

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

O.G DAĞITIM SİSTEMLERİNİN SCADA'YA
UYGULANMASI

106369

Elektrik Müh. Murat SAYDAM

F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalına
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurettin UMURKAN

Doç. Dr.
Hansu Tuncel
S. Tuncel

(Signature)

Prof. Dr. Hüseyin ÇAKIR

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 2001

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTIMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GENEL OLARAK O.G DAĞITIM VE TRAF0 MERKEZLERİ ŞALT CİHAZLARI VE MALZEMELERİ.....	13
1.1 Transformatörler	13
1.1.1 Genel Bilgiler.....	13
1.1.2 Güç Transformatörleri	15
1.1.3 Ölçü Transformatörleri	16
1.1.3.1 Akım Transformatörleri.....	17
1.1.3.2 Gerilim Transformatörleri	20
1.1.4 Genel Olarak Enerji İletim ve Dağıtımında Transformatörlerin Kullanımı	23
1.1.4.1 Genel Bilgiler.....	23
1.1.4.2 Şalt ve Trafo Merkezlerinin Düzenlenişi.....	27
1.1.4.3 Trafo Postaları	29
1.2 Yüksek Gerilimde Açma-Kapama ve Koruma Elemanları	33
1.2.1 Açma-Kapama Elemanları.....	33
1.2.1.1 Ayırıcılar (Seksiyonerler)	33
1.2.1.2 Kesiciler (Disjonktörler).....	37
- Basınçlı Havalı ve Manyetik Üflemlerli Kesiciler	38
- Az Yağlı Kesiciler	40
- Yağlı Kesiciler.....	40
- Vakumlu Kesiciler.....	41
-SF6 Gazlı Kesiciler	43
1.2.2 Koruma Elemanları.....	44
1.2.2.1 Sigortalar.....	44
- Yüksek Dayanımlı Cam Buşon	46
- Borik Asitli Buşon.....	46
- Yağlı Buşon.....	46
- Bıçaklı Sigortalar.....	46
1.2.2.2 Parafudurlar	46
- Oksit Tabakalı Kurşun Çakılı Tip Parafudurlar	47

	- Thyrite Tipi Parafudurlar.....	48
	- Valf Tipi Parafudurlar	48
	- Silisyum Karpitli Parafudurlar	49
1.2.2.3	Röleler.....	49
	- Termik Röleler	50
	- Mağnetik Röleler.....	51
	- Aşırı Yüklemeler ve Aşırı Akım Röleleri	51
	- Gerilim Yükselmesine Karşı Koruma Röleleri	52
	- Dengesiz Yüke Karşı Koruma Rölesi	53
	- Geri Güce Karşı Koruma Rölesi	53
	- Diferansiyel Röleler	53
	- Tekrar Kapama Rölesi.....	53
	- Faz Toprak Kısa Devrelerini Önleme Rölesi	54
	- Mesafe Koruma Röleleri	54
	- Termistörler	55
	- Buchholz Rölesi	55
	- Reaktif Güç Kontrol Rölesi.....	57
2.	UYGULANMIŞ 34,5/0,4kV ORTA GERİLİM PROJESİ.....	60
2.1	Genel Bilgiler.....	60
2.2	Trafo Gücü Hesabı.....	60
2.3	Kompanzasyon Hesabı	61
2.4	Gerilim Düşümü Hesabı	62
2.5	Güç Kaybı ve Isınma Kontrolü Hesabı.....	63
2.6	Kısa Devre Hesabı	64
3.	SCADA’NIN ORTA GERİLİME UYGULANMASI.....	66
3.1	Giriş	66
3.2	SCADA’nın Tanımı.....	66
3.2.1	Trafo Merkezi ve Fider SCADA’sı	69
3.2.2	Trafo Merkezi Otomasyonu.....	69
3.2.3	Fider Otomasyonu	69
3.2.4	Müşteri Bağlantısı Otomasyonu	70
3.2.5	Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS).....	70
3.2.6	Müşteri Bilgi Sistemi (CIS).....	71
3.3	SCADA Sistemi Temel Birimleri.....	71
3.3.1	Ana Kontrol Merkezi (Master Terminal Unit)	71
3.3.1.1	Dağıtım Tesislerinde Kontrol Merkezi Fonksiyonları.....	73
3.3.2	İletişim Sistemi	73
3.3.2.1	Enerji Taşıma Hatları (Power Line Carrier)	75
3.3.2.2	Kiralanan Hatlar.....	75
3.3.2.3	Radyo Haberleşmesi	76
3.3.2.4	Metalik Kablo	77
3.3.2.5	Fiber Optik Kablo	77
3.3.3	Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi	78
3.4	Lookout SCADA Yazılımı ve 34.5/0.4kV O.G Projesine Uygulanması	80
3.4.1	Lookout Genel Kullanımı	80
3.4.2	Lookout’da Pot Nesnesi Oluşturma.....	84
3.4.3	Sayısal İfade Oluşturma.....	85
3.4.4	Anahtar Nesnesi Oluşturma.....	86

3.4.5	Uyarı İçin Lojik İfade Oluşturma	87
3.4.6	Sayıcı Oluşturma	88
3.4.7	Metin Etiketini Ekleme	89
3.4.8	Hipertrend Nesnesi Oluşturma	89
3.4.9	Alarm Nesnesi Oluşturma.....	90
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR.....		95
EKLER		96
Ek 1 Örneđ Keşif Özeti		97
Ek 2 SMM ve Büro Tescil Belgeleri		99
Ek 3 Örneđ O.G Projesi Paftaları		101
ÖZGEÇMİŞ		110



SİMGE LİSTESİ

%	Yüzde
Ω	(ohm) Direnç birimi
$\cos\phi$	Güç katsayısı
pu	per-unit değer
χ	Bakırın öziletkenlik katsayısı



KISALTIMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKM	Ana Kontrol Merkezi
A.G	Alçak Gerilim
AKTAŞ	İstanbul anadolu yakası elektrik dağıtım firması
BEDAŞ	Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş
BKM	Bölge Kontrol Merkezi
CIS	Customer İnförmatıon System
DMS	Distributıon Management
GIS	Geographic İnförmatıon System
ISO	International Standard Organization
IT	Information Technology
KEDAŞ	Kocaeli Elektrik Dağıtım A.Ş
LAN	Local Area Network
MTU	Master Terminal Unit
O.G	Orta Gerilim
OSI	Open Systems Interconnection
RTU	Remote Terminal Unit
PLC	Programable Otomatic Controller
SCADA	Supervisory Controller And Data Acquisition
SMM	Serbest Müşavir Mühendislik
TC	Türkiye Cumhuriyeti
TCP/IP	İnternet Protokolü
WAN	Wide Area Network
Y.G	Yüksek Gerilim

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Y.G enerji dağıtım blok şeması.....	13
Şekil 1.2 İletken ve yalıtkanların maliyet ve gerilim açısından analizi.....	14
Şekil 1.3 Transformatörlerin tekhat şemasındaki gösterimi.....	15
Şekil 1.4 8MVA 35/10kV kuru tip güç transformatörü (ALSTOM).....	15
Şekil 1.5 Şalt tesislerde kullanılan yağlı tip güç transformatörü (ALSTOM).....	15
Şekil 1.6 160MVA, 230/115kV oto transformatör (ALSTOM).....	16
Şekil 1.7 Prefabrik kombine transformatör (ALSTOM).....	16
Şekil 1.8 Hücre içerisinde mesnet tipi O.G akım trafosu (AEG).....	17
Şekil 1.9 Trafo hücresindeki mesnet tipi akım trafosu (AEG).....	18
Şekil 1.10 Trafo hücresinde akım trafosunun gösterimi.....	18
Şekil 1.11 İki çekirdekli akım trafosu.....	19
Şekil 1.12 Akım trafolarının tekhat şemasındaki gösterimleri.....	20
Şekil 1.13 Mesnet tipi O.G akım trafosu.....	20
Şekil 1.14 Hücre içerisindeki O.G gerilim trafosu (AEG).....	20
Şekil 1.15 Ölçü hücresindeki akım ve gerilim trafosu (AEG).....	21
Şekil 1.16 O.G gerilim ölçü hücresi (Schneider).....	21
Şekil 1.17 Hücre içerisinde seksiyoner-gerilim trafosu (ABB).....	22
Şekil 1.18 Tekhat şemasındaki gerilim trafosunun gösterimi.....	22
Şekil 1.19 Dal-budak şebeke.....	26
Şekil 1.20 Üretilen enerjinin abonelere dal-budak şebekede ulaşımı.....	27
Şekil 1.21 Genel olarak trafo postasının iç yapısının görünüşü.....	28
Şekil 1.22 Arabalı tip O.G hücreleri.....	31
Şekil 1.23 Direk tipi trafo.....	32
Şekil 1.24 İkitelli Başak Konutları'nın altyapısında kullanılan 5 hücreli trafo mimarisinden örnek kesit görünüşleri.....	32
Şekil 1.25 O.G Dağıtım tesisi örneği (Schneider).....	33
Şekil 1.26 A.G sigortalı yük ayırıcısı (özengili şalter) (FEDERAL).....	34
Şekil 1.27 O.G hücre içerisinde yük ayırıcısı (seksiyoner).....	35
Şekil 1.28 O.G hücre içerisinde sigortalı yük ayırıcısı (AEG).....	36
Şekil 1.29 O.G giriş-çıkış yük ayırıcısı hücresi (Schneider).....	36
Şekil 1.30 O.G Yük ayırıcısının tekhat şemasındaki gösterimi.....	37
Şekil 1.31 Çeşitli O.G SF6 gazlı kesiciler ve iç yapıları.....	38
Şekil 1.32 O.G kesici ve tekhat şemasında gösterimi.....	39
Şekil 1.33 O.G şalt tesislerde kullanılan az yağlı kesiciler.....	40
Şekil 1.34 O.G yağlı kesici.....	41
Şekil 1.35 Çeşitli sigortalar.....	45
Şekil 1.36 O.G de bir hücre içerisindeki sigortalı seksiyoner ve sigortanın yakından görünüşü.....	45
Şekil 1.37 Kurşun çakıllı parafudur.....	48
Şekil 1.38 Thyrite tipi parafudur.....	48
Şekil 1.39 Silisyum karpitli parafudur.....	49
Şekil 1.40 Termik röle çalışma prensibi.....	51
Şekil 1.41 Aşırı akım rölesi (ABB).....	52
Şekil 1.42 Buchholz rölesi kullanım şeması.....	56
Şekil 1.43 O.G trafo üzerinde buchholz rölesi.....	57
Şekil 1.44 Dijital reaktif güç kontrol rölesi (ABB).....	57
Şekil 1.45 Dijital programlanabilir güç kontrol rölesi (SIEMENS).....	58
Şekil 1.46 Reaktif güç kontrol rölesi bağlantı şeması (EAE).....	58
Şekil 2.1 Kısa devre hesabı için O.G trafoların değerleri ile beraber blok şeması.....	64

Şekil 3.1 SCADA Sisteminin Genel Yapısı	67
Şekil 3.2 Lookout kurulumu ile ilgili pencereler.....	81
Şekil 3.3 Lookout Control Paneli Dialog Kutusu.....	81
Şekil 3.4 Yeni Control Paneli.....	82
Şekil 3.5 Diyagram Eklenmiş Control Paneli.....	82
Şekil 3.6 Nesne Dialog Kutusu.....	83
Şekil 3.7 Control Panele Nesne Yerleştirilmiş Durum.....	83
Şekil 3.8 Pot Dialog Kutusu	84
Şekil 3.9 Pot Görünüm Dialog Kutusu.....	84
Şekil 3.10 Pot'un Control Paneldeki Görünümü.....	85
Şekil 3.11 Pot Expression Dialog Kutusu	85
Şekil 3.12 Sayısal İfadenin Görünüm Özellikleri.....	86
Şekil 3.13 Pot ile Sayısal İfadenin Birlikte Görünümü	86
Şekil 3.14 Switch Dialog Kutusu	87
Şekil 3.15 Switch Uyarı Mesajları.....	87
Şekil 3.16 Expression Dialog Kutusu.....	88
Şekil 3.17 Uyarı Görünüm Dialog Kutusu	88
Şekil 3.18 Sayaç Oluşturma Dialog Kutusu	89
Şekil 3.19 Metin Ekleme Dialog Kutusu.....	89
Şekil 3.20 Hyper Trend Dialog Kutusu	90
Şekil 3.21 Hyper Trend Nesnesi Görünümü	90
Şekil 3.22 Alarm Oluşturma Dialog Kutusu	91

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Trafo gücü hesabı	61
Çizelge 2.2 Gerilim düşümü hesabı değerleri	62
Çizelge 2.3 Isınma yönünden kablo kesitleri ve kuvvet tabloları ana sigortaları değerleri.....	63



ÖNSÖZ

Hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler üretimi de hızlı kılmakta ve endüstrilerde bu gelişmeleri takip için hızlı, güvenilir, sürekli üretimi esas alan yeni yapılanmalara gitmektedirler. Bu noktada gelişmiş bir bilgisayar denetimi olan SCADA sistemi bütün endüstrilerde kullanılabilir hale gelmiştir. Çalışmamızda da bu göz önünde bulundurulmuş ve O.G Enerji Dağıtım Sistemlerinin SCADA ile kontrolü üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmamda yardımlarını esirgemiyen ARMONİ Bilgisayar şirketinden Bülent Şahin'e, MAS Otomasyona, PROMIS firmasına, ADIM Otomasyona, METROPOL Mühendislik Ltd. Şti.'den Lütfi AKMANOĞLU'na ve çalışmamda bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Günümüzde ilerliyen elektronik sektöründeki hızlı teknolojik gelişmeler birçok tesisin PLC ve SCADA gibi yöntemlerle kontrolünü sağlamamızı yanında getirmiştir. Son yıllardaki bilgisayar sektöründeki hızlı gelişmelerle birlikte birçok sistem bilgisayarla kontrol edilir hale gelmiştir. Y.G ve O.G Enerji dağıtım sistemlerinin SCADA ile kontrolü insan hatalarını ortadan kaldırarak sistemin güvenilirliğini ve etkinliğini arttırmakta, abonelere kayıpları asgari olan bir enerji sunmaktadır. SCADA sistemi ile işletmelerde geçmişe dönük bilgi saklanması kalite kontrolde en iyi seviyeye ulaşılmasını sağlamıştır. Sistemdeki arızalara daha kolay ve kısa sürede müdahale ile sistem sürekliliği sağlanmaktadır. Günümüzde gelişmiş bir kontrol sistemi olan SCADA endüstrinin her sahasına adapte edilebilmektedir.

Bu araştırma 3 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde O.G’de kullanılan şalt cihazların tanıtımı yapılmış, daha sonra piyasada uygulanmış onaya gidebilir halde bir O.G projesi hesapları ve paftaları ile verilmiştir. En son bölümde de bu proje SCADA sistemine adapte edilerek bilgisayarda bir yazılımla şalt cihazların kontrolü sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Orta Gerilim Dağıtım Sistemi, SCADA



ABSTRACT

In recently, there has been much improvement in electronic technology. These improvement enable electrical installation to control with PLC and SCADA. Using SCADA, the control of HV and MV power distribution systems cancels people' faults and increases system stability. The faults in network can be easily found and restored so system continuous is provided. SCADA which is new technologic control system can be used in every industry fields.

This study consists of three chapter. In the first chapter, MV electrical equipments are described. The next chapter, the MV project is presented. In the last chapter, SCADA is adopted in that project and the results are observed in computer.

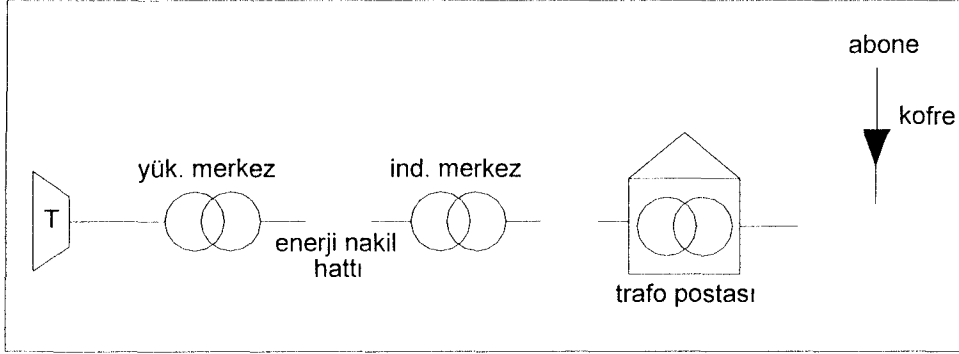
Keywords : Middle Voltage Power Distribution Systems, SCADA



1. GENEL OLARAK O.G DAĞITIM VE TRAF0 MERKEZLERİ ŞALT CİHAZLARI VE MALZEMELERİ

1.1 Transformatörler

1.1.1 Genel Bilgiler



Şekil 1.1 Y.G enerji dağıtım blok şeması

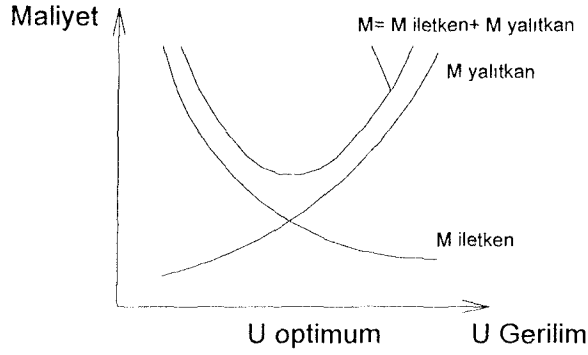
Santraller tesis olarak tüketim merkezlerinden uzakta inşaa edilirler. Üretilen enerji santrallerden alınıp tüketim merkezlerine ulaştırılması gerekmektedir. Bu süreçte çeşitli transformatörler kullanılarak enerji tüketim merkezlerine ulaştırılır. Enerji iletimi yüksek gerilimde yapılır ve tüketim yerlerinde gerilim tekrar standart belli değerlere düşürülerek kullanıma sunulur. Ülkeler bu konuda kendilerine göre standartlar belirlemişlerdir;

Alçak Gerilim olarak;

190V, 208V (ABD), 380V (TC), 417V (İngiltere)

Orta ve Yüksek Gerilim olarak;

66kV (eski TC tesisleri), 10kV (TC ve Orta Avrupa), 11kV (İngiltere ve ABD), 20kV (Orta Avrupa yeraltı hatları), 15kV, 30kV (TC), 110kV (İngiltere, ABD, tüm Orta Avrupa), 154kV (TC), 220kV (İngiltere, ABD, Orta Avrupa), 380kV (TC ve tüm dünyada)... bunların dışında da çeşitli standartlar vardır (Tüfekçi, 1996).



Şekil 1.2 İletken ve yalıtkanların maliyet ve gerilim açısından analizi

Maliyet açısından enerjinin geriliminin yükseltilerek taşınmasının nedeni;

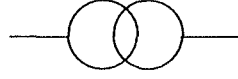
Gerilim arttıkça arıza ihtimali artar, tehlike artar, koruma cihazlarının maliyetleri ve hacimleri artar. Bu nedenle gerilim kademesi tayini önem kazanmaktadır. Bu konu hakkında optimizasyon yapılarak gerilim kademeleri tayin edilmiş ve yönetmelikler, standartlar ve tavsiyeler oluşturulmuştur (Tüfekçi, 1996).

Bilindiği gibi trafoların hareketli parçaları yoktur. Bu nedenle trafo verimleri çok yüksektir (%99,6 gibi). Trafolar primer ve sekonder olarak iki sargıdan meydana gelmektedir. Çok spirli olan taraf primer, Yüksek Gerilim (YG), az spirli olan taraf sekonder, Alçak Gerilim (AG)'dir. Transformatörlerin sargıları, yalıtılmış saçlardan oluşturulmuş nüveler üzerine oturtulmuştur. Sargılar ısıya dayanıklı, delinme gerilimi yüksek, donma oranı düşük yağ kazanı içerisine konulur. Yağ kazanının dış yüzeyi ısınmanın çabuklaştırılması için geniş tutulmuş ve radyatörler yapılarak hava ile teması artırılmıştır. Transformatörlerde kazanın dışında enerjinin paralara aktarıldığı buşingler, yedek kazanı bağlamak için flanşlar ve vanalar bulunur. Trafoların taşınması ve bakımı gerektiren durumlarda trafo postasının dışına alınması için tekerleklere ve raylara sahiptirler. Yağ kazanının üzerinde yağ tankı ve bazı arızaları bildiren Buchholz Rölesi mevcuttur. Bunların dışında transformatörlerin çeşitli bağlama şekilleri vardır. Bu bağlantı şekilleri maliyet açısından değerlendirilerek trafoların güçlerine göre gerçekleştirilir.

Genel olarak transformatörler;

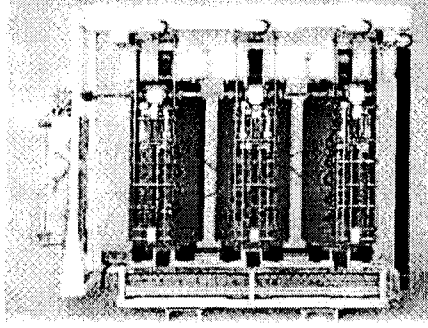
- Güç Transformatörleri,
- Ölçü Transformatörleri, olarak 2'ye ayrılırlar.

Şekil olarak transformatörler genellikle tekhat şemalarında şu şekilde gösterilir:



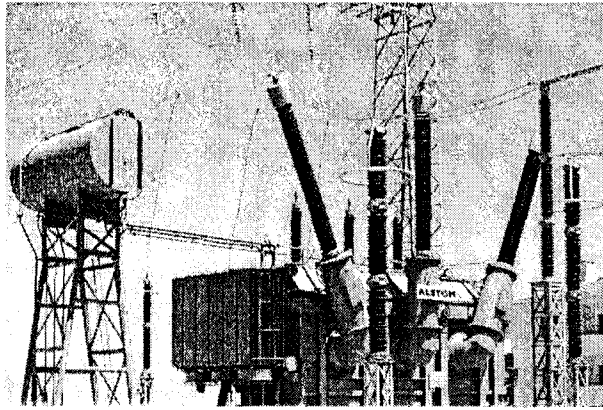
Şekil 1.3 Transformatörlerin tekhat şemasındaki gösterimi

1.1.2 Güç Transformatörleri



Şekil 1.4 8MVA 35/10kV kuru tip güç transformatörü (ALSTOM)

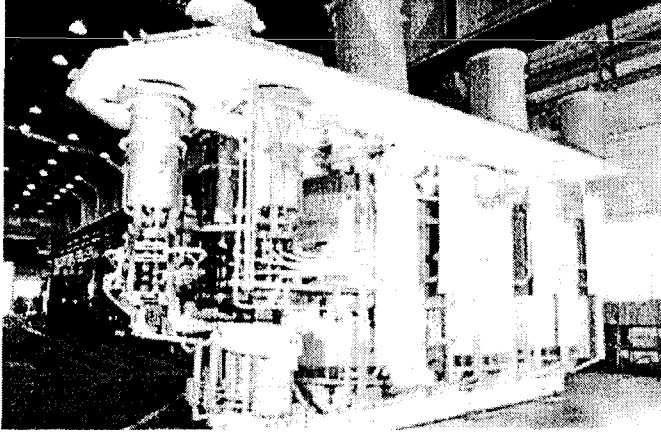
Yüksek Gerilimi (YG) Orta Gerilime (OG) ve OG'yi de kendi içinde OG'ye çeviren transformatörlerdir. Güç Transformatörleri 450MVA hatta 700MVA'ya kadar imal edilebilirler. İndirici veya yükseltici transformatör olarak kullanılırlar. Yükler çeşitli kademede gerilimlere sahip olduklarından transformatörlerin kademe değıştiricili yapılması uygun bir çözümdür. Gerilim kademeleri %1,25 ve %1,5 mertebelerinde yapılır. Böylece beslemelerdeki değışimlerde çıkışın sabit kalması sağlanır (Tüfekçi, 1996).



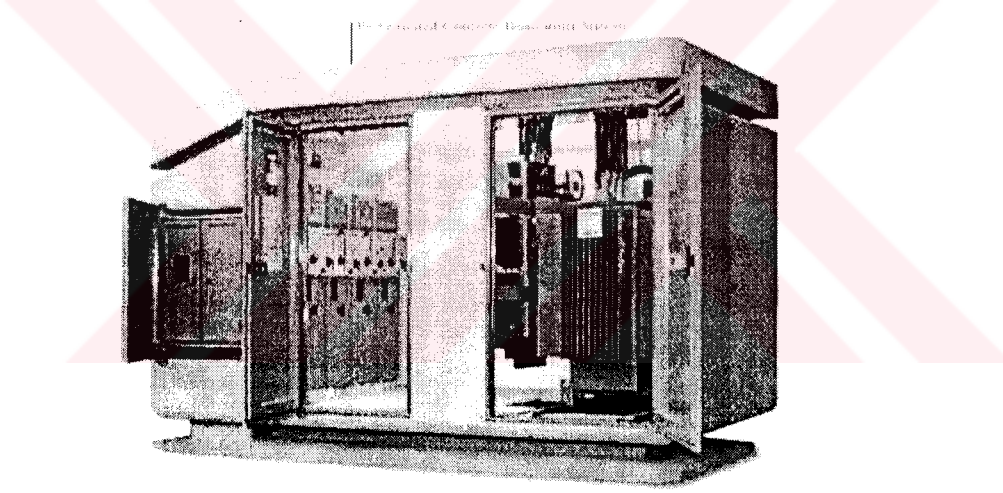
Şekil 1.5 Şalt tesislerde kullanılan yağlı tip güç transformatörü (ALSTOM)

Güç transformatörlerinde baralara enerji aktarımını sağlayan ve bobin uçlarının dışarı

çıkarılmasını sağlayan buşinglere (geçit izolatörleri) akım trafoları konulabilir. Bu transformatörü korur ve akım trafosu için ayrıca bir yalıtım yapılmasına gerek kalmaz. Ancak bir arıza meydana geldiğinde buşingler komple atılır.



Şekil 1.6 160MVA, 230/115kV oto transformatör (ALSTOM)



Şekil 1.7 Prefabrik kombine transformatör (ALSTOM)

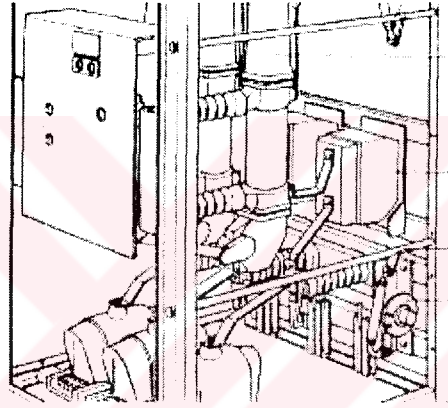
1.1.3 Ölçü Transformatörleri

Transformatör merkezlerinde, trafo postlarında, trafo ölçü hücrelerinde ve benzeri yerlerde, ölçü aletleri ve koruma röleleri yüksek gerilimli devrelere doğrudan doğruya bağlanamazlar. Bu tür işlemlerin yapılması ve işletme emniyeti bakımından tehlikelidir. Bu nedenle ölçü transformatörleri kullanılır. Ölçü trafoları, ölçü aletlerini yüksek gerilimden yalıtma ve ölçmeleri alçak gerilime veya düşük akıma indirgeme görevi yaparlar. Ölçü trafolarının yükleri ikinci devrelerine bağlanan ölçü aletleri ve rölelerdir. Bu bakımdan güçleri küçüktür. Ölçü trafolarının ikinci devreleri topraklandığı ve alçak gerilimli olduğu için tehlikesiz bir

duruma getirilmiş olur. Bu trafolar akım ve gerilim trafoları olarak ikiye ayrılırlar.

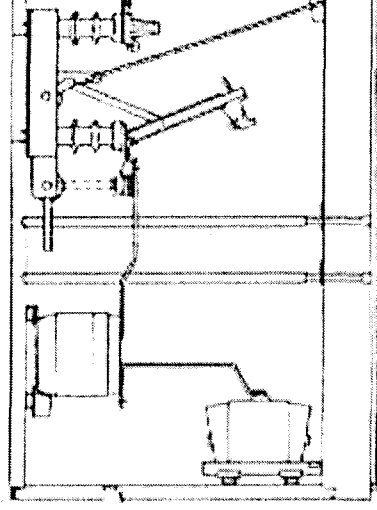
1.1.3.1 Akım Transformatörleri

Akım transformatörleri olmadan Yüksek veya Orta Gerilimde ölçü yapmak çok zordur. OG'de veya YG'de akımı ölçmek için kullanılırlar. Direk olarak ölçü aletlerinin devreye bağlanması için ölçü aletlerinin nominal değerlerinin devreye uygun olması gerekmektedir ki bu durumda ölçü aletlerinin hassaslığı olmayacaktır ve ölçü aletleri hacim olarak büyük, mali açıdan da pahalı olacaktır. Akım transformatörleri akımı belirli bir çevirme oranıyla ölçülebilir değerlere düşürmenin yanında ölçü ve koruma cihazlarını da yüksek gerilimden yalıtarak koruma sağlamaktırlar. Yüksek gerilimlerde akım transformatörleri trafonun üzerindeki geçiş izolatörlerinin (buşing) içerisine yerleştirilebilir (Tüfekçi, 1996).



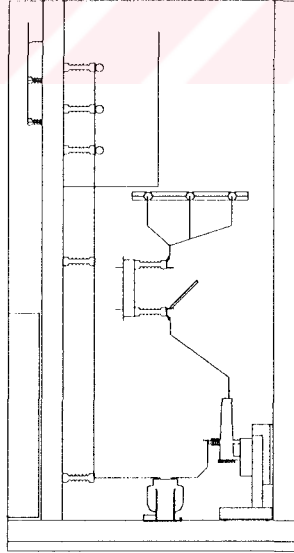
Şekil 1.8 Hücre içerisinde mesnet tipi O.G akım trafosu (AEG)

Akım transformatörlerinin sekonder akımı genellikle 1A, 5A veya 10A olarak imal edilebilirler. Akım transformatörlerinin primer tarafında ise akım değerleri; 5, 10, 15, 25, 30, 40, 50, 63, 75, 10, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 630, 800, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000A mertebelerinde olabilir. Akım transformatörlerinin sekonder tarafında genellikle ampermetre bulunur. Ancak çeşitli ölçü aletlerinin akım bobinleri de bulunabilir. İşletme durumunda primeri gerilim altında olan akım transformatörlerinin sekonderi kısa devre edilmelidir. Gerilim altında sekonderi açık uçlu bırakmak çok tehlikelidir. Transformatörün bakımını yapan personelin buna dikkat etmesi gerekmektedir. Ayrıca akım trafosunun sekonder tarafı mutlaka topraklanmalıdır.



Şekil 1.9 Trafo hücresindeki mesnet tipi akım trafosu (AEG)

Yüksek gerilimde eskiden yağlı tip akım trafosu kullanılırdı. Daha sonra kuru tip akım trafolarına geçildi. Kuru tip akım trafoları yanıcı olmadığından daha tehlikesiz ve küçük boyutta imal edilirler. Yağlı tiplere göre ekonomik olarak daha pahalı olmalarına karşı daha çok tercih edilirler. Şimdilerde yaygın olarak kuru tip akım trafoları kullanılmaktadır. Kuru tipteki akım trafoları katı yalıtkan içerisinde alınmış sekonder sargı ve primer uçlarına bağlı baradan oluşur. Yüksek gerilimde katı yalıtkan epoksi reçinedir. Alçak gerilimde ise bir yalıtkan muhafaza içerisinde konulabilirler (Tüfekçi, 1996).



Şekil 1.10 Trafo hücresinde akım trafosunun gösterimi

Bir akım trafosu siparişi yapılırken şu özelliklere dikkat edilmesi gerekmektedir:

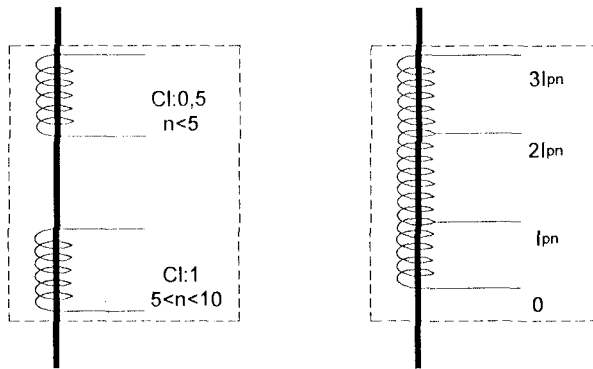
- Tipi,
- İzole sınıfı,
- İşletme gerilimi,
- Frekans,
- Nüve sayısı,
- Anma yükü,
- % hatası ve hassasiyeti,
- İzin verilen aşırı akım,
- Dinamik dayanımı,
- Aşırı akım tepe değeri,
- Deneme gerilimi (1 dk. ve 1 saat için),
- 2. devre gerilimi

Akım trafoları yapıları itibariyle;

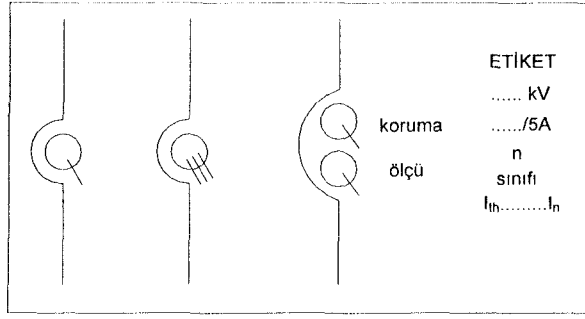
- Mesnet tipi,
- Geçit tipi,
- Halka tipi,

Çekirdek sayısı bakımından;

- Tek çekirdekli,
 - Çok çekirdekli,
- olarak imal edilirler.



