

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TRAFO MERKEZLERİNDE OTOMASYON

Elektrik Mühendisi H.Hazal AYAŞLI

**FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Makinaları ve Güç Elektronik Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gülderen YILDIRMAZ

İSTANBUL, 2007

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TRAFO MERKEZLERİNDE OTOMASYON

Elektrik Mühendisi H.Hazal AYAŞLI

**FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Makinaları ve Güç Elektronik Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gülderen YILDIRMAZ

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMA LİSTESİ.....	v
SİMGE LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ.....	2
2.1 Enerji İletimi ve Dağıtımı.....	2
2.2 Orta Gerilim Dağıtım Şebekeleri.....	3
2.3 Türkiye’ deki Orta Gerilim Seviyesi.....	6
3. TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ, ŞALT TESİSLERİ VE TRAFO POSTALARI.....	10
3.1 Transformatör Merkezleri ve Şalt Tesisleri.....	10
3.2 Trafo postaları.....	14
4. ELEKTRİK TESİS VE ŞEBEKELERİNDEKİ ARIZA SEBEPLERİ.....	17
4.1 Orta Gerilimli Şebekelere oluşan Temel Arızalar ve Nedenleri.....	17
4.1.2. Önemli Arızalar ve Arıza Akımları.....	18
4.1.2.1 Üç.Fazlı Arıza.....	18
4.1.2.2 İki Fazlı Arıza.....	18
4.1.2.3 İki.Faz-Toprak Arızası.....	19
4.1.2.4 Faz-Toprak Arızası.....	19
4.1.2. Arıza Oluşum Nedenleri.....	20
4.1.2.1 Elektriksel Nedenler.....	20
4.1.2.2 Mekanik Nedenler.....	20
4.1.2.3 Çevresel Faktörler.....	20
4.2 Trafolarda Meydana Gelen Arızalar ve Sebepleri.....	21
4.2.1 İç Arızalara Karşı Koruma.....	22
4.2.1.1 Bucholtz Rölesi İle Koruma.....	22
4.2.1.2 Termik Röle ile Koruma.....	22
4.2.1.3 Termik İmaj Rölesi İle Koruma.....	22
4.2.1.4 Tank Koruma.....	23
4.2.1.5 Basınç Boşaltma Rölesi İle Koruma.....	23
4.2.1.6 Yağ Seviye Göstergesi İle Koruma.....	23

4.2.1.7	Diferansiyel Koruma	23
4.2.2	Dış Arızalara Karşı Koruma	24
4.2.2.1	Aşırı Gerilimlere Karşı Koruma	24
4.2.2.1.1	Koruma Teli	25
4.2.2.1.2	Ark Boynuzu	25
4.2.2.1.3	Parafudr	25
4.2.2.2	Aşırı Akımlara Karşı Koruma	26
4.2.2.2.1	Çıkış Aşırı Akım Karşı Koruma	27
4.2.2.2.2	Giriş Aşırı Akım Karşı Koruma	27
4.2.2.3	Transformatör Toprak Koruma	27
4.2.2.4	Aşırı Yüke Karşı Koruma	27
4.2.2.5	Kısa Devre Koruma	27
4.2.2.6	Mesafe Koruma	28
5.	KORUMANIN ÖNEMİ	29
5.1	Korumanın Özellikleri	31
5.1.1	Seçicilik	32
5.1.2	Hızlı Çalışma	32
5.1.3	Güvenilirlik	33
5.1.4	Koruma Sistemi Yapısının Basit Olması	34
5.1.5	Koruma Sisteminin Ekonomik Olması	34
5.2	Koruma Sistemi Koordinasyonu	34
5.3	Koruma ve Kumanda Elemanları	36
5.3	Röle Çeşitleri	40
5.3.1	Termik Karakteristikli Aşırı Akım Rölesi	40
5.3.2	Mesafe Koruma Rölesi	40
5.3.3	Diferansiyel Koruma Rölesi	40
5.3.4	Toprak Kaçağı Koruma Rölesi	41
5.3.5	Aşırı ve Düşük Gerilim Rölesi	41
5.3.6	Yönlü Röleler	41
5.2.	Çalışma Prensiplerine Göre Aşırı Akım Röleleri	42
5.2.1	Elektromekanik Röleler	45
5.2.1.1	Elektromanyetik Çekme İlkesine Göre Çalışan Röleler	45
5.2.1.2	Endüksiyon Disk İlkesine Göre Çalışan Röleler	46
5.2.1.2.1	Çift Bobinli Endüksiyon Röleleri	47
5.2.1.2.2	Tek Bobinli Endüksiyon Röleleri	48
5.2.2	Elektromanyetik Röleler	48
5.2.2.1	Hareketli Bobinli Röleler	48
5.2.2.2	Polarize Röleler	48
5.2.2.3	Terazi Kollu Röleler	49
5.2.3	Elektronik (Statik) Röleler	50
5.2.3.1	Statik Rölelerin Temel Yapısı	52
5.2.3.2	Statik Rölelerin Avantajları	53
5.2.4	Sayısal (Dijital) Röleler	53
5.4.1	Çok-Fonksiyonlu Sayısal Röleler	57
5.4.2	Sayısal (Dijital) Röle Donanımı	58
5.4.2.1	Alçak Geçiren Filtre	60
5.4.2.2	Sample and Hold (Örnekleme ve Saklama)	60
5.4.2.3	Multiplexer	61
5.4.2.4	Analog-Dijital Dönüştürücüler	62

5.4.3	Röle Yazılımı.....	62
6.	KESİCİLER.....	65
6.1	Havalı Kesiciler	65
6.2	Tam Yağlı ve Az Yağlı Kesiciler	65
6.3	Vakumlu Kesiciler	66
6.4	SF6 Gazlı Kesiciler.....	67
7.	UYGULAMA TANIMI	72
7.1	Günümüzde Dijital Koruma ve Ölçme Ünitelerinin Uzaktan İzlenmesi.....	72
7.2	Tasarlanan Uygulama Devresi.....	73
7.2.2	Devre Tanımı	73
7.2.3	Devre Çalışması.....	74
7.2.4	Web Sayfası	90
	SONUÇLAR.....	105
	KAYNAKLAR.....	106
	EKLER	107
Ek 1.	İntel 8051 Mikrodenetleyicisi.....	107
Ek 2.	ADC808 Analog-Dijital Dönüştürücü.....	109
Ek 3.	GPRS Modül	111
	ÖZGEÇMİŞ.....	114

KISALTMA LİSTESİ

AG	Alçak Gerilim
OG	Orta Gerilim
YG	Yüksek Gerilim
DC, DA	Doğru Akım
AC, AA	Alternatif Akım
X	Reaktans
R	Direnç
CT	Akım Transformatörü
VT	Gerilim Transformatörü
A/D	Analog/Dijital
D/A	Dijital/Analog
PC	Personal Computer
ADC	Analog to Digital Converter
ACC	Akümülatör
DPTR	Data Pointer
PC	Program Counter
SP	Stack Pointer
SFC	Special Function Register
GPRS	General Pocket Radio Service
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UDP	User Datagram Protocol

SİMGE LİSTESİ

Z_1	Doğru Bileşen Empedansı
Z_2	Ters Bileşen Empedansı
Z_0	Sıfır Bileşen Empedansı
I_{k3}	Üç fazlı arıza akımı
U	Arıza öncesi faz-nötr gerilimi
I_{k2}	İki fazlı arıza
I'_{k2}	İki faz-toprak arızasında fazlardan geçen akım
I_{k2t}	İki faz-toprak arızasında topraktan geçen akım
I_{k1}	Faz-toprak arızası
t	Açma zamanı, zaman
I	Akım
θ	Akım ve gerilim arasındaki açı
I_{pu}	En düşük röle ayar değeri
I_{max}	Maksimum yük akımı
k	Röle resetleme faktörü
$I_{sc_{min}}$	Minimum kısa devre akımı
I_r	Röleye uygulanan akım
I_{ϕ}	Rölenin ayarlandığı çalışma akımı
T_D	Zaman katsayısı
M	Normali edilmiş röle açma akımı
p	Üstel sayı
A, B	Reel sayılar

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Orta gerilim dağıtım şebeke şekilleri.....	4
Şekil 2.2	Ana dönüştürücü merkez yerine göre dağıtım şebeke şekilleri.....	5
Şekil 3.1	Enerji dağıtım blok şeması	10
Şekil 3.2	Güç transformatörünün kesit görüntüsü	10
Şekil 3.3	Bina içi transformatör ve şalt merkezi.....	11
Şekil 3.4	Açık hava tipi şalt sahası	12
Şekil 3.5	SF6 gaz izoleli modüler hücreler.....	13
Şekil 3.6	SF6 gaz izoleli hücre bağlantı şemaları.....	14
Şekil 4.1	Hat arıza örneği	17
Şekil 4.2	Üç fazlı arıza.....	18
Şekil 4.3	İki fazlı arıza.....	18
Şekil 4.4	İki faz toprak arızası	19
Şekil 4.5	Faz-Toprak arızası	20
Şekil 4.6	Diferansiyel röle bağlantı şeması	24
Şekil 4.7	Parafudur kesit ve görünüşü	26
Şekil 5.1	Koruma rölesinin elektrik güç sistemine bağlanması (Bir faz için)	29
Şekil 5.2	Kesici çevresindeki koruma bölgelerinin kesiştirilme prensibi.....	31
Şekil 5.3	Akım rölelerinin bağlantı şekilleri.....	37
Şekil 5.4	Kesici ve akım röle bağlantı şekli.....	38
Şekil 5.5	Kapalı bir sistemde hat koruma (Sistem şeması, akım ve gerilim fazörleri)....	42
Şekil 5.6	Sabit, $n=1$ ve $n=2$ hallerine karşılık gelen ters zaman karakteristikleri	45
Şekil 5.7	Tipik aşırı akım röle karakteristiği	45
Şekil 5.8	Mekanik röle.....	47
Şekil 5.9	Koruma rölelerinin temel blok diyagramı	52
Şekil 5.10	Çeşitli kriterlere göre rölelerin karşılaştırılması.....	55
Şekil 5.11	Dijital koruma rölesine ait blok diyagramı.....	56
Şekil 5.12	Akım rölesi bağlantı şeması	58
Şekil 5.13	Çok-fonksiyonlu sayısal aşırı akım rölesi donanımı	59
Şekil 5.14	Koruma Rölesi Diyagramı.....	60
Şekil 5.15	Örnekleme (S/H) Ünitesi	60
Şekil 5.16	Tek S/H ile geliştirilmiş Sayısal Röle Ünitesi	61
Şekil 5.17	Dört girişli multiplexer	61
Şekil 5.18	Gain switch ile sayısal röle donanımı.....	62
Şekil 6.1	Havalı kesici	65
Şekil 6.2	Yağlı kesici	66
Şekil 6.3	Vakumlu kesici	66
Şekil 6.4	SF6 gazlı kesici.....	67
Şekil 6.5	SF6 gazlı kesicinin iç yapısı	68
Şekil 6.6	SF6 gazlı kesicinin çalışma kademeleri.....	69
Şekil 6.7	Kesici açma-kapama mekanizması.....	70
Şekil 7.1	Dijital koruma ve ölçme ünitelerinin bilgisayar ile izlenmesi.....	72
Şekil 7.2	Dijital Koruma ünitelerinin aynı hat üzerine bağlanarak izlenmesi.....	72
Şekil 7.3	Dijital koruma ve ölçme hücresine sahip modüler hücrelerin internet üzerinden izlenmesi	73
Şekil 7.4	Devre çalışma prensibi	74
Şekil 7.5	Ölçme devresi	74
Şekil 7.6	Kontrol kartı	75
Şekil 7.7	Devre şeması.....	89
Şekil 7.8	Web sayfası görüntüsü	90

Şekil 7.9	Server sayfası görüntüsü.....	97
Şekil Ek 1.1	İntel 8051 mikrodenetleyicisinin pin konfigürasyonu.....	107
Şekil Ek 2.1	ADC808 entegresinin pin konfigürasyonu.....	109
Şekil Ek 3.1	GPRS modülü prensip çalışma şekli	111

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Türkiye’de mevcut OG/AG dağıtım transformatörlerinin gerilim seviyelerine göre dağılımı	7
Çizelge Ek 2.1	ADC808 entegresi analog giriş kanalı seçme uçları.....	110

ÖNSÖZ

Gelişen teknoloji ile birlikte trafo merkezleri ve elektrik dağıtım şebekelerinde kullanılan dijital koruma ve ölçme ünitelerini uzaktan web sayfasından izlemek mümkün olmaktadır. Bu tez çalışmasında, şebekeden ölçülen akım ve gerilim değerleri web sayfasından izlenerek, oluşan arızaları gözlendiği ve kesiciye istenildiği zaman müdahale edebilen bir uygulama yapılmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Gülderen Yıldırım' a, katkılarından dolayı Mitatek firmasından Sedat Nişancı'ya, verdikleri maddi ve manevi destekten dolayı aileme ve Alpaslan Gezer'e teşekkür ederim.

ÖZET

Elektrik enerjisi bir yerden başka bir yere, elektrik dağıtım ve iletim şebekeleri ile taşınmaktadır. Elektrik enerjisi değişik gerilim seviyelerinde taşınır ve tüketiciye ulaştırılır. Gerilim seviyesi transformatörler vasıtasıyla ayarlanır.

Mikroişlemci ve bilgisayar teknolojilerinin günümüzde birçok alanda olduğu gibi elektrik enerjisi iletim ve dağıtım sistemlerinde kullanılması, bu sistemlerin daha kaliteli, daha güvenilir, daha hızlı ve daha verimli olarak işletilmelerini sağlamaktadır. Elektrik enerjisinin kalitesi, bu enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve dağıtılması için son teknolojiye uygun cihazların kullanılmasına büyük ölçüde bağlıdır. Tüketicilere kesintisiz veya mümkün olan en az kesintide enerji ulaştırılması için, geniş bir alana yayılmış olan sistemlerin sürekli izlenmesi, sistemlerde oluşan arızaların en hızlı bir şekilde tespit edilip giderilmesi en önemli etkenlerdendir. Trafo merkezlerinde, iletim ve dağıtım sistemlerinde koruma ve kontrol amaçlı olarak kullanılan mikroişlemci teknolojisiyle üretilmiş dijital röleler sayesinde, sistemlerin izlenmesi ve sisteme müdahale edilmesi daha kolaylaşmıştır. Bu tez çalışmasında, elektrik dağıtım şebekeleri ve trafo merkezlerinde kullanılan dijital koruma ve ölçme ünitelerinin web sayfası üzerinden izlenmesi ve kontrolüne yönelik bir uygulamaya yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Elektrik dağıtım sistemleri, Trafo merkezleri, Web sayfası üzerinden röle kontrolü ve izlenmesi, Kesici kontrolü.

ABSTRACT

Electrical energy conveys with transmission mains from one place to other one place. Electrical energy conveys by different tension levels and communicates to costumers. The tension levels regulate by transformers.

Because of microprocessors and computer technologies nowadays used in electrical energy transmission and distribution systems like many fields provide to operating these systems as higher quality, more accredited, speedier and more efficient. For producing, conveying and distributing this energy, the quality of electrical energy mainly bounds up to using last technologies best fitted apparatus. To conveying uninterrupted and possible least interrupted energy to customers, the most important factors are continuously following to wide an field outspreaded systems and with localizing the faults most speedily correcting its. In transformer centers as with the aims of protecting and controlling the transmission and distribution systems used microprocessor technologies produced digital relays, following these systems and intervene the system become easier.

In this thesis work had given place to an application which directed to with a web page observing and controlling the digital protection and scaling units which used on the electrical distribution mains and transformer centers.

Keywords: Electrical distribution systems, Transformer centers, Relay control and following on a web page, Circuit breaker control.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin en önemli özelliklerinden biri üretildiği yerden çok uzak bölgelere taşınabilmesidir. Bu taşınmanın verimli bir şekilde yapılabilmesi, kayıpların azaltılması için gerilimin yeterince yüksek olması gerekmektedir; tabii ki gerilim artışı ile beraber gelen iletken maliyetinin çok fazla artmaması için gerilim seviyeleri belli bir optimizasyona göre seçilmelidir. Alternatif akımlı elektrik enerjisinin gerilimi transformatörler yardımıyla istenilen seviyelere yükseltilebilir veya düşürülebilir. Doğru akımlı elektrik enerjisinin de, transformatörün demir nüvesi üzerinde değişen bir manyetik alan elde edilememesinden dolayı transformatörler doğru akımda kullanılamazlar. Bu sebeple elektrik enerjisi bazı özel durumlar hariç genel olarak alternatif akım ile taşınır. Doğru akımla enerji iletimi ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir.

Transformatör merkezlerinde belli bir seviyeye ayarlanan gerilim, elektrik dağıtım şebekeleri ile taşınır. Türkiye’ de en çok kullanılan dağıtım seviyesi 34.5 kV gerilim seviyesidir.

Gün geçtikçe artan elektrik enerjisi ihtiyacı, tüketiciye kaliteli enerji sağlamakla sorumlu kuruluşları, özellikle dağıtım şebekeleri üzerinde daha detaylı ve özenli planlama ve yatırım çalışmaları yapmaya yönlendirmektedir.

Elektrik şebekelerinde enerjinin devamlılığı esastır. Değişik nedenlerle akım ve gerilim değerlerindeki normal olmayan değişiklikler, sisteme zarar verecek boyutlara ulaşırsa, enerji kesintiye uğrar. Bu olaylar arıza olarak tanımlanabilir. Böyle durumlarda, koruma röleleri çalışarak arızalı teçhizatı devreden çıkarır. Röleler, arızanın durumuna göre, ayarlanan zamanda kontaklarını çektilererek kesicileri açtırır ve enerji kesilir. Bu istenmeyen kesintiler sonucunda elektrik tesislerinde meydana gelecek sorunlar, tesisi ve tesise bağlı tüketicileri yakından etkiler. Bu sebeple elektrik tesislerinde koruma çok önemlidir. Koruma, elektrik güç sistemlerinde, sistemi sürekli olarak izleyerek bir hatanın varlığını saptama ve kesicilerin doğru olarak açılmasını sağlamaktır. Elektrik güç sistemlerinde bulunan ve arıza tespiti yapan rölelerin, mesafe sorunu olmadan uzaktan izlenmesi ve rölelere gerekli müdahalelerin yapılması, sistemin güvenilirliği , hızı ve kalitesi açısından çok önemlidir.

2. ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ

2.1 Enerji İletimi ve Dağıtımı

Elektrik enerjisinin kalitesi, bu enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve dağıtılması için kaliteli ve son teknolojiye uygun cihazların kullanılmasının yanında, kurulan tesislerin iyi planlanmasına ve bunların basit ve güvenilir bir şekilde işletilmesine bağlıdır. Standartlara uygun olmayan malzeme kullanımından veya teknolojik ürünlerden faydalanılmamasından doğan kayıpların bedeli tüketici tarafından ödenecektir ve can ve mal güvenliği açısından da tehlikeye sebep olmaktadır. Bunu yanında, elektrik enerjisinin aboneler ulaştırılmasında kullanılan şebekelerin yanlış tasarımlanmasından kaynaklanan kötü sonuçlar ancak uzun bir zaman sonra ortaya çıkmaktadır ve bu durum yapılan masraflar boşa gitmesine yol açmaktadır.

Şebekelerin tasarımında, tüketicilerin beklentileri göz önünde tutularak uyulması gereken işletme yönetmelikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Elektrik enerjisinin gerektiğinde kullanılmaya hazır olmalıdır yani kesinti sayı ve sürelerinin az olmalıdır.
2. Elektrik enerjisi kaliteli olmalı yani gerilim ve frekansı sabit olmalıdır
3. Elektrik enerjisi ucuz fiyata tüketicilere verilmelidir.
4. Şebekeler sağlam, basit, anlaşılır ve güvenilir olmalıdır.
5. Şebekeler her türlü ihtiyaca cevap verebilmelidir.

Yurdumuzda ilk enerji iletimi 1902 yılında Tarsus' da yapılmıştır, bir değirmenden elde edilen 2 kW'lık güç şehre taşınmıştır, daha sonra İstanbul Silahtarağa santrali işletmeye açılmış ve bunu büyük şehirlerde kurulan santraller ve dağıtım şebekeleri izlemiştir. Bugün yurdumuzda pek çok hidrolik, termik, gaz tribünlü ve dizelli santraller elektrik enerjisi üretmekte ve bu üretilen enerji abonelere fazlar arası gerilimi 380 V olarak taşınmaktadır. Türkiye' de kullanılabilecek gerilimler TS 83 numaralı Türk standartlarında belirtildiği gibi 100-1000 V sınıfına giren standart gerilimler, bir fazlı elektrik şebekeleri için 110 V ve 220 V, üç fazlı elektrik şebekeleri için ise 110/190 V veya 220/380 V kademelerindedir. Standartlara göre en yüksek ve en alçak gerilim kademeleri ile anma gerilimi arasındaki farkın % 10' dan az olması gerekmektedir ve şartlar uygun olursa bu farkların % 5 olarak alınması öngörülmektedir. 110/190 V kademesindeki anma gerilimlerindeki sistemlerde seçilen iletken kesitlerinin, 220/380 V kademesindeki anma gerilimlerindeki sistemlere göre seçilen iletken kesitlerinden daha büyük olması sebebiyle 110/190 V kademesindeki anma gerilimlerindeki

sistemlerde daha fazla malzeme kullanılması gerekmektedir ve ekonomik değildir. Bu nedenle zorunlu olunmadıkça ve bakanlık izni alınmadan bu gerilim kademeleri kullanılmaz.

Ülkemizde enerji dağıtım sistemlerinde kullanılan 30kV (31.5, 33, 34.5), 15kV, 10.5kV ve 6.3kV olmak üzere 4 değişik orta gerilim seviyesi bulunmaktadır. Daha çok 30 kV' luk gerilim seviyesi kullanılmaktadır. 30 kV' luk gerilim seviyesinin standartlaştırılmasının ülkemizdeki uygulamasında büyük bir dağınıklık göze çarpmaktadır. Bu durum bu tarz şebekeler arasındaki transformatör değişimlerini zorlaştırmakta veya imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle bu seri içerisinde en uygun gerilim kademesi seçilmeye ve bir standart sağlanmaya çalışılmıştır. 30 kV serisinde en çok kullanılan gerilim kademeleri 34.5 kV ve bunu takiben 31.5 kV kademeleridir. 34.5 kV gerilim kademesi, 31.5 kV' a göre aktif ve reaktif güç kayıplarının ve gerilim düşümünün % 17 azalmasını, taşınan gücün %9.5 artmasını sağlaması sebebiyle ve Türkiye' de en çok kullanılan gerilim kademesi olması açısından standart olarak belirlenmiştir. Tesislerin belli standartlara göre yapılmasının yararları arasında, hataların azalması, güvenilirlik, malzeme depolama kolaylığı ve ekonomiklik gibi sebepler sıralanabilir.

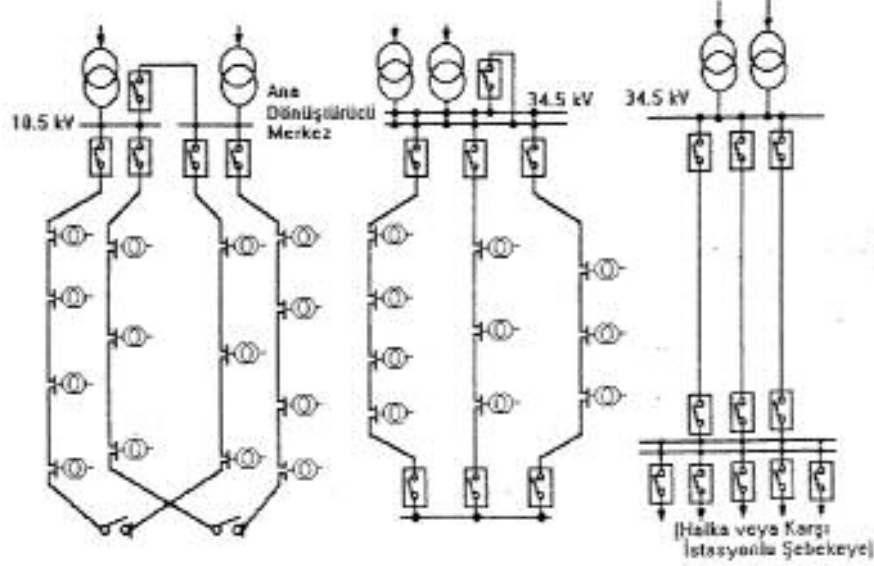
Gerilimlerine göre şebekeler dörde ayrılır:

1. Alçak gerilimli şebekeler (1kV'a kadar olan şebekeler)
2. Orta gerilimli şebekeler (1kV' dan 34.5 kV'a kadar olan şebekelerdir.)
3. Yüksek gerilimli şebekeler (34.5 kV' dan 154 kV' a kadar olan şebekelerdir.)
4. Çok yüksek gerilimli şebekeler (154 kV' dan yüksek gerilimli şebekelerdir ve Türkiye'de en çok kullanılan yüksek gerilim kademesi 380 kV olarak gösterilebilir.)

2.2 Orta Gerilim Dağıtım Şebekeleri

Orta gerilim dağıtım şebekeleri n-1 prensibine göre yapılırlar yani n tane işletme elemanı bulunan bir orta gerilim şebekesinde aynı anda sadece 1 adet işletme elemanının, hata nedeniyle veya bakım amacıyla devre dışı bırakılabileceği varsayılır. Şebekede devre dışı kalacak bu elemanın görevini, gerçekleştirecek manevra ile kesintisiz olarak anında veya kesintili olarak çok kısa bir süre içinde üstlenecek başka bir elemanın mevcut olması gerekir. Orta gerilim şebekelerinde n-1 prensibi, aynı güce sahip 2 adet transformatör kullanılarak sağlanır. Bu şebekelerde, özellikle şebeke şekillerinin bozulmaması için trafo merkezlerinin şebeke üzerinden birbirini yedeklemesi arzu edilmez. Transformatörlerin yüksek gerilim taraflarının en az iki ayrı kaynaktan beslenme imkanına sahip olmaları gerekmektedir. Trafolar birbirini %100 veya %50 yedekleyecek şekilde işletilirler. % 100 yedekleme

durumunda trafoların orta gerilim uçları, Şekil 2.1.c' de görüldüğü gibi tek bir bara üzerinden birbirine bağlanabilir. Bu durumda trafolardan biri devre dışı bırakılarak diğerinin anma gücünün %100' ü oranında yüklenmesine müsaade edilir. Aynı zamanda trafoların paralel bağlanmasını önleyen kilitleme tertibatı ile işletmedeki trafonun devre dışı kalması halinde yedek trafonun devreye girerek tüketicileri beslemeye devam etmesi sağlanabilir.

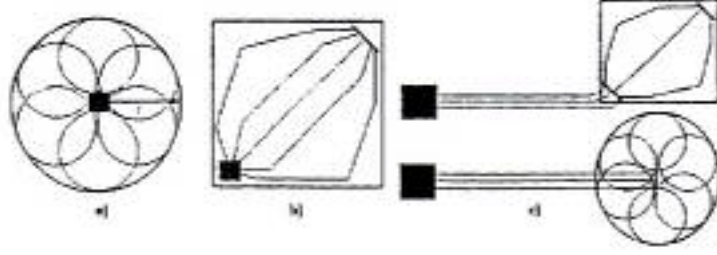


Şekil 2.1 Orta gerilim dağıtım şebeke şekilleri.

% 50 yedekleme durumunda ise Şekil 2.1.a ve Şekil 2.1.b' de görüldüğü gibi trafolar, birbirinde enine ve boyuna kuplaj kesicileri ile ayrılmış çift bara üzerine bağlanırlar. Her iki şekilde de trafoların anma güçlerinin %50 si ile yüklenmelerine müsaade edilir. Trafolardan biri devre dışı kaldığında enine veya boyuna kuplaj kesicilerinden biri kapatılarak devrede kalan trafonun bütün yükü üstlenmesi sağlanır. Çift bara ve enine kuplaj kullanıldığında, kuplaj kesicisini her iki transformatörde devrede iken kapatılarak kısa süreli olarak transformatörlerin paralel bağlanması ve bir baradan diğerine yük aktarılması sağlanmış olur. Ülkemizde % 50 yedekleme şekli ile 10.5 kV' da boyuna kuplajlı tek bara, 34.5 kV' da ise enine kuplajlı çift bara sistemi kullanılmaktadır.

Genellikle yük yoğunluğu çok olan bölgelerde Şekil 2.1.a' daki ring şebeke şeklinin seçilmesi tavsiye edilir. Şekil 2.2.a' de görüldüğü üzere, bu şebeke şeklinde ana dönüştürücü merkez, beslenecek bölgenin tam ortasına yerleştirilmekte ve bu merkezden çıkan ring kabloları ile belli yarıçaplı bir dairesel bölge beslenmektedir. Şebeke işletmesini zorlaştırmamak için belli bir istasyondan çıkan kablo, aynı istasyonun diğer barasına girmekte ve tüm ringler birer noktada açık işletilmektedirler. Açık işletilen ve normal şartlarda anma akımlarının %50' si ile yüklenmelerine müsaade edilen ring hatlarında n-1 prensibine uygun en uygun minimum

güvenilirlik sağlanmış olur. Arızalı kablo parçası tespit edilip devre dışı bırakıldıktan sonra gerekli manevra yapılarak tüm tüketicilerin tekrar beslenmesi sağlanmış olur.



Şekil 2.2 Ana dönüştürücü merkez yerine göre dağıtım şebeke şekilleri.

Büyük şehir merkezlerinde, ring şebekedeki gibi yük yoğunluğunun ortasındaki merkez bir noktada ana dönüştürücü merkez için yer bulmak her zaman mümkün değildir. Bu durumda, Şekil 2.2.b' deki gibi beslenecek bölgenin bir köşesine ana dönüştürücü merkez diğer köşeye ise sadece kesicili şalt tesisini içeren karşı istasyon inşa edilir. Ana dönüştürücü merkez ile karşı istasyon arasına çekilen ana dağıtım kabloları vasıtasıyla bölgedeki bütün dağıtım transformatörleri beslenir. Bu şebekede n-1 prensibi karşı istasyon tarafından sağlanır yani ana dağıtım kablolarından birinin üzerinde bir hata ortaya çıktığında, arızalı kablo parçası devre dışı bırakılır, karşı istasyondan kapatılan kesiler yardımı ile bu kablo üzerindeki tüm dağıtım istasyonlarının beslenmeye devam etmesi sağlanmaktadır. Ana dönüştürücü istasyon ile karşı istasyon arasına çekilen boş bir kablo ile her bir ana dağıtım kablosunun bütün yükünün gerektiğinde bu boş kabloya aktarılması mümkün olur.

Dağıtım şebekeleri için kullanılmaması tavsiye edilen şebeke şekli, şekil 2.1.c ve şekil 2.2.c' de gösterilmiştir. Paralel çekilen kablolardan birinin yükünü gereğinde üzerine alabilecek bir adet yedek kablo çekimi ile n-1 prensibini sağlamaktadır. Bu şebeke şekli çoğu kez yeni gelişmeye başlayan bir bölgenin baştan iyi planlanmaması sonucu ortaya çıkar. Böyle bir bölgenin ileride nasıl gelişeceği baştan tahmin edilemediği zaman, buranın önce birkaç km. uzaklıktaki mevcut bir dönüştürücü merkezden beslenmesine karar verilir ve ilk kablo çekilir. Bölgenin önceden hesaplanmayan enerji ihtiyacı artışı ile birlikte 2. 3. ..v.s. kablolar çekilmek zorunda kalır. Ancak bir süre sonra, halen artmakta olan enerji ihtiyacının artık mevcut dönüştürücü merkeze yeni kablo çekilmesiyle sağlanamayacağı tespit edilip belirtilen bölgeye yeni bir ana dönüştürücü merkez kurulması gerekli görüldüğünde daha önceden çekilen kablolar toprak içinde gömülü kalır ve hiçbir işe yaramazlar. Bu nedenle daha önceki bölümde bahsettiğimiz gibi şebekelerin çok iyi ve mümkün olduğu kadar basit tasarlanması

gerekmektedir. Özellikle yeni gelişmekte olan bölgelerin yük artış etüdlerinin iyi yapılması, en az 20 yıllık yük değişimlerinin tespit edilmesi, 20 yıl sonunda tamamlanacak şebekeye ait trafo istasyonlarının yerlerinin belirlenmesi gerekiyorsa bu yerlerin kamulaştırılması, dağıtım şebekesi geriliminin, kısa devre gücünün ve kullanılacak şebeke şekillerinin ilk planlama safhasında belirlenmesi daha ekonomik sonuçlar doğurabilir.

2.3 Türkiye’ deki Orta Gerilim Seviyesi

Bugün ülkemizde dağıtım sistemlerinde 30kV (31.5kV, 33kV, 34.5kV), 15kV, 10.5kV, 6.3kV olmak üzere dört çeşit orta gerilim (O.G.) seviyesi bulunmaktadır. Bu gerilim seviyelerinin kullanımı yük yoğunluklarına ve büyüklüklerine göre;

- Büyük şehir şebekeler,
- Küçük şehir ve kırsal alan O.G. şebekeleri

olmak üzere ikiye alt gruba ayrılmaktadır.

Ankara ve İstanbul gibi elektriksel yükün büyük ve yoğun olduğu yörelerde, indirici merkezlerde 154 kV’ dan 30 kV’ a düşürülen gerilim fiderlerle şehrin muhtelif noktalarındaki yük merkezlerine iletilmekte ve tali merkez adı verilen yerlerde ikinci bir gerilim transformasyonu ile 15kV, 0.5 kV veya 6.3kV’ luk gerilim seviyelerinden birine indirilmektedir. Alt gerilim seviyesindeki fiderlerle de dağıtım transformatörleri beslenmektedir. Büyük noktasal yüklerde ise doğrudan 30 kV.’dan direk 0.4kV.’ a indirmek, yapılan standart bir uygulamadır. Bir anlamda alt iletim görevini yerine getiren 30kV’ luk sistem genelde açık ring için tasarlanmış olup, alt O.G. seviyesindeki durum, beslenen yükün önemine göre yine açık ring veya radyal şebeke olabilmektedir.

