

Nu: 9570

Satış fiyatı: 16.509 Lira

KDV: 991 Lira

KDV'li SATIŞ FİYATI.....: 17.500 Lira

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Ankara, İzmir, Adana,
Samsun, Elazığ, Erzurum, Trabzon ve Van Bölge Şeflikleri.

PERAKENDE SATIŞ

Millî Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık yayınları satıcısı kitapçılar.

ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK

1992

2
KDV
Dahil
17500
Lira

ENDÜSTRİ MESLEK LİS. İÇİN

URAMSAL BALIKI

ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK



2

288

139

ORTA DERECELİ ENDÜSTRİYEL TEKNİK ÖĞRETİM OKULLARI

ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK

TEMEL DERS KİTABI

YAZANLAR

Özdemir BADUR • Çetin BAŞOĞLU • Temel ŞENER

*Sayın
Ferit Baltacıoğlu
Sergileminde 25.11.92
Çetin Başoğlu*



DEVLET KİTAPLARI

DOKUZUNCU BASIŞ

G.Ü Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası Ankara-1992

92.06.Y.0002.353

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayınlanamaz.

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulunun 31.1.1992 gün ve 23 sayılı kararı ile ders kitabı olarak okutulma süresi bir yıl uzatılmış olup, Yayınlar Dairesi Başkanlığı'nın 19.2.1992 gün ve 1499 sayılı emirleri ile dokuzuncu defa 10.000 adet basılmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak,
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak,
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl...
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yurtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
"Medeniyet!" dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş! Yurduma alçakları uğratma, sakın.
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın...
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

"Bastığın yerleri "toprak!" diyerek geçme, tanı :
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı :
Verme, dünyaları alsan da, bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki fedâ?
Şühedâ fişkıracak toprağı sıksan, şühedâ!
Canı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.

Ruhumun senden, İlahi, şudur ancak emeli :
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar-ki şahâdetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder-varsa-taşım,
Her cerihamdan, İlahi, boşanıp kanlı yaşım,
Fişkırrır ruh-ı mücerred gibi yerden nâ'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl:
Hakkıdır, hür yaşamış, bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY



ATATÜRK'ÜN GENÇLİĞE HİTABESİ

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk cumhuriyetini, ilelebet, muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin, en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni, bu hazineden, mahrum etmek isteyecek, dahilî ve haricî, bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok nâmûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın, bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dahilinde, iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevililerin siyasî emelleriyle tevhid edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi, vazifen; Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır! Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asîl kanda, mevcuttur!

K. Atatürk

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖNSÖZ 7

1. BÖLÜM : ENERJİNİN ÜRETİLMESİ

A — Elektrik enerjisinin önemi	9
B — Elektrik santralleri	12
C — Santrallerin sınıflandırılması	13
D — Termik santraller	14
E — Hidroelektrik santraller	20
F — Türkiye'de elektrikleştirme ve santrallerin tarihçesi	23

2. BÖLÜM : ENERJİNİN TAŞINMASI

A — Alçak gerilimle dağıtım	26
-----------------------------------	----

3. BÖLÜM : ENERJİNİN DAĞITILMASI

A — Kollara ayrılmayan iletkenlerde kesit hesabı	35
B — Kollara ayrılan iletkenlerde kesit hesabı	37
C — Kesit hesabıyla ilgili problemler	39
D — Enerjinin yüksek gerilimle iletilmesi ve dağıtımı	52
E — Elektrik enerjisinin hava hattıyla iletilmesi	54
F — Şebeke çeşitleri	76
G — Trafo ve merkezleri	82
H — Transformatörlerin bakımı	87
I — Kesiciler ve ayırıcılar	90
J — Çeşitli koruma önlemleri	100

4. BÖLÜM : ELEKTRİK KUMANDA DEVRELERİ

A — Kumanda elemanları	114
B — İlk hareket sistemleri	149

Sayfa No.

C — Dönüş yönünü değiştirme	155
D — Motorlara yol verme	159
E — Motorların frenlenmesi	166
F — Kutup sayısını değiştirme	171
G — Elektronik kumanda	175
H — Doyumlu reaktörler	181
I — Kumanda makinaları	186
J — Koruyucu aygıtlar	196
K — Yağ yakıcılar	201
L — Asansörler	210
M — Kumanda elemanlarının sembolleri	219

5. BÖLÜM : ELEKTRİKLI TAŞIMA ARAÇLARI

A — Giriş	220
B — Elektrikli trenler	221
C — Elektrikli tren sistemleri	222
D — Enerji dağıtımı	225
E — Çer motorlarının kontrolü	236
F — Demiryolu sinyalizasyonu	246
G — Tren sinyalizasyonu	248
H — Bir elektrikli trenin bağlantı şeması	250
I — Tranvaylar	253
J — Trolleybüsler	253
K — Akübüsler	258

6. BÖLÜM : ELEKTRİKLI ZAMAN SAATLERİ

A — Giriş	262
B — Rakkaslı zaman saati	262
C — Senkronizasyon rakkaslı zaman saati	263
D — Rakkaslı (salınımlı) ve transistörlü saat	265
E — Motorlu zaman saati	266
F — Kurmalı pilli zaman saati	268
G — Kurmalı şebeke zaman saati	269
H — Osilatörlü zaman saati	269
I — Zaman saatlerinin dağıtımı	270
J — Bildirim tesisi zaman saati	273

7. BÖLÜM: ELEKTRİK KAYNAK MAKİNALARI

A — Direnç kaynağı	274
B — Ark kaynağı	278

8. BÖLÜM: ELEKTRİKLİ FIRINLAR

A — Giriş	285
B — Isıtma yöntemlerine göre fırın çeşitleri	287
C — İndüksiyon fırınları	287
D — Dielektrik ısıtma	297
E — Ark fırınları	298
F — Yüksek akım fırınları	301
G — Dirençli fırınlar	302
H — Banyolu fırınlar	305
I — Pirometreler	307

9. BÖLÜM: SOĞUTMA TEKNİĞİ

A — Giriş	314
B — Soğuk nedir?	314
C — Mutlak sıfır noktası	315
D — Isı ve sıcaklık	315
E — Ergime ve buharlaşma ısısı	317
F — Suyun buhar basınç eğrisi	318
G — Soğutucu gazların buhar basınç eğrisi	319
H — Basıncın sıcaklıkla ilişkisi	320
I — Basınç	321
J — Manometreler	323
K — Bir soğutma sisteminin temel çalışma prensipleri	324
L — Bir soğutma dolabının içindeki ısının alınması ve gelişti- mesi	324
M — Ekovatlı bir soğutma sistemini meydana getiren parçalar ve vazifeleri	327
N — Soğutma gazları ve çeşitleri	329
O — Soğutma maddesinde aranan özellikler	329
P — Ekovat	330
R — Termostat	331
S — Ekovatlı buzdolabı elektrik devresi prensip şeması	332

Sayfa No:

10. BÖLÜM: ELEKTRİK TESİSAT YÖNETMELİK MADDELERİ

A — Tarif	334
B — Genel hükümler	334
C — Topraklamalar	336
D — Aşırı gerilimlerden korunma	341
E — Aşırı akımlardan korunma	341
F — Cihazlar	341
G — Kapalı yerlerdeki irtibat tesisatı	342
H — Transformatör merkezleri	343
I — Açık hava tesisatı	344
J — Havaî hatlar	345

11. BÖLÜM: ELEKTRİK TESİSLERİNDE İŞ GÜ- VENLİĞİ, KORUNMA TEDBİRLERİ VE İLK YARDIM

YÖNETMELİK SÖZLÜĞÜ	356
YARARLANILAN ESERLER	363
İNDEKS	364
	365

ÖNSÖZ

Bilindiği gibi elektrik enerjisi en çok kullanılan bir enerji çeşitidir. Teknolojinin ve uygarlığın gelişmesiyle de bu enerji çeşitinin kullanma alanı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu kitapta elektrik enerjisiyle çalışan ev ve endüstriyel cihazlar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bilimsel araştırmalar sonucu bulunan elemanlar ve metotlar elektrik cihazlarının çalışma esasları çok az değişme göstermektedir. Bu nedenle kitapta toplanan konuların uzun süre geçerliliğini ve yeniliğini koruyacağı görülmektedir.

ENDÜSTRİYEL ELEKTRİK adlı bu kitaptan ilk öğrenimini tamamlamış her kişi kolayca yararlanabilir. Çünkü konuların tümünde ileri derecede matematik, kimya ve fizik bilgileri bulunmaktadır. Endüstri meslek liseleri ve teknik liselerdeki öğretimde kitabın içine aldığı konuların tamamının verilmesine özen göstermek büyük yarar sağlar kanaatindeyiz.

I/OCAK/1979

ÖZDEMİR BADUR ÇETİN BAŞOĞLU TEMEL ŞENER

BÖLÜM

I

ENERJİNİN ÜRETİLMESİ

A — ELEKTRİK ENERJİSİNİN ÖNEMİ

Elektriğin varlığı çok eski zamanlardan beri bilinmesine rağmen (Tales M. Ö. 600) elektrik enerjisinden yararlanma, bu alandaki gelişmeler çok eskiye dayanmaz. 19. asırdan itibaren elektrikli cihazlar çoğalmış, bu alandaki gelişmeler yoğunlaşmıştır. Örneğin bugün hepimizin evinde, iş yerinde birkaç tane radyo bulunmasına rağmen İkinci Dünya Savaşı anında güncel konuları dinlemek için mahallede bulunan bir tek radyonun başına toplanılırdı. Şu istatistiki bilgi bu fikri perçinlemeye yeterlidir. 1945 yılında kişi başına düşen enerji miktarı 28 Kwh iken bugün 455 Kwh'dir. Günümüzde eğlencemiz, ısınmamız, aydınlanmamız, ekmeğimiz, ulaşımımız, tedavimiz, atelye ve büro çalışmamız hep elektrik sayesinde olmuyor mu? Demek oluyor ki, elektrik hava kadar, su kadar, besin kadar yaşamımızda etken olmuştur. Elektrik enerjisinin kısa zamanda bu kadar gelişmesinin nedenlerine değinecek olursak;

- Üretildiği yerden çok uzaklara taşınabilir.
- Kokusuz ve artıksız ısı, ışık, kimyasa!, mekanik ve diğer bütün çeşitlerine kolayca dönüşebilmesi ve dolayısıyla her gayeye göre kullanılma özelliği.
- Çok hassas ayar imkânına sahip oluşu.

Ev, büro ve diğer çalışma yerlerinde sağladığı kolaylıklar nedeniyle yaşama konforunu artırıcı etkisi elektriğin her ihtiyacın karşılanmasında kendisinden yararlanan bir eleman haline getirmiştir. Bir ülkenin uygarlığından bahsederken yıllık enerji üretiminde, kişi başına düşen enerjiden bahsedilir, yani elektrik sosyo - ekonomik ölçülerden biri haline gelmiştir.

Memleketimiz toprak genişliği bakımından Avrupa'nın ikinci, nüfus kalabalığı bakımından 6. büyük ülkesi olmasına rağmen elek-

trik üretimi ve kişi başına düşen enerji bakımından maalesef tablonun alt sıralarında yer almaktadır (cetvel: 1). Ancak (cetvel: 2)'ye baktığımızda da 1945 yılına göre, bu konuda çok büyük gelişmeler olduğunu görmekteyiz.

Avrupa Ülkelerinin Enerji Durumu

Memleketin Adı	Toprak genişliği 10 ³ km ²	Enerji üretimi 10 ⁹ kWh	Nüfus başına kWh
İsveç	449	60.645	8.042
Finlandiya	337	22.502	4.915
İsviçre	41	33.173	4.509
İngiltere	245	248.588	4.464
Batı Almanya	246	242.612	4.067
Doğu Almanya	107	67.650	3.943
Belçika - Lüksemburg	30	32.671	3.454
Çekoslovakya	127	45.163	3.412
Avusturya	84	30.036	3.332
Hollanda	33	40.859	3.110
Danimarka	43	18.864	2.981
Fransa	551	140.708	2.759
Bulgaristan	111	19.513	2.301
İtalya	303	117.423	2.262
İrlanda	83	5.950	2.021
Polonya	310	64.531	1.975
İspanya	505	56.490	1.627
Romanya	237	35.088	1.615
Yugoslavya	256	26.024	1.288
Yunanistan	130	9.399	1.059
Portekiz	92	7.379	768
Türkiye	768	8.623	242
S.S.C.B.		740.926	3.030
Bölge termik santrallerinden		7.246.2 Milyon kwh	
Bölge hidrolik santrallerinden		30.101.7	" "
Diğer santrallerden		894.0	" "
Toplam		11.241.9	" "

(Cetvel : 1)

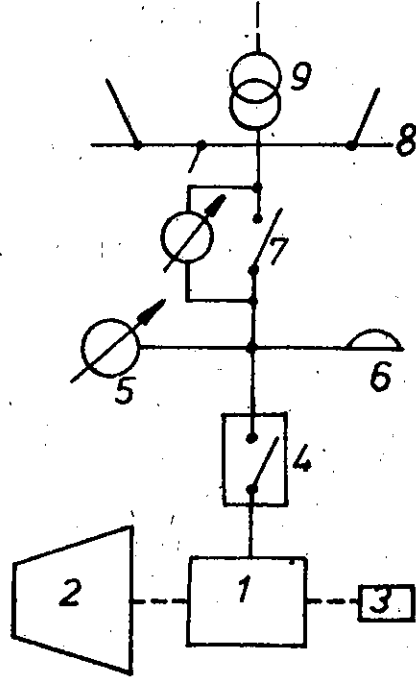
Türkiye Elektrik Enerjisi Ve Güç Tahminleri

Yıllar	nüfus 10 ³	nüfus artışı %	Enerji üretimi GWh	Enerji üretimi artışı %	kWh/in- san artışı %	Pu- ant güç MW	Puant güç artışı %
1945	18.929		528			135	
1950	20.809	2.2	790	8.4	38	6.3	190
1955	23.859	2.8	1.580	14.9	66	11.7	366
1960	27.755	2.9	2.815	12.2	101	8.8	617
1965	29.655	2.5	3.983	12.3	134	9.9	863
1967	32.750	2.5	6.217	11.8	190	9.2	1.330
1968	33.585	2.5	6.936	11.5	207	8.9	1.460
1969	34.442	2.5	7.838	13.0	227	10.1	1.600
1970	35.321	2.5	8.623	10.0	242	6.1	1.760
1971	36.221	2.5	9.701	12.5	268	10.7	1.945
1972	37.146	2.5	11.242	15.9	303	13.0	2.160
1973	38.094	2.5	12.300	10.0	323	6.3	
1977	42.134	2.5	19.150	12.0	455	9.0	3.640
1982	47.400	2.4	32.200	11.0	680	8.4	6.130
1987	53.100	2.3	54.400	11.0	1.024	8.6	10.350
1992	59.200	2.2	87.500	10.0	1.478	7.6	16.600
1997	65.700	2.0	141.000	10.0	2.145	7.7	26.800
2000	70.000	2.0	183.000	9.1	2.615	6.9	34.800

(Cetvel : 2)

B — ELEKTRİK SANTRALLARI :

Uygarlık ölçüsü diyebileceğimiz elektrik enerjisinin üretildiği yerlere ELEKTRİK SANTRALI diyoruz. Bir elektrik santrali başlıca şu kısımlardan meydana gelmiştir.



(Şekil : 1 -) Bir Elektrik Santralının Üniteleri.

1 — JENERATÖR : Santraldaki elektrik enerjisi üreten makinedir. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Bu elektrik enerjisi doğru akım olabilir, monofaze (bir fazlı) veya trifaze (üç fazlı) dalgali akım olabilir. Büyük santrallarda üretilen trifaze dalgali akımdır.

2 — MEKANİKİ ENERJİ ÜRETEN KISIM : Jeneratörün elektrik enerjisi üretebilmesi için mekanik enerjiye ihtiyaç olduğunu biliyoruz. İstenilen bu enerji şemamızda 2 numara ile gösterilen kısımdan üretilir. Mekanik enerji üreten bu kısım su veya buhar türbünü olabileceği gibi bir atom reaktörü veya dizel motorlardan birisi olabilir. Bu makineye görede isim alır. Örneğin; Termik santral, atom santrali gibi.

3 — UYARTIM MAKİNASI : Elektrik enerjisi üretiminde jeneratöre doğru akım vererek yardımcı olur. Alternatörün kutuplarını uyartan bir şönt dinamodur.

4 — KESİCİ : (DİSJONKTÖR) : Özel yapılı bir şalterdir. Şebeke ile jeneratör arasındaki bağlantıyı sağlar.

5 — ÖLÇÜ ALETLERİ : Santral ve şebeke ile ilgili birçok büyüklükleri ölçer. Örneğin : Fazlardan çekilen akımlar, gerilimler, güçler, sıcaklıklar basınçlar; baca gazının özellikleri güç katsayısı v.b. gibi.

6 — KORUMA AYGITLARI : Santralda, şebekede meydana gelebilecek arıza ve kazalara karşı santral ve şebekeyi korurlar.

7 — SENKRONİZASYON DÜZENEGİ : Santralin şebekeye bir arızaya yol açmadan sıhhatli bir şekilde bağlanması için kullanılan yardımcı bir düzeneğdir.

8 — BARA DÜZENEGİ : Santralda üretilen elektrik enerjisi dağıtım için baralara gelir, gerekli yerlere buradan dağıtılır.

9 — TRAFİ POSTASI : Jeneratörde üretilen enerjinin uzaklara nakledilebilmesi için gerilim, trafo postalarında yükseltilerek hatta verilir. Santraldaki trafoların bulunduğu yere ŞALT SAHA sı denir.

Santralin kısımlarının tanımlarını burada basit olarak yaptık, ilerideki konularımızda daha geniş olarak ele alacağız.

C — SANTRALLARIN SINIFLANDIRILMASI

Santrallar kuruluş amacına göre, hizmet ettiği alana göre, birde mekanik enerji üreten makinenin cinsine göre birçok şekilde sınıflandırılır. Genellikle mekanik enerji üreten makinenin cinsine göre santralları üçe ayırmak mümkündür.

- 1 — Termik santrallar,
- 2 — Hidroelektrik santrallar,
- 3 — Rüzgâr santralları.

Memleketimizin enerji ihtiyacına ilk iki sırayı işgal eden santrallar cevap vermektedir. Artan enerji ihtiyacı dünyadaki yakıt rezervlerini günden güne azalttığı için nükleer enerjiden, güneş enerjisinden, şehir çöplerinden elektrik enerjisi elde etme yöntemleri aranmış birçok ülkede geniş çapta uygulama alanı bulmuştur. Özellikle Amerika'da büyük nükleer santrallar kurulmuş ve böylece koca bir eyaletin enerji ihtiyacını bir tek santral sağlayabilmiştir. Hollan-

da'da şehir çöplerinden yararlanılarak termik santrallar kurulmuş, işe yaramıyan artıklar değerlendirilmiştir. Şimdi santralları sıralamamıza göre inceleyelim.

SORULAR: 1

- 1 — Elektrik enerjisinin günlük hayatımızdaki önemini belirtiniz.
- 2 — Elektrik enerjisinin benimsenme sebebini açıklayınız.
- 3 — Elektrik santrali nedir? Bir santral şeması çizerek, santrali meydana getiren elemanları sıralayınız.
- 4 — Koruma elemanlarının düzeneklerinin santrallardaki görevleri nelerdir?
- 5 — Mekanik enerji üreten kısmın santrallardaki görevleri ve çeşitleri nelerdir?
- 6 — Santralları mekanik enerji üreten makinelerin cinsine göre sınıflandırınız.

D — TERMİK SANTRALLAR :

Termik santrallarda yakıtın verdiği ısıdan ve genişmeden mekanik enerji elde edilir.

1955 istatistiklerine göre memleketimizin elektrik ihtiyacının % 94,3 termik santrallardan sağlanırken artan enerji ihtiyacı, eksilen yakıt rezervleri yüzünden bu oran, çok değişmiş, hidroelektrik santrallar ağırlık kazanmıştır. Buna rağmen memleketimizde faaliyet gösteren büyük termik santrallar enerji ihtiyacımızın büyük bir kısmını karşılamaya devam etmektedirler. Başlıca termik santrallarımız kurulu güçlerine göre Ambarlı, Çatalağzı, Tunçbilek, Silâhtarğa, Mersin, Soma, İzmir, Ankara şeklinde sıralayabiliriz. Daha birçok küçük güçlü santrallarımız çeşitli yörelerimizin enerji ihtiyacını karşılamaktadırlar. Termik santralların mekanik enerji üreten makinenin cinsine göre birçok çeşitleri vardır.

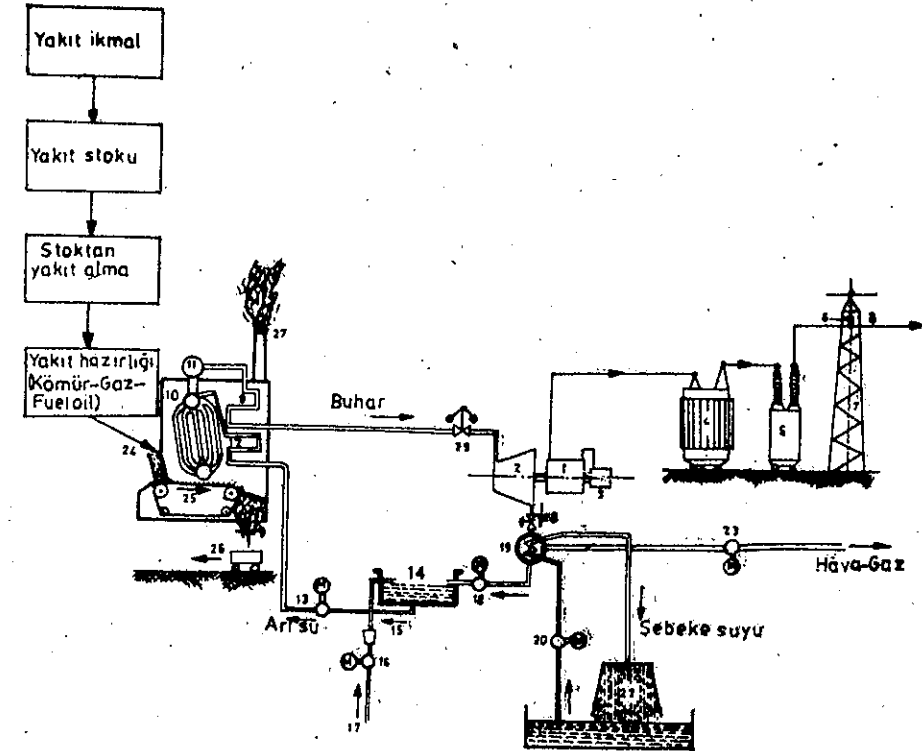
- 1) Buhar türbünlü santrallar,
- 2) Lokomotifli santrallar,
- 3) Dizel ve benzin motorlu santrallar,
- 4) Gaz türbinli santrallar
- 5) Atom santralları.

Bunları önem ve yaygın kullanılış şekline göre inceleyelim.

1) BUHAR TÜRBÜNLÜ SANTRALLAR :

Bu santrallarda yakıt yardımı ile ısıtılan sudan buhar elde edilir, basınçlı buhar buhar türbinini çalıştırarak mekanik enerji elde edilir. Bu santrallarda yakıt olarak kömür, akaryakıt, tabii gaz kul-

lanılır. Memleketimizdeki termik santrallarda daha çok linyit kömürü ve fuel oil kullanılmaktadır. Buhar türbinli santrallar yakıtın veya demiryolu, denizyolu güzergâhına kurulur. Çünkü yakıtın nakli elektrik enerjisinin naklinden daha zor ve masraflıdır. Onun için Tunçbilek, Soma termik santralları kömür havzalarının çok yakınına kurulmuştur. Ambarlı termik santrali İstanbul'da olup fuel oil denizyolu ile İzmit'ten taşınmaktadır. (Resim 1 - 3) de termik santrallarımızdan biri görülmektedir. (Şekil 1 - 2) de Buhar türbünlü bir termik santralin prensip şeması görülmektedir. Santralin kömür deposunda, kömür kepçeler veya bantlar yardımı ile buhar kazanındaki kömür giriş yerinden ızgara üzerine dökülür, (24). Izgara şeklimizde (25) numara ile gösterildi, genellikle paletli olup bir elektrik motoru ile ok yönünde çok yavaş olarak hareket ettirilir. Motorun devir sayısını değiştirmek suretiyle ızgaranın üzerine dökülen kömürün yanma süresi ayarlanabilir. Bu süre öyle ayarlanır ki ızgara üzerine dökülen kömür ızgaranın sonuna yaklaştığında yanmış ve tamamen kül olmuş durumdadır. Küller bir vagonet (26) yardımı ile dışarı atılır. Kömürün yanması ile elde edilen sıcaklık kazan içerisinde bulunan borulardaki suyu ısıtmak

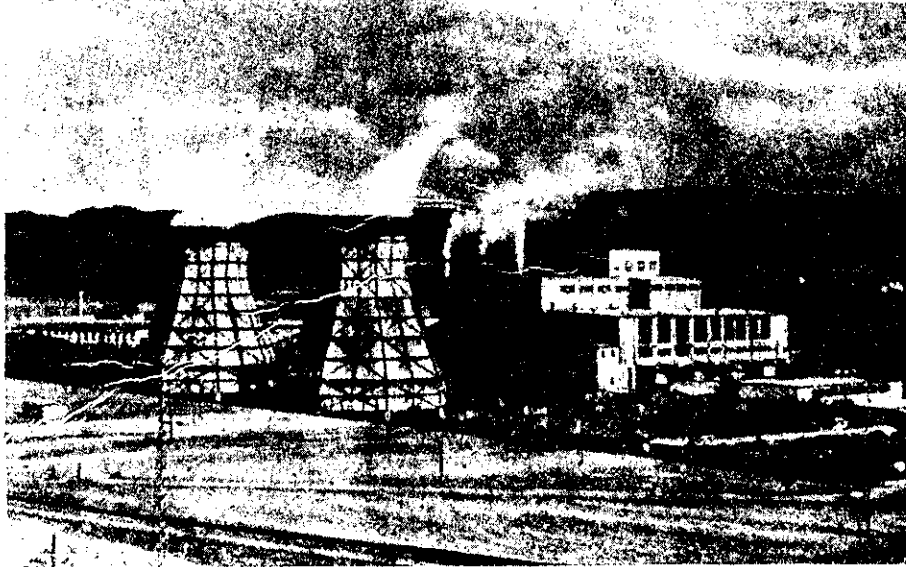


(Şekil: 1-2) Buhar türbünlü termik santral.

suretiyle buharlaştıracaktır. Elde edilen buhar 11.no. ile gösterilen dom adı verilen buhar toplayıcısında toplanacaktır. Dom'dan (9) nolu buhar kızdırıcılarına gelen buhar daha fazla ısıtmak suretiyle basıncı artırılır. Yüksek basınçlı buhar borularla (2) nolu buhar türbününe gönderilir. Basınçlı buhar türbünün rotorundaki kanatlara çarparak rotoru döndürür ve böylece de ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüşmüş olur. Elektrik enerjisi üreten alternatörün rotoru (1 no) buhar türbünün rotoruna akuple edilmiş olduğu için alternatörün statorunda

Santralin adı	Kurulduğu İl	Yakıt cinsi	Kurulu gücü (Mw)	Yıllık üretim Gwh. Gigawh
Anbarlı	İstanbul	Fuel oil	630	4500
Seyitömer	Kütahya	Taş kömürü	300	1800
Tunçbilek	Kütahya	Linyit	129	830
Çatalağzı	Zonguldak	Taş kömürü	129	800
Silâhtar	İstanbul	Linyit	122	450
Seydişehir	Konya	Motorin	120	320
Aliağa GT	İzmir	Motorin	120	320
Hopa	Artvin	Fuel oil	50	350
Bornova GT	İzmir	Motorin	45	115
Soma	Manisa	Linyit	44	300

(Cetvel : 3) Memleketimizde işletilmekte olan termik santrallerimiz.



(Şekil : 1-3) Tunçbilek Termik Santrali.

istenilen elektrik enerjisi üretilmiş olur. Alternatörün uyarıtımı için gerekli doğru akım aynı mil üzerine akuple edilmiş olan şönt dinamodan sağlanır (3 no).

Buhar türbinini çevirmiş olan buharın basıncı düşmüştür.yaklaşık 5 atü civarındadır. Bu iş görmüş buhara ÇÜRÜK BUHAR denir.

Çürük buhar KONDANSER (19) denen cihazda yoğunlaştırılarak su haline getirilir. ve besleme suyu deposuna (14) gönderilir. Buradan da tekrar kazana verilerek buhar haline getirilir ve alternatörü döndürmek üzere türbine gönderilir.

Kondanserdeki yoğunlaşmayı sağlayan soğuk su hiç bir özelliği olmayan, şebekeden gelen sudur. Bu su, santrallarda özel olarak yapılmış olan havuzdan (21) pompa ile (20) kondansöre basılır. Kondanserde görev yapan su ısınmıştır. Isınan bu su (22) yağmur yağar gibi hava ile temas etmesi sonucunda havuza soğumuş olarak yukarıdan dökülür. Kondanserdeki birikmiş olan hava, gaz (23) nolu pompa ile dışarı atılır. Buhar kaybindan dolayı (14) nolu besleme suyu deposunda eksilen yumuşak su (15) nolu su artıma vasıtasıyla şehir şebekesinden sağlanır.

Üretilen elektrik enerjisinin frekansının sabit olması istenir. Bu da alternatörün devir sayısının sabit kalması ile mümkündür. Her an değişen yük karşısında alternatörün devir sayısı buhar girişini ayarlamakla sabit tutulur. Türbine giren buharda (29) numara ile gösterilen regülatörle ayarlanır.

Alternatörde üretilen elektrik enerjisinin gerilimi ŞALT SAHA (Yüksek Gerilim Transformatörleri, disjonktörler v.s. nin bulunduğu saha) da yükseltildikten sonra havai hatlar (8) vasıtası ile istenilen yerlere iletilir.

Memleketimizdeki başlıca termik santrallerimizin büyüklüklerine göre sıralanışı (cetvel : 3) de gösterilmektedir.

Başlıca linyit yatakları : Soma, Tunçbilek ve Değirmisaz'dadır. Linyitin yanma ısısı 2500 ilâ 5500 Cal/gr.'dır. Mazotun yanma ısısı 10000 Cal/gr.'dır.

3) DİZEL SANTRALLARI :

Bu tip santraller alternatör ve uyarıtım dinamosunu harekete geçiren dizel denilen içten yanmalı motorinle (Mazot) çalışan bir motordan oluşmuştur. (Şekil : 1-4)

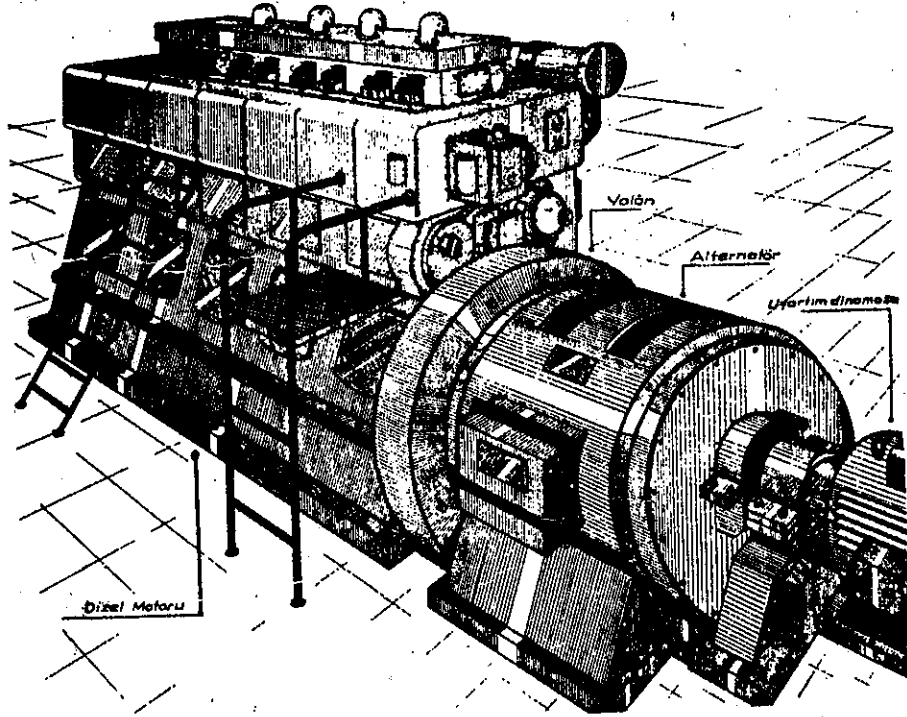
Genellikle küçük ve orta güçteki enerji ihtiyaçlarını gidermekte kullanılır. Bazen de su ve kömür'ün bulunmadığı bölgelere büyük

güçlü sabit dizel grupları kurulur. Orta güçteki sabit dizel grupları; Hastahane, PTT, Maden ocakları, TV - Radyo, Mağazalar, Sinema gibi hayati önemi olan veya faaliyetlerinin aksamaması istenilen yerlerde asıl şebekede arıza olduğu zaman otomatik olarak devreye girerler. Ufak güçte hareketli dizel grupları, tamir işleri ve şantiyelerde kullanılmak üzere römorklara monte edilir.

Kuruluşunun kolay, yan ünitelerinin az oluşuna karşın; kullanılan yakıtın pahalı oluşu dolayısıyla üretilen enerjinin Kwh maliyeti artacağı için mecbur olmadıkça dizel santrallerinin büyük güçlülere kullanılamaz.

Şekilde görülen volanın görevi; düzgün ve titreşimsiz bir hız sağlamaktadır. Ana milde hız dalgalanmaları olursa alternatörün frekansında değişimler olur.

Küçük güçlü dizel gruplarına marş motoru ile yol verilmesine karşın büyük güçlülerde basınçlı hava kullanılır.



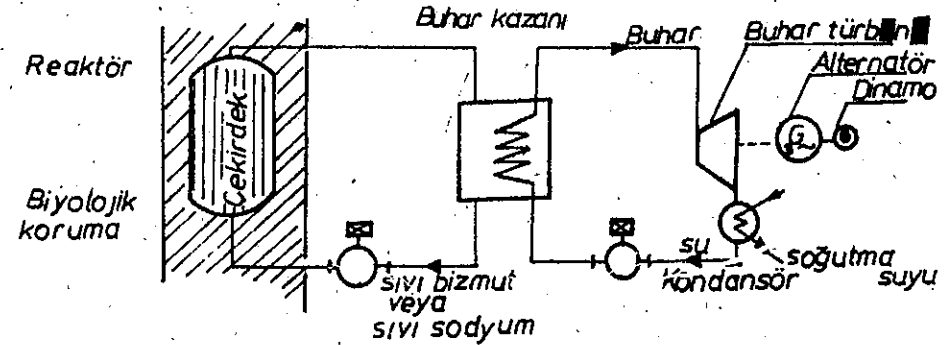
Bir dizel santrali.

5) ATOM SANTRALLARI :

Artan enerji ihtiyacı azalan yakıt rezervleri insanlara elektrik üreten yeni santraller bulmaya zorlamıştır. Bunun sonucunda da daha evvel askerî amaçlarla kullanılmış olan atomun parçalanması neticesi doğan büyük ısıdan yararlanılarak ATOM SANTRAL'ları geliştirilmiştir.

Henüz memleketimizde enerji üretiminde kullanılamayan fakat Amerika, Japonya gibi büyük ülkeler elektrik üretimine büyük katkıda bulunan atom santralleri de aslında termik santrallerdir. Bu buhar elde edilmesinde REAKTÖR denilen atomun parçalanmasını sağlayan kısımdan yararlanır. Atom çekirdeğinin parçalanması sonucunda büyük bir ısı ve ışık enerjisi doğar. Bu işe en yakın ve günümüzde kullanılan elementler uranyum 235 Plutonyum 239 uranyum 233 ve toryumdur.

Örneğin Uranyum 235 elementinin atom çekirdeğinin parçalanması sonucunda Alfa, Beta, Gama ışınları (Radyoaktif ışınlar) ile birlikte Baryum ve Kripton'a ayrılır. Reaksiyon anında büyük bir ısı doğar. Atom santrallerinde de bu ısıdan yararlanır. Tabiidir ki, tek bir atom çekirdeğinin parçalanması söz konusu olmayıp birçok çekirdek zincirleme olarak parçalanır. 1 Kg Uranyum 235'in parçalanması ile açığa çıkan enerji, ısı değeri 7000 k Cal/Kg olan taşkömürünün 2800 tonunun yanması neticesinde elde edilen ısıya eş değerlidir.



(Şekil : 1-5) Buhar türbinli atom santrali şeması

Atom santrallerinde radyoaktif ışınların zararından korunmak için, reaktör demirli beton dan veya kurşundan yapılmış duvarlar içerisine alınır.

Reaktörden buhar kazanına ısı taşıyan sıvı, Bizmut veya Sıvı Sodyum radyoaktif serpinti taşımadıkları için tercih edilmiştir.

SORULAR : 2

- 1 — Termik santral deyince aklımıza nasıl bir santral türü geliyor? Memleketimizdeki başlıca termik santralimizin ismini ve kurulduğu yerin ismini sayınız. ?
- 2 — Termik santralleri mekanik enerji üreten makinenin cinsine göre sınıflandırınız. ?
- 3 — Buhar türbinli termik santral şeması çizerek yapısına giren elemanları sıralayınız. ?
- 4 — Dom, buhar türbinli kondansör hakkında bilgi veriniz. ?
- 5 — Dizel santralının çalışma prensibini açıklayınız. ?
- 6 — Küçük, orta, büyük güçlü dizel santrallerinin kullanıldıkları yerleri belirtiniz. ?
- 7 — Atom santralının şemasını çizerek, santrali meydana getiren elemanları şeması üzerine yazınız. ?
- 8 — Reaktör nedir? Atomun parçalanışını kısaca izah ediniz. ?

E — HİDROELEKTRİK SANTRALLARI :

Hidrolik santrallar, nehirlerin, akarsuların kinetik enerjilerini, baraj veya göllerdeki potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Yani bu santralların enerji kaynağı sudaki potansiyel enerjidir. Herhangi bir yerde birikmiş ve durgun halde duran su bir potansiyel enerjiye sahiptir. Bu su daha aşağı seviyedeki bir yere akıtıldığında suyun enerjisi kinetik bir enerjiye dönüşür, bu anda yolu üzerine konmuş olan bir çarkı çevirir, çarka bağlı olan bir jeneratörde elektrik enerjisi üretir. Hidroelektrik santrallarının ana prensibi budur. Günümüzde süratle artan enerji ihtiyacını karşılamak için tükenmez bir enerji kaynağı olan sudan yararlanılarak elektrik enerjisi üretmek zorunlu olmuştur. Bu bakımdan da yurdumuzun artan enerji ihtiyacını karşılamak için büyük hidroelektrik santralleri kurulmaktadır.

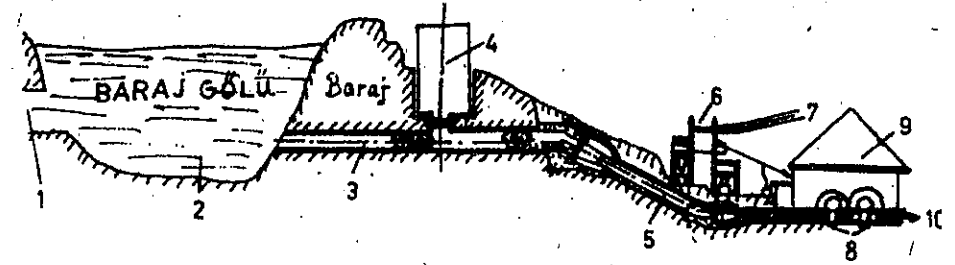
Hidroelektrik santrallarının diğer santral tiplerine göre şu üstünlükleri vardır.

- Yakıt masrafı olmadığından enerjinin maliyeti ucuzdur.
- Yapısı daha sade olduğu için az elemana ihtiyaç gösterir.
- Yapısı daha sade olduğu için az arıza yapar, bakımı kolay, masrafı azdır.

— Çalışmadığı zaman masrafı azdır.

— Yük değişimlerine çok çabuk uygunluk sağlar.

Bütün hidroelektrik santrallarının prensibi aynı olup kesinlikle bir akarsu üzerine kurulu'dur. Tabii bu akarsunun devamlılığı ve enerjisinin de yeterli olması gerekir. (Şekil : 1 - 6) da bir hidroelektrik santralın prensip şeması görülmektedir. Santral başlıca şu kısımlardan meydana gelmiştir :



(Şekil : 1 - 6) Hidroelektrik santral.

1) Suyun (Nehrin) baraja aktığı kısım. Örneğin : Sarıyar barajına Sakarya nehri akmaktadır.

2) BARAJ : Suyun toplandığı bir nevi suni göl. Baraj için seçilecek yerin sert zeminli ve kayalık olması ve barajın sızdırmaz olması istenilir. Özellikle bahar aylarındaki nehirlerdeki, dolayısıyla barajlardaki su yükselmesi ve taşmaları önlemek için betondan yapılmış elektrik motoru ile hareket eden su boşaltma kapakları (Savaklar) konmuştur. Yapım şekline göre 1) Ağırlık barajları, 2) Kemer barajları, 3) Toprak yığma barajları, 4) Takviyeli barajlar, olmak üzere dört tip baraj vardır. Örneğin Sarıyar barajı birinci gruba dahil olup beton ağırlık barajıdır. Bu barajın yüksekliği 108 m., taban genişliği 95 m. ve uzunluğu 60 m. dir.

3) BETON TÜNEL : Barajın su alma ağzından başlayıp denge bacasına kadar uzanmakta olan KUVVET TÜNELİ'dir. Sarıyar barajında bu tünelin çapı 8 metre uzunluğu 945 metredir. Bu tünel genellikle kalın betondan yapılır.

4) DENGE BACASI : Uzun bir tünel dolayısıyla meydana gelebilecek büyük su darbelerini hafifletmek ve aynı zamanda elektrik sisteminde istenilen değişik enerji ihtiyacını karşılayacak, ayarlayıcı su miktarını temin etmek için DENGE BACASI denilen genellikle çelik saçtan yapılmış büyük bir silindir kullanılır. Büyük diyoruz çünkü Sarıyar'ın denge bacasının çapı 28 m., yüksekliği 46,5 m. dir.

5) CEBRİ BORU : Denge bacasından aldığı suyu türbine ileten beton veya çelik saçtan yapılmış büyük çaplı borudur. Sarıyar'ın cebri borusunu denge bacasından çıktığı andaki çapı 8 m. dir, daha sonra biraz daha küçük çaplı dört kola ayrılır.

6) ŞALT SAHASI : Güç trafolarının disjonktörlerin bulunduğu açık havadan kurulmuş tesislerdir.

7) **ENERJİ NAKİL HATLARI (E N H)** : Santralda üretilen elektrik enerjisi bu tesisler yardımı ile istenilen yere iletilir.

8) **SU TÜRBİNLERİ** : Cebri borudan gelen basınçlı suyun kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirerek alternatörün elektrik enerjisi üretmesini sağlar.

9) **SANTRAL BİNASI** : İçerisinde türbinlerin, jeneratörlerin, kumanda odalarının v.s. nin bulunduğu binadır.

Genel olarak üç değişik tipte türbin vardır.

1° — **PELTON TÜRBİNİ** : Dakikadaki devir sayısı 0-32 arasındadır. Hazar santralının türbini pelton tipidir.

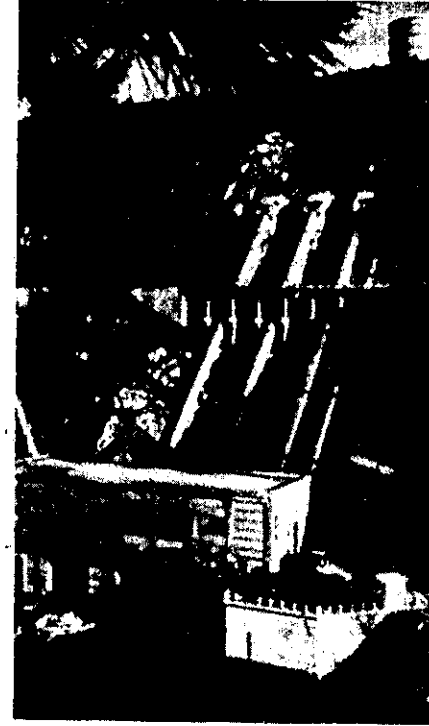
2° — **FRANCIS TÜRBİNİ** : Dakikadaki devir sayısı 65-350 arasındadır. Sarıyar santralındaki türbinler Francis türbinleri olup dakikadaki devir sayıları 187,5 dur.

3° — **KAPLAN TÜRBİNİ** : Dakikadaki devri 350-1000 arasındadır. Bütün türbinlerde duran kısma salyangoz döner kısma rotor denir. Rotor kanatlarına çarpan basınçlı su, rotoru döndürerek bir mekanik enerji elde edilmesini sağlar.

10) **İş görmüş olan suyun çıkışı** : Bu su daha düşük katta kurulmuş olan diğer bir santralda elektrik üretimi sağlayabilir. Örneğin Sakarya nehri üzerine kurulmuş olan Gökçekaya, Sarıyar santralleri Kızılırmak üzerine kurulmuş olan Hırfanlı, Kesikköprü santralleri gibi. Memleketimizdeki başlıca hidroelektrik santrallerimizin büyüklüklerine göre sıralanışı. (Cetvel : 4) görülmektedir.

Santralin adı	Kurulduğu il	Beslendiği ırmak	Kurulu gücü (Mw)	Yıllık ortalama üretim Gwh (10 ⁹ wh)
Keban	Elâzığ	Fırat	830	4600
Gökçekaya	Eskişehir	Sakarya	188	650
Sarıyar	Ankara	Sakarya	180	500
Kadincık	Mersin	Kadincık	128	622
Hırfanlı	Kırşehir	Kızılırmak	96	300
Kesikköprü	Kırşehir	Kızılırmak	76	180
Demirköprü	Manisa	Gediz	69	190
Seyhan	Adana	Seyhan	60	350
Kovada	İsparta	Aksu	59,6	261
Kemer	Aydın	B. Menderes (Akçay)	48	135

(Cetvel : 4) İşletilmekte olan Hidroelektrik santrallerimiz.



(Şekil : 1-7) Demirköprü Hidroelektrik santrali.



(Şekil : 1-8) Hırfanlı, hidroelektrik santralının jeneratör dairesi.

F — TÜRKİYE'DE ELEKTRİKLENDİRME VE SANTRALLARIN TARİHÇESİ

Sosyal hayatın ve sanayinin alt yapı elemanı, itici gücü olan elektriğin tatbikatı ileri batı ülkelerinde 1880 yıllarında başlamaktadır. Yurdumuzda bu enerjinin ilk kullanılmasına 1902 yılında çok küçük güçle Tarsus'da başlamıştır. Bundan sonraki tatbikat 1910 yıllarında İstanbul'da bir elektrik santralının kurulmasıyla devam etmiştir. Arkasından da Adapazarı'nda küçük bir santral kurulabilmiştir. Böylece 1923'de, yani Cumhuriyetin ilânında bu üç şehrimizde kurulu güçleri 33 MW. olan bir enerji kaynağı mevcut idi. Elektrikten yararlanan nüfus ise, o zamanki nüfusumuzun % 6'sı civarındaydı. Kesin belgelere dayanmamakla beraber bu yıllardaki tüketimde 50 milyon kilovat - saat kadardı.

Cumhuriyetin kuruluşundan sonra devleti yönetenler yurdun her şehir ve kasabasında bir elektrik santrali kurmayı amaç edinmişlerdir. Kurulan santralleri hep yabancılar kurmuşlardır. Bunla-

rın işletilmesi de yerli ve yabancı kuruluşlarla Belediyeler,, Özel İdareler, Fabrikatörler ve özel kişilerce yürütülmüştür. Bu santrallerin bazıları taşkömürü, bir kısmı mangal kömürü, bazıları dizel yakıtı ve bazıları da su enerjisi ile çalışıyorlardı. Bu sebeplede elektrik üretimi pahalı oluyordu. Nitekim 1930'larda elektriğin İstanbul'daki satış fiyatı 15 - 17, 1950'lerde ise Adapazarı'ndaki kilowat - saati 50 kuruş civarında idi.

Elektrik işlerindeki dağınıklığı, düzensizliği giderme amacıyla 1935 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi ile beraber Etibank'ta kurulmuştur. Böylece Türkiye'de şehirlerin elektrikleştirilmesinden Belediyeler sorumlu olmakla beraber, elektrik üretimi için gerekli enerji kaynaklarının etüdü ve tesis projelerinin yapımı ile (E.İ.E.) görevlendirilmekte, Etibank da madencilik görevi yanında büyük santraller kurmak ve işletmekle yükümlü kılınmakta idi.

Şehirlerin elektrikleştirilmesi işi Belediyelere bırakılınca bu konuda Belediyeler parasal ve teknik personel sorunları ile karşılaşılar. Bu sorunların çözümü ve diğer Belediye sorunlarına da yardımcı olmak üzere 1945 yılında İller Bankası kurulmuştur.

1940'lara kadar kurulan termik santraller yakıt olarak ya kıymetli taşkömürü kullanıyorlar veya motorin yakıyorlardı. Bu çalışma şekli neticede elektriğin pahalı olmasına sebep oluyordu. Bu sorunu çözmek için düşük kaliteli taşkömürü, linyit veya su kuvvetine dayalı santraller kurulması gereği daha iyi anlaşılmaya başlandı. Böylece santrallerin enerji tüketimi merkezleri yerine kaynakların bulunduğu yerde kurulup elektriğin iletim problemi ortaya çıktı. Elektriğin uzak mesafelere iletimi Amerika'da 1886'da Avrupa'da (Almanya) 1892'de gerçekleştirilmiş ve bu konuda büyük gelişmeler olmuştu. Türkiye'nin de artık benzer yola gitmesi gerekiyordu.

Bu durum karşısında İkinci Dünya Savaşı sırasında Zonguldak kömür yöresinde düşük kaliteli taşkömürü yakan bir termik santral kurulmasına karar verildi. Savaş yıllarında yapımı geri kalan bu tesis 60 MW güç ile 1948'de işletmeye alındı. Kömür yöresinde artan enerji Çates - Ereğli 66 KV hattından sonra yapılan Ereğli - Adapazarı - İzmit - Ümraniye 154 KV enerji iletim hattı ile İstanbul'a kadar taşındı. Böylece Türk enterkonnekte (Ulusal elektrik dağıtım) sisteminin ilk adımı atılmış oldu.

Daha sonraları yapılan Tunçbilek ve Soma termik santralleri ile Sarıyar, Seyhan, Kemer, Demirköprü, Hirfanlı, Kesikköprü, Almus, Hidroelektrik santralleri genellikle 154 KV'luk enerji nakil hatları ile kuzeybatı, Batı ve İç Anadolu'nun tüketim merkezlerine bağlandı.

Yılda % 13 - 14 oranında artmakta olan, Yurdumuz elektrik ihtiyacının ekonomik olarak yıllık üretimleri 60 milyar kilowat-saatın üstünde olan akarsulardan karşılanması çalışmaları, E.İ.E. idaresinde kuruluş yıllarından itibaren sürdürülmekteydi. Türkiye'nin büyük su potansiyeli ülkenin güneydoğu ve doğusundadır. 1936 yılından beri Fırat nehrinin izlenmesine başlanılmış, bu maksatla da çeşitli izleme istasyonları kurulmuştur. 1954 yılından itibaren Keban - Boğazında temel araştırmalarına başlanılmıştı. Bunu izleyen altı yıl içerisinde Keban barajı ve hidroelektrik santralı projesi her yönü ile inceleme ve araştırma konusu olmuştur. Keban santralı ile beraber üretilen enerjinin hangi gerilimle Ankara - İstanbul'a nakledileceği problemi ortaya çıkmıştır. Zamanın yetkililerince sürdürülen çalışmalar sonucunda 380 KV'luk gerilimin ekonomik olacağı (bazı itirazlara rağmen) öngörülmüştü.

380 KV'luk Keban - Ankara - İstanbul hatlarının her ikisinin birbirine çok yakın bir yerden Kayseri - Bolu sırtlarından geçirilmesi montaj ve kontrol kolaylığı yönünden, çok dağlık ve kışları ağır geçen bölge şartlarına aynı zamanda etkilenmeleri sonucu hızla önlem almayı olanaksızlaştırmaktadır.

SORULAR:

- 1 — Hidroelektrik santral nedir? Memleketimizde kurulmuş olan altı hidroelektrik santrallerimizin yer ve isimlerini sıralayınız.
- 2 — Hidroelektrik santrallerin diğer santral tiplerine göre üstünlüklerini sıralayınız.
- 3 — Bir hidroelektrik santralin prensip şemasını çizerek yapısına giren elemanları sıralayınız.
- 4 — Hidroelektrik santrallerde denge bacası, cebri boru, su türbünlerinin görevleri ve yapıları hakkında bilgi veriniz.
- 5 — Baraj nedir? Çeşitlerini yazınız.

BÖLÜM

2

ENERJİNİN TAŞINMASI

Bir evvelki konumuzda elektrik enerjisinin santrallarda üretildiğini, bu santrallarında her yere kurulmayacağını, örneğin bir termik santralin kömür, petrol, yer gazının çıktığı yere veya ulaşım araçlarının güzergâhına kurulmasının şart olduğunu görmüştük. Demek oluyorki santral istenilen her yere kurulmaz, ama enerji sarfeden alıcılar, istenilen her yerde bulunabilir. Bundan dolayı enerjinin üretildiği yerden bazen çok uzaklara iletilmesi istenir. Bu iletim işlemine ELEKTRİK ENERJİSİ'nin dağıtımı denir. Dağıtım, gerilimin durumuna göre iki şekilde yapılır.

- A) Alçak gerilimle dağıtım,
- B) Yüksek gerilimle dağıtım.

A) ALÇAK GERİLİMLE DAĞITIM

Daha sonraki konularımızda göreceğimiz gibi enerjinin alçak gerilimle uzaklara nakli hem pratik değildir, hem de ekonomik değildir. Onun için alçak gerilimli olarak üretilen enerji üretildiği yerdeki alıcıları besler. Yani bunlar küçük şebekelerdir. Alçak gerilimle üretim doğru ve alternatif akım şeklinde olacağından bunları ayrı ayrı inceliyelim.

1) DOĞRU AKIMLA DAĞITIM :

Elektrik enerjisi kullanılmaya başlandığında ilk dağıtım sistemi doğru akım idi. Zamanımızda bu dağıtım sistemi cerde ve bazı özel işletmelerde kullanılmaktadır. Yerini alternatif akıma bırakmasının nedeni ise doğru akımın çok uzaklara iletilememesidir.

Doğru akımın çok uzaklara iletildiğinde enerji kaybı çok olur.

Doğru akımın 750 Voltun üzerinde üretilmesi pek mümkün olmaz.

Doğru akım jeneratörleri istenildiği gibi büyük güçlerde imal edilmez. Örneğin : Birkaç bin KW'dan fazla olmaz.

Verimleri alternatörlere göre düşüktür. En çok % 92 civarındadır.

D.A. gerilimi yükseltemez ve alçaltılamaz. Alçaltıldığında güç kaybı olur.

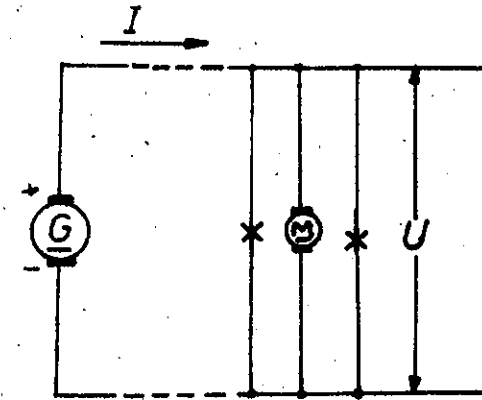
Doğru akımın dağıtımı iki şekilde olur.

a) İKİ HATLI DAĞITIM :

Doğru akım üreten jeneratörden pozitif (+), Negatif (—) olmak üzere enerjinin iki iletkenle dışarı alındığını biliyoruz. Şebeke de (+) ucun bağlandığı iletken GİDİŞ HATTI, (—) ucun bağlandığı iletken de DÖNÜŞ HATTI denir. Bağlanması gereken alıcılar bu iletkenlere paralel olarak bağlanır. Bir iletkenlerden geçen akımın değeri;

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\frac{L}{k.S}} = \frac{U.S.k}{L} \text{ dir.}$$

Gidiş, dönüş olmak üzere iki hat olduğuna göre,



(Şekil : 2-1) Doğru akımın iki hatla dağıtımı.

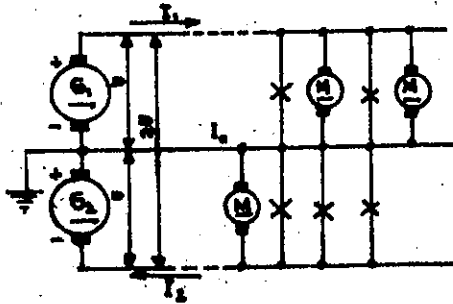
bu hatların direncini eşit kabul edersek : $R = 2 \cdot \frac{L}{k.S}$ dir. O zaman

formül $I = \frac{U}{2L} = \frac{U.k.S}{2L}$ olur. $I = \frac{U.k.S}{2L}$

Bu dağıtım sistemi küçük yüzeye yayılmış olan küçük şebekelerde kullanılmakta idi. Bugünlerde memleketimiz trolleybüs hatlarında kullanılmaktadır.

b) ÜÇ HATLI DAĞITIM :

Bu dağıtım sistemine EDİSON sistemi de denilmektedir. Biraz daha uzak mesafelere enerjinin nakli için bu sistem tercih edilir. Çünkü bu sistemde iki jeneratör seri bağlanarak çıkış gerilimi yükseltilmiştir. Jeneratörler seri bağlandığı yerden üçüncü bir uç daha çıkarılır ki bu hatta da nötr teli denir. (Şekil : 2-2)



(Şekil : 2-2) Üç hatlı dağıtım sistemi.

Jeneratörler eşit olarak yüklenirse yani $I_1 = I_2$ ise nötr iletkeninden geçen akım sıfır olur. Bu tip yüklere BALANS'lı yük denir. Bu duruma göre nötr iletkeni hiç akım taşımayacağından veya çok az taşıyacağına göre kesitinin gidiş ve dönüş hattı gibi kalın olmasına gerek yoktur. Onun için gidiş veya dönüş iletkeninin yarısı veya 1/4 kadar seçilir.

PROBLEMLER :

1) 40 W. 110 V. luk Wolfram flamanlı elektrik ampulünün çalışırken direnci 330 Ω dur. Birbirine paralel bağlı dörtlü bir grup,

aynı şekilde bağlanmış diğer bir dörtlü grupla seri olarak 220 V. luk şebekeye bağlanmıştır. (Şekil : 2-3)

- Her ampulün çektiği akımı,
- Her ampule uygulanan gerilimi bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$a) R_p = \frac{R}{n} = \frac{330}{4} = 82,5 \Omega$$

$$\Sigma R = 82,5 + 82,5 = 165 \Omega$$

$$N = I^2 \cdot R \rightarrow I^2 = \frac{N}{R} = \frac{320}{165} = 1,93 \text{ A. } I = \sqrt{1,93} = 1,4 \text{ A.}$$

$$I_1 = \frac{1,4}{4} = 0,35 \text{ A.}$$

$$b) U = \frac{N}{I} = \frac{40}{0,35} = 114 \text{ V.}$$

2) Üç hatlı dağıtım sisteminde nötr hattı ile diğer iki hat arasında jeneratör tarafından uygulanan gerilim 120 V. tur. Pozitif ile nötr hat arasında yerleştirilen yük 240 A, negatif ile nötr arasına konulan yük 180 A akım çekmektedir. Enerji taşıyan her iletkenin direnci 0,025 Ω dur.

- Her iki yüke uygulanan gerilimi
- Nötr hattından geçen akımın değerini ve yönünü bulunuz.

ÇÖZÜM :

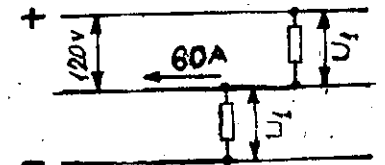
$$a) u_1 = I_1 \cdot R \cdot 2 = 240 \cdot 0,025 \cdot 2 = 12 \text{ V.}$$

$$U_1 = U - u_1 = 120 - 12 = 108 \text{ V.}$$

$$u_2 = I_2 \cdot R \cdot 2 = 180 \cdot 0,025 \cdot 2 = 9 \text{ V.}$$

$$U_2 = U - u_2 = 120 - 9 = 111 \text{ V.}$$

$$b) I_0 = I_1 - I_2 = 240 - 180 = 60 \text{ A.}$$



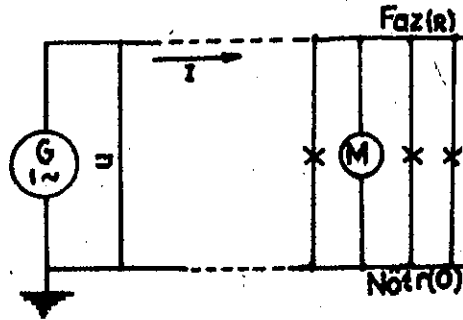
(Şekil : 2-4)

2) ALTERNATİF AKIMLA DAĞITIM :

Alternatif akımın özellikleri; dağıtım için çok olumlu sonuçlar vermekte olduğundan, uygulamada alternatif akımın dağıtımı büyük önem kazanmış ve yaygınlaşmıştır. Alternatif akım üretildikten veya trafolarla almaçlara uygulanabilecek duruma getirildikten sonra almaçlara ulaştırılmasına ALTERNATİF AKIMLA DAĞITIM diyoruz.

Alternatif akım üreten alternatörler monofaze (bir fazlı), difaze (iki fazlı), trifaze (üç fazlı) ve daha da çok fazlı olabilirler. Difaze (iki fazlı) sistemi çok az da olsa kullanan memleketler vardır. Bu gün için en çok uygulanan dağıtım sistemleri monofaze ve trifaze dağıtım sistemleridir. Şimdi bu dağıtım sistemlerini inceleyelim.

a) **Monofaze dağıtım sistemi :** Monofaze alternatörlerden elde edilen alternatif akımın almaçlara ulaştırılması için kullanılan sisteme MONOFAZE DAĞITMA SİSTEMİ denir. Bu sistem daha çok küçük kasaba, köy, deniz kampları, çiftlikler, akaryakıt istasyonları gibi küçük kapasiteli işlerde kullanılır. Monofaze alternatörlerden üretilen enerji iki hatla dağıtılır. Bunlardan birine faz (R) diğerine nötr (0 veya M_0) denir. (Şekil : 2-5)



(Şekil : 2-5) Monofaze dağıtım sistemi.

Monofaze dağıtım sistemi doğru akımla dağıtım sistemine çok benzer. Bu sistemin tek değişikliği faz farkının alternatif akımda mevcut olmasıdır.

Monofaze dağıtım sisteminde güç :

$$N = U \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ formülü ile bulunur.}$$

Monofaze akımla çalışan almaçlar faz ile nötr arasına paralel olarak bağlanırlar. Yurdumuzda ve bütün Avrupa ülkelerinde faz ile nötr arası gerilim 220 Volt olup Amerika ve İstanbul'un çok küçük bir kesiminde 110 V. tur.

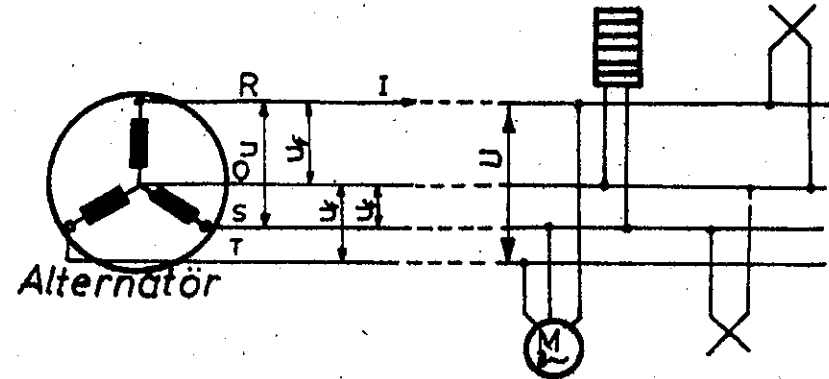
b) **Trifaze dağıtım sistemi ;** Trifaze akımın alternatörlerden üretildiğini biliyoruz. Bu alternatörler daha çok şehir dışına kurulan büyük santrallerin bünyesinde. Santrallerde üretilen enerjinin kullanma yerlerine getirilmesi trifaze dağıtım sistemleri ile sağlanır.

Trifaze enerji üretiminin en büyük üstünlüğü gerilimi 380 KV veya daha yüksek değerlere çıkararak iletimde kaybı en az değere indirebilmektedir. Ayrıca trifaze dağıtım sisteminden monofaze alıcılarında yararlanabilmesidir. Bu yönden trifaze dağıtım sistemi hem monofaze hem de trifaze akım elde etme olanağı verdiği için büyük önem taşır.

Sanayide ve evlerimizde kullanılan almaçlar trifaze veya monofaze akımla çalışıyorsa trifaze dağıtım sisteminden bunlara göre dağıtım yapılır. Trifaze dağıtım sisteminde üç veya dört hat kullanılır.

Alternatörlerden elde edilen trifaze akımın dağıtımı pratikte iki şekilde yapılır.

YILDIZ DAĞITMA : Trifaze alternatörün statorundaki üç faza ait bobinlerinden altı uç çıkartılarak üç tanesi birleştirilir. Bu birleştirme noktasından çıkartılan iletken NÖTR İLETKENİ veya NÖTR HATTI denir. Geriye kalan üç iletken ise FAZ İLETKENLERİ adı verilir. Bu bağlantı yıldıza benzetildiği için bu bağlantıya YILDIZ BAĞLAMA bu sistem ile dağıtmaya YILDIZ DAĞITMA sistemi denir (Şekil : 2-6).



(Şekil : 2-6) Yıldız dağıtım sistemi.

Yıldız dağıtmada monofaze ve trifaze alıcılar için çeşitli uçlar çıkartılır ve değişik iki gerilim elde edilir. Şimdi bunları açıklayalım;

Herhangi iki faz arasındaki gerilime FAZLAR ARASI GERİLİM denir. U harfi ile gösterilir. Fazlardan birisi ile nötr arasındaki gerilime FAZ NÖTR ARASI GERİLİM (faz gerilimi) denir. U_f harfiyle gösterilir. Trifaze alternatörlerde fazlara ait bobinler arasında 120° lik fark vardır. Bundan dolayı fazlar arası gerilim, faz nötr arası gerilimin $\sqrt{3}$ katıdır. Yani;

$$U = \sqrt{3} \cdot U_f \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Bulduğumuz şehire yıldız dağıtım sistemi uygulandığında faz nötr arası gerilim 220 V olduğuna göre, fazlar arası gerilim $U = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ V}$ olur.

Alternatörün bir fazından çekilen güç :

$$N_1 = U_f \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ dir. } U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} \text{ olduğundan}$$

$$N_1 = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ olur.}$$

Alternatörün üç fazının eşit yüklendiğini düşünürsek alternatörden çekilen güç bir fazdan çekilen gücün üç katı olacaktır.

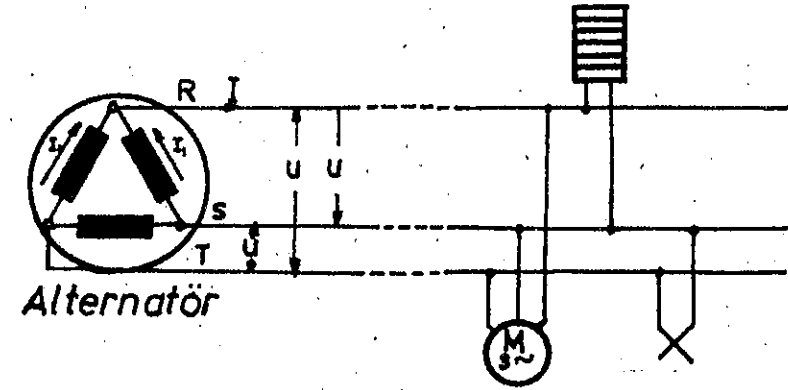
$$N = 3 \cdot N_1 = 3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ yazılır, } 3 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}$$

$$N = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ olur.}$$

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

ÜÇGEN DAĞITMA : Trifaze alternatörden çıkan altı uç (Şekil : 2-7) daki gibi bağlanabilir. Bu bağlantı üçgene benzediği için **ÜÇGEN BAĞLAMA** bu şekildeki dağıtmaya da **ÜÇGEN DAĞITMA** sistemi denir.

Üçgen bağlamada dışarıya üç uç alınır. Her uç birer fazdır. Bu sistemde nötr iletkeni yoktur. Bir almaç fazlar arasına bağlanır, almanın her ucuna faz tatbik edilmiş olur. Üçgen dağıtım sisteminde fazlar arasındaki gerilimler birbirine eşittir. Bu nedenle tek çeşit gerilim vardır. Yani $U = U_f$ dir.



(Şekil : 2-7) Üçgen dağıtım sistemi.

Yurdumuzda yalnızca İzmir'de bazı bölgelerde üçgen dağıtım sistemi vardır.

Alternatörün bir fazından çekilen güç. $N_1 = I_f \cdot U \cdot \cos \varphi$ Akım şiddeti $I_f = \frac{I}{\sqrt{3}}$ olduğundan $N_1 = \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot U \cdot \cos \varphi$ olur.

Alternatörün bütün fazlarının eşit yüklendiğini düşünürsek alternatörden çekilen güç bir fazdan çekilen gücün üç katına eşittir. Yani $N = 3 \cdot N_1$

$$N = 3 \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot U \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$N = \sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi$$

ana formülünü bulmuş olur.

SORULAR : 4

- 1 — Elektrik enerjisinin dağıtımı nedir? Sınıflandırınız.
- 2 — Doğru akımla dağıtımı açıklayarak, yerini alternatif akımla dağıtımına bırakmasının nedenlerini açıklayınız.
- 3 — İki hatlı doğru akım dağıtımını açıklayınız.
- 4 — Üç hatlı doğru akımla dağıtımını açıklayınız.
- 5 — Monofaze dağıtım sistemini açıklayınız.
- 6 — Trifaze yıldız dağıtım sistemini açıklayınız.
- 7 — Trifaze üçgen dağıtım sistemini açıklayınız.

BÖLÜM

3

ENERJİNİN DAĞITILMASI

Elektrik enerjisinin iletiminde kullanılan iletkenler gelişigüzel seçilemez. Seçilen iletken; akım ilettiği almaçları normal olarak çalıştırmalı, kendisi ısınmamalı, mekanik bakımdan sağlam, hafif ve ekonomik olmalıdır. Enerjinin iletiminde kesitin rolü büyüktür.

Bir iletkenin geçen akımın yaratacağı ısı ve gerilim düşümü, daha bazı faktörler gibi kesite etki eden önemli faktörlerdir.

İletkenden akım geçmesi sonucunda iletkenin ısınması, Joule Kanunu ($Q = 0,24.I^2.R.t$) gereğince doğaldır. Bu ısınmanın normal sınırlar içerisinde olması istenir. Aksi halde iletkenin üzerindeki izolasyon bozulur ve hatta iletkenin ergiyerek kopmasına neden olabilir. Bu nedenle iletken veya kabloların, aşağıda verilmiş olan maksimum sıcaklık derecelerinden daha fazla ısınmamaları istenir.

- a°) Üzeri lastik veya PVC kaplı iletken veya kablolar 55°C
- b°) 3 KV'a kadar kullanılacak kâğıt izolasyonlu, kurşun veya alüminyum kaplı kablolar 80°C.
- c°) Üzerleri kâğıt izolasyonlu ve PVC kaplı kablolar 65°C.
- d°) Çıplak iletkenler 70°C.

İletkenden geçen akım bu iletkenin direncinden dolayı Ohm kanunu uyarınca iletkenin bir gerilim düşümü yapar. Bu gerilim düşümünün değeri $u = I.R$ dir. Gerilim düşümünün gereği kadar küçük olması istenir. Çünkü enerji taşıyan iletkenler fazla gerilim düşümü yaparsa, almaçlar normal çalışmazlar. Örneğin lambalar sö-nük, floresant lambalar da hiç yanmayabilir, ısıtıcı ve motorlar güçlerini veremezler ve bunların sonucunda da birçok iş aksama-ları ve arızalar meydana gelir. Bu aksaklıkları önlemek için Bayındır-lık Bakanlığı iç tesisat yönetmeliğinde gerilim düşümü sınırlanmış-tır. Yönetmeliğin 270'inci maddesi aydınlatma tesislerinde gerilim düşümünü % 1,5, kuvvet tesislerinde % 3 olarak sınırlamıştır.

Enerji iletecek olan iletkenin kar, buz, rüzgâr ve kendi ağırlığı-na dayanması yani mekanik dayanıklılığının olması buna karşılık ha-fif olması istenir.

Kesit bazı değerler bilindiğinde ya cetvellerden bulunur ya da ilgili formüllerden yararlanılarak çıkartılır.

A) Kollara ayrılmıyan iletkenlerde kesit hesabı ;

Bir iletkenin direncinin $R = \frac{L}{K.S}$ formülü ile hesaplandığını

biliyoruz. Doğru akım ve monofaze A.A. da iki hat kullanıldığından dirençte iki kat olacağı için bu formülü iki ile çarpmak gerekir.