Şekil 1.11 İki çekirdekli akım trafosu



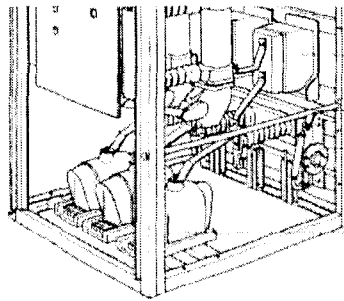
Şekil 1.12 Akım trafolarının tekhat şemasındaki gösterimleri



Şekil 1.13 Mesnet tipi O.G akım trafosu

1.1.3.2 Gerilim Transformatörleri

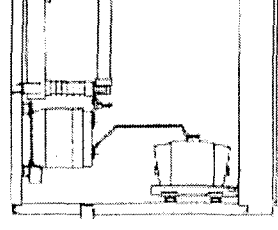
Görev bakımından akım trafoları gibi yüksek gerilimdeki değerleri alçak gerilimdeki ölçü cihazları ile ölçülebilir değerlere indirme ve ölçü cihazlarını yüksek gerilimden yalıtma işlevini yerinde getirmektir. İkinci devrelerindeki oluşturulan gerilimle ölçü yapmanın yanısıra koruma rölelerini çalıştırmak için kullanılırlar. 600 V'dan büyük gerilimlerde gerilim trafoları kullanılır. Akım trafolarının aksine gerilim trafolarında sekonder taraf kısa devre edilmez, açık uçlu bırakılır. Kısa devre edilmesi gerekirse büyük güçlü bir direnç üzerinden kısadevre edilirler (Tüfekçi, 1996).



Şekil 1.14 Hücre içerisindeki O.G gerilim trafosu (AEG)

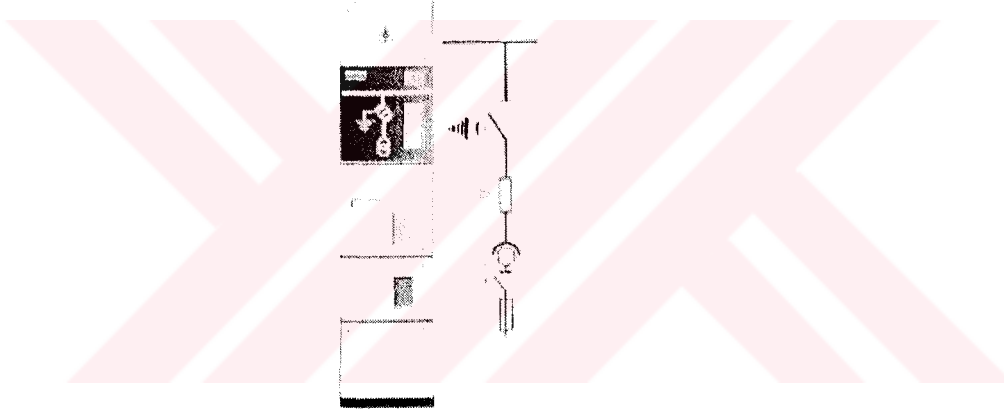
Gerilim trafoları bağlantı şekli olarak genellikle yıldız şeklinde bağlanırlar. Bütün sınıflardaki

gerilim trafoları anma geriliminin 1,2 katına kadar yüklenebilirler.



Şekil 1.15 Ölçü hücresindeki akım ve gerilim trafosu (AEG)

Gerilim trafolarının yüksek gerilim tarafındaki fazlarının tümü sigorta ile korunmalıdır. Sekonder tarafta yalnız topraklanmayan kısımlar sigortalanır. Primer taraftaki sigortalar tesisi kısadevreye karşı, sekonder taraftaki sigortalar trafoyu fazla yüklenmeye karşı korurlar. Gerilim ve akım trafosu birlikte kullanılacaksa, sekonder taraftaki birer kutup ve gövdeler birlikte topraklanır.

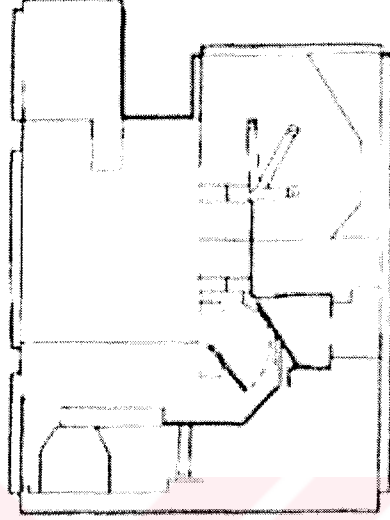


Şekil 1.16 O.G gerilim ölçü hücresi (Schneider)

Ölçü merkezleri veya ölçü hücrelerinde kullanılan ölçü trafolarının bağlantı şekillerinde dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekildedir:

- Kullanılacak trafo ölçülecek büyüklüklere uygun olmalıdır. Güç, akım ve gerilim bakımından yeterli olmayan ölçü aletleri bozulur, yanar ve devrede arızalara neden olabilirler.
- Ölçmelerde gereken doğruluğu sağlamak bakımından duyarlılıkları uygun olmalıdır.
- Topraklamaları, sigorta ile korunmaları vs. özellikleri yönetmeliklerde gösterildiği şekilde yapılmalıdır.
- Aynı ölçü trafosuna bağlanacak birden fazla alet, röle, vb. Varsa, trafo gücünün yeterli olmasına dikkat edilmelidir.
- Eğer ölçü trafoları yağlı tipse periyodik olarak yağlar ve temizlikleri kontrol edilmelidir.

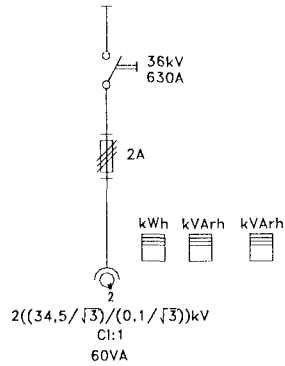
Gerilim trafolarının yüksek gerilim tarafındaki sigorta amperleri çok küçük değerde olup yüksek gerilime dayanıklı olarak imal edilen sigortalar kullanılır. Genellikle bir tane yük ayırıcısı üzerinden bağlanırlar. Genellikle güçleri 15VA, 30VA, 60VA olarak kullanılırlar. Yüksek gerilim tarafında kullanılan yüksek gerilim sigortaları 2A olarak kullanılır.



Şekil 1.17 Hücre içerisinde seksiyoner-gerilim trafosu (ABB)

20kV'a kadar 2 adet fazlar arası, 20kV'la 30kV arasında 3 adet faz-toprak gerilim trafosu kullanılarak üç fazlı akım trafosu oluşturulur. TC'de fazlar arası kullanmak normaldir.

Dünyada diğer ülkelerde gerilim trafolarına açma-kapama-koruma düzeni konmaz. Gerilim trafosu ile kombine halde bulunan bir sigorta kullanılır.



Şekil 1.18 Tekhat şemasındaki gerilim trafosunun gösterimi

1.1.4 Genel Olarak Enerji İletim ve Dağıtımında Transformatörlerin Kullanımı

1.1.4.1 Genel Bilgiler

Transformatörlerle ilk enerji taşınması Amerika'da gerçekleştirilmiştir. Yurdumuzda ilk enerji iletimi 1902 yılında Tarsus'da yapılmış, bir değirmenden elde edilen 2kW'lık bir güç şehre taşınmıştır. Daha sonraları İstanbul Silahtarağa santrali işletmeye açılmıştır, onu büyükşehirlerde kurulan santraller ve dağıtım şebekeleri izlemiştir. Bugün yurdumuzda pekçok hidrolik, termik, gaz türbinli, dizelli santraller elektrik enerjisi üretmekte ve üretilen bu enerji abonelere fazlar arası gerilimi 380V olarak taşınmaktadır. Yakın tarihte doğalgaz çevirim santralleri, kojenerasyon santralleri, rüzgar enerji ile enerji elde etme tarzındaki uygulamalar yapılmıştır. Proje aşamasında çalışılan atıklardan enerji elde etme yöntemine dayalı santraller üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Önceleri İller Bankası, Devlet Su İşleri gibi kuruluşlarla yürütülen elektrik işleri, bugün özelleştirilmiş olan ve çalışmaları, enerji birim fiyat düzenlemeleri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kontrolünde yapılan çeşitli elektrik kurumları tarafından yapılmaktadır (BEDAŞ, AKTAŞ, KEDAŞ vb..).

Elektrik enerjisi genel olarak alternatif akımda taşınır. Bununla birlikte bazı özel durumlarda doğru akımla da enerji taşınmaktadır. Örneğin bir adaya enerji taşınması için üç damarlı deniz kablosu kullanmak yerine tek damarlı deniz kablosu kullanılarak ikincil iletken olarak da deniz suyundan faydalanılmaktadır. Bu durumda santrallerde alternatif akım olarak üretilen enerji, doğru akıma çevirilerek iletilmekte, eğerkiyse kullanım yerinde tekrar alternatif akıma dönüştürülmektedir. Doğru akımda transformatör kullanılmadığı için iletim geriliminde ve taşınacak güçte çeşitli sınırlamalar vardır. Bu nedenle büyük güçlerin kullanılmasında alternatif akımlar kullanılmaktadır.

Türkiye'de kullanılacak standart gerilimler TS83 numaralı Türk Standartlarında belirtilmiştir. Buna göre 100-1000V sınıfına giren standart gerilimler, bir fazlı elektrik şebekeleri için 110V ve 220V, üç fazlı elektrik şebekeleri için ise, 110/190V ve 220/380V'dur. Sonuncular üç fazlı dört telli şebekelere ait olup, küçük değerler (110V ve 220V) faz-nötr iletkenleri, büyük değerler (190V ve 380V) ise faz iletkenleri arasındaki gerilimleri göstermektedir. Standartlarda en yüksek ve en alçak gerilimlerin, anma geriliminden %10 farklı olmaması, şartlar uygun olursa bu farkların %5 olarak alınması öngörülmektedir.

Ancak 110/190V'luk anma gerilimleri, zorunlu olmadıkça ve ilgili Bakanlığın oluru alınmadan kullanılmamaktadır. Çünkü aynı şartlar altında, 110/190V'luk sistemde iletken

kesitleri, 110/380V'luk sistemdekilere nazaran, kesitlerin ısınmaya göre seçilmesinde, yaklaşık üç kat, gerilim düşümüne göre hesaplanmasında ise dört kat olmakta ve böylece gereksiz yere fazla malzeme kullanılmaktadır. Bu nedenle yeni yapılan tesislerde 110/190V'luk gerilimler kullanılmamalı ve gerilimleri bu değerlerde olan eski şebekeler de 220/380V'a çevrilmelidir (Alperöz, 1987).

TS 83'e göre doğru akımlı cer şebekelerinde kullanılacak standart gerilimler 600, 1200 ve 2400V'dur. Doğru akımlı cer şebekelerinde, en yüksek gerilim, anma geriliminden %20, en alçak gerilim de anma geriliminden %33'den farklı olmamalıdır.

Anma gerilimi 30kV olan standart gerilimin ülkemizdeki uygulamasında büyük bir dağınıklık göze çarpmakta ve bu sınıfa dahil olarak 30-31.5-33-34.5-35-35.5kV olmak üzere çok çeşitli gerilimler kullanılmaktadır. Bu durum, bu şebekeler arasındaki transformatör değişimlerini zorlaştırmakta veya imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle bu seri içerisinde en uygun olan bir gerilim kademesinin seçilmesi ve yeni yapılacak tesislerde sadece bu yeni gerilim kademesi kullanılacak şekilde standardizasyona gidilmesi uygun olacaktır. Bu seride şimdiye kadar en fazla 34.5kV ve bundan sonra da 31.5kV gerilim kademeleri kullanılmış bulunmaktadır. Bunlardan 34.5kV gerilim kademesi, 31.5kV gerilim kademesine nazaran aktif ve reaktif güç kayıplarının ve gerilim düşümünün %17 azalmasına, taşınan gücün %9.5 artmasını sağlamasına ve Türkiye'de en fazla kullanılan gerilim kademesi olması bu gerilim kademesinin standart olarak kullanılmasını sağlamıştır (Alperöz, 1987).

Elektrik enerjisinin abonelere ulaştırılmasında işletme yönünden çeşitli yükümlülükler vardır. Bu yükümlülükler şu şekilde sıralanabilir:

- Kesintisiz bir enerji akışı sağlanmalıdır.
- Şebekeler güvenilir, sağlam, basit ve anlaşılır olmalıdır.
- Şebekelerde oluşan arızalar aboneleri etkilememelidir.
- Enerjinin birim fiyatı ucuz olmalıdır.
- Gerilim ve frekans sabit olmalıdır.
- Şebekeler her türlü ihtiyaca cevap verebilmelidir.

Enerjinin kesinlikle kesintiye uğramaması gerekir. Bu çok önemlidir. Seri imalat yapan fabrikalar, hastaneler, okullar, vb. kuruluşlar enerji kesintilerinden etkilenmemelidir. Bunun yanında arızalar abonelere yansımamalıdır. Bunun için gerekli önlemler ve koruma düzenleri gerçekleştirilmelidir. Enerjinin ucuz olması gerekir. Bu durumda çok önemlidir. İmalatların,

yatırımların gerçekleşmesi, ucuza ve kaliteli ürünün halka arzı ancak bu şekilde gerçekleşir. Kalkınmanın hızlandırılması enerjinin ucuz ve kolay elde edilmesi ile orantılıdır. Gerilimin yüksek yada alçak olması abonelerin çeşitli alet, makine, donanım ve aydınlatmalarını etkileyecek ve ömürlerini azaltacaktır. Bu konuda da gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Gerilimlerine göre şebekeler 4'e ayrılır. Bunlar:

- Alçak gerilimli şebekeler
- Orta gerilimli şebekeler
- Yüksek gerilimli şebekeler
- Çok yüksek gerilimli şebekeler

Alçak gerilimli şebekeler 1kV'a kadar olan şebekelerdir. Orta gerilimli şebekeler 34,5kV'a kadar olan şebekelerdir. Yüksek gerilimli şebekeler 34,5kV'dan 154kV'a kadar olan şebekelerdir. Çok yüksek gerilimli şebekeler ise 154kV'dan daha yüksek gerilimli şebekelerdir. Yurdumuzda kullanılan çok yüksek gerilime örnek olarak 380kV gösterilebilir.

Enerji santrallerde alternatörler aracılığı ile elektrik enerjisine dönüştürüldükten sonra hiç bir zaman elde edilen gerilim yüksek gerilim değerlerinde değildir. Gerilimin yüksek değerlerde olması iletim için transformatörlerde gerçekleştirilir. Peki neden enerji yüksek gerilimde iletilir? Bu sorunun tek cevabı var. Elde edilen gerilim değerleri yüksek olmadığından ve güç belli değerde olduğundan hat kayıpları çok fazla olmaktadır. Bu nedenle güç trafoları aracılığı ile gerilim yüksek değerlere çıkarılarak iletim yapılır. Bu durumu bir örnekle açıklayalım,

100kW'lık bir güç 10km taşınacaktır ve taşıma hattının direnci 2Ω 'dur. Yükün güç katsayısını 1 kabul edersek hattın güç kayıpları şu şekilde olur:

1kV taşıma da akım ve güç kaybı:

$$I_1 = \frac{100000}{1000} = 100A \quad I_1^2 \cdot R = 100^2 \cdot 2 = 20kW \quad (1.1)$$

5kV taşımada akım ve güç kaybı:

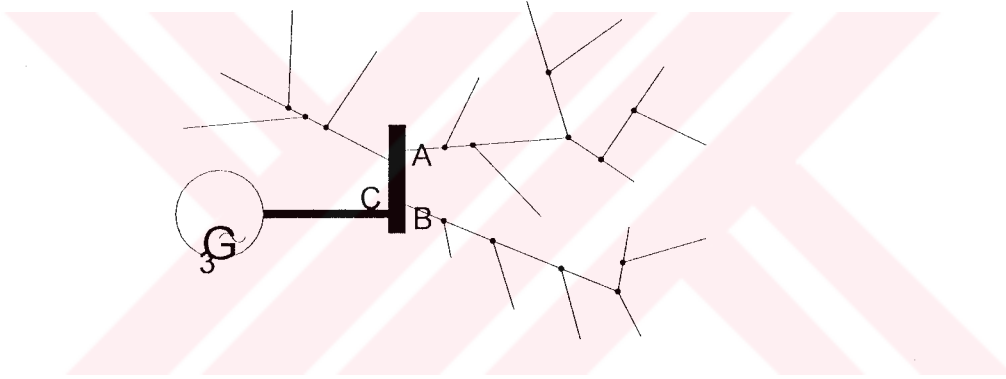
$$I_2 = \frac{100000}{5000} = 20A \quad I_2^2 \cdot R = 20^2 \cdot 2 = 0,8kW \quad (1.2)$$

10kV taşıma için akım ve güç kaybı:

$$I_3 = \frac{100000}{10000} = 10A \quad I_3^2 \cdot R = 10^2 \cdot 2 = 0,2kW \quad (1.3)$$

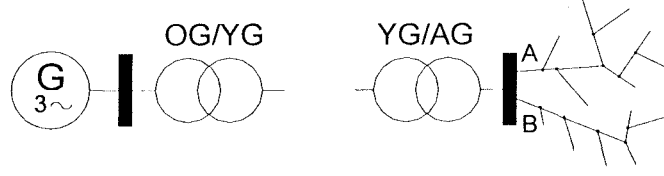
Enerjinin 1kV ile taşınmasında hatlarda ısı şeklinde kaybolan enerji oldukça fazladır. Bu bakımdan adı geçen 1kV ile taşınması ekonomik değildir. Dikkat edildiğinde hatlardaki gerilimin 2 kat artması, hatlardaki güç kaybını 4 kat azaltmaktadır. Hat kayıplarının minimum seviyede tutulması ve iletken maliyetinin de minimum seviyede tutulması elektriğin iletiminde optimizasyonu karşımıza çıkarmaktadır. Gerilimin yüksek tutulmasında da iletken maliyeti gözden kaçırılmamalıdır.

Enerjini üretildiği yerle tüketim arasındaki yer yakın ve tüketici gücü sınırlı ise trafo kullanılmadan generetörden direk tüketim baralarına enerji aktarılabilir. Taşıma gerilimi genel olarak 400/230V'dur. Dağıtım üç faz, dört telli olarak yapılmaktadır.



Şekil 1.19 Dal-budak şebeke

Generatör geriliminin yüksek gerilimde taşınması işi daha önce bahsettiğimiz gibi tüketim yerlerinin uzak olduğu yerlerde gerilim yüksek değerlerde taşınması gerekmektedir. Bu durumda güç trafoları aracılığı ile üretim merkezine yakın bir yerde gerilim yüksek değerlere çıkarılarak hat kayıpları aza indirilir ve bu şekilde iletim yapılarak tüketime yakın bir yerde indirici trafo merkezlerinde gerilim düşürülerek dağıtım yapılır.



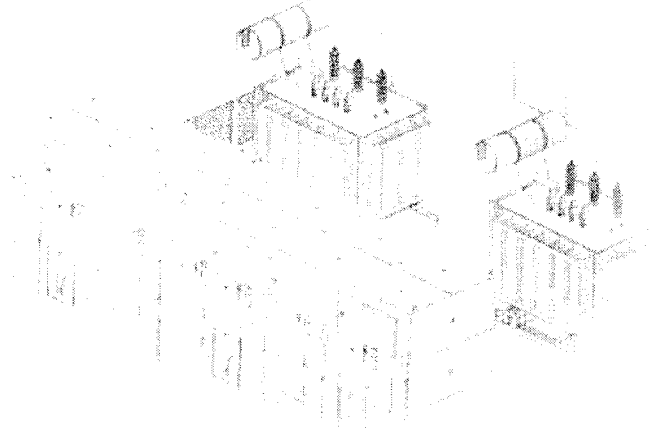
Şekil 1.20 Üretilen enerjinin abonelere dal-budak şebekede ulaşımı

Gerilimlerine göre şebeke düzenlenmesi şu şekillerde yapılır:

- Yüksek Gerilimli Şebekeler
 - Dallı (Dalbudak, Radyal) Şebekeler,
 - Gözlü (Halka, Ring) Şebekeler,
 - Enterkonnekte Şebekeler, şeklindedir.
- Orta Gerilimli Şebekeler
 - Dallı (Dalbudak, Radyal) Şebekeler,
 - Gözlü (Halka, Ring) Şebekeler,
 - Açık halka (Bir çeşit Ring) Şebekeler, şeklindedir.
- Alçak Gerilimli Şebekeler
 - Dallı (Dalbudak, Radyal) Şebekeler,
 - Ağ Şeklindeki Kapalı Şebekeler,

1.1.4.2 Şalt ve Trafo Merkezlerinin Düzenlenişi

Enerji üretildikten sonra şalt sahalar, trafo postaları ve diğer iletim için gerekli şalt malzemeler ile taşınırlar. Genellikle 60kV'dan küçük gerilimde şalt malzemeler trafo postaları içerisine yerleştirilebilir. Fakat 60kV'dan daha büyük gerilimlerde kesitler ve şalt malzeme hacimleri büyüyeceğinden dolayı trafo postalarının inşaa edilmesi pek ekonomik bir çözüm değildir. Bu nedenle 60kV'dan büyük gerilimler için şalt sahalar kurulur.



Şekil 1.21 Genel olarak trafo postasının iç yapısının görünüşü

Şalt sahalarda kullanılan şalt malzemeleri:

- Seksiyonerler
- Disjonktörler
- Ölçü trafoları
- Parafudurlar
- Hava hattı çıkış seksiyonerleri
- Endüksiyon bobinleri
- Kondansatörler
- Yüksek gerilim sigortaları
- Çeşitli koruma ve topraklama elemanları vb.

Şalt sahalarda 3 ana bölüme oluşur:

- Yüksek gerilim bölümü,
- Transformatörlerin bulunduğu bölüm,
- Alçak gerilim bölümü,

Yüksek gerilim bölümünde; seksiyoner, disjonktör gibi şalt malzemeleri, alçak gerilim bölümünde; alçak gerilim tabloları, ölçü aletleri ve trafoya ait bölümde de trafo ve trafoya soğutma işlemi sağlayan yan sistemler yer almaktadır.

Şalt sahalarda bakım ve onarım için bulunan personelin rahatlıkla şalt sahada dolaşmaları için yönetmelikte şalt sahaların şu şekillerde olmaları istenmektedir:

- Şalt merkezlerde bulunan trafonun öteki bütün tesisattan ayrı olarak, ayrı bir kesici ile şebekeden ayrılması sağlanmalıdır.
- Trafo merkezlerinde, trafoların 1. ve 2. devrelerinde topraklama baralarına giden her hattın gerilim altında kumanda edilebilen bir ayırma düzeni bulunmalıdır.
- Açık hava şalt tesisleri en az 1,8m'lik bir koruyucu veya engel ile çevrilmelidir. Yüksek gerilimlerin bu engele kaçak yapması da ayrıca önlenmelidir.
- Bütün alet ve cihazlar uzun zaman sıcaklık değişmelerine toz, nem, vs.'ye dayanıklı olacak şekilde seçilmelidir.
- Gerilim altında bulunan bölmelerin kapıları dışarıya doğru açılmalı, kilitli kalsalar bile içeriden açılabilir.
- Trafoların altında yağ biriktirme çukurları bulunmalıdır.
- Trafoların havalandırılması için bina yapılırken gerekli önlemler alınmalıdır.

Şalt sahaların bakımı yönetmeliklere uygun olarak yapılmalıdır. Bakım sırasında enerji kesilmeleri olmaması gerekenler önceden yapılmalıdır. Bakım sırasında yağlamalar, ayarlar, havalandırma işleri ile, parçaların, bakım veya ünitelerin bakımı çok dikkatli yapılmalıdır. Değiştirilmesi gereken parçalar veya yapılması gereken ayarlar yönetmeliklerine uygun olarak yapılmalıdır.

1.1.4.3 Trafo Postaları

Trafo postaları:

- Kule tipi,
- Köşk tipi,
- Direk tipi,

olarak üç şekilde kurulmaktadır.

Trafo postalarının enerji girişi ya yer altı kabloları ile veya hava hatları ile yapılmaktadır. Aynı şekilde direk tipi trafo postalarına da enerji girişi hava hatları ile veya yer altı kabloları ile yapılmaktadır. Orta gerilim kademesinde trafo postasına gelen enerji girişinde bir orta gerilim parafuduru bulunur. Alçak gerilim dağıtım baralarına da parafudur bağlanması uygun olur. Hava hattı ile binaya yer altı kablosu ile girişte bir kablo başlığı kullanmak gerekmektedir. Bu başlık çoğu zaman arıza kaynağı olduğundan girişlerin hava hattı ile yapılması daha uygun olur.

Direk tipi trafo postalarının sakıncalı bulunduğu yerlerde kule tipi posta binaları kurulur. Kule tipi trafo binasında enerji girişi hava hattından alınırsa kule yüksekliğinin hava hattı direk boyuna eşit olması gerekir. Enerji hava hattından geçit izolatörleri ile alınmakta, kesici ve sigortadan geçtikten sonra trafoya ulaşmaktadır. Parafudurlar kulenin dışında giriş geçit izolatörünün altında olup topraklanmıştır. Kulenin havalandırılması taze hava ile yapılmaktadır. Taze hava kulenin alt kısmından girmekte ve üstünden çıkmaktadır.

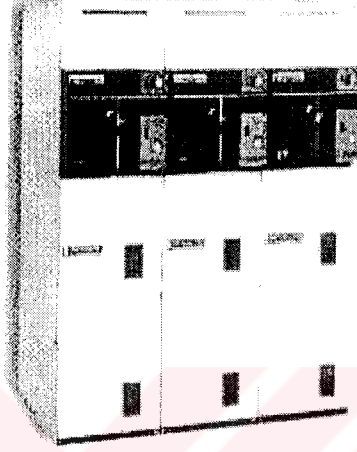
Köşk tipi trafo postaları saç ve beton olarak yapılır. Bu tip trafo postaları 500kVA'ya kadar olan güçler için ekonomik olmaktadır. Köşk tipi trafo postalarında transformatör, bara, kesici, sigorta vs. için ayrı bölümler vardır. Ayrıca alçak gerilim içinde bir hücre bulunur. Kasaba ve şehirler için uygun olan bu tiplerin ayrıca sanayi için de kullanılanları vardır. Bu postalarda kullanılan trafo gücü 630kVA'dan büyükse, trafo postaları kagirten yapılmaktadır. Şehir içlerinde trafo postalarının yer altı kablo ile beslenmeleri daha uygun olmaktadır. Köylerde ve benzeri yerlerde ise hava hatları ile besleme yapılabilir. En büyük özellikleri gerek yüksek gerilim ve gerekse alçak gerilim cihazlarına bir koridora girmeden dışarıdan müdahale yapılacak olmasıdır. Yani kapalı yerlerde gerekecek olan emniyet mesafesi postanın dışından sağlanarak boyutları ve maliyet küçültülür.

Köşk tipi trafolarla köşkün etrafında bulunan kişilerin, köşk içerisinde herhangi bir arızadan zarar görmemesi sağlanacak önlemler alınmıştır. Köşk içerisinde herhangi bir ark olması durumunda köşkün dış duvarlarında bir delinme olmamalı, insana zarar verecek şekilde bir sıcaklık yükselmesi olmamalıdır. Posta içerisindeki bir patlamada fırlayan parçaların köşkün dışına çıkıp etraftaki kişilere zarar vermemesi sağlanmalıdır. Bu nedenle bu tip trafolarla mutlaka yalıtım testi yapılmalıdır.

Avantaj olarak köşk tipi trafolar çok çabuk tesis edilmeleri sebebiyle geçici tesisler için uygundur. İnşa süresi kaybı azdır. Özellikle saç köşkleri monte etmek ve nakliyesi çok kolaydır. Özellikle kısa zamanda çok sayıda trafo yapılması gereken yerlerde çok uygun çözümdür.

Köşk tipi ve bina tipi trafo postaları kendi içinde sabit tip ve arabalı tip olarak ikiye ayrılırlar. Arabalı tipte olanlarda kesici, kesici arabası ve üzerine konmuş ölçü trafolar bulunur. Bağımsız olarak ölçü trafoları başka bir hücre içinde yer alabilir. Bu şart cihazlar arabalı tip hücre içerisinde dişi kontaklara yerleştirilerek elektriksel irtibat sağlanır. Arabanın oluşabilecek en yüksek kısa devre akımında yerinden oynamayacak şekilde sabitlenmesi gerekir.

Arabanın sağladığı üstünlük arıza halinde süratle müdahale edilebilmesidir. Can emniyeti açısından fevkalade emniyetli sistemlerdir. Teknisyene gerilim altında olmadan çalışma imkanı sağlar. Araba tipi hücreleri buldukları mahalden çıkartıp arıza ve bakımlarının dışarıda uygun bir alanda yapılması imkanını sağlarlar. Sabitlere göre daha pahalı ve piyasada belli başlı firmalar tarafından yapılmakta olup, firmalarında belirlediği (temel standartlara bağlı kalarak) ölçülerde ve yapıda olurlar (Tüfekçi, 1996).

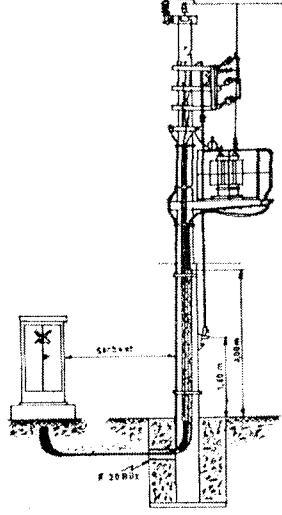


Şekil 1.22 Arabalı tip O.G hücreleri

Direk tipi trafo postaları 400kVA'ya kadar olan güçler için kurulmaktadır. Bu tip trafo postaları için, kuruldukları direklerin yakınlarında alçak gerilim panoları bulunur. Bu tip trafolarla yüksek gerilim açma, kapama ve koruma cihazı olarak sigortalı seksiyonerler kullanılır. Çıplak gerilimli noktaların en az kuvvetli akım yönetmeliğinde bahsedilen mesafe yüksekliğinde olması kaydıyla yüksek gerilim açma kapama cihazı, parafudur ve transformatör direğe monte edilebilir.

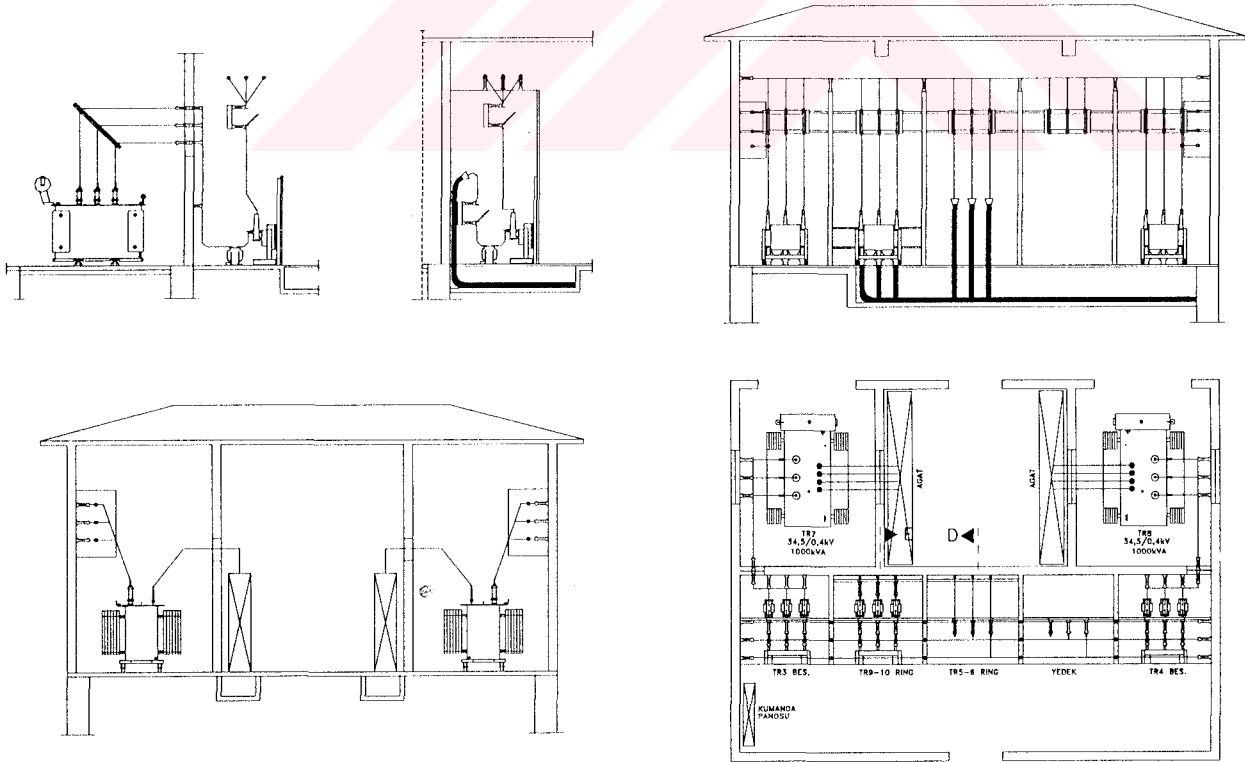
Direk tipi trafonun seksiyonerinden kablo ile sekonder açma kapama, koruma ve ölçme cihazlarının olduğu tabloya erişilir. Tablo, bu direğin civarında açıkta kilitlenerek ve endirek temasa karşı koruma önlemleri alınarak yerleştirilir. İnsanların temasını önlemek için ayrıca tablo üstüne tehlike işareti konulur.