Küçük şehir, kasaba ve kırsal alanlarda kullanılan standart gerilim seviyesi 30kV’ dur. Buralarda yapılan uygulamalarda 154/30 kV’ luk indirici merkezlerden gelen fiderler bir ayırıcı merkeze girmekte ve buradan çıkan 30 kV’ luk kollarla dağıtım transformatörleri beslenmektedir. Büyük şehir şebekelerinden en büyük farklılık buralarda ikinci bir alt gerilim seviyesinin bulunmaması, dolayısıyla 30 kV’ un hem alt iletim hem de dağıtım görevini üstlenmesidir. Dağıtım fider düzeninde ise, küçük şehirlerde belirli biçimde bir ring (açık) oluşturulmaya çalışılırken, kırsal alanlarda şebeke tam anlamıyla bir dal budak görünümündedir.

Çizelge 2.1’ de genel hatları ile verilen O.G. dağıtım transformatörlerinin, primer beslenme gerilimine göre dağılımı verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere, gerek sayısal değer

gerekse toplam kurulu güç açısından 30 kV' luk gerilim seviyesinin kullanımı, diğer gerilim seviyelerinin kullanımından daha fazladır.

Çizelge 2.1 Türkiye' de mevcut OG/AG dağıtım transformatörlerinin gerilim seviyelerine göre dağılımı.

OG / AG Gerilim (kV / kV)	Adet	Toplam		Ortalama Güç (kVA)
		Adet (%)	Kurulu Güç (MVA)	
30 / 0.4	86388	73.2	14182.8	164.1
15 / 0.4	19191	16.3	3565.3	185.8
10.5 / 0.4	4770	4.0	3271.5	685.8
6.3 / 0.4	7610	6.5	4560.6	599.3
Toplam	117459	100.0	25580.2	

Büyük şehirlerimizde genellikle gözlenen çift O.G. seviyesi kullanımı, kullanıcı sayısının artması sonucu olan gelişim sırasındaki mevcut teknolojinin getirdiği kısıtlamalar sonucu ortaya çıkmıştır. 154 kV' luk enerji nakil hatları ile şehir kenarına getirilen elektrik enerjisi burada 30 kV seviyesine indirilerek şehir yük merkezlerine taşınmış ve buralardaki O.G./O.G. dağıtım transformatörleri ile gerilim bir kademe daha düşürülerek daha ekonomik bir seviyede O.G./A.G. dağıtım transformatörleri beslenmiştir. Günümüzde teknolojinin getirdiği olanaklarla bundan böyle mevcut düzenin devam etmesi ekonomik olmamaktadır. Bu sebeple büyük şehirlerimizde kullanılan 30 kV' luk alt iletim görevini 154kV' luk alt iletim, 30/O.G. tali merkezlerin görevini ise 154/O.G. merkezler görecektir. Bu durumda çift O.G. dağıtım seviyesine gerek kalmamakta ve alt iletim görevini 154kV üstlenmektedir. Tek bir O.G. seviyesine dönüşüm çift O.G. seviyesi kullanılmasından daha ekonomiktir. Türkiye' nin kısıtlı imkanlarını en ekonomik bir şekilde kullanabilmesi için 30, 15, 10.5 ve 6.3 kV olan dağıtım gerilimlerini tek bir standart değere dönüştürmesi kaçınılmazdır. Çizelge 2.1' de verilen değerlere bakınca bu ilk bakışta 30 kV gerilim seviyesi olmalı diye düşünülmektedir fakat bu gerilim seviyesinin kırsal alanlarda kullanıldığı gibi büyük şehirlerde de kullanılması bazı sorunlara yol açmaktadır. O.G. dağıtımında kullanılan kablo kesiti kısa devre akımlarından dolayı küçültülemeyeceği için 95 mm² lik bir kesit kullanımında ve %50 kapasite ile yüklenmelerinde bile bir fider üzerinde 18 adet transformatör olacaktır. Arıza

olasılığının fider uzunluğu ile orantılı olduğu göz önüne alındığında 10.5 kV ‘ luk sisteme nazaran daha fazla oranda meydana gelebilecek arızalardan dolayı 18 transformatörün beslediği müşteriler enerjisiz kalacaktır.(aynı yük yoğunluğunda arıza olma olasılığı 3 katı daha fazladır.) Uzun bir fiderde arıza yerinin tespiti ve ayrılması 10.5 kV’luk bir sisteme nazaran daha uzun süreceğinden bu durum herhangi bir önlem almaksızın bu gerilim seviyesinin kullanımını mevcut durumu daha da kötüleştireceğinden dolayı olanaksız olarak görülmektedir.

Günümüz teknolojisinin getirdiği yeniliklerle bu 30 kV’ luk fiderlerdeki en büyük sorun olan arıza yerinin tespitinin ve arızalı kısmın ayrılmasının hızlı bir şekilde yapılması mümkündür. Kv’ luk kablolarla aynı kanala gömülecek fiber optik kablolar dağıtım transformatör merkezleri ile indirici merkezler arasında çok ucuz bir iletişim ortamı sağlamaktadır. Böyle bir iletişim ortamı ile, dağıtım transformatör merkezlerine yerleştirilecek arıza noktasını belirleyecek cihazlar üzerinden arıza noktası anında 154/30 kV’ luk merkezlerde belirlenebilecektir. Dağıtım transformatörleri giriş ve çıkış adi ayırıcılarının (yay kurmalı) açma ve kapaması uzaktan kumanda ile yapılabildiğinde, aynı iletişim ortamından faydalanılarak bir dakika içerisinde merkezden arıza izole edilerek tekrar enerji verilebilecektir. Böylece 30 kV’luk dağıtım fiderlerinin en büyük dezavantajı olan yüksek enerji kesintileri sıklığı sürelerini tamamen ortadan kaldırmak mümkün olacaktır. Fiber optik kablo, ışık/elektrik arabirim hatları ile, arıza noktasını belirleyecek cihazların maliyetleri genel sistem maliyetinin yaklaşık %5 gibi çok küçük bir yüzdesini oluşturacağından ekonomik açıdan bir sorun teşkil etmemektedir.

Türkiye’ de dağıtım sistemi gerilim seviyesi için söz konusu olan 10.5 kV’luk ve 30 kV’luk alternatiflerinin ekonomik kıyaslaması mevcut bir pilot bölge üzerinde TÜBİTAK tarafından yapılmıştır. Pilot bölge olarak ülkemizde 10.5 kV gerilim seviyesinin en yaygın olarak kullanıldığı İstanbul Beyoğlu İşletme Bölgesi seçilmiştir. Bu seçimdeki ana amaç daha önce belirtildiği gibi yaygın olarak kullanılan 34.5 kV alternatifi bu bölgede gelişmelere en uygun çözümü getirebilirse, diğer bölgeler için tartışılmasına gerek kalmayacağını vurgulanmasıdır. Yapılan çalışmalarda, 2010 yılı hedef alınarak bu yıldan sonra sistemde tek bir dağıtım gerilimi olacağı kabul edilmiştir ve bu geçişin mümkün olabildiği kadar gerçekçi ve yumuşak olabilmesi için; yatırımların 2010 yılına kadarki dönem içerisinde mümkün olduğu kadar yayılması, bölgesel darboğazların ortadan kaldırılması, 34.5 kV dağıtım şebekelerinde üst yapının (154/34.5 k V) ve 10.5 kv dağıtım şebekelerinde alt yapının (10.5/0.4 kV transformatör merkezleri) korunması ve coğrafik güzergah durumlarına uyulması amaçlanmıştır.

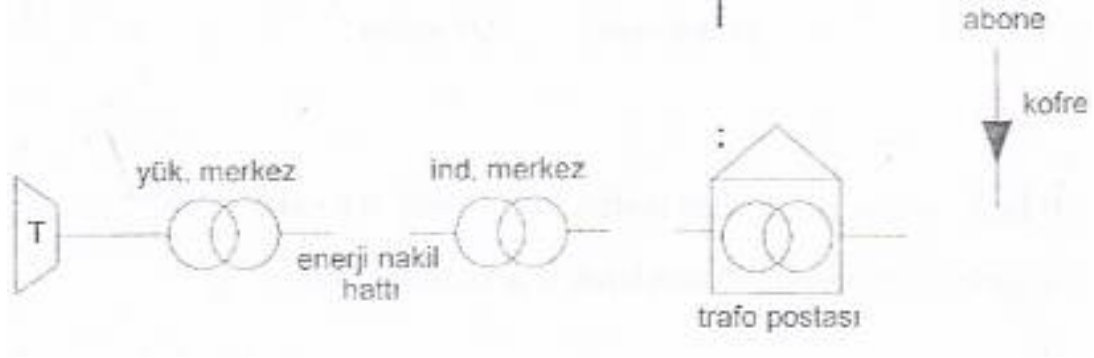
2010 yılına kadar yapılacak bu uygulamada 34.5 kV' luk sistemin ortadan kaldırılması ve 10.5 kV'luk transformatör merkezlerinin bulunacağı sistemin uygulanması durumunda, 34.5 kV tali merkezlerin ve 154/34.5 kV' luk indirici merkezlerin tamamı 2010 yılına kadar 154/10.5 kV' luk 50 MVA' lik merkezlere dönüştürülmekte ancak bunların indirici merkeze dönüştürülmesi yük artışını karşılamaya yetmeyeceğinden ve 10.5 kV' luk fiderlerdeki mevcut darboğazların önlenmesi amacıyla planlanan merkezlere ilaveten 7 adet daha merkezin yapılması gerekecektir. Bu alternatifte en büyük sorun 7 adet yeni merkez yerinin, şehir merkezinde yer bulunamamasından dolayı şehir merkezine uzak bir yerde yapılması zorunluluğudur. Bu sistemi ekonomiklikten uzaklaştıracak en büyük etken 154/10.5 kV' luk merkez sayısındaki artış ve buna bağlı olarak merkezleri besleyecek 154 kV' luk kablolardaki artış olmaktadır. İşletme açısından diğer bir sorun fider sayısı çok yüksek olduğundan, işletilmesi zor bir sistemdir ve dağıtım otomasyonunun önemli bir işlevi olan arıza yerinin belirlenmesinin mevcut 10.5 kV' lık fiderlere uygulanması, sistemin basit radyal yapıda olmaması nedeniyle zor ve pahalı olacaktır.

O.G. dağıtımının 34.5 kV' tan düzenlenmesi durumunda fiderlerle 10.5 kV dağıtımına göre çok daha uzağa ve çok daha fazla yük taşınabildiği için mevcut ve planlanan 154/34.5 kV merkezlerin dışında başka bir merkeze gerek duyulmayacak bir sistem geliştirmeye çalışılmıştır. Transformatör güçleri ve merkezler büyük tutulduğu için, burada kurulu güç 10.5 kV alternatifine göre daha fazla olmaktadır ve 10.5 kV alternatifindeki en büyük sorun olan ilave merkezlere yer bulunması sorunu ortadan kalkmaktadır. İndirici merkez sayısının az olması durumu gerekli 154kV' luk kablo miktarında da artışa sebep olmaktadır. Ayrıca 10.5 kV alternatifindekine göre şebeke büyük oranda basitleşmekte ve dolayısıyla işletmesi de kolaylaşmaktadır.

Yapılan çalışmalar 10.5 kV dağıtımın en yaygın altyapısının bulunduğu İstanbul Beyoğlu işletme bölgesinde dahi, 34.5 kV' luk dağıtım sisteminin çok daha ekonomik, güvenilirliğinin fazla, basit ve işletilebilir bir sistem olacağını göstermiştir.

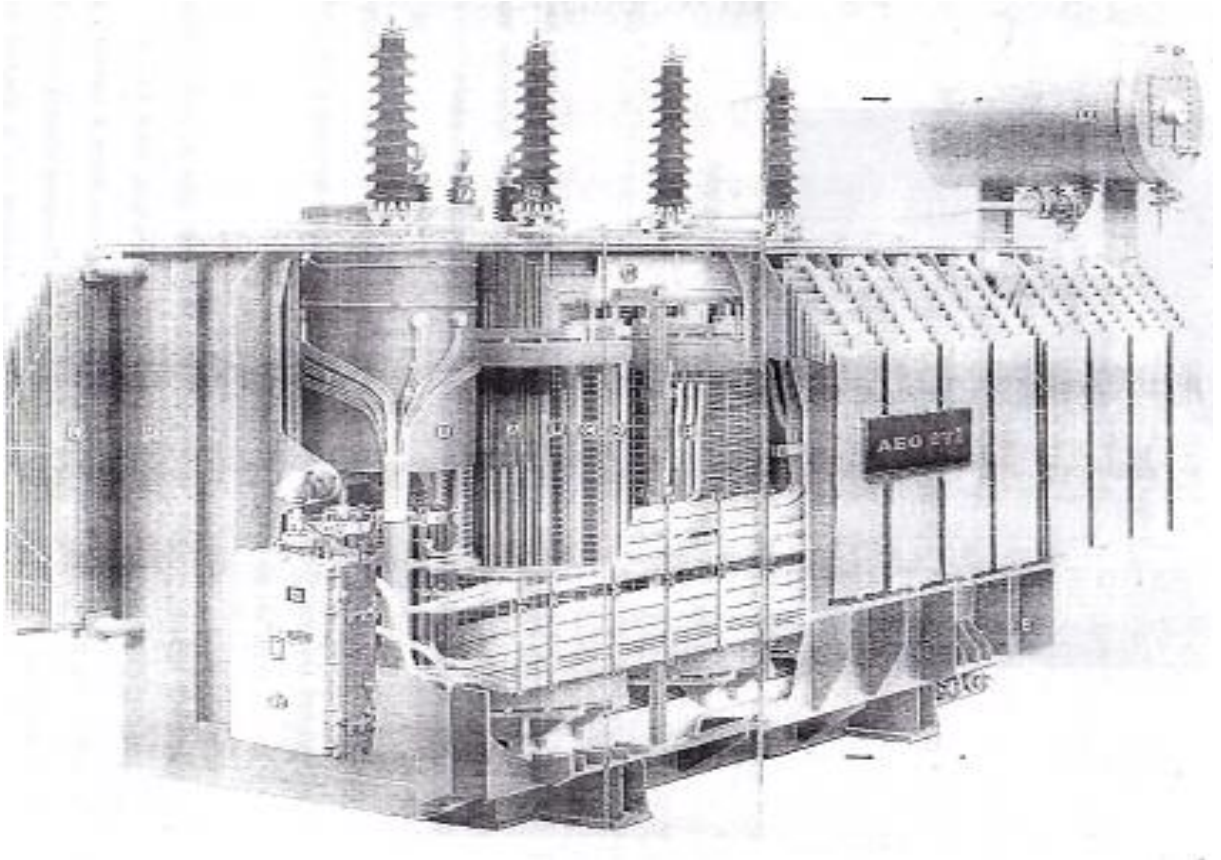
3. TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ, ŞALT TESİSLERİ VE TRAFİ POSTALARI

3.1 Transformatör Merkezleri ve Şalt Tesisleri



Şekil 3.1 Enerji dağıtım blok şeması.

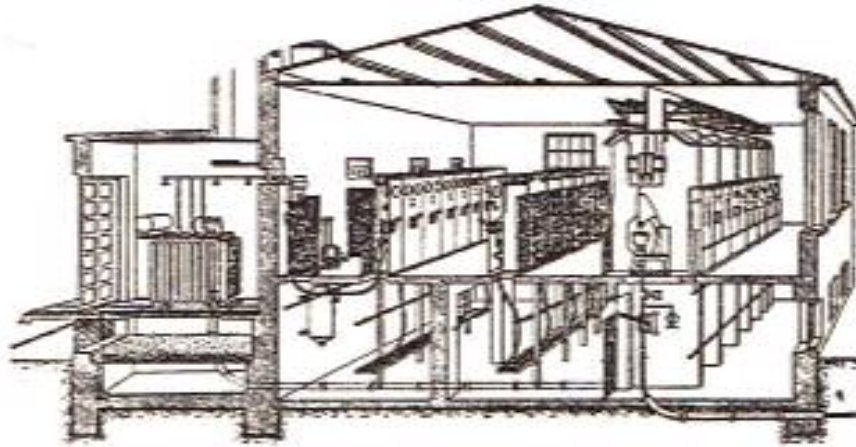
Santrallerde üretilen elektrik enerjisinin gerilim değeri transformatörler yardımıyla yükseltilip alçaltılabilir Şekil 3.2’ de bir güç transformatörünün kesiti görülmektedir.



Şekil 3.2 Güç transformatörünün kesit görüntüsü.

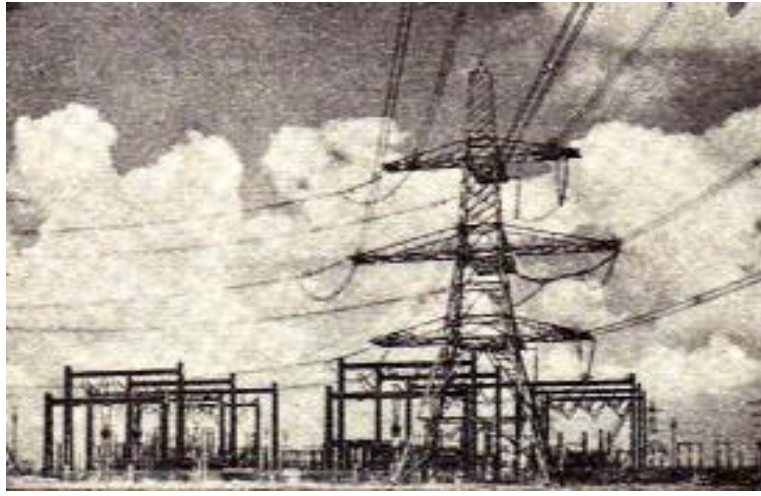
A-Çekirdek Bacağı	H-Sıkıştırma Düzeni
B-AG Sargısı	I-Yük ve Kademe Şalteri
C-YG Sargısı	J-Motorlu Tahrik Tertibatı
D-Ayar Sargısı	K-Genleşme Deposu
E-İletkenler	L-Radyatörler
F-AG Buşingleri	M-Depo
G-YG Buşingleri	

Santraller tesis olarak tüketim merkezlerinden uzakta inşa edilirler ve santrallerde üretilen elektrik enerjisi, transformatör merkezleri yardımıyla tüketim merkezlerine ulaştırılır. Bu merkezlerde genel olarak ayırıcılar, kesiciler, baralar, yükseltici transformatörler, röleler, sigortalar, çıkış fiderleri ile öteki yardımcı elemanlar bulunur. Genel olarak transformatör merkezleri bir veya daha fazla iletim şebekesinden enerji alan ve onu alçak gerilim ile iletim şebekelerine dağıtan kuruluşlar olarak tanımlanabilir. Transformatör merkezlerinden alınan enerji, trafo postalarında kullanım gerilimlerine dönüştürülür. Ortalama 60 kV'tan büyük gerilimler için bu merkezler, kesitler ve şalt malzeme hacimleri büyüyeceğinden dolayı açık havada kurulur. Daha küçük gerilimlerde ise bina içine kurulurlar. Şekil 3.3' te kapalı tip bir transformatör merkezi görülmektedir. Kapalı tipte yapılan transformatör merkezlerinde gerilimin büyüklüğü, işletme ve bakım durumu ve güce göre çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır.



Şekil 3.3 Bina içi transformatör ve şalt merkezi.

Elektrik enerjisine olan ihtiyaç hızla arttığı için daha çok santral kurulmasının yanında, transformatör merkezleri ve şalt tesislerine gerek vardır. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi 15kV' tan fazla değildir. Üretilen bu gerilim seviyesinde elektrik enerjisini taşınması ekonomik değildir bu sebeple gerilimin seviyesini arttırmak veya azaltmak için transformatör merkezlerine ihtiyaç duyulmaktadır. 60 kV' tan sonra iletken kesitlerinin fazla olması ve diğer şalt malzeme hacimlerinin büyük olması bina hacmi ve masraflarını da arttıracaktır. Bu durum ekonomik olmadığı için 60 kV' tan sonra tesisler şekil 3.4' deki gibi açık havada kurulur.



Şekil 3.4 Açık hava tipi şalt sahası.

Açık hava tipi trafo merkezlerinde bir gerilim sınırlaması yoktur. Ancak fabrika ve büyük işletmelerde transformatör merkezlerinin kapalı tipte yapılması ekonomik olmaktadır.

Büyük açık hava tipi transformatör merkezleri çeşitli tiplerde yapılır.

- Seri enine kuruluş
- Seri boyuna kuruluş
- Diyagonal kuruluş

Her transformatör merkezi bir şalt sahası ile bütünleşir. Buralarda santrallerde kullanılan bara sistemlerine benzer sistemler aynen uygulanır. Şalt sahalarında personelin tehlikesizce dolaşabilmesi için aşağıda sıralanan güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir.

- Transformatörlerin diğer tesisattan ayrı olarak ayrı bir kesici ile şebekeden ayrılması sağlanmalıdır.

- Transformatörlerin 1.ve 2. devrelerinde topraklama baralarına giden her hattın gerilim altında kumanda edilebilen bir ayırma düzeni bulunmalıdır.
- Açık hava şalt tesisleri en az 1.8 m' lik bir koruyucu engel ile çevrilmelidir. Yüksek gerilimlerin bu engele kaçak yapması da engellenmelidir.
- Bütün alet ve cihazlar uzun zaman sıcaklık değişimlerine toz, nem v.s.' ye dayanıklı olacak şekilde seçilmelidir.
- Gerilim altında bulunan bölmelerin kapıları dışarıya doğru açılmalı, kilitli kalsalar bile içeriden açılabilmelidir.
- Transformatörlerin altında yağ biriktirme çukurları bulunmalıdır.
- Transformatörlerin havalandırılması için bina yapılırken gerekli önlemler alınmalıdır.

Şalt tesislerinde üç ana bölüm vardır. Bunlar yüksek gerilim, transformatör ve alçak gerilim bölümleridir. Yüksek gerilim bölümünde ayırıcılar, kesiciler v.b. bulunur. Transformatör bölümünde transformatörler ile havalandırma ve soğutma sistemleri bulunur. Alçak gerilim bölümünde ise kesiciler, ayırıcılar ve ölçü aletleri bulunur. Şalt tesislerinde bütün parafudrlar ve metal kısımlar topraklanmalıdır.

Açık hava tipi tesislerde kullanılan aygıtlar yağış, nem, güneş v.b. atmosferik olaylardan etkilenmemelidir. Röleler, kesiciler ve trafoların bakımları ayrı ayrı yapılmalıdır. Özellikle tozlu ve nemli yerlerdeki tesislerde izolatorler üzerinde biriken kir gerilim atlamalarına neden olur, izolatorlerin ara sıra temizlenmesi gerekmektedir.

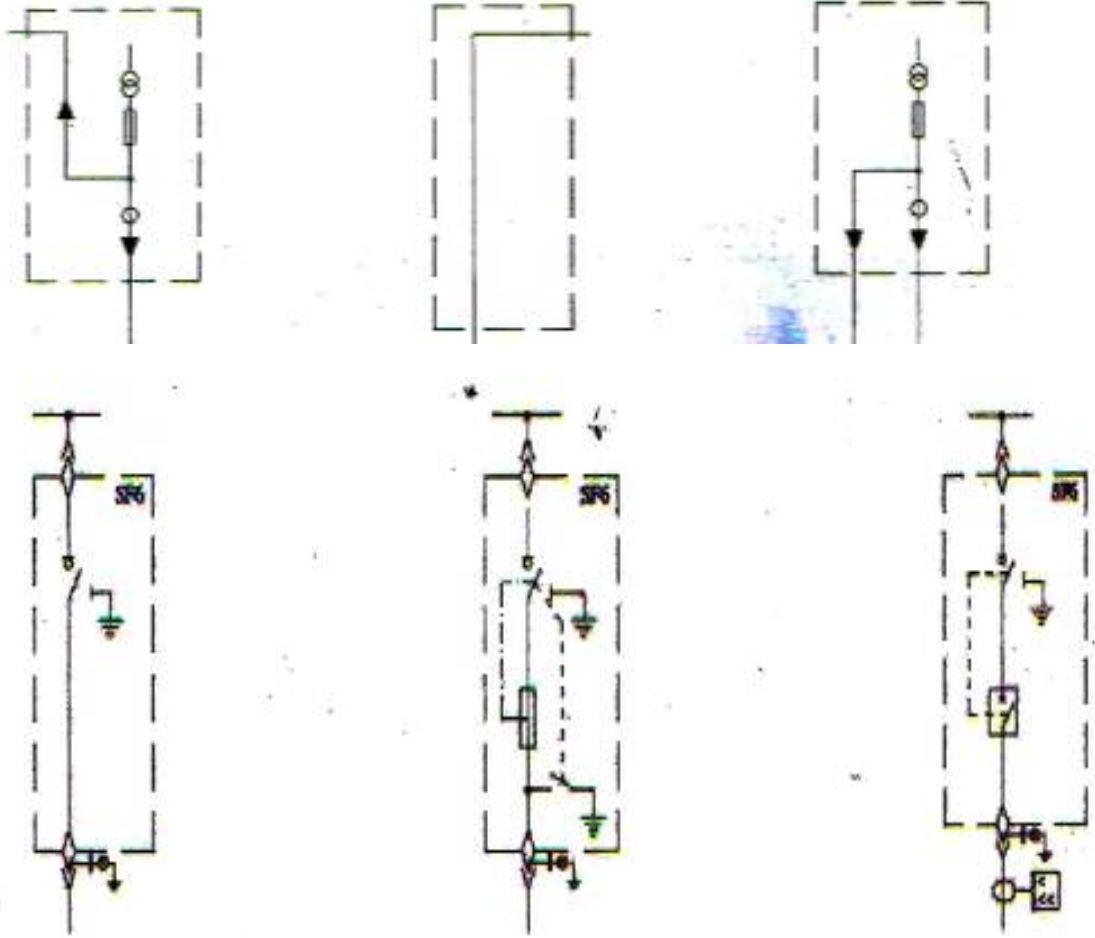
Günümüzde bina içi transformatör ve şalt merkezlerinde genellikle şekil 3.5' da görülen SF6 gaz izoleli hücreler kullanılır.



Şekil 3.5 SF6 gaz izoleli modüler hücreler.

Bu hücreler kesicinin bulunduğu kısmın arabalı ve sabit olmasına göre arabalı ve sabit olmak üzere ikiye ayrılır. Arabanın sağladığı üstünlük arıza halinde süratle müdahale edilebilmesidir. Bu kısım yerinden çıkarılarak başka bir yerde tamirâtı ve bakımı yapılabilir.

Bu hücreler değişik amaçlara yönelik olarak çeşitli kombinasyonlar şeklinde üretilirler. Bu kombinasyonların bazıları şekil 3.6' da görüldüğü gibidir.



Şekil 3.6 SF6 gaz izoleli hücre bağlantı şemaları.

3.2 Trafo postaları

Trafo postaları yüksek gerilimle alçak gerilim arasında bir köprü görevi görür. Yüksek gerilimle taşınan enerji, transformatör merkezleri yardımıyla orta gerilime düşürülür. Trafo postalarına orta gerilimli olarak iletilen enerji burada alçak gerilime dönüştürülerek dağıtımı yapılır. Trafo postaları ;

- Köşk Tipi
- Kule Tipi
- Direk Tipi

Olmak üzere 3 çeşit yapılır. Kule ve köşk tipi trafo postaları kapalı tipte, direk tipi olanlar ise açık havada kururlar. Buralara enerji girişi yer altı kabloları veya hava hatları ile yapılır. Orta gerilim kademesinde trafo postasına gelen enerji girişinde bir orta gerilim parafuduru bulunur, alçak gerilim dağıtım baralarına da parafudur bağlanması uygun olur.

Trafo postalarının orta gerilim tarafında trafo, baralar, ayırıcı, kesici, güç anahtarları, akım ve gerilim trafoları, topraklama ayırıcıları ve parafudrlar bulunur. Alçak gerilim tarafında ise çıkış hatları (fiderler), otomatik anahtarlar, sigortalar, bazı ölçü aletleri, voltmetre komitatörü, sayaç ve sokak lambaları için astronom ve fotoselli şalterler ile zaman saatleri v.s. bulunur. Orta ve alçak gerilim tarafları ayrı ayrı parafudrlar ile korunur.

Direk tipi trafo postaları 250 KVA güce kadar yapılır, daha büyük güçlerde ise köşk tipi veya kule tipi trafo merkezleri yapılır. Bu tip trafo postaları için kuruldukları yerin yakınında bir alçak gerilim panosu bulunur. Yüksek gerilim açma kapama ve koruma cihazı olarak sigortalı seksiyonerler kullanılır. Çıplak gerilim noktalarının yönetmeliklerde bahsedilen yükseklik dahilinde olması şartıyla yüksek gerilim açma kapama cihazı, parafudr ve transformatör direğe bağlanabilir.

Kule tipi trafo postaları kapalı, kule şeklinde kargirden yapılmış binalar içine kurulur. Bu tip trafo postalarında yükseklik fazladır. Enerji girişi hava hattından alınacaksa kule yüksekliğinin hava hattı direk boyuna eşit olması gerekir. Enerji hava hattından geçit izolatörleri ile alınmakta, kesici ve sigortadan geçtikten sonra trafoya ulaşmaktadır. Parafudrlar kulenin dışında giriş geçit izolatörünün altında olup topraklanmıştır.

Köşk tipi trafo postaları sacdan veya betondan yapılır. Bunlar 30kV gerilim ve 500 KVA güçler için kullanışlı ve ekonomik olmaktadır. Kasaba ve şehirler için çok uygun bir kuruluş şeklidir, ayrıca sanayi tipleri de vardır. Orta ve alçak gerilim çıkışları tamamen kapalıdır. Ölçü elemanları ve koruma röleleri, akım ve gerilim transformatörleri üzerinden devreye bağlanır. Bu postalarda kullanılan trafonun gücü 630 KVA' den büyükse trafo postaları kargirden yapılır. Şehir içinde trafo postalarının yer altı kabloları ile beslenmesi daha uygundur, köylerde ve benzeri yerlerde ise hava hatları ile besleme yapılır.

Köşk tipi trafolar iki şekilde yerleştirilirler. Birinde cihazlar dışarıdan ayrı ayrı getirilerek bina içerisinde ayrı ayrı monte edilirler, diğesinde ise açma ve kapama hücreleri, koruma hücreleri,

ölçü hücreleri ve transformatör önceden yerleştirilir ve bütün olarak istenilen bölgeye getirilip yerleştirilir (prefabrik). ABD’ de 2000 yılından itibaren eski bina tipi trafo merkezleri yerine prefabrik trafo merkezi kullanılması zorunluluğu getirilmiştir.

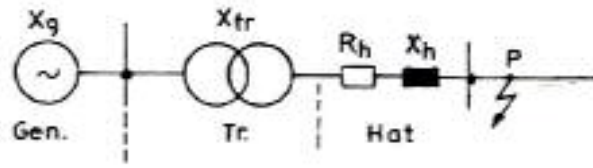
Köşk tipi trafo postalarında etrafta bulunan kişilerin köşk içerisindeki herhangi bir arızadan zarar görmemesi için oluşabilecek bir arızada ark oluşması sonucu köşkün dış duvarları delinmemeli, patlamada fırlayan parçalar köşkün dışına çıkmamalı ve insana zarar verecek bir sıcaklık yükselmesi olmamalıdır. Bu sebeplerden dolayı bu tip postalarda trafo yalıtım testleri çok iyi yapılmalıdır. Bu çeşit postaların avantajları çok çabuk tesis edilebilmeleridir.

4. ELEKTRİK TESİS VE ŞEBEKELERİNDEKİ ARIZA SEBEPLERİ

4.1 Orta Gerilimli Şebekelere oluşan Temel Arızalar ve Nedenleri

Elektrik şebekelerinde enerjinin devamlılığı esastır. Değişik nedenlerle akım ve gerilim değerlerindeki normal olmayan değişiklikler, teçhizata zarar verecek boyutlara ulaşırsa, enerjinin devamlılığı kesintiye uğrar. Bu olaylar arıza olarak tanımlanabilir. Böyle durumlarda, koruma röleleri çalışarak arızalı teçhizatı devreden çıkarır. Röleler yanlış seçildiği veya uygun ayarlanmadığı takdirde, gereksiz yere kesintiye neden olurlar. Arızaları değerlendirirken önce rölelerin doğru çalışıp çalışmadığını araştırmak gerekir.

Bir sistemde meydana gelen faz arızası ve topraklı arızalarda devreden geçen kısa devre akımlarının genlik ve faz açıları içinden geçen devrenin ögeleri tarafından belirlenir. Bu ögeler kendi yapısal özelliklerine ve arıza şekline bağlı olarak değişik empedans değerleri gösterirler.



Şekil 4.1 Hat arıza örneği.

Şekil 4.1’ de verilen devrede p noktasında oluşacak üç fazlı, iki fazlı ve faz toprak arızalarında geçecek olan kısa devre akımları farklıdır. Sistemi temsil eden ögeler arıza şekillerine bağlı olarak üç çeşit empedans değeri gösterirler.

- Doğru bileşen empedansı (Z_1): Sistemde meydana gelen dengeli arızalarda (üç faz ya da üç faz – toprak) ögelerin gösterdiği empedans değeridir. Ögenin fiziksel yapısına göre sabit olup, sistemin koşullarına göre değişmez.
- Ters bileşen empedansı (Z_2) : Sistemde meydana gelen dengesiz arızalarda (iki fazlı) ögelerin gösterdiği empedans değeridir. Ögenin fiziksel yapısına göre sabittir.
- Sıfır bileşen empedansı (Z_0) : Sistemde meydana gelen dengesiz toprak temaslı (faz-toprak, iki faz-toprak) ögelerin gösterdiği empedans değeridir. Bu değerler sabit olmayıp, ögelerin fiziksel yapılarına ve sistemin topraklı olup olmadığına göre değişik

değerlerde devreye girerler. Genelde doğru ve ters bileşen empedans değerlerinden farklılık gösterirler.

