha fazla harmonik sırasının ortadan kaldırılması (genellikle 5, 7, 11). Dengelenecek bir veya iki sıra için bir filtre.</p> <p>Tesisat değişiminde harmoniklerin artma riski.</p> <p>Dış kirlenmeden kaynaklanan aşırı yük riski.</p> <p>“Tesisat” filtresi.</p> <p>Mühendislik durum çalışması.</p>
Aktif	<p>Yükün oluşturduğu tüm harmonikleri iptal eden akımın üretilmesi.</p> 	<p>Özellikle “makinelı” filtrelemeye uygun (lokal) çözüm.</p> <p>Geniş bir frekans bandı üzerinde filtreleme (harmonik sırası 2 ila 25’in ortadan kaldırılması).</p> <p>Kendi kendine ayarlama.</p> <p>Tesisat değişikliğinin hiçbir etkisi yoktur.</p> <p>Yük ve harmonik spektrumunda tüm ayarlamalara uyum sağlar.</p> <p>Her tür yük için sınırsız, esnek çözüm.</p> <p>Basit mühendislik çalışması.</p>
Karma		<p>Pasif ve aktif filtreleme çözümlerinin avantajlarını sunmaktadır ve geniş bir güç ve performans yelpazesini içermektedir.</p> <p>Geniş bir frekans bandı üzerinde filtreleme (2 ila 25 numaralı harmoniklerin ortadan kaldırılması),</p> <p>Reaktif gücün dengelenmesi.</p> <p>Akım filtreleme için yüksek kapasite, “tesisat” filtreleme için iyi teknik-ekonomik çözüm.</p>

3.3.3.3. Özel Durum (Devre Kesiciler)

Harmonikler koruyucu cihazların istemeyerek açılmasına sebep olabilir. Bunun için koruyucu cihazlar dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Devre kesicilere monte edilebilen

termik-manyetik veya elektronik açma sistemleri bulunmaktadır. Termik-manyetik devre kesiciler düşük akım devrelerinde, özellikle evsel ve endüstriyel uygulamalar için çok uygundur.

3.3.3.4. Güç Değerini Düşürme

Bu çözüm bazı sistem veya cihazlara uygulanabilmektedir ve harmoniklerin neden olduğu kesintiye karşı basit ve genellikle yeterli bir tepkidir.

3.3.4. Güç Kalitesini Bozan Faktörlere Yönelik Çözüm Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Karşılaşılan şebeke kalitesinin çözümünde sadece bir yol değil birkaç yol bulunmaktadır. Bu çözüm yollarından sadece biri çözüm olarak kullanılabilceği gibi aynı anda birkaç çözüm yolu da kullanılabilir. Söz konusu çözümlerin belirlenmesinde şu hususlar doğrultusunda hareket edilmelidir.

- * Şebekenin ihtiyaç duyduğu güç kalitesinin analiz edilmesi,
- * Diğer çözüm yollarının maliyetlerinin bilinmesi,
- * Çözüm yollarının maliyet etkinliğinin belirlenmesi,
- * Çözümlerin performansını ekonomik yönden karşılaştırılarak maliyet etkin çözümün bulunması şeklinde hareket edilmelidir.

Herhangi bir sistem için belirlenen en iyi çözüm dahi güç kalitesi sorunlarını tamamen ortadan kaldıramamaktadır. Bu sebeple güç kalitesi sorunlarının her zaman bir maliyeti olacaktır. Bu kapsamda uygulanacak çözüm sistemi uygulanacağı sisteme, yere göre özel belirlenmelidir.

4. GÜÇ KALİTESİNİ İZLEME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde güç kalitesi izleme sistemlerine ait genel bilgilere ve literatürde bulunan bazı güç kalitesi izleme sistemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

4.1. Genel Bilgi

Son yıllarda, işletmelerde şebeke güç kalitesini izleme sistemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Özellikle şebekedeki gerilim değişimleri, şebekenin güç tüketimi, güç faktörü, frekans ve akımdaki değişimler izlenmekte ve bu değerlerin izlenmesi işletmeler için zorunluluk durumuna gelmiştir.

Güç kalitesi izleme sistemleri hakkında yayımlanmış kaynakların taraması yapıldığında ihtiyaca göre çok farklı güç kalitesi izleme çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda yayımlanmış bazı kaynaklar aşağıda sunulmuştur.

* Livshitz vd., yaptıkları çalışmada bir sistemdeki kesici ve ayırıcı gibi cihazların sıcaklıklarını kablosuz olarak kurdukları bir sistem ile takip etmişler ve söz konusu cihazlar üzerinde oluşacak sıcaklık değişimine bağlı olarak tespitite bulunmuşlardır. Bu kapsamda, kesici ve ayırıcıların anlık durumları gözlemlenerek olası bir arızaya sebebiyet vermeden şebeke için daha güçlü bir enerji yönetimi olanağı sağlanmıştır.

* Dash vd., şebekedeki harmonik bozulmaları ve şebeke güç kalitesi tahmininde yapay sinir ağları tabanlı bir teori sunmuşlardır. Laboratuvar deney sonuçları geliştirilen algoritmanın başarılı olduğunu göstermiştir.

* Jenkins vd., buhar türbinli jeneratörün anlık çalışma koşullarının iki ayrı PC üzerinden izlenmesi çalışmasını gerçekleştirmiştir.

* Dorhofer vd., bir işletmedeki verimin yükseltilmesi için veri toplama ve anlık verileri değerlendirme sistemi oluşturmuşlardır.

* Yao vd., şebekenin izlenmesi ve kontrolünü otomatik olarak sağlayan ve şebekeyi besleyen elektrik santrallerindeki kaybı en aza indirip, kazancı artıracak uygun değerlerde güç kat sayısı elde eden bilgisayar ve açık modüler kontrollü uygun maliyetli bir sistem tasarlamışlardır.

Son senelerde birçok işletmede, binalarda, okullarda, mağazada ve alışveriş merkezlerinde güç kalitesi izleme sistemleri oluşturulmaktadır. Günümüzde evlerde de

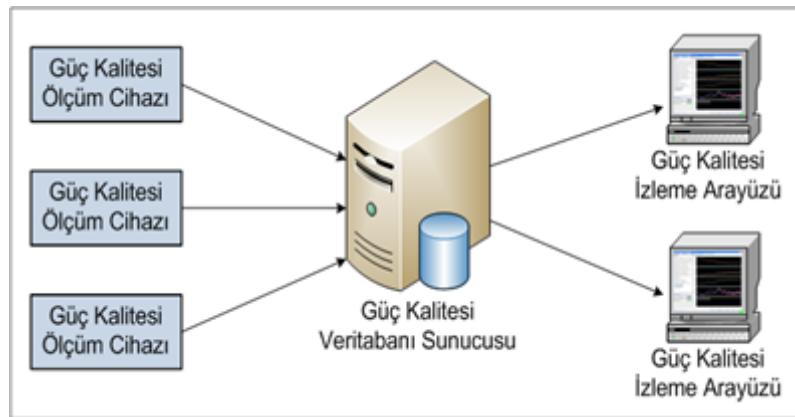
enerji izleme sistemleri kullanılmaya başlanmıştır [Dorsey ve Siewiorek, 2002]. Elektrik enerjisi, en temel enerji kaynaklarından biridir. Devletlerin sosyal yapısını ve ekonomik düzeyini önemli derecede etkileyen etmenler arasında yer almaktadır. Elektrik enerjisinin üretilmesi, iletilmesi, tüketimi ve sunumu enerjinin takibini gerekli kılmaktadır [Nagata, 2006].

Söz konusu kaynaklara bakıldığında kısaca şu hususlara önem verildiği gözlemlenmektedir.

- * Kesici ve ayırıcıların kablosuz takibi,
- * Harmoniklerin yapay sinir ağları ile tahmini,
- * İşletmedeki anlık çalışma koşullarının bilgisayar üzerinden izlenmesi ve
- * Enerji sistemlerinin izlenmesi ve otomatik kontrolü, kayıplarının azaltılması, kazancının artırılması ve daha verimli hale gelmesi sağlanmalıdır.

4.2. Genel Bir Güç Kalitesi İzleme ve Analiz Sistemi Mimarisi

Genel bir güç kalitesi izleme sistemi temel olarak güç kalitesi ölçüm cihazından alınan değerlerin saklandığı bir veri merkezi ve tüketiciler için oluşturulmuş ara yüzden meydana getirilmektedir [Küçük, 2011]. Şekil 4.1’de genel bir güç kalitesi izleme ve analiz sistemi mimarisi verilmiştir.



Şekil 4.1 Genel bir güç kalitesi izleme ve analiz sistemi mimarisi

Bu kapsamda, oluşturulan güç kalitesi izleme sistemleri şu sıraya göre işlemektedir.

- * Ölçüm cihazları uygun noktalara monte edildikten sonra düzenli ve eş zamanlı olarak istenen değerler belirli bir çözünürlükte hesaplanır ve bu hesaplanan

değerler güç kalitesi veri tabanı sunucusuna gönderilir ve veriler ilgili veri tabanında saklanır.

* Güç kalitesi izleme arayüzü uygulamalarıyla da yetkili operatörlere gerekli değerler sunulur. Bu şekilde sunucuda oluşturulan veya oluşturulacak analiz değerlerine ulaşılabilir.

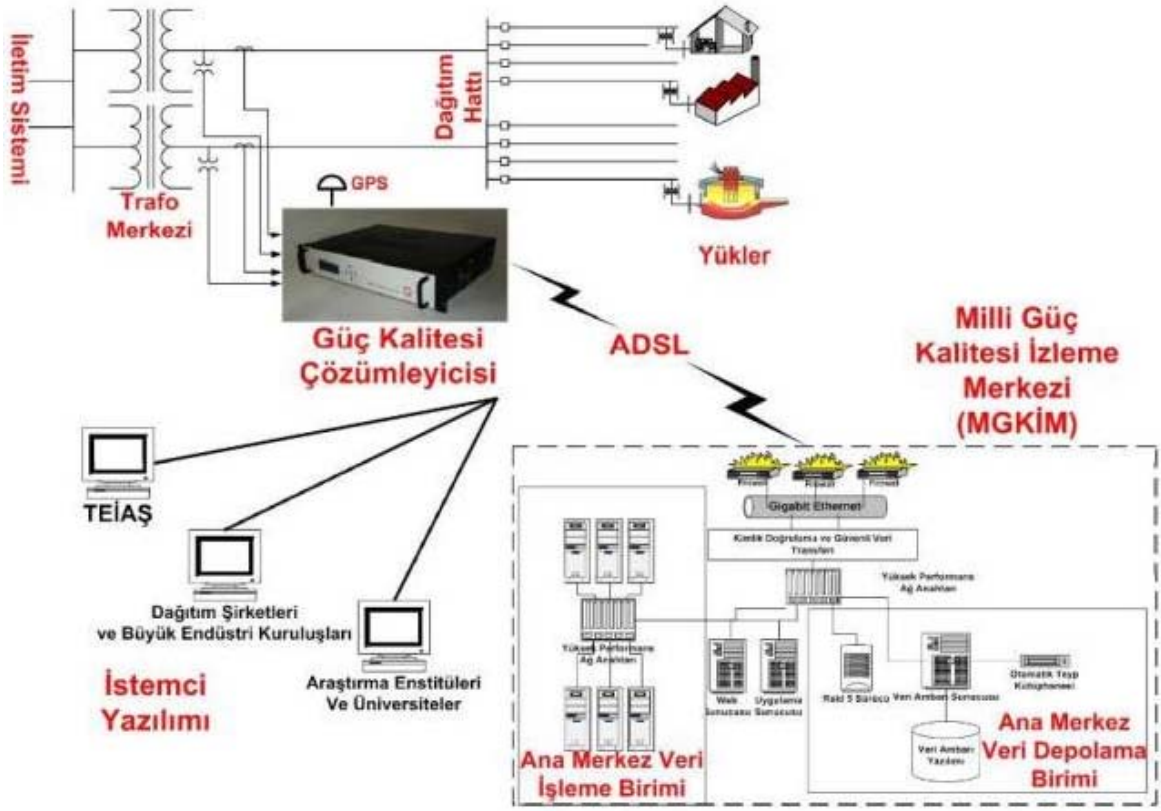
4.3. Bazı Uygulanmış Güç Kalitesi İzleme Sistemleri

Güç kalitesi izleme sistemleri incelendiğinde, bu sistemler genellikle üç bölümden oluşmaktadır. Söz konusu bölümler güç kalitesi ölçüm sistemi, veri işleme sistemi ve istemcidir. Aşağıda bazı uygulanmış güç kalitesi izleme sistemleri anlatılmıştır.

4.3.1. Güç Kalitesi Milli Projesi

Güç kalitesi milli projesi dünya çapında yapılmış önemli ve kapsamlı bir uygulamadır. Bu projedeki amaç ülke kaynaklarının kullanılarak güç kalitesinin izlenmesidir.

Bu projede, TÜBİTAK tarafından geliştirilmiş eşzamanlı ölçüm yapabilen çok amaçlı Milli Güç Kalitesi Monitörleri kullanılmıştır. Bu cihazlar Mobil Güç Kalitesi Ölçümleri neticesinde tespit edilen Türkiye İletim Sistemi'ndeki kritik noktalara bağlanmış, böylece bu noktalardaki Güç Kalitesi Parametreleri (Frekans, Kaynak Gerilimi ve Akımın Genliği, Gerilim Kırışması, Gerilim Dengesizliği, Akım ve Gerilim Harmonikleri), Güç Kalitesi Olayları (Gerilim Çukurları ve Tepeleri, Gerilim Kesintileri), ile Aktif ve Reaktif Güç Akışlarının gerçek zamanlı olarak ölçülüp analiz edilmesi sağlanmıştır. Şekil 4.2'de Türkiye elektrik iletim sistemi güç kalitesi izleme sisteminin genel yapısı gösterilmiştir [Gök ve Bilmez, 2009].



Şekil 4.2. Türkiye elektrik iletim sistemi güç kalitesi izleme sisteminin genel yapısı

4.3.2. Transformatör Merkezlerinin Uzaktan İzlenmesi ve Kontrol Edilmesi

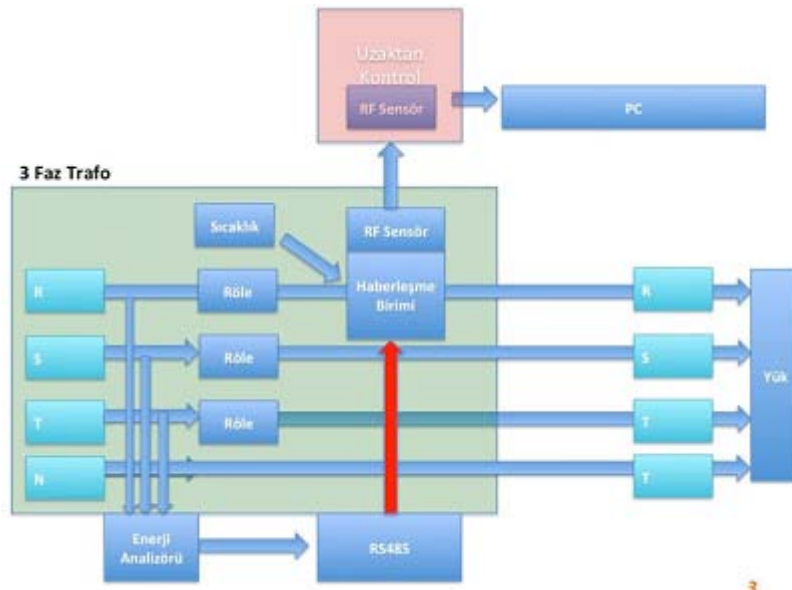
Şebekelerde genellikle enerjinin iletimi esnasında orta gerilim trafolarında arızalar meydana gelmektedir. Bu trafoların genellikle uzaklarda bulunması sebebiyle oluşan arızalara müdahaleler zaman almakta ve uygulanan müdahaleler manüel olmaktadır. Akıllı şebeke uygulamalarının günümüzde ilerlemesiyle söz konusu orta gerilim trafolarına müdahaleler uzaktan ve kısa zamanda olabilmektedir. Burada da bu şekilde yapılmış bir uygulama kısa olarak anlatılmıştır.

Günümüzde klasik trafo kontrol yöntemleri enerji verimliliği açısından uygun olmadığı için kullanılmamaktadır. Bu sebeple enerji iletim ve dağıtım şirketleri trafoların yük ve durum analizlerini daha etkin yapabilmek, kontrollerini daha hızlı sağlayabilmek amacıyla yeni kontrol sistemleri oluşturmaktadırlar. Bu kapsamda uzaktan kontrol sistemlerinde yaygın olarak SCADA sistemleri kullanılmaktadır. Böylece merkezi bir noktadan geniş bir alana yayılmış trafoların anlık olarak izlenmesi ve güvenli, ekonomik ve emniyetli olarak çalışabilmesi sağlanmış olur. Burada ise kontrol için SCADA sistemleri ile beraber kullanılan PLC yerine mikro işlemciler, haberleşme sisteminde ise

fiber optik, uydu ve telsiz yerine, radyo frekansı (RF) modülü kullanılmıştır [Derin vd., 2011].

Bu uygulamada trafolarla ait güç kalitesi ve diğer değerlerin bilgilerini uzaktan takip ve kontrol etmeye yarayan, donanım ve yazılımdan oluşan bir devre yapılmıştır. Bu devrede, giriş gerilimi 220V, çıkış gerilimleri 12V/24V olan, 3 adet bir fazlı trafolar kullanılmıştır. 3 fazlı trafo 3 adet bir fazlı trafo birleştirilerek oluşturulmuştur. Primer tarafta trafoların nötrleri birleştirilip, fazlarına da sırayla R-T-S uygulanmıştır. Yine sekonder tarafta da nötrler birleştirilip, ortak bir nötr elde edilmiştir. Bu durumda sekonderde 24V çıkış kullanıldığında 42V, 12V çıkış kullanıldığında ise 21V elde edilmektedir.