$R = \frac{2L}{K.S}$. Hatlarda düşen gerilim $u = I.R$ olup, bu formülde

$R = \frac{u}{I}$ dir. Yukardaki formülde R yerine eşitini korsak :

$$\frac{u}{I} = \frac{2L}{K.S} \text{ Şeklini alır. Kesiti aradığımıza göre } S = \frac{2L.I}{K.u}$$

sonucuna varırız. Bu formülle akım bilindiğine göre kesit hesaplanır. Bazen de güç bilinir kesit istenir. Buna göre kesit formülünü çıkar-

$$\text{talım; } N = U.I \rightarrow I = \frac{N}{U}$$

$$S = \frac{2L \cdot \frac{N}{U}}{K \cdot u} = \frac{2L}{K \cdot u} \cdot \frac{N}{U} \text{ buradan;}$$

$$S = \frac{2L \cdot N}{K \cdot u \cdot U} \text{ formülünü buluruz. Omik olmıyan akım bilinen}$$

devrelerde;

$$S = \frac{2L \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot u \cdot U} = \frac{2L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot u} \text{ formülü bulunur.}$$

Üç fazlı (Trifaze) sistemlerde bu formülü uygulayamayız. Faz-lardan esit akımlar çekiliyorsa yani simetrik yüklü sisteme bağlı olan alıcılar omik alıcılar ise akım bilindiğine kesit :

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{k \cdot u} \text{ dur. Böylece sistemlerde } N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \text{ dir.}$$

I nin yerine eşitini koyarsak,

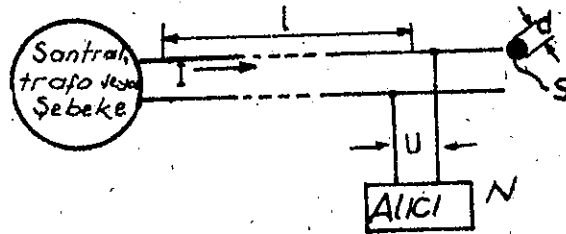
$$S = \frac{L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} \text{ formülü elde edilir. Bu formül omik, endüktif alıcı bütün trifaze sistemlerde kullanılır.}$$

Trifaze simetrik yüklü endüktif veya kapasitif alıcılı sistemlerde gücün $N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ eşitini kesit formülünde yerine koyarsak,

$$S = \frac{L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{L \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi}{k \cdot u \cdot U}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{k \cdot u} \text{ formülünü buluruz.}$$

Yukarıdaki formüllerde kullanılan sembolleri ve birimleri açıklamada fayda var. (Şekil : 3-1)



(Şekil : 3-1)

I = Hattın ileteceği akım şiddeti (Amper)

U = İşletme gerilimi (Volt), trifaze sistemde fazlar arası gerilim alınır.

N = Hattın ileteceği güç (Watt)

u = Gerilim düşümü. Bazı formüllerde (e) harfi ile de gösterilir. Doğru akım ve monofaze sistemlerde gidiş dönüş hatları üzerinde, trifaze sistemde ise yalnızca bir iletken üzerinde düşen gerilim alınır.

L = Hattın uzunluğu (metre)

S = Kesit (mm²). İletken çoğu zaman daire kesitli olduğuna göre

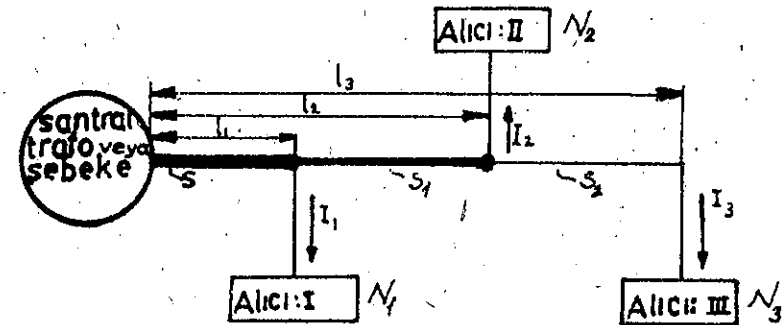
$$S = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ dır.}$$

k = Kullanılan iletkenin iletkenlik kat sayısı (m/Ω. mm²) Örneğin : K'nın değeri, bakır için 56, alüminyum için 34'dür.

Cosφ = Alıcının güç katsayısı.

B — Kollara ayrılan iletkenlerde kesit hesabı :

Bundan evvelki konumuzda santral, trafo veya şebekeden gelen iletkenlerin bir almacı veya aynı yerde bulunan birkaç almacı beslediğini düşünerek kesit hesabı yaptık. Günlük hayatta daha çok (Şekil : 3-2) da görüldüğü gibi kollara ayrılan iletkenlerde kesit hesapları yapmak gerekebilir. Bu şebeke doğru akım şebekesi olduğu gibi monofaze veya trifaze alternatif akım şebekesi de olabilir.



(Şekil : 3-2)

Kollara ayrılan bu çeşit şebekelerde bir tek tip kesitte iletken kullanılmaz. Yani kesit hat boyunca eşit olmaz. Çünkü akımın alındığı yerden daha çok akım çekilmesi gerekeceğinden, enerjiyi iletecek olan iletkenlerinde büyük kesitli olması doğaldır. (Şekil : 3-2) de enerjiyi taşıyan iletkenlerin belirgin şekilde farklı kalınlıklarda çekilmesinin nedeni, en kalın iletken akımların tamamını, orta kalınlıktaki iletken iki alıcının çektiği akımı, en ince iletken de yalnızca bir alıcının çektiği akımı iletmektedir.

Devrenin durumuna göre kollara ayrılan iletkenlerde kesitlerin nasıl bulunacağını yazalım;

a°) Doğru akım veya monofaze Omik almaçlı devrelerde akım bilindiğine göre;

$$S = \frac{2(L_1 I_1 + L_2 I_2 + L_3 I_3 + \dots)}{k \cdot u}$$

Güç bilindiğine göre ; $S = \frac{2(L_1 N_1 + L_2 N_2 + L_3 N_3 + \dots)}{k \cdot u \cdot U}$

b°) Monofaze Endüktif veya almaçlı devrelerde

Akım bilindiğine göre; $S = \frac{2 \cos \phi (L_1 I_1 + L_2 I_2 + L_3 I_3 + \dots)}{k \cdot u}$

Güç bilindiğine göre ; $S = \frac{2(L_1 N_1 + L_2 N_2 + L_3 N_3 + \dots)}{k \cdot u \cdot U}$

c°) Trifaze Omik almaçlı devrelerde ;

Akım bilindiğine göre; $S = \frac{\sqrt{3} (I_1 \cdot L_1 + I_2 \cdot L_2 + I_3 \cdot L_3 + \dots)}{k \cdot u}$

Güç bilindiğine göre : $S = \frac{L_1 \cdot N_1 + L_2 \cdot N_2 + L_3 \cdot N_3 + \dots}{k \cdot u \cdot U}$

d°) Trifaze endüktif veya kapasitif almaçlı devrelerde

Akım bilindiğine göre : $S = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos \phi (L_1 I_1 + L_2 I_2 + L_3 I_3 + \dots)}{k \cdot u}$

Güç bilindiğine göre : $S = \frac{L_1 \cdot N_1 + L_2 \cdot N_2 + L_3 \cdot N_3 + \dots}{k \cdot u \cdot U}$

Bu formüllerin uygulanışını örneklerimizde görerek tatbikatını öğreneceğiz.

Bir iletkenin boru içerisinde veya açık havada çekildiğine göre taşıyabileceği akım değeri ve sigortanın tesmiye akımını veren çizelge :

S İletken kesiti mm ²	Boru içindeki iletkenler için		Açık havada kullanılan izoleli iletimler için	
	Tek iletken- den geçmesi kabul edilen akım A.	Sigortanın tesmiye akımı A.	Tek iletken den geçmesi kabul edilen akım A.	Sigortanın tesmiye akımı A.
1	12	6	16	10
1,5	16	10	20	15
2,5	21	15	27	20
4	27	20	36	25
6	35	25	47	35
10	48	35	65	50
16	65	50	87	60
25	88	60	115	80
35	110	80	143	100
50	140	100	178	125
70	175	160	220	160
95	215	200	265	200
120	255	225	310	225
150	295	260	355	260
185	340	300	405	300
240	400	350	480	350
300	470	430	555	430
400	570	500	—	—
500	660	600	—	—

(Çizelge : 3-1)

C — KESİT HESABI İLE İLGİLİ PROBLEMLER

1 — Doğru akım (D. C.) devrelerinde;

1) 110 Voltluk bir doğru akım şebekesinde buattan 20 m uzaklıkta 4,5 A akım çeken ampule boru içerisinde hat çekilecektir.

a) Çekilecek olan bakır iletkenin kesitini,

b) Seçilen normal kesit için gerçek gerilim düşümünü bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$\% 1,5U = \frac{I_{\text{50}}}{100} : 1,65$$

$$U = 110 \text{ v.}$$

$$L = 20 \text{ m. a) } S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot u} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 4,5}{56 \cdot 1,65} = \frac{180}{92,4} = 1,9 \rightarrow 2,5 \text{ mm}^2$$

$$I = 4,5 \text{ A}$$

$$K_{\text{cu}} = 56 \quad \text{b) } u = \frac{2L \cdot I}{k \cdot S} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 4,5}{56 \cdot 2,5} = 1,28 \text{ V}$$

$$u = \% 1,5$$

2) Uzunluğu 40 m olan bakır ana iletken, 50 adet 75 W'lık flamanlı lambayı ve 1500 W'lık iki adet elektrik ocağını beslemektedir. Doğru akım şebekesinin gerilimi 220 volt, gerilim düşümü % 1,5 olduğuna göre;

a) Bütün lambalar ve ocaklar çalıştığında kesiti,

b) Seçilen normal kesitten sonra lambalara tatbik edilen gerilimi bulunuz.

$$\text{a) } u = \frac{1,5}{100} \cdot 220 = 3,3 \text{ V. } N = 50 \cdot 75 + 2 \cdot 1500 = 6750 \text{ W}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 6750}{56 \cdot 3,3 \cdot 220} = 13,28 \text{ mm}^2 \rightarrow 16 \text{ mm}^2 \text{ alınır.}$$

$$\text{b) } u = \frac{2L \cdot N}{S \cdot k \cdot U} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 6750}{16 \cdot 56 \cdot 220} = 2,74 \text{ V}$$

$$U_1 = U - u = 220 - 2,74 = 217,26 \text{ V}$$

3) Gücü 4,5 KW, dakikada 2800 devir yapan 220 voltla çalışan bir doğru akım motoruna enerji 28 m uzaklıktan boru içerisinde bakır iletkenle sağlanacağına göre kullanılacak olan iletken'in kesiti bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$u = \frac{3}{100} \cdot 220 = 6,6 \text{ V. (Motor olduğu için gerilim düşümü}$$

% 3 alınır)

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 28 \cdot 4500}{56 \cdot 6,6 \cdot 220} = 3,1 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 4 \text{ mm}^2 \text{ alınır.}$$

4) 400 m uzaklıkta bulunan 50 A akım çeken bir D.C motorunu besleyen üreticinin gerilimi 120 voltur. Bakır olan gidiş - dönüş hattının toplam direnci 0,5 Ω olduğuna göre :

a) İletkenlerin kesitlerini,

b) Motorun klemensindeki gerilimi bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$\text{a) } u = I \cdot R = 50 \cdot 0,5 = 25 \text{ V (Hatlarda düşen gerilim)}$$

$$S = \frac{2L \cdot I}{k \cdot u} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 50}{56 \cdot 25} = 28,6 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 35 \text{ mm}^2 \text{ lik}$$

iletken kullanılmıştır.

$$\text{b) } u = \frac{2L \cdot I}{k \cdot S} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 50}{56 \cdot 35} = 20,4 \text{ V.}$$

$$U_1 = U - u = 120 - 20,4 = 99,6 \text{ V.}$$

5) (Şekil : 3-3) de görülen motorlara enerji iletecek olan bakır tellerin kesitlerini bulunuz.



(Şekil : 3-3)

ÇÖZÜM :

Şekilde motorların hem güçleri hem de çektikleri akımlar verilmiş, biz akım yolundan gidelim :

$$I = 21 + 25,4 + 48 = 94,4 \text{ A.}$$

$$u = \frac{3}{100} \cdot 115 = 3,5 \text{ V}$$

$$S = \frac{2L \cdot I}{k \cdot u} = \frac{2 \cdot 28 \cdot 94,4}{56 \cdot 3,5} = 26,9 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 35 \text{ mm}^2$$

2 — Alternatif akım (A.A) devrelerinde:

1) 220/380 Voltluk bir şebekede 200 m uzaklıkta bulunan, etiketinden $\cos\phi = 0,9$, $n = 1450$ d/d, $N = 1,5$ HP okunan motora 10 mm^2 lik bakır iletkenlerle enerji taşındığına göre gerilim düşümünün normal olup olmadığını inceleyiniz.

ÇÖZÜM :

$$u = \frac{3}{100} \cdot 220 = 6,6 \text{ V'a kadar gerilim düşümüne müsaade edilir.}$$

$$N = 1,5 \text{ HP} = 1,5 \cdot 736 = 1104 \text{ W}$$

$$u = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 1104}{56 \cdot 22 \cdot 10} = 3,58 \text{ V. Gerilim düşümü 6,6 V'un altında olduğuna göre seçilen kesit normaldir.}$$

2) Bir akarsu üzerine kurulmuş olan monofaze bir alternatörden 75 beygirlik güç elde edilmektedir. Elde edilen enerji 1500 m uzaklığa bakır iletkenlerle iletilecek ve gerilim düşümü % 8 alınacaktır.

İletilecek enerjinin gerilimi 600 veya 3000 volt olduğuna göre iki gerilim için ayrı ayrı kesitleri bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$N = 75 \text{ HP} = 75 \cdot 736 = 55200 \text{ W}$$

$$600 \text{ V olduğuna göre: } S = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 1500 \cdot 55200}{56 \cdot 48 \cdot 600} = 102,67 \text{ mm}^2$$

$$S = 120 \text{ mm}^2$$

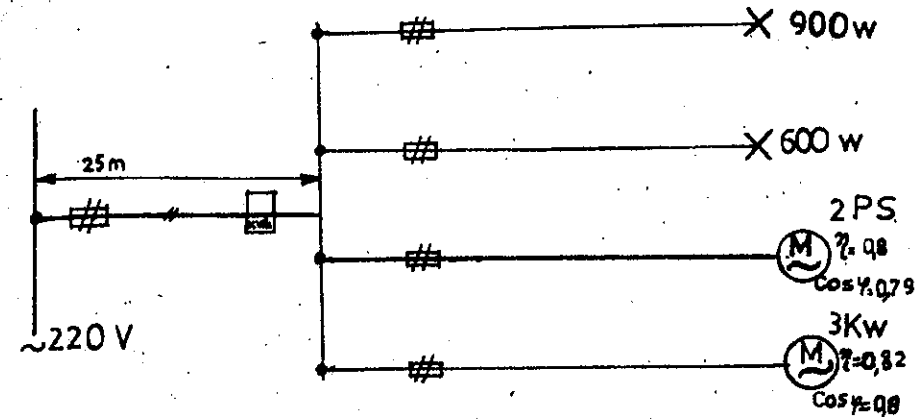
$$3000 \text{ V olduğuna göre: } S = \frac{2 \cdot 1500 \cdot 55200}{56 \cdot 240 \cdot 3000} = 4,1 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 6 \text{ mm}^2$$

3) (Şekil : 3-4) da çizimi verilen tesiste kolon hatı için kullanılacak bakır iletkenin :

a) Taşıyacağı akımı

b) Kesitini

c) Bu kesite göre alıcılardaki gerilimi bulunuz.



(Şekil : 3-4)

ÇÖZÜM :

Randımanı gözönüne alarak motorlara verilmesi gereken gücü, buradan akımı bulalım;

$$a) N_1 = \frac{2.736}{0,8} = 1840 \text{ W } I_1 = \frac{N_1}{U \cdot \cos\phi_1} = \frac{1840}{220 \cdot 0,79} = 10,6 \text{ A.}$$

$$N_2 = \frac{3.1000}{0,82} = 3660 \text{ W } I_2 = \frac{N_2}{U \cdot \cos\phi_2} = \frac{3660}{220 \cdot 0,8} = 20,8 \text{ A.}$$

$$\text{Lambaların çektiği akım; } I_3 = \frac{900 + 600}{220} = 6,3 \text{ A.}$$

Kolon hattının taşıyacağı akım;

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 10,6 + 20,8 + 6,3 = 38,2 \text{ A.}$$

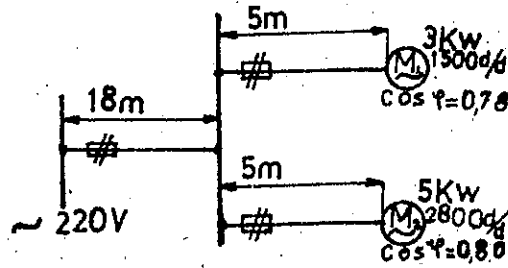
$$b) S = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 7000}{56 \cdot 3,3 \cdot 220} = 8,6 \text{ mm}^2 \quad S = 10 \text{ mm}^2$$

Bu örneğimizdeki gibi ışık ve kuvvet bir arada olduğu zaman gerilim düşümü ışık'a uygun olacak, o bakımdan 3,3 V alındı. % 1,5. $U = u$

$$c) u = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot U \cdot S} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 7000}{56 \cdot 220 \cdot 10} = 2,8 \text{ V.}$$

$$U_1 = U - u = 220 - 28 = 217,2 \text{ V.}$$

4) (Şekil : 3-5) de görülen motorlara çekilecek olan alüminyum hatların ve linye hattının kesitlerini bulunuz.



(Şekil : 3-5)

ÇÖZÜM :

$$I. \text{ Motor için } N_1 = 3 \text{ KW} = 3000 \text{ W} \quad I_1 = \frac{N_1}{U \cdot \cos \phi_1} = \frac{3000}{220 \cdot 0,78} = 17,6 \text{ A.}$$

$$S_1 = \frac{2L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3000}{34,6 \cdot 6 \cdot 220} = 0,6 \text{ mm}^2 \text{ Motor devresinde } 2,5 \text{ mm}^2$$

den aşağı iletken kullanılamıyacağı gibi cetvele göre 17,6 A iletebilmek için 4 mm² lik iletken kullanılacaktır.

2 Nolu motor için :

$$N_2 = 5 \text{ kw} = 5000 \text{ W}$$

$$I_2 = \frac{N_2}{U \cdot \cos \phi_2} = \frac{5000}{220 \cdot 0,8} = 28,4 \text{ A.}$$

$$S_2 = \frac{2L \cdot N_2}{k \cdot u \cdot U} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 5000}{34,6 \cdot 6 \cdot 220} = 1,012 \text{ mm}^2. \text{ Bu değerde uygun ol-}$$

mayıp 28 A için 6 mm² lik iletken kullanılması gerekir. Linye hattı için; $N = N_1 + N_2 = 3000 + 5000 = 8000 \text{ W}$, $I = I_1 + I_2 = 78,18 \text{ A}$.

$$S = \frac{2 \cdot 18 \cdot 8000}{34,6 \cdot 6 \cdot 220} = 5,83 \text{ mm}^2 \quad S = 6 \text{ mm}^2 \text{ Cetvelle kontrol etti-}$$

ğimizde 78,18 A taşıyacak olan iletkenin kesiti 25 mm² olmalıdır.

5) Trafo istasyonuna 120 m uzaklıkta bulunan bir değirmene enerji iletilecektir. Değirmendeki iki taşı çeviren motorlar aynı özelliklere sahip olup birisinin etiketi şöyledir;

42 HP, λ/Δ , 380 v, 980 d/d, $\cos \phi = 0,82$.

Buna göre kullanılacak olan bakır NYY kablonun damar kesitlerini bulunuz.

ÇÖZÜM :

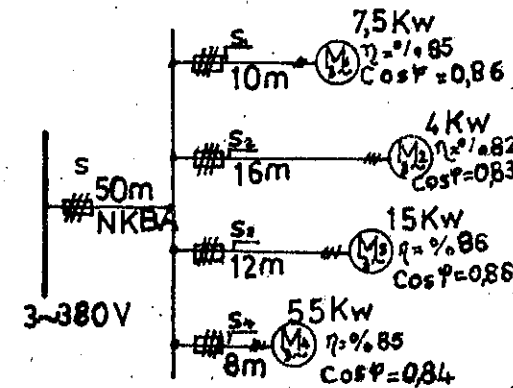
$$N_1 = 42 \text{ HP} = 42 \cdot 736 = 30912 \text{ W} \quad N = 2N_1 = 2 \cdot 30912 = 61824 \text{ W}$$

$$S = \frac{L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{120 \cdot 61824}{56 \cdot 11,4 \cdot 380} = 30,6 \text{ mm}^2$$

3 × 35 + 16 mm² lik NYY kullanılacak.

6) (Şekil : 3-6) de çizimi verilen tesiste bakır iletken kullanı-
lacağına göre;

- Ana geliş hattı kesitini
- Her motor için çekilecek hatların kesitlerini bulunuz.



(Şekil : 3-6)

ÇÖZÜM :

Motorlarla ilgili randımanlar verildiğine göre motorlara verilmesi gereken güçleri bulacağız.

$$N_1 = \frac{7,5}{0,85} = 8,82 \text{ KW}, \quad N_2 = \frac{4}{0,82} = 4,82 \text{ KW},$$

$$N_3 = \frac{15}{0,86} = 17,44 \text{ KW}, \quad N_4 = \frac{5,5}{0,85} = 6,47 \text{ KW}$$

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 8,82 + 4,82 + 17,44 + 6,47 = 37,61 \text{ KW}$$

$$S = \frac{L \cdot N}{k.u.U} = \frac{50.37610}{56.11,4.380} = 8 \text{ mm}^2 \quad S = 10 \text{ mm}^2.$$

$$S_1 = \frac{10.8220}{56.11,4.380} = 0,3 \text{ mm}^2 \quad S_1 = 2,5 \text{ mm}^2.$$

$$S^2 = \frac{16.4880}{56.11,4.380} = 0,3 \text{ mm}^2 \quad S^2 = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$S_3 = \frac{12.17400}{56.11,4.380} = 0,9 \text{ mm}^2 \quad S_3 = 2,6 \text{ mm}^2$$

$$S_4 = \frac{8.6470}{56.11,4.380} = 0,2 \text{ mm}^2 \quad S_4 = 2,5 \text{ mm}^2$$

Kesitleri gerilim düşümlerine göre bulduk. Ancak bu iletkelerin iletecekleri akımları ısınmadan iletecekleri şüphelidir. Örneğin: 17,44 KW'lık bir gücü 2,5 mm² lik iletkenin iletmesi mantıkende imkânsız. Bunun için taşıyacakları akımları bulup cetvelle kontrol edeceğiz.

$$I_1 = \frac{N_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_1} = \frac{8820}{1,73.380.0,86} = 15,6 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{N_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{4880}{1,73.380.0,83} = 8,9 \text{ A.}$$

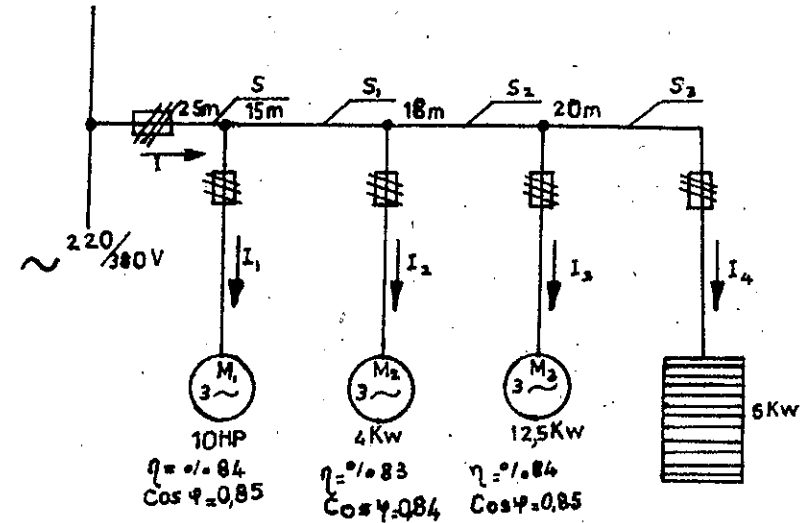
$$I_3 = \frac{N_3}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_3} = \frac{17440}{1,73.380.0,86} = 30,9 \text{ A.}$$

$$I_4 = \frac{N_4}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_4} = \frac{6470}{1,73.380.0,84} = 11,7 \text{ A.}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 15,6 + 8,9 + 30,9 + 11,7 = 67,1 \text{ A.}$$

Cetvelle göre 67,1 A için 25 mm², 1,2 ve 4 nolu motorlar için 2,5 mm², 3 nolu motor için 6 mm² lik iletkeler kullanmak gerekir.

7) (Şekil : 3-7) de kolon şeması verilen atelyenin kolon hattı kesitini bulunuz.



(Şekil : 3-7)

ÇÖZÜM :

$$N_1 = \frac{10}{1,36.0,84} = 8,75 \text{ KW}, \quad I_1 = \frac{8750}{380.0,85.1,73} = 15,7 \text{ A.}$$

$$N_2 = \frac{4000}{0,83} = 4820 \text{ W}, \quad I_2 = \frac{4820}{1,73.380.0,84} = 8,7 \text{ A.}$$

$$N_3 = \frac{12500}{0,86} = 14530 \text{ W}, \quad I_3 = \frac{14530}{1,73.380.0,85} = 26 \text{ A.}$$

$$N_4 = 6000 \text{ W,}$$

$$I_4 = \frac{6000}{1,73.380} = 9,1 \text{ A.}$$

$$S = \frac{1000 (L_1 \cdot N_1 + L_2 \cdot N_2 + L_3 \cdot N_3 + L_4 \cdot N_4)}{k.u.U}$$

$$S = \frac{1000 (25 \cdot 8,75 + 40 \cdot 4,82 + 58 \cdot 14,53 + 78 \cdot 6)}{56,5 \cdot 7,380} = 14,2 \text{ mm}^2$$

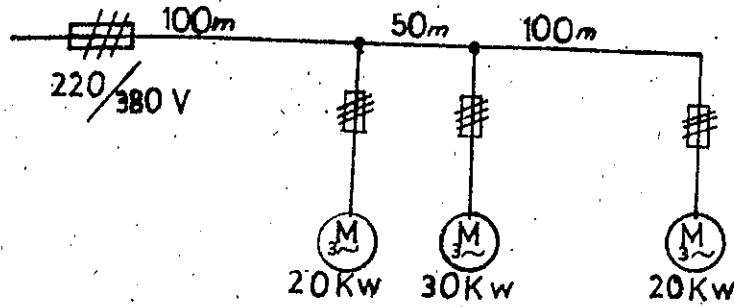
$$S = 16 \text{ mm}^2$$

Gerilim düşümü, aynı kolondan ısıtıcı da beslendiği için % 1,5 alındı.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 15,7 + 8,7 + 26 + 9,1 = 59,5 \text{ A}$$

Bu akımı 16 mm² lik bir iletken çizelgeye göre de iletir.

8) (Şekil : 3-8) de kolon şeması verilen işyerinin alüminyumdan çekilecek olan kolon hattı kesitini bulunuz.



(Şekil : 3-8)

ÇÖZÜM :

$$S = \frac{1000 (L_1 N_1 + L_2 N_2 + L_3 N_3)}{K_{Al} \cdot u \cdot U} =$$

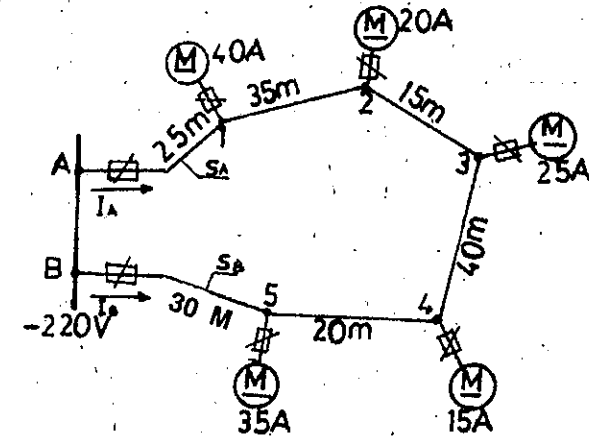
$$\frac{1000 (100 \cdot 20 + 150 \cdot 30 + 250 \cdot 20)}{34 \cdot 11 \cdot 380}$$

$$S = 78 \text{ mm}^2 \rightarrow 95 \text{ mm}^2$$

3 — RİNG (Halka) devrelerde kesit hesabı;

(Şekil : 3-9) deki devre, Ring veya diğer deyişle halka devreye örnektir. Devre burada görüldüğü gibi birçok yakın iki noktadan besleneceği gibi üç veya dört noktadan da beslenebilir.

Böyle devrelerde kesitin nasıl bulunacağını verilen örneklerle öğrenelim.



(Şekil : 3-9)

ÇÖZÜM :

Şebekeden çekilen akım : $I = 40 + 20 + 25 + 15 + 35 = 135 \text{ A.}$

Halka devrenin toplam uzunluğu; $L = 25 + 35 + 15 + 40 + 20 + 30 = 165 \text{ m}$

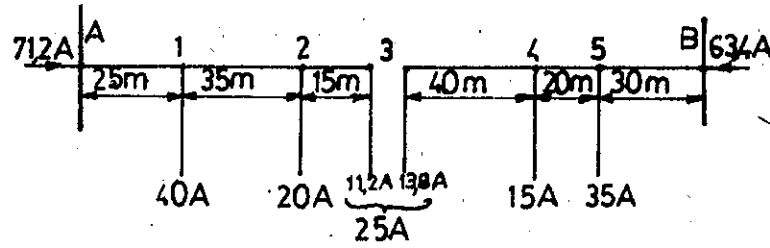
Devrenin A ve B noktalarından şebekeden çektiği akımları bulmak için şu formülü uygulayacağız.

$$I_A = \frac{\sum L \cdot I}{L} = \frac{30 \cdot 35 + 50 \cdot 15 + 90 \cdot 25 + 105 \cdot 20 + 140 \cdot 40}{165} = 71,2 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{\sum L \cdot I}{L} = \frac{25 \cdot 40 + 60 \cdot 20 + 75 \cdot 25 + 115 \cdot 15 + 135 \cdot 35}{165} = 63,8 \text{ A.}$$

$$\text{Kontrol : } I = I_A + I_B = 71,2 + 63,8 = 135 \text{ A.}$$

I_A ve I_B Akım değerlerine göre şebekeyi (Şekil : 3-10) daki gibi açabiliriz.



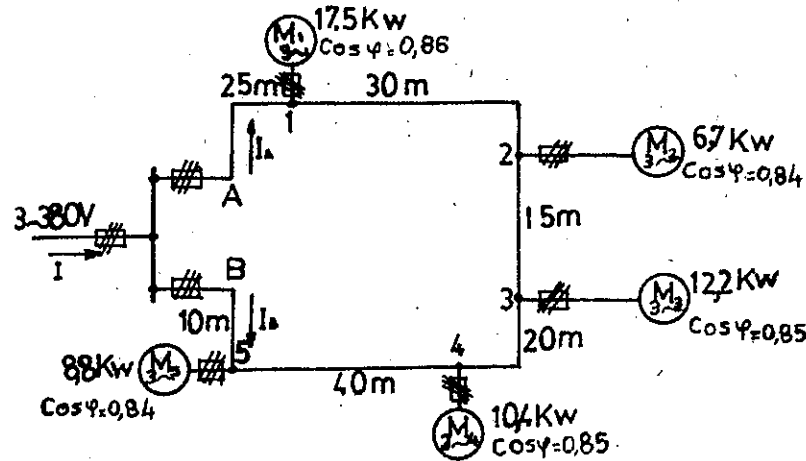
(Şekil : 3-10)

(Şekil : 3-10) da görüldüğü gibi kollara ayrılan iki devre elde ettik. Bu tip devreleri daha evvel öğrendiğimiz şekilde çözeceğiz.

$$S_A = \frac{2(\sum L \cdot I)}{k \cdot u} = \frac{2(25 \cdot 40 + 60 \cdot 20 + 75 \cdot 11,2)}{56,6} = 16,45 \text{ mm}^2 \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

$$S_B = \frac{2(\sum L \cdot I)}{k \cdot u} = \frac{2(30 \cdot 35 + 50 \cdot 15 + 90 \cdot 13,8)}{56,6} = 16,45 \text{ mm}^2 \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

Bir evvelki örneğimiz doğru akım devresi idi. Şimdi bir de tri-faze ring devrelerde kesitin nasıl bulunduğunu bir örnekle çözelim.



(Şekil : 3-11)

ÇÖZÜM :

Önce A ve B noktalarından çekilen gücü bulacağız.

$$N_A = \frac{\sum L \cdot N}{L} = \frac{10,8,8 + 50 \cdot 10,4 + 70 \cdot 12,2 + 85,6,7 + 115 \cdot 17,5}{140} = 28,9 \text{ kw.}$$

$$N_B = \frac{\sum L \cdot N}{L} = \frac{25 \cdot 17,5 + 55 \cdot 6,7 + 70 \cdot 12,2 + 90 \cdot 10,4 + 130 \cdot 8,8}{140} = 26,7 \text{ kw.}$$

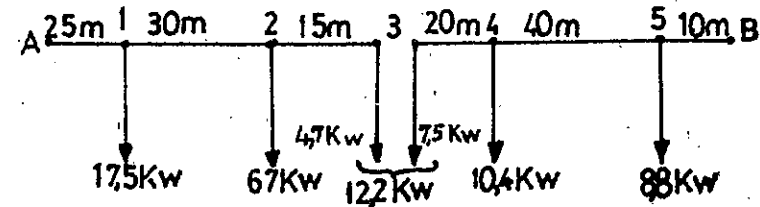
Bir evvelki örnekte olduğu gibi iki alıcı A noktasından iki alıcı da B noktasından üçüncü alıcı ise müştereken beslenmekte.

$$28,9 - (17,5 + 6,7) = 28,9 - 24,2 = 4,7 \text{ kw.}$$

$$12,2 - 4,7 = 7,5 \text{ kw}$$

Demek oluyor ki 12,2 kw gücündeki alıcı 4,7 kw'ı bir noktadan 7,5 kw'ı da diğer noktadan çekmekte.

N_A ve N_B değerlerine göre şebekeyi (Şekil : 3-12) daki gibi açıp değerlerini üzerine koyabiliriz.



(Şekil : 3-12)

$$S_A = \frac{\sum L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{(25 \cdot 17,5 + 55 \cdot 6,7 + 70 \cdot 4,7) \cdot 1000}{56 \cdot 11,4 \cdot 380} = 4,7 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

$$S_B = \frac{\sum L \cdot N}{k \cdot u \cdot U} = \frac{(10,8,8 + 50 \cdot 10,4 + 70 \cdot 7,5) \cdot 1000}{56 \cdot 11,4 \cdot 380} = 4,6 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

$$I_A = \frac{N_A}{U \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{28900}{380 \cdot 0,85 \cdot 1,73} = 51,7 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{N_B}{U \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{26700}{380 \cdot 0,85 \cdot 1,73} = 47,8 \text{ A}$$

İletkenler boru içerisinde çekilecekse, cetvele göle 10'luk iletken kullanmak gerekiyor.

SORULAR:

- 1 — Enerji dağıtımında kesit neden önemlidir?
- 2 — Kollara ayrılmayan monofaze devrelerde akım bilindiğine göre kesiti çıkarınız.
- 3 — Kollara ayrılmayan doğru akım ve monofaze devrelerde güç bilindiğine göre kesit formülünü çıkarınız. Formülde geçen sembollerin anlam ve birimlerini yazınız.
- 4 — Kollara ayrılmayan trifaze devrelerde akım ve güç bilindiğine göre kesit formüllerini yazarak formülde geçen sembollerin anlam ve birimlerini yazınız.
- 5 — Kollara ayrılan doğru akım ve monofaze devrelerde akım ve güç bilindiğine göre kesit formüllerini yazınız.
- 6 — Kollara ayrılmayan trifaze devrelerde şekil çizerek kesit formüllerini yazınız.
- 7 — Kesit hesaplamaları ile ilgili kitaptaki problemlerden değerleri değiştirerek çözünüz.

D — ENERJİNİN YÜKSEK GERİLİMLE İLETİLMESİ VE DAĞITIMI

Bir evvelki konumuzda elektrik enerjisinin santrallarda üretilmesini ve alıcıların bulundukları yerlere iletilmesini belirtmiştik. Önemli olan bu iletimde güç kaybının en az olmasıdır. En az olması için alternatörden elde edilen yüksek gerilim, transformatörler vasıtasıyla daha da yükseltilerek abonelerin bulundukları yerlere gönderilir. Burada kurulmuş olan trafo istasyonları aracılığı ile gerilim, abonelerin istediği değere kadar düşürülür ve alıcılara uygulanır.

Çok yüksek gerilimle enerji iletiminde güç kaybının neden çok az olduğunu açıklamadan önce, yüksek gerilim denilince Avrupa ülkeleri ne anlıyor, Amerika ne anlıyor buna değinelim;

Avrupa ülkeleri kullandıkları enerjinin gerilim değerlerini üç sınıfta normalize etmişler;

- 1) ORTA GERİLİM : 1 - 3 - 5 - 6 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 KV
- 2) YÜKSEK GERİLİM : 45 - 60 - 80 - 110 KV
- 3) ÇOK YÜKSEK GERİLİM : 150 - 220 - 380 - 400 KV

Amerika ve İngiltere'de kullanılan gerilim değerleri de üç sınıfta toplanır fakat Avrupa normlarından biraz farklıdır.

- 1) ORTA GERİLİM : 2,3 - 4 - 4,6 - 6,6 - 11 - 13,2 - 22 - 33 KV
- 2) YÜKSEK GERİLİM : 44 - 66 - 110 - 132 KV
- 3) ÇOK YÜKSEK GERİLİM : 154 - 220 - 330 KV

Bu sınıflandırmada daha koyu olarak yazılmış olan değerler çok tercih edilen değerlerdir. Örneğin; Avrupalı 45 - 110 KV arasındaki gerilimi yüksek gerilim olarak kabul ederken, Amerikalı 44 - 132 KV arasındaki gerilimi yüksek gerilim kabul etmektedir.

Alternatörlerinde ürettikleri gerilimler normalize edilmiştir. Yani alternatör her istenilen değerde gerilim üretemez, üreteceği gerilimin değeri etiketinde, kataloglarında şemalarında belirtilmiştir. Alternatörler için normalize edilmiş gerilim değerleri; 1050 - 3150 - 5250 - 6300 - 10500 - 15750 V tur.

Şimdi enerjinin üretildiği yerden kullanılacağı yere neden yüksek gerilimle nakledilmesi gerektiğini açıklayabiliriz; Bunu bir örnek ile açıklayalım.

Santral ile abonelerin bulundukları yer arasındaki mesafe 300 Km, alıcıların santralden çekecekleri güç 10.000 Kva olsun. Önce 380 Volt gerilimle üç fazlı nakil yapılacağını düşünelim;

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{10.000.000}{1,73 \cdot 380} = 15211,4 \text{ A}$$

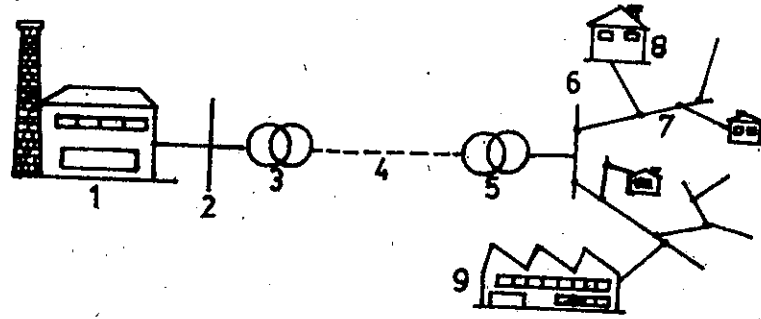
Bu kadar büyük akımı ısınmadan, normal gerilim düşümleri içerisinde taşıyabilecek iletkenin çapı tahminlerin çok üzerinde anormal kalın olacaktır.

Şimdi aynı gücü yine üç fazlı olarak fakat fazlar arası gerilimi 154 KV olarak düşünelim.

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{10.000.000}{1,73 \cdot 154.000} = 37,53 \text{ A}$$

Gibi küçük bir değer çıkarkı bunu da uzak mesafelere bile 25 veya 35 mm² lik iletkenlerle ekonomik olarak iletmemiz mümkündür Ekonomik denememizdeki neden; İletken kesiti azalınca iletken maliyeti düşeceği gibi, iletkeni taşıyacak olan direk ve diğer donatımların da ölçüleri küçüleceğinden maliyetlerinin düşmesi yanında tesis ve montajlarda daha ucuza mal olur.

(Şekil : 3 - 13) da elektrik enerjisinin üretildiği yerden alıcılara ulaşımına kadar olan elemanlar şematik olarak gösterilmiştir.



(Şekil : 3-13) Elektrik enerjisinin iletilmesi ve dağıtılması.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 — Santral | 5 — Alçaltıcı trafo istasyonu |
| 2 — Enerji toplama barası | 6 — Enerji dağıtım barası |
| 3 — Yükseltici trafo istasyonu | 7 — Alçak gerilim şebekesi |
| 4 — Enerji iletim hattı | 8 — 9 — 'Almaçlar. |

(Şekil : 3-13) den de anlaşılacağı gibi ekonomik bir iletim için yüksek gerilimli üretilen enerji, trafolarla daha da yükseltildikten sonra (3) enerji iletim hattına (4) tatbik ediliyor, kullanılacağı yere yakın bir trafo istasyonunda gerilim abonelerin istediği değere düşürülüyor. İşte konumuz (4) numara ile gösterilen enerjinin iletimi. Enerji üretildiği yerden abonelerin bulunduğu yere üç şekilde iletilir.

- 1) Hava hattı ile (Havai hat ile).
- 2) Yeraltı kablosu ile.
- 3) Su içine döşenen kablo ile.

Tabiat şartları, ekonomik şartlar bu üç iletim tekniğinden birinin seçilmesini öngörür. Bizim konumuz havai hat ile iletimidir.

E — ELEKTRİK ENERJİSİNİN HAVA HATTI İLE İLETİLMESİ :

Üretilen elektrik enerjisinin, en ekonomik metodlarla tüketim alanlarına iletilmesi gerekir. Bunun için çok defa tercih edilen yöntem havai hatla iletmektir. Havai hat ile iletmek yeraltı kabloları ile iletmeye göre avantajları azdır, havai hat ile iletimde iletkenlerin çekilişi dolayısı ile şehrin estetiğinde bir bozulma meydana gelir. Rüzgâr ve diğer atmosfer şartlarının havai hatla iletimde etkileri

vardır. Yeraltı kablosu ile iletimin bu avantajlarına rağmen şehir içersinde bazı mecburiyetler hariç müracaat edilemez. Genel olarak enerji iletimi havai hat ile yapılır. Havai hattın tercih ediliş sebepleri :

Yeraltı kablosu ile iletme göre maliyeti daha ucuzdur, dolayısıyla daha ekonomiktir.

Arıza yerinin tesbiti ve onarımı daha pratiktir.

İlave elemanları kullanarak tesisin kapasitesini artırmak her zaman mümkündür.

Havai hatla enerji iletimi başlıca üç kısımdan meydana gelir.

- 1) Hava hattı iletkenleri,
- 2) İzolatörler,
- 3) Direkler.

SORULAR : 6

- 1 — Enerjinin yüksek gerilimle iletilmesi ne gibi yararlar sağlar?
- 2 — Enerjinin üretildiği yerden alıcıların ulaşımına kadar olan elemanları şematik olarak göstererek kısımlarını yazınız. ?
- 3 — Enerji abonelere kaç şekilde iletilir?
- 4 — Günümüzde havai hatla iletim neden tercih ediliyor?
- 5 — Havai hatla enerji iletimi kaç kısımdan meydana geliyor?

1) **Havai hattı iletkenleri :** Elektrik enerjisini bir yerden başka bir yere taşımak için kullanılan iletkenlik özelliği ve çekme dayanıklılığı yüksek metallere yapılmış tellere hat iletkenleri denir. İletkenlerin çeşitli kesit ve farklı yapılarda seçilmesi ise;

Taşıyacağı gücün büyüklüğüne,

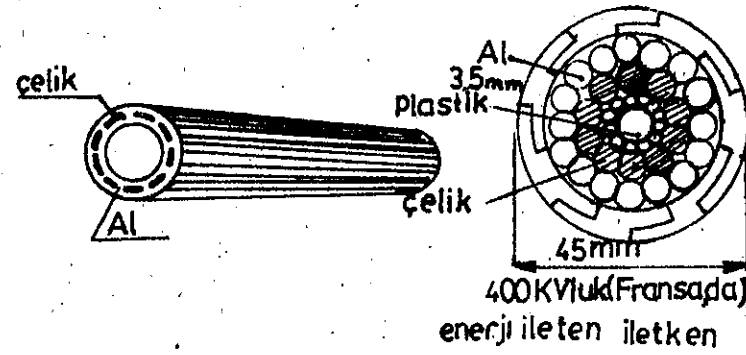
Taşıyacağı enerjinin gerilimine,

Arazinin durumu ve hava şartlarına,

Direkler arası mesafeye,

Direğin taşıyacağı ilâve araç ve gereçlere (Trafo, şalter, vb.) bağlıdır.

Hava hattı iletkenleri tek damarlı, çok damarlı, örgülü ve ortası boş örgülü olarak yapılır. 16 mm² yi geçmemek üzere tek damarlı olarak yapılır. İletkenlerin üzerleri yalıtılmaz. Tek damarlı iletken, kesit büyüdükçe şekil vermek ve montajını yapmak zorlaşır. Bu nedenle örgülü iletkenler seçilir. Gerilimi çok yüksek olan tesislerde iletken kesitini yapay olarak arttırmak için iletkenin ortası boş olarak yapılır. (Şekil : 3-14) Bazende iletkenler içersindeki boşluk plastik madde ile doldurulur.



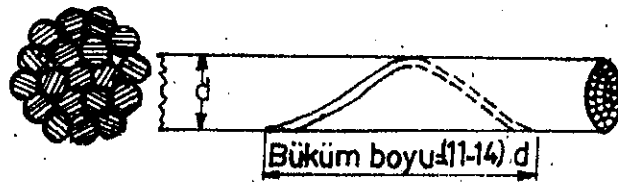
(Şekil : 3-14) Yüksek gerilimde kullanılan içi boş ve PVC dolu iletkenler.

Çok telli hava hattı iletkenlerinde tellerin sayısı normalize edilmiştir. Tellerin çapları aynıdır. Bir tanesi ortada, diğerleri bunun etrafında katmanlar meydana getirir. Her katmanda kat sayısı ile (6) katı kadar tel bulunur. Buna göre 1,2 ve 3 katmanlı tellerdeki iletken sayısı sıra ile

Birinci katmanda	1 = 1 tel,
İkinci katmanda	1 + 1.6 = 7 tel,
Üçüncü katmanda	1 + 1.6 + 2.6 = 19 tel,
Dördüncü katmanda	1 + 1.6 + 2.6 + 3.6 = 37 tel, bulunur.

(Şekil : 3-15) de toplam tel sayısı 19 olan üç katmanlı örgülü bir telin kesidi verilmiştir.

Örgülü tellerin gerçek kesidi, örgüyü meydana getiren tellerin kesidinin toplamına eşittir.



(Şekil : 3-15) Üç katmanlı iletken kesiti ve büküm boyu.

İletkenler birbiri üzerinde burularak katmanlar haline getirilir. Bir telin, örgüsünün herhangi bir noktasından itibaren yön değiştirerek aynı durumdaki noktaya gelinceye kadar aldığı uzaklığa büküm boyu adı verilir. (Şekil : 3-15)

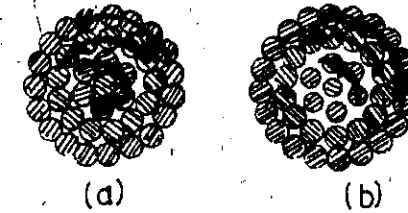
İki direk arasına çekilen örgülü tel ekleneceği zaman iletkenlerin aynı büküm boyunda ve aynı büküm yönünde olmasına dikkat edilir. Aksi halde kablolar çözülür ve iletkenler sarkar.

Havai hat iletkenlerinin yapımında bazı metal ve alaşımlar kullanılır. Bunlardan aranan başlıca özellikler şunlardır :

- Yüksek elektrik geçirgenliği,
- Yüksek kopma dayanımı,
- Temin kolaylığı,
- Yüksek dirençte hafiflik,
- Korozyona dayanıklılık (paslanmazlık),
- Montaj kolaylığı.

Bu özelliklerin tamamını veya kısmen taşıdıkları için bakır, alüminyum, aldrey (% 98,7 alüminyum + % 0,5 Magnezyum + % 0,5 Silisyum + % 0,3 Demir alaşımıdır.), çelik bronz (tunçda) denir. Bakır + Silisyum + Az miktarda kalay alaşımıdır.), ayrı ayrı veya ikisi birlikte enerji iletim hattı olarak kullanılır. Örneğin Alüminyum saydığımız altı özellikten birçoklarına sahip olmasına karşın yumuşaktır. Vanı ikinci özelliğe sahip değildir onun için çelik tel ortada olup bunun üzerinde alüminyum teller katmanlar teşkil ederek enerji iletim hattını meydana getirir. Bunlar A.G Şebekelerinde Rose, Lilly, Pansy, Poppy, yüksek gerilim şebekelerinde ise Wallow, Rowen, Pigeon gibi isimler alırlar ve hepsine kabaca alüminyum mantolu çelik halat ismi de verilir.

(Şekil : 3-16-a) da kesidi verilen iletim teli bir yüzeye konulduğu zaman (Uçları serbest olarak bırakılmış ise) çeşitli tel katmanlarının dönme kuvvetlerinden dolayı katmanlar halinde kıvrılarak açılmak isterler. (Şekil : 3-16-b) de her katmanın dönme kuvveti karşılıklı olarak yok edilmiş olur. Böylece kıvrılma eğilimi göstermeyen bir iletim teli elde edilmiş olur.



(Şekil : 3-16) İletkenlerde burulma.

Telin kıvrılma eğilimi göstermesi montaj ve işçiliği zorlaştıracığı tabiidir.

VDE tarafından tesbit edilen tek metalli masif örgülü tellerin karakteristik değerler çizelgesi.

Kesit mm ²		Tek tel		Örgülü tel çapı	Örgülü tel ağırlığı kg/km.							
Nominal	Gerçek	Çap mm.	Sayısı	mm.	Bakır ve Bronz I		Bronz I ve II		Alümin- yum veya aidray		Çelik	
10	10	1,35	7	4,1	84	99	82	95			73	82
16	15,9	1,70	7	5,1	136	155	132	151	41	47	115	141
25	24,2	2,10	7	6,3	208	236	202	230	63	72	175	215
35	34,2	2,50	7	7,5	298	332	289	322	90	101	252	300
50	40,5	3,00	7	9,0	428	467	416	453	126	141	353	426
60	48,3	1,80	19	9,0	416	472	405	459	130	143	368	427
70	65,8	2,10	19	10,5	566	643	550	625	172	196	477	585
95	93,2	2,50	19	12,5	809	903	587	878	246	274	688	817
120	117,0	2,80	19	14,0	1021	1128	992	1096	310	342	869	1016
150	147,0	2,25	37	15,8	1270	1434	1235	1394	385	435	1073	1300
185	182,0	2,50	37	17,5	1577	1761	1533	1711	478	534	1337	1592
240	243,0	2,25	61	20,3	2085	2365	2036	2288	675	717	1770	2145
300	299,0	2,50	61	22,5	2600	2904	2527	2823	789	881	2205	2625

(Cetvel : 3 - 2)

SORULAR : 7

- 1 — Hava hat iletkenini tarif ediniz. İletken seçiminde etken olan faktörleri sıralayınız. ?
- 2 — Havai hat iletkenlerinin yapımında kullanılan metal ve alaşımlarda aranılan özellikleri sıralayınız. ?
- 3 — Havai hat iletkenlerinin yapısı ve her katmanda bulunan iletken sayısını izah ediniz. ?
- 4 — Havai hat iletiminde kullanılan başlıca metal ve alaşımları yazınız. ?
- 5 — Büküm boyu nedir? İletkenler eklenirken neye dikkat edilir?

2) **İzolatör** : İzolatörler, hava hattı iletkenlerinin direklere tesbit etmeye yararlar. İzolatörler hakkında bilgileri şöylece sıralayabiliriz :

a) İzolatörlerin özellikleri : Bir izolatörde şu özellikler aranır:

* İzolatörlerin mekaniksel dayanıklılık göstermeleri gerekir. İletkenin yerçekiminden ileri gelen ağırlığı, buz ve kar ile rüzgâr etkisinden doğacak yükü güvenlik içerisinde taşıması izolatörlerin sağlam yapılı olmaları ile sağlanır.

* Üzerlerinde toplanabilecek kirleri ve tozları yağmur suları ile hemen bırakılabilir, diğer bir deyimle kolay yıkanabilmelidir.

* İzole dayanıklılığı yani iyi bir yalıtkan olmalıdır. Kaçak meydana gelmemesi için izolatörlerin elektriksel zorlamaları karşılaması gerekir. Bu ise izole dayanıklılığı ile sağlanır. Toprağa kaçak ise : İzolatörün yüzey kaçak yolunun büyük olması ile önlenir.

* Yapıları sağlam olmalıdır. İzolatörün yapı sağlamlığı sayesinde (yıldırım düşmesi hali ile kısa devre durumunun meydana geldiği zamanlarda doğabilecek) ani mekaniksel kuvvetlerin etkisi ile iletim hattının düşmesi önlenmelidir.

b) **İzolatörlerin yapı maddelerine göre çeşitleri** : İzolatörlerde aranılan özellikleri biraz önce açıkladık. İzolatörlerin yapı maddesini tayin etmede bu özellikleri göz önüne alınca en iyi yapı maddesinin cam ile porselen olacağı açıktır.

Cam İzolatörler : Kalsiyum silikat (CaSiO_3) ile sodyum silikat (Na_2SiO_3) Ergitilerek karışım haline gelirse adi cam elde edilir. Adi cama başka maddelerde katılarak izolatörlerde kullanılan dayanıklı cam elde edilir. Cam izolatörler porselen izolatörlere göre ucuzdur. Ayrıca camın delinme direnci porselenden büyüktür. Saydam oldukları için kırık ve çatlamlar hemen görülebilir. Öz dirençleri daha fazladır.

Cam izolatörler üzerlerinde kolaylıkla nem toplarlar. Hava tozlarının yoğunlaşır kir meydana getirmesine sebep olurlar. Bu kirler ise atlamalara neden teşkil ederler. Camın cinsine göre bir kısım izolatörler sıcaklık değişiminde etki görürler. Eğer izolatörün sıcaklık değişiminden etki görmemesi isteniyorsa preks camından yapılması gerekir. (Preks camında % 80,8 SiO_2 + % 8 Na_2 + % 8 K_2O + % 0,2 CaO + % 0,2 MgO + % 0,1 Fe_2O_3 + % 2 Al_2O_3 + % 11,9 B_2O_3 bulunur. Kimyasal tepkimelere ve kırılmaya çok dayanıklıdır. Genleşme kat sayısı küçük olduğu için sıcaklık değişimlerinden etkilenmez. Dolayısı ile yüksek sıcaklıklara dayanır.) Bu izolatörler daha yüksek gerilimlerde de kullanılırlar.

Cam izolatörler daha çok orta gerilimli elektrik enerjisi iletiminde kullanılırlar. 25 Kv kadar olan gerilimler uygulanabilir.

Porselen izolatörler : Porselenin ilkel maddeleri Kaolin (arı kil, birleşimi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ alüminyum silikattır.), kuvars (Silisyum dioksidin normal sıcaklıkta saydam ve kristal olan şeklidir. SiO_2), ve feldispat ($\text{K Al Si}_3\text{O}_8$ veya $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 'den ibaret potasyum alüminyum silikattır.) Bu karışım öğütülür, su ile süspansiyon hale getirilir, istenilmeyen yabancı ağır maddeler çöktürülür, ince süzgeçlerden bastırılarak suyundan kurtarılır ve böylece porselen çamuru elde edilir. Porselen çamuru bekletilerek plastikliği artırılır. Bunun sert cinsleri izolatör yapmada kullanılır. Ham porse-

len izolator önce 900 - 1000 derecede birinci, 1400°C de sır maddesine daldırılıp çıkartıldıktan veya sır maddesi püskürtüldükten sonra (Sır maddesi : Kaolin + Mermer + Feldispat + renk maddesinden yapılmış süspansiyon) ikinci defa fırında pişirilir ve böylece porse- len izolator elde edilir. Sır maddesinin karışımı her üretim yerine gö- re değişebilir. İzolatorün yüzeyini kaplayan bu sır maddesi, parlak ve pürüzsüz bir yüzey verir. İyi sırlamalarla porseleinin ve sır mad- desinin sıcaklıkla yüzeyce büyümesi iyi hesaplanmıştır. Aksi halde zamanla çatlıyabilir. İzolatordeki çatlama toz ve kirleri kolay topladı- ğı için yüzeydeki atlamalara neden olur.

İzolatorler kırılmadıkları ve delinmedikleri süre içerisinde elek- trik akımını geçirmezler, yalıtkanlık ödevini yaparlar. İzolatorün kırılması halinde elektrik arkı dolayısıyla atlama olabilir. Bir izolato- rün herhangi bir nedenle delinmesi halinde akım izolatorün içerisin- den izolator demirine atlıyabilir. İzolatorlerin delinmemesi için yük- sek gerilime dayanacak kadar sağlam yapılır, dolayısıyla kalın olma- sı gerekir. Böyle olduğu takdirde normal çalışma geriliminin üç ve- ya beş katında izolator delinmez ve arkı önler.

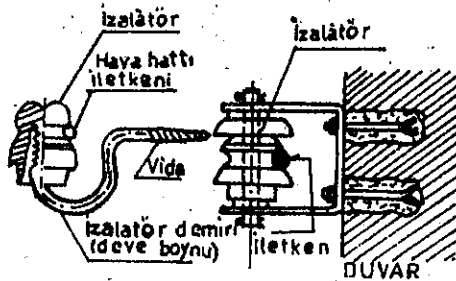
c) İzolatorlerin şekillerine göre çeşitleri : İzolatorleri şekille- rine göre uygulamada iki sınıfa ayırabiliriz.

a°) Fincan tipi izolator,

b°) Askı tipi izolatorler,

a°) Fincan tipi izolator : Hava hattı iletkenlerinin üzerine tut- turulduğu izolatorlerdir. İzolator demiri veya konsollar üzerine mün- te edilirler. Bir parçalı veya çok parçalı olarak yapılırlar bir parçalı- lar 35 KV'ta kadar çok parçalılar ise 80 KV'ta kadar olan gerilimler- de kullanılır. Fincan tipi izolatorler ara izolatorü, hat sonu veya baş- langıcı izolatorü diye iki sınıfa ayrılır.

Ara İzolator : Ara İzolatorleri alçak gerilim şebekelerinde kulla- nılırlar. Piyasada bu izolatorlere şekel izolatorleri de denir. (Şekil : 3 - 17). N60, N80, N95 sembolleri ile aranır ve anılır. Ara izolatorlerin izolator adını alan cam kısmı, birde onu taşıyan izolator demiri var-



(Şekil : 3 - 17) Ara izolator, hat sonu veya başlangıcı izolatorü

dır. Bu izolatorler bir deve boynu olan izolator demiri ile direklerle ve duvarlara şekildeki gibi tesbit edilirler. Çekilecek hava hattı ilet- kenini izolator fincanında bulunan oyuga oturtulur ve bir bağ teli ile ya da özel bir kelepçe ile sıkıca tesbit edilir.

Hat sonu veya başlangıcı izolatorü : Hat sonunda veya hat baş- ında (Şekil : 3 - 17) görülen izolator kullanılır. Bu izolator duvara veya konsola şekilde görüldüğü gibi tesbit edilir.

İzolatorlerin şekil ve ölçüleri taşıyacakları iletken kesitine şebekenin gerilimine ve şebekede kullanılacağı yere göre değişir. Ölçüler küçük olduğu zaman izolator tek parçalı, ölçüler büyüyünce izolator birkaç parçalı yapılır, üretilen fabrikada bir araya getirilirler. Anahtarları ve baraları bağlamada (Fazla parçalı izolatorlerden üçü metal başlıkları yardımı ile birbirine bağlanırlar) üçlü fazla parçalı izolatorler kullanılır anahtar veya baralar en üstteki izola- tore tesbit edilirler.

Ara izolatorleri ile hat sonu veya başlangıç izolatorleri bir KV kadar olan gerilimlerde kullanılırlar. Bir KV'tın üzerindeki gerilim- lerde VDH tipi izolatorler kullanılır.

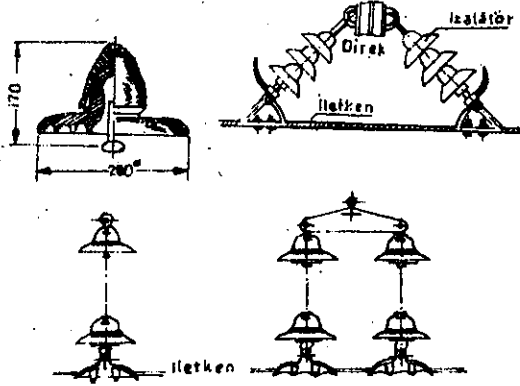
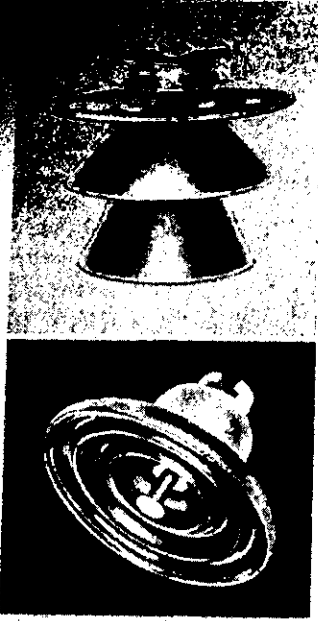
b°) Askı tipi İzolatorler : Askı tipi izolatorler; birçok izolator elemanı birbirine takılarak elde edilir. İletkeni askıya aldığı için askı tipi izolator veya bir zincir meydana getirdiği için zincir tipi zola- tor adı verilir. Askı tipi izolatorleri elde etmede kullanılan birbirine takılabilen tek izolatore izolator elemanı denir. İzolator elemanları çeşitlidir. Bunlardan birine ait çizim (Şekil : 3 - 18) de verilmiştir. İzolator elemanı burada tek başlıklıdır. Başlıklı izolatorlerde porse- len gövdenin üst kısmı dökme demirden yapılmış bir başlık ile ko- runmuştur. İzolator elemanının altında yer alan bir bakla ise ele- manların birbirine bağlanmasını sağlar. Böylece elemanların bir askı meydana getirmesini sağlar.

İzolator elemanı olarak iki başlıklı izolatorlerde kullanılabilir. İki başlıklı bu izolatorlere ise motor izolator adı verilir.

Yüksek gerilimlerde ve bilhassa 66 KV.'tan sonraki gerilimlerde askı izolatorler kullanılır. İzolator elemanları gerilime ve kullanıla- cak iletkenin kesitine göre alınır, birbiri altına geçirilerek tesis için istenilen askı tipi izolatorler elde edilir.

Çeşitli gerilimler için tayin edilecek yaklaşık eleman sayısı şöy- ledir:

66 - 69 KV.	için	4 - 5 eleman
115 KV.	»	7 - 8 »
138 KV.	»	8 - 10 »
161 KV.	»	9 - 11 »
230 KV.	»	14 - 20 »



(Şekil : 3 - 18) İzolator elemanı ve askı tipi izolatörler.

Askı tipi izolatörlerde kuru atlama gerilimi; çalışma geriliminin 3 ile 5 katı alınır. Yaş atlama gerilimi ise çalışma geriliminin 2 katı olur. İzolatörler üzerindeki kaçak akım yolu ise en kısa atlama yolundan iki katı fazla olarak seçilmelidir.

Askı tipi izolatörler hakkında bu açıklamaları verdikten sonra askı tipi izolatörlerin üstün taraflarını şöylece sıralayabiliriz :

★ Askı tipi izolatörler 50 KV. dan yüksek gerilimler için daha çok ekonomiktir.

★ Hava hattında esneklik temin ederler ve daha fazla yükü taşıma olanağı verirler.

★ Zamanla enerji taşıma hattının geriliminde değişiklik yapılabilir. Gerilimin yükselmesinde birkaç eleman eklenir, gerilim düşmesinde birkaç eleman çıkarılır, böylece hattın izolasyon değerini değiştirme olanağı bulunur.

Askı tipi izolatörler ile hava hattı iletkeni en alttaki izolatöre bağlanır. (Şekil : 3 - 18) Çelik yapılu direklerle enerji dağıtıldığı durumlarda, izolatörün bulunduğu iletkeni yıldırım düşmesi olasılığı uzaklaştırılmış olur.

SORULAR : 8

- 1 — İzolatör nedir? Hangi özellikleri taşıması gerekir?
- 2 — Cam izolatörlerin yapısı hakkında bilgi veriniz.
- 3 — Porselen izolatörlerin yapısı hakkında bilgi veriniz.
- 4 — İzolatörleri şekillerine göre sınıflandırınız.
- 5 — Ara izolatörü, hatsonu veya başlangıcı izolatörlerini anlatınız.
- 6 — İzolatörün şekli neye göre değişir?
- 7 — Askı tipi izolatörleri anlatınız.
- 8 — Askı tipi izolatörlerin üstünlüklerini sıralayınız.

3) **Direkler :** Santrallarda üretilen enerjinin şehirlere ve kullanılma yerlerine iletilmesinde direklerden faydalanılır. Diğer bir deyimle hava hattı iletkenlerinin taşınması direklerle sağlanır. Direkler kullanıldıkları yerlere ve gördükleri ödevlere göre isimlendirilebilirler. Kuvvetli akım elektrik dağıtım tesisatının bakımı, işletme ve tesisine dair yönetmelik'in 93'üncü maddesine göre direkler şu şekilde sınıflandırılmış ve tanımlanmıştır :

a°) Taşıyıcı direkler : Esas itibarı ile düz bir hat boyunca hava hattını taşımak amacı ile kullanılan direklerdir.

b°) Köşe direkleri : Hava hattının çekilişinde hattın yön değiştirmesinin gerektirdiği köşe teşkil eden yerlerde kullanılan taşıyıcı direklere denir.

c°) Köşe durdurucu direkler : Köşelerde kullanılan durdurucu direklere denir.

d°) Durdurucu direkler : Bir hava hattını tesbit etmek amacı ile kullanılan direklere denir. Tel kopması ve direk devrilmesi gibi hallerde arızanın iki nokta arasında kalması gerekir. Bunun için direklerden bir tarafından taşınan iletkenlerin çekilen hat boyunca tesbit edilen aralıklarla sağlam ve sabit direklere bağlanmaları ve gerilmeleri gerekir. Bu amaçla, iletkenlerin gerilmesini ve sağlam olarak bağlanmalarını sağlayan bu direklere durdurucu direkler denir.

e°) Nihayet direkleri : Hava hattının bittiği veya başladığı yerlere kurulan ve hattın bir taraflı tüm çekmesine dayanıklı direklere denir.

f°) Geçit direkleri : Hava hattının çekildiği yol boyunca yer alan demir yolları, kara yolları, su yolları, (Nehir ve kanal gibi) ve haberleşme hatları ile diğer önemli iletim hatlarını aşmada özel yapıda direklerle ihtiyaç vardır. Çünkü bu gibi yerleri aşmada kullanılan direklerin iletkenleri daha güvenlik içinde taşınmaları gerekir. Bu amaçla, iletkenlerin kopmalarına ve devrilmelerine imkân vermeyen ve bundan doğacak tehlikeleri önleyen bu direklere geçit direkleri denir.

g°) Dağıtma direkleri : Hava hattının kollara ayrıldığı yerlere kurulan direklere bu ad verilir.

Enerji hatlarının taşınmasında kullanılan bu direklerin yapımında aşağıdaki noktalar göz önüne alınır :

- * İletilecek enerjinin gerilimi,
- * İzolatör zincirlerinin durumu,
- * İletkenlerin birbirine ve toprakla ilişkisi bulunan direk parçalarına olan uzaklığı,
- * İletkenlerin çapları,
- * Direğin estetik görünümü.

Yüksek gerilim hava hattı iletkenlerinin çekilmesinde kullanılan direklerin yapı gereçleri değişiktir. Yapı gereğine göre direklerin çeşitlerini görelim :

1°) Ağaç direkler : Ağaç direkler, mekanik dayanıklılığı yüksek olan ağaçlardan yapılmalıdır. Ucuza mal ediliyorsa ve temini kolay ise hava hattı çekiminde faydalanılmalıdır. Mekanik dayanıklılık, ağaç direkler için sınırlıdır. Bu sebepten direkler arası uzaklık kısa seçilmeli ve hattın gerilimi yüksek olmamalıdır. Ağaç direklerin yüksek gerilim taşımada kullanılmaması doğru bir hareket olur.

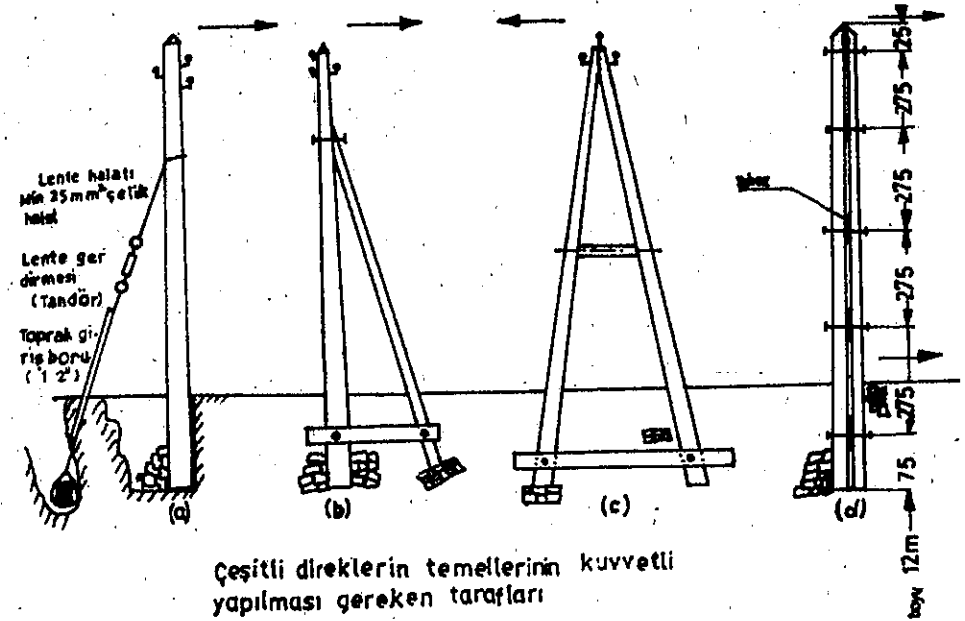
Ağaç direklerin ömrü cinsine, dikildiği bölgedeki hava şartlarına, dikilmesinde alınan önlemlere göre değişir. Toprak dışındaki kısım hava şartlarından, haşarattan, toprak içindeki kısım haşarattan ve rutubetten etki görür, ağaç kısım kısa zamanda çürür. Ağaç direklerin ömrünü uzatmak için bunlara kimyasal maddeler emdirilebilir, toprak içerisinde kalan kısmın dış kısmı yakılarak kömür haline getirilebilir veya katran gibi kimyasal madde ile kaplanabilir. Fakat bunlar belirli sınırlar içerisinde direğin ömrünü uzatır.

Ağaç direkler kullanılacağı yere göre değişik şekillerde yapılır. (Şekil : 3 - 19) a da lenteli (Gergi teli) direk görülmektedir. Enerji nakil hatlarının direği eşit kuvvetlerle çekmedikleri yerlerde kullanılır. Şekilden anlaşılacağı gibi lente çekme kuvvetlerinin bileşkesinin aksi tarafına konulmuştur.

(Şekil : 3 - 19 b) de Payandalı direk görülmektedir. Bu direkte lenteli direklerin kullanıldığı yerlerde kullanılır. Payanda, esas direk ölçülerine yakındır. Şekilden de anlaşılacağı gibi payanda çekme kuvveti yönünde konur.

(Şekil : 3 - 19 c) de «A» Direk görülmektedir. Direğin birkaç yönden fazla çekme kuvvetinin etkisinde kaldığı yerlerde kullanılır. Örneğin hat başı, hat sonu veya köşe direği olarak.

(Şekil : 3 - 19 d) de ikiz direk görülmektedir. Bunlar iki direğin civatalarla birbirlerine bağlanmalarından elde edilmiştir. Bunlarda A direklerin kullanıldığı yerlerde kullanılır.



(Şekil : 3 - 19) Çeşitli direklerin temellerinin kuvvetli yapılması gereken tarafları.

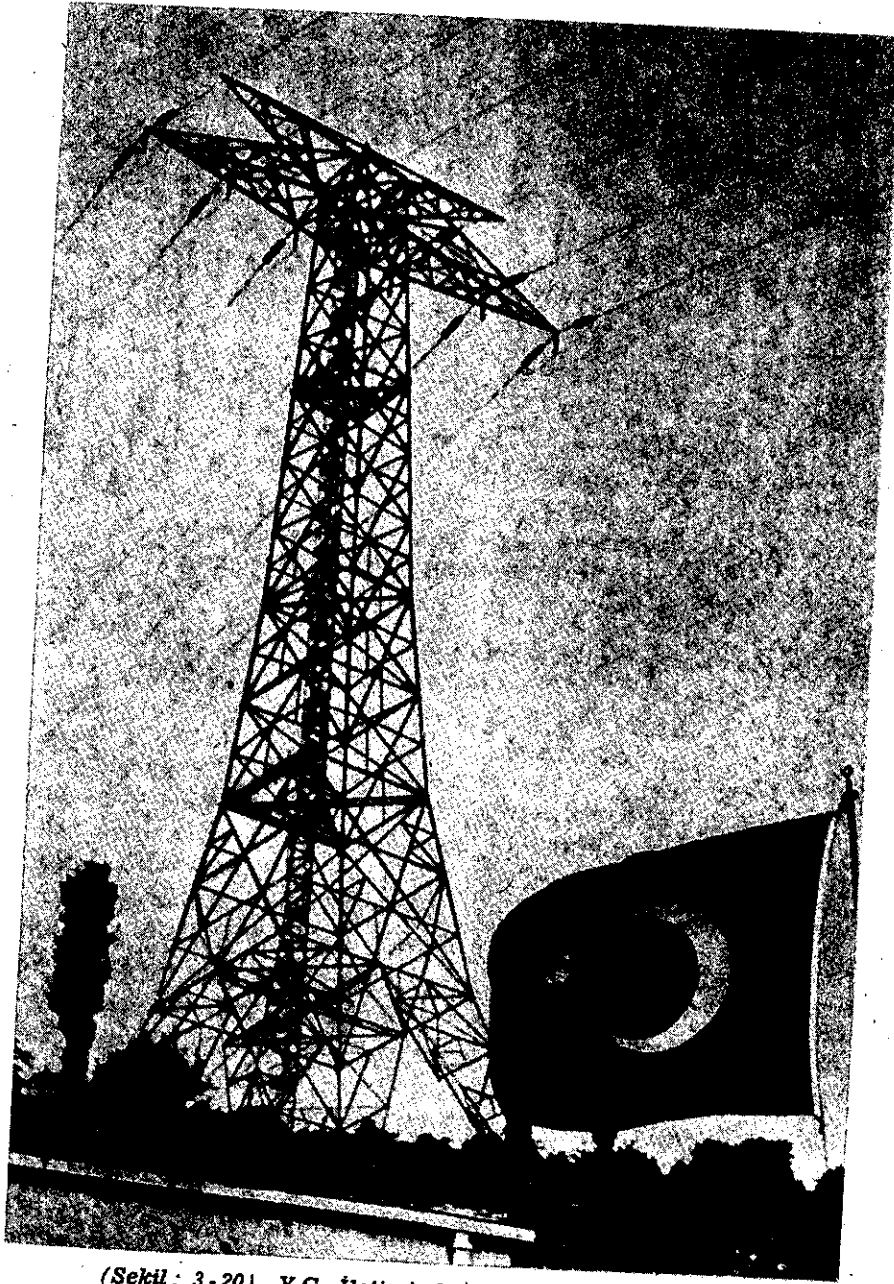
(Şekil : 3 - 19 c - d) ye dikkat edildiğinde çekme kuvvetine göre kırma taşların direk temeline nasıl yerleştirileceği anlaşılmaktadır.