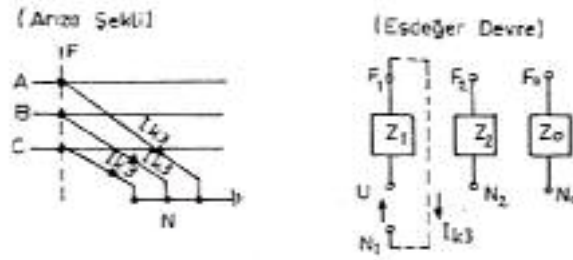
Önemli arızalar ve akımları aşağıdaki belirtildiği bulunabilir.

4.1.2. Önemli Arızalar ve Arıza Akımları

4.1.2.1 Üç Fazlı Arıza

Üç fazın birbiri ile olan kısa devreleri neticesinde oluşur. Her üç fazdan da eşit arıza akımları akar. Şekil 4.2' de üç fazlı arızada geçecek akımların değeri aşağıda görülmektedir. Ters ve sıfır bileşenler devreye girmez.

$$I_{k3} = \frac{U}{Z_1} \quad (U \text{ arıza öncesi faz-nötr gerilimi}) \quad (4.1)$$

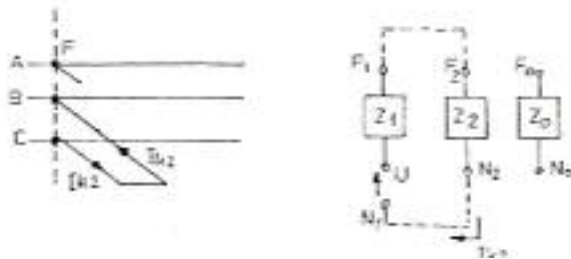


Şekil 4.2 Üç fazlı arıza.

4.1.2.2 İki Fazlı Arıza

Herhangi iki faz arasındaki kısa devre neticesinde oluşur. Arızalı faz akımları, eşit ve şekil 4.3' de görüldüğü gibi birbirine göre ters yöndedir. Sağlam olan üçüncü fazdaki yük akımı göz önüne alınmaz. Sıfır bileşen devreye girmez. Arıza akımının değeri aşağıda görülmektedir.

$$I_{k2} = \frac{\sqrt{3}U}{Z_1 + Z_2} \quad (4.2)$$



Şekil 4.3 İki fazlı arıza.

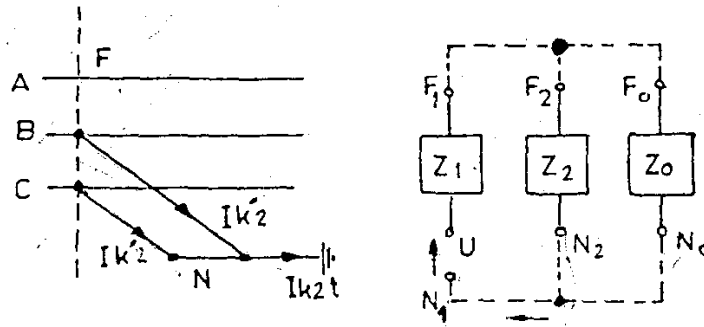
4.1.2.3 İki.Faz-Toprak Arızası

Herhangi iki fazla toprak arasında oluşur. Toprak akımının akması için sistem doğrudan veya bir empedans üzerinden topraklı olması gerekir. Arızalı iki fazın akımı değer olarak birbirine eşit ancak toprak akımı farklı değerdedir. Diğer sağlam fazın akımı hesaba katılmaz. Ters ve sıfır bileşen değerlerinin paralel eşdeğeri doğru bileşenle toplanır. Arızalı fazlardan geçecek akımlar şekil 4.4' de görüldüğü gibidir ve değeri aşağıda verilen formülden hesaplanır.

$$I'_{k2} = \frac{\sqrt{3}U}{Z_1 Z_2 + Z_0(Z_1 + Z_2)} \sqrt{Z^2_0 + Z_0 Z_2 + Z^2_2} \quad (4.3)$$

Topraktan geçen akım formülü aşağıdaki gibidir.

$$I_{k2t} = \frac{3U}{Z_1 Z_2 + Z_0(Z_1 + Z_2)} Z_2 \quad (4.4)$$

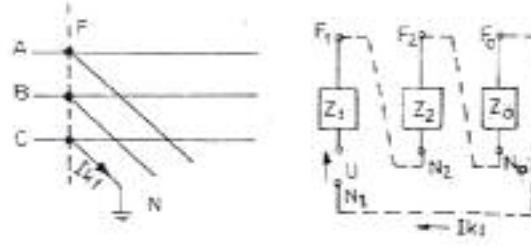


Şekil 4.4 İki faz toprak arızası.

4.1.2.4 Faz-Toprak Arızası

Bir faz ile toprak arasında oluşur. Doğrudan veya bir empedans üzerinden topraklı sistemlerde tanımlanır. Şebeke yapısına göre arızalı faz akımı ile toprağa yayılan sıfır bileşen akımlar farklı değerlerde veya aynı olabilir. Sağlam diğer iki fazdaki yük akımları göz önüne alınmaz. Faz-toprak arızasında, arızalı fazdan geçen akımlar şekil 4.5' de görüldüğü gibidir ve formülü aşağıda verilmiştir.

$$I_{k1} = \frac{3U}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (4.5)$$



Şekil 4.5 Faz-Toprak arızası.

4.1.2 Arıza Oluşum Nedenleri

4.1.2.1 Elektriksel Nedenler

1. Statik aşırı gerilimler
2. Geçici aşırı gerilimler
3. Gerilim değişimleri
4. Yıldırım, atmosferik deşarjlar
5. Aşırı yük ve ısınma etkileri
6. Sistem frekansının değişimi

4.1.2.2 Mekanik Nedenler

1. Çarpma, sarsıntı, eğilme, bükülme, kopma, devre bağlantı hataları, yanlış röle çalışmaları, hatalı röle koordinasyonları
2. Yabancı cisimler
3. Salınım , titreşim

4.1.2.3 Çevresel Faktörler

1. İklim şartları (yağış, sis, fırtına, kar, buz)
2. Depremler
3. Nem, sıcaklık
4. Kirlilik (toz, yağ, egzoz)
5. Kimyasal faktörler

4.2 Trafolarada Meydana Gelen Arızalar ve Sebepleri

Transformatörler, elektrik enerjisini çok az bir kayıpla ve frekansı değiştirmeden bir gerilimden diğerine çevirerek nakleden statik cihazlardır. Alçak gerilimden yüksek gerilime çevirirse yükseltici, yüksek gerilimden alçak gerilime geçerse indirici transformatör olarak isimlendirilirler. Manyetik çekirdek üzerine sarılmış, primer ve sekonder sargılardan meydana gelmektedirler. Elektrik enerjisinin dağıtımında gerilimin seviyesini değiştirmek amacıyla kullanılırlar. Elektrik tesislerindeki trafo merkezleri daha önceki bölümlerde bahsettiğimiz gibi kule tipi, direk tipi ve köşk tipi olmak üzere, bulunulan yerin uygunluğuna göre bu şekillerde tesis edilirler. Genellikle şehir merkezlerinde kullanılan köşk tipi trafo merkezlerinde modüler hücreler kullanılır. Bu hücreler giriş-çıkış, ölçü ve koruma olmak üzere üç bölüme ayrılır. Trafo koruması bu hücreler üzerinde bulunan röleler ile yapılır.

OG/AG Dağıtım trafolarına ait arıza istatistikleri incelendiğinde, özellikle küçük güçteki trafolarda arızalanma oranı yüksek olduğu görölmektedir. Bu arızaların sebebi incelendiğinde, sonuçları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. OG/AG Dağıtım trafolarının izolasyon yağlarının; hava ile temas etmesi ve ısı etkisiyle özelliğini kaybederek bozulması nedeniyle bir süre sonra sargılara ait izolasyon malzemeleri de bozulmaktadır. Bunun sonucunda trafo, çok yüksek olmayan gerilimlerde ve çok büyük olmayan arıza akımlarına bile dayanamayarak arızalanmaktadır.
2. Parafudr'ların uygun seçilmemesi, montajının iyi yapılmaması ve topraklama direncinin yüksek olması sonucu trafolar aşırı gerilimlere karşı korunamamaktadır.
3. Trafoların buşinglerindeki eklatör aralıkları standartlara göre ayarlanmamaktadır. Bunun sonucunda trafo aşırı gerilime karşı korumasız kalmakta yada daha düşük darbe gerilimlerinde gereksiz deşarjlar yaparak sigortaların atmasına sebep olmaktadır.
4. OG Sigortalarının seçiminde yapılan hatalar nedeniyle trafolar kısa devre arızalarına karşı korunamamaktadır.
5. Trafonun AG çıkışında kullanılan AG Kesicilerin uygun seçilmemesi ve termik ayarlarının düzgün yapılmaması sonucu, trafolar aşırı yüke karşı korunamamaktadır.
6. Trafonun kontaklı termometrelerinin ayarının uygun yapılmaması halinde, trafolar aşırı yüke karşı da korunamamaktadır.

OG/AG dağıtım trafoları arızaların asgariye indirilmesi için trafoların (periyodik) planlı test ve bakımlarının yapılması, yağ kaçaklarının giderilmesi, trafo topraklamasının yönetmeliklere

uygun yapılması ve trafo binalarının havalandırma sisteminin uygun olması gerekmektedir. Trafolar da arızalar iç ve dış etkenlerden dolayı meydana gelmektedir. İç arızalar, genelde yüksek gerilim sargılarının toprakla veya sargılar arasındaki sarım kısa devrelerinden oluşmaktadır. Dış etkilerden dolayı meydana gelen arızalar ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Aşırı gerilimler
2. Kısa devre arızaları
3. Aşırı yükler

4.2.1 İç Arızalara Karşı Koruma

4.2.1.1 Bucholtz Rölesi İle Koruma

Bucholtz rölesi, genleşme deposu bulunan trafolar için kullanılır. Bucholtz rölesi, genleşme deposu ile tank arasındaki boru üzerine monte edilir. Çalışma prensibi olarak; trafonun herhangi bir iç arızasında meydana gelen gaz, genleşme kabına doğru hareket ederek bucholtz rölesinin haznesinde toplanır ve şamandırayı hareket ettirerek kontakların kapanmasını sağlar. Bucholtz rölesi, trafoda meydana gelen arızanın henüz başlangıç safhasında ve fazla tahribata meydan vermeden önleyen bir koruma sistemidir. Elektrik dağıtım sistemlerimizde 630 kVA ve üzerindeki güçte olan trafolar da kullanılan Bucholtz rölesi, devre kesicisini veya yük ayırıcısını açtırarak trafoyu devre dışı eder.

4.2.1.2 Termik Röle ile Koruma

Trafolar da daha çok y tipi izolasyon maddeleri kullanılır. VDE standartlarına göre y tipi maddelerin en yüksek devamlı çalışma sıcaklığı 90°C ' dir. Bu değeri aşan bir sıcaklıkta trafonun çalışması ömrünü azaltacaktır. Bu korumanın çalışma prensibi, trafonun aşırı yüklenmesi yada bir arıza oluşması halinde sargıda sıcaklık artışının meydana gelmesi ve dolayısıyla yağ sıcaklığını artırmasına sebep olmasıdır. Yağ sıcaklığı ile koruma ve sargı sıcaklığı ile ölçme olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilirler. Bu sıcaklık artışlarında, kontaklı bir termometre yardımıyla, röle önce sinyal verir gerekli önlem alınmaz ve sıcaklık artmaya devam ederse devre kesicisini veya yük ayırıcısını açtırarak trafoyu devre dışı eder.

4.2.1.3 Termik İmaj Rölesi İle Koruma

Trafo buşinglerinden birine konulmuş olan akım trafosuna bağlı direnç vasıtasıyla doğrudan sargı sıcaklığını ölçme prensibine dayanır. Termik röleye göre daha hassastır. 12 MVA'dan büyük trafolar da genellikle kullanılıyor.

4.2.1.4 Tank Koruma

Yıldız bağlı ve nötr noktası topraklı primer veya sekonder sargıda meydana gelen sargı-toprak arızasında, hasarı sınırlandırmak ve arızalı transformatörü anında servis dışı bırakmak amacıyla yapılır. Bu sistem daha çok 1 ile 20 MVA arasındaki güç transformatörlerinde kullanılmaktadır. Tank korumada prensip olarak, sargı toprak kısa devre arızasında, transformatör tankından toprağa akan akımdan faydalanılır. Tank korumayı gerçekleştirebilmek için transformatör tankı, bir iletkenle toprağa bağlanır ve raylarla tekerlekler arası yalıtılır. Tank ile toprak arasındaki iletken bir akım transformatörü yerleştirilir ve bunun sekonderinden ani çalışmalı akım rölesi beslenir. Söz konusu akım transformatörüne, tank koruma transformatörü, röleye ise tank koruma rölesi denir. Sargı-toprak arızasında arıza akımı devresini akım transformatörünün primerinden tamamlar. Bağlanan akım transformatörünün oranına göre tank koruma rölesine yansıyan akım, rölenin çalışma akımından büyükse, kontağının kapanmasını sağlar.

4.2.1.5 Basınç Boşaltma Rölesi İle Koruma

Küçük dağıtım trafoları hariç trafoların standart koruma rölesidir. Tankın üstüne yerleştirilir. Trafonun dahili arızalarında oluşacak aşırı gaz ve yağ basıncında trafo tankının hasarlanmaması için gazın veya yağın dışarı çıkmasını sağlar. Röle kendi kendini reset eder. Bakım gerektirmez.

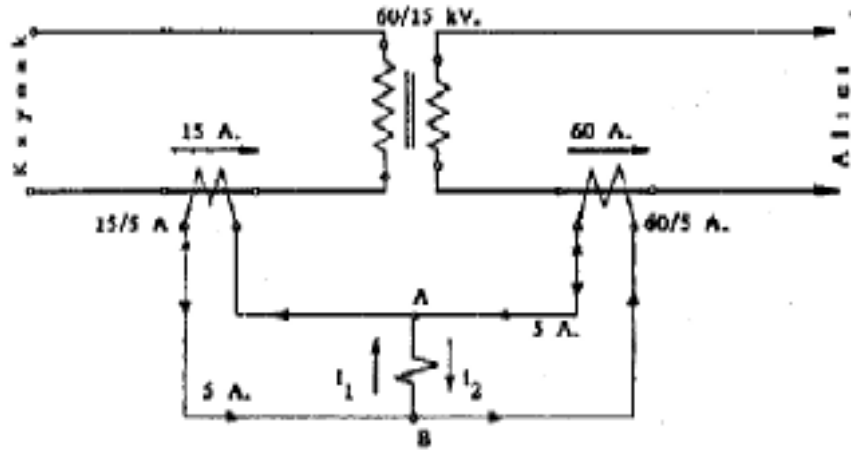
4.2.1.6 Yağ Seviye Göstergesi İle Koruma

İzolasyon yağı, trafolarla soğutmayı sağlamak ve izolasyonu kuvvetlendirmek amacıyla kullanılır. Yağ seviye göstergesi, trafonun genleşme deposundaki yağın seviyesini göstermesi ve istenildiğinde yağın minimum ve maksimum seviyelerinde elektriksel olarak sinyal vermesi ya da açma yapması amacıyla, trafonun genleşme deposu üzerine monte edilir. Trafo tankındaki yağın belirli bir seviyenin altına inmesi halinde trafo tankı ile sargıları arasında izolasyon sağlanamayacak ve arızaya sebep olacağından yada aşırı miktardaki yağın trafodaki basıncı artıracığından, yağ seviye göstergesindeki kontaklar üzerinden, devre kesicisi veya yük ayırıcısı açtırılarak trafo devre dışı edilir. Trafo tankındaki yağ seviyesi radyatörlerin delinmesi ve buşinglerin çatlaması sonucu sızıntı halinde akması veya çevre sıcaklığının aşırı derecede düşmesi nedenleriyle azalır.

4.2.1.7 Diferansiyel Koruma

Trafonun primer veya sekonder sargısında oluşan iç arızada, primer devre akımı artar ve sekonder devre akımı azalır. İç arızada oluşan bu özellikten faydalanılarak diferansiyel

koruma tertibi yapılmış ve geliştirilmiştir. Diferansiyel rölenin çalışma prensibi, trafolarla primer ve sekonder akımlarının karşılaştırılması esasına dayanır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek için primer ve sekonder akımlarının eşitlenmesi gerekir. Ancak normal işletme koşullarında trafoların primer ve sekonder akım değerleri farklıdır. Bu farklı durum primer ve sekonder devreye konan ve söz konusu akımlarının karşılaştırılması esasına dayanır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek için primer ve sekonder akımlarının eşitlenmesi gerekir. Ancak normal işletme koşullarında trafoların primer ve sekonder akım değerleri farklıdır. Bu farklı durum primer ve sekonder devreye konan ve söz konusu sargılara uygun orandaki akım transformatörleri ile eşitlenir. Akım transformatörlerinin sekonder polarite uçları birbirine ters bağlanarak 180° faz farklı akımların oluşumu sağlanır ve bir akım rölesi, şekil 4.6' daki gibi A ve B uçlarına yerleştirilir. Bu akım rölesine diferansiyel röle denir.



Şekil 4.6 Diferansiyel röle bağlantı şeması.

4.2.2 Dış Arızalara Karşı Koruma

Transformatör iç arızalara karşı koruma tedbirleri dışında kalan koruma tedbirlerine, dış arızada çalışan koruma tertipleri denir. Bu koruma tedbirleri iki amaca yönelik kullanılırlar,

- Arızalı kısmın servis dışı kalmasını sağlayarak, çalışan diğer sistemin arızadan etkilenmesini önlemek.
- Güç transformatöründe, iç arızanın oluşumuna engel olmak.

4.2.2.1 Aşırı Gerilimlere Karşı Koruma

Elektrik dağıtım sistemlerindeki aşırı gerilimler atmosferik olaylar (yıldırım düşmesi) ve anahtarlama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Geçici aşırı gerilimler şebeke frekanslı olup,

genellikle yük atma sırasında veya toprak arızaları sırasında ortaya çıkar ve süresi 0.1 saniyenin üzerindedir. Anahtarlama aşırı gerilimleri, anahtarlama işlemleri sırasında ortaya çıkan ve genellikle frekansı birkaç kHz genliğinde ve süresi 10 μ s den fazla olan gerilim salınımlarıdır. Yıldırım gerilimi ise atmosferik olaylardan kaynaklanır, aşırı gerilim birkaç μ s de tepe değerine ulaşır ve çok çabuk sönümlenir. Bu tür aşırı gerilimlere karşı trafuyu korumak için trafonun yüksek gerilim tarafındaki buşingler, belirli bir aralıkta darbe gerilimlerinde deşarj olacak şekilde ayarlanır veya parafudr kullanılır. Ancak aşırı gerilime karşı, sağlıklı ve en güvenilir koruma parafudr ile yapılmaktadır.

Aşırı gerilimin etkisinden orta ve yüksek gerilim devrelerindeki izolasyon maddelerini koruyabilmek için genel olarak üç koruma tertibinden faydalanılmaktadır.

- Koruma Teli
- Ark Boynuzu
- Parafudr

4.2.2.1.1 Koruma Teli

izolasyon maddelerini yıldırım darbe geriliminden korumak amacıyla yapılan bir koruma tertibidir. Özellikle 60 kV' un üstündeki enerji nakil hatlarında ve salt sahalarında kullanılır. Koruma teli ile yapılan uygulamada esas olan, buluttaki elektrik yükü ile toprak arasındaki boşalma yolunu sistem izolasyonuna zarar vermeyecek şekilde değiştirmektir.

4.2.2.1.2 Ark Boynuzu

Aşırı gerilimin etkisinden izolasyon maddelerini koruyabilmek için izolasyon seviyesi düşük yapay bir devre oluşturmak yeterlidir. Ark boynuzu bu prensipten faydalanılarak uygulanan çok basit bir koruma tertibidir. Ark boynuzunun yapısı, izolatör ve buşinglerin hat ve toprak taraftarına monte edilen uçları kıvrık madeni çubuklardan oluşur.

Madeni çubuklar arasındaki boşluğa, ark boynuzları atlama aralığı denir ve bu aradaki izolasyon seviyesi hava ile sağlanır. Ark boynuzu atlama aralığındaki izolasyon seviyesi, buşing veya izolatörün izolasyon seviyesinden daha düşüktür. Dolayısıyla aşın gerilim oluşumundaki boşalma (atlama), ark boynuzları arasında başlayarak sistemin izolasyonu korunmuş olur.

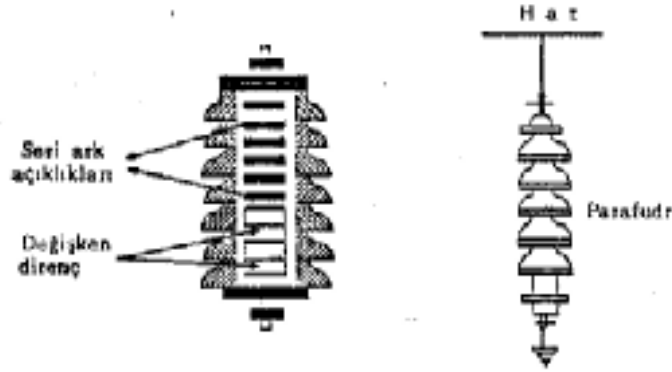
4.2.2.1.3 Parafudr

Parafudrlarda, izolasyon maddelerini aşırı gerilimin etkisinden koruyabilmek için, ark boynuzunda olduğu gibi, izolasyon seviyesi düşük yapay bir devre oluşturmak prensibinden

faaydalanılır. İşletmecilikte faz toprak arasındaki arkı yaratan aşırı gerilim etkisini kaybettikten sonra, işletme gerilimi nedeniyle devam eden arkın kesilmesi önemlidir. Parafudr, bu işlevi sağlayan bir koruma tertibi olması nedeniyle ana koruma elemanı olarak kullanılır. Parafudurlar, faz toprak arasında her faza bir tane ve korunacak tesisata mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmelidirler.

Parafudr belirli sayıda seri atlama aralıkları ve değişken direnç dilimlerinden oluşur. Seri atlama aralıkları, Şekil 4.7’ deki gibi belirli sayıda yuvarlak madeni plakaların birbirinden yalıtılarak alt alta dizilmeleriyle meydana gelir. Fazla toprak arasında belli bir izolasyon değerini sağlama ve boşalma sonunda arkın boşalmasına yardımcı olma görevlerini üstlenirler. Değişken direnç, belirli sayıda direnç dilimlerinden oluşur. Boşalma sonunda işletme gerilimi nedeniyle akan akımı sınırlar. Direnç değeri gerilime göre değişen bir özelliğe sahiptir.

Parafudurun izolasyon seviyesini aşan bir gerilimde, değişken direncin değeri düşer ve aynı zamanda seri atlama aralıkları arasındaki izolasyon delinerek ark baslar. Boşalma anında aşırı gerilim değeri azaldıkça değişken direncin değeri yükselir ve akan akımı sınırlar. Bu nedenle birkaç mikro saniye sonunda seri atlama aralıkları arasındaki ark sönerek parafudr işlemini tamamlamış olur.



Şekil 4.7 Parafudur kesit ve görünüşü.

4.2.2.2 Aşırı Akımlara Karşı Koruma

Trafoların primer ve sekonder sargılarını aşırı yüklenmeye karşı korumak amacıyla yapılır ve iki şekilde uygulanır.

4.2.2.2.1 Çıkış Aşırı Akım Karşı Koruma

Transformatörün sekonder sargısını aşırı yüklenmeye karşı korumak amacıyla yapılır. Transformator sargılarını koruyan ve her üç faza yerleştirilen aşırı akım röleleri, transformatörün sekonderinden beslenmektedirler. Rölelerin çalışma akımları transformatörün nominal akımlarına göre seçilir ve çoğunlukla sargı nominal akımının % 120 si esas alınır. Zaman ayarı transformatörün kısa devreye dayanma süresine bağlı olarak hesaplanır. Geçen aşırı akım sonucu röle kontağını kapatır ve kesiciyi açtırır.

4.2.2.2.2 Giriş Aşırı Akım Karşı Koruma

Transformatörün primer sargısını aşırı yüklenmeye karşı korumak amacıyla yapılır. Rölelerin çalışma akımları transformatörün nominal akımlarına göre seçilir ve çoğunlukla sargı nominal akımının % 120 si esas alınır. Röle çalışma zamanı çıkış aşırı akım rölelerinden daha büyük seçilir. Geçen aşırı akım sonucu röle kontağını kapatır ve kesiciyi açtırır.

4.2.2.3 Transformator Toprak Koruma

Trafo ların yıldız bağlı ve nötr noktası topraklı olan sekonder sargısının beslediği devrede oluşan bir faz-toprak arızasında güç transformatörünü korumak amacıyla kullanılır. Arızalı kısmın servis dışı bırakılması veya arıza akımının sınırlandırılması esas alınır.

4.2.2.4 Aşırı Yüke Karşı Koruma

Trafo lar aşırı yüklenmesi durumunda trafoda aşırı ısınma meydana gelir. 630 kVA ve üstündeki güçlerde ayarlı kontaklı termometrenin ulaşılan sıcaklığa bağlı olarak kesici veya sigortalı yük ayırıcısına kumanda etmesi gerekir. Trafoların çevre koşullarında, belirtilen sıcaklıkları geçmemesi kaydıyla sürekli olarak yüklenebilirler. Termik sinyal ile termik açma ayarları arasında 5° C fark olmalıdır.

Kontaklı termometrenin ayarı, ortam koşullarını ve deneyimlerini göz önünde tutarak farklı değerleri seçebilir ancak alarm kontağının 90° C' ye ayarlanması tavsiye edilir.

OG sigorta ile korunan küçük güç trafolarında ise aşırı yüke karşı korunması trafo AG panosundaki AG Kesici (termik manyetik şalter) seçimi ve termik ayarının aşırı akım korumasına uygun yapılması gerekir.

4.2.2.5 Kısa Devre Koruma

Dağıtım trafoları, sistemde oluşacak faz-faz yada faz- toprak kısa devre arızalarına karşı röle ya da sigorta ile korunmaktadır. Röle ile kısa devre arızaları ve aşırı yüke karşı koruma yapılmaktadır. Ancak sigorta ile kısa devre arızalarına karşı koruma yapılmasının, arıza akımı

maksimum değere ulaşmadan kesilmesi ve bakım gerektiren her hangi bir mekanik sistem yada yardımcı bir güç kaynağına gereksinim duymaması gibi avantajları vardır

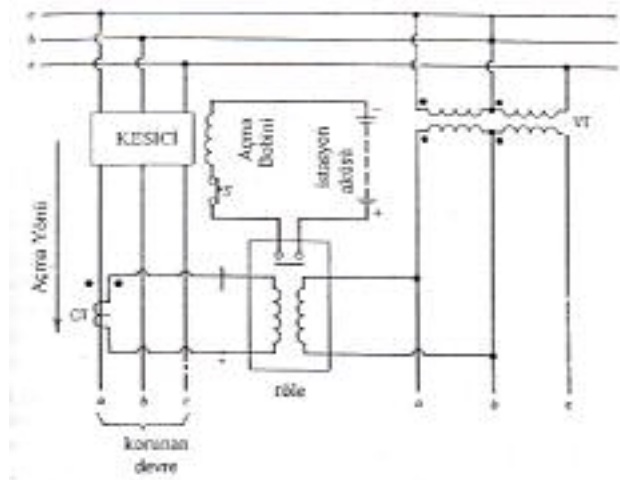
4.2.2.6 Mesafe Koruma

Enterkonnekte bir şebekeyi oluşturan enerji nakil hatlarında meydana gelen kısa devrede arıza akımı şebekenin birkaç kaynaktan beslenmesi nedeniyle oldukça büyük değerdedir. Bu nedenle arızalı kısmın belirlenerek anında servis dışı bırakılması gerekir. Aksi halde, transformatör ve alternatör gibi elemanların çok kısa zamanda arızalanması ve enterkonnekte sistemin tümünde enerjinin kesilmesi söz konusu olabilir. Arızalı hat parçasının belirlenerek anında servis dışı bırakılması amacına yönelik uygulanan koruma tertibine selektif koruma denilmektedir. Enterkonnekte sistemde seçici koruma, mesafe koruma adı verilen ve birçok ünitenin birlikte çalışmasıyla oluşan bir koruma sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Bu sistemde mesafe koruma röleleriyle birlikte aşırı akım röleleri de kullanılır. Kısa devre arızalarına karşı mesafe koruma, aşırı yüklenmeye karşı da aşırı akım korumadan faydalanılır. Ayrıca aşırı akım koruma mesafe korumanın artçısı olarak da kullanılır.

Mesafe koruma röleleri yapısal olarak elektromekanik veya statik olabilir. Her iki uygulamanın da çalışma prensibi, bir noktadaki akım ve gerilim değerlerinin karşılaştırılması esasına dayanır. Bu karşılaştırma, gerilim değerinin akım değerine oranı olarak belirtilir. Gerilimin akıma oranı da empedansı verir. Yani röle, hattın empedansını ölçmektedir. Kısa devre arızasında gerilim değeri azalır, akım değeri artar. Dolayısıyla kısa devre empedansı, normal işletme koşullarındaki yük empedansından daha küçüktür. Rölenin ölçtüğü empedans değeri, arıza noktası ile röle arasındaki mesafeye bağlıdır. Yani arızadaki empedans değeri, hattın uzunluğu ile orantılıdır. Dolayısıyla mesafe koruma adı bu özellikten kaynaklanmaktadır. Mesafe koruma rölesinin ölçtüğü empedans, rölenin ayarlandığı değer in alımda ise başlatma zincirini çalıştırır. Başlatma zincirinin çalışması ile işlev yapması arasındaki aşamada; arıza akımının yönüne, uzaklığa göre açma kumandası verip vermemesine, açma kumandası verecekse hangi süre sonunda vereceğine, bazı ölçmeler sonunda karar verir.

5. KORUMANIN ÖNEMİ

Elektrik işletme elemanları, tesisleri ve şebekeler, elektrik enerjisinin olanaklar dâhilinde kesintisiz üretilebileceği, iletilebileceği ve dağıtılabileceği şekilde yapılır ve işletilir. Bu uygun yapıma ve işleme rağmen gerek elektrik tesisleri gerekse şebekeler istenmeyen durumlarla karşı karşıya kalabilirler. Bu istenmeyen durumlar neticesinde elektrik tesislerinde ortaya çıkabilecek sorunlar tesisi ve tesise bağlı tüketicileri yakından etkiler. Bu yüzden elektrik tesislerinde koruma oldukça önemlidir. Elektrik güç sistemlerinde koruma sistemi sürekli olarak gözetleyerek bir hatanın varlığını saptama ve kesicilerin doğru olarak açılması tekniğidir. Bununla birlikte yalnız başına kesiciler, sistemdeki hatanın ortadan kaldırılmasında yeterli değildir. Bu amaçla kesiciler koruma röleleriyle donatılırlar. Koruma röleleri, hatanın varlığını tespit etmek için gereklidir ve bir hata meydana geldiği zaman bu hatayı ortadan kaldırmak için hangi kesicilerin hangi sırayla açılacağını tespit ederler.



Şekil 5.1 Koruma rölesinin elektrik güç sistemine bağlanması (Bir faz için).

Koruma sistemi, akım transformatörleri(CT), gerilim transformatörleri(VT) ve sistemin ac kısımları olarak bilinen röle bağlantıları ile istasyonun bataryalarından beslenen ve istasyon bataryası ile kesici açtırma bobinini birbirine bağlayan, sistemin dc kısmı olarak bilinen koruma rölelerinden meydana gelir. Genel olarak bütün koruma röleleri iki pozisyonlu olur. (1) KONTAK DEVRESİNİN GENELLİKLE AÇIK OLDUĞU NORMAL POZİSYON, (2) KONTAK DEVRESİNİN KAPALI OLDUĞU HATA POZİSYONU. Şekil 5.1 'de bir koruma rölesinin temel bağlantıları gösterilmiştir. Şekil 5.1 'deki devrede kesici açıldıktan sonra kesicinin S ile gösterilen yardımcı kontağı açılır, böylece endüktansı oldukça yüksek olan kesici açtırma bobinin enerjisi kesilir, kesici elle veya otomatik olarak kuruluncaya kadar kesici açık kalır.

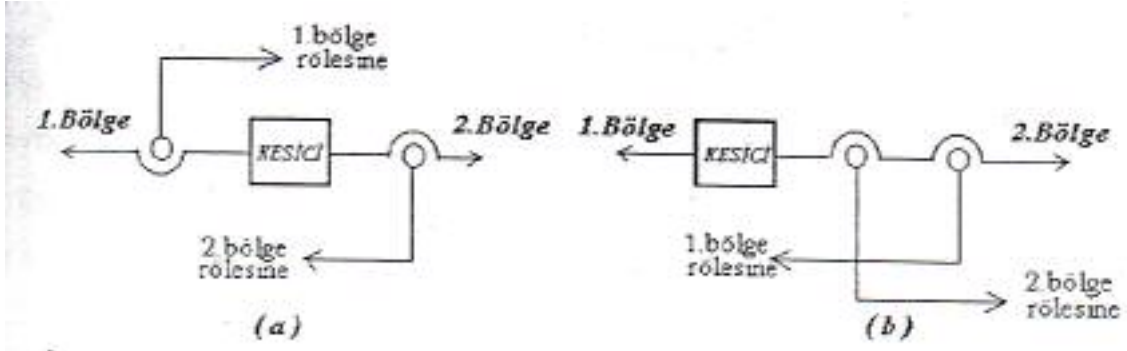
Yüksek gerilimli elektrik şebeke ve tesislerinde çalıştırma ve işletme sırası çok önemlidir. Örneğin yük altında bir devrenin açılması gerektiğinde, önce devre kesicisinin açılması, daha sonra da ayırıcısının açılması gerekir. Ayırıcı açılırken aynı anda topraklama ayırıcısının da kapanacak şekilde yapılması gerekir çünkü yük altında devre açma sırasında çok etkili arklar oluşarak kontaklara zarar verir. Kesici ile devrenin açılması sağlandıktan sonra hat üzerinde bulunan ayırıcı açılır. Bu sırada topraklama ayırıcısı da kapatılarak, hat üzerinde bulunan statik yüklerin toprağa boşalması sağlanır. Topraklama ayırıcıları, devresi açılmış hat üzerinde çalışma yapılırken, hat üzerine yıldırım düşmesi veya yanlışıyla devrenin kapatılması gibi olaylarda bir çeşit güvenlik olarak düşünülebilir.