Bu uygulamada trafonun tüm anlık değerleri MPR-63 güç analizörü ile bilgisayar ortamında izlenebilmektedir. Bu güç analizörü sayesinde trafonun faz-nötr gerilimi, faz-faz gerilimi, akım değerleri, görünür güç değerleri, toplam güç değerleri, toplam güç faktörü, gerilim harmonikleri, akım harmonikleri, frekansı, vb. gibi trafoya ait tüm bilgiler tasarlanan arayüz ile uzaktan izlenmekte ve anlık değerler kayıt altına alınmaktadır. Kontrol devresinde transformatör R,S,T fazları, röleler ile kontrol edilmektedir. Bu röleler fazlardaki aşırı akım, faz arızaları ve aşırı ısınma gibi durumlarda trafoyu uzaktan devreye alıp, devreden çıkarma işlemi yapmaktadır. Oluşturulan transformatör uzaktan izleme ve kontrol sisteminin tek hat şeması Şekil 4.3’de görülmektedir.

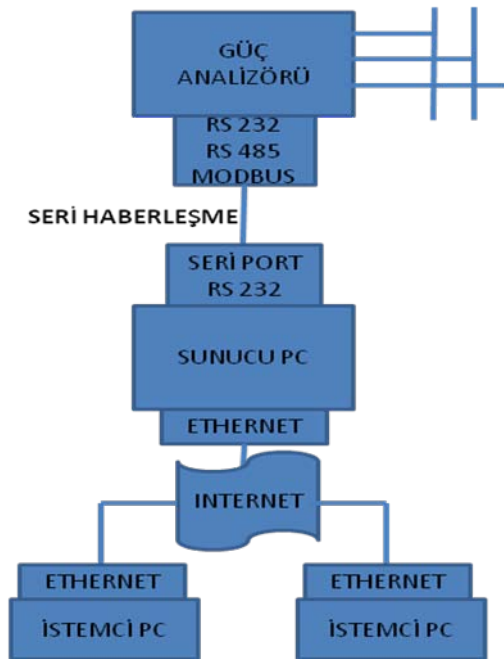


Şekil 4.3. Transformatör uzaktan izleme ve kontrol sisteminin tek hat şeması

4.3.3. İnternet Tabanlı Güç Kalitesi İzleme Sistemi

Bu proje, piyasada bulunan herhangi bir güç analizörü ve internetin avantajlarını da kullanarak bir prototip izleme sistemi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılan çalışma sayesinde kullanıcılar sistemi istedikleri yer ve zamanda kontrol edebilme olanağına erişebilmektedir [Tan vd., 2011].

Sistem, güç analizörünün ölçtüğü değerlerin internet bağlantısı olan bir bilgisayar tarafından izlenmesi ve değerlendirilmesi mimarisiyle çalışmaktadır. Sisteminin çalışma mantığının blok diyagramı Şekil 4.4'de görüldüğü gibidir. Sistem sunucu ve istemci bilgisayarları için gerçekleştirilen 2 ayrı programla çalışmaktadır. Programlar Visual Basic ve MSSQL aracılığıyla oluşturulmuştur. Güç analizörünün ölçtüğü değerler güç analizöründen seri port (RS232) bağlantısıyla alınmaktadır. Alınan veriler; ayarlanan alarm durumları ve gerekli programlamalar için değerlendirilmekte, veritabanına kaydedilmekte ve aynı zamanda ekranda hem değer hem de grafiksel olarak gösterilmektedir. İstemci bilgisayarları için gerçekleştirilen programda ise sunucu bilgisayarında çalışan veri tabanı sunucusuna internet üzerinden erişilerek en son kaydedilen değerlerin veri tabanından alınıp ekranda değer ve grafiksel olarak gösterimi sağlanmaktadır. Ayrıca herhangi bir durum meydana geldiğinde yapılan program sayesinde ekranda alarm uyarıları ile kullanıcıya bildirilmektedir.



Şekil 4.4. Sistemin blok diyagramı

5. PIC İLE ŞEBEKE GERİLİMİNİN İZLENMESİ

Şebeke hatlarının iyi tasarlanamaması, yeterli ve düzgün yapılamaması gibi nedenlerden dolayı şebekeler dengesiz yüklenebilmekte veya bu sebeplerden dolayı yükten çıkma durumu oluşabilmektedir. Enerji şebekelerinin dengesiz bir şekilde yüklenip veya yükten çıkması durumunda şebekede bir gerilim değişimi meydana gelmektedir. Özellikle bu durum sanayinin çok olduğu bölgelerde çok olmaktadır. Bu sebeple söz konusu durum ev ve sanayideki birçok alıcı için tehlikeli olmakta, alıcıların çalışamayacak duruma gelmesine ve hatta arızalanmalarına sebep olmaktadır.

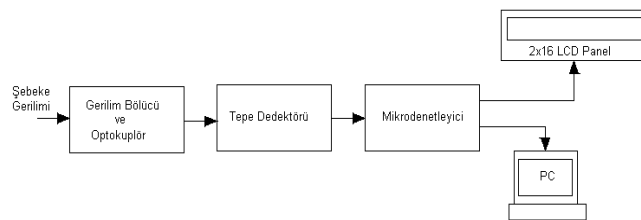
Yaptığım çalışmada, PIC ile şebeke geriliminin değişim değerleri istatistiksel veri tabanı oluşturularak kaydedilmekte ve bu elde edilen değerler ile arızalanan bir cihaz var ise bunun nedeni hakkında fikir yürütülebilmektedir.

PIC ile şebeke gerilimi izleme devresi iki temel kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım tepe dedektörü ve ikinci kısım ise PIC mikrokontrolör devresidir.

Birinci kısım; tepe dedektörü bu kısım iki adet OPAMP, bir Optokuplör ve gerilim bölücü direnç devresinden oluşmuştur. Şebeke gerilimi, gerilim bölücü dirençler ile Optokuplöre uygulanır. Optokuplörün çıkışı da tepe dedektörü devresine bağlanmıştır. Bu kısımda girişteki gerilimin tepe değeri yakalanır ve tutulur. Oradan da mikrokontrolör devresine aktarılır.

İkinci kısım; PIC devresi, LCD panel, kontrol butonları, ikaz LED'leri ve bilgisayara seri bağlantı sağlayan konektörden oluşur. Birinci kısımdan gelen analog sinyal dijitale çevrilir. Eğer gerilim değeri sınırı aşmışsa saat ve dakika ile PIC'in içindeki EEPROM'a kaydedilir. Butonlar yardımı ile kaydedilen değerler LCD ekrandan okunabilir veya seri porttan bilgisayara gönderilir. Bilgisayarda Hyper Terminal programı ile gelen veriler alınır ve bilgisayara kaydedilir.

PIC ile şebeke gerilimi izleme devresinin blok diyagramı Şekil 5.1'de ve oluşturulan devrenin açık devre şeması Şekil 5.2'de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.1. PIC ile şebeke gerilimi izleme devresinin blok diyagramı

6. DENEY SETİ VE PIC PROGRAMI

Bu bölümde, yapmış olduğum elektrik şebeke gerilim değişimlerinin belirlenmesi için mikroişlemci tabanlı izleme sisteminin deney seti ve yazdığım PIC programından bahsedilmiştir. Burada bahsedilen konular yapılan projenin tüm detaylarını kapsamaktadır.

6.1. Deney Setinde Kullanılan Elemanlar

6.1.1. Optik Yalıtıcılar

Optokuplör kelime anlamı olarak optik kuplaj anlamına gelir. Kuplaj bir cihaz içinde bulunan iki ayrı elemanın birbirinden fiziksel olarak ayrılması ancak sinyal alışverişinin devam etmesi olayıdır. Elemanlar arası iletişim manyetik veya optik olabilir. Optokuplörün tepki süresi o kadar küçüktür ki Megahertz düzeylerinde veri iletmek için kullanılabilirler [MEGEP, 2007].

Optokuplörler yapı bakımından;

1. Foto diyot,
2. Foto transistör,
3. Foto tristör,
4. Foto triyak olarak sıralanabilir.

6.1.1.1. Optokuplörlerin Çalışma Prensibi

Optokuplör üzerinden akım geçirildiğinde giriş ucunda bulunan led diyot ışık yayar, yayılan ışık sayesinde çıkış ucunda bulunan foto eleman iletime geçer. Bu çalışma mantığı ile optokuplörler iletime geçmiş olur. Foto eleman olarak diyot, transistör, tristör ve triyak kullanılmaktadır. Foto diyot kullanıldığında led diyottan yayılan ışığın şiddeti arttıkça diyot iletime geçer ve ışık şiddetiyle orantılı olarak diyot üzerinden geçen akım artar. Optokuplörde foto transistör kullanıldığında beyz yüzeyine düşen ışığın şiddeti artmaya başladıkça emiter-kollektör arası iletime geçerek istenen bir elemanın kontrolü sağlanabilir. Optokuplörde foto tristör kullanıldığında ise geyt yüzeyine düşen ışığın şiddeti artmaya başladıkça anot-katot arası iletime geçerek akım geçişine izin verir.

Optokuplörde foto triyak kullanıldığında ise geyt yüzeyine düşen ışığın şiddeti artmaya başladıkça A1-A2 arası akım geçişine açılır. Örneklersek, 12V'luk ve 220V'luk gerilim bulunduğu devrelerde bu gerilimlerin ayrı tutulması için optokuplör kullanılır. Bu şekilde farklı akım değerleri birbirinden izole edilmiş olur.

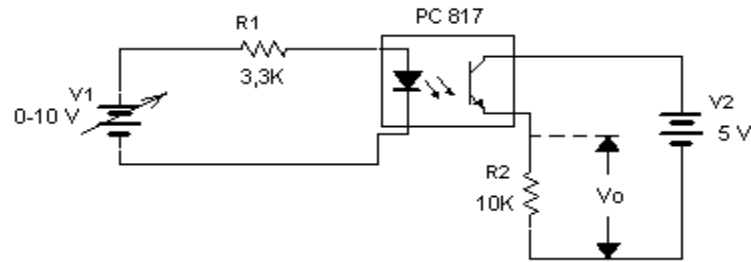
6.1.1.2. Devrede Kullanılan Optokuplörün Özellikleri

Bu projede Sharp firmasının üretmiş olduğu PC817 optokuplörü kullanılmıştır. Bu optokuplöre ait karakteristik özellikler Tablo 6.1 de sunulmuştur.

Tablo 6.1. PC817'nin karakteristik özellikleri

İleri yön akımı I_F (mA)	İzolasyon voltajı (AC) (V_{rms})	V_{CEO} (V)	Akım transfer oranı		Cevap Zamanı	
			CTR (%) min.	I_F (mA)	t_r (μ A) TYP.	R_L (Ω)
50	5,000	35	60	5	4	100

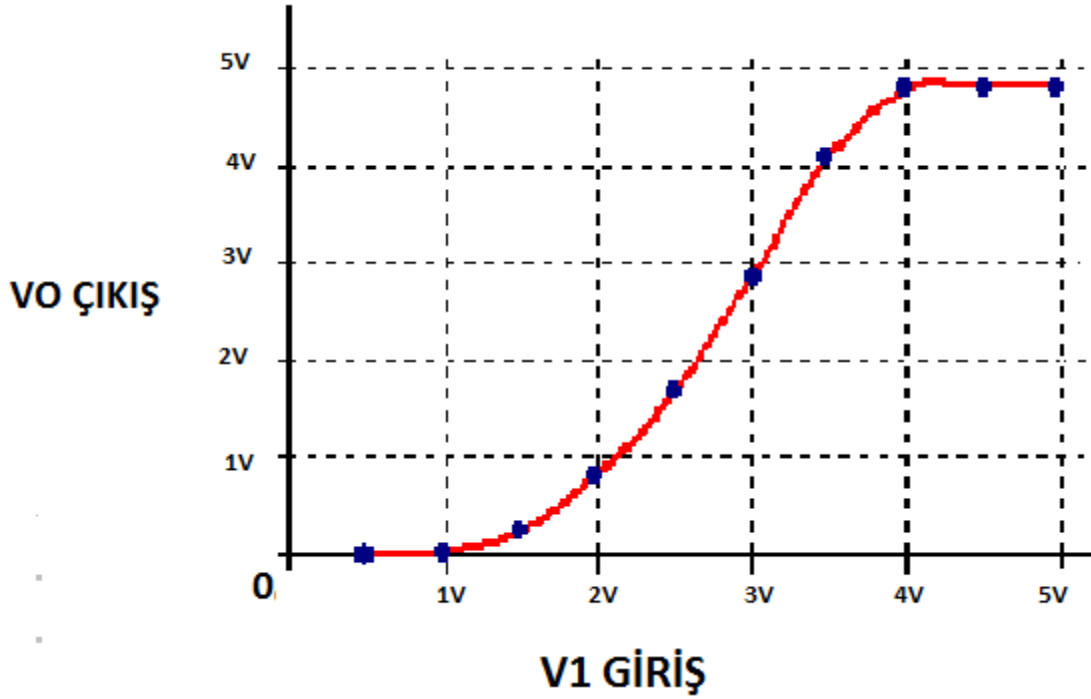
Bu optokuplörün giriş akımı ile çıkış akımı arasındaki ilişkiyi görebilmek için Şekil 6.1'deki devre yapılmıştır. Burada V1 giriş gerilimi değiştirilerek transistörün emiterine bağlı R2 direnci üzerindeki gerilimler ölçülmüştür. Ölçüm sonucu alınan değerler Tablo 6.2'ye kaydedilmiş ve daha sonra elde edilen değerlerle Şekil 6.2'deki karakteristik eğri çizilmiştir.



Şekil 6.1. Optokuplörün giriş ve çıkış akımı arasındaki bağıntıyı gösterir devre

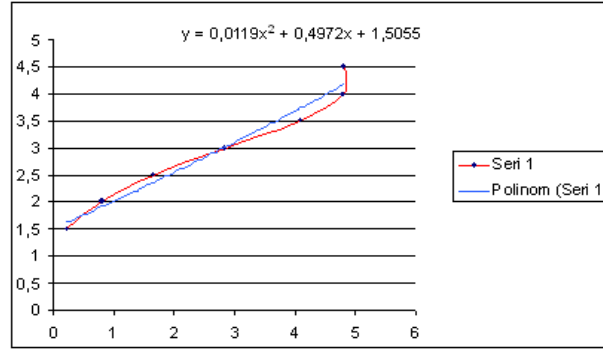
Tablo 6.2. Optokuplör giriş ve çıkış gerilimleri

Giriş Gerilimi (V1)	Çıkış Gerilimi (Vo)
0,48V	0V
1V	0,01V
1,5V	0,23V
2V	0,8V
2,5V	1,67V
3V	2,85V
3,5V	4,1V
4V	4,79V
4,5V	4,82V
4,98V	4,83V



Şekil 6.2. Optokuplörün karakteristik eğrisi

Yukarıda elde edilen egride de görüldüğü gibi optokuplörün giriş ile çıkış gerilimi arasındaki ilişki doğrusal değildir. Söz konusu eğrinin denklemi bulunarak PIC programına yazılır çıkış gerilimi ile giriş gerilimi değerleri hesaplanır. Denklemi bulmak için EXCEL programı kullanılmıştır. EXCEL programında oluşturulan optokuplör karakteristik eğrisine ait grafik ve denklem Şekil 6.3'deki gibidir.



Şekil 6.3. Optokuplörün karakteristik eğrisinin denkleminin bulunması grafiği

Grafikteki kırmızı eğri asıl eğri, mavi olan ise EXCEL programı tarafından denklemin elde edilebilmesi için uyarlanmış eğridir. Burada ikinci derece denklem kullanılmıştır. Bunun sebebi ise daha yüksek dereceli denklemlerin Pic Basic Pro'da hesaplanmasının zor olmasıdır.

Ortaya çıkan denklem,

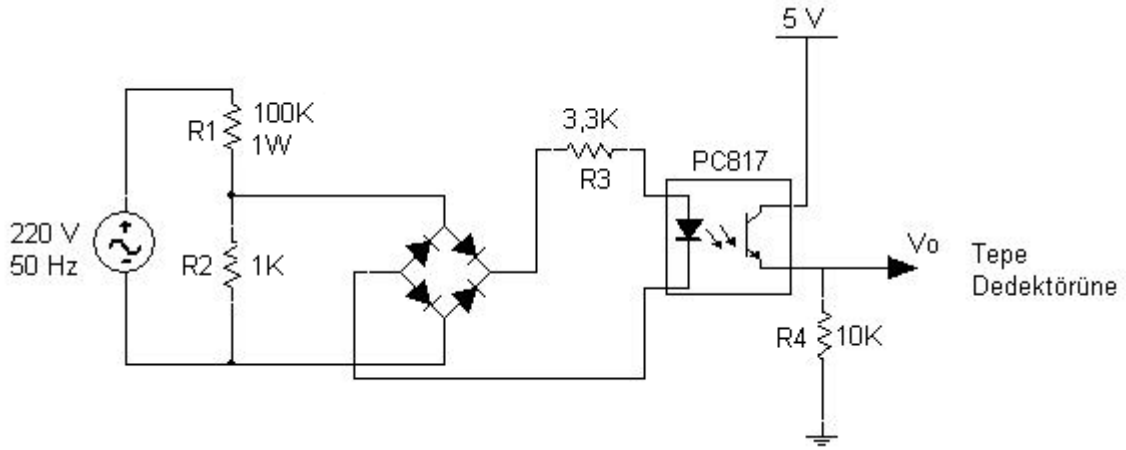
$$VI=0,0119V0^2 + 0,4972V0 + 1,5055 \text{ olarak elde edilmiştir.} \quad (6.1)$$

Şebeke gerilimi, Şekil 6.4'de oluşturulan gerilim bölücü, optokuplör devresinde bulunan gerilim bölücü direnç devresi tarafından tepe değeri 3 Volt olan gerilime değerine düşürülür. Söz konusu gerilim değeri köprü diyot tarafından doğrultularak optokuplöre uygulanır. Diyot uçlarındaki gerilim düşümleri çıkarıldığı zaman R_3 direncinin uçlarında yaklaşık olarak 1,6 Volt gerilim düşümü oluşur. Bu gerilim değeri de aşırı gerilim için alt sınır olarak değerlendirilen değere karşılık gelmektedir. Optokuplörün LED'inden geçen akım transistorü tetikleyerek 10 K Ω 'luk direnç üzerinden akım geçmesine neden olur. Akım geçen direnç üzerinde bir gerilim meydana gelir. Bu oluşan gerilimle şebeke gerilimi arasında bir oran vardır. Meydana gelen bu oran, gerilim bölücü direnç devresinde ki dirençlerin oranı ile optokuplörün giriş çıkış gerilimleri arasındaki denklem tarafından belirlenir.