Direk tepeleri karın, yağmurun toplanmaması için koni veya pramit şeklinde yapılır. (Şekillerde görülmekte) İkiz direklerde aynı amaç için civatalarla birbirlerine tam olarak birleştirilmeyip aralarına 20×10×15 Cm. boyutlarında takozlar konarak civatalanır.

2°) Demir direkler : Hava hattı iletkenlerinin taşınmasında daha doğrusu yüksek gerilim iletiminde en fazla kullanılan direkler demir veya çelik direklerdir. (Şekil : 3 - 20).

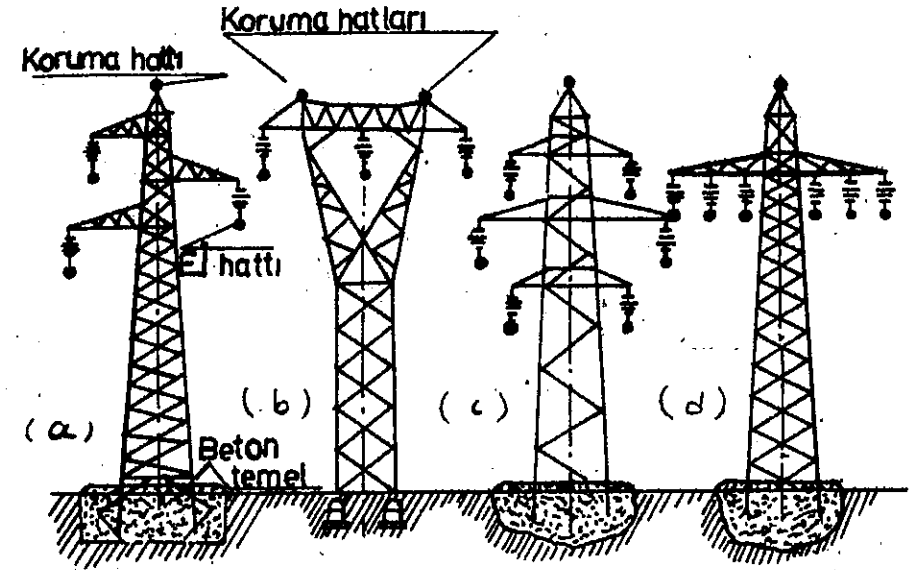
Bir defa demir direklerin ömürleri ağaç direklere göre fazladır, mekanik dayanıklılıkları üstündür ve daha sonra göreceğimiz beton direklere göre de hafiftir. Buna göre demir direklerin üstün taraflarını şöylece sayabiliriz :

- * Demir direkleri monte etme kolaylığı vardır. Direğin parçaları ayrı ayrı yapılır dikileceği yerde kolaylıkla monte edilir.
- * Mekanik dayanıklılığı üstündür. Çok ağır yükleri taşıyabilir ve bu alanda en ekonomik yapım olanağına sahiptirler.
- * Dayanımlarını artırmak mümkündür. Hava hattını taşıyan direğe daha fazla kesitli teller çekilmesi gerekeceği gibi iletken eklemeleride yapılabilir. O zaman direğin dayanımını artırmak gerekir bu da ilâve parçalarla kolaylıkla sağlanır.



(Şekil : 3-20) Y.G. İletiminde kullanılan kafes direk.

★ Arızanın giderilmesi kolaydır. Direklerde herhangi bir sebeple örneğin şiddetli bir rüzgâr neticesinde bükülmeler sonucunda arızalanan parçanın değiştirilmesi sonucunda direk kullanılır hale getirilebilir.



(Şekil : 3-21) Çeşitli kafes direkler.

Demir direklerin bu üstün tarafları yanında bazı sakıncalı tarafları da vardır. Beton direklere göre pahalıdır ve bakım masrafı gerektirirler. Hava şartlarından korunmaları için galvanize edilmiş olmaları veya boyanmaları gerekir. Boya işlemi ise zaman zaman tekrarlanması ve bunun sonucunda da enerjinin kesilmesi ile hizmetin aksamasına sebep olur.

Demir direkleri yapılarına göre ikiye ayırmak mümkündür :

a°) Amerikan tipi demir direkler : Bu tip direklerin oturma taban alanı oldukça geniştir. Bundan dolayı da şekli değişik olur.

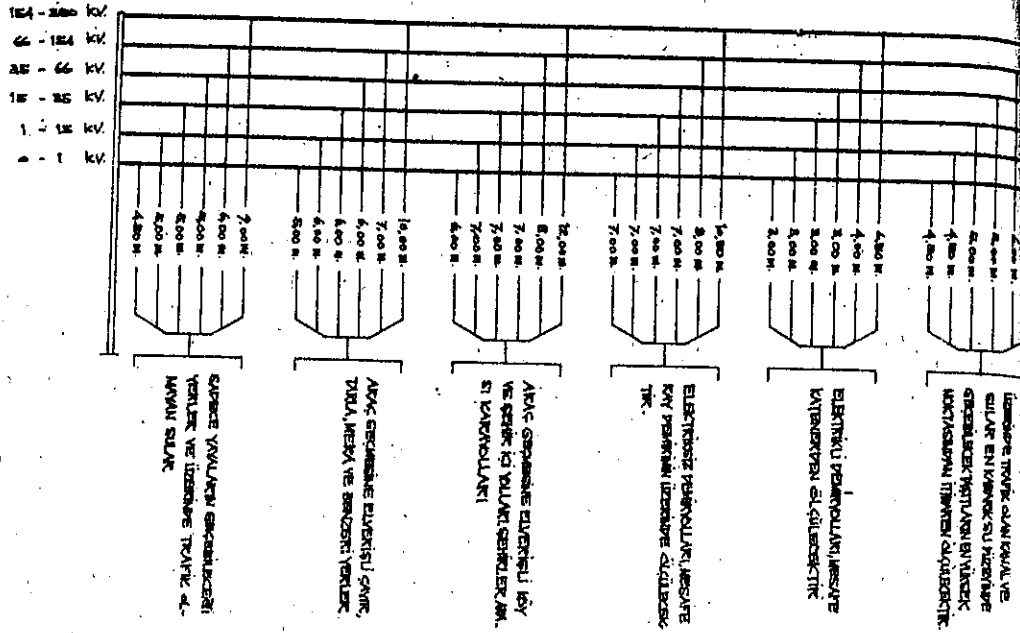
b°) Avrupa tipi demir direkler : Bu tip demir direklerin oturma taban alanı Amerikan tipi direklere göre dardır.

Demir direkler bir de tek ve çift hava hattı iletkeni yanı üç faz veya üç çift faz taşıdıklarına göre de isimlendirilirler. (Şekil : 3-21 a-b) deki demir direkler tek devreli üç fazlı alternatif akım enerji iletim sisteminde kullanılırlar.

(Şekil : 3-21-a) deki tek devreli ve bir koruma hattı yüksek gerilim direğidir.

(Şekil : 3-21-b) deki direk de tek devreli hava hattı iletkeni olup üç faz için üç iletken, koruma hattı için iki iletken taşımaktadır.

(Şekil : 3-21-c ve d) deki direkler çift devreli olup üç faz için altı iletken, koruma hattı için bir iletken toplam olarak yedi iletken taşımaktadır.



(Şekil : 22)

Bu direkler içinde maliyeti ucuz olan (Şekil : 3-21 a) daki tek devreli hava hattı direğidir. Tek devreli hava hattında kullanılan bir direk çeşidi daha vardır. Bu direğe esnek direk adı verilir. Bu esnek direk (A) şeklinde birleştirilen iki putrelden elde edilir. Diğerlerine göre maliyeti çok ucuz olmasına rağmen çok yüksek gerilimde kullanılamaz. Direkler arasındaki sehim birbirinin aynı ve simetriklik sağlamış ise, bu yerlerde esnek direklerin kullanılması yerinde olur. Esnek direklerin özelliklerinden biri hat boyunca doğan kuvvetlere karşı direncinin az olmasıdır. Esnek direğe etki edebilecek dengesiz kuvvetlerin zararlı etkilerini gidermek amacı ile en fazla iki kilometrede bir durdurucu direk kullanılması gerekir. İletkenlerden birisi kopacak olursa o zaman esnek direk dengesiz iki kuvvetin etkisinde kalır. Bu kuvvetlerin etkisi ile direğin burulmak veya yıkılmak tehlikesi durdurucu direklerle önlenir.

Demir direk çeşitleri, taşınacak enerjinin gücüne, arazinin şekline, atmosfer şartlarına, iletkenlerin ağırlık ve çekme kuvvetlerine, izolator zincirinin büyüklüğüne vb. göre değişme gösterir. Hava hattının çekileceği yerin şartları göz önüne alınır ve buna göre şekil seçimi yapılır.

Biraz önce direkler arasındaki sehim eşitliğinden söz ettik. Şimdi sehim deyince ne anlıyoruz, onu açıklayalım : Hava hattı tesislerinde çok kullanılan bir terim olan sehimin diğer adı da fleştir. Di-

rekler arasına gerilen bir iletkenin kendi ağırlığı sebebi ile sarkması doğaldır. Gerilen iletken uçlarının bağlı olduğu iki izolator arasındaki var sayılan doğru çizgi ile iletkenin en sarkık noktası arasındaki uzaklığa SEHİM denir. (Şekil : 3-23)

Hava iletkenleri direkler arasına gelişi güzel gerilmez. Sehimi dikkate alınarak gerilir. Sehim bölgelere göre hazırlanmış olan cetvellere çıkarılır veya biraz sonra açıklayacağımız formülle bulunur.

$$f = \frac{1}{8} \cdot \frac{G}{P} \cdot a^2$$

Bu formülde geçen harflerin anlamları :

f = Sehimi (birimi metredir).

G = İletkenin yoğunluğu (kg/dm³).

P = Gerilme (Kg/cm²).

a = İki direk arasındaki uzaklık (birimi metredir).

Hava hattı döşemede maliyeti ucuzlatmak için direklerin boyu kısaltılırsa sehimin küçük tutulması gerekir. Bu defa gerilme kuvvetini artırmak gerekir. Buna karşın, gerilme kuvvetini artırırken kullanılan gereçlerin mekanik dayanıklılığını hesaba katmak zorundayız. Her gerecin gerilmeye karşı gösterdiği direnç sınırlıdır. Sınır aşılsa iletken kopar. Diğer taraftan sehimin değeri, hava sıcaklığına, kar ve buz yüküne bağlı olarak değişir. Genel olarak -5°C'ye göre yapılır.

Hava hatlarının direkde sıralanması : Hava hatlarının tertibinde gelişi güzel hareket edilemez. İletkenlerin direkteki sıralanışları bazı hesaplara ve denemelere dayanılarak yapılır. Hatlar arasındaki açıklığın ve hatlarla direk arasındaki uzaklığın yeter derecede olmasına özen gösterilir. Yüksek gerilim enerji hattının üst tarafına hatları atmosfer şartlarından koruyan koruma iletkeni konur. VDE normlarına göre hattın toprağa en yakın noktası en az altı metre, işlek yerlerde, yol ve kavşaklarda yedi metre olarak alınır. (Bu değerler daha çok alçak gerilim için olup gerilim değeri büyüdükçe, bu değerlerinde büyüyeceği doğaldır.)

Alçak gerilim hatlarının hepsinde, hatlar arasındaki açıklığın 35 cm. olması bir defaya mahsus olmak üzere tesbit edildiği halde, yüksek gerilim hatlarında hatlar arasındaki açıklığın gerilim ve sehime tabi olması yüzünden her durum için ayrı bir hesaplama yapılması gerekir. İletkenlerin üst üste aynı eksen üzerine gelmemesi sağlanır. Aksi halde üzerinde buz yükü bulunan bir iletken bu yükten

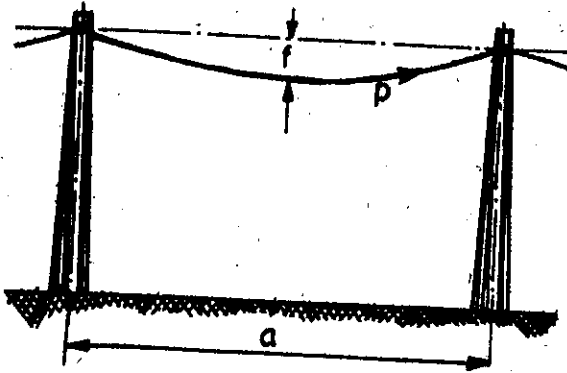
kurtulunca yukarı doğru fırlayıp üstteki iletkene dokunabilir veya iki iletken arasında akım atlaması olabilir.

VDE normuna göre hareketsiz durumdaki hatlar arasındaki en az uzaklıklar şöyle bulunur.

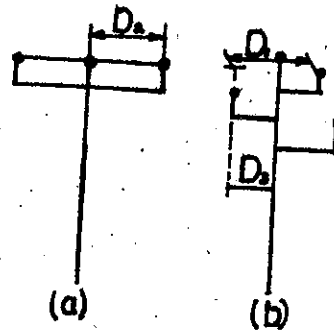
Farklı seviyedeki iletkenler arası uzaklık : Bakır, Bronz, Demir ve içerisindeki demir ağırlığı % 30'dan fazla olan çelik - alüminyum iletkenleri için (Şekil : 3-23-b) görüldüğü üzere :

$$D_1 = 0,45 + 0,50 \cdot \sqrt{f} + 0,01 \cdot U \text{ formülü ile,}$$

Alüminyum ve içindeki demir ağırlığı % 30'dan az olan çelik - alüminyum iletkenler için : $D_1 = 0,25 + 0,70 \cdot \sqrt{f} + 0,01 \cdot U$ formülü ile bulunur.



(Şekil : 3-23) Sehim (Fleş)



(Şekil : 3-24) İletkenler arası uzaklık.

Aynı seviyedeki iletkenler arası uzaklık : Çeşitli yapıdaki iletkenler için (Şekil : 3-24-a) da görüldüğü üzere $D_2 = 0,65 \sqrt{f} + 0,01 \cdot U$ formülü ile bulunur.

Her faz ile topraklanmış demir kısımlar arasındaki en az uzaklık : (Şekil : 3-24-b) de görüldüğü üzere bu mesafe

$$D_3 = 0,05 + 0,0075 \cdot U \text{ formülü ile bulunur.}$$

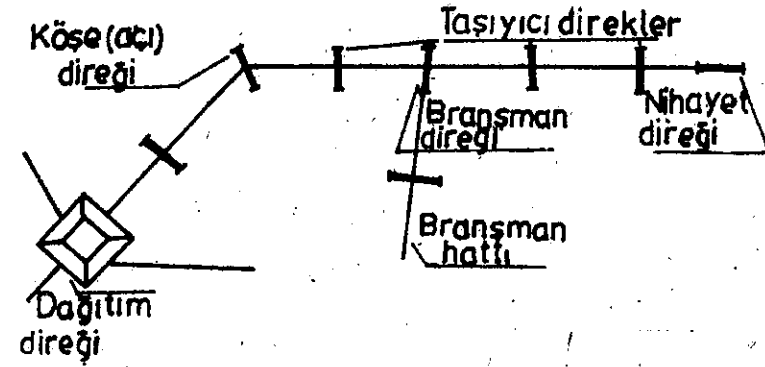
Burada verilen formüllerde kullanılan harflerin anlamları ise :

f = Metre olarak en fazla sehimi,

U = KV olarak fazlar arası gerilimi,

D = Metre olarak güvenlik uzaklığını gösterir.

Ana caddelerden giden ana hatlardan, küçük sokaklara kol veren direklere bransman direği denir. (Şekil : 3-25) de çeşitli gayeler için kullanılan direkler görülmektedir.



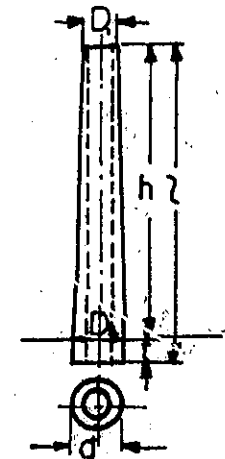
(Şekil : 3-25) Bransman hattı ve direği.

3°) Beton Direkler : Yüksek gerilim iletiminde Avrupa ülkelerinde ve bizde demir direklerden sonra en çok kullanılan direk çeşidi beton direklerdir. Beton direkler yapıları bakımından ikiye ayrılırlar :

- Santrifüj direkler,
- Vibre beton direkler.

a) Santrifüj beton direkler : (Şekil : 3-26) de görüldüğü gibi bu çeşit beton direklerin kesiti daire ve içi boştur. Direğin çevresi boyunca yuvarlak demirler bağlanır, beton ise özel ve dönen kalıp sistemlerinde kenarlarına püskürtülür. Bu çeşit direklerin içi boş olduğu için diğer direklere göre daha hafiftir.

Santrifüj direkler fabrikasyon olup şantiyelerde imal edilemez. Yani imal edildiği yerden dikileceği yere taşıma zorluğu vardır.



(Şekil : 3-26) Santrifüj beton direk.

Santrifüj direkler kabaca şöyle imal edilir : Bir hacim çimento, 4,5 hacim temizlenmiş kum ve çakıl ile makine içerisinde iyice karıştırılır. Sonra su ile harç haline getirilir, direğin yapımına geçilir. Bu direkler imal edildikten itibaren 7 gün aşırı güneşten, rüzgardan, dondurucu olabilecek soğuktan, yağmur ve çarpmalardan korunması gerekir. Direkler bundan sonra kullanılabilirler.

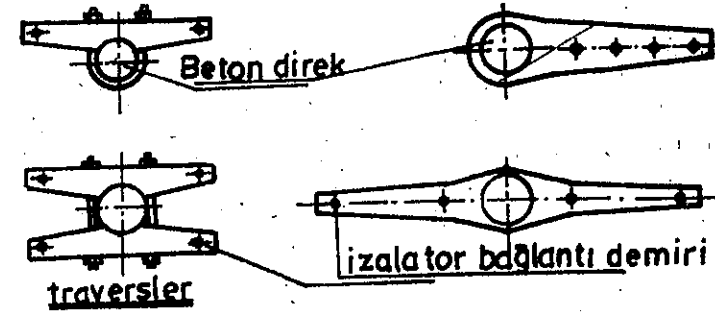
Beton direklerin yapımı kadar topraklanması da önem taşır. Şimdi beton direklerin topraklanmasını açıklayalım.

Beton direğin ana demir kısmı boydan boya devam ediyorsa veya bağlantıları kaynakla yapılmamış ise, direğin kesidi en az 25 mm² olan bakır iletken beton içerisinden 40 - 50 cm. aşağıdan çıkarılıp bırakılmalıdır. Demir kısmı devamlı ve bağlantıları kaynaklı ise direğin üst ve alt tarafında, demir kısmının üstte nötr hattına, altta ise toprak levhasına bağlantısı yapılır. Hangi tip ve kaç direkte bir topraklanmanın yapılacağı ilgili tarafından fabrikaya bildirilmelidir ki direğin yapısı ona göre hazırlansın ve istenilen nitelikte direk elde edilmiş olsun.

(Şekil : 3 - 26) daki santrifüj direk ile ilgili değerler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Direk tipi	Direk boyu : 9,3 m.				Direk boyu : 10 m.			
	Tepe çapı D mm.	Taban çapı d mm.	Ankastreman çapı De mm.	Serbest boyu h m.	Tepe çapı D mm.	Taban çapı d mm.	Ankastreman çapı De mm.	Serbest boyu h m.
1 - 1,5 3 - 3,5	130	269	245	7,70	130	280	256	8,40
3 - 3,5 4	160	299	275	7,70	180	310	286	8,40
5 - 6 7	220	359	335	7,70	220	370	346	8,40
8 - 9 10 - 11	265	404	380	7,70	265	415	391	8,40
12 - 19	290	429	405	7,70	290	440	416	8,40
20 - 25	320	459	435	7,70	320	470	446	8,40
26 - 35	350	489	465	7,70	350	500	476	8,40

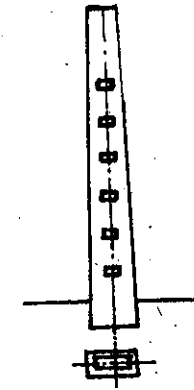
(Çizel : 3 - 3)



(Şekil : 3 - 27) Beton direklerde kullanılan izolator tesbit elemanları.

Beton direklerde izolatörler (Şekil : 3 - 27) de görülen yine betonla yapılmış konsol ve traverslere tutturulur. Bu konsol ve traverslere pin tipi taşıyıcı izolator demirleri veya askı izolatörler için hazırlanmış özel demirlerle izolatörler tesbit edilir. Genel olarak dört iletken kadar tek travers sekiz iletken kadar iki travers, on iki iletken kadar üç travers kullanılır. Her travers eklendikçe direk boyunu 0,5 m fazla seçmek gerekir. Diğer taraftan direkler arası uzaklık arttırıldıkça, direklerin boylarında artma olur. Bu artma, direkler arası 40 m. ise direk boyu 9 m., direkler arası 50 m. olunca da direk boyu 9,5 m. alınır.

b) Vibre beton direkler : Vibre beton direk imalatında direğin büyüklüğüne göre önceden tahtadan kalıp hazırlanır. Vibre beton direk imalatında kalıp sabit olup santrifüj beton direkte olduğu gibi dönmeyiz. Kalıba hazırlanmış olan harç dökülür sonra vibrasyon (titreşim) yapılır. Vibrasyonla yapılan sarsıntı sayesinde aradaki boşlukların kalmaması ve betonun kalıbı iyice alması sağlanır. (Şekil : 3 - 28) de vibre beton direk görülmektedir. Vibre beton direklerin ke-



(Şekil : 3 - 28) Vibre beton direk.

sidi dikdörtgen şeklindedir. En iyi tarafı da dikilecekleri yerlerde bile imal edilmeleri mümkündür. Vibre beton direkler çok kullanılır. Şekilden de anlaşılacağı gibi bir eksen boyunca eşit aralıklarla direkler üzerine delikler bırakılmıştır. Bu delikler direğe kolay çıkmayı sağladığı gibi etki eden rüzgâr kuvvetini de azaltır.

Beton direklerin üstün tarafları :

★ Beton direklerin imalatında en az % 50 demir tasarrufu sağlanır.

★ Demir direklerde olduğu gibi paslanma olmaz, çürümezler, boya istemezler Dolayısıyla bakıma ihtiyaç göstermezler.

★ Hatların kopması halinde büyük bir burulma direncine sahiptirler.

★ Paslanma durumları olmadığı için bataklık gibi çok nemli yerlerde, sahil şehirlerinde tercihen kullanılırlar. Sanayi bölgelerindeki zararlı buhar ve gazlardan çok az etkilenirler.

★ Az ve ucuz bir temele gereksinme gösterirler.

Beton direklerin bu üstün taraflarına karşılık sakıncaları, ağır direkler oluşları, dolayısıyla taşınmaları ile dikilmelerinin zorluğu ve herhangi bir nedenle kazaya uğradığında tamirinin mümkün olmamasıdır.

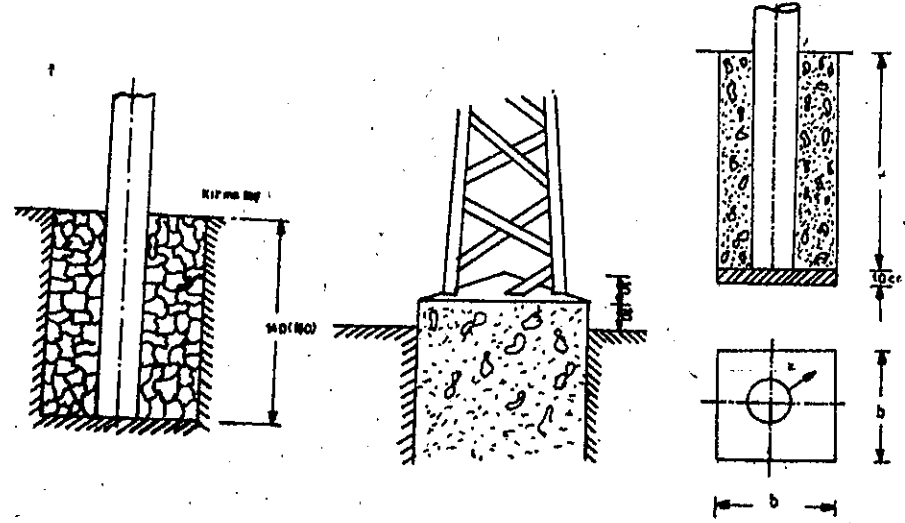
4°) Direk dikimi : Direk dikimi ağırlığı ve büyüklüğü dikkate alınır, bazen insan gücü ile, bazen tirfor ile, bazen de vinç ile Dikey olmak üzere dikilir.

Projeye göre direk yeri işaretlendikten sonra direk çukuru kazma, kürek, küskü ve kepçe ile ölçüsüne uygun olarak açılır. Açılan bu çukurlara direk dikildikten sonra teknolojik kurallara uygun olarak direk temelının yapılması gerekir.

Direklerin uzun süre konumu bozulmadan durmasını sağlamak için direk dikildikten sonra çukurunun, taş, toprak ve harç ile usullere uygun doldurulmasına temel yapılması diyoruz. Ağaç, demir ve beton direklerin temelleri ayrı ayrı şekillerde yapılır. Bunlara kısaca deyinelim.

Ağaç direk temelleri : Kırma taş ile yapılır. Ağaç direklerin dibine direğin ömrünü kısaltacağı için hiçbir zaman beton dökülmez. (Şekil : 3 - 29 - a) da görüldüğü gibi direğin dibi 40 - 50 cm. yüksekliğe kadar kırma taş balyoz ile iyice sıkıştırılır. Sonra çukur dolunca ya kadar taş ve toprakla çukur doldurulur.

Demir direk temeli : Demir direkler kesinlikle beton harç içerisine oturtulur. Bu iş için ikiyüz dozluk harç kullanılır. (1 m³. 200 Dozluk harç hazırlamak için 0,75 m³. çakıl, 0,5 m³. Kum, 4 torba çimento, 105 lt. su iyice karıştırılarak elde edilir. Harcın içerisine fazla büyük olmamak şartı ile (en fazla 10 × 10 × 10 cm.) Taşlar kona-



(Şekil : 3 - 29) Çeşitli direklerin temellerinin yapılması.

rak direğin dikiline dikilmesi sağlanır. Direk dibinde su, kar vs. birikimini önlemek için, toprak seviyesinden 20 cm. yukarıya kadar yağmurluk betonu şeklinde şekillendirilir. (Şekil : 3 - 29 - b)

Beton direk Temeli : Bu direklerin çukuruna direk dikilmeden birkaç gün evvel 10 cm. kalınlığında 200 dozlu harç dökülür. Bazen bunun yerine uygun ölçülerde prefabrik parçada kullanılır. Direk dikildikten sonra 200 dozluk harç ile karıştırılmış olan 10 × 10 × 10 cm. taşlarla direk sabitleştirilir. Don tehlikesi olan havalarda beton dökülmez, sıcak havalarda betonun yanmaması için önlem alınır. (Şekil : 3 - 29 - c)

5°) Direklere etki eden kuvvetler : Kuvvetli akım elektrik dağıtım tesisatının bakımı, işletme ve tesisine dair yönetmeliğin 93'üncü maddesine göre direklerin yapımında ve hesaplanmasında aşağıdaki kuvvetler göz önüne alınır.

a) Dikey kuvvetler : Bu kuvvetleri meydana getiren öğeler şunlardır :

Direğin kendi ağırlığı,

Konsol ağırlığı,

İzolatör ve parçalarına ait ağırlık,

Ek parça ve gereç ağırlığı (Trafo, Şalter vs. gibi)

En az 80 Kg. çalışacak teknisyenin ağırlığı,

İletken ve koruma teli ağırlığı,

İletken ve koruma tellerinde biriken kar ve oluşacak buz yükü ağırlığı,

b) Yatay Kuvvetler : Direklere etki eden yatay kuvvetler ise şunlardır :

İletkenlerle, nötr veya koruma tellerinin cer kuvvetleri,

İletkenlerle, nötr veya koruma teline konsol, izolatör ve direğe etki eden rüzgâr kuvveti.

SORULAR : 9

- 1 — Direk nedir? Kullanıldıkları yerlere göre sınıflandırdığınız yerleri anlatınız.
- 2 — Direk yapımında hangi unsurlar göz önüne alınır?
- 3 — Ağaç direkler hakkında bilgi veriniz.
- 4 — Demir direkler hakkında bilgi veriniz.
- 5 — Sehim nedir? Açıklayınız.
- 6 — Hat iletkenlerinin direkte sıralanışını ve emniyet mesafelerini açıklayınız.
- 7 — Santrifüj beton direkleri anlatınız.
- 8 — Vibre beton direkleri anlatınız.
- 9 — Beton direkler iletkenleri nasıl taşır açıklayınız.
- 10 — Beton direklerin üstün taraflarını anlatınız.
- 11 — Çeşitli yapılarıdaki direkler nasıl dikilir? Anlatınız.
- 12 — Direklere etki eden kuvvetleri açıklayınız.

F — ŞEBEKE ÇEŞİTLERİ

Santrallardan alıcılara kadar olan elektrik tesisinin tamamına ELEKTRİK ŞEBEKESİ denir. Gerilimin değerine göre dört sınıfa ayrılır :

- 1) Alçak gerilim şebekeleri,
- 2) Orta gerilim şebekeleri,
- 3) Yüksek gerilim şebekeleri,
- 4) Çok yüksek gerilim şebekeleri.

Yüksek ve çok yüksek gerilim şebekeleri büyük şehir veya bölgelerin enerji gereksinimleri için enerji santrallerinden itibaren enerji nakil hatları ile örtülen elektrik ağıdır. Orta gerilim şebekeleri daha küçük şehirler, endüstri bölgeleri vb. gibi yerlerin enerji gereksinimleri için kurulmuş şebekelerdir. Alçak gerilim şebekeleri ise, trafonun alçak gerilim barası ile alıcılar arasında kurulan tesistir.

Şebekenin kurulmasında şu noktalara dikkat edilir.

★ Şebeke gözlemlere daima imkân verecek şekilde açık olmalıdır.

★ Güç kaybı ve gerilim düşümü az olmalı, gerilim şebekenin her yerinde eşit olmalıdır.

★ İşletme güvenliği olmalıdır.

★ Şebekenin kurulması ekonomik olmalıdır.

★ Daha sonraki aboneler için servis yapılabilmesi basit ve kolay olmalıdır.

★ Kısa devrelere karşı korunmuş, ve emniyet önlemlerinin alınmış olması lâzımdır.

★ Enerji kesintisiz olmalıdır.

Şebekler biraz sonra inceleyeceğimiz gibi değişik şekillerde de yapılır.

Şebekelerin değişik şekilde yapılmasını şu ölçüler etkiler :

a°) Genel olarak abonelerin yayılış şekilleri, yani tesisin büyüklüğü,

b°) Konut ya da işyerlerinin bulunduğu cadde ve sokakların şekli,

c°) Tesisin taşıdığı önem,

d°) Transformatörlere yük dağılımının nasıl olduğu, ve ne kadar aşırı yüklenebileceği.

Bu ölçülerin ışığı altında şebekeleri dört sınıfta inceliyebiliriz.

a) Dalı (dal budak) Şebekeler :

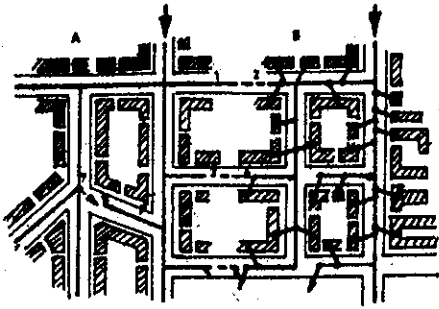
Yurdumuzda şebekelerin pek çoğu bu şekildedir. Özellikle tüketim merkezlerinin nüfus bakımından yoğun olmadığı köy, kasaba ve illerdeki mahalle şebekeleri dalı şebeke şeklinde yapılmıştır.

(Şekil : 3 - 30) da şehir içerisindeki bir semtin planı verilmiştir. Bu plân üzerinde caddeler, sokaklar ve alıcıların bulunduğu binalar gösterilmiştir.

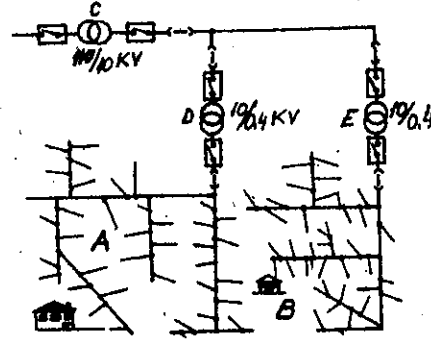
Bilindiği gibi dahili ve harici tesisatta gerilim düşümünün belirli sınırlar içerisinde kalması gerekir. Bunun için dalı şebekeleri büyütmek mümkün olmaz. Bir bölge kısımlara ayrılarak her bölge ayrı bir trafo postası tarafından beslenir.

(Şekil : 3 - 30) da verilen plandaki bölge, (A) ve (B) olmak üzere iki kısma ayrılmış, ayrı ayrı transformatörlerden beslenmiştir. Tatbikatda her beslenme trafosuna 20 ilâ 200 KVA arasında değişen güç bağlanır.

(Şekil : 3 - 30) da verilen plan üzerinde gösterilen enerji dağıtımı (Şekil : 3 - 31) de elektrik kurallarına uygun olarak şema haline getirilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi (C) tali merkezine gelen gerilim 110 KV'dır. Gerilim bu tali merkezde 10 Kv.'a düşürülerek (D) ve (E) merkezlerine dağıtılmıştır. Buralarda gerilim 10 Kv.'dan 220/380 V.'a düşürülerek alıcılara dağıtılmıştır. Enerji güzergâh boyunca kollara ayrılarak alıcılara dağıtıldığında, bu çeşit tesise dalı şebeke adı verilir.



(Şekil : 3-30) Bir semtin mimari planı.

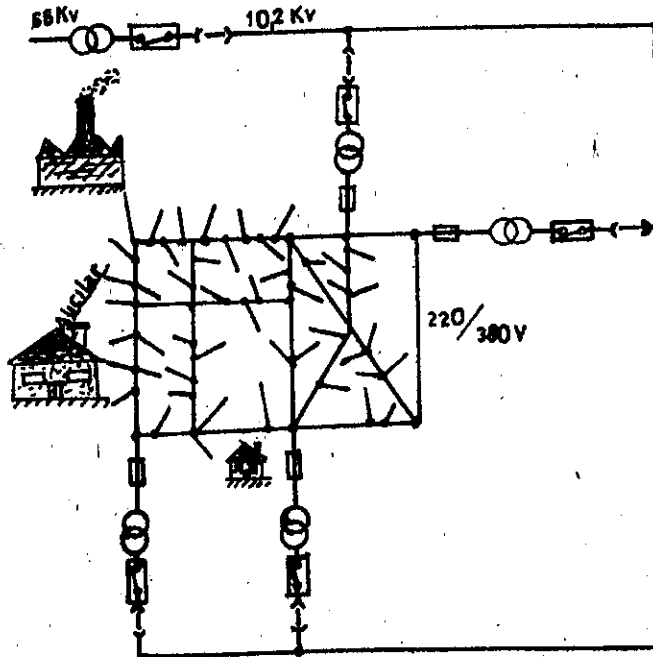


(Şekil : 3-31) Dalı şebeke.

b) Gözlü Şebekeler :

Aynı trafolarla beslenen kısımlar belirli noktalarda birbirine bağlanırsa gözlü şebekeler meydana gelir.

(Şekil : 3-32) de bir gözlü şebeke çizimi verilmiştir. Burada şebekenin uygun dört yerine kurulmuş olan dört trafo merkezi ile aboneler beslenmektedir. Bu şebekenin en büyük özelliği abonelerden birisinin bulunduğu yerde, hatta trafo merkezlerinin birisinde arıza



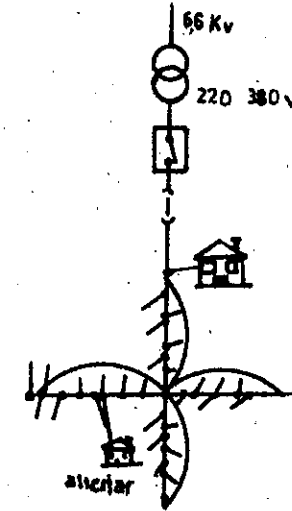
(Şekil : 3-32) Gözlü şebeke.

meydana geldiğinde o kısım elektriksiz kalır, diğer trafolar aboneleri beslemeye devam ederler. Bu durum ise işletme güvenliğinin üstünlüğü ve hizmetin aksamaması demektir. Ayrıca güç dengelenmesi ve gerilim düşümü de sınırlanmış olur. Bu özellikler sonucunda gözlü şebekeler nüfus yoğunluğu fazla olan yerlerde kullanılır.

Gerilim düşümünü azaltmak için beslemeler şebekenin kenarından değil iç kısımlarından yapılır. Bu şebekelerde arızalı yeri devreden çıkarmak, diğer kısımları etkisinden kurtarmak için koruyucu düzenekler devreye sokulur. Bu koruyucu düzenek ergimek sureti ile devreyi açan cinsten olursa, buna yanma metodu ile arızanın önlenmesi denir.

c) Bukleli (Buklaj) şebekeler :

Bu tip şebekelerde ana düğüm noktaları paralel iletkenlerle birbirlerine bağlanır. Bukle gibi bir durum gösterdiği için bu adı almıştır. (Şekil : 3-33) de bir bukleli şebeke çizimi verilmiştir. Görüleceği gibi şebeke tek bir trafo ile beslenmektedir. Trafoda veya trafo

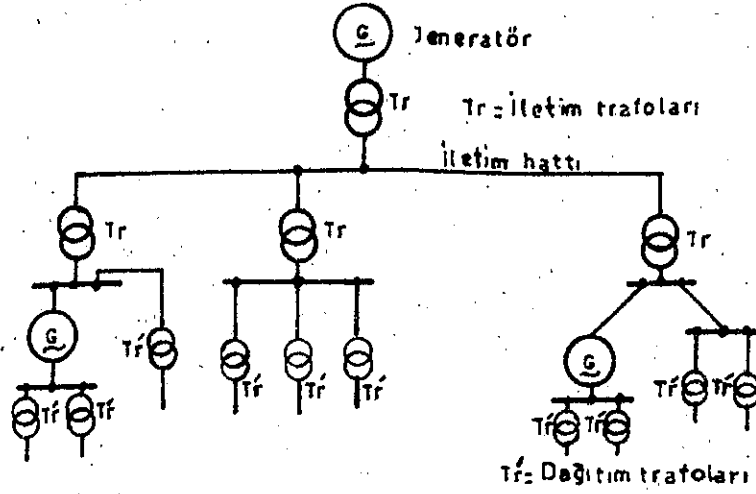


(Şekil : 3-33) Bukleli şebeke.

fo ile şebeke arasında bir arıza doğarsa bütün aboneler enerjisiz kalır. Fakat ana düğüm noktasından paralel iletkenlerin bağlandığı noktalardaki abonelerden birisinde arıza olursa abonenin emniyet elemanı faaliyete geçerek aboneyi devre dışı etmek suretiyle diğer abonelerin enerjisiz kalmasını önler. Bu şebekelerde kullanılan paralel iletkenlerin sayesinde gerilim düşümü daha az olur.

d) Enterkonnekte Şebekeler :

Elektrik Santrallerini ve enerji tüketim merkezlerini birbirine bağlayan tesislere ENTERKONNEKTE ŞEBEKE denir. Yani bu tip şebekelerde birçok santral ve birçok da trafo verzezi vardır. O bakımdan böyle bir şebekede enerji kesilmeden bir santral veya trafo istasyonu devreye sokulabilir. Gereğinde de aboneler etkilenmeden devreden çıkartılabilir. Verimli çalışmayan santraller yedekte bekletilir. Gereğinde devreye sokulur. Aboneler enerjisiz hırakılmadan santrallardan birisi bakıma veya onarıma alınabilir. (şekil : 3-34) de bir enterkonnekte şebeke görülmektedir.

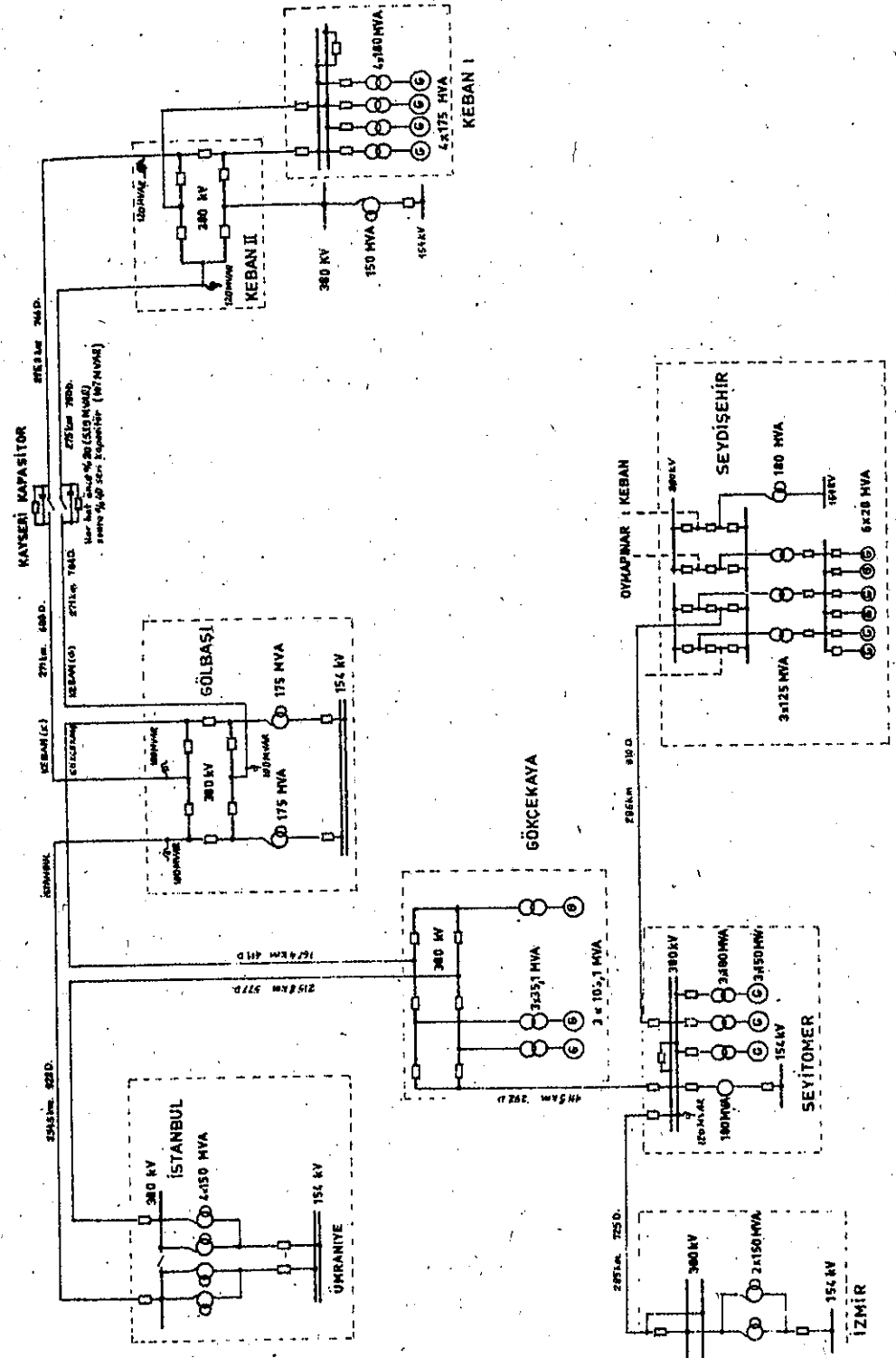


(Şekil : 3-34). Enterkonnekte şebeke.

Örnek şeklimizde şebekeyi üç jeneratör beslemektedir. Bu jeneratörlerin ürettikleri gerilim iletim trafoları ile yükseltilerek iletim hattına paralel bağlanmışlardır. Dolayısıyla hepsi iletim hatını beslemektedir. Bu sistem çok büyük bölgelerde kurulur. Örneğin ülkemizi saran elektrik ağı enterkonnekte şebekeye örnektir.

İlk Enterkonnekte şebekemiz 1948 yıllarında Zonguldak kömür bölgesinde düşük kaliteli taşkömürü yakan 60 MW gücündeki termik santralin işletmeye alınması ile kurulmuştur. Kömür bölgesinin ihtiyacından artan enerji, Çatal - Ereğli 66 KV. hattından sonra yapılan Ereğli - Adapazarı - İzmit - Ümraniye 154 KV. enerji iletim hattı ile İstanbul'a kadar taşındı.

Daha sonraları yapılan Tunçbilek, Soma Termik santralleri ile Sarıyar, Kemer, Demirköprü, Almus, Hidroelektrik santralleri ge-



(Şekil : 3-35) 380 KV Enerji dağıtım sistemleri.

nellikle 154 KV'lık enerji iletim hatları ile kuzeybatı, batı ve içana-
dolunun tüketim merkezlerine bağlandı.

Günümüzde ise 380 KV sistem ulusal şebekemizin ana iskeletini oluşturmaktadır. Örneğin Keban'da üretilen enerji Kayseri - Ankara üzerinden 380 KV. ile İstanbul'a ulaşmaktadır. (Şekil : 3 - 35)

SORULAR: 10

- 1 — Şebeke nedir? Gerilim değerine göre sınıflandırınız.
- 2 — Şebekenin kurulmasında nelere dikkat edilir?
- 3 — Şebekenin kurulmasını etkileyen ölçüleri sıralayın.
- 4 — Dallı şebeke hakkında bilgi veriniz.
- 5 — Gözlü şebeke hakkında bilgi veriniz.
- 6 — Bukeli şebeke hakkında bilgi veriniz.
- 7 — Enterkonnekte şebeke hakkında bilgi veriniz.

G — TRAFO MERKEZLERİ

Elektrik santrallarını santrali çalıştıracak olan yakıtın çıkartıldığı yerin yakınına ya da akarsuların bulunduğu yerlere kurulduklarını biliyoruz. Üretilen bu enerjinin çok uzaklardaki şehir, kasaba, köy ve sanayii tesislerine üretildiği gerilimle nakledilmesi, büyük çapta enerji kaybına neden olacaktır. Bu enerji kaybını önlemek için santral bünyesi içerisinde kurulmuş olan ŞALT SAHA denilen kısımlardaki TRANSFORMATÖR'lerle gerilim yükseltilerek hatta verilir, daha sonra enerjinin kullanılacağı yerde gene TRANSFORMATÖR'lerle gerilim alıcının gerilim değerine düşürülür. Ve bu işlemler anındaki enerji kaybı çok azdır. Transformatörün yapısı, çeşitleri ve çalışmasını diğer derslerimizde gördüğümüz için üzerinde durmayacağız.

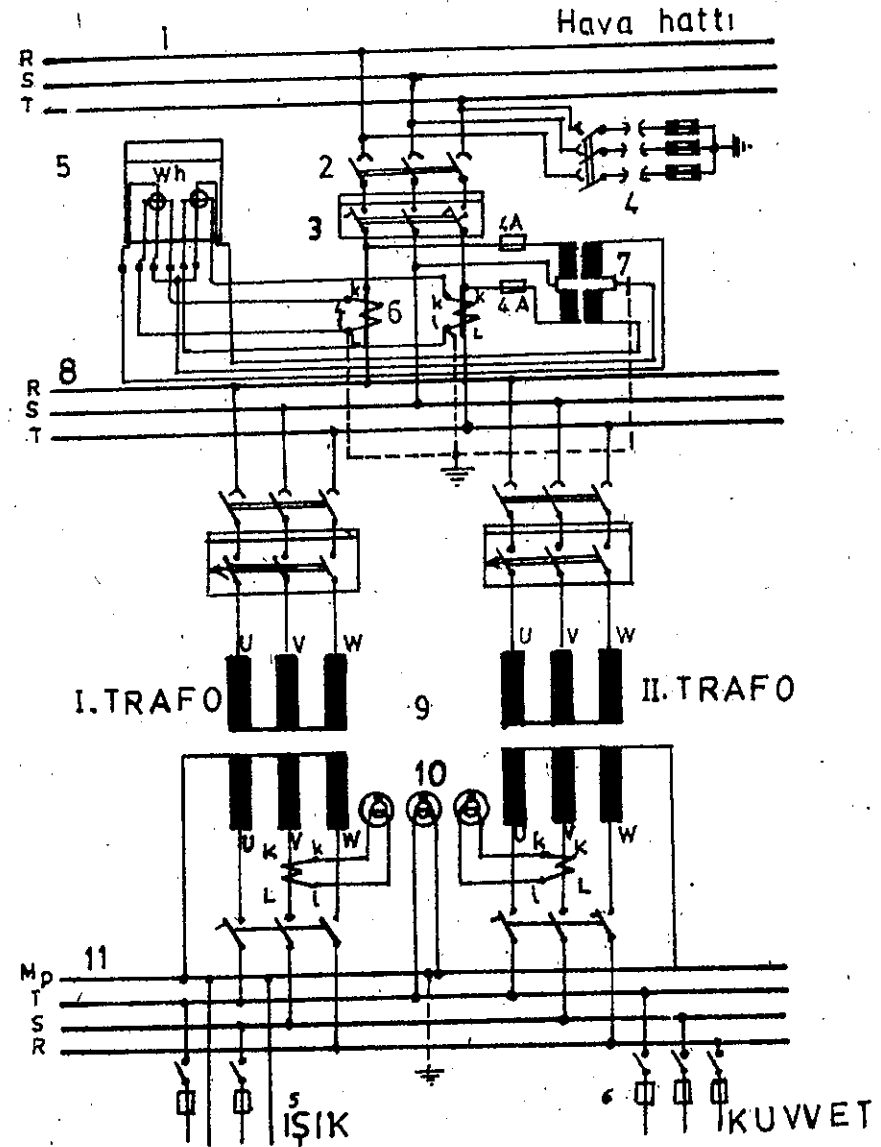
Günlük hayatta küçük transformatörleri incelerken transformatörleri incelerken transformatör, büyük güç transformatörlerinden bahsederken trafo deriz. Onun için de büyük güç trafolarının bulundukları yerlerde trafo merkezleri veya trafo postaları deriz.

Bir trafo merkezinde genellikle şu elemanlar bulunur :

- ★ Bir veya daha fazla güç transformatörü,
- ★ Transformatörleri devreye sokup çıkarmaya yarayan şalterler,
- ★ Bağlantıların yapılmasını sağlayan bara düzenekleri,
- ★ Gerekli ölçmeler için çeşitli ölçü aletleri,
- ★ Parafudur, sigorta gibi koruma elemanları,

Yukardaki birçok elemanı bünyesinde toplayan tablo, pano veya panolar.

(Şekil : 3 - 36) da görülen trafo merkezine enerjinin havai hat ile girdiği var sayılmıştır. Bu merkezde görüldüğü gibi iki güç trafosu mevcuttur. Enerji ihtiyacına göre trafolar tek tek veya ikisi birlikte (Paralel) çalışabilirler.



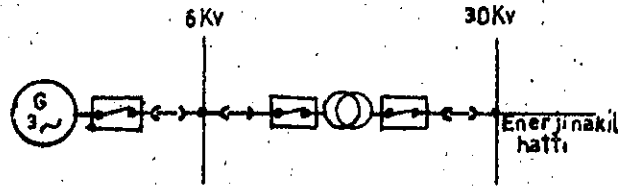
(Şekil : 3 - 36) Büyük bir trafo merkezine ait prensip şeması.

(Şekil : 3 - 36) da (1) numara ile havai hattı, (2) ile seksiyone ri, (3) ile disjonktörü, (4) ile parafudru, (5) ile sayacı, (6) ile sayacın akım transformatörlerini, (7) ile sayacın gerilim transformatörünü, (8) ile yüksek gerilim baralarını, (9) ile güç trafolarını, (10) ile trafolarla ilgili ölçmeleri yapan ölçü aletlerini, (11) ile çeşitli alıcılara dağıtım yapan alçak gerilim baralarını görmekteyiz.

Trafo merkezlerini gerilimi yükseltmelerine veya düşürmelerine göre iki sınıfta düşünebiliriz.

- 1) Yükseltici trafo merkezi,
- 2) Alçaltıcı trafo merkezi.

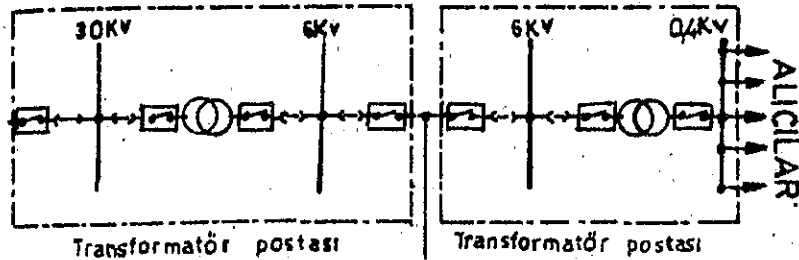
1) Yükseltici trafo merkezi : İsminden de anlaşılacağı gibi gerilimi yükseltmek için santral binası içine veya yakınına kurulur.



(Şekil : 3 - 37) Yükseltici trafo postası.

(Şekil : 3 - 37) de bir yükseltici merkez şematik olarak gösterilmiştir. Alternatörün çıkış gerilimi 6 KV. olup trafo ile 30 KV.'a yükseltilmiştir. Bu değer başka trafolarla daha da yüksek değerlere çıkartılarak enerji iletim hattına verilir.

2) Alçaltıcı trafo merkezi : Santrallarda üretilen, trafolarla yükseltilen yüksek gerilim kullanılacağı yerlerde yine transformatör veya transformatörlerle normal kullanma gerilimine düşürülür. Gerilimi düşürdükleri için bu tip trafo postalarına alçaltıcı trafo postaları denir. (Şekil : 3 - 38) de iki tane alçaltıcı trafo postası art arda bağlanmış şekilde görülmektedir. İki trafo postası gelen 30 KV.'luk



(Şekil : 3 - 38) Alçaltıcı trafo postaları.

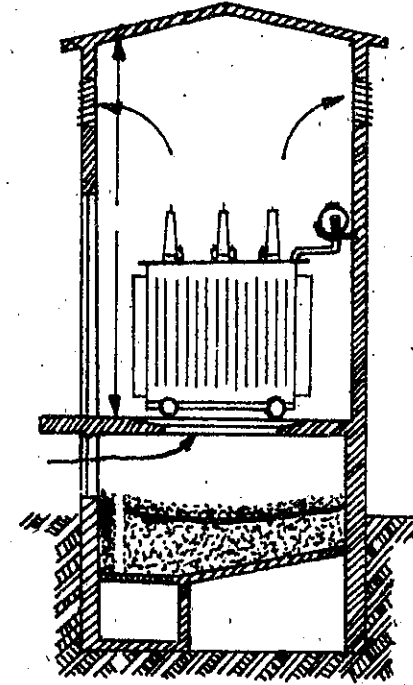
gerilimi 6 KV.'a, ikinci trafo ise 6 KV.'u 0.4 KV.'a düşürmektedir. Bu trafo merkezi çıkışına konmuş olan baralardan alıcılara dağıtım yapılmaktadır.

Trafo merkezleri açık havada, kapalı yerde inşa edileceği gibi, özel bir direk üzerine yerleştirilmiş olan platform üzerine de monte edilebilir. Bunları kısaca izah edelim.

a) Kapalı yerde kurulan trafo merkezleri :

Kapalı yerlere monte edilen trafo merkezlerinin binası yeteri kadar büyük olmalıdır. Çünkü transformatörlerin büyük bir kısmı kendiliğinden soğumalı olduğu için hava sirkülasyonu için buna gerek vardır. Ama bazen trafoların kurulduğu yer büyük olmayabilir. O zaman özel yapıli hücrelere trafo ve panoları monte edilir. (Şekil : 3 - 39)

Transformatörün hava akımı ile soğumasını sağlamak için transformatörün konulacağı yerin altı boşaltılır ve transformatör buraya konulmuş olan bir ızgara üzerine monte edilir. Buna köşk tipi trafo postası da denir. Trafo hücresinin üst duvarları panjur şeklinde ya-

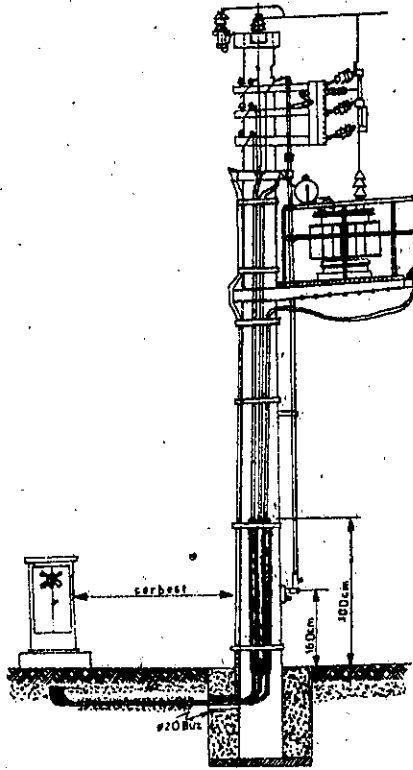


(Şekil : 3 - 39) Kapalı yere kurulan trafo merkezi.

pılır, alttan girip soğutma görevini yapmış olan hava bu panjurlardan dışarı çıkar. Böylece sirkülasyon yolu ile transformatör soğutulmuş olur.

b) Direk tipi trafo merkezi :

Alçaltıcı trafo merkezlerinden alınan enerji o bölgedeki enerji gereksinmesini karşılar. Fakat bölge geniş olduğunda trafo istasyonundan çok uzaktaki alıcılarda gerilim düşük olur. Örneğin, 220 V. olması gereken şebeke gerilimi, trafo merkezinin uzağındaki alıcıda 160 - 165 V. ölçüldüğü görülebilir. Bu da alıcıların arızalanmasına ya da en azından normal çalışmamasına neden olur. Bunu önlemek için şehrin çeşitli yerlerine yerleştirilmiş olan transformatörler gerilimin olabildiğince sabit kalmasını sağlar. Bu iş için de birçok yerlerde transformatörler direk üzerine yerleştirilir. Bu transformatörlerle ilgili tablo veya pano, transformatörü taşıyan direk üzerine tesbit edilebileceği gibi (Şekil : 3 - 40) da görüldüğü gibi direkten uzak bir yere de monte edilebilir.



(Şekil : 3 - 40) Direk tipi trafo postası.

Direklerde kullanılan trafoların güçleri en çok 250 KVA. dir. Bu iş için 12 - 13 m. boyunda kafes tipi demir direk veya beton direk kullanılır. Direk üzerine küçük trafolar doğrudan doğruya, büyük trafolar platform üzerine tesbit edilir. Montörün emniyetli çalışabilmesi için platform çepi çevre korkuluk içine alınır. Seksiyonerler konsollara monte edilir. Seksiyonerlere kumanda etmek için çok zaman direk üzerine bir manevle kolu konmuştur. Bu kolun yerden en çok 1,60 m. yüksekliğe konması ve ilgililerden başkasının kurcalamaması içinde kilitli olması gereklidir. Kumanda tablo veya panosunda: Ampermetreler, Voltmetreler, genel ve özel çıkış sayaçları, şalterler, baralar ve bağlantı iletkenleri yer alır. Tabloya monte edilen araçların çokluğu nedeni ile çok zaman tablo beton direklerde ayrı bir platform üzerine monte edilir. Pano gövdesi 1,5 mm. kalınlığında kıvrıma saçtan yapılır. Pano yüzeyleri ile kapılarının esnememesi için ayrıca (U) şeklinde saçlarla desteklenir. Panonun içi ve dışı fırın boya yapılır. Pano ile direk arasındaki kablolar direk temeline konulan 20 cm. çapındaki büzden geçirilir, kablounun emniyetini sağlamak için direk boyunca 3 m. yüksekliğe kadar uygun çaptaki galvaniz boru içerisine alınır.

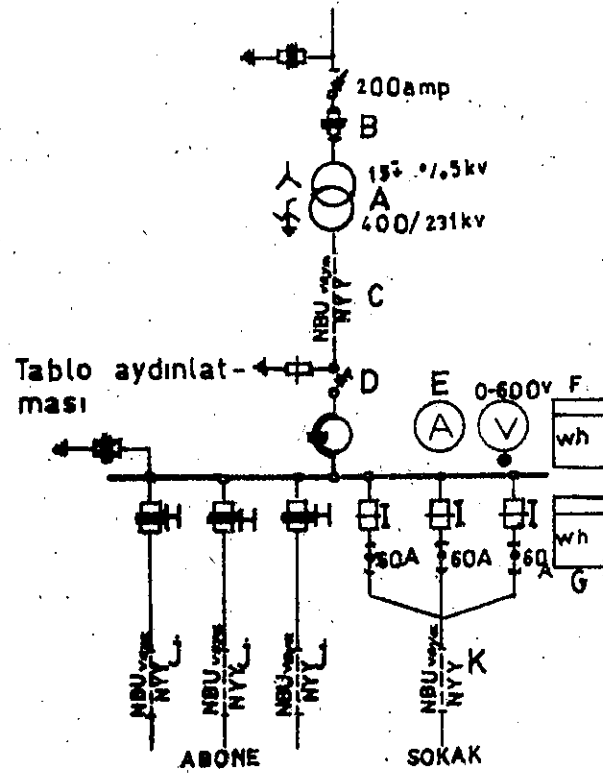
Bu kadar yükü taşıyacak olan direk beton direkse, çapının en az 29 cm. olması gerekir.

Direk tipi trafo postasının elektriki bağlama şeması (Şekil:3-41) de ve bu şema ile ilgili çeşitli trafo güçlerine göre ilgili ölçülerde aşağıda verilmiştir.

(Şekil : 3 - 41) da (A) ile güç trafosunu gösterdik. Bu trafo 15 KV. luk hat gerilimini 400/231 V.'a çevirmekte primeri yıldız bağlı olup % 5 KV. gerilimi kademe anahtarı vasıtası ile arttırıp eksiltilemektedir. Sekonderi zikzak bağlı olup 400/231 V. üretmektedir. Cetvelde trafo güçleri 25-160 KVA. arasında değiştiğine göre, kullanılacak diğer parçaların değerleri verilmiştir. (B) ile 200 A. kapasiteli trifaze sigortalı seksiyoner, (C) ile trafo ile tablo arasındaki NBU veya NYY cinsinden 4 damarlı kablo, (D) ile trifaze otomatik şalter, (E) ile ampermetreler bu ampermetreler için şekilde redüktör de çizilmiştir, tablo alçak gerilim tarafına bağlandığı için 0-500 V.'luk bir voltmetre kullanılmış olup ayrıca gerilim trafosu kullanma gereği duyulmamıştır, (F) ve (G) ile sayaçlar, (H) ve (İ) ile sigortalar, (J) ve (K) ile abone ve sokak aydınlatmasına giden enerji hatları görülmektedir.

H — TRANSFORMATÖRLERİN BAKIMI :

Transformatörlerin motor ve alternatörlerde olduğu gibi sürtünerek çalışan parçaları olmadığı için büyük bir bakıma ihtiyaç gös-



(Şekil: 3-41) Direk tipi trafo postasının elektriki bağlantı şeması.

Direk tipi bir trafo postasına ait değerler çizelgesi

A	Abone çıkışı	Sokak çıkışı	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
KVA	Adet	Adet	Amp.	mm ²	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	mm ²	mm ²
25	2	2	6	4×10	100	0-60	3×30	3×10	20	10	4×10	4×10
40	2	2	6	3×16+10	100	0-100	3×75	3×10	35	10	4×10	4×10
63	2	2	6	3×25+16	100	0-100	3×100	3×15	60	15	3×16+10	4×10
80	2	2	6	3×35+16	200	0-200	200/5	3×15	80	15	3×25+16	4×10
100	3	3	10	3×50+35	200	0-200	200/5	3×20	80	20	3×25+16	4×10
160	3	3	10	3×95+70	400	0-300	300/5	3×30	80	20	3×35+25	4×10

(Cetvel: 3-4) Şekil: 3-41'de örneği görülen trafo postasına ait değerler.

termezler. Transformatörlerin bütün bakımı temizliği ve devamlı kontrolleridir. Bina içinde çalışan trafolar gerekli emniyet önlemleri alındıktan sonra senede en az bir defa, açık havada çalışan trafolar çalıştığı yerin durumuna göre en az iki defa temizlenmelidir. Bu temizlik anında trafo servisten alındıktan sonra boyaları bozulan yerler veya tamamı boyanır. Yağ akıtıp akıtmadığı ve trafonun bütün civataları gözden geçirilir, izolatörleri temizlenir, çatlamış olanları değiştirilir, ark eklatörleri yeniden ayarlanır, giriş çıkış kablolarının bağlandığı somunların gevşiyenleri sıkıştırılır. En önemlisi de trafo kazanındaki yağın izolasyon muayenesidir. Çünkü her ne kadar yağ içinde sürtünerek çalışan bir parça yoksa da ısınıp soğuması sonucunda yağın özelliği bozulabilir. Bu bakımdan trafo altındaki boşaltma musluğundan örnek yağ özel bir özenle alınır. Bu da tecrübe ve bilgi işidir. Bu işlemin nasıl yapılacağına değinelim.

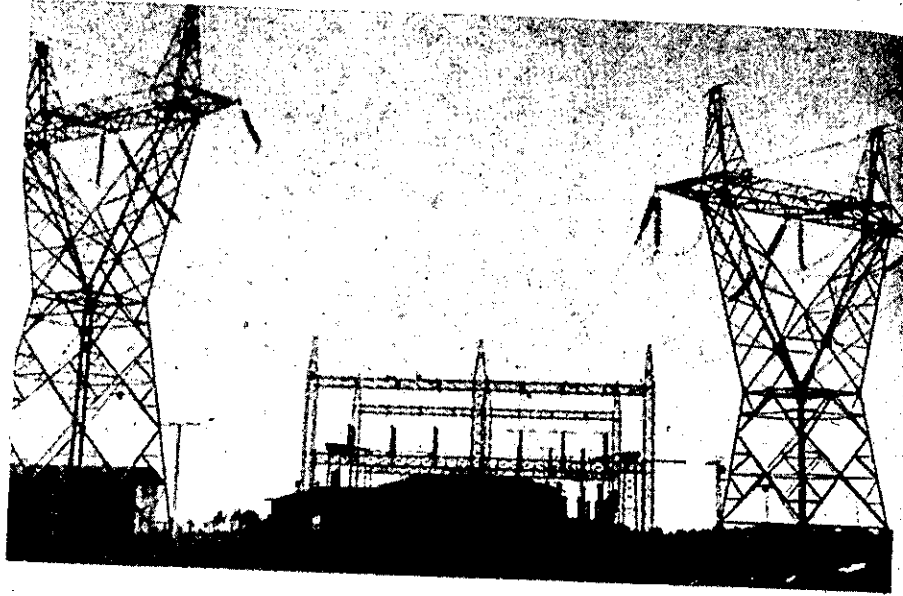
Örnek yağ almak için kuru havalar seçilmelidir. Önce boşaltma musluğunu emniyete almış olan körtapa açılır, bundan sonra vana açılarak 1-2 Lt. yağ boşa akıtılır, örnek yağ ondan sonra alınır. Örnek kap hiç bir zaman plastik veya metal olmayıp mutlaka bir litre kadar yağ alabilecek şişe benzinle temizlendikten sonra, temiz bir su içerisinde bir saat kadar kaynatılmalı daha sonra iyice kurutulmalıdır. Sterilize edilmiş olan şişe vana altına sokularak iki defa yağ ile çalkalanır, sonra doldurulur. İzolasyon muayenesi hemen yapılmıyacaksa şişenin ağzı daha evvel kullanılmamış bir mantar ile kapatıldıktan sonra, parafin dökülerek hava ile ilgisi tamamen kesilir.

Yağ izolasyon kontrolü, yağ muayene aygıtı ile yapılır. Çeşitli normlara göre eldeki aygıtlarda elde edilecek değerler şöyledir:

Normun Adı	Elektrot Açıklığı (mm)	Delinme Gerilimi (KV)
UTE	5	min 45
VDE	1,5	min 19
ASTM	2,54	min 21

Yağ izolasyonu yukardaki değerlerin altına düşmüş ise yağ özelliğini kaybetmiş trafo içerisinde birçok iç arızalara neden olacak demektir. Trafo içerisindeki yağ atılmayıp temiz bir kaba alınarak yağ arıtma aygıtları vasıtası ile kullanılabilme çaresi aranır. Daha sonraki kontrolda da yağın özelliğini kaybettiği anlaşılırsa, bir evvelki yağın kalitesi madeni özel trafo yağı ile değiştirilir. Zaten trafonun katologunda kullanılacak yağın özellikleri yazılmıştır. Örneğin: Memleketimizde imal edilen güç transformatörlerinde özel trafo yağı kullanılmaktadır. Yağ kontrolü en geç altı ayda bir yapılırsa, doğması muhtemel arızalar önlenmiş ve hizmet aksamamış olur.

Trafo uzun süre işletme dışında bırakılacaksa kullanılırken mutlaka yağ kontrolü yapılmaktadır.



(Şekil : 3-42) Bir açık hava trafo merkezi.

SORULAR :

- 1 — Bir transformatör merkezini oluşturan elemanları sıralayınız.
- 2 — Trafo merkezlerini gerilimin durumuna göre sınıflandırarak yükseltici trafo postasını açıklayınız.
- 3 — Alçaltıcı trafo merkezini açıklayınız.
- 4 — Kapalı yerlerde kurulan trafo merkezlerini açıklayınız.
- 5 — Direk tipi trafo merkezini açıklayınız.
- 6 — Direk tipi trafo merkezine ait örnek bir elektriki şema çizerek oluşturan elemanlar hakkında bilgi veriniz.
- 7 — Transformatörlerin bakımına neden gerek duyulur? Nasıl yapılır?
- 8 — Transformatörlerden örnek yağ nasıl alınır?

I — KESİCİLER VE AYIRICILAR

Elektrik devrelerinden açılıp, kapatılmasında anahtar veya şalterlerin kullanıldığını biliyoruz. Ancak yüksek gerilim devrelerinde bu şalter ve anahtarları kullanmak imkansızdır.

Yüksek gerilim devrelerinde devreyi açıp kapamak için KESİCİ VE AYIRICI dediğimiz özel yapılı şalterler kullanılır. Her ne kadar kesici ve ayırıcıyı aynı anlama geliyormuş gibi şalter ismi altında topladıysak da, aslında yapıları ve gördükleri işler farklı yüksek gerilim elemanlarıdır. Şimdi bunları inceliyelim :

I — AYIRICILAR :

Pratikteki ismi SEKSIYONER'dir. Yüksüz yüksek gerilim devrelerinde açma - kapama görevi yapan elemandır.

Ayırıcılar santral binası ve trafo postası içerisinde kullanılacağı gibi şalt sahada, direk tipi trafo istasyonunda, direk üzerinde buna benzer birçok yerlerde açık havada da kullanılır. Karşılaşacakları atmosferik olaylar değişik olacağı için yapı bakımından da farklı olacaktır. Bu bakımdan ayırıcılar iki sınıfa ayrılır.

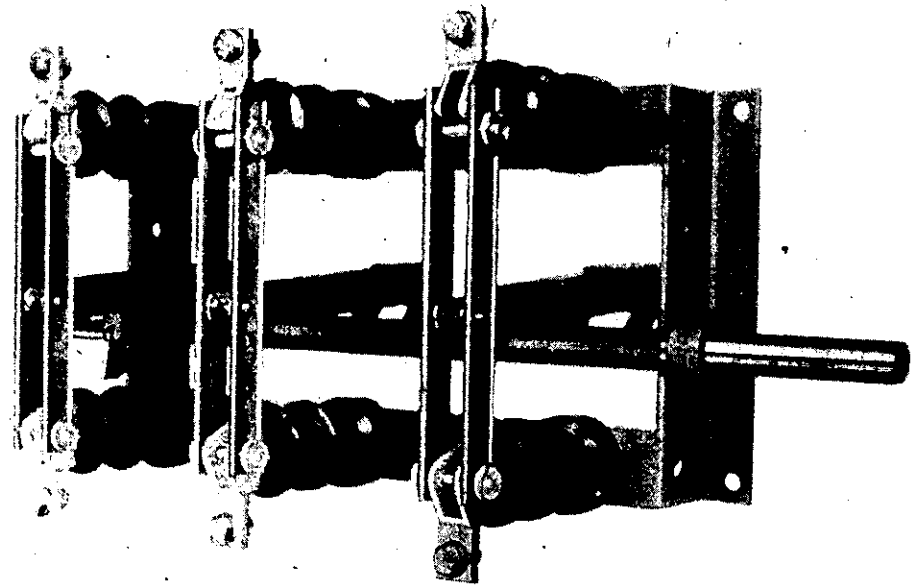
- a) Dahili tip ayırıcılar,
- b) Harici tip ayırıcılar.

Ayırıcıların ana yapısını, profil demirden yapılmış bir taban üzerine oturtulmuş bağlantı ve kontaklara dayanak olan izolatörler, devreyi açıp kapamaya yarayan bıçaklar ve bu bıçaklara kumanda eden düzenekler oluşturur. Bu düzeneklere, yani seksiyoner kontaklarına kumanda şekline göre dört sınıfa ayrılır.

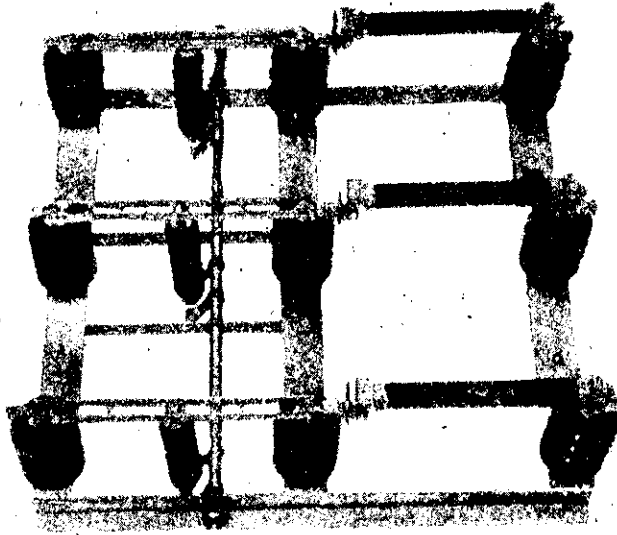
a°) İstaka ile kumanda edilenler : Ayırıcının uç kısmında bulunan halkalara istakanın ucunda bulunan kanca takılarak ayırıcı açılır ve kapatılır.

b°) Mekanik olarak el ile kumanda edilenler :

Ayırıcı, örneğin direğin tepesinde olup aşağıda erişilecek bir kol ile ayırıcıya mekanik olarak kumanda etmek mümkündür.