Elektrik güç sistemleri, sistemde oluşacak bir hata durumunda minimum enerji kesintileriyle uygun bir koruma sağlamak amacıyla aşağıda belirtilen koruma bölgelerine ayrılır.

- Generatörler (Generatör; Transformatör grubu da olabilir.)
- Transformatörler
- Baralar
- İletim Hatları
- Motorlar

Her koruma bölgesinin, bu bölgede meydana gelen arızaları tespit etmek için kendine ait koruma röleleri ve yine bu bölgedeki arızayı sistemden ayırmak için kendi kesicileri vardır. Bu nedenle koruma bölgesi, bir koruma sistemi ile korunan bir güç sisteminin parçası olarak tanımlanabilir.

Tasarımı iyi yapılmış bir koruma sisteminde bir koruma bölgesi içinde meydana gelen hatada bu bölgedeki bütün kesiciler açılacaktır. Ana koruma, normal olarak korunan bir bölgedeki hataya karşı cevap olarak çalışması beklenen koruma sistemi olarak tanımlanabilir. Korunmayan bölge kalmaması için her bir koruma bölgesi diğer bir koruma bölgesi ile kesiştirilir. Akım transformatörlerinin bağlantıları yardımıyla bir kesici etrafındaki koruma bölgelerinin birbiriyle kesiştirilme prensibi şekil 5.2 'de gösterilmiştir. Şekil 5.2.a ve şekil 5.2.b 'de kesicilerin canlı tank ve ölü tank bağlantıları gösterilmiştir. Her iki bağlantı türü de yüksek gerilimli enerji iletim sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Akım transformatörleri arasında meydana gelen herhangi bir hatada birinci ve ikinci bölge rölelerinin her ikisi de çalışacaktır ve her iki bölgedeki tüm kesiciler açılacaktır.



Şekil 5.2 Kesici çevresindeki koruma bölgelerinin kesiştirilme prensibi.

Ana koruma sisteminde koruma rölesi veya kesicinin işletme sırasında arızalanması durumunda arızalı bölgeyi sistemden ayırmak için yedek koruma sisteminden yararlanılır. Yedek koruma ana korumanın çalışmadığı yer ve durumlarda çalışarak hatalı güç sistemi kısmını sistemden ayıran koruma türü olarak tanımlanabilir. Gerekli olan yedek koruma sistemi genellikle bir sonraki komşu istasyona yerleştirilir. Ana ve yedek koruma sistemlerinin farklı yerlere yerleştirilmesi, büyük arıza akımları nedeniyle ana ve yedek koruma düzenlerinin aynı anda bozulmasını önleyecektir. Böyle yerleştirme yapıldığı zaman bu tip yedek koruma düzenine “uzaktan yedek koruma” denir. Uzaktan yedek koruma düzeni yavaş çalışır ve güç sisteminin hatalı olan kısmından fazlasını devreden çıkarır.

Genel olarak yedek koruma, ana koruma sistemi ve kesicilerin arızalı olması durumunda gereklidir. Koruma rölelerinin arızalanarak çalışmama sebepleri şunlardır:

- Rölenin kendisi arızalı olabilir,
- Yardımcı cihazlar arızalı olabilir,
- Akım ve gerilim transformatörleri ile bunların bağlantıları arızalı olabilir.

Kesicinin arızalanarak çalışmama sebepleri ise:

- Kesicinin güç kontaklarının açma-kapama sırasında arızalanması,
- Açma mekanizmasının arızalanması,
- Kesici açtırma bobinini besleyen DC. kaynağın arızalı olmasıdır.

5.1 Korumanın Özellikleri

Koruma düzenlerinin görevi, işletme elemanları ile elektrik tesis ve şebekelerinde ortaya çıkan hataları ve bunların çeşitlerini, gözlenen elektrik büyüklükleri yardımıyla çabuk ve güvenilir olarak tespit etmek ve gerektiğinde hatalı işletme elemanını devre dışı bırakarak

enerjinin olanaklar içinde sürekli olmasını sağlamaktır. Generatör, transformatör, kablo, hat gibi şebeke elemanlarının birinde kısa devre veya izolasyon hatası sonucunda ark veya arıza akımlarının ve aşırı gerilimlerin yol açabileceği zararları sınırlandırmak veya en aza indirmek ve sürekli bir kısa devrenin şebekenin genel işletmesi ve özellikle stabilitesi üzerindeki etkileri ortadan kaldırmak için hatalı elemanın olabildiğince çabuk devre dışı edilmesi gerekmektedir.

Hatalı elemanın otomatik olarak devre dışı etmek işlemi koruma sistemleri vasıtasıyla gerçekleştirilir. Söz konusu koruma sistemleri başlıca şebekenin hat, kablo, generatör veya transformatör gibi şebekenin bir bölümünü devamlı olarak gözeten ve şebekedeki akım ve tarafından beslenmekte olan röleler topluluğunu kapsamaktadır. Gözetilen kısımda hata oluştuğunda ayarlanan değerlerin üstünde röleler işletmeye girer ve bu durumda düzenlenmesi göz önüne alınan sisteme bağlı kontaklar dizisi açılıp veya kapanarak elemanı devreye bağlayan anahtarı açarak hatalı bölümün devre dışı olması sağlanır.

Koruma sistemlerinin iletim dağıtım şebekesinde olduğu gibi endüstriyel şebekelerin güvenilir bir şekilde işletilip korunmasında da çok önemli bir yeri vardır.

Elektrik enerjisinin sorunsuz bir şekilde tüketicilere ulaştırılabilmesi için koruma sisteminin bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

5.1.1 Seçicilik

Korumanın seçici olması; hatanın çeşidi ve yerine göre doğru tespit edilmesinden sonra açma işleminin çok az bir tesis kısmı, hatta yalnız hatalı işletme elemanı devre dışı kalacak ve güç sisteminin diğer kısımlarında işletmeye devam edilebilecek şekilde yapılması demektir. Ekonomik işletme dolayısıyla hemen her elemanı güçleri seviyesinde yüklenen günümüzün gelişmiş dağıtım şebekelerinde seçici olmayan bir koruma sisteminin gerçekleştirdiği açma işlemi kolaylıkla aşırı yüklenmelere ve şebekenin çökmesine neden olabilmektedir.

5.1.2 Hızlı Çalışma

Korumadan beklenen ikinci özellik hızlı çalışmadır. Herhangi bir işletme elemanındaki hata çok çabuk tespit edilir ve bu işletme elemanı devre dışı bırakılırsa, büyük kısa devre güçlerine rağmen ortaya çıkacak arızalar ve bunların onarımı için geçecek zamanla, yapılacak masraflar azalır. Ayrıca hatanın kısa sürede ortadan kaldırılması şebekenin dinamik kararlılığının devamlılığını sağlar ve hata tüketiciler tarafından fark edilmez.

Koruma sisteminin bir hata durumunda minimum zaman içinde ve hata sebebiyle donanıma gelecek zarar da minimum olacak şekilde mümkün olduğu kadar çabuk olarak hatalı elemanı

sistemden ayırma yeteneğine “koruma sisteminin hızlı çalışması” denir. Koruma röleleri istenen uygun hızda çalışabilmelidir. Rölenin hızı, ne donanımın hata sebebiyle zarar göreceği kadar yavaş ne de geçici hatalarda istenmeyen açmalara sebep olacak kadar hızlı olmalıdır. Koruma düzenin çalışma hızı, güç sisteminin kararlılığını da doğrudan etkiler. Sistemde herhangi bir hatanın ortadan kaldırılma süresi kısaldıkça sistemde senkronizasyonu kaybetmeden verilen noktalar arasında güç iletilebilir.

5.1.3 Güvenilirlik

Bir cihazın veya tesisin güvenilirliği, onun işletme süresi boyunca kalitesini belirler. Bu tanıma göre koruma düzenleri de röleleri, yardımcı besleme devreleri, açma devreleri, güç şalterleri ve kesicileri ile birlikte güvenilir olarak çalışmalıdır. Sayılan her bir cihazın güvenilirliği, koruma düzeninin toplam güvenilirliğini belirler. Toplam gözlem süresi içinde koruma sisteminin yanlış açma sayısının, bu sürede ortaya çıkan toplam hata sayısına oranı korumanın güvenilirliği hakkında bir fikir verebilir. Bir koruma düzeninin yanlış çalışma durumları üç grupta toplanabilir:

1. Gereksiz Açma: Ortada herhangi bir hata durumu yokken rölenin açma yaptırmasıdır.
2. Hata Durumunda Yanlış Açma: Rölenin yanlış ölçme yapması veya yanlış ayarlanması durumunda seçici olmayan açma işlemidir.
3. Açma Yapmama: Hata ortaya çıktığı halde rölenin açma kumandası vermemesidir.

Hatalı çalışma durumlarının nedenleri çeşitli teknik arızaların yanı sıra rölelerin hesabı, yapılışı, bağlantısı ve ayarı sırasında yapılabilecek hatalar olabilir.

Bir koruma işleminin güvenilirliği, aynı işlemi yapan, farklı metotlarla çalışan iki hatta üç ayrı koruma düzenini paralel çalıştırarak artırılabilir. Ekonomik bakımdan bu çareye, ancak korunan elemanın önemi göz önünde tutularak başvurulabilir. Diğer taraftan bu önlem, gerektiğinde açmama durumlarını azaltırken, gereksiz açma durumlarını arttırmamalıdır. Bunu gerçekleştirmek için paralel çalışan iki koruma sisteminin her ikisinin birden veya üç koruma sisteminden en az ikisinin açma kumandası vermesi halinde son açma işleminin yapılması yoluna da gidilmiştir. Paralel çalışan koruma düzenlerine örnek olarak hatlarda diferansiyel ve mesafe rölelerinin beraber çalışmaları gösterilebilir. Paralel çalışan koruma düzenleri tamamen bağımsız çalışmalı, yani ölçü transformatörleri, yardımcı besleme devreleri vs. her koruma sistemi için ayrı olmalıdır.

5.1.4 Koruma Sistemi Yapısının Basit Olması

Koruma sisteminin minimum eleman ve devre ile meydana getirilmiş olması bu sistemin tasarımının iyi yapılmış olduğunun bir belirtisidir. Bununla beraber en az sayıda elemanla gerçekleştirilmiş ve maliyeti de son derece düşük, yapısı basit olan bir koruma sisteminin güvenilirliği az ise, koruma sisteminin koruduğu elemanda büyük hasarlar meydana geliyorsa o zaman bu koruma düzeni ekonomik olmaz. Bu takdirde koruma sisteminin yapısının basit olması ile güvenilir olması arasında optimum bir çözüm bulmak gerekir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki; bir koruma sistemi az elemandan oluşmuş, sistemin yapısı basit ise bu sistemde arıza olma olasılığı da daha az olur ve sistemin bakım ve kontrolü ile işletme esnasında sistemde meydana gelen arızaların giderilmesi de çabuk olur.

5.1.5 Koruma Sisteminin Ekonomik Olması

Koruma sisteminin ekonomik olması, minimum maliyet ile maksimum korumanın sağlanmasıdır. Maliyeti çok yüksek fakat çok güvenilir bir koruma sistemi tasarımı yapmak mümkündür. Ancak ideal olan mümkün olduğu kadar ucuza mal olan ve güvenilirliği de yüksek olan bir koruma sistemi gerçekleştirmektir.

Güç sistemi normal çalıştığı zaman korumaya gerek yoktur. Koruma sadece sistemde bir hata meydana geldiği zaman gereklidir. Başlangıçta koruma sisteminin tesis edilmesine ve daha sonra da işletme sırasında sistemin bakımına yatırılan para, bir hata durumunda sistemin kararlılığının bozulması ve sistemde hata nedeniyle meydana gelecek zararın minimuma indirilmesi ile geri dönecektir. Koruma sisteminin maliyeti, koruma sistemindeki elemanların toplam bedeline göre oldukça düşüktür. Sonuç olarak; koruma düzenleriyle donatılmış elektrik güç sistemlerinde koruma için harcanan para oranında tüketicilere verilen enerjinin sürekli olması sağlanır ve iş gücü kaybı azaltılır.

5.2 Koruma Sistemi Koordinasyonu

Elektrik güç üretim taşıma ve dağıtım sistemlerinde besleme noktası ile hatanın oluştuğu nokta arasında iki veya daha fazla koruma cihazının bağlı olduğu durumlarda hata yerine en yakın koruma cihazının çalışarak sadece hatalı bölümü devre dışı etmesi gerekir. Hatalı noktanın üst yani besleme tarafındaki koruma cihazları hatalı bölümü kesmesi gereken koruma cihazının herhangi bir nedenle açma yapmadığı durumlarda destek korumasını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu koruma tarzı seçici koruma olarak adlandırılır. Sistemdeki gerekli koruma şartlarını sağlamak için koruma cihazları seçicilik gereklilikleri

göz önüne alınarak minimum kısa devre akım değerlerine ve minimum sürede açtırma yapacak şekilde dizayn edilirler.

Koruma hassasiyeti ile seçicilik çoğu zaman birbirine ters düşer. Projecinin sorumluluğu optimum koordinasyon ve koruma hassasiyeti için dizayn yapmaktır.

Koordinasyon işlemleri yükten güç beslemesine kadar seri bağlı tüm koruma cihazlarının seçimini ve ayarlarını kapsar. Seçimde ve ayarda sistemde kullanılacak cihazların aşırı akımın çeşitli seviyelerinde cevap sürelerini karşılaştırmaktır. Burada dikkat edilecek en önemli özellik koruma sisteminin güvenilirliği açısından bir koruma sisteminde kullanılacak cihazların aynı imalatçı firmasından hatta aynı imalat tipinde olması gerekir. Yeni veya koruma sistemi değiştirilecek mevcut sistemlerinin koordinasyon işlemlerinde olabilecek kısa devre akımlarının maksimum ve minimum değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Koruma işleminde öncelikli işlemlerin başında kullanılacak koruma cihazlarına ait açtırma eğrilerinin aynı logaritmik kâğıda çizilerek koordinasyonun hazırlanmasıdır. Aşağıda belirtilen veriler koordinasyon işlemi için mutlaka sağlanmalıdır.

- Koordinasyonu yapılacak sistemin tek hat diyagramı
- Sistemdeki gerilim seviyesi
- Giriş güç verileri
 - a.) Şebeke ve besleme sistemine ait empedans ve kısa devre güç değerleri(MVA)
 - b.) X/R oranı
 - c.) Mevcut sisteme ait rölelerin cinsleri ve ayar değerleri
 - d.) Generatör güçleri ve empedans değerleri
 - e.) Transformatör güçleri ve empedans değerleri
 - f.) Motor değerleri ve empedansları
 - g.) Koruma cihazlarının açtırma ve kesme değerleri
 - h.) Koruma cihazlarına ait akım-zaman karakteristik eğrileri
 - i.) Akım transformatörlerinin çevirme oranları, uyarma karakteristik eğrileri, sargı dirençleri ve kayıp değerleri
 - j.) Döner makineler ve kabloların $I^2.t$ eğrileri
 - k.) İletken kesit ve uzunlukları

- Kısa devre ve yük akımı değerleri
 - a.) İlk periyottaki yani subtransient maksimum ve minimum kısa devre akım değerleri.
 - b.) 5 periyot ve yukarısı geçen süre için maksimum ve minimum(transient) kısa devre akım değerleri.
 - c.) Ana baralarda oluşabilecek arklı veya metalik toprak hata akımlarının maksimum ve minimum değerleri.
 - d.) Maksimum yük akımları.
 - e.) Motorların yol alma akımları ve yol alma süreleri.
 - f.) Transformatör koruma noktaları

Koordinasyon yapılırken, uygun bir gerilim baz gerilimi seçilerek koruma akım zaman eğrisindeki akımlar diğer akımlar baz gerilimdeki değerlerine çevrilir. Normal olarak sistemdeki en düşük gerilim seviyesi baz gerilim olarak seçilir. Fakat bu uygulama bir kural değil kolaylıktır. Kısa devre akımları logaritmik kâğıdın yatay eksenine işaretlenir. En büyük yük akımları (motorların yol alma esnasında sistemden çekilen toplam akımlar) işaretlenir. Koruma noktaları işaretlenir, bunlara büyük transformatörlerin yol ama akımları dâhildir. Koruma rölelerinin açma aralıkları işaretlenir.

5.3 Koruma ve Kumanda Elemanları

Transformatör merkezlerinde kullanılan başlıca koruma aygıtları röle ve sigortalardır. Elektrik teçhizatını zorlayan başlıca etken kısa devre akımlarıdır. Kısa devre akımları techizatı iki yönden zorlar. Bunlardan biri termik, diğeri dinamik zorlamadır. Röle ve sigortalar techizatı kısa devre akımının termik etkisine karşı korurlar. Dinamik zorlanma arızanın ilk periyodunda en şiddetli olduğundan ve termik etki gibi süre ile orantılı olmadığından röle bile birkaç periyottan kısa sürede arıza akımını kesemez. Arıza akımının başlangıç değerinin belirlediği dinamik etki, akımın genliğini sınırlayan seri reaktans bobini, nötr empedansı v.b. ile kontrol altına alınır.

Arızaların ve anormal işletme koşullarının techizatın zorlanmasına neden olan diğer bi etkisi gerilim yükselmeleridir. Gerilim yükselmelerinin yol açtığı yalıtım zorlamaları da, akımın dinamik etkisi gibi süreden hemen hemen bağımsızdır. Bu nedenle aşırı gerilimlere karşı etkin bir koruma için rölelerden başka parafudr vb. aygıtlar kullanılır.

Röle ve sigortalar, elektrik techizatını arızalara karşı, arızalı bölümün enerjisini keserek korurlar. Bu kesme işlemi sigorta halinde, sigortanın eriyerek devreyi açması ile olur. Röleler

ise arızayı tespit edince kesici açma mekanizmasını kumanda ederek kesiciyi açtırırlar ve arızalı bölümü böylece şebekeden ayırırlar. Bir arıza durumunda rölelerin yerine getirdiği işlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Hatanın tespiti ve faaliyete geçme
- Hata çeşidinin (hatalı iletkenin) seçilmesi
- Gecikme (öngörölmüşse)
- Açma kumandası verme
- Sükûnet konumuna geri dönme

Rölelerin kesicileri kumandası, doğrudan kesici kontaklarının röle tarafından açtırılması veya kesicinin açmasını sağlayan kesici kumanda mekanizmasındaki açma bobininin enerjilenmesi ile olur. Bağlı oldukları devrenin akımını ölçerek akımın belli bir değeri aşması halinde, bunu, korudukları devrede bir arızanın olduğunun göstergesi olarak değerlendirip kesiciyi açtıran rölelere aşırı akım röleleri denir. Aşırı akım rölelerinden sonra en yaygın kullanılan röleler gerilimle çalışan rölelerdir. Bunlar, gerilimdeki artışı (aşırı gerilim röleleri) ya da azalışı (düşük gerilim röleleri) tespit ederek kesiciyi açtırırlar.

Kontrol edilmek istenen elektriksel büyüklüklerin, koruma rölelerine doğrudan veya bir gerilim ya da akım ölçü transformatörü üzerinden uygulanmasına göre röleler Şekil 5.3' de göröldüğü gibi primer ve sekonder röle olmasına göre ikiye ayrılır.



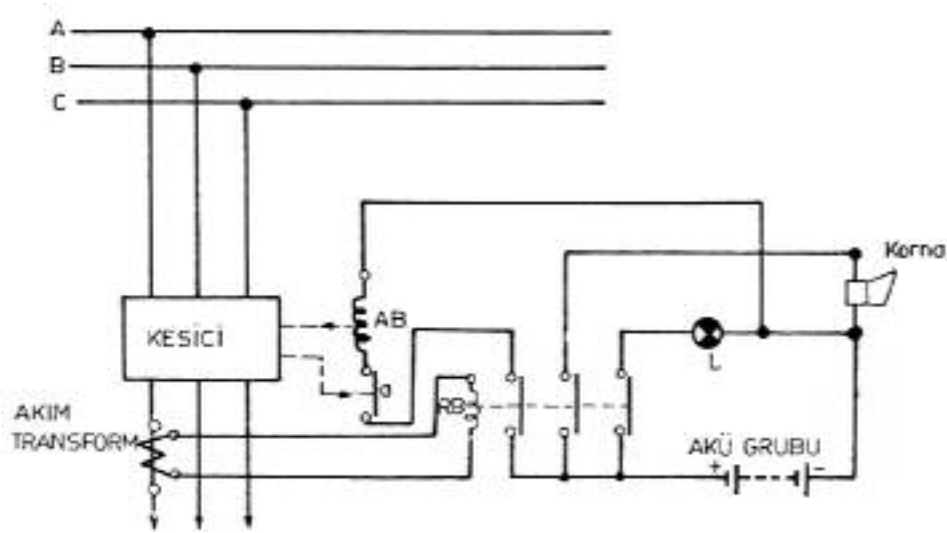
Şekil 5.3 Akım rölelerinin bağlantı şekilleri.

Primer röleler, elektriksel büyüklüklerin röle girişlerine doğrudan doğruya uygulandığı rölelerdir ve aşırı akımı tespit edince doğrudan kesici kontaklarını kumanda ederek kesiciyi açtırırlar. Bu rölelerde arada bir dönüştürme elemanı (ölçü transformatörü) olmadığı için hata azdır. Ancak bu rölelerin izolasyon problemleri vardır ve personelin güvenliği nedeniyle yüksek gerilim sistemlerinin korunmasında kullanılması zor olduğu için kullanım alanları

azdır. Ayrıca titreşim nedeniyle zaman geçtikçe çalışma değerleri, ayar değerlerinden çok uzaklaştığından yalnız önemsiz şebeke bölümlerinin ya da elemanlarının korunmasında kullanılırlar.

Elektriksel büyüklüklerin ölçü transformatörleri üzerinden uygulandığı rölelere sekonder röleler denir. Akım (gerilim) transformatörünün sekonderinden ölçme devrelerine gelen akımı (gerilimi) kesici açma bobininin enerjilenmesinde kullanırlar ya da ayrı bir kaynağın gerilimi ile açtırma devresini enerjilendirirler. Şekil 5.3.b' de gösterilen bir sekonder rölenin ana akım devresinden ölçü transformatörleri ile ayrıldığı görülmektedir. Sekonder rölelerin kullanılmasındaki faydalar şöyle sıralanabilir:

1. Yüksek gerilim, koruma düzeneklerinden ayrılmıştır. Böylece röleler ana akım devresinin manyetik tesiri ile termik ve dinamik zorlanmalardan korunmuş olur.
2. Ana akım devresini kesmeden rölenin ayarlanması, değiştirilmesi veya bağlantılarının yapılması ve muayene edilmesi mümkündür.
3. Ölçü büyüklükleri küçük değerli olduğundan bu röleler ucuz olarak imal edilebilirler.
4. Daha hassas elamanlarla ölçüm doğruluğu arttırılabilir.



Şekil 5.4 Kesici ve akım röle bağlantı şekli.

Şekil 5.4' de bir aşırı akım rölesi tarafından korunan devrenin akım transformatörü, kesici açma bobini (AB) ve merkezdeki yardımcı besleme kaynağı (akü grubu) ile birlikte bağlantı şeması verilmiştir. Akım transformatöründen bir arıza akımı geçtiğinde, bu akım çevirme

oranına uygun olarak röle bobinine aktarılır. Röle, ayarlı olduğu çalışma akımından daha büyük bir akımla beslendiği için kontağını kapatarak yardımcı besleme pozitifini kesici açık iken açık (kapalı iken kapalı) konum kontağı (a) üzerinden kesici açma bobinine iletir. Kesici açma bobininin diğer ucunda zaten yardımcı besleme negatifini beklediği için bobin enerjilenerek kesici açar. Ana kontağın hareketini takiben kesici yardımcı kontağı da açarak açma bobininin akımını keser. Böylece röle kontağının tahrip olmasını önler.

Aşırı akım rölelerinin kontakları gerek sayı gerekse akım kesme kapasitesi yönünden genellikle yetersiz olur. Bu eksikliği gidermek üzere aşırı akım rölesi ile aynı kutu içine yardımcı gerilim kaynağından beslenen ve aşırı akım rölesinin kontakları üzerinden enerjilenen bir yardımcı röle konur. Bu yardımcı röle gerekli sayı ve kapasitede yardımcı kontağı sağlar.

Röle tekniğinde en önemi terimlerden biri **faaliyete geçme** terimidir. Ölçülen büyüklüğün (faaliyete geçme büyüklüğü) belirli bir değer olması halinde faaliyete geçme işlemi başlar ve röle sükûnet konumundan faaliyet konumuna geçer. Bu büyüklüğün herhangi bir nedenle eski değerini alması üzerine röle çalışma konumundan sükûnet konumuna geri döner. Buna **geri dönüş** adı verilir. Geri dönüş değerinin faaliyete geçme değerine oranı **geri dönüş oranı** olarak tanımlanır. Bunun tersi **tutma oranı**'dır. Ölçülen büyüklüğün belirli bir değeri aşması ile faaliyete geçen ölçme rölelerinde tutma oranı daima 1 'den büyük olup 1,05 – 1,3 arasında değişir.

Koruma rölelerinde önemli olan diğer bir zaman terimi **kumanda zamanı**'dır. Bu terim ölçme büyüklüğünün rölenin ayar büyüklüğünü aştığı andan itibaren; rölenin kontakları vasıtasıyla açma kumandası verdiği ana kadar geçen zamanı tanımlar. En kısa kumanda zamanı çeşitli röle kısımlarının faaliyete geçme zamanlarına olduğu kadar ölçülen büyüklüğün faaliyete geçme anındaki değerine de bağlıdır. Rölelerin kumanda zamanları mekanik veya elektronik elemanlarla geciktirilebileceği gibi (gecikmeli röleler), ek olarak kullanılan zaman röleleriyle de ayarlanabilir.

Hatanın ortadan kalkması bakımından önemli olan diğer bir zaman terimi **toplam açma zamanı**'dır. Bu zaman, koruma için tespit edilmiş faaliyete geçme değerinin ortaya çıkmasından, hata akımının güç anahtarı tarafından kesildiği anın sonuna kadar geçen süre olup rölenin kumanda zamanı ile anahtarın açma zamanının toplamından ibarettir.

5.3 Rôle Çeşitleri

5.3.1 Termik Karakteristikli Aşırı Akım Rölesi

Saniyeler mertebesinde ayarlanabilen aşırı akım röleleri genellikle kısa devre korumasında kullanılır. Ancak bu rölelerin düşük ayarlanması sebebi ile korunulması gerekmeyen küçük yüklerde de sık açmalarla karşılaşılır. Öte yandan dakikalar mertebesinde aşırı yükler birçok şebeke ve yüksek gerilim tesislerinde her zaman mevcuttur. Elektronik ve elektromekanik bağımlı rölelerde çekme oranı 0,9 olarak düşünüldüğünde her röle çektiği değerden %10-20 oranında daha düşük değerde bıraktığında istenmeyen açmaları önlemek mümkün değildir. Bu nedenle kısa devre röleleri oldukça yüksek akım ve küçük zaman değerlerine ayarlanmalıdır. Bu gibi durumlarda röle, aşırı akımdan dakikalar mertebesinde korunurken kısa devreden milisaniyeler mertebesinde korunmaktadır.

5.3.2 Mesafe Koruma Rölesi

Röle ile arıza noktası arasındaki uzaklık, arıza akımı ve geriliminin referans alınarak elde edilen empedansın ölçülmesi ile saptanır ve kademeli açma sağlanır. Rölede ayarlanan mesafe/zaman karakteristiğine göre; röle, uygun olan kesiciyi açtırır veya back-up koruma görevi yapar. Mesafe koruma röleleri, birkaç yerden beslenen ağ şebekelerinde, çok hızlı ve seçici çalışırlar. Yardımcı link hatlarına gerek yoktur.

5.3.3 Diferansiyel Koruma Rölesi

İki veya daha fazla benzer elektriksel büyüklük arasındaki fark belirgin değeri aştığı zaman çalışan rölelere diferansiyel röle denir. Dâhili arızada akımların yönü değişmiştir ve akım trafolarının sekonder akımlarının toplamı çalıştırma bobininden akmaktadır. Her zaman çift yönlü kaynak bulunmayabilir bu durumda dahili arıza meydana gelirse arıza şekline göre yalnızca bir akım transformatörünün sekonderinin empedansı çalıştırma bobinininkine göre çok yüksek olduğu için primerinden arıza akımı akan akım transformatörünün sekonder akımının tamamının çalıştırma bobininden aktığı kabul edilebilir.

Diferansiyel koruma sistemini besleyen akım transformatörlerinin yapılarındaki küçük bir miktar fark bulunabilir. Bu durumda normal akımında dahi çalıştırma bobininden bir fark akım akabilir. Harici arızalarda her iki akım transformatöründen çekilen akım çok büyük olacağı için bu akımla orantılı olarak fark akım miktarı da artar ve değeri çalıştırma sınırını aştığı vakit normal tip bir aşırı akım rölesi olan çalıştırma bobini kontakları kapatarak yanlış açmalara sebep olur. Bu hatayı ortadan kaldırmak için tutucu bobin içeren diferansiyel röleler kullanılır.

5.3.4 Toprak Kaçağı Koruma Rölesi

Nötrü yalıtılmış şebekelerde bir fazın toprağa teması ile büyük genlikli bir arıza akımı oluşmaz. Yalnız arızadan öncede var olan ancak şebeke fazlarının toprağa göre karakteristiklerinin eşit olması nedeniyle üç fazdaki toplamı sıfır olan kapasitif karakterli toprak akımları, fazların birbirinin kapasitesinin arıza ile kısa devre edilmesi nedeniyle artık (reziduel) bir akım meydana getirirler. Bu kapasitif toprak akımı arıza akımı gibi kabul edilir. Fiderlere bu akımı hissedebilecek çalışma akımı değerine ayarlı toprak röleleri konarak yalıtılmış şebekelerde faz-toprak arızalarına karşı koruma sağlanabilir.

O.G. fider ve transformatörlerinin korunmasında çok yaygın olarak kullanılır. Toprak rölelerinin bağlantıları genelde iki şekilde yapılır; toprak rölesinin yalnız başına iki aşırı akım rölesiyle birlikte bağlanması veya üç aşırı akım rölesiyle birlikte akım transformatörüne bağlanması şeklindedir.

5.3.5 Aşırı ve Düşük Gerilim Rölesi

Aşırı ve düşük gerilim rölesi alçak gerilim sistemlerinde, sistemi aşırı ve düşük gerilimlerin neden olabileceği hasar ve tahribata karşı koymak amacı ile kullanılır. Rölenin koruduğu sistemin, faz-faz arası gerilimi ve faz-nötr gerilimi ile çalışır.

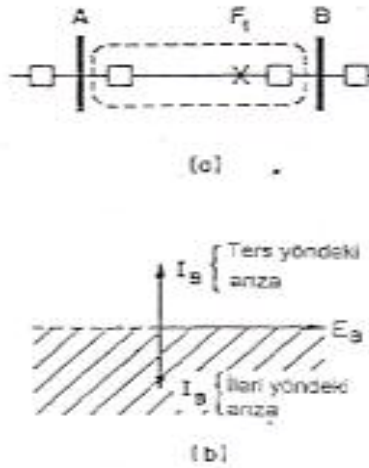
Giriş gerilimi aynı anda hem doğrultulur hem de elektronik devrelerin kullanabileceği bir seviyeye (2-3V) indirilir. Giriş gerilimi ile orantılı bu bilgiler iki gerilim karşılaştırıcısına gönderilir. Bu karşılaştırıcılardan biri aşırı gerilim, diğeri düşük gerilim karşılaştırıcısıdır. Her karşılaştırıcının ayar değeri sabittir. Bununla beraber düşük gerilim, nominal gerilimin %70'inden daha küçük olmamak koşulu ile ve aşırı gerilim nominal gerilim değerinin %120'sinden daha büyük olmamak koşulu ile istenilen değere ayarlanabilmektedir. Karşılaştırıcıların çıkışı bir "veya" kapısına verilmiştir. "Veya" kapısında bir yardımcı röleyi enerjilemektedir. Giriş gerilimi, düşük gerilim ayar değerinden daha küçük ise veya aşırı gerilim ayar değerinden daha büyük ise gerilim karşılaştırıcılarından ilgili karşılaştırıcının çıkışı "1" olur ve "veya" kapısı yardımcı rölenin enerjilenmesini sağlar. Böylece korunmakta olan sistem devre dışı bırakılmış olur.

5.3.6 Yönlü Röleler

Tek taraflı beslenen paralel ve ring şebekelerde ve iki taraftan beslenen normal şebekelerde selektif korumayı sağlamak için aşırı akım rölelerinin akım yönüne göre fonksiyon göstermeleri gerekebilir. Paralel çalışan tesislerde ve şebekelerde bu röleleri kullanmakla kısa devre durumlarında arızalanan bölümün iki yönden beslenmesi önlemdir ve böylece aşırı

tahribat meydana gelmez.

