

# termik ve su santrallarının ana ve yardımcı bağlantı sistemleri

y.müh. zbigniew radomski

UDK: 621.311.21 : 621.311.22 : 621.311.17

## ÖZET

Halen Polonya 'da çalışan ve tesis edilmekte olan su santralları ve termik santrallarda karşılaşılan bazı elektrik sorunları tartışılmakta ve bu sorunlara çözümler getirilmektedir.

## SUMMARY

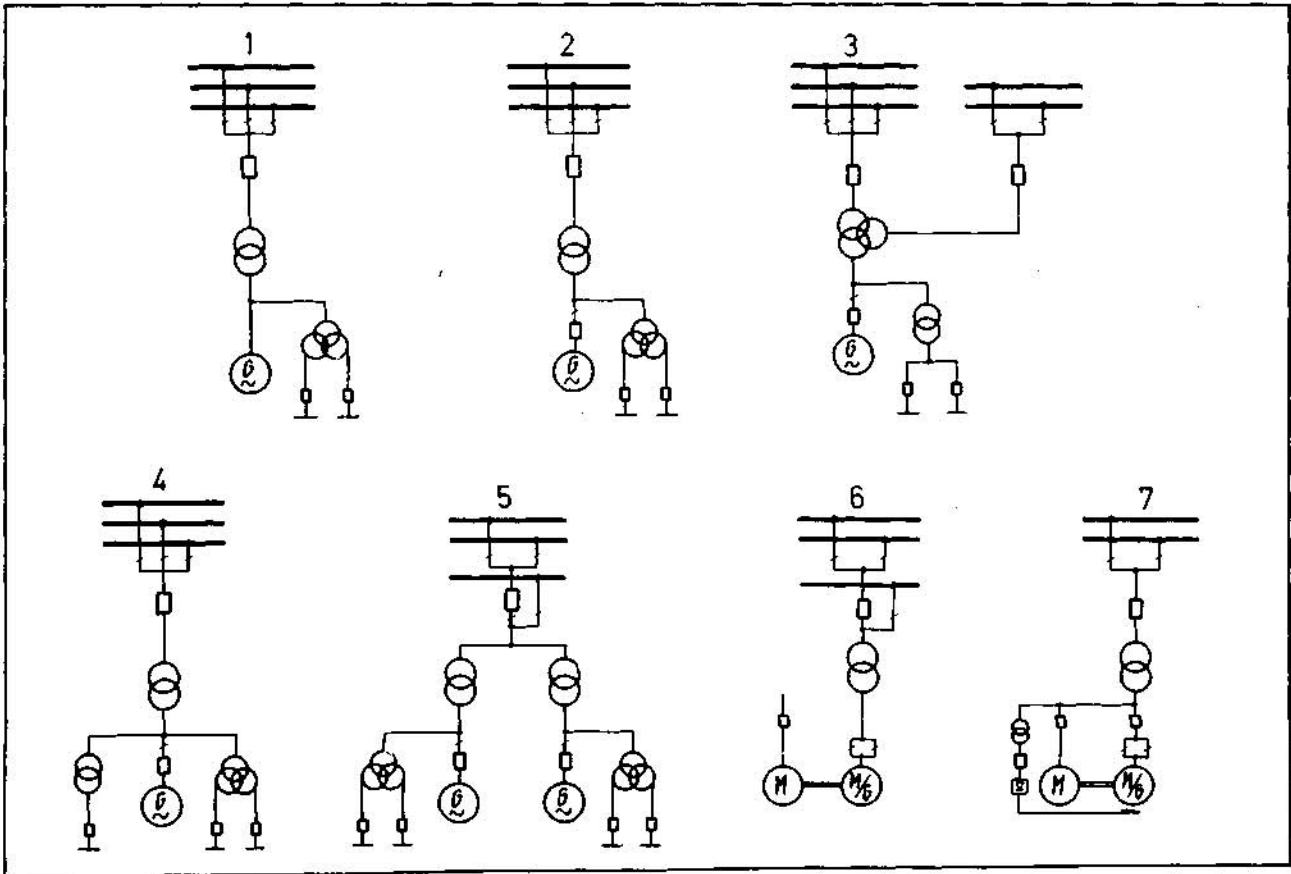
Electric problems associated with the thermal and hydraulic power plants presently operating or under construction in Poland are discussed and Solutions to these problems are proposed.

## GİRİŞ

Bu tebliğ daha büyük birimlerin tasarım ve uygulama çalışmaları ile birlikte, halen Polonya'da çalışan ve tesis edilmekte olan termik ve su santrallarında karşılaşılan bazı elektriksel sorunlara çözüm getirmek amacıyla hazırlanmıştır.

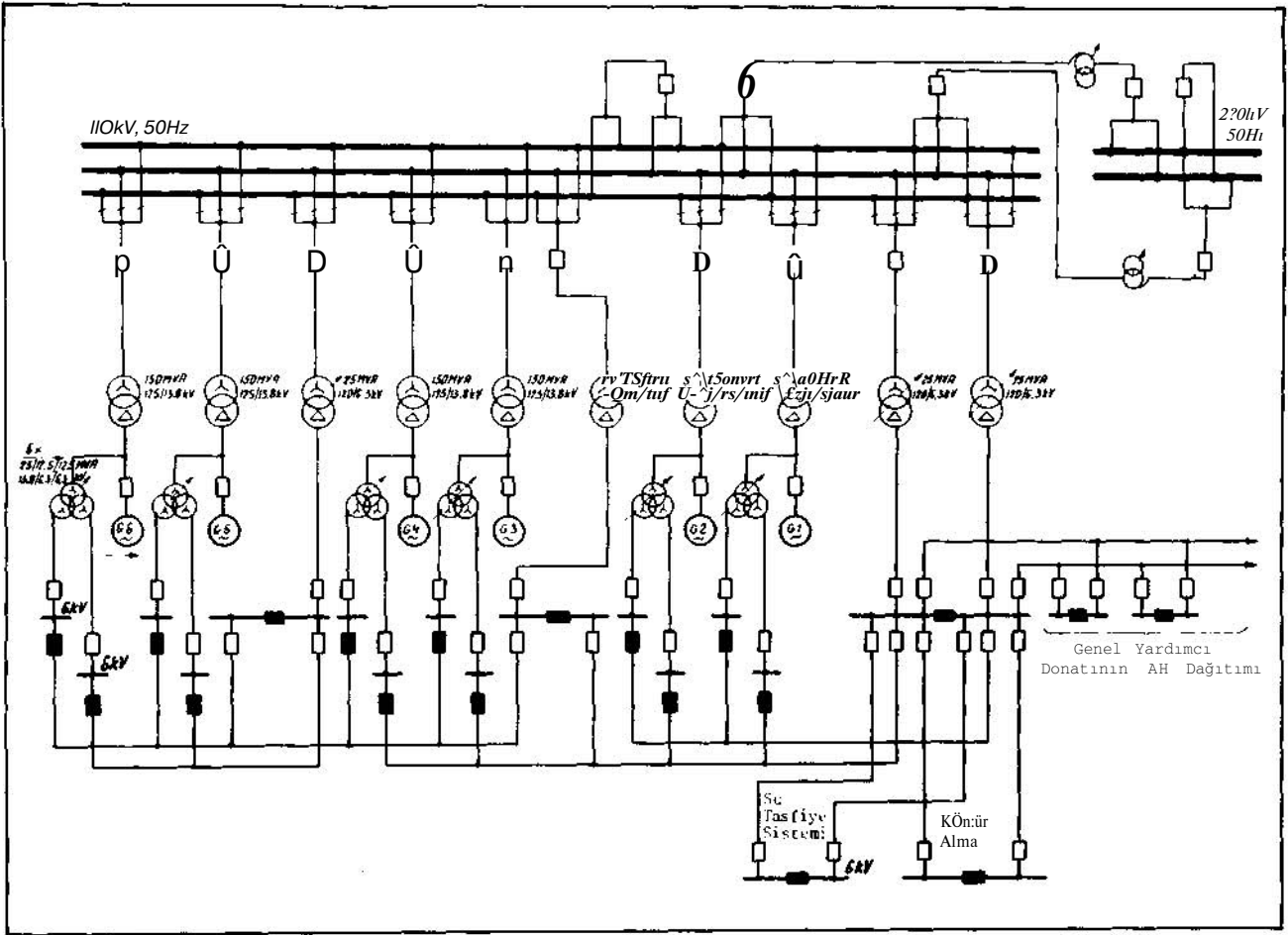
Bu raporun yazarı, Polonya'da enerji üretim-dağıtım sistemlerinin tasarım ve geliştirilmesinden sorumlu ENERGOPROJEKT Araştırma Kurumunda elektrik mühendisliği bölümünün müdürlüğünü yapmaktadır.

Bu tebliğde sunulan projeler Energoprojekt Kurumunda hazırlanmıştır.



Şekil 1. Altematörlerin tipik bağlantı biçimleri.





Şekil 3. 6x120 Mü'lık bölge ısıtma santrali tek-hat şeması.

Kurulmakta olan 2x500 MW'lık birimlerden birincisi bu yıl işletmeye alınabilecektir. 1650 ton/saat kapasiteli (176/41,3 ata) Polonya yapısı kazanların kullanıldığı bu santrale ait 500 MW'lık türbo-generatörler Sovyetler Birliği'nden alınmıştır.

Bununla birlikte yakın gelecekte kurulmak üzere seçilen kapasite 360 MW'dır. Bu birimlerin 165/33 ata, 1150 ton/saat kapasiteli kazanları kömür ve linyitle çalışacak şekilde ve tamamen Polonya yapısı olarak, türbo-generatörler ise Brown Boveri lisansı ile imal edilmektedir. Bu 360 MW'lık birimlerden 18 adedi Polonya'da inşa halindedir.