Gerilim bölücü devredeki dirençlerin oranına KD dersek,

$$KD=R1/R2=100000/1000 =100 \text{ olur.} \quad (6.2)$$

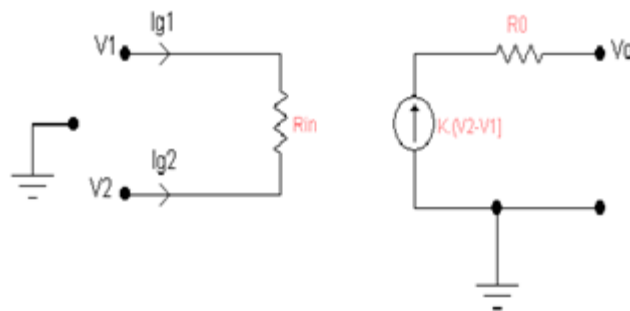
Bu katsayı optokuplör denklemi ile çarpılarak, optokuplörün çıkış geriliminden şebeke gerilimi bulunur.



Şekil 6.4. Gerilim bölücü ve optokuplör devresi

6.1.2. Operasyonel Amplifikatör

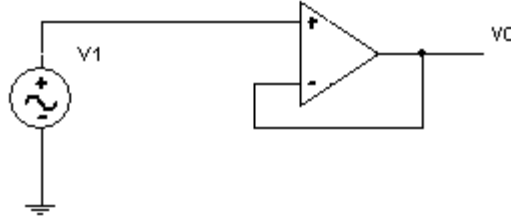
Operasyonel Amplifikatör (OPAMP) Türkçe anlam olarak işlemsel kuvvetlendirici anlamına gelmekte ve doğrusal kuvvetlendirici devrelerinin temelini oluşturmaktadır. Opamplar, akım-gerilim ve gerilim-akım dönüştürücü olarak da kullanılırlar. Bu dönüştürücüler aslında, herhangi bir formda aldıkları sinyali değişik bir forma çeviren transdüserlerdir. Opamplar çeşitli devrelerde matematiksel işlemleri çözmek için de kullanılmaktadır, bu devrede de çarpma, toplama ve integral alma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Aşağıda Opamp'ın düşük frekanstaki eşdeğer devresi Şekil 6.5'de verilmiştir [URL-1, 2012].



Şekil 6.5. Opamp'ın düşük frekanstaki eşdeğer devresi

6.1.2.1. Opamp'ın Gerilim İzleyici Olarak Kullanılması

Yaptığım devrede kullandığım opampın sonsuza yaklaşan giriş direnci ve sıfıra yaklaşan çıkış direnci sayesinde Şekil 6.6'daki devre yardımıyla gerilim izleyicisi devresi gerçekleştirilir.

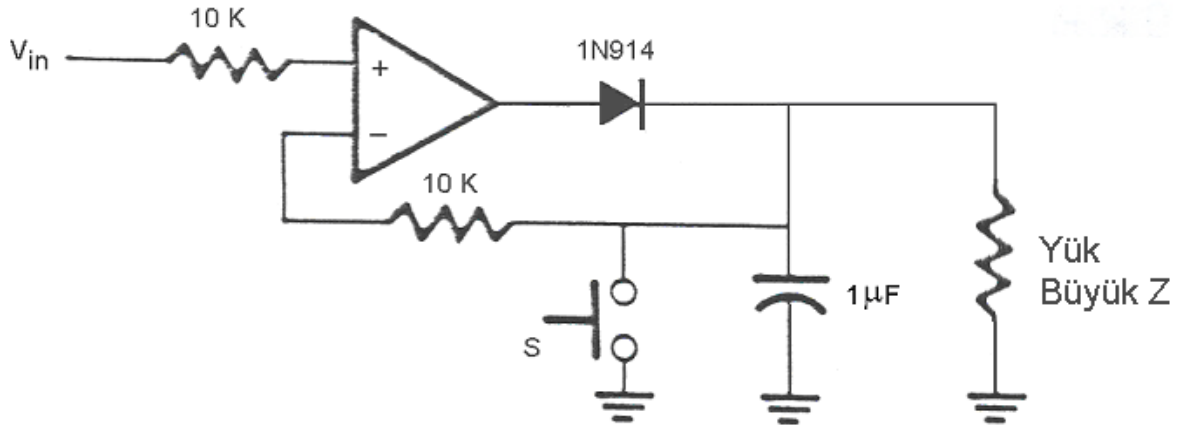


Şekil 6.6. Gerilim izleyici devresi

Gerilim izleyicisi olarak kullanılan opampın giriş direnci çok büyük olduğu için kendisinden önceki devreleri yüklemeyiz. Söz konusu izleyicinin çıkış direncinin çok küçük olmasından dolayı da kendisinden sonraki devre için ideal gerilim kaynağı gibi davranır. Bu sebeplerden dolayı gerilim izleyicisine, yalıtım amplifikatörü veya buffer adı da verilir.

6.1.3. Tepe Dedektörü

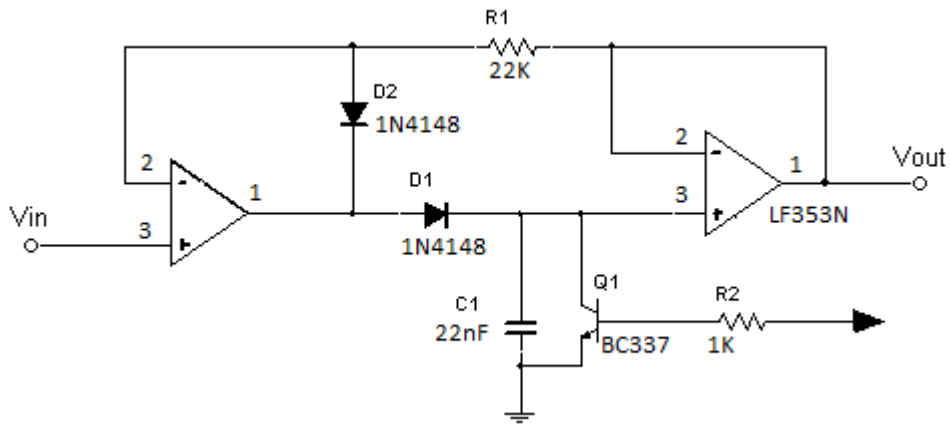
Tepe dedektörü, girişe uygulanan işaretin en yüksek değerini yakalayarak işlem yapmaktadır. Giriş işaretinin, bir periyodunun pozitif değerinin tutulup hatırlandığı bir devre Şekil 6.7'de verilmiştir. Klasik ölçüm aletleri, giriş işaretinin genellikle ortalama değerini veya bazı durumlarda RMS değerlerini ölçerler. Ancak tepe dedektörleri ise tüm giriş değerlerinin dalga şekline bakmaksızın en büyük değerini veya sadece bir giriş değerinin tepe değerini ölçerler [URL-2, 2012].



Şekil 6.7. Pozitif periyot tepe değeri tutucu devre

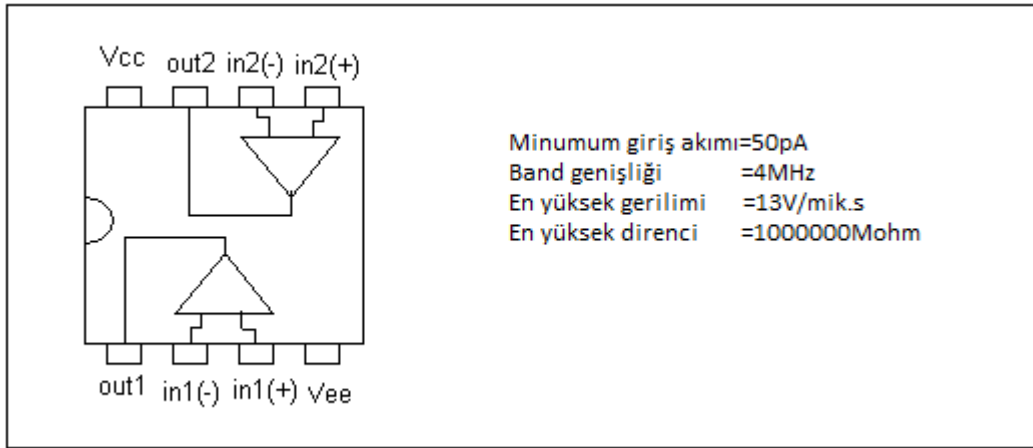
6.1.3.1. Devrede Kullanılan Tepe Dedektörü

Bu tezde kullanılan tepe dedektörü devresi Şekil 6.8’de gösterildiği gibidir. Bu devrede bulunan elemanların görevleri şu şekildedir. Opamplar gerilim takipçisi olarak kullanılmıştır. Kondansatör giriş geriliminin en yüksek seviyesine kadar dolmasını yani en yüksek seviyesinin yakalanmasını sağlar. 22KΩ’luk direnç opampların eksi girişlerinin arasına bağlanarak giriş uçlarının dengeye getirilmesi sağlamaktadır. Transistör kondansatöre paralel bağlanarak kondansatörün deşarj edilmesini sağlamaktadır. Ancak transistörün tetiklemesi mikrokontrolör aracılığıyla olmaktadır. Diyotlar, kondansatörlerin ters yönde boşalmasını engellemektedir. Tepe dedektörünün çıkışı ise mikrokontrolörün analog girişine bağlanarak analog sinyalin okunması sağlanır.



Şekil 6.8. Tepe dedektörü devresi

Bu devre $\pm 12V$ ile beslenmektedir. Giriş gerilimini optokuplörün çıkışına bağlı olan $10K\Omega$ luk direnç üzerinden almaktadır. Opamplar gerilim izleyici olarak çalıştıklarından girişlerindeki gerilim aynen çıkışlarında görülür. Kondansatör, birinci opampın çıkışındaki gerilimin tepe değerine şarj olur. Kondansatörün üzerindeki gerilim bilgisini almak için yine gerilim izleyici kullanılmıştır. Buradaki amaç kondansatörün istem dışı deşarjını önlemektir. Bilindiği gibi opamların giriş dirençleri oldukça yüksektir. Burada da LF353N entegresi kullanılmıştır. Bu entegre FET girişli olduğundan diğer opamlara nazaran daha yüksek giriş direncine sahiptir. Zaten gerilimin okunması çok kısa süreceğinden oluşacak azalmanın hiçbir önemi olmayacaktır. Devrede kullanılan LF353N entegresinin içyapısı ve karakteristik bilgileri aşağıdaki Şekil 6.9'da verilmiştir.

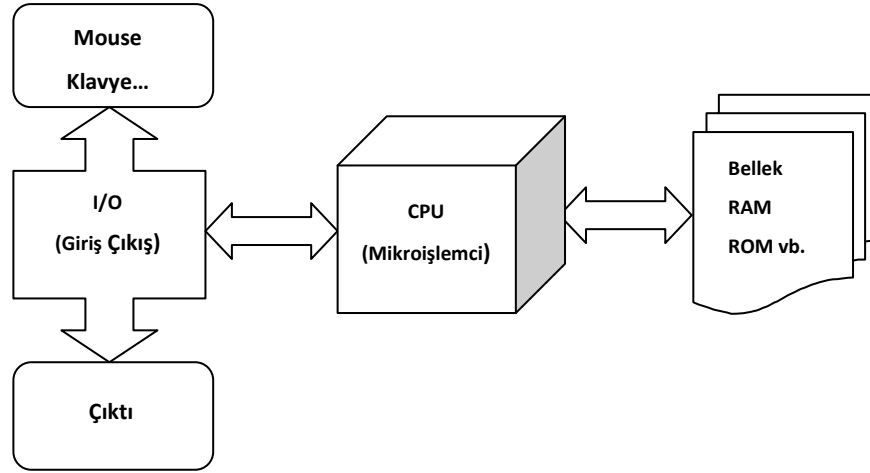


Şekil 6.9. LF353N entegresinin içyapısı

6.1.4. Mikroişlemciler ve PIC Mikrokontrolörlerine Ait Temel Bilgiler

6.1.4.1. Mikroişlemciler

Mikroişlemci ön hafızasına yazılan programı işleterek istenilen çıkışlara yönlendiren ve bilgisayarın kalbi olarak tanımlanan birimdir. Tek yongalı mikroişlemciler Şekil 6.10'da gösterildiği gibi üç kısımdan (CPU-Merkezi işlem ünitesi, I/O ve bellek) ve bunlara ek olarak bazı destek devrelerden oluşur. Her bir temel kısım en basitten en karmaşığa kadar çeşitlilik gösterir [Altınbaşak 2000].



Şekil 6.10. Mikroişlemci mimarisi

Giriş/Çıkış: Bir mikroişlemcinin dış dünyaya açılan kapısıdır. Giriş-çıkış hattından mikroişlemcinin sayısal, analog ve özel fonksiyonlarının alışverişi sağlanır.

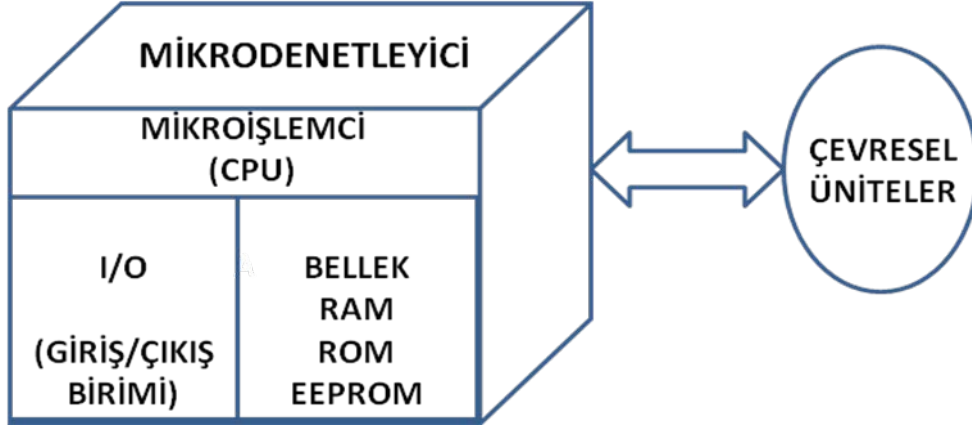
Merkezi İşlem Birimi: Sistemin 4,8,16,32... bitlik veri formatında çalışmasını sağlayan sistemin en temel unsurudur.

Bellek: Mikroişlemcinin yapısında en önemli yardımcı elemandır. Bellek komutları ve verileri kalıcı veya geçici olarak tutma özelliği bulunan elektronik elemandır.

Bir mikroişlemcide veri yolu, adres yolu ve denetim yolu olmak üzere genel olarak üç adet yol bulunur [URL-3, 2001].

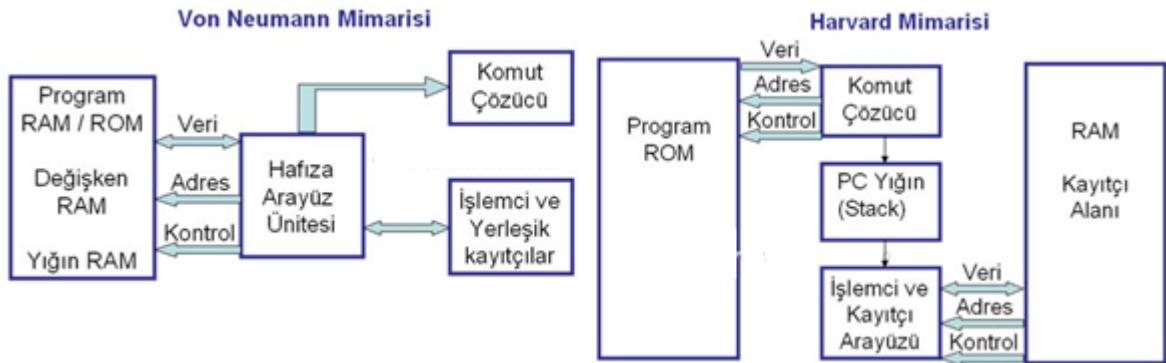
6.1.4.2 Mikrokontrolör

Bir mikroişlemcide bulunan RAM bellek ve I/O ünitesinin tek bir entegre içerisinde birleştirilerek üretilmesine mikrokontrolör (mikrodenetleyici) denir [URL-3, 2001]. Mikrokontrolör programlanabilme, bir programı depolayabilme ve daha sonrada bu programı kullanabilme özelliğine sahip tek bir cihazdan oluşan mini bir bilgisayardır. Bu kapsamda mikrokontrolörün temel bileşenleri Şekil 6.11’de sunulmuştur.