(Şekil : 3-43) Normal ayırıcılar.



(Şekil : 3 - 44) Sigortalı ayırıcılar.

c°) Elektrik motoru ile kumanda edilenler :

Ayırıcının miline bağlanmış olan elektrik motoruna uzaktan kumanda ederek ayırıcı açılır veya kapatılır.

d°) Pnömatik olarak kumanda edilenler : Bunlar havalı açıcılar ismi de alırlar. Basınçlı hava ile kontakları açılır veya kapatılır.

Dahili tip ayırıcılar dört değişik şekilde imal edilirler.

1°) Normal ayırıcılar (Şekil : 3 - 43).

2°) Topraklamalı Ayırıcılar

3°) Sigortalı Ayırıcılar (Şekil : 3 - 44).

4°) Sigortalı - topraklamalı ayırıcılar.

Açıcılar sipariş edilirken bazı sembollerini bilmek ve açıcı imal eden firmanın cetvellerini dikkate almak gerekir. Örneğimizde dahili tip açıcılar gili bir çizelge verildi.

Sembol Tanıtımı :

T = Trifaze,

Ayırıcı = A (S)

D = Dahili, Harici = H

S = Sigortalı, Topraklamalı = T

4 = 400 A, Nominal Akım

6 = 630 A, Nominal Akım

30 = 30 KV Anma gerilimi

ÖRNEK : TADST 4/10 yazan bir ayırıcının ifade ettiği anlam : Trifaze ayırıcı dahili tip, sigortalı, topraklı nominal akımı 400 A anma gerilimi 10 KV TAHSST 4/30 trifaze açıcı harici tip, sigortalı topraklı nominal akımı 400 A, anma gerilimi 30 KV.

Tip	VDE Anma Gerilimi kV	Nominal Sürekli İşletme Akımı (A)	Takribi Ağırlık (kg)
TAD 4/10	10	400	24
TAD 6/10	10	630	25
TAD 12/10	10	1250	34
TAD 4/20	20	400	37
TAD 6/20	20	630	39
TAD 4/30	30	400	57
TAD 6/30	30	630	60
TAD 12/30	30	1250	70
TADS 4/10	10	400	31
TADS 4/20	20	400	49
TADS 4/30	30	400	72
TADT 4/10	10	400	33
TADT 6/10	10	630	34
TADT 12/10	10	1250	43
TADT 4/20	20	400	48
TADT 6/20	20	630	50
TADT 4/30	30	400	69
TADT 6/30	30	630	72
TADT 12/30	30	1250	82
TADST 4/10	10	400	42
TADST 4/20	20	400	60
TADST 4/30	30	400	84

(Cetvel : 3 - 5)

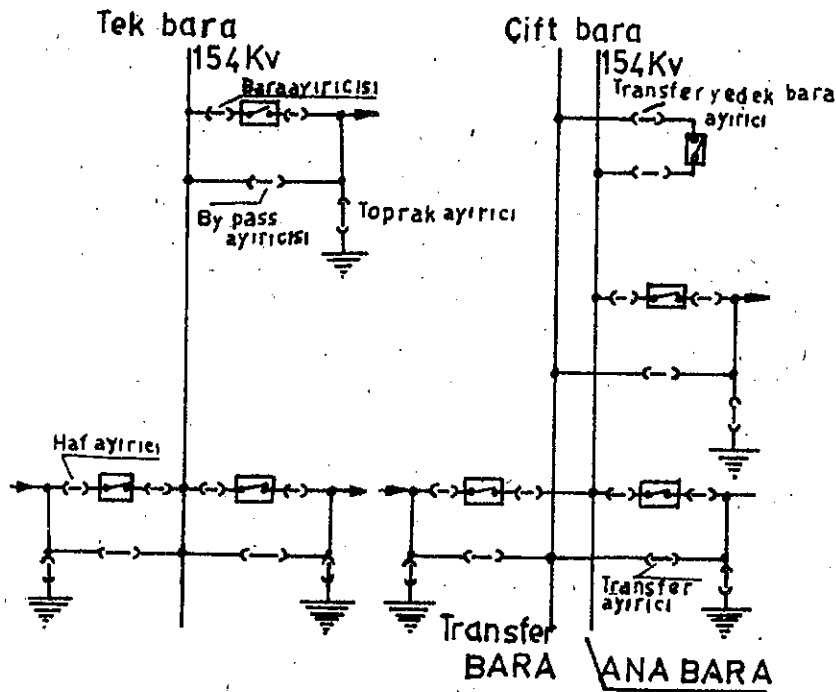
Görevlerine göre ayırıcıların sınıflandırılması : Ayırıcılar devre de yaptıkları görevlere göre de sınıflandırılmak mümkündür. Yani aynı ayırıcı değişik işlerde kullanılarak değişik isimler alır. (Şekil : 3 - 45) bunları açıklayalım.

Bara Ayırıcı : Kesici ile bara arasında bulunur. İlgili kesici açıkken ayırıcıya kumanda edilebilir.

Hat Ayırıcı : Enerji iletim hattını kesiciye bağlamaya yarar.

By - Pass Ayırıcı : Tek bara sisteminde devreden enerji çekilirken ve ait olduğu kesici kapalı iken kapatılıp, açılabilen ayırıcılardır. Kesici ile paralel olup icabında kesicinin yerine kullanılabilir. Yani bir nevi yük ayırıcısıdır.

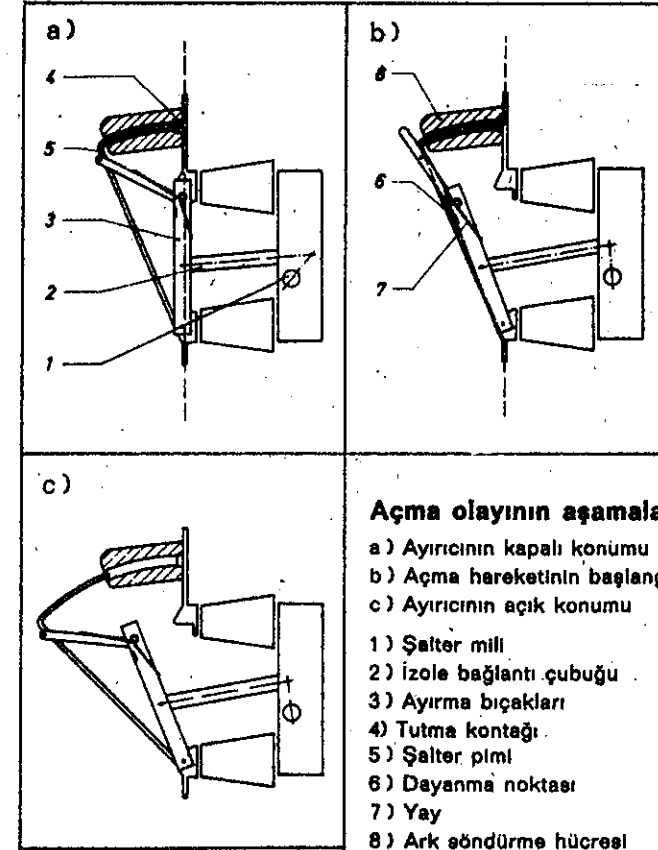
Toprak Ayırıcı : Gerilimden yalıtılmış elektrik devrelerinin toprakla bağlantısını tamamlayan ve ait olduğu kesici ile transfer ayırıcılar açık iken kumanda edilen ayırıcılardır.



(Şekil : 3 - 45) Çeşitli bara sistemlerine çeşitli ayırıcıların bağlantısı.

Transfer Ayırıcılar : Çift bara sisteminde devreden enerji çekilirken yani kesici kapalı iken kumanda edilebilen ayırıcılardır. Kapatıldığı zaman ana bara ile yedek barayı bir birine bağlar. Daha sonra arızalı veya bakım yapılacak olan fider kesicisi yerine geçen bara bağlayıcısı, kesici kapatılarak en iyi iletimin güvenlik içerisinde devamı sağlanır. Arızalı olan fider kesici ve ayırıcıları açılıp fider kesicisi üzerinde gerekli çalışma güvenlik içinde yapılır.

Konunun başlangıcında ayırıcıların yük bulunmadığı zaman devreyi açıp kapadıklarını söylememize rağmen By - Pass ve transfer ayırıcıların yük altında kullanıldığını söyledik. Özel yapılı olan bu ayırıcılara yük AYIRICI'ları denir. Branşman hatlarında, ring devrelerde kısa devreye karşı yüksek gerilim sigortaları ile beraber trafo istasyonlarında kullanılır. (Şekil : 3 - 45) de dahili tip bir yük ayırıcısının açma olayının pozisyonlarını görmekteyiz.



(Şekil : 3 - 46) Dahili tip bir ayırıcının açma olayının aşamaları.

2 — KESİCİLER :

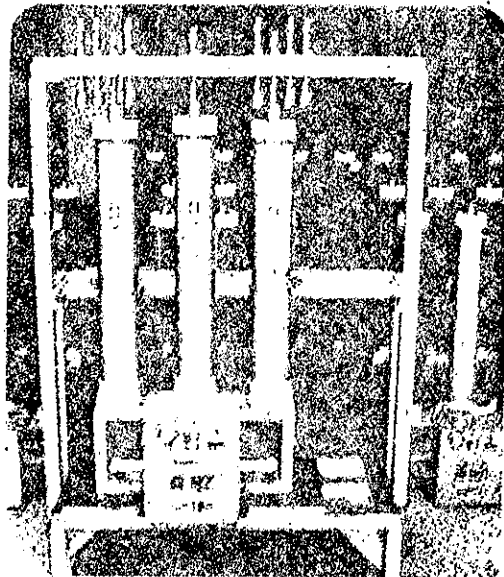
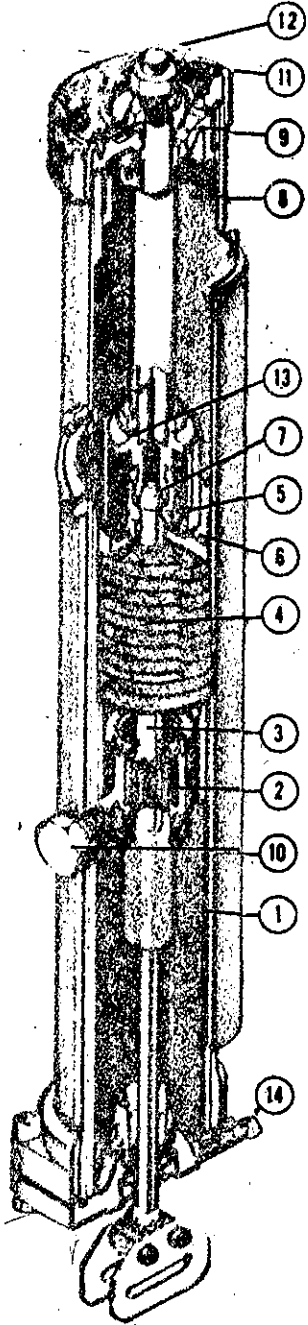
Yüksek gerilim şebekelerinde devreden bir akım çekilirken devrenin açılması çok zordur. Örneğin bu işi bir bıçaklı şalter ile yapmaya kalktığımızda, bıçaklı şalterin kontakları tamamen açıldığı halde ark devam eder. Arkın devam etmesi, kontakların ergimesine yol açan kısımların yanmasına yani şalterin tahrip olmasına sebep

KUTUP KESİTİ

Kutup [Pole] esas olarak, elektrikli elemanlara ve diğer bağlantı parçalarına taşıyıcı vazife gören, mekanik mukavemetli yüksek ve rutubet emiciliği düşük olan izole tüpten ibarettir.

Ark söndürme hücresinin özel fiziki yapısı sayesinde, kesicinin açılması ile teşekkül eden ark tayin edilen zamanda söndürülebilmektedir.

- [1] İzole tüp.
- [2] Sabit kayar kontak.
- [3] Hareketli kontak.
- [4] Ark söndürme hücresi.
- [5] Sabit lüle kontak.
- [6] Sabit ark kontağı.
- [7] Hareketli ark kontağı.
- [8] Sıkıştırma hücresi.
- [9] Basınç düşürme hücresi.
- [10] Alt terminal.
- [11] Yağ doldurma kapağı ve hava ventili.
- [12] Üst terminal.
- [13] Yağ seviye göstergesi.
- [14] Yağ boşaltma ağızı.



(Şekil : 3-47) Az yağlı kesici resimleri (7,2 - 36 KV, 400 - 1600 A)

olur. Bu sebeple böyle devreleri açıp kapamak için süratle açılıp kapanabilen ark söndürme sistemine sahip devre açıcı veya kapayıcılarına kesici denir. Kesicilerin diğer adı da DISJONKTÖR'dür.

Tarifimizden anladığımıza göre kesicilerde iki özellik aranır :

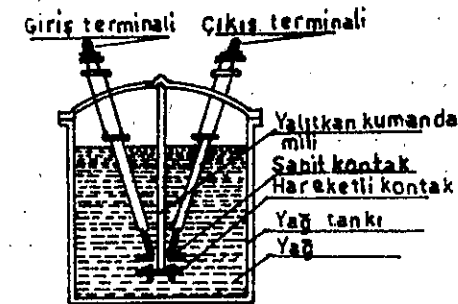
- a) Süratle açılıp - kapanma yapmalı,
- b) Kapamada, özellikle açmada meydana gelen arkı hemen söndürmeli.

Kesicilerin bir şalterden farklı olarak sabit ve süratle hareket edebilen hareketli kontaklarına ilâveten bir de söndürme sistemleri vardır. Bu iş için kesicinin büyüklüğüne, işin önemine göre dört değişik yöntem kullanılır.

— Su ile ark söndürme : Daha çok düşük gerilimlerde ve ilk zamanlarda saf su ile ark söndürme metodu kullanılıyordu. Günümüzde tatbikatı yoktur.

— Yağ ile ark söndürme : Bu kesicilerde şalter kısmı trafolarla olduğu gibi içi yağ ile dolu bir kazana yerleştirilmiştir. Bir bakıma yağlı şalterlerin geliştirilmiş ve büyütülmüş şeklidir gibi düşünebiliriz. Ancak gerilim çok yüksek olduğu zaman her faz için ayrı bir kazan kullanılır. Kesicinin yağ içindeki sabit kontakları yüksek gerilim terminallerine bağlanır, hareketli kontaklarına ise el ile veya motorla kumanda edilir.

(Şekil : 3-47) de yağlı bir kesicinin bir fazının kazan kesiti görülmektedir. Kumanda mili herhangi bir metodla yukarı doğru hareket ettirilirse, hareketli kontak sabit kontaklar içerisine girerek iki ucu birleştirir. Milin aksi yönde hareket etmesi sonucunda hareketli kontak sabit kontaklardan uzaklaşarak devreyi açar bu anda meydana gelen ark, yağı buharlaştırır. Bu gaz basınçla etrafını iter ve bir karışma meydana gelir. Bu suretle iki kontak arasına taze yağ girerek arkın sönmeye sağlanır. Büyük güçlü disjonktörlerde yağ bir elektropomla devridaim ettirilir. Disjonktörlerde kullanılan yağ

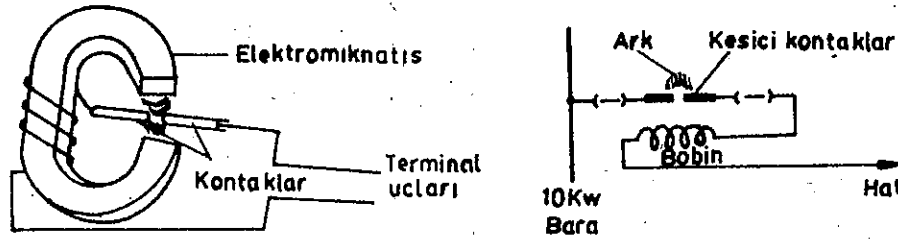


(Şekil : 3-47) Yağlı kesici.

trafo yağına benzemekte olup yanma noktası 150°C , donma noktası ise -40°C 'dir. Kesicilerde de yağ seviyesi, daima uygun yerde sabit tutulur.

— Manyetik üfleme ile ark söndürme :

Prensip olarak yük akımı bir bobinden geçirilerek bir elektromıknatıs elde edilir. Y.G. giriş - çıkış kontakları bu elektromıknatısın hava aralığına yerleştirilmiştir. Akımın kesilmesi anında meydana gelen arkın, havayı iyonize ederek + ve - yüklü iyonlar meydana getirdiğini biliyoruz. Bu iyonların etrafında sabit bir manyetik alan meydana gelir. Yük akımının geçtiği elektromıknatısın hava aralığındaki manyetik alan, iyonların meydana getirdiği manyetik alanı iteceğinden arkı da bu iyonlar devam ettirdiği için ark söndürülmüş olur. (Şekil : 3 - 48)

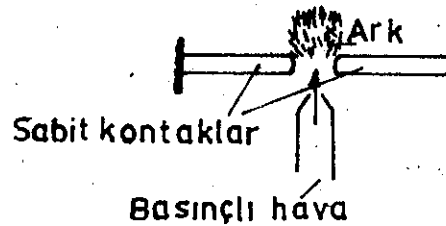


(Şekil : 3 - 48) Manyetik üfleme ile ark söndürme.

— Hava ile üfleterek söndürme :

Akımın kesilmesi esnasında disjonktör kontakları arasına basınçlı kuru hava veya uygun başka bir gaz üfleme suretiyle arkı meydana getiriren iyonlaşmış hava itilerek, ark koparılıp söndürülmüş olur. (Şekil : 3 - 49)

Belli bir yerde (Kompresör dairesinde) basınçlı hava üretilir. Bu hava hem kesici altındaki ve hem de bunlardan ayrı yedek olarak



(Şekil : 3 - 49) Basınçlı hava ile arkın kopartılması.

ranklarda depo edilir, açma anında otomatik olarak kullanılır. Açma anında basınçlı havanın otomatik üflenmesi sonucunda şiddetle soğuyan ark açılmanın hemen sonucunda bir veya yarım peryot gibi kısa bir zamanda söner.

Kompresörlerden elde edilen basınçlı hava bu tip kesicilerde yalnızca arkın kesilmesinde kullanılmayıp kesicilerin açma ve kapama mekanizmalarını harekete geçirmede de kullanılır. Üfleme anında hava basıncı 30 - 40 Atü gibi yüksek değerlere erişir.

Yukarıda hava yerine çeşitli gazlarında kullanıldığını ifade etmiştik bunlar; Kükürt, Hegra ve florit (SFG) gazlarıdır. Gazlı kesicilerin çok kullanma yeri bulmalarının nedeni :

1°) Kullanılan gazın yalıtkanlık ve ark söndürme özelliği çok iyidir.

2°) Bu gaz, açmalarda hareketten dolayı yalıtkanlığını çok artırır.

Havalı veya gazlı kesicilerin aranılır kesici olma sebeplerini sıralarsak :

1°) Açma anında kontaklar daha az ısındığı için yıpranma az olur.

2°) Ark sönmesi çok daha çabuktur.

3°) Çok çabuk olarak açma veya kapama yapabilir.

4°) Diğer kesicilerde açma anında yangın tehlikesi olmasına karşın bunlarda böyle bir tehlike söz konusu değildir.

5°) Yağ özelliğinin belirlenmesi, değiştirilmesi gibi masraf ve külfetler olmadığı gibi daha az bakımı gerektirir. Bu iyi taraflarına karşın, gürültülü açıp kapama yapmaları, kompresör gibi ek bir ünite bulundurmaları gibi sakıncaları da vardır. Ancak üstün taraflarının çokluğu sonucunda yağlı kesicilerin yerlerini süratle almaktadırlar.

SORULAR :

- 1 — Kesici ve ayırıcıların yüksek gerilim şebekelerindeki görevlerini belirleyiniz.?
- 2 — Ayırıcılar hakkında genel bilgi vererek sınıflandırınız.?
- 3 — Ayırıcılara nasıl kumanda edildiğini izah ediniz.?
- 4 — Çeşitli bara sistemlerine bağlı olarak ayırıcıları tanımlayınız.?
- 5 — Yük ayırıcılarını tanımlayınız.?
- 6 — Kesiciler hakkında genel bilgi veriniz.?
- 7 — Kesicilerde ark söndürmeye neden gerek vardır? Başlıca ark söndürme metotlarını sıralayınız.?
- 8 — Su ile ark söndürmeyi ve yağ ile söndürmeyi izah ediniz.?
- 9 — Manyetik üfleme ve basınçlı hava ile ark söndürme metotlarını açıklayınız.?
- 10 — Havalı kesicilerin tercih nedenlerini maddeler halinde sıralayınız.?

J — ÇEŞİTLİ KORUMA TEDBİRLERİ

1) GENERATÖRLERİN ŞEBEKE VE İÇ ARIZALARA KARŞI KORUNMASI :

Generatörler santrallerin en önemli elemanlarıdır. Arızalanması sonucunda santralin ve onun yan kuruluşlarının hiç önemi kalmaz. Bazı arazi ve tehlikelere karşı önlemler alınarak generatörler korunur. Bu önlemler ne kadar çabuk alınırsa Bunun sonucu generatör olayı kazasız veya az zararlı atlatmış olur.

Generatörleri tehdit eden şebeke ve iç arızaları doğuran başlıca etkenler :

- a) Kısa devreler,
 - b) Dengesiz yüklemeler,
 - c) Aşırı gerilimler. (Atmosferik olaylar sonucu),
 - d) Salınımlar,
 - e) Mekaniki nedenler.
- Bunları kısaca izah edelim.

a) Kısa devreler :

Kısa devreler fazlar arasında veya fazlarla toprak arasında meydana gelir. Bunun sebeplerinden başlıcaları : Kötü izolasyon, mekaniki çarpmalar, enerji hatları üzerinde biriken kar veya buz yükünün aniden kalkarak iletim hatlarının kamçılanması sonucunda birbirlerine veya direğe dokunması, izolatörlerin çatlaması, kırılması veya üzerinde pisliklerin birikerek iletken veya yarı iletken tabaka meydana getirmesi kısa devreyi oluşturan nedenlerden bazılarıdır.

b) Dengesiz yüklemeler :

Paralel çalışan alternatörlerden birisi herhangi bir nedenle devreden çıktığında, devrede kalan alternatör veya alternatörler devrenin bütün yükünü üzerine almak mecburiyetinde kalırlar ki, biz buna dengesiz yükleme diyoruz.

c) Aşırı gerilimler :

Şebekelerde çeşitli nedenlerle aşırı gerilimler meydana gelebilir. Bunların en tehlikelisi atmosferik olaylar sonucunda meydana gelen aşırı gerilimlerdir. Atmosferik aşırı gerilimler iki şekilde görülür.

* Yıldırım iletim hattının yakınına toprağa düşer, endirekt olarak etkiler. Bu durumda aşırı gerilimin değeri, birkaç yüz KV. u aşmaz.

* Yıldırım iletim hattına isabet eder. Direkt olarak oluşan aşırı gerilimin değeri çok yüksek olup sınır çizilemez.

Bu ikinedenle oluşan aşırı gerilimler enerji iletim hatları aracılığı ile alternatör, trafo istasyonu için büyük tehlikeler doğuracaktır.

d) Salınımlar :

Paralel çalışan generatörler ve transformatörler arasında dengenin bozulması sonucunda akım ve gerilim salınımları ortaya çıkar. Bu da alternatörler veya transformatörler arasında isteksiz güç alışverişi doğmasına ve adı geçen makinaların aşırı ısınmasına hatta yanmasına neden olur.

e) Mekaniki nedenler :

Alternatör rotorunun dönerek çalıştığını biliyoruz. Bu çalışması sonucunda yataklarının, dişlilerinin, kullanılan şanzıman yağlarının eskiyeceği, bozulacağı doğaldır. Örneğin alternatör milini yataklıyan rulmanın dağılması sonucunda rotor statora sürterek birçok arızalara yol açabilir.

Yukarıdan beri saydığımız arızalara karşı alternatörleri daha çok rölelerle donatılmış açıcılarla koruruz. Buradan açıcıların devre açıp kapama görevlerinin yanında alternatörleri koruma görevi de ortaya çıkıyor. Alternatöre bağlanış şekline göre üzerinde duracağımız başlıca röle çeşitleri, 1°) Primer röleler, 2°) Sekonder röleler, 3°) Yardımcı akımlı röleler. Bunları kısaca tanıyalım :

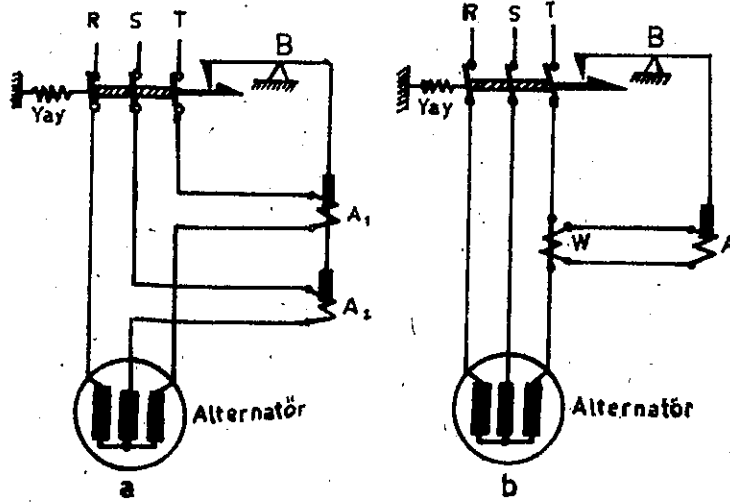
1°) Primer röleler :

Alternatörü koruyan bu rölelerin bobinleri alternatörün stator bobinlerine seri bağlandığı için yük akımı bu rölelerden geçer. Bu nedenle röle bobinlerinin tel kesiti kalındır.

(Şekil : 3-50) a da bir primer röle şeması görülmektedir. Şalter kurulu yani kontakları kapalı iken alternatörden çekilen normal akım röle nüvelerini etkiler ancak bu çekme, nüveleri bobin içerisine çekebilecek kuvvette değildir. Herhangi bir nedenle alternatör fazlarından birisinden normalin üzerinde akım çekildiğinde, o faz üzerine bağlanmış olan rölenin çekme kuvveti nüveyi çekmeye yetecektir. (B) eksenini etrafında dönen kaldırma kolu ok yönünde hareket ederek tırnağın kurtulmasına ve yay vasıtasıyla şalter kontaklarının açılmasına neden olacaktır. Böylece de alternatör sargılarından kapasitenin üzerinde akım çekilerek yanması önlenmiş olacaktır.

Şeklimizdeki iki faza röle koyduk üç faza da konulabilir. Alternatörden istenmeyen akım çekilmesine neden olan arıza giderildikten veya büyük güçlü alıcılar devreden çıkarıldıktan sonra şalter tekrar kurulur yani açmayı sağlayan tırnaklar birbirine geçer.

Alternatörden çekilen akımın tamamı röleden geçtiği için röle sargısının kalın kesitli tellerden yapıldığını ifade etmiştik. Röle sar-



(Şekil : 3-50) a) Primer rölenin bir alternatöre bağlanması.
b) Sekonder rölenin bir alternatöre bağlanması.

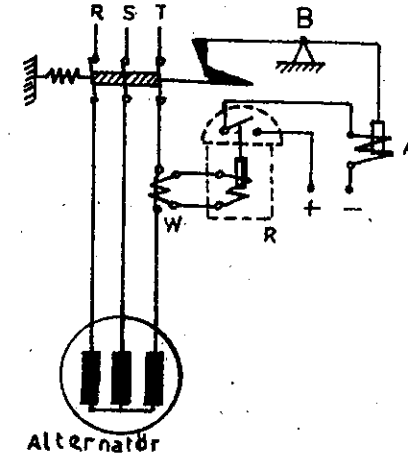
gıların çok daha kalın olmaması için büyük güçlü alternatörlerin korunmasında bu röleler kullanılmaz, daha çok küçük güçlü ve alçak veya orta gerilimli alternatörlerde kullanılır.

2°) Sekonder Röleler :

(Şekil : 3-50) b de görüldüğü gibi sekonder röle bobinini bir akım trafosu beslemektedir. Alternatörden çekilen akım röle bobininden geçmediği için büyük güçlü alternatörlerde bu koruma düzeni kullanılır. Şeklimizin karmaşık olmasını önlemek için koruma düzenini yalnızca bir faz üzerine yerleştirdik. (A) açıcı röle (W) akdüzeni yalnızca bir faz üzerine yerleştirdik. (A) açıcı röle (W) akım trafosu ile her an besleniyor. Ancak akım trafosunun indükleyip röle bobinine uyguladığı gerilim açıcı tırnağını açıp şalter kontaklarını açmaya yetmez. Akım trafosunun bağlı olduğu fazdan normalin üzerinde bir akım çekilirse (W) akım trafosunda istenilen, (A) açıcısına uygulanan gerilimin değeri artarak röle içerisindeki nüveyi çekmesi sonucunda tırnaklı kaldıraç kolu ok yönünde dönerek yay aracılığı ile şalter kontaklarının açılması sonucunda, alternatörün arızalanması önlenmiş olacaktır.

3°) Yardımcı akımlı röleler :

Bu röleler sekonder rölelerin daha geliştirilmiş tipleridir. (Şekil : 3-51) de görüldüğü gibi sekonder açıcıdan başka bir doğru akım kaynağı ile beslenen ikinci bir röle daha kullanılmıştır. Fazdan



(Şekil : 3-51) Yardımcı akımlı röle.

çekilen normalin üzerindeki akım sekonder açıcıyı çalıştırır, o da (A) açıcı röle devresini kapatır. Açıcı devresindeki doğru akım kaynağı (çoğunlukla akümülatördür) açıcı röleyi çalıştırarak kilitlenmiş şalter tırnaklarının açılması sonucunda yay, kontakları açarak jeneratörün dış devre ile olan elektriki bağını keser, jeneratör tehlikeden kurtarılmış olur. Sistemin sağladığı en büyük üstünlüğü (A) açma rölesinin yalnızca tehlike anında enerjilenmesidir.

Rölelerin aşırı akım meydana gelir gelmez çalışmaları çok defa sakıncalı görülür. Çünkü bu aşırı akım kısa süreli zarar vermiyecek değerde ve geçici olabilir. Onun için rölenin aşırı akım geçtikten bir süre sonra harekete geçmesi istenir. Bu da sekonder röle devresine bağlanan bir zaman rölesi ile sağlanır.

2 — TRAFOLARIN ŞEBEKE VE İÇ ARIZALARA KARŞI KORUNMASI :

Güç trafoları da alternatörler gibi elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinin ana ünitelerinden biridir. Transformatör'ün bir arıza sonucunda arızalanması birçok mali sıkıntılar doğuracağı gibi daha önemlisi hizmet aksamasına sebep olacaktır. Bunun için transformatör arıza yapmadan, önlem almak gerekir.

a) Aşırı gerilimlere karşı korunma :

Yıldırım, darbe ve tesislerden meydana gelebilecek aşırı gerilimlere karşı ARK EKLATÖRLERİ konmuştur. Ayrıca transformatörlerin yanına bağlanan PARAFUDR'larla da takviye edilmelidir.

Parafudrların ve transformatörün topraklanması en kısa yoldan uygun bir iletkenle şebekenin koruma topraklanmasına bağlanmalıdır. Şebekenin toprak direnci 2 Ohm civarında olmalıdır, 5 Ohm'u geçmemelidir. Mutlaka direncini ölçüp kontrol etmek lazımdır. Alçak gerilimdeki nötr ucu da işletme topraklaması ile birlikte topraklanabilir.

b) Aşırı yüklere ve kısa devreye karşı koruma :

Küçük güçteki transformatörler sigorta, büyük güçlerdeki transformatörler ise BUCHHOLZ RÖLESİ, DİFERANSİYEL Röle ve Otomatik şalterler, (sondalı) kapama kontaklı termometrelerle korunmalıdır.

Yüksek gerilim tarafına konulan sigorta amperajının primer tarafına konulan nominal akımın en az 2 en çok 3 katı olması gerekir. (Cetvel : 3-6) da transformatör güç ve işletme gerilimine göre yüksek gerilim tarafına konacak sigorta değerleri verilmiştir.

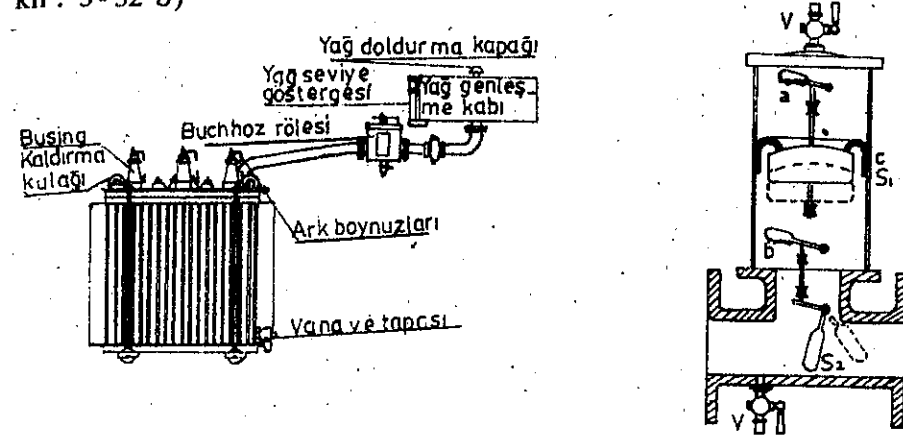
Alçak gerilim tarafına ise : sigorta amperajının, transformatörün nominal akımına en yakın değerde olması uygundur. A.G. tarafına konulacak sigorta veya otomatik şalter seçilmesi, transformatörün besleyeceği tesisin karakteristiğine bağlıdır.

GÜÇ (kVA)	İşletme Gerilimi — kV —								
	3	4	5	6	10	15	20	25	30
	Sigorta Amperajları — A —								
50	20	30	16	10	6	6	6	6	6
100	40	30	25	20	16	10	6	6	6
160	63	50	40	30	20	16	10	10	10
250	100	75	63	50	30	20	16	16	16
315	125	100	75	63	40	25	20	16	16
400	160	125	100	75	50	30	25	20	16
500	200	160	125	100	63	40	30	25	20
630		200	160	125	75	50	40	30	25
800			200	160	100	63	50	40	30
1000				200	125	75	63	50	40
1250				200	160	100	75	63	50
1600					200	125	100	75	63

(Cetvel : 3-6) Transformatörlerin yüksek gerilim taraflarının sigortalanması.

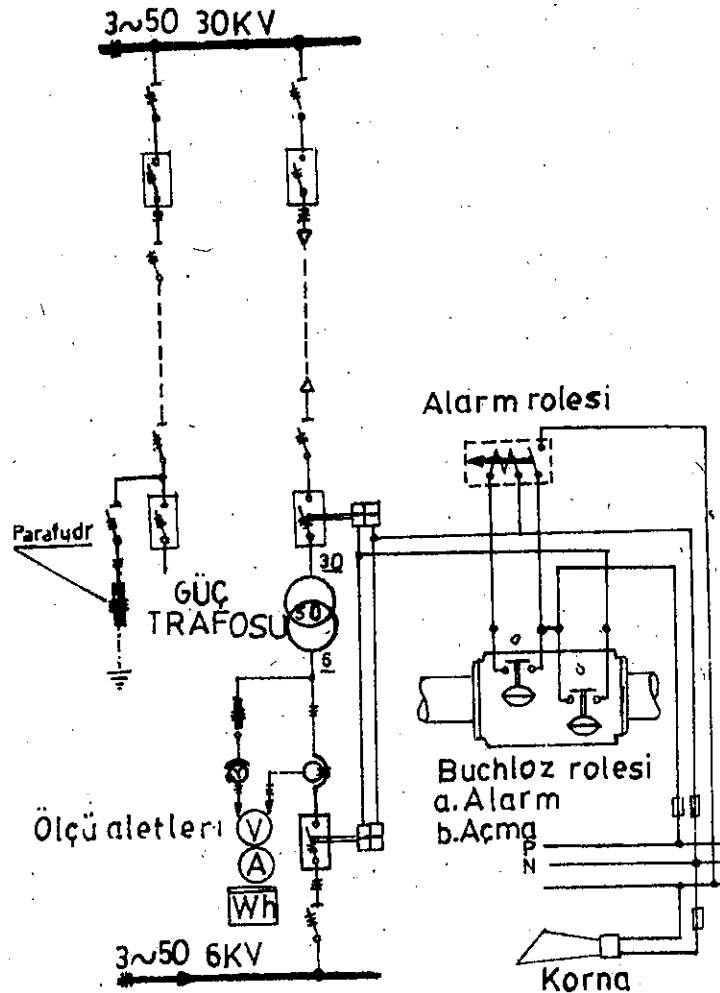
BUCHHOLZ RÖLESİ :

Güç trafolarının iç arızalara karşı en etkili koruyucu BUCHHOLZ (Bukolz) Rölesidir. Röle (Şekil : 3-52) de görüldüğü gibi trafo kazanı ile yağ genişleme kabı (konservatör) arasını birleştiren boru arasına bağlanır. Rölenin dış kabı dökme demirden yapılmış olup, içerisinde trafo kazanından çıkan hava kabarcıkları veya gazın etkisi ile hareket edebilen iki şamandıra (S_1 ve S_2 şamandıraları) vardır. (S_1 şamandırası (a) kontaklarına, (S_2) şamandırası (b) kontaklarına kumanda eder. (V) muslukları biriken hava kabarcıklarını veya gazları dışa almak yahut da yağ akıtmak için konmuştur. (Şekil : 3-52 b)



(Şekil : 3-52) a) Bir güç trafosuna buchholz rölesinin bağlanması, b) Buchholz rölesinin yapısı.

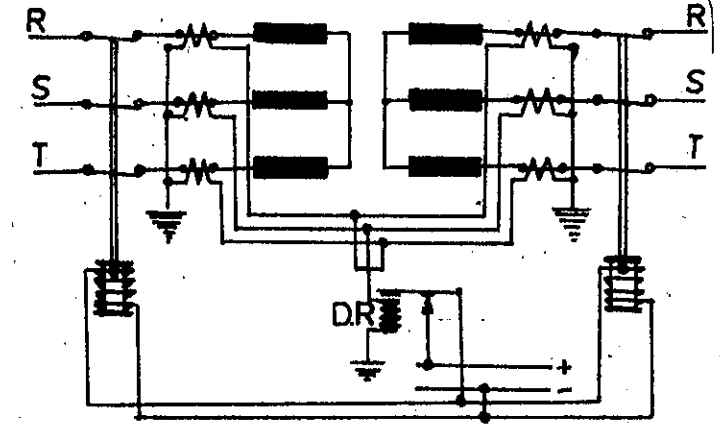
Başlangıçtan beri anlatmaya çalıştığımız gibi rölenin çalışması ısınma veya yanma sonucunda trafo kazanında oluşan gaz veya hava kabarcıkları (S_1) ve (S_2) şamandıralarını etkileyerek kesik çizgilerle gösterilen şekle getiriyor, buna bağlı olarak çalışan civalı tüp içerisindeki kontakları kapatıyor. Az basınçta (S_1) şamandırası hareket ederek (a) kontaklarını kapatır. (a) kontakları (Şekil : 3-53) deki şemada görüldüğü gibi alarm devresini kapatarak korna veya canavar düdüğü veya da zilin çalmasını sağlayarak ilgili teknisyeni uyarır. Teknisyen duymaz, trafoyu devre dışı etmez, arıza nedenini aramazsa trafodan çıkmaya devam eden gazın basıncı artarak (S_2) şamandırasını harekete geçirerek (b) tüpü içerisindeki civa açma devresine bağlanmış olan kontakları kapatarak trafonun primer ve sekonderine konulmuş olan disjonktör bobinlerini etkileyerek arıza daha da büyümeden trafoyu devre dışı etmek suretiyle meydana gelebilecek hizmet aksaması ve parasal zararı önlemiş olur.



(Şekil : 3-53) Buchholz rölesinin bir güç trafosuna uygulaması.

Rölede biriken gazın rengine bakmak suretiyle trafo içerisindeki arızayı belirlemek imkân dahilindedir : meydana gelen gazın rengi beyaz ise presbant, kâğıt gibi yalıtkan maddelerin yanmakta olduğuna, sarı ise ağaç kısımların, gri veya siyaha yakın ise yağın yanmakta olduğu sonucuna varılır.

Ayrıca üstteki (V), musluğundan gaz bir şişeye alınarak yanıcı olup olmadığı uygun bir yerde kibritle kontrol edilir. Gaz yanıcı ise trafo izolasyonunda arıza olduğu, yanmıyorsa çıkan gazın tehlikeli olmadığı hava kabarcığı olduğu sonucuna varılır, (V) musluğu açılarak biriken hava dışarı atılır.



(Şekil : 3-54) a) 15 KV. Y.G. Sigortası, b) Diferansiyel rölenin trafoya bağlanması.

Büyük güçlü trafoların korunmasında (Şekil : 3-54) de görülen Diferansiyel röle, kullanılır. Rölenin özelliği arıza anında çok çabuk faaliyete geçerek trafoyu devreden çıkarmasıdır.

Trafoda bir arıza olduğunda veya aşırı yüklendiğinde akım trafolarında indüklenen gerilimin değeri artarak (DR) rölesini çalıştıracak değere ulaştığında disjunktör bobinlerinin devresini kapatarak trafonun primer ve sekonder devresini açar.

Trafonun ani yük değişimlerinde rölenin bu derece duyarlı olması da sakıncalıdır. Yani diferansiyel röle bir saniyenin altındaki yük değişimlerine müdahale etmelidir, bunun için akım trafolarına birer oto trafo veya zaman rölesi bağlanabilir.

3 — ŞEBEKELERİN ARIZALARA KARŞI KORUNMASI :

Şebekeler üretilen elektrik enerjisini santraldan, alıcıların bulundukları yerlere taşırlar ve dağıtırlar. Şebekelerdeki arızalar aşırı gerilimlerden doğar. Aşırı gerilim, şebekenin normal geriliminin üzerindeki değerdeki gerilimdir. Gerilimin böyle normal değerlerin üzerine çıkmasının birçok sebepleri vardır. Bunlara değinelim :

a) İşletmede meydana gelen aşırı gerilimler :

Tam kapasite ile çalışan bir jeneratörün yükü herhangi bir sebeple aniden kalkarsa jeneratör gerilimi regülatörler kumanda edinceye kadar kısa bir sürede olsa yükselir, bu değer normal gerilimin 1,3 katını genellikle geçmez.

b) Atmosferik olaylar sonucunda oluşan aşırı gerilim : Şebekeler için en tehlikeli aşırı gerilim, atmosferik olaylar sonucunda mey-

dana gelen aşırı gerilimlerdir. Atmosferik aşırı gerilimden amaç yıldırımdır.

Dünyamızın elektrik yüklü olduğunu, bazen de bulutların değişik değerde elektrikle yüklendiğini biliyoruz. İşte buluttan buluta buluttan yere ya da yerden buluta elektrik akmasına YILDIRIM diyoruz. Yıldırım şimşek ve gök gürültüsü ile belirir. Şimşek, yıldırım sırasında meydana gelen çok parlak ışık çakmasıdır. Yıldırım gerilimi 100 milyon — 1 milyar voltu bulur.

Eskiden yıldırım doğanın korkulan olaylarından biri sayılırdı. Bugün ise yıldırımın elektriki bir olay olduğu bilinmekte, zararlarına karşı önlemler alındığı gibi toprağa akıp giden bu büyük enerjiden yararlanma imkanları aranmaktadır.

Yıldırım ile ilgili ilk deneyleri uçurtması ile Benjamin Franklin'in yaptığını biliyoruz.

Şebekeleri, santralleri, trafo istasyonlarını yıldırımın etkisinden korumak için sigortalar, parafudrlar, paratönerler, tıkaç bobinleri, koruma hatları v.b. kullanılır.

SİGORTALAR :

Bilindiği gibi sigortalar, kısa devre, aşırı yük veya aşırı gerilimlerde devreyi keserek hattı, trafo postasını, santral veya alıcıları koruyan elemanlardır. (Şekil : 3 - 54)

Sigortalar doğru ve dalgalı akımda kullanıldığı gibi alçak ve yüksek gerilimde kullanılırlar. Alçak gerilimde kullanılan sigortalar hakkında daha önceden bilgimiz vardı, konumuz yüksek gerilimde kullanılan sigortalar olacaktır. Düşük gerilimde 100000 Amperi kesebilen sigortalar yapıldığı gibi 138000 voltta 400 A kesebilen yüksek gerilim sigortaları yapılmıştır. Yüksek gerilim sigortalarının birçok çeşidi vardır. En fazla kullanılanlarına değineceğiz.

a°) Yüksek dayanımlı cam sigorta : Cam tüpün içinde ergiyen tel bulunur. Atması sonucunda meydana gelecek arkı söndürmek için tüpün içerisi sıvı karbon tetraklorür eriyiği ile doldurulmuştur. Aynı zamanda bu eriyiğin donma noktası düşüktür.

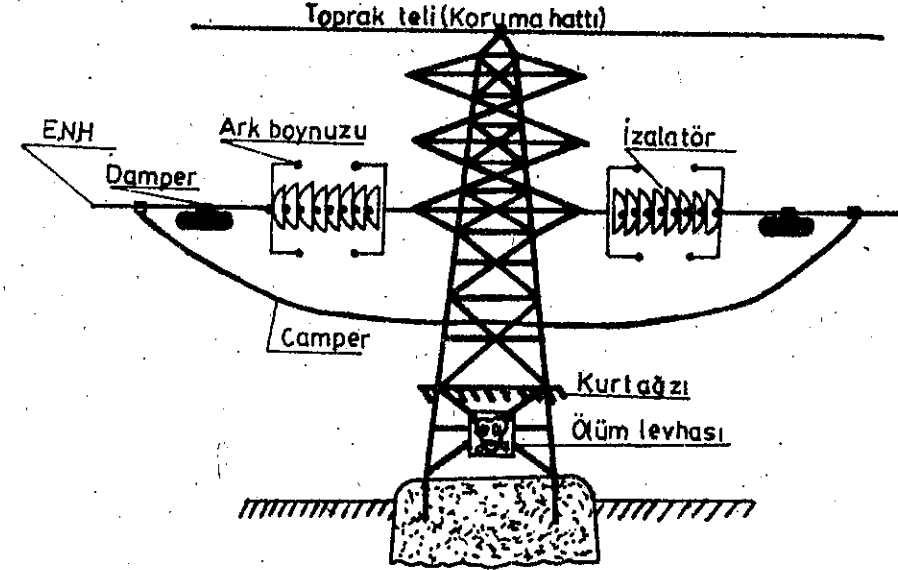
b°) Transil yağlı sigortalar; Sigorta metal bir kutu içerisine konulmuştur, kutunun içi arkı söndürmek ve ergiyen teli soğutmak için yağ ile doldurulmuştur. 7500 volta kadar ve yüksek akım için yapılırlar.

c°) Borik asitli Sigortalar : Sigorta muhafazası fiber bir tüptür. İçerisi borik asitle doldurulur. Sigorta attığında ark meydana gelmesi sonucunda borik asit ayrışır, açığa çıkan gaz arkı söndürür. Su sigortalar 7 KV - 138 KV arasındaki gerilimlerde kullanılır.

4 — ENERJİ NAKİL HATLARI VE İZOLATÖRLERİN KORUNMASI :

Bu konumuzda enerji nakil hatları ve izolatörlerin yıldırımın zararından korunması için alınması gereken önlemlerden bahsedeceğiz.

Enerji iletim hatlarını yıldırımın zararından korumak için hat boyunca iletkenlerin en üst seviyesinde Koruma HATTI - TOPRAK TELİ denilen iletken çekilir. (Şekil : 3 - 55) Çok defa trifaze sistemlerde iki tane toprak iletkeni çekildiği olur.



(Şekil : 3 - 55) E.N.H. direk ve İzolatörlerin Yıldırımdan korunması.

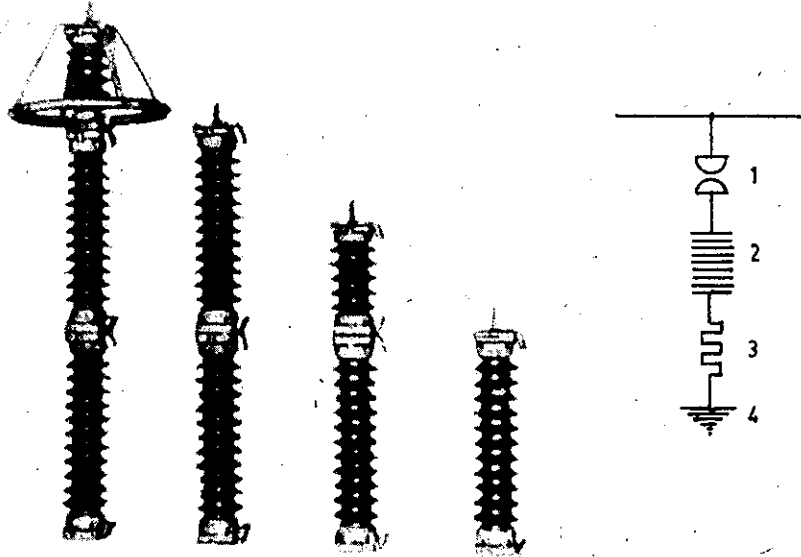
Toprak iletkenleri hava hatlarının üzerine gelecek şekilde geçirilir. Direkle elektriki bakımdan bağlantılı olup aynı zamanda direde korur. Bazen de toprak iletkenleri E. N. H. larının iki yanına dikilmiş olan direklerle bu hatlardan daha yükseğe tesbit edilir. E. N. H. veya direğe isabet eden yıldırım koruma hattı ve direğin topraklama levhası yardımı ile hiç bir zarar vermeden toprağa verilmiş olur.

İzolatörleri bu atmosferik olayların etkisinden korumak için izolatörlerin başlangıcı ve sonuna monte edilmiş olan ARK Boynuzu ve ARK ÇEMBER'inden yararlanılır. (Şekil : 3 - 55) Bu emniyet tedbiri alınmadı ise hatta yıldırım düştüğünde izolatörleri parçalıyarak toprağa akmak ister. Tedbir alındığında, gerilim ark boynuzları veya ark çemberinden toprağa atılarak izolatörlere zarar vermez.

Şekilde yeni iki deyim görmekteyiz : E. N. H.'nı rüzgârlardan dolayı meydana gelen darbe ve titreşimlere karşı amortisör görevi yaparak koruyan yüksek gerilim elemanlarına DAMPER durdurucu direklerde E. N. H.'nı direk giriş ve çıkışında birbirine bağlayan iletkenlere de CAMPER deniliyor.

PARAFUDURLAR :

Bundan önceki konularımızda santralların, havai hatların, trafo istasyonlarının yıldırım tehlikesinden korunması için alınan önlemlerden birisinin de parafudurlar olduğunu açıklamıştık. Parafudurlar, yıldırımın düşmesiyle meydana gelecek gerilim yükselmesini sınırlarlar. Parafudurun uçlarındaki gerilim tehlikeli değeri bulunca daha fazla yükselmez. İstenmeyen değer, hat geriliminin üzerindeki değerdir. Yıldırım doğrudan doğruya tesise veya hatta düşmese bile yakınındaki bölgede de tahribat yapar. Bu yüzden parafudurlar korunması istenilen yerlerin yakınlıklarına monte edilir. Şekillerimizden anlaşılacağı gibi parafudurun bir ucu enerji iletim hattına bağlanırken diğer ucu toprak iletkenine bağlanır. Bu açıklamamızdan anlaşılacağı gibi gerilim yıldırım nedeniyle normalin üzerine çıktı-



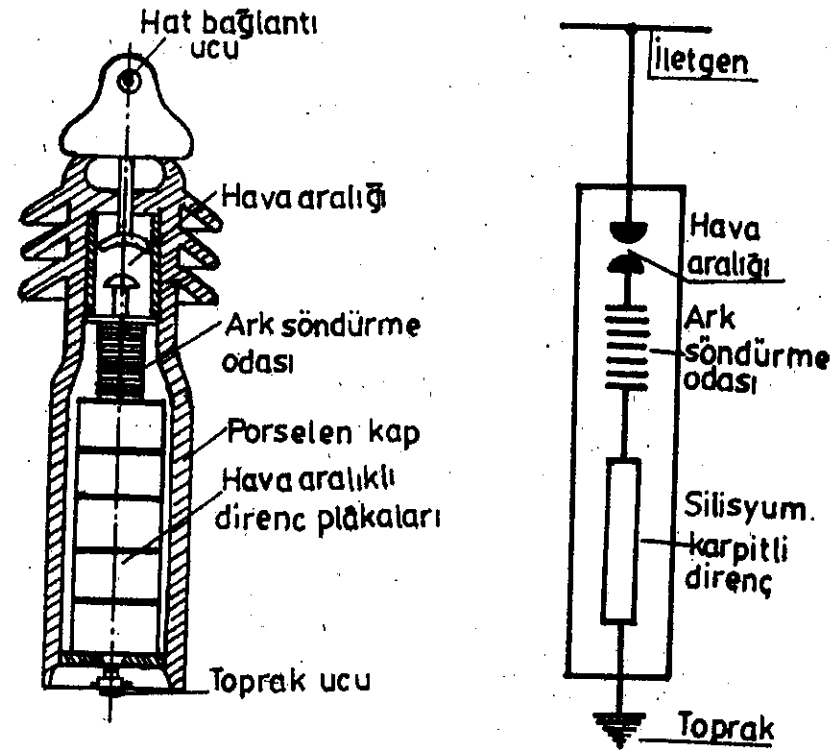
(Şekil : 3 - 56) Parafudur resimleri ve yapısını belirliyen prensip şeması.

ğında, parafudur bu anormal enerjiyi toprağa akıtmak suretiyle tesisi bozulmaktan korur.

(Şekil : 3 - 56) da bir parafudurun yapısını belirliyen prensip şeması görülmektedir. Şekilde (1) numara ile ark eklatörleri görülmektedir. Bu eklatörlerin aralıkları belirli gerilim sınırı için ayarlanmıştır. Gerilim değeri bu sınırı aştığında eklatörlerde atlama olur, bu akma gerilim normale dönüşüncüye kadar direnç üzerinden toprağa ulaşır. (2) Numara ile ark söndürme eklatörü veya ark söndürme odası denilen kısım görülmektedir. Bunun görevi ark eklatörlerinde atlama olduğu zaman faz hattı toprakla bağlantı kurmuş demektir. Aşırı akım ortadan kalktıktan sonra arkı söndürerek normal akımın toprağa akmasını önler. Yani faz hattını normal işletme durumunda topraktan ayırır.

Şekilde (3) Numara ile direnci gösterdik. Gerilim düzeyini ayarlamaya yarıyan, yarı iletken malzemeden disk şeklinde yapılmış elemanlardır.

Uygulamada parafudurun birçok çeşidi kullanılmasına rağmen en çok kullanılanlar; boynuzlu parafudurlar, thyrite tip parafudur-



(Şekil : 3 - 57) a Silisyum - karpitli parafudur resmi.

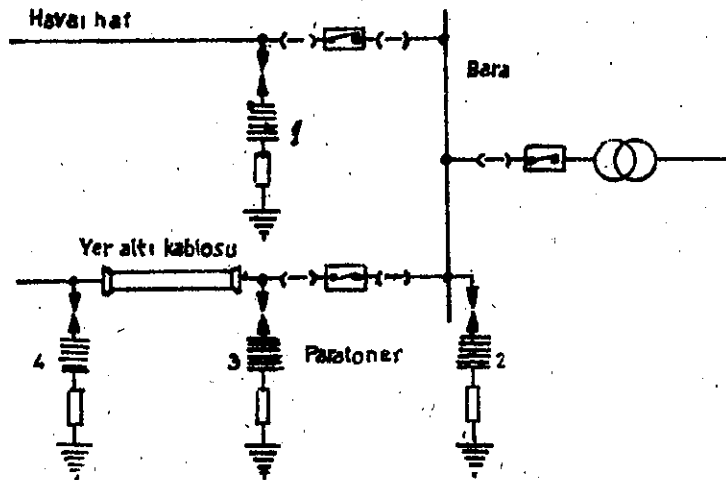
(Şekil : 3 - 57) b Silisyum - Karpitli parafudurun prensip şeması.

lar, silisyum karpitli parafudurlardır. Bunlardan Silisyum - karpitli parafudurları tanıtmakla yetineceğiz.

(Şekil : 3-57) (a) da Silisyum - karpitli bir parafudurun resmini (Şekil : 3-57) (b) de prensip şemasını görmekteyiz. Hat bağlantı ucu korunması istenilen hatta bağlanır, üst eklatörle bağlantılı olup alt eklatörle normal işletmede elektriki bir bağlantısı yoktur. Bu paratonerler, gerilimi sınırlayan Silisyum - karpitden yapıldığı için bu ismi almıştır. Bu direncin özelliği, gerilimle değerinin ters orantılı olarak değişmesidir. Gerilim küçükken bu direncin değeri çok büyüktür. Gerilim yükseldikçe direncin değerinde büyük düşme gözükür. Örneğin, gerilim iki misli arttığında direncin değeri on misli azalır. Hatta yıldırım düşüp parafudur uçlarındaki gerilim yükseldiğinde eklatörlerde atlama meydana gelir. Silisyum - karpit'in direnci yüksek gerilimde çok azaldığından yıldırımdaki elektrik yükü kolayca toprağa akar. Yıldırımın etkisi azalıpta parafudur uçlarındaki gerilim düşmeye başladığında bu direncin değeri büyümeye başlar, böylece boşalma akımının değeri çok azalır, bunun sonucunda eklatörlerdeki ark kopar.

Parafudurlarda şu özellikler aranır;

- Normalin üzerinde gerilim meydana geldiğinde enerji iletim hattı ile toprak arasında bir bağ kurarak enerjiyi toprağa akıtmak suretiyle tesisi korumalıdır.
- Anormal durum ortadan kalktıktan sonra arkı hemen keserek şebeke enerjisinin toprağa akmasını önlemelidir.
- Parafudur birçok atlamadan sonra da güvenilir biçimde görevini devam ettirmelidir.



(Şekil : 3-58) Parafudurların tesise bağlantısı.

d) Ucuz, uzun ömürlü ve bakıma gereksinme göstermemelidir. (Şekil : 3-58) Parafudurların nerelere konulacağına ait bir şekil görülmektedir. Parafudurların monte edildiği havai hatlı elektrikli ulaştırma araçlarını göz önüne alırsak doğru akımda da kullanıldığı sonucuna varırız.

Parafudurlar tesise monte edilirken görevini eksiksiz yapabilmesi için şu önemli noktaları gözden uzak tutmamak gerekir.

- 1) Parafudur koruyacağı cihazın çok yakınına monte edilmelidir.
- 2) Parafudurun toprak ve hat uçları en kısa yoldan yerlerine bağlanmalıdır.
- 3) Şebeke çok geniş ise, öteki parafudurlar baralara bağlanmalı ve aşırı gerilim parafudurun koruma alanı, anma geriliminin KV. cinsinden değeri kadar metre olarak alınmalı, ancak bu değer hiç bir zaman 25 metreyi geçmemelidir. Örneğin Santral çıkışına parafudur konur, tesis çıkışına kadar olan mesafe 100 metre ise bir de çıkışa konur.
- 4) Yüksek gerilim güç trafoları yıldız bağlı ise yıldız noktasına parafudur konarak korunur, ayrıca şalt sahaya giriş ve çıkışa da parafudur koymak gerekir.

SORULAR :

- 1 — Generatörlerin şebeke ve iç arızalara karşı korunmasına neden gereksinme duyulmaktadır?
- 2 — Generatörleri arızalandıran etkenleri sıralayınız.
- 3 — Generatörleri tehdit eden aşırı gerilimleri tanımlayınız.
- 4 — Primer röleleri açıklayınız.
- 5 — Yardımcı akımlı röleleri açıklayınız.
- 6 — Sekonder röleleri açıklayınız.
- 7 — Trafoların korunmasına neden lüzum vardır? Alınabilecek önlemleri sıralayınız.
- 8 — Aşırı gerilimlere karşı trafolar nasıl korunur?
- 9 — Aşırı yüklere karşı trafolar nasıl korunur?
- 10 — Buchholz rölesi nedir? Trafoya nasıl monte edilir?
- 11 — Buchholz rölesinin bir güç trafosuna bağlanışının elektrikli şemasını çizerek rölenin çalışmasını anlatınız.
- 12 — Diferansiyel rölenin trafoya bağlanışı ile ilgili şekli çizerek çalışmasını anlatınız.
- 13 — Şebekelerde arıza doğmasına etken olan nedenleri açıklayınız.
- 14 — Çeşitli yüksek gerilim algortalarını tanımlayınız.
- 15 — E. N. H. direk ve izolatörlerin korunması ile ilgili önlemleri açıklayınız.
- 16 — Parafudur nedir? Yapısı hakkında bilgi veriniz.
- 17 — Silisyum - Karpitli parafudurun yapısı ve çalışması hakkında bilgi veriniz.
- 18 — Parafudurlarda aranılan özellikleri maddeler halinde sıralayınız.
- 19 — Parafudurların monte edilmesinde nelere dikkat edilir?

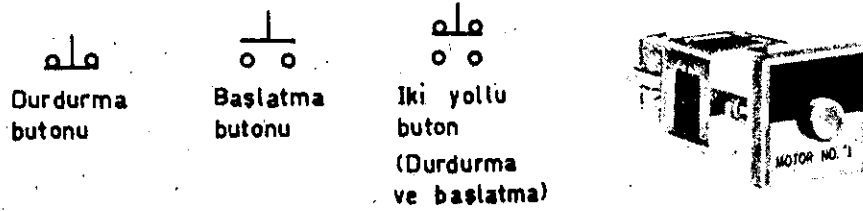
BÖLÜM

4

ELEKTRİK KUMANDA DEVRELERİ

A — KUMANDA ELEMANLARI : Elektrik kumanda devrelerinde birçok kumanda elemanı kullanılır. Kumanda devrelerini öğrenmeye geçmeden önce, kumanda elemanlarını çok iyi tanımak gerekir. Bu nedenle aşağıdaki kısımlarda elektrik kumanda elemanları teker teker ve geniş olarak açıklanacaktır :

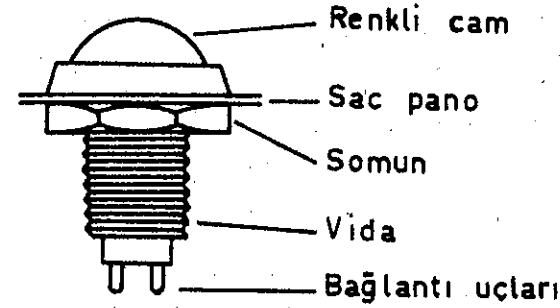
1 — BUTONLAR : Kontaktör ve röle gibi elemanları çalıştıran veya durduran kumanda elemanlarına buton adı verilir. Başlatma butonu, durdurma butonu ve iki yönlü buton olmak üzere üç çeşit buton vardır. Şekil : 4-1'de görüldüğü gibi durdurma ve başlatma butonları tek yönlü butonlardır. İki yönlü butonlar hem başlatma ve hem de durdurma görevi yaparlar.



(Şekil : 4-1) Butonların sembolleri ve bir butonun görünüşü.

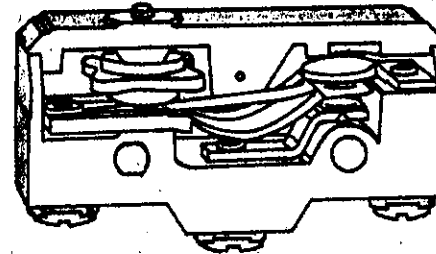
Kumanda butonlarının ani temaslı ve kalıcı tip olmak üzere iki çeşidi daha vardır. Ani temaslı butona basılıp bırakıldığında, buton otomatik olarak normal konumuna döner. Kalıcı tip butona basıldığında, buton durumunu değiştirir. Buton serbest bırakıldığında, basıldığı konumda kalır ve normal konumuna dönmez. Aşırı akım rölesi veya başka bir buton, basılmış olan butonu tekrar normal konumuna getirir.

2 — SİNYAL LAMBALARI : Bir devreye akımın verildiğini, devrenin çalışmaya hazır olduğunu ve devrenin çalıştığını gösteren kumanda elemanlarına sinyal lambası adı verilir. Sinyal lambaları şekil : 4-2'den görüleceği üzere daha çok elektrik tablolarına bağlanabilecek şekilde yapılırlar. Sinyal lambasının tablonun ön yüzünde bulunan bombeli parçası renkli camdan yapılır. Camın yapımında kırmızı, yeşil ve sarı renkler kullanılır. Lambanın bağlantı uçları tablonun arka tarafında kalır. Sinyal lambasının içine neon veya akkor telli bir ampul takılır. Akkor telli lambalar düşük gerilimli sinyal devrelerinde, neon lambalar yüksek gerilimli sinyal devrelerinde kullanılırlar.

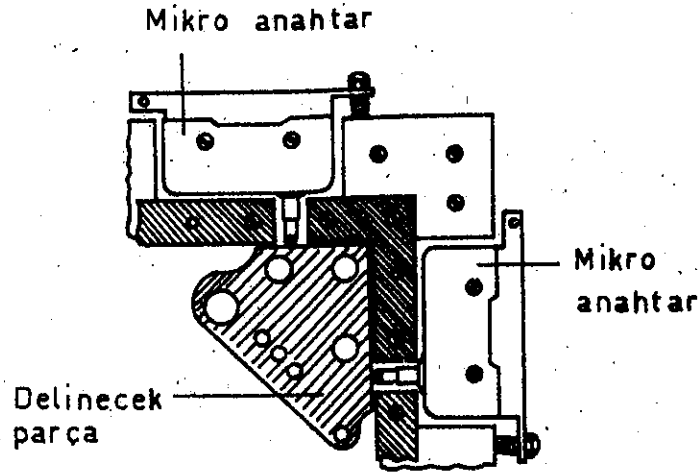


(Şekil : 4-2) Bir sinyal lambasının yapısı ve sembolü.

3 — MİKRO ANAHTARLAR : Buzdolaplarının ve arabaların içerisinde bulunan aydınlatma lambalarının yakılıp söndürülmesinde kullanılan ve kapı kenarlarına monte edilen anahtarlara mikro anahtar adı verilir. Şekil : 4-3'de yapısı verilen mikro anahtarlar zaman rölelerinde, program şalterlerinde ve vitrin otomatiklerinde



(Şekil : 4-3) Bir mikro anahtarın yapısı ve sembolleri.



(Şekil : 4-4) Otomatik delik delmede mikro anahtarların kullanılması.

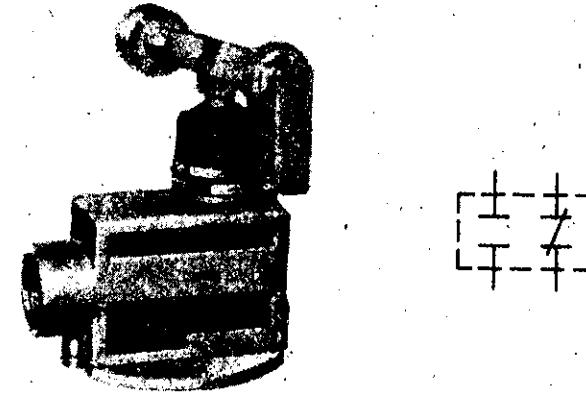
kontakların yerine de kullanılırlar. Mikro anahtarların yapıları çok ufaktır. Bu anahtarlarda normalde açık veya normalde kapalı bir kontak bulunur. Bazı mikro anahtarlarda da normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere bir çift kontak vardır.

Anahtar gibi çalışan bütün kumanda elemanlarında bulunan kontakların ani olarak açılmaları ve ani olarak kapanmaları gerekir. Aksi halde kontakların arasında doğacak ark kontakların bozulmasına, yalıtkan parçaların yanmasına sebep olur. Mikro anahtarlardaki ani olarak açılmaları ve kapanmaları bir yaprak yayla sağlanır. Mikro anahtarlar ani temaslı butonlara benzerler. Yani basılıp bırakıldıklarında, basıldıkları konumda kalmazlar ve normal konumlarına dönerler. Mikro anahtarların endüstride kullanıldığı birçok yer vardır. Örneğin iki mikro anahtar bir matkap tezgâhının tablosuna şekil: 4-4'de görüldüğü gibi bağlanırsa aynı cins parçalara aynı özellikteki delikler kolayca delinebilir. İşlem görecekte parça tezgâh üzerindeki yerine tam olarak yerleştirildiğinde, mikro anahtarlar durum değiştirirler. Anahtarların kapanan kontakları tezgâhı çalıştırır ve bir teknisyen parçayı deler. Eğer parça tablo üzerine uygun şekilde yerleştirilemezse mikro anahtarlardan biri veya her ikisi açık kalır. Bu da tezgâhın çalışmamasına sebep olur. Parçalar tablo üzerine tam olarak yerleştirildiğinde tezgâh çalıştığından, parçaların üzerine delinecek olan delikler hep birbirinin aynı olur.

4 — SINIR ANAHTARLARI : Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup başka bir hareketi başlatan ve aygıtın hareket den elemanı tarafından çalıştırılan kumanda elemanına sınır anahtarı adı

verilir. Sınır anahtarları bazen aygıtın hareketli kısmına genellikle de aygıtın sabit kısmına bağlanırlar. Aygıtın hareketli kısmında bulunan bir çıkıntı sınır anahtarının pimine veya makarasına çarptığında, sınır anahtarı durumunu değiştirir. Sınır anahtarında bulunan kapalı kontaklar açılır, açık kontaklar kapanır. Bu durum değişikliği de aygıtı durdurur veya aygıtta başka bir hareketi başlatır.

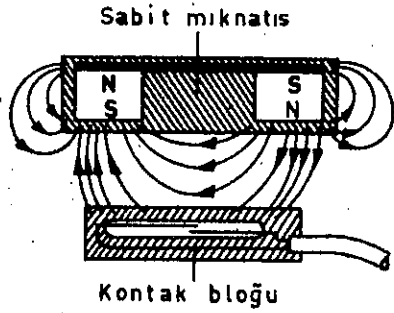
Sınır anahtarları mekanik veya manyetik bir yapıya sahiptirler. Mekanik sınır anahtarlarının pimli ve makaralı olmak üzere iki çeşidi vardır. Makaralı sınır anahtarları bir veya iki yönlü bir hareketle çalışabilecek şekilde yapılırlar. Şekil : 4-5'de makaralı bir sınır anahtarının yapısı ve sembolü verilmiştir. Pimli sınır anahtarlarında, anahtarın hareket kursunun aygıtı uygun olması gerekir. Eğer aygıtın hareketli parçası anahtarın kursu kadar olan bir mesa-



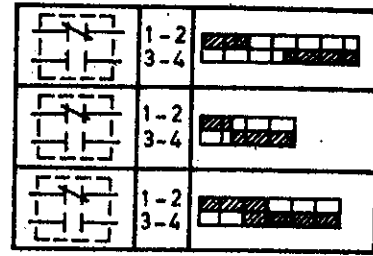
(Şekil : 4-5) Bir sınır anahtarının görünüşü ve sembolü.

fe içinde durmazsa, hareketli parça sınır anahtarını parçalayabilir. Manyetik sınır anahtarları şekil : 4-6'dan görüleceği üzere bir kontak bloğu ve bir sabit mıknatıstan oluşur. Genellikle kontak bloğu aygıtın sabit kısmına, sabit mıknatıs ise aygıtın hareketli kısmına monte edilir. Bloktaki kontak normal konumda ya açık veya kapalıdır. Hareketli kısımdaki sabit mıknatıs ile sabit kısımdaki kontak bloğu karşı karşıya geldiklerinde kontak durumunu değiştirir. Çünkü kontağın parçaları manyetik bir maddeden yapılmıştır. Sabit mıknatıs, kontak parçalarının hareketine, bir kontağın açılmasına veya kapanmasına neden olur.

Sınır anahtarları ani temaslı veya kalıcı tip olmak üzere iki şekilde yapılırlar. Ani temaslı sınır anahtarlarında, anahtarın durum değiştirmesine sebep olan hareket ortadan kalktığında, bir yay sınır



(Şekil: 4-6) Manyetik sınır anahtarının yapısı.

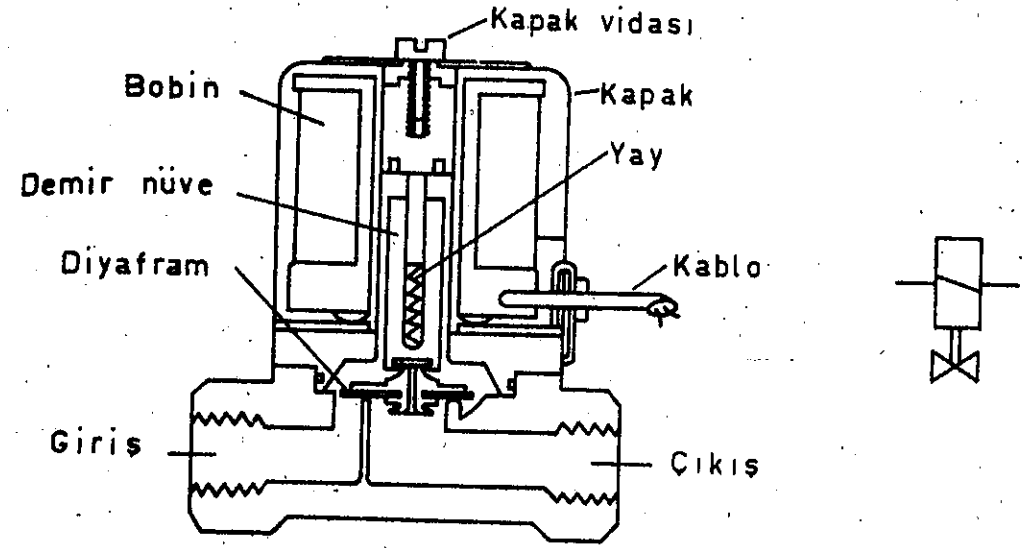


(Şekil: 4-7) Üç ayrı sınır anahtarında bulunan kontakların açılış ve kapanış sıraları.

anahtarını tekrar normal konumuna getirir. Kalıcı tip sınır anahtarlarında ise bir hareket nedeniyle anahtar durum değiştirdiğinde, sınır anahtarı yeni konumunda kalır. Yani otomatik olarak eski konumuna dönmez. Ters yöndeki başka bir hareket, sınır anahtarını eski durumuna getirir.