Bu birimlerden sonra, hazırlık ve tasarım çalışmalarının ciddi biçimde yoğunlaştırıldığı, tek birim kapasitesi ise 760 MVJ'tur.

### 1.2. Merkezî Isıtma Sistemi Santralleri

Çevre ve iklim koşulları ile üretim ekonomisi ye gaz ve sıvı yakıt sağlanmasında karşılaşılan güçlükler, merkezi ısıtma sistemlerinin bölge ısıtma santralleri ile beslenmesini zorunlu kılmıştır.

Bu santrallerde ısı ve elektrik enerjisi bilinen biçimde üretilmekte ve uzun boru sistemleri ile taşınması ve dağıtımı yapılan sıcak su evlere;

alçak basınçlı buhar da endüstri tesislerine verilmektedir.

Isıtma santrallerinin standart tipleri şu şekildedir:

- Tip BC 100: generatör 120 MW geri basınçlı türbin 127 ata, 530 °C ve 430 ton/saat, kapasiteli kazan 138 ata, 540 °C
- Tip BC 50 : generatör 63 MW geri basınçlı türbin 55 veya 63 MW kapasitesinde 130 ata, 530 °C ve 230 ton/saat kapasiteli kazan 140 ata, 540 °C.

### 1.3. Depolama Tipi Su Santralleri

Sistemin tepe yük gereksinimi karşılamak, frekansını sabit tutmak ülkeler arası enerji alışverişindeki değişken yükleri karşılamak ve daha ekonomik ölçüler içinde enerji üretmek yönünden enerji sisteminde çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu tip üretim tesislerinden iki büyük santralın tesis çalışmaları ilerlemiş durumdadır. Oldukça yeni bir tasarım olan Porabka-Zar, depolama tipi su santrali klasik tipteki mevcut santrale ait gölün (reservoir) üst tarafına yerleştirilmiştir. Üst taraftaki yapay göl ise alt taraftaki gölden 1300 m yukarıya Zar dağıtımına üstüne yapılmıştır. Bu iki göl arasındaki yükseklik farkı 450 m'dir.

Ters yönde çalışabilen 4 adet türbo-generatörün bulunduğu makine dairesi bir yeraltındaki santral binasına yerleştirilmiş bulunan birim trafoları 220 kV'luk yağlı kablolarla 220 kV'luk harici tip salt merkezine bağlanmıştır. Bu sistemin tek hat şeması Şekil 5'de genel yerleştirme projesi de Şekil 15'de gösterilmiştir.

Her biri 180 MW kapasitesinde 4 adet ters yönde çalışabilen türbo-generatörü içeren diğer santralin tek-kutuplu şeması ise Şekil 6'da gösterilmiştir.

## 2. SANTRALLARIN ELEKTRİKİ GÜÇ SİSTEMLERİ

Santralların elektrik güç sistemleri aşağıda belirtilen görevleri yerine getirmektedir;

- generatör çıkış gücünün enerji iletim sistemine taşınması,
- yardımcı donatının normal yada acil koşullarda devamlı olarak beslenmesi,
- arızaların yayılmasının önlenmesi,
- donatının değiştirilebilir nitelikte olması.

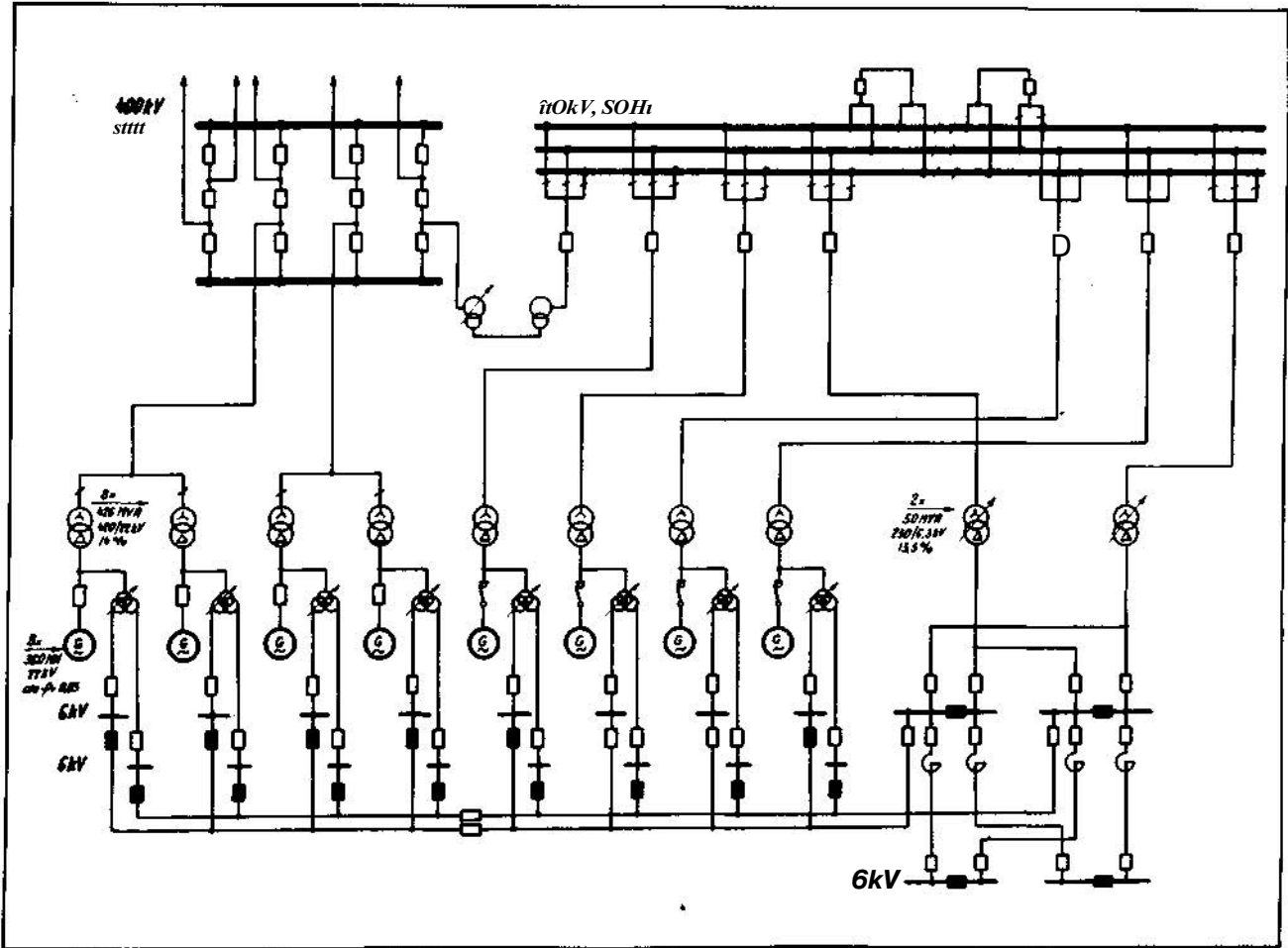
Şekil 1'de generatör-trafo biriminin tipik bir bağlantısı görülmektedir. Şekil 1.1'de generatörün iki-sargılı bir yükseltici trafo ve üç-sargılı bir yardımcı trafo ile basit bir bağ-

lantı biçimi gösterilmiştir. 400, 220 yada 110 kV'luk salt merkezleri santralin yanına olduğu gibi bazı durumlarda santraldan 20 km kadar uzağa da kurulabilmektedir. Şekil 2'de yeni santrallar için tercih edilen kesicili-generatörler görülmektedir. Büyük kapasiteli generatörler için uygun olabilecek bu tip kesiciler, son zamanlarda diğer Avrupa ülkeleri tarafından yapılmaktadır. Bu kesicinin asıl yararı, birimin ilk hareketi yada durdurulması sırasında yardımcı enerji ihtiyacının yükseltici trafo tarafından sistemden karşılanması ve başka bir kaynağa ihtiyaç duyulmamasıdır.

Büyük şehirler yada endüstri merkezlerinde kurulan bölge ısıtma santrallarında uygulanan bağlantı biçimi Şekil 3'de gösterilmiştir. Enterkonnekte sistem bağlantısı için genellikle 110 kV ve mahalli şebekenin beslenmesi için de 15 kV kullanılmaktadır.

Şekil 4'deki bağlantı Şekil 2'deki bağlantıya benzerdir. Ancak burada genel iç ihtiyaç enerjisi de generatör çıkışından alınmaktadır.

Yüksek gerilim salt merkezinin uzağa kurulması durumunda genellikle Şekil 5'deki bağlantı biçimi tercih edilir. 2 adet 200 MW yada 360 MW'lık birimden sağlanan enerji 400 kV'luk bir hat ve bir fider tarafından taşınmaktadır.



Şekil 4. 8x360 Mft'lık santralin tek-hat şeması.

Depolama-tipi su santrallarının bağlantı biçimi Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir. Dönüş yönünü değiştirmek ve böylece türbin yada pompa olarak çalışmayı sağlamak için generatör çıkışına ayırıcı konmuştur. Şekil 6'daki ilk-hareket motoru generatörün yardımcı enerji harasından beslenmektedir. Şekil 7'deki generatör yük ayırıcısı ise yol-verme motoru ile uyarma (ikaz) sisteminin generatör çıkışından beslenmesini sağlamaktadır.

**2.2. Yüksek Gerilim Salt Merkezleri**  
Generatör çıkış gücü sisteme 400 kV yada 220 kV ve çok seyrek olarak 110 kV'luk trafo merkezleri üzerinden verilmektedir. 110 kV'luk sistem daha çok bölge ısıtma santralları için kullanılır. 220 kV ve 110 kV'luk merkezlerde aralarında bağlantı olanağı bulunan üçlü bara sistemi tercih edilmektedir. 420 kV'luk merkezlerde daha çok çift bara ve transfer sistemi kullanılmaktadır.