Şekil 6.11. Mikrokontrolörün temel bileşenleri

Mikrodenetleyici içerisinde yazılım olmadığı zaman bir işe yaramayan plastik malzemeden başka bir anlam ifade etmez. Ancak içerisinde yüklü bir yazılım olduğunda dış dünyaya kısa bir sürede sınırsız gerçek zamanlı cevap verebilir. Mikrokontrolörler hafıza organizasyonu bakımından iki mimariye sahiptirler. Bunlar Von Neumann ve Harvard mimarileridir. Von Neumann mimarisinde tümleşik tek, Harvard mimarisinde ise çift bellek bulunur. Söz konusu mimariler Şekil 6.12’de gösterilmiştir. Mikroişlemcili bir sistem tasarlandığında mikroişlemcinin yanı sıra hafızalar, giriş-çıkış birimi ve buna benzer birçok sistem kullanılmaktadır. Bu karışık sistemin hem üretilmesi ve oluşturulması zordur hem de maliyeti oldukça pahalıdır. Mikrodenetleyicilerde sistemin çalıştırılabilmesi için yalnızca bir mikrokontrolör ve osilatör devresi yeterlidir. Sistemde gerekli olan ön bellek ve giriş-çıkış birimi mikrokontrollerün içindedir.



Şekil 6.12. Mikrokontrolör hafıza mimarileri

6.1.4.3 PIC Mikrokontrolörlerine Giriş

PIC İngilizce Peripheral Interface Controller cümlesindeki kelimelerin baş harflerini almış ve Mikrochip firması tarafından üretilen bir mikrodenetleyicidir. PIC çevresel üniteler adı verilen lamba, motor, röle, ısı ve ışık sensörü gibi giriş-çıkış elemanların denetimini çok hızlı olarak yapabilecek şekilde dizayn edilmiş bir entegre devredir. RISC mimarisi adı verilen bir yöntem kullanılarak üretildiklerinden bir PIC'i programlamak için kullanılacak olan komutlar oldukça basit ve sayı olarak da azdır. RISC mimarisinin temel özelliği daha basit olması ve daha az komut içermesidir [Altınbaşak, 2000]. Bu kapsamda, yaptığımız devrede PIC kullanılmasının nedenleri şunlardır:

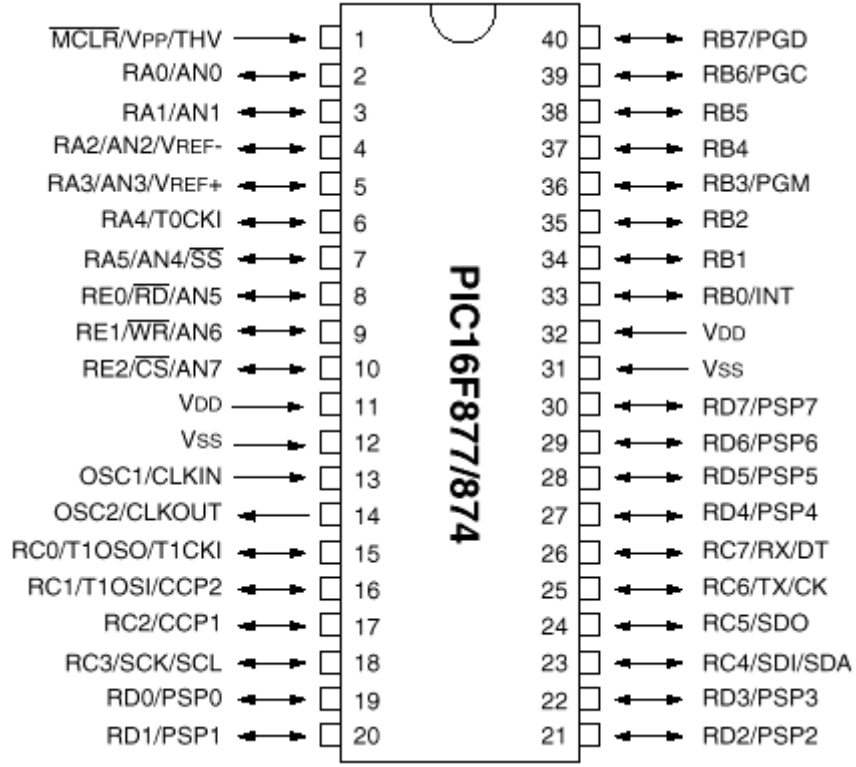
- * Lojik uygulamalarının hızlı olması,
- * Türkiye'de ve dünyada fiyatının oldukça ucuz olması,
- * 8 bitlik mikrokontrolörler olması, bellek ve veri için ayrı yerleşik veri yollarının kullanılması,
- * Veri ve belleğe hızlı olarak erişimin sağlanması,
- * Basit donanımlarla programlanabilmesi,
- * Diğer mikrodenetleyicilere göre veri ve programı taşıyan bir tek veri yolunun bulunması PIC'in iki kat daha hızlı olmasını sağlar,
- * Herhangi bir ek bellek veya giriş-çıkış elemanı gerektirmeden 2 kondansatör ve bir direnç ile çalışabilmeleri,
- * Yüksek genlik modülasyonunda çalışabilme özelliği,
- * Standby konumunda çok düşük akım çekmesi,
- * İnterrupt kapasitesi ve 14 bit komut işlemi kapasitesine sahip olma,
- * Kod sıkıştırma özelliği ile aynı anda birçok işlem gerçekleştirebilmesi PIC mikrodenetleyicileri çeşitli özelliklerine göre PIC16C6X, 16C7X, 16C5X gibi gruplara ayrılabilmesi nedeniyle kullanılmıştır.

PIC 16F877'nin bu devrede kullanılması, belki de en çok kullanılan PIC işlemcisi olan 16F84'ten sonra kullanıcılara yeni ve gelişmiş olanaklar sunmasıyla hemen göze çarpmasıdır. Tablo 6.3'de 16F877 ve 16F84 işlemcilerinin kıyaslaması bulunmaktadır.

Tablo 6.3. 16F877 ve 16F84 işlemcilerinin kıyaslaması

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma Hızı	DC - 20MHz	DC - 10 MHz
Program Belleği	8Kx14 Word Flash ROM	1Kx14 Word Flash ROM
EEPROM Veri Belleği	256 byte	64 byte
Kullanıcı RAM	368x8 byte	68x8 byte
Giriş/Çıkış Port Sayısı	33	13
Timer	Timer0,Timer1,Timer2	Timer0
A/D Çevirici	8 kanal 10 bit	YOK
Capture/Comp./PWM	16 bit Capture 16 bit Compare 10 bit PWM çözünürlük	YOK
Seri Çevresel Ara Yüz	SPI (Master) ve I2C (Master/Slave) modunda SPI portu (senkron seri port)	YOK
Paralel Slave Port	8 bit, harici RD, WR ve CS kontrollü	YOK
USART/SCI	9 bit adresli	YOK

16F877 işlemcisini 16C6X ve 16C7X ailesinin tüm özelliklerini bulundurması nedeniyle kod geliştirmede de ideal bir çözüm olarak gündeme getirmekte. Konfigürasyon bitlerine dikkat etmek şartıyla C6X veya C7X ailesinden herhangi bir cihaz için oluşturulan kod genellikle hiçbir değişikliğe tabi tutulmadan F877'e yüklenebilir ve yapılan çalışma denenebilir. Ayrıca F877, 16C74 ve 16C77 işlemcileriyle de birebir bacak uyumludur. Şekil 6.13'de 16F877'nin bacak bağlantıları gösterilmektedir.



Şekil 6.13. 16F877'nin bacak bağlantıları

6.2. Program

Bu tezde mikrokontrolörü programlamak için PicBasicPro programlama dili tercih edilmiştir. Bu dilin tercih edilmesinin nedeni daha basit, kısa ve anlaşılır olmasıdır. Bu bölümde bu çalışmada yazılan programın çalışması anlatılacak ve komutların işlevleri hakkında bilgi verilecektir.

Program temel olarak saat, analog-dijital çevirici, EEPROM'a yazma ve okuma, LCD ve seri iletişimden oluşmaktadır. Saat kısmı için TMRO kesmesi kullanılmıştır. Bu dâhili komut saykılını referans alır. Bir komutun işlemesi için geçen süreyi sayar ve saniye, dakika ve saati uygun şekilde işletir. Devrede kullanılan 16F877 entegresinde dâhili olarak 10 bit genişliğinde analog-dijital çevirici vardır. Programda da kullanılmıştır. Bunun için ilgili registerdan porta'nın girişleri analog olarak ayarlanır ve diğer ayarlarla mikrokontrolörün bu özelliği kullanılır. Devrede okunan analog değerler dijitale çevrildikten sonra, belirlenen sınırı aşmışsa EEPROM'a yazdırılır. Daha sonra bu değerler LCD göstergeden okunmak istenirse B1 butonuna basılarak veri EEPROM'dan okunur ve LCD'ye gönderilir. Bilgileri bilgisayara aktarmak için ise B2 butonu kullanılır. Butona her

basıldığında bir gerilim değeri ve bununla birlikte saat ve dakika bilgisi seri porttan bilgisayara gönderilir. Programda saat ve dakika butonlarla ayarlanabilir.

Bu devre için yazılan program EK'te bulunan CD'de yer almaktadır. Programda ilk olarak bazı ayarlamalar yapılmıştır. Bunlar seri iletişim, LCD, analog-dijital çevrimi, TMRO kesmesi ve portların konfigürasyonlarıyla ilgilidir. Şimdi bunları teker teker anlatalım.

include "MODEDEFS.BAS" Bu komut satırı ile seri modlar programa dahil edilir.

```
define ADC_BITS      8  
define ADC_CLOCK    3  
define ADC_SAMPLEUS 50
```

Yukarıdaki komut satırları ile analog-dijital çevrimi ile ilgili ayarlamalar yapılır. **Define ADC_BITS 8** komut satırı ile analog-dijital çevirme işleminin sonucu 8 bit olarak ayarlanır. **Define ADC_CLOCK 3** satırı ile osilatör RC olarak ayarlanır. **Define ADC_SAMPLEUS 50** ile de örnekleme süresi 50 µs olarak ayarlanır.

```
define LCD_DREG PORTD  
define LCD_DBIT  4  
define LCD_RSREG PORTE  
define LCD_RSBIT 0  
define LCD_EREK PORTE  
define LCD_EBIT  1  
define LCD_BITS  4
```

Bu komut satırları da LCD ile iletişim kurmak için yapılan ayarlardır. **Define LCD_DREG PORTD** ile veri gönderilmesi portd'den yapılır. **Define LCD_DBIT 4** ile data bitlerin başlangıcı 4. bit olarak belirlenir. **Define LCD_RSREG PORTE** ile register seçme portu porte olarak ayarlanır. **Define LDC_RSBIT 0** burada register seçme biti 0 olarak ayarlanmıştır. **Define LCD_EREK PORTE** bu ifade ile LCD enable portu, porte olarak ayarlanmıştır. **Define LCD_EBIT 1** LCD enable biti 1 olarak belirlenir. **Define LCD_BITS 4** burada da veri yolu bit sayısı 4 olarak ayarlanır.

Aşağıdaki komut satırlarında programda kullanılan değişkenler ile bunların nerede ne amaçla kullanıldığı anlaşılmıştır.

adsonucvar byte analog dijital çevirme işlemi sonucunun yazılacağı değişken. Analog çevirme işleminin sonucu 8 bit olarak ayarlandığından bu değişken de byte olarak atanmıştır.

b var byte EEPROM'a yazılan analog çevrim sonucunun oradan okunduktan sonra yazılacağı değişken. Bu da byte olarak belirlenmiştir.

d var word

d1 var word

d2 var word

d3 var word

d4 var word

d5 var word

d6 var word d.....d6 değişkenleri EEPROM'dan okunan A/D çevrim değerinin hesaplanabilmesi için gerekli olan değişkenlerdir. Bu hesaplama okunan gerilim değerinin şebekede kaç volta karşılık geldiğini belirleme için gereklidir. Bu kadar çok değişken kullanılmasının nedeni ise mikrokontrolöre daha sağlıklı bir hesap yaptırabilmek içindir. Aksi halde PIC hesaplamayı bizim istediğimiz şekilde yapmayabilir. Bütün hesaplama tek seferde değil adım adım yapılmıştır. Hesaplar sonucunda ortaya çıkan değerler büyük olduğundan 8 bit ile ifade edilemezler. Bu yüzden değişkenler word olarak atanmıştır.

a1 var byte değerleri EEPROM'a yazmak için atanan adres değişkeni.

saat var byte

dakikavar byte

saniye var byte

tick var word bu değişkenler saat programı içindir.

güncelle var byte LCD'deki saat değerlerinin yenilenmesi için gerekli değişken.

i var byte butonların ark söndürmesi için yazılan alt programın değişkeni.

esaat var byte

edakika var byte EEPROM'dan okunan saat ve dakika değerlerinin yazılacağı değişkenler.

trisd=%00001111 burada PORTD'nin ilk 4 biti giriş, diğer 4 biti ise çıkış olarak yapılandırılmıştır.

trisa=%11111111 PORTA'nın bütün pinleri giriştir.

trisb=%00001110 PORTB'nin 1.4.5.6 ve 7. pinleri çıkış, 1.2. ve 3. pinleri ise giriş olarak yapılandırılmıştır.

adcon1=%00000100 bu komut ile A portunun giriş olarak atanan tüm pinleri analog giriş olarak atanmıştır. Bu register hakkında daha fazla bilgi edinmek için 16F877'nin datasheet'ine bakınız.

low porte.2 bu komut satırı ile LCD yazma registeri seçilmiştir.

pause 100 burada LCD'nin hazır hale gelmesi için 100 mS beklenir.

saat=0

dakika=0

saniye=0

tick=0

guncelle=1

portd=0

PORTB=0

a1=0 yukarıdaki satırlar ile değişken ve portlar sıfırlanmıştır.

OPTION_REG.5=0 Bu satırda OPTION_REG yazmacının 5. biti ile TMRO kesmesi dahili komut döngüsünden tetiklenmektedir.

INTCON=\$a0 burada INTCON yazmacının 7.ve 5. bitleri aktif edilerek TMRO kesmesi etkinleştirilmiştir. 7. bit genel kesmelerin geçerli olması için, 5. bit ise TMRO kesmesinin geçerli olması için aktif yapılmalıdır.

On interrupt goto tickint bu komut satırı ile kesme olduğunda program sayıcının kesme alt programına gitmesi sağlanır. Burada kesme alt programının ismi tickint'tir. Bu programın çalışması daha sonra anlatılacaktır.

atcin 0, adsonuc burada 0. Analog giriş (porta 0) okunur ve sonuç adsonuc değişkeninin içine yazılır.

if a1=255 then

high portb.7

endif

Programın bu kısmında EEPROM'da boş yer kalmadığı zaman ikaz LED'inin yanması sağlanır. İkaz LED'i b portunun 7'nci pinine bağlanmıştır. Burada a1 adres değişkenidir. PIC EEPROM'a her bilgi yazdığı anda a1'in içeriği 1 artırılır ve böylece sonraki veri bir üst adrese yazdırılmış olur. Eğer a1'in içeriği 255'den küçük ise program burada hiçbir işlem yapmaz ve bir endif komutundan sonraki komutu çalıştırmaya geçer.

ENDIF ifadesi IF koşulu için yazılan program parçasının bittiğini belirtir. Eğer THEN ifadesinden sonra bir etiket ismi yazılırsa program o etikete dallanır ve ondan sonraki komut satırlarını işlemeye devam eder. Eğer THEN ifadesinden sonra böyle bir etiket yazılmışsa ENDIF ifadesini yazmaya gerek yoktur.

if adsonuc>%00011001 and a1<255 then burada analog girişten okunan değer eğer belirtilen değerden büyükse ve EEPROM’da boş yer varsa PIC ENDIF’e adar olan komutları çalıştırır. Eğer bahsi geçen şartlardan herhangi biri sağlanmıyorsa PIC ENDIF’den sonraki satıra geçer. Burada sınır gerilim değeri 0,5 V’a karşılık gelmektedir. Bunun şebeke geriliminde kaç volta karşılık geldiği ileriki kısımlarda anlatılacaktır.

write a1, adsonuc

a1=a1+1

write a1, saat

a1=a1+1

write a1, dakika

a1=a1+1 buraya kadar olan satırlarda eğer yukarıdaki koşullardan ikisi de geçerli ise EEPROM’a okunan gerilim değeri, saat ve dakika değerleri yazılır. Bunun için WRITE komutu kullanılmıştır. Bu komut belirtilen adrese (burada a1) yazılı olan değişkenin içindeki veriyi yazar. Yapılan her yazma işleminden sonra bir sonraki verinin yazılabilmesi için adres değişkeni 1 artırılır. Değişkenler BYTE olarak atandığından veriler bir hafıza adresine sığacak büyüklüktedir. Bu yüzden yazma işleminden sonra adres 1 artırılır.

high portb.4

high portb.5

pause 10

low portb.5

sound portb.6,[100,10,200,20,120,10]

low portb.6

endif

Yukarıdaki program parçası aşırı gerilim geldiğinde sesli ve ışıklı ikaz verir ve tepe dedektöründeki tutma kondansatörüne paralel bağlı olan transistörü tetikler. HIGH PORTB.4 komut satırı ile b portunun 4’ncü pinine bağlı olan LED yakılır. Daha sonraki 3’üncü satırda ise bahsi geçen transistöre 10mS’lik tetikleme palsi gönderilerek kondansatörün deşarj edilmesi sağlanır. Böylece daha sonra gelen aşırı gerilimler tepe dedektörü tarafından algılanabilir. SOUND komutu ile sesli ikaz elde edilir. Burada

PORTB.6 ses bilgisinin hangi pinden gönderileceğini belirler. Köşeli parantez içindeki ikili sayı grupları ise notaları ve çalma sürelerini mS cinsinden ifade eder. LOW PORTB.6 ile sound komutunun işlevi sona erdirilir.

