

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GAZ YALITIMLI İSTASYONLAR


Elk. Müh. A. Özgür AKTAŞ

FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ


**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Erdin GÖKALP

Y. Doç. Dr. Erdin Gökalg


Doç. Dr. Nurattin Umurhan



Doç. Dr.
Hakan İltiz


İSTANBUL, 2000

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	i
ÇİZELGE LİSTESİ	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ	1
2. YALITKAN SEÇİMİ.....	3
2.1 Yağ	3
2.2 Hava	3
2.3 Katı İzolasyon Maddeleri.....	4
2.4 Kükürt Heksafluorur.....	5
3. G.I.S. TESİSLERİNİN YAPISI.....	9
3.1 Baralar	10
3.2 Devre Kesici.....	11
3.2.1 Yapısı	12
3.2.2 Kesicinin Çalışma Şekli.....	12
3.3 Ayırıcılar	18
3.3.1 Yapısı	18
3.3.2 Ayırıcının Çalışma Şekli.....	19
3.3.3 Ayırıcının Tahrik Mekanizması.....	20
3.4 Bara Sistemi.....	23
3.5 Topraklama Ayırıcısı.....	23
3.6 Akım Trafosu.....	24
3.7 Gerilim Trafosu.....	25
3.8 Lokal Kontrol Panosu.....	26
4. GAZ İZOLASYONLU BİR İSTASYONUN GENEL DÜZENİ.....	31
4.1 E.N.H. Fider Düzeni.....	32
4.2 Trafo Fideri Düzeni.....	33
4.3 Kuplaj Fideri Düzeni.....	34
5. GAZ İZOLASYONLU İSTASYONLARDA GEÇİCİ AŞIRI GERİLİMLER.....	35
5.1 G.I.S. Tesislerinde Aşırı Gerilimlerin Ortaya Çıkması, Yayılması ve Etkileri.....	35
5.2 Yüksek Gerilim İletkeninden Kumanda Dolabına Kadar Bir G.I.S.'in Geçici Aşırı Gerilimleri.....	35
5.3 SF6 Basınçlı Gaz İzolasyonunun Özellikleri.....	37
5.4 Aşırı Gerilim Koruması.....	37

6.	G.I.S. TESİSLERİNDE ÖZEL PROBLEMLER.....	38
7.	KONVANSİYONEL ŞAHLAR İLE G.I.S. TESİSLERİNİN İZOLASYON KİYASLAMALARI.....	39
7.1	Konvansiyonel Tesislerin İzolasyonu.....	39
7.2	G.I.S. Tesislerinin İzolasyonu.....	39
7.3	Her İki İzolasyon Sisteminin Kıyaslanması.....	39
7.4	İç ve Dış İzolasyon Arasında Kıyaslama.....	40
7.5	G.I.S. Tesislerinin İzolasyonunun Özellikleri.....	40
7.6	SF6 Tekniğinin Faydaları.....	41
8.	G.I.S. MERKEZLERİN ENTERKONNEKTE SİSTEME BAĞLANTILARI.....	42
8.1	2XS(FL)2Y 1x1000 mm ² 89 / 154 kV. Kablonun Yapısı.....	43
9.	154 / 34,5 kV. BAĞÇELİEVLER G.I.S. MERKEZİ SAHA TEST RAPORLARI.....	46
10.	MALİYET AÇISINDAN G.I.S. VE KONVANSİYONEL TRAF0 MERKEZLERİNİN KİYASLANMASI.....	75
11.	TÜRKİYE'DE SF6 GAZ İZOLELİ İSTASYONLARIN KULLANIMI.....	84
12.	DÜNYADA HALEN İŞLETMEDE BULUNAN G.I.S. UYGULAMALARINDAN ÖRNEKLER.....	96
13.	SONUÇ.....	102
	KAYNAKLAR.....	103
	ÖZGEÇMİŞ.....	104

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	SF6 gazının basınç ve sıcaklığının yoğunluğa göre değişimi.....6
Şekil 2.2	SF6 gaz yoğunluğu tablosu.....7
Şekil 3.1	G.I.S. teçhizatının genel düzeni.....9
Şekil 3.2	Kompartmanların düzeni.....9
Şekil 3.3	Devre kesici tahrik mekanizması.....11
Şekil 3.4	Mekanizmanın kesici kompartmanına bağlantısı.....11
Şekil 3.5	Gaz kompartmanları.....11
Şekil 3.6	Elektriksel bağlantılar.....11
Şekil 3.7	Kesicinin açma manevrası.....13
Şekil 3.8	Kesici hidrolik tahrik mekanizması (açık ve kapalı konum).....14
Şekil 3.9	Tahrik ünitesinin mekanik kısmı.....16
Şekil 3.10	Tahrik ünitesinin yardımcı kontakları.....17
Şekil 3.11	Ayırıcının yapısı.....19
Şekil 3.12	Ayırıcının tahrik mekanizması.....21
Şekil 3.13	Yardımcı kontaklar.....22
Şekil 3.14	Bara sistemi.....23
Şekil 3.15	Topraklama ayırıcısı.....24
Şekil 3.16	Akım trafosu.....25
Şekil 3.17	Gerilim trafosu.....26
Şekil 3.18	Lokal kontrol panosu.....27
Şekil 3.19	Trafo, diğer fiderler ve bara topraklama ayırıcısının kilitleme koşulları.....29
Şekil 3.20	Kuplaj fideri elemanlarının kilitleme koşulları.....30
Şekil 4.1	Gaz izolasyonlu bir istasyonun genel düzeni.....31
Şekil 4.2	E.N.H. fideri düzeni.....32
Şekil 4.3	Trafo fideri düzeni.....33
Şekil 4.4	Kuplaj fideri düzeni.....34
Şekil 8.1	89/154 kV. Güç kablosunun kesiti.....43
Şekil 9.1	Bahçelievler G.I.S. manevra şeması.....46
Şekil 11.1	154/34,5 kV. Yıldıztepe G.I.S. genel görüntü.....85
Şekil 11.2	154/34,5 kV. Yıldıztepe T.M. (açık şalt) genel görünüm.....85
Şekil 11.3	Yıldıztepe G.I.S. kumanda odası (röle panoları).....86
Şekil 11.4	Yıldıztepe G.I.S. kumanda odası (kontrol panoları).....86
Şekil 11.5	Güç trafosu 154 kV. kablo girişleri.....87
Şekil 11.6	E.N.H. kablo bağlantısı (interface).....87
Şekil 11.7	Y.G. kablo girişleri (kablo kompartmanı).....88
Şekil 11.8	Kablo,kesici ve bara kompartmanları.....89
Şekil 11.9	Kesici hidrolik tahrik mekanizması.....90
Şekil 11.10	Bara gerilim trafosu ve bara toprak ayırıcı mekanizması.....91
Şekil 11.11	Yıldıztepe G.I.S. 34,5 kV. metal-clad hücreler.....91
Şekil 11.12	Yıldıztepe G.I.S. 34,5 kV. kesici.....92
Şekil 11.13	Davutpaşa T.M. 34,5 kV. şalt.....93
Şekil 11.14	Davutpaşa T.M. 34,5 kV. hücre bara ayırıcısı.....94
Şekil 11.15	Davutpaşa T.M. 34,5 kV hücre fider kesicisi.....95
Şekil 12.1	362 kV'luk bir G.I.S. tesisi (TOSHIBA).....96
Şekil 12.2	550 kV'luk bir G.I.S. tesisi (TOSHIBA).....97
Şekil 12.3	550 kV. Higashi Tokyo G.I.S.....98

Şekil 12.4	BBC tarafından yapılan G.I.S. (550 kV.).....	99
Şekil 12.5	550 kV.'luk G.I.S. tesisinin fabrika montajı.....	100
Şekil 12.6	Bina bodrum katına yapılmış G.I.S. uygulaması.....	101



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 SF6 gaz yoğunluğu.....	8
Çizelge 7.1 Çevre şartlarının izolasyona etkileri.....	40
Çizelge 9.1 Gözle yapılan kontrol.....	47
Çizelge 9.2 Gözle yapılan kontrol.....	48
Çizelge 9.3 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri.....	49
Çizelge 9.4 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri.....	50
Çizelge 9.5 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri.....	51
Çizelge 9.6 Topraklama için kilitleme kontrolleri.....	52
Çizelge 9.7 Kısmi deşarj ölçümü.....	53
Çizelge 9.8 A.C. Yüksek gerilim dayanım testi.....	54
Çizelge 9.9 Test şeması.....	55
Çizelge 9.10 Test şeması.....	56
Çizelge 9.11 Test şeması.....	57
Çizelge 9.12 Test şeması.....	58
Çizelge 9.13 Test şeması.....	59
Çizelge 9.14 Direnç ölçümü.....	60
Çizelge 9.15 Kesicide yapılan testler.....	61
Çizelge 9.16 Kesici açma-kapama zamanlarının ölçümü.....	62
Çizelge 9.17 Kesicide yapılan testler.....	63
Çizelge 9.18 Kesici açma-kapama zamanlarının ölçümü.....	64
Çizelge 9.19 Topraklama ayırıcısının çalışma kontrolü.....	65
Çizelge 9.20 Gaz yoğunluğu ölçümü.....	66
Çizelge 9.21 Gaz özelliklerinin kontrolü.....	67
Çizelge 9.22 Fider kesicisinin açma-kapama sürelerinin ölçümü.....	68
Çizelge 9.23 Kablo dış kılıf dayanım testi.....	69
Çizelge 9.24 Dış kılıf D.C. direnç ölçümü.....	70
Çizelge 9.25 İletkenin D.C. direnci.....	71
Çizelge 9.26 Kapasitans ölçümü.....	72
Çizelge 9.27 İzolasyon direnci ölçümü.....	73
Çizelge 9.28 D.C. yüksek gerilim testi.....	74
Çizelge 10.1 154/34,5 – 15,8 – 6,3 kV. güç trafosu testi.....	75
Çizelge 10.2 154 kV. kuplaj fideri.....	76
Çizelge 10.3 154 kV. trafo fideri (2 ana baralı).....	76
Çizelge 10.4 154 kV. çıkış fideri (2 ana baralı).....	77
Çizelge 10.5 15 – 30/0,4 kV. yardımcı servis trafo tesisi.....	78
Çizelge 10.6 30 – 15 kV. güç trafosu tesisi.....	78
Çizelge 10.7 30 – 15 kV. trafo fideri (2 ana bara + transferli).....	79
Çizelge 10.8 30 – 15 kV. transfer fideri (2 ana bara + transferli).....	79
Çizelge 10.9 30 – 15 kV. kuplaj fideri	80
Çizelge 10.10 30 – 15 kV. çıkış fideri (2 ana bara + transferli).....	81
Çizelge 10.11 154 kV. XLPE 1000 mm ² yeraltı güç kablosu.....	81
Çizelge 10.12 154 kV. XLPE 630 mm ² yeraltı güç kablosu.....	81
Çizelge 10.13 Anahtar teslimi gaz izoleli trafo merkezi.....	81
Çizelge 10.14 Anahtar teslimi gaz izoleli trafo merkezi.....	82
Çizelge 10.15 Anahtar teslimi gaz izoleli trafo merkezi.....	82
Çizelge 10.16 Trafo merkezi lojman fiyatlandırması.....	82

ÖNSÖZ

Endüstrinin hızla gelişmesi ve elektriğin günlük hayatın hemen her yerinde kullanılır olması mevcut Elektrik Üretim - İletim ve Dağıtım ağının sürekli olmasını ve büyümesini zorunlu kılmıştır.

Bu zorunlulukla paralel olarak işletmedeki Y.G. indirici trafo merkezlerinin sayısı gün geçtikçe artmakta ve yeni teknoloji arayışları sürmektedir.

Ülkemizin 80'li yılların sonunda tanıştığı (SF6) Gaz İzoleli Trafo Merkezleri tezde detayları verilen üstünlüklerinden dolayı konvansiyonel tipteki trafo merkezlerinin alternatifi olmuşlardır.

İstanbul'da ilk gaz izoleli trafo merkezi 23.11.1990'da işletmeye alınmış olup (Topkapı T.M.), şu an İstanbul'daki G.I.S. sayısı 12'dir.

Gaz izoleli trafo merkezlerinin incelendiği bu tez çalışmamdaki katkılarından dolayı TEAŞ Davutpaşa İşletme ve Bakım Müdürü Sn. Levent AYDOĞDU, Grup Başmühendisi Sn. Oğuz ETYEMEZ ve tez danışmanım Sn. Y.Doç.Dr. Erdin GÖKALP'e teşekkür ederim.



ÖZET

Elektrik Üretim ve İletim teknolojisinin gelişmesiyle 1950'li yıllarda Y.G. teçhizatında izolasyon sağlayıcı olarak kullanılan yağ ve hava'dan SF6 gazına geçiş başlamıştır.

Bu tezde SF6 izolasyonunun kullanılma sebepleri, SF6 izolasyonlu bir trafo merkezinin teçhizatı ve genel yapısı, bu merkezlerdeki özel problemler, izolasyon ve işletme açısından konvansiyonel merkezlere üstünlükleri anlatılmış; şu an işletmede olan 154 / 34,5 kV. Bahçelievler G.I.S.'in devreye alınmadan önceki test sonuçları ve G.I.S.'e ait fotoğraflar verilmiştir.

Ayrıca, konvansiyonel merkezler ile Gaz İzoleli Merkezler arasındaki maliyet karşılaştırması için TEAŞ Genel Müdürlüğü Araştırma Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığınca yayınlanan 1999 Birim Fiyatlarından alıntılar tezde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Gaz yalıtımlı istasyonlar, SF6 gaz yalıtımı, devre kesiciler, SF6 izolasyonlu şalt, metal mahfazalı şalt.



ABSTRACT

In 1950's, within the technological developments electricity producing and transmission, using SF6 gas instead of using lubricant and air as isolation provider in H.V. equipment has been started.

In this thesis presented below, the reasons for using SF6 insulation is given, the general structure and equipment of a SF6 insulated transformer substation, the special problems in such substations, and the superiorities against the conventional substations as of insulation and operation are explained. Also, the pre-operation test results of 154 / 34,5 kV. Bahçelievler G.I.S. which is under operation at the moment and some photos of the mentioned G.I.S. has been provided.

In addition, also presented in this thesis is the 1999 base unit prices published by TEAS General Management , Research, Planning and Coordination Department to see the cost comparison between conventional substations and gas insulated substations.

Keywords : Gas insulated substation, SF6 gas insulation, circuit breakers, SF6 switchgear, metal enclosed switchgear.



1 – GİRİŞ

Altmışlı yılların başında elektrik enerjisi tüketimindeki önemli artışlar büyük yerleşim bölgelerindeki enerji dağıtımının tekrar gözden geçirilmesine yol açtı. Böylece Fransa'da o zamana kadar sadece iletimde kullanılan 245 kV. gerilim kademesi yavaş yavaş bazı durumlarda çok büyük yerleşim bölgeleri veya bunlara yakın alanlarda dağıtım şebekelerinin doğrudan beslenmesinde kullanılmaya başlandı. Enerji dağıtımındaki bu re-organizasyon, yer ihtiyacı olabildiğince küçük olan yüksek gerilim teçhizatlarına olan gereksinimi de beraberinde getirdi. Şehirlerdeki arsa maliyetleri ve ihtiyaç olan yerlerde yeteri kadar büyük arsa bulma güçlüğü bu hususu doğrulamaktadır. Hava yalıtımlı klasik istasyonlara (açık şalt - açık istasyon) karşıt olarak " zırhlı istasyonlar " adı verilen, şimdilerde ise " gaz yalıtımlı istasyonlar " denilen yeni bir teknik geliştirildi.

Bu tip istasyonların özelliği, kesici, ayırıcı, bara, gerilim trafosu, akım trafosu gibi şalt teçhizatlarının topraklı metal hücreler içinde bulunmalarıdır. Yalıtım, aynı anda gövdeye karşı ve kesme teçhizatının giriş ve çıkışları arasında izolasyonu sağlayan basınçlı bir gazla sağlanır. Böylece yer ihtiyacında çok önemli bir azalma elde edilir. Açık tip bir istasyonun alanı, aynı özellikteki (metal korumalı) gaz yalıtımlı bir istasyonun alanından 8-10 kat daha fazladır.

Gerçekte, gaz yalıtımlı istasyon fikri oldukça eskidir. Yüksek gerilimde küçük yer kaplayan ilk istasyonlar 1930'da İngiltere'de ortaya çıkmışlardır. 1950'den 1960'a bir imalatçı yalıtkan olarak yağ ve basınçlı hava kullanan birkaç istasyon gerçekleştirdi ancak bunların sayısı uzun süre çok sınırlı kaldı. Etüdlerin 1960'da başladığı Fransa'da imalatçılar bazen yalıtım maddesi olarak - kükürt hekza florür - (SF₆) bazen de basınçlı hava kullandılar. 245 kV. için imal edilen ilk prototipler tarafından 1964-1966 yılları arasında denendiler. Fransa'da üretilen ilk iki SF₆'lı istasyon 1969'da işletmeye alındı. Gaz yalıtımlı tekniğin gerçek anlamda gelişmesi 245 kV'luk ilk iki tesisin çok tatminkar sonuç vermesiyle 1974 yılında başlamıştır. Fransa'da bu teknik, 72.5 ve 100 kV. için de kullanılmaktadır. Yabancı ülkelerde yüksek gerilim kademesi 63-145 kV. arasındadır. 1978'den sonra bu teknik Fransa'da 420 kV'luk bazı istasyonları da kapsamına aldı. Daha sonra 765 kV'luk istasyonlar da imal edildi.

1988 yılı itibarı ile ;

420 kV'luk 25 tesiste 231 hücre olup bunun 154 tanesi kesicili ve 3000 m. gazlı kablolu irtibat şeklinde,

- 245 kV'luk 34 tesiste 180 hücre olup bunun 90 tanesi kesicili,
- Yüksek Gerilimde (72,5 ve 100 kV.) 9 istasyon 160 hücreli olup bunun 98 tanesi kesicili durumda olduğunu açıklanmıştır. Bu toplam olarak SF6 ile dolu 6700 hücre demektir.



2 - YALITKAN SEÇİMİ

2.1 Yağ

Yalıtım için uygun haznelere içinde gerilimli kısımların tamamen yalıtkan maddenin içinde olması gerektiğinden yağın bütün boşlukları doldurması büyük bir avantajdır. Ancak sıkıştırılamaması da dezavantaj teşkil etmektedir. Açma ve kapama manevraları esnasında meydana gelen ark, yüksek sıcaklık oluşmasına, ortamdaki aşırı ısınma yüksek basınçların oluşumuna yol açar. Yüksek basınç, teçhizatın metal muhafazası üzerinde zorlanmalara ve deformasyona; yüksek sıcaklık yağın tutuşma olasılığının artmasına sebep olacaktır.

Çok sayıda bağlantı ve vidalama yerine sahip bu tesislerde kusursuz sızdırmazlık kontrolü uygulamada oldukça zordur. Çok küçük bir sızıntı bile tesiste aşırı kirlenmeye hatta bu zayıf noktanın yüksek basınçla zorlanması sonucu muhafazanın patlayıp yağın tutuşmasıyla büyük kazaların oluşumuna sebep olabilir.

Bunlara ilave olarak yağın zamanla eskimesiyle izolasyonunun zayıflayacak olması da dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Bu olay daha ziyade büyük tesislerde yağ durum kontrolünün zor gerçekleştirilebildiği sırada önem kazanmaktadır.

2.2 Hava

Hava, konvansiyonel şalt yapısında önde gelen bir izolasyondur. Ucuz bir izolasyon maddesi olmasına rağmen aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı ideal değildir.

- Elektrik dayanımının düşük olmasından dolayı, yüksek gerilimde gerilimli kısımlar arasında ve bu kısımlarla toprak arasında çok büyük açıklıklar gerektirir. Artan gerilimlerle gerekli açıklıklar kat kat artacaktır. Bu sebeple gelecekte gerilim mertebelerinin artması durumunda zorluklarla karşılaşılacağı kesindir.
- Havanın elektrik dayanımı basıncına bağlıdır. Böylece elektrik tesislerinin ve işletme elemanlarının yerleştirilmesi sırasında büyük deniz seviyesi yüksekliklerine dikkat edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. 1000 metre'den büyük deniz seviyesinde

uygun işletme gerilimi, her 100 metre'lik seviye artışı için % 1 veya % 1,25 civarında indirilmesi gerekmektedir.

- Havanın elektrik dayanımı neme de bağlıdır. Nemli ve sisli havada yüksek gerilim tesislerinde " korona " olaylarının sık ortaya çıktığı bilinmektedir.
- Hava izoleli tesisler; yıldırım darbeleri, kar ve buz tabakası gibi atmosferik olaylara da maruz kalmaktadırlar. Bu boyutlandırmayı zorlaştırır ve tesislerde kalıcı arızalara yol açıp inkitalara sebep olur.
- Endüstriyel sahalarda, işlek caddelerde, sahil kenarları yakınında hava genellikle kirlenmeye maruz kalır. Bunun sonucu izolatörlerin dış yüzeylerinde yabancı tabakaların ortaya çıkmasına ve böylece izolatörlerin atlama dayanımının önemli ölçüde azalmasına sebebiyet verir. Bu durumlarda izolatörlerin sık sık temizlenmesi veya pahalı dahili tesislerin inşa edilmesi söz konusu olur. Ancak temiz havalı sahalarda bile özellikle açık hava tesisleri, kirlenme ve benzeri olaylardan ve bunun sonucu olarak işletme emniyetinin azalmasından kaçınmak için sık ve gerekli bir bakıma ihtiyaç duyarlar.
- Hava izoleli şalt tesislerinde kafesleme, kapsülleme gibi ilave tedbirlerle uygun bir dokunma (temas) korumasının temin edilmesi gereklidir. Çok büyük dikkate rağmen bu temas koruması mutlak olamamaktadır. Aynı şekilde yabancı cisim ve hayvanların bu tür tesislerin içine girmesi kesin olarak azaltılabilmiş değildir.
- Hava izoleli yüksek gerilim tesislerinin büyük saha ve hacim ihtiyacı bugünkü görünümüne göre şüphesiz, çevreye hissedilir bir rahatsızlık vermektedir.

2.3 Katı İzolasyon Maddeleri

Katı izole maddelerde modern plastik maddeler (silikon, kauçuk) ve hepsinden önce mineralik dolgu maddeli epoksi reçineler ön planda bulunmaktadır. Bu maddeler için yüksek gerilimde gerekli olan büyük cidar kalınlıklarında birçok problemler ortaya çıkmaktadır. İmalat sırasında veya işletme koşullarında oluşacak çatlaklardan veya boşluklardan dolayı iç zorlanmalar oluşabilir. Böylelikle elektriki sınır yüzey problemleri ve kısmi deşarj tehlikesi söz konusu olur.

2.4 Kükürt Heksafluorur

Yüksek Gerilim teçhizatı üreticileri, Moissan ve Lebeau tarafından sentezinin yapıldığı 1900'den beri kimyacıların tanıdığı SF6 adlı yeni bir gazı keşfettiler. Kullanımı 1937'de öngörülen SF6'nın sanayileşmesi ancak 1948'de ABD'de başlayabildi. 1970'den itibaren SF6 gerek orta gerilimde gerekse yüksek gerilimde kesicilerde yağ ve basınçlı havanın yerini aldı. Genel hatlarıyla özelliklerini incelemek bu tercihin sebebini belirleyecektir.

- Yüksek kararlılık

Merkezdeki bir sülfür atomunun etrafında simetrik olarak yer alan altı fluorur atomundan oluşan bir yapıya sahip olan gaz molekülü bu sayede ve ayrıca toplam elektron dengesinin de iyi olması nedeniyle son derece kararlıdır. SF6 bilinen gazlardan en az reaksiyona girenler arasındadır. Oda sıcaklığında temas ettiği maddelerle reaksiyona girmez.

- Havadan ağır olma

SF6 gazı havadan yaklaşık olarak beş kat daha ağırdır. Bu da gazın yeterli derecede hava ile karışması halinde alt seviyelerde toplanma eğiliminde olması anlamına gelir.

-Yoğunlaşma sıcaklığı

İzolasyon gazının doldurma yoğunluğu 42 kg/m^3 tür. Bu değer saf haldeki SF6 gazının sıvılaşma sıcaklığının $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ olmasına karşılık gelir. Ark söndürme gazının yoğunluğu ise yaklaşık 58 kg/m^3 tür. Bu değer ise saf SF6 gazının yaklaşık olarak $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki sıvılaşma sıcaklığına tekabül eder. Esas itibarı ile çevre sıcaklığının en düşük değeri $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ olacaktır. Bu sebeple SF6 gazının sıvılaşma sıcaklığına erişmesi mümkün değildir.

- Isı iletme özellikleri

Özellikle viskozitesinin düşük, yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle SF6 gazının hava iletme özelliği aynı basınçtaki havanın ısı iletme özelliğinden 2-5 defa daha iyidir.