400 kV'luk sistemler bir-buçuk kesici yada çift bara ve transfer sistemlerine göre tasarlanmıştır. Farklı gerilimlerdeki sistemler, örneğin 400 kV ve 220 kV'luk sistemler oto-trafolardan birbirine bağlanmaktadır.

YG salt merkezleri harici tiptir. Toz ve kirlenmenin yoğun olduğu endüstri merkezlerinde bazen dahili tip sistemler kurulmaktadır.

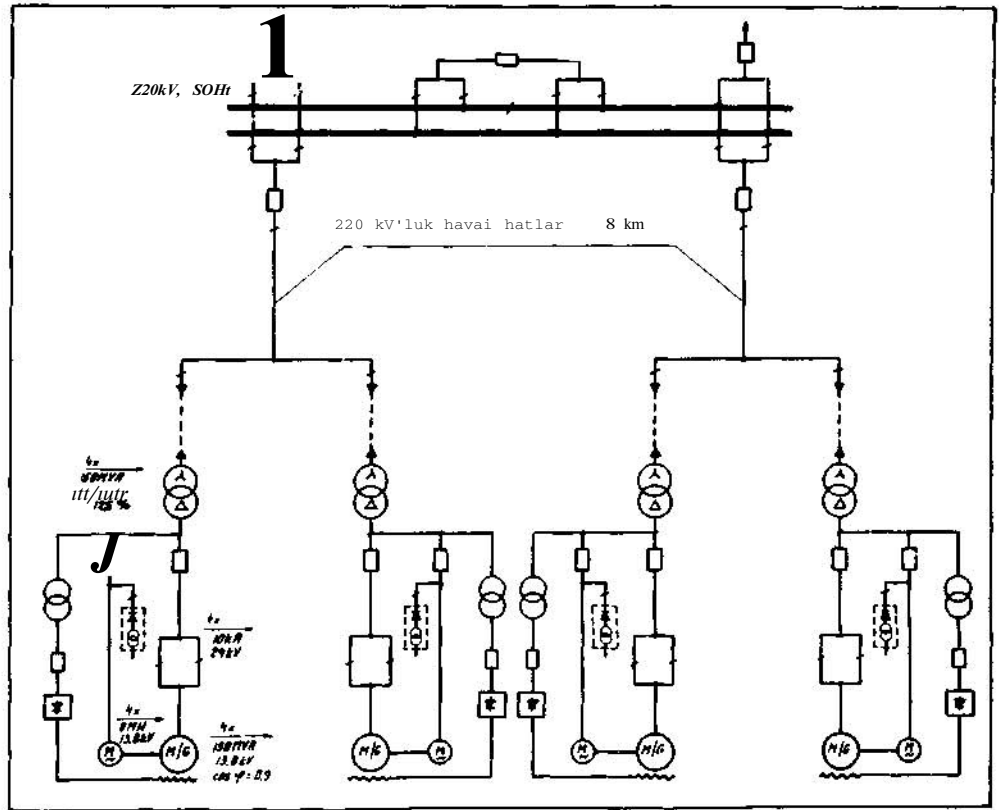
### 2.3. Yardımcı Donatının Beslenmesi

Polonya'daki santrallarda birimin yardımcı donatısı ile genel yardımcı donatının besleme sistemleri tamamen birbirinden ayrılmıştır. Büyük güçlü santrallarda 6 kV ve 0,4 kV'luk gerilimler kullanılmaktadır.

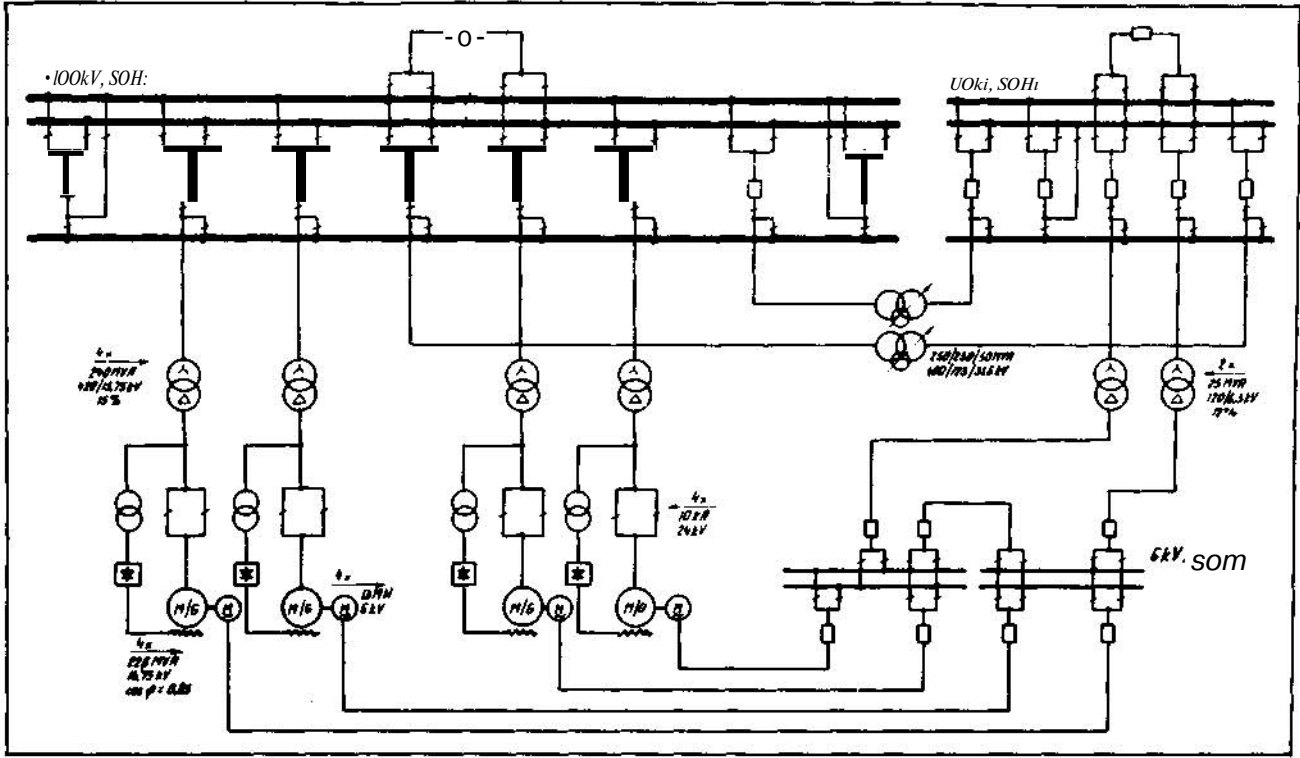
Birimin yardımcı donatısı generatör çıkışından beslenir. Şekil 1'de görüldüğü gibi üç-sargılı birim yardımcı trafosu ve 6 kV'luk çift pano sistemi kısa devre akımlarını sınırladığı gibi bir bölümdeki arızanın diğerini etkileme olasılığı da azaltılır. Birimin yardımcı donatısı için hazıryedek olarak da çalışan genel donatı ise, iki sargılı düşürücü (yol-verme) trafosu vasıtasıyla 220 kV yada 110 kV'luk sistemden beslenir. Bazı durumlarda 220/110 kV'luk oto-trafonun tersiyer sargısı da genel ihtiyaç donatısını besleyebilir. Bu durumda, oto-trafo terminalleri ile yardımcı trafo terminalleri arasındaki bağlantı için fazlar birbirinden tamamen ayrılmalıdır. Bu faz-faz kısa devre olasılığını ortadan kaldırmak için gereklidir. Çünkü oto-trafonun tersiyer sargısı doğrudan (direkt) kısa devrelere dayanabilecek biçimde boyutlandırılmaz.

Yardımcı donatının besleme sistemi tasarlanırken aşağıda belirtilen ölçütler gözönüne alınır:

- 1) Genel ihtiyaç trafolarının kapasitesi:
  - a) Genel yardımcı donatının tepe yükünü,
  - b) Birimin yardımcı trafolarından biri devreden çıktığında birim yardımcı donatısının enerji gereksinimini,
  - c) Paralele girmekte olan bir birimin yardımcı donatısının enerji gereksinimini,
  - d) Acil koşullarda devreden çıkan diğer birimin yardımcı donatısının enerji gereksinimini,
 aynı anda karşılayacak biçimde seçilmelidir.
- 2) Gerilim sınırları aşağıdaki gibidir:
  - a) En büyük motorun ilk-hareket anındaki yol



Şekil 5.  
4x150 MVA depolama  
tipi su santralının  
tek-hat şeması.



Şekil 6. 4x228 MVA depolama tipi su santralının tek-hat şeması.

alma akımının neden olacağı gerilim düşümü % 10'dan büyük olmamalıdır.

- b) Geçici gerilim düşmesinden sonra (örneğin besleme sisteminin değişmesi sırasında) tekrar yol verilen motorların ilk-hareket akımının neden olacağı gerilim düşümü % 25'den büyük olmamalıdır.

Generatör çıkışında kesici yük şalteri kullanıldığı zaman lc'deki koşul uygulanamaz. Bu da genel yardımcı donatı için seçilen trafonun daha ekonomik kapasitede seçilebilmesini sağlar. 2.maddedeki koşullar ise trafo kapasitelerinin artırılmasını gerektirir. Birim ve genel yardımcı sistemlerin 6 kV'luk panoları gruplara ayrılmış tek-bara sistemleri için hazırlanmıştır. Santralin durdurulmasına gerek olmadan yardımcı dağıtım sisteminin bir bölümü işletmeden çıkarılabilecek biçimde, aygıtlar gruplandırılmıştır.

#### 2.4. Yeni Santralların Tek Kutuplu Şemaları

Yeni santralların güç sistemlerine ait örnekler 2-6 arasındaki şekillerde gösterilmiştir.