EEPROM'a yazma işlemi sırasında veriler belli bir düzen ile yazılmışlardı. İlk olarak analog girişten okunan gerilim, sonra saat ve daha sonrada dakika bilgisi yazılmıştı. Bu bilgiler EEPROM'da her zaman bu sıra ile dururlar. Okuma işlemi yapılacağı zaman ise ilk olarak B portunun 3'üncü pinindeki butona basılarak adres değişkeni sıfırlanır. Daha sonra okuma yapılır. Böylece veriler yazıldığı sıra ile okunur.

if portb.1=0 then eğer b portunun 1'inci biti sıfır yapılırsa aşağıdaki komutlar işletilir. Değilse program ENDIF ile sonraki komutu çalıştırır.

pause 100 butona basılması sırasında oluşan arkın sönmesini beklemek için 100 mS beklenir.

read a1,b a1 değişkeni içinde hangi sayı varsa o adresteki bilgi okunur ve b değişkenine atanır.

a1=a1+1 adres değişkeni 1 artırılır.

read a1, esaat bir üst adrese geçilmiştir ve buradaki saat bilgisi okunarak ESAAT değişkenine yazılır.

a1=a1+1 adres değişkeni 1 artırılır.

read a1, edakika üst adrese geçilmiştir ve buradaki dakika bilgisi okunarak EDAKİKA değişkenine yazılır.

a1=a1+1 adres değişkeni 1 artırılır.

EPROM'dan okunan gerilim bilgisi ikilik sayı sistemindedir. İlk olarak bunun onluk sayı sistemine çevrilmesi gerekir. Bunun için aşağıdaki iki satır yazılmıştır.

d1=(b+1)*50

d2=d1/255 buradaki mantık şudur; mikrokontrolör 0-5V arası analog gerilimleri ölçer, ölçme sonucu 8 bit olduğunda ikilik tabandaki veri ise 0 ile 255 arasındadır. Yani ikilik sistemde 255 onluk sistemde 5'e karşılık gelmektedir. Burada programın yaptığı basit bir orantı kurmaktır. Yalnız PicBasicPro virgüllü sayılarla işlem yapamadığından bu sayı 10 ile çarpılarak virgülden sonra bir basamak alınmış olur.

Okunan gerilimi ondalık tabana çevrildikten sonra şebekedeki kaç volta karşılık geldiğinin bulunması gerekir. Bunun için, $V1=100[0,0119V0^2 + 0,4972V0 + 1,5055]$ formülünün kullanılması gerekir. Bu formülün nasıl oluştuğu söz konusu bölümde anlatılmıştı. Burada virgülden sonra 3'üncü basamak için denklem 1000 ile çarpılır.

d3=11*d2*d2

d4=497*d2

d5=(d4+d3)/10

d6=d5+2905

d=d6/10

Yukarıdaki işlemler yapıldıktan sonra sıra değerlerin LCD’de görüntülenmesine geldi. Bunun için LCDOUT komutu kullanıldı. Bu komutun kullanılması için ön ayarlamalar programın başında yapılmıştı. Bu komut tırnak içine yazılan bilgileri aynen gönderir. Eğer değişkenin önüne # veya dec2 ifadeleri konulursa o değişkenin onluk tabandaki karşılığını gönderir.

lcdout “ ”, dec2 esaat, “:”, dec2 edakika LCD’ye EEPROM’dan okunan saat ve dakika verisini LCD’de görüntüler.

lcdout \$FE, \$C0, “Umax=”, #d, “ ”, “Volt” buradaki \$FE ve \$C0 ifadeleri birlikte kullanılır. Bunlar kursörün alt satıra geçmesini sağlar. Bundan sonra LCD’de Umax= , d nin ondalık karşılığı ve Volt ifadeleri görüntülenir.

pause 1000

endif

EEPROM’a yazılmış değerleri b portunun 2’nci pinine bağlı butona basarak seri porttan bilgisayara gönderebiliriz. Bunun için programın başında seri modaları PIC’e tanıtmıştık. Şimdi SEROUT komutunu kullanarak EEPROM’dan okunan değerlerin bilgisayara gönderilmesine bakalım.

if portb.2=0 then

pause 100

read a1,b

a1=a1+1

read a1, esaat

a1=a1+1

read a1, edakika

a1=a1+1

d1=(b+1)*50

d2=d1/255

d3=11*d2*d2

d4=497*d2

d5=(d4+d3)/10

d6=d5+2905

d=d6/10

Buraya kadar komut satırları LCDOOUT için yazılan satırlarla aynı işi yapıyor. SEROUT komutu belirlenen pinden 8N1 standart asenkron seri formatla bilgi gönderir. Bu komutun sözdizimi, SEROUT Pin, Mode, [Item, Item,...]'dir.

Pin otomatik olarak çıkış yapılır. Pin 0 ile 15 arası değerler alabilen bir değişken ya da bir bacağın adı olabilir. Bu komut 3 farklı veri tipine olana tanır. Bunlar tek bir SEROUT tümcesinde serbestçe kullanılabilir.

1. Bir string sabit harf karakterler stringi olarak çıkış demektir.
2. Sayısal bir değere karşılık gelen ASCII değeri yollar.
3. Öncesinde # gelen bir sayısal değer onlu değerın ASCII karşılığını gönderir

serout portc.6,t2400,[13, "Umax=", #d, "Volt", ""]

serout portc.6,t2400,["ss:dk=",#esaat, ":" ,#edakika,10]

Yukarıdaki komut satırı ile c portunun 6'ncı satırından 2400 baud rate hızında seri olarak [...] içindeki ve veriler gönderilir. 13 bir kontrol karakteridir. Kursörü bulunduğu satırın başına taşır, daha sonra sırasıyla Umax, d değişkeninin içindeki sayının onluk karşılığı, Volt yazısı, bir karakter boşluk, ss:dd=, esaat değişkeni içindeki verinin onluk karşılığı, :, edakika değişkeninin içindeki sayının onluk karşılığı gönderilir ve 10 ile bir satır aşağıya inilir. Bilgisayarda gönderilen verilerin alınması için HYPERTERMINAL programı kullanılmıştır. Bu programın kullanılması ileriki bölümlerde anlatılacaktır.

endif

if portb.3=0 then b portunun 3'üncü bacağına bağılı olan butona basılarak adres değişkeni sıfırlanır ve aşırı gerilim ikazı ile hafızanın dolu olduğunu gösteren LED'ler söndürülür.

pause 100

a1=0 adres değişkeni sıfırlanır.

low portb.4 aşırı gerilim ikaz LED'i söndürülür.

endif

if portd.3=0 then dakikaazalt port d'nin 3'üncü bacağına bağılı butona basıldığında dakikaazalt alt programına dallanır.

if portd.2=0 then dakikaart port d'nin 2'nci bacağına bağılı butona basıldığında dakikaart alt programına dallanır.

if portd.1=0 then saatazalt port d'nin 1'inci bacağına bağılı butona basıldığında saatazalt alt programına dallanır.

if portd.0=0 then saatart port d'nin 0'ıncı bacağına bağılı butona basıldığında saatart alt programa dallanır.

if guncelle=1 then eğer guncelle değişkeninin içi 1'e eşit ise;

lcdout \$fe, 1 LCD'nin ekranı temizlenir.

lcdout dec2 saat, “:”, dec2 dakika, “:”, dec2 saniye saat, dakika ve saniye LCD de gsterilir.

guncelle=0 ve değişen sıfırlanır.

endif

goto a yukarıdaki komutlar çalıştıktan sonra veya değişkenin içindeki sayı 0 ise a isimli etiketin olduğu satıra geçilir.

Aşağıdaki komut satırları saatin ayarlanması işini yapar.

dakikaart:

dakika=dakika+1 dakika değişkeninin içi bir artırılır.

if dakika>=60 then dakika değişkeninin içi 60'dan büyük veya eşitse,

dakika=0 bu değişkenin içi sıfırlanır.

endif

goto arksondur şart sağlanması veya sağlanmaması durumlarında arksondur alt programına gidilir.

saatart:

saat=saat+1 saat değişkenin içi bir artırılır.

if saat>=24 then saat değişkenin içi 24'den büyük veya eşitse,

saat=0 bu değişkenin içi sıfırlanır.

endif

goto arksondur şart sağlanması veya sağlanmaması durumlarında arksondur alt programına gidilir.

dakikaazalt:

dakika=dakika-1 dakika değişkeninin içi bir azaltılır.

if dakika>=60 then dakika değişkeninin içi 60'dan büyük veya eşitse,

dakika=59 bu değişkenin içi 59'a eşitlenir.

endif

goto arksondur şart sağlanması veya sağlanmaması durumlarında arksondur alt programına gidilir.

saatazalt:

saat=saat-1 saat değişkeninin içi bir azaltılır.

if saat>=24 then saat değişkeninin içi 24'den büyük veya eşitse,

saat=23 bu değişkenin içi 23'e eşitlenir.

endif

arksondur:

for i=1 to 25 butonlara basılması sırasında oluşan arkın sönmesini beklemek için 25 mS beklenir.

pause 10

next i

guncelle=1 zamanın LCD'de gösterilmesini sağlayan güncelle değişkeninin içi 1 yapılır.

goto kontrol kontrol isimli satıra gidilir ve yenilenen zaman değerleri LCD'de gösterilir.

disable bu komut ile kesme alt programının çalışması sırasında oluşan kesmeler geçersiz yapılır.

TMR0 kesmesi, bu özel sayıcı içerisindeki sayının \$FF'den \$00'a gelince oluşur. TMR0 programlanabilen bir sayıcıdır. Yani saymaya istenilen bir sayıdan veya \$00'dan başlatılabilir. Herhangi bir anda içeriği sıfırlanabilir. Özellikleri şöyledir;

- * 8-bit bir sayıcıdır.
- * Yazılabilir, okunabilir.
- * Programlanabilen frekans bölme değeri vardır.
- * Sayı artışı harici veya dâhili clock saykılı ile yapılabilirler.
- * Düşen veya yükselen kenar tetiklemeli olarak ayarlanabilir.
- * Sayıcı yukarı doğru sayar.

TMR0'ın değeri \$00'dan \$FF'e gelince ilgili flag'ı 1 yaparak kesme oluşturulur.

TMR0 sayıcısı ana program veya kesme alt programları çalışırken sayma işlemini durdurmaz. Sayma işlemi devam ederken \$FF'den \$00'a geçişte meydana gelen taşma INTCON yazmacının 2. bitinde görülür. Yani bu esnada TOIF bayrağı 1 olur. Şimdi bu kesme ile ilgili OPTION_REG yazmacını inceleyelim.

Option_Reg:

7	6	5	4	3	2	1	0
RBPU	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0

RBPU: PortB Pull-Up geçerli yapma biti

0: pull-up iptal; 1: pull-up geçerli,

INTEDG: Harici kesme sinyali kenar seçme biti

0: düşen kenar; 1 : yükselen kenar,

TOCS: TMR0 sinyal kaynağı seçme biti

0: dâhili komut saykılı; 1: harici dijital sinyal,

TOSE: TMR0 sinyal kaynağı kenar seçme biti

0: düşen kenar tetiklemeli; 1: yükselen kenar tetiklemeli,

PSA: Frekans bölücü seçme biti

0: frekans bölme sayısı TMR0 için; 1: frekans bölme sayısı WDT

için geçerlidir.

PS2;PS1;PS0: bunların konfigürasyonu için aşağıdaki Tablo 6.4'deki frekans bölmesi verilmiştir.

Tablo 6.4. Frekans bölme

Frekans bölme sayısı	TMR0 oranı	WDT oranı
000	1/2	1/1
001	1/4	1/2
010	1/8	1/4
011	1/16	1/8
100	1/32	1/16
101	1/64	1/32
110	1/128	1/64
111	1/256	1/128

Bu programda OPTION_REG yazmacının 0'ıncı 1'inci ve 2'nci bitleri sıfır yapıp frekans bölme sayısı TMR0 için $1/2$ seçilmiştir.

Program belleğine yerleştirilen komutların çalışması için PIC'e harici bir osilatörden clock sinyalinin (f_{osc}) uygulanması gerekir. Bu frekans PIC tarafından 4'e bölünerek OSC2 ucundan dışarıya verilir. Dörde bölünen bu frekansı bir komutun

çalışması için geçen süreye eşittir. Bu devrede osilatör frekansı 4 MHz olarak seçilmiştir. Bu durumda dâhili komut saykılı şu şekilde bulunur.

$$f_{komut} = \frac{f_{osc}}{4} = \frac{4}{4} = 1 \text{ MHz} \quad T_{komut} = \frac{1}{f_{komut}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ } \mu\text{s (dâhili komut süresi)} \quad (6.3)$$

Clock frekansını bu şekilde hesapladıktan sonra TMR0 sayıcısının kaç saniye aralıklarla kesme sinyali verdiğini hesaplayalım.

Daha önceden TMR0 sayıcısı 2 komut saykılında bir defa artacak şekilde ayarlanmıştı. Bu da 2 μ s yapar. TMR0 saymaya başladığındaki ilk sayı \$00 ise \$FF'e gelince kesme sinyali oluşturacaktır. Bu sayı ondalık olarak 256 eder. Öyleyse TMR0; 2*256=512 μ s aralıklarla kesme sinyali verir. Bir saniyedeki kesme sayısı 1/512=1953 olarak bulunur.

tickint: TMR0 kesmesi alt programı

tick=tick+1 tick değişkeninin içeriği 1 artırılır.

if tick<1953 then tick tick 1953'den küçükse tick alt programına git, büyükse;

tick=0 tick değişkeninin içeriğini sıfırla,

saniye=saniye+1 saniyeyi 1 artır.

if saniye>=60 then eğer saniye 60'a eşit veya büyükse;

saniye=0 bu değişkeni sıfırla,

dakika=dakika+1 dakikayı 1 artır.

endif

if dakika>=60 then dakika 60'a eşit veya büyükse;

dakika=0 bu değişkeni sıfırla,

saat=saat+1 saati 1 artır.

endif

if saat>=24 then saat 24'e eşit veya büyükse;

saat=0 saat'i sıfırla,

endif

guncelle=1 değerleri LCD'de göster.

ticik:

INTCON.2=0 kesme sonucu 1 olan bit sıfırlanır.

resume ana programa dönülür.

end programın sonu.

6.3. Seri İletişim

Bilgisayarların kendi aralarında iletişim için en çok kullanılan yöntemlerden biri seri iletişimidir. Kullanılan kabloların paralel porta göre daha ince, ucuz ve dayanıklı olması nedeniyle uzak mesafeler arası veri iletimi için paralel iletme göre seri iletim tercih edilir [URL-4, 2013]. Ayrıca seri iletimin senkronize olmada daha az sıkıntı yaşatması ve bilgisayarın çevresi ile veri alışverişinde çok kullanılması nedeniyle bu sistemde tercih edilmiştir.

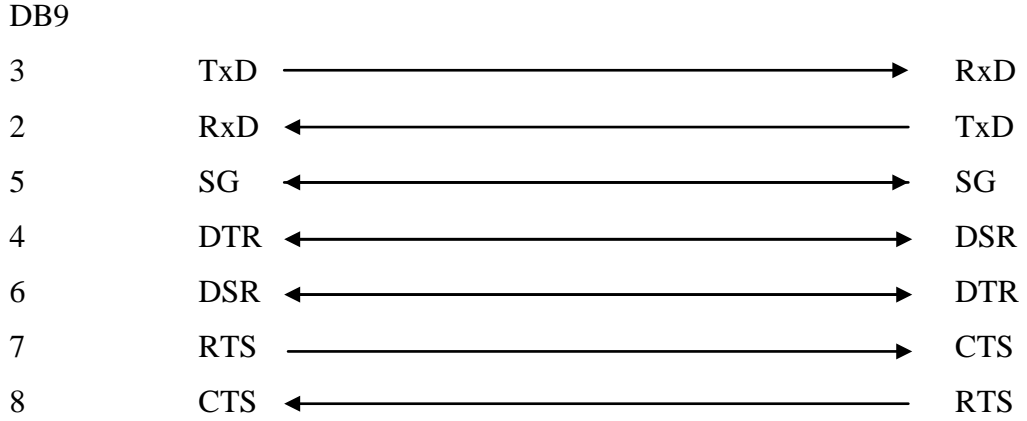
6.3.1. RS-232C

Seri veri iletişimde belirli bir uyumu sağlamak için EIA (Electronics Industry Association) tarafından RS-232C tasarlanmıştır. RS-232C kullanılarak senkron ve asenkron seri iletişimi sağlanabilir. RS-232C ile ilgili fiziksel değerler, mantıksal 1, -3V ile -25V arası ancak genellikle -12V, mantıksal 0 için ise 3V ile 25V arası ancak bunda da genellikle +12V kullanılmaktadır. -3V ile +3V arası voltaj değerleri belirlenmemiş mantıksal duruma sahiptir.

RS-232C’de bağlayıcı olarak DB-25 ve DB-9 konnektörleri bulunmaktadır. Yaptığım devrede DB-9 konnektörü kullanılmıştır.

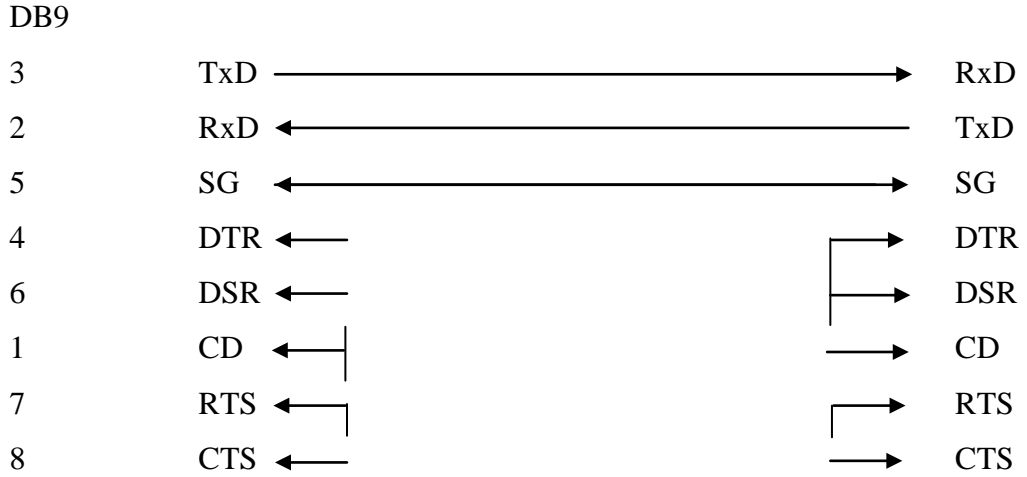
RS-232C ile yapılan veri iletişimde 3 yolun; TxD, RxD ve Ground, bağlı olması kâfidir. Ancak her iki ucun da saatlerinin frekansları aynı olmalıdır. Bu nedenle her iki taraf arasında da bir anlaşma yapılması şarttır.