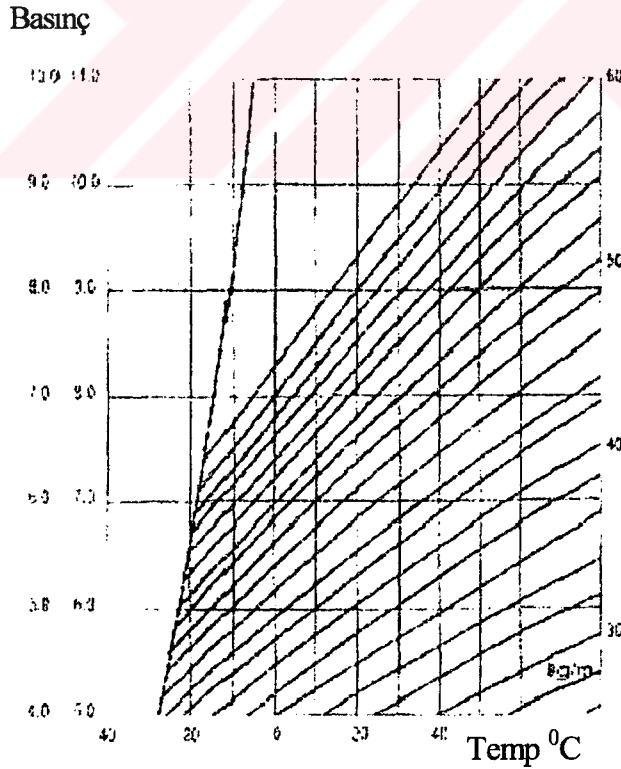
- Elektriksel özellikleri

Yalıtım karakteristikleri : Homojen alan koşullarında SF6 gazının dayanma gerilimi aynı basınçtaki havanın dayanma geriliminden 2,5 defa daha fazladır. Basınç yaklaşık 3 Bar'ın üzerindeyse bu durumda SF6 yağdan daha iyi yalıtım özelliklerine sahiptir.

Ark söndürme özellikleri :

- Termik iletme kabiliyeti sayesinde arkın yoğun bir şekilde soğutulması,
- İyonizasyonun yaklaşık 4000 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda başlaması sebebiyle elektrik iletme kabiliyeti,
- Arkı söndürdükten sonra arkın geçtiği bölgedeki yalıtma gücünün hızla eski değerine erişmesi özellikleri sayesinde SF6 mükemmel bir ark söndürücüdür.

Basınca karşı yoğunluk : Kompartmanın içindeki SF6 gazının yoğunluğu şalt teçhizatının yalıtma ve söndürme performansına karşılık düşen bir değerdir. Bu yoğunluğun doğrudan ölçülmesi mümkün değildir. Bununla beraber yoğunluk basıncı ölçmek suretiyle hesaplanabilir. SF6 gazının basıncı sıcaklıktan etkilenir. Aynı seviyedeki yoğunluk değerlerinde sıcaklığın artması daha yüksek bir basınca yol açar. Basıncı ölçmek suretiyle yoğunluğu hesaplamak için P / t diyagramı (Basıncı / Sıcaklık diyagramı)'ndan yararlanılabilir.



Şekil 2.1 SF6 gazının basıncı ve sıcaklığının yoğunluğa göre değişimi

	yoğun gaz	Söndürme gazı
nominal yoğunluk	58 kg/m ³	58 kg/m ³
asgari yoğunluk	46 kg/m ³	46 kg/m ³
azami çevre sıcaklığı	40 °C	40 °C
azami gaz sıcaklığı	60 °C	60 °C
asgari gaz sıcaklığı	-5 °C	-5 °C

Şekil 2.2 SF6 gaz yoğunluğu tablosu (20 °C)

- SF6 gazının kalitesi

SF6 izoleli şalt tesislerinin gaz yoğunluğu için çeşitli tedbirlerin birleştirilmesi gerekmektedir. Mesela alüminyum döküm tekniğinin iyileştirilmesi, kapsülleme yapı parçalarına şekil verme işlemi esnasında hususi imalat ve tamamlayıcı metodların kullanılması gibi. Bu yüzden gerekli işletme basıncında SF6 ile bir defalık doldurmadan sonra uzun yıllar bakıma ihtiyaç duymayan tesislerin inşası mümkündür.

Bir kutuplu kapsüllenmiş izole edici gaz hacimleri ayırıcı şalterlerin ve yük ayırıcı şalterlerin disk şeklindeki izolatörleriyle bölmelendirilirler. Bu suretle, örneğin güç şalterindeki çalışmalar sırasında tertib edilen bara ayırıcı şalterindeki izolasyon muhafaza edilebilmektedir.

Gaz hacimleri gaz yoğunluk ölçücü cihazlarla monte edilmiş birimlerle kontrol edilir. Kumanda dolaplarında ışık diyodlu elektronik soketler vardır. Bu diyodlar ilgili kontrol biriminin cevabını optik olarak gösterirler. Kontrol birimleri iki değişik şalt fonksiyonla donatılırlar. Mesela izolasyon gazının azalması veya basınç artışı esnasında alarm sistemleri mevcuttur. Ayrıca kesici hücrelerinde de bir yoğunluk kontrol cihazı vardır. Temiz SF6 gazı, renksiz ve kokusuzdur, zehirli değildir, tutuşmaz. SF6'nın gerektiği gibi görevini yerine getirebilmesi açısından kullanılan gazın kalitesi önem taşır. Gazın saflığı azaldıkça kalitesi düşer.

"Yeni" SF6 gazı ile "kullanılmış" SF6 gazı arasında ayırım yapılmaktadır. İmalatçı tarafından tüpünde teslim edilen gaz yeni SF6 gazı olarak nitelendirilir. Cihazın içindeki SF6 gazı ise kullanılmış SF6 gazı olarak kabul edilir.

Yeni SF6 gazının içinde çok az katışıklık vardır. Yeni SF6 gazının içindeki müsaade edilebilir azami katışıklık oranları aşağıda belirtilmiştir. (IEC Standard 376)

Katışıklık ya da ppmw * olarak müsaade edilebilir azami katışık maddeler grubu tutarı

CF ₄	500
O ₂ , N ₂ , hava	500
H ₂ O	15
HF gibi asitler	0,3
Hidroliz edilebilen floridler	1,0

(*) : "ppmw" ağırlık olarak milyon başına parça . Gazın içindeki katışıklıkların ağırlığının katışıklıklarda dahil olmak üzere toplam SF6 gazının ağırlığına oranıdır.

İzolasyon ve ark söndürme gazının minimum spesifik yoğunluğu 46 kg/m³, nominal doldurma yoğunluğu ise 58 kg/m³ olmalıdır. Gaz sisteminin sıcaklık değişim aralığı -5 °C / 60 °C 'dir. Şalt içindeki ortalama sıcaklığı da (TRISEP tipi GIS için) -5 °C / 40 °C'dir.

Çizelge 2.1 SF6 gaz yoğunluğu

Kullanım Yeri	(20 °C'de)	Min.Yoğ. (kg /m ³)	Max. Ortam Sıcaklığı (°C)	Max. gaz Sic. (°C)	Min. gaz Sic. (°C)
	Nom.Yoğ.				
İzolasyon	58	46	40	60	-5
Ark Söndürme	58	46	40	60	-5

SF6 gazının kalitesi şalt teçhizatının kullanıldığı süre boyunca aynı kalmalıdır. SF6'nın kalitesi açısından önemli faktörler gazın içindeki nem ve hava oranıdır.

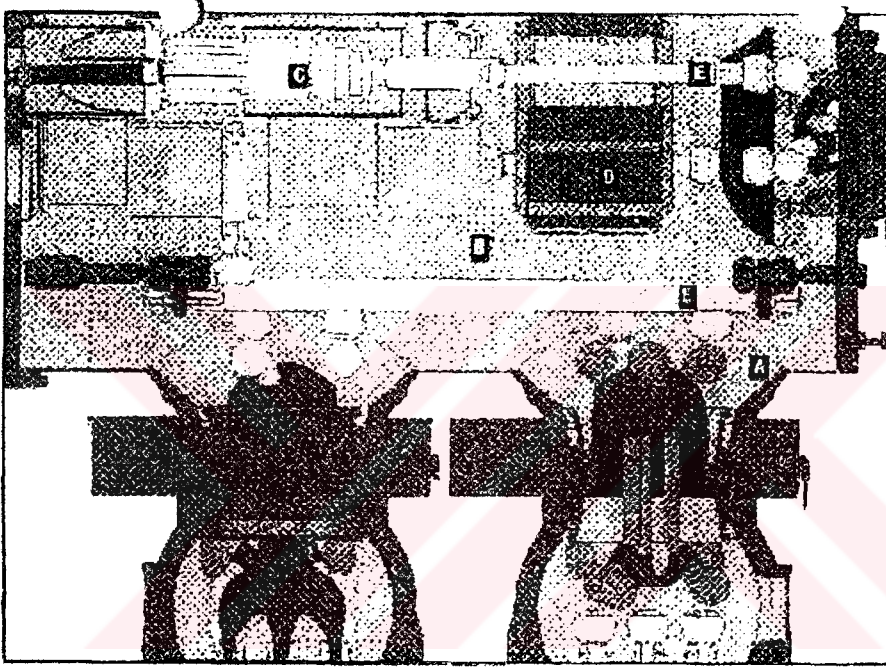
Gazın içinde hava olması yalıtma kabiliyetini azaltır. Gazın içindeki hava miktarı oksijen miktarını ölçüp bunun değerini 5 ile çarpmak suretiyle tespit edilebilir.

Ayrışma ürünleri : Çok yüksek sıcaklıklarda SF6 gazı ile kompartmanın içinde bulunan diğer maddeler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda katı ve gaz halindeki maddelerden meydana gelen bir karışım oluşur. Ayrışma ürünleri adı verilen bu maddeler zehirli olabilir. Bununla beraber hatırı sayılır derecede zehirli maddeler ancak kesici kutbunun içindeki yoğun ark oluşması durumunda oluşabilir. Bu nedenle söndürme gazının bulunduğu hücre açılırken ve içeride meydana gelen bir ark oluşumundan sonra kompartmanları açarken koruyucu tedbirlerin alınması gerekir.

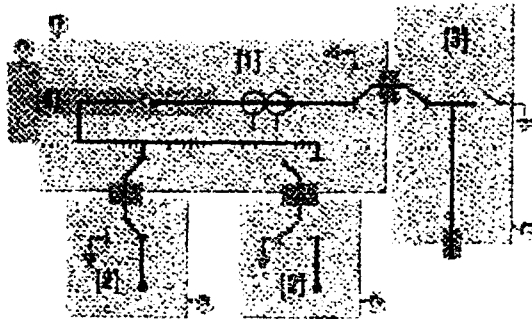
3 - G.I.S. TESİSLERİNİN YAPISI

Bir G.I.S. tesisi esas itibarı ile konvansiyonel şalt tesislerinde kullanılan benzer teçhizatları ihtiva eder (ayırıcılar, topraklama şalterleri, güç şalterleri, baralar, akım ve gerilim trafoları gibi).

Boru şeklindeki elemanlardan inşa edilen metalik kapsülleme gerilimli bütün teçhizatı kuşatır. Yüksek gerilim altındaki parçalar döküm reçine izolatörler tarafından taşınırlar.



Şekil.3.1 GIS teçhizatının genel düzeni



Şekil.3.2 Kompartmanların düzeni

Bir fider birbirinden ayrı olarak çalışabilen üç kompartmandan meydana gelmekte olup, kompartmanların içi SF6 yalıtım gazı ile doldurulmuştur. Bu kompartmanlar sıra ile devre kesici

kompartmenti (1), bara kompartmenti (2) ve bağlantı kompartmentidir (3). Devre kesicinin içindeki (4) SF6 gazı devre kesici kompartmentinin içindeki gazdan ayrılmış olup aynı zamanda söndürme amacıyla da kullanılır. Diğer kompartmentlardaki SF6 gazı sadece yalıtkan görevi yapar. Her kompartmentteki yalıtım gazı basıncı aynıdır. Her kompartmentin - devre kesici de dahil olmak üzere - kendine ait bir gaz gözleme sistemi vardır.

Yalıtım gazı ile dolu olan üç kompartment ayırıcılar üzerinden birbirine bağlanmışlardır. Bu ayırıcılar iki görevi yerine getirirler ;

- Gazla dolu iki komşu kompartment arasında bir gaz bariyeri (engel) oluştururlar.
- Gaz geçirmeyen bariyerin iki tarafında bulunan aralıklar vasıtasıyla komşu kompartmentlerin elektriksel açıdan birbirine bağlanmasını ya da izolasyonunu sağlarlar.

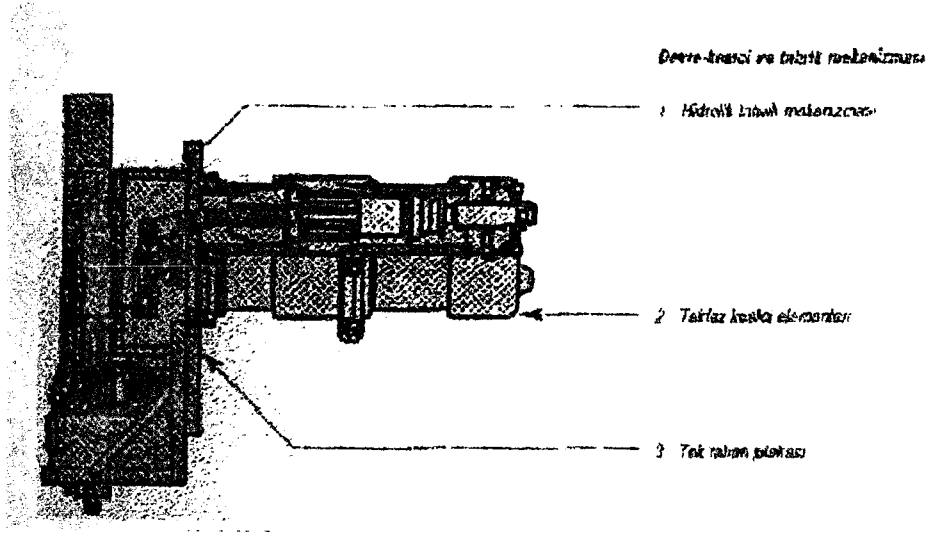
Devre kesici kompartmentinin (B) içinde devre kesici (C), akım transformatörleri (D) ve bara ile bağlantı ayırıcısına giden primer iletkenler yer almaktadır.

Akım transformatörleri (D) devre kesici ile bağlantı ayırıcısı arasında yer almakta olup muhafazası topraklanmak suretiyle elektrostatik alan parazitlerine karşı korunmuştur.

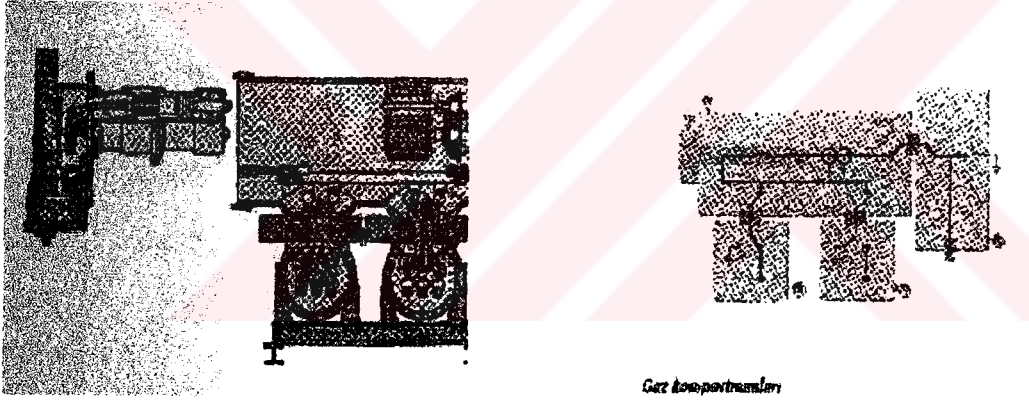
3.1 Baralar

Bara kapsüllemeler herbiri bir alan parçasına tekabül eden segmentlerden yapılmıştır. Kapsüllemenin çapı gerilimle orantılıdır. Akım taşıyıcı olarak alüminyum veya bakır borular vazife görür. Kontak geçiş yerleri, kontak geçiş direncinin dolayısıyla kayıpların azaltılması için gümüşle kaplanır. Bara bölümlerinin bağlantıları multi contact (çok parçalı) teçhizatlar üzerinden yapılır. Bu yapı akım taşıyan kısımların ısınmasıyla genişecek iletkenlerin mekaniki olarak zorlanmalarını engeller. İletken borular (baralar) homojen döküm reçine izolatörler tarafından taşınırlar. Mekaniki dayanım baraların boyutlandırılmasına da etki eder. Bu şekilde hesaplanan kesitler, büyük ve nominal akım altında bile ısınmanın çok az olmasını sağlar.

3.2 Devre Kesici



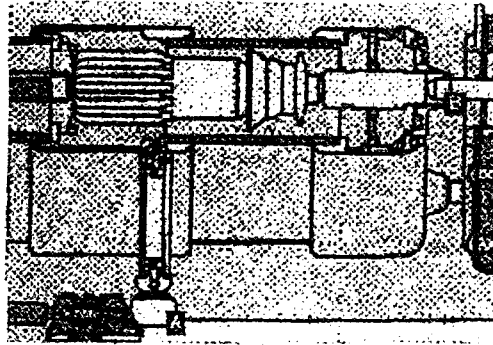
Şekil 3.3 Devre kesici tahrik mekanizması



Şekil 3.4 Mekanizmanın kesici kompartmanına bağlantısı

Gaz kompartmanları

Şekil 3.5 Gaz kompartmanları



Şekil 3.6 Elektriksel bağlantılar

3.2.1 Yapısı

Devre kesici üç adet tek fazlı kesici elemandan (2) meydana gelmekte olup bu elemanlar tek noktadan basınç üflelemeli tiptedir.

Kesicilerin kumandası ortak bir hidrolik tahrik sistemi (1) vasıtası ile yapılır. Kesiciler ve tahrik mekanizması tek bir taban plakasına (3) monte edilmiştir. Bu yapı sayesinde devre kesicinin tümüyle kolay bir şekilde muhafazasından ayrılabilmesi mümkün olur. Devre kesici yerinden çıkarıldığında, devre kesici kompartmanının içine ve devre kesicinin ana kontaklarına erişilebilir.

Üç kesici elemanı söndürme gazı ile doldurulmuş hücrede yer almaktadır. Kesiciler bir taban plakasına monte edilmiş olup, bu plaka ayrıca kesici kompartmanını kapama görevini de yerine getirir. Taban plakasının diğer tarafındaki hücre kesici elemanlarındaki söndürme gazlarını irtibatlandırır.

Devre kesicinin içindeki SF6 gazı devre kesici kompartmanının içindeki SF6 gazından ayrılmıştır. Bu sayede ark nedeniyle ortaya çıkan ayrışma sonucunda oluşan maddelerin devre kesici kompartmanının içindeki parçaları etkilemesi önlenmiş olur.

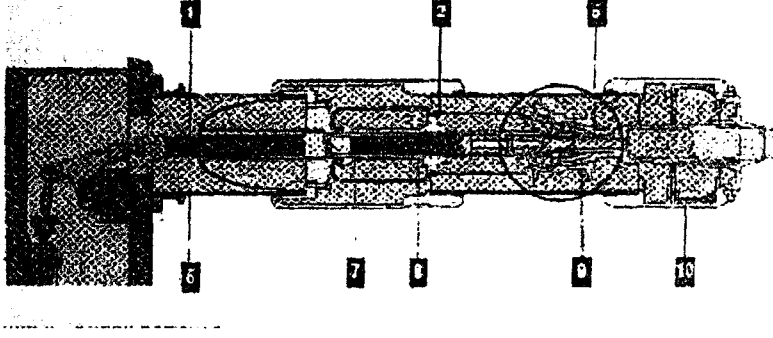
Devre kesici ile baranın ayırıcısı arasındaki primer elektrik bağlantıları küresel kontaklar (A) vasıtasıyla yapılmıştır. Ayırıcıya olan bağlantı tarafındaki (B) bağlantılar ise çok lamelli kontaklar vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Yerinden çıkarılabilen devre kesicinin tam olarak yerleştirilmesi için destek rayları kullanılmıştır.

3.2.2 Kesicinin çalışma şekli

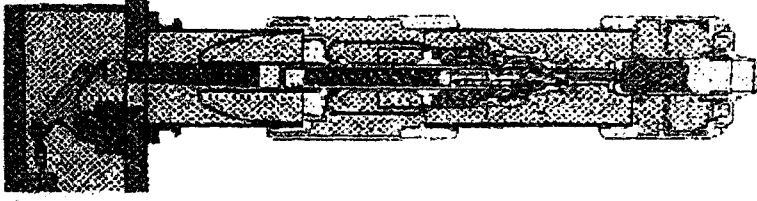
Açma : Kesicilerde ark söndürme işlemi gaz jeti tarafından yapılır. Gaz püskürtmek için ise sabit bir piston ve hareketli bir silindir yardımıyla gerçekleştirilir.

Şekil 3.7 'nin ilk bölümünde kesici kapalı konumda görülmektedir. Burada akım nominal akım kontakları üzerinden akmaktadır. Bu kararlı konumda mevcut SF6 söndürme gazının basıncı normal değerindedir.

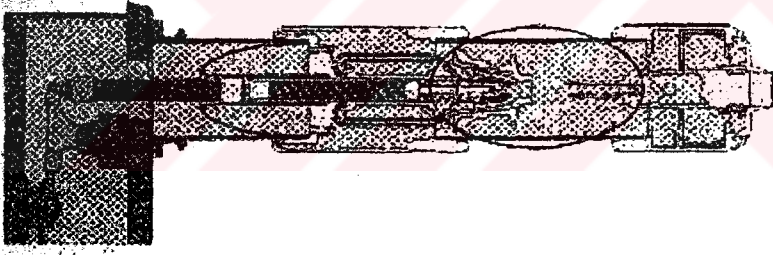
Açma hareketinin birinci safhası esnasında ark kontakları (4) bir yay vasıtasıyla (7) kapalı tutulur. Silindir sola hareket ettiğinde, önce ana kontaklar (3) sonra ark kontakları (4) açılır.



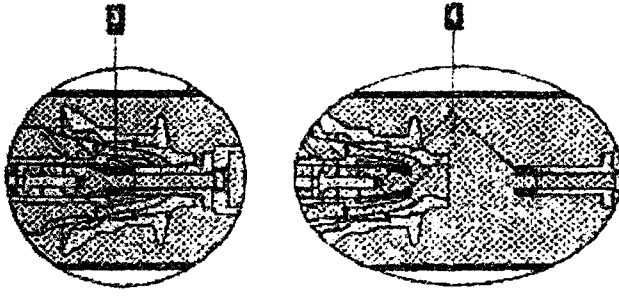
Durum A : Kapalı pozisyon



Durum B : Açma esnasında



Durum C : Kesici tamamen açık



Şekil 3.7 Kesicinin açma manevrası

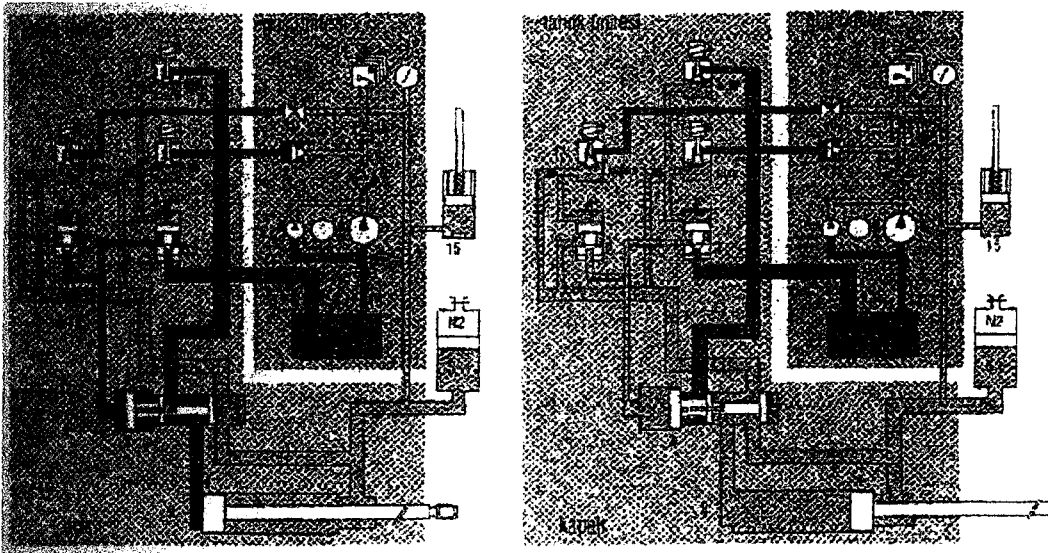
- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| (1) Ana Tahrik Mili | (6) Polyester Epoksi Muhafaza |
| (2) Hareketli Silindir | (7) Yay |
| (3) Ana Kontakın Hareketli Kışını | (8) Sabit Piston |
| (4) Hareketli Kontaklar | (9) PTFE Uç |
| (5) Ana Kontakın Sabit Kısmı | (10) Emme Filtre Sistemi |

İkinci safha esnasında hem ana kontaklar hem de ark kontakları açık olup, ark gaz jeti tarafından söndürülür. Açılma işlemi esnasında bir meme (9) gaz jetini yönlendirir ve söndürme gazının kesicinin içinde dolaşmasını sağlar.

Üçüncü safha esnasında kesici tamamen açıktır. Sabit kontakın muhafazasına yerleştirilmiş olan emiciler (10) SF6 gazını ark sonucunda ortaya çıkan ayrışma ürünlerinden temizlerler.

Kapama : Kapama işleminde ise açmada bahsedilen safhalar ters sırada gerçekleşir.