Güç sisteminin radyal (hattın bir tarafında kaynak bağlı) olmadığı durumlarda aşırı akım rölesi yeterli koruma sağlayamaz. Şekil 5.5’ de gösterildiği gibi hattın her iki yanında generatörle beslenmiş bir koruma bölgesi ele alalım. Böyle bir durumda, generatörlerin gücüne de bağlı olarak F_1 arızası için (iletim hattı koruma bölgesi içindeki) B noktasındaki röleden geçen akım, koruma bölgesi dışındaki F_2 arızası için aynı röleden (her ne kadar ters yönde olsa bile) geçen akımdan daha küçüktür.



Şekil 5.5 Kapalı bir sistemde hat koruma (Sistem şeması, akım ve gerilim fazörleri).

Bu gibi durumlarda, F_1 noktasındaki arıza için ayarlanmış bir aşırı akım rölesi, ayrıca F_2 noktasındaki arıza içinde açma sinyali gönderebilir. Bu olay röle işleyişi için kabul edilemez emniyet koşulları arasına girmektedir. Bu sorunun üstesinden B noktasında (aynı zamanda A noktasında da) yönlü röle kullanılmasıyla gelinebilir. Röle koruma bölgesi dışındaki arızalara açma sinyali göndermez ve sadece ileri yöndeki arızalara –koruma bölgesi içine doğru oluşan– açma sinyali göndermektedir. Bu yönlü röleler arıza akımının yönünü belirlemek için arıza akımı ve bazı referans büyüklükler (örneğin uygun gerilim değeri gibi) arasındaki faz açısını kullanabilir. Arıza ve arıza akımının gerisindeki gerilim görülmektedir. Arızanın iletim hattının tamamını kapsadığı ve arıza akımının da tamamen endüktif olduğunu ve faz açısının da gerilimden 90° geride olduğu farz edilsin. Şayet referans fazör (gerilim) ve arıza akımı arasındaki açı Θ ise, röle $-\Pi \leq \Theta \leq 0$ olarak tanımlanır:

5.2. Çalışma Prensiplerine Göre Aşırı Akım Röleleri

Elektrik güç sisteminde çeşitli nedenlerle herhangi bir arıza meydana geldiğinde, arıza akımı güç sistemindeki herhangi bir elemanın yük akımından daima daha büyüktür. Aşırı akım

röleleri çok basit bir yöntemle sadece bu akımın genliğine göre çalışmaktadır. Bu röleler dengeli veya dengesiz arızalarda iletim hatları, generatör, trafo, hat, kablo, reaktör, kapasitör gibi elemanların kendi parametrelerine uygun olarak seçilmiş belirli akım seviyesinin üstünde geçecek olan akımlara karşı güç sistem elemanlarını korumaya yöneliktirler. Koruma bölgesi içindeki bir arıza sonucunda, arıza akımı hattın diğer tarafında en küçük değerde ve röle tarafında ise en büyük değerdedir. Koruma bölgesi içindeki mümkün olan en küçük arıza akımı hattın olası en büyük yük akımından daha büyükse röle, röle akımı rölenin ayarlandığı akımdan büyük olduğu zaman arıza duruma geçer ve devreyi açtırır; röle akımı rölenin ayarlandığı akımdan küçük olduğu zaman ise röle arızaya geçmez ve devreyi açtırmaz. Akımın genliği ac sinyalin dalga şeklinden üretilir, AC sinyal, arızanın başladığı andaki genliğe bağlı olan azalan dc bileşen içermektedir. Pratikte röle maksimum yük akımı ile min arıza akımı arasında bir değere ayarlanır.

Radyal şebekelerde faz aşırı akım koruması için akım değeri ayarlanırken, akım değeri ters aşırı akım-zaman rölelerinin açma akımı veya sabit aşırı akım-zaman rölelerinin en düşük akım kademesinin röleyi faaliyete geçirmeyecek en yüksek muhtemel yüküne tekabül eden akım değerine ayarlanması şarttır. Burada dikkat edilmesi gereken önemli özellik rölenin çalışmasına neden olmayacak aşırı akımın kısa süreli tepe değeri olarak tanımlanan röle reset akımının göz önüne alınması gerekliliğidir.

En düşük ayar değeri

$$I_{PU} \geq 1,2 \cdot \frac{I_{\max}}{k} \quad (5.1)$$

ifadesi ile belirlenir.

Bu ifadede;

1,2 emniyet faktörü

k rölenin resetleme faktörü

Imax maksimum yük akımıdır

Hat üzerindeki maksimum yük akımı tahmin edilebilir.

Minimum kısa devre akımı Iscmin olmak üzere akım açma eşik değeri

$$I_{PU} \leq 0,7 \cdot I_{SC \min} \quad (5.2)$$

Özet olarak zaman aralığı içinde rölenin açma akım eşik değeri

$$1,2 \cdot \frac{I_{\max}}{k} \leq I_{PU} \leq 0,7 \quad (5.3)$$

ifadesi yardımıyla elde edilen değerlere uygun olmalıdır.

Röleler çalışma zamanına göre ani çalışmalı, sabit zamanlı ve ters zamanlı olara üçe ayrılır. Ani çalışmalılarda röleler ayarlandığı değerde kontaklarını ani olarak açar ve kapatır. Sabit röleler çalışma büyüklüğünün değerine bakılmaksızın ayarlandığı zaman sonunda kontaklarını açar veya kapatır. Ters zamanlı röleler ise çalışma değerinin büyüklüğüne göre çalışma zamanı değişen rölelerdir.

Röleden geçen aşırı akımla röle çalışma zamanı arasındaki bağıntıya çalışma (akım-zaman) karakteristiği denir. Bu bağıntı sabit zamanlı rölelerde $t = k = \text{sabit}$ şeklinde verilir. Genelde ise,

$$t = \frac{k}{I^n - 1} \quad (5.4)$$

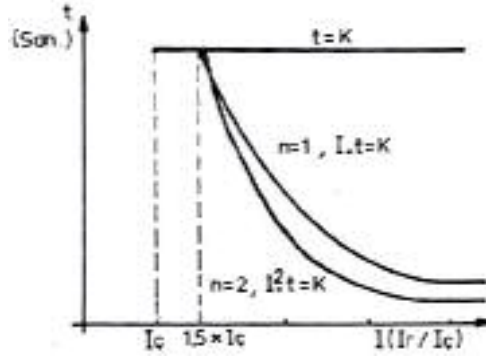
eşitliği ile verilir.

Bu eşitlikte, t rölenin çalışma zamanı, k sabit bir sayı, n röle tipine göre değişen parametreyi göstermektedir.

$$I = \frac{I_r}{I_\phi} \text{ ' dir.} \quad (5.5)$$

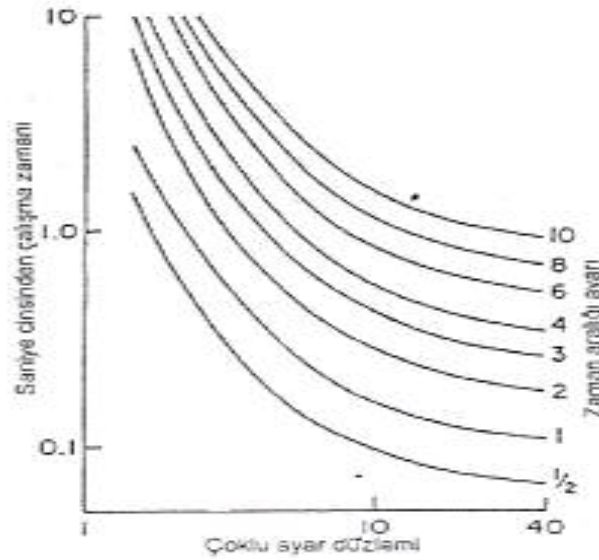
Burada I_r röleye uygulanan akım ve I_ϕ rölenin ayarlı olduğu çalışma akımıdır. n=1 için,

$I \times t = k$ olur. Yani röleye uygulanan akım iki katına çıktığında çalışma zamanı yarıya düşer. Akımın azalan değerlerine karşı zamanın artan değerlerini veren böyle bir karakteristiğe ters zaman karakteristiği denir. Şekil 5.6' da sabit ve n=1 ve n=2 hallerine karşılık gelen ters zaman karakteristikleri verilmektedir. Şekilden de görüleceği gibi akım-zaman karakteristiği, sabit zamanlı rölelerde, röle çalışma akımından itibaren ters zamanlı rölelerde ise çalışma akımının 1.5 katından itibaren verilir. Ters zamanlı röleler, çalışma akımının %105 – 130 undan itibaren çalışmaya başlarlar ama çalışma akımlarının 1.5 katına kadar çalışma zamanları iktidarsızdır.



Şekil 5.6 Sabit, $n=1$ ve $n=2$ hallerine karşılık gelen ters zaman karakteristikleri.

Farklı tipte ters zaman karakteristikleri mevcuttur; bunlar kendi aralarında ters zamanlı, uzun ters zamanlı ve aşırı ters zamanlı olarak adlandırılır. Kuşkusuz, daha kesin olmayan birçok tanımlar vardır ve imalatçılar tarafından sağlanan gerçek röle karakteristikleri kullanılmaktadır. Dahası herhangi bir röle tipi için verilen çalışma zamanı röle üzerindeki zaman ayarı ile azaltılıp çoğaltılabilir. En genel haliyle zaman ayarı (en hızlı zaman ayarı) $\frac{1}{2}$ ve en düşük ayar zamanı 10 'dur. Tipik bir zaman aşırı akım röle karakteristiği Şekil 5.7' de verilmiştir.



Şekil 5.7 Tipik aşırı akım röle karakteristiği.

5.2.1 Elektromekanik Röleler

5.2.1.1 Elektromanyetik Çekme İlkesine Göre Çalışan Röleler

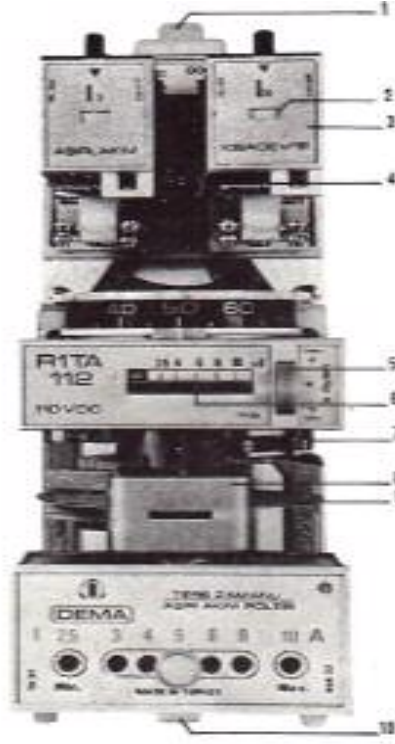
Çekmeli röleler manyetik devre prensiplerine göre çalışırlar. Yapılarında bulunan bobinlerin içinde bir manyetik devre oluşur. Manyetik devre; karşısında bulunan ve manyetik

malzemeden yapılan paleti çeker veya bırakır, böylece paletin çekilip bırakılması ile kontaklar, kapanır veya açılır. Bu palet, bir yay vasıtası ile belirli bir konumda tutulur. Bu arada magnetik alanı meydana getiren bobinden geçen akım ayarlanan değere yükselince oluşan çekme kuvveti yayın aksi yönündeki tesirini yenerek paleti çeker ve böylece hareketli olan kontaklar açılır veya kapanır. Ani çalışmalı rölelerdir. Oldukça basit yapıda ve ucuz olmalarına karşın geri dönüş oranlarının düşük, akım bobinlerinin güç tüketiminin yüksek olması ve zamanla hassasiyetlerinin bozulması gibi nedenlerle basit ihtiyaçlara cevap verirler.

Sabit zaman gecikmeli röleler genel olarak bir elektromanyetik çekmeli röleye yardımcı servis geriliminden beslenen bir zaman rölesi ilavesi ile elde edilirler. Zaman rölesi bazı düzenlemelerde mekanik de olabilir.

5.2.1.2 Endüksiyon Disk İlkesine Göre Çalışan Röleler

Bu röleler en çok kullanılan röleler olup, çalışma prensipleri elektrik sayaçlarına benzer. Elektro mıknatısından ve iki ucu yataklanmış bir mile tespit edilmiş endüksiyon diskinden oluşurlar. Manyetik devrenin akısı iletken diskte endüklenen akımlara bir kuvvet uygulayarak diski döndürür ve kontağı kapatır. Yapıları gereği ters zamanlıdır. Akım bobinlerinin güç tüketimi yüksektir. Geri dönüş oranlarının nispeten yüksek oluşu önemli avantajlarından biridir. Rölede sarf edilen birim VA için daha büyük moment elde edilir. Bir adet bobine sahip oldukları için, bu bobine kalın kesitli iletken kullanılır. Diferansiyel röle olarak kullanılmalarında; aynı diske iki elektro- mıknatıs ve bir damping mıknatıs bağlanabilir. Rölelerin imalat ve dizaynında küçük sarfiyat ile büyük kontak basıncı istenmektedir. Kontak basıncının artması, arkı dolayısıyla da kontak tahribatını azaltmaktadır. Diskli rölelerde bu husus kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Kalın kesitli bobin kullanmak ise kuvvetli kısa devrelerde rölenin tahrip olmasını önlemektedir. Bu rölelerin başlıca dezavantajı, disk dönmekte iken (röle açmaya giderken) röleye uygulana akım birden sıfırlansa bile diskin kontaklarını kapatma yönündeki hareketinin uzunca bir süre devam etmesidir. Damping mıknatısı olarak ilk zamanlar kromlu çelikten yapılan daimi mıknatıslar kullanılmaktaydı ancak yeni rölelerde daha stabil ve kuvvetli olan ALCOMAX tipi daimi mıknatıslar kullanılmaktadır. Bu röleleri yapısal olarak iki şekilde ele alabiliriz. Diskin ataletinden kaynaklanan bu ek hareketin süresi 50-100 ms kadardır.



Şekil 5.8 Mekanik röle.

Bu röleyi iki çeşide ayırabiliriz.

1. Çift bobinli endüksiyon röleleri.
2. Tek bobinli endüksiyon röleleri.

5.2.1.2.1 Çift Bobinli Endüksiyon Röleleri

Bu tip röleler, manyetik olmayan hareketli bir disk ve iki bobinden oluşur. Disk, iki ayrı akıyı oluşturan elektro mıknatıs kutuplarının hava aralığında bulunur. Birinci kutbun yarattığı akı ile, ikinci kutbun diskte endüklediği akımın yarattığı magnetik akı arasında oluşan moment diski döndürür.

Alternatif akımla çalışan bu rölelerin, her iki bobini de akımla veya bir bobini akım, bir bobini gerilimle çalışabilir. Bobinlerden birinin akım giriş uçları değiştirildiğinde diskin dönme yönü değişeceğinden çift bobinli endüksiyon röleler yönlü rölelerdir.

Endüksiyon rölelerinde, bobinleri besleyen elektriki büyüklük (akım veya gerilim) arttığında, dönme momenti de artacak ve bu nedenle disk daha hızlı dönecektir. Diskin hızlı dönmesi sonucu röle kontakları daha hızlı açar veya kapatır. Bu sebeple endüksiyon röleler ters zamanlıdır. Çift bobinli endüksiyon röleler işletmemizde güç rölesi, yönlü toprak rölesi ve yön elemanı olarak kullanılmaktadır.

5.2.1.2.2 Tek Bobinli Endüksiyon Röleleri

Bu tip rölelere gölge kutuplu endüksiyon röleler de denir. Elektromıknatısın her kutbunun yarısında bir bakır halka ya da bobin ile gölge oluşturulur. Elektromıknatıs kutbunun yarısında yer alan bakır halkada oluşan akı ile kutbun diğer yarısında oluşan akı arasındaki faz farkı, dönme momentini oluşturur. Alternatif akımda çalışan tek bobinli endüksiyon röleler tek elektriksel büyüklükle beslendiği için yönsüzdür. Çalışma zamanı yönünden ters zamanlı olması ve tek büyüklükle çalışması nedeniyle enerji sistemlerinde aşırı akım ve toprak rölesi olarak kullanılırlar

Bilindiği gibi manyetik akı, akım şiddeti ve sarım sayısı ile doğru orantılıdır. Bu durumda, röleyi çalıştıran manyetik akıyı elde edebilmek için, sarım sayısı azaltıldığında akım şiddetini arttırmak gerekir. Bu esastan hareketle tek bobinli endüksiyon rölelerinde, çalışma bobininin sarım sayısı değiştirilerek çalışma akımına etki edilir.

Tek bobinli endüksiyon rölelerinde akım ayarı değişimi bir vida yardımıyla yapılır. İstenilen akım konumuna bir vidanın yerleştirilmesiyle belirli sarım sayısı devreye alınmış olur.

5.2.2 Elektromanyetik Röleler

5.2.2.1 Hareketli Bobinli Röleler

Ölçü aletlerine benzer şekilde, hareketli bobin sabit bir mıknatısın iki kutbu arasında dönmektedir. Bu tip rölelerle doğru akım ölçümleri yapılmaktadır (aynı zamanda uygun doğrultucularla alternatif akım ölçümleri de yapılabilir). Bu rölede dikdörtgen şeklinde hafif bir bobin, iki kenarlı sabit mıknatısın iki kutbu ve yumuşak demir nüve arasına gelecek şekilde millendirilmiştir. Hareketli bobin aynı zamanda üstünde hareketli bir kontak bulunan bir kol taşımaktadır.

Hareketli bobinli rölelerde 30 milisaniyeye kadar çalışma zamanı elde edilmesine karşın daha düşük çalışma zamanı, yayın sarsıntıya dayanıklı olabilmesi için sönümleme (damping) momenti ile kısıtlanmıştır

Rölede hareketin hafif olması VA gücünün çok düşük olmasını sağlar. Çekme ve bırakma değerleri yakındır. Hareketli bobinli röle mekanik röleler arasındadır en duyarlı röle niteliğine sahiptir.

5.2.2.2 Polarize Röleler

Elektromanyetik rölenin değişik bir tipidir. Sabit magnetik alan içinde döner bobin yerine döner mıknatıs kullanılır. Sargılar ise daimi mıknatısın üzerine sarılmışlardır. Değişik dizayn

şekilleri vardır. Polarize röleler genellikle çift elektrikli büyüklüğün kıyaslandığı diferansiyel rölelerde ve mesafe koruma rölelerinde kullanılır.

Avantajları şunlardır:

Güç sarfiyatı düşük, çalışma hassasiyetleri yüksektir. Fiziki yapıları küçüktür. Kısa süreli büyük akımlara dayanma süreleri fazladır. Çalışma zamanı kısadır. Dezavantajları ise, kontak kapasiteleri küçüktür. Bırakma değerinin çekme değerine oranı küçüktür, kontak aralıkları çok küçük olduğundan gereksiz atlamalar olabilir.

5.2.2.3 Terazı Kollu Röleler

Ortadan yataklanmış olan paletle, bir taraftan yay kuvveti, diğer taraftan da elektromıknatısın çekme kuvveti etki yapmaktadır. Bobinden geçen akımla oluşan magnetik alanın çekme kuvveti, yayın ters yöndeki kuvvetini yendiğinde kontaklar açılır veya kapanır. Denge koluna etki eden ters yöndeki yay kuvveti yerine, başka bir büyüklük ile beslenen ikinci bir elektromıknatıs kullanılabilir. Ortadan yataklanmış terazı kolunun bir ucunda rölenin bobini diğer ucunda özelliğine göre yay ya da tutucu bobin bulunur. Tutucu bobin olanlarda çalışma durumu şöyledir: Bobinlerin meydana getirdikleri momentler, birbirlerine ters yönde tesirde bulunurlar. Kontağın kapanma yönündeki momenti veren çalıştırma bobini onun aksi yöndeki momenti doğuran tutucu bobindir.

Bu çalışma şekli yüksek süratli mesafe rölelerinde ve diferansiyel rölelerde en çok kullanılanlardan biridir. Bu rölelerin yüksek süratli sınıfına girmelerinin nedeni, yarım periyotta çalışabilmeleridir.

Bu rölelerde, tutucu çalıştırma momentlerinin oranı, faz durumuna çok bağlıdır. Hemen şu da söylenebilir ki; bu rölelerde geri dönüş oranı çok yüksektir bundan dolayı da yanlış açmalar olur. Çekmeli rölelerde olduğu gibi, bunlarda da kolun her iki ucundaki çekme kuvveti, hava aralığındaki akının karesi ile doğru orantılıdır. Öte yandan akı, akımla orantılıdır ve manyetik devrenin toplam hava aralığının takriben karesi ile ters orantılı olarak azalır. Bu bakımdan çalıştırıcı ve tutucu momentlerin oranı lineer olarak değişmez ve bu durumda rölenin yanılması söz konusu olur. Ayrıca hızlı çalışan bu röleler, faz açısına bağlı olarak ve geçici rejimlerde meydana gelen DC bileşenden dolayı da yanlış açma yapabilirler.

Faz hatalarından meydana gelen yanlış açmaları önlemek için, gerilim bobini parçalı veya üç bacaklı yapılır. Parçalı kutuplarda her iki kısmın akılarının magnetütü eşit ve aralarında takriben 90° faz farkı olacak şekilde dizayn edilir. Trifaze sistemlerde akılar arasında 120° faz farkı bulunur. Öbür yandan çalışma ve sükunete gelme oranları arasındaki farkı kısmen

azaltmak için de, denge kolunun hareketi sınırlandırılır. Ayrıca kolun hareketi sebebi ile reaktansın toplam değişimini azaltmak amacı ile akım kutbunun manyetik devresi, içinde hava aralığı tesis edilir. Görülüyor ki, hangi koruma rölesi olursa olsun, bunların disiplinli bir şekilde çalışmaları istenmektedir. Çünkü ufacak bir yanılmalarında kaza tesisin enerjisini kestikleri gibi bazı hassas ölçü yerlerinde hatalar yapılmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan bütün imkanlar seferber edilerek, rölelerin duyarlılıkları ve geri gelme oranları üzerinde ısrarla durulur; Tabidir ki rölelerin seçimi ve ayarı da bu kapsamda kalır.

Transient arızalarda meydana gelen DC bileşeninin meydana getirdiği hataları azaltmak için şönt reaktans (bobin) kullanılır.

5.2.3 Elektronik (Statik) Röleler

Transistör, tristör ve diyot gibi yarı iletken elemanlardan yapılan rölelere statik röle denir. Mevcut olan koruma sistemi ve bu sistemdeki elemanların ihtiyacı karşılamada yeterli olmaması; teknolojik araştırma gelişimleri etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Koruma sistemlerinde elektromekanik rölelerden sonra kullanılmaya başlanan diğer röle tipi statik olanlardır. Bu tip rölelere elektronik rölelerde denmektedir. İlk önceleri koruma devrelerinin güvenilirliği ve çalışma hızı indüksiyon diski, hareketli bobin ve armatür elemanlarının karakteristiklerine bağlı idi. Daha sonraları aşağıda belirtilen özellikler ve statik rölelerin gelişimi ve bu rölelere duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu özellikler:

- a) Statik rölelerin performans ve karakteristikleri elektromagnetik rölelerden daha iyidir. Statik rölelerin önemli uygulama alanlarından birisi olan statik mesafe rölelerinde daha yüksek doğruluk ve duyarlılıkla birlikte çalışma hızı da yüksektir.
- b) İmalatta standartlaşmayı sağlamak daha kolaydır.
- c) İmalatı daha kolay ve bakım süresi daha kısadır.
- d) Elektronik röleler daha küçük ve hassas yapılabilir.
- e) Ölçme sırasında harcadıkları güç daha az olup doğrulukları daha iyi, kumanda zamanları daha kısa, montajları kolaydır.
- f) Rölelerin açma karakteristiklerinin elektronik elemanlarla kolayca ayarlanması ve istenilen açma karakteristiğinin gerçekleştirilebilmesi mümkündür.

Yukarıda belirtilen faydalı tarafların yanında elektronik rölelerin kullanımında önemle dikkat edilmesi gereken durumlarda vardır. Elektronik elemanlar aşırı gerilimlere karşı çok hassas olduğundan bu gerilimlerin ölçme iletkenleri üzerinden elektronik rölelere ulaşmaları

önlenmelidir. Açıp kapama olayları sırasında ortaya çıkan aşırı gerilimler birkaç kV mertebesinde olabilir. Enerji bakımından oldukça zayıf oldukları halde bu gerilimler elektronik elemanlara zarar verecek büyüklüktedir. Bu sakıncayı gidermek için elektronik röleler kuvvetli akım devrelerinden uzak tutulmalı, ekranlı kablolar kullanılmalı, topraklamaları iyi yapılmalı ve uygun giriş filtreleri kullanılmalıdır. Diğer bir nokta ise endüktif yüklerin devreye sokulup çıkarılmaları sırasında ortaya çıkan gerilim sıçramalarının etkisini engellemek için elektronik röleleri besleyen yardımcı gerilim kaynağının diğer tüm yardımcı gerilim kaynaklarından tamamen ayrılması gerektiğidir.

Statik Röleler besledikleri akım trafosundan daha az akım çekerler, hareketli parçaları olmadığı için hem çalışmaları hem de geri dönüşleri daha çabuktur, geri dönüş oranları çok yüksektir. Çalışma karakteristikleri ve değerleri kolay kolay değişmez.

Rölenin üstünlüklerine karşı dezavantajları da vardır. İhtiyaçları olan stabil çalışma gerilimini, merkezin yardımcı beslemesinden sağlayamadıkları için her statik rölede yardımcı besleme (alternatif ya da doğru) gerilimini rölenin besleneceği stabilize gerilime çeviren bir konvektör (AA/DA ya da DA/DA bir çevirici) vardır. Ölçme büyüklüğü (akım) içindeki harmonik ve darbelerin süzülmesi için filtre devrelerine sahip olmaları gerekir. Bu da fiyatlarını arttırıcı bir unsurdur.

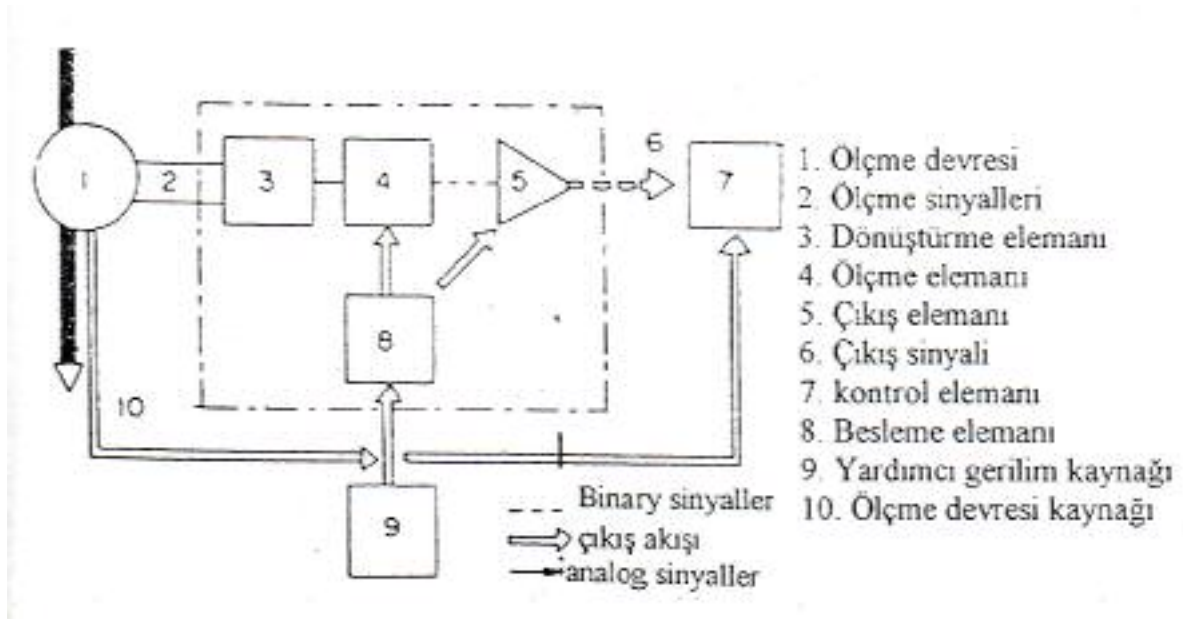
Gerek elektromekanik gerek elektronik yapıdaki rölelerde, sabit ya da ters zaman gecikmeli bir eleman ile ani çalışan ikinci bir eleman bir arada bulundurulabilir. Böylece bir tek röle hem şiddetli kısa devre akımlarına karşı hem de aşırı yük gibi görünen zayıf (uzak) kısa devrelere karşı koruma sağlayabilir.

Bu tip rölelerin karşılaştırma ve ölçme fonksiyonları, hareketli parçalar içermeyen statik devreler tarafından gerçekleştirilir. Uluslar arası Elektroteknik Komisyonu (IEC) kararında göre statik röleler üç kısma ayrılmıştır:

- a) Statik Röle: Ölçme kısmına gelen ve rölenin ayar değerini aşan akım veya gerilim değerine mekanik bir hareket olmaksızın, elektronik, magnetik veya diğer elemanlar yardımıyla cevap veren röledir.
- b) Çıkış Kontaklı Statik Röle: Çıkış devresinde bir ya da birden fazla kontak olan röledir. Daha önceleri bu rölelere yarı statik röle denmiştir.
- c) Çıkış Kontaklı Statik Röle: Çıkış devresinde kontağı olmayan röledir. Önceden bu röleye de tam statik röle denmiştir.

5.2.3.1 Statik Rölelerin Temel Yapısı

Koruma röleleri, koruma fonksiyonlu analog/binary (ikili) sistem dönüştürücüleridir. Akım, gerilim, frekans ve faz açısı gibi değişkenler ile diferansiyel, integral ve diğer matematiksel işlemlerle türetilen değerler ölçüm ünitesinin girişine analog sinyaller olarak gelir. Daima çıkış bir binary sinyaldir. Röle kesiciyi açtırmayacaksa çıkış sinyali açık (OFF) sinyaldir. Eğer röle kesiciyi açtıracaksa çıkış sinyali kapalı (ON) olur. Bu çıkış sinyalleri bir sonraki kontrol elemanı tarafından değerlendirilir. Bir koruma rölesi şekil 5.8 'de gösterilen temel blok diyagramına göre burada yer alan elemanların sırayla birleştirilmesiyle meydana gelir. Bir akım veya gerilim ölçü transformatörü olan ölçme elemanlarından alınan ve sürekli değişken formda olan değerler koruma rölesindeki dönüştürücü (konverter) üniteyi besler. Ölçme devresinden (1) alınan sinyaller dönüştürücü de (3) işlenecek hale getirilir ve şekildeki gibi ölçme elemanı tarafından değerlendirilir. Ölçme elemanı girişindeki sinyaller rölenin çalışması için gerekli olan eşik değeri aştığı zaman ölçme elemanı çıkışında kapalı bir sinyal elde edilir. Çıkış elemanı (5) ölçme elemanlarından alınan zayıf binary sinyali kuvvetlendirerek bir veya daha çok kontrol elemanına (7) iletir. Kontrol elemanı (7) bir besleme elemanı (8) tarafından ölçme veya çıkış elemanına verilen güç yardımıyla bir kesiciyi açtıracak şekilde bir fonksiyonu oluşturur. Kesiciyi açtıracak şekilde bir anahtarlama fonksiyonu için gerekli olan güç ya bir yardımcı gerilim kaynağından (8) ya da direkt olarak ölçme devresinden (1) elde edilir.



Şekil 5.9 Koruma rölelerinin temel blok diyagramı.

5.2.3.2 Statik Rölelerin Avantajları

Statik rölelerin elektromekanik rölelere göre avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. Statik rölelerin çalışması için gereken güç yardımcı bir kaynaktan sağlanır. Bu nedenle bu tip röleler akım ve gerilim transformatörlerini daha az yüklerler.
2. Çalışma hızları elektromekanik rölelere göre daha yüksek olup ömürleri daha uzundur.
3. Statik rölelerde hareketli parçalar olmadığından mekanik eylemsizlik yoktur ve hızlı açma-kapama yapan kontaklardan dolayı meydana gelen parazitler oluşmamaktadır. Ayrıca mekanik rölelerdeki gibi hareketli parçaların sürtünmesi teması sebebiyle aşınma olmaz ve bu nedenle daha az bakıma ihtiyaçları vardır, bakımları kolaydır.
4. Rölenin geri dönüş (reset) hızı elektromekanik tiplerle göre çok kısadır.
5. Rölenin ölçme kısmına gelen korunacak olan akım ve gerilim değerleri çok küçük olsa bile amplifikatör devreleri ile kolaylıkla kuvvetlendirilebilir, bu nedenle daha yüksek duyarlılık elde edilebilir.
6. Statik rölelerde temel karakteristiklere sahip birçok devre birleştirilerek istenen ideal karakteristiğe çok yakın bir karakteristik elde etmek mümkündür.
7. Yarı iletken elemanlardan oluşan ölçme devrelerinin enerji ihtiyacının çok düşük olması nedeniyle röle boyutları çok küçültülebilir.

5.2.4 Sayısal (Dijital) Röleler

Elektromekanik ve statik rölelerin sonra son yıllarda elektrik tesislerinde kullanılmaya başlanan diğer bir röle tipi ise, mikroişlemcilerle donatılan nümerik (sayısal) rölelerdir. Gerek elektromekanik gerekse statik röleler analog çalışan koruma röleleridir, yani analog olarak ölçülen büyüklükler, ayar büyüklükleri ile yine analog olarak karşılaştırılmaktadır. Mikroişlemci tekniğinde ise sayısal ölçme tekniğinden yararlanılır. Sayısal röleler örneklenmiş işaretler ile dijital hesaplamalardan faydalanır. Ölçü büyüklüklerinden alınan ani değerler analog-dijital çeviriciler ile dönüştürülmekte, hafızaya yerleştirilmiş bir program ile işlem görmekte ve bu işlem sonunda varılan açma veya açma yapmama kararına göre dijital-analog çeviriciler üzerinden kumanda verilmektedir.