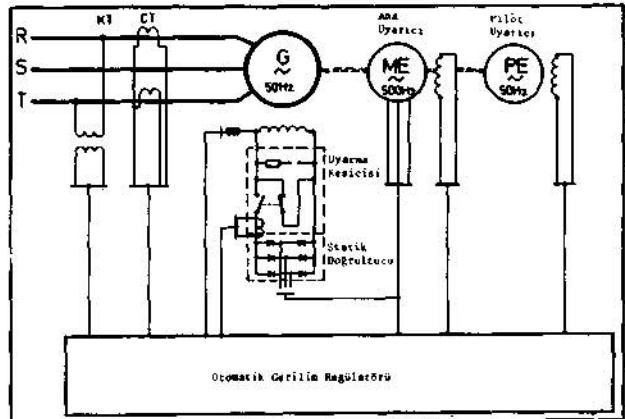
### 3. ANA ELEKTRİK DONATISI ve SANTRAL TESİSLERİ

#### 3.1. Alternatörler ve İlgili Donatı

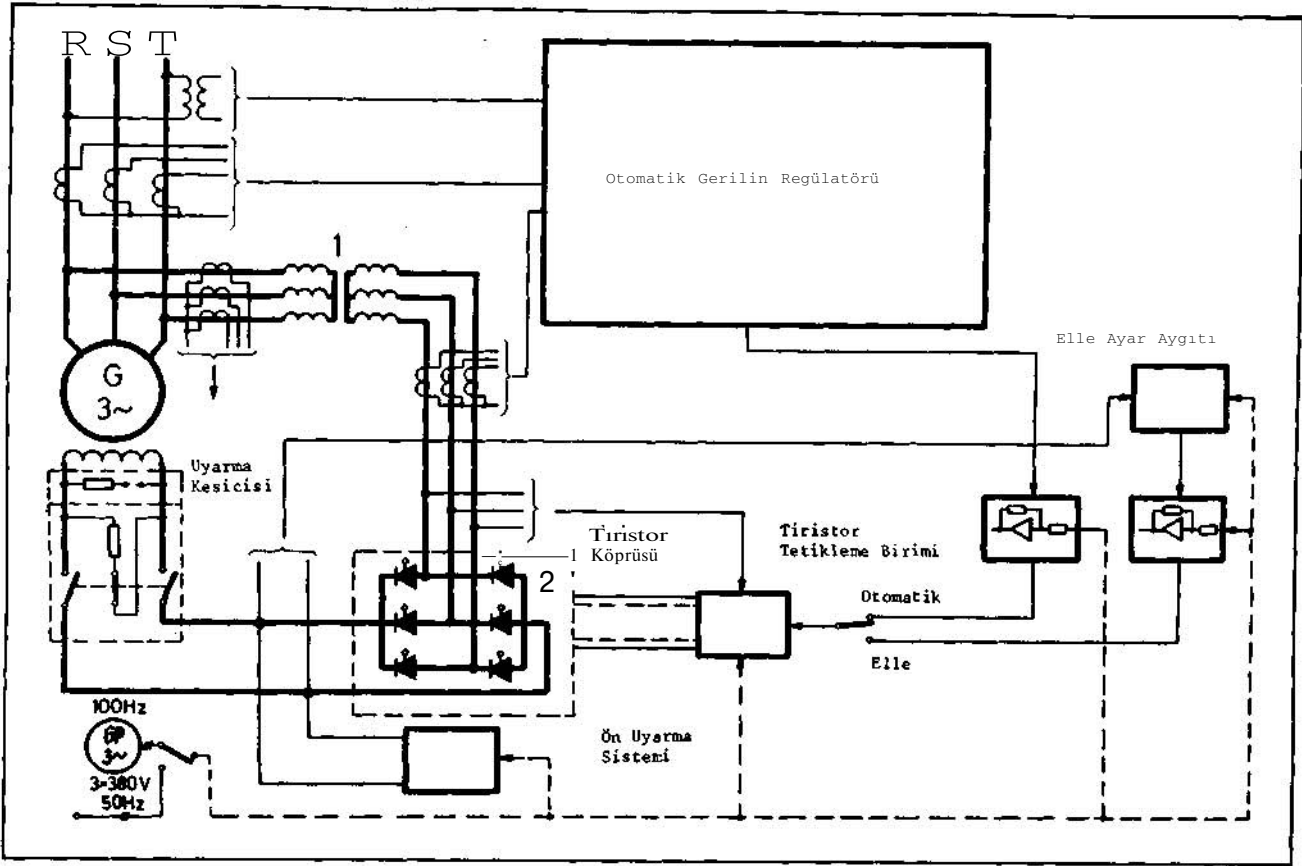
Generatörler yapımcılar tarafından komple donatısı ile birlikte verilmektedir. Örneğin hidrojen, CO<sub>2</sub> yada su ile soğutma sistemleri, uyarma sistemi ve gerilim regülatörü ısı ölçme aygıtları vb. generatörle birlikte teslim edilmektedir. 63 MW 200 MW ve 500 MW'lık generatörler statik doğrultuculu uyarma sistemi ile donatılmıştır. Bu

uyarma sistemi, generatör shaftı tarafından tahrik edilen 500 Hz frekanslı bir uyarma makinesi, silikon doğrultmaçlar ve tiristorlu otomatik gerilim regülatöründen oluşuyor (Şekil 7). Doğrultucu birim üç adet tam-dalga doğrultma bölümlerinden oluşmaktadır. Her bölümdeki diyot sayısı, bir bölüm işletme dışında kaldığı zaman, doğrultucu tam kapasitedeki uyarma akımını sağlayabilecek biçimde saptanmıştır.

360 MW ve 120 MW'lık yeni tip generatörler ise tamamen statik uyarma sistemi ile donatılmıştır (Şekil 8). Bu sistem, bir trafo (1) aracılığı ile generatör terminallerinden beslenmekte ve tiristorlu doğrultucu (2) otomatik gerilim regülatörü tarafından denetlenmektedir. Statik tip uyarma sistemi çok kısa bir tepkeye (response) sahip olduğundan kararlılık açısından çok yararlıdır. Ayrıca



Şekil 7. 500 Hz uyarma makinesi ve doğrultuculara sahip generatör uyarma sistemi.



Şekil 8. Statik tip generatör uyarma sistemleri.

hareketli parçasının olmaması da tamir görmeden uzun süre kullanılabilmesini sağlamaktadır. Ancak yakın kısa devrelerde generatör uyarımı tamamen kaybolabilir. Bu nedenle harici bir ön-uyarma sistemine ihtiyaç duyulur.

Polonya'da çok kullanılan generatörlerin temel nitelikleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

G/Meratör Tipi	GTH-63	6TH-63	TBK-200-2	GTHW-360	TWW-500-2
Yapımcı	Dölmel	Dölmel	Dölmel	Dölmel	Elektrosilla
Arma Ocu*	63 kVA 78,75 kVA	125 m 147 kVA	200 m 235,3 kVA	360 W 426 kVA	500 m 588 kVA
Sile Çarpanı	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85
Arma Gerilimi (kV)	10,5/1 X 5	13,8/11,5	15,75/11,5	22 H 5	20/11,5
Veri- (X)	98,3	98,69	98,6	98,6	98,7
Uyarma Gerilimi ve Uyarı Akım	222 V 1840 A	280 V 1860 A	315 V 2660 A	535 V 2800 A	480 V 3560 A
Aeaktanslar (I)					
"d-	19,7	18,2	19,1	25	24,2
"2	22,08	19	23,2	20	19,5
V	26,7	24,7	27,5		35,5
"d	211,4	207	188		256
Soğutma Sistemi	Stator	H <sup>2</sup> dolaylı soğutma	H <sup>2</sup> dolaylı soğutma	Su soğutmalı	Su soğutmalı
	Rotor	H <sup>2</sup> doğrudan soğutma	H <sup>2</sup> doğrudan soğutma	"2 soğutmalı	"2 soğutmalı
Uyarı Sistemi	AA uyarma makinesi statik doğru tucu	Trafo statik tıristorlu doğru tucu	AA uyarma makinesi statik doğru tucu	Trafo statik tıristorlu doğru tucu	AA uyarma makinesi statik doğru tucu

Çizelge 1.

### 3.2. Birim Yükselteç Trafoları

Polonya'da en çok kullanılan birim yükselteç trafolarının karakteristik değerleri çizelgede verilmiştir.

Bu transformatörler üç fazlı, tek tanklı ve demiryolunda taşınabilecek biçimde tekerlekli yapılmışlardır, iki sargılı transformatörlerde yükte geri-

lim ayarı bulunmamaktadır. 150 MA ve üzerindeki transformatörlerde yağ sıcaklığı ile denetlenen su-yağ cebri soğutma sistemleri kullanılmaktadır.

Tüm transformatörler çift şamandıralı Bucholz (sin-yal ve açtırma), sargı sıcaklığı, yağ seviye röleleri ve soğutma dolaşım göstergeleri ile donatılmıştır.