Kesici Tahrik Mekanizması :



Şekil 3.8 Kesici Hidrolik Tahrik Mekanizması (açık ve kapalı konum)

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Manyetik Subap | 9. Tahrik Silindiri |
| 2. Yardımcı Subap | 10. By-pass Musluğu |
| 3. Ana Subap | 11. Emniyet Subabı |
| 4. Diferansiyel Pistonu | 12. Manometre |
| 5. Akümülatör | 13. Yağ Deposu |
| 6. Yüksek Basınç Pompası | 14. Basınç Gözleme Cihazı |
| 7. Manuel Pompa | 15. Bloker |
| 8. Filtre | 16. Tek Yönlü Subap |
| | 17. Choke |

Kontakların ayrılması ve gazın sıkıştırılması için gerekli tahrik enerjisi hidrolik bir tahrik mekanizması tarafından sağlanır. Yukarıdaki şekillerde hidrolik tahrik mekanizması açık (sol) ve kapalı (sağ) konumlarında şematik olarak görülmektedir. Sistem aşağıdaki parçaları içerir :

Bir güç kaynağı ünitesi ; ünite bir yağ temin deposundan (13) bir yüksek basınç pompasından (6) ve bir basınç gözleme cihazından (14) meydana gelir.

Bir akümülatör (5) ; açma kapama hareketi için yeterli miktarda sıkışmış azot gazı bulunur.

Bir tahrik ünitesi ; ünite bir tahrik silindirinden (9) . işletme subaplarından (1) , yardımcı subaplardan (2) ve bir ana subaptan (3) meydana gelir.

Yüksek basınç pompası (6) , manuel pompa (7) , filtre (8) , by pass musluğu (10) , emniyet subabı (11), manometre (12) ve tek yönlü subap (16) yağ deposunun (13) üzerine monte edilmiştir.

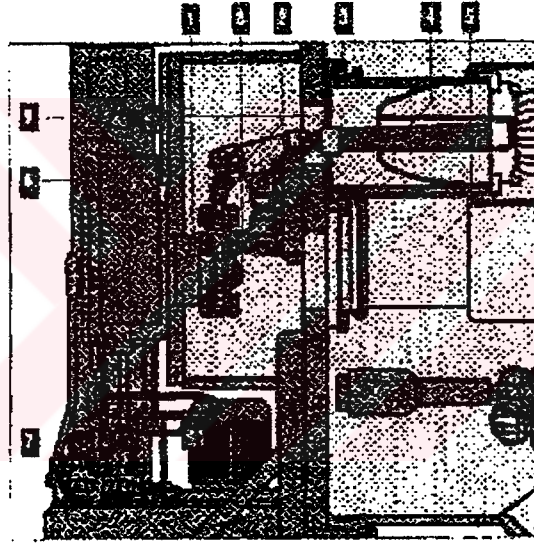
Tahrik silindirinin (9) bir diferansiyel pistonu (4) olup. pistonun en küçük olan yüzeyi (pistonun tahrik mili ile bağlı olduğu taraf) doğrudan doğruya akümülatörle (5) irtibatlıdır ve sürekli olarak basınç altındadır. Açılma 3 numaralı ana subap üzerinden kumanda edilmekte olup. diferansiyel pistonun en büyük yüzeyin bulunduğu parçasının üzerindeki hidrolik basıncı boşaltmak suretiyle gerçekleştirilir. Bu durumda piston (4) sola doğru hareket eder.

Kapanma sırasında ana subap vasıtasıyla pistonun en büyük yüzeyine hidrolik basınç tatbik edilir. Kapama hareketi pistonun her iki tarafında bulunan farklı büyüklükteki yüzeylere etki yapan basınç sonucunda oluşan diferansiyel kuvvet tarafından sağlanır. Bu yüzeylerin

boyutları öyledir ki. onaya çıkan kuvvetlerin birbirine oranı (bu kuvvetler kapama ve serbest bırakma hareketleri için gerekmektedir) dengeli olacak şekildedir.

Sistemdeki ana subap (3) ile yardımcı subap da (2) diferansiyel prensibe göre çalışmaktadır. Çalıştırma subabı 17 numaralı jikle tarafından sağlanan basınç düşmesi sonucunda açılınca yardımcı subap da açılır. Ayrıca muhtelif subapların basınç tatbik edilmeyorken önceden belirlenen bir konumda kalmalarını garantilemek amacıyla yardımcı subap ile manyetik subaplar ek yaylarla ve ana subap bir mandal mekanizmasıyla dizayn edilmiştir.

Tahrik Ünitesinin Mekanik Kısmı : Tahrik mekanizmasının mekanik kısmının esas görevi bir tahrik silindirinin hareketini üç kesici kontağının (5) hareketine dönüştürmektir.



Şekil 3.9 Tahrik ünitesinin Mekanik Kısmı

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 1. Ana tahrik mili | 6. Tahrik kutusu |
| 2. Mandal | 7. Hidrolik tahrik ünitesi |
| 3. Kesici kompartmanı kapama kapağı | 8. Kol |
| 4. Yalıtıcı tahrik rot | 9. Acık bağlantı |
| 5. Enterüptör | |

Ön plakada ana tahrik mili (1) için basınca dayanıklı bir yatak bulunur. Yerinden çıkarılabilen parçanın gazla dolu alanı kesici hücredeki (9) hacim ile açık şekilde irtibatlıdır.

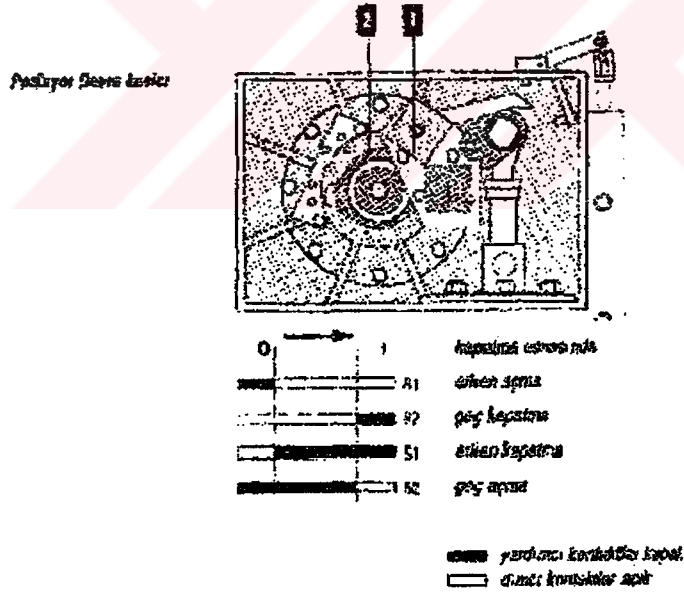
Tahrik silindirinin lineer hareketi kesici kontaklarına iletilerek bunların lineer olarak hareket etmesi sağlanır. Bu işlem aşağıdaki gibi olur :

1. Tahrik silindirinin lineer hareketinin ana milin dönme hareketine dönüştürülmesi.
2. Ana milin dönme hareketinin üç çatalı bir kol (8) ve üç tane mandal (2) vasıtasıyla kesici kontaklarının lineer hareketine dönüştürülmesi.

Kol ve mandallar söndürme gazı hücrelerinde bulunurlar. Basınca dayanıklı bir yatak, söndürme hücresi ile tahrik mekanizmasının dış kısmının arasında ana tahrik mili boyunca kılavuz görevi yapar.

Mekanik pozisyon göstergesi doğrudan doğruya ana tahrik miline monte edilmiştir. Devre kesicinin hareketi, fabrikada yalıtıcı tahrik rotlarının (4) uzunluğuna göre ayarlanır ve bu konumda kilitli kalır.

Yardımcı kontaklar :



Şekil 3.10 Tahrik Ünitesinin Yardımcı Kontakları

Mikro anahtarlar (yardımcı kontaklar) sinyal verme, kontrol ve interlock devreleri için kullanılırlar. Bu anahtarlar iki pozisyonda bulunabilirler (S1 ve S2). S1 kontakları devre kesicinin açık konumunda çalıştırılırlar. S2 kontakları ise devre kesici kapalı iken çalıştırılırlar.

Yardımcı kontaklar doğrudan doğruya ana tahrik miline (1) monte edilmiş olan bir kam (2) vasıtasıyla çalıştırılırlar.

Devre kesicinin açık konumunda S1 kontakları çalıştırılır, S2 kontakları çalıştırılmaz. Devre kesicinin kapalı konumunda ise S2 kontakları S1 kontaklarının görevini üstlenirler. Devre kesici çalışırken ne S1 ne de S2 kontakları çalıştırılır.Devre kesici açık olarak çalışırken besleme verme sırası tersinedir.

Erken kapamalı, erken açılmalı, geç kapamalı, geç açılmalı kontaklar bulunmaktadır. Şekilde devre kesicinin yardımcı kontaklarının açılıp kapanma diyagramı görülmektedir. Devre kesicinin hareketinin sonunda kapanan ya da açılan yardımcı kontaklar geç kapanan ya da geç açılan kontaklar olarak isimlendirilirler. Devre kesicinin hareketinin başlangıcında kapanan ya da açılan kontaklar ise erken kapanan ya da erken açılan kontaklar olarak isimlendirilirler.

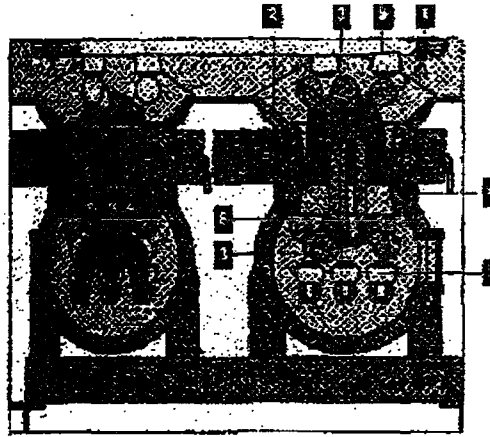
3.3 Ayırıcılar

Konvansiyonel salt sistemlerinde olduğu gibi gaz izolasyonlu istasyonlarda da yük altında yapılacak manevralarda ark söndürme yeteneğine sahip teçhizatlar - kesiciler - kullanılırken, yüksüz (gerilimli veya gerilimsiz) bir devrenin izolasyonu için de ayırıcılar kullanılır. İzole ettiği kısımlara göre ; bara ayırıcıları (bara sistemi ile kesici arasında), kablo ayırıcıları (kablo ile kesici arasında), hal ayırıcıları (hat ile kesici arasında), bölümleyici (iki bara sistemi arasında bara bölümleyici) olarak sınıflandırılabilir.

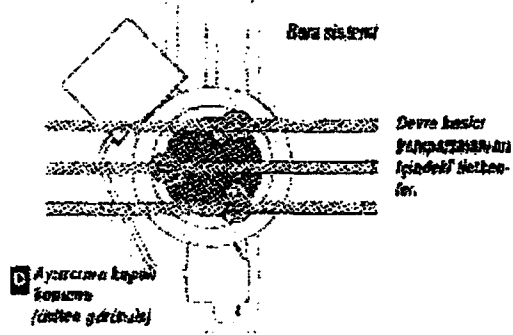
3.3.1 Yapısı

Ayırıcı, dönebilen bir yapay bir reçine izolatörden (1) meydana gelmekte olup. Bu burç üçgen içine yerleştirilmiş üç adet bakır iletken (2) ile dizayn edilmiştir. Bu bakır iletkenlerin her iki ucunda küresel kontaklar (3) bulunmaktadır. Bu parça ayırıcının iletken orta kısmını teşkil eder. İletken orta kısım demir dökümden bir muhafazanın (4) içine yerleştirilmiştir. Sabit (alıcı) kontaklar (5) küresel kontak muhafazası içinde konumlandırılmış olup. bir yay ve kontak çubukları ile dizayn edilmiştir. Kontak çubukları ile yayın birlikte kullanılması sayesinde gerekli kontak basıncı sağlanır.

Topraklama kontaktları (6) hem bara kompartmanının içinde (bara ayırıcısı) hem de devre kesici kompartmanının içinde ayırıcının kutusuna monte edilmiştir.



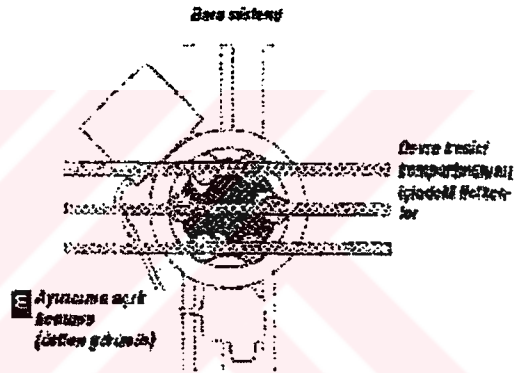
1 Ayırıcının kapalı konumunda 2 Ayırıcının açık konumunda



1 Ayırıcının kapalı konumunda (ünite görünüşü)



3 Bağlantı ünitesi ayırıcının kapalı konumunda



3 Ayırıcının açık konumunda (ünite görünüşü)

Şekil 3.11 Ayırıcının Yapısı

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Yapay reçine izolatör | 4. Dökme demir muhafaza |
| 2. Bakır iletken | 5. Sabit (alan) kontak |
| 3. Küresel kontak | 6. Topraklama kontağı |

3.3.2 Ayırıcının Çalışma Şekli

Ayırıcının kapalı konumunda (A , D) ileten orta kısım bara ile devre kesici arasındaki (bara ayırıcısı) ve devre kesicisi ile bağlantı ünitesi arasındaki (bağlantı ünitesi ayırıcısı C)

elektriksel bağlantıyı sağlar.

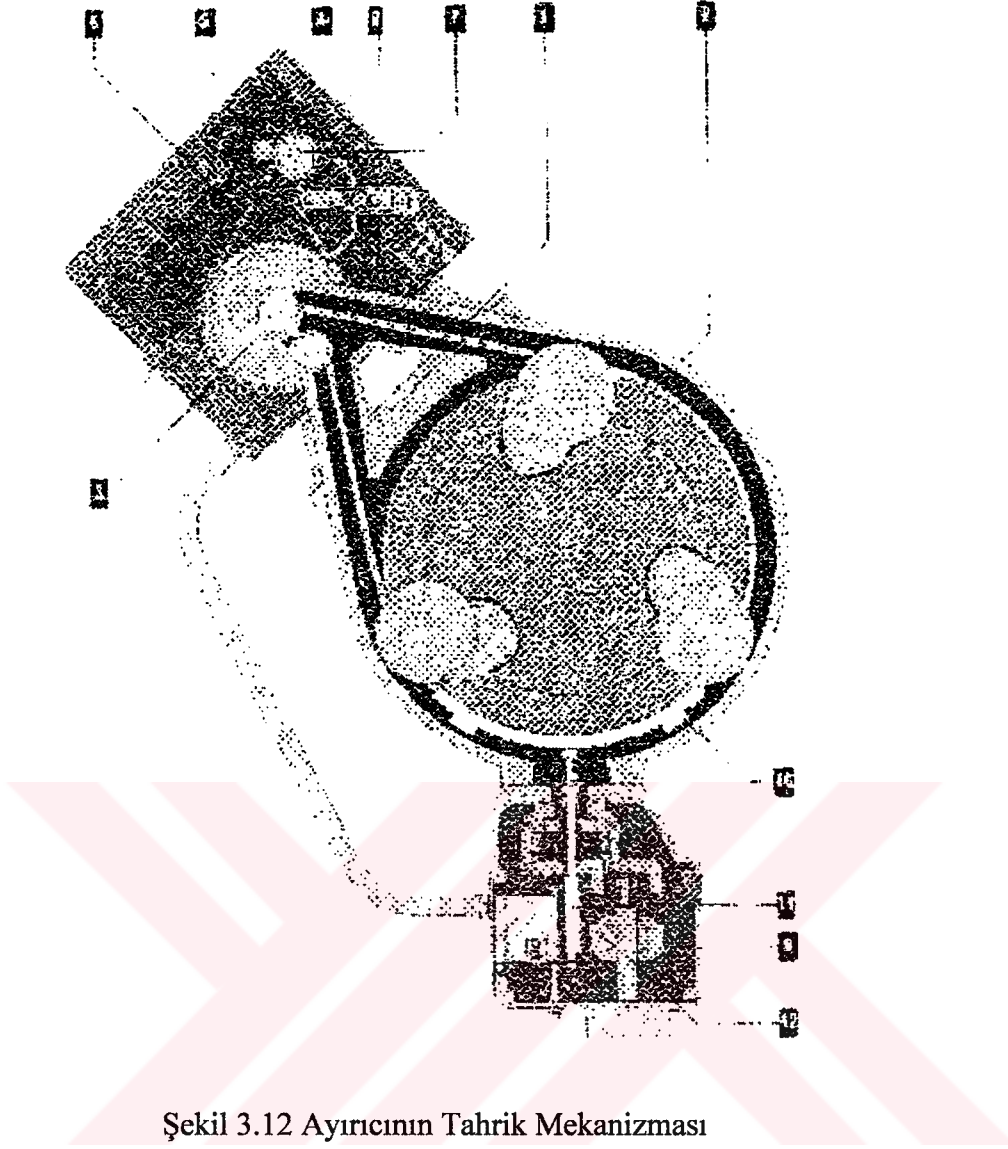
Açma hareketi sırasında ileten orta kısım 60 0 dönerek burcun her iki tarafında elektriksel aralıklar oluşturur.

Açık konumda (B , E) ileten orta kısım küresel ana kontak (3) ve ayırıcının kutusunda yer alan topraklama kontağı (6) üzerinden toprağa irtibatlarım Bu şekilde kompartmanlar arasında tamamen topraklanmış bir ekranın oluşması sağlanır.

3.3.3 Ayırıcının Tahrik Mekanizması

Ayırıcının tahrik mekanizması ayırıcının muhafazasına monte edilmiş olan tahrik mekanizması kutusunda (A) yer alır.

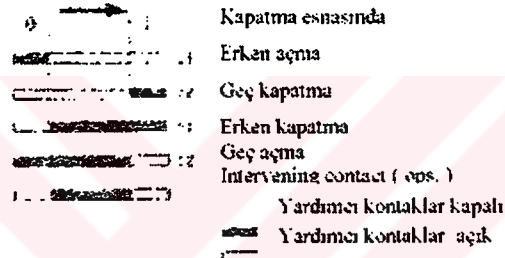
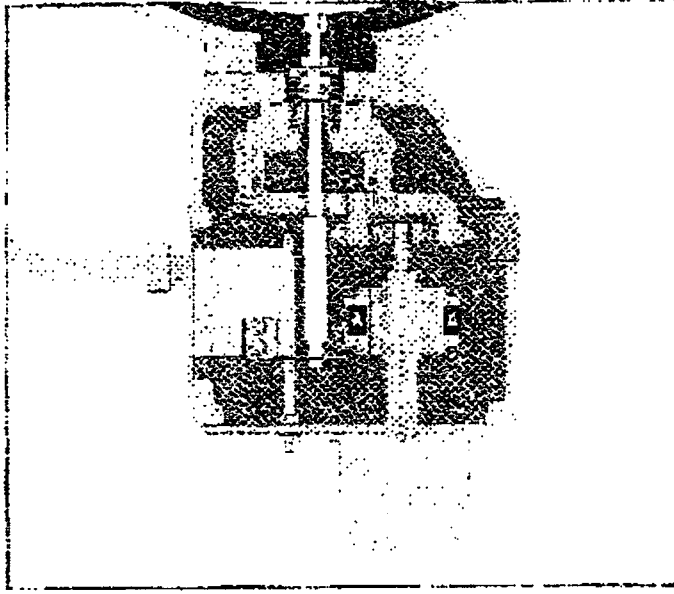
İleten orta kısım ayırıcının içinde bir çift çelik zincir (1) ile tahrik edilmekte olup, zincir 2 numaralı yapay reçine izolatörün etrafında döner. Zincir bir dişli çark (3) vasıtasıyla döndürülmekte olup, 3 numaralı bu dişli çark sızdırmaz bir mil konstrüksiyonu. 5 numaralı dişli çark ve 6 numaralı zincir vasıtasıyla 4 numaralı motor vites kutusuna bağlanmıştır.



Şekil 3.12 Ayırıcının Tahrik Mekanizması

TRISEP Tahrik Mekanizması : 1) Çift çelik zincir, 2) Yapay reçine izolator, 3) Dişli çark, 4) Motor vites kutusu, 5) Dişli çark, 6) Zincir, 7) Dikey mil, 8) Yivli pim konstrüksiyonu, 9) Gösterge kutusu, 10) Dişliler, 11) Körüklü rot konstrüksiyonu, 12) Yardımcı kontaklar

Mil ile motor vites kutusuna giden zincir arasındaki bağlantıyı bir dikey mil (7) vasıtasıyla yapılmış olup, bu tedbirin amacı ileten orta kısma ve gazla dolu hücredeki çift zincire zarar verilmesini önlemektir. Ayırıcının elle de çalıştırılabilmesini sağlamak için sızdırmaz milin üst ucunda bir yivli mil konstrüksiyonu (8) bulunmaktadır. Bir pozisyon göstergesi pozisyon kutusunun (9) içine yerleştirilmiştir. Gösterge ileten orta kısımdaki dişlilerin (10) ve körüklü bir rot konstrüksiyonunun (11) yardımıyla ayırıcının konumu belirtir.



Şekil 3.13 Yardımcı kontaklar

Yardımcı kontaklar sinyal, kontrol ve interlock devreleri için kullanılırlar. Bu anahtarlar iki pozisyonda bulunabilirler (S1 ve S2). S1 kontakları ayırıcının açık konumunda, S2 kontakları ayırıcının kapalı konumunda çalışırlar.

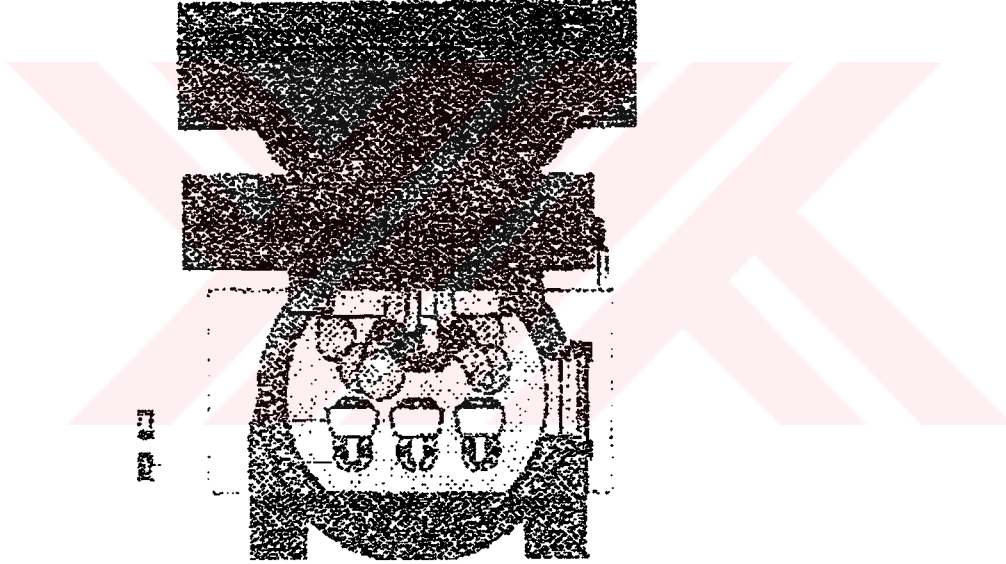
Yardımcı kontaklar, pozisyon göstergesinde kullanılan körüklü rot konstrüksiyonu vasıtasıyla çalıştırılırlar. Ayırıcının açık konumunda S1 kontakları çalıştırılır, S2 kontakları çalıştırılmaz. Ayırıcının kapalı konumunda S2 kontakları çalıştırılır S1 kontaklarının görevini üstlenirler. Ayırıcı ara konumda iken (çalışma esnasında) S1 ve S2 çalıştırılmaz.

Ayırıcının hareketinin sonunda kapanan ya da açılan kontaklar (hareket sonu kontakları) geç kapanan ya da geç açılan kontaklar olarak isimlendirilirler. Yukarıdaki şekilde yardımcı kontakların çalışma diyagramı görülmektedir. Ayırıcının hareketinin başlangıcında kapanan ya da açılan kontaklar ise erken kapanan ya da erken açılan kontaklar olarak isimlendirilirler.

3.4 Bara Sistemi

Bara kompartmanı devre kesici kompartmanının altında yer alır. Üç bara da bu kompartmanın içindedir. Faz iletkenleri iki bakır (1) profilden meydana gelmekte olup. Sabit ayırıcı kontakları (2) bunların üzerine tespit edilmiştir. İletkenler yatay bir düzlemde monte edilmiş olup üç çatallı yapay reçine mesnet izolatörleri vasıtasıyla muhafazaya tespit edilmişlerdir. Termik genişleme ise esnek süspansiyon sistemi ve fırçalı kontaklar tarafından karşılanmaktadır.

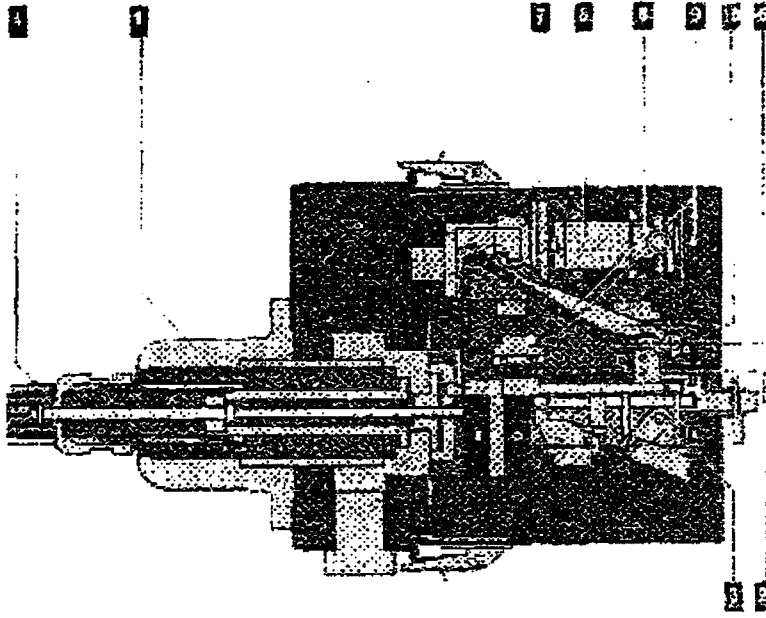
Bara sisteminin yapısı devre kesici ile bara sistemi arasındaki bağlantının basit bir dönme hareketi ile yapılabilmesini sağlayacak şekildedir.