Sayısal ölçme tekniğinin kullanımıyla diğer tip rölelere nazaran güvenlik, emniyet ve kullanıcıya kullanım kolaylığı sağlayan fonksiyonların artırılması avantajlardan bazılarıdır. Elektromekanik koruma röleleri tek tek koruma modüllerinin birleşmesiyle meydana

getirilirken, mikroişlemci tabanlı sayısal rölelerde ise tek bir donanım içinde birden fazla koruma fonksiyonları yerine getirilebilir.

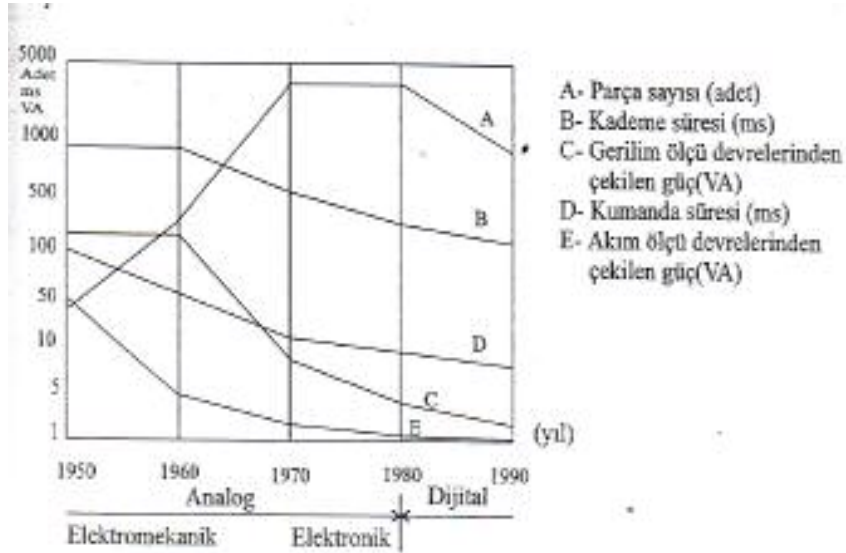
Sayısal rölelerin bir başka avantajı ise yapısında bulunan haberleşme terminalleri sayesinde diğer sayısal rölelerle haberleşme yeteneğinin olmasıdır. Bu terminaller sayesinde sayısal rölelere dışardan bir PC yardımıyla müdahale edilebilir ve koruma rölesinin çok uzakta olan bir merkezle haberleşmesi sağlanabilir. Bu durum kullanıcılara kolaylık sağlamaktadır. Dikkat çeken diğer bir husus mikroişlemcili teknoloji sayesinde sayısal rölelerin kullanıcılara olduğu kadar üreticilere de büyük kolaylık sağlamasıdır. Mikroişlemci yazılımlarında yapılan küçük bir değişiklik sonucu cihazların işlevleri kolayca arttırılabilir.

Statik rölelerin içerdiği parça sayısı elektromekanik rölelerden çok daha fazladır. Dijital rölelerde bu parça sayısı azaltılma yoluna gidilmiştir. Bir koruma cihazının güvenilirlik oranı cihazı oluşturan her bir parçanın ortalama güvenilirlik oranı ile yakından ilgilidir.

Mikroişlemci teknolojisinin koruma tekniğinde kullanılmasıyla koruma rölelerinde yeni yetenekler kazandırılabilir. Bu yeteneklerden biri de alınan akım ve gerilim değerlerinden aktif güç, reaktif güç, $\cos\phi$ ve sayaç değerleri gibi kullanıcı için büyük önem taşıyan değerlerin hesaplanabilirliği. Tüm bu hesaplar çift sekonder çıkışlı ölçü transformatörünün koruma çıkışından alınan değerlerle yapılır.

Koruma tekniğinin başlıca görevlerinden biri de bir arıza halinde tehlike altında olan tesis kısımlarının en kısa sürede devre dışı edilmesidir. Böylece olası hasarın azaltılması sağlanmaktadır. Bu nedenle koruma rölelerinin açtırma süreleri kısaltılmaya çalışılmıştır. Dijital rölelerin açtırma zamanı elektromekanik rölelere göre daha kısa olup günümüzde teknolojik alt sınır olan 20ms 'ye kadar düşülmüştür. Daha kısa zamanlara inmek mümkün ama sakıncalıdır. Bunun nedeni 50 Hz 'lik bir frekansta alternatif akımın bir periyot süresi olan 20 ms 'nin açma kararının güvenilirliği açısından gerekliliğidir. Bir arıza halinde enerji akışının kesilmesi için gereken süreyi koruma rölesinin yanı sıra kesicinin açma süresi de etkiler. Toplam enerji kesilme süresi, koruma rölesi açtırma süresi ile kesici açma süresinin toplamına eşittir. Günümüzde kullanılan kesicilerin açma sürelerinin 100 ms olduğunu düşünürsek, koruma rölesinin açtırma süresi ne kadar kısa olursa olsun kesici açma süresi toplam süreyi etkileyen ana faktördür.

Mikroişlemci ve yarı iletken elemanlardan meydana gelen dijital koruma rölelerinde, elektromekanik ve statik rölelere göre hem akım hem de gerilim ölçü devrelerinden çekilen güç daha azdır. Şekil 5.10' da elektromekanik, elektronik ve dijital rölelerin çeşitli kriterlere göre karşılaştırılmasını gösteren bir grafik görülmektedir.



Şekil 5.10 Çeşitli kriterlere göre rölelerin karşılaştırılması.

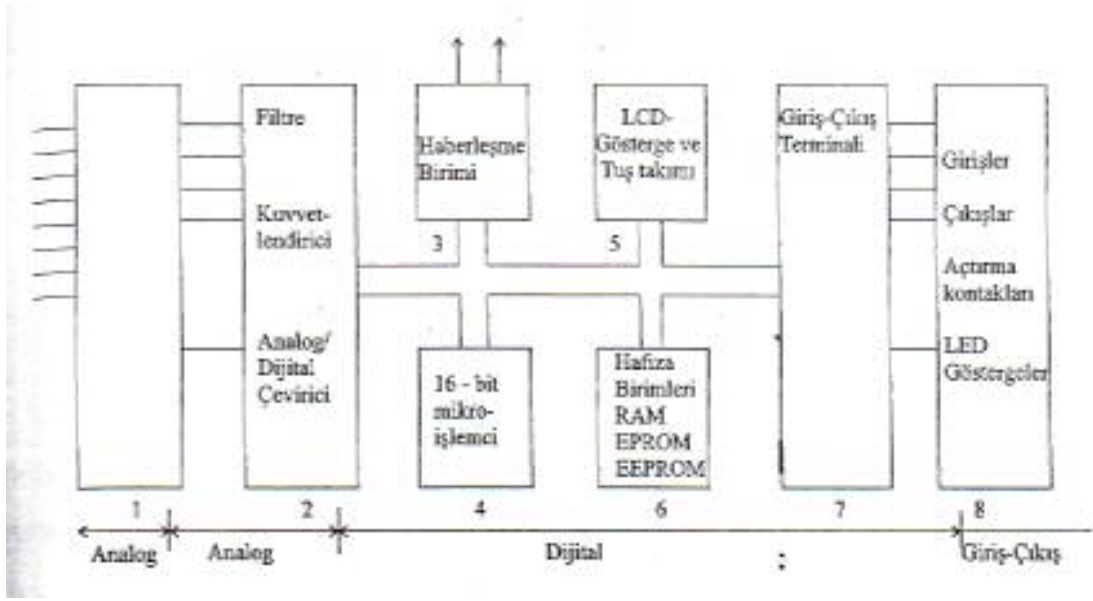
Dijital koruma rölelerinin kullanıcılara verdiği bir başka kolaylık birden fazla koruma fonksiyonunun tek bir cihaz tarafından sağlanabilirliğidir. Böylece karmaşık, dolayısıyla da pahalı montaj gerektiren ayrıca fazla yer kaplayan koruma düzenekleri yerlerini dijital koruma rölelerine bırakmışlardır. Böylece kazanılan bir başka fayda da belirli koruma fonksiyonlarının birbiriyle ilişkilendirilerek daha üstün bir koruma işlevinin sağlanabilirliğidir. Örneğin generatör koruma tekniğinde dijital teknik kullanılarak frekansla orantılı düşük gerilim koruması yapılabilmekte ve bu sayede generatörler daha güvenli çalıştırılabilmektedir. Oysaki geçmiş teknolojilerle frekans koruması ve gerilim koruması ayrı ayrı yapılabilmekte ve pahalı çözümlere gereksinim duymaktadır.

İlk olarak üretilen dijital koruma röleleri tek bir koruma fonksiyonuna sahipti ve bunun sonucu olarak analog-elektronik koruma rölelerinden daha pahalı idi. Bunun üzerine üreticiler açısından çok fonksiyonlu dijital koruma rölesi üretimine gidilmiş ve fiyatlarda cazip tutulmuştur. Örneğin piyasada sadece aşırı akım-zaman koruma fonksiyonuna sahip dijital koruma rölesi oldukça azdır. Ancak aşırı akım-zaman fonksiyonuyla birlikte birkaç koruma fonksiyonuna daha sahip dijital röleler temin edilebilir.

Enerji tesislerini dijital koruma cihazları üzerinden uzaktan kontrol ve kumanda etmeyi amaçlayan kullanıcılar, bu cihazlara sahip olmakla dijital koruma düzeneklerinin bünyesinde yer alan birkaç koruma fonksiyonundan, haberleşebilme ve analog değerlerin izlenebilme özelliklerinden faydalanabileceklerdir.

Dijital koruma rölelerinin farklılıklarının ortaya çıkarılması ve daha iyi değerlendirilmesi

amacıyla sahip olduğu ana birimler blok diyagramı olarak şekil 5.11’ de gösterilmektedir.



Şekil 5.11 Dijital koruma rölesine ait blok diyagramı.

1) Ölçüm Değerleri Giriş Arabirimi:

Bu birim koruma rölesini, ölçü devrelerinde olabilecek arızalara karşı korur.

2) Ölçüm Değerleri Algılama Birimi:

Bu birim üç kısımdan oluşur. Bunlar filtre, kuvvetlendirici ve analog/dijital çeviricilerdir.

Filtre; özellikle harmoniklerin süzülmesi görevini üstlenir.

Kuvvetlendirici; filtre çıkışı analog değerlerin kuvvetlendirilmesini sağlar.

Analog/dijital çevirici; analog değerlerin dijital hale çevrilmesini üstlenir.

3) Haberleşme Terminali:

Dijital rölenin başka dijital sistemlerle haberleşebilmesini sağlar. Bu özellik dijital rölenin ayırt edici özelliklerinden biridir.

4) 16-Bit Mikroişlemci:

Dijital rölenin ana işlevlerinin gerçekleştirildiği birimdir.

5) LCD-Gösterge Tuş Takımı:

Cihazın kullanıcı arabirimidir. Buradan koruma tekniği ile bilgiler (ayar değerleri, açma eğrileri v.s.) koruma rölesine aktarılır. İşletme çalışmasında ölçüm değerleri, arıza halinde ise çeşitli ihbarlar (zaman sırasıyla) ve ölçüm değerleri LCD göstergeden okunabilir.

6) Hafıza Birimleri:

Koruma tekniğine ilişkin cihaz yazılımı, kullanıcıya özel parametre değerleri ve arızalara ilişkin ölçüm değerleri ile ihbarlar bu hafızalarda tutulur. Cihaz beslemesinin kesilmesi halinde bu hafıza birimleri içeriklerini yitirmeyecek biçimde tasarlanmışlardır.

7) Giriş-Çıkış Terminali:

Mikroişlemci ve çevre donanımının,

- Giriş devrelerinde olabilecek arızalardan korunması (bahsedilen giriş devreleri, koruma rölesinin çeşitli fonksiyonlarının kilitlenmesi veya aktive ya da reset edilmesi gibi işlemlerin konvansiyonel teknikle uzaktan yapılmasını olanaklı kılar.)
- Çıkış devrelerinde olabilecek arızalardan korunması (bahsedilen çıkış devreleri, koruma rölelerinin olağan dışı işletme şartlarının ihbar edilmesi veya bir başka cihazın çeşitli fonksiyonlarının kilitlenmesi gibi işlemlerin yapılmasını olanaklı kılar.)
- Kesici açtırma kontaklarının güvenilir çalışması
- Cihaz üzerindeki gösterge lambalarının yönlendirilmesini sağlar.

Koruma rölelerinin donanım birimleri güvenlik sebebiyle de ikiden fazla gerilim seviyesinde ($\pm 5 \text{ V}$, $\pm 15 \text{ V}$, 24 V) birbirlerinden galvanik ayrılmış olarak beslenmektedir.

Bu gerilimler dâhili bir kaynaktan elde edilirler.

8) Giriş-Çıkış Birimi:

Koruma rölesinin tesisle olan arabirimidir. Özellikle kesici açtırmasının yapıldığı kontaklar aşırı yüklenmelere dayanıklı olarak tasarlanır.

Dijital koruma röleleri, zaman içersinde elektromekanik ve elektronik rölelerin yerini almış ve koruma tekniğinin vazgeçilmez unsuru haline gelmiştir.

5.4.1 Çok-Fonksiyonlu Sayısal Röleler

Koruma röleleri ilk olarak elektromekanik röleler olarak üretilmişlerdir ve güç sistemlerinin korunmasında çok uzun bir zaman başarı ile kullanılmışlardır. 80 'li yıllardan itibaren üretilmeye başlatılan Mikroişlemci donanımlı röleler ise, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Mikroişlemci donanımlı rölelerin özellikle yazılım kontrollü olması ve son yıllarda çok-fonksiyonlu olarak üretilmeye başlanmaları koruma alanında yeni bir dönem başlatmıştır.

Aşırı akım röleleri; generatörleri, motorları, transformatörleri, radyal ve ring dağıtım

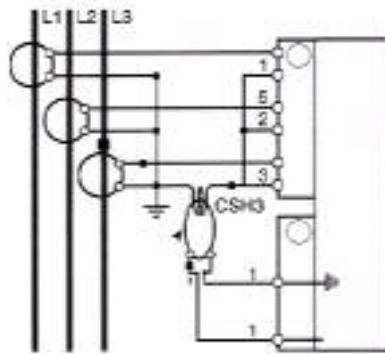
sistemlerini korumada kullanılırlar. Ancak doğal olarak yavaş çalışmalarından dolayı, çoğunlukla yedek koruma olarak tercih edilirler. Genel olarak basit, etkin ve ekonomik koruma sistemleridir. Eğer koruma bölgesinde oluşan arıza akımının değeri önceden belirlenen açma değerinin üstünde belli bir süreden fazla kalırsa röle açma işareti üretir, aksi halde röle kararlı durumda kalır.

Aşırı akım röleleri, iletim hatlarının korumasında pek fazla tercih edilmezler. Bunun nedeni; röle açma değerinin belirlenmesinin sistem parametrelerine bağlı olmasından dolayı, bazı durumlarda hat sonuna doğru oluşan arızaları algılamaması veya arıza olmadan açma işareti üretmesidir.

5.4.2 Sayısal (Dijital) Röle Donanımı

Dijital koruma röleleri donanım genel olarak bakıldığında üç-alt kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar; Yalıtım ve Analog Ölçeklendirme Ünitesi, Veri Toplama Ünitesi ve Mikroişlemci Ünitesi 'dir.

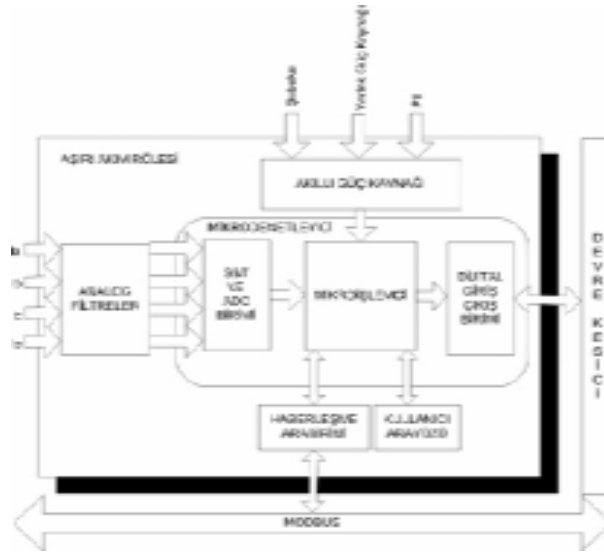
1. Yalıtım ve Analog Ölçeklendirme Ünitesi: Bu ünite akım ve gerilim trafolar ile analog filtrelerden meydana gelmiştir. Söz konusu ünite; mikroişlemci röleyi güç sisteminden izole etmek, güç sistemlerinden alınan işaretleri rölenin kabul edebileceği seviyeye indirmek ve işaret koşullandırma yapmak görevlerini üstlenir. Röle giriş işareti olarak şebekeden üç-faza ilişkin akımlar ve toprak akımını almaktadır. Bu yüzden bu ünite dört akım trafosu ve alçak geçiren dört analog filtre devresinden meydana gelmiştir. Bu ünite yardım ile koşullandırılan röle giriş işaretleri veri toplama ünitesine aktarılmaktadır. Şekil 5.12' de örnek bir akım trafoları bağlantı şeması verilmiştir.



Şekil 5.12 Akım rölesi bağlantı şeması.

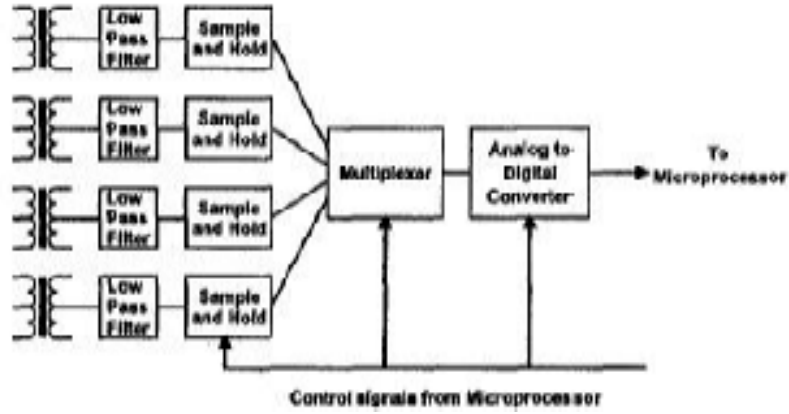
2. Veri Transferi ve Toplama Ünitesi: Bu ünite yalıtım ve analog ölçeklendirme ünitesinden alınan analog işaretlerin sayısalı dönüştürülmesi görevlerini yerine getirir. Örnekleme/tutma devrelerinden, kanal seçici ve analog-dijital dönüştürücülerden oluşturulmuştur. Burada dijitale dönüştürülen giriş işaretleri röle veri yolu üzerinden mikroişlemcinin belleğine aktarılmaktadır.
3. Mikroişlemci/Mikrodenetleyici Ünitesi: Sayısal işaretlerin, röle karakteristiklerinin, röle set değerlerinin ve röle kararlarının saklanması ve röle yazılımının işlenmesi için görevlerini yerin getirir. Rölenin değerlendirme ve karar verme yeteneğinin ve dış dünya ile iletişimin kontrol edildiği yerdir. Dijital Giriş/çıkış birimi ve haberleşme birimi bu üniteye bulunmaktadır. Yeni tasarlanan Mikrodenetleyicilerde, Veri toplama ünitesi ile Mikroişlemci ünitesi tek ünite altında bulunmaktadır. Şekil 5.13’da çok fonksiyonlu bir sayısal rölenin donanım şematik olarak görülmektedir.

Ayrıca bu tip rölelerin ters-zaman açma eğrileri kendi aralarında çeşitli biçimde modellenerek farklı ters-zaman koruma karakteristikleri oluşturulur.



Şekil 5.13 Çok-fonksiyonlu sayısal aşırı akım rölesi donanımı.

Donanımın mikroişlemciye sinyal ulaştıran kısmının biraz daha ayrıntılı şekli, şekil 5.14’ de görülmektedir.



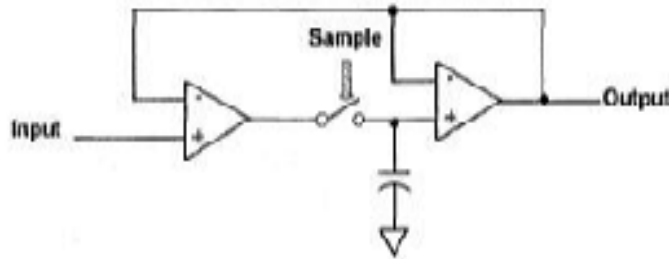
Şekil 5.14 Koruma Rölesi Diyagramı.

5.4.2.1 Alçak Geçiren Filtre

AC akım ya da gerilim dalga şekli gibi farklı bir giriş örneklendiğinde, dikkatimizi uygulanmış sinyalin frekansına ve örneklenmiş algoritmaya vermeliyiz. Örneklenmiş dalga formları içeren daha yüksek frekans bileşenleri yanlışlıkla daha düşük bir frekans bileşeni olarak gözükabilir ya da hesaplanabilir. Yüksek frekans bileşenin düşük frekans bileşeni olarak gözükmesine biz aliasing (eşgörünleme) diyoruz. Bu etkiyi ortadan kaldırmak ya da minimuma indirmek için, uygun örnekleme hızı seçilmelidir, maksimum giriş sinyali tanımlanmalıdır ve bütün yüksek frekans bileşenleri alçak frekansa zayıflatılmalıdır. Yüksek frekanslı örnekleme yaparken yok eden ve anti-aliasing filtresi olarak da geçen sisteme Low Pass Filter (alçak frekans filtresi) denir.

5.4.2.2 Sample and Hold (Örnekleme ve Saklama)

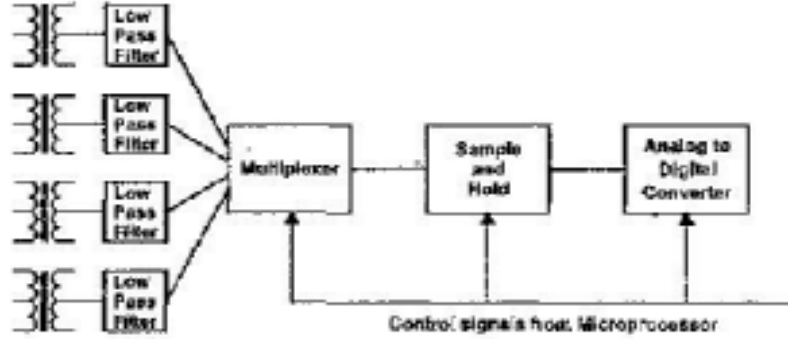
Akımı sabit tutmak için kullanılan sistemdir. Örneği şekil 5.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.15 Örnekleme (S/H) Ünitesi.

Birçok dijital röle koruma ve kontrol fonksiyonu işini gerçekleştirmektedirler. Bu koruma ve kontrol fonksiyonu işlemleri giriş değerlerinin birbiri ile olan zamanlama ilişkileri arasında özellikle gerekmektedir. Bunun için iki ana yöntem mevcuttur. Birincisi Şekil 5.15 de

gördüğümüz birden fazla S/H ünitesi kullanarak gerçekleştirilendir. Böylelikle tüm giriş dalga biçimlerine eş zamanlı örneklemeler işleyebilmekteyiz. Girişlere direk karşılaştırma yaparak hata yapma riskini yok etmiş oluruz.



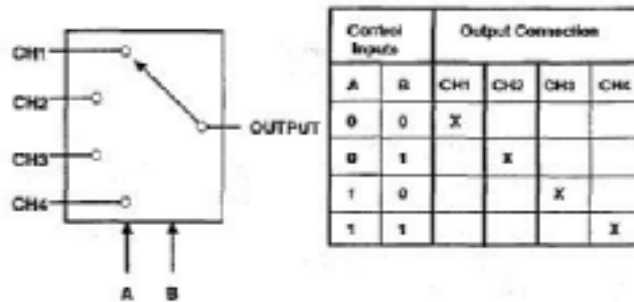
Şekil 5.16 Tek S/H ile geliştirilmiş Sayısal Röle Ünitesi.

İkinci yöntemde ise Şekil 5.16' da gösterildiği gibi bir tek S/H ünitesi kullanarak,örnekleme işlemini bilindik bir zamanda yaparız. Böylece zamanlamayı düzeltme faktörü her örneklemede tekrarlanır ve işlemler esnasında oluşan zaman kayması bu şekilde kompanze edilir. İşlemler esnasında oluşan zaman kaymasını kompanze etmenin matematiksel olarak denkliği ; üzerinde çalıştığımız frekansta süregelen dalga şekilleri arasındaki açı farkını düzeltmektir.

Bu düzeltme yapıldığı zaman ,sıra ile gelen dalga şekilleri (akım,gerilim) bizim istediğimiz eş zamanlı, eşit dalga şekillerine dönüştürülecek ve olası hatalar önlenecektir.

5.4.2.3 Multiplexer

Mux fonksiyon olarak seçici düğme işlevi ile karşılaştırılabilir. Mikroişlemci kontrolü altında Mux sırayla çıkışları her bir girişe bir kez olmak kaydı ile bağlar. Şekil 5.17' de gösterildiği gibi basit 4 giriş Mux'u A ve B kontrol girişleri tarafından seçilebilir.

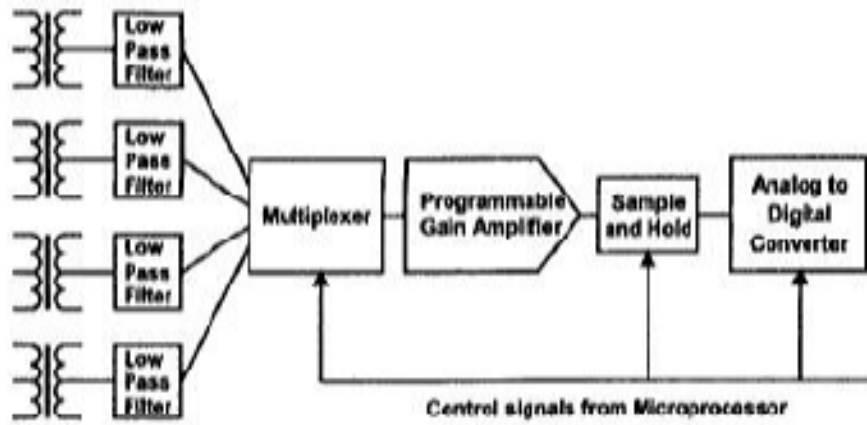


Şekil 5.17 Dört girişli multiplexer.

5.4.2.4 Analog-Dijital Dönüştürücüler

Analog-dijital dönüştürücüler örnekleme işleminin gerçekten temelidir. Sürekli zaman işaretlerini gösteren örneklenmiş veriler analog – dijital dönüştürücüler tarafından dijital verilere dönüştürülür. Veri sayısı her A/D gerilimi için ve sistem değerine göre işlenecek her veri A/D dönüştürücü sinyalinin ölçümüne bağlıdır. Bunu bir örnekle açıklamaya çalışırsak;

Daha iyi bir sonuç için bazı seçenekler vardır. 14–16 bitlik A/D dönüştürücüleri kullanabiliriz ya da 12 bitlik A/D dönüştürücüyü kuvvetlendirici ile besleriz. Şekil 5.18’ de bunu görebiliriz. Eğer kuvvetlendirici (gain switching) kullanıyorsak bunu mikroişlemciye işlememiz yani yüklememiz gerekmektedir.



Şekil 5.18 Gain switch ile sayısal röle donanımı.

5.4.3 Röle Yazılımı

Dijital röle yazılımı; uygulama yazılım ve arayüz yazılım olmak üzere iki kısımda tasarlanmıştır. Uygulama yazılımı dijital koruma algoritmalar üzerine oturtulmuştur ve rölenin karakteristiğini belirlemektedir. Arayüz yazılım ise, röle ile dış-dünya arasında iletişimi sağlamak için geliştirilmiştir.

Yeni geliştirilen aşırı akım rölesi koruma fonksiyonlarına göre;

- Sabit Zamanlı Aşırı Akım Koruma
- Ters-Zamanlı Aşırı Akım Koruma

karakteristiklerini (eğrilerini) içermektedir.

Sabit zamanlı aşırı akım röleleri, arıza akımı belli bir değeri aşınca ve bu değerin üstünde

belli bir süreden fazla kaldığında açma işareti üretirler. Genelde bu açma zamanı saniyeler mertebesinde ve bu röleler daha çok toprak arızaları için kullanılırlar. Bu açma zamanı çok kısa olarak da (30 -50 ms) seçilebilir. Ani aşırı akım koruması diye adlandırılan bu koruma fonksiyonu genellikle çok yüksek genlikli arıza akımlarına cevap verirler ve ani açma sağlarlar.

Ters-zaman karakteristikli röleler ise, arıza akımının genliği ile ters orantılı açma zamanına sahiptirler.

Ayrıca bu tip rölelerin ters-zaman açma eğrileri kendi aralarında çeşitli biçimde modellenerek farklı ters-zaman koruma karakteristikleri oluşturulur. Karakteristikleri modelleyen, akım-zaman eşitlikleri aşağıdaki gibidir;

$$t(i) = TD \times \left(\frac{A}{M^p - 1} + B \right) \quad (5.6)$$

Burada;

t: Saniye cinsinden açma zamanı

TD: Zaman katsayısı

M: Normalize edilmiş röle set (açma) akımı

p: üstel sayı

A, B: reel sayılardır.

Bu değişkenler farklı oranlarda seçilerek M akımı oluşturan bir arıza karşısında rölenin t(sn) süresinde açması sağlanır.

IEC standartlarına göre bu eğriler:

- Normal Ters-zaman
- Çok Ters-zaman
- Aşırı Ters-zaman
- Uzun Süre Ters-zaman
- Orta Ters-zaman
- Logaritmik Ters-zaman

Yeni geliştirilen mikroişlemci koruma rölesine ilişkin uygulama yazılım yukarıdaki

karakteristiklerin tümünü içerecek şekilde tasarlanmıştır. Röle karakteristiğini oluşturan akım zaman eğrileri (eşitlikleri) bilgisayarda ise, genelde iki şekilde gösterilmektedirler.

- **Doğrudan Veri Saklama:** Bu teknikte, karakteristiği temsil eden eğrilere ilişkin veriler bilgisayarın belleğinde tablo şeklinde saklanırlar. Röle açma zamanını bu tablodan okuyarak belirler. Düşük matematiksel işlemci kapasiteli röleler için uygun olmasına rağmen ara bölgelere düşen veriler için açma zamanını hesaplamada interpolasyon yapmayı gerektirir.
- **Eğri Uydurma:** Eğer eğriyi temsil eden bir eşitlik var ise, bu eşitlik mikroişlemcide çözülerek açma zamanı bulunur. Eğer yok ise, sözü edilen eğriye yakın bir eğri üretecek bir polinom veya üstel eşitlik uydurulur.

Her iki durumda da işlemler için gelişmiş mikroişlemciler gerekmektedir. Ancak tablo saklama olmadığından fazla bellek gerektirmez ve interpolasyona da gerek duyulmaz.

Çok-fonksiyonlu koruma algoritmasında DFT (The Discrete Fourier Transform) tekniği kullanılarak işaretin temel bileşeninin genliği hesaplanır. DFT fourier dönüştürücüsünün ayrık zamanlı versiyonudur. Kullanılan diğer uygulama RMS (Root Mean Square)' dir. RMS dalga şeklinin içeriğinden toplam enerjiyi ölçme yöntemidir ve DC frekans bileşenleri içeren frekansları ölçmez. DFT harmonikler arasındaki hesaplamalarda bant geçiş filtresidir bu yüzden harmonikleri engellememizi sağlayabilir fakat RMS bunu yapmaz.

DFT bir sinyalden herhangi bir frekansı çıkartabilir. Koruma rölelerinde çözümlenmiş frekans temel olmasına rağmen DC bileşenleri ve harmonikleri ölçmenin bazı yolları vardır. DFT nin ölçülmüş frekans harici her şeyi engelleme özelliğine rağmen, RMS algoritmalarına göre, geçici sapmalara (overshoot) karşı daha iyi sonuçlar alınabilir.

RMS algoritmaları uygulamalar için enerji bileşenlerinin ölçümü için kullanışlıdır. Tipik uygulamalar, sıcaklık karakteristikleri de dahil, çok daha uzun bir zaman aralığıdır bu yüzden transient sapmaları cihazı daha az etkiler.

6. KESİCİLER

Kesiciler, yük ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan aletlerdir. Kesiciler üç faz kumandalı veya tek faz kumandalı olabilirler. Üç faz kumandalı kesicilerde bir açma bobini ile bir kapama bobini bulunur. Bunlara ait mekanizmaların çalışmasıyla, her üç faz birlikte açar ve kapama işlemi yapar. Bu tip kesiciler, transformatör fiderlerinde ve tekrar kapamasız ya da üç fazlı tekrar kapama yapabilecek fiderlerde kullanılır.

Elektrik şebekelerinde yüksüz olarak devre açma ve kapama işlemlerinde ayırıcılar kullanılır.

Orta gerilimli şebekelerde tek faz kumandalı kesici kullanılmaz. Kesiciler arkın söndürüldüğü ortama göre değişik tiplerde üretilirler. Hem elle hem de otomatik olarak kontrol edilebilirler.

6.1 Havalı Kesiciler



Şekil 6.1 Havalı kesici.

Kesici kumandası ve arkı söndürülmesi, yüksek basınçlı hava içinde gerçekleştirilir. Pahalı kesicilerdir. Basınçlı havanın sağlanması için hava kompresörleri, yüksek basınçlı havanın dağıtımını ve depolanması hava tankı ve boru tesisatı gibi ek donanım gerektirir. Ayrıca açma ve kapama işlemleri gürültülüdür. Yangın tehlikesi olmaması, her açıp kapamanın temiz gaz ile yapılması, kontakların daha az ısınması, ani hareketli olduğundan arkaların çabuk sönmesi ve daha az bakım gerektirmesi gibi avantajları vardır. İmalattan kaldırılmaktadır.