SicU (kVA)	68	63/45/63	150	240	426	630
Gerilim	121/11,5/10,5 kV	121 ±X 16/16,51 X 5/10,5 kV	125/11,5/13,8 kV	126/15,75 kV, 250/15,75 kV, 420/15,75 kV	250/22 kV, 420/22 kV	420/20 kV
Yüze Empedans	10,5	11 6,5	11	11,5 13,5 15	14	14
Soğutma Tipi	TYCH	CICH	CYCS	CYCS	CYCS	CYCS
Toplam Ağırlık	95 t	85,4 t	143 t	185 t 201 t 265 t		150 t
Tasılma Ağırlığı	77,5 t	67,7 t	128 t	145,5 t 165 t 190 t		400 t

Açıklama:  
ir: Tabii yağ soğutma  
CV: febh yağ soğutma  
(Yağın pompa ile dolaşım sağlanıyor)

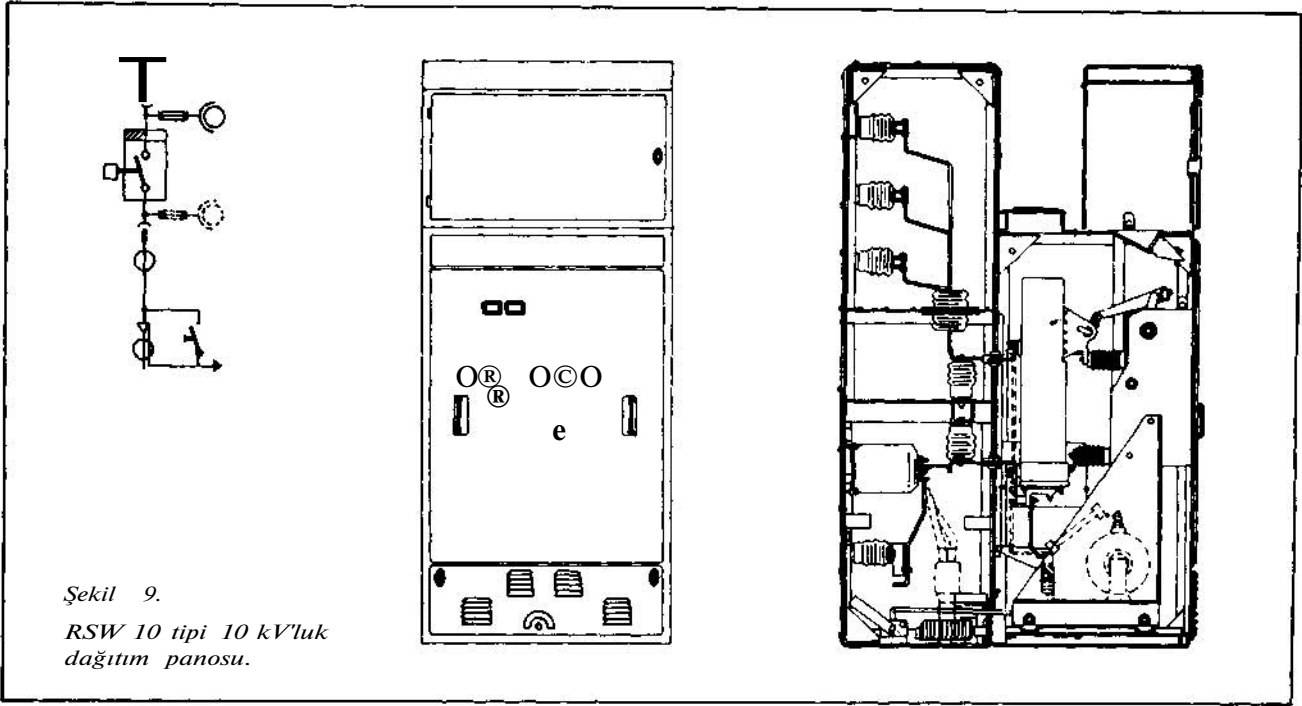
CH: Cebri hava soğutma (ventilatörülü)  
CS: Cebri su soğutma  
(Suyun pompa ile dolaşım sağlanıyor)

Çizelge 2.

### 3.3. İç İhtiyaç Trafoları

En çok kullanılan birim iç ihtiyaç (yardımcı servis) trafolarının karakteristik değerleri şöyle sıralanabilir:

- 200 MVlık birimler için: Üç sargılı tip, 15,75/6,3/3,6 kV; 20/10/10 MA ve yükte gerilim ayarlı.
- 360 MV ve 500 MVlık birimler için: Üç sargılı tip, 20 ±10 %/6,3/6,3 kV, 50/25/25 MA



Şekil 9.  
RSW 10 tipi 10 kV'lık dağıtım panosu.

Genel iç ihtiyaç trafoları için en çok kullanılan değerler: 25 MVA,  $120 \pm 14 \% / 6,3$  kV ve 50 MVA,  $230 \pm 10 \% / 6,3$  kV. Bu trafolar yükte gerilim ayarlıdır.

Santrallerdeki iç ihtiyaç trafolarının çalışma koşulları sistemdekilere göre daha ağırdır. Bu trafolar sık sık açma kapamalardan gelen aşırı gerilimler ve elektrik motorlarının yol alma akımlarıyla karşı karşıyadır. Bu nedenlerle iç ihtiyaç trafoları özellikle yüksek kısa devre akımlarına dayanabilecek biçimde yapılmalı ve AG sargısının yalıtımı artırılmalıdır.

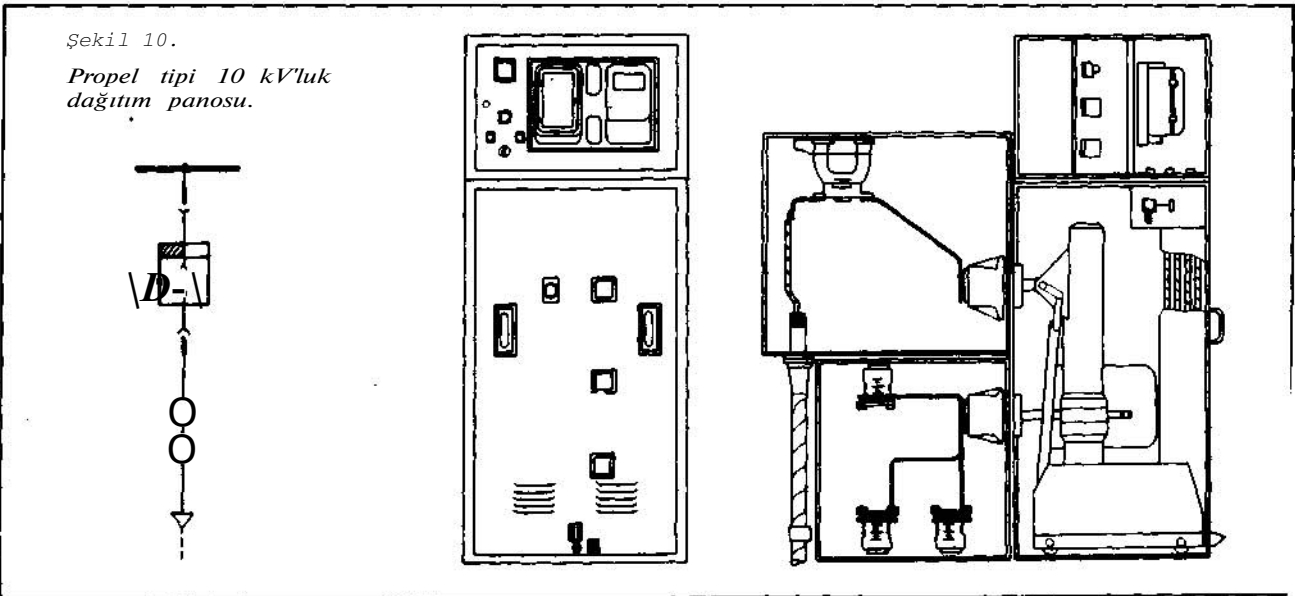
#### 3.4. Generatör Bara Bağlantıları

120 MW ve daha büyük birimlerde generatör terminaleri, yükseltici trafo ve yardımcı servis tra-

foraları arasındaki bağlantılar fazları ayrı ayrı tümüyle metal kaplı ve tabii soğutmalıdır. İletken ve kılıflar alüminyumdandır. Böyle bir düzenleme hem kısa devre akımlarının dinamik etkilerini biraz azaltır hem de generatörün çıkışındaki sistemde faz arası arızaları pratik olarak ortadan kaldırır.

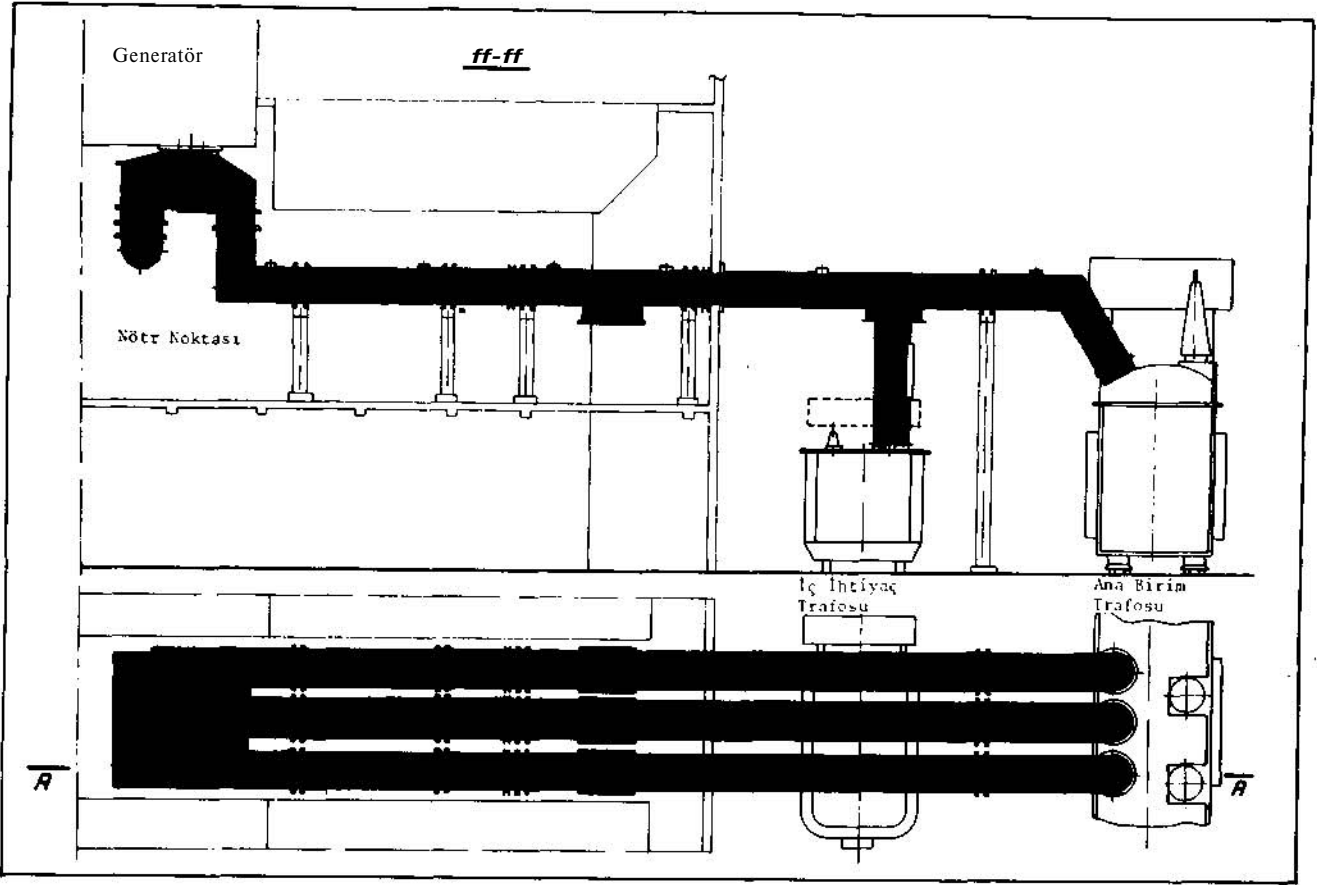
Generatör bara bağlantı biçimleri Şekil 11 ve 12'de gösterilmiştir. Bu düzenlemelerin karakteristik değerleri aşağıya çıkarılmıştır.