Şekil 3.14 Bara Sistemi
1. Bakır profiller 2. Sabit (ayırıcı) kontakları

3.5 Topraklama Ayırıcısı

Bara sisteminin ve bağlantı ünitesinin toprak bağlantıları arıza giderici toprak aymaları vasıtasıyla yapılabilir. Topraklama ayırıcısı lale tipi bir kontakten meydana gelir. Kapalı konumda lale tipi bu kontak bağlantı ünitesi kompartmanındaki ya da bara kompartmanındaki iletken sisteminin bir alıcı kontağı ile temas sağlar.



Şekil 3.15 Topraklama ayırıcısı

- 1) Yay, 2) Rot üzerinde kontak, 3) Dönebilen yassı mil, 4) Topraklama kontağı, 5) Elektrik kontağı 6) Çift zincir, 7) Zincir kutusu, 8) Tepki rotu, 9) Yardımcı kontak, 10) Kol

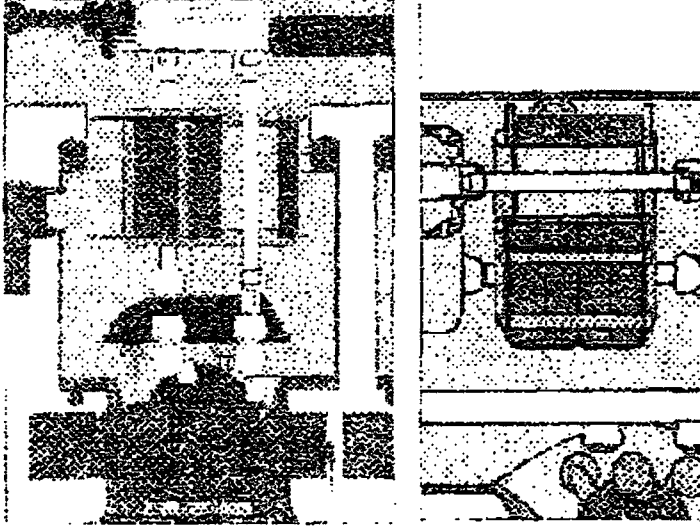
Topraklama ayırıcısının kapanması bir yay (1) vasıtasıyla olur. Açık konumda yay gerili olup bu esnada kontak rotun (2) üzerindeki tepki rotu ve dönebilen yassı bir milin (3) yardımıyla bulunduğu pozisyonda tutulur. Rot burada topraklama kontağının (4) bir uzantısıdır. Kapatma kumandası verildiğinde yassı mil döner ve yay boşalır.

Topraklama ayırıcısının açılması ise bir elektrik motorunun (5) yardımıyla yapılır. Açma kumandası gelince motor çalışmaya başlar ve bir vites kutusu (7) üzerinden bir çift zinciri (6) uyarır. İki zincirin arasında bir tepki rotu yer alır (8). Bu rot tepki rotuna takılarak onu dışarı doğru hareket ettirir. Hareketin sonunda rotun üzerindeki tepki rotu yassı milin arkasına gider ve orada sabit kalır. Çift zincir ise hareketine devam ederek başlangıç konumuna gelir. Açılma işlemi esnasında yay bir sonraki kapama işlemine hazır durumda - yüklü - kalır.

3.6 Akım Trafosu

Devre kesici kompartmanında yer alırlar. Devre kesicinin yerinden çıkarılmasıyla akım trafolarına kolayca ulaşılabilir, değiştirilmesi mümkün olur. Trafo gövdesi iki eş merkezli borudan oluşmaktadır, bu borular her iki alın tarafında flanşlarla kapatılmışlardır. Primer

iletken SF6 gazı ile dolu iç boru iletkeni vasıtasıyla oluşturulur. İç boru iletken ve yan flanşlardan birisinin arasına izole ring yerleştirilmiştir. Bu ring trafo gövdesinin kısa devre sargısı olarak tesir etmesini sağlar ve ölçmeyi etkilemesini engeller.



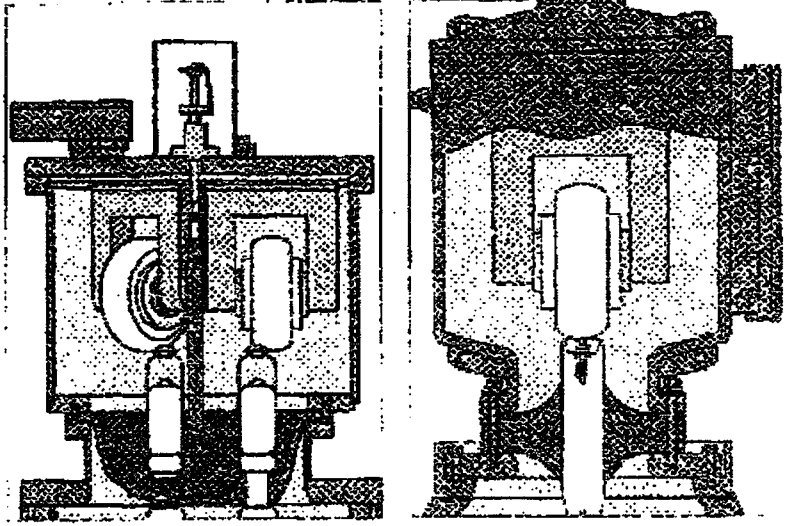
Şekil 3.16 Akım Trafosu

3.7 Gerilim Trafosu

170 kV'a kadar endüktif tip gerilim trafoları kullanılır. Bağlantı kompartmanı üzerindeki gerilim trafosunun yüksek gerilim izolasyonu için sentetik tabaka ve SF6 gazı kullanılır. Transformatörlerin sekonder devrelerinde iki ölçme bobini ve toprak kaçaklarını tespit etmek için bir açık delta bobini bulunmaktadır.

Gerilim transformatörünün muhafazası bir by-pass hattı vasıtasıyla bağlantı kompartmanına bağlanmıştır. Böylece içinde bulunan gaz açısından gerilim trafosunun muhafazası ile bağlantı kompartmanına ortak bir kompartman gözü ile bakılabilir. Bu sebeple bu kompartmanlar ortak bir gaz gözetim sistemi tarafından kontrol edilir.

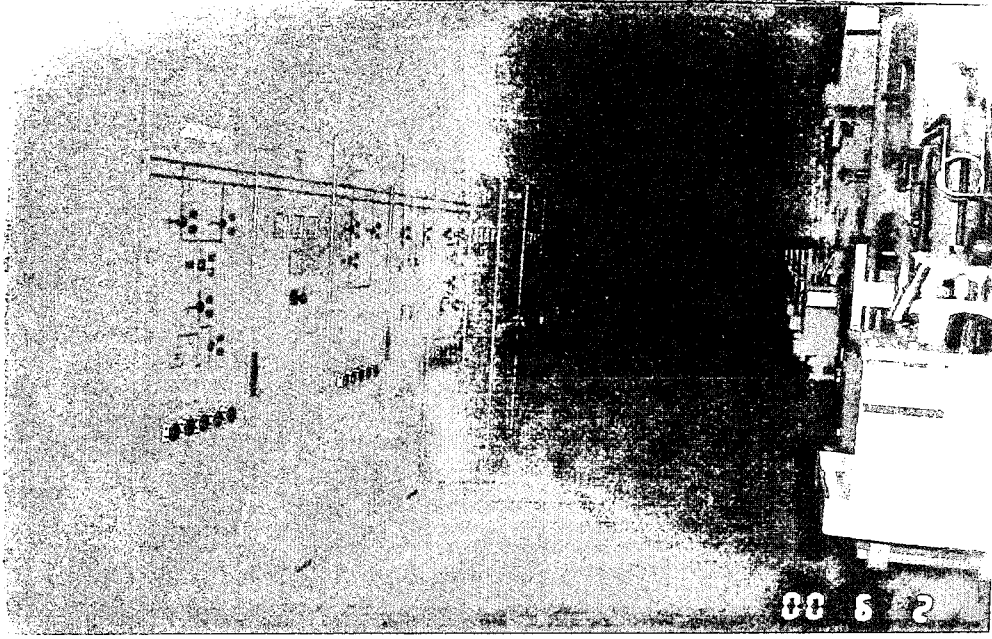
Yüksek gerilimli kablo testleri esnasında bağlantı kompartmanına monte edilmiş olan transformatörler elle çalıştırılan bir izolasyon düzen vasıtasıyla primer iletkenlerden ayrılabilirler.



Şekil 3.17 Gerilim Trafosu

3.8 Lokal Kontrol Panosu

Lokal kontrol panosu devre kesici kompartmanına bakan duvarın önünde yer alır, sekonder kontrol cihazlarını ihtiva eder. Şalt teçhizatının tüm elemanları çok damarlı ekranlı kablolar ve çok kutuplu fişlerle lokal kontrol panosuna bağlanmıştır. Çok damarlı kablonun ekranı her taraftan vidalı bir bağlantı ile elektriksel olarak çok kutuplu fişin gövdesine irtibatlandırılmıştır. Çok kutuplu fişin gövdesinin her iki ucu elektriksel olarak şalt teçhizatı ünitesine ya da lokal kontrol panosuna bağlanmış olup, bunlar da doğrudan doğruya trafo merkezinin topraklama ızgarasına bağlanmıştır. Lokal kontrol panosunun içindeki teçhizat çok uçlu kablo ekranları ile bağlandığından teçhizat elektromanyetik parazitlere karşı etkili bir şekilde korunmuş olur.



Şekil 3.18 Lokal Kontrol Panosu

Trafo merkezinin içinde şalt teçhizatının çalıştırılabileceği üç yer bulunmaktadır.

Kontrol Odası: Şalt teçhizatına kontrol odasından kumanda edilebilir. (uzaktan kumanda panosu)

Yakından: Şalt teçhizatının yakından kontrolü lokal kontrol panosu üzerinden yapılır.

Kompartmandan: Bakım sırasında tüm elemanlara elle kumanda etmek mümkündür. Ancak bu durumda tüm elektriksel kilitlemeler etkisiz kalır.

Kilitleme :

Kilitleme bir elemanın çalıştırılmasını önler. Kilitleme elemanın çalışması için engel teşkil edecek bir durumda ortaya çıkar.

Dolaylı Kilitleme :

Dolaylı kilitleme sistemin belirli bir elemanın elektriksel olarak çalıştırılmasını önler. Dolaylı kilitleme o sistemdeki başka elemanların belirli bir konumda olması sonucu ortaya çıkar.

Dolaylı kilitlemenin iki tipi vardır:

(Dolaylı) Emniyet Kilitlemesi

(Dolaylı) İşletme Kilitlemesi

Dolaylı emniyet kilitlemesi şalterlerin yanlış kumandası sonucunda dahili bir hatanın meydana gelmesini önlemek amacıyla yapılır.



Dolaylı işletme kilitlemesi elektrik kesilmesine neden olabilecek şalterlemeleri önler.

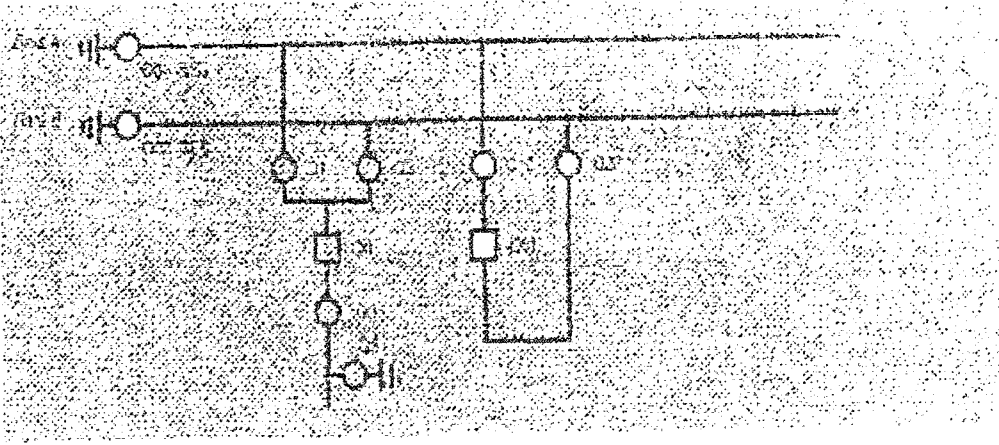
Dolaylı Kilitleme :

Aşağıdaki tabloda teçhizatın dolaylı kilitleme durumları görülmektedir. Her tabloda tek bir fiderin kilitleme durumu gösterilmiştir. Tablonun sol dikey ekseninde elemanların mümkün olan çalışma şekilleri listelenmiştir. Üst yatay ekseninde elemanların listesi, kontrol ve sinyal elemanlarının konumları bulunmaktadır. Aralıklar ise ilgili elemanların konumunu belirtmektedir.

Tabloda kullanılan kısaltmalar :

- I : Teçhizat kapalı konumda
- O : Teçhizat açık konumda
- O / I : Teçhizat açık veya kapalı (ara konumda değil)
- C : Kumanda ve kontrol
- S : Sinyal

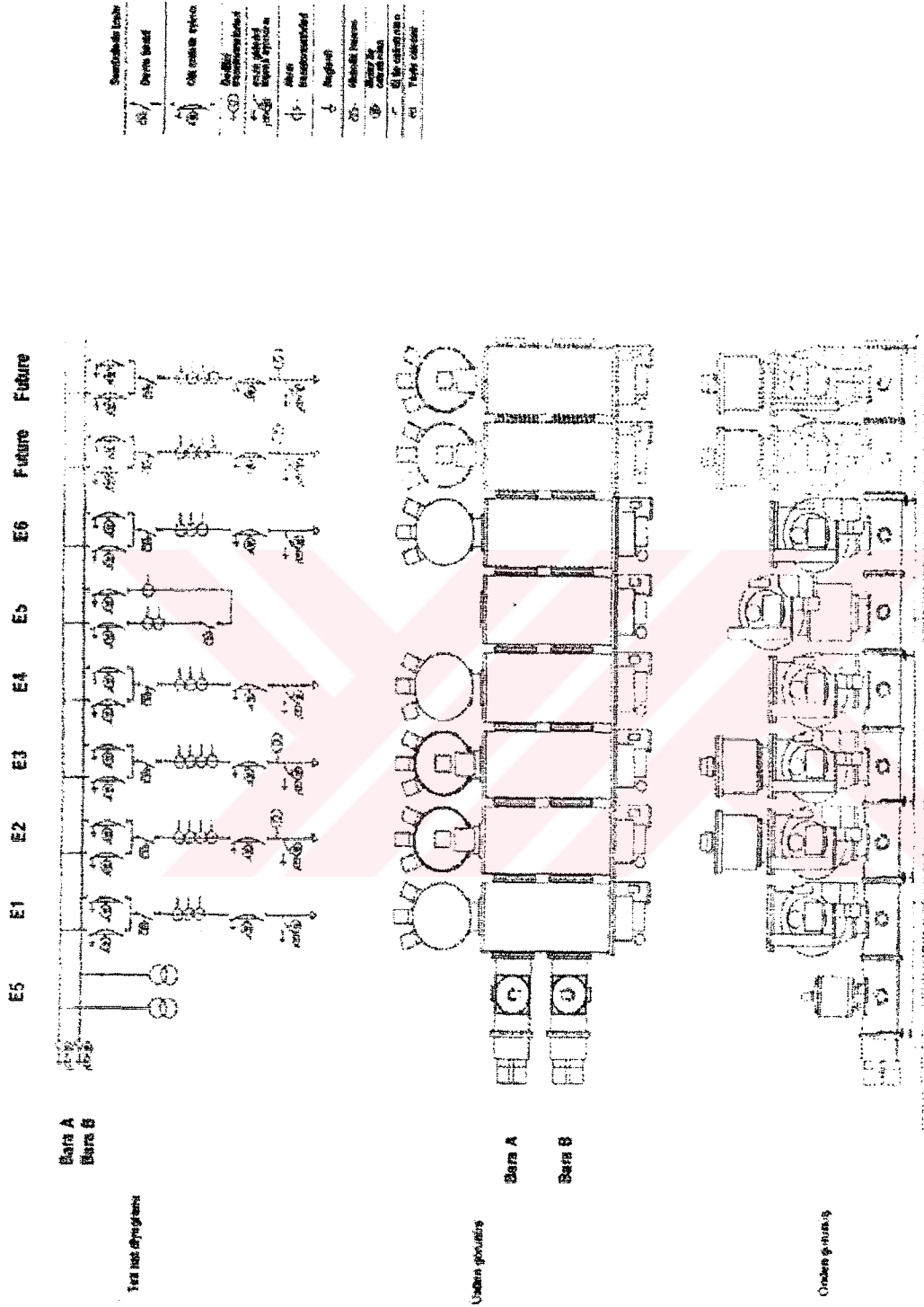
	ayırıcı		açık
	levre kesici		kapalı
	levrak ayırıcı		kontrol
			sinyal
			hava levraklama ayırıcısı



Elemanların işlevleri	Elemanlar								Kontrolün yerleri	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Uzunluk kontrolü yerleri	Yerleşim kontrolü yerleri
Q1										
Q2										
Q3										
Q4										
Q5										
Q6										
Q7										
Q8										

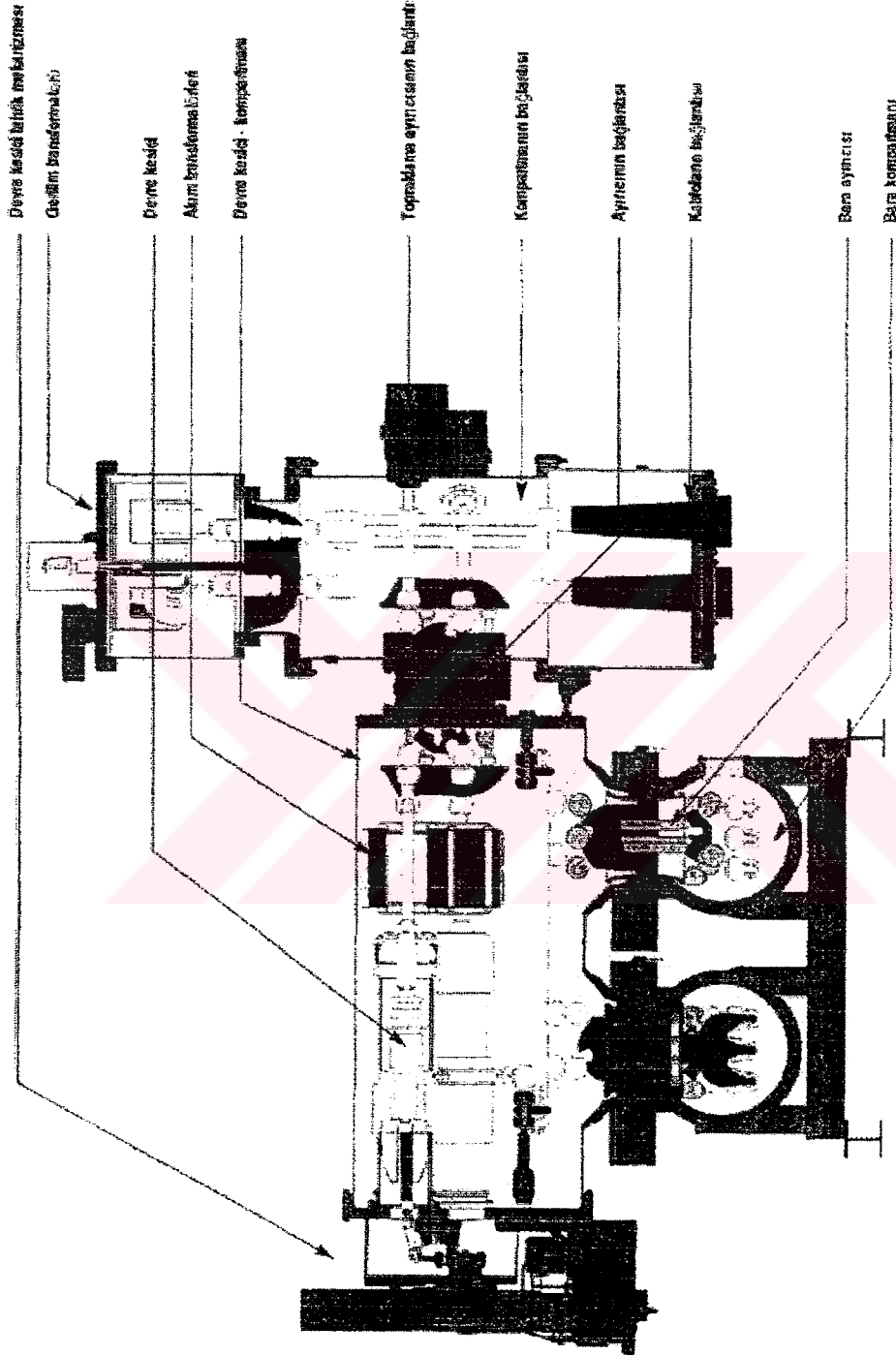
Şekil 3.20 Kuplaj fideri elemanlarının kilitleme koşulları

4 - GAZ İZOLASYONLU BİR İSTASYONUN GENEL DÜZENİ



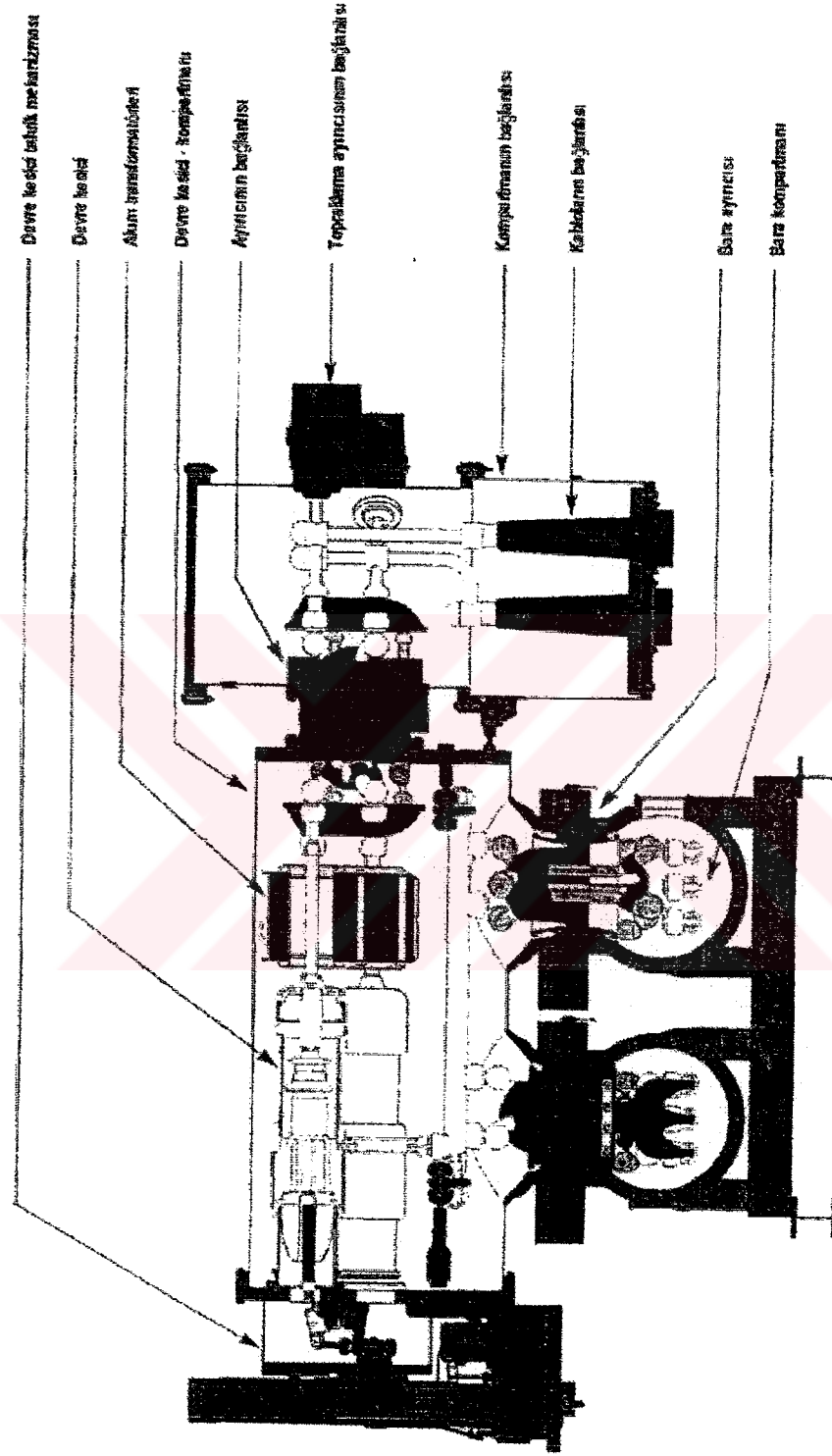
Şekil 4.1 Gaz izolasyonlu bir istasyonun genel düzeni