RS-232C bağlantı şekilleri alıcı ile gönderen arasında yapılan bağlantı ve Null-Modem bağlantı olmak üzere iki çeşittir. Alıcı ile gönderen arasında yapılan bağlantı direkt olarak yapılmaktadır. Bu kapsamda RS-232C’de alıcı-gönderen arasında yapılan bağlantı şekli Şekil 6.14’de sunulmuştur.



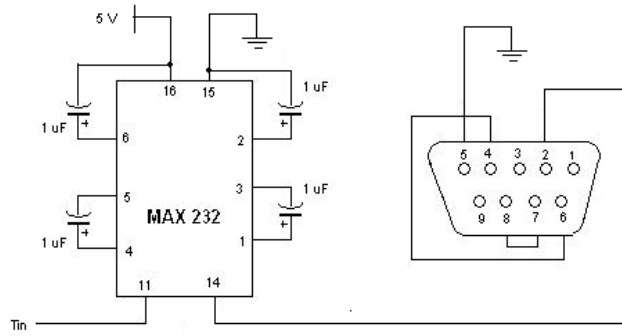
Şekil 6.14. RS-232C’de alıcı-gönderen arasında yapılan bağlantı şekli

Null-Modemde ise 3 yolun kullanılması ile (TxD, RxD ve Ground) oluşturulan bir bağlantı şeklidir. Böylece Null-Modem sayesinde bilgisayarlar bir başka bilgisayar yerine PIC vb. aygıtlarla modem ile haberleşiyormuş gibi davranırlar. Her iki tarafta aynı hızda iletişim kurabildiklerinden iletişim kontrolüne gerek yoktur. Null-Modem bağlantı Şekil 6.15’de gösterilmiştir.



Şekil 6.15. Null-Modem bağlantı şekli

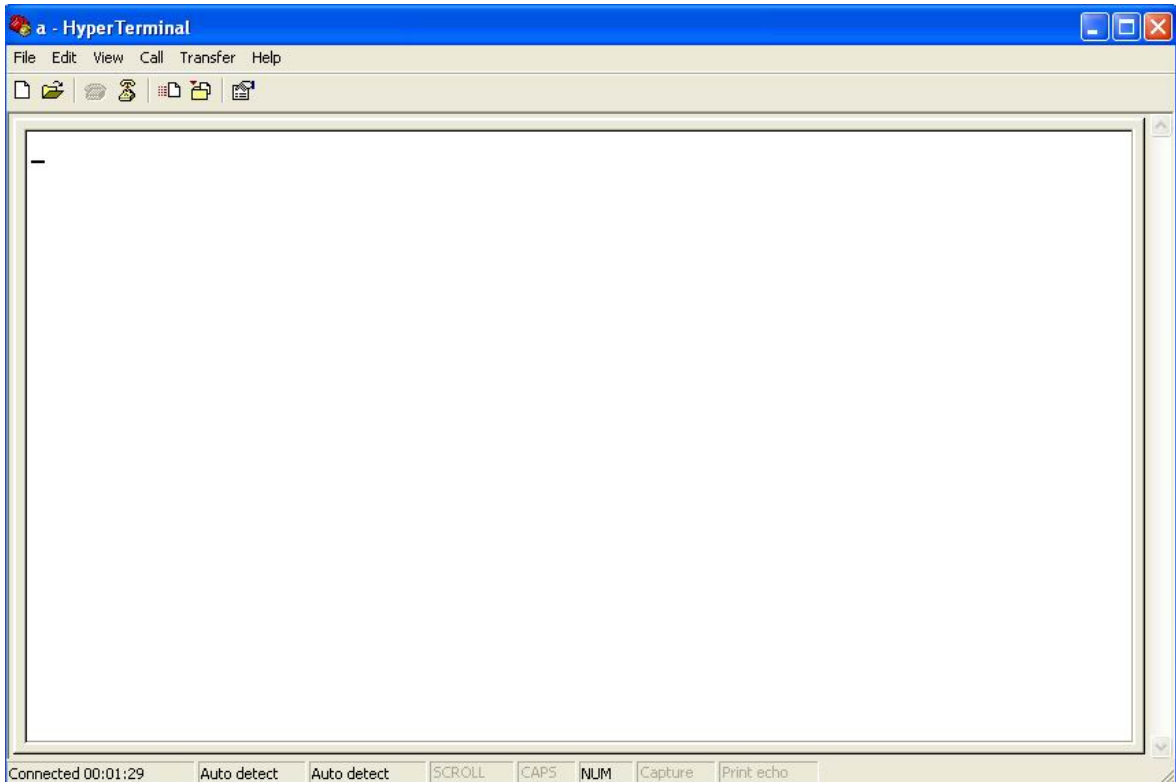
Yaptığımız devrede seri iletişim için Null-Modem bağlantı kullanılmıştır. Null-Modem bağlantı için Şekil 6.16’daki devre oluşturulmuştur. Bu devredeki MAX 232 entegresi gerilim seviyelerini uygun düzeye getirmek amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 6.16. Null-Modem bağlantı için devre

6.3.2. Hyper Terminal Program

Yaptığımız devrede PIC aracılığıyla elde edilen verilerin bilgisayara seri port üzerinden alınabilmesi için Hyper Terminal programı kullanılmıştır [Akgün ve Uygun, 2004]. Bu kapsamda Hyper Terminal programının ayarları Şekil 6.17’de sunulan arayüz ile yapılabilmektedir.



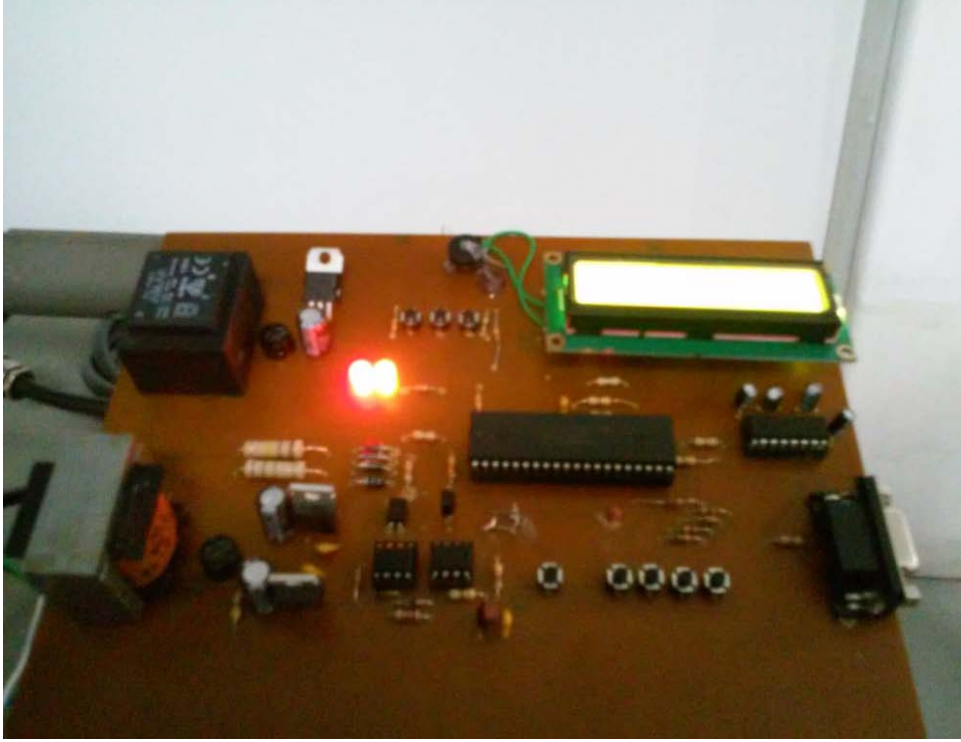
Şekil 6.17. Hyper Terminal arayüzü

Oluşturulan programın yazılması esnasında SEROUT komutu için gerekli özellikler belirlenmişti. İletişimin yapılabilmesi için aynı ayarların burada da yapılması gerekir. Saniyedeki bit sayısı, veri bitleri sayısı, eşlik biti, dur bitleri ve akış denetimi ile ilgili ayarlar aynı olmalıdır. Bu ayarları yaptıktan sonra program kullanıma hazırdır.

Bu program ile alınan veriler kaydedilebilir. Bunun için dosya menüsünden KAYDET'e tıklamak yeterlidir. Yine araç çubuğu kullanılarak bağlantı kesilebilir, yeniden bağlanılabilir, ayarlar değiştirilebilir, yeni veya önceki bir dosya açılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken iki nokta vardır. Birincisi program ile bağlantı kurulmuş iken o port başka bir amaç için kullanılamaz. Örneğin bu program bağlı iken kablo takılı olmasa bile PIC'e program yüklemek için kullanılan program çalışmaz. İkincisi ayarların değiştirilmesi için programın kapatılıp yeniden açılması gerekmesidir.

7. SİMÜLASYON VE DENEYSEL SONUÇLAR

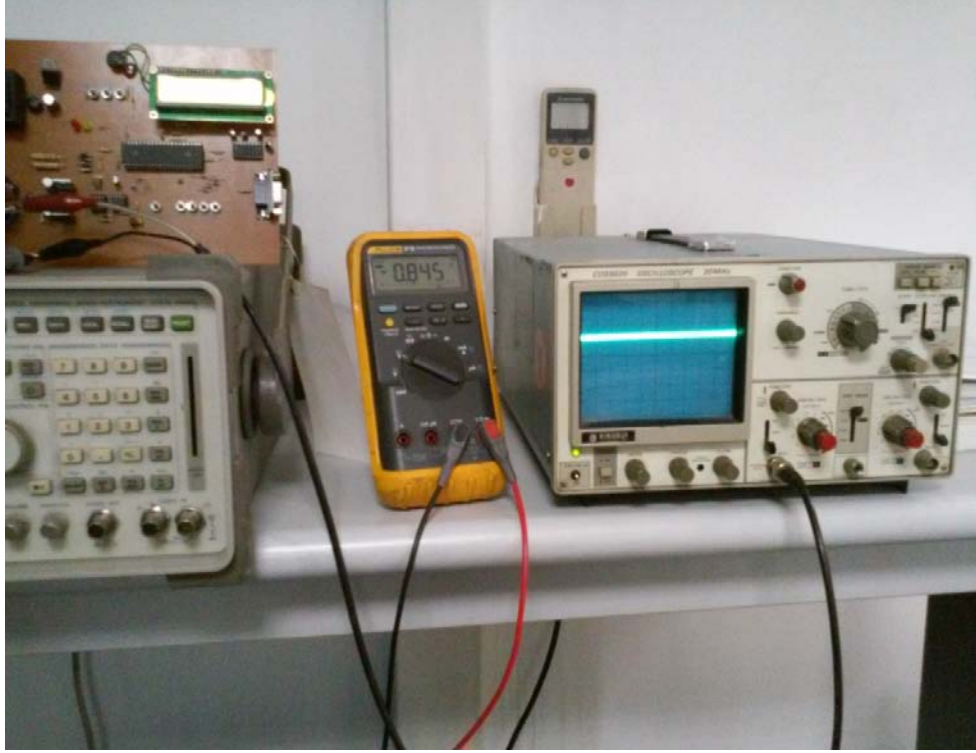
Bu bölümde oluşturulan sistemin tepe dedektörü devresinin optokuplör çıkışının osilaskop görüntüsü anlatılmış, Proteus ile Matlab-Simulink'te simülasyonu gerçekleştirilmiş ve daha sonra simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Burada ayrıca deney seti ve PIC programı bölümünde yer alan deneysel sonuçlar girdi olarak verilmemiştir. Gerçekleştirilen devrenin görüntüsü Şekil 7.1'de sunulmuştur.



Şekil 7.1. Gerçekleştirilen devrenin görüntüsü

7.1. Devrenin Osilaskop Görüntüsü

Sistemdeki tepe dedektörü devresinin optokuplör çıkışı osilaskopa bağlanarak osilaskop görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen osilaskop görüntüsü Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



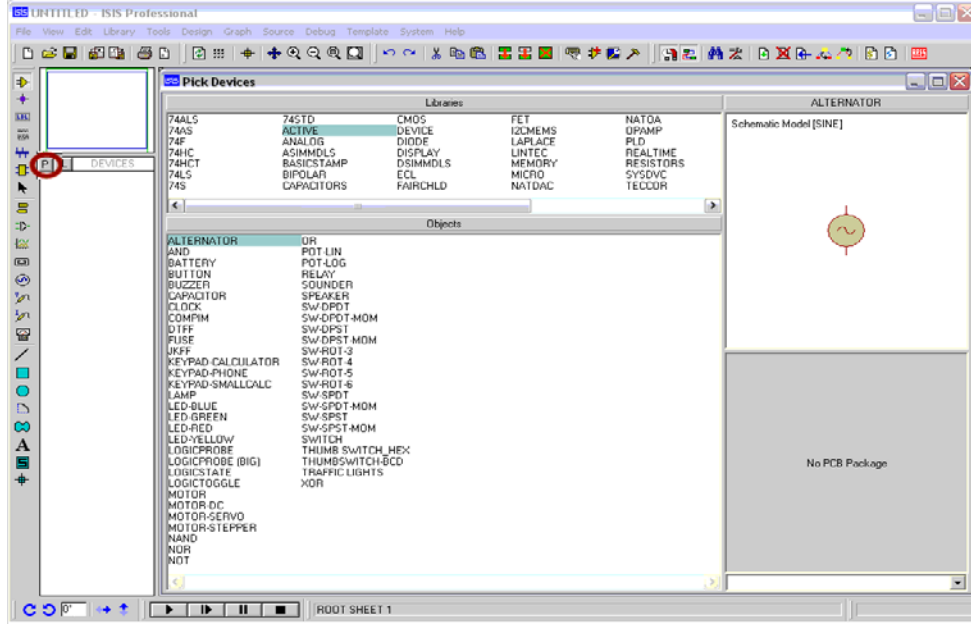
Şekil 7.2. Tepe dedektörü çıkışından elde edilen osilaskop görüntüsü

7.2. PROTEUS

Elektrik-elektronik devrelerinin oluşturulması zaman ve maliyet açısından tasarımcılar için külfetli olmaktadır. Bu kapsamda Proteus programı bizlere sanal bir laboratuvar ortamı sunarak, oluşturulacak devrelerin tekrar tekrar denenmesini sağlamaktadır. Devredeki elemanların değerlerinin değiştirilip yeniden çalıştırılabilmesi, sonucunun gözlemlenebilmesi, binlerce elektronik eleman içeren devre tasarımlarının yapılabilmesi, elektriksel hata raporu hazırlayabilmesi, malzeme listesini çok düzenli bir şekilde verebilmesi gibi  zellikler Proteus programının en önemli özellikleri arasında yer almaktadır [ zkan vd., 2004].

Proteus programının içerisinde yer alan ISIS programını açıp çalıştırdığımızda karşımıza Şekil 7.3'deki ISIS alışma alanı gelmektedir. Proteusta her çeşit simülasyonlar gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin potansiyometrelerin değerini 10 kademe değiştirip anahtarları açıp kapayabilirken bunun yanı sıra Devices'da bulunan LCD ekranları, touch padleri, mikroişlemcileri, eepromları, hoparlörleri, motorları, tuş takımları da

kullanılabilmektedir. Osiloskoplarla, voltmetrelerle ölçüm yapabilir ve mikro işlemcilerin registerlarında ne olup bitiyor görebiliriz.



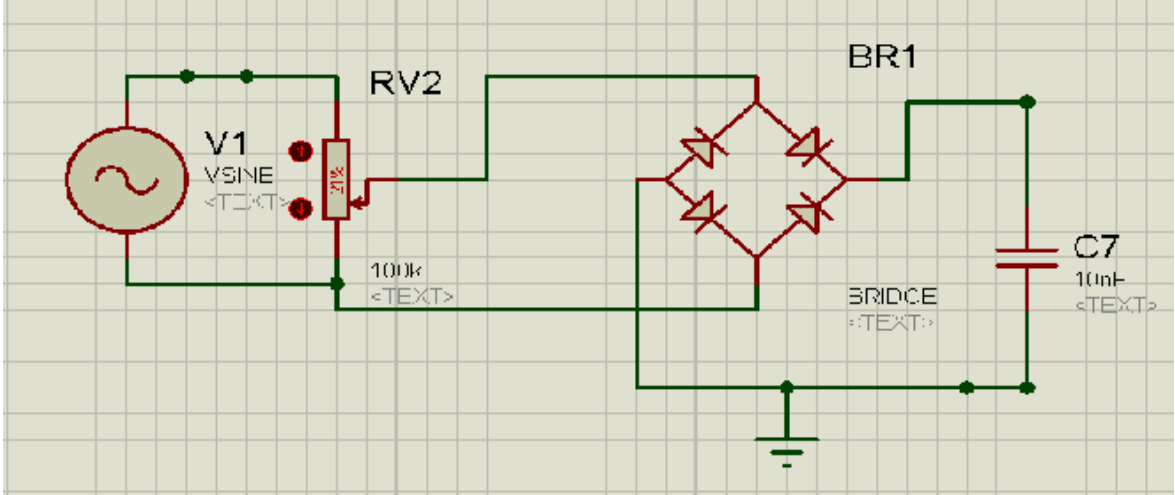
Şekil 7.3. ISIS çalışma alanı

7.2.1. Devrenin Proteus Modellemesi

Söz konusu devrenin ISIS'te elektronik devre çizimi gerçekleştirilirken, bunun yanında devrenin analizi de yapılmıştır. Devrenin yapılan analizi adım adım aşağıda anlatılmıştır.