Sınır anahtarlarında genellikle birden fazla kontak bulunur. Şekil: 4-7'de ikişer kontaklı üç sınır anahtarının kontaklarına ait çalışma şekilleri verilmiştir. Bu şekilde verilen sınır anahtarlarından birincisinde, önce (1-2) nolu kapalı kontak açılır, bir süre sonra da (3-4) nolu açık kontak kapanır. İkinci sınır anahtarında (1-2) nolu kapalı kontakın açılması ve (3-4) nolu açık kontakın kapanması aynı anda olur. Üçüncü sınır anahtarında ilk önce (3-4) nolu açık kontak kapanır, bir süre sonra da (1-2) nolu kapalı kontak açılır. Yani her iki kontak bir süre beraberce kapalı kalırlar.

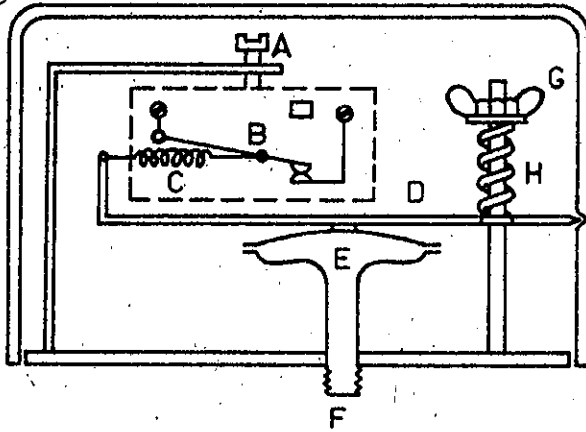
5 — SOLENOİD VALFLAR: Elektrik enerjisiyle çalışan elektromanyetik musluklara veya vanalara solenoid valf adı verilir. Sıcaklıkları 150°C'den küçük olan ve hava, gaz, su, yağ ve buhar gibi akışkanlar için solenoid valfler güvenli olarak kullanılırlar. Akışkanlara ait borular solenoid valfe vidalanarak veya rekor somunla bağlanırlar. Bir solenoid valf Şekil: 4-8'den görüleceği üzere elektromıknatıs ve musluk olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Elektromıknatısın bobinleri düşük veya yüksek gerilimde, doğru veya alternatif akımda çalışacak şekilde çok çeşitli olarak yapılırlar. Bobin içinde bulunan demir nüve solenoid valfin diyaframıyla mekaniksel olarak bağlıdır. Demir nüve ile diyafram bir yay ile aşağıya doğru bastırıldığından, normal durumda solenoid valf kapalı olur. Elektromıknatısın bobinine normal gerilim uygulandığında, demir nüve ve diyafram yukarıya çekilir. Valf açılır ve akışkan sol taraftaki gi-



(Şekil: 4-8) Solenoid valfin yapısı ve sembolü.

rişten, sağ taraftaki çıkışa geçmiş olur. Solenoid valfler yalnız bir yön için normal olarak çalışırlar. Eğer valf normal bağlanmazsa, örneğin valfin sol tarafı çıkış ve sağ tarafı giriş olarak kullanılırsa, solenoid valf normal olarak çalışmaz. Çünkü sağ taraftan gelen akışkan, bobinin enerjilenmediği durumlarda da yay basıncını yenerek diyaframı yukarıya iter ve valfin açılmasına sebep olur. Solenoid valfler iki ve üç yollu olmak üzere iki şekilde yapılırlar. Şekil: 4-8'de görüldüğü gibi iki yollu solenoid valf normal durumda kapalıdır. Bobin enerjilendiğinde valf açılır. Üç yollu solenoid valfin bir girişi, iki çıkışı vardır. Normal durumda çıkışlardan birisi kapalı, diğeri açıktır. Bobin enerjilendiğinde kapalı olan çıkış açılır, açık olan çıkış kapanır.

6 — BASINÇ ANAHTARLARI: Elektrik motoru ile çalıştırılan basınçlı hava sistemlerinde, basınç ayarı için kullanılan elemanlara basınç anahtarı adı verilir. Basınç anahtarları sisteminin basıncını iki sınır arasında sabit olarak tutarlar. Örneğin bir hava deposundaki basıncın 3-4 atü arasında kalması istenirse basınç anahtarları bu değerlere ayarlanır. Hava kazanındaki basınç 3 atü'ye düştüğünde basınç anahtarı çalışır, kontaklarını kapatır ve elektrik motorunu şebekeye bağlar. Elektrik motoru da kompresörü döndürerek depoya hava basar. Kazandaki hava basıncı 4 atü'ye yükseldiğinde, basınç anahtarı çalışır, kontaklarını açar ve motoru durdurur. Böylece hava deposundaki basınç 3-4 atü arasında tutulmuş olur. Yu-

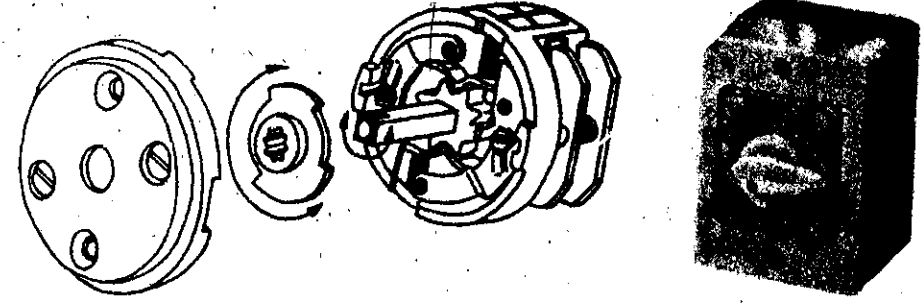


(Şekil : 4-9) Bir basınç anahtarının yapısı ve sembolü.

karda verilen örnekteki değerlerden 4 atü'lük basınca, üst basınç veya durdurma basıncı denir. 3 atü'lük basınç ise alt basınç veya başlatma basıncıdır. Durdurma ve başlatma basınçları arasındaki farka diferansiyel basınç adı verilir.

Basınç anahtarları basıncın denetleneceği yere şekil : 4-9'da görülen (F) borusu ile bağlanırlar. Bu borudan gelen basınçlı hava, basınç anahtarındaki (E) diyaframını yukarıya doğru iter. (D) çubuğu bir mafsallık etrafında döner ve bir kapalı kontağı açar. (H) yayı (D) çubuğunu diyaframa doğru bastırır. Yayın baskı kuvveti (G) somunuyla ayarlanır. Yay sıkıştırılırsa (D) çubuğunun yukarıya doru itilmesi güçleşir. Yani bu çubuk daha yüksek bir basınçta yukarıya doğru itilebilir ve kapalı kontak daha büyük bir basınçta açılır. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere basınç anahtarının üst basıncı veya durdurma basıncı (G) somunuyla ayarlanır. Bu somun aşağıya indirildikçe durdurma basıncı büyür, somun yukarıya çıkartıldıkça durdurma basıncı küçülür.

Basınç anahtarının başlatma basıncı veya alt basıncı (A) vidasıyla ayarlanır. Bu vida kontak bloğunu aşağı veya yukarı kaydırarak, (B) kontak çubuğunun (C) yayına göre konumunu değiştirir. (A) vidasıyla kontak bloğu aşağıya kaydırılırsa (B) kontak çubuğu (C) yay eksenine yaklaşır. Basıncın etkisiyle (D) çubuğu yukarı kalktığında, kapalı kontak hemen açılır. Kontakın tekrar kapanması, (D) çubuğunun çok aşağıya inmesiyle mümkün olur. Bu durum da ancak basıncın çok düşmesiyle gerçekleşir. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere kontak bloğu aşağıya kaydırıldıkça, başlatma ve durdurma basınçları arasındaki fark yani diferansiyel basınç büyür.

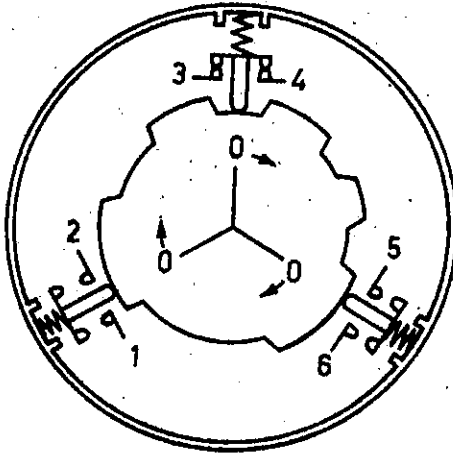


(Şekil : 4-10) Bir paket şalterin yapısı ve görünüşü.

7 — PAKET ŞALTERLER : Arka arkaya dizilmiş ve paketlenmiş birçok diskten oluşan, güç veya kumanda devrelerinde kullanılan silindirik şalterlere paket şalter adı verilir. Elektriksel aygıtların kumandasını otomatik olarak yapmak her zaman ekonomik olmaz. Bu nedenle ufak güçlü ve önemsiz aygıtların kumandaları çok kere paket şalterlerle yapılır. Paket şalterler kumanda devrelerinde butonların yerlerine de kullanılabilirler. Şekil : 4-10'da görüldüğü gibi, paket şalterler silindirik şeklinde imâl edilirler. Bu silindir arka arkaya dizilmiş ve paketlenmiş birçok diskten oluşur. Her diskte bir veya daha fazla sayıda kontak bulunur. Eğer kontakları bir diske sığdırmak mümkün değilse uygun miktarda disk arka arkaya dizilir. Böylece paket şalterlere istenen sayıda kontak konabilir. Paket şalterlerin kumandası, üzerlerinde bulunan kolu çevirmekte yapılır. Bu kol çevrildiğinde şalterin içindeki kontaklar açılır veya kapanırlar. Kol azar azar dönecek şekilde yapılırsa, paket şalter çok konumlu olabilir. Çok konumlu paket şalterlerle de karmaşık kumanda problemleri kolayca çözülebilir.

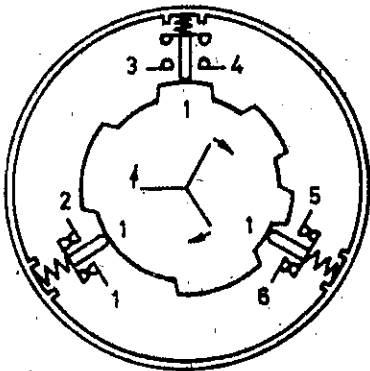
Şekil : 4-11'den görüleceği gibi bir paket şalterin her disk, sabit ve hareketli parçalar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Diskin sabit kısmı üzerine uygun aralıklarla kontaklar yerleştirilir. Bir eksen etrafında dönebilen hareketli parça ise girintili ve çıkıntılı bir biçimde yani eksantrik olarak yapılır. Bu eksantrik parça kontakları açar veya kapatır.

Şekil : 4-11 paket şalterin (0) konumunu göstermektedir. Bu konumda şalterin (3-4) nolu kontağı kapalı, (1-2) ve (5-6) nolu kontakları ise açıktır. (3-4) nolu kontakın kapanmasına eksantrik parça üzerindeki oyuk, (1-2) ve (5-6) nolu kontakların açılmasına da eksantrik parçadaki çıkıntılar sebep olur. Paket şalter şekil 4-12'de görülen (1) konumuna çevrilirse (1-2) ve (5-6) nolu kontaklar

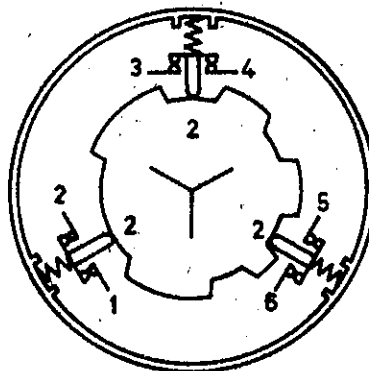


(Şekil : 4-11) Paket şalterin (0) konumunda kontakların durumu.

kapanır. Çünkü bu kontakların pimleri eksantrik parçanın boş kısımlarının karşısına gelir ve yaylar kontakların kapanmasına neden olur. Eksantrik parça üzerinde bulunan çıkıntı, (3-4) nolu kontağın pimini dışarıya iter ve bu kontak açılır. Paket şalterin kolu şekil : 4-13'de görülen (2) konumuna çevrildiğinde, (3-4) nolu kontak kapanır. Çünkü bu kontağın pimi eksantrik parça üzerindeki boşluğun karşısına gelir ve bu kısımda bulunan yay (3-4) nolu kontağın kapanmasına neden olur. Şalterin (2) konumunda (1-2) ve (5-6) nolu kontaklar gene kapalı kalırlar. Bu kontakların pimleri eksantrik parçadaki boşlukların karşısına geldiklerinde, yaylar kontakların kapalı kalmasına sebep olurlar. Şekil : 4-12 ve 4-13 incelenirse (1-2) ve (5-6) nolu kontakların şalterin (1) ve (2) konumlarında hep kapalı



(Şekil : 4-12) Paket şalterin (1) konumunda kontakların durumu.



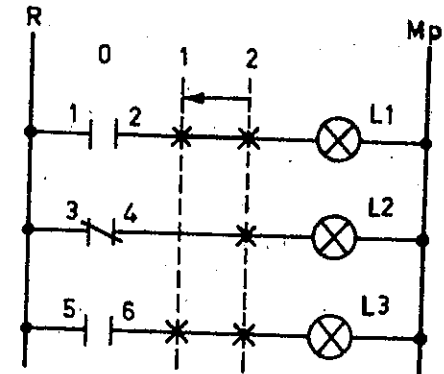
(Şekil : 4-13) Paket şalterin (2) konumunda kontakların durumu.

kaldığı görülür. Bu kontaklardan (1-2) nolu kontak, 1. konumdan 2. konuma geçerken durumunu aynen muhafaza eder yani hiç açılmaz. Halbuki (5-6) nolu kontak 1. konumdan 2. konuma geçerken, eksantrik parçadaki çıkıntı nedeniyle önce açılır, sonra tekrar kapanır.

Şekil : 4-11, 4-12 ve 4-13'de konumları verilen, yukardaki kısımlarda da çalışması açıklanan paket şalter şekil : 4-14'deki diyagramla basit olarak gösterilebilir. Bu diyagram, paket şalterin kontak sayıları, konumları ve kontakların açılıp kapanmaları hakkında bütün bilgileri topluca verir. Diyagramın sol üst köşesinde bulunan (0), (1), (2) rakamları, şalterin üç konumlu olduğunu gösterir. Bu kısmın altında bulunan aynı rakamların karşılarında, kontakların bulunduğu durumlar açıklanır. Konumun yazıldığı satırla kontağın bulunduğu sütunun kesiştiği kare, diyagramda ya boş bırakılır veya içine bir çarpı işareti konur. Kare boş bırakılmışsa, o konumda ilgili kontağın açık olduğu anlaşılır. Eğer kontak o konumda kapalıysa kare içine bir çarpı işareti konur. Yukarda çalışması açıklanan paket şalterin (0) konumunda (1-2) ve (5-6) nolu kontaklar açık olduklarından, şekil : 4-14'deki diyagramda bu kontakların altına, (0) konumunun karşısına hiçbir işaret konmaz. Şalterin bu konumunda (3-4) nolu kontak kapalı olduğundan, diyagramda (0) konumunun karşısında ve kontağın altında bulunan kareye bir çarpı işareti konur. Bu diyagram incelendiğinde (1-2) nolu kontağın 1. ve 2. konumlarda kapalı olduğu görülür. Bu kontağa ait çarpı işaretleri arasındaki çizgi, şalterin (1) konumundan (2) konumuna geçişinde, bu kontağın açılmadığını gösterir. Şalterin 1. ve 2. konumlarında (5-6) nolu kontak da kapalıdır. Yalnız diyagramdaki bu kontağa ait çarpı işaretleri arasında çizgi bulunmadığından, şalter konum değiştirirken bu kontağın ilk önce açıldığı sonra tekrar kapandığı anlaşılır. Şekil : 4-14'deki diyagramda 1. ve 2. konumlar arasında bulunan

0	1	2	3	4	5	6
0						
1						
2						

(Şekil : 4-14) Bir paket şalterin basit gösterilişi.

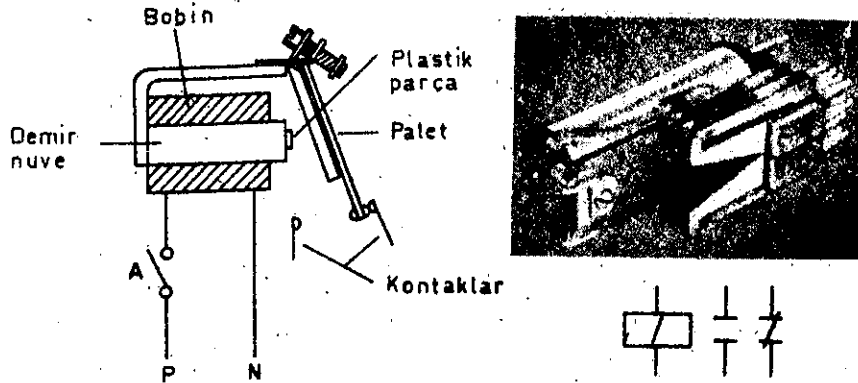


(Şekil : 4-15) Bir paket şalterin basit bağlantısı.

kırık ok, bu paket şalterin yaylı olduğunu gösterir. Ok yönü (1) konumuna doğru olduğundan, paket şalter 2. konuma çevrilip bırakıldığında, şalter bu konumda kalmaz. Yay nedeniyle 1. konuma döner.

Şekil : 4-15'de paket şalterle yapılmış basit bir bağlantı devresi verilmiştir. Bu devrede paket şalter sinyal lambalarına kumanda etmektedir. Paket şalterin (0) konumunda yalnız (3-4) nolu kontak kapalıdır. Bu nedenle (0) konumunda yalnız (L2) lambası yanar. Şalterin (1) konumunda (3-4) nolu kontak açılır, (1-2) ve (5-6) nolu kontaklar kapanır. (L2) lambası söner, (L1) ve (L3) lambaları yanar. Paket şalterin (2) konumunda üç kontak da kapalı olduğundan, her üç lamba da yanar. Şalterin kolu (2) konumunda serbest bırakılırsa şalter yay nedeniyle tekrar (1) konumuna döner. 1. ve 2. konumlar arasındaki geçişlerde (L1) lambası sürekli olarak yanar. (L3) lambası ise ilk önce söner, sonra tekrar yanar.

8 — RÖLELER : Şekil : 4-16'da yapısı ve dış görünüşü verilen ufak güçteki elektromanyetik anahtarlara röle adı verilir. Röle bobinleri hem doğru ve hem de alternatif akımda çalışırlar. Bobin doğru akıma bağlanacaksa demir nüve bir parçadan yapılır.



(Şekil : 4-16) Bir rölenin yapısı, görünüşü ve sembolleri.

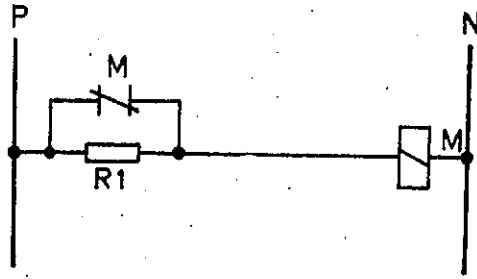
Demir nüvenin ön yüzüne plastikten yapılmış bir pul konur. Bu pul, bobin akımı kesildikten sonra artık mıknatısiyet nedeniyle paletin demir nüveye yapışık kalmasını önler. Bobini alternatif akıma bağlanacak rölelerin demir nüveleri sac paketinden yapılır. Demirin ön yüzünde açılan oyuga bakırdan yapılmış bir halka geçirilir. Bu bakır halka konmazsa alternatif alan nedeniyle palet titreşim yapar. Kontaklar açılıp kapanır ve röle gürültülü çalışır. Rölelerde bir veya daha fazla sayıda normalde açık ve normalde kapalı kontak bu-

lunur. Kontakların açılıp kapanmalarını, rölenin paleti sağlar. Bobin enerjilendiğinde, palet çekilir. Normalde kapalı kontaklar açılır; normalde açık kontaklar kapanır. Rölenin paletine bağlanmış olan bir yay kontakların normal konumda kalmalarını sağlar. Kontakların yapımlarında gümüş, tungsten, palladyum metalleri ve bunların alaşımları kullanılır. Rölelerde bulunan normalde açık ve kapalı kontaklar değişik şekillerde çalışırlar. Şekil : 4-17'de rölelerde bulunan kontak çeşitleri ve bunların açılıp kapanma özellikleri verilmiştir.

	Kapayıcı kontak.
	Açıcı kontak.
	Önce açan, sonra kapayan kontaklar.
	Önce kapayan, sonra açan kontaklar.
	Önce açan, sonra kapayan, daha sonra açan kontaklar.

(Şekil : 4-17) Rölelerde bulunan kontak geçitleri.

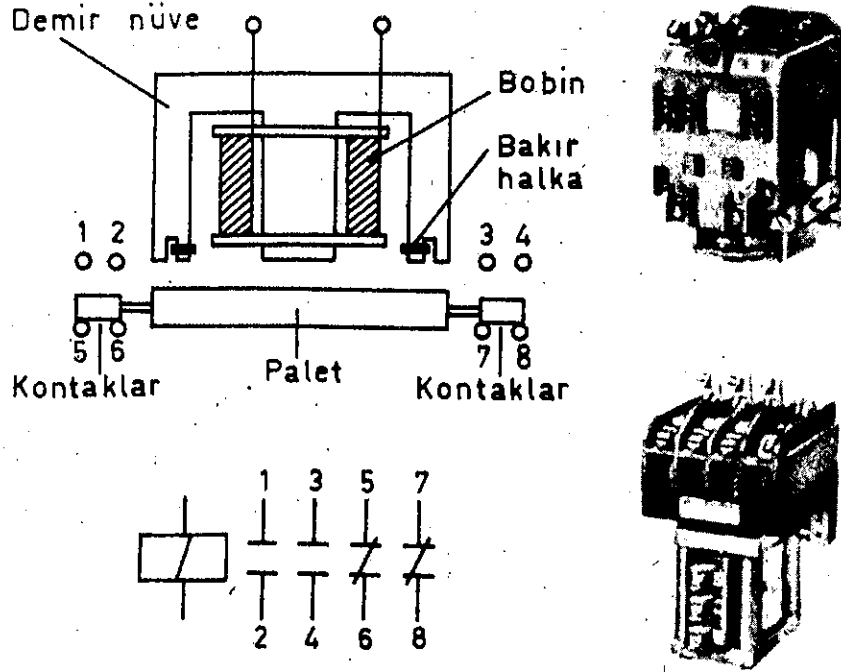
Rölelerin paletleri, bobinlerinin çalışma gerilimlerinde veya bobin geriliminin % 80'i ile % 120'sinde çekilebilirler. Palet çekildikten sonra çok ufak bir gerilim paleti çekik tutabilir. Bu nedenle enerji tasarrufu sağlamak ve bobin ömrünü uzatmak gayesiyle, bobine ilk önce normal gerilimi uygulanır. Palet çekildikten sonra, herhangi bir yöntemle bobin gerilimi düşürülür. Örneğin bir direnç röle bobiniyle seri olarak bağlanabilir. Şekil : 4-18'de görüldüğü gibi rölenin normalde kapalı bir kontağı ile bu direnç kısa devre edilir. Devreye gerilim uygulandığında, bobin normal gerilimi ile enerjilenir ve paletini çeker. Palet kontakların konumlarını değiştirir. (M) kapalı kon-



(Şekil : 4-18) Yüksek gerilimde çeken, düşük gerilimde çalışan bir (D.A.) rölesi.

tağı açılır, (R1) direnci bobine seri olarak bağlanır. Uygulanan gerilimin bir kısmı direnç üzerinde düşeceğinden, bobin daha ufak bir gerilimle çalışmaya devam eder. Bu küçük gerilim paleti güvenli olarak çekik tutar.

9 — KONTAKTÖRLER : Şekil : 4-19'da yapısı ve dış görünüşü verilen büyük güçteki elektromanyetik anahtarlara kontaktör adı verilir. Rölelerde olduğu gibi kontaktörler de elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşurlar. Kontaktör bobin-



(Şekil : 4-19) Kontaktörlerin yapısı, görüntüleri ve sembolleri.

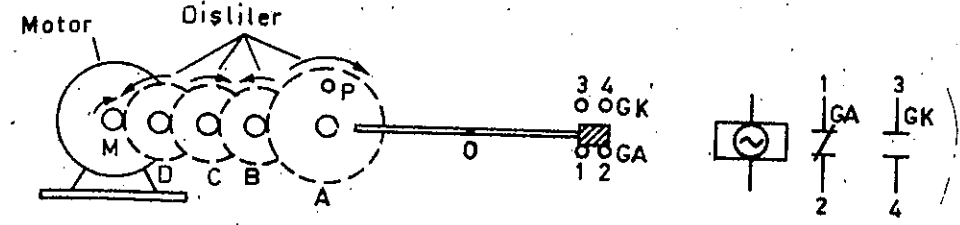
leri de doğru veya alternatif akımla çalışırlar. Her iki akımla çalışacak kontaktörlerin demir nüveleri genellikle (E) şeklinde yapılırlar. Eğer bobin doğru akımla çalışacaksa (E) şeklindeki demir nüve yumuşak demirden ve bir parça olarak yapılır. Demir nüvenin dış bacaklarına plastikten yapılmış iki pul konur. Bu pullar, bobin akımı kesildikten sonra kalan artık mıknatıslıyet nedeniyle paletin demir nüveye yapışık kalmasını önlerler. Bobini alternatif akıma bağlanacak olan kontaktörlerin (E) şeklindeki demir nüveleri, silisli saçların paketlenmesiyle yapılır. Böylece manyetik devrenin demir kayıpları en küçük değere indirilmiş olur. Bir kontaktör bobini alternatif gerilime bağlanırsa bu bobin alternatif manyetik alan yaratır. Frekansı 50 olan bir şebekede bu manyetik alan saniyede 100 kere sıfır olur, 100 kere de maksimum değere ulaşır. Manyetik alan maksimum olduğunda palet çekilir, sıfır olduğunda da palet bırakılır. Bu nedenle palet titreşir, kontaklar açılır ve kapanır, kontaktör çok gürültülü olarak çalışır. Bu sakıncayı gidermek için şekil : 4-19'da görüldüğü gibi demir nüvenin dış bacaklarının ön yüzlerinde açılan oyuklara kalın bakır halkalar takılır. Bir transformatörün sekonder sargısı gibi çalışan bu bakır halkaların her birinde gerilim indüklelenir. Halkalar kısa devre edilmiş olduklarından, indüksiyon gerilimi halkalardan akım dolaştırır ve halkalar ek bir manyetik alan yaratır. Bu manyetik alan esas manyetik alandan 90° geride olduğundan, demir nüvedeki toplam manyetik alan hiçbir zaman sıfır olmaz. Bu nedenle palet devamlı çekik kalır. Kontaktörlerde kontakların açılıp kapanmaları palet ile sağlanır. Palet, yerçekimi kuvvetiyle veya bir yay aracılığı ile demir nüveden uzakta bulunur. Bobin enerjilendiğinde, palet demir nüve tarafından çekilir ve kontaklar durum değiştirir. Rölelerde olduğu gibi kontaktörlerde de açık ve kapalı olmak üzere iki çeşit kontak vardır. Bu kontakların yapımında gümüşün; bakır, nikel, kadmiyum, demir, karbon, tungsten ve molibden'den yapılmış alaşımları kullanılır. Bu alaşımlarda gümüşün sertliği artırılmış, sürtünme ve arktan dolayı meydana gelecek aşınmalar azaltılmıştır. Kontakların kullanılış şekillerine göre, kontaktörlerde ana ve yardımcı kontak olmak üzere iki çeşit kontak bulunur. Ana kontaklar yük akımını, yardımcı kontaklar kumanda devresinin akımını taşırlar.

Şekil : 4-20'de bir kontaktörün devresi verilmiştir. Bu devrede kontaktörün kumandası bir başlatma butonuyla yapılmaktadır. Kontaktörün normalde açık kontağı yeşil lambaya, normalde kapalı kontağı ise kırmızı lambaya kumanda etmektedir. Normal durumda yani butona basılmadığında yalnız kırmızı lamba yanar. Şekil : 4-20'deki devrede (Başlatma) butonuna basıldığında, (A) kontaktör bobini enerjilenir. Normalde açık kontak kapanır ve yeşil lamba yanar.

Palet yukarı çekildiğinde, palete bağlı olan yay da pistonu yukarıya çeker. Yalnız piston çok yavaş hareket eder. Çünkü (B) boşluğundaki akışkanın (Yağ veya hava) (C) kanalı ve ayarlı (D) deliği yoluyla (A) boşluğuna geçmesinde karşılaştığı direnç, pistonun hareketini güçleştirir. Bu nedenle (7-8) ve (5-6) nolu kontakların durum değiştirmeleri gecikir. Belirli bir sürenin sonunda yani piston belirli bir yol aldıktan sonra, (7-8) nolu kontak açılır ve (5-6) nolu kontak kapanır. Bobinin akımı kesildiğinde, palet ve piston çok kısa bir zaman içinde aşağıya düşerler. Çünkü piston üzerinde bulunan ve (E) ile gösterilen klape, pistonun aşağıya hareketinde hemen açılır. (A) boşluğundaki akışkan klape deliğinden (B) boşluğuna kolayca geçer. Bu da pistonu paletle birlikte süratle aşağıya doğru hareket etmesine sebep olur. Bu nedenle bobin akımı kesildiğinde, kapanmış olan kontaklar hemen açılır ve açılmış olan kontaklar da hemen kapanırlar. Pistonlu zaman rölelerinde zaman ayarı, (D) deliğinin büyültülüp küçültülmesiyle yapılır. Bu delik daraltıldıkça, kontakların durum değiştirmesine kadar geçecek zamanı büyütülmüş olur.

Şekil : 4-22'de pistonlu ters zaman rölesinin yapısı verilmiştir. Bu rölenin bobini enerjilendiğinde, palet ve piston çok kısa bir zaman içerisinde yukarıya çekilirler. Pistonun yukarı hareketinde (E) klapesi hemen açılır. (B) boşluğundaki akışkan (Yağ veya hava) klape deliğinden (A) boşluğuna kolayca geçer. Piston yukarı hareketinde hiçbir güçlük karşılaştırmaz. Bu nedenle bobin enerjilendiğinde, pistonlu ters zaman rölesinin bütün kontakları hemen durum değiştirir. Bobin akımı kesildiğinde, palet hemen aşağıya düşer. Palete bağlı olan kontaklardan kapanmış olan (1-2) nolu kontak açılır, açılmış olan (3-4) nolu kontak kapanır. Pistonun aşağıya doğru olan hareketi çok yavaş olur. Çünkü (A) boşluğundaki akışkanın (D) deliğinden ve (C) kanalından (B) boşluğuna geçerken karşılaştığı güçlük pistonu frenler. Piston bir süre sonra aşağıya doğru belirli bir yolu alınca, pistonu bağlı olan kontaklar durumlarını değiştirirler. Yani kapanmış olan (5-6) nolu kontak açılır ve açılmış olan (7-8) nolu kontak kapanır. Pistonlu ters zaman rölelerinde de zaman ayarı (D) deliğinin büyültülüp küçültülmesiyle yapılır.

Pistonlu zaman röleleri genellikle hem düz zaman rölesi ve hem de ters zaman rölesi olarak kullanılabilecek şekilde yapılırlar. Böyle bir zaman rölesinin düz veya ters çalışır duruma getirilmesi, her firmanın imalatında değişik olur. Bu değiştirme firma tarafından öngörülen bir şekilde yapılır. Zaman rölelerinin kontakları genellikle küçük olarak yapılırlar. Bu nedenle zaman rölelerinin kontakları büyük akımları taşıyamazlar.



(Şekil : 4-23) Motorlu zaman rölesinin yapısı ve sembolleri.

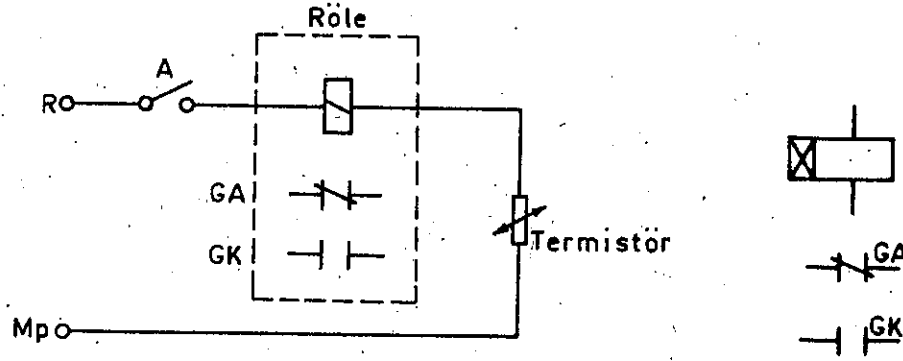
b — MOTORLU ZAMAN RÖLELERİ : Zaman gecikmesi bir motorla sağlanan zaman rölelerinde, motorlu zaman röleleri adı verilir. Bu tip zaman rölelerinde senkron motor kullanılır. Motorun devir sayısı bir grup dişli ile uygun bir değere düşürülür. Şekil: 4-23'de yapısı verilen motorlu zaman rölesine akım verildiğinde, motor dişlisi ok yönünde döner ve (A) dişlisini de çok yavaş olarak gösterilen yönde döndürür. (A) dişlisinin üzerinde (P) pimi bir süre sonra kontak çubuğuna vurur. Normalde kapalı (1-2) nolu kontak açılır. Normalde açık (3-4) nolu kontak kapanır. Böylece motorun çalışmaya başladığı an ile, kontakların durum değiştirdiği an arasında bir gecikme sağlanmış olur. (P) pimi kontak çubuğuna vurduğunda, motoru frenler ve durdurur. Rotor durduğu halde motor sargılarından akımın geçmesi, motor için bir sakınca yaratmaz. Çünkü bu zaman rölesinin motoru, rotoru kilitlenmiş olarak çalışacak şekilde yapılır. Zaman rölesinin akımı kesildiğinde, bir yay (P) pimini tekrar başlangıç durumuna getirir. Bu nedenle kapanmış olan kontaklar açılır, açılmış olan kontaklar kapanır. Motorlu zaman rölelerinin ters çalışan tipte olanları yoktur. Bu tip zaman röleleri yalnız düz zaman rölesi olarak yapılırlar. Motorlu zaman röleleriyle çok uzun zaman gecikmesi sağlanabilir. (A) dişlisinin miline birden fazla kam (Eksantrik parça) takılırsa ve bu kamların karşısında da aynı sayıda kontak konursa motorlu zaman rölesinin kullanma alanı genişletilmiş olur. Birçok kontaklı olan bu tip motorlu zaman rölesine program rölesi adı verilir.

c — TERMİK ZAMAN RÖLELERİ : Bir kapalı veya bir açık kontakın zaman gecikmesiyle durum değiştirmesi ısı ile sağlanırsa bu tip zaman rölelerine, termik zaman rölesi adı verilir. Termik zaman röleleri kontak, bimetal ve ısıtıcı olmak üzere üç kısımdan meydana gelirler.

Şekil : 4-24'de yapısı verilmiş olan endirekt ısıtmalı termik zaman rölesinde, ısıtıcı eleman seramikten yapılmış bir tüp üzerine sarılır. Isıtıcıya seri olarak bağlanan (R1) direnci, ısıtıcının çekeceği akımı sınırlar. Isı geçişini sağlamak için bimetal seramikten yapı-

Şekil : 4-26'daki devrede (A) anahtarı kapatıldığında röle enerjilenir. Kontakların konumu değişir. (C1) kondansatörü üreteç geriliminde şarj olur. (A) anahtarı açıldığında bobinden geçen üreteç akımı sıfır olur. Fakat şarj olmuş (C1) kondansatörü bobin üzerinden boşalmağa başlar. Kondansatörün deşarj akımı paleti bir süre daha çekik tutar. Sonra palet açılır. Kontaklar normal konumlarına dönerler. Bu devrede kullanılan (C1) kondansatörünün değeri büyültülürse gecikme süresi artar. Yukardaki açıklamadan anlaşılacağı üzere, kondansatörlü zaman rölesi ters zaman rölesi olarak çalışır.

e — TERMİSTÖRLÜ ZAMAN RÖLELERİ : Bir termistörün ve bir rölenin seri bağlanmasından oluşan zaman rölesine, termistörlü zaman rölesi adı verilir. Termistör, direnci sıcaklıkla değişen bir elemandır. Bu devrede termistör direncinin sıcaklık değişme katsayısı negatiftir. Yani termistörün sıcaklık derecesi artarsa termistör direnci azalır.



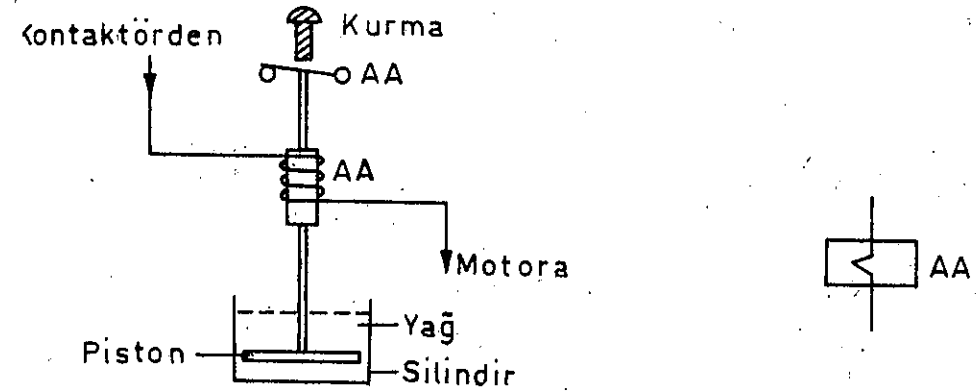
(Şekil : 4-27) Termistörlü zaman rölesinin bağlantısı ve sembolleri.

Şekil : 4-27'deki devrede (A) anahtarı kapatıldığında, devreden küçük değerli bir akım geçmeğe başlar. Bu akım termistörün bir parça ısınmasına neden olur. Isınan termistörün direnci azalır ve devreden geçen akım büyür. Akımın artması termistörü daha çok ısıtır. Isınan termistörün direnci daha çok düşer. Olay böyle devam ederken, devre akımının değeri rölenin çekme akımına ulaşır. Röle paletini çeker ve kontaklar durum değiştirirler. Palet çekildikten sonra, rölenin empedansı büyür ve devre akımı azalır. Bu nedenle termistördeki sıcaklık yükselmesi sona erer ve devre kararlı çalışmaya başlar. Devredeki (A) anahtarı açıldığında kontaklar normal konumlarına dönerler. Yukardaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere, termistörlü zaman rölesi düz zaman rölesi olarak çalışır.

f — ELEKTRONİK ZAMAN RÖLELERİ : Diyot, transistör gibi yarı iletken elemanlarla yapılan zaman rölelerine, elektronik zaman röleleri adı verilir. Yapımları daha basit, ömürleri daha uzun olduklarından bu tip zaman röleleri uygulamada çok kullanılır. Elektronik zaman rölelerine ait bir örnek, elektronik kumanda kısmında ayrıntılı olarak incelenecektir.

11 — AŞIRI AKIM RÖLELERİ : Elektrik motorlarını aşırı akımların yaratacağı sakıncalardan korumak için kullanılan elemanlara, aşırı akım rölesi adı verilir. Elektrik devrelerinde kullanılan sigortalar, çalışma karakteristikleri nedeniyle elektrik motorlarını koruyamazlar. Sigortalar elektrik devrelerinde yalnız hatları korurlar. Aşırı akım rölelerinin manyetik ve termik olmak üzere iki çeşidi vardır.

a — MANYETİK AŞIRI AKIM RÖLELERİ : Bu röle motor akımının yaratacağı manyetik alanın etkisiyle çalışır. Manyetik aşırı akım rölesi elektromıknatıs ve kontak olmak üzere iki kısımdan oluşur. Normalde kapalı kontak kumanda devresine konur. Elektromıknatısın bobini güç devresinde motora seri olarak bağlanır.

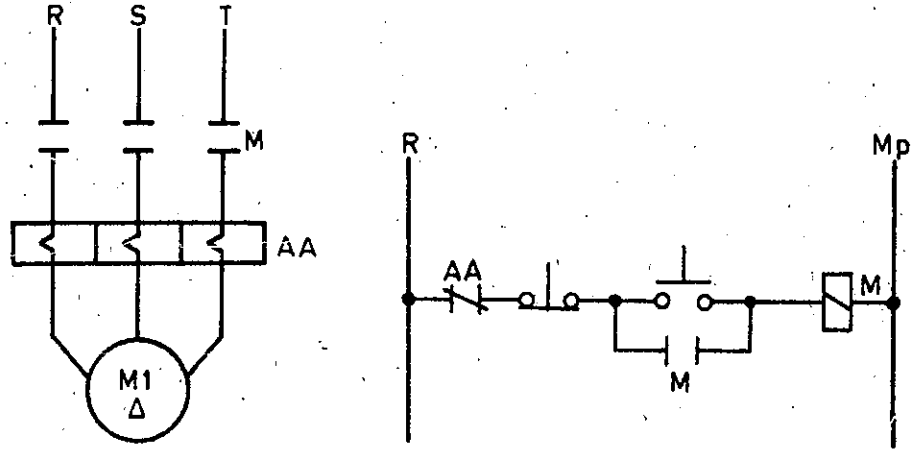


(Şekil : 4-28) Manyetik aşırı akım rölesinin yapısı ve sembolü.

Motor akımı kısa bir süre için normal değerinin üzerine çıkarsa bu aşırı akım motor için sakınca yaratmaz. Motordan sürekli olarak geçecek aşırı akım çok sakıncalıdır. Çünkü uzun süre devreden geçen aşırı akım motorun sıcaklık derecesini yükseltir ve motorun yanmasına sebep olur. Bu nedenle kısa süreli aşırı akımlarda örneğin motorun yol almada çektiği akımda, aşırı akım rölesinin çalışıp kontaklarını açmaması gerekir. Böyle geçici durumlarda rölenin çalışmaması, yağ dolu bir silindir içinde hareket eden bir pistonla sağ-

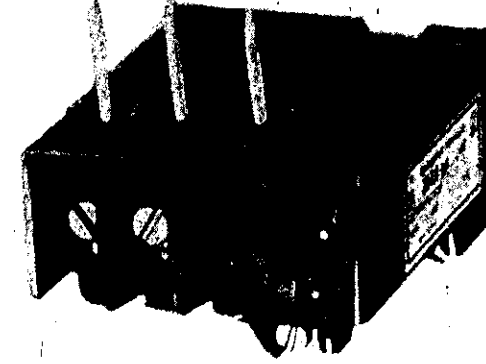
lanır. Aşırı akım rölesinin bobininden normal değerinin üzerinde bir akım geçtiğinde, bobin demir nüvesini çeker. Yağ içinde bulunan pistonun yavaş hareketi, nedeniyle kontak hemen açılmaz. Eğer aşırı akım normal değerine düşmezse bir süre sonra kontak açılır ve motoru devreden çıkartır. Böylece silindir içinde hareket eden bir pistondan oluşan geciktirici elemanla kısa süreli aşırı akımlarda aşırı akım rölesinin devreyi açması önlenmiş olur. Manyetik aşırı akım rölelerinde akım ayarı, demir nüvenin bobine göre durumunu değiştirmek suretiyle yapılır. Örneğin bobin sabit tutulup demir nüve aşağıya kaydırılırsa, rölenin devreyi açma akımı büyümüş olur. Üzerinden geçen aşırı akım nedeniyle atan bir aşırı akım rölesi, şekil : 4-28'de görülen butona elle basılarak kurulur. Takım tezgâhlarında ve yağ yakıcılarında kullanılan aşırı akım röleleri elle kururlar. Elektrikli ev aygıtlarında örneğin buzdolaplarında kullanılan aşırı akım röleleri devrenin açılmasından bir süre sonra otomatik olarak kururlar. Bazı aşırı akım röleleri de hem otomatik, hem elle kurma durumuna dönüştürülebilirler.

Bir fazlı veya doğru akım motor devrelerinde manyetik aşırı akım rölesi, yalnız bir iletken üzerine konur. Şekil : 4-29'da görülen üç fazlı motor devrelerinde, genellikle her faz için bir manyetik aşırı akım rölesi kullanılır. Bazan da yalnız iki fazın üzerine birer manyetik aşırı akım rölesi konur. Güç devresinde kullanılan aşırı akım röleleri genellikle tek bir kontakla kumanda ederler. Bazan da her aşırı akım rölesinin kumanda devresinde ayrı bir kontaklı olur. Şekil : 4-29'daki devrede motorun çekeceği aşırı akım, manyetik aşırı akım rölelerini çalıştırır. Bu röleler de bir süre sonra kuman-



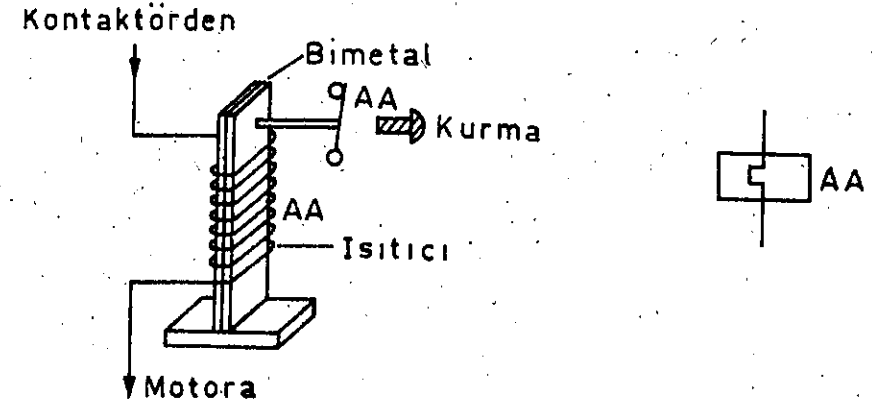
(Şekil : 4-29) Üç fazlı bir asenkron motorun manyetik aşırı akım rölesiyle korunmasına ait bağlantı şeması.

da devresinde bulunan kontaklı açarlar. Böylece kontaktör ve güç devresindeki kontaklar açılır, motor şebekeden ayrılır. Herhangi bir nedenle motorda bir faz sargısının çekeceği yüksek değerli akım da aşırı akım rölesini çalıştırır ve motorun şebekeden ayrılmasına sebep olur.



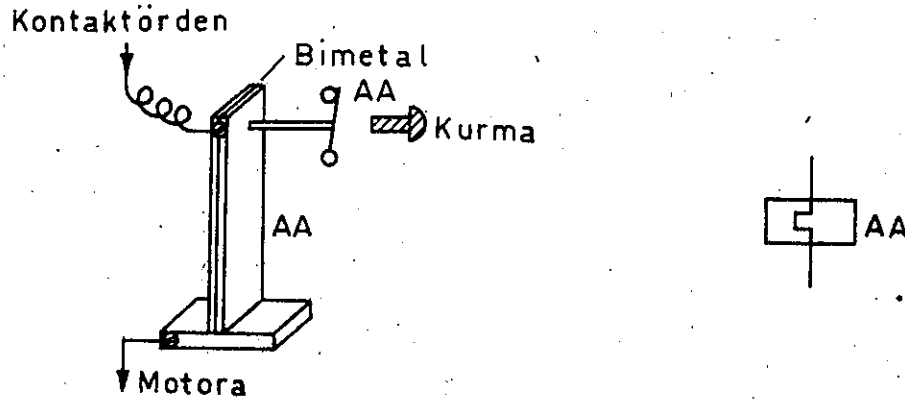
(Şekil : 4-30) Termik aşırı akım rölesinin görünüşü.

b — TERMİK AŞIRI AKIM RÖLELERİ : Bu röle motor akımının yaratacağı ısının etkisiyle çalışır. Görünüşü şekil : 4-30'da verilen termik aşırı akım rölelerinin direkt ve endirekt ısıtmalı olmak üzere iki çeşidi vardır. Şekil : 4-31'de yapısı verilen endirekt ısıtmalı termik aşırı akım rölesinin ısıtıcısı motora seri olarak bağlanır. Motordan ve dolayısı ile ısıtıcıdan geçen aşırı akım, yavaş



(Şekil : 4-31) Endirekt ısıtmalı termik aşırı akım rölesinin yapısı ve sembolü.

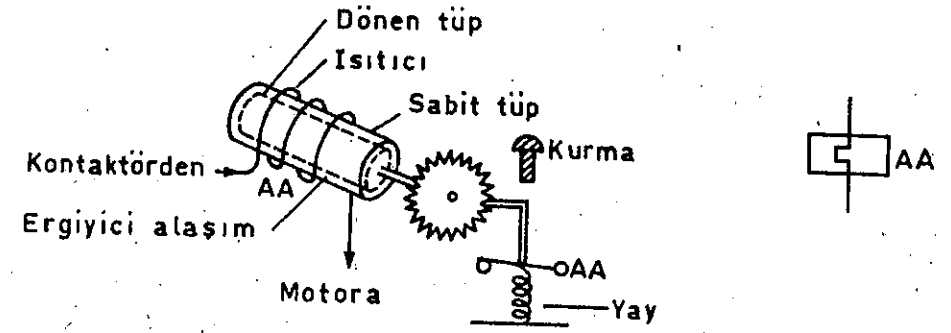
yavaş bimetalî sağa doğru bükür. Bir müddet sonra, kumanda devresinde kontaktöre seri bağlı olan normalde kapalı kontak açılır ve motor şebekeden ayrılır. Isıtıcı eleman bimetalî hemen ısıtamayacağından, kısa süreli aşırı akımlarda termik aşırı akım rölesi ani olarak çalışmaz ve motoru devreden çıkartmaz. Termik aşırı akım röleleri de elle veya otomatik kurulacak şekilde yapılırlar. Bu tip rölelerin bazıları da elle veya otomatik kurulacak duruma dönüştürülebilirler. Termik aşırı akım röleleri çeşitli akım değerleri için yapılırlar. Her termik aşırı akım rölesi belirli iki akım değeri arasında çalışır. Röle üzerinde bulunan bir vida ile, rölenin arzulanan motor akımına ayarlanması sağlanır.



(Şekil : 4-32) Direkt ısıtmalı termik aşırı akım rölesinin yapısı ve sembolü.

Termik aşırı akım rölelerinin akım değeri büyüdükçe, ısıtıcı telin ve bimetalin ölçüleri de büyür. Hatta çok büyük akım değerlerinde ısıtıcının ve bimetalin yapımı imkânsız olur. Bu gibi durumlarda küçük değerli bir aşırı akım rölesi, büyük güçlü bir motor devresine akım trafosuyla bağlanır. Büyük değerli termik aşırı akım röleleri şekil : 4-32'de görüldüğü gibi direkt ısıtmalı olarak yapılırlar. Direkt ısıtmalı termik aşırı akım rölelerinde ısıtıcı eleman bulunmaz. Isıtıcının yerine bimetal kullanılır. Motorun çektiği aşırı akımın bimetalde yaratacağı ısı, bimetalin bükülmesine ve kontakın açılmasına sebep olur. Böylece kontaktör ve motor devreden çıkar. Motorun yanması önlenmiş olur.

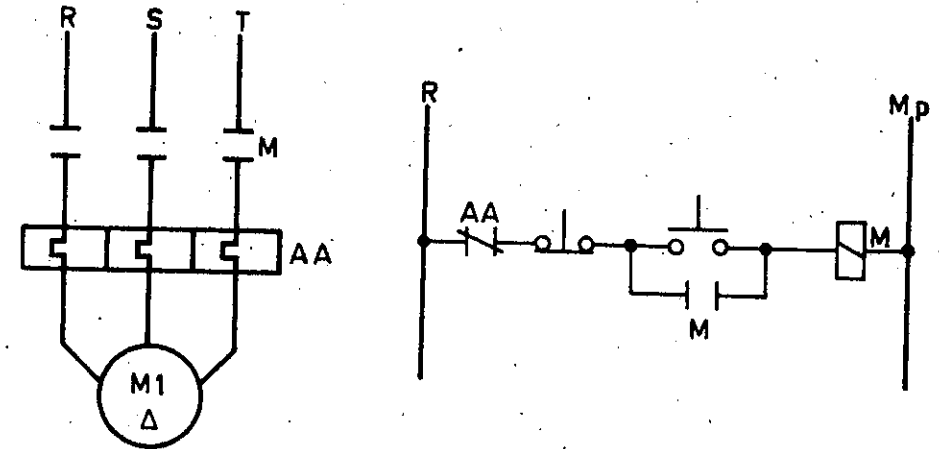
Termik aşırı akım rölelerinin başka bir tipi de şekil : 4-33'de yapısı verilen ergiyici alaşımlı olanıdır. Ergiyici alaşımlı termik aşırı akım rölesinin ısıtıcısı motor devresine seri olarak bağlanır. Motorun çektiği aşırı akım, ısıtıcının sıcaklık derecesini yükseltir. Isı-



(Şekil : 4-33) Ergiyici alaşımlı termik aşırı akım rölesinin yapısı ve sembolü.

tıcı eleman bir tüp üzerine sarılmıştır. Bu tüpün içinde serbestçe dönebilen başka bir tüp daha vardır. İki tüpün arası düşük sıcaklıkta ergiyen bir alaşımla doldurulmuştur. Bu alaşım normal durumda iki tüpü birbirine bağlar. Motor aşırı akım çektiğinde, ısıtıcıda doğan yüksek sıcaklık bir müddet sonra tüpe geçer. Tüpün içinde bulunan alaşımı ertirir. Aşırı akım rölesinde bulunan yay içteki tüpü ve dolayısıyla dişliyi döndürerek kapalı kontakları açar. Bu kontak da kontaktörü ve motoru devreden çıkartır. Motor devreden çıktıktan sonra, ısıtıcı ve tüpler soğur, alaşım donar. Aşırı akım rölesini tekrar kurmak için butona basılır.

Termik aşırı akım röleleri bir fazlı veya doğru akım motor devrelerinde yalnız bir iletken üzerine konur. Şekil : 4-34'te görülen üç fazlı motor devrelerinde, genellikle her faz için bir termik aşırı

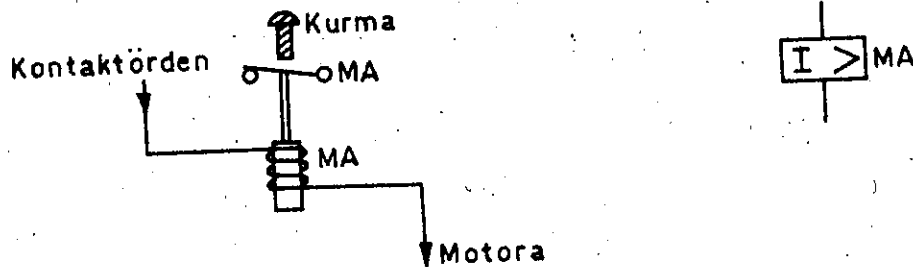


(Şekil : 4-34) Üç fazlı bir asenkron motorun termik aşırı akım rölesiyle korunmasına ait bağlantı şeması.

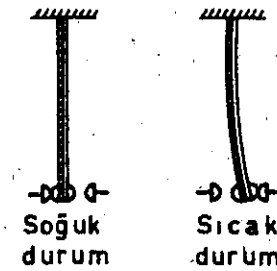
akım rölesi kullanılır. Bazan da yalnız iki fazın üzerine birer termik aşırı akım rölesi konur. Güç devrelerinde kullanılan aşırı akım röleleri genellikle tek bir kontağa kumanda ederler. Bazan da her aşırı akım rölesinin kumanda devresinde ayrı bir kontağı bulunur. Şekil : 4-34'teki devrede motorun bir iki veya üç fazının çekeceği aşırı akım, termik aşırı akım rölelerinde sıcaklık derecesini yükseltir. Sıcaklık derecelerindeki bu yükselme, bir süre sonra kumanda devresinde bulunan röle kontağının açılmasına neden olur. Termik aşırı akım rölesinin normalde kapalı kontağı açılınca kontaktör ve motor sebekeden ayrılır.

12 - MANYETİK ŞALTERLER : Yukardaki kısımlarda motorları aşırı akımlardan koruyan aşırı akım rölelerinin gecikmeli çalışan kumanda elemanları olduğu açıklanmıştı. Aşırı akım rölelerinin bu önemli özelliğinden dolayı, röle üzerinden geçecek çok büyük değerli akımlarda da devre gecikmeli olarak açılır. Devre açılınca kadar da devreden geçecek büyük değerdeki akımlar geçtikleri yerlere zarar verirler. Bu sakıncayı gidermek için, motor devrelerine aşırı akım rölesinden başka bir de şekil : 4-35'de yapısı verilen manyetik şalter konur. Güç devresinden geçecek çok büyük akımlarda aşırı akım rölesi devreyi açmadan, manyetik şalter devreyi açar ve motoru durdurur. Böylece çok büyük akımların güç devresinde yapacağı zararlar önlenmiş olur. Manyetik şalter ayarlandığı akım değerinin altındaki aşırı akımlarda, aşırı akım rölesi görev yapar. Aşırı akımın değerine göre belirli bir süre içinde devreyi açar. Manyetik şalterler üç fazlı sistemlerde ya her fazın üzerine ya da iki fazın üzerine konur.

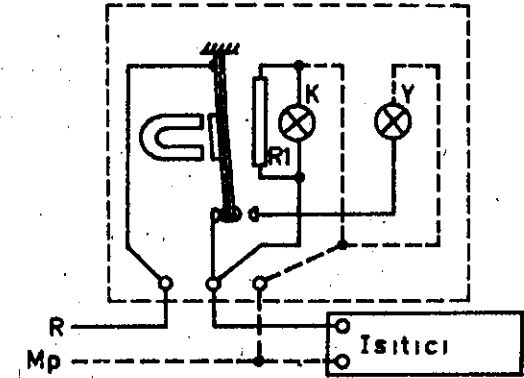
13 — TERMOSTATLAR : Katı, sıvı ve gazların sıcaklık derecelerinin sabit tutulmasında kullanılan kumanda elemanlarına, termostat adı verilir. Termostatlar elektrikli ısıtıcı veya soğutucuların



(Şekil : 4-35) Manyetik şalterin yapısı ve sembolü .



(Şekil : 4-36) Termostatların çalışma ilkesi.



(Şekil : 4-37) Bir oda termostadının yapısı.

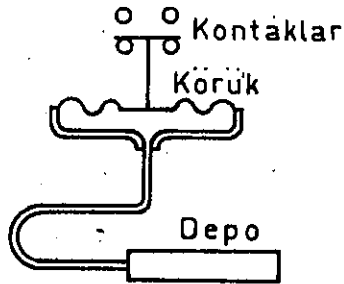
bulundukları sistemlerde kullanılırlar. Bir termostat şekil : 4-36'da görüldüğü gibi bimetal ve kontaklar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bimetal, uzama katsayıları farklı iki ayrı metalden yapılmış şeridin birleştirilmesinden meydana gelir. Bimetal ısınıp sıcaklık derecesi yükseldiğinde, bir şerit diğerinden daha fazla uzar ve diğerinin üzerine kıvrılır. Bimetalin bu hareketi bir kontağı açar ve başka bir kontağı kapatır. Bu kontaklar da bir elektrikli ısıtıcıya veya elektrikle çalışan bir soğutucuya kumanda eder. Yapısına, kullanılış yerine ve çalışmasına göre değişen birçok termostat çeşidi vardır.

a — ODA TERMOSTATLARI : Oda sıcaklıklarının sabit tutulmasında kullanılan termostatlara, oda termostadı adı verilir. Bir oda termostadının şekil : 4-37'de yapısı, şekil : 4-40'da da görünüşi verilmiştir. Bu tip termostatta kullanılan sabit mıknatıs kontakların ani olarak durum değiştirmesini sağlar. (R1) direnci açma ve kapama sıcaklık derecelerinin arasındaki farkı yani diferansiyeli küçültür. Oda soğukken kırmızı sinyal lambası, oda ısındığında yeşil sinyal lambası yanar. Eğer odanın sıcaklık derecesi termostadın ayarlı olduğu sıcaklık derecesinden daha küçükse sol taraftaki kontak kapalı ve sağ taraftaki kontak açık olur. Ortam ısınmaya başladığında, bimetal sağa doğru kıvrılmak ister. Fakat sabit mıknatıs bimetalini hemen bırakmaz. Bimetalde uygun mekanik gerilme doğunca, bimetal sabit mıknatıstan ani olarak kurtulur. Kontaklar süratli olarak durum değiştirir. Kontaklar durum değiştirinceye kadar, elektrikli ısıtıcı ortamı ısıtmaya devam eder. Kontaklar durum değiştirince elektrikli ısıtıcı devreden çıkar ve çevre soğumağa başlar. Çevrenin sıcaklık derecesi termostadın ayarlı olduğu sıcak-

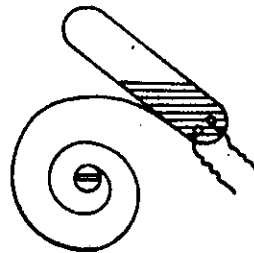
lık derecesinin altına indiğinde, bimetal sola doğru kıvrılmağa başlar. Sonunda sabit mıknatıs bimetalı çeker ve kontaklar ani olarak durum değiştirirler. Elektrikli ısıtıcı devreye girerek tekrar ısıtmağa başlar. Termostadın içinde bulunan sabit mıknatıs kontakların durum değiştirmelerini hızlandırırken çok önemli bir sakınca yaratır. Sabit mıknatısın bırakma kuvvetinin çekme kuvvetinden daha büyük olması, termostadın açma sıcaklığının kapama sıcaklığından daha büyük olmasına neden olur. Bu sakınca bimetalin yakınına konan bir (R1) ısıtıcısıyla giderilir. Bu ısıtıcının yarattığı sıcaklık termostadın açma sıcaklık derecesini küçültür. Bu da açma ve kapama sıcaklık dereceleri arasındaki farkı yani diferansiyeli küçültür.

Isı değişmelerini mekaniksel bir harekete çevirme, yalnız bimetalle yapılmaz. Yüksek genleşme katsayılı bir sıvı ile doldurulmuş bir körük de aynı görevi yapar. Şekil : 4-38'de görüldüğü gibi bu termostatta körük ince bir boruyla küçük bir depoya bağlıdır. Boru ince ve uzun olduğundan, termostadın küçük deposu sıcaklığın denetleneceği yere konur. Küçük deponun bulunduğu yerdeki sıcaklık derecesi yükseldiğinde, sistemdeki sıvı ve körük genleşir. Termostadın kapalı kontağı açılır, açık kontağı kapanır. Soğumada da bu olayın tersi olur. İnce boru ve ucundaki küçük depo nedeniyle şekil : 4-38'de yapısı verilen termostada kuyruklu termostad adı verilir. Kuyruklu termostatlar oda termostadı olarak kullanılırlarsa da daha çok su termostadı olarak görev yaparlar.

Bazı termostatlarda şekil : 4-39'da görüldüğü gibi metal kontaklar yerine cıva tüplü kontaklar, düz bimetal yerine sarmal şeklinde kıvrılmış bimetal kullanılır. Ortamda sıcaklık derecesi düşünce, cıva şekil : 4-39'da görüldüğü gibi kontakların arasına dolar. Devre kapanır ve ısıtıcı şebekeye bağlanır. Ortam ısınınca sarmal şeklinde yapılmış bimetal açılır. Cıva tübün öbür ucuna kayar. Kontaklar açılır ve ısıtıcı devreden çıkar.



(Şekil : 4-38) Körüklü (Kuyruklu) termostadın yapısı.



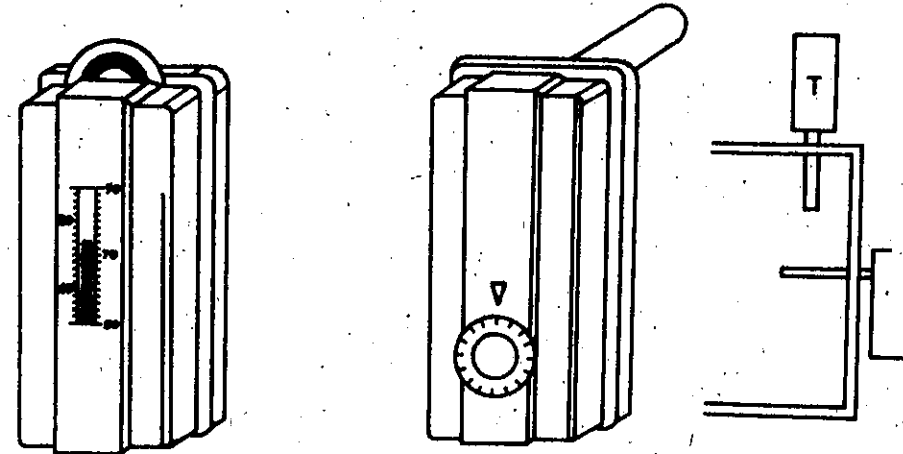
(Şekil : 4-39) Cıva tüplü termostadın yapısı.

Termostatları kullanmadan evvel, kontakların taşıyabileceği akım ve gerilimi denetlemek gerekir. Eğer kontaklar hat gerilimini ve akımını taşıyabilecek kapasitede ise termostat yüke direkt olarak bağlanabilir. Kontakların akım değeri yük akımından küçükse termostat bir kontaktöre kumanda edecek şekilde hat gerilimine bağlanır. Kontaktörün kontakları da yük akımını taşır. Termostat kontaklarının taşıyabileceği gerilimin değeri hat geriliminden küçükse termostat ve kumanda ettiği kontaktör düşük bir gerilime bağlanırlar. Bu durumda da yük akımına gene kontaktör kumanda eder.

Oda termostatlarıyla bir tesisat yaparken aşağıdaki noktalara dikkat etmek gerekir :

- 1 — Termostat göğüs hizasında bulunan bir yere konmalıdır.
- 2 — Termostatlar güneş ışıklarının düştüğü duvarlara konmamalıdır.
- 3 — Termostatlar cam ve kapı pervazlarına bağlanmamalıdır.
- 4 — Termostatlar yapının dış duvarlarına konmamalıdır.

b — SU TERMOSTATLARI : Su termostatlarının yapısı oda termostatlarının yapısına çok benzer. Su termostatları su, yağ gibi akışkanların sıcaklık derecelerinin denetiminde kullanılırlar. Bu tip termostatlar şekil : 4-41'de görüldüğü gibi ya akışkanın bulunduğu kazanın üzerine veya kazanın ön yüzüne bağlanırlar. Su termostatlarında metal kontaklar veya cıva tüplü kontaklar kullanılır. Isı değişmelerini mekanik harekete çevirme, düz veya sarmal bimetal ile veyahut da sıvı doldurulmuş körükle yapılır.



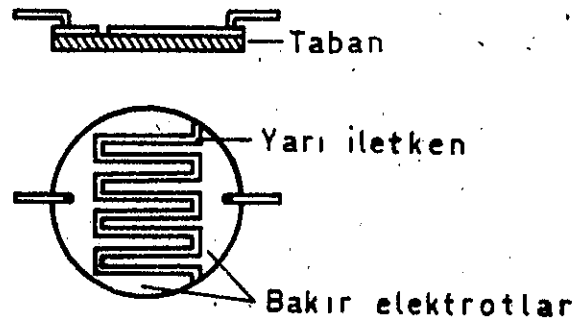
(Şekil : 4-40) Bir oda termostadının görünüşü.

(Şekil : 4-41) Bir su termostadının görünüşü ve kazan üzerine bağlanmış şekilleri.

Su termostatlarının düz ve ters çalışan iki çeşidi vardır. Düz termostatlar sıcaklık derecesi düşünce kontaklarını kapatırlar. Sıcaklık derecesi yükselince de kontaklarını açarlar. Bu tip termostatlar, sıcaklık derecesinin belirli bir değerden daha yukarıya çıkmasının arzulanmadığı yerlerde kullanılırlar. Ters termostatlar sıcaklık derecesi yükselince kontaklarını kapatır, sıcaklık derecesi düşünce kontaklarını açarlar. Bu tip termostatlar sıcaklık derecesinin belirli bir değer altına düşmesinin istenmediği yerlerde kullanılırlar. Örneğin buzdolaplarında ekovata bir ters termostat kumanda eder. Buzdolabında sıcaklık derecesi yükselince, ters termostat kontaklarını kapatır. Ekovat motoru çalışmaya başlar. Sıcaklık derecesi arzulan dereceye düşüncüye ve ters termostat kontaklarını açıncaya kadar ekovat çalışmaya devam eder.

14 — FOTOSELLER: Üzerine düşen ışık akısı değiştiğinde, kendisinde veya devresinde akım, direnç ve gerilim gibi elektriksel değerlerin değişimine sebep olan kumanda elemanlarına fotosel adı verilir. Fotoseller ışığa duyarlı elemanlardır. Otomatik çalışma veya güvenlik için kumanda devrelerinde kullanılırlar. Foto kondaktif pil, foto emisif pil foto voltaik pil ve foto diyot olmak üzere başlıca dört çeşit fotosel vardır.

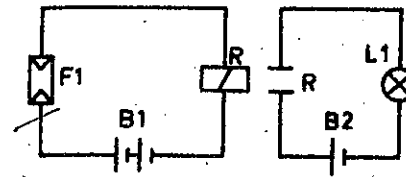
a — **FOTO KONDAKTİF PİLLER** Bu cins bir fotosel şekil : 4-42'de görüldüğü gibi, aralarında yarı iletken bulunan iki bakır elektrottan meydana gelir. Yarı iletken bakır elektrotlar camdan veya plastikten yapılmış bir taban üzerinde bulunurlar. Dış etkilerden korunması için, foto kondaktif pil bir cam tüp içine konur veya saydam bir plastikte kaplanır. Foto kondaktif pillerde yarı iletken olarak germanyum, silisyum, selenyum, bakır oksit, talyum sülfür, kadmiyum sülfür ve kurşun sülfür kullanılır. Bu yarı iletkenlerin dirençleri ışık almadıklarında yükselir, aydınlatıldıklarında ise dü-



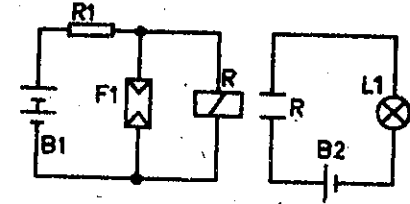
(Şekil : 4-42) Foto kondaktif pilin yapısı ve sembolü.

şer. Yarı iletkenin alanına ve elektrotların yapım şekline bağlı olarak foto kondaktif pilin karanlıktaki direnci 0,1 megaohmdan 10 megaohma kadar değişir. Foto kondaktif pil aydınlatıldığında, ışığın şiddetine bağlı olarak direnci 100 ohm'a veya daha ufak bir değere kadar düşer. Foto kondaktif piller otomatik fotoğraf makinelerinde, sokak aydınlatmasında, ışık, alev ve duman denetiminde kullanılırlar.

Fotoselle yapılan kumanda devrelerinde, fotosel ya direkt olarak ya da elektronik bir devre aracılığı ile bir röleye kumanda eder. Şekil : 4-43 ve 4-44'te bir foto kondaktif pille bir rölenin direkt çalışmasına ait iki örnek devre verilmiştir. Şekil : 4-43'deki seri devrede fotosel ışık almadığında, direnci çok büyür. Seri devreden çok küçük bir akım geçer ve röle enerjilenmez. Fotoselin üzerine ışık düşürülürse, fotoselin direnci çok küçülür. Devreden geçen



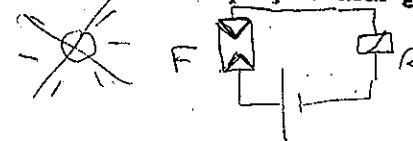
(Şekil : 4-43) Foto kondaktif pil ile bir rölenin kumandası.