4.1 E.N.H. Fider Düzeni



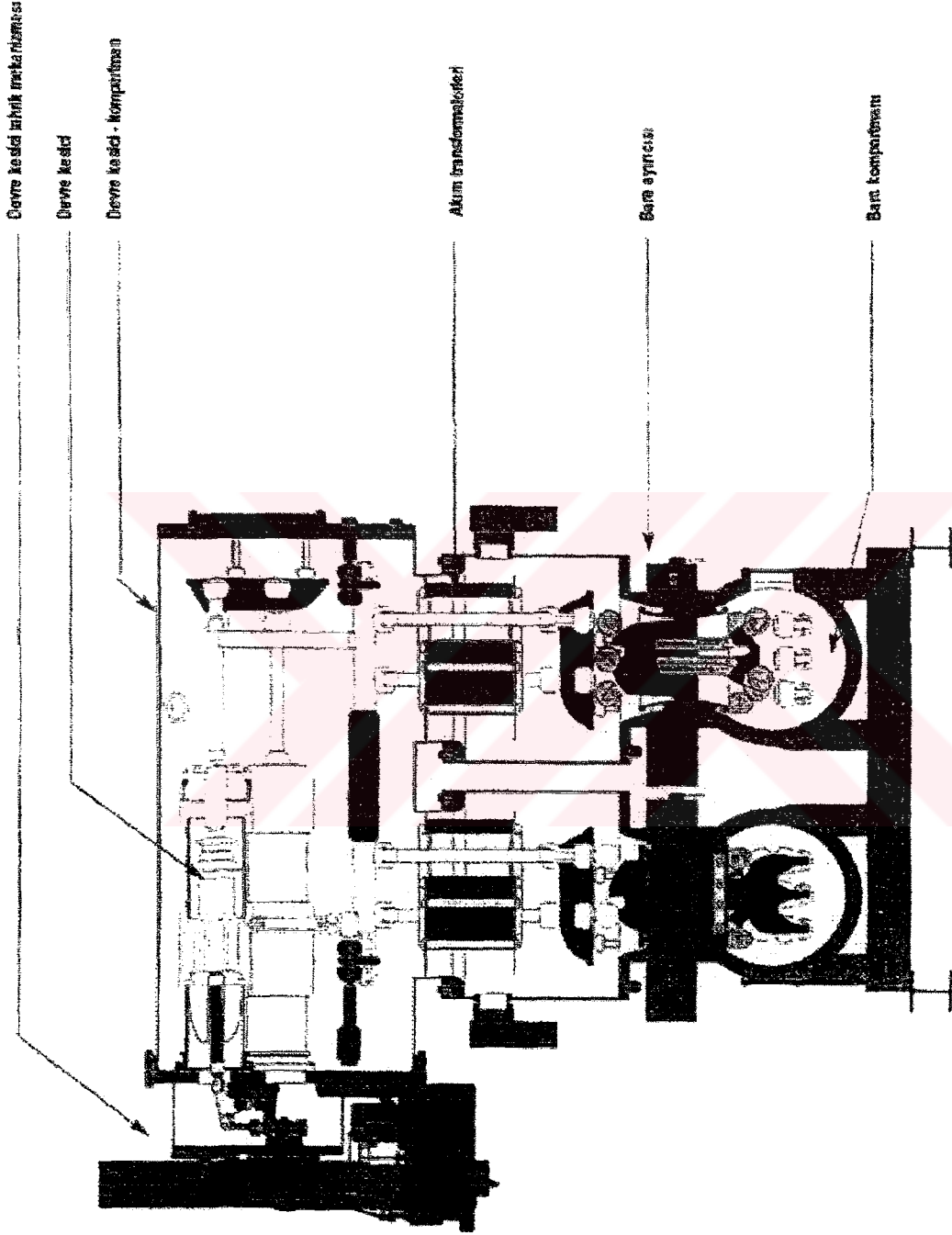
Şekil 4.2 E.N.H fideri düzeni

4.2 Trafo Fideri Düzeni



Şekil 4.3 Trafo fideri düzeni

4.3 Kuplaj Fideri Düzeni



Şekil 4.4 Kuplaj fideri düzeni

5 - GAZ İZOLASYONLU İSTASYONLARDA GEÇİCİ AŞIRI GERİLİMLER

Geçici aşırı gerilimlerin değişimi tam olarak hem primer hem de sekonder tarafla ne önceden tahmin edilebilir ne de matematiksel modeller ile belirlenebilir. Aşırı gerilimin üyüklüğü ve çeşidi için primer ve sekonder tarafta bazı ölçümler yapmak gereklidir.

5.1 G.I.S. Tesislerinde Aşın Gerilimlerin Ortaya Çıkması, Yayılması ve Etkileri

Ayırıcı Bağlantıları : Ayırıcılar yavaş şalterlenen teçhizatlardır. Bu sebeple boştaki parçaların kapatılıp açılmasında (özellikle kapasitif yüklerde) ön veya geri tutuşmalar ortaya çıkar. Geri ateşleme sırasındaki ayırma elektronegatif izole edici gaz (SF₆) sebebiyle birkaç ns. içinde yapılır. Işık arkı direnci de düşük değerlere ulaşır. Bu suretle sebebiyet verilen yürüyen dalga olayları kompakt G.I.S. içinde ns. mertebesinde dengeleme olaylarını ortaya çıkarır. Bu tür dengeleme olaylarının üst üste bindirilmesiyle ve artan salınımlarla tesis içinde pratikte ölçülen kompleks gerilim değişimleri ortaya çıkar.

Alçak frekanslı dengeleme olayları hemen hemen yalnızca trafolar üzerinden elektrik tesislerinin sekonder tarafına taşınırlar. Yüksek frekanstaki dengeleme olayları ciddi genliklere sahiptir ve yüksek frekanslar önemli ölçüde daha büyük genliklerle sekonder tarafa kapasitif olarak taşınırlar.

Alçak frekanslı aşırı gerilim amplitüdüleri primer ve sekonder tarafta çok az tehlikeli değerlere ulaşır. Yüksek frekanslı aşırı gerilimlerde G.I.S.'de yüksek gerilim tarafında önemli olmayan izolasyon problemleri ortaya çıkar. Alçak gerilim tarafında büyük aşırı gerilim seviyesi ve dik gerilim artışı sekonder aletlerin zarar görmesine yol açabilir. Her şeyden önce bütün elektronik tesisatlar aşırı gerilimlerle tehlike içindedir.

5.2 Yüksek Gerilim İletkeninden Kumanda Dolabına Kadar Bir G.I.S.'in Geçici Gerilimleri

Yüksek gerilim iletkeninden sekonder teçhizat üzerine bağlantı mekanizmalarını daha

yakından araştırmak için bir kablo sahasında ölçmeler yapılır. Burada primer parazit sinyalin akım trafosundan geçerken zayıflaması yaklaşık 50 dB.'dir. Akım trafosundaki sinyale oranla kumanda dolabındaki sinyal 10 dB. zayıflamaktadır.

İzolasyon koordinasyonu; işletme elemanının öngörüldüğü bir şebekede ortaya çıkabilen gerilimlerin dikkate alınmasıyla işletme elemanlarının kullanımını ve onların izolasyon seviyesinin seçimini kapsar. Mevcut aşırı gerilim koruma teçhizatlarının özellikleri ve ortaya çıkan aşırı gerilim zorlanmaları, bir işletme elemanındaki izolasyonun zarar ihtimalini veya işletmenin ekonomik ve işletmeye uygun kabul edilebilir bir miktara indirecek şekilde seçilir.

İzolasyon koordinasyonunda dikkat edilecek kriterler aşağıda belirtilmiştir :

- İşletme elemanlarının elektriksel dayanımı
- Aşırı gerilim zorlanmaları
- Aşırı gerilim koruma seviyesi
- Aşırı gerilimlere karşı istenilen emniyet derecesi

Burada hem aşırı gerilim zorlanması için hem de elektrik dayanım için baz değerlerden hareket edilir. Bu baz değer genellikle çok yüksek ölçülmüş bir değerdir. Üst baz değerler arasındaki emniyet açıklığı konvansiyonel emniyet seviyesi olarak karakterize edilir. Bu emniyet seviyesi için şunlara dikkat edilmelidir :

- Cihaz imalatındaki hatalar
- Baz- Darbe gerilim denemesinin sınırlı emniyet ifadesi
- Tesisin çeşidi, paralel izole hattının aynı zamanda zorlanması
- Beklenebilen çok yüksek aşırı gerilimlerin belirlenmesinde yapılan hatalar

Aşırı gerilim ve dielektrik dayanım olasılık dağılımı olarak ifade edilir. İstatistiki aşırı gerilim olarak bütün durumların %2'sini geçen aşırı gerilim diye tariflenir. Aşırı gerilim dağılımları transient şebeke modelindeki ölçümlerle, dijital hesaplamalarla veya direkt şebeke ölçümleriyle elde edilir. İstatistiki baz gerilim için %10'luk bir delinme olasılığı farz edilir. Basitleştirmek için normal dağılımlar bilinen standart sapmalarla tahmin edilir.

5.3 SF6 Basıncılı Gaz İzolasyonunun Özellikleri

Basıncılı gaz izolasyonunun boyutlandırılmasında çoğunlukla yıldırım darbe gerilimi kesin neticeyi temin eder. İlave olarak tesir eden parametrelerin, yani dış yüzey oranları, kirlenme ölçüsü ayrıca artan basınç ve daha büyük ölçülerle azalan yüzey - hacim etkisinin göz önüne alınması gerekir.

Destekleme yapı elemanları olarak tahrik kuvvetlerinin taşınması ayrıca SF6 hacimlerinin bölmelendirilmesi için gerekli sert yapılı izolatörlerin hem kısa süreli deneme gerilimleri için hem de devamlı işletme kabiliyeti açısından seçilmesi gerekmektedir. Kısa zamanlı nominal baz gerilimlerle devamlı işletme gerilimleri arasındaki oran daima daha küçük olduğu için bu durum artan ölçüde daha yüksek işletme gerilimleri için de geçerlidir.

5.4 Aşırı Gerilim Koruması

G.I.S. tesislerinin çok yüksek aşırı gerilimlere karşı parafudurlar ile korunması gerekir. Um = 123 - 245 kV. için havai hat bağlantılı daha küçük tesislerde geçiş yerlerinde havai hat yapı tarzında parafudurlar yeterlidir. Büyük tesisler tercihen Um = 420 kV. ve daha yüksek gerilimler için transformatörlerde veya diğer yerlerde metal kapsüllü teçhizatlar içinde ilave entegre edilmiş parafudurlar gereklidir. Bunun dışında aşağıda belirtilen hususları da göz önünde bulundurmak gerekir.

- Kablonun uzunluğu
- Havai hat / kablounun karakteristik empedans faktörü
- Tesisin nominal baz yıldırım darbe gerilimi
- Aşırı gerilimin genliği ve biçimi
- Yürüyen dalgaların yansıma noktaları

6 - G.I.S. TESİSLERİNDE ÖZEL PROBLEMLER

Bir G.I.S. tesisin işletme emniyeti şüphesiz izole edici gazın kalitesiyle ve gerekli basıncın muhafaza edilmesiyle yakından ilişkilidir. Tesisin gaz dolumundan sonra kontrolü şu üç doğrultuda yapılır :

a) Gaz neminin ölçümü ; ilk haftalarda (dolumdan sonra) nemlilik miktarı çok yüksektir. Bu nemlilik metalik ve izole edici parçaların çeperlerinde artık ıslaklıktan ileri gelmektedir. Nemlilik daha sonra yıllarca sabit kalmaktadır.

b) Hava bölümlerinin ölçümü ; bu daha ziyade gazın ısı iletim kabiliyetinin ölçülmesiyle yapılmaktadır. Hacmin % 10'luk bir kısmına kadar az bir hava, delinme dayanımı üzerine hiçbir kritik tesir yapmaz.

c) Asit miktarının belirlenmesi ; bu, ark olaylarından sonra gaz ve akışkan şeklindeki ayrışma ürünlerinin miktarı için ölçüdür. Katı olarak biriken metal floridin elektrolitleşmesinden kaçınmak için, gazın kuru olması büyük önem taşır.

G.I.S. tesislerinde pratikte genellikle ark arızaları ortaya çıkar. Bu arızalar SF6 dolu hacimde kuvvetli basınç artışına sebebiyet verirler. Bunu önlemek için, bu tür arızalar modern, hızlı ve 100 ms. altında devreye girme zamanına sahip topraklayıcılarla kısa devre edilmelidir. Eğer bu tür bir korumada bir aksaklık veya gecikme olursa tesis iki yönden kritik bir noktaya gelir ;

İlk önce tehlikeli boyutlarda basınç artışı elde edilir ve ikinci olarak ark kapsüllemeye kuvvetli lokal ısınmaya sebebiyet verir. Burada kapsülleme malzemesinin birleşme yerine dikkat edilmelidir. Hafif metalli kapsüllemeler arzu edilen basınç deşarjına müsaade ederler. Çelik saçlı kapsüllemelerde deşarj diyagramları kullanmak zorunludur.

Çoğu kere belirli yerlerde uygun olarak daha zayıf boyutlandırılmış bölme izolatörleri kullanılır. Bunlar aşırı basınçta kırılırlar ve aşırı basıncı daha kolay karşılayabilen daha büyük bir gaz hacmini oluştururlar.

7 - KONVANSİYONEL ŞAHTLAR İLE G.I.S. TESİSLERİNİN İZOLASYON KİYASLAMALARI

7.1 Konvansiyonel Tesislerin İzolasyonu

Bu tesislerin izolasyonu izole edici maddelerin üç ana grubundan müteşekkildir.

- En önemli izolasyon maddesi atmosferdir. Tesislerin dış izolasyonunu teşkil eder.
- Katı izole maddeler, gerilimli parçalar arasındaki mesafeyi açarlar ve aparatlara mekaniki dayanım verirler veya iç izolasyonun kuvvetlendirilmesini sağlarlar.
- Gaz şeklinde, akışkan veya nadir durumlarda katı izole maddelerde iç izolasyonu teşkil ederler.

Konvansiyonel tesislerin tipik bir özelliği, işletme içinde bulunan aletlere veya tesis parçalarına dokunulamamasıdır.

7.2 G. I. S. Tesislerinin İzolasyonu

Bu tesislerde de izole edici maddelerin üç karakteristik grubu vardır ;

- En önemli izole edici malzeme basınçlı SF6 gazıdır. İç izolasyonun ana kısmını teşkil eder.
- Katı izolasyon bakımından relatif az bir kısım gaz hacimlerinin ayrılmasına ve gerilimli parçaların mesafelendirilmesine yarar.
- Hava dış izolasyonu teşkil eder. Ancak sadece SF6 - hava geçişlerinde rol oynar.

Bu tür tesislerin boyutlandırılması SF6 gaz izolasyonunun izole edici kabiliyetine bağlıdır. Bütün tesisin gerilimli parçaları topraklanmış gövdede inşa edildiği için tesis parçalarına dokunulabilir (SF6 - hava geçişleri hariç).

7.3 Her İki İzolasyon Sisteminin Kıyaslanması

Konvansiyonel ve SF6 izoleli yüksek gerilim tesislerinin izolasyonu arasındaki esas fark ; iç

izolasyonun dış izolasyona etkisi nispetinde bulunmaktadır. Konvansiyonel tesislerde dış izolasyon kesin bir rol oynamasına karşılık, G.I.S. tesisleri pratikte sadece iç izolasyona sahiptir.

7.4 İç ve Dış İzolasyon Arasında Kıyaslama

Dış izolasyonun çevre faktörleriyle etkilendiği buna karşılık iç izolasyonun çevre ile hiçbir tesir altında kalmadığı bilinmektedir. Dış izolasyonun tesbiti için denemeler sırasında çevre şartlarının çok iyi taklit edilmesi gerekmektedir. İç izolasyonun dielektrik dayanımı herşeyden önce izole edici malzemeye ve elektrodların biçimine bağlıdır. Örneğin 245 kV'luk bir izolasyonla montaj yerinin deniz seviyesinden yüksekliğinin hava basıncının ve çevre sıcaklığının dış izolasyon seviyesine nasıl etki ettiğini gösterelim.

Çizelge 7.1 Çevre şartlarının izolasyona etkileri

ETKİLENME FAKTÖRÜ	TESİR	
	DIŞ İZOLASYON	İÇ İZOLASYON
TESİSLERİN DENİZDEN YÜKSEKLİĞİ	EVET	HAYIR
HAVA BASINCI	EVET	HAYIR
ÇEVRE SICAKLIĞI	EVET	HAYIR
NEMLİLİK	EVET	HAYIR
METEOROLOJİK ŞARTLAR	EVET	HAYIR
HAVA KİRLİLİĞİ	EVET	HAYIR

7.5 G.I.S. Tesislerinin İzolasyonunun Özellikleri

- G.I.S. tesislerinin boyutlandırılmasında mümkün mertebe iç kirlenme de gözönünde bulundurulmak zorundadır.
- SF6 izolasyonunun elverişli eskime davranışı.
- Nemlilik miktarı uygun tedbirlerle dielektrik olarak hiçbir rol oynamayacak şekilde cüzi tutulabilmektedir.
- Gaz kontrol sistemiyle minimum izolasyon seviyesi devamlı kontrol

edilmektedir.

- Üç fazlı kapsüllenmiş baralar şalt aşın gerilimleri ile ilgili olarak bir fazlı kapsülmeden daha yüksek izole edilmiş olmak zorundadır.

7.6 SF6 Tekniğinin Faydaları

SF6 tesis tekniğinin başlıca faydaları üç başlık altında özetlenebilir:

- Az yer ve hacim gereksinimi
- Yüksek işletme emniyeti
- Çevreye uyum

Bir SF6 izoleli şalt tesisinin alan ve hacim ihtiyacı, hava izoleli bir tesisinkinden önemli ölçüde azdır. 110 kV'da yaklaşık % 10 - 15 kadar, 220 kV'da yaklaşık % 8 – 10 kadar. O halde % 90 civarındadır. 750 kV'luk tesislerde ise % 2 - 3'lük bir yer ihtiyacı hesaplanmıştır. İşletme gerilimi ne kadar büyükse yer tasarrufu da o kadar büyük olmaktadır. Bu durum özellikle, bir tesisin büyütülemeyen mevcut bir bina içinde genişletilmesi gerektiğinde veya 20 kV'luk bir tesisin 110 kV'a dönüştürülmesi durumunda oldukça avantajlıdır.

İşletme emniyeti açısından G.I.S. tesislerinin faydaları şu şekilde özetlenebilir:

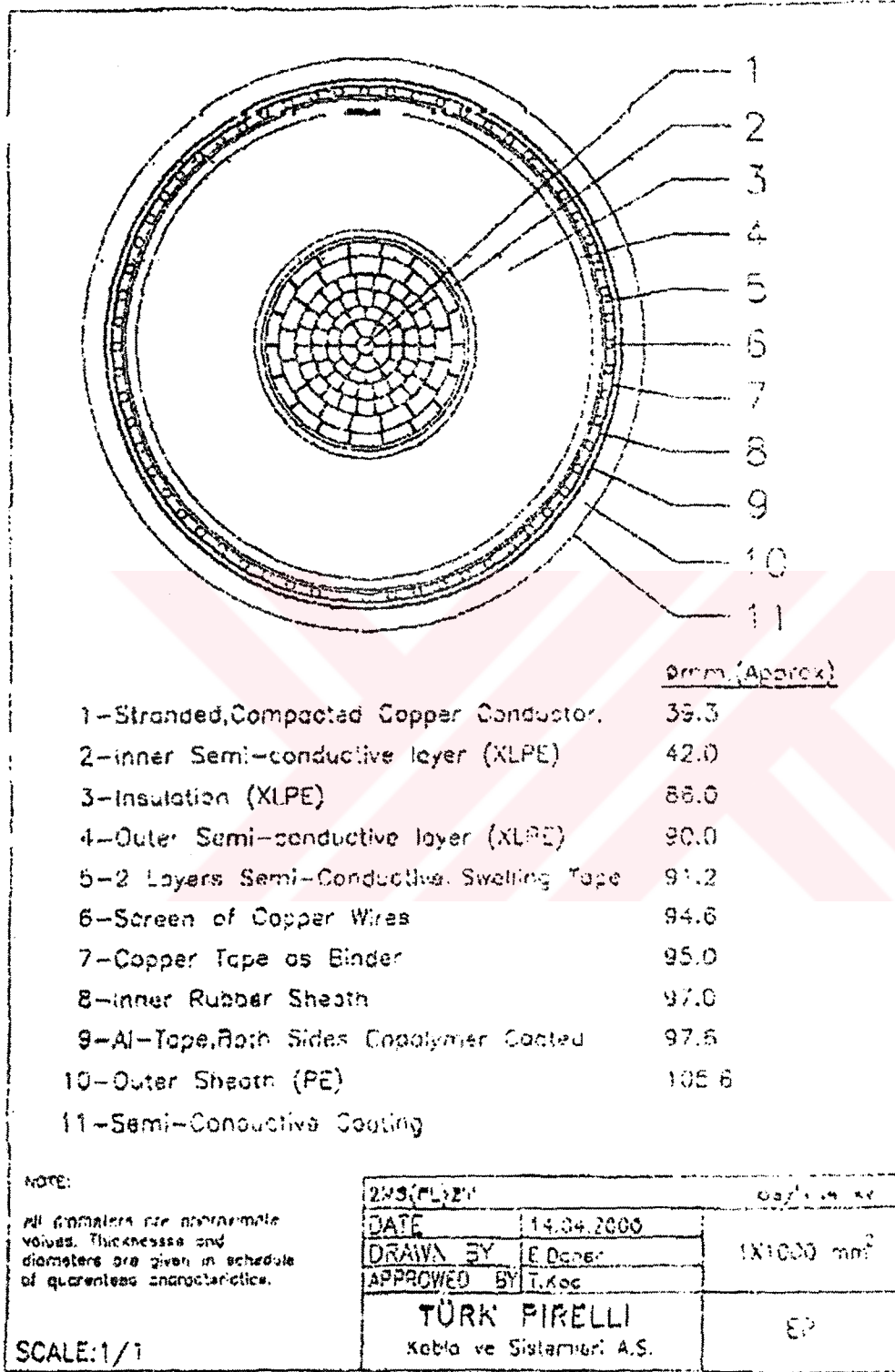
- a)Kapsüllenmiş bir tesis kirlenmenin ve nemlenmenin her çeşidine karşı tam anlamıyla duyarlı değildir.
- b)Hava basıncı, şimşek darbeleri, buzlanma gibi dış atmosferik olaylardan etkilenmez.
- c)Kapsüllenmiş tesis insan, hayvan veya yabancı cisimlerin yol açtığı dokunma tehlikesine karşı mutlak emniyetlidir.
- d)G.I.S. tesisinin bakımı revizyon sayısı konvansiyonel tesislerden çok daha azdır.
- e)Bu özelliklerden dolayı G.I.S. tesislerindeki arızalar çok zor meydana gelir ki bu suretle işletme emniyeti ve devamlılığı esas surette yüksek bir seviyeye çıkartılmış olur.

8 - G.I.S. MERKEZLERİN ENTERKONNEKTE SİSTEME BAĞLANTILARI

Havai Hatlar Üzerinden Konvansiyonel Enerji Taşıma : Büyük mesafeler üzerinden büyük güçlerin taşınması genellikle havai hatlar üzerinden yapılmaktadır. Güç transfer kapasitesini yükseltip kısa devre güçlerini azaltmak için enerji iletiminde yüksek gerilim kullanılmaktadır. Ancak atmosferik olaylardan kolayca etkilenmesi, tüketim merkezlerinin yakınılarında yapılaşmada sınırlandırma getirmesi gibi sebeplerle çok elverişli olmasa da günümüzde en çok kullanılan iletim şeklidir.

Güç Kabloları ile Enerji Taşıma : Tesis maliyeti ve gerektirdiği altyapı çalışmaları havai hatlara oranla daha fazla olmasına rağmen bakım gerektirmemesi, atmosferik şartlardan etkilenmemesi, daha güvenli olması ve arıza olasılığını düşürerek inkitalarda ciddi azalmalar sağladığından ideal bir enerji taşıma metodudur. Aşağıda, 154 / 34,5 kV. YILDIZTEPE ve KASIMPAŞA G.I.S. Merkezleri birbirine bağlayan 89 / 154 kV. Güç Kablosunun teknik özelliklerine değinilmiştir.



8.1 2XS(FL)2Y 1 x 1000 mm² 89 / 154 k V. Kablonun Yapısı

Şekil 8.1 89 / 154 kV Güç Kablosunun kesiti

Kablo rumuzunda kullanılan harflerin anlamı :

2X : Çapraz bağlı polietilen izolasyon

S : Metal (bakır) siper

(FL) : Boylamasına ve radyal yönde su sızdırmazlık (metal siper)

2Y : Polietilen dış kılıf

Gerilim seviyesi $U_0 / U = 89 / 154$ kV.

1-) Kablo İletkeni :

İletken kesiti 1000 mm² olup toplam 93 adet çıplak, tavllanmış bakır tellerden oluşmuştur. TEAŞ şartnamesinde iletken içerisinde boylamasına su sızdırmazlık istendiğinden, su sızdırmazlık, suda şişen iplikler, suda şişen yarıiletken bantlar ve suda şişen pudra uygulanarak sağlanmıştır. İletkenin 20 °C'de direnci IEC 228'e göre maksimum 0.0176 ohm / km'dir.

2-) İçyarı İletken Kılıf :

Yarı iletken XLPE (cross-linked Polyethylene) malzemedendir. 1.35 mm. kalınlığındadır. Dış yarı iletken kılıf ile birlikte elektriksel alanın kontrolü ve limitlendirilmesi amacıyla yapılmaktadır.

3-) İzolasyon (Yalıtım) :

Çok temiz (süper clean) malzemedendir. 22 mm. et kalınlığındadır.