Generatörün gücü (MW)	120	200	360	500
Anma akımı (A)	7 000	9 000	12 000	18 000
İletkenin çapı (mm)	300	300	390	650
Kılıfın çapı (mm)	710	710	920	1 180



Şekil 10.  
Propel tipi 10 kV'lık dağıtım panosu.



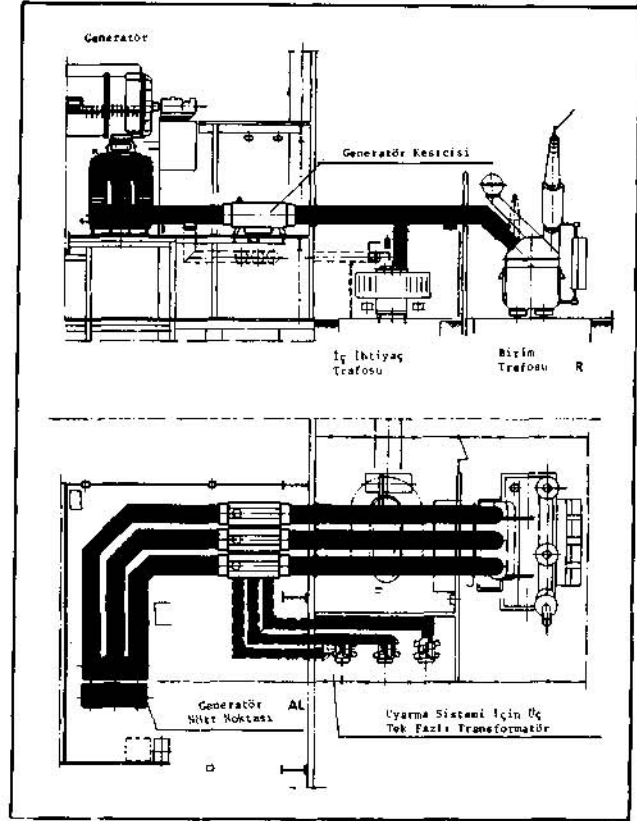


Şekil 11. 120 MW'lık generatörün bağlantıları için fazları yalıtılmış sistem.

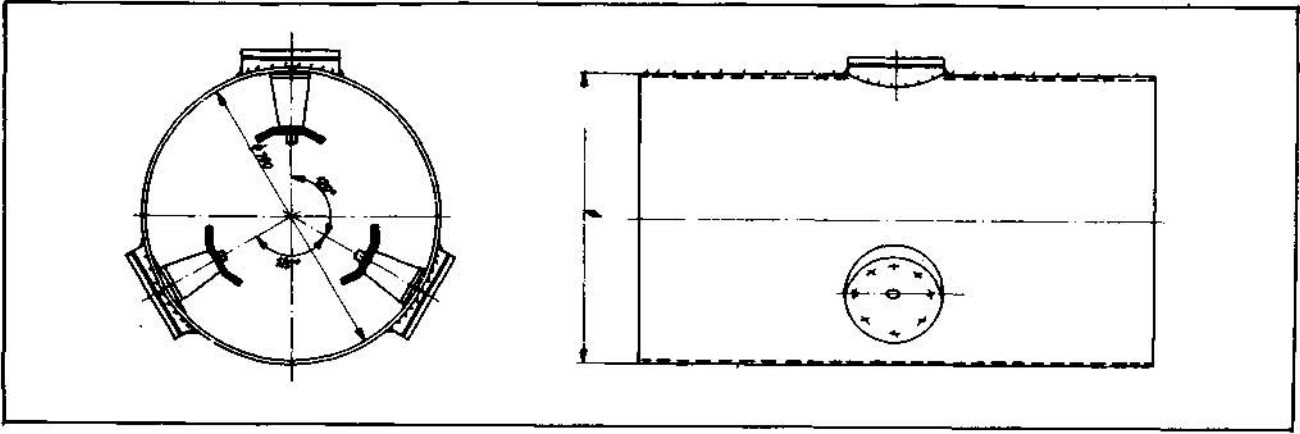
### 3.5. Orta ve Alçak Gerilim Dağıtım Panoları

Yeni projelerde 6 kV iç ihtiyaç dağıtım panoları tümüyle metal kaplı ve kesicileri çekip çıkarılabilir cinstendir. Yalıtım düzeyi 10 kV'tur. Aygıtların bir saniye süreyle dayanabileceği ana kısa devre akımı 200 MW'lık birimler için 25 kA, 360 MW ve 500 MH'lık birimler için 40 kA alınmıştır. Şekil 9 ve 10'da 10 kV'luk tipik dağıtım pano düzenlemeleri görülüyor. Yardımcı servis trafoları ile dağıtım panoları arasındaki bağlantılar üç fazlı birarada metal kaplı oluklar içindeki haralarla yapılmaktadır. Bara kılıfları daireseldir ve baralar 5000 A'e göre tasarlanmıştır. Bu bağlantıların yapımı Şekil 13'de gösterilmiştir. Üç iletken, alüminyumdan silindirik muhafaza içinde radyal olarak yerleştirilmiş epoksi reçine izolatörlerle tutturulmuştur. Böyle bir yapım çok basittir ve makine dairesi yada tüneller gibi birbirinden bağımsız bölümlere kolayca uygulanabilir. Bu türdeki bara bağlamaları orta güçlü (örneğin 55 MW generatörlerin çıkış sistemlerinde de kullanılabilir.

AG iç ihtiyaç panoları da (380 V) metal kaplı ve kesme aygıtları çekip-çıkarılabilir cinstendir. Çıkışlar için pano üzerine düzgün biçimde yerleştirilir. 6/0,4 kV kuru tip transformatörler AG dağıtım panosunun yakınına yerleştirilir. Giriş fideri doğrudan trafo terminallerine bağlanır.



Şekil 12. 360 MVA'lık generatörün bağlantıları için fazları yalıtılmış sistem.



Şekil 13. 10 kV üç faz metal kaplamalı bara sistemi.

### 3.6. DA Bataryaları ve Doğrultucular

Büyük santrallarda aşağıdaki sistemlerin beslenmesi için bağımsız DA kaynakları gerekir:

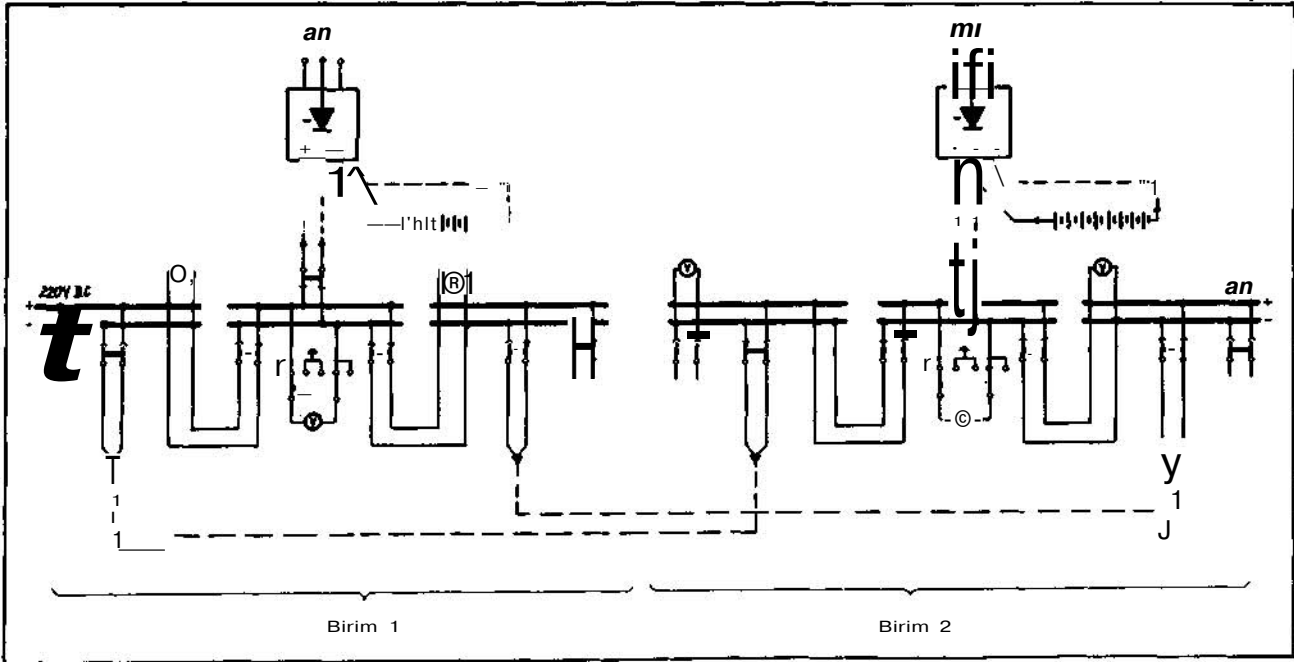
- Acil aydınlatma ve generatör yağ pompaları, türbin yağ pompaları vb. birim için çok önemli yardımcı motorlar,
- Koruma ve denetim sistemleri,
- Sinyalizasyon.