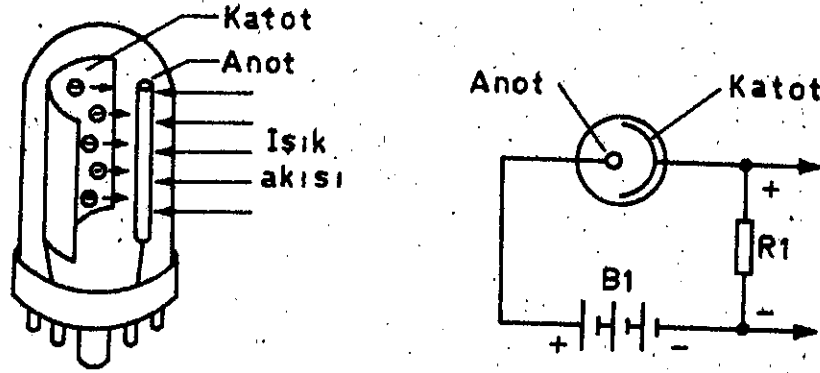
(Şekil : 4-44) Foto kondaktif pil ile bir rölenin kumandası.

akım artar ve röle enerjilenir. Rölenin kontağı kapanır, lamba yanar. Şekil : 4-44'teki devrede fotosel karartıldığında, fotoselin direnci çok yükselir. Üreteç akımının küçük bir kısmı fotoselden, büyük bir kısmı röleden geçer ve röle enerjilenir. Rölenin kontağı kapanır, lamba yanar. Fotosel aydınlatıldığında direnci çok azalır. Fotosel röleyi kısa devre eder, rölenin çalışması durur. Rölenin kontağı açılır, yanan lamba söner. Fotosel röleyi kısa devre ettiğinde, üreticinin kısa devre olmaması için, devreye bir (R1) direncinin bağlanması ve akımın sınırlandırılması gerekir. Şekil : 4-43 ve 4-44'teki devrelerin uygulamasını yaparken, foto kondaktif pilin üzerinden taşıyabileceği değerden daha büyük bir akımı geçirmemeye dikkat edilmelidir. Aksi takdirde foto kondaktif pil yanar.

b — **FOTO EMİSİF PİLLER** : Bu tip fotosellere foto tüp adı da verilir. Şekil : 4-45'den görüleceği üzere foto emisif pil biri anot, diğeri katot olmak üzere iki elektrottan meydana gelir. Bu elektrotlar hava basıncı çok düşürülmüş bir cam tüp içinde bulunurlar. Bazı fotosellerde cam tüp içine asal gazlardan biri örneğin argon



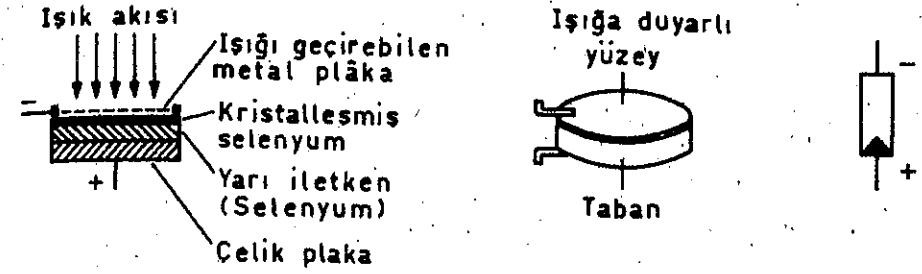
gazı çok az bir miktarda konur. Şekil : 4-45'deki devreden görüleceği üzere anot bir üreticinin kutbuna, katot ise aynı üreticinin eksi kutbuna bağlıdır. Işığa duyarlı katot üzerine ışık akısı düştüğünde, elektronlar katottan ayrılırlar ve boşluğa çıkarlar. Bu olaya katodun emisyon yapması denir. Anot daima pozitif potansiyelde olduğundan, katodun yaydığı elektronları toplar. Böylece ışık enerjisi bir elektron akışına çevrilmiş olur. Foto emisif pildeki bu elektron akımından yararlanmak için, şekil : 4-45'deki devre yapılır. Bu devrede kullanılan foto emisif pilin katoduna ışık düşmezse katottan anoda doğru bir elektron akışı olmaz. Birbirine seri bağ-



(Şekil : 4-45) Bir foto emisif pilin yapısı ve devresi.

lanmış elemanlardan oluşan devreden akım geçmeyeceği için, (R1) direncinde bir gerilim düşümü olmaz. Foto emisif pilin katodu aydınlatıldığında, katot emisyon yapar. Devreden geçen akım (R1) direncinde gösterilen polaritede bir gerilim düşümü yaratır. Bu gerilim düşümü, katoda düşen ışık akısıyla doğru orantılı olarak değişir. (R1) direncindeki gerilim düşümü ile bir röle ya direkt olarak ya da elektronik bir devre aracılığı ile çalıştırılabilir. Foto emisif piller sinema makinalarında, yangı alarm aygıtlarında, ışık denetiminde ve iş tezgâhlarında kullanılırlar.

c — FOTO VOLTAİK PİLLER : Bu tip bir fotosel aydınlatıldığında, aydınlık şiddetine bağlı olarak fotoselin iki ucu arasında bir gerilim doğar. Foto voltaik piller şekil : 4-46'da görüldüğü gibi dört kısımdan oluşur. Bu fotoselin yapımında ilk önce çelikten yapılmış plakanın bir yüzü selenyumla kaplanır. Isı ile selenyumun üst yüzeyi kristalleştirilir. Kristalleşmiş selenyum tabakanın üzerine de altın veya platinden yapılmış çok ince bir plaka konur. Dış etki-

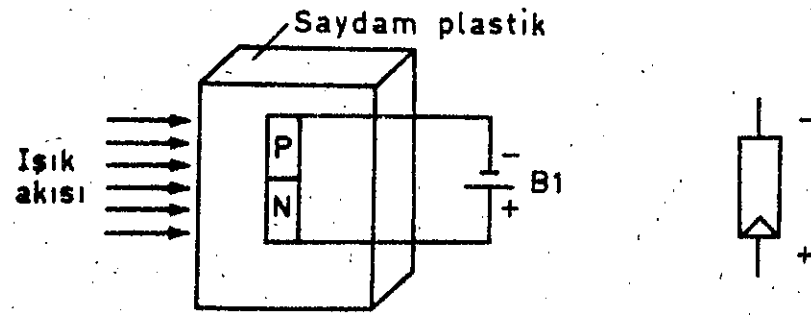


(Şekil : 4-46) Bir foto voltaik pilin yapısı, görünüşü ve sembolü.

lerden korunması için, foto voltaik pil özel bir vernik veya saydam bir plastik ile kaplanır. Şekil : 4-46'da görüldüğü gibi foto voltaik pilin pozitif ucu çelik plakadan, negatif ucu altın veya platin plakadan çıkartılır. Fotoselin üzerine ışık düşmediğinde, bu iki elektrot arasında hiçbir gerilim meydana gelmez. Altın veya platinden yapılmış plakanın üzerine ışık akısı düşerse, bu plakayla yarı iletkenin birleşme yüzeyi aydınlanır. Işık enerjisi, kristalleşmiş selenyumdaki serbest elektronların ince metal tabakaya geçmesine neden olur. Üst elektrotta toplanan elektronlar, bu elektrotta negatif bir potansiyel yaratırlar. Elektron kaybetmiş selenyum ve dolayısıyla çelikten yapılmış alt elektrot pozitif olarak yüklenirler. Böylece foto voltaik pilin iki çıkış ucu arasında bir gerilim doğmuş olur. Bu gerilim ışık akısının şiddetine bağlı olarak 0,5 V'a kadar yükselebilir. Eğer ışık enerjisi ile daha büyük bir gerilim elde edilmek istenirse foto voltaik piller birbirlerine seri olarak bağlanırlar. Foto voltaik piller diğer tip fotosellerin kullanıldıkları yerlerden başka, lüksmetre gibi ölçü aletlerinde ve fotoğraf makinalarının pozometrelerinde kullanılırlar.

d — FOTO DİYOTLAR : Bu tip bir fotosel, germanyum veya silisyumdan yapılmış özel bir diyottur. Dış etkilerden korunması için foto diyot, şekil : 4-47'de görüldüğü gibi saydam bir plastik içine konur. Foto diyottaki (P) ve (N) tipi maddelerin birleşme yüzeyine yakın kısımlar açık bırakılır, plastiğin diğer tarafları siyaha boyanır veya bir metalle kaplanır. Foto diyotlar diğer tip fotosellere göre çok küçük elemanlardır. Ölçüleri birkaç mm civarındadır. Foto diyotlar şekil : 4-47'de görüldüğü gibi bir gerilim kaynağına ters olarak bağlanırlar. Ters bağlanmış bir foto diyodun direnci, üzerine düşen ışık akısı arttıkça azalma gösterir. Başka bir deyişle üzerine düşen ışık akısı arttıkça, bir foto diyodun içinden geçen akım doğrusal olarak artar. Foto diyotlar benzeri olan foto emisif piller-





(Şekil : 4 - 47) Bir foto diyodun yapısı ve sembolü.

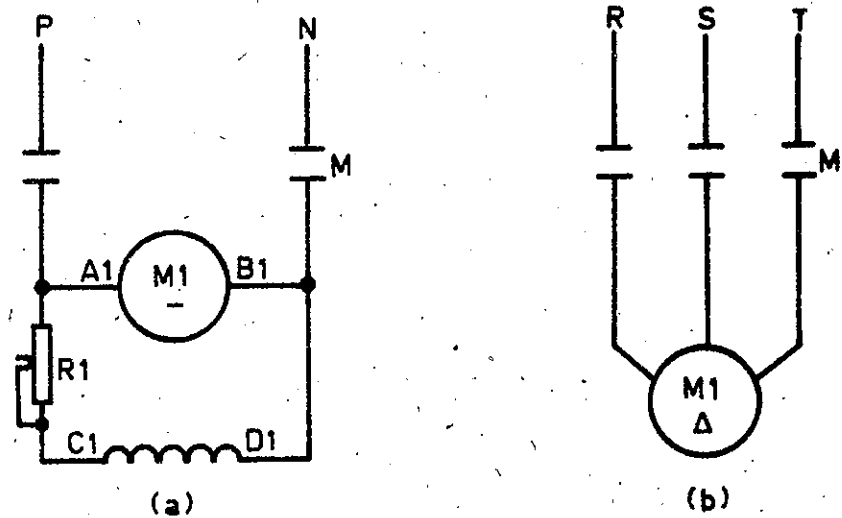
den 200 defa daha duyarlıdır. Bu nedenle foto diyotlar bilgisayarlar da delikli kartların okunmasında, sinema makinalarında sesin elde edilmesinde, parçaların sayılmasında ve ışık denetim sistemlerinde çok kullanılırlar.

15 — SORULAR :

- 1 — Butonların sembollerini çiziniz ve her butonun görevini açıklayınız.
- 2 — Sinyal lambalarında kaç çeşit ampul kullanılır? Açıklayınız.
- 3 — Mikro anahtarların yapılarını ve görevlerini açıklayınız.
- 4 — Sınır anahtarlarının yapılarını, görevlerini ve kullanıldıkları yerleri açıklayınız.
- 5 — Mikro anahtarlar ile sınır anahtarlarının arasındaki farklılıkları açıklayınız.
- 6 — Solenoid valflerin görevlerini ve kullanıldıkları yerleri açıklayınız.
- 7 — Basınç anahtarlarının görevlerini ve kullanıldıkları yerleri açıklayınız.
- 8 — Basınç anahtarlarında kaç çeşit basınç vardır? Açıklayınız.
- 9 — Paket şalterlerin görevlerini ve kullanıldıkları yerleri açıklayınız.
- 10 — Paket şalter sembollerinde kullanılan işaretlerin anlamlarını açıklayınız.
- 11 — Rölelerin demir nüvelerinde bulunan plastik pulun ve bakır halkanın görevlerini geniş şekilde açıklayınız.
- 12 — Röle bobinine seri bağlanan direncin görevi nedir? Açıklayınız.
- 13 — Röle ve kontaktörlerin tanımlarını yapınız.
- 14 — Röle ve kontaktörlerde kaç çeşit kontak vardır? Açıklayınız.
- 15 — Kontaktörlerin açılış ve kapanış şekillerine göre zaman röleleri kaç kısma ayrılır? Bunlar nelerdir? Geniş olarak açıklayınız.
- 16 — Normalde kapalı ve gecikmeyle kapanan bir kontakın sembolünü çiziniz.
- 17 — Normalde açık ve gecikmeyle kapanan bir kontakın sembolünü çiziniz.
- 18 — Görevini tamamlayan motorlu zaman rölelerinin devreden çıkartılmaları gerekir mi? Açıklayınız.

- 19 — Termik zaman röleleri ne çeşit zaman rölesidirler?
- 20 — Kondansatörlü zaman röleleri hangi akımda çalışırlar?
- 21 — Görevini tamamlayan termistörlü zaman rölelerinin devreden çıkartılmaları gerekir mi?
- 22 — Üç fazlı bir asenkron motor üç adet manyetik aşırı akım rölesiyle korunacaktır. Her bir aşırı akım rölesi ayrı bir kontakla kumanda edecektir. Bu koşullara göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 23 — Manyetik aşırı akım röleleri hangi cins akımda kullanılırlar?
- 24 — Manyetik aşırı akım rölesiyle manyetik açak arasında ne fark vardır? Açıklayınız.
- 25 — Manyetik ve termik aşırı akım rölelerinin gecikmeli çalışması nasıl sağlanır? Açıklayınız.
- 26 — Bir şönt motor manyetik aşırı akım rölesiyle korunacaktır. Bunun için gerekli bağlantı şemasını çiziniz.
- 27 — Oda termostatlarında diferansiyelin küçük veya büyük olması ne fayda sağlar?
- 28 — Termostatları kullanıldıkları yere, kontak kapasitesine ve kontakların çalışma şekline göre sınıflandırınız.
- 29 — Fotosellerin kullanılabilecekleri yerlere alt örnekler veriniz.
- 30 — Işık şiddetinin değişimiyle foto kondaktif plide neyin nasıl değiştiğini açıklayınız.

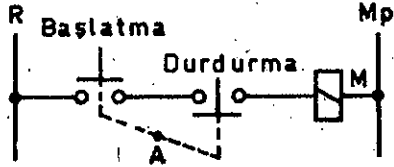
B — İLK HAREKET SİSTEMLERİ : Şekil : 4 - 48 a'da bir doğru akım şönt motorunun ve 4 - 48 b'de üç fazlı bir asenkron motorun bağlantı şeması verilmiştir. Devrelerde bulunan (M) kontaktörleri kapandığında motorlar çalışır, bu kontaktörler açıldığında motorlar dururlar. (M) kontaktörüne kumanda edecek olan (M) kontak-



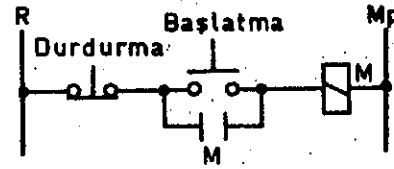
(Şekil : 4 - 48) Bir şönt motorun ve bir asenkron motorun güç devresi.

tör bobini devreye çeşitli şekillerde bağlanır. Bu kısımda motorları kesik ve sürekli çalıştıracak olan bağlantıların çeşitleri incelenecektir:

1 — BUTONLU KUMANDA: Motorların kumandasında butonlar daha çok kullanılırlar. Başlatma ve durdurma görevi yapan butonların kalıcı ve ani temaslı olmak üzere iki çeşidi vardır. Şekil : 4-49'da kalıcı tip butonlarla yapılan bir kumanda devresi verilmiştir. Bu devrede kullanılan iki buton birbirlerine mekanik olarak bağlıdır. Şekil : 4-49'da (Başlatma) butonuna basıldığında, her iki buton kapanır. Çünkü butonları birbirine bağlayan mekaniksel parça, (A) desteği etrafında döner ve (Durdurma) butonunun kapanmasına neden olur. Butonlar kapanınca (M) kontaktörü enerjilenir. Şekil : 4-48'deki motorlardan birisi devreye bağlanır. Kumanda devresinde Durdurma butonuna basıldığında, (M) kontaktör bobininin akımı kesilir. Güç devresindeki (M) kontakları açılır ve çalışan motor durur. (M) kontaktörü çalışırken şebeke gerilimi kesilir veya düşerse (M) kontaktörü açılır ve çalışan motor durur. Normal gerilim tekrar geldiğinde, butonlar durumlarını muhafaza ettiklerinden (M) kontaktörü tekrar çalışır. Kumanda devresinin bu özelliğinden dolayı kalıcı tip butonlar aspiratörler, kompresörler ve pompaların kumanda devrelerinde kullanılırlar.



(Şekil : 4-49) Kalıcı tip butonlarla yapılan kumanda devresi.

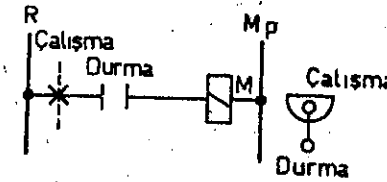


(Şekil : 4-50) Ani temaslı butonlarla yapılan kumanda devresi.

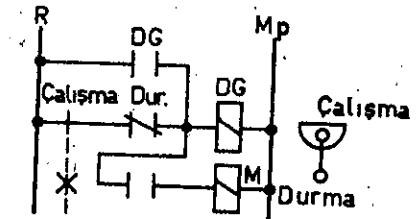
Şekil : 4-50'de ani temaslı butonlarla yapılan bir kumanda devresi verilmiştir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında, (R) fazından gelen akım butonlardan ve (M) kontaktör bobininden geçerek devresini tamamlar. (M) kontaktör bobini enerjilenir ve (M) kontakları kapanır. Şekil : 4-4'deki motorlardan biri devreye bağlanır. Kumanda devresinde (Başlatma) butonunun uçlarına bağlı olan (M) kontağına, mühürleme kontağı adı verilir. (M) kontaktörü enerjilenince bu kontak da kapanır. (Başlatma) butonuna basılıp bırakılsa da (M) kontaktörü ve motor sürekli olarak çalışır. Çünkü bobin akımı, (Durdurma) butonu ve (M) mühürleme kontağı üzerinden devresini tamamlar. Sürekli çalışma (Durdurma)

butonuna basılıncaya kadar devam eder. Bu butona basıldığında, (M) kontaktör bobininin akımı kesilir. (M) kontakları açılır ve çalışan motor durur. Şekil : 4-50'deki kumanda devresinde (M) kontaktörü çalışırken şebeke gerilimi düşer veya kesilirse (M) kontaktörü açılır ve çalışan motor durur. Normal gerilim tekrar geldiğinde, (Başlatma) butonu ve (M) mühürleme kontağı açık olduğundan (M) kontaktörü çalışmaz. Kumanda devresinin bu özelliğinden dolayı ani temaslı butonlar genellikle takım tezgâhlarının kumandasında kullanılırlar.

2 — PAKET ŞALTERLİ KUMANDA: Motorların kumandası paket şalterlerle de yapılabilir. Başlatma ve durdurma görevi yapan paket şalterlerin kalıcı ve yaylı olmak üzere iki çeşidi vardır. Şekil : 4-51'de kalıcı paket şalterle yapılan bir kumanda devresi verilmiştir. Bu paket şalterin (Çalışma) ve (Durma) olmak üzere iki konumu vardır. (Durma) konumunda şalter kontağı açık olduğundan, (M) kontaktörü ve onun kumanda ettiği motor çalışmaz. Paket şalter (Çalışma) konumuna getirildiğinde, şalter kontağı kapanır ve (M) kontaktörü enerjilenir. Güç devresindeki (M) kontakları kapanır ve motor çalışmaya başlar. Şekil : 4-51'de verilen ve kalıcı paket şalterle yapılan kumanda devresi, kalıcı tip butonlarla yapılan kumanda devrelerinin özelliğine sahiptir.



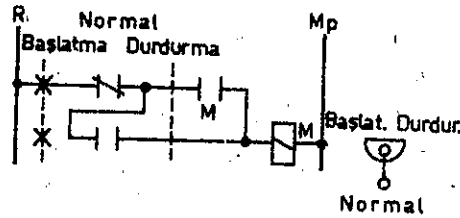
(Şekil : 4-51) Kalıcı paket şalterle yapılan kumanda devresi.



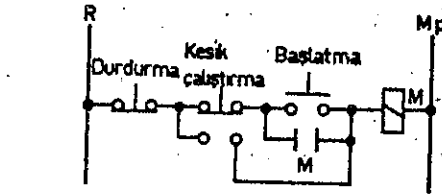
(Şekil : 4-52) Kalıcı paket şalter ve düşük gerilim rölesi ile yapılan kumanda devresi.

Şekil : 4-52'de bir kalıcı paket şalter, bir düşük gerilim rölesi ve bir kontaktörle yapılan kumanda devresi verilmiştir. Bu devrede kullanılan paket şalterin de (Durma) ve (Çalışma) olmak üzere iki konumu vardır. Paket şalterin (Durma) konumunda (DG) düşük gerilim rölesi devamlı olarak çalışır. Bu nedenle aynı devre üzerinde bulunan (DG) kontağı da devamlı olarak kapalı kalır. Paket şalterin kolu (Çalışma) konumuna çevrildiğinde, şalterin üst kontağı açılır ve alt kontağı kapanır. (R) fazından gelen akım (DG) konta-

ğından geçerek (DG) düşük gerilim rölesinin sürekli çalışmasını sağlar. Bu kontakten geçen akım şalterin alt kontağından da geçerek (M) kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde (M) kontaktörleri kapanır ve motor çalışmaya başlar. Şalterin kolu (Durma) konumuna getirilinceye kadar motor çalışmaya devam eder. Bu konumda şalterin üst kontağı kapanır ve alt kontağı açılır. (M) kontaktör bobininin akımı kesilir ve motor durur. Şekil : 4-52'de verilen kumanda devresini besleyen gerilim düşer veya kesilirse (DG) rölesi ve (M) kontaktörü açılır, motor durur. Normal gerilim tekrar geldiğinde, şalterin üst kontağı ve düşük gerilim rölesinin (DG) kontağı açık olduğundan, röle ve kontaktör enerjilenmez. Sistemi tekrar çalıştırmak için paket şalterin kolu önce (Durma) konumuna çevrilir. Şekil : 4-52'de verilen kumanda devresi ani temaslı butonlarla yapılan kumanda devresinin özelliğine sahiptir.



(Şekil : 4-53) Yaylı paket şalterle yapılan kumanda devresi.

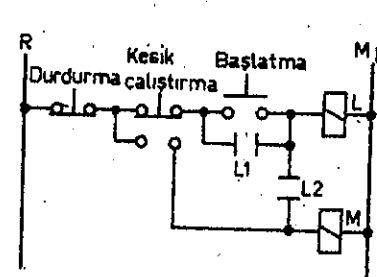


(Şekil : 4-54) Kesik ve sürekli çalışma için kumanda devresi.

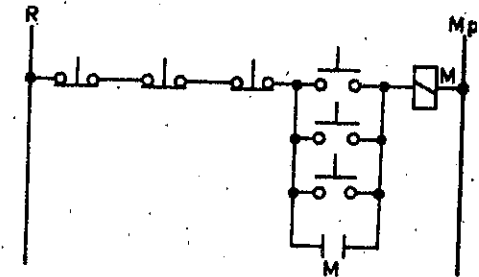
Şekil : 4-53'de yaylı paket şalterle yapılan bir kumanda devresi verilmiştir. Bu devrede kullanılan paket şalterin (Başlatma), (Normal) ve (Durdurma) olmak üzere üç konumu vardır. Yaylı paket şalter (Başlatma) veya (Durdurma) konumlarına çevrilir ve bırakılırsa şalterde bulunan bir yay paket şalteri tekrar (Normal) konumuna döndürür. Paket şalter (Başlatma) konumuna çevrildiğinde, her iki kontak birden kapanır. (R) fazından gelen akım şalter kontaktlarından geçerek (M) kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde (M) kontaktörleri kapanır ve motor çalışmaya başlar. Şalter kolu serbest bırakıldığında, kol (Normal) konumuna döner. Şalterin üst kontağı kapalı kalırken, alt kontağı açılır. Bu durumda (R) fazından gelen akım şalterin üst kontağından ve kapanmış (M) mühürleme kontağından geçerek (M) kontaktörünü sürekli olarak çalıştırır. Paket şalterin kolu (Durdurma) konumuna çevrildiğinde, şalterin her iki kontağı açılır. (M) kontaktör bobininin akımı kesilir ve motor durur. Yukardaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere yaylı paket şalterle yapılan kumanda devresi, ani temaslı butonlarla yapılan kumanda devrelerinin özelliğine taşır.

3 — KESİK VE SÜREKLİ ÇALIŞTIRMA : Bazı iş tezgâhlarında ve vinç kuruluşlarında motorların hem sürekli ve hem de kesik olarak çalıştırılmaları istenebilir. Bir motorun kesik çalıştırılmasına daha çok tezgâhın veya vinçteki yükün durumunu ayarlamak için ihtiyaç duyulur. Şekil : 4-54'teki kumanda devresiyle bir motor hem sürekli ve hem de kesik olarak çalıştırılabilir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü enerjilenir. Şekil : 4-48'de verilen motorlardan biri çalışmaya başlar. (Başlatma) butonu normalde açık (M) kontağı ile mühürlendiğinden, kontaktör ve motor sürekli olarak çalışır. Bu çalışma (Durdurma) butonuna basılıncaya kadar devam eder. Şekil : 4-54'teki devrede (Kesik çalışma) butonuna basıldığında, (R) fazından gelen akım (Durdurma) butonundan ve (Kesik çalışma) butonu alt kontaktörlerinden geçerek (M) kontaktörünü enerjilendirir. Bu butona basıldığı sürece (M) kontaktörü enerjili kalır ve motor çalışır. Kesik çalıştırmada (M) mühürleme kontağı da kapanır. Kesik çalıştırma yapılırken, (Kesik çalıştırma) butonu ani olarak serbest bırakılırsa (M) mühürleme kontağı açılmadan (Kesik çalıştırma) butonunun üst kontaktleri kapanabilir. Bu durumda sistem sürekli çalışmaya geçer. Motorun durması beklenirken çalışmaya devam etmesi bu devrenin önemli bir sakıncasıdır.

Şekil : 4-54'te verilen kumanda devresinin sakıncası, eklenen bir röleyle Şekil : 4-55'deki kumanda devresinde ortadan kaldırılabilir. Şekil : 4-55'deki kumanda devresinde (Başlatma) butonuna basıldığında (L) rölesi enerjilenir. Kapanan (L1) kontağı (Başlatma) butonunu mühürler. Kapanan (L2) kontağı ise (M) kontaktörünü enerjilendirir ve motor sürekli çalışmaya başlar. Motorun



(Şekil : 4-55) Kesik ve sürekli çalışma için röleli kumanda devresi.



(Şekil : 4-56) Ani temaslı butonlarla yapılan uzaktan kumanda devresi.

sürekli çalışması (Durdurma) butonuna basılıncaya kadar devam eder. Motor dururken veya sürekli çalışırken (Kesik çalıştırma) butonuna basılırsa sistem kesik çalışmaya geçer. Bu durumda yalnız (M) kontaktörü enerjilenir. (Kesik çalıştırma) butonuna basıldıkça motor çalışır. Bu devrede (Kesik çalıştırma) butonu ani olarak serbest bırakılsa da motor çalışmaz ve hemen durur.

4 — UZAKTAN KUMANDA : Bir motoru birden fazla (Başlatma) butonuyla çalıştırıp, birden fazla (Durdurma) butonu ile durdurmaya uzaktan kumanda adı verilir. Şekil : 4-56'dan görüleceği üzere uzaktan kumanda devrelerinde (Durdurma) butonları birbirlerine seri, (Başlatma) butonları ise birbirlerine paralel bağlanırlar. Şekil : 4-56'daki devrede (Başlatma) butonlarından birine basıldığında (R) fazından gelen akım (Durdurma) butonlarından ve basılmış olan (Başlatma) butonundan geçerek (M) kontaktörünü enerjilendirir. Kapanan (M) kontağı (Başlatma) butonlarını mühürler. Güç devresindeki (M) kontakları kapanır ve motor çalışmaya başlar. (Durdurma) butonlarından birisine basıldığında, (M) kontaktörünün akımı kesilir. Güç devresinde kapanmış olan (M) kontakları açılır ve motor durur. Paket şalterlerle de motorların uzaktan kumandası yapılabilir. Yalnız kalıcı paket şalterler uzaktan kumanda devrelerinde kullanılamazlar.

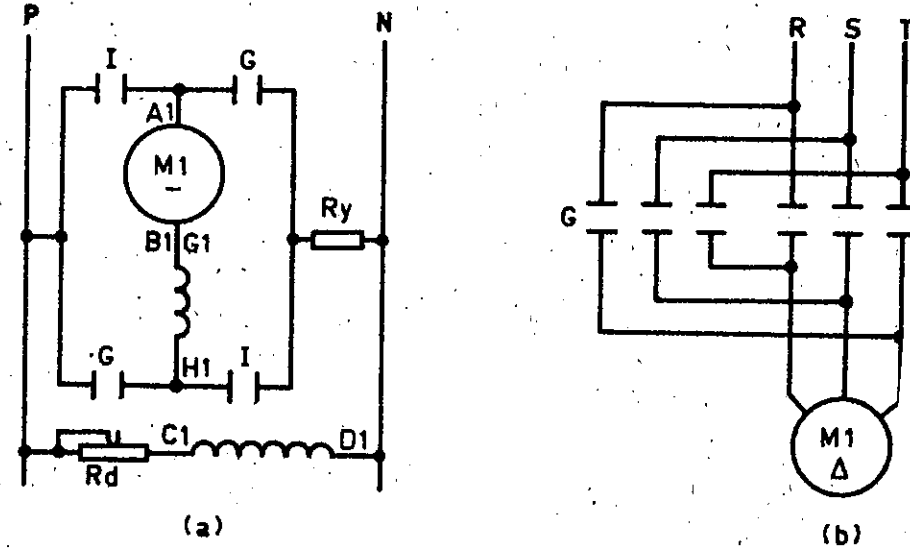
5 — SORULAR :

- 1 — Kalıcı ve ani temaslı butonlarla yapılan kumanda devrelerinin özellikleri nelerdir? Açıklayınız.
- 2 — Kalıcı ve ani temaslı butonlarla yapılan kumanda devreleri nerelerde kullanılır? Açıklayınız.
- 3 — Mühürleme kontağının görevini açıklayınız. Bir kontaktördeki kontaklardan hangisi bu görev için kullanılır? Açıklayınız.
- 4 — Kalıcı paket şalterlerle yapılan kumanda devrelerinin özellikleri nelerdir? Açıklayınız.
- 5 — Yaylı paket şalterlerle yapılan kumanda devrelerinin özellikleri nelerdir? Açıklayınız.
- 6 — Kesik ve sürekli çalıştırmaların tanımlarını yapınız.
- 7 — Kesik ve sürekli çalıştırma için bu kısımda verilen iki devreyi birbirleriyle karşılaştırınız. Her birinin fayda ve sakıncalarını açıklayınız.
- 8 — Uzaktan kumanda devrelerinin tanımını yapınız. Bu çeşit devrelerde buton bağlantılarının nasıl yapıldığını açıklayınız.
- 9 — İki paket şalterle yapılan bir uzaktan kumanda devresi çiziniz.
- 10 — Bir şönt motor iki ayrı yerden yani uzaktan kumanda edilerek kesik ve sürekli çalıştırılacaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.

11 — Şekil : 4-50'de verilen kumanda devresine iki sinyal lambası eklenecektir. Bunlardan birisi motor dururken, diğeri ise motor çalışırken yanacaktır. Bu isteklere göre şekil : 4-50'de verilen kumanda devresini tekrar çiziniz.

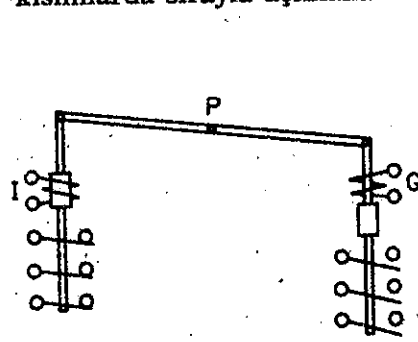
12 — Şekil : 4-55'de verilen kumanda devresine üç sinyal lambası eklenecektir. Lambalardan birincisi motor dururken, ikincisi motor sürekli çalışırken, üçüncüsü ise motor kesik çalışırken yanacaktır. Bu isteklere göre şekil : 4-55'de verilen kumanda devresini tekrar çiziniz.

C — DÖNÜŞ YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME : Doğru akım motorlarının dönüş yönünün değiştirilmesi, endüvi veya endüktör uçlarının değiştirilmesiyle yapılır. Kontaklar arasında doğacak arkı önlemek için, daha çok endüvi uçları değiştirilir. Endüvi uçlarının değiştirilmesiyle dönüş yönünün değiştirilmesine ait bağlantı şekil : 4-57 a da verilmiştir. Bu devrede bulunan (Rd) direnci motorun devir reostası, (Ry) direnci ise motorun yol verme direncidir. Şekil : 4-57 a da verilen devrede (I) kontakları kapandığında akım endüvinin (A1) ucundan (H1) ucuna doğru geçer ve motor ileri yönde döner. (I) kontakları açılıp (G) kontakları kapanırsa akım devresini endüvinin (B1) ucundan (A1) ucuna doğru geçerek tamamlar. Bu durumda endüvinin uçları ve endüviden geçen akımın yönü değiştiğinden, motorun dönüş yönü değişmiş olur. Yani motor geri yönde dönmeğe başlar. Bir fazlı asenkron motorların dönüş yönünün değiştirilmesi, ana veya yardımcı sargının uçlarını değiştirmekle sağlanır. Böyle bir devrenin bağlantı şeması şekil : 4-57 a da verilen

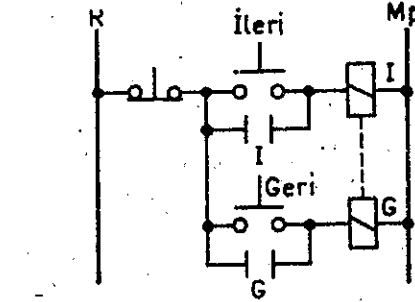


(Şekil : 4-57) Doğru ve alternatif akım motorlarının dönüş yönünün değiştirilmesi.

doğru akım motorunun güç devresine çok benzer. Üç fazlı asenkron motorların dönüş yönünü değiştirmek için, motora giden iki fazın yerini değiştirmek gerekir. Şekil : 4-57 b'de verilen üç fazlı asenkron motor devresinde (I) kontakları kapandığında üç faz motora (R), (S), (T) sırasıyla bağlanır ve motor ileri yönde döner. Aynı devrede (I) kontakları açılıp (G) kontakları kapandığında, motora bağlanan fazların sırası (T), (S), (R) olur ve motor geri yönde döner. Şekil : 4-57'de verilen devrelerde (I) ve (G) kontakları çok kısa bir süre beraberce kapalı kalacak olurlarsa bağlantıda kısa devre meydana gelir. Kısa devre akımları devreye ve elemanlarına çok büyük zarar verir. Böyle bir kısa devreyi önlemek için, kumanda devrelerinde üç çeşit kilitleme yöntemi kullanılır. Bunlar aşağıdaki kısımlarda sırayla açıklanacaktır:



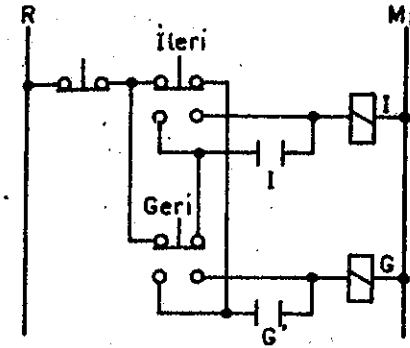
(Şekil : 4-58) Mekanik kilitlemeli kontaktörler.



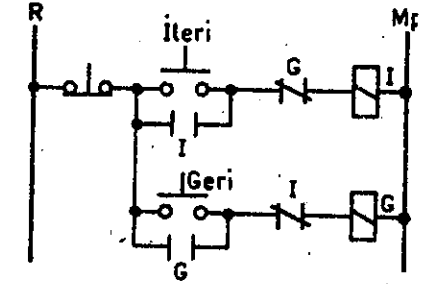
(Şekil : 4-59) Mekanik kilitlemeli kumanda devresi.

1 — MEKANİK KİLİTLEME : Kontaktörlerin demir paletleri şekil : 4-58'de görüldüğü gibi bir eksen etrafında dönebilen bir demir çubukla birbirlerine bağlanırlarsa bu bağlantı şekline mekanik kilitleme adı verilir. Mekanik bağlantı iki kontaktörde bulunan kontakların aynı anda kapanmalarını engeller. Mekanik kilitlemeli kontaktörlerin doğru veya alternatif akımda çalışmaları değişik olur. Doğru akımla beslenen bir kumanda devresinde (I) kontaktörü çalışırken (G) kontaktörü enerjilenirse (G) kontaktörü kontaklarını kapatamaz. Çünkü (I) kontaktörünün paleti çekik ve (G) kontaktörünün paleti demir nüvesinden uzaktadır. Bu nedenle (G) kontaktörünün paletini çekme kuvveti, (I) kontaktörünün paletini çekme kuvvetinden küçük kalır. (G) kontaktörü paletini çekip kontaklarını kapatamaz ve dönüş yönünü değiştiremez. Paletini çekemediği halde (G) kontaktör bobininden uzun süre doğru akımın geçmesi hiçbir sakınca yaratmaz. Alternatif akımla beslenen kumanda

devrelerinde (I) kontaktörü çalışırken (G) kontaktörü enerjilenirse bu kontaktör gene paletini çekip kontaklarını kapatamaz. (G) kontaktörünün paleti demir nüveden uzakta bulunduğu için, bu kontaktör bobininin yarattığı manyetik alan devresini havadan tamamlar. Bu durum (G) kontaktör bobininin empedansını düşürür ve fazla akım çekip yanmasına sebep olur. Bu nedenle alternatif akımla çalışan kumanda devrelerinde mekanik kilitleme çok az kullanılır. Kumanda devre şemalarında mekanik kilitleme, şekil : 4-59'da görüldüğü gibi kontaktör bobinlerinin arasına çizilen kesik çizgilerle gösterilir. Böyle bir devrede bir kontaktör çalışırken, diğer kontaktör enerjilenirse de kontaklarını kapatamaz. Bu nedenle bir kısa devre meydana gelmez. (Durdurma) butonuna basmadan dönüş yönü değiştirilemez.



(Şekil : 4-60) Buton kilitlemeli kumanda devresi.



(Şekil : 4-61) Elektriksel kilitlemeli kumanda devresi.

2 — BUTON KİLİTLEME : Şekil : 4-60'da görülen ve çift yollu butonlarla yapılan güvenli bağlantıya buton kilitleme adı verilir. Çift yollu butonlar arasındaki bu bağlantı, kontaktörlerin aynı anda çalışmalarını ve kontaklarını aynı anda kapatmalarını engeller. Şekil : 4-60'daki devrede (İleri) butonuna basıldığında, (R) fazından gelen akım (Durdurma) butonundan, (Geri) butonu üst kontaklarından ve (İleri) butonu alt kontaklarından geçerek (I) kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde kapanan (I) kontakları motoru ileri yönde döndürür. Kumanda devresinde kapanan (I) kontağı (İleri) butonunu mühürler. (I) kontaktörünün sürekli çalışmasını sağlar. Motorun ileri yöndeki dönüşü, (Durdurma) veya (Geri) butonuna basılıncaya kadar devam eder. (Geri) butonuna basıldığında, (R) fazından gelen akım (Durdurma) butonundan, (İleri) butonu üst kontaklarından ve (Geri) butonu alt kontakla-

rından geçerek (G) kontaktörünü enerjilendirir. Kumanda devresinde kapanan (G) kontağı, (Geri) butonunu mühürlür. Güç devresinde kapanan (G) kontakları motoru geri yönde çalıştırmağa başlar. Motorun geri yönde çalışması, (Durdurma) veya (İleri) butonuna basılınca kadar devam eder. Yukardaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere, şekil : 4-60'da verilen kumanda devresi dönüş yönünün ani değiştirilmesine imkan verir. Yalnız buton kilitlemeli olan bu devre, güç yol alan motorlara uygulanamaz.

3 — ELEKTRİKSEL KİLİTLEME : Şekil : 4-61'de görüldüğü gibi bir kontaktörün normalde kapalı kontağını diğer kontak-töre seri bağlayarak yapılan güvenli devreye elektriksel kilitleme adı verilir. Elektriksel kilitleme kontaktörlerin aynı anda çalışmaları ve kontaklarını aynı anda kapatmalarını engeller. Şekil : 4-61'deki devrede (İleri) butonuna basıldığında (I) kontaktörü enerjilenir. Kapanan (I) kontağı (İleri) butonunu mühürlür. Güç devresinde kapanan (I) kontakları motoru ileri yönde döndürmeğe başlar. Kumanda devresinde normalde kapalı (I) kontağı açılır. Bu nedenle (I) kontaktörü çalışırken, (Geri) butonuna basılırsa (G) kontaktörü enerjilenmez. İki kontaktör beraber çalışıp bir kısa devreye sebep olamazlar. Motor ileri yönde çalışırken, geri yönde döndürülmek istenirse ilk önce (Durdurma) butonuna basılır. Sonra (Geri) butonuna basılarak motor geri yönde döndürülür.

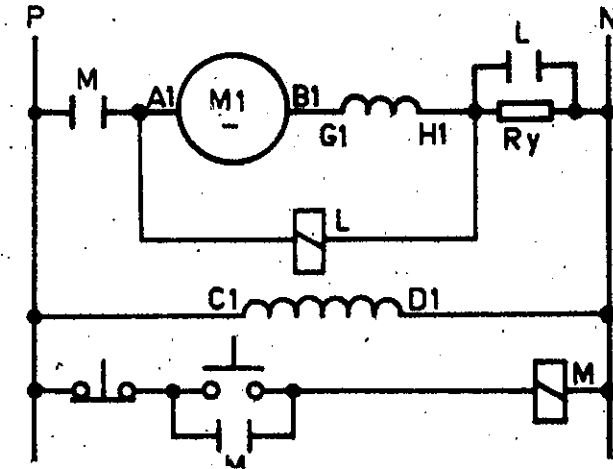
4 — SÖRULAR :

- 1 — Çeşitli motorlarda dönüş yönünün nasıl değiştirildiğini açıklayınız.
- 2 — Motorların dönüş yönünün değiştirilmesinde kullanılan kumanda devrelerinde kaç çeşit güvenlik önlemi alınır? Her birinin özelliklerini geniş şekilde açıklayınız.
- 3 — Üç fazlı bir asenkron motorun dönüş yönü değiştirilecektir. Kumanda devresinde buton, elektriksel ve mekanik kilitleme yapılacaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 4 — Bir şönt motorun dönüş yönü iki ayrı yerden yani uzaktan kumanda edilerek değiştirilecektir. Kumanda devresinde yalnız elektriksel kilitleme yapılacaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 5 — Dönüş yönünün değiştirilmesinde kullanılan buton kilitlemeli kumanda devresini, iki ayrı yerden kumandayı sağlayacak şekilde yani uzaktan kumandalı olarak tekrar çiziniz.
- 6 — Bir yemek asansörü iki kat arasında çalışacaktır. Her kata bir (Çağırma), bir (Gönderme) ve bir (Durdurma) butonu konacaktır. Kabin her iki kattan da kumanda verilebilecektir. Kabinin katlarda duruşu, sınır anahtarlarıyla otomatik olarak sağlanacaktır. Kabin üç fazlı bir asenkron motor hareket ettirecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.

- 7 — Bir yük asansörü iki kat arasında çalışacaktır. Birinci katta bir (Gönderme), bir (Çağırma) ve bir de (Durdurma) butonu olacaktır. Kabin birinci katta bekleyecektir. (Gönderme) butonuna basıldığında, kabin ikinci kata gidecektir. İkinci katta 10 saniye bekleyecek ve tekrar birinci kata dönecektir. Kabin ikinci kata giderken, (Durdurma) butonuyla durdurulabilecek ve (Çağırma) butonuyla geriye çağırılabilir. Kabinin katlardaki duruşu sırasında anahtarlarının aracılığı ile otomatik olarak sağlanacaktır. Bu istekleri cevaplandırarak şekilde kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 8 — Şekil : 4-60'da verilen kumanda devresine üç sinyal lambası eklenecektir. Lambalardan birincisi motor dururken, ikincisi motor ileri yönde dönerken, üçüncüsü motor geri yönde dönerken yanacaktır. Bu isteklere göre şekil : 4-60'da verilen kumanda devresini tekrar çiziniz.

D — MOTORLARA YOL VERME : Motorlar yol alma anında anma akımlarından daha fazla akım çekerler. Şebeke ve motor için sakınca yaratan büyük yol alma akımlarının güvenli sınırlar içinde tutulmaları, motorlara düşük gerilimle yol verilerek sağlanır. Bilezikli asenkron motorlara ve yardımcı sargılı asenkron motorlara yol verme, düşük gerilimle başlatma ilkesine dayanmaz. Motorlara düşük gerilimle yol verme yöntemleri bilezikli ve yardımcı sargılı asenkron motorlara yol verme yöntemleri aşağıdaki kısımlarda sırayla açıklanacaktır:

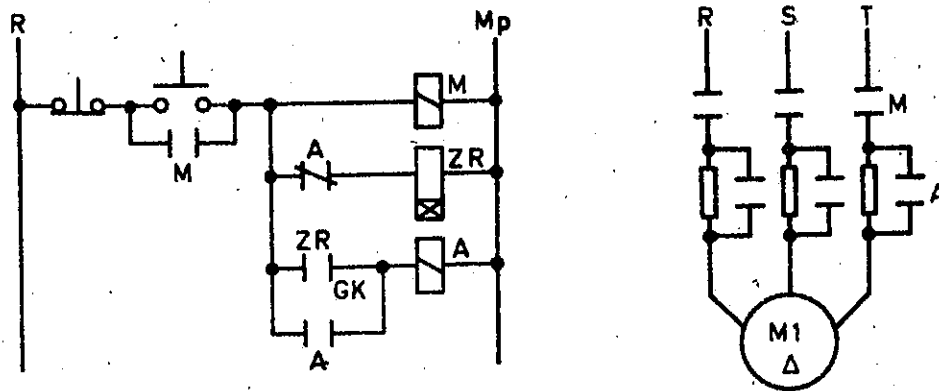
1 — DİRENÇLE VEYA REAKTÖRLE YOL VERME : Şekil : 4-62'de bir şönt motora bir kademe dirençle yol vermeye ait bağlantı şeması verilmiştir. Yol verme anında motorun fazla akım çek-



(Şekil : 4-62) Bir şönt motora dirençle yol vermeye ait güç ve kumanda devresi.

memesi için, şönt sargı devamlı olarak şebekeye bağlı tutulur. Motorun yol alma akımını sınırlayacak (Ry) direnci endüviye seri olarak bağlıdır. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında, (M) kontaktörü enerjilenir. (M) mühürleme kontağı kapanır ve sürekli çalışma sağlanır. Güç devresinde (M) kontağı kapanınca, (Ry) direnci devrede olmak üzere motor düşük gerilim ve akımla yol almağa başlar. Motorun devir sayısı yükseldikçe, yol alma akımı azalır ve endüvideki zıt E.M.K. artar. Motorun devir sayısı normal değerini almadan, endüvideki zıt E.M.K. (L) kontaktörünü enerjilendirir. (L) kontağı kapanır ve (Ry) yol verme direnci kısa devre olur. Yol verme direnci devreden çıkınca endüvi akımı gene artar. Fakat bu artış güvenli sınırlar içinde kalır. Motorun devir sayısı normal değerine yükseldiğinde, motor akımı normal değerine düşer. Motorun çalışması (Durdurma) butonuna basılınca kadar devam eder.

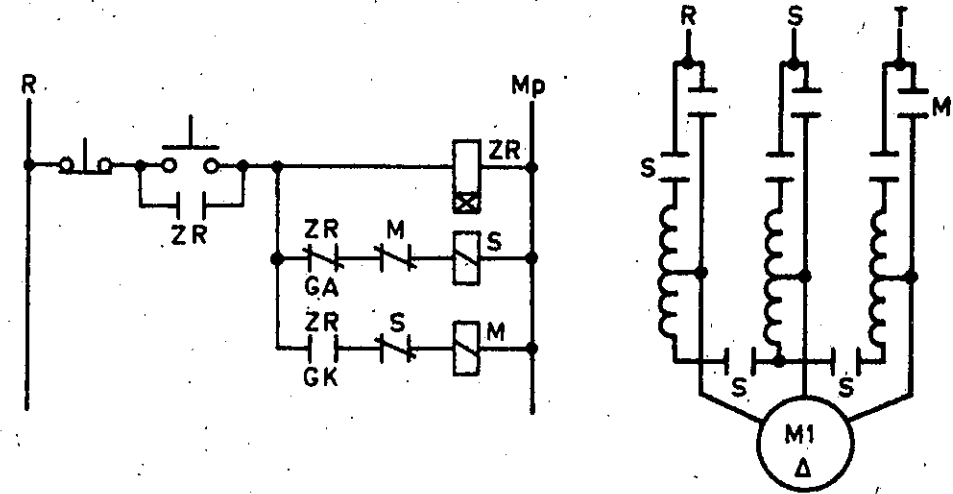
Şekil : 4 - 63'de üç fazlı bir asenkron motora bir kademe dirençle yol vermeye ait bağlantı şeması verilmiştir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü enerjilenir. (Başlatma) butonunu mühürleyen normalde açık (M) kontağı sürekli çalışmayı sağlar. Güç devresinde (M) kontakları kapanınca, yol verme dirençleri devrede olmak üzere motor şebekeye bağlanır. Böylece motor düşük gerilim ve düşük akımla yol almağa başlar. Devir sayısı yükseldikçe, yol alma akımı azalır. Kumanda devresinde (M) kontaktörüyle beraber (ZR) zaman rölesi de enerjilenir. Yol vermenin uygun bir anında bu zaman rölesi (ZB) kontağını kapatır ve (A) rölesi enerjilenir. Güç devresinde kapanan (A) kontakları yol verme di-



(Şekil : 4 - 63) Üç fazlı asenkron motora dirençle yol vermeye ait kumanda ve güç devresi.

rençlerini kısa devre ederler. Böylece motor normal şebeke gerilimine bağlanmış olur. Yol verme dirençleri kısa devre olunca motor akımı gene artar. Fakat bu akım yavaş yavaş azalarak en sonunda normal değerine düşer. (A) kontaktörü enerjilendiğinde, normalde kapalı (A) kontağı açılır ve (ZR) zaman rölesi devreden çıkar. Evvelce kapanmış olan (ZR) kontağı açılır. Fakat kapanmış olan (A) mühürleme kontağı nedeniyle (A) kontaktörü çalışmaya devam eder. (Durdurma) butonuna basılınca, motor durur. Şekil : 4 - 63'deki güç devresinde yol verme dirençlerinin yerine demir nüveli bobinler de (Reaktörler) kullanılabilir. Yalnız doğru akım motorlarına yol vermede reaktörler kullanılamazlar.

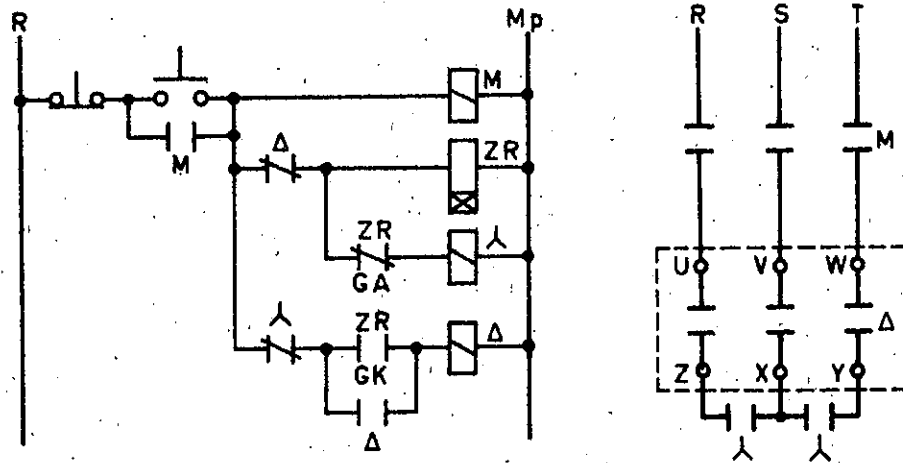
2 — OTO TRAFOSUYLA YOL VERME : Motorlara yol vermede gerekli olan düşük gerilim şekil : 4 - 64'de görüldüğü gibi bir oto trafosundan da sağlanabilir. Düşük gerilim, oto trafosu faz sargılarının alt yarısından alınır. Şekil : 4 - 64'deki devrede (Başlatma) butonuna basıldığında, (ZR) zaman rölesi enerjilenir. Ani çalışan (ZR) kontağı (Başlatma) butonunu mühürler. (ZR) zaman rölesi ile birlikte (S) kontaktörü de enerjilenir. Güç devresindeki (S) kontakları kapanır. Bu kontaklar oto trafosunu yıldız olarak şebekeye bağlar. Böylece motor düşük gerilimle yol almağa başlar. Yol vermenin uygun bir anında (ZR) zaman rölesinin normalde kapalı kontağı açılır ve normalde açık kontağı kapanır. (S) kontaktörü devreden çıkar. (M) kontaktörü enerjilenir. Güç devresinde (M) kontakları kapanır ve motor normal şebeke gerilimine bağlanır. Motorun çalış-



(Şekil : 4 - 64) Üç fazlı asenkron motora oto trafosuyla yol vermeye ait kumanda ve güç devresi.

ması (Durdurma) butonuna basılıncaya kadar devam eder. Şekil : 4-64'deki trafo sargılarının üst yarılarının kısa devre olmaması için, ilk önce (S) kontaklarının açılması, sonra da (M) kontaklarının kapanması gerekir.

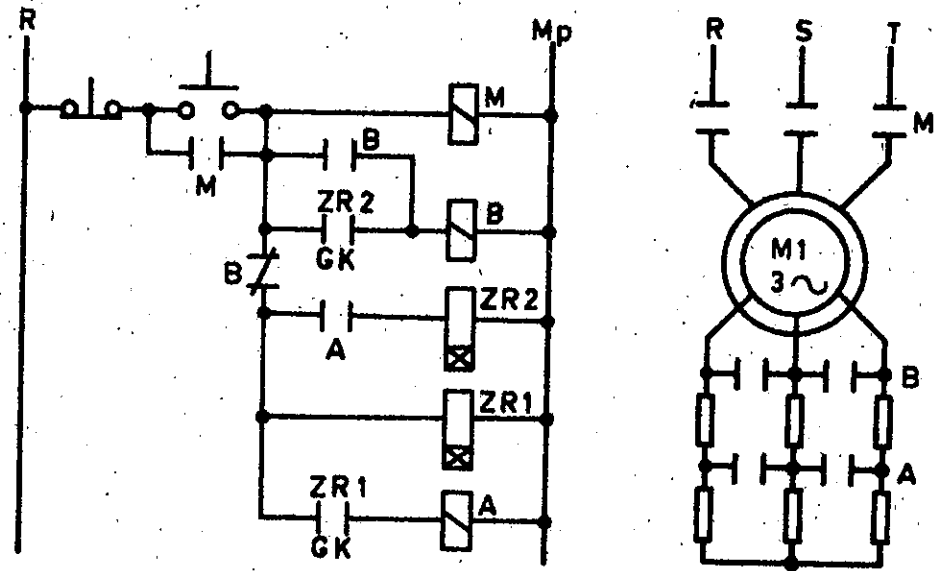
3 — YILDIZ — ÜÇGEN ŞALTERLE YOL VERME : Bir şebeke-
de üçgen çalışacak üç fazlı bir asenkron motor yol vermede yıldız
bağlanırsa faz bobinleri 1,73 kat daha az bir gerilimle çalışmış olur.
Motorun yol alma akımı yaklaşık olarak üç kat azalır. Böylece dü-
şük gerilimle başlatılmış olan motor, sonra üçgen olarak şebekeye
bağlanır ve normal şekilde çalışmaya devam eder. Şekil : 4-65'deki
devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü, (ZR)
zaman rölesi ve (Δ) kontaktörü enerjilenir. Kapanan (M) mühürle-
me kontağı sürekli çalışmayı sağlar. Güç devresinde (M) ve (Δ) kon-
takları kapanınca, motor yıldız bağlı olarak düşük gerilimle yol al-
mağa başlar. Devir sayısının uygun bir değerinde (ZR) zaman röle-
sinin normalde kapalı kontağı açılır, normalde açık kontağı kapa-
nır. (Δ) kontaktörü devreden çıkar ve (Δ) kontaktörü enerjilenir.
Güç devresinde kapanan (Δ) kontakları motorun faz sargılarını üç-
gen olarak bağlar. Böylece motor normal geriliminde çalışmaya
başlar. (Δ) kontaktörü enerjilendiğinde, normalde kapalı (Δ) kon-
tağı (ZR) zaman rölesini devreden çıkartır. Kapanmış olan (ZR)
kontakları açılır. Fakat (Δ) mühürleme kontağı nedeniyle (Δ) kon-
taktörü çalışmaya devam eder. (Durdurma) butonuna basılıncaya
kadar motor normal geriliminde sürekli olarak çalışır.



(Şekil : 4-65) Üç fazlı bir asenkron motora otomatik yıldız-üçgen şalterle yol vermeye ait kumanda ve güç devresi.

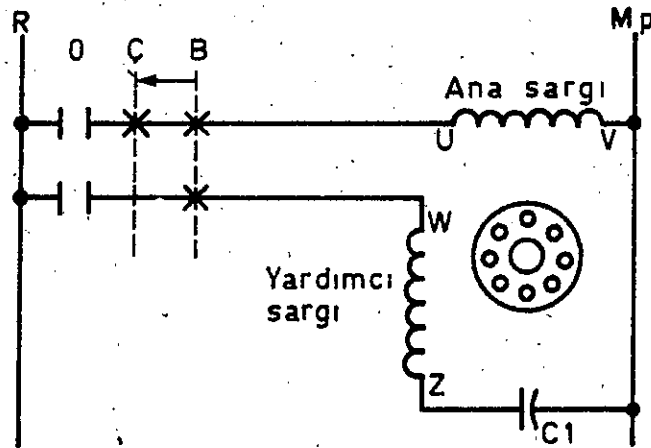
4 — ROTORU SARGILI ASENKRON MOTORLARA YOL VER-

ME : Rotoru sargılı asenkron motorların yol alma karakteristikleri,
sincap kafesli asenkron motorların yol alma karakteristiklerinden
daha iyidir. Bu tip asenkron motorlara yol verirken rotor direnci
yaklaşık % 20 arttırılırsa yol almanın başlangıcında maksimum
döndürme momenti elde edilebilir. Bir transformatör gibi çalışan
motorun rotor direnci arttığında, aynı zamanda şebekeden çekeceği
akım da azalır. Şekil : 4-66'da iki kademe rotor direnci ile yol ala-
cak bilezikli bir asenkron motorun bağlantı şeması verilmiştir. Bu
devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü enerji-
lenir. (M) kontakları kapanır. Motor şebekeye bağlanır ve iki kade-
me rotor direnciyle yol almağa başlar. (M) kontaktörüyle birlikte
(ZR1) zaman rölesi de enerjilenir. Bu röle bir müddet sonra nor-
malde açık (ZR1) kontaklarını kapatır. (A) kontaktörü enerjilenir ve
kontaklarını kapatarak rotor dirençlerinin bir kısmını kısa devre
eder. Aynı anda normalde açık (A) kontağı (ZR2) zaman rölesini
enerjilendirir. Bu zaman rölesi de belirli bir zaman sonra normalde
açık (ZR2) kontaklarını kapatır. (B) kontaktörü enerjilenerek rotor
uçlarını kısa devre eder. Yani rotor dirençlerini devreden çıkartır.
Böylece bilezikli asenkron motor yol almış ve normal çalışmaya baş-
lamış olur. Motorun çalışması (Durdurma) butonuna basılıncaya ka-
dar devam eder. (B) kontaktörü enerjilendiğinde, normalde kapalı
(B) kontağı açılır. Görevini tamamlayan (ZR1) ve (ZR2) zaman röle-

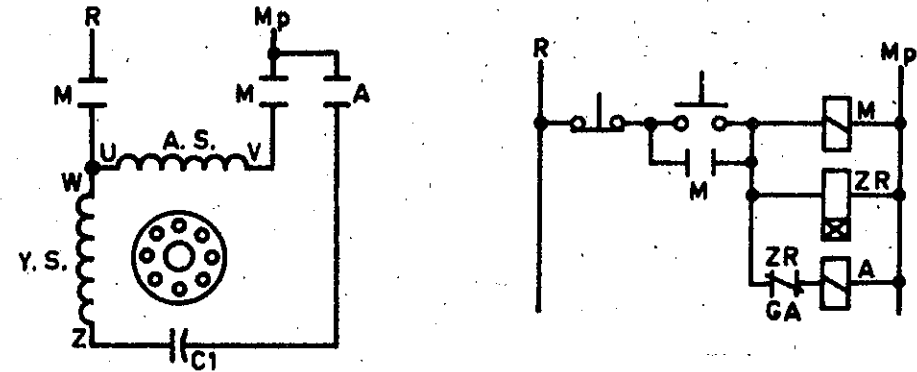


(Şekil : 4-66) Rotoru sargılı bir asenkron motora dirençle yol vermeye ait kumanda ve güç devresi.

**5 — YARDIMCI SARGILI BİR FAZLI ASENKRON MOTORLAR-
RA YOL VERME :** Yardımcı sargılı bir fazlı asenkron motorlarda
biri ana diğeri yardımcı olmak üzere iki sargı bulunur. İki sargı
akımları arasındaki faz farkını büyötmek için, yardımcı sargıya seri
olarak bir kondansatör bağlanır. Yardımcı sargı motorun yol alma-
sını sağlar. Motor yol alırken devrin % 75'inde genellikle bu sargı
devreden çıkartılır. Yardımcı sargı devreden çıktıktan sonra motor
yalnız ana sargısıyla dönmeğe devam eder. Yani motor gücünü ana
sargı karşılar.



Şekil : 4 - 67'de yardımcı sargılı asenkron motora özel paket şalteriyle yol verebilen bir bağlantının şeması verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere kullanılan paket şalter üç konumludur. Yol vermenin başlangıcında paket şalterin kolu (B) konumuna çevrilir. Bu durumda şalterin iki kontağı kapanır, ana ve yardımcı sargılar şebekeye bağlanır. Motor bu iki sargısıyla yol almağa başlar. Devir yükseldiğinde şalterin kolu serbest bırakılır. Şalter yaylı olduğundan kendi kendine (Ç) konumuna döner. (Ç) konumunda şalterin üst kontağı kapalı kalırken alt kontağı açılır ve yardımcı sargı deyreden çıkar. Ana sargısıyla motor çalışmağa devam eder. Şalterin kolu (O) konumuna çevrildiğinde, kapalı olan üst kontak açılır ve motor durur.



Şekil : 4 - 68'de yardımcı sargılı asenkron motora otomatik olarak yol verebilecek bir bağlantının şeması verilmiştir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü, (ZR) zaman rölesi ve (A) kontaktörü enerjilenir. (M) mühürleme kontağı kapanır ve sürekli çalışmayı sağlar. Güç devresinde (M) ve (A) kontakları kapanır. Ana ve yardımcı sargı şebekeye bağlanır. Böylece motor yol almağa başlar. Motorun devir sayısı normal değerine yaklaşırken, zaman rölesi normalde kapalı kontağını açar. (A) kontaktörü ve yardımcı sargı devreden çıkar. (Durdurma) butonuna basılıncaya kadar motor ana sargısıyla dönmeğe devam eder.

- 1 — Düşük gerilimle yol alırken, motorların neden az akım çektiklerini açıklayınız.
- 2 — Yüklü olan motorlara düşük gerilimle yol vermenin mümkün olup olmadığını araştırınız. Vardığınız sonucun nedenlerini açıklayınız.
- 3 — Doğru akım motorlarındaki zıt E. M. K.'den yararlanarak, bir şönt motora iki kademe dirençle yol verilecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 4 — Zıt E. M. K.'den ve zaman rölelerinden yararlanarak yapılan yol vermelerin arasında, devir sayısının değişimi bakımından ne gibi farklılıklar vardır? Açıklayınız.
- 5 — Üç fazlı bir asenkron motora iki kademe dirençle yol verilecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 6 — Üç fazlı bir asenkron motorun dönüş yönü, elektriksiz kilitlemeli kumanda devresiyle değiştirilecektir. Motor yıldız bağlı olarak yol alacak, üçgen bağlı olarak çalışmaya devam edecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.

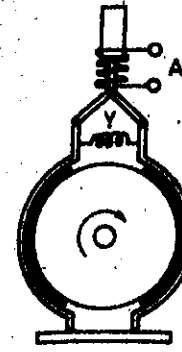
- 7 — Rotoru sargılı bir asenkron motora üç kademe dirençle yol verilecektir. Motorun dönüş yönü buton kilitlemeli kumanda devresiyle değiştirilecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 8 — Üç fazlı bir asenkron motor iki paket şalterle iki ayrı yerden yani uzaktan kumanda edilecektir. Bu motora iki kademeli bir oto transformatörüyle yol verilecektir. Bu istekleri cevaplandıracak kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 9 — Yardımcı sargılı bir asenkron motor ileri - geri yönlerde döndürülecektir. Motorun yardımcı sargısı devrin % 75'inde devreden çıkartılacaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 10 — Şekil : 4 - 66'da verilen kumanda devresine üç sinyal lambası eklenecektir. Lambalardan birincisi her iki yol verme direnci devredeyken, ikincisi yalnız bir yol verme direnci devredeyken, üçüncüsü ise rotor uçları kısa devre edilince yanacaktır. Bu isteklere göre şekil : 4 - 66'da verilen kumanda devresini tekrar çiziniz.

E — MOTORLARIN FRENLENMESİ : Durdurulacak olan bir motoru bir elektrik devresi veya aygıtıyla daha kısa zamanda durdurmaya elektriksel frenleme adı verilir. Kumanda devrelerinde balatalı frenleme, dinamik frenleme ve ani durdurma olmak üzere başlıca üç çeşit elektriksel frenleme kullanılır.

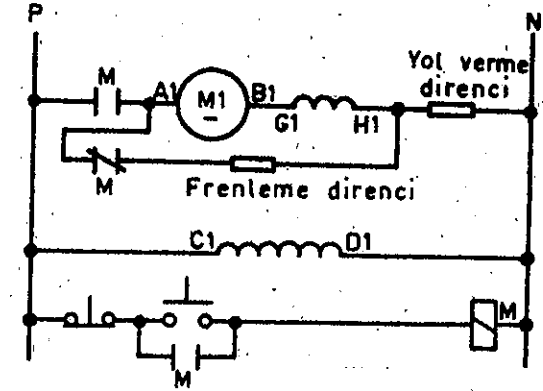
1 — BALATALI FRENLEME : Bu çeşit frenlemede motor kasnağı bir yay aracılığı ile iki balata tarafından sıkılır. Balatalı frende bulunan bir elektromıknatıs enerjilendiğinde balataları açar ve motor kasnağını serbest bırakır. Balatalı frenin (A) bobini frenleyeceği motorun uçlarına bağlanır. Motor çalışmaya başladığında elektromıknatısın bobini de enerjilenir. Balatalar motor kasnağından ayrılır. Bu anda motor henüz şebekeye bağlandığından, yol alarak normal çalışmasına başlar. Durdurulmak istendiğinde motor şebekeden ayrılır. Aynı anda (A) fren bobininin de akımı kesilir. Şekil : 4 - 69'da görüldüğü gibi (Y) yayının etkisiyle balatalar motor kasnağını sıkırlar. Motor kasnağı ile balatalar arasındaki sürtünme kuvveti motoru çok kısa bir zaman içinde durdurur. Balatalı frenler asansör ve vinç gibi kuruluşlarda motorların frenlenmesi için kullanılırlar.

2 — DİNAMİK FRENLEME : Durdurulacak olan motor şebekeden ayrıldıktan sonra generatör gibi çalıştırılır ve bir dirençle yüklenirse makinanın devir sayısı süratle düşer. Motorun böyle bir yöntemle kısa bir zaman içinde durdurulmasına dinamik frenleme adı verilir.

Şekil : 4 - 70'de bir şönt motorun dinamik frenlenmesine ait bağlantı şeması verilmiştir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü enerjilenir ve (M) kontaklarının konumu de-



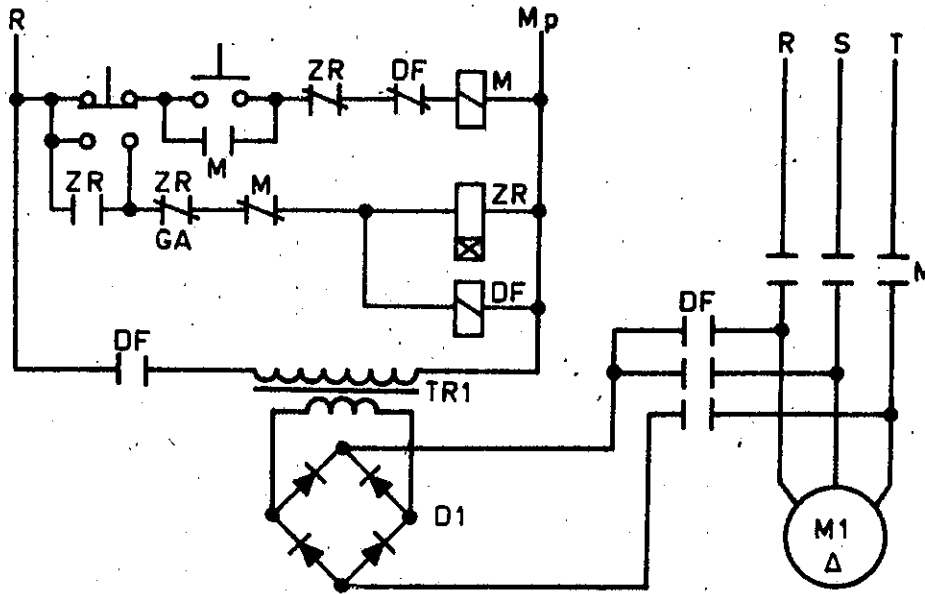
(Şekil : 4 - 69) Elektrik enerjisi ile çalışan bir balatalı frenin yapısı.



(Şekil : 4 - 70) Bir şönt motorun dinamik frenlenmesine ait kumanda ve güç devresi.

ğişir. Normalde açık (M) kontağı (Başlatma) butonunu mühürler ve sürekli çalışmayı sağlar. Frenleme direnci devresinde bulunan (M) kontağı açılır, endüvi devresinde bulunan (M) kontağı kapanır. Şönt sargı şebekeye devamlı bağlı olduğundan, endüvinin devreye girmesiyle motor dönmeğe başlar. (Durdurma) butonuna basılınca (M) kontaktörünün akımı kesilir. (M) kontakları normal konumlarına dönerler. Endüktör sargısı şebekeye bağlı kaldığı halde endüvi devreden ayrıldıktan sonra, ataletiyle dönmeğe devam eder. Bu nedenle endüvi iletkenlerinde bir gerilim indüklenir. İndüklenen bu gerilim normalde kapalı (M) kontağı ve frenleme direnci üzerinden bir akım dolaştırır. Bu akım dinamo gibi çalışan motoru yükler, frenler ve çok kısa bir zaman içinde durdurur.

Şekil : 4 - 71'de üç fazlı bir asenkron motorun çalıştırılması ve dinamik frenlemeyle durdurulmasına ait bir bağlantı şeması verilmiştir. Bu bağlantıda (Başlatma) butonuna basıldığında, (M) kontaktörü enerjilenir ve motor çalışmaya başlar. Alt kontakları kapanmayacak şekilde (Durdurma) butonuna basılırsa frenlemesiz olarak bir müddet sonra motor durur. Alt kontakları kapanacak şekilde (Durdurma) butonuna basıldığında, (ZR) zaman rölesi ve (DF) kontaktörü enerjilenir. Normalde açık ve ani çalışan (ZR) kontağı (Durdurma) butonunu mühürler. (DF) kontakları kapanınca transformatör şebekeye, doğrultmacın çıkışı da motor uçlarına bağlanır. Stator sargılarında dolaşan doğru akım bir manyetik alan yaratır. Bu manyetik alanı kesen rotor çubuklarında bir gerilim indüklenir. İndüklenen bu gerilim rotor çubuklarından akım dolaştırır. Bu akım bir generatör gibi çalışan motoru yükler yani frenler. Böylece motor çok kısa bir zaman içinde dinamik frenlemeyle durmuş olur.

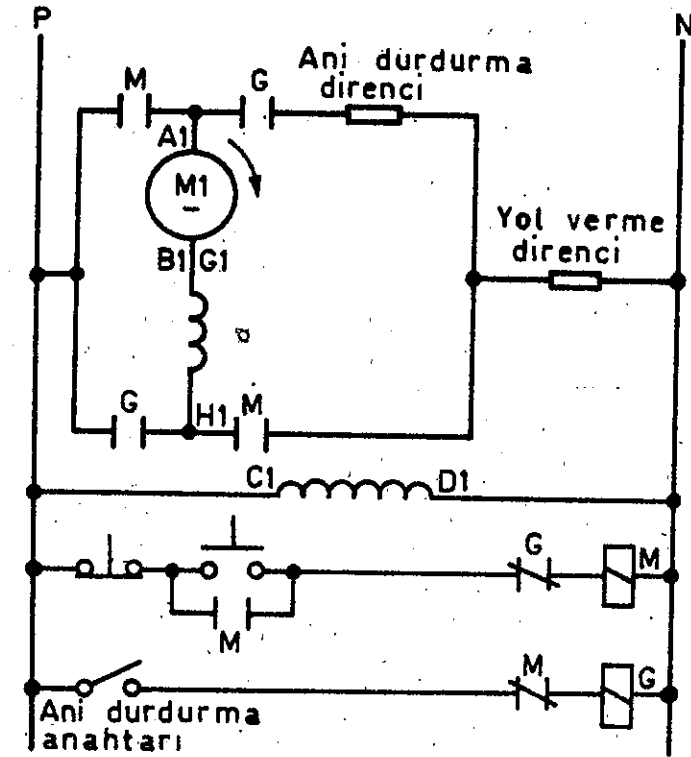


(Şekil : 4-71) Üç fazlı bir asenkron motorun dinamik frenlenmesine ait kumanda ve güç devresi.

Motorun durma zamanına göre ayarlı olan (ZR) zaman rölesi, bu zamanın sonunda normalde kapalı kontağını açar. (ZR) zaman rölesi ve (DF) kontaktörü devreden çıkar. Böylece dinamik frenleme sona erer. (M) ve (DF) kontaklarının çok kısa bir süre beraberce kapalı kalmaları kısa devreye ve birçok zarara sebep olur. Bu sakıncayı gidermek için normalde kapalı (M) ve (DF) kontaklarıyla elektriksel kilitleme yapılır.

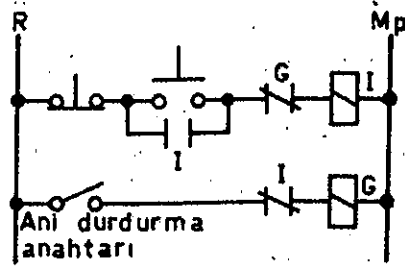
3 — ANİ DURDURMA : Ters döndürme momenti yaratarak motoru frenlemeye ve kısa zamanda durdurmaya ani durdurma adı verilir. Ani durdurulacak motor ilk önce şebekeden ayrılır. Ters yönde dönecek şekilde tekrar şebekeye bağlanır. Bu durumda motor da ters yönde bir döndürme momenti meydana gelir. Devir sayısı süratle düşer ve sıfır olur. Motorun ters yönde dönmesine olanak verilmez ve motor hemen devreden çıkartılır. Ani durdurma sistemi güç yol alan motorlara uygulanamaz. Aksi takdirde motor şebekeden aşırı akım çeker ve döndürdüğü yükte sakıncalı değerlerde mekanik gerilimler doğar.

Bir şönt motora ait yol verme ve ani durdurma devresi şekil : 4-72'de verilmiştir. Bu devrede kullanılan (Ani durdurma) anahtarı, ani durdurmayı otomatik olarak gerçekleştirir. Ani durdurma anında motor, endüvisinde indüklenen gerilim şebeke gerilimine ek-



(Şekil : 4-72) Bir şönt motorun ani durdurulmasına ait güç ve kumanda devresi.

leneceğinden, yol alma akımının iki katına yakın bir akım çeker. Bu akımı sınırlamak için devrede ani durdurma direnci kullanılır. Bu direncin değeri yaklaşık olarak yol verme direncinin iki katına eşittir. Şekil : 4-72'deki devrede (Başlatma) butonuna basıldığında (M) kontaktörü enerjilenir. (G) kontaktör devresindeki normalde kapalı (M) kontağı açılır. Güç devresindeki (M) kontakları kapanınca endüvi şebekeye bağlanır. Şönt sargısı devreye devamlı bağlı olduğundan motor ileri yönde dönmeğe başlayınca, (Ani durdurma) anahtarı kapanır. Fakat normalde kapalı (M) kontağı evvelce açıldığından (G) kontaktörü çalışmaz. (Durdurma) butonuna basıldığında, (M) kontaktörünün akımı kesilir ve endüvi şebekeden ayrılır. Evvelce açılmış olan (M) kontağı kapanır. Bu durumda endüvi hâlâ dönmekte olduğundan, (Ani durdurma) anahtarı kapalı kalır. Bu nedenle (G) kontaktörü enerjilenir. (G) kontakları kapanır ve endüvi tekrar şebekeye bağlanır. Endüviden geçen akımın yönü değişir. Bu akımın yarattığı ters döndürme momenti ileri yönde dönen endüvinin devir sayısını hızla düşürür. Devir sayısı sıfır olduğunda,



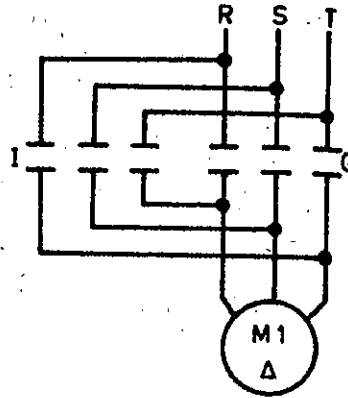
(Şekil : 4-73) Üç fazlı bir asenkron motorun ani durdurulmasına ait kumanda ve güç devresi.