4-) Dış Yarı İletken Kılıf (Yalıtım Ekranı) :

Yarı iletken XLPE malzemedendir. 2 mm. et kalınlığındadır. İç yarı iletken kılıf ile birlikte elektriksel alanın kontrolü ve limitlendirilmesi amacıyla yapılmaktadır.

İç yarı iletken kılıf, izolasyon ve dış yarı iletken kılıf Triple Extrusion denilen, bir püskürtme kafasında üçlü püskürtme olarak tanımlanabilecek şekilde püskürtülürler. Bununla amaçlanan iç yan iletken kılıf, izolasyon ve dış yan iletken kılıf arasında katlar arasında hiçbir hava katmanı oluşturmadan birbirlerine yapışmasını sağlamak içindir. Oluşabilecek bu hava kabarcıkları kısmi deşarjlara sebep olacak ve kablonun ömrünü kısıltacaktır. Kablo üretimi esnasında tamamen kum sistemde (gaz) vulkanize edilip soğutulmaktadır. Böylece kablo izolasyonunun içinde nem kalması engellenmiş olur. İzolasyon içinde belli miktarın üzerinde su bulunması literatürlerde " Water treeing " su ağaçlanması denilen oluşumun varolmasını sağlayacak unsurlardan biridir.

5-) Su Durdurucu Bant(lar) :

Kabloda dış yarı iletken kılıf üzerinde su durdurucu bantlar uygulanmıştır. Bu bantlar yalıtım ekranı ile metal siper arasında elektriksel teması sağlaması gerektiğinden aynı zamanda yarı iletken malzemedir. İşlevi metal siper içerisine boylamasına su girmesini engellemektir.

6-) Metal Siper (Bakır) :

Metal siperler, yuvarlak, çıplak, tavllanmış bakır tellerden oluşmuştur.

7-) Tutucu Bakır Bant :

Helisel sanlı bakır tellerin stabil olarak tutulmasını sağlamak dağılmasını önlemektir.

8-) Lastik İç Kılıf:

Metal (bakır) siper üzerine püskürtülen bu kılıf bakır siper içerisinde boylamasına su sızdırmazlığı sağlayan ikinci unsurdur.

9-) İki Tarafı Kopolimer Kaplı Alüminyum Bant :

Lastik iç kılıf üzerine radyal yönde kablonun dışından içine girmesini önlemek amacıyla iki tarafı kopolimer kaplı alüminyum bant bir boru şeklinde uygulanır. Alüminyum üzerindeki kopolimer dış kılıfa yapışarak kararlı bir yapı oluşturur.

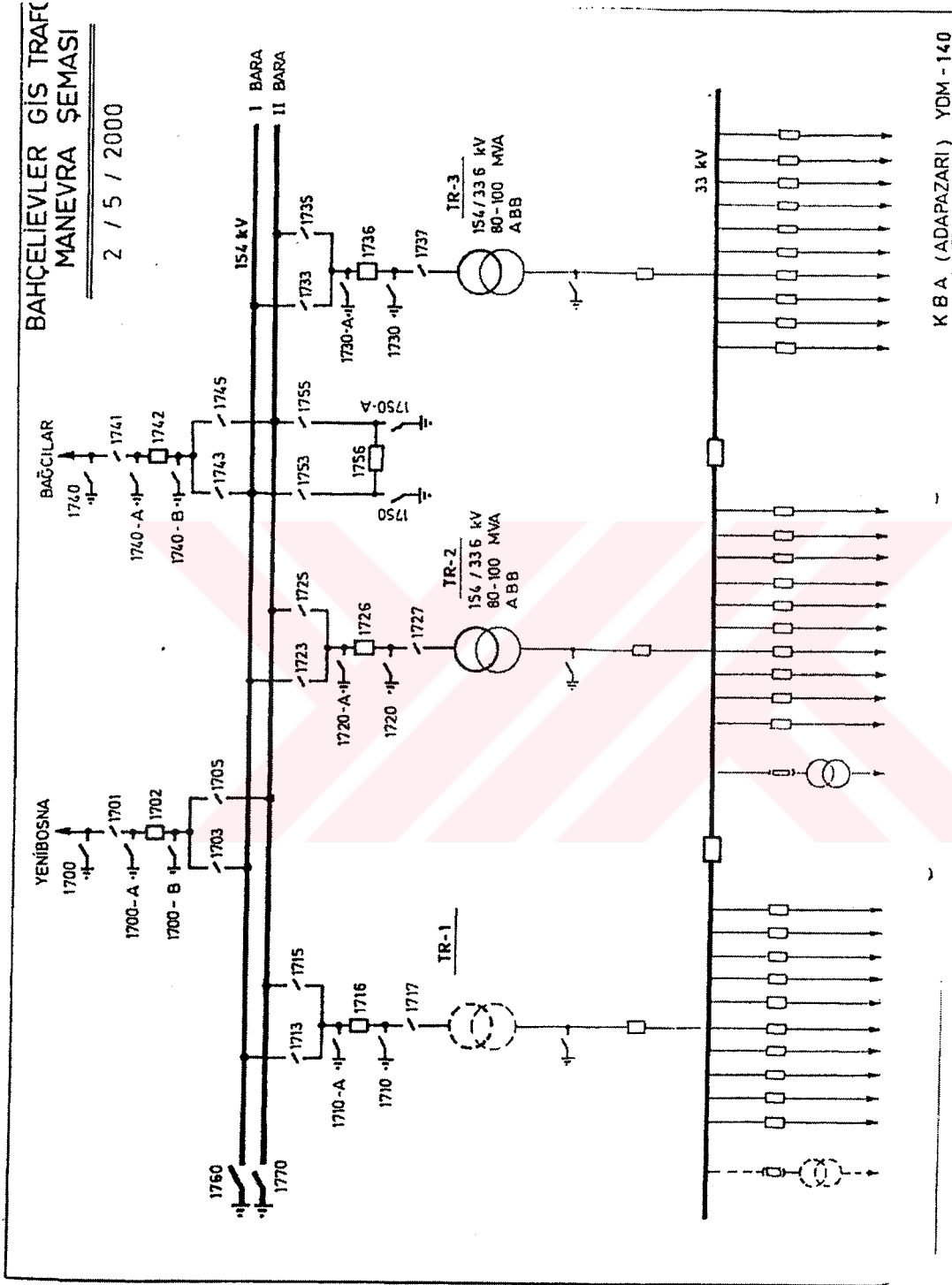
10-) Dış Kılıf :

Kablonun dış mekaniki etkilere karşı korunmasını sağlamak amacıyla polietilen bir malzemeden püskürtülerek yapılmıştır.

11-) Yarı İletken Kaplama :

Dış kılıfın üzerine uygulanan yarı iletken kaplama toprak elektrodu amacıyla yapılır.

9 – 154 / 34,5 kV. BAHÇELİEVLER G.I.S. MERKEZİ SAHA TEST RAPORLARI

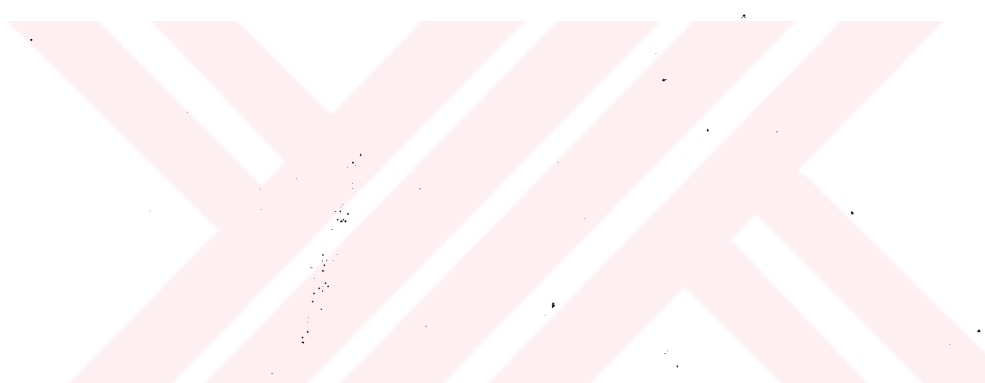
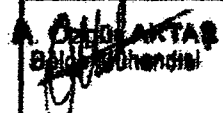
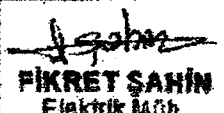
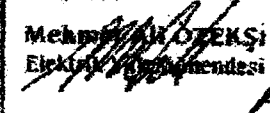
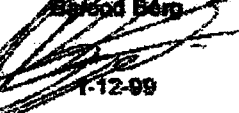


Şekil 9.1 Bahçelievler G.I.S. Manevra Şeması

Çizelge 9.1 Gözle yapılan kontrol

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES		Commissioning	ELIN Holec High Voltage B.V.
			HR 37883 A
<u>VISUAL / FINAL CHECK</u>	Substation :	Bahçelievler	Page 1/2
	Proj. no. :	900242	HQA E
Type equipment: TN-SEP	U _n :	170 kV	
1.	GIS		
1.1	Earthing definitely connected (by a third party) ?		no
1.2	Surface treatment:		
	- Paint damages?		no
1.3	Rating plates:		
	- complete ?		yes
	- placed ?		yes
1.4	Name plates (for bays and components):		
	- complete ?		yes
	- installed ?		yes
1.5	Hydraulic system:		
	- pressurized ?		yes
	- visible oil leakage		no
1.6	Gas density monitors, pointer in green sector ?		yes
1.7	Current transformers:		
	- short circuited on terminals ?		no
	- labels removed ?		yes
1.8	Earthing switches:		
	- Caps placed ?		yes
	- Blocking placed ?		no
1.9	Disconnectors:		
	- Caps placed ?		yes
	- Blocking placed ?		no
1.10	Voltage transformer in isolated position ?		yes

Çizelge 9.2 Gözle yapılan kontrol

Commissioning	Visual Final check	HR 37883 A page - 2 -		
2. CONTROL PANELS				
2.1 Paint damage ?		no		
2.2 Instruments etc. damage ?		no		
3. REMARKS				
* Explanation of remarks				
				
Name	Witnessed/accepted	Witnessed/accepted	Witnessed/accepted	Witnessed/accepted
Sign.				
Date				1-12-09

Çizelge 9.3 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri

		Commissioning		ELIN Holec High Voltage B.V.		
Check signals and operations LCP Transformer bay		Substation : Bahçelievler		Page 1 / 2		
		Proj. no. : 900242				
		Bay no. : E8				
Description	Component code	Check on terminal no.	Function check	Operation		Remarks
				Local	Remote	
Pumpmotor supply						
MCB	-F1		OK			
Main switch	-S8		OK			
Thermal relay	-F7		OK			
Panel heater and lighting						
MCB	-F2		OK			
Thermostat	-S1		OK			
Door switch	-S8		OK			
Panel lighting and socket	-H3		OK			
Pumpmotor control						
Start pumpmotor P< 272bar	-S15		OK			
Stop pumpmotor P< 282bar	-S17		OK			
Running time t=10s	-K18		OK			
CB close blocking						
Hydraulic pressure P< 240bar	-K84		OK			
Trip blocked	-K84		OK			
CB trip 1 blocking						
Hydraulic pressure P< 232bar	-K88		OK			
Nitrogen volume low	-K88		OK			
CB trip 2 blocking						
Hydraulic pressure P< 232bar	-K92		OK			
Nitrogen volume low	-K92		OK			
CB close operation						
Close command	-S5		OK	OK	OK	
Anti pumping	-K84		OK			
Pulse counter	-P5		OK			
Position indication	-H15		OK			
CB trip operation						
Trip command	-S8		OK	OK	OK	
Forced trip gas density low 47 kg/m³						
Position indication	-H15		OK			
Disconnecter Q1						
Close ON	-S31		OK	OK	OK	
Open OFF	-S32		OK	OK	OK	
Blocking Coverplate rotated	-S21		OK			
Position indication	-H11		OK			
Disconnecter Q2						
Close ON	-S33		OK	OK	OK	
Open OFF	-S34		OK	OK	OK	
Blocking Coverplate rotated	-S21		OK			
Position indication	-H12		OK			

Çizelge 9.4 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri

		Commissioning		ELIN Holec High Voltage B.V.		
<u>Check signals and operations LCP</u>		Substation :	Bahcolevier	Page 1/2		
<u>Transformer bay</u>		Proj. no. :	980242			
		Bay no. :	E6			
Discription	Component code	Check on terminal no.	Funktion check	Operation		Remarks
				Local	Remote	
Pumpmotor supply						
MCB	-F1		OK			
Main switch	-S8		OK			
Thermal relay	-F7		OK			
Panel heater and lighting						
MCB	-F2		OK			
Thermostat	-S1		OK			
Doorswitch	-S9		OK			
Panel lighting and socket	-H0		OK			
Pumpmotor control						
Start pumpmotor P< 272bar	-S16		OK			
Stop pumpmotor P= 282bar	-S17		OK			
Running time t=10s	-K10		OK			
CB close blocking						
Hydraulic pressure P< 240bar	-K84		OK			
Trip blocked	-K84		OK			
CB trip 1 blocking						
Hydraulic pressure P< 232bar	-K88		OK			
Nyrogen volume low	-K88		OK			
CB trip 2 blocking						
Hydraulic pressure P< 232bar	-K92		OK			
Nyrogen volume low	-K92		OK			
CB close operation						
Close command	-S6		OK	OK	OK	
Anti pumping	-K84		OK			
Pulse counter	-P5		OK			
Position indication	-H15		OK			
CB trip operation						
Trip command	-S6		OK	OK	OK	
Forced trip gas density low 47.5kg/m³						
Position indication	-H15		OK			
Disconnecter Q1						
Close ON	-S31		OK	OK	OK	
Open OFF	-S32		OK	OK	OK	
Blocking Coverplate rotated	-S21		OK			
Position indication	-H11		OK			
Disconnecter Q2						
Close ON	-S33		OK	OK	OK	
Open OFF	-S34		OK	OK	OK	
Blocking Coverplate rotated	-S21		OK			
Position indication	-H12		OK			

Çizelge 9.5 Sinyallerin ve lokal kontrol panosunun çalışma kontrolleri

Page 2/2						
Description	Component code	Check on terminal no.	Function check	Operation		Remarks
				Local	Remote	
Disconnector Q9						
Close On	-S35		OK	OK	OK	
Open Off	-S36		OK	OK	OK	
Blocking Coverplate rotated	-S21		OK			
Position indication	-H13		OK			
Earthing switch Q8						
Close On	-S37		OK	OK	OK	
Open Off	-S38		OK	OK	OK	
Blocking Blocking pin rotated	-S22		OK			
Position indication	-H14		OK			
Signals						
CB overpressure 67.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
CB 1.st1 52.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
CB comp. overpressure 67.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
CB comp. 1.st1 52.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
Cable comp. overpressure 67.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
Cable comp. 1.st1 52.5kg/m ²	-K229	X8.26-X8.48	OK			
CB blocking	-K240	X8.26-X8.48	OK			
Connectors placed		X8.26-X8.39	OK			
Oil pressure low P< 282bar	-S15	X8.37-X8.42	OK			
Nitrogen volume low	-S18	X8.32-X8.44	OK			
MCB tripped	-F1/F2/F3/F4	X8.30-X8.45	OK			
L/R switch						
	-SQ0-SQ1	X8.37-X8.39	OK			
	-SQ2-SQ3	X8.37-X8.39	OK			
	-SQ6	X8.37-X8.39	OK			
Thermal relay	-F7	X8.31-X8.43	OK			
Running time pump/motor	-K10	X8.51-X8.43	OK			
Main switch pump/motor	-S8	X8.41-X8.54	OK			
Elec./Mech. Operation blocked	-S21/S22	X8.55-X8.60	OK			
Contractor						
Witnessed/accepted	Witnessed/accepted	Witnessed/accepted	ELN Make		Witnessed/accepted	
Name	Orhan AŞKUNAK	Şahin	Mehmet M. ÖZEKŞİ	Etkin Elektrik Müh. ve İnşaat		30-11-09
Sign		ŞAHİN				
Date		Elektrik Müh.				

Çizelge 9.7 Kısmi desarj ölçümü

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES			Commissioning			ELIN Holec High Voltage B.V.			
PARTIAL DISCHARGE MEASUREMENT						HR 37880 A			
						Substation : Bahcelievler		Page 1 / 1	
Type of equipment: TRSEP						Proj. no. : 900242		HQA E	
						U ₁ : 170 KV		Freq.: 50 Hz	
			GIS without VT's		VT's				
Test situation number*	Phase	Noise level (pC)	Voltage at 1,3 U ₁ during 10 sec	Discharge at 1,1 U ₁ (pC)	Discharge at 1,2 U ₁ / 13 (pC)				
3	A	6	yes	< nl	-	Acc			
	B	6	yes	< nl	-	Acc			
	C	6	yes	< nl	-	Acc			
4	A	7	no	-	< nl	Acc			
	B	7	no	-	< nl	Acc			
	C	7	no	-	< nl	Acc			
5	A	6	no	-	< nl	Acc			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
	-	-	yes / no	-	-	-			
* See annexes									
REMARKS									
			confirmer		ELIN Holec				
Name	witnessed/accepted		witnessed/accepted		witnessed/accepted		accepted		
Sign.	FİKRET SAHİN		Binal YANIK		Mehmet AYDIN		Elin Holec		
Date	Elektrik Müh.		22.11.1999		Mühendesi		22-11-99		


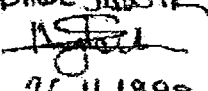
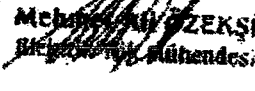
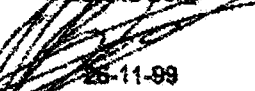
Çizelge 9.8 A.C. Yüksek gerilim dayanım testi

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES		Commissioning		ELIN Holec High Voltage B.V.	
AC HIGH-VOLTAGE WITHSTAND TEST		Substation : Bahçelievler		MR 37879 A	
		Proj. no. : 900242		Page 1 / 1	
		Type of equipment: TRSEP		U ₀ : 170 KV Freq: 50 Hz	
Test situation number*	Phase	Test voltage ** U ₀ (KV)	Time (s)	Remarks	
1	A	260	60	OK	
	B	260	60	OK	
	C	260	60	OK	
2	C	260	60	OK	
	B	260	60	OK	
	A	260	60	OK	
4	A	118	60	OK	
	B	118	60	OK	
	C	118	60	OK	
6	C	260	60	OK	
	B	260	60	OK	
	A	260	60	OK	
5	A	118	60	OK	
	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
<p>* See annexes</p> <p>** According commissioning test plan</p> <p>REMARKS</p>					
witnessed/accepted		witnessed/accepted		contractor	
Name		Name		Name	
Sign.		Sign.		Sign.	
Date		Date		Date	
FİKRET SAHİN Elektrik Müh.		BİROL YANIK 18.11.1939		Mehmet AKOZEKŞİ Elektrik TUK. Mühendesi 16-11-99	

Çizelge 9.14 Direnç ölçümü

NORMEN & YODASCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES		Commissioning			ELIN Holec High Voltage H.V.			
RESISTANCE MEASUREMENT MAIN CIRCUITS		Substation : Bakosbeyir			Page 1/2			
		Proj. no. : 900242			HQA E			
		Measuring current: 100 A DC. Same situation as used during factory test			Ambient temperature: 16 °C All values in micro ohms			
From	via	to	Via busbar: A phase			Via busbar: B phase		
			A	B	C	A	B	C
Busbar earthing switch	⇒	earthing switch bay E1	149	149	149	140	145	141
Busbar earthing switch	⇒	earthing switch bay E2	161	160	155	140	150	148
Busbar earthing switch	⇒	earthing switch bay E3	166	170	170	160	166	160
Busbar earthing switch	⇒	earthing switch bay E4	169	176	174	176	170	167
Busbar earthing switch	⇒	earthing switch bay E6	192	190	193	190	192	185
I = busbar earthing switch ⇒ earthing switch bay E7 U = earthing switch bay E1 ⇒ earthing switch bay E2			112	119	119	106	109	107
I = busbar earthing switch ⇒ earthing switch bay E2 U = earthing switch bay E2 ⇒ earthing switch bay E3			113	119	111	106	111	107
I = busbar earthing switch ⇒ earthing switch bay E3 U = earthing switch bay E3 ⇒ earthing switch bay E4			112	120	116	107	114	110
I = busbar earthing switch ⇒ earthing switch bay E4 U = earthing switch bay E4 ⇒ earthing switch bay E6			120	119	113	114	109	104
I = busbar A earthing switch ⇒ earthing switch bay E6 U = earthing switch bay E4 ⇒ busbar B ⇒ buscoupler ⇒ busbar A ⇒ earthing switch bay E6			122	125	118	-	-	-
I = busbar B earthing switch ⇒ earthing switch bay E6 U = earthing switch bay E1 ⇒ busbar A ⇒ buscoupler ⇒ busbar B ⇒ earthing switch bay E6			-	-	-	116	123	112
I = earthing switch bay E1 ⇒ busbar B ⇒ buscoupler ⇒ busbar A ⇒ earthing switch bay E6 U = earthing switch bay E2 ⇒ busbar A ⇒ buscoupler ⇒ busbar B ⇒ earthing switch bay E3			123	127	123	-	-	-
			-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-

Çizelge 9.16 Kesici açma – kapama zamanlarının ölçümü

Commissioning		Circuit breaker hydraulic timing measurement	HR 37875 A page - 2 -	
3. CHECK ON SWITCHING				
3.1 switching 2 x C - C				
Remark: Executing before item 3.2				
		requirement	phase	measured value in ms
3.2 switching time	- closing	50-65 ms	A	55
			B	54
			C	55
	- opening	25-30 ms	A	27
			B	27
			C	27
	- opening	25-30 ms	A	27
			B	26
			C	27
		accepted	yes	
4. REMARKS				
<p>A. Özgür AKTAŞ Baş İnşaatçisi</p>				
Name	witnessed/accepted	witnessed/accepted	contractor	ELIN Hatac
Sign.				
Date	26.11.1999	26.11.1999	Mehmet Ali ÖZEKŞİ Baş İnşaatçisi	26-11-99
	FIKRET ŞAHİN Elektrik Müh.	BÜLENT YAŞAĞIK		

Çizelge 9.17 Kesicide yapılan testler

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES	Commissioning		ELIN Holec High Voltage B.V.																										
CIRCUIT BREAKER Hydraulic driving mechanism			NR 37875 A																										
	Substation	Bahcelievler	Page 1/2																										
	Proj. no.	900242	HQA E																										
	Bay no.	E4																											
	CB no.	954																											
1. GENERAL CHECK Substation voltage SF ₆ pressure Ambient temperature Check on oil leakage	measured value measured value measured value accepted	<table border="1"> <tr><td>110</td><td>V</td></tr> <tr><td>7,4</td><td>bar</td></tr> <tr><td>13</td><td>°C</td></tr> <tr><td>yes</td><td></td></tr> </table>	110	V	7,4	bar	13	°C	yes																				
110	V																												
7,4	bar																												
13	°C																												
yes																													
2. CHECK HYDRAULIC SYSTEM Pre-pressure accumulator Switch points pressure switches: - switch point pump motor "off" - switch point pump motor "on" signal lifting pressure - pressure where "closing" circuit (C) is blocked - pressure where "trip" circuit (Q1) is blocked - pressure where "trip" circuit (Q2) is blocked Setting overpressure relief (opening)	contact number: <table border="1"> <tr><td>C-</td><td>16</td><td>2</td></tr> <tr><td>S-</td><td>15</td><td>2</td></tr> <tr><td>S-</td><td>17</td><td>1</td></tr> </table>	C-	16	2	S-	15	2	S-	17	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>requirements (bar abs)</th> <th>measured value (bar abs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>200 ± 4</td><td>190</td></tr> <tr><td>262 ± 3</td><td>280</td></tr> <tr><td>272 ± 3</td><td>271</td></tr> <tr><td>282 ± 3</td><td>282</td></tr> <tr><td>240 ± 3</td><td>237</td></tr> <tr><td>232 ± 3</td><td>231</td></tr> <tr><td>252 ± 3</td><td>200</td></tr> <tr><td>>300-350</td><td>315</td></tr> </tbody> </table>	requirements (bar abs)	measured value (bar abs)	200 ± 4	190	262 ± 3	280	272 ± 3	271	282 ± 3	282	240 ± 3	237	232 ± 3	231	252 ± 3	200	>300-350	315
C-	16	2																											
S-	15	2																											
S-	17	1																											
requirements (bar abs)	measured value (bar abs)																												
200 ± 4	190																												
262 ± 3	280																												
272 ± 3	271																												
282 ± 3	282																												
240 ± 3	237																												
232 ± 3	231																												
252 ± 3	200																												
>300-350	315																												

Çizelge 9.19 Topraklama ayırıcısının çalışma kontrolü

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES	Commissioning	ELIN Holec High Voltage B.V.
		HR 37674 A
MECHANICAL OPERATION	Substation : Bahcelievler	Page 1 / 1
DISCONNECTOR/EARTHING SWITCH	Proj. no. : 900242	HQA E

1. SUBSTATION VOLTAGE

Measured value

112,7 V

2. OPERATIONS

Switching cycle 5 x CO					
Bay/busbar	Disconnecter			Earthing switch	Sectionalizer
	Busbar A	Busbar B	captocontact comp.		
E1	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E2	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E3	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E4	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E5	5 X OK	5 X OK	NA	NA	NA
E6	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
Busbar A	NA	NA	NA	5 X OK	NA
Busbar B	NA	NA	NA	5 X OK	NA
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-