6.2 Tam Yağlı ve Az Yağlı Kesiciler

Tam yağlı kesiciler daha çok Amerikan ve İngiliz firmaları tarafından üretilir. Fazla yalıtım yağına gereksinim gösterdiği için hacimleri büyük ve ağır kesicilerdir. Kullanımları pratik değildir. Türkiye’de üretilmemektedirler.



Şekil 6.2 Yağlı kesici.

Az yağlı kesiciler ise tam yağlı kesicilerin gelişmiş modelleridir. Bunlarda yağ sadece kontaklar arasında bulunur. Yağ, yalıtım amacıyla değil sadece ark söndürücü olarak kullanılır. Açma ve kapama kumandaları motor yay kurma mekanizması ile yapılmaktadır. Ucuz kesicilerdir. Boyutlarını küçük olması, bakımlarının kolay olması, tekrar kapama yaptırılabilmesi, kesme zamanının 3-5 periyot olması gibi avantajları vardır. Bunların yanında, yanıcı ve patlayıcı ortamlarda çalıştırılmalarının riskli olması, yağ kaçağı sorunun olması, endüktif ve kapasitif akımlarda kesme yapılabilmesi için uygun olamaması gibi dezavantajları da mevcuttur.

6.3 Vakumlu Kesiciler



Şekil 6.3 Vakumlu kesici.

Orta gerilim kademesinde yaygın olarak kullanılan kesicilerden biride vakumlu kesicilerdir. Ark kesme olayı bu tip kesicilerde, bir tüpün içinde olmaktadır. Kapama işlemi ise yine motor yay kurma mekanizması ile yapılmaktadır. Bunların elektriki ömürleri açma akımında yapılan işlemi saymakla belirlenir. Hareketli çubuk üzerindeki yıpranma miktarından ömür kontrol edilebilir. Ayrıca vakum düzeyi, kesicinin güvenilirliği yönünden önemlidir. Boyutlarını küçük olması, mekanizmalarının basit olması, kapasitif devrelerin kesilmesinde uygun olması, kesme zamanının 3-5 periyot olması ve yanıcı patlayıcı ortamda sorun yaratmaması gibi avantajları vardır. Bunlara karşılık, kesme hücresinin fiyatının pahalı olması, kesme hücresinin sızdırmazlık riskinin olması, vakum düzeyinin belirli düzeylerde kontrolünün gerekmesi ve fiyatının yüksek olması gibi dezavantajları vardır.

6.4 SF6 Gazlı Kesiciler

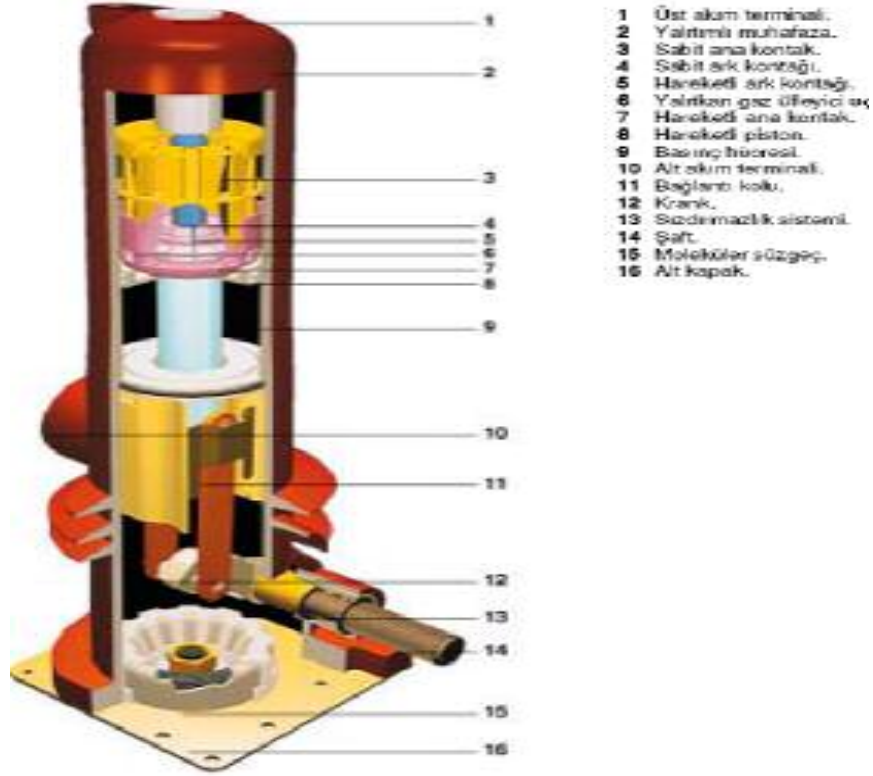
SF6 gazlı kesiciler çok geniş uygulama alanında kullanılmaktadır. Şebekelerin büyümesi ve açma güçlerinin artması kesicilerin çok sık açma kapama yapması ihtiyacını doğurmaktadır ve daha az bakım gerektiren kesici tiplerinin kullanılması gerekli olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı SF6 gazlı kesiciler geliştirilmiştir.



Şekil 6.4 SF6 gazlı kesici.

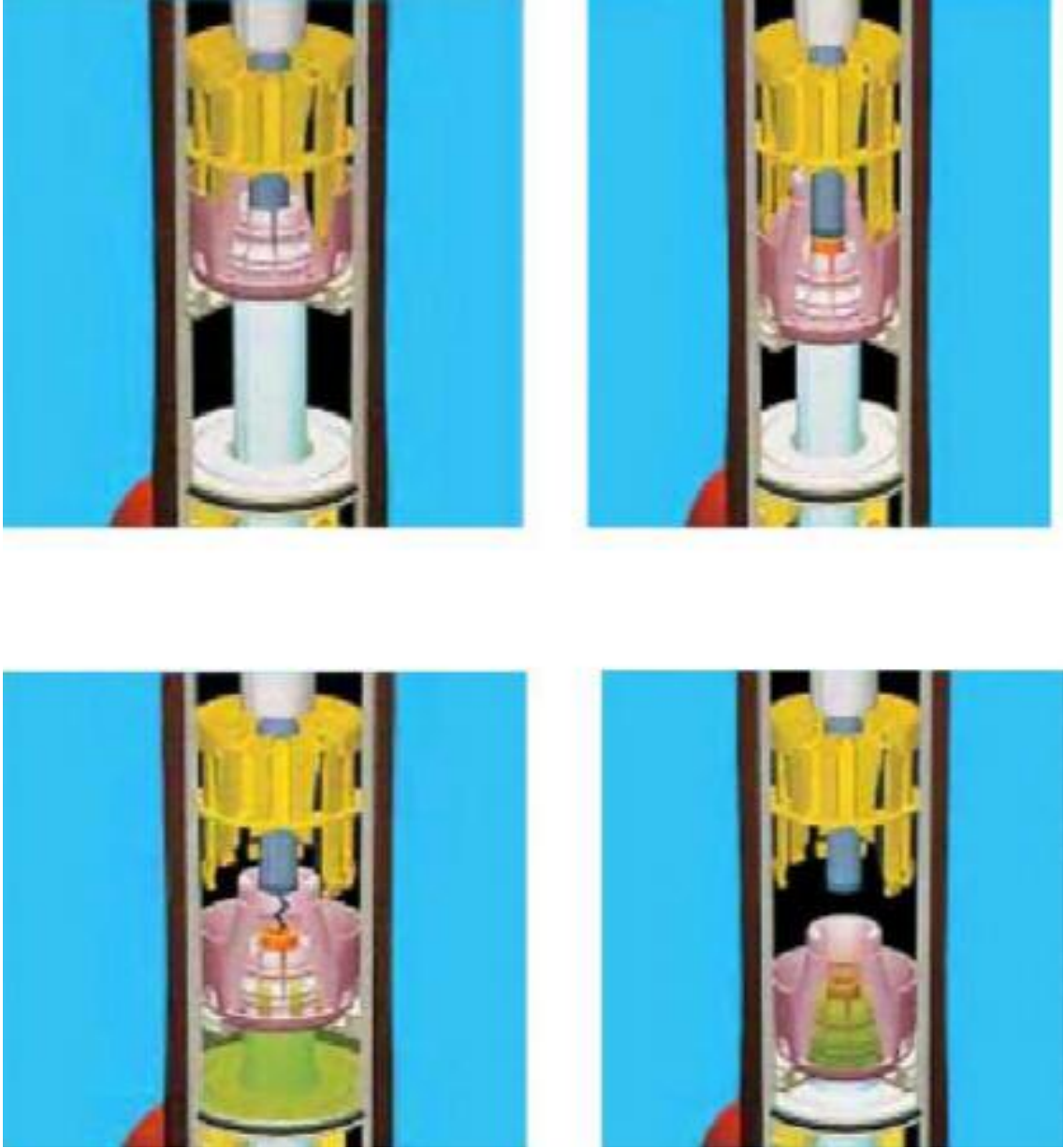
Ark söndürme işlemi, elektronegatif bir gaz olan kükürt hegzaförür (SF6) içinde olmaktadır. SF6 gazı çevre sıcaklığında renksiz, kokusuz ve molekül ağırlığı fazla olduğundan havadan

daha yoğun bir gazdır. Ortama bırakıldığında hava ile karışmayarak yerde ince bir tabaka halinde durur. Zehirli değildir ve dielektrik dayanımı iyidir.



Şekil 6.5 SF6 gazlı kesicinin iç yapısı.

Şekil 6.5’ de, bir SF6 gazlı kesicinin iç yapısı görülmektedir. Ark kontaklarının hareketi pistonun arkasında az miktarda gaz sıkıştırır. Sıkıştırılan gaz tuutlur ve ark kontakları ayrılmaya başlayana kadar bunların arasında kaçamaz. Bu ön sıkıştırma aşaması basınçta anlık bir fark oluşturarak, gaz üfleyici tarafından yönlendirilen gaz arkın üzerine üflenir.



Şekil 6.6 SF6 gazlı kesicinin çalışma kademeleri.

SF6 gazlı kesicilerde SF6 sıkıştırma tekniği kullanılır. (Şekil 6.6.a) Kontaklar açılmaya başladığında, basınç hücresindeki SF6 gazını hafifçe sıkıştırmaya başlar. (Şekil 6.6.b) Ardından ark kontakları arasında ark meydana gelir. Piston aşağıya doğru hareketine devam eder. Yalıtkan gaz üfleyici ile yönlendirilen az miktarda gaz arka üflenir. Küçük akımların kesilmesi için ark, sıkıştırılarak üflenerek gaz ile soğutulur. Ancak yüksek akımlar için termik genişleme sıcak gazları kutup ünitesinin soğru kısımlarına doğru aktarır. SF6 gazının dielektrik özellikleri sayesinde, iki ark kontağı arasındaki boşluk, akımın ilk sıfırdan geçişinde tam olarak kesmesi için yeterli olur. (Şekil 6.6.c) Hareketli parçalar hareketlerini tamamlar ve kontaklar tamamen açılıncaya kadar soğuk gazın üflenmesine devam edilir. (Şekil 6.6.d)

Kontakların arasına az miktarda gaz üflenmesi elektron yakalama ile arkın bastırılması için yeterlidir.

Arkın geçtiği küçük bölgede sıcaklık 10.000 ile 12.000 derece arasındadır. Bu sıcaklıkta SF6 gazı ayrışarak ortama kükürt ve flor atom, iyon ve elektronları verir. Fakat SF6 gazının ısıyı ortama çok çabuk dağıtma özelliğinden dolayı sıcaklık hızla düşer. Bu esnada çok elektronegatif olan flour iyonları, ortamdaki elektronları yakalayarak, akımı sınırlarlar. Aniden 2000 dereceye düşen sıcaklıkla, kükürt ve flour iyonları tekrar SF6 gazına ve eski yalıtkan haline dönüşür. SF6 gazı zehirli olmamakla beraber anahtarlama sırasında meydana gelen metal flouridler zehirlidir. Bu bakımdan kesicinin, özellikle söndürme hücresinin açılmasını gerektiren bakımları ancak imal edildikleri fabrikalarda, gazı alındıktan sonra yapılır.

Bu tip kesicilerin avantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Devre kesilirken oluşabilecek tekrar tutuşmaları ve aşırı gerilimleri önler.
2. SF6 gazı metallerle tepkimeye girmez.
3. Yüksek ark ısısı sonucunda kimyasal olarak ayrışan gaz, kısa zamanda tekrar eski haline döndüğü için, uzun süre ilave edilmeden kullanılabilir.
4. Kapasitif ve endüktif akımların kesilmesinde uygundur.
5. Yanıcı ve patlayıcı ortamda kullanılması sorun yaratmaz.
6. Kesme zamanı 3-5 periyottur.
7. Fiyatı çok pahalı değildir.

Bu avantajların yanında; gaz kaçağı riski ve çevreye artık gaz yayılması gibi dezavantajları vardır



Şekil 6.7 Kesici açma-kapama mekanizması.

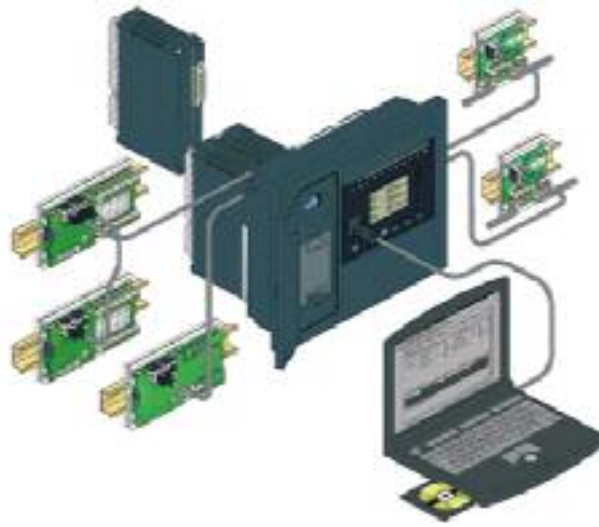
Modüler hücrelerde SF6 gazlı kesicilerin açma ve kapaması şekildeki motor mekanizması tarafından elle veya otomatik olarak yapılabilmektedir. Bu mekanizmanın bir örneği şekil 6.7’ de görülmektedir. Bu mekanizma sayesinde kesici uzaktan kontrolle açılıp kapatılabilir. Motor kurmalı kesicilerde motor, kesici kapanır kapanmaz yayı yeniden kurar ve tekrar kurma zamanı 15 sn.’ den küçüktür.

Bu tür mekanizmalar özellikle bir yavaş kapamanın arkasından hızlı bir tekrar kapama çevrimi istenen yerlerde gereklidir. SF-6 gazlı kesiciler hızlı açma ve kapama yapmak için yaylı mekanizma ile donatılmışlardır. Yaylarda biriktirilen (yayların üzerinde depolanan) enerji çok büyüktür. Yayların kurulması gerek elle gerek motorlarla yapılabilir. Her iki durumda açma sayıcısı ve kesicinin açık veya kapalı olduğunu gösteren konum göstergesi mevcuttur. Bu yaylı mekanizmanın güvenilirliği ve dayanıklılığı, kurulmuş kapama yayı kilit ile tutulur. Elle veya elektrikli olarak kontrol edilen bu kilidin çözülmesi ile kapama yayı tamamen boşalır, kesici kapanır ve açma yayı kurulur. Kesici başka bir kilit yardımı ile hemen açmaya hazır bir şekilde, kapalı konumda kalır. Uygulamaya göre açma kapama işlemlerini, mekanizma kapağının ön kısmına yerleştirilmiş mekanik buton ile elle açma kapama, direk röle yardımı ile mekanik açma kapama, açma kapama bobinleri ile elektrikli olarak açma kapama yaptırabiliriz.

7. UYGULAMA TANIMI

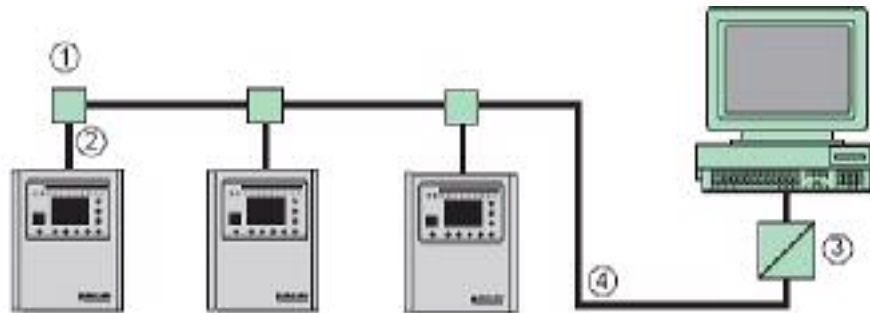
7.1 Günümüzde Dijital Koruma ve Ölçme Ünitelerinin Uzaktan İzlenmesi

Gelişen teknoloji ile birlikte trafo merkezleri ve elektrik dağıtım şebekelerinde kullanılan dijital koruma ve ölçme ünitelerini uzaktan web sayfasından izlemek mümkün olmaktadır. Mikroişlemcili röleleri ise rölenin RS 232 çıkışına bağlanan bir bilgisayar ve bu bilgisayara yüklenen kullanıcı ekipman ara yüzünü oluşturan bir yazılım ile tüm veriler işletimi kolaylaştırmak amacıyla aynı ekranda toplanır. (Şekil 7.1)



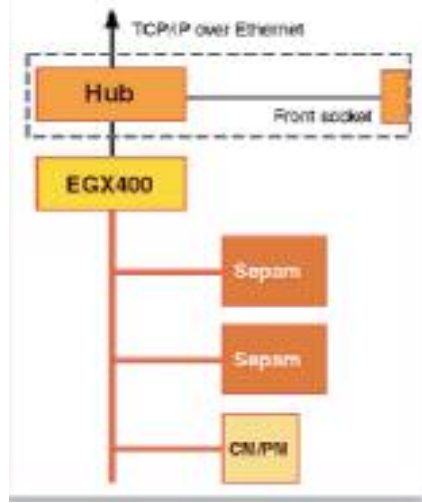
Şekil 7.1 Dijital koruma ve ölçme ünitelerinin bilgisayar ile izlenmesi.

Dijital koruma ve ölçme ünitelerinde, RS485 bağlantısı ile (röle markasına ve tipine göre değişen modüllerle) bilgisayar üzerinden rölelerin ölçtüğü bütün değerleri görmek mümkündür. Fakat kablo uzunluğuna göre aynı hat üzerine bağlanacak röle sayısı ters orantılı olarak değişir. (Şekil 7.2)



Şekil 7.2 Dijital Koruma ünitelerinin aynı hat üzerine bağlanarak izlenmesi.

Dijital koruma ve ölçme hücresine sahip modüler hücrelerde, güncellenen ölçüm değerlerini, üç faz akım ortalaması, her fazın akımları, gerçek güç, güç faktörü, devre kesici durumu, anlık değer okumaları, geçmiş değer kaydı vs. gibi bilgileri uzaktan herhangi bir internet tarayıcısı ve yerel ağ bağlantısı kullanarak web sayfasından izlememiz mümkündür. (Şekil 7.3)



Şekil 7.3 Dijital koruma ve ölçme hücresine sahip modüler hücrelerin internet üzerinden izlenmesi.

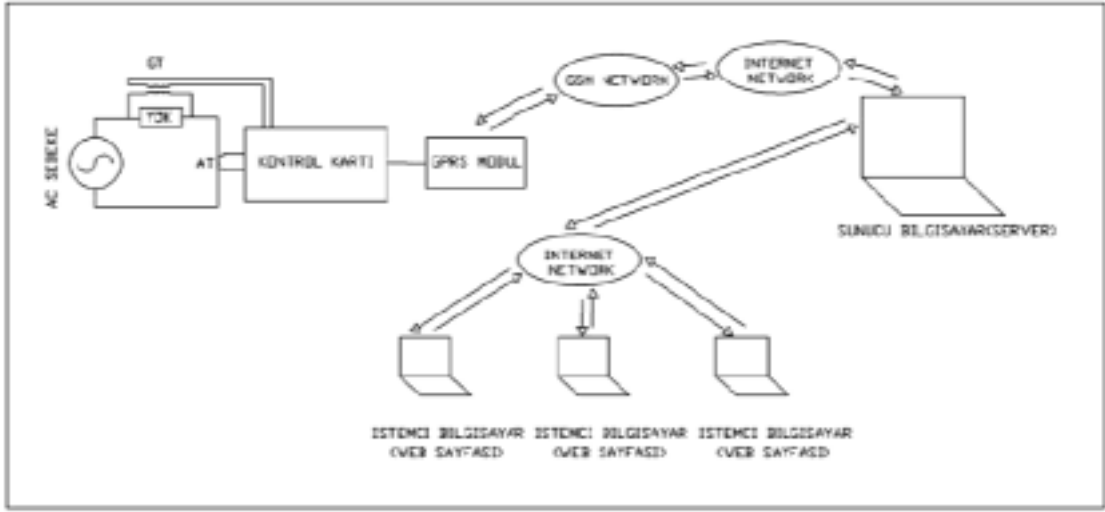
Bu çeşit dijital koruma üniteleri akım ve gerilim ölçümlü bazı temel çözümler sunar. Bu tez çalışmasında, şebekeden okunan akım ve gerilim değerlerini web sayfasından izleyerek, oluşan aşırı akım ve aşırı gerilim gibi arızaları görebilecek, kesiciyi web sayfasından kontrolle açtırabilecek veya kurabileceğiz.

7.2 Tasarlanan Uygulama Devresi

7.2.2 Devre Tanımı

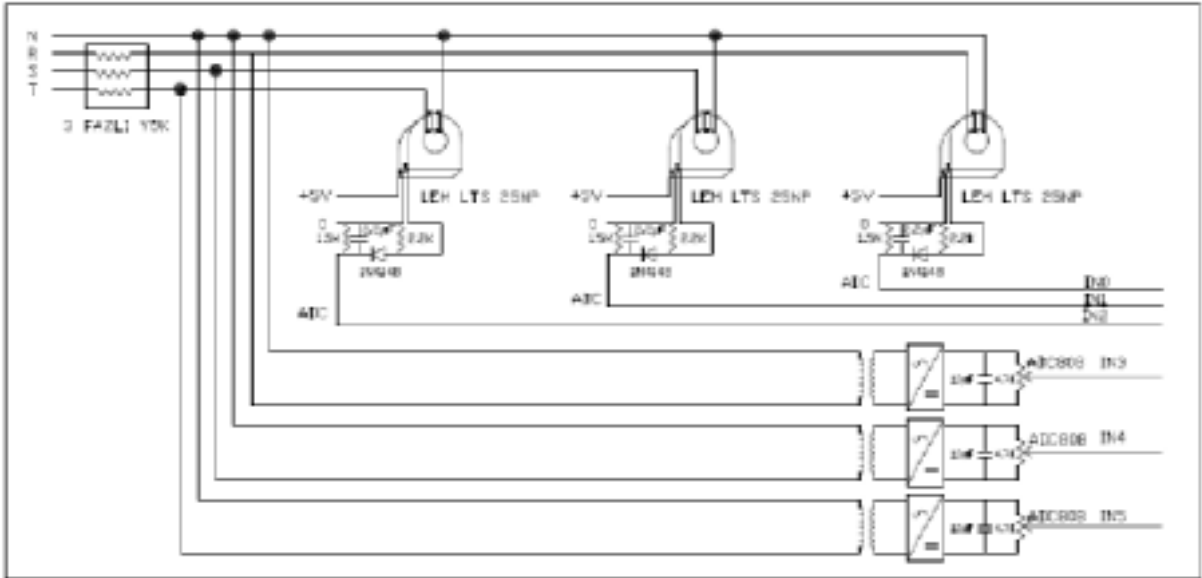
Tasarlanan devrede, şekil 7.4' de görüldüğü gibi, şebekeden ölçülen akım ve gerilim değerleri, seri haberleşme ile gprs modülüne buradan da gprs üzerinden server olan bilgisayara arıza bilgisi gönderilir. Ayrıca ölçülen akım ve gerilim değerleri, mikroişlemci ile ayarlanan değer ile karşılaştırılır ve ayar değerinden fazla ise aynı yol ile server olan bilgisayara arıza bilgisi gönderilir. Bu uygulamada akım ve gerilim değerleri ölçülmüştür ve oluşabilecek aşırı akım ve aşırı gerilim arızaları gözlenmiştir. Herhangi bir internet ağına bağlanarak, bir internet tarayıcısı ile açtığınız web sayfası üzerinden, ölçülen akım ve gerilim değerlerini izleyebilir, eğer bir arıza oluşur ise ne çeşit bir arıza olduğunu görebilir, kesiciyi

istenildiği zaman müdahale edilip açtırılır veya devreye alınabilir.



Şekil 7.4 Devre çalışma prensibi.

7.2.3 Devre Çalışması



Şekil 7.5 Ölçme Devresi.

Şekil 7.5’ de görüldüğü üç fazlı şebekeye bağlanan üç fazlı bir yükten alınan akım, lem marka LTS 25 NP transdüserleri ile gerilime dönüştürülmüş ve kontrol yapabilmemiz için ADC808 girişine uygulanmıştır. Transdüser uçlarından, + uç 5V gerilime, - uç nötre ve output ucu ise

bir RC filtresi üzerinden ADC808 çıkışına verilmiştir. Transdüser çıkışından ölçülen akım ve gerilim değerleri aşağıda verilmiştir.

0 A' e karşılık gelen 2.29 V

0.5 A' e karşılık gelen 2.32 V

1 A' e karşılık gelen 2.37 V

2 A' e karşılık gelen 2.49 V

2.5 A' e karşılık gelen 2.56 V

3 A' e karşılık gelen 2.63 V

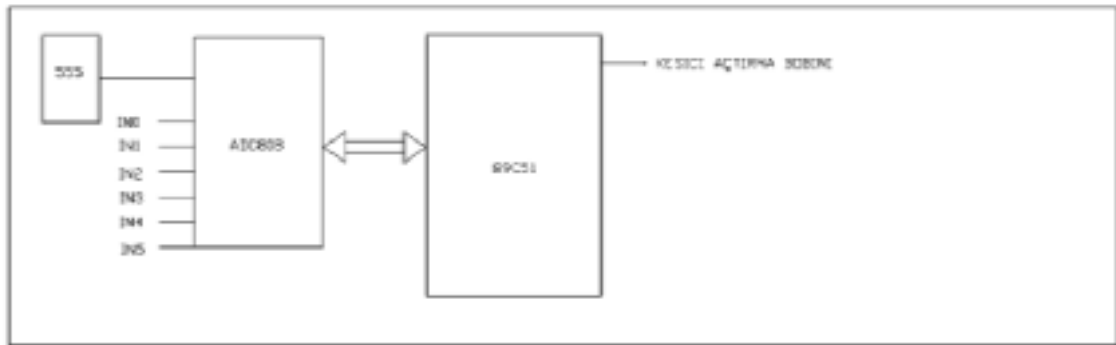
3.5 A' e karşılık gelen 2.69 V

4 A' e karşılık gelen 2.75 V

4.5 A' e karşılık gelen 2.82 V

4.8 A' e karşılık gelen 2.86 V

Bu değerler göz önünde bulundurularak akım için aşırı akım sınırı 2.75 A ve buna karşılık olan gerilim 2.59 V olarak belirlenmiştir. Her fazdan ölçülen akım değerleri ve gerilim değerleri ADC808' in girişlerine verilmiştir. ADC808' in referans değeri, ölçülen değerleri daha rahat kıyaslayabilmek amacıyla 2-3V aralığına ayarlanmıştır. Bu aralığı ADC808 255' e böler ve 2.59V' a karşılık gelen değer 150 sayıdır. Şekil 7.6' da görüldüğü gibi ADC808, ADD adres pinlerinin 0 veya 1 yapılmasına göre, farklı girişleri ölçerek analog sinyali dijitale çevirir ve out uçlarından bu 8 bitlik bilgi 89C51 mikrodenetleyicisine aktarılır.



Şekil 7.6 Kontrol Kartı.

Mikrodenetleyici ölçülen değerleri sınır değerleri ile karşılaştırır. Eğer ölçülen değer sınır değerinden büyük ise arıza kodunu gprs modül vasıtasıyla server bilgisayara gönderir, kesici açma bobinin bağlı olduğu ucu 0 yaparak kesici bobinin çektiğini ve kesicinin açtığını sağlar. ADC808 entegresi clock sinyali ile çalışır. Kontrol kartı şeklinde görüldüğü gibi ADC808 entegresine 555 entegresi ile clock sinyali verilir. Adres uçlarını belirlemek için mikrodenetleyici pinleri vasıtasıyla ADC808' nin ADD A, ADD B ve ADD C uçları 1 veya

sıfır yapılarak adres bilgisi ALE ucu önce 1 sonra 0 yapılarak kaydedilir. Daha sonra start ucu önce 1 sonra 0 yapılarak aktif edilir ve ADC808 verilen adres bilgilerine göre IN0, IN1, IN2, IN3, IN4 ve IN5 uçlarına gelen bilgilerden biri okunur ve okuma işlemi tamamlanınca EOC (end of conversion) ucunu 1 yapar, bu uç mikrodnetleyici tarafından takip edilir ve EOC ucu 1 olduğunda, EO (output enable) ucunu önce 1 sonra 0 yaparak bilgileri ADC808 nin out uçlarından P1 portu ile alır ve R0' a atar. Daha sonra mikrodnetleyici, ADC808 den aldığı bu değeri ayarladığımız sınır değeri ile karşılaştırır. Faz bilgisini ise R1' e atar. Ölçülen değeri sınır değerinden büyükse arıza bilgisini R2' ye atar. R2 1 ise arıza var, 0 ise arıza yoktur. Mikrodnetleyici faz ve arıza bilgisini gprs modül vasıtasıyla server'a ulaştırır. Mikrodnetleyici bu işlemi giriş sinyali verilen bütün IN uçları için yapar. Mikrodnetleyici akım ve gerilim değerleri okumasını her 5 sn. de bir yapar, okuma sırasında arıza bilgisi aldığı zaman okumayı durdudurur ve kesiciyi açtırır. Kesici kur veya arıza sil bilgisi gelmeden tekrar okuma yapmaz. Mikrodnetleyiciye yüklenen program aşağıda verilmiştir.