(Ani durdurma) anahtarı açılır. (G) kontaktörünün enerjisi kesilir. (G) kontakları açılır ve endüvi şebekeden ayrılır. Böylece motor geri yönde dönmeye çok kısa bir zaman içinde durdurulmuş olur.

Üç fazlı bir asenkron motorun çalıştırılması ve ani durdurulması şekil : 4-73'de verilen devre ile gerçekleştirilebilir. Bu devrede (Başlatma) butonuna basılırsa (I) kontaktörü enerjilenir. (I) kontakları durumlarını değiştirirler. Güç devresinde (I) kontakları kapanınca motor ileri yönde dönmeğe başlar. Motorun dönmesiyle (Ani durdurma) anahtarı kapanır. Normalde kapalı (I) kontağı evvelce açıldığından, (G) kontaktörü enerjilenemez. (Durdurma) butonuna basıldığında, (I) kontaktörü ve motor şebekeden ayrılır. Açılmış olan (I) kontağı tekrar kapanır. Motor hâlâ dönmekte olduğundan, (ani durdurma) anahtarı gene kapalı kalır. Bu nedenle (G) kontaktörü enerjilenir. Güç devresindeki (G) kontakları kapanır. İki fazın yeri değişmiş olarak motor tekrar şebekeye bağlanır. Motorda meydana gelen ters döndürme momenti, rotorun devir sayısını hızla düşürür. Devir sayısı sıfır olduğunda, (Ani durdurma) anahtarı açılır. (G) kontaktörünün enerjisi kesilir. (G) kontakları açılır ve motor şebekeden ayrılır. Böylece motor ters yönde dönmeye ani olarak durmuş olur.

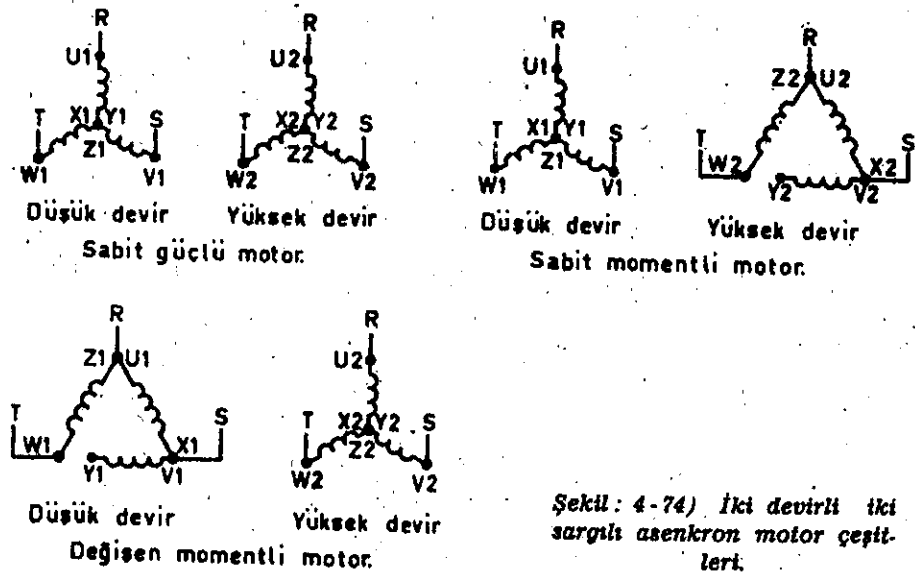
4 — SORULAR :

- 1 — Üç çeşit elektriksel frenlemenin nerelerde ve hangi koşullarda kullanılabileceğini araştırınız.
- 2 — Bir şönt motor ileri-geri yönlerde döndürülecektir. Motorun durması balatalı fren ile çabuklaştırılacaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.



- 3 — Rotoru sargılı bir asenkron motor bir kademe dirençle yol alacak ve dinamik frenleme ile duracaktır. Dinamik frenlemede yol verme direnci kısa devre edilecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 4 — Üç fazlı bir asenkron motor ileri - geri yönlerde döndürülecektir. Motorun durması dinamik frenleme ile çabuklaştırılacaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 5 — Rotoru sargılı bir asenkron motor bir kademe dirençle yol alacak ve ani olarak durdurulacaktır. Ani durdurmada rotor devresine yol verme direncinden başka bir kademe direnç daha eklenecektir. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 6 — Bir vinç kuruluşunda yükün kaldırılması, üç fazlı bir asenkron motorun verdiği güç ile sağlanacaktır. Yük aşağıya indirilirken motor dinamik olarak frenlenecektir. Böylece aşağıya inişte yükün hızı denetlenebilecektir. Yük herhangi bir yükseklkte balatalı fren ile sabit tutulacaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 7 — Üç fazlı bir asenkron motor otomatik yıldız - üçgen şalterle yol alacak ve dinamik frenleme ile duracaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.

F — KUTUP SAYISINI DEĞİŞTİRME : Asenkron motorların devir sayısı $n = (120 \cdot f) / 2p$ formülü ile bulunur. Motorun gerçek devir sayısı formülle bulunan değerden biraz daha küçüktür. Bu formülden görüleceği üzere, asenkron motorların devir sayısı şebekenin frekansı ile doğru orantılı, motorun kutup sayısı ile ters orantılı olarak değişir. Bir şebekede çalışan bir asenkron motor için bu değer

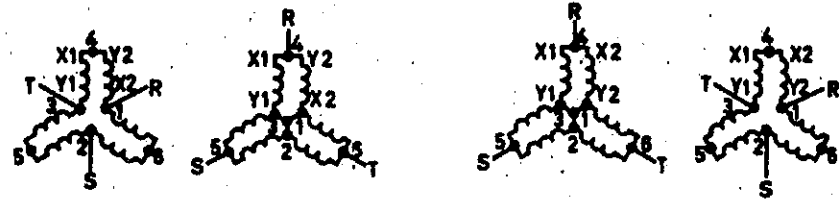


Şekil : 4-74) İki devirli iki sargılı asenkron motor çeşitleri.

lerin değişmesi mümkün olmadığından asenkron motorların devir sayıları değiştirilemez. Eğer bir asenkron motor çeşitli kutup sayılarında çalışabilecek şekilde yapılırsa aynı motordan iki veya daha fazla sayıda devir elde edilir.

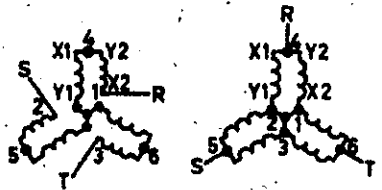
Üç fazlı bir asenkron motordan iki ayrı devir elde etmenin iki ayrı yolu vardır. Birinci yol asenkron motora değişik kutup sayılarında iki ayrı sargı sarmaktır. Bu sargılardan kutup sayısı küçük olanı devreye bağlandığında, motor yüksek devirle döner. Kutup sayısı büyük olan sargı motoru düşük devirle çalıştırır. Sargılardan birisi şebekeye bağlı iken diğer sargının uçları açık bırakılır. İki sargı aynı anda şebekeye bağlanmaz. Şekil : 4-74'de görüleceği üzere iki sargılı, iki devirli asenkron motorların sabit güçlü, sabit momentli ve değişen momentli olmak üzere üç ayrı çeşidi vardır. Her motor çeşidinde bir sargı devreye bağlı iken, devreye bağlanmamış diğer sargı üzerinde transformasyon gerilimi doğar. Bu gerilim yıldız bağlı bir sargıda doğarsa hiçbir sakınca yaratmaz. Fakat üçgen bağlı bir sargıda doğan transformasyon gerilimi faz sargılarından bir akım dolaştırır. Bu durumda asenkron motor, sekonderi kısa devre olmuş bir transformatör gibi çalışır. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için, üçgen bağlantının bir köşesi açık bırakılır. Bu sargı devreye bağlanacağı zaman, üçgen bağlantının açık köşesi kapatılır.

Çift devir elde etmenin ikinci yolunda motora üç fazlı bir sargı sarılır. Her faz sargısının ortasından dışarıya bir uç çıkartılır. Böyle



Düşük devir (Seri üçgen bağlantısı) Yüksek devir (Paralel yıldız bağlantısı)
Sabit momentli motor.

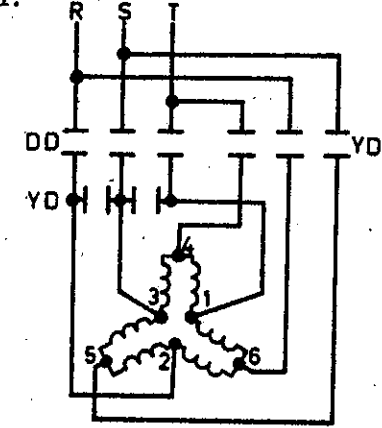
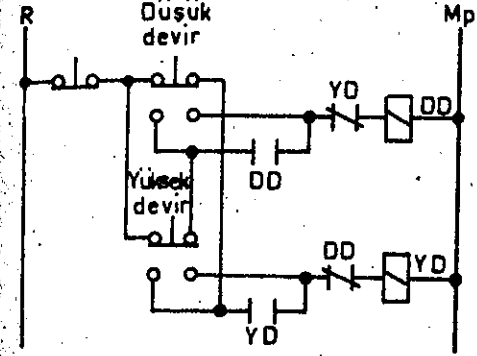
Düşük devir (Paralel yıldız bağlantısı) Yüksek devir (Seri üçgen bağlantısı)
Sabit güçlü motor.



Düşük devir (Seri yıldız bağlantısı) Yüksek devir (Paralel yıldız bağlantısı)
Değişen momentli motor.

(Şekil : 4 - 75) Dahlander bağlanmış iki devirli asenkron motor çeşitleri.

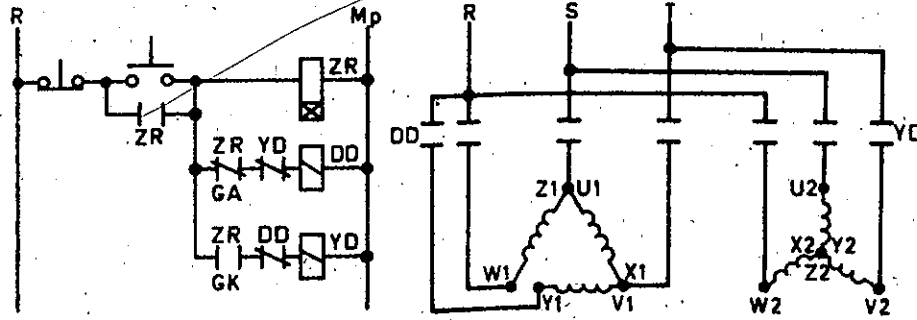
bir motorda üçü faz sargılarının orta noktalarından, üçü de faz sargılarının başlangıç ve bitiş noktalarından olmak üzere dışarıya altı uç çıkar. Bir sargıdan iki ayrı devir elde etmek için yapılan bağlantıya, Dahlander bağlantısı adı verilir. Şekil : 4-75'den görüleceği üzere Dahlander bağlanmış motorların sabit güçlü, sabit momentli ve değişen momentli olmak üzere üç ayrı çeşidi vardır. Şekil : 4-75'de her bir motorun düşük ve yüksek devirlerde nasıl bağlanacağı gösterilmiştir. Örneğin değişen momentli motorda sargılar seri yıldız olarak şebekeye bağlanırlarsa motor yüksek kutup sayısında ve düşük devirle çalışır. Bu bağlantıda faz sargılarının orta uçları açık bırakılır. Değişen momentli motordan yüksek devir elde etmek için, her faza ait iki bobin kendi aralarında paralel bağlanır. Sonra üç faza ait bobinlerle yıldız bağlantı yapılır. Şebekenin (R), (S), (T) fazları sargıların orta noktalarına verilir. Bu bağlantıda motor düşük kutup sayısıyla çalışır.



(Şekil : 4-76) Dahlander bağlanmış, iki devirli, sabit momentli bir asenkron motorun iki ayrı devirde çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi.

1 — BİR SARGILI VE İKİ DEVİRLİ ASENKRON MOTORUN KUMANDASI : Şekil : 4-76'da Dahlander bağlı sabit momentli bir motora ait bağlantı şeması verilmiştir. Bir kısa devreyi önlemek için, kumanda devresinde buton ve elektriksel kilitleme yapılmıştır. Bu devrede (Düşük devir) butonuna basıldığında (DD) kontaktörü enerjilenir. Kumanda devresinde kapanan (DD) kontağı basılan butonu mühürler ve sürekli çalışmayı sağlar. Açılan normalde kapalı (DD) kontağı (YD) kontaktörünün çalışmasına engel olur. Güç devresinde kapanan (DD) kontakları üçgen sargının köşelerini şebekeye bağlar. Motor yüksek kutup sayısında düşük devirle çalışır. (Durdurma) butonuna veya (Yüksek devir) butonuna basılıncaya kadar motor düşük devirle çalışmaya devam eder. (Yüksek devir) butonuna basıldığında (YD) kontaktörü enerjilenir. Kumanda devresinde

kapanan (YD) kontağı (Yüksek devir) butonunu mühürler ve sürekli çalışma sağlar. Açılan (YD) kontağı ise (DD) kontaktörünün çalışmasını engeller. Güç devresinde kapanan (YD) kontakları faz sargılarının orta uçlarını şebekeye bağlar. Üçgen bağlı sargının köşe uçlarını birleştirir. (Durdurma) butonuna veya (Düşük devir) butonuna basılıncaya kadar, motor düşük kutup sayısında ve yüksek devirle çalışmaya devam eder.



(Şekil : 4-77) İki sargılı, iki devirli, değişen momentli bir asenkron motora yol vermeye ait bağlantı şeması.

2 — İKİ SARGILI VE İKİ DEVİRLİ ASENKRON MOTORUN KUMANDASI : Şekil : 4-77'de iki sargılı, iki devirli değişen momentli bir motora ait bağlantı şeması verilmiştir. Bu bağlantı yüksek devirde çalışan ve yol vermede güçlük çekilen motorlara (Örneğin bir santrifüj motoru) uygulanır. Şekil : 4-77'de (Başlatma) butonuna basıldığında (ZR) zaman rölesi ve (DD) düşük devir kontaktörü enerjilenir. Normalde açık (ZR) kontağı kapanarak (Başlatma) butonunu mühürler ve sürekli çalışmayı sağlar. Güç devresinde kapanan (DD) kontakları motorun düşük devir sargısında üçgen bağlantıyı tamamlar ve bu sargıyı şebekeye bağlar. Motor yüksek kutup sayısında ve düşük devirde yol almağa başlar. Düşük devirde normal hız elde edildiği an (ZR) zaman rölesi normalde kapalı kontağını açar ve (DD) kontaktörünü devreden çıkartır. Kapanan normalde açık (ZR) kontağı, (YD) kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde düşük devir sargısı şebekeden ayrılır. Kapanan (YD) kontakları motorun yıldız sargısını şebekeye bağlar. Motor düşük kutup sayısında ve yüksek devirle çalışmaya başlar. (Durdurma) butonuna basılıncaya kadar motor yüksek devirle çalışır. Kumanda devresinde yapılan elektriksel kilitleme, motor sargılarının aynı anda şebekeye bağlanmasına engel olur.

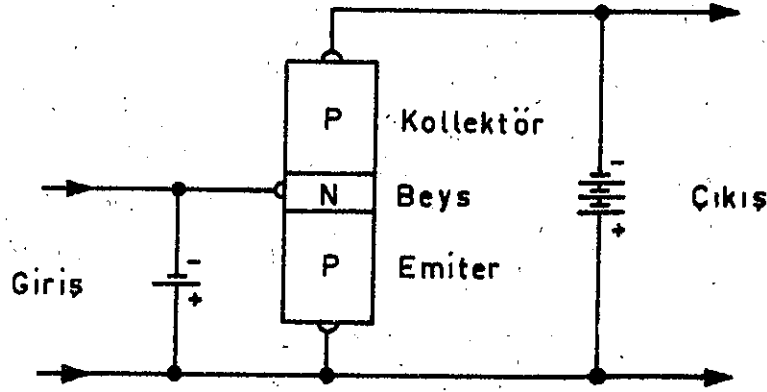
3 — SORULAR :

- 1 — Asenkron motorların devir sayısı nasıl değiştirilir? Açıklayınız.
- 2 — İki devirli, iki sargılı ve sabit momentli bir asenkron motor her iki devirde ayrı ayrı çalıştırılacaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 3 — İki devirli, iki sargılı ve sabit güçlü bir asenkron motor düşük devirle yol alacak, yüksek devirle çalışacaktır. Motor, dinamik frenlemeyle kısa zamanda duracaktır. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 4 — Dahlander bağlantılı ve sabit güçlü bir asenkron motor her devirde ve yönde ayrı ayrı çalıştırılacaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 5 — Asenkron motorlardan üç veya dört ayrı devir nasıl elde edilir? Böyle motorlar nerelerde kullanılır? Açıklayınız.
- 6 — Üç devirli bir asenkron motor üç devirde ayrı ayrı çalıştırılacaktır. Düşük devirden yüksek devire geçiş olacak, fakat yüksek devirden düşük devire geçilemeyecektir. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.

G — ELEKTRONİK KUMANDA : Diyot ve transistörlerin yapımında germanyum ve silisyum kullanılır. Bu elementlere yarı iletken adı verilir. Yarı iletken maddelerin en dış yörüngelerinde 4 tane elektron vardır. Germanyum veya silisyumun kristal yapısına dış yörüngesinde 5 elektron olan arsenik, fosfor ve antimon elementlerinde birisi çok az miktarda karıştırılırsa (N) tipi madde elde edilir. Germanyum veya silisyumun kristal yapısına dış yörüngesinde 3 elektron olan elementlerden biri örneğin alüminyum, galyum, bor veya indiyum çok az miktarda karıştırılırsa (P) tipi madde meydana gelir.

Yarı iletken diyodun yapımında (N) tipi bir madde ile (P) tipi bir madde birleştirilir. Böylece meydana gelen iki uçlu eleman, akımın bir yönde geçişine direnç göstermez. Akımın diğer yönde geçişine çok büyük direnç gösterir. Elektrik akımı diyodun üzerinden (P) tipi maddeden (N) tipi maddeye kolayca geçer. Akım (N) tipi maddeden (P) tipi maddeye geçerken çok büyük dirençle karşılaşır. Bu özellikleri nedeniyle diyotlar alternatif akımın doğrultulmasında kullanılırlar.

Şekil : 4-78'de görüldüğü gibi aralarında (N) tipi madde bulunan iki (P) tipi maddenin birleşimine transistör adı verilir. Üç tabaka yarı iletkeninden meydana gelen bu transistörün ortadaki tabakasına beys denir. Transistörlerde beys tabakası diğer tabakalara göre çok incedir. Şekil : 4-78'de hem giriş ve hem de çıkış devresinde ortak olarak kullanılan (P) tipi maddeden yapılmış plakaya emiter adı verilir. Transistörün üçüncü tabakası olan ve (P) tipi



(Şekil : 4-78) Bir transistörün yapısı, polarlanması, giriş ve çıkış devreleri.

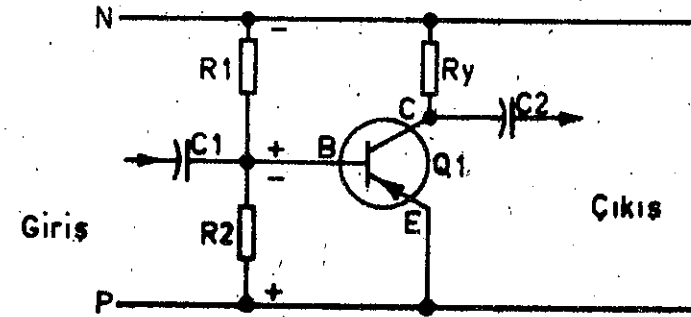
maddeden yapılmış kolektör çıkış devresinde bulunur. Aralarında (N) tipi madde olan iki (P) tipi maddeden meydana gelen transistöre (PNP) transistör adı verilir. Transistörler yalnız (PNP) olarak yapılmazlar. Aralarında (P) tipi madde olan iki (N) tipi maddeden de yapılırlar. Bu çeşit transistörlerde de (NPN) transistör denir. Bir (PNP) transistör şekil : 4-79'da verilen sembol ile gösterilir. Transistör sembolündeki oklu uç emiteri, oksuz uç kolektörü, düz uç ise beysi simgeler. (NPN) transistörler de aynı sembollerle gösterilirler. Yalnız (PNP) transistörde içeriye doğru olan ok yönü, (NPN) transistörde dışarıya doğru olur.

Transistörler elektronik devrelerde üç ayrı şekilde bağlanırlar. Bu bağlantılardan en çok kullanılanı şekil : 4-78'de görülen ortak emiterli bağlantıdır. Bu çeşit bağlantıda transistörün emiter ucu hem giriş devresinde ve hem de çıkış devresinde ortak olarak kullanılır. Ortak emiterli bağlantıda beys-emiter uçları transistörün girişi, emiter - kolektör uçları ise transistörün çıkışı olur. Transistörlerin giriş devreleri düz, çıkış devreleri ters olarak polarlanır. Giriş devresinde üreticinin (N) kutbunun (N) tipi maddeye, üreticinin (P) kutbunun (P) tipi maddeye bağlanmasına düz polarma denir. Çıkış devresindeki ters polarma üreticinin (N) kutbunun (P) tipi kolektöre bağlanmasıyla sağlanır.

Devrede bulunan üreticiler transistörün emiter, beys ve kolektöründen akım dolaştırırlar. Transistörün bu üç akımı arasında bir denge vardır. Bu denge $I_E = I_C + I_B$ eşitliği ile gösterilebilir. Yani transistörün emiter akımı, beys ve kolektör akımlarının toplamına eşit olur. Bu üç akımdan beys akımı, diğer akımlardan çok küçüktür. Çünkü şekil : 4-78'den görüleceği üzere beys tabakası, emiter

ve kolektöre göre çok incedir. Herhangi bir nedenle beys akımı artarsa eşitlik bozulmayacak şekilde emiter ve kolektör akımları da artar. Eğer beys akımı azalırsa gene aynı şekilde emiter ve kolektör akımları da azalır. Şekil : 4-78'deki devrenin girişinde bulunan gerilim kaynağı kaldırılırsa beys akımı sıfır olur. Buna bağlı olarak da emiter ve kolektör akımları sıfır olurlar. Bu devrede transistörün girişine üretic bağlandığında, beys üzerinden bir akım geçer. Gene bu akım nedeniyle transistörün emiter ve kolektöründen bir akım dolaşır. Yukarıda açıklanan ve transistörlerde bulunan bu özellik şöyle özetlenebilir :

Transistörün emiter-kolektör çıkış uçları değişken bir dirence benzerler. Eğer transistörün beys-emiter uçlarındaki giriş gerilimi büyürse kolektör-emiter uçlarındaki direnç azalır. Çünkü giriş gerilimi büyüdüğünde, beys akımı artar. Beys akımındaki artış da kolektör ve emiter akımlarında artışa neden olur. Transistörün beys-emiter uçlarındaki giriş gerilimi küçülürse beys akımı azalır. Bu azalma kolektör ve emiter akımlarının küçülmesine neden olur. Kolektör ve emiter akımlarının küçülmesi de kolektör-emiter uçları arasındaki direncin yani çıkış direncinin büyüdüğünü gösterir. Transistörlerde küçük bir beys akımı, çok daha büyük değerdeki emiter ve kolektör akımlarına kumanda etmiş olur.



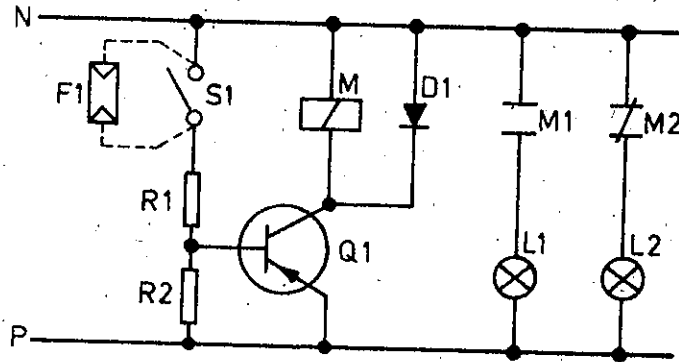
(Şekil : 4-79) Transistörlü yükselteç devresi.

1 — TRANSİSTÖRLÜ YÜKSELTEÇ : Elektronik devrelerde kullanılan transistörler yükseltme görevi yaparlar. Şekil : 4-79'da bir transistörden oluşan bir yükseltece ait bağlantı şeması verilmiştir. Bu bağlantıda (PNP) tipi bir transistör kullanılmıştır. Şekil : 4-79'daki devrede (R1) ve (R2) dirençleri gerilim bölme görevi yaparlar. Üretic gerilimi her iki direnç üzerinde gösterilen polaritede bir gerilim düşümü yaratır. (R2) direncinde düşen gerilim transistörün giriş polarma gerilimi olur. (Ry) direnci transistörün yük di-

rencidir. Böyle bir devrede yükseltilecek sinyal (C1) kuplaj kondansatörüyle transistörün beysine uygulanır. Yükseltilmiş sinyal ise transistörün kollektör ucundan (C2) kuplaj kondansatörüyle alınır. Yükseltilecek sinyal transistörün girişine uygulandığında, sinyal gerilimi beys akımında küçük değişmeler yaratır. Beys akımındaki bu değişmeler kollektör akımında büyük değişmelere neden olur. Kollektör akımının değişmesi de kollektör - emiter gerilimini değiştirir. Böylece girişe uygulanan sinyal, transistörün çıkışından yükseltilmiş olarak alınır.

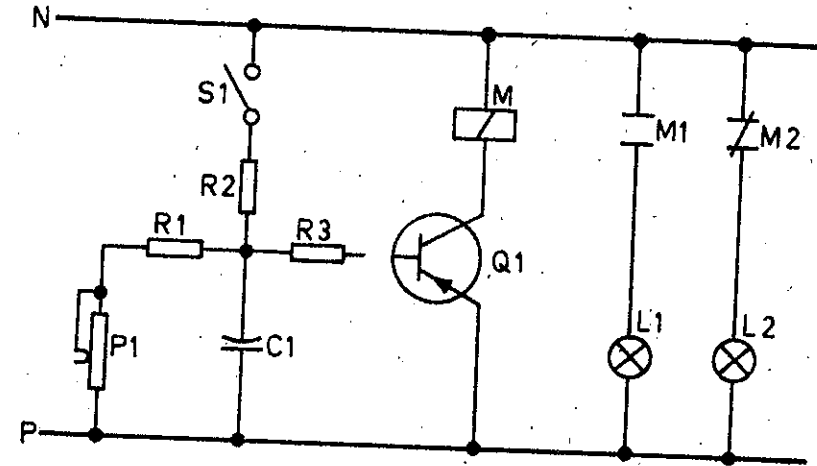
2 — TRANSİSTÖR ARACILIĞI İLE BİR RÖLENİN KUMANDASI

Endüstride daima küçük bir akımla büyük bir akımın kumanda edilmesi istenir. Röle ve kontaktörler bu ilkeye göre çalışırlar. Küçük bir akımla bu elemanların bobinleri kumanda edildiğinde bu elemanların kontaktları da büyük akımlara kumanda ederler. Eğer bir röle veya kontaktör bobininin çok daha küçük bir akımla kumandası istenirse röle ile birlikte bir transistör kullanılır. Şekil : 4-80'de böyle bir devrenin bağlantı şeması verilmiştir. Bu devrede (M) röle bobini (Q1) transistörüne yük olarak bağlanmıştır. (Q1) transistörünün giriş polarma gerilimi (R1) ve (R2) dirençleriyle sağlanır. Şekil : 4-80'deki devrede (S1) anahtarı açıkken (R1) ve (R2) dirençlerinde bir gerilim düşümü olmaz. Transistörün beys - emiter yani giriş uçları arasında bir polarma gerilimi bulunmaz. Bu durumda transistörün çıkış yani kollektör - emiter uçları arasındaki direnç çok büyür. Kollektör akımı çok ufaktır. (M) rölesi enerjilenmez ve kontaktları normal durumda kalırlar. (L1) lambası sönmüş kalırken (L2) lambası yanar. (S1) anahtarı kapatıldığında (R1) ve (R2) dirençlerinde bir gerilim düşümü meydana gelir. (R2) direncinde düşen gerilim transistörün giriş polarma gerilimi olur. Bu durumda kollektör - emiter yani çıkış uçları arasındaki direnç küçülür. Kol-



(Şekil : 4-80) Bir rölenin bir transistör ile kumandasına ait bağlantı şeması.

lektör akımı artar. (M) rölesi enerjilenir. Kontaktlar konumlarını değiştirirler. (M1) kontağı kapanır ve (L1) lambası yanar. (M2) kontağı açılır ve (L2) lambası söner. (S1) anahtarı açıldığında, (M) röle bobininin akımı kesilir ve kontaktlar normal konumlarına dönerler. (M) röle bobininin akımı kesildiğinde, bobinde bir indüksiyon gerilimi doğar. Bu gerilim üreteç gerilimi ile aynı yönde olduğundan, iki gerilim birbiri ile toplanır ve transistörün kollektör - emiter gerilimi yükselir. Bu gerilim transistör için tehlikeli olabilecek bir değere kadar çıkabilir. Bu nedenle bobinde meydana gelen indüksiyon gerilimi (D1) diyodu ile söndürülür. Şekil : 4-80'de (S1) anahtarının yerine bir (F1) foto kondaktif pili bağlanırsa anahtarın yaptığı görevi bu fotosel de yapabilir. (F1) fotoselinin üzerine ışık düştüğünde direnci çok azalır. Transistörün giriş polarma gerilimi, beys akımı ve kollektör akımı yükselir. Röle enerjilenir ve kontaktlar durum değiştirir. Fotosele gelen ışık kesildiğinde, fotoselin direnci yükselir. Transistörün giriş polarma gerilimi, beys akımı ve kollektör akımı küçülür. (M) röle bobininin enerjisi kesilir ve kontaktlar normal konumlarına dönerler.



(Şekil : 4-81) Transistörlü zaman rölesinin bağlantı şeması.

3 — TRANSİSTÖRLÜ ZAMAN RÖLESİ

Yapılarda, elektronik merdiven otomatiği olarak kullanılan aygıtlar, esasında bir veya iki transistörlü zaman röleleridir. Şekil : 4-81'de verilen zaman rölesinde bir transistör kullanılmıştır. Bu devrede (S1) anahtarı açıkken, (Q1) transistörünün girişinde yani beys - emiter uçlarında bir polarma gerilimi bulunmaz. Transistörün çıkış yani kollektör - emiter uçları arasındaki direnç büyük olur. Kollektör akımı çok ufak olacağından (M) rölesi enerjilenmez. (M) kontaktları normal du-

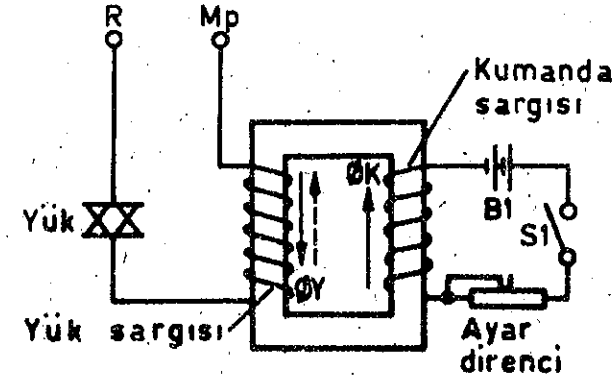
rumlarını korurlar. Bu durumda (L2) lambası yanarken, (L1) lambası sönmük kalır. Şekil : 4-81'deki devrede (S1) anahtarı kapatılır ve sonra açılırsa (C1) kondansatörü hemen şarj olur. (S1) anahtarına seri bağlı (R2) direnci, kondansatörün şarj akımını sınırlar. Aksi takdirde kondansatörün şarj akımı güç kaynağını aşırı şekilde yükler. Şarj olmuş (C1) kondansatöründeki gerilim, (Q1) transistörünün giriş polarına gerilimi olur. Bu gerilim nedeniyle (Q1) transistörünün beysinden bir akım geçmeye başlar. Kondansatör uçlarındaki gerilim transistörün giriş devresi için çok yüksek olduğundan, (R3) direnci beys akımını sınırlar. Transistörün beysinden geçen akım, kollektör-emiter uçları arasındaki direnci küçültür. Artan kollektör akımı (M) rölesini enerjilendirir. (M) kontakları durum değiştirir. (L1) lambası yanar ve (L2) lambası söner. Transistörün beys-emiter devresinden geçen akım (C1) kondansatörünü boşaltmağa yarar. (R1) direnci ve (P1) potansiyometresinden geçen akım da (C1) kondansatörünün boşalmasına yardımcı olur. Eğer (P1) potansiyometresi devreden çıkartılırsa (C1) kondansatörünün boşalması hızlanır. (C1) kondansatörü boşaldıkça, transistörün beys akımı ve dolayısıyla kollektör akımı azalır. Kollektör akımı rölenin paletini bıraktığı akım değerinin altına düştüğünde, (M) rölesinin enerjisi kesilir. (M) kontakları normal konumlarına dönerler. Yanan lamba söner ve sönmük olan lamba yanar. Şekil : 4-81'de verilen devre, ters zaman rölesi gibi çalışır. Çünkü (S1) anahtarı kapatıldığında, (M) kontakları hemen durumlarını değiştirirler. (S1) anahtarı açıldıktan bir süre sonra da (M) kontakları normal konumlarına dönerler. Şekil : 4-81'deki transistörlü zaman rölesinde zaman ayarı (P1) potansiyometresi ile yapılır. Bu potansiyometrenin değeri küçültüldükçe, (C1) kondansatörü daha hızlı boşalır ve (M) kontakları daha kısa bir zaman içinde normal konumlarına dönerler. (P1) potansiyometresinin değeri büyütüldükçe, (M) kontaklarının normal konumlarına dönüş süresi uzar.

4 — SORULAR :

- 1 — (P) ve (N) tipi maddelerin tanımlarını yapınız.
- 2 — Diyot ve transistörlerin yapılarını açıklayınız.
- 3 — (PNP) ve (NPN) transistörlerin sembollerini çiziniz. Her sembolde uçların karşısına isimlerini yazınız.
- 4 — Transistörlerde akımlar arasında bulunan bağıntıyı açıklayınız.
- 5 — Transistörlerin anahtar gibi kullanılıp kullanılamayacağını araştırınız.
- 6 — Transistörlerin bağlantısını, giriş ve çıkış polarmalarını açıklayınız.
- 7 — Transistörlerin neden değişken dirençlere benzediklerini açıklayınız.

- 8 — Şekil : 4-80'de verilen devreyi (NPN) transistör kullanarak tekrar çiziniz.
- 9 — Şekil : 4-81'de verilen devreyi (NPN) transistör kullanarak tekrar çiziniz.
- 10 — İki transistörden oluşan bir zaman rölesinin bağlantı şemasını çiziniz.

H — DOYUMLU REAKTÖRLER : Motorlara yavaş yavaş yol vermede, kaynak makinalarında akım ayarlamada, lambaların yavaş yavaş yakılıp söndürülmesinde ve bunun gibi yerlerde reosta gibi kullanılan, yapısı transformatörlere benzeyen aygıtlara doyumlu reaktör adı verilir. Bir doyumlu reaktör aynı işi yapan bir reostadan daha az yer kaplar ve daha az enerji sarfeder. Büyük bir gücün kumandası doyumlu reaktör kullanılarak çok küçük bir güçle yapılabilir.



(Şekil : 4-82) Bir doyumlu reaktörün basit devresi.

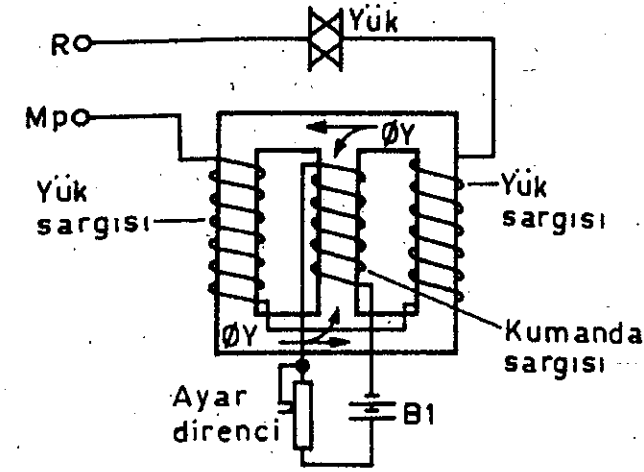
Şekil : 4-82'de görüldüğü gibi bir doyumlu reaktörde yük ve kumanda sargısı olmak üzere iki adet bobin vardır. Yük sargısı kumanda edeceği yük ile seri bağlıdır. Bu seri devreye şebeke gerilimi uygulanır. Kumanda sargısı bir doğru akım üreticisine bağlanır. Kumanda sargısından geçecek olan doğru akım bir dirençle ayarlanır. Doyumlu reaktörler kendi gücüne denk bir güce normal olarak kumanda ederler. Şekil : 4-82'deki devrede (S1) anahtarı açıkken, doyumlu reaktör boşta çalışan bir transformatöre benzer. Boşta çalışan bir transformatör demir kayıplarını karşılayacak kadar bir akım çeker. Transformatörün boşta çektiği akım, anma akımına göre çok ufaktır. Bu nedenle doyumlu reaktörde yük sargısının şebekeden çekeceği akım da çok küçük olur. Doyumlu reaktöre yük olarak bağ-

lanmış lambalardan geçecek bu akım, lambaların flamanlarını kızartamaz. Yani lambalar sönük kalırlar. Lambaların sönük olması, şebeke geriliminin çok küçük bir kısmının lambalarda ve çok büyük bir kısmının da doyumlu reaktörün yük sargısında düştüğünü gösterir. (S1) anahtarı açıkken lambaların sönük kalması başka bir şekilde de açıklanabilir. Yük sargısı ve yükten oluşan devreye uygulanan alternatif gerilim bu devreden alternatif akım geçirir. Sinüs eğrisi şeklindeki bu alternatif akımın maksimum değerinde bile demir nüve doyuma ulaşmaz. Bu nedenle demir nüvedeki manyetik akı sinüs eğrisi şeklinde bir değişme gösterir. Bu manyetik alan yük sargısında şebeke gerilimine yakın bir zıt E. M. K. doğurur veya yük sargısının empedansını çok yükseltir. Şebeke geriliminin büyük bir kısmı bu sargıda düşer ve lambalar sönük kalırlar.

Şekil : 4-82'deki devrede (S1) anahtarı kapatılırsa kumanda sargısından doğru akım geçmeğe başlar. Ayar direnciyle doğru akımın değeri demir nüveyi doyuma getirecek bir değere ayarlanırsa lambalar yanmağa başlarlar. Çünkü bu durumda yük sargısından geçecek alternatif akım, demir nüvede manyetik akıyı değiştiremez. Manyetik akı değişmeyince, yük sargısında zıt E. M. K. doğmaz ve yük sargısının empedansı çok küçük olur. Şebeke geriliminin çok küçük bir kısmı yük sargısında, çok büyük bir kısmı da lambalarda düşer. Bu nedenle lambalar parlak olarak yanarlar. Kumanda sargısından geçecek olan akım azaltılırsa lambalarda düşen gerilim küçüleceğinden, lambalar daha sönük yanarlar.

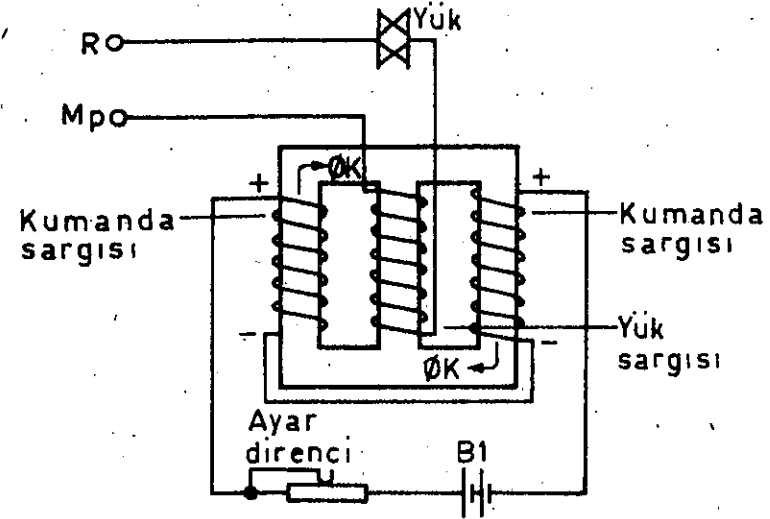
Alternatif akımın bir yarım saykılında yük sargısından geçecek akımın yaratacağı manyetik alan, kumanda sargısının yarattığı manyetik alanla aynı yönde olur. Bu yarım saykılıda demir nüve daha çok doyuma gider. Alternatif akımın diğer yarım saykılında yük sargısından geçecek olan akımın yaratacağı manyetik alan demir nüveyi doyumdan uzaklaştırır. Demir nüveyi her iki yarım saykılıda da doyunda tutabilmek için daha büyük bir kumanda gücüne ihtiyaç duyulur. Doymulu reaktörlerdeki bu sakınca ileride incelenecek olan manyetik yükselteçlerde bulunmaz.

1 — DOYUMLU REAKTÖR UYGULAMALARI : Şekil : 4-82'de verilen devrede yük sargısından geçen alternatif akım demir nüvede değişken bir manyetik alan yaratır. Değişken manyetik alan kumanda sargısında bir gerilimin indüklenmesine neden olur. Kumanda sargısının sarım sayısı çok yüksek olduğundan, indüklenen gerilimin değeri de büyük olur. Bu gerilim doğru akım üreticinin üzerinden bir akım dolaştırır ve onun bozulmasına neden olur. Doğru akım üreticinden geçecek alternatif akım, bu üreteci seri bağlanacak bir reaktörle çok küçük bir değere indirilebilir. Fakat üretecten alter-



(Şekil : 4-83) İki yük sargılı, bir kumanda sargılı doymulu reaktör ve devresi.

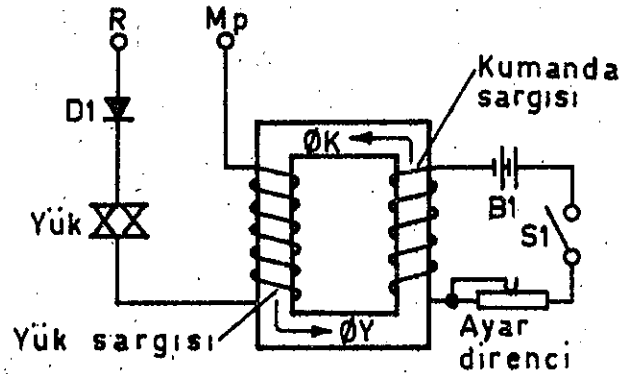
natif akımın geçmesi tam olarak önlenemez. Bu sakınca, yapıları Şekil : 4-83 ve 4-84'de verilen doymulu reaktörlerde ortadan kaldırılır. Şekil : 4-83'de verilen doymulu reaktörlerde mantel tipi bir demir nüve kullanılır. Bu nüvenin dış bacaklarına birer yük sargısı yerleştirilir, bu sargılarla yük seri olarak bağlanır. Bu doymulu reaktörün orta bacağında bulunan kumanda sargısı demir nüveyi doyuma getirerek veya doyumdan uzaklaştırarak yük akımına kumanda eder.



(Şekil : 4-84) İki kumanda sargılı, bir yük sargılı doymulu reaktör ve devresi.

Şekil : 4 - 83'de görüldüğü gibi yük sargılarından geçen akımların yattıkları manyetik alanlar, doyumlu reaktörün ortadaki bacağına birbirlerini yok ederler. Bu nedenle ortadaki bacakta manyetik akı değişmez ve kumanda sargısında sakınca yaratacak hiçbir gerilim indüklenmez. Şekil : 4 - 84'de verilen doyumlu reaktörde de mantel tipi demir nüve kullanılır. Bu demir nüvenin ortadaki bacağına yük sargısı yerleştirilir ve bu sargı yük ile seri bağlanır. Kumanda sargısının yarısı bir bacağına, yarısı diğer bacağına yerleştirilir. İki kumanda sargısı şekil : 4 - 84'de görüldüğü gibi birbirine seri bağlanır. Bu doyumlu reaktörün yük sargısından geçen alternatif akım, demir nüvede değişken bir manyetik alan yaratır. Değişken manyetik alan kumanda sargılarının her birinde aynı değerde bir gerilim indükler. İndüklenen gerilimler birbirlerine ters seri bağlı olduklarından, kumanda sargılarının üretece bağlanan uçlarında hiçbir gerilim bulunmaz.

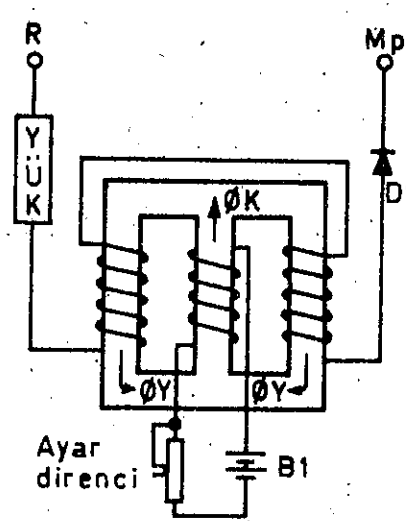
Şekil : 4 - 83'de verilen doyumlu reaktör uygulamada daha çok kullanılır. Çünkü bu doyumlu reaktörün kumanda sargısında hiçbir gerilim indüklenmez. Şekil : 4 - 84'de verilen doyumlu reaktörde kumanda sargılarında indüklenen gerilimler birbirlerini yok ederlerse de bu sargılarda gerilimlerin indüklenmesi önlenemez. Halbuki kumanda akımını küçültmek için kumanda sargılarına fazla sarım sarılır. Bu nedenle bu sargılarda doğan gerilim büyük olur. Büyük gerilim de sargı yalıtımı için sakınca yaratır.



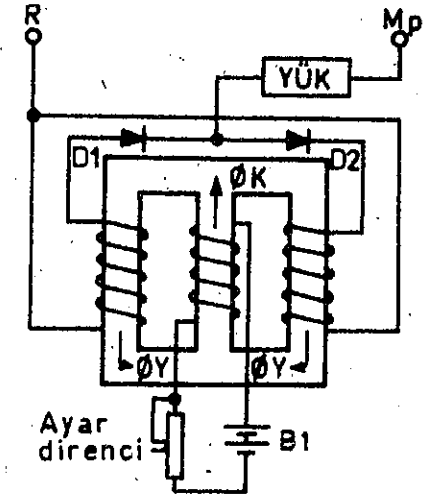
(Şekil : 4 - 85) Bir manyetik yükseltecin basit devresi.

2 — MANYETİK YÜKSELTEÇ VE UYGULAMALARI : Doyumlu reaktörlerde yük sargısından geçen akımın bir yarım saykılında demir nüve doyuma yaklaşır. Diğer yarım saykılında ise demir nüve doyumdan uzaklaşır. Bu nedenle demir nüveyi tam doyuma getirmek için daha büyük bir kumanda gücüne ihtiyaç duyulur. Doyumlu re-

aktörlerde bulunan bu sakınca, devreye eklenen bir veya daha fazla sayıdaki redresörle ortadan kaldırılır. redresörler demir nüveyi doyumdan uzaklaştıracak olan yarım saykılıda yük sargısından akımın geçmesine engel olurlar. Yük sargısından yalnız bir yonde geçecek olan yük akımı da demir nüveyi doyuma yaklaştırır. Böylece daha ufak bir kumanda gücüyle yük akımı denetlenmiş olur. Doyumlu reaktöre bir redresörün eklenmesiyle meydana gelen şekil : 4 - 85'deki bağlantıya manyetik yükselteç adı verilir. Şekil : 4 - 85'deki manyetik yükselteç devresinde yük üzerinden doğrultulmuş bir akım geçer. Eğer bu durum arzulanmazsa yapılacak bağlantı değişikliği ile yük üzerinden alternatif akımın geçmesi sağlanabilir. Şekil : 4 - 85'de verilen manyetik yükselteç devresinin de bir sakıncası vardır. Bu sakınca kumanda sargısında bir gerilimin doğması ve bu gerilimin üreteçten akım dolaştırmasıdır. Yalnız manyetik yükselteçlerin kumanda sargısında doğan gerilim doyumlu reaktörlere göre çok küçük olur. Çünkü manyetik yükselteçlerin yük sargılarından yarım dalga doğrultulmuş akım geçer. Yarım dalga doğrultulmuş akımın yaratacağı manyetik alan değişikliği ise çok küçüktür. Bu nedenle kumanda sargısında doğan küçük gerilim önemli bir sakınca yaratmaz. Uygulamada manyetik yükselteçler için mantel tipi demir nüve kullanılır. Yük sargısının yarısı bir dış bacağına, yarısı ise diğer dış bacağına sarılır. Kumanda sargısı ise ortadaki bacağına yerleştirilir. Şekil : 4 - 86 ve 4 - 87'de iki çeşit manyetik yükseltece ait bağlantı şekli verilmiştir. Şekil : 4 - 86'daki devrede bulunan (D1) doğrultmacı nedeniyle yükten doğru akım geçer. Bu nedenle şekil : 4 - 86'daki



(Şekil : 4 - 86) Çıkış gerilimi doğrultulmuş manyetik yükselteç.



(Şekil : 4 - 87) Çıkış gerilimi alternatif akım olan manyetik yükselteç.

manyetik yükselteç ile doğru akımla çalışan bir makina örneğin bir şönt motor kumanda edilebilir. Bu devre ile bir şönt motora yol verilebilir veya şönt motorun devir sayısı ayarlanabilir. Şekil : 4-86'da verilen manyetik akıların yönleri incelenirse manyetik kuvvet hatlarının birbirine eklendiği ve demir nüvenin daha kolay doyuma gittiği anlaşılır.

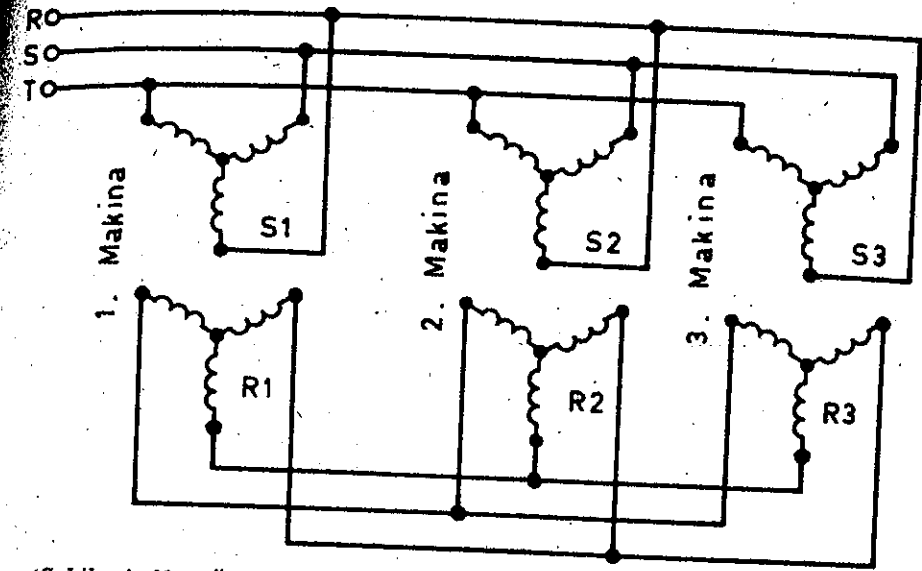
Şekil : 4-87'de verilen manyetik yükselteçle alternatif akımla çalışacak bir yükün kumandası yapılır. Çünkü alternatif akımın bir yarım saykılında (D1) doğrultmacı, diğer yarım saykılında (D2) doğrultmacı ilettime geçer ve yükün üzerinden her iki yarım saykılıda da akım geçer. Bu manyetik yükselteçte de yük sargılarının yarattığı manyetik alan ile kumanda sargısının yarattığı manyetik alan aynı yönde olur. Doyumu kolaylaştıran bu bağlantıda, çok küçük bir kumanda gücü çok büyük yük akımına kolayca kumanda edebilir.

3 — SORULAR :

- 1 — Doyumlu reaktör ve manyetik yükselteçlerin tanımlarını yapınız. Bu iki aygıt arasındaki farklılıkları saptayınız.
- 2 — Bir salının ışıkları doyumlu reaktörle kumanda edilecektir. Doyumlu reaktörün kumanda sargısı bir köprü doğrultmaçtan beslenecektir. Bu isteklere göre bağlantı şemasını tam olarak çiziniz.
- 3 — Bir şönt motora yol verme bir manyetik yükselteçle yapılacaktır. Manyetik yükseltecin çıkışı tam dalga doğrultulmuş gerilim olacaktır. Manyetik yükseltecin kumanda sargısı tam dalga ve süzgeç devreli bir doğrultmaçtan beslenecektir. Gerekli balantı şemasını çiziniz.
- 4 — Bir alternatif akım seri motorunun devir sayısı bir manyetik yükselteçle değiştirilecektir. Manyetik yükseltecin çıkışı alternatif akım olacaktır. Kumanda sargısı bir köprü doğrultmaçtan beslenecektir. Gerekli bağlantı şemasını çiziniz.
- 5 — Üç fazlı bir asenkron motora üç manyetik yükselteçle yol verilecektir. Gerekli bağlantı şemasını çiziniz.

1 — KUMANDA MAKİNALARI : Elektrik devrelerinde gerilim, akım, güç gibi elektriki değerlerin ve durum, gerginlik, hız, moment gibi mekaniki değerlerin çeşitli yöntemlerle denetimi gerekebilir. Bu denetimde selsin, amplidin, rotodrol ve bunlara benzer makineler kullanılır. Aşağıdaki kısımlarda bunlar sırayla incelenecektir :

1 — SELSİN : Selsin kendi kendine senkronize olan bir makinedir. Selsinlerin yapısı rotoru sargılı asenkron motorlara çok benzer. Şekil : 4-88'de görüldüğü gibi hem stator kısmında ve hem de rotor kısmında sargı bulunur. Rotor ve stator bir, iki ve üç sargılı



(Şekil : 4-88) Üç selsinle yapılan durum denetimine ait bağlantı şeması.

olarak yapılabilirler. Şekil : 4-88'de verilen örnekte selsinlerin rotor ve statorlarında üçer sargı bulunmaktadır.

Selsinler senkron gücün iletiminde, açısal durum denetiminde, açısal durumların ölçülmesinde ve uzaktan kumanda gibi birçok alanda geniş olarak kullanılırlar. Örneğin gemilerde kaptan köşkü ile makina dairesi arasındaki haberleşmede, ışıdak, top ve radar antenlerinin kumandasında, vanaların durumlarının denetiminde selsinlerden yararlanılır. Bundan başka endüstride bir depoda bulunan akışkanın yüksekliğinin ölçülmesi, vanaların denetimi ve üç boyutlu filimlerin gösterilmesi selsinlerle yapılır.

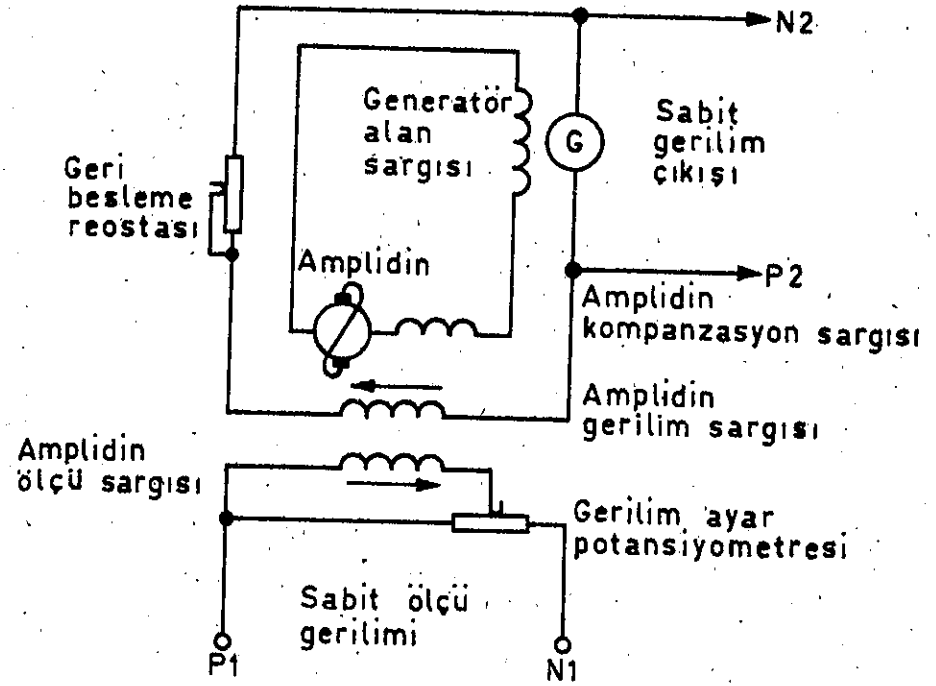
Yukarda verilen örnek işlerde kullanılacak selsinler için genellikle şekil : 4-88'deki gibi bir bağlantı yapılır. Bu bağlantıdan görüleceği üzere kullanılan selsinlerin rotor sargıları birbirine bağlanır. Selsinlerin stator sargıları da birbirlerine bağlandıktan sonra, bu sargılara bir gerilim uygulanır. Selsinlerin stator sargılarına üç fazlı bir gerilim uygulandığında, selsinlerin rotor sargılarında da bir gerilim indüklenir. Her üç rotor aynı konumda olmadığından, rotor sargılarında indüklenen gerilimler birbirlerinden farklı olurlar. Rotor sargılarında indüklenen gerilimler arasındaki fark, rotor sargılarından bir senkronizasyon akımının geçmesine neden olur. Bu akımın meydana getirdiği moment, rotor sargılarındaki gerilimler eşit ve senkronizasyon akımı sıfır oluncaya kadar rotorları döndürür. Böylece rotorlar hep aynı durumda kalırlar. Eğer şekil : 4-88'de ve

rilen bağlantıda selsinlerden biri bir miktar döndürülürse rotor sargıları arasındaki gerilimler arasında bir fark meydana gelir. Bu fark nedeniyle rotor sargılarından senkronizasyon akımı geçer ve bir döndürme momenti doğar. Bu döndürme momenti diğer iki selsin rotorunun aynı miktar dönmesine neden olur. Sonunda rotor gerilimleri birbirine eşit ve senkronizasyon akımı sıfır olur. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, bir selsinin rotoru ne kadar döndürülürse diğer selsinlerin rotorları da o kadar dönüş yaparlar. Bu nedenle selsinlerle yapılan şekil : 4-88'deki bağlantıya elektrik mili de denir. Şekil : 4-88'deki bağlantıda kullanılan birinci selsin başka bir elektrik motoruyla döndürülürse diğer selsinler de senkronize olarak dönmeğe başlarlar. Birinci selsin durdurulduğunda diğer selsinler de dururlar. Başlama ve duruş arasında selsinler aynı devri yaparlar ve aynı konumda kalırlar.

2 — AMPLİDİN : Yapısı bir dinamoya benzeyen dönen bir yükselektir. Dinamoların alan sargısının gücüyle, dinamoyun çıkış gücü arasındaki oran % 1 ile % 3 arasında değişir. Örneğin çıkış gücü 10 000 W olan bir dinamoda uyarım sargısının çektiği güç 100 W'tır. Böyle bir dinamoda 100 W'lık bir güç ile 10 000 W'lık bir güç kumanda edildiğinden dinamodaki güç yükseltme katsayısı 100 olur. Halbuki amplidinlerde güç yükseltme katsayısı 250 000'e kadar çıkabilir. Örneğin amplidinin alan sargısındaki güç 1 mW'a yükseldiğinde, çıkış gücü 250 W olur. Yani amplidinlerde çok ufak bir güç ile çok büyük bir güç kumanda edilir.

Amplidinlerin yapısı dinamoların yapısına çok benzer. Dinamoların nötr ekseninde bulunan fırçalar, amplidinde bir iletkenle kısa devre edilirler. Amplidinin çıkışı kutup eksenine konmuş fırçalardan alınır. Kutupların fırça karşısına gelen kısımları oyuk yapılır ve fırça ekseninde manyetik akı azaltılır. Böylece komitasyon akımının yaratacağı sakınca ortadan kaldırılır. Amplidin çıkışının yalnız alan sargısına bağımlı kalabilmesi için amplidinin kutuplarına bir de kompanzasyon sargısı yerleştirilir. Bu sargı amplidinin çıkışına seri olarak bağlanır.

Çıkış gücüne kumanda edebilmek için amplidinlerde bir veya daha fazla sayıda alan sargısı kullanılır. Şekil : 4-89'daki devrede amplidin iki alan sargısıyla kumanda edilmektedir. Bu devrede amplidin bir doğru akım generatörüne kumanda ederek, generatör çıkışından sabit gerilim alınmasını sağlamaktadır. Şekil : 4-89'dan görüleceği üzere amplidinin alan sargılarından birisi sabit bir gerilim kaynağına bağlıdır. Bu gerilim kaynağının alan sargısından geçireceği akım bir potansiyometre ile ayarlanır. Amplidinin diğer alan sargısı generatörün çıkış uçlarına bağlıdır. Bu sargıdan geçecek



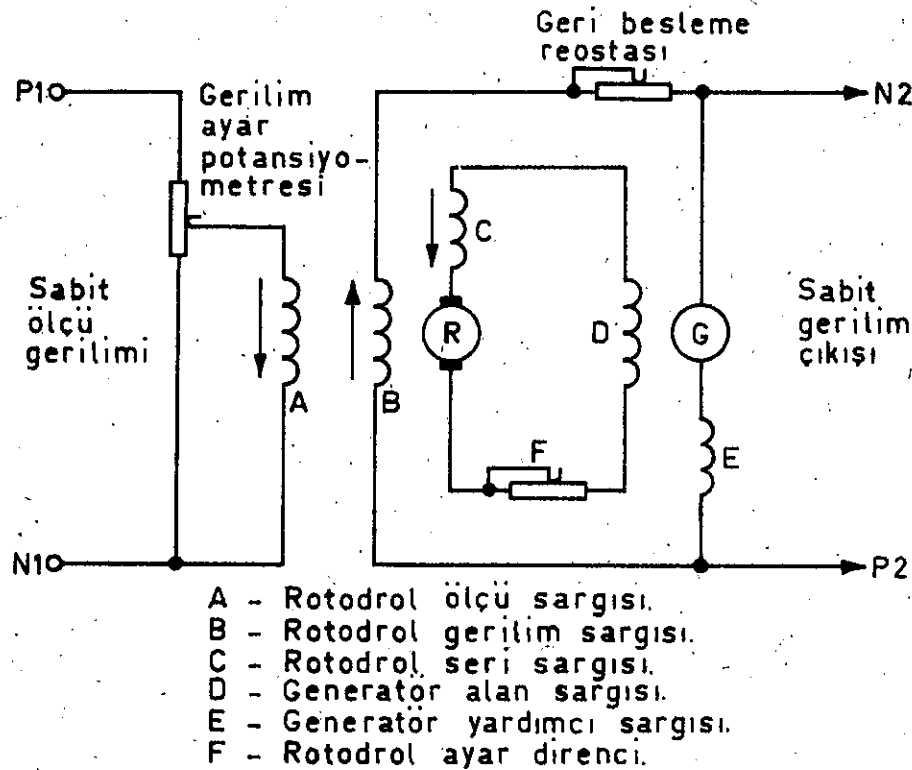
(Şekil : 4-89) Bir doğru akım generatöründe, gerilimin amplidinle kumanda edilmesine ait bağlantı şeması.

akım, generatör çıkış gerilimine bağlı olarak değişir. İki alan sargısından geçen akımların yönleri birbirlerine ters olduklarından bu akımların yarattıkları manyetik alanlar birbirlerine karşı koyarlar. Bu nedenle amplidin gerilim sargısının yarattığı manyetik alan, amplidin ölçü sargısının yarattığı manyetik alanın bir kısmını yok eder. Fark manyetik alan da amplidini uyarır.

Şekil : 4-89'daki devrede genellikle generatör ayrı bir motorla ve amplidin de başka bir motorla döndürülür. Çalışmanın başlangıcında ölçü sargısına uygulanan gerilim bu sargıdan bir akım dolaştırır. Ölçü sargısının yarattığı manyetik alan amplidini uyarır. Amplidinin gerilimi yükselmeye başlar. Amplidinde doğan ve yükselmeye başlayan gerilim generatör alan sargısından bir akım dolaştırır. Generatör alan sargısında meydana gelen manyetik alan generatörü uyarır. Generatör gerilim vermeğe başlar. Çalışmanın başlangıcında amplidin gerilimi yükselmekte olduğundan, generatör gerilimi de yükselmeye başlar. Yükselen generatör gerilimi amplidin gerilim sargısından akım dolaştırır. Bu akımın yarattığı manyetik alan, ölçü sargısının manyetik alanına karşı koyar. Toplam manyetik alan azal-

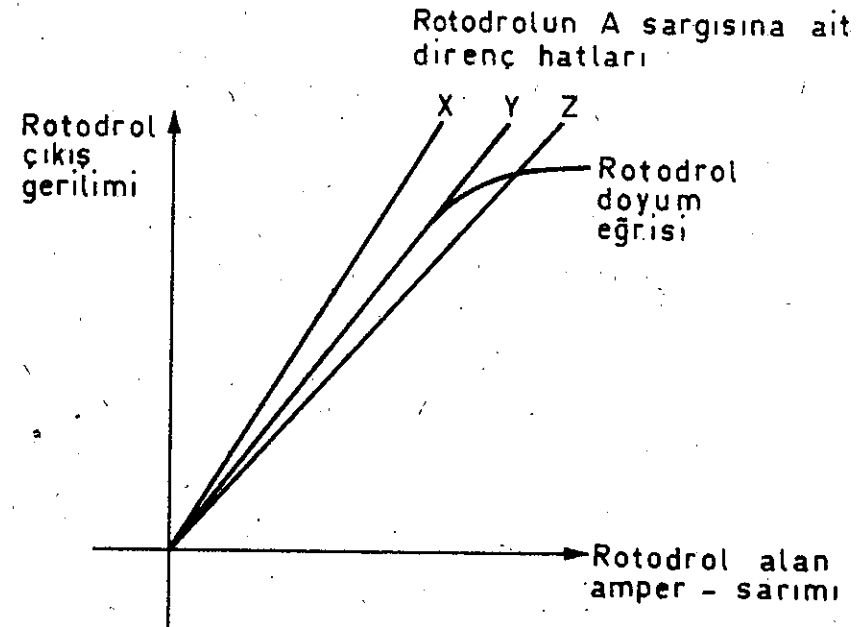
mağa başlar. Toplam manyetik alan uygun bir değere düştüğünde, şekil : 4 - 89'daki devre, kararlı çalışmaya başlar. Yani generatör arzulanan değerde bir çıkış gerilimi verir. Generatörün çıkış gerilimi, gerilim ayar potansiyometresi ile değiştirilir. Bu potansiyometre ile ölçü sargısına uygulanan gerilim arttırılırsa toplam manyetik alan ve amplidin gerilimi büyür. Bu da generatör geriliminin yükselmesine neden olur.

Yük akımının artması nedeniyle generatörün çıkış gerilimi düşerse amplidin gerilim sargısından geçen akım azalır. Amplidinin toplam manyetik alanı büyür. Amplidinin gerilimi yükselir ve generatör alan sargısından geçen akım artar. Bu akım artışı da generatör geriliminin normal değerine yükselmesine neden olur. Şekil : 4 - 89'daki devrede kullanılan geri besleme reostası gerilim sargısından geçen akımı ayarlar. Bu sargıdan geçen akımın değişmesi de generatör çıkış gerilimini değiştirir. Bununla beraber generatör çıkış geriliminin ayarı, gerilim ayar potansiyometresi ile yapılır. Geri besleme reostası sistem ilk kurulduğunda ayar için kullanılır.



(Şekil : 4 - 90) Bir doğru akım generatöründe, gerilimin rotodrola kumanda edilmesine ait bağlantı şeması.

3 — **ROTODROL** : Rotodrol da amplidin gibi dönen bir yükselteçtir. Yapısı bir dinamoya benzer. Rotodrol'da birkaç tane alan sargısı kullanılır. Bunlardan birisi şekil : 4 - 90'da (A) harfi ile gösterilen ölçü sargısıdır. Bu sargı sabit bir gerilime bağlıdır. Sargının içinden geçen akım bir potansiyometre ile ayarlanır. Rotodrol ölçü sargısı generatör çıkış geriliminin ayarında kullanılır. Rotodrolun ikinci alan sargısı (B) harfi ile gösterilmiş olan gerilim sargısıdır. Bu sargı generatörün çıkış uçlarına bağlanır. İçinden geçen akım generatörün çıkış gerilimiyle doğru orantılıdır. Bu sargının yarattığı manyetik alan (A) sargısının manyetik alanına karşı koyar yani ona terstir. Alan sargılarından üçüncüsü (C) harfi ile gösterilen rotodrolun seri sargısıdır. Bu sargı, rotodrolun gerilimini devam ettirme görevini yapar.



Rotodrolun çalışmasında en önemli görevi seri sargı yapar. Şekil : 4 - 91'de rotodrolun alanıyla çıkış gerilimi arasındaki bağıntıyı gösteren rotodrolun doyum eğrisi verilmiştir. Bu karakteristik eğri üzerine (C) sargısına ait direnç hatları çizilmiştir. Direnç hatlarından (X) ile gösterileni yüksek sargı direncine, (Y) ile gösterileni normal sargı direncine ve (Z) ile gösterileni ise düşük sargı direncine aittir. Eğer (C) sargı direnci çok yüksekse (X) doğrusu doyum eğrisini kesmez. Dolayısıyla bu durumda rotodrol'da bir gerilim doğ-

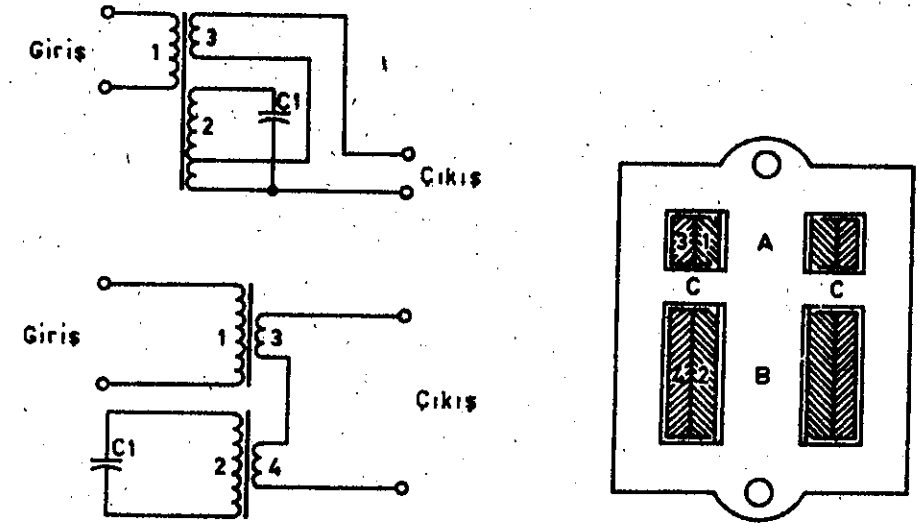
maz. Bu nedenle bu direnç hattı rotodrolun çalışmasında kullanılmaz. (C) sargı direnci çok küçük olursa (Z) doğrusu doyum eğrisini bir noktada keser. Rotodrol da kesim noktasındaki değerde bir gerilim verir. Bu gerilimin değeri sabit olduğundan, (Z) direnç hattı da rotodrolun çalışmasında kullanılmaz. (A) sargı direncinin değeri normal olduğunda, bu dirence ait (Y) doğrusu ile doyum eğrisi üst üste çakışır. Bu durumda da rotodrol gene gerilim vermez. Fakat rotodrolun gerilimi başka bir alan sargısıyla yükseltilirse bu alan sargısının etkisi ortadan kalktıktan sonra da gerilim yükseltildiği değerde sabit kalır. Çünkü (C) sargısının yarattığı manyetik alan bu gerilimi yükseldiği değerde sabit tutar.

Şekil : 4-90'da rotodrola yapılan gerilim denetimine ait bir bağlantı şeması verilmiştir. Bu bağlantıda kullanılan gerilim ayar potansiyometresi, rotodrol gerilimine ve dolayısıyla generatör gerilimine kumanda eder. Sistem çalıştırılmak istendiğinde generatör bir motorla, rotodrol başka bir motorla döndürülür. (A) ölçü sargısına sabit gerilim uygulandığında, bu sargı bir manyetik alan yaratır. (A) sargısının manyetik alanı rotodrol gerilimini yükseltir. Rotodrol da generatörün (D) alan sargısından bir akım dolaştırır. (D) alan sargısı manyetik alan yaratır. Generatör istenen değerde bir gerilim verir. Generatör gerilimi (B) sargısından şekilde gösterilen yönde bir akım dolaştırır. (B) sargısı bir manyetik alan yaratır. Bu manyetik alan (A) sargısının yarattığı manyetik alanı yok eder. Rotodrolun gerilim vermesine neden olan manyetik alan ortadan kalktığı halde rotodrolun gerilimi aynı değerde sabit kalır. Çünkü (C) seri sargısının içinden geçen akımın yarattığı manyetik alan, rotodrolun gerilimini yükseldiği yerde sabit tutar. Herhangi bir nedenle generatörün çıkış gerilimi yükselirse (B) sargısının yarattığı manyetik alan artar. (B) sargısında artan manyetik alan rotodrol gerilimini küçültür. Generatörün (D) alan sargısından geçen akım azalır. Dolayısıyla generatörün gerilimi tekrar normal değerine düşer. Bunun sonucu olarak da (B) alan sargısından geçen akım tekrar normal değerine iner. Generatörün çıkış gerilimi geri besleme reostasıyla değiştirilebilirse de daha çok gerilim ayar potansiyometresi ile değiştirilir. Geri besleme reostası şekil : 4-90'daki devrenin ilk ayarı için kullanılır. (F) harfi ile gösterilen rotodrol ayar direnci (C) sargısına ait direnç hattı ile doyum eğrisinin üst üste çakıştırılmasında kullanılır.