Remark: Table to be marked with 5XOK : if applicable and accepted

3. REMARKS

Name	contractor		ELIN Holec
	witnessed/accepted	witnessed/accepted	witnessed/accepted
	A. ÖZDEMİR ARTAS Elektrik Mühendisi	Şahin FİKRET ŞAHİN Elektrik Müh.	Mehmet ŞİRKİ Elektrik TTK Mühendesi
Sign:			
Date:			17-11-99

Çizelge 9.20 Gaz yoğunluğu ölçümü

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES	Commissioning	ELIN Holec High Voltage B.V.
		HR 37874 A
MECHANICAL OPERATION	Substation : Bahçelievler	Page 1 / 1
DISCONNECTOR/EARTHING SWITCH	Proj. no. : 900242	HQA E

1. SUBSTATION VOLTAGE

Measured value

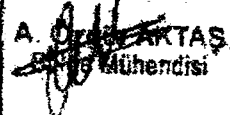


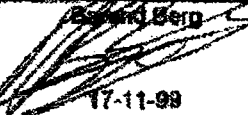
112,7 V

2. OPERATIONS

Beybusbar	Switching cycle 5 x CO				
	Disconnecter			Earthing switch	Sectionaliser
	Busbar A	Busbar B	cap/br/busduct comp.		
E1	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E2	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E3	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E4	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
E5	5 X OK	5 X OK	NA	NA	NA
E6	5 X OK	5 X OK	5 X OK	5 X OK	NA
Busbar A	NA	NA	NA	5 X OK	NA
Busbar B	NA	NA	NA	5 X OK	NA
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-

Remark: Table to be marked with 5XOK if applicable and accepted

3. REMARKS

	witnessed/accepted	witnessed/accepted	contractor witnessed/accepted	ELIN Holec accepted
Yazdır	A.  KARTAS Mühendisi	 ŞAHİN FİKRET ŞAHİN Elektrik Müh.	Mehmet  ÖZEKŞİ Elektrik Müh. Mühendesi	 BERD 17-11-99

Çizelge 9.21 Gaz özelliklerinin kontrolü

NORMEN & VOORSCHRIFTEN STANDARDS & PROCEDURES	Commissioning	ELIN Holec High Voltage B.V.
		HR 37871 A
GAS SYSTEM CHECK BUSBAR	Substation : Bahçelievler	Page 1/1
	Proj. no. : 900242	HQA E

1. GASSYSTEM

	Busbar ... A	Busbar ... B	Busbar ... A VT	Busbar ... B VT
Pressure (bar g) *	7,35	7,23	4,11	4,08
Oxygen in SF ₆ (%)**	0,08	0,06	0,06	0,06
Dewpoint SF ₆ (T _d)	-55	-50	-47	-48
Temperature of couplings (T _{coupl})	12	12	13,2	12,5
T _a - T _{cond} **	-87	-82	-80,2	-88,5
According to requirements	yes	yes	yes	yes



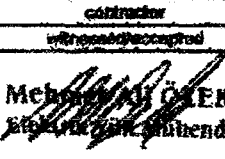
* For requirements, see HR 3772 L-SEP 72,5 kV
HR 3775 L-SEP 100 kV
HR 3774 L-SEP 123-145 kV
HR 3775 TRISEP 123-145 kV
HR 3776 TRISEP 170 kV
HR 3777 Circuit-breaker

** For requirements, see HR 36908

2. GAS TIGHTNESS

	Busbar ... A	Busbar ... B	Busbar ... A VT	Busbar ... B VT
Accepted	yes	yes	yes	yes

3. REMARKS

Name	witnessed/accepted		contractor	ELIN Holec
	witnessed/accepted	witnessed/accepted	witnessed/accepted	witnessed/accepted
	 Fikret SAHİN Elektrik Mühendisi	 Mehmet ALI ÖZEKŞİ Elektrik Mühendisi	 Elvan Berg	25-11-99

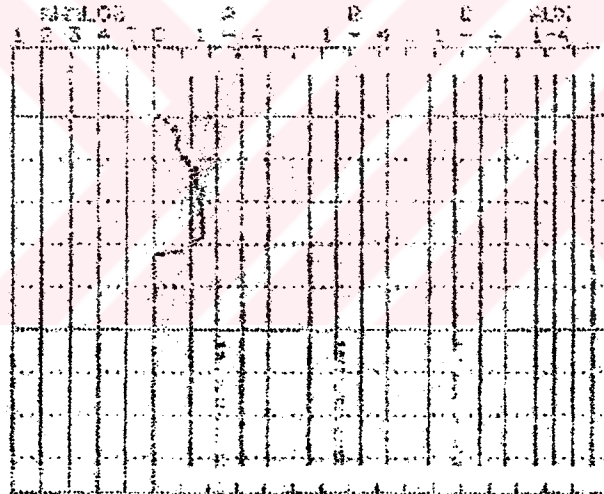
Çizelge 9.22 Fider kesicinin açma-kapama sürelerinin ölçümü

U.S.D. Database Ltd
 Record No. : 9941
 Station Name : 13431.ŞAHCELİLERE GIS.
 Breaker Name : TRISEP 170 12500.
 Breaker No. : 372
 Circuit Name : YENİBOSNA KASLU FID.KES.
 Operator I.O. : HÜSEYİN KÖK
 Date & Time : 01 Dec 1999 11:45:17
 Operation : Breaker Close

Record Length : 1 s
 Delay On Time : 100 ms
 Close:Tri Delay : 63 ms
 Trip:Close Delay : 58 ms

Curr. Sens. Range: 13A
 Resistor Vector : Distortion
 Triggering Source: Analog (V/C1)
 Aux. Break Off: OFF OFF OFF OFF
 Sampling rate : 2 kHz

Time Scale : 10 ms Per Division
 Horiz. Exp : 10 Divisions



max CI Current : 3.04 A

PHASE A Main Contact Closing (ms)
 2: 53.5 55.0

PHASE A Main Contact Opening (ms)
 2: 54.0

PHASE B Main Contact Closing (ms)
 2: 53.0 55.0

PHASE B Main Contact Opening (ms)
 2: 54.0

PHASE C Main Contact Closing (ms)
 2: 53.5 55.0

PHASE C Main Contact Opening (ms)
 2: 54.0

Çizelge 9.23 Kablo dış kılıf dayanım testi



FIELD TESTS / SAHA TESTLERİ		
Customer : TEAS Turkey Contract : Project nr. NKF: 7006	Project: BAHÇELİEVLER GIS Istanbul	Page 1/1 Doc.nr: 70030-FT-01
Field tests according Clause 3.6.1.viii of the contract and supplementary Clause II		PE OUTER COVERING WITHSTANDING VOLTAGE TEST
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS -Transformer TR-1	Cable type : 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths Phase A: 36.40 m. 37.7 Phase B: 37.70 m. Phase C: 39.20 m.	
Test date: 08/ 12 / 1999		
Test equipment	Type : HPG 12 Manufacturer : Seba Daynatronics	
Test voltage : 10 kV	Duration : 10 min.	
Phase:	Leakage current (mA)	
Phase A : 0.01		
Phase B : 0.01		
Phase C : 0.01		
Remarks:		
<p>Elin-Elmak - Güneş</p> <p><i>[Signature]</i> Seçin ATAÇ Y. Safak BAK Ed PIECK <i>[Signature]</i> A. Rifat ERGÜL</p>		<p>TEAS</p> <p><i>[Signature]</i> FİKRET SAHİN Elektrik Müh. Zeki MACİT Uzman Test Uzmanı <i>[Signature]</i></p>

Çizelge 9.24 Dış kılıf D.C. direnç ölçümü



NKF KABEL

FIELD TESTS		SAHA TESTLERİ	
Customer : TEAS Turkey Contract: Project nr. NKF: 7006	Project BAHÇELİEVLER GIS İstanbul	Page : 1 Doc.nr: 7003-FT-03	
Field tests according Clause 3.6.1.iii of the contract		DC RESISTANCE OF LEAD SHEATH	
Measurement resistance before HV DC Test			
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS - Transformer TR-1	Cable type : 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths : Phase A: 36.40 m. Phase B: 37.70 m. 37.7 Phase C: 39.20 m.		
Test date: 08 / 12 / 1999			
Test equipment	Type : Micro Ohmmeter , Docter D203 Manufacturer : AVO International		
Requirement: Max resistance at 20 ° C : 0.25 Ω / km			
Resistance of measuring leads:	$R_n = 12.5 \text{ m}\Omega$	Cable temperature T = 11 ° C	
Loop resistance:	A + B + $R_n = 23.7 \text{ m}\Omega$ A + C + $R_n = 26.3 \text{ m}\Omega$ B + C + $R_n = 24.9 \text{ m}\Omega$		
Calculation:	A + B = 11.2 mΩ A + C = 14.4 mΩ B + C = 13.4 mΩ	A = 6.1 mΩ B = 5.1 mΩ C = 8.3 mΩ	
Correction to 20 ° C	$R_{20} = \frac{250 \times R}{230 + T}$	(for $\alpha = 4 \times 10^{-3}$)	
Phase A	$R_{20} = 6.32 \text{ m}\Omega$	$R_{20} = 0.222 \text{ }\Omega / \text{km}$	
Phase B	$R_{20} = 5.29 \text{ m}\Omega$	$R_{20} = 0.249 \text{ }\Omega / \text{km}$	
Phase C	$R_{20} = 8.60 \text{ m}\Omega$	$R_{20} = 0.228 \text{ }\Omega / \text{km}$	
Remarks:			
Eliş-Elmak - Güneş		TEAS	
 Seçin ATAÇ Müh. Fak. Mehmet Ali ÖZEKŞİ Elektrik Yük. Mühendesi EŞ PİECK A. Rifat ERGÖL		 Özgür AKTAŞ FİKRET ŞAHİN Elektrik Müh. Zeki MACİT Uzman Test Teknisyeni	

Çizelge 9.25 İletkenin D.C. direnci



FIELD TESTS / SAHA TESTLERİ	
Customer: TEAS Turkey Contract: Project nr. MKF: 7006	Project: BAHÇELİEVLER GIS İstanbul
Page 1/1 Doc.nr: 7003-FT-03	
Field tests according Clause 3.6.1.ii of the contract	DC RESISTANCE OF CONDUCTOR
Measurement resistance before HV DC Test	
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS-Transformer TR-1	Cable type : 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths Phase A: 36.40 m. Phase B: 37.70 m. 37.7 Phase C: 39.20 m.
Test date: 06/12/1999	
Test equipment	Type : Micro Ohmmeter Ducter D203 Manufacturer : AVO International
Requirement: Max resistance at 20 °C : 0.0176 Ω / km	
Resistance of measuring leads: R _l = 0.23 mΩ **	Cable temperature T = 12 °C
Loop resistance: A - B - R _l = 1.42 mΩ A + C - R _l = 1.45 mΩ B - C + R _l = 1.46 mΩ	
Calculation: A + B = 1.20 mΩ A + C = 1.23 mΩ B + C = 1.24 mΩ	A = 0.595 mΩ B = 0.605 mΩ C = 0.635 mΩ
Correction to 20 °C	R ₂₀ = $\frac{254.45 \times R}{254.45 - T}$ (for $\alpha = 3.93 \times 10^{-3}$)
Phase A R ₂₀ = 0.656 mΩ	R ₂₀ = 17.39 mΩ / km
Phase B R ₂₀ = 0.626 mΩ	R ₂₀ = 16.58 mΩ / km
Phase C R ₂₀ = 0.656 mΩ	R ₂₀ = 17.60 mΩ / km
Remarks:	
<p>Günes-Elin-Elmak</p> <p><i>[Signature]</i> Seçin ATAÇ</p> <p><i>[Signature]</i> Mehmet Ali ÖZEKŞİ Elektrik Yük. Mühendesi</p> <p><i>[Signature]</i> Ed PIECK</p> <p><i>[Signature]</i> A. Rifat ERGÜL</p>	<p>TEAS</p> <p><i>[Signature]</i> FİKRET SAHİN Elektrik Müh.</p> <p><i>[Signature]</i> Zeki MACİT Uzman Test Teknisyeni</p> <p><i>[Signature]</i></p>

Çizelge 9.26 Kapasitans ölçümü



FIELD TESTS / SAHA TESTLERİ	
Customer: TEAS Turkey Contract: Project nr. NKF: 7006	Project: BAHÇELİEVLER GIS İstanbul
Page 1/1 Doc.nr: 7003-FT-04	
Field tests according Clause 3.6.1.1 of the contract	CAPACITANCE
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS - Transformer TR1	Cable type : 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths Phase A: 36.40 m. Phase B: 37.70 m. 37.7 Phase C: 39.20 m..
Test date: 08 / 12 / 1999	
Test equipment	Type : Cable Test Set . KMK-7 Manufacturer : Sebatel
Requirement : Max. capacitance : 0.21 μ F/km	$T_{ambient} = 11^{\circ}C$ Corrected per km
Capacitance :	Phase A - sheath: 7.4 nF 0.196 μ F / km Phase B - sheath: 7.6 nF 0.201 μ F / km Phase C - sheath: 7.9 nF 0.209 μ F / km
Remarks: HV DC bushing cable connected to the Power cable during measurement.	
<p><u>Güneş -Elin-Elmak</u></p> <p><i>AS</i> Seyin ATAC Y. Satıl Sık Mehmet Ali ÖZEKŞİ Elektrik Yük. Mühendesi <i>Ed</i> Ed PIECK <i>A. R. Ergöl</i> A. Rifat ERGÖL</p>	<p><u>TEAS</u></p> <p><i>Özgür Aktas</i> Özgür AKTAS <i>Fikret Şahin</i> FİKRET ŞAHİN Elektrik Müh. <i>Zeki Macit</i> Zeki MACİT Uzman Test Teknisyeni</p>

Çizelge 9.27 İzolasyon direnci ölçümü



FIELD TESTS / SAHA TESTLERİ	
Customer: TEAS - Turkey Contract: Project nr. NKF: 7006	Project BAHÇELİEVLER GIS Istanbul
Page 1/1 Doc.nr: 7003-FT-05	
Field tests according Clause 3.6.1.iv of the contract	INSULATION RESISTANCE
Measurement of insulation resistance before HV DC Test	
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS - Transformer TR-1	Cable type : 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths: Phase A: 36.40 m. Phase B: 37.70 m. 37.7 Phase C: 39.20 m.
Test date: 08 12 1999	
Test equipment	Type : Megger . BM 11 D Manufacturer : AVO International
Test voltage : 5 kV Duration : 1 min.	T _{ambant} = 11 °C
Insulation resistance :	Phase A - sheath/earth : 81 GΩ Phase B - sheath/earth : 176 GΩ Phase C - sheath/earth : 172 GΩ
Remarks:	
<p><u>Elin-Etimak - Güneş</u></p> <p><i>Seçin ATAÇ</i> Seçin ATAÇ <i>Mehmet Ali ÖZEKŞİ</i> Mehmet Ali ÖZEKŞİ Elektrik Yük Mühendesi</p> <p><i>Ed PIECK</i> Ed PIECK</p> <p><i>A. Rifat ERGÜL</i> A. Rifat ERGÜL</p>	<p><u>TEAS</u></p> <p><i>Özgür AKTAŞ</i> Özgür AKTAŞ</p> <p><i>Fikret ŞAHİN</i> FİKRET ŞAHİN Elektrik Müh.</p> <p><i>Zeki MACİT</i> Zeki MACİT Uzman Test Tecrübelisi</p> <p><i>M. M. M.</i></p>

Çizelge 9.28 D.C. Yüksek gerilim testi



FIELD TESTS		SAHA TESTLERİ	
Customer: TEAS Turkey Contract: 110-İSPT.TM/98.02. C Project nr. NKF: 7006		Project: BAHÇELİEVLER GIS İstanbul	
		Page 1:1 Doc.nr: 7003-FT-08	
Field tests according Clause 3.6 1.v of the contract		YÜKSEK GERİLİM TESTİ DC HIGH VOLTAGE TEST	
Circuit: BAHÇELİEVLER GIS - Transformer TR-1		Cable type: 89/154 kV XLPE 1x1000 mm ² Cable lengths Phase A: 36.40 m Phase B: 37.70 m 37.7 Phase C: 39.20 m	
Test date: 14 / 12 / 1999			
Test equipment		Type : PGK 280 HB Manufacturer : BALR	
Test voltage	267 kV (3 x U ₀)		
Duration	15 min.		
	<u>Time</u>	<u>Voltage</u>	<u>Leakage current</u>
Phase A	5 min.	267 kV	0.1 mA
	10 min.	267 kV	0.1 mA
	15 min.	267 kV	0.1 mA
Phase B	5 min.	267 kV	0.1 mA
	10 min.	267 kV	0.1 mA
	15 min.	267 kV	0.1 mA
Phase C	5 min.	267 kV	0.1 mA
	10 min.	267 kV	0.1 mA
	15 min.	267 kV	0.1 mA
Remarks:			
<p>Gönes - Elin - Elmak</p> <p><i>[Signature]</i> Seçin ATAÇ Sektör Şefi Mehmet Ali ÖZEKŞİ Elektrik Yük. Mühendesi</p> <p><i>[Signature]</i> Ed. PIECK</p> <p><i>[Signature]</i> A. Rifat ERGÜL</p>		<p>TEAS</p> <p><i>[Signature]</i> ŞEHİN ŞAHİN Elektrik Müh.</p> <p>Zeki MACİT Uzman Test Teknisyeni <i>[Signature]</i></p>	

10 - MALİYET AÇISINDAN G.I.S. VE KONVANSİYONEL TRAFİO MERKEZLERİNİN KIYASLANMASI

Bu bölümde verilen birim fiyatlarla ilgili olarak ;

- Proje, kontrollük, taşıma giderleri ve genel giderler malzeme birim fiyatlarına dahil edilmiştir.

- Arazi giderleri her trafo merkezinin yapılacağı bölgeye göre değişiklik arz ettiğinden birim fiyatlarına dahil edilmemiştir.

- Bu birim fiyatlar 31.12.1998 * tarihi itibarı ile hesaplanmış olup U.S.D. cinsinden verilmiştir. Proje maliyetleri hesaplanırken uygulama tarihindeki U.S.D. kuru kullanılacaktır.

- Fiyatlara K.D.V. dahil edilmemiştir.

*) : Tez çalışmasının tamamlandığı tarihte TEAŞ Araştırma Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığınca hazırlanan 2000 Yılı Birim Fiyatları henüz bildirilmediğinden 1999 Yılı Birim Fiyatlarından faydalanılmıştır. Ancak fiyatlar U.S.D. cinsinden belirtildiği için kıyaslama yapmak mümkün olacaktır.

Çizelge 10.1 154/34,5- 15,8-6,3 kV güç trafosu tesisi

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzeme Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Güç Trafosu 100 MVA	Adet	1	717.229	13.553	730.782	A= 1 x D
Güç Trafosu 50 MVA	Adet	1	449.892	10.285	460.177	A= 1 x D
Güç Trafosu 25 MVA	Adet	1	290.000	4.000	294.000	A= 1 x D
Parafudur (Y.G.)	Adet	3	2.193	269	2.462	7.386
Parafudur (O.G.)	Adet	3	307	80	387	1.161
İnşaat işleri						7.500
Çelik Konst.	Ton	2	838	191	1.029	2.058
İşl. Alma Gider.						1.000
GENEL TOPLAM						A+19.105

A değeri trafo gücüne bağlı olarak alınacaktır.

Çizelge 10.2 154 kV. kablaj fideri

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayrırcı (2000A)	Adet	2	6.694	746	7.440	14.880
Kesici (2000 A)	Adet	1	35.326	2.247	37.573	37.573
İnşaat işleri						6.250
Çelik Konst.	Ton	3	838	191	1.029	3.087
Kablaj		1	2.900	1.300	4.200	4.200
Ölçü ve Koruma		1	9.500	100	9.600	9.600
İşl. Alma Gid.						2.000
GENEL TOPLAM						77.590

Çizelge 10.3 154 kV. trafo fideri (2 ana baralı)

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayrırcı (2000 A)	Adet	2	6.694	746	7.440	14.880
Kesici (2000 A)	Adet	1	43.957	2.348	46.305	46.305
Akım Trafosu	Adet	3	5.531	192	5.723	17.169
Mesnet izolatörü	Adet	3	329	88	417	1.251
İnşaat işleri						6.250
Çelik Konst.	Ton	3	838	191	1.029	3.087
Kablaj		1	3.000	1.500	4.500	4.500
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	16.781	141	16.922	16.922
İşl. Alma Gid.						2.000
GENEL TOPLAM						112.364

Çizelge 10.4 154 kV. çıkış fideri (2 ana baralı)

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayırıcı - Normal (2000 A)	Adet	2	6.694	746	7.440	14.880
Ayırıcı - Toprak Bıçaklı	Adet	1	6.996	801	7.797	7.797
Kesici (TK)	Adet	1	43.957	2.354	46.311	46.311
Akım Trafosu	Adet	3	5.531	192	5.723	17.169
Gerilim Trafosu	Adet	3	5.330	184	5.514	16.542
Dalga Tıkacı	Adet	2	5.518	314	5.832	11.664
Mesnet izolatörü	Adet	6	329	88	417	2.502
Kuranportör	Adet	2	8.300	800	9.100	18.200
İnşaat işleri						20.500
Çelik Konst.	Ton	3	838	191	1.029	3.087
Kablaj		1	3.000	1.500	4.500	4.500
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	16.781	141	16.922	16.922
İşl. Alma Gid.						2.000
GENEL TOPLAM						182.074

Çizelge 10.5 15 - 30 / 0,4 kV. yardımcı servis trafo tesisi

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Kesici	Adet	1	2.721	308	3.029	3.029
Ayırıcı	Adet	2	398	193	591	1.182
Y.S. Trafosu 500 kVA	Adet	1	6.343	713	7.056	7.056
Akım Trafosu	Adet	3	329	78	407	1.221
İnşaat işleri						1.000
Hücre	Adet	1	1.027	316	1.343	1.343
Kablaj		1	400	100	500	500
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	8.000	145	8.145	8.145
İşl. Alma Gid.						1.000
GENEL TOPLAM						24.476

Çizelge 10.6 30 - 15 kV. güç trafosu tesisi

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Güç Trafosu	TL/ MVA	1	1.932	200	2.132	A = 1 x D
Parafudur – 30 kV	Adet	3	307	81	388	1.164
Parafudur -15 kV	Adet	3	307	81	388	1,164
İnşaat işleri						2.000
İşl. Alma Gid						1.000
GENEL TOPLAM						A + 5.328

A değeri = Trafo Gücü (MVA)x D(USD / MVA) USD olarak hesaplanacaktır.

Çizelge 10.7 30-15 kV. trafo fideri (2 ana bara + transferli)

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayrıncı (2500 A)	Adet	4	801	193	994	3.976
Kesici (2500 A)	Adcı	1	8.354	308	8.662	8.662
Akım Trafosu (2000 A.)	Adet	3	329	78	407	1.221
Mesnet izolatörü	Adet	9	53	43	96	864
İnşaat işleri						4.650
Hücre	Adet	1	1.028	316	1.344	1.344
Kablaj		1	430	240	670	670
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	7.959	72	8.031	8.031
İşl. Alma Gid.						1.000
GENEL TOPLAM						30.418

Çizelge 10.8 30-15 kV. transfer fideri (2 ana bara + transferli)

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayrıncı (2500 A)	Adet	3	399	193	592	1.776
Kesici (1250 A)	Adet	1	2.725	308	3.033	3.033
Mesnet İzolatörü	Adet	9	53	43	96	864
İnşaat işleri						4.650
Hücre	Adel	1	1.028	316	1.344	1.344
Kablaj		1	430	260	690	690
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	4.446	25	4.471	4.471
İşl. Alma Gid.						1.000
GENEL TOPLAM						17.828

Çizelge 10.9 30 - 15 kV. kuplaj fideri

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayırıcı	Adet	2	399	193	592	1.184
Kesici	Adet	1	2.725	308	3.033	3.033
Akım Trafosu	Adet	3	329	78	407	1.221
Mesnet İzolatörü	Adet	9	53	43	96	864
İnşaat işleri						4.650
Hücre	Adet	1	1.028	316	1.344	1.344
Kablaj		1	430	260	690	690
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	7.500	25	7.525	7.525
İşl. Alma Gid.						1.000
GENEL TOPLAM						21.511

Çizelge 10.10 30-15 kV. çıkış fideri (2 ana bara + transferli)

						USD
Giderin Cinsi	Birim	Miktar	Malzem Birim Fiyatı (MT)	Montaj Birim Fiyatı (MO)	Malzeme + Montaj Birim Fiyatı =D	Toplam Fiyat miktar x D
Ayırıcı - Normal	Adet	3	399	193	592	1.776
Ayırıcı -Toprak	Adet	1	577	202	779	779
Kesici	Adet	1	8.354	308	8.662	8.662
Akım Trafosu	Adet	3	329	78	407	1.221
Mesnet İzolatörü	Adet	9	53	43	96	864
İnşaat işleri						4.650
Hücre	Adet	1	1.028	316	1.344	1.344
Kablaj		1	430	260	690	690
Ölçü ve Koruma Tesisleri		1	5.159	73	5.232	5.232
İşl. Alma Gid.						1.000
GENEL TOPLAM						26.218

Çizelge 10.11 154 kV. XLPE 1000 mm² yeraltı güç kablosu

KABLO (3 FAZ) 1 km.

YARDIMCI MALZEMELER

TESİS YAPIMI

GENEL GİDERLER

Anahtar Teslim Bedeli = 1.500.000 U.S.D. / km

Çizelge 10.12 154 kV. XLPE 630 mm² yeraltı güç kablosu

KABLO (3 FAZ) 1 km.