Bunların dışında direk tipi trafoların etrafına koruma amaçlı olarak çit de kurulabilir. Ama bunun uygulamada çeşitli sakıncaları tespit edilmiştir. Bu sakınca bakım ve onarım için gelen teknik personel direğe merdivenle çıkarken merdivenin kayarak iletken haldeki çitin üzerine düşmesi durumunda ölümlere sebebiyet vermesidir.



Şekil 1.23 Direk tipi trafo

Bina tipi trafolarında iki şekilde yerleştirilir. Bunlar cihazlar dışarıdan ayrı ayrı getirilip bina içerisinde ayrı ayrı monte edilirler veya prefabrik olarak açma kapama, koruma, ölçü hücreleri ve transformatör önceden yerleştirilerek istenilen mahale getirilir. Amerika birleşik devletlerinde 2000 yılından itibaren eski bina tipi trafolar yerine prefabrik trafo merkezleri kurulması zorunluluğu getirilmiştir.



Şekil 1.24 İkitelli Başak Konutları'nın altyapısında kullanılan 5 hücreli trafo mimarisinden örnek kesit görüntüleri

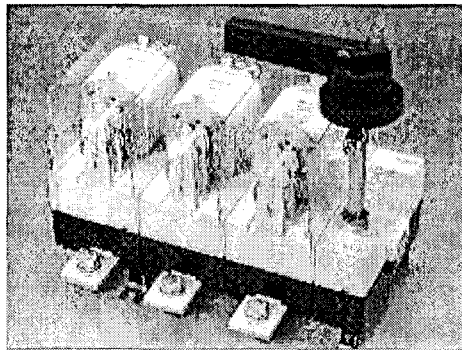
söndürülmesi için bir tertibat yoktur. Ayırıcılar sadece kesici tarafından akımı kesilmiş bir devrede gözle görülebilir bir ayırma yapmak amacıyla kullanılırlar. Yani ayırıcılar devreden akım geçmiyorken açılıp kapatılabilirler. Akım geçen bir yüksek gerilim devresinde, yanlışlıkla kesiciden evvel ayırıcının açılması, yani devrenin akımının ayırıcı ile kesilmesi, çok önemli ve tehlikeli bir manevra hatasıdır. Bu nedenle meydana gelen ark, arkın neden olacağı patlama, eriyen ve buharlaşan metal kısımların etrafa saçılarak yoğunlaşması tesisatta hasar ve hatta manevra yakından yapılıyorsa manevra yapan kimse için hayati tehlike meydana getirebilir. Bu gibi yanlımlara engel olmak için çoğunlukla kesiciler ve ayırıcılar mekanik, elektrik veya pnömatik bir düzenle birbirlerine nazaran kilitlenirler. Böylece ancak kesici açıldıktan sonra ayırıcıya açma veya kapama kumandası iletilebilir (Alperöz, 1987).

Ayırıcılar ancak küçük güçteki transformatörlerin boşa çalışma akımları (6-10kV'da 3A, 15-30kV'da 2A kadar) açılabilir.

Ayırıcılar kapalı durumda kullandıkları yerdeki kısa devre akımının dinamik ve termik etkilerine dayanıklı olmalıdırlar (Alperöz, 1987).

Yüksek gerilimde çeşitli türde ayırıcılar kullanılır;

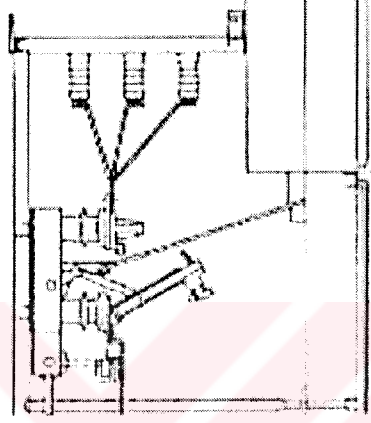
- Adi ayırıcı,
- Sigortalı ayırıcı,
- Topraklı sigortalı ayırıcı,
- Topraklama ayırıcısı,



Şekil 1.26 A.G sigortalı yük ayırıcısı (özengili şalter) (FEDERAL)

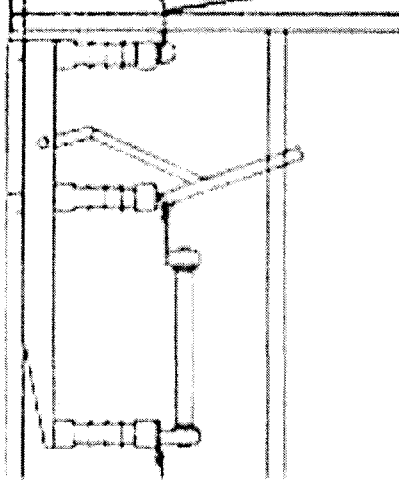
Adi ayırıcılar ana devre üzerine konulurlar. Sigortalı tipte olanlar adi seksiyonere sigorta ilavesi ile kullanılan tiplerdir. Gerilim trafolarında açma kapama ve koruma elemanı olarak kullanılırlar. 400kVA dahil trafoların primer tarafında açma kapama ve koruma cihazı olarak kullanılırlar. Açmadan önce sekonder tarafındaki kesici nitelikteki alet açılmalıdır. Kapamada

ise bu sigortalı seksiyoner kapatılır ve daha sonra kesici nitelikteki alet kapatılır. Topraklı seksiyonerler açma kapama halinde gerilimsiz kalan kısmı topraklayacak şekilde toprak kontağına bağlanmış tipte yapılırlar. Kapasitif ve endüktif yüklerde koruma sağlanır. Sigortalı topraklı seksiyonerler ise topraklı seksiyonere sigorta ilavesi ile sağlanır. 400kVA kadar trafolarla kullanılırlar. Topraklı seksiyonerler ring beslemelerde kullanılırlar. Tek yönlü besleme halinde kullanılabilirler. Yüksek gerilimde ayırıcılar 400A, 630A, 800A, 1250A akımları için kullanılırlar. Bu akımlar seksiyonerin kontakları kapalı iken üzerinden geçen akım değerleridir (Tüfekçi, 1996).



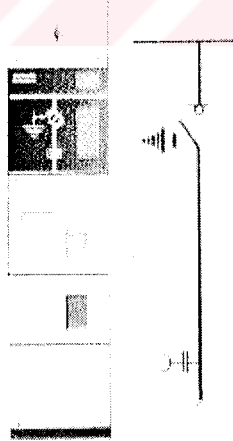
Şekil 1.27 O.G hücre içerisinde yük ayırıcısı (seksiyoner)

Baralardan sonra enerjinin çıkış hattında da ayırıcılar kullanılırlar. Ayırıcılarda devre açma olayı gözle görülebilir. 400V'a kadar ayırıcılar gerilim altında açılabilir ve ark bu açma esnasında gözlenebilir. Bu gerilim değerinin altındaki arklar kendi kendilerini besleyemezler. Bu açma kapama yavaş gerçekleştirilirse ark devam eder. 400V üzerindeki değerlerde yük altında seksiyonerle açma kapama yapmak tehlikelidir. Yüksek gerilimdeki yük ayırıcıları SF6 yalıtımlı ve hava yalıtımlı olabilirler.

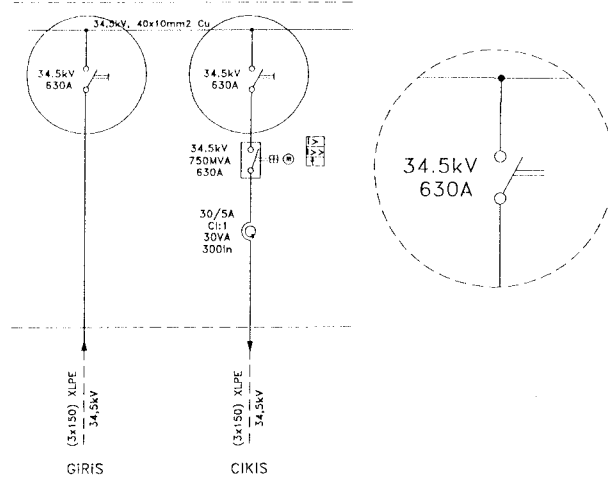


Şekil 1.28 O.G hücre içerisinde sigortalı yük ayırıcısı (AEG)

SF6 yalıtımlı olanlarının delinme gerilimi daha büyük ve boyutları daha küçüktür. Bütün dünyada SF6 yalıtımlı tipe geçiş gözlenmektedir. SF6 yalıtımlı olan ayırıcılarda kontaktörlerin üzerinde kirlenme, rutubetlenme ve oksidasyon imkanı olmadığı için hava ile temas kesildiğinden dolayı gerek işletme ve gerekse kontak ömrü uzun olmaktadır. Bunların dışında ayırıcılar iç ve dış tip ayırıcılar olarak ikiye ayrılırlar. Her iki ayırıcı tipinde de adi ayırıcı, sigortalı ayırıcı, topraklı ayırıcı ve sigortalı topraklı ayırıcı çeşitleri mevcuttur.



Şekil 1.29 O.G giriş-çıkış yük ayırıcısı hücresi (Schneider)



Şekil 1.30 O.G Yük ayırıcısının tekhat şemasındaki gösterimi

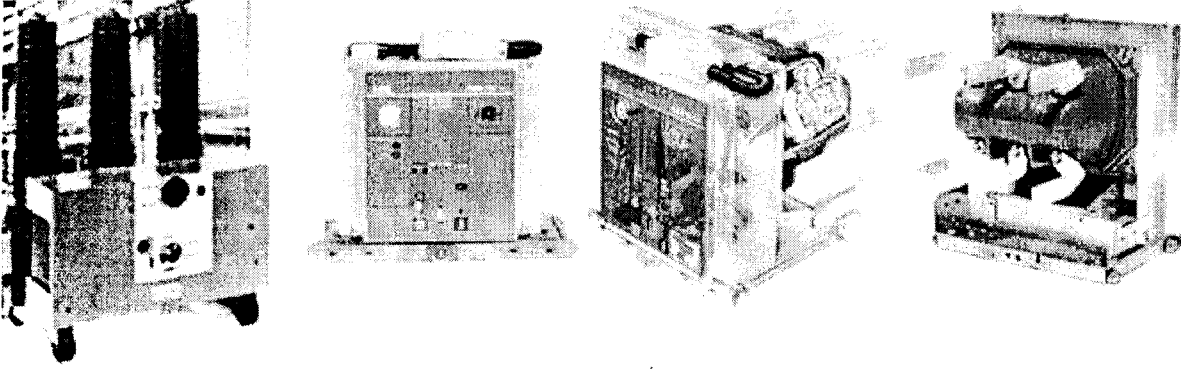
1.2.1.2 Kesiciler (Disjonktörler)

Kesiciler yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Kesiciler üç faz kumandalı veya tek faz kumandalı olabilirler. Yakın bir zamana kadar Avrupa'da ve Ülkemizde orta gerilim şalt tesislerinde çoğunlukla tam yağlı, az yağlı ve basınçlı havalı kesiciler kullanılmaktaydı. Basınçlı havalı kesiciler ark fırınları vb. gibi ağır işletme şartlarının söz konusu olduğu tesisler için, tam yağlı ve az yağlı kesiciler de enerji dağıtım tesisleri için öngörülmekteydi (Alperöz, 1987).

Ancak zamanla şebekelerin büyümesi ve açma güçlerinin artması, kesicilerin çok sık açma-kapama yaparak bakım periyotlarının kısalmasına neden olduğundan, daha az bakım gerektiren kesici tiplerine ihtiyaç hasıl olmuştur. Bu nedenle son yıllarda daha az bakım gerektiren vakumlu ve SF6 gazlı kesiciler geliştirilmiş ve özellikle açma-kapama sayısının fazla olduğu yerlerde gittikçe artan bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Alperöz, 1987).

Az yağlı kesiciler, SF6 gazlı kesiciler ve vakumlu kesiciler olmak üzere maliyetleri gittikçe artar ve kalite yükselir. Çok sık açma kapama ve arızaları fazla olan yerlerde vakumlu kesiciler kullanılırlar (Tüfekçi, 1996).

Az yağlı kesiciler, en düşük performanslı, en ucuz kesicilerdir. Tasarlandıkları kısa devre akımında altı kısa devreyi kesince mutlaka kontak bakımı yapılmalıdır.



Şekil 1.31 Çeşitli O.G SF6 gazlı kesiciler ve iç yapıları

SF6 gazlı kesiciler, performansı orta düzeyde ve fiyatı hemen hemen az yağlı kesiciye eşit olan kesicilerdir.

Vakumlu kesiciler, performansları yüksek ve fiyatları pahalı olan kesicilerdir.

Kesicilerin nominal akımları 400A, 630A, 800A, 1000A ve 1250A olarak imal edilirler. Kısa devre akımları 8kA, 12kA, 16kA, 20kA, 25kA olarak imal edilirler. Kısaca ele aldığımız kesici çeşitlerini başlıklar altında inceleyelim (Tüfekçi, 1996).

- Basınçlı Havalı ve Manyetik Üfleme Kesiciler

Basınçlı havalı kesicilerde, basınçlı havanın sağlanış şekli iki türdür. Arkı söndürmek için gerekli hava başka bir dış kaynaktan sağlanıyorsa bu tip kesiciye “Havalı Kesici” denir. Basınçlı hava kesicinin kendisi tarafından havanın sıkıştırılması ile sağlanıyorsa bu tip kesiciye de “Pünomatik Kesici” denir. Manyetik üfleme ile ark söndürme kontaklar arasındaki arkın boyu bir bobin ile uzatılarak kopartılır. Böylece arkın kontaklara zarar vermesi önlenmiş olur. Manyetik üfleme bobini yalnız, devre açma anında çalışır. Bunun dışında gerilim altında bulunmaz. Kontaktörlerde bu çeşit ark söndürmeye çok rastlanmaktadır.

Basınçlı havalı kesicilerin yağlı kesicilere göre bazı üstünlükleri vardır.

- Yangın tehlikesi yoktur.
- Her açıp kapama temiz gazla yapılır.
- Kontaktarı daha az ısınır.
- Ani hareketli olduğundan ark çok çabuk söner.
- Daha az bakım gerektirir.

Basınçlı havalı kesicilerin sakıncaları ise gürültülü çalışmaları ve basınçlı havayı saklayabilmek için özel düzenekler gerektirmesidir. Son zamanlarda gazlı kesicilerde Kükürt-Hegza-Florit SF6 kullanılmaktadır. Bu gazın izolasyonu ısı ile doğru orantılıdır. Ancak ark söndürme özelliği de oldukça yüksektir. Basınçlı havalı kesicilerin de iç tip ve dış tipte yapıları vardır. Son zamanlarda yapılan basınçlı havalı kesicilerin kontakları dışarıdan görülebilmektedir.

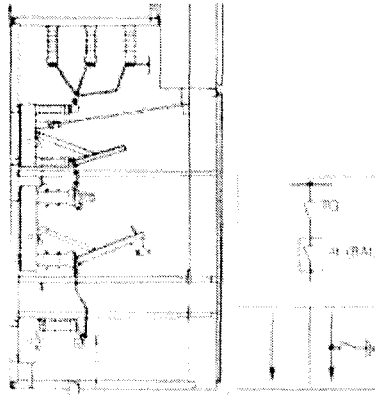
Şalt tesisleri hiyerarşisinde; metal bölmeli, gaz izoleli, vakum kesicili şalt tesisleri günümüz için en üst seviyede bulunmaktadır.

Gaz izoleli şalt tesisleri her zaman hermetik metal-mahfazalıdır. Bu sayede;

- En iyi şok koruması
- Harici etkilere karşı en iyi koruma sağlanmaktadır.

Dahili ekipmanlara ulaşım çok güç olduğundan, ancak çok özel durumlarda buna ihtiyaç duyulmalıdır. Bu nedenle de dahili ekipmanların bakımsız ve arızalara karşı korunmuş olması gereklidir (Onuk, 1997).

Basınçlı havalı kesicilerde, hava bir kompresörden sağlanır. Kesicinin hemen yanında, içerisinde basınçlı hava bulunan bir depo bulunur. Basınçlı hava, depoya borularla iletilir. Depodaki hava basıncı belirli bir değerin altına düşerse kompresör çalışarak istenen basınçtaki havayı depo eder. Bazı basınçlı havalı kesicilerde hem ark söndürmede, hem de devre açmalarda basınçlı hava kullanılır.



Şekil 1.32 O.G kesici ve tekhat şemasında gösterimi

- Az Yağlı Kesiciler

Bu tür kesicilerde değişik çalışma sistemleri vardır. Yağlı kesicilerde yağın görevi yalıtkanlık sağlamaktan çok arkı söndürmektir. Primer ve sekonder rölelerle birlikte kullanılırlar. Bazı kesicilerde yaya kurmalı çalıştırma düzeni vardır. Kesiciyi devreye alma yayı kurulduktan sonra el ile veya bobin yardımı ile kurulmuş yayın serbest ve ani boşalması sonucunda kesici çalıştırılır. Devreye girme sırasında açma yayı otomatik olarak kurulur. Kesici düşük gerilim, aşırı akım veya daha başka büyüklüklerle çalışan röleler yardımı ile otomatik olarak veya el ile açılıp kapatılabilir. Bir de sıçramalı yay düzenli az yağlı kesiciler vardır. Kesiciyi devreye alma yayı kurulduktan sonra kurma kolu, kurma yönünün tersine çevrilirse, kesici ani olarak ve kol hızına bağlı olmadan devreye girer. Bu sırada açma yayı otomatik olarak kurulmuştur.



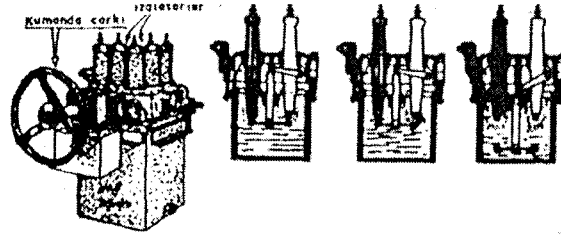
Şekil 1.33 O.G şalt tesislerinde kullanılan az yağlı kesiciler

Az yağlı kesicilerde sabit ve hareketli kontakların uçları izolatöre bağlanmıştır. Açma sırasında hareketli kontaklar sabit kontaklardan ayrılır. Bu sırada ortaya çıkan ark yağ içerisinde söndürülmeye çalışılır. Bu amaçla kullanılan yağın, yanmayan cinsten olması, izolasyonun yüksek olması ve donma sıcaklığının da düşük olması gerekir. Bugün kullanılmakta olan yağların sıcaklığı 150°C, donma sıcaklığı -40°C, dielektrik gerilimi 30kV kadardır. Yağların içerisinde su ve yabancı maddeler bulunmaması da aranan özellikler arasındadır.

- Yağlı Kesiciler

Normal yağlı kesicilerin çalışmaları da az yağlı kesiciler gibidir. Fazların hepsi aynı yağ kazanı içerisinde. Normal yağlı kesicilerde yağ yüzeyi ile kazanın tavanı arasında bir miktar hava aralığı vardır. Ark sırasında oluşan yağ buharı bu boşlukta toplanır. Yağ buharı kabın basıncını arttırarak üst kapağı fırlatabilir. Bu bakımdan yağ buharı için bırakılan boşluğun yeterli olması ve yağ kazanının da bu basınca dayanacak sağlamlıkta olması gerekir.

Bazen hava ile yağ buharı arasındaki yağ tabakası yırtılarak patlamalar olmaktadır.



Şekil 1.34 O.G yağlı kesici

Normal yağlı kesicilerde en önemli faktörlerden biri de yangın çıkışına karşı alınması gereken tedbirlerdir. Bunun için yanmayan yağların kullanılması tehlikeleri azaltmaktadır. Yüksek gerilim de devre açmalar sırasında oluşan arklar yağın özelliğini zamanla değiştirmektedir. Bunun için yağ içerisindeki arkları zayıflatmak için, fazlar yüksek dielektrik dayanımlı yalıtkanlarla birbirinden yalıtılır. Yağlı kesicilerin yerini gitgide basınçlı havalı kesiciler almaktadır.

- Vakumlu Kesiciler

vakum kesicilerinde sabit kontağın hareketli kontakdan ayrılmasıyla kontaklar arasında elektrot yüzeyinden çıkan metal buharı içerisinde bir ark meydana gelir. Metal buharı elektrotta arkın başladığı yerden 60 derecelik bir açı ile yayılan yüksek hızlı bir ışın teşkil eder. Partikül hızı 10^4 m/s mertebesindedir.

Az yağlı ve SF6 gazlı kesicilerde, yani gaz çevre içerisinde, ark, yoğunlaştırılmış bir plazma kolonu olarak düşünülebilir. Bu konsantre ark negatif bir karakteristik gösterdiğinden stabil paralel arklar teşekkül edemez. Bundan dolayı bu konsantre arklar kontakların küçük bir yüzeyinde yüksek enerji yoğunluklarına neden olurlar.

Vakumdaki ark ise bunun aksine pozitif bir karakteristiğe sahiptir. Bu kesicilerde kontak yüzeyleri geniş yüzeyli levhalar şeklindedir. Kontak yüzeyleri arasında her biri takriben 100'er A'lik akımlar geçiren birçok paralel arklar teşekkül eder. Bu arklar birbirlerini ittiklerinden katodun dış yüzeyi üzerinde yaklaşık 10m/s'lik bir hızla ileri geri hareket ederler. Arkın bu hareketi kontak yüzeylerinde çok az ve eşit dağılan bir yanmaya neden olur. Bu, vakum hücresinin uzun ömürlü olmasını sağlar. Akım sadece elektrod malzemesinden oluşan bir plazma içerisinde geçtiği için, bu tür kesicilerde kontak malzemesi çok önemlidir. Uygun malzeme kullanılmazsa arkın karakteristiği negatif ve dolayısıyla ark istikrarsız olur ki, bu da istenmeyen bir olaydır. Modern vakum kesicilerinde kontak malzemesi olarak sinterlenmiş

Cr-Cu kullanılır. Bu malzeme ile kontak kaynaması önlenir ve iyi bir elektriksel geçirgenlik sağlanır.

Kontaklar birkaç mm ayrıldığında akım sıfırdan geçerek ark kesilir. Ark enerjisinin çok az olması dolayısıyla metal buharı çok çabuk kondanse olur ve büyük bir kısmı tekrar kontak yüzeylerine döner. Böylece kontak malzemesinin azalması minimuma iner ve kontakların ömrü uzar (Alperöz, 1987).

Vakumlu kesicilerde vakum tüpleri cam veya seramikten yapılmaktadır. Vakum tüpü içerisinde yüksek derecede bir vakum mevcut olduğundan, meydana gelebilecek herhangi bir delik veya çatlak içeriye hava girmesi ve vakumun kaybolması dolayısıyla kesicinin açma özelliğinin kaybolması sonucunu doğuracağından, vakum tüplerinin darbelere ve sarsıntılara karşı iyi bir şekilde korunmaları gerekmektedir. Vakum kesicileri zararlı röntgen ışınları yayarlar. Uygun malzeme seçimi ve ekranlama ile röntgen ışınlarının hücrenin dışına yayılması önlenir.

ANSİ (American National Standard Institution) normunun c37.85 nolu yönetmeliğine göre her vakum kesicinin röntgen ışınları yaymadığının rutin testlerle saptanması ve test protokollerinin resmi makamlara ibraz edilmesi gerekmektedir. Ancak uygulamada gerek yapımcı ve gerekse kullanıcı tarafından bu şartlara ne derece uyulduğu tartışma konusudur (Alperöz, 1987).

Vakum kesicilerinin kutuplarında hava, dolayısıyla oksijen bulunmadığından, kontakların oksitlenmesi söz konusu değildir. Vakum kesicilerinde ark herhangi bir ek mekanizmaya ihtiyaç kalmadan akım sıfırdan geçerken kendiliğinden söner. Kesici kutuplarının çok az bir enerjiye sahip olması ve metal buharlarının tekrar kondanse oluşu bu tip kesicilerin bir diğer olumlu yanıdır. Vakum kesicilerinde bakım yapılmadan gerçekleştirilebilecek anahtarlama sayısı diğer tip kesicilere oranla çok fazladır. Ayrıca anahtarlama sırasında kesici kutubu fonksiyonunu yerine getiremeyip tahrip olduğu zaman diğer tiplerde olduğu gibi çevreye zarar verilmez. Çünkü kutuplar içerisinde bulunan vakum dolayısıyla tahrip olan malzeme parçaları etrafa saçılmayıp tersine kendi içerisine doğru toplanır.

Vakum kesicileri uzun bakım periyoduna sahip olmakla beraber, çok kısa devre arızası anahtarlayarak ömrü bitmiş kutupların bakımı mümkün değildir. Yenisini ile değiştirilip, eskisinin atılması gerekir. Kutupların fiyatı ise tipe göre kesicinin fiyatının %60-70'i kadardır. Vakum kesicisi kutuplarının yurt içerisinde imali de mümkün olmadığından, yedek parçada devamlı dışa bağımlı kalınması söz konusudur. Dünyada ancak birkaç firma vakum kesicisi

kutuplarını yapma teknolojisine sahiptir (Alperöz, 1987).

-SF6 Gazlı Kesiciler

SF6 gazı çevre sıcaklığında renksiz kokusuz ve molekül ağırlığı fazla olduğundan havaya nazaran daha yoğun bir gazdır. Ortama bırakılırsa havayla karışmayarak yerde ince bir tabaka halinde durur. Zehirli değildir. Dielektrik dayanımı iyidir.

Arkın geçtiği küçük bölgede sıcaklık 10.000 ile 12.000 derece arasındadır. Bu sıcaklıkta SF6 gazı ayrışarak ortama kükürt ve flour 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 sıcaklıkta, kükürt ve flour iyonları tekrar SF6 gazına ve eski yalıtkan haline dönüşür (Alperöz, 1987).

SF6 gazlı kesicilerde kesme sırasında herhangi bir patlayıcı gaz meydana gelmez. Kesici kutubu içerisindeki ortam gaz olduğundan, keme sırasında basınç en fazla 1 bar artarak 2.5 bara ulaşır. Kesme sırasında ayrılan gaz, ark belli bir sıcaklığa indiğinde tekrar eski haline gelir. Bu nedenle gazın zamanla bozulması söz konusu olmaz ve kesicinin tüm ömrü boyunca elektriksel özelliklerini korur.

SF6 gazı zehirli olmamakla beraber anahtarlama sırasında meydana gelen metal floridler zehirlidir. Bu bakımdan kesicinin, özellikle söndürme hücrelerinin açılmasını gerektiren bakımları ancak imal edildikleri fabrikalarda yapılabilir. Ancak gazı alındıktan sonra kontak elemanlarının yerinde bakım ve değiştirilmesi mümkün olabilir.

Gaz basıncının sıcaklığa göre kompanze edilmiş bir manometre ile kontrol etmek mümkündür.

SF6 kesicileri az yağlı kesicilere oranla bir bakım periyodu içerisinde 2-3 defa daha fazla anahtarlama yapabilirler. Ancak bakımın daha zor olması, personelin daha iyi eğitilmesi gereği, bakım sırasında bazı özel cihazların gerekli olması bu tip kesicilerin olumsuz yanıdır.

SF6 kesicisinin bakımı için önce kesici kutupları yerinden sökülüp, kutuplardaki gaz özel bir cihazla alındıktan sonra, kutup açılarak içerisindeki metal floridler toplanıp %3'lük bir soda eriyiği ile nötrüalize edildikten sonra imha edilir. Bunlar yapılırken personelin koruyucu elbise, maske, eldiven vb. ile donatılması gerekir. Kontaklar ve ark söndürme hücresi kontrol edildikten sonra, kutup kapatılır ve 1 torr'luk vakumda bekletilerek sızdırmazlığı kontrol edilir. Bundan sonra gaz doldurularak rutubet ve gaz kaçağı kontrol edilir. Kutuplar yerlerine

monte edilerek kesici işlemeye hazır duruma getirilir (Alperöz, 1987).

1.2.2 Koruma Elemanları

Elektrik tesislerinde kullanılan çeşitli koruma elemanları mevcuttur. Burada önemli gördüğümüz konumuzla ilgili koruma elemanlarını kısaca inceleyeyim.

1.2.2.1 Sigortalar

Sigorta, akım devresine seri olarak bağlanan ve akım belirli bir değeri aştığı zaman eriyerek devreyi kesen koruyucu bir aygıttır. Sigortalar besleme hatlarını fazla yüklenmelere ve kısa devre akımlarına karşı korurlar. Ayrıca fazla yüklenen veya toprak ya da faz kısa devre arızası gösteren elektrikli aygıtları devre dışı bırakarak, zarar görmekten ve bunları kullanan insanların da kazaya uğramasından korurlar (Alperöz, 1974).

Eskiden kullanılan sigortaların eriyen telleri açıkta idi. Bu tür sigortalarda sigorta telinin eriyerek devreyi kesmesi esnasında akımın değerine bağlı olarak meydana gelen ark kontrol altına alınamıyor ve arkın dinamik ve termik etkileri hasara sebep olduğu gibi, kullananlar için de tehlikeli oluyordu. Bu nedenle incelemeler sonucu arkın söndürülmesi için eriyen tel kapalı alan içerisine alınmış ve yeni tip sigortalar geliştirilmiştir (Alperöz, 1974).

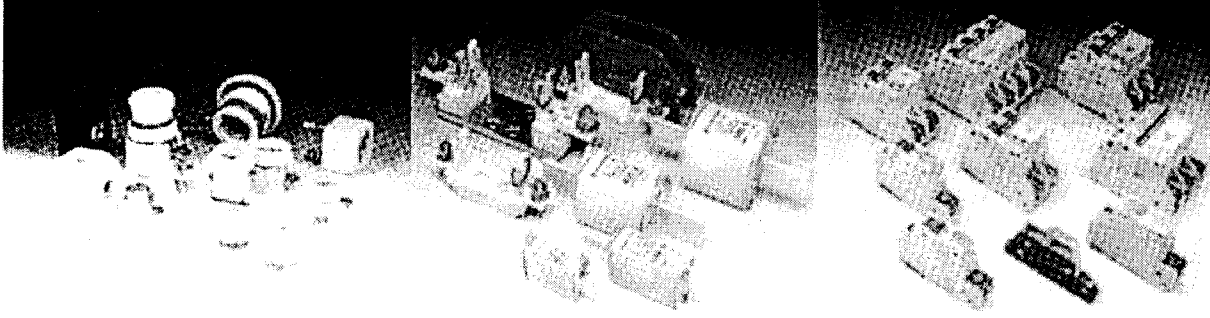
Kullanıldıkları yerlere ve amaçlarına göre çok çeşitli sigortalar vardır. Yüksek gerilimde sigortalar ayırıcılar ile kullanıldıkları gibi kesicilerden önce de kullanılabilirler. Yüksek gerilimde sigortalar dağıtım trafolarını, güç trafolarını ve bazı durumlarda da hatları korumakta kullanılırlar. Bu tip sigortalar kullanıldıkları yerin geriliminde çalışabilecek özellikte olmalı ve kısa devre sırasında devreyi açmalıdır. Şebekelerin selektif korunması da sigortalar yardımı ile yapılabilir.

Temel olarak sigorta mantığı; devreye seri olarak bağlanan ve üzerinden istenilen değerin üzerinde akım geçtiğinde ısınarak eriyen bir telin devreyi açmasına dayanır. Eskiden bu tip sigortalar yapıldı ki bunlara açık telli sigorta denir. Günümüzde kullanılmazlar.

Günümüzde sigortalar:

- Buşonlu sigorta,
- Bıçaklı sigorta,
- Buşonlu otomatik sigorta,
- Anahtarlı otomatik sigorta olarak sınıflandırılabilir.