7.2.2 Gerilim Bölücü ve Optokuplör Devresinin Simülasyonu

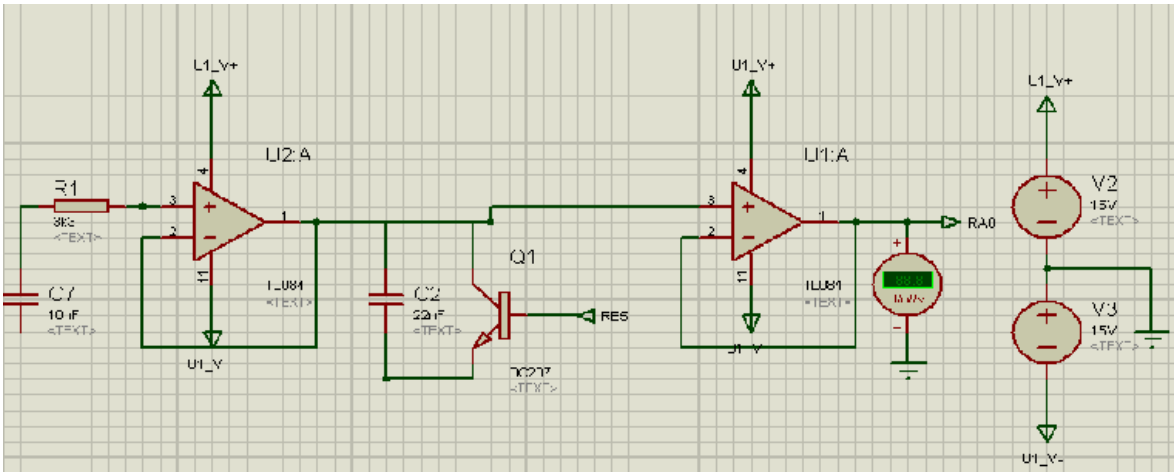
Buradaki devrede gerilim bölücü direnç yerine $100K\Omega$ 'lık potansiyometre kullanılmıştır. Potansiyometre tarafından düşürülen gerilim köprü diyot tarafından doğrultularak tepe dedektörüne iletilir. Şekil 7.4'de gerilim bölücü ve optokuplör devresi aşağıda sunulmuştur.



Şekil 7.4. Gerilim bölücü ve optokuplör devresi

7.2.3. Tepe Dedektörü Devresinin Simülasyonu

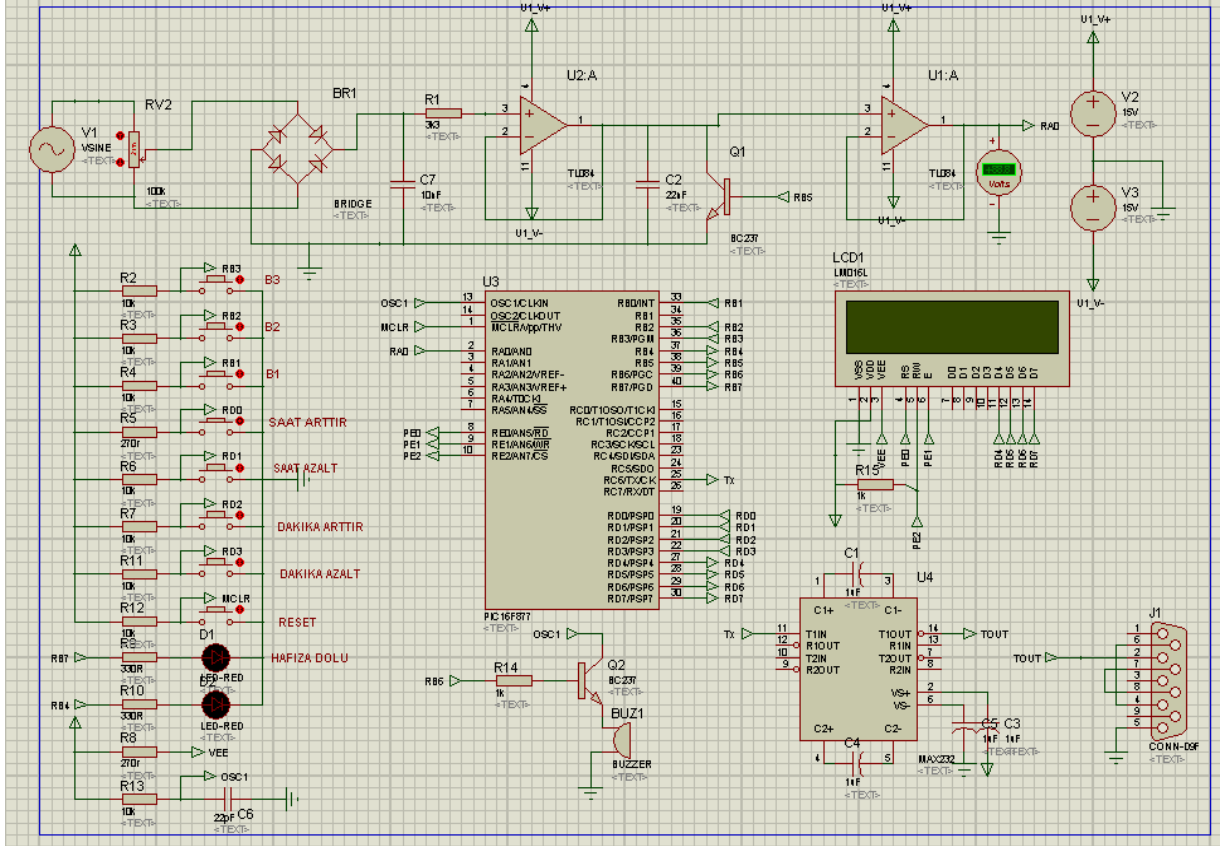
Burada Opamplar gerilim takipçisi olarak kullanılmıştır. Tepe dedektörünün çıkışı mikrokontrolörün analog girişine bağlanmıştır. Analog sinyalin okunması tamamlanıp EEPROM'a yeni gelen impulsların yakalanabilmesi için kondansatörün deşarj edilmesi gerekir. Bunun için kondansatöre paralel olarak transistör bağlanmıştır. Transistörün tetiklemesi yine mikrokontrolör tarafından yapılmaktadır. Şekil 7.5'de tepe dedektörü devresinin Proteus ile modellenmesi görülmektedir.



Şekil 7.5. Tepe dedektörü devresi

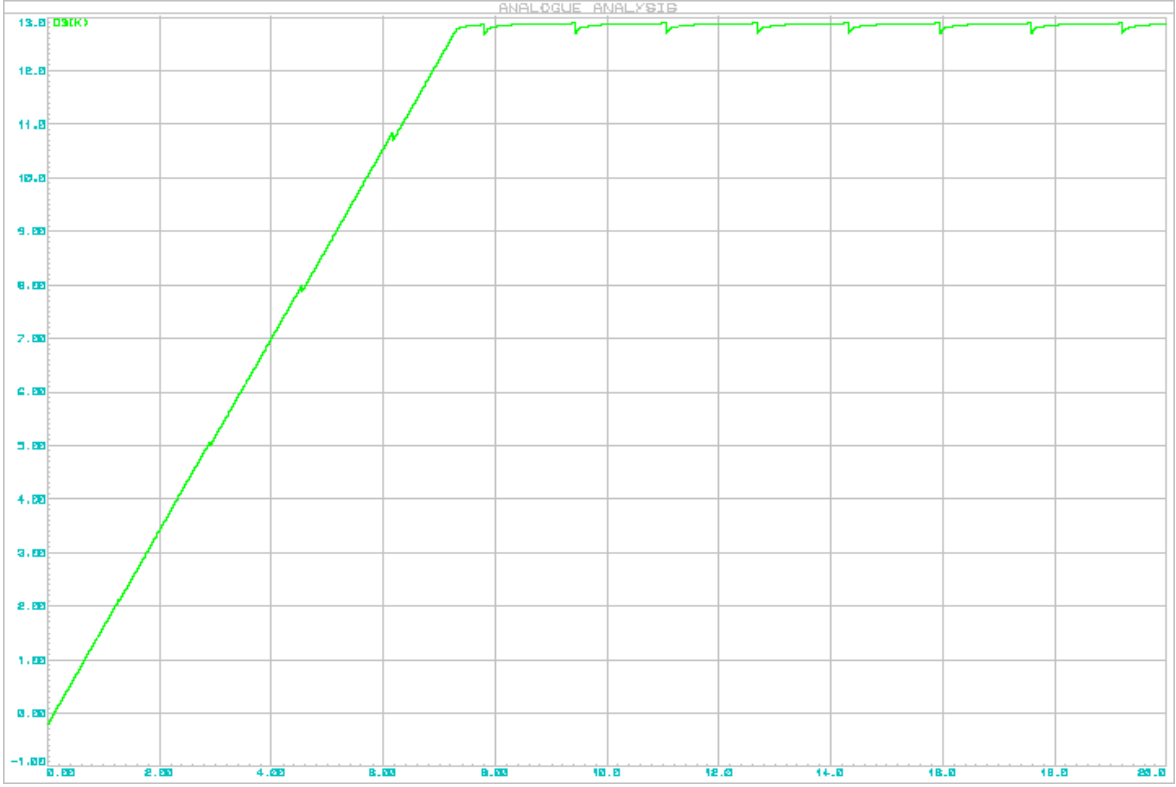
7.2.4. Devrenin Simülasyonu

Yukarıda gerçekleştirmiş olduğumuz devrenin Proteusla simüle edilmiş hali Şekil 7.6'da gösterilmiştir. Simule edilen devrede de elde edilen sonuçlar yapılan devreden alınan sonuçlarla aynıdır.

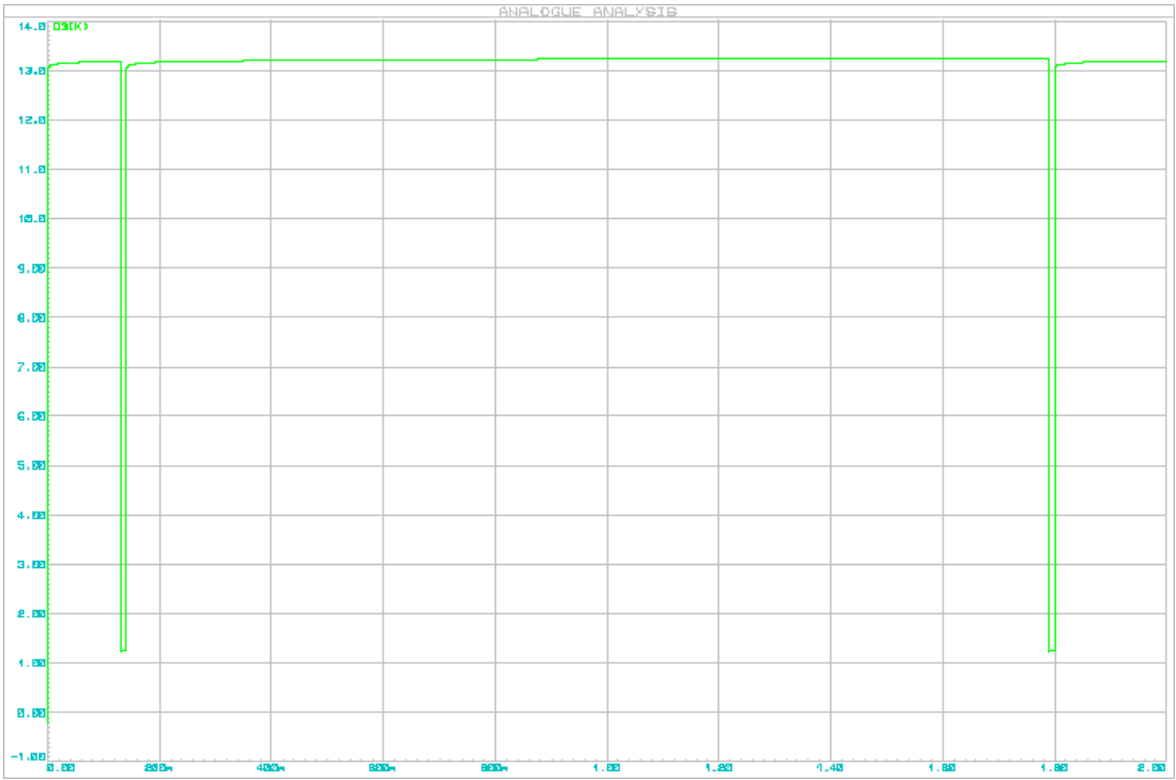


Şekil 7.6. Devrenin Proteusla simüle edilmiş hali

Proteusla oluşturulan devrede tepe dedektörüne bağlanan kondansatöre iki farklı değer verilerek çıkış değerleri karşılaştırma yapılmıştır. Kondansatörü 22nF ve 22mF değerlerine sahip tepe dedektörü çıkış değerleri Şekil 7.7'de gösterilmiştir.



Şekil 7.7(a). 22mF değerlerine sahip tepe dedektörü çıkış değeri



Şekil 7.7(b). 22nF değerlerine sahip tepe dedektörü çıkış değeri

7.3. MATLAB

MATLAB günümüzde basit matematiksel hesaplamalardan karmaşık analizlere varan çok çeşitli alanlarda kullanılabilir. Bu kapsamda son dönemlerde MATLAB özellikle bilimsel araştırmalar için tercih edilen ve popüler olarak kullanılan bir program haline gelmiştir [Irmak vd., 2009]. MATLAB'in çok çeşitli komutlardan oluşması, grafiksel arabirime sahip oluşu, kolay anlaşılabilir ve kullanışlı bir ortama sahip olması, çok çeşitli alanlara hizmet eden farklı ve zengin kütüphaneye sahip olması onu diğer programlara göre üstün kılmaktadır. Ayrıca kullanıcılar MATLAB içinde kendilerine ait fonksiyonlar yazabilir ve kullanabilirler

Bu proje çalışmasında MATLAB'in 8.2 (R2013b) versiyonu kullanılmıştır. Ayrıca, yapılan çalışmada MATLAB aracının Simulink arabirimi kullanılmıştır.

7.3.1. Simulink Arabirimi

MATLAB ile birçok işlem komut satırı kullanılarak yapılmaktadır. Fakat işin fazlalığı ve süresi açısından komutla yapılması istenilen işlem çok uzun zaman alabilir. Bu nedenle MATLAB kullanıcılarına Simulink adında bir arabirim aracı sunmuştur. Bu araç ile çok kısa sürede istenen işlem gerekli bloklar ile çözülebilmektedir.

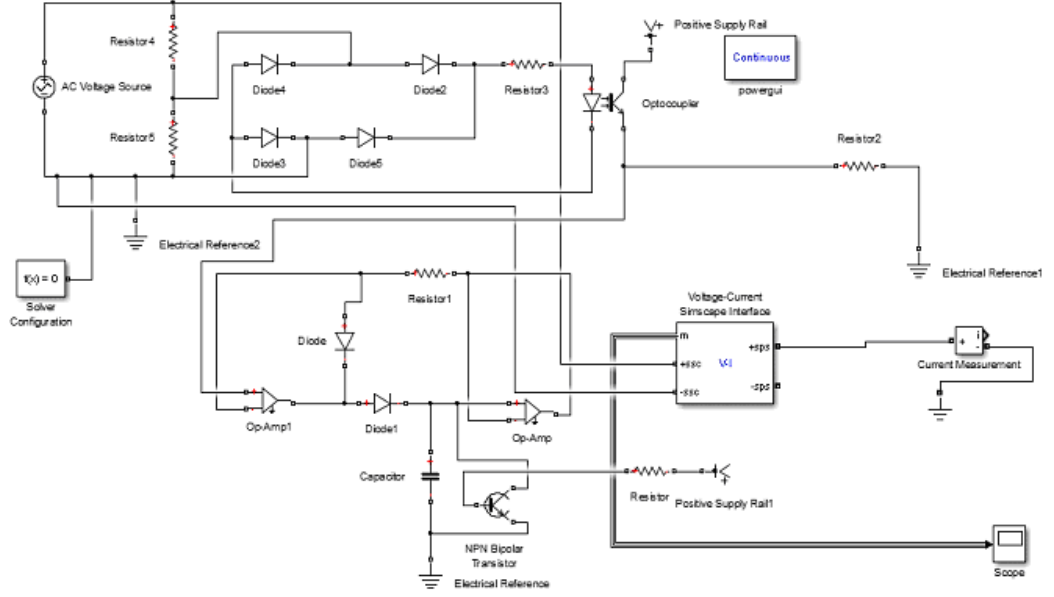
Simulink MATLAB'in uzantısı olan modelleme ve benzetim yapabilen bir arayüzü bulunan arabirim aracıdır. MATLAB ve Simulink arasında veri alışverişi yapılabilmektedir.