;***** INTERNET ÜZERİNDEN KONTROL EDİLEN TRAFO KORUMA ROLESİ
PROGRAMI ***** 25.09.2007

```
org 00h
jmp init
org 023h
jmp seriport
init:
akim equ 150      ;asiri akim hata siniri
gerilim equ 150    ;asiri gerilim hata siniri
mov tmod,#00100000b ;gate-c/t-m1-m0-gate-c/t-m1-m0 ;00101000b
mov scon,#01010000b ;sm0-sm1-sm2-ren-tb8-rb8-ti-ri
;mov pcon,#10000000b ;tf1-tr1-tf0-tr0-ie1-it1-ie0-it0
mov ie,#00010000b ;ea-0-0-es-et1-ex1-et0-ex0
mov th1,#0fdh
mov tl1,#0fdh      ;f=11.0592Mhz de 9600 baud hizi icin
setb tr1
;*****
;89C51 mikrodnetleyici kullanilmistir.
;1. faz akiminda ariza var ise gönderilecek bilgiler:'1,1'
```

```

;1.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='1,0'
;2. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='2,1'
;2.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='2,0'
;3. faz akiminda ariza var ise gönderilecek bilgiler='3,1'
;3.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='3,0'
;1. faz geriliminde ariza var ise gönderilecek bilgiler='4,1'
;1.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='4,0'
;2. faz geriliminde ariza var ise gönderilecek bilgiler='5,1'
;2.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='5,0'
;3. faz geriliminde ariza var ise gönderilecek bilgiler='6,1'
;3.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='6,0'
;seri porttan gelen '7' bilgisi kesicinin acma bobinini enerjiliyor.
;89C51 in p2.7 si kesicinin acma bobinini kontrol ediyor.
;ADC nin IN0,IN1,IN2,IN3,IN4,IN5 girisleri kullanildi.
;p2.0,p2.1,p2.2 ADC nin ABC girislerini kontrol ediyor.
;p2.3-->start, p2.4---->ale, p2.5---->oe, p2.6--->eoc
;5 saniye aralikla akim ve gerilim ölçülüp web sayfasina gönderiliyor
; p3.7 röle resetleme çıkisi
;***** 1. FAZ AKIMI (IN0) *****
clc:
clr ea
SETB P2.7
clr p2.4 ;ALE
clr p2.5 ;OE
clr p2.3 ;Start
mov r2,#0
clr p2.0
clr p2.1
clr p2.2
setb p2.4 ;ALE

setb p2.3 ;start
call g1
call g1

```

```

clr p2.3
jnb p2.6,$ ;EOC
call g1
call g1
setb p2.5 ;OE
call g1
call g1
mov a,p1

```

```

mov r0,a ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
mov r1,#'1' ;R1 de faz bilgisi saklanir
cjne r0,#akim,cc
cc: jnc ccc
mov r2,#'0' ;R2 de ariza bilgisi bulunur
jmp c1 ;R2=0 ise ariza yok
ccc:
mov r2,#'1' ;R2=1 ise ariza var
clr p2.7
setb 0h
c1:
mov a,r1
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
mov a,r2
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call gec
;***** 2. FAZ AKIMI (IN1) *****
;SETB P2.7
clr p2.4 ;ALE
clr p2.5 ;OE

```

```

clr p2.3 ;Start
clr ea
mov r2,#0

```

```

setb p2.0
clr p2.1
clr p2.2

```

```

clr p2.4 ;ALE
setb p2.4
call g1
call g1
clr p2.3
setb p2.3 ;start
call g1
call g1
clr p2.3
jb p2.6,$ ;EOC
call g1
call g1
setb p2.5 ;OE

```

```

call g1
call g1
mov a,p1
mov r0,a ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
mov r1,#'2' ;R1 de faz bilgisi saklanir
cjne r0,# akim,cc1
cc1: jnc ccc1
mov r2,#'0' ;R2 de ariza bilgisi bulunur
jmp c11 ;R2=0 ise ariza yok
ccc1: mov r2,#'1' ;R2=1 ise ariza var
clr p2.7
setb 1h

```

```

c11:
mov a,r1
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
mov a,r2
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call gec
;***** 3. FAZ AKIMI (IN2) *****
;SETB P2.7
clr p2.4 ;ALE
clr p2.5 ;OE
clr p2.3 ;Start
clr ea
mov r2,#0t

clr p2.0
setb p2.1
clr p2.2

clr p2.4 ;ALE
setb p2.4
call g1
call g1
clr p2.3
setb p2.3 ;start
call g1
call g1
clr p2.3
jb p2.6,$ ;EOC
call g1
call g1

```

```
setb p2.5 ;OE
```

```
call g1
```

```
call g1
```

```
mov a,p1
```

```
mov r0,a ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
```

```
mov r1,#'3' ;R1 de faz bilgisi saklanir
```

```
cjne r0,#akim,cc2
```

```
cc2:
```

```
jnc ccc2
```

```
mov r2,#'0' ;R2 de ariza bilgisi bulunur
```

```
jmp c21 ;R2=0 ise ariza yok
```

```
ccc2: mov r2,#'1' ;R2=1 ise ariza var
```

```
clr p2.7
```

```
setb 2h
```

```
c21:
```

```
mov a,r1
```

```
mov sbuf,a
```

```
jnb ti,$
```

```
clr ti
```

```
mov a,r2
```

```
mov sbuf,a
```

```
jnb ti,$
```

```
clr ti
```

```
call gec
```

```
;***** 1. FAZ GERILIMI (IN3) *****
```

```
;SETB P2.7
```

```
clr p2.4 ;ALE
```

```
clr p2.5 ;OE
```

```
clr p2.3 ;Start
```

```
clr ea
```

```
mov r2,#0
```

```
setb p2.0
```

```
setb p2.1
```

```
clr p2.2
```

```
clr p2.4 ;ALE
```

```
setb p2.4
```

```
call g1
```

```
call g1
```

```
clr p2.3
```

```
setb p2.3 ;start
```

```
call g1
```

```
call g1
```

```
clr p2.3
```

```
jb p2.6,$ ;EOC
```

```
call g1
```

```
call g1
```

```
setb p2.5 ;OE
```

```
call g1
```

```
call g1
```

```
mov a,p1
```

```
mov r0,a ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
```

```
mov r1,#'4' ;R1 de faz bilgisi saklanir
```

```
cjne r0,#gerilim,cc3
```

```
cc3:
```

```
jnc ccc3
```

```
mov r2,#'0' ;R2 de ariza bilgisi bulunur
```

```
jmp c151 ;R2=0 ise ariza yok
```

```
ccc3: mov r2,#'1' ;R2=1 ise ariza var
```

```
clr p2.7
```

```
setb 3h
```

```
c151:
```

```
mov a,r1
```

```
mov sbuf,a
```

```

jnb ti,$
clr ti
mov a,r2
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call gec
;***** 2. FAZ GERILIMI (IN4) *****
;SETB P2.7
clr p2.4 ;ALE
clr p2.5 ;OE
clr p2.3 ;Start
clr ea
mov r2,#0

clr p2.0
clr p2.1
setb p2.2

clr p2.4 ;ALE
setb p2.4
call g1
call g1
clr p2.3
setb p2.3 ;start
call g1
call g1
clr p2.3
jb p2.6,$ ;EOC
call g1
call g1
setb p2.5 ;OE

call g1

```

```

call g1
mov a,p1
mov r0,a           ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
mov r1,#'5'        ;R1 de faz bilgisi saklanir
cjne r0,#gerilim,cc4
cc4:
jnc ccc4
mov r2,#'0'        ;R2 de ariza bilgisi bulunur
jmp c14            ;R2=0 ise ariza yok
ccc4: mov r2,#'1'   ;R2=1 ise ariza var
clr p2.7
setb 4h
c14:
mov a,r1
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
mov a,r2
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call gec

```

```

;***** 3. FAZ GERILIMI (IN5) *****

```

```

;SETB P2.7
clr p2.4 ;ALE
clr p2.5 ;OE
clr p2.3 ;Start
clr ea
mov r2,#0
setb p2.0
clr p2.1
setb p2.2

```

```

clr p2.4 ;ALE
setb p2.4
call g1
call g1
clr p2.3
setb p2.3 ;start
call g1
call g1
clr p2.3
jnb p2.6,$ ;EOC
call g1
call g1
setb p2.5 ;OE

call g1
call g1
mov a,p1
mov r0,a ;R0 da ADC den okunan deger kaydedildi
mov r1,#'6' ;R1 de faz bilgisi saklanir
cjne r0,#gerilim,cc5
cc5:
jnc ccc5
mov r2,#'0' ;R2 de ariza bilgisi bulunur
jmp c15 ;R2=0 ise ariza yok
ccc5: mov r2,#'1' ;R2=1 ise ariza var
clr p2.7
setb 5h
c15:
mov a,r1
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
mov a,r2
mov sbuf,a

```

```
jnb ti,$
clr ti
mov a,#'S'
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call gec
call gec
ck1:
setb ea
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
clr ea
jnb 0h,ck10
jmp ck1
ck10:
jnb 1h,ck11
jmp ck1
ck11:
jnb 2h,ck12
jmp ck1
ck12:
jnb 3h,ck13
jmp ck1
ck13:
jnb 4h,ck14
jmp ck1
ck14:
jnb 5h,ck15
```

```
jmp ck1
```

```
ck15:
```

```
jmp init
```

```
*****
```

```
**
```

```
gec: mov 25h,#25
```

```
gec1: mov 26h,#100
```

```
gec2: mov 27h,#100
```

```
    djnz 27h,$
```

```
    djnz 26h,gec2
```

```
    djnz 25h,gec1
```

```
    ret
```

```
*****
```

```
g1: mov r0,#0 ; adcden okuma gecikmesi
```

```
    djnz r0,$
```

```
    ret
```

```
*****
```

```
seriport:
```

```
clr ea
```

```
push acc
```

```
jnb ri,$
```

```
mov a,sbuf
```

```
clr ri
```

```
cjne a,'#7',git
```

```
setb p2.7
```

```
clr 0h
```

```
clr 1h
```

```
clr 2h
```

```
clr 3h
```

```
clr 4h
```

```
clr 5h
```

```
call gec
```

```
call g1
```

```

git:
mov a,#'G'
mov sbuf,a
jnb ti,$
clr ti
call g1
call g1
setb ea
pop acc
reti
;*****
end

```

Devre şeması ise Şekil 7.7’de verilmiştir.

Şekil 7.7 Devre şeması.

7.2.4 Web Sayfası



Şekil 7.8 Web sayfası görüntüsü.

Herhangi bir internet ağına bağlanıp bir tarayıcı vasıtasıyla web sayfasını açtığınızda, şekil 7.8’ deki gibi bir ekran karşınıza çıkacaktır. Bağlantı kurulunca bağlantı yok yazısı bağlanıldı olarak değişecektir. Burada arıza çeşitleri ve yanlarında kutucuklar görülmektedir. Arıza yokken kutucuklar yeşil renklidir, arıza olduğu zaman kutucuklar kırmızı rene dönüşür, sil butonu ile arıza bilgisini sildiğiniz zaman ise kutucuklar yeşil rene geri döner. Timer sayesinde 5 sn.’ de bir sistem bilgi okumaktadır. Arıza sil butonu ile arıza evre dışı bırakılıp kesici devreye alınır yani kurulur veya kesiciyi kur butonu ile kesici direk kurulur. Okuma sırasında arıza bilgisi alındığı zaman, kesici kur veya arıza sil butonlarından birine basılıp kesici devreye alınıncaya kadar okuma durdurulur. Bu uygulamada Visual Basic 6.0 programlama dili kullanılmıştır. Web sayfasına yüklenen program aşağıdaki gibidir.

'89C51 mikrodnetleyici kullanılmistir.

'1. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='1,1'

'1.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='1,0'

'2. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='2,1'

'2.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='2,0'
 '3. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='3,1'
 '3.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='3,0'
 '1. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='4,1'
 '1.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='4,0'
 '2. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='5,1'
 '2.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='5,0'
 '3. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='6,1'
 '3.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='6,0'
 'seri porttan gelen '7' bilgisi kesicinin acma bobinini enrijiliyor.
 '80C51 in p2.7 si kesicinin acma bobinini kontrol ediyor.
 'ADC nin IN0,IN1,IN2,IN3,IN4,IN5 girisleri kullanildi
 'p2.0,p2.1,p2.2 ADC nin ABC girislerini kontrol ediyor.
 'p2.3-->start, p2.4---->ale, p2.5---->oe, p2.6--->eoc
 '5 saniye aralikla akim ve gerilim ölçülüp web sayfasina gönderiliyor
 Dim gelen, gelen2 As String

```
Private Sub Command1_Click()
If Winsock1.State = 7 Then
Winsock1.SendData "7"
Command1.Visible = False
Else
Text1.Text = "-----GPRS Modüle bağlantı yok.Hata Silinemedi!" & Time & Chr(13) &
Chr(10) + Text1.Text
End If
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
If Winsock1.State = 7 Then
Winsock1.SendData "7"
Command2.Visible = False
Else
Text1.Text = "-----GPRS Modüle bağlantı yok.Hata Silinemedi!" & Time & Chr(13) &
Chr(10) + Text1.Text
```

```
End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Winsock1.Listen
Winsock2.Listen
Text1.Text = "----Sistem bağlı değil. " & Time & Chr(13) & Chr(10)
Text1.Text = "----GPRS ve Web Haberleşme Portları Dinleniyor. " & Time & Chr(13) &
Chr(10) + Text1.Text
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()

Select Case Winsock1.State
Case 0
asiri_akim.BackColor = &H808000
asiri_gerilim.BackColor = &H808000
asiri_sicak.BackColor = &H808000
Case 7
asiri_akim.BackColor = &HFF00&
asiri_gerilim.BackColor = &HFF00&
asiri_sicak.BackColor = &HFF00&
Case 9
Text1.Text = "----GPRS Bağlantısında hata!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
Winsock1.Close
Winsock1.Listen
Text1.Text = "----GPRS portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

End Select
```

```
Select Case Winsock2.State
```

```
Case 9
```

```
Text1.Text = "----Web Bağlantısında hata!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Winsock2.Close
```

```
Winsock2.Listen
```

```
Text1.Text = "----Web portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Case 8
```

```
Text1.Text = "----Karşı taraf bağlantıyı sonlandırdı!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Winsock2.Close
```

```
Winsock2.Listen
```

```
Text1.Text = "----Web portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
End Select
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)
```

```
    If Winsock1.State <> sckClosed Then
```

```
        Winsock1.Close
```

```
        ' Accept the request with the requestID
```

```
        ' parameter.
```

```
        Winsock1.Accept requestID
```

```
        Text1.Text = "---GPRS Bağlantı sağlandı." & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
```

```
    Dim gelen As String
```

```
    Winsock1.GetData gelen
```

```
        Text1.Text = "----Gelen Bilgi:" & gelen & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
    Select Case gelen
```

```
        Case "11"
```

```
            birfazi.Caption = "Aşırı akım!"
```

```
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "10"  
birfazi.Caption = "Akım normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "21"  
ikifazi.Caption = "Aşırı akım!"  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "20"  
ikifazi.Caption = "Akım normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "31"  
ucfazi.Caption = "Aşırı akım!"  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "30"  
ucfazi.Caption = "Akım normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

Case "41"

birfazv.Caption = "Aşırı gerilim!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "40"

birfazv.Caption = "Gerilim normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "51"

ikifazv.Caption = "Aşırı gerilim!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "50"

ikifazv.Caption = "Gerilim normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "61"

ucfazv.Caption = "Aşırı gerilim!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "60"

ucfazv.Caption = "Gerilim normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

End Select

End Sub

Private Sub Winsock1_Error(ByVal Number As Integer, Description As String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long, CancelDisplay As Boolean)

Winsock1.Close

Winsock1.Listen

End Sub

Private Sub Winsock2_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)

If Winsock2.State <> sckClosed Then

Winsock2.Close

' Accept the request with the requestID

' parameter.

Winsock2.Accept requestID

Text1.Text = "----Web Sayfası Bağlantı sağlandı." & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

End If

End Sub

Private Sub Winsock2_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)

Winsock1.GetData gelen2 'Web sayfasından gelen data

If Winsock1.State = sckConnected Then 'GPRS Modüle bağlandıysa

Winsock1.SendData gelen2 'Web den geleni GPRSe gönder

Text1.Text = "----Web bilgisi GPRSe gönderildi. " & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

Else

Text1.Text = "----Sistem GRPS Modüle bağlı olmadığından data gönderilemedi." & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

End If

End Sub

Private Sub Winsock2_Error(ByVal Number As Integer, Description As String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long, CancelDisplay As Boolean)

Winsock2.Close

Winsock2.Listen

End

Server sayfasının görüntüsü de şekil 7.9’ daki gibidir.

Şekil 7.9 Server sayfası görüntüsü.

Server' a yüklenen program ise aşağıdaki gibidir.

'89C51 mikrodnetleyici kullanilmistir.

'1. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='1,1'

'1.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='1,0'

'2. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='2,1'

'2.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='2,0'

'3. faz akiminda ariza var ise göndereilecek bilgiler='3,1'

'3.faz akiminda ariza yok ise gönderilecek bilgiler='3,0'

'1. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='4,1'

'1.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='4,0'

'2. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='5,1'

'2.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='5,0'

'3. faz geriliminde ariza var ise göndereilecek bilgiler='6,1'

'3.faz geriliminde ariza yok ise gönderilecek bilgiler='6,0'

'seri porttan gelen '7' bilgisi kesicinin acma bobinini enrijiliyor.

'80C51 in p2.7 si kesicinin acma bobinini kontrol ediyor.

'ADC nin IN0,IN1,IN2,IN3,IN4,IN5 girisleri kullanildi

'p2.0,p2.1,p2.2 ADC nin ABC girislerini kontrol ediyor.

'p2.3-->start, p2.4---->ale, p2.5---->oe, p2.6--->eoc

'5 saniye aralikla akim ve gerilim ölçülüp web sayfasina gönderiliyor

Dim gelen, gelen2 As String

Private Sub Command1_Click()

If Winsock1.State = 7 Then

Winsock1.SendData "7"

Command1.Visible = False

Else

Text1.Text = "-----GPRS Modüle bağlantı yok.Hata Silinemedi!" & Time & Chr(13) &

Chr(10) + Text1.Text

End If

End Sub

```

Private Sub Command2_Click()
If Winsock1.State = 7 Then
Winsock1.SendData "7"
Command2.Visible = False
Else
Text1.Text = "-----GPRS Modüle bağlantı yok.Hata Silinemedi!" & Time & Chr(13) &
Chr(10) + Text1.Text

End If
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Winsock1.Listen
Winsock2.Listen
Text1.Text = "----Sistem bağlı değil. " & Time & Chr(13) & Chr(10)
Text1.Text = "----GPRS ve Web Haberleşme Portları Dinleniyor. " & Time & Chr(13) &
Chr(10) + Text1.Text
End Sub

```

```

Private Sub Timer1_Timer()

Select Case Winsock1.State
Case 0
asiri_akim.BackColor = &H808000
asiri_gerilim.BackColor = &H808000
asiri_sicak.BackColor = &H808000
Case 7
asiri_akim.BackColor = &HFF00&
asiri_gerilim.BackColor = &HFF00&

```

```
asiri_sicak.BackColor = &HFF00&
```

```
Case 9
```

```
Text1.Text = "----GPRS Bağlantısında hata!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Winsock1.Close
```

```
Winsock1.Listen
```

```
Text1.Text = "----GPRS portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
End Select
```

```
Select Case Winsock2.State
```

```
Case 9
```

```
Text1.Text = "----Web Bağlantısında hata!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Winsock2.Close
```

```
Winsock2.Listen
```

```
Text1.Text = "----Web portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Case 8
```

```
Text1.Text = "----Karşı taraf bağlantıyı sonlandırdı!" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
Winsock2.Close
```

```
Winsock2.Listen
```

```
Text1.Text = "----Web portu dinleniyor" & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
End Select
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)
```

```
    If Winsock1.State <> sckClosed Then
```

```
        Winsock1.Close
```

```
        ' Accept the request with the requestID
```

```
        ' parameter.
```

```
        Winsock1.Accept requestID
```

```
        Text1.Text = "---GPRS Bağlantı sağlandı." & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text
```

```
    End If
```

End Sub

Private Sub Winsock1_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)

Dim gelen As String

Winsock1.GetData gelen

Text1.Text = "----Gelen Bilgi:" & gelen & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

Select Case gelen

Case "11"

birfazi.Caption = "Aşırı akım!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "10"

birfazi.Caption = "Akım normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "21"

ikifazi.Caption = "Aşırı akım!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "20"

ikifazi.Caption = "Akım normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "31"

ucfazi.Caption = "Aşırı akım!"

```
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "30"  
ucfazi.Caption = "Akım normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "41"  
birfazv.Caption = "Aşırı gerilim!"  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "40"  
birfazv.Caption = "Gerilim normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "51"  
ikifazv.Caption = "Aşırı gerilim!"  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

```
Case "50"  
ikifazv.Caption = "Gerilim normal."  
If Winsock2.State = 7 Then  
Winsock2.SendData gelen  
End If
```

Case "61"

ucfazv.Caption = "Aşırı gerilim!"

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

Case "60"

ucfazv.Caption = "Gerilim normal."

If Winsock2.State = 7 Then

Winsock2.SendData gelen

End If

End Select

End Sub

Private Sub Winsock1_Error(ByVal Number As Integer, Description As String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long, CancelDisplay As Boolean)

Winsock1.Close

Winsock1.Listen

End Sub

Private Sub Winsock2_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)

If Winsock2.State <> sckClosed Then

Winsock2.Close

' Accept the request with the requestID

' parameter.

Winsock2.Accept requestID

Text1.Text = "----Web Sayfası Bağlantı sağlandı." & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

End If

End Sub

```

Private Sub Winsock2_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
Winsock1.GetData gelen2      'Web sayfasından gelen data
If Winsock1.State = sckConnected Then 'GPRS Modüle bağlandıysa
Winsock1.SendData gelen2    'Web den geleni GPRSe gönder
Text1.Text = "----Web bilgisi GPRSe gönderildi. " & Chr(13) & Chr(10) & Text1.Text

Else
Text1.Text = "----Sistem GRPS Modüle bağlı olmadığından data gönderilemedi." & Chr(13)
& Chr(10) & Text1.Text
End If
End Sub

Private Sub Winsock2_Error(ByVal Number As Integer, Description As String, ByVal Scode
As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long,
CancelDisplay As Boolean)
Winsock2.Close
Winsock2.Listen

End Sub

```

SONUÇLAR

Laboratuvar ortamında yaptığımız üç fazlı akım ve gerilim ölçümlerine dayanarak, aşırı akım ve gerilim sınır değerleri, ölçülen akım değerleri ile karşılaştırılmış ve bunun sonucunda eğer ölçülen değerler sınır değerinden büyükse kesicinin açmasını sağlayan röle bobini enerjilendirilmiştir. Web sayfası üzerinden oluşan aşırı akım ve gerilim arızaları görülmüştür. Mikrodenetleyici 5 sn arayla okuma yapar, herhangi bir fazdan arıza bilgisi alındığı zaman okuma işlemi durdurulur, web sayfası üzerinden arıza sil veya kesici kur komutu geldiğinde kesici kurulur ve okuma işlemine tekrar başlanır. Arıza sil veya kesici kur komutu gelene kadar kesici açtırma röle bobini enerjili kalır ve kesicinin kurulması engellenir. Kesici açtırma röle bobinine, arıza halleri dışında, web sayfası üzerindeki kontrol amaçlı kesici kur butonu vasıtasıyla müdahale edilebilmektedir.

Projede tasarlanan devre, akım ve gerilim ölçümü yapar ve röle kontrolü ile kesiciyi kurar veya açtırır. Devredeki mikrodenetleyici ve server olan bilgisayar birbirleriyle GPRS modül vasıtasıyla haberleşir. Projenin bir ileri safhası, akım ve gerilim sensörleriyle enerjinin ölçümüdür. Burada kullanılacak akım sensörü olarak akım trafosu tercih edilmelidir. Mikrodenetleyici olarak da DSP tabanlı mikrodenetleyici kullanılarak daha fazla işlem daha kolay yapılır.

KAYNAKLAR

Alperöz N. “Elektrik Enerjisi Dağıtımı” 1987 İTÜ İstanbul.

Demirkol Z., “İnternet Teknolojileri” Eylül 2001 Pusula

Gürsel G., Kültür D., Yılmaz F., Arabacı İ. “Orta Gerilim Transformatör Merkezlerinin Tasarımı”, 1998 Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları

Kültür D. “R.Ö.A. Eğitim Notları Mart 2004 Tedaş.

Merlin Gerin Orta Gerilim Devre Kesicileri SF6 Gazlı Kesiciler Kataloğu.

Merlin Gerin Sepam 1000+ 20 Serisi Röle Kataloğu.

Özay N., Güven N. “Elektrik Dağıtım Tesislerinde Orta Gerilim Seviyesinin Belirlenmesi” Tübitak-Bilten 1993.

Schneider SM36 Modüler Hücreler Kataloğu.

Taşbaşı G.M., “Visual Basic 6” Mart 2006 Altaş.

Yeralan S., Ahluwalia A., “Programing And Interfacing The 8051 Microcontroller” 1995 Addison-Welsey Publishing Company

Yrd. Doç. Dr. Çaylı T. “Elektrik Dağıtım Şebekelerinin Projelendirilmesi”, Seminer Notları Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği

Yumurtacı R., Yrd. Doç. Dr. Gökalp E. Yüksek Lisans Tezi YTÜ 1995 İstanbul

INTERNET KAYNAKLARI

[1]www.datasheet.com

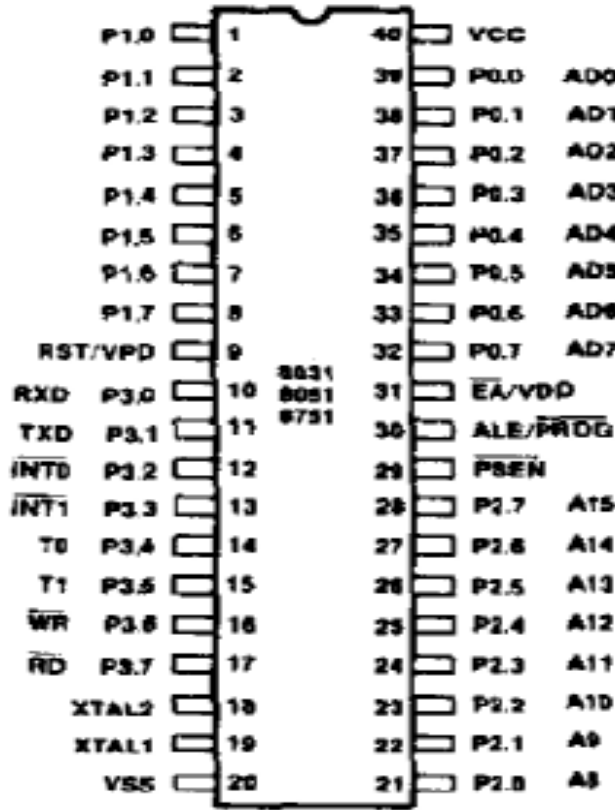
[2]www.wikipedia.org

EKLER

Ek 1. İntel 8051 Mikrodenetleyicisi

8051 mikrodenetleyicileri ilk olarak Intel tarafından 1980 yılında üretilmiştir. İlk olarak Intel tarafından üretilmesine rağmen bugün aralarında Intel'e ek olarak Atmel, Dallas Semiconductors ve Philips'in de bulunduğu onlarca üretici firma tarafından da üretilmektedir; kısaca çok kaynaklı bir mikrodenetleyicidir. Geniş bir yelpazeye sahiptir ve de Microchip(PIC) firmasının karşısındaki bir mimari yapının adıdır. Dünyaca kabul görmüş bir yapıttır.

8051, 3.5-12 MHz saat frekansı ile çalışabilen tek yonga 8 bit mikrodenetleyicidir. Hardware olarak dışarıda 84 K'lık program belleği oluşturmaya izin verir. 8051 mikrodenetleyicisinde 4 K salt okunabilir bellek (ROM), 28 byte RAM, 4 adet 8 bitlik paralel port, iki adet 6 bitlik zamanlayıcı / sayıcı (timer / counter), ikisi dış üçü iç olmak üzere 5 adet kesme (interrupt) kaynağı, bir adet seri port, osilatör ve zamanlama devrelerine sahiptir.

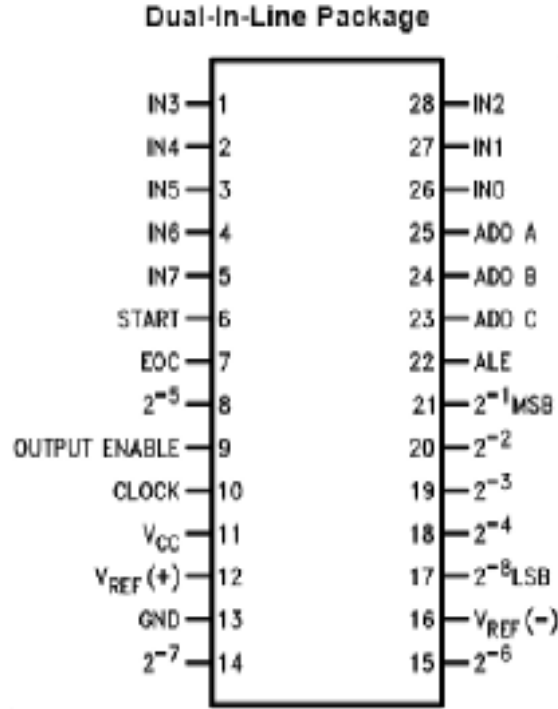


Şekil Ek 1.1 İntel 8051 mikrodenetleyicisinin pin konfigürasyonu.

Şekil 7.5’de pin konfigürasyonu görülen 8051 mikrodnetleyicisinin yapısal özelliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- 4K*8 ROM, 128*8 RAM.
- 4*8 bit port, 32 I/O hattı.
- Programlanabilir full-duplex seri port bağlantısı. Sayaçlardan biri kullanılarak veri iletim hızı ayarlanabilmektedir.
- 128 K’ ya kadar yükseltilebilir dış bellek.
- 128 adet bit düzeyinde değişken.
- ACC ve B saklayıcılarına ek olarak 8 adet “R” saklayıcıları (R0, R1,, R7).
- 8051 işlemcisinin çalışmasını kontrol eden Özel Fonksiyon Saklayıcıları (Special Function Registers – SFRs).
- 16 bitlik veriye erişimi sağlayan işaretçi (DPTR)
- Program Sayacı (PC), Yığın Göstergesi (SP).
- Üzerinde var olan iç belleklere ek olarak dış bellekler ekleyebilme.

Ek 2. ADC808 Analog-Dijital Dönüştürücü



Şekil Ek 2.1 ADC808 entegresinin pin konfigürasyonu.

ADC808 8 bitlik analog-dijital dönüştürücü ve 8 kanallı çoklayıcıdır. ADC808 dönüştürücüsünün yüksek hızlı, yüksek doğruluk, küçük güçle çalışması gibi özellikleri proses kontrol ve makine kontrol uygulamalarına çok uygun kılmaktadır. Şekil 7.6' da pin konfigürasyonu görülmektedir. Yapısal özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 8 bit çıkış.
- Çalışma gerilimi 5V DC.
- 15mW düşük güç.
- Çevrim zamanı 100 μ s.
- Bütün mikroişlemcilere uyumlu.
- Oransal olarak 5V veya uygulanan ayarlanmış refrans voltajına göre çalışır.
- Lojik adresli 8 kanallı multiplexer.

ADC808 8 adet analog sinyal çoklayıcısı içerir. Girişin yapılacağı kanal, adres seçme bitleri aracılığıyla belirlenir. Adres seçme bitleri ADD A, ADD B ve ADD C aşağıdaki Çizelge Ek

2.1'deki gibi 0 veya 1 yapılarak istenilen kanal analog giriş olarak belirlenir.

Çizelge Ek 2.1 ADC808 entegresi analog giriş kanalı seçme uçları.

Seçilen Analog Giriş Kanalı	Adres Biti C	Adres Biti B	Adres Biti A
IN 0	L	L	L
IN 1	L	L	H
IN 2	L	H	L
IN 3	L	H	H
IN 4	H	L	L
IN 5	H	L	H
IN 6	H	H	L
IN 7	H	H	H

Ek 3. GPRS Modül

Mitatek firmasının bir üretimi olan GPRS / RS 232, RS 485, RS 422 dönüştürücü kart ile cihazların tüm parametreleri cihazın yanına gidilmeden, GPRS üzerinden kolaylıkla denetlenebilir. Bu cihazın çalışması, GPRS modülüne takılan bir SIM kart ile RS portundan alınan dataların GSM network'ü üzerinden taşınması esasına dayanır. (Şekil 7.7) Cihaz seri portuna gelen dataları, GPRS üzerinden bağlandığı bir server' e atar.



Şekil Ek 3.1 GPRS modülü prensip çalışma şekli.

- GPRS' e çıkan data paket uzunluğu 1372 Byte sürekli izleme, 255 Byte paket bazlı iletişimde.
- Seri port maksimum baudrate 19200 bps.
- Paketler arasında min 800 µs. olmak üzere belirli bir bekleme süresi olmalıdır.
- Bağlı iken dataları sürekli yollar, cevap vermez.
- Paket modunda GPRS' ten gelenleri de seri porta iletir.
- Sürekli iletişim modu tek yönlüdür.
- TCP / IP üzerinden server makinesine data yollar, UDP üzerinden data alır.

-TCP / IP Tanımı

İnternet'te bilgi iletimi ve paylaşımı bazı kurallar dahilinde yapılmaktadır. Bu kurallara kısaca "internet protokolleri", ya da TCP/IP protokoller ailesi denir. TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), bilgisayarlar ile veri iletme/alma birimleri arasında organizasyonu sağlayan, bir yerden diğerine veri iletimini olanaklı kılan veri iletim protokollerine verilen genel addır. Bir başka deyişle, bilgisayarlar arası veri iletiminin kurallarını koyar. Bu protokollere örnek olarak, dosya alma/gönderme protokolü (FTP- File Transfer Protocol), elektronik posta iletişim protokolü (SMTP- Simple Mail Transfer

Protocol), TELNET protokolü (Internet üzerindeki başka bir bilgisayarda etkileşimli çalışma için geliştirilen *login* protokolü) verilebilir. TCP/IP protokolü aynı zamanda Yerel Alan Ağları (LAN- Local Area Network) ve Geniş Alan Ağları (WAN- Wide Area Network) olarak isimlendirilen diğer iletim ağlarında da kullanılabilir. Özellikle pek çok farklı tipte bilgisayarı veya iş istasyonlarını birbirine bağlayan yerel ağlarda (LAN) kullanımı yaygındır.

-UDP Tanımı

Gelişmiş bilgisayar ağlarında paket anahtarlamalı bilgisayar iletişiminde bir datagram modu oluşturabilmek için UDP protokolü yazılmıştır. Bu protokol minimum protokol mekanizmasıyla bir uygulama programından diğerine mesaj göndermek için bir prosedür içerir. Bu protokol 'transaction' yönlendirmelidir. Paketin teslim garantisini isteyen uygulamalar TCP protokolünü kullanır.

- Geniş alan ağlarında (WAN) ses ve görüntü aktarımı gibi gerçek zamanlı veri aktarımlarında UDP kullanılır.
- UDP bağlantı kurulum işlemlerini, akış kontrolü ve tekrar iletim işlemlerini yapmayarak veri iletim süresini en aza indirir.
- UDP ve TCP aynı iletişim yolunu kullandıklarında UDP ile yapılan geçek zamanlı veri transferinin servis kalitesi TCP' nin oluşturduğu yüksek veri trafiği nedeniyle azalır.
- UDP' yi kullanan genel protokoller DNS, TFTP, ARP, RARP ve SNMP protokolleridir. Uygulama programcılarını birçok zaman UDP' yi TCP' ye tercih eder. Çünkü ağ üzerinde fazla bant genişliği kaplamaz.

UDP güvenilir olmayan bir aktarım protokolüdür. UDP protokolü ağ üzerinden paketi gönderir ve gidip gitmediğini takip etmez ve paketin yerine ulaşp ulaşmayacağına onay verme yetkisi yoktur.

UDP protokolü basit bir protokol olduğu için hızlı iletişim kurmamız gereken yerlerde kullanmamız yararımıza olacaktır. Buradaki basitlikten kasıt TCP protokolü gibi verinin gönderilmesi gibi kontrolleri içermediği içindir.

UDP datagramların belirli sıralara konmasının gerekli olmadığı uygulamalarda kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. TCP'de olduğu gibi UDP' de de bir başlık vardır. Ağ yazılımı bu UDP başlığını iletilecek bilginin başına koyar. Ardından UDP bu bilgiyi IP katmanına yollar. IP katmanı kendi başlık bilgisini ve protokol numarasını yerleştirir (bu sefer protokol numarası alanına UDP' ye ait değer yazılır). Fakat UDP, TCP'nin yaptıklarının hepsini

yapmaz. Bilgi burada datagramlara bölünmez ve yollanan paketlerin kaydı tutulmaz. UDP'nin tek sağladığı port numarasıdır. Böylece pek çok program UDP'yi kullanabilir. Daha az bilgi içerdiği için doğal olarak UDP başlığı TCP başlığına göre daha kısadır. Başlık, kaynak ve varış port numaraları ile kontrol toplamını içeren tüm bilgidir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 06.06.1981

Doğum yeri Ankara

Lise 1995-1998 Karabük Demirçelik Lisesi

Lisans 1999-2004 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak.
Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2004-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Müh. Anabilim Dalı, Güç Elk. ve
Elektrik Makinaları Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2006-Devam Ediyor. Mor-e Elektrik Mekanik Elektronik Taahhüt İnşaat
Sanayi Tic. ve Ltd. Şti.