Burada anahtarlı otomatik sigortalar kısa devreye ve aşırı akıma karşı devreyi korumasına karşı sigorta olmayıp mini kesicilerdir. Mantık olarak çalışma ilkeleri sigortalardan farklıdır. Anahtarlı otomatik sigortalar alçak gerilimde kullanılırlar.

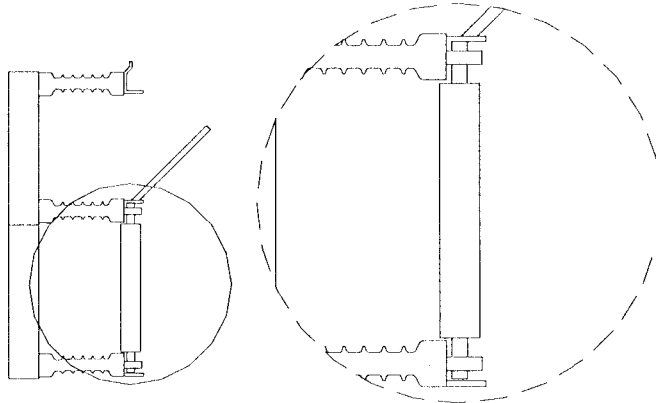


Şekil 1.35 Çeşitli sigortalar

Yüksek gerilimde sigortalar iki ana parçadan oluşurlar. Bunlardan birisi sigorta gövdesi, diğeri sigorta buşonudur. Buna ayak da denmektedir. Ayak kısmı çoğu zaman madeni alt çerçeve veya izolatörlerle tutturulur. Buşon kısmı ise çoğu zaman kapalı ve silindirik şekilde yapılır.

Devreyi açma özelliklerine göre buşonlar;

- Çok çabuk kısa anda devre açan eriyen telli buşonlar
- Çabuk eriyen telli, normal veya gecikmesiz buşonlar
- Geç eriyen, telli veya gecikmeli buşonlar



Şekil 1.36 O.G de bir hücre içerisindeki sigortalı seksiyoner ve sigortanın yakından görünüşü

Yüksek gerilimdeki sigorta çeşitlerini genel olarak şunlardır:

- Yüksek Dayanımlı Cam Buşon

Cam tüpün içerisinde eriyen tel bulunur. Eriyen telin kopması anında oluşacak arkı söndürmek için tüpün içerisinde sıvı karbon tetraklorür eriği bulunur. Çok düşük sıcaklıklarda donan bu sıvı cam tüpün içerisinde devre açma sırasında oluşan arkı söndürerek, buşonun çatlamasını önler.

- Borik Asitli Buşon

Fiber tüp içerisinde monte edilip içerisi borik asitle doldurulmuştur. Buşonun atması sırasında oluşan ark, borik asidi ayrıştırır ve açığa çıkan gaz arkı söndürür. 138kV'a kadar olan gerilimlerde kullanılırlar.

- Yağlı Buşon

Bu tip sigortalar 7,5kV'a kadar olan gerilimlerde kullanılır. İçerisinde transil yağ bulunur. Yük dağıtım merkezlerinde, enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılır.

- Bıçaklı Sigortalar

Bıçaklı sigortalar altlık ve buşon olmak üzere iki ana parçadan meydana gelir. Kesebilecekleri kısa devre akımları 100kA'den büyüktür. Bundan dolayı bunlara yüksek güçlü veya yüksek kesme güçlü (NH: Niederspannungs Hochleistungs, HRC: High Ripturing Capacity) sigortalar denilmektedir. Bunlar 5 değişik boyda 6A'den 630A'e kadar (6-10-16-20-25-32-35-40-50-63-80-100-125-160-200-250-315-400-500-630A) üretilmektedir.

Bu sigortalar anma akımlarının 1.25 katını devamlı olarak taşıyabilir, bundan sonraki aşırı akımlarda erirler. Bundan dolayı bu sigortalar aşırı akıma karşı koruma amacıyla kullanılıyorsa, o devre için müsaade edilen akımın $1/1.25=0.8$ katı bir değerde seçilmelidir. Örneğin bir kablo için seçilen akım 110A değerinde ise anma akımı $0.8 \times 110=88A$ olmalıdır. Ancak 88A anma akımında sigorta olmadığından, 80A'lik sigorta seçilir. Görüldüğü gibi burada bir evvelki anma akımına geçilmiştir. Aksi takdirde kablonun müsaade edilen akımdan daha fazla bir akımla yüklenmesine izin verilmiş olurdu (Alperöz, 1987).

1.2.2.2 Parafudurlar

Enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde yüksek gerilimler çeşitli şekillerde ortaya çıkmaktadır. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yıldırım etkisi ile oluşan yüksek gerilimler.
- Geçici olaylar sonucu ortaya çıkan yüksek gerilimler.

- Devre açma sırasında oluşan yüksek gerilimler.
- Arızalar sonucu oluşan yüksek gerilimler.

Atmosferik olaylar sonucu oluşan yüksek gerilimler genel olarak hatlar üzerine yıldırım düşmesi sonucu ortaya çıkar. Yıldırım, hat ile toprak arasında bir yük boşalmasıdır. Bulutun veya toprağın yük durumuna göre, buluttan toprağa veya topraktan buluta yük akabilir. Hat üzerine düşen yıldırım hattın her iki yönünde ilerleme yapar. Yıldırım düşen yerde milyonlarca volt gerilim oluşarak yalıtkan kısımlardan atlar ve bir çok alet ve makineleri kullanılamaz duruma getirir. Yıldırımın düştüğü noktadan uzaklaştıkça etkisi azalır. Işık hızı ile hareket eden yıldırımın etkisi çok kısa zamanda sona erer.

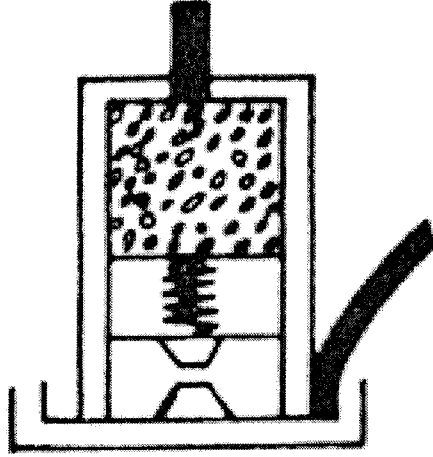
Hava hatlarını yıldırımın zararlı etkilerinden korumak için enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde bazı tedbirler alınır. Bunlardan biri, hava hatlarında uygulanan ve direklerin üst kısmına konan koruma iletkenidir. Koruma iletkeni toprak ile bağlantı olup, çelik veya çelik-alüminyum iletkenlerden yapılır. Kesitleri yıldırım düştüğünde erimeyecek kadar kalın olmalıdır. Koruma iletkeni birden fazlada olabilir.

Koruma iletkenleri, hat üzerine yıldırım düşmesine engel olamazlar. Bunun için parafudurlar kullanılırlar. Parafudurlar, enerji iletim hatlarında, generetör ve transformatörlerde kullanılan yalıtkanları yıldırımların zararlı etkilerinden korumak amacıyla kullanılmaktadırlar. Özellikle trafoların giriş ve çıkışları ile baralarda parafudurlar kullanılır. Normal durumlarda parafudurlar toprağa karşı akım geçirmezler. Fakat yıldırım düştüğünde, parafudur üzerinden çok büyük akımlar geçerek toprağa boşalır. Yıldırımın etkisi geçince tekrar normal çalışmaya dönüşür. Normal çalışmada parafudur açık durumda olan bir devre elemanıdır.

Parafudurlar çeşitli şekillerde yapılırlar. Çeşitli yapılarıdaki parafudurlar ve özelliklerini inceleyelim.

- Oksit Tabakalı Kurşun Çakılı Tip Parafudurlar

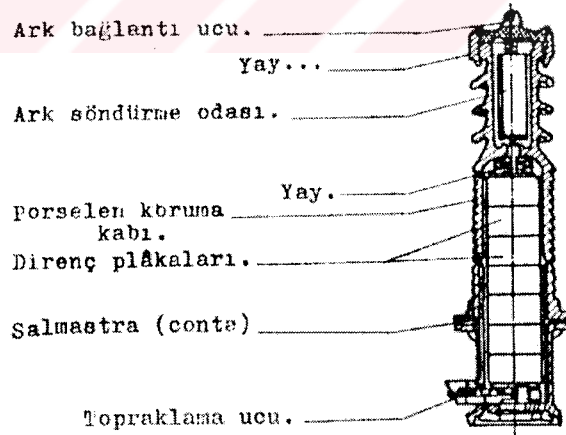
Bu parafudurun içerisinde, üzerileri kurşun monoksit (PbO) ile kaplanmış yuvarlak kurşun peroksit (PbO₂) tanecikleri vardır. Bu tanecikler, iki adet elektrodu bulunan bir kutu içerisine konulmuştur. Elektrotlar madeni olup iyi bir iletim özelliğine sahiptir. Tanecikler elektrotlara değmektedir. Elektrotlar arasına bir hava aralığı bulunur. Normal işletmede bu hava aralığından gerilim atlaması olmaz. Hat üzerine yıldırım düştüğünde bu hava aralığı ve kurşun tanecikler iletken duruma geçerler. Yıldırımın boşalması sona erince bu tanecikler yüksek dirençli duruma gelirler. Bu tip parafudurlar açık havada, trafolarla gerilimi 50kV'a kadar olan aygıtları yıldırımın etkisinden korumakta kullanılır.



Şekil 1.37 Kurşun çakıllı parafudur

- Thyrite Tipi Parafudurlar

Porselen bir kap içinde yaklaşık 15cm. çaplı ve 2,5cm. kalınlığında thyrite denen gereçten yapılmış disklerin üstüste konulması ile oluşturulan bu tip parafudurların ucunda pirinç diskler vardır. bir çeşit demir oksittir ve direnci gerilimle ters orantılı olarak değişir. Dış bağlantı uçları bunlara bağlanmıştır. Thyrite bir çeşit demir oksittir ve direnci gerilimle ters orantılı olarak değişir. Yıldırım düştüğünde, yüksek gerilim disklerin direncini küçültür. Bu bakımdan yıldırım toprağa akar. Boşalma sonucunda direnç eski durumunu alır.



Şekil 1.38 Thyrite tipi parafudur

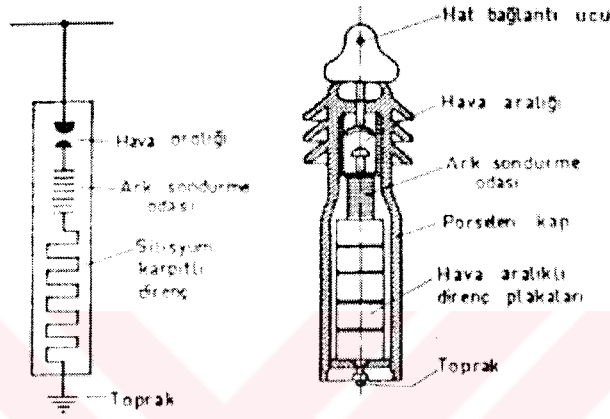
- Valf Tipi Parafudurlar

Bu çeşit parafudurlar da thyrite tipi parafudurlar gibi yüksek dirençli disklerin ve mika rondelaların sıra ile birbiri üstüne konması şeklinde oluşturulurlar. Bu disk ve rondelalar porselen bir kap içerisine konulmuşlardır. Yıldırım düştüğünde bu sütün üzerinden toprağa bir

yük boşalması olur. Disklerin dirençlerinin yüksek olması, diskler arasında bir ark oluşmasını önler. Yüksek gerilim etkisi sona erince direnç sütunu eski durumuna döner. Disklerin sayıları kullanma gerilimine göre ayarlanabilir.

- Silisyum Karpitli Parafudurlar

Silisyum karpitli parafudurların çalışmaları da thyrite tipi parafudurlara benzer. Diskler silisyum karpitten yapılmışlardır. Disklerin direnci gerilimle ters orantılıdır. Hava aralıkları, kullanma gerilimine göre değişir.



Şekil 1.39 Silisyum karpitli parafudur

Hat üzerine yıldırım düştüğünde yüksek gerilim, hava aralığı ve diskler üzerinden atlayarak toprağa boşalır. Silisyum karpit bu sırada düşük dirençlidir. Yüksek gerilim etkisi geçtikten sonra diskler tekrar yüksek dirençli duruma gelir.

1.2.2.3 Röleler

Tesiste normal işletme koşulları dışında koşullar oluştuğunda sistemin hasar görmemesi veya hasarın mümkün mertebe sınırlı kalması için kullanılan aletlere röleler denir. Santrallerde generatörler, enerji iletimi ve dağıtım devrelerinde kullanılan transformatörler ve çeşitli devre elemanları ve aşırı akım, yüksek gerilim, ısınma, toprağa kaçak salınım ve dengesiz yüklenmelere karşı korunmalıdırlar. Bildirim sistemleri arızaları sesli ve ışıklı sistemlerle uyarırlar. Şebekelerde olan arızaları önlemeleri için rölelerle birlikte bildirim sistemleri birlikte kullanılır.

Şebekelerde görülen başlıca arızalar şunlardır:

- Kısa devreler,

- Gerilim yükselmeleri,
- Dengesiz yüklenmeler,
- Salınımlar,
- Toprak ve gövde kaçakları,
- Geri güç,
- Düşük gerilim,

Santraller ve enerji iletim-dağıtım şebekelerinde elektriksel arızalardan ayrı olarak mekanik arızalar için de röleler ve bildirim sistemleri kullanılabilir. Bunlara örnek olarak transformatörlerde kullanılan “Bucholz Rölesi” gösterilebilir.

Röleler çoğu zaman devre açıcı elemanlar ile birlikte kullanılır. Örneğin devre kesicilerle (disjonktör) birlikte kullanılabilir.

Röleler çalışma prensiplerine göre şu şekilde sıralanabilir:

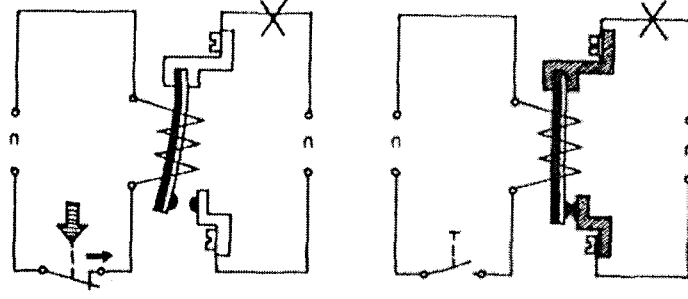
- Elektro termik röleler,
- Elektro mağnetik röleler,
- Elektro dinamik röleler,
- Bileşik tip röleler (termik-mağnetik tip)

Bağlanış şekillerine ise röleleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Primer röleler,
- Sekonder röleler,
- Yardımcı akımlı röleler,
- Diferansiyel tipli röleler,

- Termik Röleler

Isı uzama katsayıları farklı iki ayrı metalden yapılmış bu röleler, üzerinden geçen bu akımın oluşturduğu ısı ile çalışırlar. Bimetal üzerinden geçen akım, ayarlanan akımdan küçük olduğu durumda devre kapalıdır. Geçen akım ayarlanan akımdan büyük olursa bunun oluşturduğu ısı bimetale etki ederek büker. Böylece devrenin açılması gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 1.40 Termik röle çalışma prensibi

Termik röleler üzerinden geçen akımla çalıştıkları gibi, akım transformatörü kullanılarak da çalıştırılabilir. Röle genel olarak bir devrenin akımının kesilmesinde kullanılır. Termik rölelerde yapılan devre açmalarında zaman çok önemlidir. Bimetalin ısınarak devreyi açması için geçecek zaman, devrede istenmeyen olaylara neden oluyorsa, devreleri ani olarak açabilecek başka tip rölelerin kullanılması uygun olur.

Termik röleler de kontakları açma sırasında oluşan arkı dolay aşınırlar. Bunların zaman zaman temizlenmesi ve iletkenliğinin sağlanması gerekir.

- Mağnetik Röleler

Bu tip rölelerde devre açma işlemi bir elektro mıknatıs yardımı ile olur. Elektro mağnetik rölelerin yapıları çok basittir. Çalışma prensipleri kontaktörlere benzemektedir. Primer, sekonder ve yardımcı kontaklı röleler hep elektro mağnetik prensiplerle çalışmaktadır. Mağnetik prensiplerle çalışan rölelerde hep açmalar oldukça ani olarak yapılabildiği için kontakların aşınması önlenir. Kullanılmakta olan rölelerin çoğu bu prensiple çalışmaktadır.

Elektro termik ve elektro mağnetik rölelerden ayrı olarak daha başka rölelerde kullanılır. Bu rölelerin çalışma şekilleri aynı adlı ölçü aletlerinin çalışma prensiplerine benzer. Bu bakımdan burada tekrar edilmeyecektir.

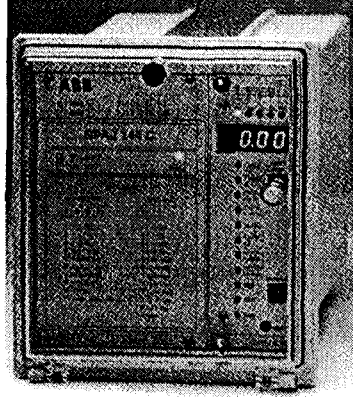
- Aşırı Yüklemeler ve Aşırı Akım Röleleri

Generatör ve transformatörlerin aşırı yüklenmeleri, bunların ısınmasına ve verimlerinin azalmasına neden olur. Generatör ve transformatörlerin aşırı yüklenmelerine karşı aşırı akım röleleri kullanılır. Bu rölelerin en basiti primer rölelerdir. Ayrıca sekonder ve ara röleli bağlantılar da aşırı akımlar için, hatta kısa devreler için kullanılabilir.

Primer röleler alçak gerilim ve küçük güçlerde kullanılır. Dış devre akımı da röle bobini

akımından da aynen geçer. Bu bakımdan röle bobininin kesiti de kalındır.

Büyük gerilimler ve güçler için primer rölelerin kullanılması uygun olmaz. Bu durumda sekonder röleler kullanılır. Röle bir ölçü transformatörü üzerinden devreye bağlanır. Çok büyük akımlarda trafonun doyuma ulaşarak yanlış devre açmaları yapmaması için ikinci bir röle, ara röle olarak kullanılabilir.



Şekil 1.41 Aşırı akım rölesi (ABB)

Geçici olaylar nedeniyle akım ve gerilimlerde görülen yükselmeler için devrenin hemen açılması istenmiyorsa yardımcı röleli veya zaman gecikmeli röleler kullanılır.

Rölelerin ayarlarını yapmak suretiyle çeşitli akımlarda kullanılması mümkündür. Bunun için çekme ve germe yayları ayarlanır.

- Gerilim Yükselmesine Karşı Koruma Röleleri

Bu rölenin görevi, generatörün yükünün ani olarak kalkması üzerine ortaya çıkan gerilim yükselmelerine karşı generatörü korumaktır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için bir aşırı akım rölesi kullanılır. Buhar türbinlerinde yük azlığında buhar, devir fazla yükselmeden azaltılabilir. Aşırı hız nedeniyle oluşan gerilim, otomatik gerilim regülatörleri yardımı ile kontrol altına alınabilir. Hidrolik santrallerde ise su akışı hemen durdurulamaz. Bu yüzden aşırı hız sözkonusu edilemez. Uyarım generatörü bağlı olduğu için gerilim yaklaşık olarak devrin karesi ile orantılı bir şekilde artar. Bu nedenle aşırı gerilimlere karşı yapılan koruma bağlantıları hidrolik ve gaz tırbünlü santrallerde uygulanabilir. Buhar tırbünlü generatörlerde uygulanmaz. Röleyi yeterli derecede frekansa bağlı bir duruma getirebilmek için önüne bir direnç bağlanmıştır. Çok kısa zaman devam eden gerilim yükselmelerinde, generatörün devreden çıkmaması için aşırı gerilim rölesi bir zaman gecikme rölesi ile birlikte kullanılır.

Röle, genaratörün uyarımını kesmek ve kesiciyi kumanda etmek gibi işleri zaman gecikme rölesi ile birlikte yürütür. Bu koruma sisteminin üç fazlı olmasına gerek yoktur. Herhangi iki faz arasında görülen gerilim yükselmesi diğer fazda da görülür.

Şebekelerde görülen aşırı gerilimler için de en tehlikeli olanı şüphesiz yıldırımlardır. Yıldırım etkisi ile olan aşırı gerilimler çok büyüktür. Bu gerilimler izolasyon bozulmalarına neden olur. Bu durumda oluşan gerilimler parafudurlar veya kondansatörler yardımı ile zararsız duruma getirilmektedir.

- Dengesiz Yüke Karşı Koruma Rölesi

Bir genaratörü dengesiz yüke karşı korumak kullanılan bu röle genaratörün dengeli yüklenmesini sağlamak bakımından önemlidir. Normal senkron hızda stator akımlarının dengesiz olması dolayısıyla çift frekanslı bileşke akımlar oluşarak rotorda ısınmalara neden olduğu için bu röle kullanılmaktadır.

- Geri Güce Karşı Koruma Rölesi

Tirbünün güce göre otomatik şekilde ayarlanan kapağı kapandıktan sonra valflerde tuz birikmesi nedeni ile buhar girişi tam olarak kesilmeyebilir. Bu anda genaratör şebekeden ayrılmazsa genaratörü döndüren türbinlerden verilen döndürücü moment çok küçülür ve sıfır olabilir. Bu durumda genaratör, senkron motor olarak çalışır. Ancak bu durumda yüksüz tirbün kanatları ambaleye kadar giderek sistemde önemli arızalar oluşturur. Bu koruma rölesinin görevi, baradan genaratöre güç akışını önlemektir. Normal işletmelerde genaratörden baraya akım akışında röle çalışmaz. Bu koruma rölesi genellikle bir zaman rölesi ile birlikte kullanılır. Zaman rölesinin görevi ise gereksiz yere devre açmalarının önüne geçmektir.

- Diferansiyel Röleler

Bunlar giriş ve çıkış büyüklüklerini mukayese ederek çalışan rölelerdir. Bunlar özellikle güç trafolarında iç arızalara karşı , genaratörün arızalarına karşı, TC'de pek kullanılmamakla beraber, aynı akımın geçeceği bir yerde yada aralarda bir yerde arıza olan bir yerlerde selektif açtırmayı sağlamak için kullanılır. Bu uygulamada koruma sistemine ilişkin çift iletken seçilmesi gerekmektedir. Bu anlamda mesafe rölesinin başarılı olmadığı yerlerde selektif korumayı sağlar.

- Tekrar Kapama Rölesi

Bir otomatik kumanda cihazıdır. Bunlar havai hatlı şebekelerde kullanılır. Fazlarda oluşan kısa süreli kısa devreler için kullanılırlar. Arıza yerine enerji sevki kısa bir zaman (yaklaşık

200 ile 500 ms) kesilebilirse bu tip arızalar giderilebilirler. Enerji tekrar verildiğinde arıza kaybı olmuşsa hat işletmede kalır, arıza devam ediyorsa bu takdirde de normal selektif koruma cihazları ile açılır. Açma-kapama kumandası bir tekrar kapama veya kısa kesinti (Kurzunterbrechung) rölesi tarafından verilir. Bu röle de kesinti zamanı ayarlanabilir. Kesinti zamanının alt sınırı ark yolunun deiyonize olma zamanı ile, üst sınırı da ayrılan şebeke kısmının asenkron hale gelmemesi ile sınırlıdır. Müsaade edilen kesinti süresi 1 fazlı kısa kesintide, 3 fazlı kısa kesintidekinden fazla olabilir. Çünkü bu durumda hat, enerjisi kesilmeyen diğer iki faz tarafından 220kV daha yüksek gerilimli etkili topraklanmış şebekelerde kullanılır. Bu durumda her kutubu ayrı ayrı açılıp kapatabilen kesiciler kullanılması gerekir (Alperöz, 1987).

- Faz Toprak Kısa Devrelerini Önleme Rölesi

Generatör ve transformatörlerde çok sık görülen bir arıza da toprağa kaçaktır. Bu durum çoğu zaman izolasyonun bozulması ile ortaya çıkar. Arızanın çabuk giderilmemesi ile arıza gerçek bir kısa devre arızasına dönüşebilir. Bunun için faz toprak kısa devrelerini önleme röleleri kullanılır. Diferansiyel röle bu şekilde bir arıza için yeterli duyarlılıkta değildir. Faz toprak kısa devreleri için yapılan koruma bağlantıları için, generatörün yıldız noktası, omik direnci çok büyük olan bir direnç üzerinden topraklanmalıdır. Sargılardan biri toprağa kaçak yaptığında, toprak üzerinden kapanan devrede bir akım akışı olur. Bu akım generatör için tehlikesiz bir durumda tutularak faz toprak kısa devresi rölesinin çalıştırılmasında kullanılır. Generatör nötrünün büyük değerli bir değerli bir empedans bobini üzerinden topraklanması durumunda, diferansiyel röleler etkinliklerini kaybederler. Bu nedenle faz toprak kısa devresinin önlenmesi sözü edilen röle ile gerçekleştirilir.

Faz toprak arızalarına karşı koruma, nötr hattının topraklanmasına göre seçilir. Doğrudan doğruya topraklama baralarına veya bir dağıtım şebekesine bağlanan generatörlerde, faz toprak kısa devresine karşı, topraklama akımından başka topraklama geriliminin de dikkate alınması gerekir. Bu durumda vatmetrik koruma röleleri kullanılır. Bir bara sistemine bağlı birkaç generatör varsa vatmetrik koruma da toprağa kaçak durumunda generatörlerin toprak kaçağı akımları birbirine eklenerek arıza yerini fazlaca zorlar. Bunu önlemek için bir bara sistemine bağlı generatörler için ayrı bir topraklama akımı veren bağlantılar oluşturulur.

- Mesafe Koruma Röleleri

Bunlar arıza olan noktaya kadar olan direnci, bazen empedansı ölçerek çalışan rölelerdir. Bir hattın empedansı mesafe ile doğru, kesit ile ters orantılıdır. Mesafe röleleri ile arızanın hangi

noktada olacağı görülür ve mesafeye bağlı olarak açtırma süresi uzatılır. Alçak gerilimde mesafe rölesi kullanılmaz.

- Termistörler

Direnci sıcaklıkla değişen elemanlardır. Genellikle iki türlü imal edilirler. Termistörün sıcaklığı tehlikeli sıcaklığa ulaştığı zaman, pratik anlamda termistör direnci ∞ olup açık devre olur. Bu kontağın açılması demektir.

Termistör direnci yükselir, fakat devre açılacak derecede yükselmemişse, yükselen direnç de devreyi açmaz, yalnızca alarm verir.

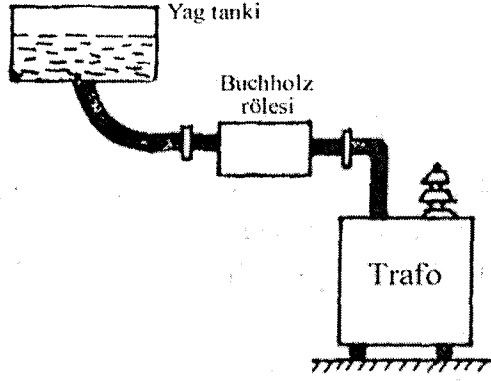
Kuru tip trafoların korunmasında, alternatör ve elektrik motorlarında kullanılır.

Özellikle elektrik motorlarında normal termik rölelerin etkili olmadığı, 2 faza kalma durumunda termistörler fevkalade etkili olurlar. Termistörler doğrudan sargı sıcaklığını algırlar. Pahalı ve yüksek güçlü motorlarda muhakkak termistörler kullanılır.

- Buchholz Rölesi

Buchholz rölesi transformatörlerde yağ tankı ile transformatör arasında kullanılır. Orta ve büyük güçlü transformatörlerde, genel yapısı basit olmasına rağmen önemli fonksiyona sahiptir. Transformatörlerin sargıları ile nüvelerinde oluşacak arızalarda devreyi açarak koruma işini yaparlar. Bu röle dökme demirden yapılmış bir kutu içerisine yerleştirilen hareketli iki şamandıra ve kontaklar ile röle bağlantılarından oluşmaktadır. Bazı tiplerde kontaklar cam bilyeler yardımı ile de kapatılabilir.

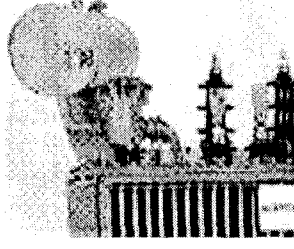
Röle içerisindeki şamandıralar yağ tankı içerisinde yüzer durumdadır. Trafo içerisinde oluşan küçük arızalarda üstteki şamandıra, büyük arızalarda da alttaki şamandıra çalışarak gerekli açma-kapama elemanlarını harekete geçirir. Arıza sırasında yağ içerisinde oluşan gaz kabarcıkları yukarıya doğru hareket ederken şamandıraları oynatıp kontakları kapatır ve arızayı haber verirler. Şamandıraların içerisinde cıva bulunur. Cıva, gaz kabarcıkları yardımı ile harekete geçirilip kontakları birleştirir ve yardımcı röleyi çalıştırarak gerekli açma-kapama elemanlarını harekete geçirir.



Şekil 1.42 Buchholz rölesi kullanım şeması

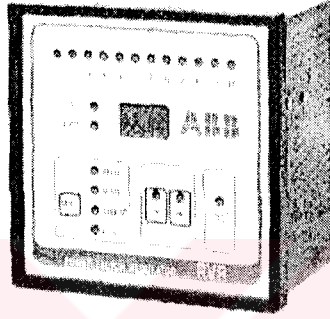
Kontaklar cam bilye ile kapatıldığı durumda ise gaz kabarcıkları fazla olursa rölenin açma kontağı kapanarak kesiciyi devre dışı eder. Böylece trafo da devreden ayrılmış olur. Çabuk büyüyen arızalarda bu çalışma şekli görülür. Gaz kabarcıklarının rengine bakarak arızanın cinsi belirlenebilir. Cam kapta toplanan bu gaz kabarcıkları beyaz renkte iseler arıza kağıt izolasyonlarda, toplanan rengi sarı ise arıza ahşap kısımlarda, siyah ve gri gaz ise arızanın yağın yanması sonucu oluştuğunu gösterir. Ayrıca cam kapta toplanan gaz, cam kap açılarak kontrol edilebilir. Burada musluktan çıkan gaz kibrit alevi tutularak yanıp yanmadığına bakılır. Gaz yanıcı ise trafo içerisindeki izolasyonların arızalı olduğu sonucuna varılır. Gaz yanıcı değilse önemli bir tehlike yoktur.

Buchholz rölede arızanın tipine göre açma-kapama veya arıza durumu alarmı vardır. Mağnetik devreye karşı bir kısa devre, elektrik devrelerindeki hata teması, izole edilmiş kısımlardan kıvılcım çıkması gibi ve toprak kaçağı gibi durumlarda alarm; yağ sirkülasyon pompasının hava emmesi, bir izole maddenin parçalanması, sargılar ve bağlantılar arasında kısa devre, gerilim altında bulunan kısımlardan toprağa kaçak gibi durumlarda da açma olayı olur. Yağ seviyesinin azalması ile çok kuvvetli arıza yüklerinde önce alarm sonra gerekli açma-kapama elemanlarında açma olayı görülür.



Şekil 1.43 O.G trafo üzerinde buchholz rölesi

- Reaktif Güç Kontrol Rölesi



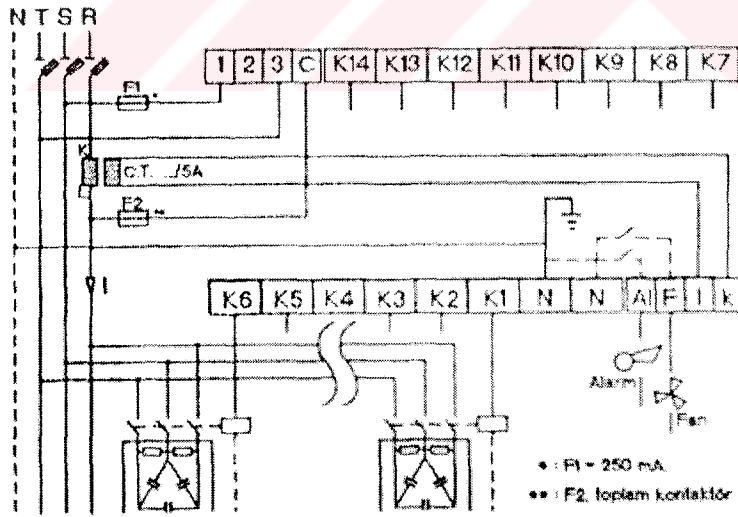
Şekil 1.44 Dijital reaktif güç kontrol rölesi (ABB)

Reaktif güç kontrol röleleri O.G ve A.G'de sistemin çektiği reaktif enerjiyi kompanze eden kondansatör gruplarını kontrol amacıyla kullanılırlar. Bunun dışında ölçme ve alarm sinyali gönderme görevi de yaparlar. Reaktif güç kontrol röleleri manuel ve dijital olarak kullanılmaktadırlar. Manuel olan reaktif rölelerde $\cos\phi$, akım, gerilim değerleri ayrıca ölçü cihazları ile yapılırken dijital rölelerde bu özelliklerin hepsi bulunabilmektedir. Türkiye de bu amaçla çok çeşitli reaktif güç kontrol rölesi kullanılmaktadır.