7.3.2. Adım Adım Örnek Bir Modelin Oluşturulması ve Çalıştırılması

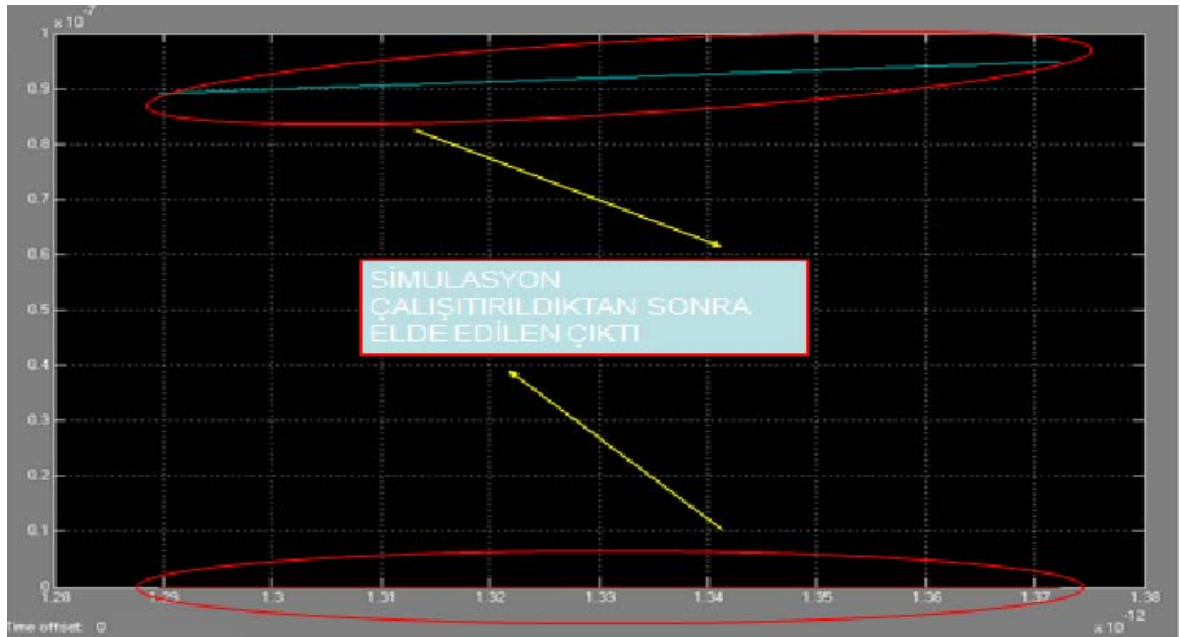
- 1.Adım:** Yeni bir çalışma ortamı oluşturulur.
- 2.Adım:** Modeldeki elemanlar ilgili bloklardan elde edilir.
- 3.Adım:** Eleman, mouse ile sürüklenerek yerleştirilir.
- 4.Adım:** Aynı yolla diğer elemanlarda ortama getirilir.
- 5.Adım:** Adım adım bağlantılar yapılır.
- 6.Adım:** Son olarak model çalıştırılır. Sistem çalıştırdıktan sonra scope'dan çıktı değerleri alınabilir.

7.3.3. Devrenin MATLAB/Simulink ile Modellenmesi

Söz konusu devrenin MATLAB-Simulinkte modellenmesi Şekil 7.8'de ve modellenmenin çalıştırılması sonucu scope'dan alınan sonuç Şekil 7.9'da gösterilmiştir.



Şekil 7.8. Devrenin simulinkte modellemesi



Şekil 7.9. Modelin çalıştırılması sonucu scope'dan alınan sonuç

8. SONUÇ

Elektrik enerjisinin sürekli ve güvenilebilir bir halde kullanılabilmesi için enerji kalitesini belirleyen parametrelerin ve enerji sistemini etkileyen olayların bilinmesi gereklidir. Enerji kalitesinin istenilen düzeyde sağlanması bu konudaki çalışmalarla ve önlemlerle mümkün olacaktır.

Bu çalışmada güç sistemlerinde yaşanan gerilim düşmesi problemlerinin eşzamanlı olarak ölçülmesi ve analiz edilmesi için PIC tabanlı bir görüntüleme sistemi tasarlanmış ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistem ile 1 faz gerilim değerleri tasarlanan devre kartı yardımıyla okunarak eşzamanlı bilgisayara aktarılmıştır. Bilgisayara aktarılan bu veriler işlenmiştir. Geliştirilen bu ölçüm sistemi yardımıyla güç sistemini izleyen kullanıcının sistem başında beklemesine gerek kalmadan tüm analizleri uzaktan gerçekleştirebilmesi mümkün olmuştur. Ayrıca söz konusu devrenin Proteus ve MATLAB-Simulink ile analizlerinin bilgisayar ortamında oldukça güvenli ve anlaşılır olarak yapılabileceğini gördük. Çalışma ortamı olarak bilgisayar kullanmak hem zamandan hem de maliyetten çok büyük tasarruflar sağlamaktadır.

Proteus programında devreye eleman eklemek, çıkarmak ve bunları birleştirmek oldukça kolaydır. İstenilen eleman geniş kütüphanesi vasıtasıyla kolayca bulunabilmektedir. Eğer bulamadığımız bir elemansa özelliklerini kendimiz girerek yeni bir eleman oluşturabilmekteyiz. Daha sonra birçok analiz çeşidinden birini seçip istediğimiz birini yaptırabiliyoruz. Analiz ayarlarını istediğimiz şekilde düzenlediğimiz ve çıkışlarda istediğimiz noktanın bilgisini alabildiğimiz için, devre kurup ölçmekten daha kolay bir yöntem haline gelmektedir.

MATLAB ile pek çok işlemi komut kullanarak yapabiliriz. Ancak, bazen bu durum gerçekleştirilen işin amacına bağlı olarak uzun zaman alabilir. Bu nedenle MATLAB kullanıcılara Simulink adı verilen bir araç sunmuştur. Bu araç yardımıyla komut ezberlemeksizin ve komut yazmak için harcanan uzun zamanlar yerine çok kısa sürede sadece blokları Simulink çalışma alanına ekleyerek çok değişik alanlara yönelik işlemleri gerçekleştirebiliriz.

KAYNAKLAR

- Akgün, E; Uygun, D.**, 2004. "PLC ile bilgisayarın haberleşmesi, Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- A. Livshitz, B. H. Chudnovsky, B. Bukengolts, B. A. Chudnovsky**, 2005. Industry applications society, *52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference Denver, USA*, 223.
- Altıntaş, E., Boyrazoğlu, B., Buhan, S., Özdemirci, E., Salor, Ö.**, 2007. LabVIEW yazılımı kullanılarak kırpışma ölçer tasarlanması ve gerçek zamanlı ölçümler, *II.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 453-457.
- Altınbaşak,O.**, 2000. Mikrodenleyiciler ve PIC Programlama, Atlas yayınevi, İstanbul.
- ANSI Standard C84.1**, 1989. ANSI standard for electrical power systems and equipment-voltage ratings.
- ANSI/IEEE Standard 519** 1992. IEEE Recommended, Practices and requirements for harmonic control in electrical power systems.
- Barros, J., Diego, R.I.**, 2008. Analysis of harmonics in power systems using the wavelet-packet transform, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, **57(1)** 63-70.
- Basu, M., Basu, B.**, 2007. Analysis of power quality (pq) signals by continuous wavelet transform, *Power Electronics Specialists Conference*, Orlando, 2614-2618.
- Batista, J., Afonso, J., Martins, J.S.**, 2003. Low-Cost power quality monitor based on PC, *IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Brasil*, 323-328.
- Boyrazoğlu, B., Ünsar, Ö., Polat, B.**, 2007. Elektrik iletim sisteminde akım ve gerilimdeki harmonik bileşenlerin gerçek zamanlı ölçülmesi, *II.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 323-327.
- Buhan, S., Boyrazoğlu, B., Ünsar, Ö., Altıntaş, E., Haliloğlu, B., Polat, B., Özdemirci, E.**, 2007. Türkiye elektrik iletim sisteminde mobil güç kalitesi ölçümleri, *II.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 217-221.
- Chen, S.**, 2004. Open design of networked power quality monitoring systems, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, **53(2)**, 597-602.
- Costa, J.C.C., Pregitzer, R.C., Sousa, T.N., Batista, J., Afonso, J.L.**, 2005. "A case of power quality assessment using a developed power quality monitor, *IEEE 1st International Conference on Electrical Engineering, Portugal*, 334-339.
- Derin M., Öznişastacı Y.E., Balıklaya M., Zorlu Paratal S., Nak O.**, Transformatör Merkezlerinin Uzakatan İzlenmesi ve Kontrol Edilmesi.

- Dugan, R.C., Mcgranaghan, M.F., Beaty H.W., Santoso S.**, “Electrical-Power Systems Quality 2nd ed.”, McGraw-Hill-Comp., New York, 59-71, 78, 260-71 (1996).
- F. J. Dorhofer, W.M. Heffington W.M.**, 1994. Electrical energy monitoring in an industrial plant, *16th Annual Industrial Energy Technology Conference*, Texas.
- Gök A., Bilmez A.**, 2009. Güç kalitesi milli projesi ve sonuçları, TEİAŞ Genel Müdürlüğü.
- Haliloğlu, B., Buhan, S., Boyrazoğlu, B.**, 2007. Elektrik iletim sisteminde güç kalitesi bozulmalarının tespiti ve ölçülmesi, *II.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 114-119.
- IEEE Standard C62**, Guides and standards for surge protection.
- Irmak, E., Bayindir, R., Colak, I., and Soysal, M.:** 2009. A remote laboratory experiment for 4-quadrant control of a DC motor, *Computer Applications in Engineering Education*, vol.9999, 9999, n/a.
- J. G. Dorsey, D.P. Siewiorek**, 2002. Proceedings of the 6th International Symposium on Wearable Computers, USA, 137.
- Katsaprakakis D.A., Christiakis, D.G., Zervos, A., Voutsinas, S.**, 2008. A power-quality measure, *IEEE Transactions on Power Delivery*, **23(2)**, 553-561.
- Khan, A.K.**, 2001. Monitoring power for the future, *Power Engineering Journal*, **15(2)**, 81-85.
- Küçük D.**, 2011. Güç kalitesi çalışmalarında bilgisayar mühendisliğinin rolü, *EMO Bilimsel Dergi*, Cilt 1, Sayı 2, Aralık 2011, s.83-88.
- LAMORE, J, et all**, 1994. Voltage sag analysis case studies, *IEEE Trans on IA*, Vol 30 No 4, July/Aug.
- Lin, T., Domijan, A.**, 2005. On power quality indices and real time measurement, *IEEE Transactions on Power Delivery*, **20(4)**, 2552-2562.
- MEGEP**, 2007. Elektrik Elektronik Teknolojisi, Sensörler ve transdüserler, Ankara.
- Melhorn, C., McGranaghan, M.**, 1995. Interpretation and analysis of power quality measurements, *IEEE Transactions on Industry Applications*, **31(6)**, 1363-1370.
- M. P. Jenkins** 1995. The institution of electrical engineers, *IEE*, London, 1.
- McGranaghan, M.** 2001. Trends in power quality monitoring, *IEEE Power Engineering Review*, **21(10)**, c1-c1.
- NEMA Publication MG-1**, 1987. Motors and generators.
- Özkan, S., Dinar, E., Eğridere, A.**, 2004. Proteus 6.2 incelemesi, Mezuniyet Tezi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Pecen, R., Salim, M., Zora, A.** 2004. A LabVIEW based instrumentation system for a wind-solar hybrid power station, *Journal of Industrial Technology*, **20(3)**, 1-8.
- Poisson, O., Rioual, P., Meuner, M.**, 1999. New signal processing tools applied to power quality analysis, *IEEE Transactions on Power Delivery*, **14(2)**, 561-568.
- P. K. Dash, S. K. Panda, A. C. Liew, B. Mishra, R. K. Jena**, 1998. Electric Power Systems Research, 11.
- Radil, T., Matz, V., Janeiro, F., Ramos, P., Serra, A.**, 2007. On-line detection and classification of power quality disturbances in a single-phase power system, *POWERENG*, Portugal, 713-718.
- Tan A., Şenses M.O., Teke A., Meral M.E., Bayındır K.Ç., Tumay M.**, İnternet Tabanlı Elektrik Enerjisi ve Güç Kalitesi İzleme Sistemi.
- T. Nagata**, 2006. IEEE Power Engineering Society General Meeting, Montreal, Canada, 1.
- Uzan O.**, 2013. Alçak Gerilim Dağıtım Sistemlerinde Güç Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Vega, Y.T., Roig, F.V., Segundo, H.**, 2007. Evolution of signal processing techniques in power quality, *9th International Conference Electrical Power Quality and Utilisation*, Barcelona, 1-5.
- Wang, M., Mamishev, A.V.**, 2004. Classification of power quality events using optimal time-frequency representations-part 1: theory, *IEEE Transactions on Power Delivery*, **19(3)**, 1488-1485.
- W. L. Yao, C.H. Ku**, 2003. Electric Power Systems Research, 129.
- URL-1, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_1663/1663_72209.doc. OpAmp'lı Akım ve Gerilim Dönüştürücüler ile Doğrusal Olmayan OpAmp Devreleri," Fırat Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Elektronik Laboratuvarı, Elazığ, 2-4, 10 Nisan 2012.
- URL-2, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_1663/1663_72209.doc. OpAmp'lı Akım ve Gerilim Dönüştürücüler ile Doğrusal Olmayan OpAmp Devreleri," Fırat Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Elektronik Laboratuvarı, Elazığ, 6-7 10 Nisan 2012.
- URL-3, www.microchip.com. Embedded Control Handbook. Microchip Technology Inc. 2001.
- URL-4, <http://320volt.com/seri-port-rs232-ile-pic16f877-bilgi-gonderme-okuma/> 10 Mart 2013.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Karabük'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Karabük'te lise öğrenimini Karabük Teknik Lisesinde tamamladı. 2001 yılında girdiği Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümü'nden 2004 yılında Teknik Öğretmen olarak mezun oldu.

PROGRAM

```
include "MODEDEFS.BAS"
define ADC_BITS 8           'A/D 8 bit
define ADC_CLOCK 3         'RC osilatör
define ADC_SAMPLEUS 50    'örnekleme süresi 50 mikrosaniye
define LCD_DREG PORTD      'lcd data portd
define LCD_DBIT 4          'lcd başlangış biti 4
define LCD_RSREG PORTE
define LCD_RSBIT 0
define LCD_EREG PORTE
define LCD_EBIT 1
define LCD_BITS 4
adsonuc    var    byte      'a/d deışkeni
b          var    byte      'OKUMA DEĞİŞKENİ
d          var    word
d1         var    word
d2         var    word
d3         var    word
d4         var    word
d5         var    word
d6         var    word
a1         var    byte      'adres değişkeni
saat       var    byte
dakika     var    byte
saniye     var    byte
tick       var    word
guncelle   var    byte
i          var    byte
esaat      var    byte
edakika    var    byte
trisd=%00001111
trisa=%11111111
```

```

trisb=%00001110
adcon1=%00000100          'porta analog giriş
low  porte.2
pause 100
    saat=0
    dakika=0
    saniye=0
    tick=0
    guncelle=1
portd=0
PORTB=0
a1=0
OPTION_REG.5=0          'TMR0 interrupt' ı dahili komuttan tetiklemeli
INTCON=$a0              'TMR0 interrupt ı etkin
on interrupt  goto  tickint

```

a:

```

    adcin 0, adsonuc
if  a1=255      then
    high  portb.7
endif
if  adsonuc>%00011001 and  a1<255 then
    write  a1, adsonuc
    a1=a1+1
    write  a1, saat
    a1=a1+1
    write  a1, dakika
    a1=a1+1
    high  portb.4          'ikaz led'ini yak
    high  portb.5          'kondansatör deşarj puls'i
    pause 10
    low  portb.5
    sound  portb.6, [100, 10, 200, 20, 120, 10]
    low  portb.6

```

```

endif
if portb.1=0 then
  pause 100
  read a1, b
  a1=a1+1
  read a1, esaat
  a1=a1+1
  read a1, edakika
  a1=a1+1
  d1=(b+1)*50
  d2=d1/255
  d3=11*d2*d2
  d4=497*d2
  d5=(d4+d3)/10
  d6=d5+2905
  d=d6/10
  lcdout " ", dec2 esaat, ":", dec2 edakika
  lcdout $FE, $C0, "Umax=", #d, " ", "Volt"
  pause 1000
endif
if portb.2=0 then
  pause 100
  read a1, b
  a1=a1+1
  read a1, esaat
  a1=a1+1
  read a1, edakika
  a1=a1+1
  d1=(b+1)*50
  d2=d1/255
  d3=11*d2*d2
  d4=497*d2
  d5=(d4+d3)/10

```

```

        d6=d5+2905
        d=d6/10
        serout portc.6, t2400, [13,"Umax=", #d, "Volt", " "]
        serout portc.6, t2400, ["ss:dk=", #esaat, ":", #edakika, 10]
    endif
    if portb.3=0 then
        pause 100
        a1=0
        low portb.4          'ikaz ışığını söndür
        low portb.7          'hafıza ikaz lde ini söndür
    endif
anadongu:
    if portd.3=0 then dakikaazalt
    if portd.2=0 then dakikaart
    if portd.1=0 then saatazalt
    if portd.0=0 then saatart
kontrol:
    if guncelle=1 then
        lcdout $fe, 1
        lcdout dec2 saat, ":", dec2 dakika, ":", dec2 saniye
        guncelle=0
    endif
    goto a
dakikaart:
    dakika=dakika+1
    if dakika>=60 then
        dakika=0
    endif
    goto arksondur
saatart:
    saat=saat+1
    if saat>=24 then
        saat=0

```

```
endif  
goto arksondur
```

dakikaazalt:

```
dakika=dakika-1  
if dakika>=60 then  
    dakika=59  
endif  
goto arksondur
```

saatazalt:

```
saat=saat-1  
if saat>=24 then  
    saat=23  
endif
```

arksondur:

```
for i=1 to 25  
    pause 10  
next i  
guncelle=1  
goto kontrol  
disable
```

'tmro kesmesi alt programı

tickint:

```
tick=tick+1  
if tick<1953 then ticik  
tick=0  
saniye=saniye+1  
if saniye>=60 then  
    saniye=0  
dakika=dakika+1  
endif  
if dakika>=60 then  
    dakika=0
```

```
saat=saat+1
endif
if saat>=24 then
    saat=0
endif
guncelle=1
```

ticik:

```
INTCON.2=0
resume
end
```