YARDIMCI MALZEMELER

TESİS YAPIMI

GENEL GİDERLER

Anahtar Teslim Bedeli = 1.350.000 U.S.D. / km

Çizelge 10.13 Anahtar Teslimi Gaz İzoleli Trafo Merkezi

154 kV. 2 x 100 MVA GIS T.M.

4 Adet 170 kV. Trafo Fideri

4 Adet 170 kV. Hat Fideri

1 Adet 170 kV. Kuplaj Fideri

56 Adet 34 kV. Metal-clad Fider

Anahtar Teslim Bedeli = 7.318.000 U.S.D.

Çizelge 10.14 Anahtar teslimi gaz izoleli trafo merkezi

154 kV. 2 x 50 + 1 x 100 MVA GIS T.M.

3 Adet 170 kV. Trafo Fideri

2 Adet 170 kV. Kablo Fideri

14 Adet 34 kV. Metal-clad Fider

45 Adet 10,5 kV. Metal-clad Fider

Anahtar Teslim Bedeli = 5.170.000 U.S.D.

Çizelge 10.15 Anahtar teslimi gaz izoleli trafo merkezi

154 kV. 2 x 50 MVA GIS T.M.

3 Adet 170 kV. Trafo Fideri

2 Adet 170 kV. Kablo Fideri

43 Adet 10,5 kV. Metal-clad Fider

Anahtar Teslim Bedeli = 4.030.000 U.S.D.

Çizelge 10.16 Trafo merkezi lojman fiyatlandırması

TRAFO MERKEZİ	LOJMAN TİPİ	DAİRE SAYISI	KALORİFERLİ	KALORİFERSİZ
380 kV.	S3	6	105.323	94.791
154 kV.	S3	6	105.323	94.791
154 kV.	S3	4	78.922	71.093

Bu bölümde verilen tablolar yardımıyla gaz izoleli trafo merkezlerinin maliyetlerinin konvansiyonel trafo merkezlerinin maliyetlerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. İşlev olarak olmasa da dizayn açısından gaz izolasyonlu merkezlerin tasarımları, üretici firmalara göre değişkenlik arz etmektedir. Bu farklılık fiyatlandırmaya da yansdığından açık şalt ve G.I.S. teçhizatı için birebir fiyat mukayesesi yapılmamış olup kabaca bir yaklaşımla anahtar teslimi projelerde birbirine denk iki tip merkez arasında % 65 - 70 oranında bir fark olduğu bilinmektedir. Ancak bu kıyaslamada arazi giderleri dikkate alınmamıştır. Arazi giderleri de bu kıyaslamaya dahil edildiğinde bu oran daha da düşecektir.

Daha önceki bölümlerde belirtilen teknik üstünlüklerinden dolayı gaz izoleli sistemlerin bakım gereksinimleri ve teçhizatının arızalanma olasılığı konvansiyonel trafo merkezlerinin oldukça altındadır. Bakım çalışması veya arıza sebebiyle yapılacak 40 MW'lık inkitanın sebep olacağı kayıp yaklaşık olarak;

$40 \text{ MW} \times 24.000 \text{ TL} / \text{kWh} = 960.000.000 \text{ TL} / \text{h}$ hesaplanabilir ki teçhizat değişikliği durumu ve iş gücü kaybı bu rakamı ciddi oranda artıracaktır.

11 - TÜRKİYE'DE SF6 GAZ İZOLELİ İSTASYONLARIN KULLANIMI

Endüstrideki gelişme ve özellikle büyük şehirlerde yerleşim alanlarının hızlı büyümesi elektrik enerjisi tüketiminin artmasına, daha büyük ve kesintisiz bir dağıtım ağına ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Bu ihtiyaca paralel olarak trafo merkezlerinin sayısı da hızla artmıştır. Çevre ve işletme emniyeti açısından daha güvenilir oluşu, operator hatalarını neredeyse sıfıra indirmesi, arıza riskinin ve bakım ihtiyacının az olması ve SCADA uygulamalarına uygun olması sebebiyle TEAŞ tarafından yaptırılan ve işletilen trafo merkezlerinde, son yıllarda gaz izoleli trafo merkezlerinin sayısının arttığı gözlenmektedir.

Anadolu yakasında Selimiye, Göztepe, Vaniköy ; Avrupa yakasında Sultanmurat, Bağcılar, Kasımpaşa, Levent, Şişli, Topkapı, Veliefendi, Bahçelievler ve Yıldıztepe Trafo Merkezleri olmak üzere sadece İstanbul'da 12 adet G.I.S. işletmede bulunmaktadır.

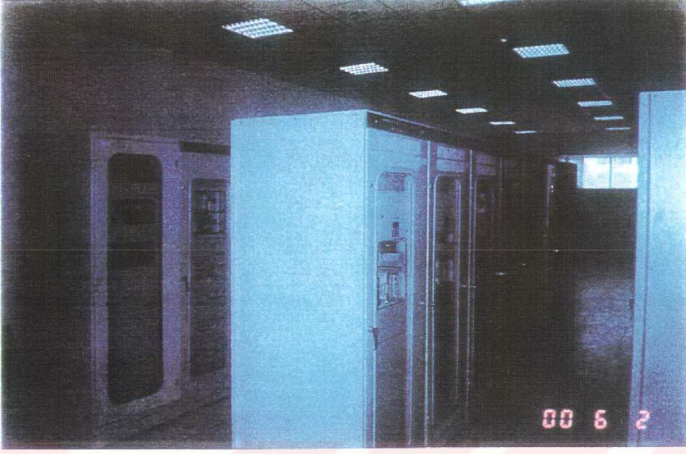
Aşağıda TEAŞ Trakya Şebeke İşletme Grup Müdürlüğü işletme ve bakım sorumluluğundaki 154 / 34,5 kV. Yıldıztepe (G.I.S.) Trafo Merkezine ait fotoğraflar ile açık şalt teçhizatını gösterir fotoğraflar verilmiştir.



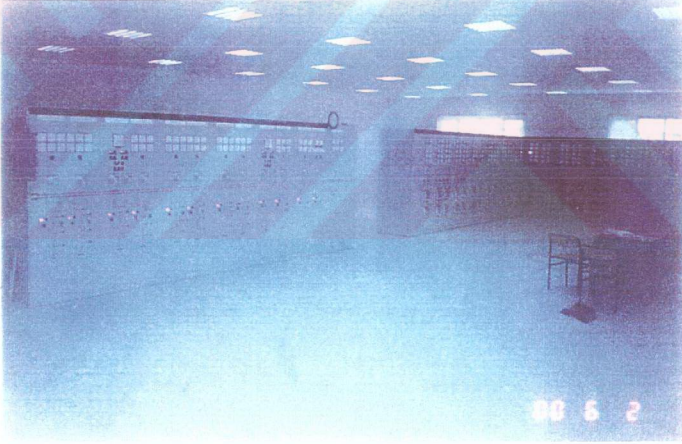
Şekil 11.1 154/34,5 kV. Yıldıztepe G.I.S. Genel Görünüş



Şekil 11.2 154 / 34,5 kV. Yıldıztepe T.M. (açık şalt) Genel Görünüş



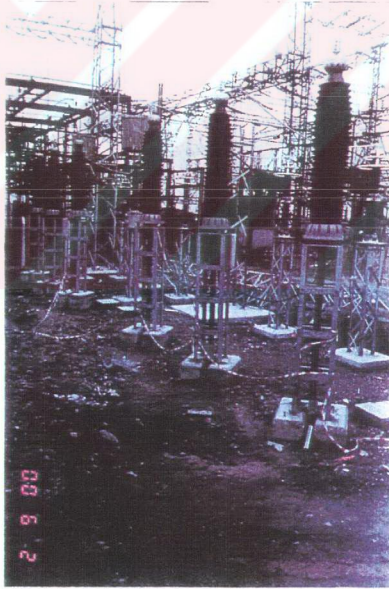
Şekil 11.3 Yıldıztepe G.I.S. Kumanda Odası (Rôle Panoları)



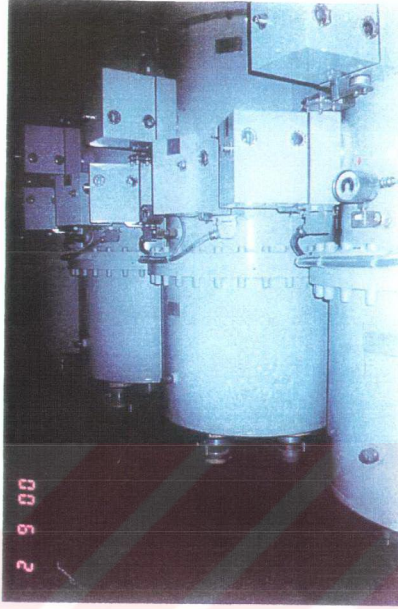
Şekil 11.4 Yıldıztepe G.I.S. Kumanda Odası (Kontrol Panoları)



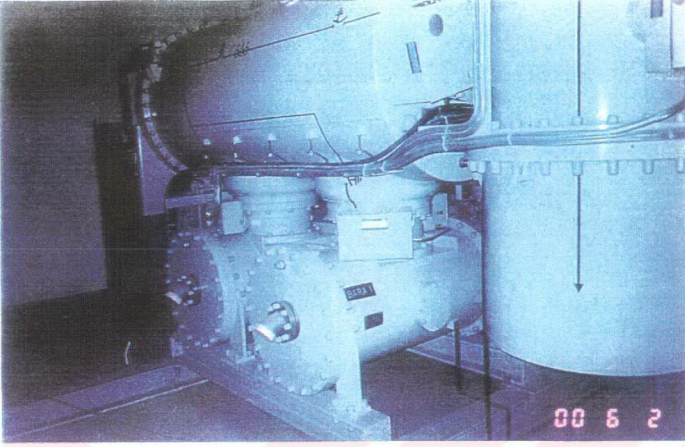
Şekil 11.5 Güç Trafosu 154 kV. Kablo Girişleri



Şekil 11.6 E.N.H - Kablo Bağlantısı (Interface)

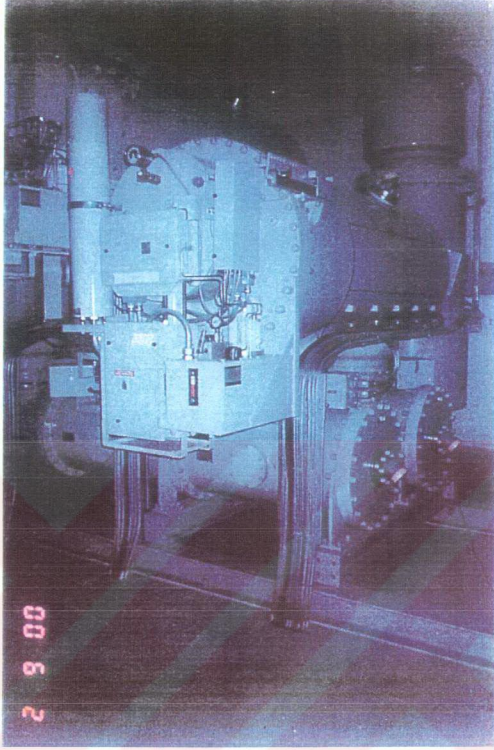


Şekil 11.7 Y.G. Kablo Girişleri (Kablo Kompartmanı)

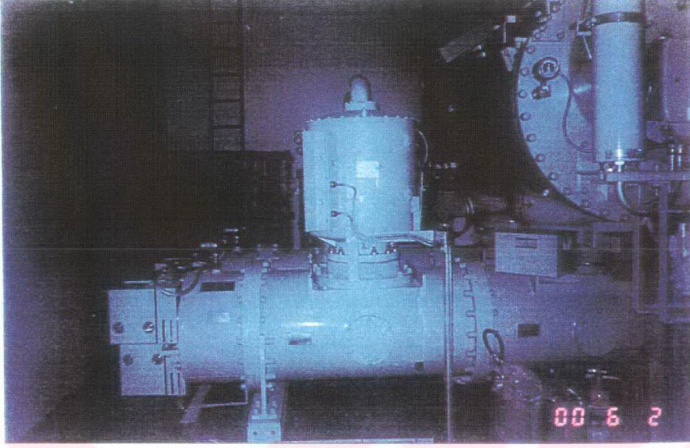


Şekil 11.8 Kablo, kesici ve bara kompartmanları

(Bara kompartmanı üzerinde bara ayırıcısı mekanizmaları, kesici kompartmanı üzerinde hat / trafo giriş ayırıcısı mekanizması görülmektedir.)



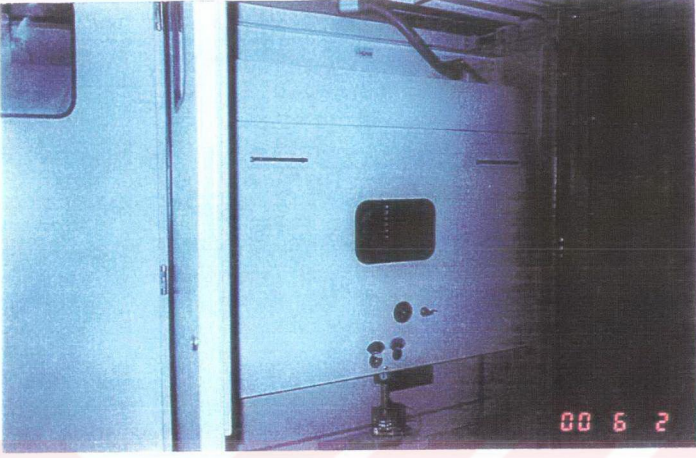
Şekil 11.9 Kesici Hidrolik Tahrik Mekanizması



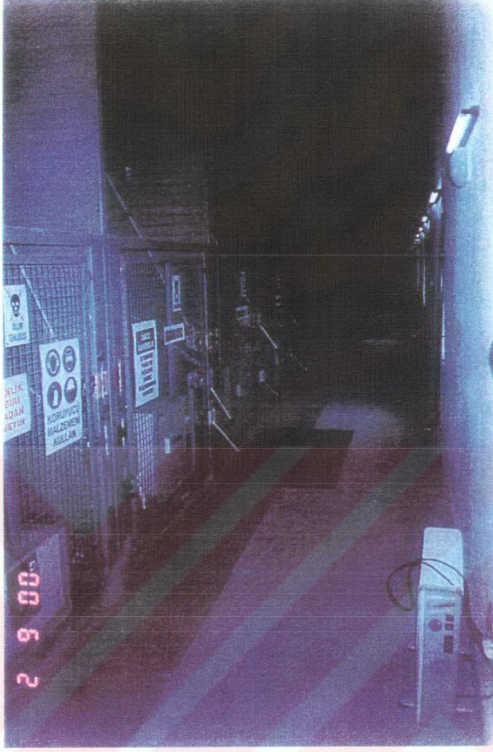
Şekil 11.10 Bara Gerilim Trafosu ve Bara Toprak Ayırıcı Mekanizması



Şekil 11.11 Yıldıztepe G.I.S. - 34,5 kV. Metal-clad Hücreler



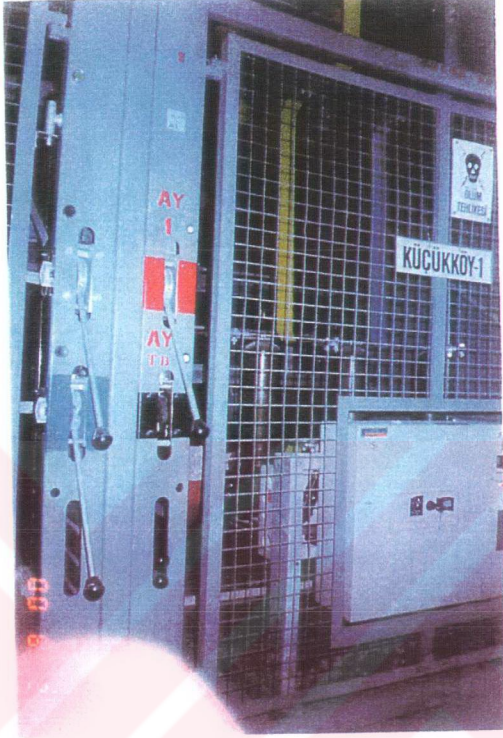
Şekil 11.12 Yıldıztepe G.I.S. - 34,5 kV. Kesici



Şekil 11.13 Davutpaşa T.M. - 34,5 kV. Şalt

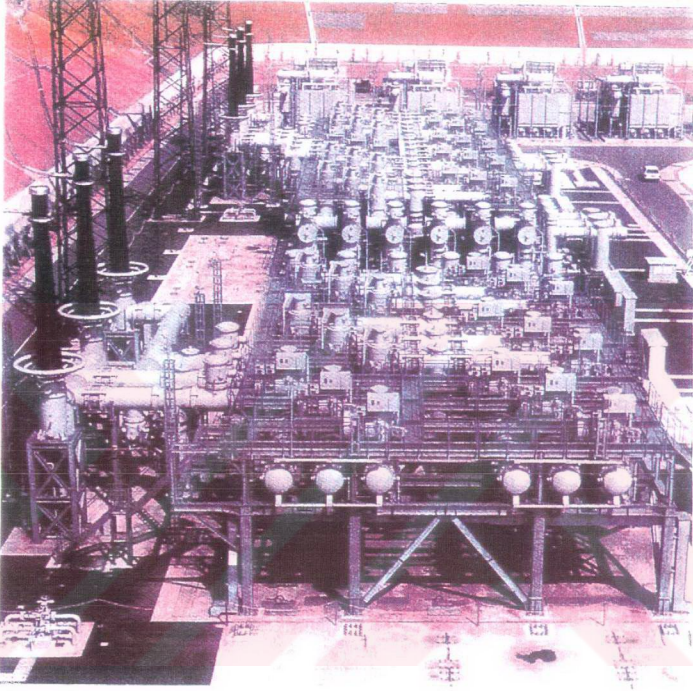


Şekil 11.14 Davutpaşa T.M. - 34,5 kV. Hücre Bara Ayırıcısı

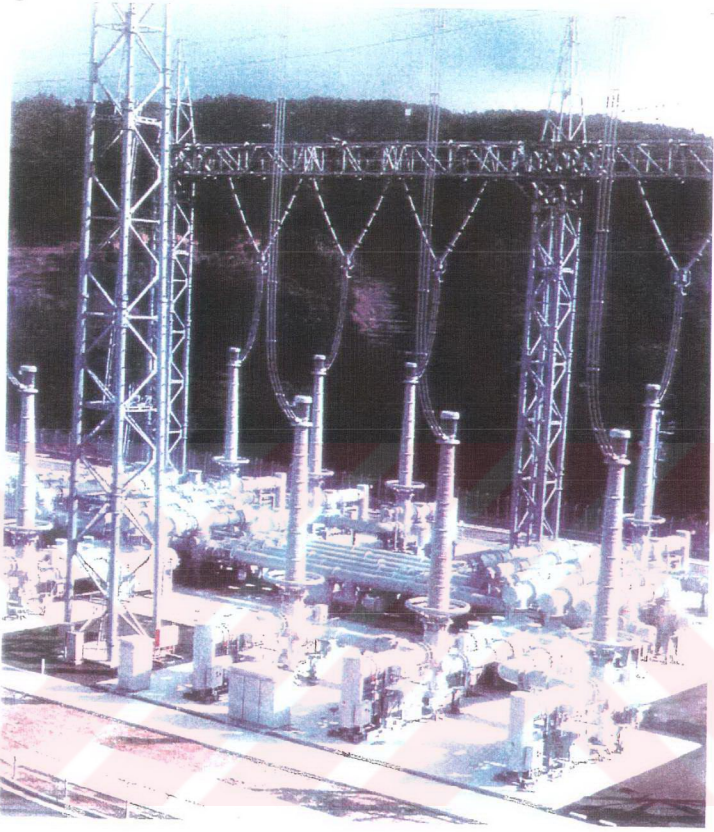


Şekil 11.15 Davutpaşa T.M. 34,5 kV. Hücre Fider Kesicisi

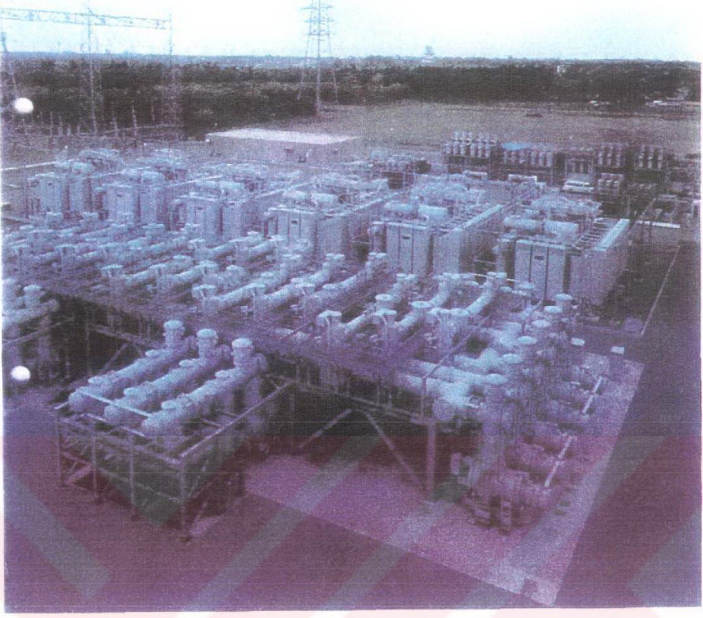
12 . DÜNYADA HALEN İŞLETMEDE BULUNAN G.I.S UYGULAMALARINDAN ÖRNEKLER



Şekil 12.1 362 kV'luk bir G.I.S.tesisi (TOSHIBA)



Şekil 12.2 550 kV'luk bir G.I.S. Tesisi (TOSHIBA)



Şekil 12.3 550 kV. Higashi Tokyo G.I.S.



Şekil 12.4 BBC tarafından yapılan G.I.S. (550 kV)



Şekil 12.5 550 kV'luk G.I.S. tesisinin fabrika montajı



Şekil 12.6 Bina bodrum katma yapılmış G.I.S. uygulaması

13 . SONUÇ

Gaz izoleli kapalı tip trafo merkezleri az yer ihtiyacı, kompakt oluşu, işletme emniyeti ve sürekliliği gibi üstünlüklerinden dolayı şehir merkezlerindeki ve civarındaki bölgelerde tercih edilir olmuşlardır.

Yapı itibarı ile tüm gerilimli teçhizatın alüminyum döküm muhafazaların içinde yer alması can ve mal güvenliği açısından son derece önemlidir.

Ayrıca, bu merkezlerde kontrol ve kumanda teknolojisinin gelişmiş olması uygulayıcı hatalarını (yanlış manevra gibi ..) önlemekte, SCADA uygulamaları ile değerlerin uzaktan izlenmesine ve gerektiğinde sisteme uzaktan müdahale edilmesine imkan vermektedir.

Gaz izolasyonlu trafo merkezlerinin tesis maliyetinin konvansiyonel merkezlere oranla % 65-70 daha fazla olduğu 10. Bölümde verilmişti. Ancak gaz izoleli merkezlerin kurulma alanlarının açık şahlara göre daha küçük oluşu sebebiyle arsa maliyetlerindeki farklılık, arızalanmalar sonucu meydana gelen enerji kesintilerinin minimuma indirilerek arıza maliyetinin büyük ölçüde azalması da bu kıyasa dahil edilmelidir. Böylece gaz izolasyonlu merkezlerin tesis maliyetindeki fazlalığı da kısa sürede karşılayacağı görülecektir.

Kapsüllenmiş şalt tesisleri ve taşıma hatları yüksek gerilim ve akımların büyük şehirlerin ve endüstri merkezlerinin enerji ağırlık noktalarına sokulabilme imkanı sağladığı için gelecekte takip edilebilecek ultra yüksek gerilimli uygulamalar için de tek çözüm yolu olarak görülmektedir.

Bununla birlikte izolasyon gazı için çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu çeşit SF6 gibi elektronegatif gazlar için araştırma kriteri elektriksel dayanımdan başka basınç ve sıcaklığa bağlı olarak yoğunlaşma davranışı, kimyasal stabilitesi, kolay elde edilebilmesi, fiyatı, zehirlilik derecesi gibi birçok etkene bağlı olduğu için şu andaki teknik bakımdan bu tür uygulamalarda SF6 gazı en uygun izolasyon sağlayıcıdır.

KAYNAKLAR

Aydın, M., (1999), SF6 Gaz İzoleli İstasyon, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

BBC Brown Boveri, SF6 Gas Insulated Switchgear.

Holec, (1990), Trisep Instruction Manual.

Mardikyan, K., (1996) Gaz Yalıtımlı İstasyonlar.

Mitsubishi Electric, (1987), Three Phase Enclosure SF6 Gas Insulated Substations.

Ryan, H.M. ve Jones, G.M., SF6 Switchgear.

Sevinç, S., (1998), Gaz Yalıtımlı Şalt (G.I.S.) Güç İletimi İçin Modern Yüksek Gerilim Teçhizatı.

Siemens AG, (1997), Metal Enclosed Gas Insulated Switchgear.

TEAŞ Proje ve Tesis Daire Başkanlığı Teknik Dokümanları

Trablus, S., (1990), Gaz İzoleli İstasyon, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türk-Pirelli, (1996), 89 / 154 kV. XLPE Güç Kablosu Seminer Notları.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	20. 05. 1975	
Doğum Yeri	Kütahya	
Lise	1989 – 1992	Kütahya Lisesi
Lisans	1992 – 1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik – Elektronik Müh. Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1997 – 2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı kurumlar

1997 – 1998	Aktif Mühendislik Ltd.Şti.
1998 – Devam ediyor	TEAŞ Trakya Şebeke İşletme Grup Müdürlüğü Davutpaşa İşletme ve Bakım Müdürlüğü