Şekil 1.45 Dijital programlanabilir güç kontrol rölesi (SIEMENS)

Türkiye’de Siemens, Schneider, ABB, ENTES, EAE vs.. gibi firmalar çok amaçlı olarak dijital ve manuel reaktif güç kontrol rölesini kompanzasyonda satışa sunmaktadır. Özellikle Türkiye’de Resmi Gazetede çıkan yeni yönetmeliğe göre bütün kompanzasyon panosu bulunan abonelerin Şubat 2001 itibariyle reaktif değeri aktif değere göre %33 sınırına çekmeleri istendikten sonra piyasada daha çok dijital röle kullanımı yaygınlaşmıştır. Dijital rölelerde bilgisayar ortamında ölçülen değerlerin ekranlanması için kumanda uçları, alarm çıkışı ve ayrıca bir tane fan çalıştırmak için fan çıkış ucu da bulunabilmektedir.



Şekil 1.46 Reaktif güç kontrol rölesi bağlantı şeması (EAE)

Reaktif enerjiyi üretmek için iki kaynak kullanılır; senkron motorlar ve kondansatörler. En ekonomik ve kayıpları en düşük olan yöntem kondansatör kullanmaktır. Bu yüzden kondansatörler yaygın olarak kullanılmaktadır (Özkahraman, 1999).

Kompanzasyon işlemi 3 farklı şekilde gerçekleşir;

- 1- Bireysel Kompanzasyon: Kondansatörler reaktif güç tüketen cihazların ucuna direk bağlanırlar.
- 2- Grup Kompanzasyon: Birden fazla reaktif güç tüketen işletmelerin bulunduğu işletmelerde bu cihazların topluca bir kondansatör gurubu tarafından beslenmesi yöntemidir. Bu durumda kondansatörler, anahtarlar yardımıyla, gerektiğinde kademeli olarak devreye bağlanabilirler.
- 3- Merkezi Kompanzasyon: Reaktif güç değişiminin fazla olduğu işletmelerde reaktif güç kontrol cihazları kullanılarak ihtiyaç kadar kondansatör, anahtarlama yapılarak, enerji girişinde devreye alınır. Bu cihazlar, sistemin güç faktörünü kullanıcı tarafından belirlenen güç faktörü değerine getirmeye çalışırlar (Özkahraman, 1999).

Bir kompanzasyon cihazının çalışabilmesi için akım ve gerilim bilgisine ihtiyaç vardır. Ayrıca kendisinde C/k değeri ve kullanıcı tarafından ayarlanmış % değeri bilgisi bulunmalıdır.

C/k değeri; ilk kademe kondansatör gücünün kVAr cinsinden değerinin, akım trafosuna oranıdır. $C/k = Q_c(kVAr)/k$

C/k değeri cihaza manuel olarak girilirken yeni geliştirilen cihazlarda bu değer de otomatik olarak hesaplanmaktadır (Özkahraman, 1999).

2. UYGULANMIŞ 34,5/0,4kV ORTA GERİLİM PROJESİ

2.1 Genel Bilgiler

Bir Orta Gerilim Projesini resmi olarak gerçekleştirmek isteyen bir kuruluşun SMM Belgesi ve Büro Tescil Belgesi olması gerekmektedir. Bundan başka gücüne göre Elektrik Kurumuna veya Enerji Bakanlığına onaya gidecek proje için gerekli inceleme yapılarak Enerji Müsaade Belgesi için güç talebinde bulunulması gereklidir. Enerji Müsaade Belgesi alındıktan sonra SMM Belgesi, Büro Tescil Belgesi ile birlikte Enerji Müsaade Belgesi de onaya gidecek proje dosyasına konulur. Örnek SMM, Büro Tescil ve Enerji Müsaade Belgeleri ileride örnek olarak verilecektir (Ek 2). Bunlardan başka OG Projesi dosyasına Projenin gerçekleştirilmesi ile ilgili Gereçeler Raporu konulur. Bu evrakların yanında gerekli hesaplamalar yer alır.

Trafo gücünü tespit için enerjinin gittiği noktalardaki tablo güçleri tespit edilerek bu tablo güçlerinin eşzamanlık faktörlerine, trafo verimi ve $\cos\phi$ değerlerine göre trafo gücü hesaplanır. Trafo merkezinin kompanzasyon hesabı yapılır. OG Trafosundan kuvvet tablolarını besleyen kablolar gerilim düşümü ve ısınma yönünden hesaplanarak gerekli kesitler tespit edilir. Bunların dışında kısa devre hesabı yapılır ve bu hesaba göre kısa devre kesme gücü, kısa devre açma akımı ve akım trafosu tespit edilir. Bu hesaplamalar da OG Projesi dosyasına konulur. Ayrıca OG Trafosuna ait OG ve AG elektrik tesisatı keşif özeti ilgili kurumun birim fiyat listesine göre çıkartılarak dosyaya eklenir (Ek 1). OG Projesi dosyasına bunlardan başka projede kullanılan malzemelerin katalogları konulabilir.

Ek olarak OG Projesinde proje paftaları yer alır (Ek 3). Bu paftalara örnek olarak uygulanmış bir OG Projesinin paftaları ileride işlenecektir. Paftalarda; Güç Dağılım Planları, OG Trafosu Tekhat Şeması, OG Trafosuna ait Trafo Montaj Planları, OG Trafosu üzerine Güç Dağılım Planı gibi projeler bulunur.

Onaya giden proje olarak daha önce yaptığım bir proje ve dosya evraklarını burada işleyelim. Daha sonra da anlatılan bu projenin scada sistemine uygulanmasını 3. kısımda ele alacağız.

2.2 Trafo Gücü Hesabı

Trafo gücü hesabında talep edilen güce uygun enerjinin nerelerde kullanılacağını gösteren güç dağılım planları oluşturulur. Bu planlara göre kuvvet tablolarının herbirinin güçleri tespit edilir. Bu güçlere göre trafo gücü tespit edilir.

Ülker Gıda Sanayii Ticaret A.Ş. firmasına yapılan 1600kVA lık bir trafo projesini örnek olarak inceleyelim:

Çizelge 2.1 Trafo gücü hesabı

SIRA NO	TABLO İSMİ	KURULU GÜÇ(kW)	EŞZAMANLIK FAKTÖRÜ	TALEP GÜCÜ
1	BT1	550	0,9	495
2	BT2	250	0,9	225
3	ZT1	150	0,9	135
4	ZT2	250	0,9	225
5	KT1	250	0,9	225
			TOPLAM	1305

Trafo gücü çarpanı : 1,1

Düzeltilmiş $\text{Cos}\phi=0,96$

Buna göre trafo gücü:

$$S = \frac{1305 \times 1,1}{0,96} = 1495,3 \text{ kVA} \quad (2.1)$$

Bu durumda trafo 1600kVA olarak seçilmiştir.

2.3 Kompanzasyon Hesabı

Bir önceki tabloda hesapladığımız Talep Gücüne göre kompanzasyon yapılır.

TALEP GÜCÜ: 1305kVA

MEVCUT $\text{Cos}\phi_1=0,76$ Bu değere göre $\text{Tan}\phi_1=0,86$

OLMASI İSTENİLEN $\text{Cos}\phi_2=0,96$ Bu değere göre $\text{Tan}\phi_2=0,29$

$$\begin{aligned}
Q_c &= P \times (\tan\phi_1 - \tan\phi_2) \\
Q_c &= 1305 \times (0,86 - 0,029) \\
Q_c &= 743,85 \text{ kVAr}
\end{aligned}
\tag{2.2}$$

Bu değerlere göre yapılması gereken kompanzasyon değeri 800kVAr'dır.

Kullanılacak sabit grup trafo gücünün %3'ü değerindedir. Buna göre;

$$1600 \times 0,03 = 48 \text{ kVAr}$$

Yukarıdaki işlemlere göre kompanze edilecek 1600kVA'lık trafonun kompanzasyon sırası şu şekilde olur:

$$50 \text{ kVAr (Sabit)} + 50 \text{ kVAr (1. Grup)} + 100 \text{ kVAr (2.3.4.5.6.7.8 Grup)} = 800 \text{ kVAr}$$

Tesis scada sistemine uygulanacağı için otomatik kompanzasyon yapılacaktır.

2.4 Gerilim Düşümü Hesabı

Gerilim düşümü hesabında OG Güç Dağılım Planlarındaki kuvvet tablolarına giden kabloların uzunlukları paftalardan yaklaşık olarak tespit edilir. Bu uzunluk değerleri ve güç değerlerine göre gerilim düşümü hesabı yapılır ve kabloların gerilim düşümü hesabına göre kesitleri tespit edilir. Bu değerler daha sonra ısınma yönünden kontrol edilir.

Çizelge 2.2 Gerilim düşümü hesabı değerleri

SIRA NO	TABLO İSMİ	UZUNLUK (mt)	TALEP GÜCÜ (W)	KESİT (mm ²)
1	BT1	92	385.000	146,01
2	BT2	104	225.000	96,46
3	ZT1	84	120.000	41,55
4	ZT2	117	200.000	96,46
5	KT1	72	200.000	59,36

$$q(\text{mm}^2) = \frac{P(W) \times L(m)}{\chi \times \varepsilon \times U^2} = \frac{P(W) \times L(m)}{56 \times 0,03 \times 380^2} \tag{2.3}$$

Yukarıdaki formüle uygun olarak tablo beslemelerine ait gerilim düşümü hesabı yapılmıştır. Gerilim düşümünün %3'den küçük olacağı gözönüne alınmıştır.

2.5 Güç Kaybı ve Isınma Kontrolü Hesabı

Tesiste kullanılan kuvvet tablolarının çektiği akımlar talep güçlerine göre kontrol edilir. Bu akım değerlerine göre kablo kesitleri ve tablolardaki ana sigortaların akım değerleri tespit edilir.

Tesislerde kullanılan kablolardan çekilen akımlar şu formüle göre hesaplanır:

$$I(A) = \frac{P(W)}{3 \times U \times \cos \varphi} \quad (2.4)$$

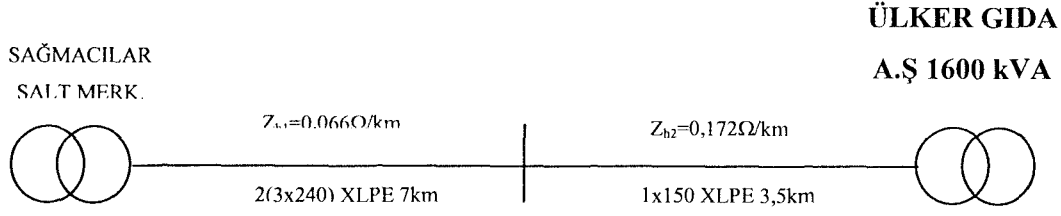
Tesislerde kullanılan kabloların redüksiyon faktörleri dizilişlerine ve buldukları ortama göre değişir. Biz burada kablolar kablo tavalarında ve iyi havalandırılmış olarak alacağız. Bunun yanında kablolar arasındaki mesafe iki kablo çapı mesafesi kadar alınacaktır. Buna göre redüksiyon faktörü 1 olarak alınacaktır.

Burada tespit edilen kablo kesiti değerleri gerilim düşümü hesabında belirlenen kesit değerleri ile mukayese edilerek belirlenmiştir.

Çizelge 2.3 Isınma yönünden kablo kesitleri ve kuvvet tabloları ana sigortaları değerleri

N O	TABLO İSMİ	TALEP GÜCÜ (W)	ÇEKİLEN AKIM (A)	KABLO TİPİ (NYV)	AKIM TAŞIMA KAP. (A)	REDÜK. FAK. (%)	AKIM TAŞIMA _x REDÜK.	SEÇİLEN KOMPAK (A)	KOMPAK AYARI (A)
1	BT1	385.000	731,19	2(3x185/95)	740	1	740	630-800	732
2	BT2	225.000	427,32	2(3x120/70)	570	1	570	400-630	428
3	ZT1	120.000	227,90	3x95/50	245	1	245	200-250	228
4	ZT2	200.000	379,84	2(3x120/70)	570	1	570	315-400	380
5	KT1	200.000	379,84	2(3x120/70)	570	1	570	315-400	380

2.6 Kısa Devre Hesabı



$N_{baz}=100\text{MVA}$
 $154/34,5\text{kV}$
 $U_k=\%11,7$
 $U_r=\%0,7$
 $S_k=4672\text{MVA}$

Şekil 2.1 Kısa devre hesabı için O.G trafoların değerleri ile beraber blok şeması

$$N_{baz}=100\text{MVA}$$

$$U_{baz}=34,5\text{kV}$$

$$Z_{baz} = \frac{U_b^2}{N_b} = \frac{34,5^2}{100} = 11,9\text{ pu} \quad (2.6)$$

1. ŞEBEKE EMPEDANSI

$$U_s = \sqrt{U_k^2 - U_r^2} \quad (2.7)$$

$$U_s = \sqrt{11,75^2 - 0,7^2} = \%11,729$$

$$R_{tr} = \frac{U_s \times U_b^2}{100 \times N_b} = \frac{11,729 \times 34,5^2}{100 \times 100} = 1,396\Omega \quad (2.8)$$

$$X_{tr} = \frac{U_r \times U_b^2}{100 \times N_b} = \frac{0,7 \times 34,5^2}{100 \times 100} = 0,0833\Omega \quad (2.9)$$

$$U_s = \sqrt{R_{tr}^2 + X_{tr}^2} = \sqrt{0,0833^2 + 1,396^2} = 1,398\Omega \quad (2.10)$$

$$Z_{tr-pu} = \frac{Z_{tr}}{Z_{baz}} = \frac{1,398}{11,9} = 0,1175\text{ pu} \quad (2.11)$$

2. HAT EMPEDANSI

$$Z_{h1-pu} = \frac{Z_{h1} \times I}{Z_{baz}} = \frac{0,066 \times 7}{11,9} = 0,039 pu \quad (2.12)$$

$$Z_{h2-pu} = \frac{Z_{h2} \times I_h}{Z_{baz}} = \frac{0,172 \times 3,5}{11,9} = 0,039 pu \quad (2.13)$$

3. TOPLAM EMPEDANSI

$$Z_{TOPLAM} = Z_s + Z_{tr-pu} + Z_{h1-pu} + Z_{h2-pu} = 0,023 + 0,1175 + 0,039 + 0,05 = 0,229 pu$$

4. KISA DEVRE AKIMI

$$I_{pu} = \frac{U_{pu}}{Z_{top}} = \frac{1}{0,2295} = 4,357 pu \quad (2.14)$$

5. KISA DEVRE KESME GÜCÜ

$$N_{kd} = I_{pu} \times 1,2 \times N_{baz} = 4,3573 \times 1,2 \times 100 = 522,876 MVA \quad (2.15)$$

6. KISA DEVRE AÇMA AKIMI

$$I_{kd} = \frac{N_{kd}}{\sqrt{3} \times U_{baz}} = \frac{52,876}{\sqrt{3} \times 34,5} = 8,75 kA \quad (2.16)$$

16kA, 1000MVA, 630A kesici seçilmiştir.

7. AKIM TRAFOSU SEÇİMİ

$$I_{th} = \frac{I_{kd}}{I} \times I_n \quad I = \frac{N}{\sqrt{3} \times U_{baz}} \quad (2.17)$$

$$I = \frac{1600}{\sqrt{3} \times U_{baz}} = 26,77 A \text{ 30/5 seçilir.}$$

$$I_{th} = \frac{8,75 \times 10^3}{30} \times I_n = 291,667 I_n \quad I_{th} = 300 I_n \quad (2.18)$$

3. SCADA’NIN ORTA GERİLİME UYGULANMASI

3.1 Giriş

Dünyada son yıllarda bilgisayar ve iletişim teknolojilerinde hızlı gelişmeler değişik alanlarda otomasyon uygulamalarını doğurmuştur. Bu gelişmeler elektrik dağıtım sistemlerinde de otomasyonu gündeme getirmiştir. Dağıtım sistemlerinde otomasyonun amacı; sistem güvenilirliğini ve verimini arttırarak sürekli işlerlik kazandırmak, geriye dönük analizler yapmayı sağlayacak istatistiki bilgileri toplayarak yeni gelişmeler ve önlemler için sistemi kontrol altında tutmaktır.

Elektrik dağıtım sistemlerinde otomasyonun uygulamaya konması, mevcut sistemin şartlarına ve ekonomik olarak yatırım ve işletme maliyeti analizlerine bağlıdır. Optimum değerlendirmelerle sistemin kurulması ve hayata geçirilmesi ile ekonomik ve sosyal olarak birçok yarar sağlanacaktır. İnsan hatalarının önlenmesi, insan emniyetinin artması, kaçakların önlenmesi, servis hizmetlerinin daha kaliteli ve rahat yapılabilmesi, tüketici şikayetlerinin azalması, elektrik satışından sorumlu kurumun itibar kazanması gibi kazançlar sayılabilir...

Türkiye’de bu konu üzerine altyapı çalışmaları geçen yıllarda başlatılmış olup, 34,5kV altyapısı ile sınırlıdır. Mevcut sistem üzerinde otomasyon sistemi için altyapı çalışmaları yapılmamaktadır. Günümüzde otomasyon sisteminin ülkemizde uygulamaya geçirilememesinin temel nedeni olarak zamanında gerekli yatırımların yapılmamış olması ve mevcut sistemdeki yapının karışık olmasının yanında otomasyon altyapısının olmamasıdır.

Bütün bu değerlendirmeler salt olarak teknik açıdan olup ekonomik ve siyasi sorunlar ile ilgili nedenlerden dolayı gelişmelerin hayata geçirilememesi de gözönünde ayrıca bulunmalıdır.

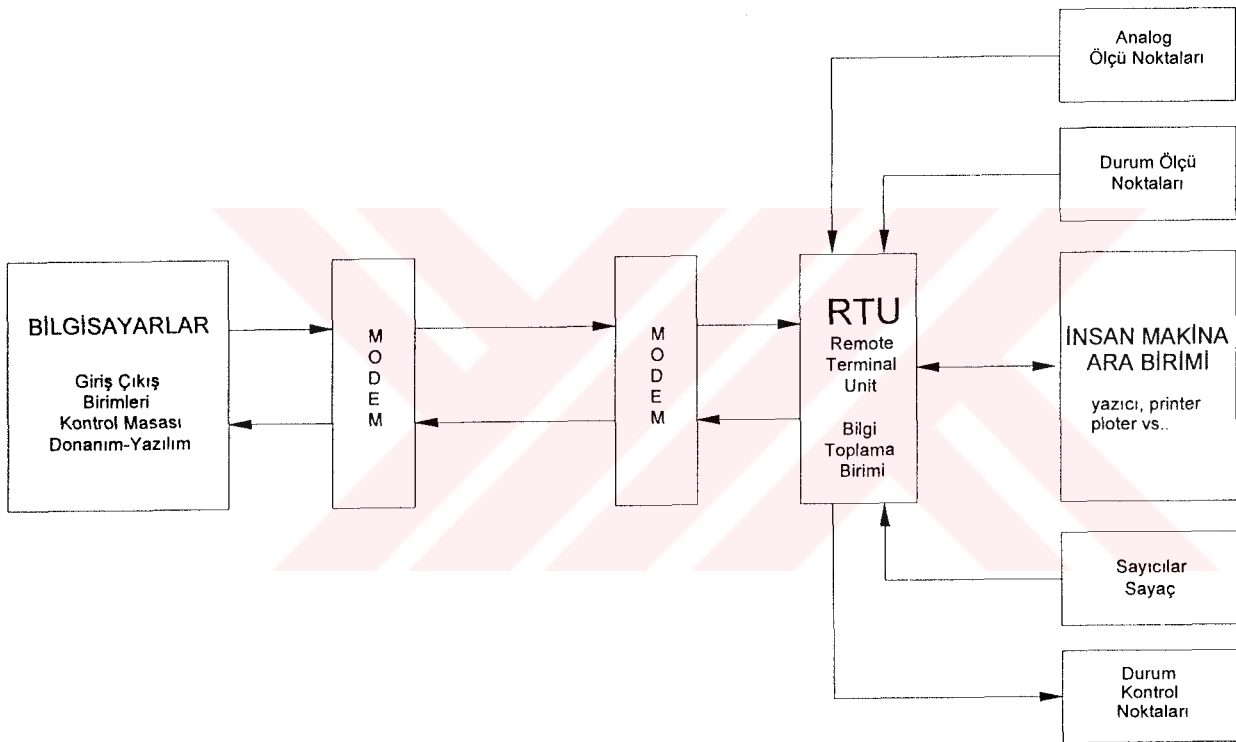
3.2 SCADA’nın Tanımı

SCADA, Supervisory Control And Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Türkçe karşılığı “Danışmalı Kontrol ve Veri Kontrol Sistemi” veya “Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi” olarak çevrilebilir. SCADA sistemi, geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığı ile denetlenmesini, izlenmesini, hazırlanmış yazılımlarla işletilmesini ve geçmişe dönük bilgilerin toplanarak analiz edilmesini sağlayan sistemlerdir.

SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde genellikle tesis kontrolünü sağlayan, bilgisayar denetimi yapmakla beraber, çeşitli özel hat ve bağlantı protokolleri ile sistemin çok uzak noktalardan kontrolünü sağlamada büyük kolaylıklar sunmaktadır (Pekiner, 1999).

SCADA temel olarak üç ana birimden oluşur:

- Uzak Uç Birim (Remote Terminal Unit (RTU)
Veri toplama ve kontrol uç birimlerini oluşturan yerel sistemler
- İletişim sistemi
- Kontrol Merkezi Sistemi (Ana Kontrol Merkezi AKM-Master Terminal Unit MTU)



Şekil 3.1 SCADA Sisteminin Genel Yapısı

Dünyanın IT (Information Technology)'leri ile bir köy haline geldiği asrımızda sistem ve ünitelerin uzak noktalardan kontrol edilmesi ve bilgilerin saklanması çok kolay hale gelmekte ve insanlığı kaçınılmaz olarak bu teknolojilerden istifadeye itmektedir. SCADA da Elektrik Dağıtım Sistemleri'nde ülkemizde hayata geçirilmeyi bekleyen önemli gelişmeler arasında yerini bugünkü şartlarda korumaktadır.

İletim şebekesi SCADA sisteminde Türkiye çapında 60 civarında merkezi yer almaktadır. Buna karşılık yalnızca Ankara'da yaklaşık 60 indirici veya dağıtıcı merkez, 700 fider ve 2500 dağıtım trafosu bulunmaktadır. Görüldüğü gibi bir dağıtım sisteminin tamamının otomasyon

kapsamına alınması hem çok pahalı, hem çok güç, hem de çok zaman gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle dünyadaki uygulamalarda, dağıtım otomasyonu bir dağıtım sisteminin neresine, hangi otomasyon işlevlerinin uygulanacağına saptamak amacıyla ciddi mühendislik ve maliyet/yarar analizleri yapılmaktadır. Dolayısıyla, herhangi bir şehre bir SCADA kurup iletmeye almak ciddi bir sorumluluktur.

Çünkü, ancak elektrik şebekesinin sahibi ihtiyaçları belirler, mühendislik ve maliyet/yarar analizleri sonucu belli alanlarda, belli otomasyon işlevleri, kabiliyetleri ve gerçekleştirilmesi çalışmayı yapabilmek için çok sayıdaki otomasyon işlevleri, kabiliyetleri ve gerçekleştirilmesi için gerekli teçhizat üzerine geniş bilgi sahibi olmak gerekir. Doğal olarak üretici firmalar, yalnızca elektrik işletmesine belirlenip talep edilen uygulamaları çözmek amacıyla bazı otomasyon işlevlerini gerçekleştirebilecek sistemler sağlamada uzmandır; dağıtım şebekesi, sorunları ihtiyaçları ve otomasyon fizibilitesi konusunda değil otomasyon işlevleri, kapsamı ve teçhizat tipi tamamen ihtiyaç sahibinin belirleyeceği konulardır. Ayrıca modüler bir biçimde büyüyecek olan otomasyon uygulamalarında en önemli sorun, yeni ilavelerin mevcut otomasyon sistemine entegre olmasıdır. Bilgisayarların, veri iletişiminin ve çok çeşitli elektronik teçhizatın yer aldığı dağıtım otomasyon sistemlerinde, dünya standartlarıyla ve diğer sistemleriyle uyum, modüler gelişme yeteneği, işletme kolaylığı gibi şartname kriterlerini saptamak, tecrübe uzmanlık ve yolun ekip çalışması gerektirir. Bugün firmaya bağımlılık ve entegrasyon sorunları nedeniyle kuruma çok pahalıya mal olacaktır. Ülkemizde daha önce TÜBİTAK ile TEDAŞ bünyesinde dağıtım otomasyonu uygulamaları üzerinde incelemelerle ve hazırlık fizibilite çalışmalarına başlamaktır. TÜBİTAK ve TEDAŞ ortaklaşa hazırlanan Master Projede, mevcut durumun iyileştirilmesinde sistemimize uygulanabilecek en önemli ve öncelikli otomasyon işlevinin arıza noktasının hızlı tespiti, izole edilmesi ve tekrar enerjilendirilmesinin süratle yapılabilmesi olarak görüldüğünden, bu konu öncelikle ele alınmış bulunmaktadır (Tubitak-Bilten, 1997)

Yukarıda anlatılan nedenlerle doğru otomasyon uygulamaları, ancak söz konusu şebekenin en azından kısa ve orta vadede ne şekilde gelişeceğini bilmekle mümkündür. Bu otomasyonsuz gelişim senaryosu, otomasyon seçenekleri ile yeniden değerlendirilir. Belli otomasyon yatırımları sonucu şebeke yapılması düşünülen bazı elektriksel teçhizat yatırımları ertelenebilir, parasal fayda, söz konusu otomasyona gereken yatırımdan fazla ise master plan otomasyonlu gelişim ile revize edilir.

TÜBİTAK-BÜLTEN'de İstanbul Avrupa Yakası Elektrik Dağıtım Sistemi Master Projesi kapsamında yapılan çalışmalarda OG dağıtım sistemi gelişim kriterleri ve bunlara bağlı olarak

fider otomasyonu sistemi hazırlanmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında hazırlanan proje TEDAŞ'ça onaylanması ve bu kriterlerin diğer büyük şehirlerimizde de uygulamasına karar verilmiştir (Tubitak-Bilten, 1997).

3.2.1 Trafo Merkezi ve Fider SCADA'sı

Trafo merkezinde çalışan bir RTU (Remote Terminal Unit-Uzak Uç Birim) aracılığı ile verilerin toplandığı, kumanda verildiği bir veri işleme ve denetim sistemidir. Trafo merkezinde yer alan kesici, ayırıcı, tekrar kapayıcı, kademe değiştirici, kapasitör bankı ve röle durum bilgileri ile bara gerilimi, fider ve trafo aktif reaktif güçleri, fider akımları, trafo sıcaklığı gibi ölçüm değerleri, dağıtım yöntem merkezince gözlenir. Fider boyunca yer alan arıza algılayıcılar ve ayırıcıların durumları da gözleme kapsamında olabilir.

Bu veriler değerlendirilerek trafo merkezindeki kesici, ayırıcı, tekrar kapayıcı, kademe değiştirici, kapasitör bankları ve röle ayarlarına, fiderlerdeki ayırıcılara SCADA merkezinden kumanda edilir.

SCADA merkezi işlevleri arasında olay dizisi kaydı, enerji ve fider verileri toplanması, periyodik veri saklama ve raporlama da yer alır. Buradan da anlaşılacağı gibi SCADA ayrı bir otomasyon katmanı olmaktan çok, bazı işlevlerin yerel otomasyonla değil de bir merkezden ve genellikle manuel uzaktan kumanda ile gerçekleştirildiği geleneksel ve merkezi bir sistemdir. Koşullara göre zaten mevcut olan bir SCADA sistemi yeni otomasyon işlevlerine entegre edilebilir. Bu durumda bir otomasyon katmanı olarak düşünülebilir.

3.2.2 Trafo Merkezi Otomasyonu

Trafo merkezi otomasyon katmanı, aynı merkezden toplanan bilgilere dayanarak oradaki teçhizatı denetleyen işlevleri kapsar. Bunlar arasında otomatik bara ayırma yoluyla yeniden enerjilendirme ve bara gerilimi denetimi, otomatik kapama vb. gibi işlemleri vardır.

3.2.3 Fider Otomasyonu

Fiderde arıza yeri saptama, enerjilenen kısımların izole edilmesi, yeniden enerjilendirme, fider anahtarlama, trafo merkezi reaktif güç denetimi ve indirici merkez trafo yükü dengeleme ve otomatik tekrar kapama işlevleri fider otomasyonu kapsamına girer.

Türkiye'de dağıtım otomasyonu 34,5kV düzeyinde yapılması düşünülmüş olup gerekli iletişim ortamı, dağıtım trafo merkezleri arasında, 34,5kV güç kablolarının yanında

yerleştirilecek 4 fiberli multi mode (62.5 mikron) fiber optik kablolar ile sağlanması için altyapı çalışmaları başlatılmıştır. Bu fiber optik kablolar 1 inç çapında yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) tüp içerisine dönecektir. 154/34.5kV ana indirici merkezler arasında ise, bilgisayarlar için bir iletişim ağı oluşturma amacı ile, 4 veya 6 fiberli single-mode optik kablolar kullanılacaktır.

Fider otomasyonu sistemi dağıtım sisteminin yapısı gereği hiyerarşik bir yapıda olacaktır. Bu nedenle dağıtım şebekesi, mevcut İşletme ve Bakım Müdürlüklerinin sorumluluk alanları ve corafi koşullar gözönüne alınarak değişik bölgelere ayrılacaktır. Bu bölgelerin herbirinde, tercihen bir 154/34.5kV'luk merkeze kurulacak olan Bölge Kontrol Merkezi (BKM) bulunacaktır. BKM'ler bölgedeki indirici merkezler ve fiderler hakkındaki bilgilerin (röle, anahtarlama elemanları durum bilgileri, vs.) toplandığı, gözlemlendiği, uzaktan kumanda (açma, kapama, kurma), arıza algılama ve izolasyon işlevlerinin yapılabildiği bir istasyon konumunda olacaktır. Bu bilgiler BKM'de operatörlere bir kullanıcı arabirim yazılımı ile sunulacaktır. Fider Otomasyonu sistemi, dolayısıyla dağıtım SCADA sisteminin alt yapısını da oluşturacak ve ileride kolaylıkla indirici merkezlerden gerilim, akım, güç için kademe gibi analog bilgileri de toplayabilecek yapıda tasarlanacaktır.

3.2.4 Müşteri Bağlantısı Otomasyonu

Bu otomasyon kapsamında yük denetimi, otomatik sayaç okuma ve programlama uzaktan servis bağlama veya kapama ve yük izleme işlevleri bulunur. Bunlar sekonder işlevler olarak da adlandırılır.

3.2.5 Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS)

Otomatik Haritalama / Tesis Yöntemi (AM/FM) olarak da bilinen bu sistem dağıtım operatörlerince kullanılan paftaların yerini alır. GIS, harita kütüklerinin transferi ile dağıtım yönetim sistemine entegre edilebilir. Bu yolla dinamik SCADA noktaları haritalar üzerinde izlenir. Kağıt paftaların yerine ekranda görüntülenen haritaların geçmesinin yanısıra, GIS ile entegrasyon, operatör ile arıza ihbar sistemi (CMS) arasında etkin bir bağlantı sağlayabilir. Gözlenmekte olan şalt malzemelerin (kesici, ayırıcı, sigorta, vs.) konum bilgilerinin otomatik transferi ve anahtarlama elemanlarının konumlarının operatörce manuel olarak girilmesi yoluyla, arıza ihbar sistemi, müşterileri arıza hakkında bilgilendirirken en güncel verileri kullanma imkanına kavuşur. GIS veritabanı aynı zamanda, dağıtım sistemi analiz işlevlerini destekleyecek dağıtım sistemi modeli olarak da kullanılabilir.

3.2.6 Müşteri Bilgi Sistemi (CIS)

Bu sistemin ana işlevi işletmenin müşteri hesaplarının daha kolay izlenmesini sağlamaktır.

CIS modellemesi arıza ihbarlarının en olası arıza noktası ile ilişkilendirilmesinde kullanılır. Sonra operatör bir arıza notu alır ve arıza ekibini şüphe edilen cihazın olduğu yere gönderir. Bu tür arıza analizindeki güçlük CIS'deki dağıtım sistemi modelinin genellikle tam ve güncel olmamasından kaynaklanır. DMS (Distribution Management System- Dağıtım Yönetim Sistemi) bu soruna en uygun çözümü getirir.