İlk iki grup için 220 V, üçüncü grup için de 48 V yada 60 V kullanılır. Orta büyüklükteki üretim merkezlerinde koruyucu donatı, önemli motorlar, denetim sistemi ve acil aydınlatma için ortak DA sistemi kullanılır. 220 V DA kaynağı asit depolu (storage) bataryalardan elde edilir. Bataryanın kapasitesi 1 saatlik boşalma hızına göre tasarımlanır. Otomatik gerilim ayarlı (bataryayı doldurmak için kullanılan) doğrultucular (charger) normal çalışma koşullarında merkezin DA yüklerini

besler ve bataryanın gerilimini belirli bir değerde tutar. Şekil 14'de iki birim için kullanılan DA kaynağı görülüyor. Ana DA dağıtım panoları üç bölümden oluşur. Orta bölüm bataryaya ve doğrultucuya bağlıdır. Kenardaki bir bölüm DA yüklerini beslemek için; diğeri yandaki birimle gerekli bağlantıları yapmak için kullanılır. Bataryanın her iki kutbu da güvenilirliği artırmak için toprağa göre yalıtılmıştır. DA dağıtımının her iki kutbundaki toprak arızalarını ve kablodaki yalıtım bozukluğunu saptamak için koruma sistemi kullanılıyor. DA dağıtımında şöyle bir temel ilke uygulanır: Her besleme devresi birbirinden bağımsızdır ve ayrı sigorta yada kesicilerle korunur. Gerilim kaybolduğunda alarm alınır.

### 3.7. Denetim Aygıtları için AA Dağıtım Sistemi

Santralin çalışma güvenliğini artırmak için yeni tasarımlarda; otomatik denetim, ölçme, koruma ve



Şekil 14. 220 V DA kaynağı.

motorlu vanaların beslenmesi için ek bir AA güvenlik sistemi kullanılıyor. AA güvenlik sistemi bataryadan özel tiristorlu dönüştürücüler (convertör) üzerinden besleniyor.

#### 4. ELEKTRİK AYGITLARININ YERLEŞTİRİMİ

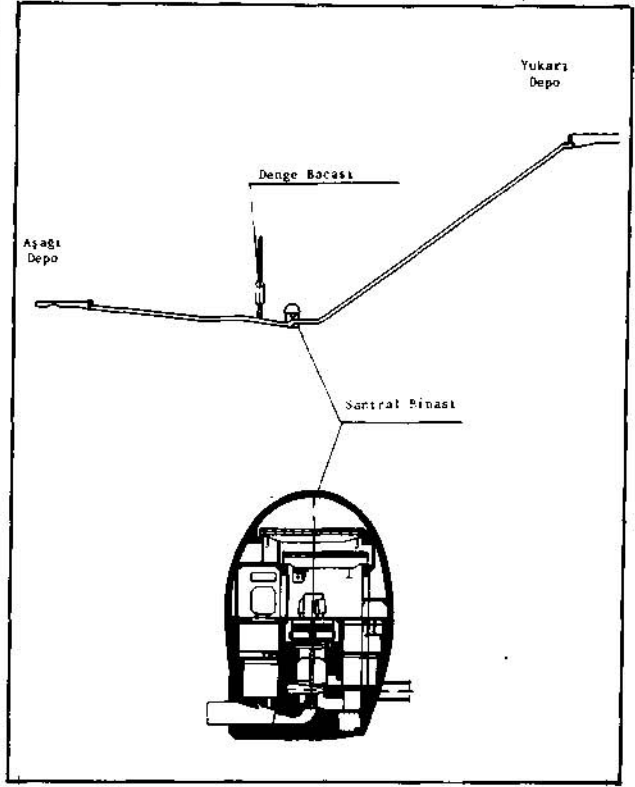
YG salt merkezinin yerleştirimi santralin genel yerleştirimine bağlıdır ve üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Buhar türbini üretim merkezlerinin açık soğutma sistemli yoğunlaştırma tesisleri soğutma suyu borularının uzunluğundan ve pompalama kayıplarından ötürü elden geldiğince gölün yada nehrin yakınına yerleştirilir. Bu durumda YG salt merkezi, kazanın öbür yanına yerleştirilmeli ve yükseltici trafonun çıkışı ana binanın üzerinden YG havai hattı ile yapılmalıdır. Harici tip yükseltici trafo, birim ve genel yardımcı trafolar ana binanın yakınına yerleştirilmelidir. Yangına karşı korumak için trafolar ile drenaj kanalları arasına ayırıcı duvarlar yapılır.

1960'larda yapılan santrallarda; yardımcı panolar ve denetim odaları santral binasının merkezine, çoğunlukla da makine dairesi ile kazan binası arasına yerleştirildi. Böyle bir yerleşimde santral binasının tüm bölümleriyle doğrudan konuşma olanağı bulunduğu gibi çok basit ve kısa kablo yolları elde edilir.

Diğer yandan dağıtım panoları ve denetim odaları titreşim (türbo grupların ve kömür matkapların yol açtığı), gürültü, kirlenme ve yüksek sıcaklık gibi etkilere açıktır. Bu etkileri gidermek için kullanılan inşaatla ilişkin pahalı önlemler; örneğin denetim odasının bina yapısından darbe emici esneme sistemleriyle yapısal olarak ayrılması, ses yalıtımı, havalandırma vb., doyurucu sonuçlar vermemektedir. Günümüzde eğilim; ana dağıtım panoları ile denetim odalarını bağımsız temeller ve taşıyıcılar üzerine yerleştirilmiş ayrı binalara koymaktır. En çok kullanılan bina tipi 12 m, genişliğinde ve makine dairesinin yanına yerleştirilenidir. Zemin kata 6 kV ve ana 0,4 kV dağıtım panoları ile 6/0,4 kV indirici trafoları ve DA bataryaları konur. Türbin katında denetim odaları ile yardımcı donatı bulunur. Yakın zamanlarda Avrupa ve Amerika'daki santrallarda görülen büyük kablo yangınları tasarımcıları, kablo yollarının düzenlenmesinde daha dikkatli olmaya zorlamaktadır. Çok iyi bir yalıtkan olan PVC kısa devre ile sıcaklık yükselmesinden ötürü çok çabuk yanabilir ve yangını komşu kablolar ve malzemelere taşıyabilir. Yanık gazların aşındırma (korozyon) etkisi büyüktür.

Havada bulunan su buharı ile birleştiklerinde hidro asit oluşturur ve metal yapılar ile beton demirlerini eritirler. Kablo yangını olasılığını en aza indirmek ve yangının yayılmasını önlemek için alınan önlemlerin en yaygın olanlarını şöyle özetleyebiliriz:

- Kablo kılıfında aşırı ısınmaları önlemek için kabloların en yüksek kısa devre akımlarına göre boyutlandırılması.
- Her birim için ayrı kablo kanal ve metal muhafazaların kullanılması.
- Komşu kabloların ve kablo taşıyıcılarının birbirinden uygun mesafelerde ayrılması.



Şekil 15. Depolamalı yeraltı su santralının kesiti.

- Kablo tünellerinin yangın önleyici duvarlarla en az 50 m'de bir bölünmesi.
- Tüm kablo geçişlerinin kapatılması.
- Yangın saptama sistemleri ile yangın söndürme aygıtlarının hazır bulundurulması.

#### 5. DENETİM ve KORUMA SİSTEMLERİ

##### 5.1. Ölçme ve Denetim Sistemlerinin Gelişimi

Santralde elektrik ve mekanik aygıtların uzaktan denetimi bölüm 6'da anlatıldığı gibi denetim merkezlerinden yapılır.