Operatörün asıl işletme aracı olan DMS, gerçek zamanlı dağıtım modelini tutar. CIS, GIS haritaları üzerinde görüntülenmesi ve arıza ihbar analizi için müşteri ihbar kayıtlarını DMS'ya gönderir. Gözlenen fider teçhizatı bilgisini de kullanarak, DMS arızaları daha doğru ve hızlı teşhis eder. Buna ek olarak saha ekiplerinin teşhisi doğrulaması üzerine DMS, CIS'e etkilenen müşteri listesini ve diğer gerekli bilgileri verebilir. Böylelikle işletmeciler müşteriye arızanın boyutu ve süresi hakkında daha sağlıklı bilgi verebilirler.

3.3 SCADA Sistemi Temel Birimleri

3.3.1 Ana Kontrol Merkezi (Master Terminal Unit)

Kontrol Merkezi geniş bir alana yayılmış tesislerin bilgisayar esaslı bir yapı ile uzaktan kontrol edildiği ve izlendiği yer olarak tanımlanır. Kontrol Merkezleri genelde SCADA sistemlerinin yada kontrol edilecek tesislerin merkezi bir noktasına kurulur.

Kontrol Merkezi, sistem güvenliğinden sorumludur. Yetki verilmeksizin açma ve kapama işlemi yapılmaz. Buna göre Kontrol Merkezi; bakım için gerekli birimlerin devreden çıkarılması, işletme modelinde değişiklikler yapmak, dağıtım sisteminde arıza durumunda ortaya çıkan sorunların çözümü için gereken bütün açma-kapama işlemlerine müsaade eder ve bunları denetler.

Kontrol Merkezi, yüklerin izlenmesinden sorumludur ve bunların kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması için, ya uygun otomatik cihazları devreye almak suretiyle yada işletme programını değiştirmek suretiyle önlemleri almak zorundadır.

Kontrol Merkezi'nde özellikle tüketim miktarları, dağıtım donanımının kullanım sayıları ve arızalar hakkında istatistiksel veriler tutulması çok önemlidir. İstatistiklerin yapılması; nicelik ve nitelik bakımından verilerin toplanmasını, ileride kullanılmak üzere bu verilerin kayıtlara

geçirilmesini, planlama ve bilgisayar donanımının gereksinimlerine uyarlanmış hesaplama yöntemlerini kullanmayı gerektirmektedir.

SCADA sisteminde geniş bir alana yayılmış RTU'ların koordineli çalışması, RTU'lardan gelen bilgilerin yorumlanması, kullanıcılara sunulması, ayrıca kullanıcıların istekleri RTU'lara iletilerek merkezi kumandanın sağlanması işlevlerini SCADA sisteminde Ana Kontrol Merkezi yerine getirir.

Merkezi Bilgisayar; RTU'lardan periyodik olarak gelen verileri, sistem üzerinden alınan ikazları, istenilen bilgileri düzenli olarak saklar. Merkezi yazılım bu bilgileri değerlendirerek kontrol eder. SCADA sistemlerinde merkezi bilgisayar vasıtası ile RTU'lardan ve sistemin diğer elemanlarından toplanan bilgiler gerek duyulan hallerde her türlü raporlar çıktı olarak kullanıcının istemine sunulur. Merkezi sistemde denetlenen sistemin akış diyagramının ekran üzerinde görüntülenmesi sağlanır. Dolayısıyla operatör tüm sistemi ekran üzerinde gözlemleyerek sistem takibi yapılabilir. Sistemin çalışması açısından RTU'lardan gelen alarm ve arıza uyarıları çok önemli olduğundan merkezi yazılım bu durumları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir.

Merkezi Sistem birimi; yöneticilerin işletme operatörlerini, bakım elemanlarını ve tüm işletim sistemini gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir. Kontrol Merkezi'nde merkezi bilgisayardan başka bulunan kullanıcı ara birimleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Bilgisayar terminalleri: Bir çok kullanıcıya çalışma imkanı veren bu terminaller operatörlerin sistemi takip edebilmelerini sağlar. Sistemin kontrolü için gerekli bilgilerin girilmesi veya değiştirilmesi mümkün olabilmektedir.
2. Bilgisayar Ekranları: Ekranlar ile dinamik işletme noktasının (kesici, ayırıcı, motor, vana, ölçü noktası..) sürekli gözlenmesi sağlanır.
3. Yazıcılar: İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkanı sağlar.

Kontrol Merkezi'nde isteğe bağlı olarak sistemin büyüklüğüne göre ekran projeksiyon sistemi kullanılabilir. Sistem veri işleme sistemine bağlı bir kullanıcı ara birimi ile kumanda edilir. Kontrol edilen geniş bir coğrafi sistemin genel görünüşünü kullanıcılara sağlar.

Bunların dışında Kontrol Merkezi'nde bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz enerji sağlamak amacıyla AC ve DC güç kaynağı bulunmalıdır.

3.3.1.1 Dağıtım Tesislerinde Kontrol Merkezi Fonksiyonları

Dağıtım Tesisi Kontrol Merkezi; analiz aşamasından transformatör merkezlerine veya bakım ekiplerine iletilen açma-kapama kararlarına kadar dağıtım sisteminin yönlendirilmesini sağlamaktadır. Kontrol Merkezi, kısmi bir kesintiden sonra dağıtım sisteminin kısa sürede yeniden işletmeye alınmasına uygun olmalıdır:

1. Önleyici bakım analizlerinden faydalanarak dağıtım şebekesinin bakım programları hazırlanır.
2. İşletme stratejileri geliştirir ve bunun sonucuna göre koruyucu cihazlar uygulanır. Stratejiler dağıtım sisteminin sistematik bir analizinden geçirilerek belirlenir.
3. Bakım ve işletme programında en son yapılan düzeltmeler kontrol merkezinin personeline verilir. Bunlar, donanımı hizmetten çıkarmak veya hizmete sokmak kararını vermek zorundadır ve bu kararları gerekli açma-kapama işlemlerini yapmak için trafo merkez birimlerine veya işletme personeline göndermek zorundadır.
4. Dağıtım tesisinin gözetimi ve kumandası için tam sorumluluk üstlenir, açma-kapama emirleri ve yetkisi, yük akışlarının izlenmesi, işletme arızalarının giderilmesi burada yapılır.
5. OG alt iletim sistemi arızalarının giderilmesi ve trafo merkezlerinin kumandası sadece kontrol merkezinden yapılır.
6. Besleyici arızaları normal olarak trafo merkez birimleri tarafından otomatik giderilebilir. Bazı durumlarda kontrol merkezlerinden giderilmektedir.
7. Kontrol Merkezi tüketim, yüklenme düzeyleri, donanım kullanımı ve arızalarla ilgili bütün temel istatistiklerin hazırlanmasını sağlar.
8. Tesis işletme ve arızaların analizini yapar ve bunların sonucunda işletme politika ve tekniklerin geliştirilmesini sağlar.

3.3.2 İletişim Sistemi

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. Bu sistem temel olarak üç bileşenden oluşur:

- a. İletişim yolu ve ortamı

- b. Veri veya haberi iletişim ortamı üzerinden gönderebilmek için şekillendirilecek bir cihaz (MODEM)
- c. Alıcı uçta gönderilen veri veya haberin anlaşılması için ilk şekline çevrilecek bir cihaz (MODEM) gereklidir.

SCADA sisteminde sistemin işlemesi için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edebilmesi ve kontrolündeki hızı önemli ölçüde SCADA sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak Kontrol Merkezi'ndeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da etkilenir. Kontrol Merkezi'nde ve RTU'larla ulaşılan önemli teknik gelişmelerin faydalı olabilmesi için, iletişimde aynı oranda gelişim göstermesi gereklidir. Yoksa büyük hızda ve miktarlarda toplanan verilerin hızla iletilememesi halinde bir anlamı yoktur. SCADA sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır.

İletişim sistemini oluşturmada blok yapı olarak belli etkenler vardır:

1. Sistemde kullanılacak RTU'ların sayısı
2. RTU'ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı
3. RTU'ların yerleşimi
4. Elde bulunan haberleşme kolaylıkları
5. Ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçları

Bu etkenlere bağlı olarak MTU'lar ile RTU'lar arasındaki bağlantı çeşitli bağlantı şekillerinde olabilir. Bu göstergeler şematik olarak ve tekhat şemaları olarak bilgisayar ekranına aktarılıp izleme ve inceleme amacıyla kullanılabilir.

İletişim için kullanılan iletişim ağlarında kısa mesafeli alanlar için kullanılan Yerel Ağlar (LAN), uzun mesafeli alanlar için kullanılan Geniş Alan Ağları (WAN) kullanılmaktadır. WAN ve LAN, scada kontrol sisteminde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonunun birbirine bağlanmasına ve işletmeye ait tüm verilerin transfer edilmesi için kullanılır.

Günümüzde iletişim ağları, ISO (International Standart Organization) tarafından geliştirilen yedi katmanlı protokol (OSI-Open Systems Interconnection) standardına uyum sağlandırılmaya çalışılmaktadırlar. Bu katmanlar sırasıyla şunlardır:

1. Fiziksel katman (Physical Layer) : Hatasız bit iletişiminden sorumludur.

2. Veri bağlantı katmanı (Data Link Layer) : Veri bloklama hatasız bir şekilde bir üst seviyeye çıkarılmasını sağlar.
3. Ağ katmanı (Network Layer) : Veri paketlerinin kaynaktan alıcıya doğru rota üzerinden gönderilmesini sağlar.
4. İletişim katmanı (Transport Layer) : Veri paketlerinin düzgün sırada bir üst katmana geçirilmesinden sorumludur.
5. Bağlantı katmanı (Session Layer) : Kullanıcılar arası bağlantının kurulmasından, kontrolü ve yönetiminden sorumludur.
6. Sunuş katmanı (Presentation Layer) : Verilerin standart uygulama yazılımı ile haberleşme ağı arasındaki birimdir.
7. Uygulama katmanı (Application Layer) : Kullanıcının uygulama yazılımı ile haberleşme ağı arasındaki birimdir.

Bu model, protokoller arasındaki uyumluluğunu ve farklı ağlar arasındaki geçişi kolaylıkla sağlar. Bu yüzden birçok kullanıcı ISO/OSI modelini kullanmak istemektedir. Oldukça yaygın kullanılan TCP/IP (internet) protokolü OSI standartlarına uymamaktadır, fakat bir standart haline gelmiştir. ISO/OSI standartlarına uygun geliştirilmiş çeşitli protokoller mevcuttur.

SCADA iletişiminde, iletişimi sağlayan çeşitli ara elemanlar vardır.

3.3.2.1 Enerji Taşıma Hatları (Power Line Carrier)

Enerji hatlarını kullanan Power Line Carrier ayrı bir haberleşme ortamı gerektirmediğinden, tercih edilebilir bir yöntemdir. Power Line Carrier, gerilim hatları üzerinden haberleşmeyi sağlayan bir tekniktir. İşlem hızı, veri hatları yoğunluğu göz önüne alındığında düşük kalmaktadır. Ayrıca bu teknikte, hatlardaki gürültüler, hava değişiminden yada açılıp kapanan dağıtım elemanlarının durumlarından kaynaklanan empedans değişiklikleri iletişimi bozabilir. Bu yöntem veri hızının yetersiz olmasından sadece bazı özel amaçlar için kullanılır.

3.3.2.2 Kiralanmış Hatlar

Otomatik aramalı ve kullanıcıya tahsis edilmiş kiralık hatlar olmak üzere telefon hatlarında iki yöntem kullanılır. Otomatik aramalı telefon hattında iletişim öncesi aramalarda hatlar dolu olabilir. Bu hatların bakım ve onarımları Türk Telekom tarafından yapıldığından giderilmesi

uzun sürebilir. Bunun yanı sıra bazı yerlerde kiralık hat sayısını arttırmak mümkün olmayabilir. Bu hatlarda ilk yatırım masrafı düşük olmasına rağmen, kiralama ücretleri fazladır. Ayrıca, telefon hatlarında orta gerilim hatlarına yaklaşımı endüktif kuplajdan dolayı gerilim endüklenmesi problemi vardır.

Türk Telekom iki tip hat sağlayabilmektedir:

1. Kiralanmış Türk Telekom Hattı (Leased Line) : Bu hat için özel olarak ayrılmıştır. Her an kullanıma hazırdır.

2. Otomatik Aramalı Türk Telekom Hattı (Dial Up) : Haberleşme öncesinde telefon konuşmasında olduğu gibi arama yapmak gerekir. Bu hatta santraller meşgul olduğunda veri iletişimi yapılamaz.

Avantajları;

- Çok sayıda kiralama imkanı
- Lisans, bina, kule vs gerektirmez.
- İlk yatırım maliyeti düşüktür.

Dezavantajları;

- Haberleşme ortamının sorumluluğu PTT ile paylaşılmıştır.
- Arızaların onarılması uzun zaman alabilir.
- Zamanla işletme maliyetinde artışlar olabilir.

3.3.2.3 Radyo Haberleşmesi

Radyolu sistemler, özellikler çok adresli sistemler ve spread-spectrum radyolar haberleşme için yeterli bir bant genişliği sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlar. Ancak radyo iletişimde frekans lisansı zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun sonucunda özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde, çok miktarda frekans tahsisi olabilecek, bir kısım yerlerde ise frekans bulmak için büyük sorun olacaktır. Bunun yanı sıra antenlerin birbirlerini görmesi gereken bantlarda arazi ve binaların yapıların konumundan dolayı oluşan problemlerin giderilmesi için ek donanımlar gerekmekte ve maliyeti arttırmaktadır. Geniş bir alana yayılmış olan dağıtım sistemlerinde RTU'lardan

gelen bilgilerin toplanması için bu durum dezavantaj teşkil etmektedir.

3.3.2.4 Metalik Kablo

Metalik kablo çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. İleri teknoloji gerektirmez. Ülkemizde de üretilmektedir. Metalik kablonun en büyük dezavantajı elektromagnetik ve elektrostatik etkileşime açık olmasıdır. Bu durum sinyalin elektriksel olarak iletilmesinden kaynaklanmaktadır. Gürültüden etkilenmeyi en aza indirmek için ekranlı, twisted pair tip kablolar kullanılabilir. Bu kabloların iyi topraklanması gerekir. Sadece başlarda topraklama yetmez, belli aralıklarla topraklanmalıdır.

3.3.2.5 Fiber Optik Kablo

Elektrik işaretlerinin iletimi için 100 yıldan fazla bir süredir metalik kablolar kullanılmaktadır. Örneğin günümüzde tek bir eksenli (koaksiyel) kablodan 10800 telefon kanalı aynı anda iletelebilmektedir. Bakır kabloların işaret iletimine çok uygun olmalarının yanısıra sebep oldukları bazı maliyet artışları haberleşme dünyası yeni arayışlara zorlamıştır. Ayrıca elektromagnetik alanların metalik iletkenleri etkilemesi, metalik iletkenlerin çok ağır olması, dünya üzerindeki kaynakların hızla tükenmekte olması gibi başka nedenlerle yeni arayışları hızlandırmıştır. Metalik iletkenlerin bu olumsuz özelliklerinin karşısında optik fiberlerin belirli üstünlüklere sahip olması sebebiyle ilk olarak çok modlu fiberler kullanılmış, daha sonra gerekli geliştirmeler yapılarak tek modlu fiberler kullanılmaya başlanmıştır.

Optik fiberler iletiminde bilgi iletimi için kızılaltı (infrared) dalgaboyları kullanılır. Optik fiber yalıtkan maddeden üretildiği için elektromagnetik alanlardan etkilenmez. Böylece aynı kablo içerisinde ayrı liflerde birbirlerini etkilemezler ve ideal dekaplaj ortamı sağlanır. Diğer bir önemli üstünlük ise alıcı ve verici arasında hiçbir elektriksel bağlantı olmamasıdır.

Elektrik sinyali kendisini işleyecek olan (örneğin; genliği, frekansı veya sayısal sinyal iletimi sözkonusu ise, sinyalin şeklini değiştirecek olan) devreye gelir. Bu devrenin çıkışından alınan elektrik sinyali optoelektronik çeviriciye verilir. Optoelektronik çeviriciler elektriksel uyarılara göre görülebilen veya görülmeyen ışık radyasyonunu reten yarı iletken devrelerdir. Optik iletim sistemlerinde özel olarak geliştirilen ışık saçan diyotlar (LED) ile yüksek dereceli yarı iletken (laser diyotlar) kullanılır. Bu malzeme ile akımdaki zamana bağlı değişimler, ışık yoğunluğundaki değişimlere çevrilir. Işık yayıcı veya alıcılarıyla fiber kablonun bağlantısı değişik ek tipleriyle gerçekleştirilir. Kenar ve orta kızıl ötesi bölgeler, yani 800 ile 1800 nm dalgaboyları arası fiber optik haberleşme için kullanılmaktadır.

Bütün bu üstünlükler hesaba katıldığı optik fiberler özellikle demiryolları gibi yüksek gerilimleri, sistem ve hatları içeren ortamlarda, iletim kalitesinin çok önemli olduğu telekomünikasyon işletmelerinde, hafif olmalarından dolayı büyük tonajlı gemilerde, bakır kablolarının tersine dışarıdan dinlenmesi neredeyse olanaksız olduğu için askeri haberleşme sistemlerinde kullanılmaktadır.

Fiber optik iletişimde elektrik sinyalleri ışığa dönüştürülerek fiber optik kablo üzerinden iletilir. Böylece veri iletişimi açısından, elektromagnetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir bir ortam sağlanır. Geniş bir bant sağlandığından dolayı çok yüksek veri hızlarına çıkmak mümkündür. Ayrıca, fiber optik kabloda kısa devre durumları olmadığından yangın gibi problemlere yol açmaz. Bu iletişim yöntemi özel alıcı-vericilere, kablo uçlarında özel konnektörlere ve bu konnektörlerin takılması için eğitim görmüş personele ihtiyaç duyar. İlk yatırım masrafları fazla olmasına rağmen kullanım sırasında ek maliyet getirmediğinden, tercih edilebilir. Ayrıca bu yöntem sayesinde iletişim ortamının işletim, bakım ve onarım sorumluluğu herhangi bir kurum ile paylaşılmamaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı SCADA sistemi iletişimi için fiber optik kablolar tercih edilebilir. Bu kabloların yerleştirilmesi, yeraltı güç kablolarının döşenmesi sırasında onlara paralel olarak yapılacağından, ayrıca bir kazı işlemi gerekmeyecek, böylece ilk yatırım maliyeti düşecektir. Fiber optik kablo maliyetleri ise güç kablolarının maliyetlerinin %1-2'si kadar olmaktadır.

3.3.3 Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi

Bir SCADA sisteminde RTU-Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi; bulunduğu merkezin sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezine belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir.

SCADA sistemi içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirine bağlanabilen çeşitli cihazlara, kesicilere, ayırıcılara kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü gibi değerler ölçülebilir. Ayrıca ayırıcı,kesici (Açık/Kapalı), durumlarını kontrol edebilme imkanı sağlar. RTU yardımı ile merkezi kumanda ve izlemeyi sağlamak için RTU'lar ölçüm sonuçları ile cihazın çalışma durumlarını (Kesici açık, Ayırıcı kapalı vb.) merkeze ileterek merkezden gelen komutlar doğrultusunda

bulunan (Kesici aç, Ayırıcı kapa) işlemlerini yapar. Böylece merkezi denetim birimlerinin başında bulunan sistem operatörünün tüm ölçüm sonuçlarını görmesini ve gerekli komutları göndererek sistemin denetlenmesini sağlar. Fakat RTU'nun görevi sadece ölçüm yapmak ve komut uygulamak değil, ölçüm sonuçlarının belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek aykırı ya da alarm durumlarında merkeze bildirmektir.

İlk zamanlarda SCADA sistemlerinde kullanılan RTU'larda mikroişlemciler kullanılmıyordu, mikroişlemcisi olmayan RTU'lar sadece ölçüm yapar, bu ölçüm bilgilerini merkeze bildirerek merkezden gelen komutlar doğrultusunda işlem görürlerdi. Bu tip RTU'lar kullanılarak oluşturulan SCADA sistemlerinde birçok olumsuzluklar meydana gelmekteydi.

Alarm durumlarında ve diğer bütün işlemlerin merkezi denetim sistemi üzerinden yapılmasından dolayı ortaya çıkan problemler şu şekilde sıralanabilir:

- a. Merkezin devre dışı kaldığı yada merkezle RTU'ların iletişiminin kesildiği durumlarda oluşacak sorunlarla müdahale edilmemekte ve sonuç olarak da sistemin işletimi aksamaktadır.
- b. Alarm durumlarında, merkezin alarm kararı verip RTU'ya komut göndermesi belli bir süre almaktadır. Bu da anında müdahale edilmesi gereken durumlarda sakıncalara yol açmaktadır.
- c. Mikroişlemcisi olmayan RTU'larda oluşturulan SCADA sisteminin çalışabilmesi için merkezin sürekli olarak RTU'lar ile iletişim halinde olması gerekmektedir. Ancak bu sayede merkez, denetlenen cihazlar hakkında bilgi sahibi olup istenilen işlemleri yerine getirebilir. Bu durumda çok yoğun iletişim trafiğinin yaşandığı SCADA sistemlerinde özel bir iletişim hattının bulunması gerekir.
- d. Mikroişlemcisi olmayan RTU'lar, kullanıcının özel gereksinimlerinin bulunduğu yada karmaşık kontrol algoritmalarının uygulandığı durumlarda yetersiz kalmaktadır.
- e. Tüm SCADA sisteminin yükü merkez bilgisayarında olacağından çok hızlı, yüksek işlem gücü olan, pahalı bilgisayar kullanmak gerekmektedir. Bu da ekonomik yük getirmektedir.

Mikroişlemcili RTU'lar, tüm olumsuz yanları değerlendirerek alarm uyarıları üretebilir ve bu durumlarda ne yapılacağına anında kendileri karar vererek yerinde müdahale edebilir. Aynı zamanda mikroişlemcili RTU'lar kullanıcının özel isteklerini yerine getirebilecek şekilde

programlanabilir. RTU'lar birbirleri arasındaki iletişimi sağlarken aynı zamanda merkezi birim tarafından sürekli gözetlenerek sistemin tümünün denetlenmesine izin verirler.

Günümüzde RTU'lar mikroişlemcilerin her geçen gün değişmesi sayesinde esnek, çok fonksiyonlu, daha akıllı ve daha ekonomik hale gelmektedir. Temel fonksiyonları değişmemek kaydıyla RTU'lar gün geçtikçe artan kullanıcı isteklerine cevap verecek şekilde geliştirilmektedir. Birimin en önemli iki görevi;

- Bilgi toplamak ve depolamak
- Gerekli kumandaları gerçekleştirmek

Bu iki görev RTU'nun değişmeyen temel özelliğidir. Bir RTU'nun kontrol fonksiyonları kısıtlı olabilir ancak yukarıdaki özelliklerden taviz verilemez. RTU'nun kullanıcılarına daha verimli hizmet etmeleri istendiğinde, bu fonksiyonlara zamanla bir yenisini daha eklenmiştir. Bu da tali merkez seviyesinde gösterimdir. RTU'nun yukarıdaki iki görevinin birleştirilmesi ile oluşturulan bir diğer görevi daha vardır. Bu da arıza yeri tespiti ve izolasyonu görevidir.

3.4 Lookout SCADA Yazılımı ve 34.5/0.4kV O.G Projesine Uygulanması

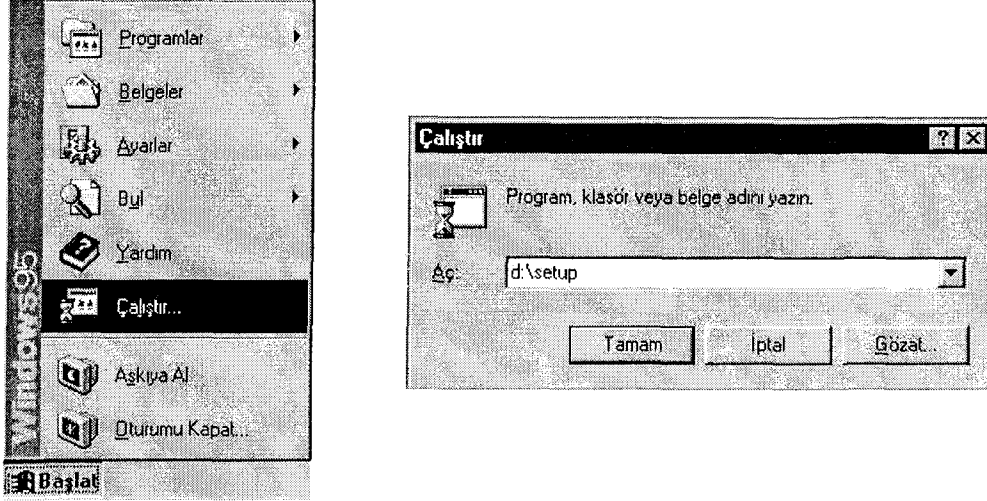
3.4.1 Lookout Genel Kullanımı

Bu yazılımın bilgisayar kurulumu için gereken konfigürasyon şu şekildedir:

- 386 yada daha üstü CPU'ya sahip PC
- En az 4Mb RAM
- Harddiskte en az 50Mb boş alan
- VGA Monitör
- Mouse ve dokunmatik ekran
- Microsoft Windows 3.1 yada daha üstü işletim sistemi

Lookout programını bilgisayara kurmak için; "Başlat" menüsünden "Çalıştır" komutu aktif hale getirilir.

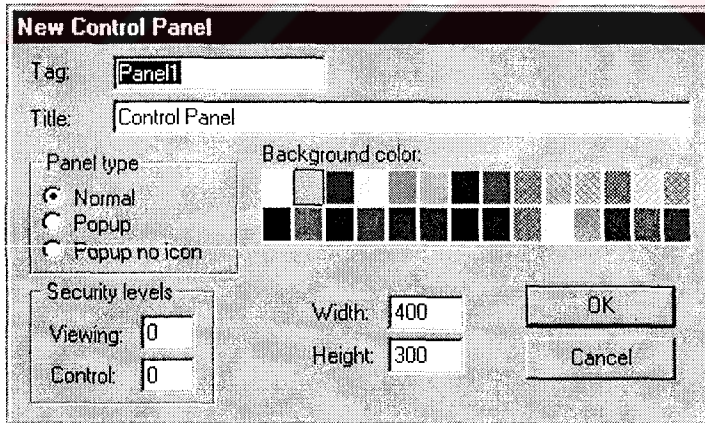
Çalıştır dialog kutusuna "d:\setup" yazılarak "Tamam" butonuna basılır ve kurma işlemi başlatılır.



Şekil 3.2 Lookout kurulumu ile ilgili pencereler

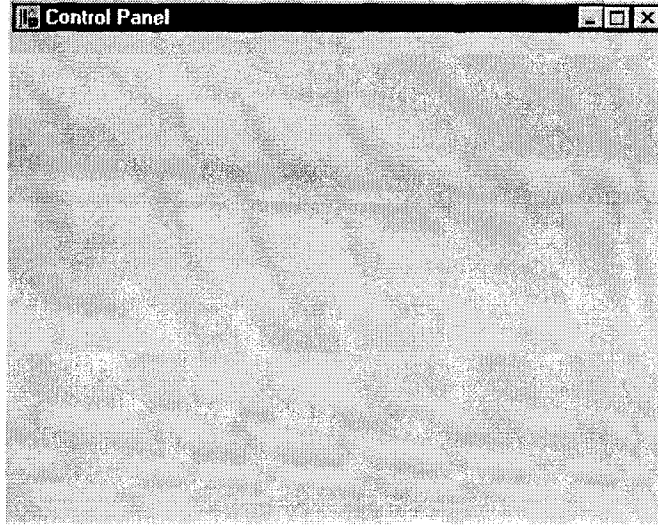
Kurulum gerçekleştirildikten sonra bilgisayar tekrar başlatılır ve “Başlat” dan “Programlar” ve oradan da “National Instrument Lookout” kısmına geçilerek buradaki “Lookout Evulation” çalıştırılır.

Lookout açıldıktan sonra çalışma sayfaları üzerinde programla ilgili diyagramları “insert” edebileceğimiz “Control Panel”i oluşturmamız gerekmektedir. Lookout pop-up menuden “New” seçeneği seçilerek yeni kontrol panelinin özelliklerini içeren bilgiler girilip yeni panel açılır.



Şekil 3.3 Lookout Control Paneli Dialog Kutusu

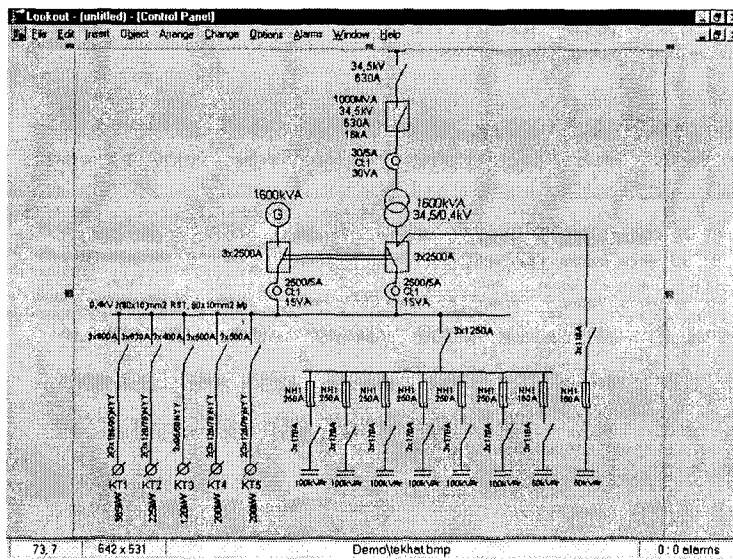
Control paneli dialog kutusuna istenilen özellikler girilerek “OK” butonuna basılır ve yeni panel açılmış olur.



Şekil 3.4 Yeni Control Paneli

Control Paneli üzerine istenilen diagramları eklemek için “bmp” uzantılı dosyalar kullanılır. Bu nedenle grafik programlarında hazırlanan blok şemaları yada diyagramlar bu kontrol paneli üzerine eklenerek kontrol paneline sistemin takibi için kolaylık sağlanır. Bundan sonra da panel üzerinde diyagramın üzerindeki kontrol-kumanda, açma-kapama veya ölçme işlemleri için gereken noktalara nesnelar insert edilir. Bu kurulan nesneların data base’ine gerekli yazılım yazılarak sistem kontrolü sağlanır.

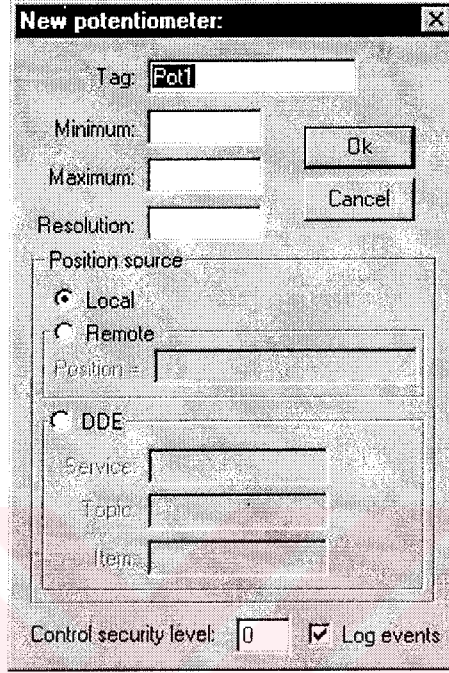
Diyagram eklemek için pop-up menuden “insert” altındaki “Graphic..” seçilerek daha önceden başka grafik programlarında hazırlanmış .bmp uzantılı şema yada diyagram dosyaları buradan seçilerek kontrol paneli üzerine gelmesi sağlanır.



Şekil 3.5 Diyagram Eklenmiş Control Paneli

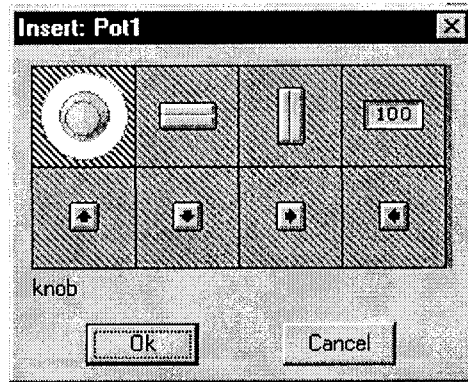
3.4.2 Lookout'da Pot Nesnesi Oluşturma

Yukarıda anlatıldığı gibi lookout control paneli açıkken pop-up menüdeki "Object" seçeneği altındaki "Create" seçilir ve açılan pencerede "Control" klasörünün altındaki "Pot"u seçtikten sonra potla ilgili özelliklerin girilebileceği dialog kutusu açılır.



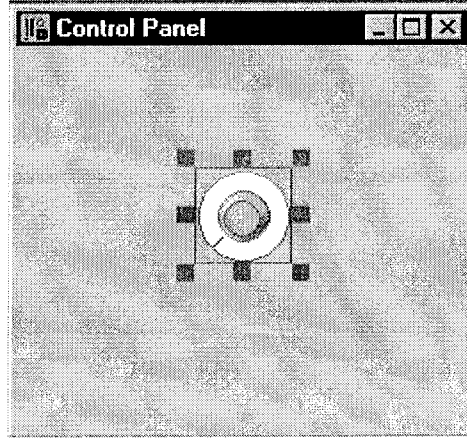
Şekil 3.8 Pot Dialog Kutusu

Pot dialog kutusuna gerekli özellikler girildikten sonra "OK" butonuna basılarak oluşturulacak potun görünüşü ile ilgili resim seçilir.



Şekil 3.9 Pot Görünüm Dialog Kutusu

ıkan pot görünüm dialog kutusundan istenilen görüntü seçildikten sonra "OK" butonuna basılarak potun control panelinde görüntülenmesi sağlanır.

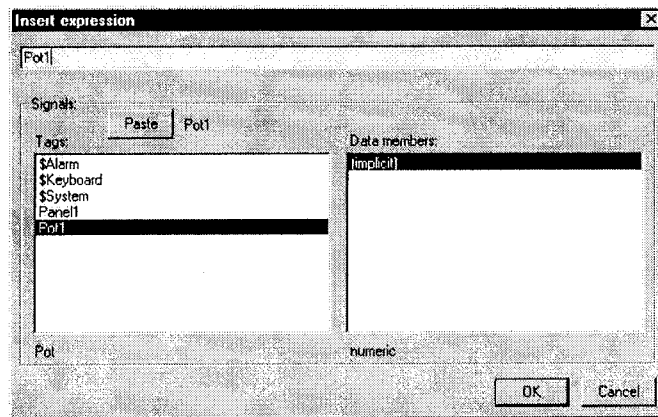


Şekil 3.10 Pot'un Control Paneldeki Görünümü

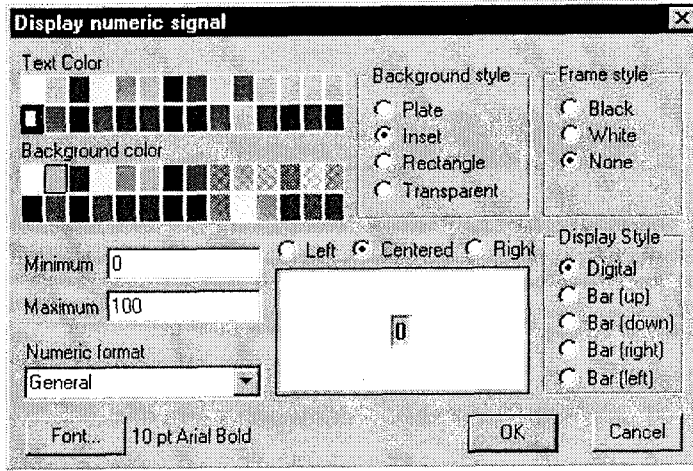
Ekran bu şekle getirildikten sonra Pot'un etrafındaki boyutlandırma için kullanılan yerlerden tutularak Pot'un büyüklüğü boyutlandırılır. Bu işlemler yapıldıktan sonra görüntüyü "Edit Mode" seçeneğinden çıkararak normal halde görmek istenebilir. O zaman "Edit" pop-up menüsünden "Edit Mode" seçeneği seçilerek ekranın işlem bittikten sonraki normal hali görülebilir.

3.4.3 Sayısal İfade Oluşturma

Pot oluşturulduktan sonra dijital olarak Pot'un yanında Pot ile oynandıktan sonra sayısal olarak ifadelerin görünmesi istenir. Bunun için lookout pop-up menüsünden "Insert" seçeneği altındaki "Expression" seçilir. Buradaki "Tags" bölümünden oluşturduğumuz Pot'un adı neyse o seçilerek Pot'da yapılan değiştirimin dijital olarak gösterilmesini sağlamak için bağlantı kurulmuş olur. Tags altındaki ilgili yer seçildikten sonra "Paste" basılarak üst tarafta görüntülenmesi sağlanır ve arkasından "OK" butonuna basılır.

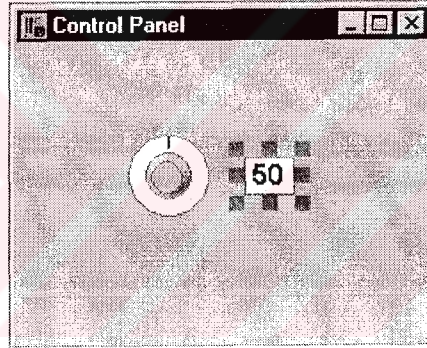


Şekil 3.11 Pot Expression Dialog Kutusu



Şekil 3.12 Sayısal İfadenin Görünüm Özellikleri

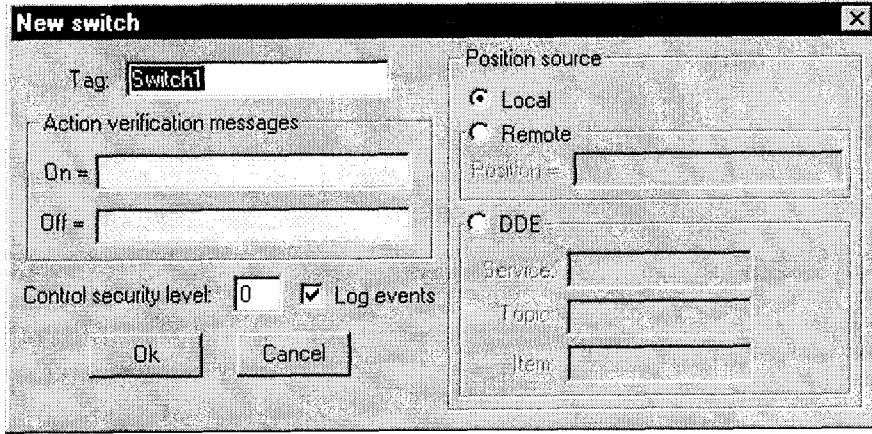
Ekrana sayısal ifadenin görüntü özellikleri gelir ve buradan özellikler girildikten sonra “OK” butonuna basılarak Pot’un dijital gösterimi sağlanır.



Şekil 3.13 Pot ile Sayısal İfadenin Birlikte Görünümü

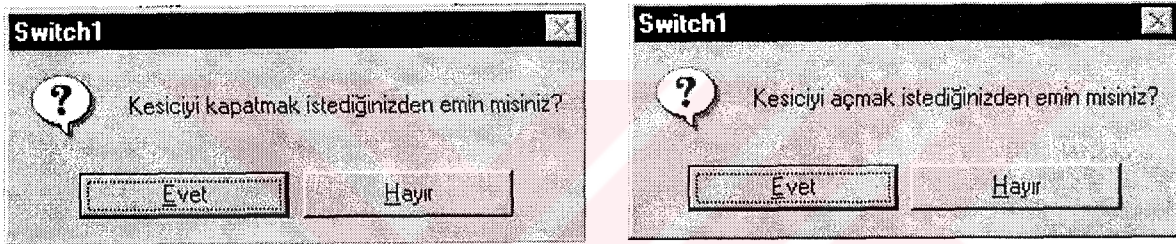
3.4.4 Anahtar Nesnesi Oluşturma

Anahtarlama görevini üstlenecek olan kısım PLC’lerin veya RTU’ların kontrol çıkışlarını ayrıık ünite çıkışlarına bağlamak amacıyla kullanılır. Anahtarlama amacıyla nesne oluşturmak için pop-up menüden “Object” seçilip oradan da “Create” seçilir. “Create”in içerisindeki “Control” klasöründen “Switch” seçilir. Bundan sonra ekrana switch ile ilgili dialog kutusu gelir. Bu dialog kutusunda switch ile ilgili özellikler girilir. Açılan dialog penceresinde anahtarın “ON” durumunda verilmesi istenen uyarı komutunun girilebileceği alan ile “OFF” durumunda girilmesi istenen uyarı komutunun girilebileceği alan yer almaktadır. Bunların dışında fonksiyon database’inin girilebileceği “Remote” alanı mevcuttur.



Şekil 3.14 Switch Dialog Kutusu

“ON” ve “OFF” alanlarına gerekli uyarılar girildiğinde anahtarlama işlemi yaptırılırken uyarı mesajları alınabilir.



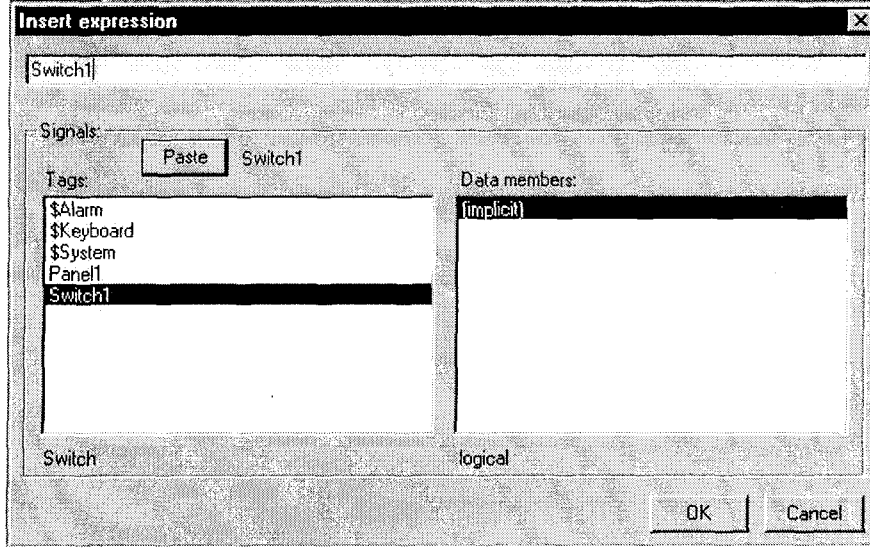
Şekil 3.15 Switch Uyarı Mesajları

3.4.5 Uyarı İçin Lojik İfade Oluşturma

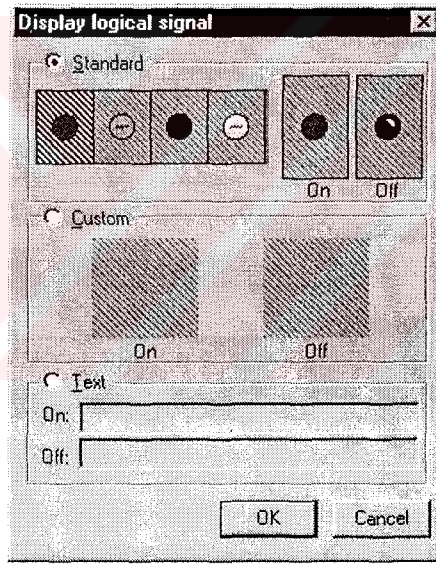
“Insert” pop-up menüsünden “Expression” aktif hale getirilir. Hangi nesnenin durumu görüntülenmek isteniyorsa o nesne “Signals” bölümünden seçilir ve “Paste” komutu ile üst tarafta görüntülenir.

“OK” butonuna basıldıktan sonra ekrana uyarı içi alternatif resimler gelir. Bu resimlerin içerisinde istenilen seçildikten sonra “OK” butonuna basılır ve uyarı görüntüsünün kontrol panelde görüntülenmesi sağlanmış olur.

Uyarı görüntüsü lojik olarak çalışır. Herhangi bir nesnenin istenilen kritik değerlerinde veya açma-kapama durumunda uyarı görüntüsü renk değiştirerek görüntülü olarak PC de izleme yapan kişiyi uyarmak amacıyla kullanılır.



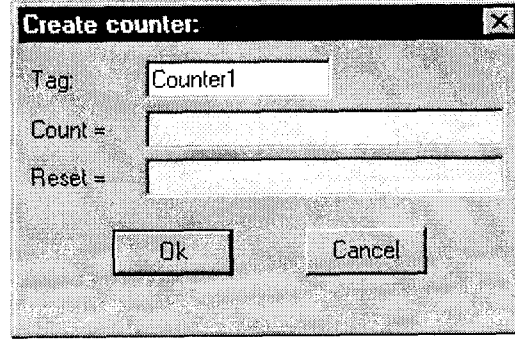
Şekil 3.16 Expression Dialog Kutusu



Şekil 3.17 Uyarı Görünüm Dialog Kutusu

3.4.6 Sayıcı Oluşturma

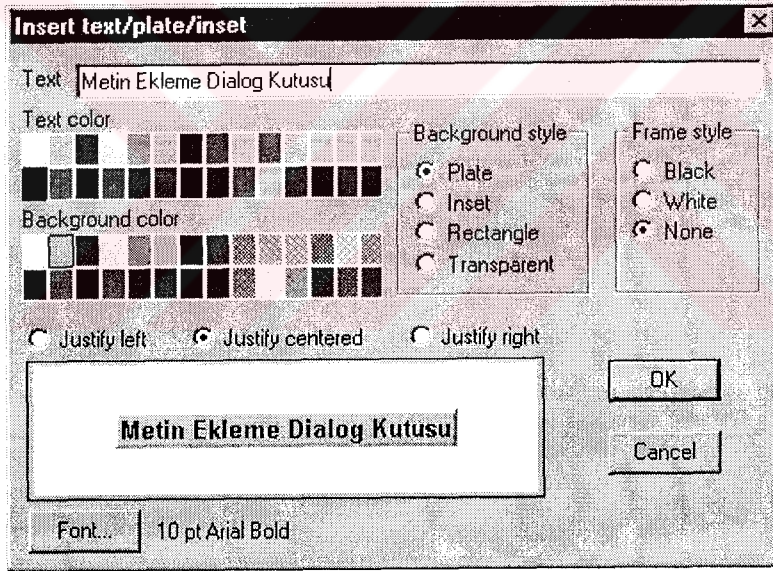
Lookout pop-up menü çubuğu üzerindeki “Object” seçeneğinden “Create” seçilir. “Control” klasöründen “Counter” seçilir ve “OK” düğmesine basılır. “Create Counter” dialog kutusuna başlık ve “Count” parametreleri girilir ve “OK” düğmesine basılır. Bundan sonra pop-up menüden “Insert” seçeneğinden “Expression” seçilerek ilgili sayacın adı seçilip “Paste” yapılır. “OK” düğmesine basıldıktan sonra ekrana sayac ile ilgili görüntü özelliklerini içeren dialog kutusu gelir.



Şekil 3.18 Sayaç Oluşturma Dialog Kutusu

3.4.7 Metin Etiket Ekleme

Lookout pop-up menüdeki “İnsert” den “Text/Plate/İnsert” seçilir. Çıkan dialog kutusunda “Text” yazan alana yazılmak istenen metin yazılır ve görüntü ve punto ile ilgili parametreler bu dialog kutusunda ilgili yerlerden ayarlanarak “OK” butonuna basılarak metin kontrol paneline eklenir.



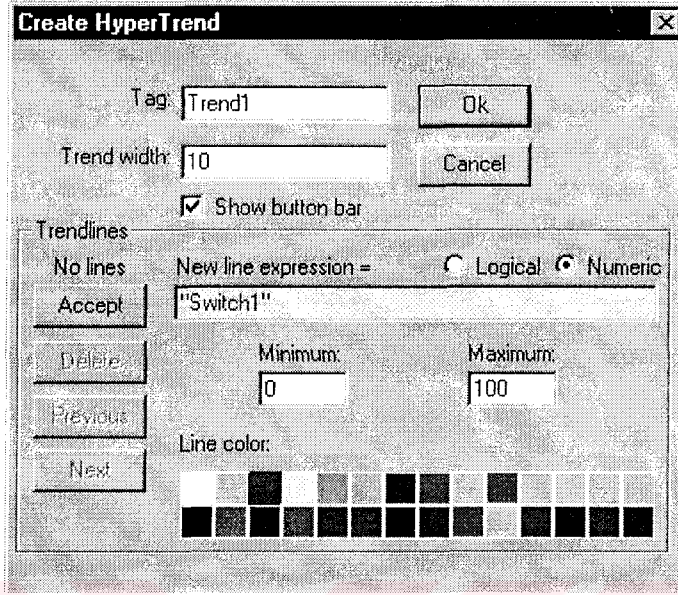
Şekil 3.19 Metin Ekleme Dialog Kutusu

3.4.8 Hipertrend Nesnesi Oluşturma

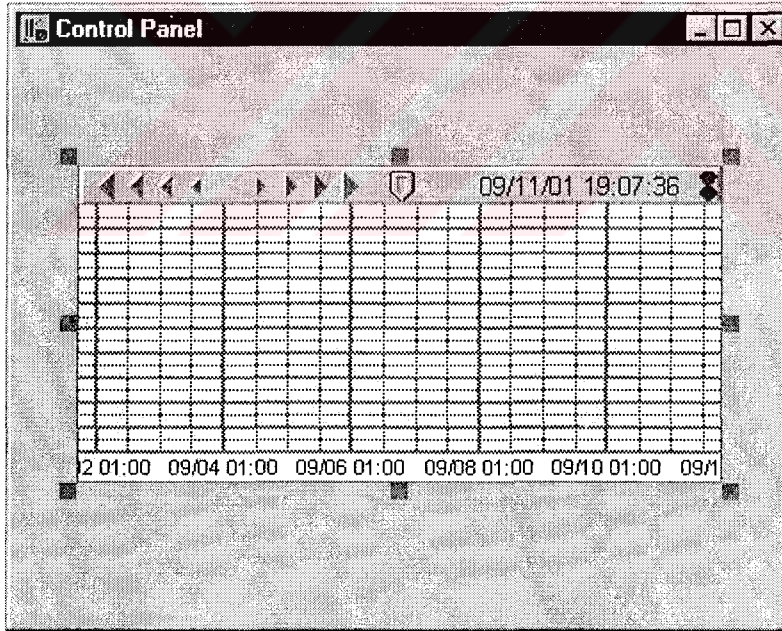
Hipertrend girilen nesnelerin zamana bağlı olarak çalışmalarını gösteren sonsuz uzunluktaki bir grafikdir. Buton çubuğu kullanılarak şimdiki zamandan geçmişe yönelik bilgiler hakkında inceleme yapılabilir.

Lookout pop-up menüden “Object” menüsünden “Create” seçilir. Çıkan “Select Object Class” dialog kutusundan “Display” klasörü altındaki “Hyper Trend” seçilerek hipertrend dialog

kutusu görüntülenir. Buradaki dialog kutusuna trend genişliği dakika cinsinden girilir. “New Line Expression” satırına bağlantı kurulacak nesnenin adı girilir. Aynı dialog kutusu üzerindeki renk paletinden çizgi rengi belirlenir ve “OK” düğmesine basılır.



Şekil 3.20 Hyper Trend Dialog Kutusu



Şekil 3.21 Hyper Trend Nesnesi Görünümü

3.4.9 Alarm Nesnesi Oluşturma

İstenilen nesnelere üzerinde istenilen değerlerde alarm üretmesi sağlamak amacıyla kullanılır. Lookout pop-up menüsünden “Object” menüsünden “Create” seçilir. “Select Object Class” dialog kutusundan “Logging” klasörü altından “Alarm” seçilir ve “OK” düğmesine basılır.

Çıkan dialog kutusuna her dialog kutusunda olduğu gibi başlık yazılır. “Message” kısmına yönlendirici uyarı mesajı yazılır. “Condition” kısmına koşul yazılır ve “OK” tıklanır.

The image shows a 'Create Alarm' dialog box with the following fields and options:

- Tag: Alarm1
- Alarm group: [dropdown]
- Message = [text box]
- Condition = [text box]
- Logical alarm
- Priority (1-10): 4
- Wave file: [text box] [Browse...]
- Numeric alarm
- Hi-Hi level = [text box] Priority [text box]
- Hi level = [text box]
- Lo level = [text box]
- Lo-Lo level = [text box]
- Rate of change = [text box]
- Unit time: [text box] (Example: 1.00 hr per minute)
- Sample = [text box]
- Buttons: Ok, Cancel

Şekil 3.22 Alarm Oluşturma Dialog Kutusu

Alarm özetini görmek için ekranın altındaki durum çubuğu üzerinde sağ tarafta bulunan alarm gösterge alanının üzerine tıklanır ve alarm gösterge penceresi açılır. Pencere üzerinde mouse'un sağ tuşuna tıklanarak “Acknowledge Selected” seçeneği tıklanarak alarmlar tek tek onaylanır. Eğer istenirse “Acknowledge All” seçeneği kullanarak bütün alarmlar onaylanabilir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

IT ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve bilgisayar kullanımının yaygınlaşması, enerji dağıtım sistemlerinin güvenilir ve verimli olarak çalışmasını sağlamak amacıyla kurulan kontrol ve kumanda sistemlerinin bu sahaya uygulanması gerekliliğini gündeme getirmiştir. Günümüzde kontrol ve kumanda teknolojilerindeki gelişmiş bir yapı olan SCADA endüstri ve tesislerin her sahasına uygulanabilmektedir.

SCADA sistemleri mikroişlemciler ve bilgisayar ağları yardımı ile kontrol ve kumanda yapması nedeniyle bu sahalardaki gelişmeler SCADA sisteminde uygulanabilirliğini ve önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Günümüzdeki bu gelişmelerin hızlı gerçekleşmesi ve kullanılan hammaddelerin ucuz olması, zaman içerisinde maliyetleri de piyasadaki üretici sayısının fazla olması nedeni ile düşürmüştür. Bu nedenle SCADA'nın kurulum maliyeti günümüzde çok düşmüştür. İşletme olarak uzun vadede verimliliği ve etkinliği arttırması sebebiyle kar sağlayan bir yapı arz etmektedir.

SCADA sisteme ve birçok enerji tüketen makinaya harmonik yoluyla zarar veren enerjiyi kontrol etmede de kullanıldığından verimi ideale yaklaştırmaktadır.

SCADA sistemleri, tesis ve sistemlerin tek bir merkezden kontrol edilmesi ve yönetilmesi olanağını sunmaktadır ki bu da değişik noktalardan gelen verilerin karmaşık bir şekilde çok elde toplanmasını önlemektedir. Bu sayede enerji kesintileri otomatik olarak gerekli noktaların sisteme müdahalesi olduğundan çok kısa süreli olmakta, normalde saatler süren enerji kesintisi bu sayede dakikalar almaktadır. Bununla birlikte her merkezde enerji kesintilerini kontrol etmek amacıyla üç vardiyalı eleman bulundurma ihtiyacı ortadan kalkmaktadır.

Buraya kadar SCADA'nın faydaları ve uygulamadaki verimliliğinden bahsettik. Bunlara karşı SCADA'nın bugün için ülkemizde uygulanmasının olabilecek dezavantajları da mevcuttur. Bunlar ekonomik şartlar ve yetkililerin bu konuya gerekli önemi göstermemesinden kaynaklanıyor. Bütün bu şartlar değerlendirildiğinde, SCADA sistemlerinin ülkemizde öğrenilip hayata geçirilmesinde çok geç kalınmıştır. Bu sahada bilgisayar ortamında ülkemizin alt yapısı bilgileri hazırlanmamıştır. Örneğin; bilgisayar ortamına ülkemizin coğrafi yapısını istenilen şekilde girebilmiş değiliz. Bu nedenle bu sahadaki coğrafya, jeofizik, elektrik, çevre planlaması, makine ile ilgili uğraşan birimlerin bilgisayar ortamında altyapıları araştırma imkanı olmamakta ve gerekli gelişmeleri bu bilgi üzerinde yerine getirememektedir.

Örnek olarak; GIS (Geographic Information System) ile ilgili yazılımlarla coğrafi bilgiler bilgisayar ortamına girilmemiştir ve üniversitelerde verilen bu eğitimleri uygulama sahası şu an için yok denecek kadar azdır.

Bugün için ülkemizde 154kV ve 380kV enerji dağıtım merkezlerinden yalnızca bilgi toplamak amacıyla SCADA sistemi 1980'li yılların ortasında kurulmuştur. OG elektrik dağıtım tesislerinde ise sınırlı fonksiyonlara sahip Kayseri uygulaması hariç başka bir uygulama yoktur. Proje aşamasında Ankara, Bursa, Eskişehir, Konya, Gaziantep, Erzincan SCADA uygulamaları mevcuttur. İstanbul'da da TUBİTAK ve TEDAŞ bünyesinde dağıtım otomasyonu üzerine fizibilite çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda geçtiğimiz yıllarda alınan kararla İstanbul'da yeni kurulan bütün 34.5kV trafo postaları ve dağıtım merkezleri için OG fiderlerinin yanında fiber optik kablolar için yer ayrılması doğrultusunda altyapı yönetmeliği elektrik kurumu tarafından uygulamaya konmuştur. Hazırlanan projelerde fiber optik kablolar için yer ayrılması ile ilgili bilgiler ve katalog bilgileri de istenmiştir. Bu tür yapılanmalar geç kalınmakla birlikte uygulama sahasına konması görünene göre uzun süreceğe benzemektedir.

SCADA sistemi uygulamalarının hayata geçirilmesindeki ülkemiz problemlerinden en başta geleni bu konuda kalifiye elemanın çok fazla olmaması. Bu durum elektrik kurumlarının böyle bir yatırım yapmaları durumunda, SCADA ile uğraşan firmaların sürekli olarak danışmanlığına ihtiyaç duyması ve herhangi ek yatırımlarda ilgili firmalardan teknik destek almak zorunda kalması gerekmektedir ki bu kurum için ek maliyetleri gündeme getirmektedir. Bilinen klasik anlayıştan çıkarak bu tür yatırımlara destek vererek maliyet analizleri yapılması ile yeni yapılanma gerçekleştirilebilir. Şu an için bu durum ülkenin ekonomik ve siyasi istikrarına bağlı olarak ilerki yıllarda uygulama sahasına geçeceğe benziyor.

Konu ile ilgili yapılması gereken; devlet yetkililerin yeni düzenlemelere giderek, konu ile ilgili araştırma yapan üniversitelerle yada enstitülerle kurumları birlikte hareket etmelerini sağlamaları gerekmektedir. Bu sayede istenilen bilgi ve donanıma sahip kalifiye elemanların yetişmesi sağlanacak ve maliyet olarak giderler azalacaktır. Bunun yanısıra da üniversitelerde uygulama sahasına geçen konu ile ilgili birimler bu konularda müfredatlarına yeni bilgiler ekleyerek SCADA sistemleri için altyapı oluşturacaklardır. Böyle bir araştırmanın bir çok branş için gelecekte çalışma sahası açacağı muhakkaktır. Mesela; yukarıda bahsettiğimiz gibi GIS uygulamaları ülkemizde olmamakla birlikte bazı üniversitelerde teorik olarak okutulmakta ve yetişen elemanlar bu bilgileri uygulama sahası bulamadıklarından bu konuda geri kalmaktadırlar.

Sonuç olarak; ülkemizde bu tür yatırımlarda geç kalınmıştır. Çeşitli üniversitelerimizde konu ile ilgili dersler verilmekle birlikte uygulama sahası olmadığından bilgiler kısır kalmaktadır. Enerji dağıtım sistemlerinin SCADA uygulamaları devlet, üniversiteler ve ilgili kurumlar arasındaki yapılacak görüş birliği ve hazırlanacak mevzuatlarla bir an önce hayata geçirilmeyi beklemektedir. Bilgisayar ve mikroişlemci teknolojisinin gelişmesiyle, bunlara ek olarak rekabetle birlikte ilgili sahadaki yatırım maliyetleri oldukça düşmüştür. Yapılması gereken kalifiye elemanların yetişmesi için gerekli vasatı hazırlamak. Bu konuda üniversitelerden yardım alınır ve maddi karşılıkları da üniversite döner sermayesine aktarılırsa yatırım ve harcamaların olumlu sonuçları ülke için çok fazla olacaktır.



KAYNAKLAR

- ABB, (2000), “Combinet Overcurrent and Earth-fault Relay“ Firma Katalođu, İstanbul.
- ABB, (2000), “Orta Gerilim Şalt Tesisi”, Firma Katalođu, İstanbul.
- AEG, (1998), “36kV’a Kadar Şalt Dolapları”, Firma Katalođu, İstanbul.
- Alperöz, N., (1974), “Enerji Dağıtımı”, İTÜ, İstanbul.
- Alperöz, N., (1987), “Elektrik Enerjisi Dağıtımı”, İTÜ, İstanbul.
- ALSTHOM, (1997), “SF6 Circuit Breaker”, Firma Katalođu, İstanbul.
- ALSTHOM, (1999), “Power Transmission and Distribution”, Firma Katalođu, İstanbul
- EAE, (1999), “Reaktif Güç Kontrol Rölesi Kullanma Kılavuzu”, İstanbul.
- Onuk, M., (1997), “Orta Gerilim, Gaz İzoleli, Kesicili Şalt Tesisleri”, Kaynak Elektrik Dergisi, 97: 131-136, İstanbul.
- Özkahraman, H., (1999), “Reaktif Güç Kontrolü ve Yeni Nesil Röleler”, Kaynak Elektrik Dergisi, 128: 123-126, İstanbul.
- Özyazıcı, (1998), “Ülker 1600kVA O.G Trafo Postası Projesi”, Özyazıcı Mühendislik San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- Pekiner, O., (1999), “SCADA İletişim Teknikleri ve Standartları”, Kaynak Elektrik Dergisi, 123: 118-124, İstanbul.
- Schneider, (2000) “Montaj ve Otomasyon Hizmetleri” HİT Mühendislik Firma Katalođu, İstanbul.
- TMMOB, (1979), “Elektrik Kuvvetli Akımları Tesisleri Yönetmeliği”, İstanbul.
- TUBİTAK-BİLTEN, (1997), “İstanbul Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri Master Planı”, Kaynak Elektrik Dergisi, 96: 120-134, İstanbul.
- Tüfekçi, T., (1996), “ Enerji Dağıtım Dersleri “ Ders Notları, Kocaeli.

EKLER

- Ek 1 Örnek Keşif Özeti
Ek 2 SMM ve Büro Tescil Belgeleri
Ek 3 Örnek O.G Projesi Paftaları



Ek 1 Örnek Keşif Özeti

ÜLKER GIDA SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.								
O. G. ve A. G. ELEKTRİK TESİSATI								
KEŞİF ÖZETİ								
TEDAŞ 1998 yılı birim fiyatlarına göre hazırlanmıştır.								
SIRA NO.	POZ. NO.	TANIM	BİRİM	MKTR	MALZEME B. FİYATI	MONTAJ B. FİYATI	MONTAJLI MALZEME	TUTARI
1	31.5.3.	1600 kVA Trafo 34,5/0,4kV	Ad.	1	5.381.427.000	166.904.000	5.548.331.000	5.548.331.000
2		1600kVA Generatör	Ad.	1			0	0
3	31.1.B.a	60/5A, 30VA, Cl:1, 600In Akım trafosu	Ad.	6	101.211.700	14.257.700	115.469.400	692.816.400
4	31.1.A	2500/5A 15VA, 400V, Cl:1 Akım trafosu	Ad.	6	1.891.000	1.609.000	3.500.000	21.000.000
5	3.1.1.	40x10 bakır bara	Kg	650	701.000	800.400	1.501.400	975.910.000
6	3.1.1.	80x10 bakır bara	Kg	800	701.000	800.400	1.501.400	1.201.120.000
7	30.2.1.	Topraklama Levhası ve Gömülmesi	Ad.	6	1.950.000	5.216.000	7.166.000	42.996.000
8	30.2,2	50mm2 NYY Kablo ve gömülmesi	mt.	100	535.000	284.900	819.900	81.990.000
9	5.5.2.	Demir konstrüksiyon işleri	Kg	2810	70.000	315.200	385.200	1.082.412.000
10	12.	Stanka	Ad.	1	4.536.000	320.000	4.856.000	4.856.000
11	13.3.	Sehpa	Ad.	1	5.760.000	0	5.760.000	5.760.000
12	13.2.	İzole halı 34,5kV	m ²	12	6.273.000	0	6.273.000	75.276.000
13	13.2.	İzole halı 1kV	m ²	10	6.273.000	0	6.273.000	62.730.000
14	13.1.	İzole eldiven	Çift	1	15.101.000	0	15.101.000	15.101.000
15	13.	İzole pens	Ad.	1	3.456.000	320.000	3.776.000	3.776.000
16	26.1.	Tehlike levhası	Ad.	12	505.000	432.500	937.500	11.250.000
17	25.17.1	2500A Kompakt Şalter	Ad.	1	485.325.000	16.288.000	501.613.000	501.613.000
18	25.17.1	1250A Kompakt Şalter	Ad.	1	92.135.000	8.933.000	101.068.000	101.068.000
19	25.1.	1600/5A ampermetre	Ad.	3	2.790.000	1.206.000	3.996.000	11.988.000
20	24.7.2.	Sinyal lambası	Ad.	11	800.000	400.000	1.200.000	13.200.000
21	25.3	Cosφ Metre	Ad.	1	11.531.000	1.346.000	12.877.000	12.877.000
22	25.2.	Voltmetre	Ad.	1	3.007.000	1.616.000	4.623.000	4.623.000
23	25.13.	Voltmetre Komütatörü 7 Poz	Ad.	1	1.186.000	767.000	1.953.000	1.953.000
24	38.2.	Kondansatör grubu 50KVAR	Ad.	2	20.447.800	4.314.400	24.762.200	49.524.400
25	38.2.	Kondansatör grubu 100KVAR	Ad.	6	67.396.100	5.270.800	72.666.900	436.001.400
26	39.1.	Kontaktör(110A)	Ad.	2			0	0
27	39.1.	Kontaktör(170A)	Ad.	6			0	0
28	19.3.	NH1 Boy sigorta 250A Komple	Ad.	18	1.775.000	718.000	2.493.000	44.874.000
29	19.3.	NH1 Boy sigorta 160A Komple	Ad.	6	1.254.000	662.000	1.916.000	11.496.000
30	25.17.1.	400-630A kompakt şalter	Ad.	1	92.135.000	8.933.000	101.068.000	101.068.000
31	25.17.1.	200-250A kompakt şalter	Ad.	1	30.707.000	7.600.000	38.307.000	38.307.000
32	25.17.1.	630-800A kompakt şalter	Ad.	1	179.680.000	11.943.000	191.623.000	191.623.000
33	25.17.1.	315-400A kompakt şalter	Ad.	2	72.058.000	8.579.000	80.637.000	161.274.000
							TOPLAM	11.506.814.200

Ek 2 SMM ve Büro Tescil Belgeleri

TMMOB-ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
SERBEST MÜŞAVİR MÜHENDİSLİK

TESCİL BELGESİ
1998
ELEKTRİK

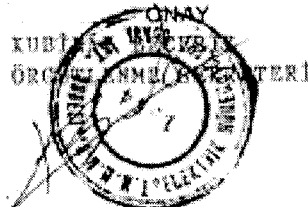


ADI SOYADI : AHMET ÖZYAZICI
DİPLOMA ÜNVANI : ELEKTRİK MÜHENDİSİ
SMM NO. : 34/34-12653
BÜRONUN ADI : ÖZYAZICI ELEK. MAK. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
BÜRONUN ADRESİ : CRYAT AÇIKALIN CAD. 55 DARGELİRLİLER
KOOP. D BLOK NO:1 TOZKOPARAN/İSTANBUL
BAĞLANTI ŞEKLİ : ADINA
BT NO. : 34/34-7179027925
FAALİYET ALANI : PROJE-TAAHHÜT
BELGE SERİ NO : ESMM № 981298
TESCİL TARİHİ : 12/01/1998

SMM'NİN İMZASI :

Yukarıda adı, ünvanı ve faaliyet konusu yazılı üyemizin odamıza kayıt ve tescilli olarak serbest müşavir mühendislik hizmetlerini yapmaya yetkili olduğu tarafımızca onaylanmıştır.