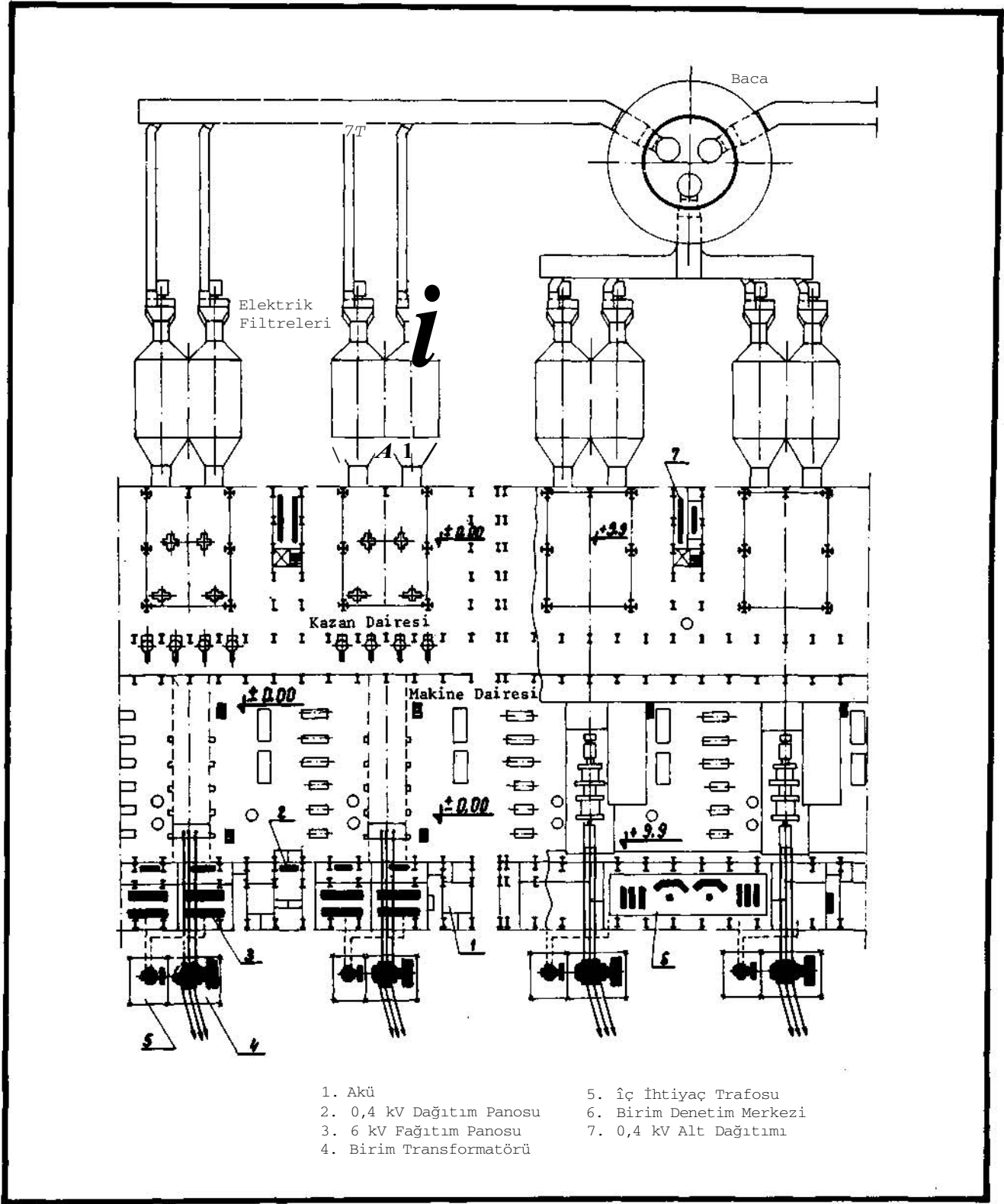
Birim gücünün artması, teknolojinin karmaşıklığı ve işletme personeli eksikliği denetim sistemlerinin giderek yetkinleşmesini zorluyor. Son on yılda işletmeye alınan santraller; tümleşik koruma sistemleri, seçici ve dizi denetim sistemleri, olay ve arıza yazıcı sistemleri vb. gelişkin otomatik sistemlerle donatılmışlardır.

İnşa yada tasarım halindeki büyük santrallarda veri işlenmesi ve otomatik dizi denetimler için bilgisayarlar kullanılmaktadır. Denetim sistemleri aşağıda kısaca tanıtılacaktır.

##### 5.2. Programlanmış Dizi Denetim

Programlanmış dizi denetimde, operatörün bir komutu ile birimin devreye alınması ve devreden çıkarılması için gerekli işlemler sırasıyla otomatik olarak yapılmaktadır. Bu denetim kazan motorları, pompalar ve vanaları, kömür işleme sistemlerinin taşıma bantlarında kullanılır.

Önceki sistemler çoğunlukla röleler ve diyotlara



Sakıl 16. 120 Mf/lık birimlerden oluşan santral binası.

dayandırılmıştı. Yeni sis-temler ise tümüyle elektronik ve modüler tiptedir.

### 5.3. Seçici Denetim Sistemi

Seçici sistem, merkezi ve tek tek elle denetimi

ortak anahtar butonlarının kullanılmasıyla sağlar. Sistem şu öğelerden oluşur:

- Tahrik araçlarının ve komutlarının seçimi için anahtarlı butonlar: "Devrede", "Devre dışı", "Durdurma".

- Birleştirme panoları.
- Sistem tek hat şemasını gösteren "mimik diyagramlı" ve tahrik araçlarının konumunu gösteren minyatür sinyal lambaları.
- Tahrik araçlarının işleyişini gösteren sayısal göstergeler.

Yukarıdaki sistem önemli olmayan motorlar için özellikle motorlu vanalar ve tahrik araçları için kullanılır.

#### 5.4. Koruma ve Kilitleme Sistemleri

Yeni santrallarda elektrik ve mekanik koruma sistemleri yerine tümleşik koruma sistemleri kullanılır.

Termik santrallarda tümleşik koruma sistemleri arızaların niteliğini çözümler ve aşağıdaki işlemleri yapar:

- Tüm birimi devre dışı bırakır.
- Kazan minimum çıkışında iken türbini devre dışı bırakır.
- Türbin tahriki devam ederken generatörü devre dışı bırakır.
- Birimin çıkış gücünü sınırlar.
- Yardımcı aygıtların çalışma programını değiştirir.

Büyük birimler için (generatör, birimin yükseltici ve iç ihtiyaç trafoları) kompakt elektronik koruma sistemleri kullanılır, işletme güvenilirliğini artırmak için koruma sistemleri işlevsel olarak birbirini tamamlayan iki gruba ayrılır. Her iki koruma sistemi, ayrı akım ve gerilim trafolarından, tümüyle birbirinden bağımsız DA sistemlerinden beslenir ve kesicilerin ayrı açma bobinlerini enerjiler.

İşletme sırasında yapılabilecek manevra hatalarını azaltmak için denetim sistemleri güvenli kilitleme sistemleri ile birarada düşünülür. Böylece başta programlanmış tüm çalışma koşulları sağlanmadan aygıtların çalışma durumlarının (açık-kapalı) değiştirilmesi önlenir.

#### 5.5. Veri İşleme ve Display Sistemleri

Önceki projelerde aşağıdaki monitör sistemleri kullanılıyordu:

- Ölçmelerin ibreli ve kaydedici aygıtlarla yapılması,
- Arızaların sinyallendirilmesi,
- Aygıtın çalışma durumunun gösterilmesi,
- Özel elektronik işlemcilerden oluşan olay kayıt sistemi,

Bu sistemle çalışma durumundaki değişiklikler (durdurma, başlatma) ve değişkenlerin (parametrelerin) sınır değerlerinin aşılması olayların sıra ve oluş zamanları ile birlikte kaydediliyor.

- Arıza kayıtçıları da arıza süresince ve hemen arıza öncesindeki seçilmiş akım ve gerilimlerin osilogramlarını veriyor.

Yeni tasarımda santralin yönetim ve işletimi için hiyerarşik bilgisayarlar kullanılıyor. Bunlar iki bölümden oluşuyor.

Hesaplama merkezine konan bir bilgisayar yönetim (idari, periyodik bakım programı, yedek parça vb. bilgileri) diğeri de yük dağıtımını ile birlikte

santralin çalışması konusunda alt seviyedeki bilgi birimlerinden ve kendisinden gelen bilgileri topluyor ve gönderiyor. Alt seviyedeki bilgi birimleri aşağıdakileri kapsar.

- Sayısal ve örneksel sinyaller için çeviricileri olan merkezi bilgi işlem birimi
- Gerekli ölçüleri yapabilmek için sensörler ve çeviriciler (transdüktörler)
- Genellikle iki monitörü içeren gösterge birimi ve bilgi yazıcıları
- Ek bellek birimleri

Bir monitör arızaları ve diğer olayları doğru zaman sıralaması içinde göstermek için kullanılmaktadır, ikinci monitör ise işletme personelinin istediği bilgileri, bilgi işlem birimince işlenmiş olan optimum değerleri ve diğer bilgileri göstermek için ayrılmıştır. Daha gelişmiş tasarımlarda sistemin seçilen bölgelerinin elektrikselsel ve mekanik şemaları ile birlikte bunlarla ilgili konum bilgilerini de göstermek olanaklıdır.

Bütün arızalar ve diğer olaylar ve işletme değerleri yazıcılar tarafından kaydedilir. Bu yeni sistem şimdiki kadar kullanılan alarm aygıtlarının diğer ölçü aletlerinin ve kayıt cihazlarının yerini almaktadır.

Bu gelişme ise işletme personeli için daha ayrıntılı bilgiler sağladığı gibi aynı zamanda kumanda odası aygıtlarının fiziksel-boyutlarının küçülmesini sağlamaktadır.

#### 5.6. Su Santrallarının Otomatik Denetimi

Pompalama yöntemi ile su depolayan santrallarda aşağıdaki çalışma biçimleri gözlenir:

- Devreye girmeye hazır biçimde bekleme
- Türbin çalışma
- Türbinin döner yedek çalışması
- Pompa çalışma
- Pompanın döner yedek çalışması
- Kompansatör çalışma

Bu santralların çok hızlı olarak devreye girmeleri ve sistemin koşullarına göre hızla çalışma biçimlerini değiştirmeleri istenir.

Birimin istenilen çalışma biçimine sokulabilmesi için gerekli elektrik ve mekanik aygıtlar geliştirilmiş tümüyle otomatik sistemlerle denetlenir.

#### 6. DENETİM MERKEZLERİ

Büyük termik santrallarda genellikle aşağıdaki denetleme merkezleri bulunur:

- Yük dağıtım merkezi
- YG dağıtım sistemi için denetim merkezi
- Genellikle iki birim için tasarımılanan birim denetim merkezi
- Boşaltma, depolama, taşıma ve dağıtım sistemlerinin çalışmasını düzenleyen kömür işleme denetim merkezi
- Kül ve cüruf atma denetleme merkezi

Ayrıca suyu minerallerinden ayırma, soğutma suyu, vb. sistemler için ayrı denetleme merkezleri kurulabilir.

Merkezi ısı üretme santrallarında ısı dağıtım merkezlerinin önemi de büyüktür.