DÜZENLEYEN BİRİM



İşbu belge 31.12.1998 tarihine kadar geçerlidir.

TMMOB-ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
SERBEST MÜŞAVİR MÜHENDİSLİK

BÜRO TESCİL BELGESİ
1998

ÖNVANI : ÖZYAZICI ELEK. MAK. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
ADRESİ : CEYAT AÇIKALIN CAD. SS DARGELİRLİLER
KOOP. B. BLOK. NO:1 TOZKOPARAN/İST.
FAALİYET KONUSU : PROJE-TAAHHÜT
VERGİ DAİRESİ VE NO'SU : MERTER-34/34-7170027825
TESCİL TARİHİ : 12/01/1998
BELGE NO. : 34/34-7170027825
BELGE SERİ NO. : ET № 983338

ADI SOYADI : AHMET ÖZYAZICI
DİPLOMA ÖNVANI : ELEKTRİK MÜH.
SMM NO'SU : 34/34-12653

Yukarıda adı, ünvanı ve faaliyet konusu yazılı büromun odamıza kayıt ve tescilli olarak serbest müşavir mühendislik hizmetlerini yapmaya yetkili olduğu tarafımızca onaylanmıştır.

DÜZENLEYEN BİRİM

İşbu belge 12.12.1998 tarihine kadar geçerlidir.

ONAY
KUBİLAY...
ÖRGÜTLÜ ME...
...

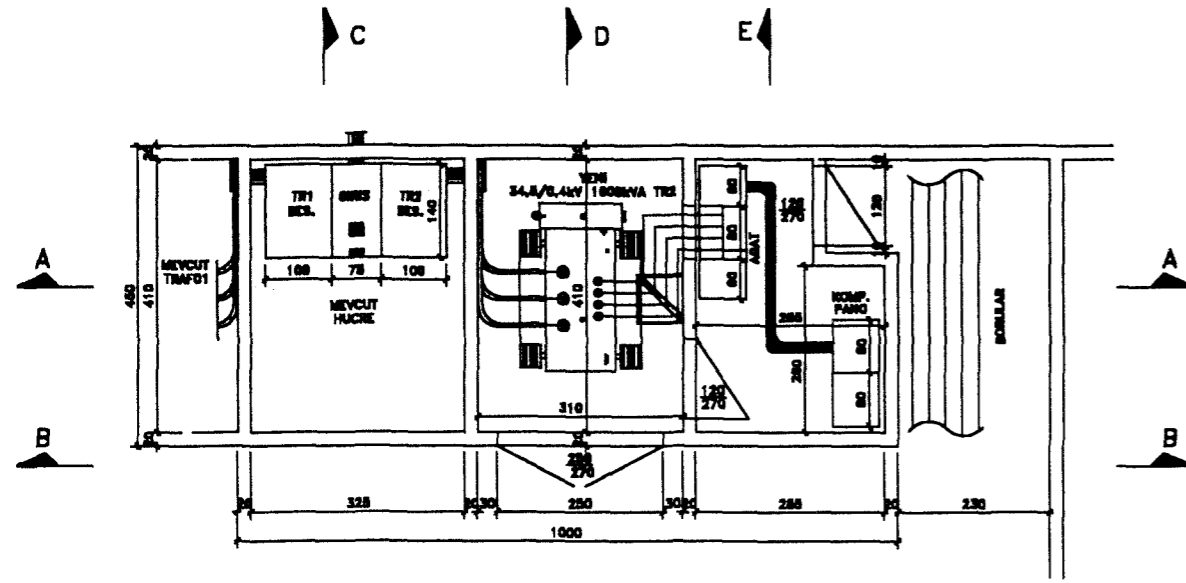
Ek 3 Örnek O.G Projesi Paftaları

- O.G. Tekhat Şeması
- O.G. Trafo Montaj Planları
- O.G. Trafo Montaj Planları Kesitleri

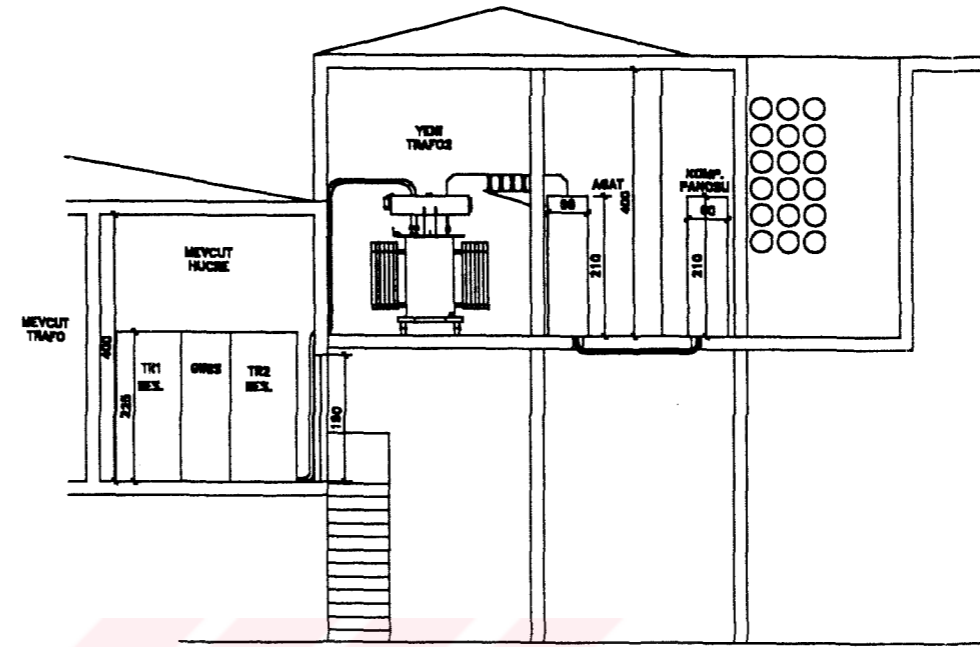


ULKER GIDA SANAYii TiCARET A.S. CiKOLATA1 FAB. 34.5/0.4kV 1600kVA MEVCUT, 1600kVA YENi TRAF0 MONTAJ RESMii

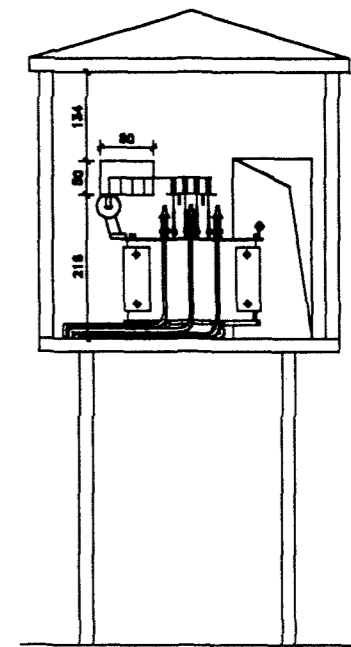
A



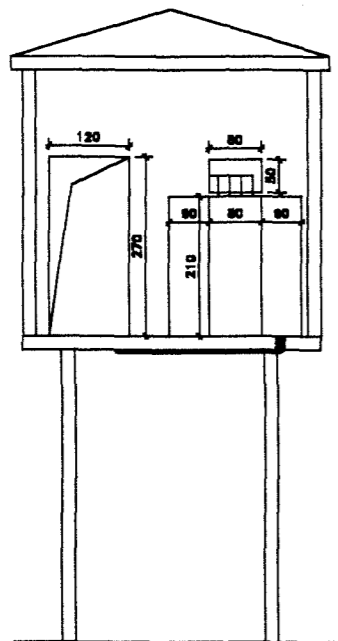
TRAF0 MONTAJ PLANI



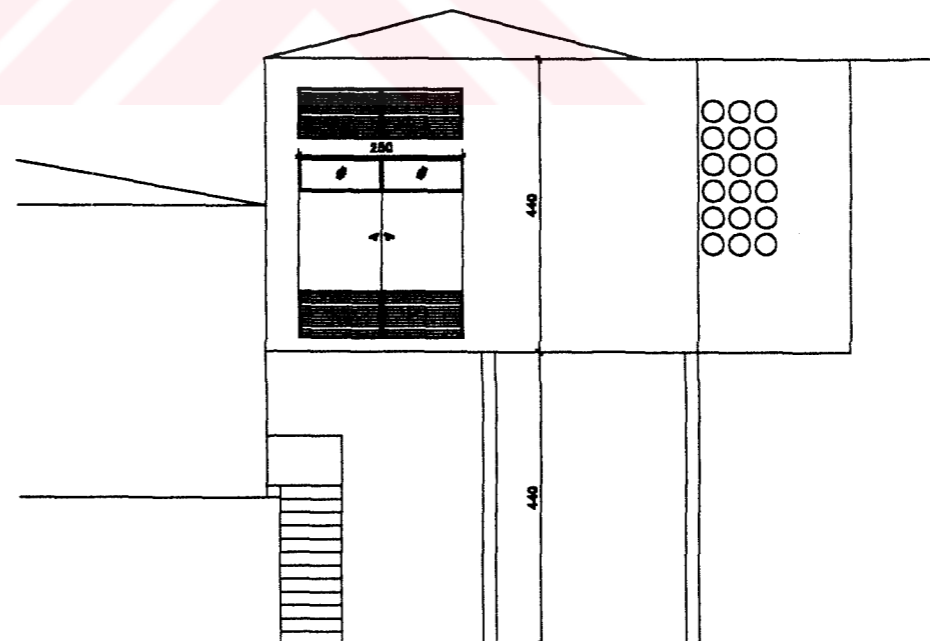
A-A KESiTi



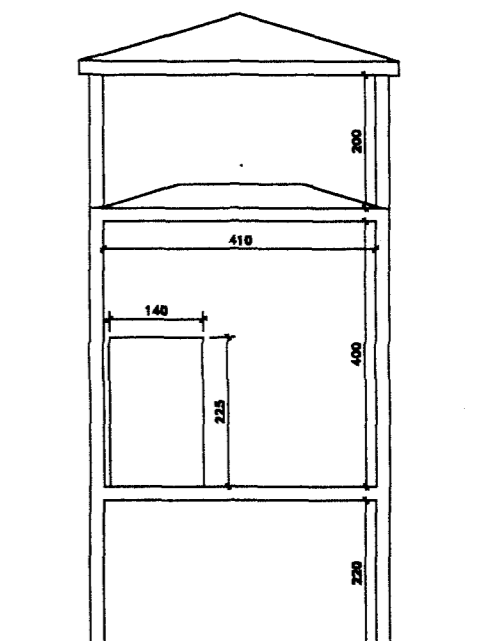
D-D KESiTi



E-E KESiTi

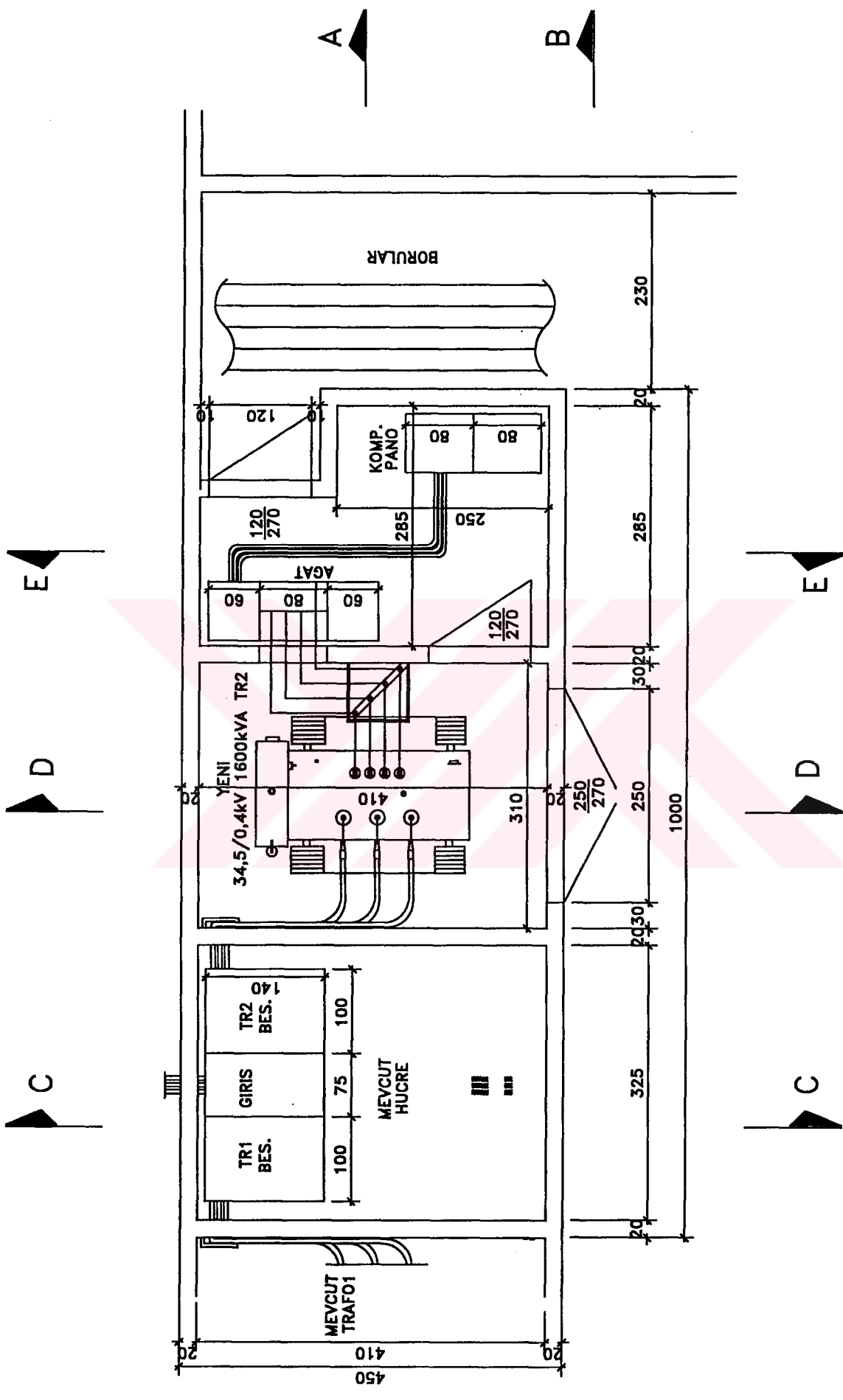


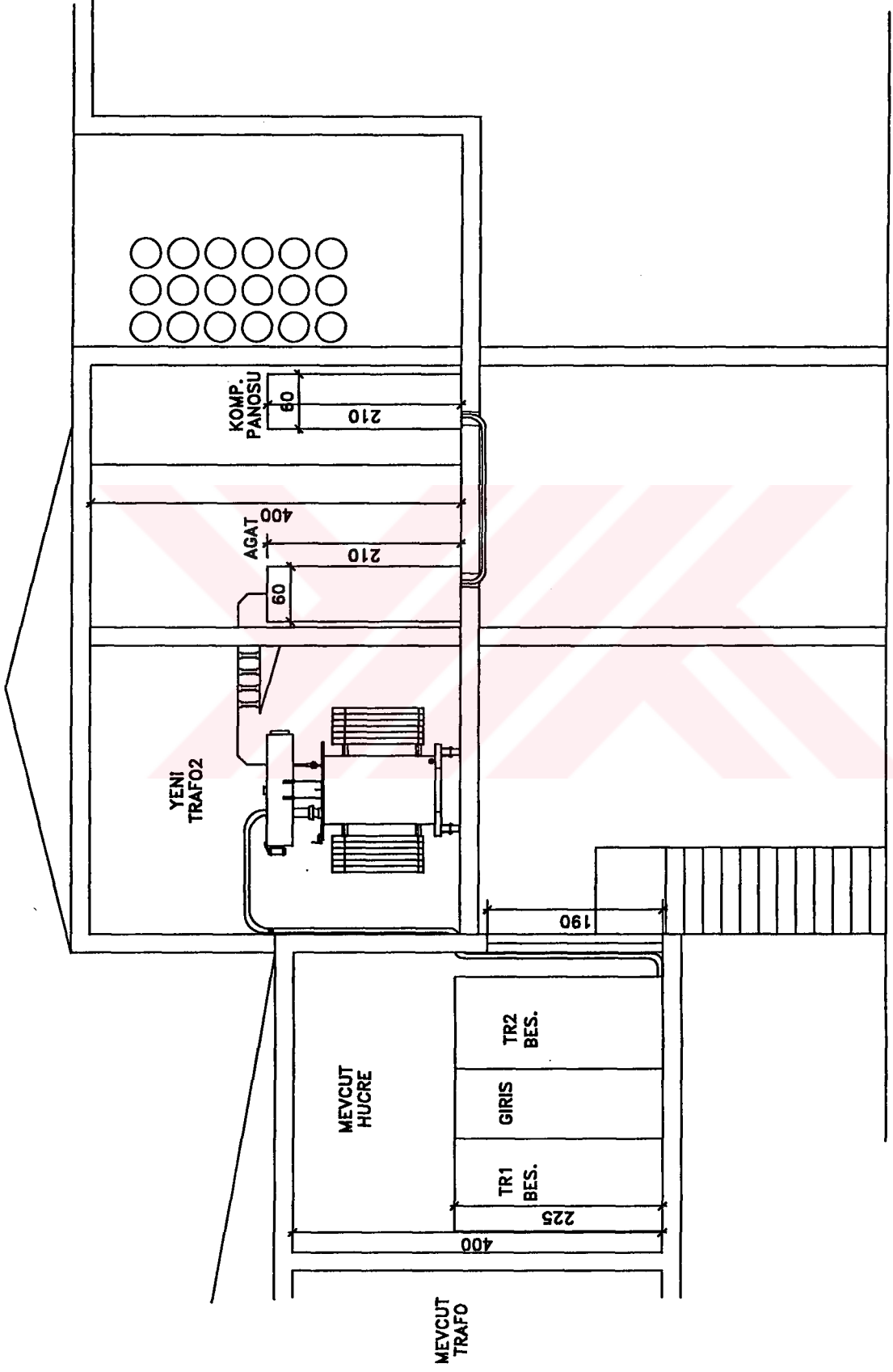
B-B KESiTi



C-C KESiTi

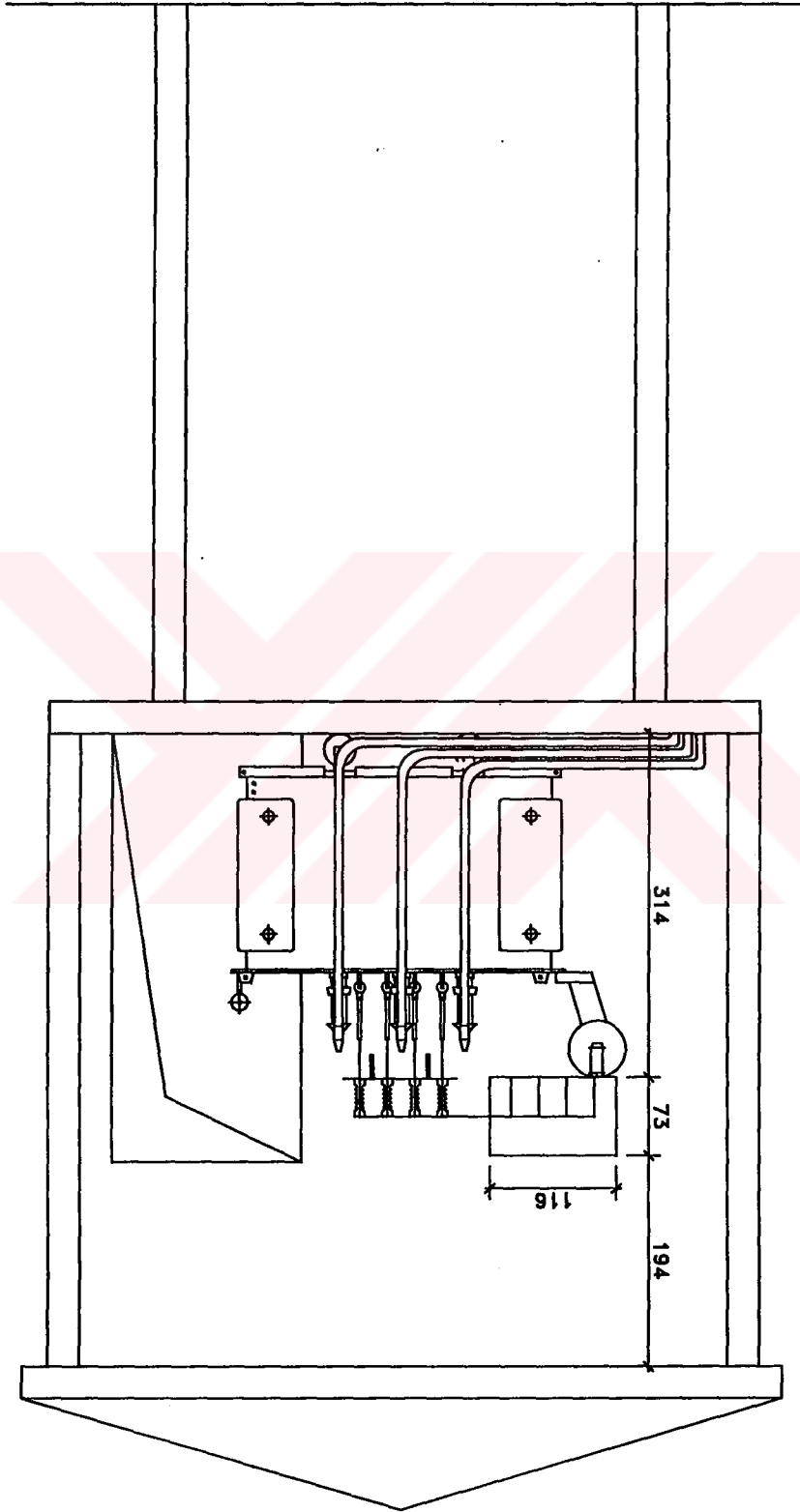
A1





A-A KESİTİ

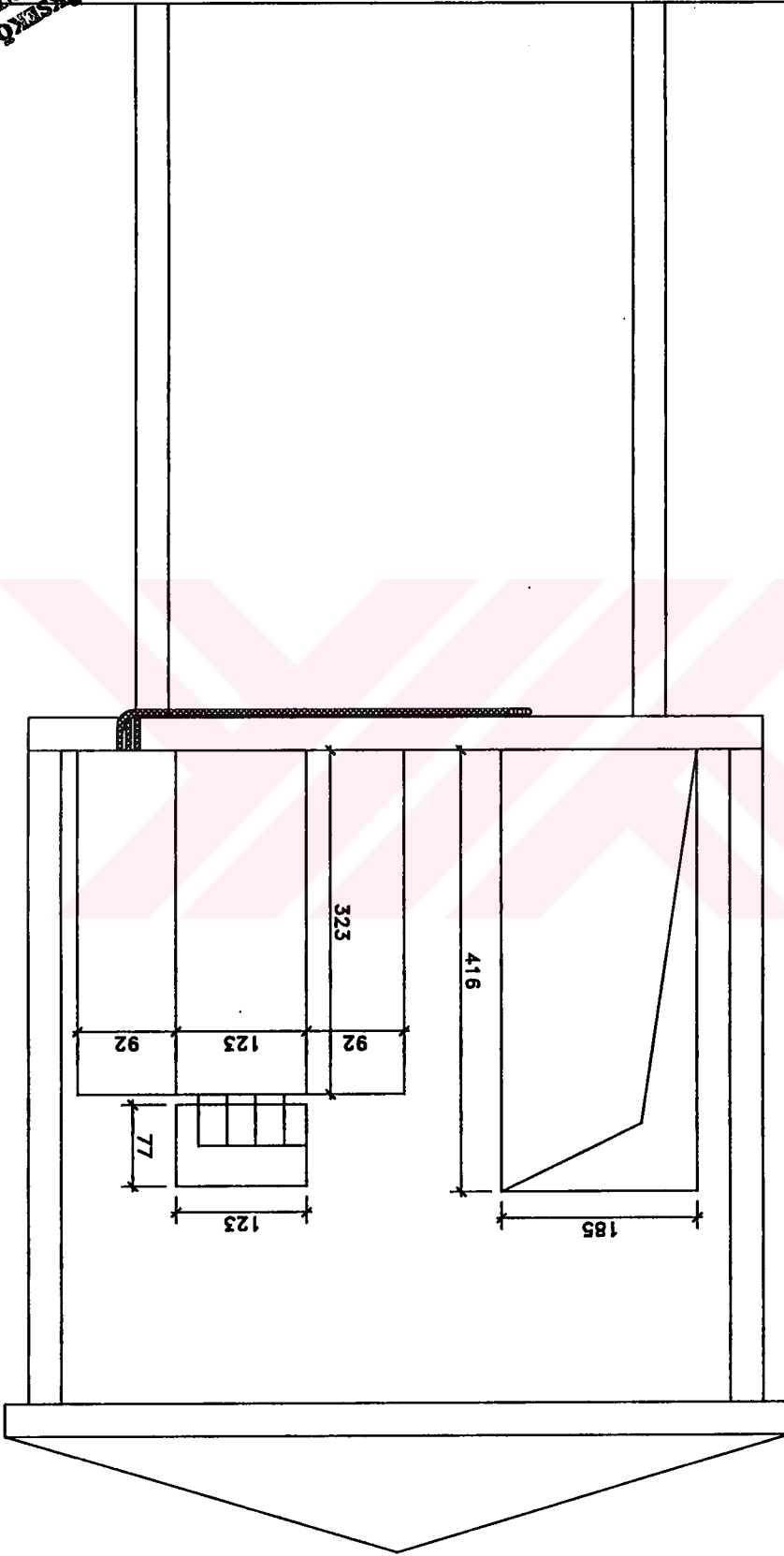
D-D KESIT!



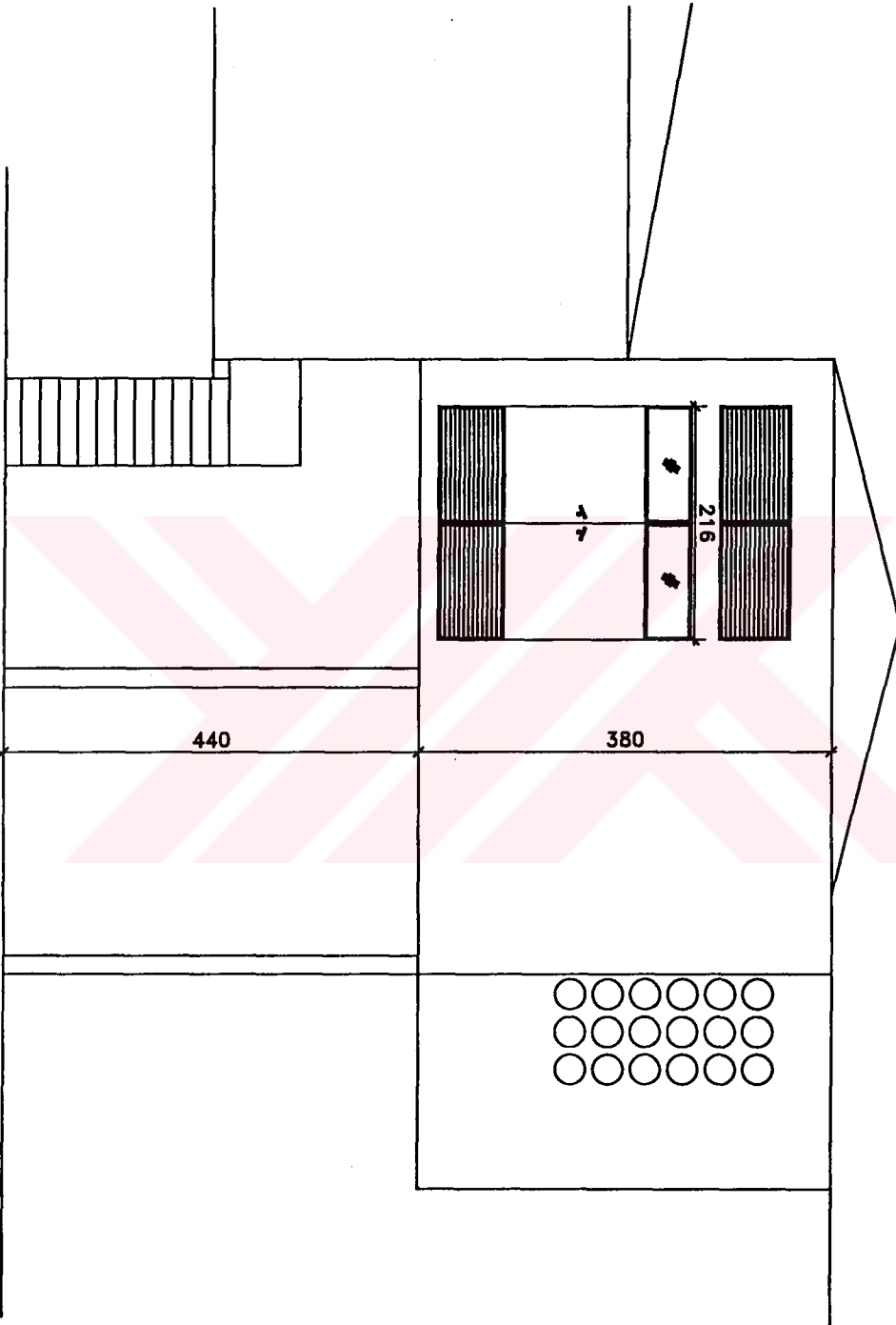
A3

1.C YOKSÖĞÜTLÜ KURULU
DOKÜMANASYON MENKURU

D-D KESİTİ!



B-B KESITI



C-C KESİTİ!

339

347

216

616

631

308



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	Doğum yeri	Çalıştığı kurum(lar)
05.04.1975	İstanbul	
	Lise	
1988-1991	Pertevniyal Lisesi	
	Lisans	
1992-1998	Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü	
1999-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elektrik Programı	
	Yüksek Lisans	
1998-1999	ÖZYAZICI Mühendislik San. Ve Tic Ltd. Şti.'de Proje Mühendisi	
		1999-Devam ediyor T.Halkbank İst. Ve Trak. Bölge İnş. Emik. Müd.'de Kontrol Mühendisi