4 — VOLTAJ REGÜLATÖRÜ (SABİT GERİLİM TRANSFORMATÖRÜ) : Voltaj regülatörü dönen bir yükselteç veya bir kumanda makinası değildir. Voltaj regülatörü düzenleme devresi olan özel bir transformatördür. Bu transformatör, giriş gerilimindeki değişimleri

otomatik olarak düzeltir ve çıkışta sabit bir gerilim yaratır. Voltaj regülatörünün bu görevi amplidin ve rotodrolun yaptığı işlerden birisine benzediğinden, voltaj regülatörü bu bölüm içinde incelenmektedir.

Sabit gerilim istenen birçok yerde mesela elektronik aygıtların beslenmesinde voltaj regülatörlerine ihtiyaç çok duyulur. Şekil : 4-92'den görüleceği üzere voltaj regülatörlerinde mantel tipe benzeyen bir demir nüve vardır. Bu demir nüve üzerinde (1) primer sargı, (3) düzenleyici sargı, (2) primer rezonans sargısı, (4) sekonder rezonans sargısı olmak üzere üç veya dört sargı bulunur. Primer ve düzenleyici sargılar demir nüvenin (A) bacağına üst üste olmak üzere sarılırlar. Primer ve sekonder rezonans sargıları gene üst üste olmak üzere demir nüvenin (B) bacağı üzerine yerleştirilirler. Demir nüvenin (A) ve (B) bacakları arasında (C) harfleriyle gösterilen iki manyetik şönt bulunur.



(Şekil : 4-92) Voltaj regülatörünün (Sabit gerilim transformatörlü) bağlantı şemaları ve yapısı.

Primer sargıya düşük bir gerilim uygulandığında, bu sargının yarattığı manyetik alan, devresini hem (C) manyetik şöntlerinden ve hem de (B) bacağı üzerinden tamamlar. Bu nedenle (2) nolu rezonans sargısında yaklaşık olarak sarım oranına bağlı bir gerilim doğar. Primer sargıya uygulanan gerilim arttırılırsa (B) bacağından geçen manyetik akı çoğalır. Bu bacadaki manyetik akı yoğunluğu uygun bir değere yükseldiğinde (2) nolu rezonans sargısının endüktif reaktansı (C1) kondansatörünün kapasitif reaktansına eşit olur. (2)

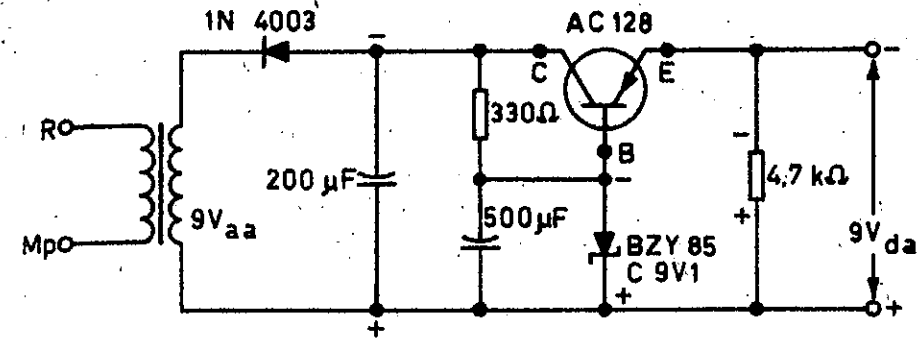
nolu sargı ile (C1) kondansatöründen oluşan devrede şebeke frekansında rezonans meydana gelir. Bu durumda (2) nolu sargıdaki gerilim sabit bir değere yükselir. Bu gerilim sarım oranı ile bulunacak gerilimden daha büyüktür. Meydana gelen rezonans nedeniyle (B) bacağına manyetik akı yoğunluğu artar ve manyetik şöntlerin reaktansları küçülür. (1) nolu primer sargının yarattığı manyetik alanın büyük bir kısmı devresini manyetik şöntler üzerinden tamamlar. Bu nedenle giriş gerilimindeki değişmelerin manyetik alanda yaratacağı değişmeler, (2) nolu rezonans sargısını çok az etkiler ve rezonans devresinde gerilim değişimi çok az olur. Rezonans meydana gelince, (1) nolu primer sargı ile (2) nolu rezonans sargısı arasında manyetik kuplaj azalır. Primer sargı şebekeden rezonansı devam ettirecek, demir ve bakır kayıplarını karşılayacak kadar bir akım çeker.

Rezonans halinde (2) nolu rezonans sargısının uçlarındaki gerilim sabit kaldığından, bu sargı sabit gerilimin alındığı sargı olarak kullanılabilir. Sabit gerilim (2) nolu sargının orta ucundan, tamamından veya rezonans devresi üzerine sarılmış (4) numaralı sargıdan alınabilir. (3) nolu düzenleyici sargı, sabit gerilimin alındığı (2) veya (4) nolu sargıya seri olarak bağlıdır. Düzenleyici sargıdaki gerilim, (2) veya (4) nolu sargıdaki gerilime karşı koyar. Yani bu gerilimler birbirlerine ters seri bağlanırlar.

Şebeke gerilimi yükseldiğinde (2) veya (4) nolu sargıdaki gerilim çok az yükselir. (3) nolu düzenleyici sargıdaki gerilim de aynı değerde yükselmiş olacağından çıkış gerilimi sabit kalır. Voltaj regülatörünün çıkışından bir güç çekildiğinde, (A) ve (B) bacakları arasındaki kuplaj artar. Yani (A) dan (B) ye giden manyetik akı çoğalır. Artan bu manyetik akı, hem çekilen gücü karşılar ve hem de rezonansı devam ettirir. Şebeke geriliminin % 15 değişmesi, voltaj regülatörünün çıkışında % 1 gerilim değişmesine neden olur. Voltaj regülatörünün çıkış gerilimi gerçek bir sinüs eğrisine benzemez. Çünkü çıkış geriliminde üçüncü harmoniğin sebep olduğu bozulmalar vardır.

5 — ADAPTÖR : Adaptör gerilim düzenlemesi olan bir redresördür. Bu tip doğrultmaçlar, elektronik aygıtların beslenmesine kullanılırlar. Adaptörü besleyen alternatif gerilim alçalarak veya yükselerek değişse de adaptörün doğrultulmuş çıkış gerilimi hemen hemen hiç değişmez ve yapıldığı gerilimde sabit olarak kalır.

Şekil : 4 - 93'de verilen adaptör devresinde kullanılan 1N 4003 diyodu yarım dalga redresör görevi yapar. Trafonun sekonderinde bulunan alternatif gerilimi doğrultur. Doğrultulmuş gerilim 200 mikrofarahtık kondansatör ile süzülür. Yani bu kondansatör doğrul-



(Şekil : 4 - 93) Bir transistörlü adaptörün (Sabit gerilim regülatörü) bağlantı şeması.

tulmuş gerilimdeki dalgalanmaları azaltır ve 13 V a şarj olur. Şekil : 4 - 93'deki devrede kullanılan ve BZY 85 C 9V1 ile tanımlanan diyoda zener diyot adı verilir. Zener diyot devreye ters olarak bağlanırsa uçlarındaki gerilim değişmez, sabit olarak kalır. Zener diyodun tanımlanmasında kullanılan harf ve rakamlardan (9V1) ifadesi zener diyodun 9,1 V'luk olduğunu gösterir. Birbirlerine seri olarak bağlanmış 330 ohmluk dirençle zener diyot gerilim bölme görevi yaparlar. Bu devreye uygulanan 13 V'luk doğrultulmuş gerilimin 9,1 V'u zener diyotta 3,9 voltu ise 330 ohmluk dirençte düşer. Zener diyot uçlarında düşen gerilim ölçü gerilimi olarak kullanılır. Adaptörün çıkış gerilimi zener diyot gerilimi ile karşılaştırılır. Fark gerilim ile transistör kumanda edilir ve çıkış geriliminin sabit kalması sağlanır. Zener diyot uçlarındaki gerilim 4,7 kilo ohmluk direnç üzerinden transistörün girişine yani beys-emiter uçlarına uygulanır. Bu gerilim nedeniyle transistör aşırı ilettime geçer ve kollektör-emiter uçları arasındaki direnç çok azalır. Bu nedenle 4,7 kilo ohmluk direnç uçlarındaki gerilim yükselmeğe başlar. Bu direncin uçlarındaki gerilim transistörün beys - emiter uçları arasında ters olarak bağlıdır. Yani beys - emiter uçları arasında biri zener diyot gerilimi, diğeri de doğrultmacın çıkış gerilimi olmak üzere birbirine ters seri bağlanmış iki gerilim bulunur. Çıkış gerilimi büyüdükçe, beys - emiter uçları arasında toplam gerilim küçülür. Bu küçülme 0,1 V'a kadar devam eder ve en sonunda transistör kararlı çalışmaya başlar. Zener diyot gerilimi 9,1 V ve fark gerilim de 0,1 V olduğuna göre, doğrultmacın çıkış gerilimi 9 V olur. Bu duruma göre 1N 4003 diyodun çıkışında bulunan 13 V'luk doğrultulmuş gerilimin 4 V'u transistörün kollektör - emiter uçları arasında düşer. Geriye kalan 9 V'u da adaptörün çıkışında bulunur. Herhangi bir nedenle adaptör girişindeki gerilim düşerse adaptörün çıkış gerilimi de azalmağa başlar. Çıkış

geriliminin azalması, transistörün giriş yani beys - emiter uçları arasındaki fark gerilimin büyümesine neden olur. Bu gerilim büyüyünce, transistörün kollektör - emiter uçları arasındaki direnç ve gerilim düşümü azalır. Doğrultmacın çıkışındaki gerilim tekrar normal durumuna yükselir. Böylece gerilim değişimleri karşılanmış ve sabit bir çıkış gerilimi sağlanmış olur.

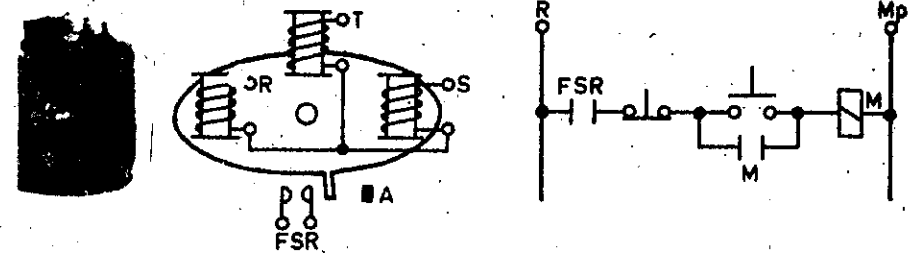
6 — SORULAR :

- 1 — Bir televizyon anteninin yönlendirilmesi iki selsin aracılığı ile uzaktan kumandalı olarak yapılmak isteniyor. Gerekli bağlantı şemasını çiziniz ve sistemin çalışmasını açıklayınız.
- 2 — Kumanda devrelerinde amplidin ve rotodrolun kullanılmasına neden gereksinme duyulur? Açıklayınız.
- 3 — Bir şönt motorun devir sayısı ampidin ile denetlenecek yani ayarlanacak ve sabit tutulacaktır. Gerekli bağlantı şemasını çiziniz.
- 4 — Bir şönt motorun devir sayısı rotodrol ile denetlenecek yani ayarlanacak ve sabit tutulacaktır. Bu isteği cevaplandıracak bağlantı şemasını çiziniz.
- 5 — Şekil : 4 - 89'da bağlantısı verilen amplidinde ölçü ve gerilim sargılarının yerine bir adet kumanda sargısı kullanılabilir mi? Eğer kullanılırsa gerekli bağlantı şemasını çiziniz.
- 6 — Uygulamada kullanılan voltaj regülatörlerinin yapılarını ve bağlantı şemalarını inceleyiniz.
- 7 — Çıkış gerilimi 6 V olan bir adaptörün bağlantı şemasını çiziniz.
- 8 — 6 V'luk transistörlü bir radyonun 12 V'luk bir akü bataryasından beslenmesi isteniyor. Bu isteği cevaplandıracak transistörlü aygıtın bağlantı şemasını çiziniz.

j — **KORUYUCU CİHAZLAR** : Şebekelerde meydana gelen değişmeler, bu şebekelere bağlı olarak çalışan motor ve makinelerde arzulanan bazı zararların doğmasına sebep olur. mesela bir fazın kesilmesi motoru yakar. İki fazın yer değiştirmesi motorda ve makinada birçok sakıncalar yaratır. Bu gibi sakıncaları ortadan kaldırmak için elektrik devrelerinde koruyucu cihazlar kullanılır. Bunlar aşağıdaki kısımlarda sırayla incelenecektir :

1 — **FAZ SIRASI RÖLELERİ** : Üç fazlı şebekelere bağlı olarak çalışan motorların dönüş yönü, şebekenin faz sırasına bağlıdır. Eğer şebekede iki fazın yeri değişirse motorun dönüş yönü değişir. Bu değişme de genellikle motorda ve çalıştırdığı makinada zararlara yol açar. mesela hareketli bir aygıtı çalıştıran motora ileri yönde bir kumanda verildiğinde, aygıt ileri yönde hareket etmeğe başlar. Bu hareket bir sınır anahtarının açılmasıyla son bulur. Bir onarım ne-

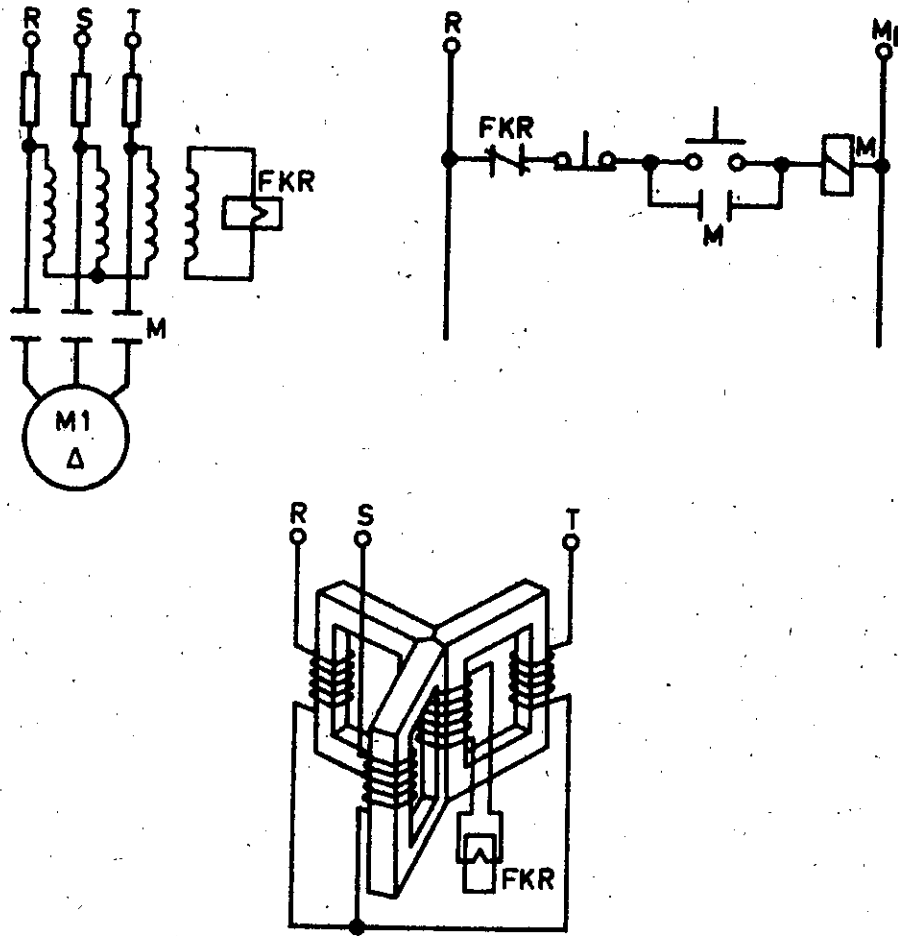
deniyle şebekede iki fazın yeri değişirse motor ve hareketli aygıt normal şekilde çalışmaz. Motora ileri yönde kumanda verildiğinde, aygıt geri yönde hareket eder. Bu yöndeki hareketi durduracak bir sınır anahtarı olmadığından, hareket bir çarpma ile sona erer. Bu çarpışma, aygıtın kırılmasına veya motorun yanmasına sebep olur. Faz sırası değişmesinin yarattığı bu gibi sakıncalar faz sırası rölesinin kullanılmasıyla ortadan kaldırılır.



(Şekil : 4 - 94) Faz sırası rölesinin görünüşü, yapısı ve devreye bağlantı şeması.

Yapısı şekil : 4 - 94'de verilen faz sırası rölesinde üç adet bobin ve bir adet kontak bulunur. Bu üç bobin şebekenin fazlarına, normalde açık kontak ise kumanda devresine bağlanır. Şekil : 4 - 94'de yapısı verilmiş olan faz sırası rölesi döner alan ilkesine göre çalışır. Şebekeye bağlı olan bobinlerin yarattığı döner alan, ortasından yataklandırılmış olan alüminyum diski bir yöne döndürür. Eğer şebekenin faz sırası motorun dönüşü için uygunsa alüminyum disk saat ibresi yönünde döner ve rölenin normalde açık kontağını kapatır. Kumanda devresinde bağlı olan bu kontak kapanınca, (M) kontaktörü (Başlatma) butonuyla çalıştırılabilir. Eğer şebekenin faz sırası motor için uygun değilse alüminyum disk saat ibresine göre ters bir yönde döner. Rölenin kontağı açık kalır. Bu kontak açık olunca, kumanda devresinde (M) kontaktörü enerjilendirilemez. Alüminyum diskin saat ibresine göre ters yönde bir motor gibi dönmesi, röle üzerinde bulunan (A) parçasıyla önlenir.

2 — **FAZ KESİLME RÖLELERİ** : Üç fazlı bir asenkron motor, bir fazın kesilmesi nedeniyle iki faza bağlı olarak çalışırsa fazla akım çeker ve yanar. Fazlardan birinde gerilim düştüğünde veya gerilim tamamen kesildiğinde kontaktör açılır ve motor şebekeden ayrılırsa motor yanmaktan korunmuş olur. Faz zayıflama veya kesilmesi nedeniyle doğacak sakıncalar, aşırı akım röleleriyle de önlenir. Fakat akım ayarları doğru olarak yapılmadığında, bu röleler koruma görevi yapamazlar. Aşırı akım rölelerinden bazıları faz



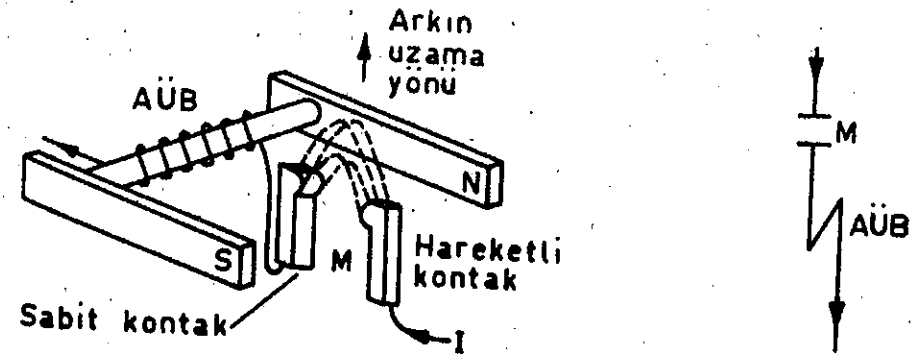
(Şekil : 4-95) Faz zayıflama veya kesilme rölesinin yapısı, sembolü ve devreye bağlantı şeması.

zayıflama veya kesilmelerinde daha duyarlı çalışırlar. Fakat faz zayıflama veya kesilmelerinde şekil : 4-95'de yapısı verilmiş olan röle çok daha güvenli olarak çalışır. Bu faz kesilme rölesinde bir demir nüve üzerine sarılmış dört adet sargı vardır. Sargılardan üçünün birer uçları birbirine, diğer uçları da şebekeye bağlanır. Eğer şebeke-deki fazların gerilimleri normal ise üç sargının yaratacağı manyetik akıların orta bacaktaki toplamı sıfır olur. Bu bacak üzerinde bulunan dördüncü sargıda bir gerilime indüklenmez ve faz kesilme devresi enerjilenmez. Faz kesilme rölesinin kumanda devresinde bulunan kontağı kapalı kalacağından, kontaktör ve motor normal olarak çalışır. Eğer fazlardan birinde gerilim düşer veya sıfır olursa yalnız

iki bobinden akım geçer ve bu iki bobin manyetik alan yaratır. Bu nedenle orta bacaktaki manyetik akı sıfır olmaz, bu bacadaki bulunan bobinde bir gerilim indüklenir. Bobinde indüklenen gerilim faz kesilme rölesini enerjilendirir. Bu rölenin kumanda devresinde bulunan kontağı açılır. Eğer motor çalışıyorsa kontaktör açılır ve motor durur. Motor çalışmıyorsa kontaktör ve motor çalıştırılmaz.

Şekil : 4-95'de yapısı verilmiş olan faz kesilme rölesinin üç bobini güç devresinde motora seri olarak da bağlanabilir. Normal koşullarda motorun her faz sargısı şebekeden eşit akım çeker. Bu akımların rölenin demir nüvesinde yaratacağı manyetik alanların değerleri birbirinin aynı olur. Bu nedenle üç manyetik alan demir nüvenin orta bacağına birbirlerini yok ederler. Bu bacadaki sargıda bir gerilim indüklenmez ve faz kesilme rölesi enerjilenmez. Eğer fazlardan birisi kesilirse iki sargının rölenin orta bacağına yaratacağı manyetik alan, bu bacadaki sargıda bir gerilim indükler. Faz kesilme rölesi enerjilenir. Faz kesilme rölesinin kumanda devresinde bulunan kontağı açılır. Motor çalışmaz ve yanmaktan korunmuş olur.

3 — ARK ÜFLEME BOBİNLERİ : Kontaktörlerde kontaklar açılırken, kontaklar arasındaki havanın iyonize olmasından kontaklarda ark meydana gelir. Doğru akım devrelerinde kullanılan kontaktörlerde meydana gelen arkin şiddeti daha büyük olur. Örneğin kontaklar tam açıldığı halde ark sönmez. Sistem durdurulduğu halde motorlar gerilim altında kalırlar. Ayrıca arkin doğurduğu ısı kontaktörü yalıtkan kısımlarını yakar, kömürleştirir yani iletken duruma sokar. Bundan başka ark nedeniyle meydana gelen ısı kontakların oksitlenmesine, aşınmasına veya ergimesine sebep olur. Kontaklar arasında doğan arkin sakıncaları üç yolla önlenir :



(Şekil : 4-96) Ark üfleme bobininin yapısı, sembolü ve devreye bağlantı şeması.

a — Arkın doğmasına kontaklar arasındaki hava neden olduğundan, kontaklar yağ içine konursa ark önlenmiş olur. Yalnız kullanılacak yağda nem ve asitin bulunmaması gerekir. Kontaktları yağ içinde çalışan kontaktörlere, yağlı şalter adı verilir.

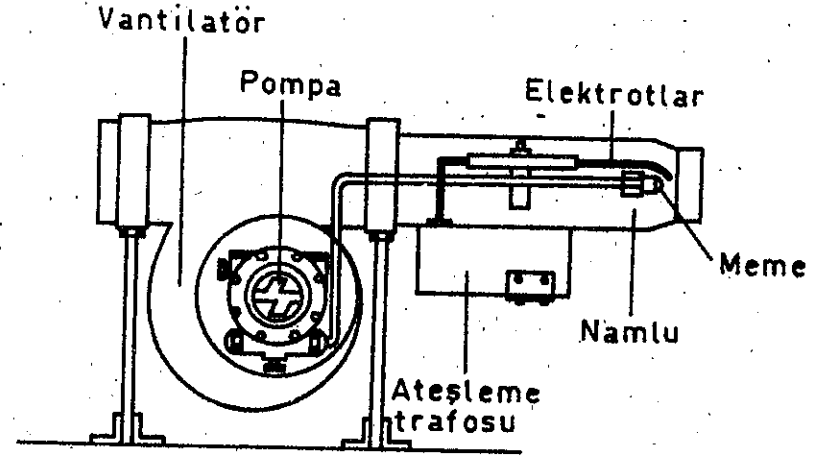
b — Kontaklar açılırken, kontakların arasına yüksek basınçlı hava verilirse kontaklar arasında doğan ark çok çabuk söner. Yüksek basınçlı hava kontaklar arasında sıcaklık derecesini düşürür, kimyasal olayı yavaşlatır ve arkın şiddetini azaltır. Yüksek basınçlı hava arkı kontaklar dışına iter, arkın kesilmesine ve sönmesine neden olur.

c — Arkın kontaklar dışına itilerek söndürülmesi, ark üfleme bobinleriyle de yapılabilir. Yapısı şekil : 4-96'da verilmiş olan ark üfleme bobinleri aynı şekilden görüleceği üzere kontaklar ile seri bağlanırlar. Ark üfleme bobinleri bir demir nüve üzerine sarılırlar. Şekil : 4-96'da görüldüğü gibi bu demir nüvenin iki kutup başlığı vardır. Arkı söndürülecek olan kontak bu iki kutbun arasında bulunur. Kontak kapalıyken yük akımı hem kontakta hem de ark üfleme bobininden geçer ve bobin bir manyetik alan yaratır. Kontak açılmağa başladığında ark meydana gelir. Elektronların havadan geçmesi nedeniyle meydana gelen ark, ark üfleme bobininin yarattığı manyetik alanın etkisiyle yukarıya doğru itilir. Elektronların veya arkın itiliş yönü motorlarda olduğu gibi sol el kuralıyla bulunur. Ark yukarıya doğru itildiğinde boyu uzar ve arkın direnci artar. Arkın şiddetinde kısa zamanda azalır ve ark söner. Doğru akım devrelerinde kullanılan kontaktörlerde ark üfleme bobinlerinin yerine sabit mıknatıslar da kullanılabilir. Bir sabit mıknatısın kontak bölgesinde yarattığı manyetik alan, arkın uzamasına ve sönmesine neden olur.

4 — SORULAR :

- 1 — Faz sırası röleleri nerelerde kullanılabilir? Açıklayınız.
- 2 — Faz sırasının değişimi ne gibi sakıncalar yaratır? Açıklayınız.
- 3 — İki kat arasında çalışacak bir yemek asansörünün kumanda ve güç devresini faz sırası rölesiyle birlikte tam olarak çiziniz.
- 4 — Üç fazlı bir asenkron motor termik aşırı akım rölesi ve faz kesilme rölesiyle korunacaktır. Gerekli kumanda ve güç devresinin şemasını çiziniz.
- 5 — Bir şönt motora bir kademe dirençle yol verilecektir. Kontaktörlerde doğan ark, ark üfleme bobiniyle söndürülecektir. Bu isteklere göre kumanda ve güç devresinin şemasını tam olarak çiziniz.
- 6 — Doğan arkı söndürmek için alternatif akımda çalışan kontaktörlerde sabit mıknatıs kullanılabilir mi? Açıklayınız.

K — YAĞ YAKICILAR : Isıtma araçlarında katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç türlü yakıt kullanılır. Sıvı ve gaz yakıtlar yanma sonunda artık ve kül bırakmazlar. Ayrıca bu cins yakıtlar bir bakıcıya ihtiyaç duyulmadan otomatik olarak yakılırlar. Bu nedenle sıvı ve gaz yakıtlar daha çok tercih edilirler. Ülkemizde sıvı yakıt kullanılması gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle bu kısımda sıvı yakıt ile çalışan ısı araçları yani yağ yakıcılar incelenecektir. Yağ yakıcıların hafif yağ (Gaz yağı, mazot) yakan ve ağır yağ yakan olmak üzere iki çeşidi vardır. Hafif ve ağır yağ yakan yağ yakıcılarda genellikle namluya benzer bir ısıtma aracı kullanılır.



(Şekil : 4-97) Namlu tipi yağ yakıcının yapısı ve parçaları.

1 — YAĞ YAKICILARIN YAPILARI : Yanmanın olabilmesi için yakıt, hava ve tutuşturma gerekir. Bu nedenle şekil : 4-97'de yapısı verilmiş olan namlu tipi yağ yakıcıda yanma için gerekli parçalar bulunur. Bunlardan birisi olan pompa, yağın uygun bir basınçta memeden ocağa fışkırmasını sağlar. Vantilatör yanma için gerekli havayı verir. Yağın tutuşturulması, ateşleme transformatörüne bağlı elektrotlar arasında meydana gelen ark ile sağlanır. Aşağıdaki kısımlarda bu parçaların görevleri ve özellikleri daha geniş olarak açıklanacaktır :

a — **POMPA :** Yağ yakıcılarda genellikle dişlilerden meydana gelen pompa kullanılır. Pompa yakıtın depodan emilmesini ve uygun bir basınçta yakıtın ocağa püskürtülmesini sağlar. Yakıt deposu yağ yakıcıya göre daha yüksekte bulunuyorsa kayıt pompaya yerçeki etkisiyle gelir. Böyle bir tesisatta yakıtı ocağa püskürtmek için bir dişli grubundan oluşan pompa kullanılır. Eğer yakıt deposu yağ ya-

kıcıdan daha aşağıda ise biri yağı emmek, diğeri ise yağı basmak için iki ayrı dişli gurubundanmeydana gelenpompanın kullanılması gerekir.Yağ içinde bulunan pisliklerin pompanın çalışmasını aksatmaması için, pompa içersinde bulunan bir süzgeçle yakıt süzülür.

b — BASINÇ AYAR VALFİ : Yanmanın sürekli olabilmesi için pompadan çıkan yağın, memenin sarfettiği yağdan fazla olması gerekir. Yalnız başka bir araç kullanılmazsa böyle bir durumda pompa çıkışında basınç artar ve bir yerde patlama meydana gelir. Bu nedenle pompa içersinde bir basınç ayar valfi kullanılır. Basınç ayar valfi ayrıca pompa çıkışındaki basıncı, hafif yağ yakıcılarında 7 atü' de ve ağır yağ yakıcılarında 18 atü'de sabit tutar. Basınç ayar valfi pompa çıkışındaki basıncı sabit tutarken, memenin kullanmadığı yağın fazlasını ya pompanın girişine verir veya depoya geri gönderir. Fazla yakıtın pompanın girişine gitmesi pompa içinde olur. Fazla yakıtın depoya gönderilmesi ise depoyla pompa arasında bulunan bir boruyla sağlanır. Yakıtın depoya veya pompa girişine geri verilmesi, pompada bulunan bir deliğin açılması ve başka bir deliğin kapanmasıyla gerçekleşir.

c — MEME : Sabit basınçta pompadan çıkan yağ memeye gelir. Yakıt, memede bulunan çok ince kanallarda hız kazanır. Bu nedenle yakıt meme deliğinden büyük bir hızla ve dönerek ocağa fıskırır. Deliği hızla terkeden yağ dönmekte olduğundan bir koni biçiminde açılır ve çok ufak parçalara ayrılır. Böylece sıvı yakıt gaz haline gelmiş olur. Meme ucunda bulunan ufak deliğin sık sık tıkanması için, yakıt meme içinde bir kere daha süzülür.

d — VANTİLATÖR : Uygun yanma için gerekli oksijen, vantilatörün verdiği havadan sağlanır. Yağ yakıcılarda kullanılan vantilatörler, tambur biçiminde ve çok kanatlı olarak yapılırlar. Bu tip vantilatörler yanma için gerekli çok miktardaki havayı düşük basınçta sağlarlar. Ocağa verilecek havanın miktarı, vantilatör girişindeki bir kapakla ayarlanır. Vantilatör çıkışındaki hava direkt olarak ocağa verilmez. Vantilatör çıkışındaki hava, namlu içinde bulunan ve pervane biçiminde yapılmış hava dağıtıcısının içinden geçer. Böylece ocağa püskürtülen yağ gibi, hava da koni biçiminde açılarak ocağa girer. Bunun sonucu olarak da hava ile yağ birbirine çok iyi karışır ve iyi bir yanma sağlarlar.

e — MOTOR : Yağ yakıcılarında bir veya üç fazlı asenkron motorlar kullanılır. Motorlar, yağ yakıcılarında kullanılan pompa ve vantilatörler için gerekli olan dönme hareketini sağlarlar.

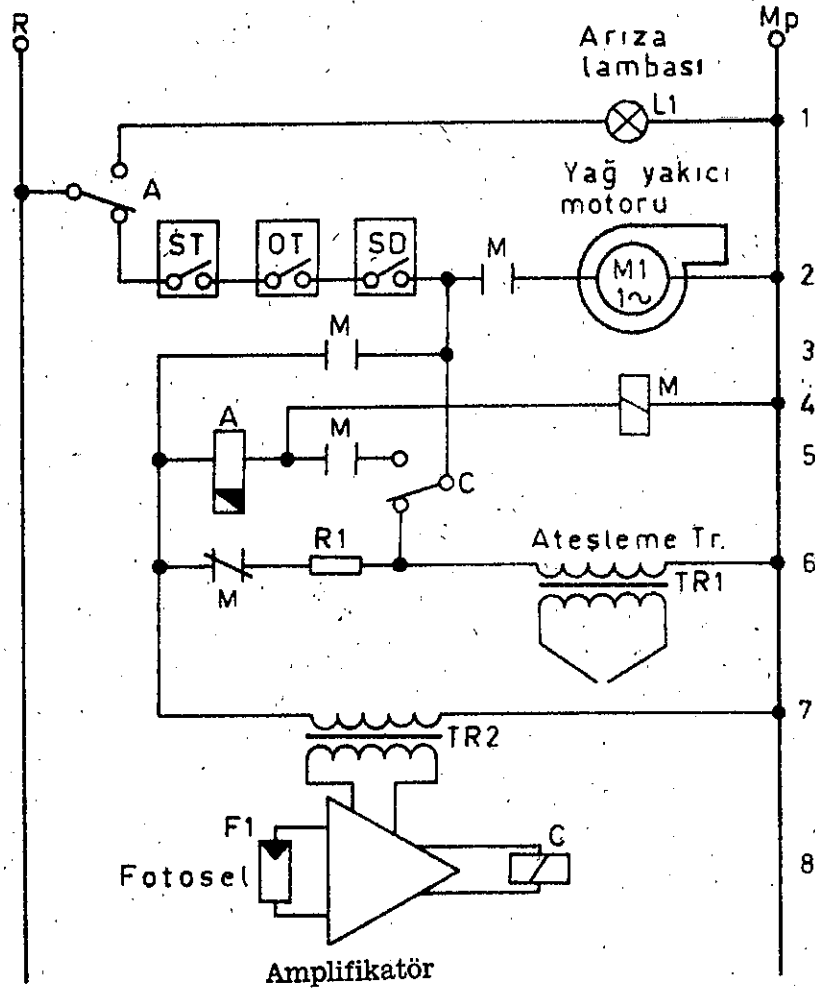
f — ATEŞLEME DEVRESİ : Yağ yakıcılarında yakıtın tutuşturulması, elektrik arkı ile yapılır. Bir transformatörün sekonderin-

den alınan 10 000 V'luk gerilim, ateşleme elektrotlarına uygulanır. Elektrotların arasında meydana gelen ark, ocağa verilen hava akımının etkisiyle uzar. Böylece elektrik arkı ocağa püskürtülen yakıtı deyerek tutuşmayı sağlar.

g — DEPO VE BORU DONANIMI : Yağ yakıcıların yakıt deposu toprak üzerinde veya altında bulunur. Yakıt depoya bir boru ile doldurulur. Yakıt doldurulurken, depo içinde bulunan hava başka bir borudan dışarıya çıkar. Yakıtın içersinde bulunan su deponun altında toplanır. Deponun altına bağlanmış olan bir muslukla depoda toplanan su dışarıya alınır. Yakıt, depodan yağ yakıcıya bir boru ile gelir. Yağ yakıcıya girmeden evvel süzülür. Pompanın meme kapasitesinden fazla olarak bastığı yağ, başka bir boru ile depoya döner.

2 — HAFİF YAĞ YAKICILARININ KUMANDASI : Şekil : 4-98'de hafif yağ yakan bir yağ yakıcının bağlantı şeması verilmiştir. Hafif yağ yakıcısıyla ısıtılan bir yapıda oda sıcaklığı düştüğünde, yağ-yakıcı çalışmaya başlar. Yağ yakıcı çalışmaya başladığında, ilk önce ateşleme transformatörü devreye girer. Bundan hemen veya bir müddet sonra yağ yakıcı motoru şebekeye bağlanır. Motor, pompa ve vantilatörü döndürür. Ocağa yağ püskürtülür ve hava verilir. Bundan sonra yanma başlar. Yanmanın başlamasından hemen veya bir müddet sonra ateşleme trafosu devreden çıkar. Oda sıcaklığı veya kazandaki su sıcaklığı arzulanan değerlere yükseldiğinde, yağ yakıcının çalışması sona erer. Ateşleme transformatörünün ve yağ yakıcı motorunun şebekeye bağlanmasından sonra yanma olmazsa güvenlik anahtarı devreyi açar. Çalışan motor ve ateşleme transformatörü devreden çıkar. Yanmayı engelleyen arıza giderilip güvenlik anahtarına basıluncaya kadar, yağ yakıcı çalışmaz. Yanma devam ederken herhangi bir nedenle alev sönerse motor çalışmaya devam eder ve ateşleme trafosu tekrar devreye bağlanır. Böylece yanmanın olabilmesi için, yağ yakıcıya bir şans daha tanınmış olur. Eğer yanma başlamazsa güvenlik anahtarı devreyi açar. Tekrar elle kuruluncaya kadar yağ yakıcı çalışmaz.

Bağlantısı şekil : 4-98'de verilmiş olan yağ yakıcının çalışması için oda sıcaklığının düşük, kazandaki su yüksekliğinin normal ve kazan suyunun soğuk olması gerekir. Bu koşullar yerine geldiğinde, şekil : 4-98'deki devrenin 2. satırında bulunan (ST) su termostadı, (OT) oda termostadı ve (SD) su düzey anahtarında bulunan kontaklar kapanır. (R) fazından gelen akım bu kumanda elemanlarından ve (C) kapalı kontağından geçtikten sonra, ateşleme trafosundan devresini tamamlar. Tutuşturma için elektrotlar arasında ark baş-



(Şekil : 4-98) Hafif yağ ile çalışan bir yağ yakıcının basit bağlantı şeması.

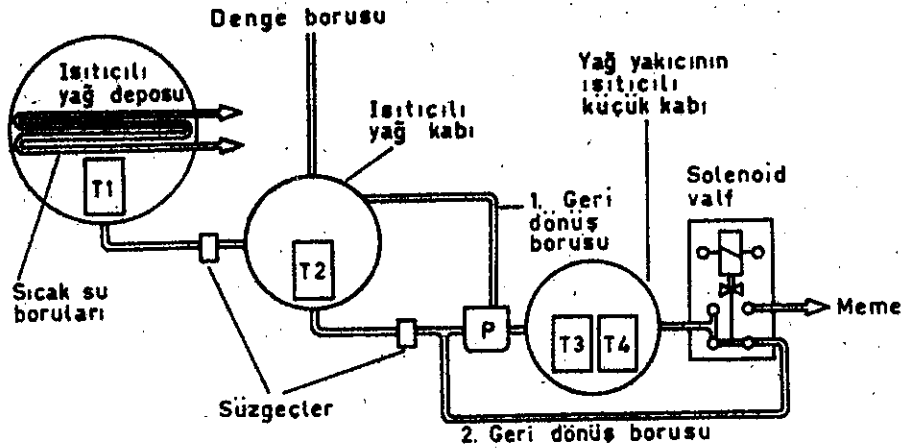
lar. (C) kapalı kontağından geçen akım aynı zamanda devresini (R1) direnci, (M) kapalı kontağı, (A) termik zaman rölesi ve (M) kontaktörü üzerinden de tamamlar. (M) kontaktörü enerjilenir. 2. satırdaki (M) kontağı kapanır ve yağ yakıcının motoru devreye bağlanır. Ocağa hava ve yakıt verilir. Bundan sonra yanma başlar. (M) kontaktörü enerjilenince, 3. ve 5. satırlardaki (M) kontakları kapanır. 6. satırda açılan (M) kontağı ((R1) direncini devreden çıkarır. (M) kontaktörünün bobin akımı, 3. satırda kapanan (M) kontağı ve (A) termik zaman rölesi üzerinden devresini tamamlar. Ateşleme trafosu ve yağ yakıcı motoru çalışmaya başladığında, 7. satırdaki (TR2) trafosu da devreye bağlanır. Yanma olduğunda, namlu içine monte edil-

miş olan (F1) fotoseli aydınlanır. (F1) fotoseli amplifikatör ile (C) rölesini enerjilendirir. 5. satırda bulunan (C) kontakları durum değiştirir. Ateşleme trafosu devreden çıkar ve (A) termik zaman rölesi kısa devre edilir. Bundan sonra (M) bobin akımı, kapanan (C) kontağı ve (M) kontağı üzerinden devresini tamamlar. Yağ yakıcının çalışması odanın veya kazandaki suyun ısınmasına kadar devam eder. Oda ısındığında (OT) oda termostadı, kazandaki su ısındığında (ST) su termostadı devreyi açar. Yağ yakıcı motoru durur ve yanma sona erer.

Yağ yakıcı çalışmaya başladığında yanma olmazsa (R) fazından gelen akım devresini 3. satırdaki (M) kontağı, 5. satırdaki (A) termik zaman rölesi ve 4. satırdaki (M) kontaktör bobini üzerinden tamamlar. (A) termik zaman rölesinin üzerinden bir süre geçen akım, 1. ve 2. satırlar arasında bulunan (A) kontaklarının durum değiştirmesine neden olur. Bu kontaklar durum değiştirdiğinde, çalışan motor ve ateşleme trafosu durur. 1. satırdaki arıza lambası yanar. (A) termik zaman rölesinin kontaklarına güvenlik anahtarı adı verilir. Yakıtın tutuşmasını engelleyen arıza giderilip güvenlik anahtarı elle kuruluncaya kadar yağ yakıcı çalışmaz. Yanma devam ederken alev sönerse 8. satırda bulunan fotosel karartılmış olur. Bu nedenle (C) rölesinin enerjisi kesilir. 5. satırdaki (C) kontakları normal konumlarına dönerler. Böylece 6. satırda bulunan ateşleme trafosu tekrar devreye bağlanır. Kısa süreli bir arıza nedeniyle alev sönmüşse ateşleme trafosu yanmayı başlatır. Eğer arıza sürekli ise (A) termik zaman rölesinden geçen (M) kontaktör bobininin akımı, bu röleyi enerjilendirir. (A) güvenlik anahtarı durum değiştirir. Yağ yakıcı durur ve arıza lambası yanar. Ocak içinde bulunan yanmamış yağın patlamaması için, (A) güvenlik anahtarının hemen kurulmaması gerekir. Esasında (A) termik zaman rölesi hemen soğuyuncaya kadar ocak içinde bulunan yanmamış gazlar bacadan çıkarlar.

3 — AĞIR YAĞ YAKICILARININ KUMANDASI : Ağır yağ yakıcılarında 200" - 600" RWI 100° F akıcılığındaki yağlar kullanılır. Bu akıcılıktaki yağlar, petrolün damıtılmasında arta kalan ürünlerdir. Gaz yağı ve mazota göre daha ucuz olduklarından, yapıların ısıtılmasında daha fazla tercih edilirler. Ağır yağların yakılmasında da namlu tipi yağ yakıcıları kullanılır.

Ağır yağların normal çevre sıcaklığında ve yüksek basınçta meden fişkırması ve yağın gaz haline gelmesi mümkün değildir. Bu nedenle şekil : 4-99'dan görüleceği üzere ağır yağ ocağa gelmeden önce çeşitli yerlerde ısıtılır ve yağın akışkanlığı artırılır. Ağır yağın



(Şekil: 4-99) Ağır yağ ile çalışan bir yağ yakıcının yakıt boru tesisatı.

ilk ısıtılması yağ deposunda olur. Ağır yağ burada hem elektrik ısıtıcısıyla ve hem de sıcak su borularıyla ısıtılır. Yağ deposunda bulunan (T1) termostadı elektrikli ısıtıcıya kumanda eder. Bu termostat 200" lik yağ için 20°C ye 600" lik yağ için 30°C ye ayarlanır. Yağ deposunda ilk defa ısınan ağır yağ süzildükten sonra yağ kabına gelir. Yağ kabının üzerinde bulunan denge borusu, yağ kabında havanın toplanmasını önler. ağır yağ, yağ kabında elektrikli bir ısıtıcıyla bir kere daha ısıtılır. Burada bulunan (T2) termostadı elektrikli ısıtıcıya kumanda eder. Bu termostat 200" lik ağır yağ için 25°C ye, 600" lik ağır yağ için 35°C ye ayarlanır. Yağ kabından çıkan yağ bir kere daha süzildükten sonra pompaya gelir. Çünkü ağır yağ pompalanabilecek sıcaklığa ve akışkanlığa erişmiş olur. Pompa ağır yağın basıncını 18 - 20 atü'ye çıkartır. Pompadan çıkan yağ memeye gelmeden, yağ yakıcısının üzerinde bulunan küçük bir kaptan son olarak bir kere daha ısıtılır. Buradaki elektrikli ısıtıcıya (T4) termostadı kumanda eder. (T4) termostadı her türlü ağır yağlar için 100°C ye ayarlanır. Yağ yakıcı üzerinde bulunan küçük kaptan bir de (T3) ters termostadı vardır. (T3) termostadı her türlü ağır yağ için 60°C ye ayarlanır. Ağır yağ bu sıcaklık derecesine erişmeden yağ yakıcı çalışmaz.

Yağ normal sıcaklığa eriştiğinde (T3) termostadının kontakları kapanır ve yağ yakıcının motoru çalışmaya başlar. Çalışmanın başlangıcından solenoid valf enerjilenmediğinden ısıtıcı küçük kaptan çıkan ağır yağ, tekrar pompa girişine verilir. Ağır yağın yağ yakıcı üzerindeki bu kapalı devreden geçişi 10 saniye kadar sürer. Bu süre içerisinde 100°C ye kadar ısınıp akışkanlığı artan ağır yağ homojen

hale gelir. Daha sonra solenoid valf enerjilenir. Isıtıcı küçük kabın çıkışı memeye bağlanır. Akışkan yani homojen hale gelen ağır yağ, memeden düzgün bir şekilde fışkırır. Gaz haline geçer ve yanmağa başlar.

Şekil: 4-100'de bir ağır yağ yakıcısına ait bağlantı şeması verilmiştir. Bu ağır yağ yakıcısının çalışması için kazandaki su düzeyinin normal, kazandaki suyun soğuk, oda sıcaklığının düşük ve yağ yakıcının küçük kabında bulunan yağın sıcak olması gerekir. Bu nedenle oda sıcaklığı düştüğünde ve (T5) oda termostadı kontaklarını kapattığında yağ yakıcı çalışmayabilir. Küçük kaptan bulunan ağır yağ şekil: 4-100'deki devrenin 1. satırında bulunan (H) ısıtıcısıyla ısıtılır. Küçük kaptan bulunan (T4) termostadı yağın sıcaklığını 100°C de sabit tutar. 2. satırdaki (L1) lambası ısıtıcının devrede olup olmadığını gösterir. Bağlantı şemasının 5. satırında bulunan (T3) termostadı, yağ sıcaklığı 60°C nin üzerine çıktığında kontaklarını kapatır. Böylece yağ yakıcı çalışmaya hazır hale gelir. Oda sıcaklık derecesi düştüğünde ve (T5) oda termostadı kontaklarını kapattığında, (R) fazından gelen akım (G), (T6), (T5) ve (T3) kumanda elemanlarından geçerek ateşleme transformatörü üzerinden devresini tamamlar. Ateşleme elektrodları arasında ark başlar. (R) fazından gelen akım aynı zamanda (A) termik zaman rölesi ve (B) kontaktör bobininden de geçerek devresini tamamlar. (B) kontaktörü enerjilenir ve (B) kontakları durumlarını değiştirir. 5. satırdaki (B) kontağı açılır, 6. satırdaki (B) kontağı kapanır. (A) termik zaman rölesinin ve (B) kontaktör bobininin üzerinden geçen akım, 6. satırda kapanan (B) kontağı üzerinden devresini tamamlamaya başlar. 8. satırda kapanan (B) kontağı yağ yakıcı motorunu şebekeye bağlar. Motor çalıştığı halde memeden yağ püskürmez ve yanma başlamaz. 9. satırda kapanan (B) kontağı, (C) termik zaman rölesini enerjilendirir. Bir süre sonra 10. satırdaki (C) kontağı kapanır ve solenoid valf enerjilenir. Solenoid valf enerjileninceye kadar, pompadan çıkan yağ ısıtıcıdan ve solenoid valften geçerek tekrar pompa girişine döner. Solenoid valf enerjilendiğinde pompa çıkışını memeye bağlar. Memeden ocağa yağ fışkırır. Ateşleme devam ettiğinden ocakta yanma başlar. Yağ yakıcı namlusunun içinde bulunan (F) fotoseli aydınlanır. (F) fotoseli yükselteç aracılığı ile (E) rölesini enerjilendirir. (E) kontakları durum değiştirir. 5. satırda açılan (E) kontağı ateşleme transformatörünü devreden çıkartır ve ateşleme sona erer. 7. satırda bulunan (B) kontağı evvelce kapanmış olduğundan, (E) kontağı kapanınca (A) termik zaman rölesi kısa devre olur. (A) termik zaman rölesi bundan sonra çalışmaz ve 5. satırda bulunan (A) kontaklarını açmaz. Oda ve kazandaki su sıcaklığı yükselinceye kadar, yağ yakıcı çalışmaya devam eder. Oda sıcaklığında (T5) oda termostadı, kazan-



Ateşleme devam ettiği ve ocağa yağ püskürtüldüğü halde yanma olmazsa (F1) fotoseli aydınlanmayacağı için (E) rölesi enerjilenmez. 7. satırdaki (E) kontağı açık kalır. Bu nedenle (B) bobin akımı, (A) termik zaman rölesi üzerinden devresini tamamlar. (A) termik zaman rölesinden geçen akım bir süre sonra bu röleye ait kon-

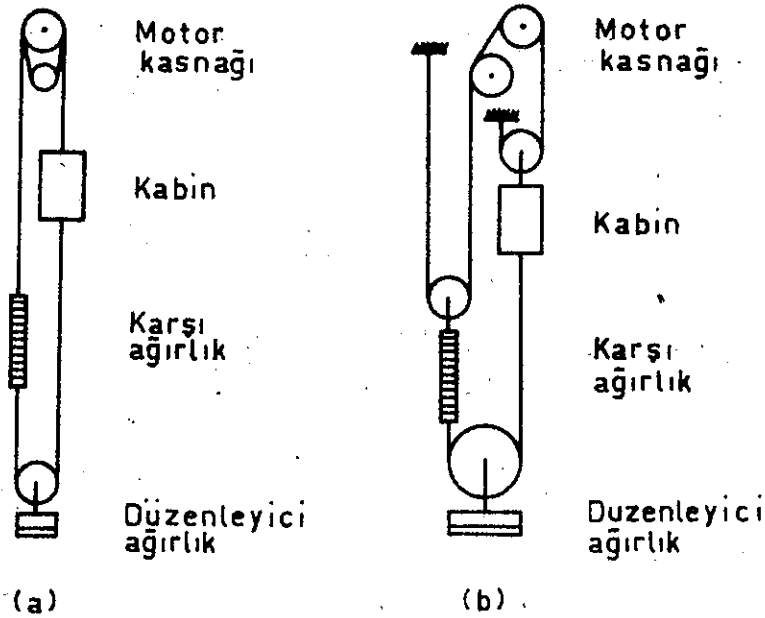
Yanma devam ederken alev sönerse 12. satırda bulunan fotosel karartılmış olur. Bu nedenle (E) rölesinin enerjisi kesilir. 5. ve 7. satırlardaki (E) kontakları normal konumlarına dönerler. Böylece ateşleme trafosu tekrar devreye bağlanır. Kısa süreli bir arıza nedeniyle alev sönmüşse ateşleme trafosu yanmayı tekrar başlatır. Eğer arıza sürekli ise (A) termik zaman rölesinden geçen (B) kontaktör bobininin akımı, bu röleyi enerjilendirir. (A) kontakları durum değiştirir. Yağ yakıcı durur, arıza lambası yanar ve arıza zili çalar. Ocak içinde bulunan yanmamış yağın bir patlama yaratmaması için, (A) güvenlik anahtarının hemen kurulmaması gerekir. Esasinda (A) termik zaman rölesi kısa zamanda soğumaz. Bu nedenle kontaklarının elle kurulmasına hemen olanak vermez. (A) termik zaman rölesi soğuyuncaya kadar da ocak içinde bulunan yanmamış gazlar bacadan çıkarlar.

- 1 — Hafif yağ yakan bir yağ yakıcıda hangi parçalar bulunur? Her birinin görevini kısaca açıklayınız.
- 2 — Yağ yakıcıya giren yakıt ocağa püskürtülünceye kadar nerelerden geçer? Açıklayınız.
- 3 — Basınç ayar valfinin görevini geniş olarak açıklayınız.
- 4 — Hafif yağ yakıcılarının başlama ve durma arasındaki çalışma sırasını açıklayınız.
- 5 — Başlangıçta veya yanma anında doğacak bir arızada yağ yakıcının kumanda devresi nasıl çalışır? Açıklayınız.
- 6 — Bağlantısı şekil : 4 - 98'de verilen yağ yakıcı, güvenlik anahtarı devreyi açtığı için yanma başladıktan 10 saniye sonra durmaktadır. Böyle bir çalışmaya neden olabilecek arızaları açıklayınız.
- 7 — Bağlantısı şekil : 4 - 98'de verilen yağ yakıcı ilk kuruluşunda çalıştırılmış ve yağ yakıcının sık sık çalışıp durduğu görülmüştür. İlk kuruluşta yapılan hangi hatanın böyle bir arızaya neden olabileceğini açıklayınız.
- 8 — Hafif ve ağır ya yakan yağ yakıcılar arasında bulunan farklılıkları açıklayınız.
- 9 — Ağır yağ yakıcılarında yakıt kaç kere süzülür ve nerelerde kaç dereceye kadar ısıtılır?
- 10 — Bağlantısı şekil : 4 - 100'de verilen yağ yakıcının motoru ve ateşleme transformatörü şebekeye bağlandığı halde yanma olmamakta ve güvenlik anahtarı konumunu değiştirerek yakıcıyı durdurmaktadır. Böyle bir çalışmaya neden olabilecek arızaları araştırınız.

L — ASANSÖRLER : Canlı ve cansız varlıkların düşey doğrultuda taşınmasında kullanılan araçlara asansör denir. Asansör kuruluşlarında taşıt aracı olarak kabin kullanılır. Kabin asansör boşluğunda hareket eder. Asansör boşluğuna monte edilen (T) kesitin-deki raylar, kabinin asansör boşluğunda düzgün hareketini sağlarlar. Asansör boşluğunda genellikle en yüksek yere konan bir elektrik motoru, kabinin düşey doğrultudaki hareketini sağlar. Kabin ağırlığının motoru fazla yüklememesi için, şekil : 4-101'de görülen karşı ağırlıklar kullanılır. Asansörlerde en çok kullanılan iki ayrı halat donanımı şekil : 4-101'de verilmiştir. Bu şekillerde görülen düzenleyici ağırlıklar sistemin gergin, düzgün ve sapmadan çalışmasını sağlarlar.

1 — ASANSÖRLERDE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ : Asansörü kullanan insanların hayatlarını korumak için, asansörlerde elektriksel ve mekaniksel olmak üzere bazı güvenlik önlemleri alınır. Bu önlemler şunlardır :

a — KAPI GÜVENLİKLERİ : Asansörlerde genel olarak iki çeşit kapı vardır. Bunlardan birisi asansör boşluğuna açılan ve her katta bulunan kat kapısıdır. Diğeri ise kabin kapısıdır. Asansör kuruluşlarında kat kapıları, kabin o katta ise açılabilir. Kabinde bulu-



(Şekil : 4-101) Asansörlerde halat donanım şekilleri ve kabin ağırlığının dengelenmesi.

nan bir kol, kat kapısının açılabilmesini sağlar. Kat kapıları elle veya otomatik olarak açılırlar. Kabin kapısında genellikle bir kilit düzeni bulunmaz. Yani bu kapı her zaman açılabilir. Kabin kapısı da elle veya otomatik olarak açılıp kapanır. Kapılar açık olduğunda asansörün çalışması çok sakınca yaratır. Bu sakıncaları önlemek için asansör kuruluşunda her kapiya bir normalde açık kontak konur. Bu kontaklar kumanda devresinin girişine seri olarak bağlan-dıklarından, herhangi bir kapının açık kalması halinde asansör çalışmaz.

b — İMDAT BUTONU : Bir tehlike anında kabin içinde bulunan bu butona basıldığında, bütün kumanda kesilir ve kabin durur. Bazı asansör kuruluşlarında çift yönlü imdat butonu kullanılır. Butonun kapalı kontağı kumanda devresine, açık kontağı bir bildirim devresine bağlanır. Tehlike anında imdat butonuna basıldığında, hem kabin durur ve hem de bir bildirim aracı çalışır.

c — HALAT GEVŞEME KONTAĞI : Normalde kapalı olan bu kontak, halatın ve düzenleyici ağırlığın durumunda meydana gelen bir değişimde açılır. Bu kontağın açılması kumandayı keser ve kabini durdurur.

d — TAMPON : Kabinin veya karşı ağırlığın herhangi bir nedenle hızla aşağıya düşmesi halinde yere vuruş kuvveti, kullanılan tamponlarla azaltılır. Tamponların yaylı ve yağlı olmak üzere iki çeşidi vardır. Yaylı tamponlar düşük hızlı asansörlerde, yağlı tamponlar ise yüksek hızlı asansörlerde kullanılırlar.

e — ALT VE ÜST BOŞLUKLAR : Asansör kuruluşunda bakım veya onarım yapan bir teknisyenin asansör boşluğunun alt veya üst kısmında sıkışmaması için, bu kısımlarda uygun boşlukların bırakılması gerekir. Kabin ile asansör boşluğunun tabanı arasında ve kabin ile asansör boşluğunun tavanı arasında en az 60 cm yüksekliğinde bir boşluğun bırakılması gerekir. Böylece asansör boşluğunda çalışan bir kişinin kabin tarafından sıkıştırılması önlenmiş olur.

f — HIZ AYARLAYICI : Bu araç kabin üzerine bağlanır. Kabin hızının sakıncalı şekilde artması halinde, bu ayarlayıcı çalışır. ayarlayıcıdaki çeneler rayları sıkar ve kabini durdurur. ayarlayıcıda bulunan normalde kapalı bir kontak, kabin hızı sakıncalı bir değere ulaştığında açılır ve kumanda devresinin akımını keser. Kabin frenlenerek kısa bir zamanda durur.

g — GÜVENLİK SINIR ANAHTARLARI : Bu sınır anahtarları genellikle asansör boşluğuna bağlanır. Kabin en alt veya en üst katta herhangi bir arıza nedeniyle durmazsa bu sınır anahtarları

açılarak kabinin durmasını sağlarlar. Alt ve üst güvenlik sınır anahtarları motor devresine bağlanırlar. Bu sınır anahtarları açıldıktan sonra, asansör hiçbir kumandayı almaz. Kabinin normal duruma getirilmesi, kumanda odasında bulunan ve elle çalıştırılan bir şalterle yapılır.

2 — ASANSÖR ÇEŞİTLERİ : İhtiyaçların değişik olması nedeniyle çeşitli tipte asansörler yapılmıştır. Kumanda şekli ve kabin hızı bakımından asansör çeşitleri iki kısımda incelenebilir.

Asansörlerde kabin hızı 3 m/saniye'ye kadar çıkabilir. Hatta çok yüksek yapılarda kabin hızı 6 m/saniye olabilir. Asansörlerde 6 m/saniye'den daha büyük hız kullanılmaz. Çünkü yüksek hız kabin içindeki insanları rahatsız eder. Genel olarak asansörlerde kabin hızı, kat sayısına bağlı olarak değişir. 5-20 katlı yapılarda 3,7 m/saniye, 30-40 katlı yapılarda 4,75 m/saniye ve 40 kattan yüksek yapılarda 6 m/saniye'lik kabin hızları kullanılır. Hız bakımından yapılacak bir sınıflandırmada asansörler bir ve iki hızlı olmak üzere iki kısma ayrılırlar:

a — BİR HIZLI ASANSÖRLER : Genellikle 5-10 katlı yapılarda kullanılırlar. Kalkış ve duruş arasında kabin aynı hızla hareket eder.

b — İKİ HIZLI ASANSÖRLER : Yukardaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere yapı yüksekliği arttıkça kabin hızının da arttığı görülür. Kabin hızı yüksek olan asansörlerde kabinin kat hizasında durdurulması oldukça güçtür. Bu güçlük asansörde iki hızlı bir motorun kullanılmasıyla ortadan kaldırılabilir. Bu tip asansörlerde kabin yüksek hızla hareket eder. Kat hizasına gelmeden düşük hız geçer. Düşük hızda hareket ederken kat hizasında durur.

Asansörler çeşitli şekilde kumanda edilirler. Çeşitli kumanda sistemleri iki grupta toplanabilir. Bunlar aşağıdaki kısımlarda incelenecektir:

a — ELLE KUMANDALI ASANSÖRLER : Bu tip asansörler, kabin içinde bulunan ve motorun dönüş yönünü değiştiren bir paket şalterle kumanda edilirler. Kabinde bulunan bir görevli paket şalterin kolunu gideceği yöne göre çevirir. Kabin o yöne hareket eder. Kat hizasına gelindiğinde, kabin görevlisi şalteri açarak motoru ve kabini durdurur. Elle kumandalı asansörlerde kabin görevlisinin, kabini kat hizasında durdurabilme yeteneğini kazanmış olması gerekir.

b — BUTON KUMANDALI ASANSÖRLER : Bu tip asansörlerde bir görevliye ihtiyaç duyulmaz. Buton kumandalı asansörlerde

kabin içinde bulunan butonlara basıldığında, kabin istenen yöne hareket eder. Kabin sınır anahtarlarının aracılığı ile kat hizasında otomatik olarak durur. Buton kumandalı asansörlerin bir kumandalı ve toplamalı kumandalı olmak üzere iki çeşidi vardır.

Bir kumandalı asansörlerde kabin içinde her kat için bir kat butonu vardır. Her katta da bir çağırma butonu ve asansörü 1. kata gönderme butonu bulunur. Kabin içindeki veya katlardaki butonlardan birine basıldığında, kabin hareket eder. Kabin istenen katta duruncaya kadar başka bir kumanda almaz.

Toplamalı kumandalı asansörler, bir yönde verilecek bütün kumandaları kaydeder ve sonra sırayla yerine getirirler. Toplamalı kumandalı asansörlerde, kabin içersinde her kat için bir kat butonu bulunur. Her katta da aşağı ve yukarı gidiş için iki çağırma butonu vardır. Toplamalı kumandalı asansörler daha çok kalabalık yapılarda kullanılırlar. Çünkü çok sayıda insanın taşınması bu tip asansörlerde daha çabuk ve daha az kumandayla yapılır.

3 — BİR HIZLI VE BİR KUMANDALI ASANSÖR : Şekil : 4-102, 4-103 ve 4-104'te bir hızlı ve bir kumandalı asansöre ait bağlantı şemaları verilmiştir. Bu çeşit asansöre bir kumanda verildiğinde, verilen kumandaya göre kabin hareket eder. Kabinin hareketi ve durması aynı hızda olur. Kabin duruncaya kadar asansör başka kumanda almaz. Şekil : 4-102, 4-103 ve 4-104'teki devrelerde kullanılan çeşitli kumanda elemanlarına ait sembollerin anlamları şunlardır:

FSR — Faz sırası rölesi.

HGK — Halat gevşeme kontağı.

HDK — Hız düzeneç kontağı.

AGSA — Alt güvenlik sınır anahtarı.

ÜGSA — Üst güvenlik sınır anahtarı.

1KK, 2KK, 3KK — Kat kapı kontakları.

KR — Kumanda rölesi.

ZR — Ters zaman rölesi.

KTK — Kabin taban kontağı.

1A, 2A, 3A — Kat çağırma butonları.

1B, 2B, 3B — Kabin kumanda butonları.

1K, 2K, 3K — Kat röleleri.

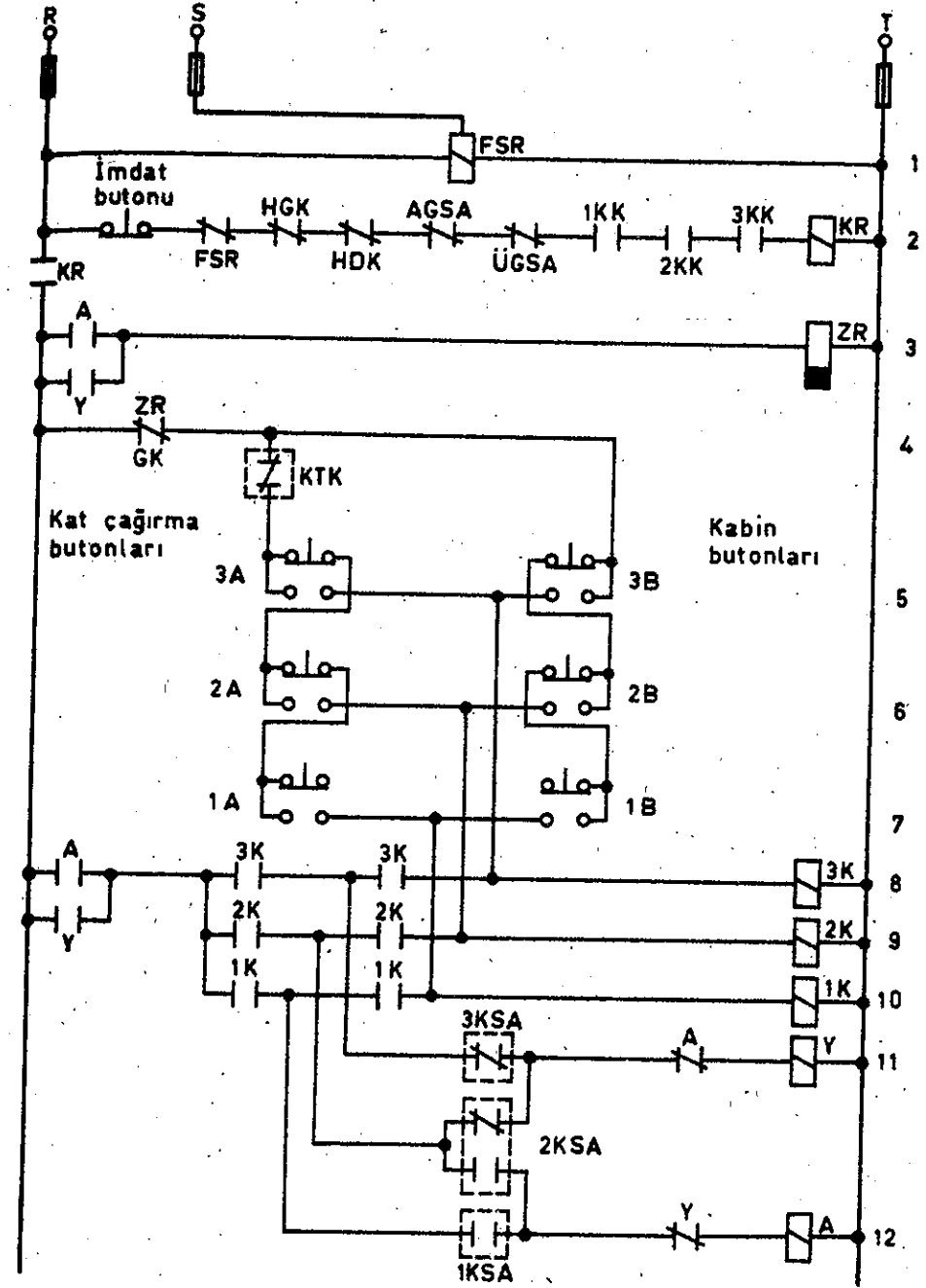
1KSA, 2KSA, 3KSA — Kat sınır anahtarları.

A, Y — Kabinin aşağı ve yukarı yönlerdeki hareketlerini sağlayan kontaktörler.

1M, 2M, 3M — Her katta bulunan ve asansörün meşgul olduğunu gösteren sinyal lambaları.

1G, 2G, 3G — Katlarda bulunan ve kabinin o kata geldiğini gösteren sinyal lambaları.

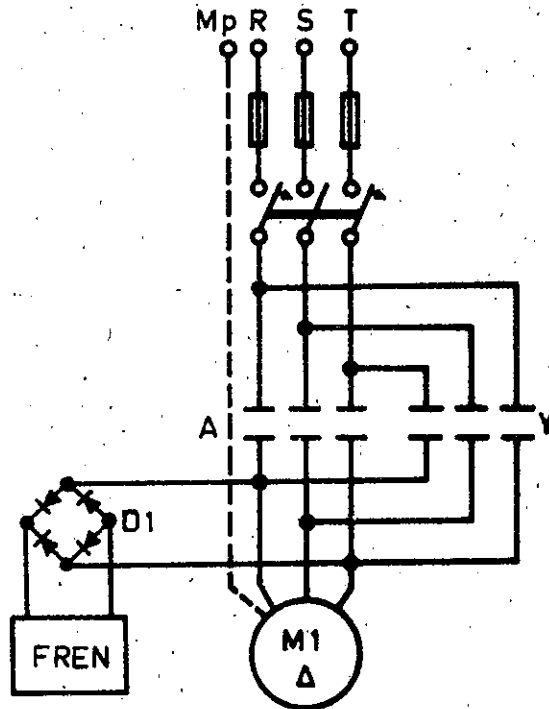
Kabin 1. kattayken bir kişi, 3. kata çıkmak için 1. kat ve kabin kapısını açarsa şekil : 4-102'deki devrenin 2. satırında bulunan (1KK) kontağı açılacağından (KR) rölesi enerjilenmez. Bu nedenle 2. ve 3. satırlar arasında bulunan (KR) kontağı açık kalır. Asansör hiçbir yerden hiçbir kumanda almaz. Kapıları kapatıp kabin içersine giren kişi (KTK) kabin taban kontağının açılmasına neden olur. 4. satırda bulunan bu kontak açıldığında, kat çağırma butonlarının devresi kesileceğinden, katlardan yapılacak çağrılara asansör cevap vermez. Kat ve kabin kapısı kapandığında, 2. satırda bulunan (KR) rölesi enerjilenir ve (KR) kontağı kapanır. Kabine giren kişi 3. kata çıkmak için, kabin içinde bulunan (3B) butonuna basar. (R) fazından gelen akım kapanan bu kontakten geçerek 8. satırda bulunan (3K) rölesini enerjilendirir. Aynı satırda bulunan (3K) kontakları kapanır. Sağdaki (3K) kontağından geçen akım 11. satırda bulunan (Y) kontaktörünü enerjilendirir. Şekil : 4-103'de verilen güç devresinde (Y) kontakları kapanır. Balatalı frenin bobini enerjilenir ve balatalar açılır. Kabinin yukarıya çıkartacak şekilde asenkron motor dönmeğe başlar. Kabin içinde bulunan ve şekil : 4-102'de verilen (3B) butonu serbest bırakılınca, (R) fazından gelen akım 9. satırda bulunan (Y) ve 8. satırda bulunan (3K) kontaklarından geçerek hem (3K) rölesinin ve hem de (Y) kontaktörünün sürekli çalışmasını sağlar. Kabin 3. kata çıkarken şekil : 4-104'teki verilen (KTK) kabin taban kontağı kapalı olur ve kabin lambası devamlı yanar. Kabin 3. kata çıkarken (ZR) zaman rölesi ve (3K) kat rölesi enerjilenmiş olarak kaldıklarından, şekil : 4-104'te verilen sinyal devresinde bu rölelere ait kontaklar durum değiştirirler. Kapanan (3K) kontağı (3G) sinyal lambasının yanmasına neden olur. 3. katta bulunan bu sinyal lambası, kabinin o kata geldiğini gösterir. Şekil : 4-104'te (3K) kontağı açılıp (ZR) kontağı kapandığından, bu devrede bulunan (3M) lambası sönmük kalır ve (1M), (2M) lambaları yanarlar. 1. ve 2. katlarda bulunan bu lambalar, kabinin o kata gelmeyeceğini ve asansörün meşgul olduğunu gösterir. Kabin 2. kattan geçerken şekil : 4-102'de verilen (2KSA) sınır anahtarının konumunu değiştirir. Bu sınır anahtarının üst kontağı açılır ve alt kontağı kapanır. (2KSA) sınır anahtarındaki değişiklik, kabinin yukarı yöndeki hareketini engellemez. Kabin 3. kata geldiğinde, (3KSA) sınır anahtarı açılır. (Y) kontaktörünün enerjisi kesilir ve (Y) kontakları normal konumlarına dönerler. 9. satırda bulunan (Y) kontağı



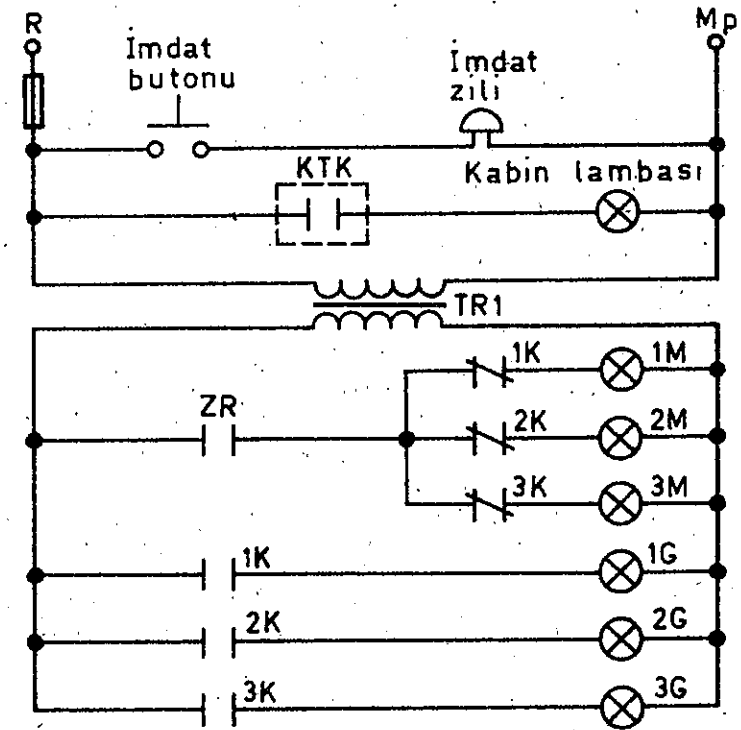
(Şekil : 4 - 102) Butonlarla yapılan bir kumandalı asansörün basit bağlantı şeması.

açılır ve (3K) rölesinin enerjisi kesilir. (3K) kontakları normal konumlarına dönerler. (3K) rölesinin açılmasıyla 1. katta verilmiş olan kumanda sona erer. Şekil : 4-103'de verilen güç devresinde açılan (Y) kontakları, balatalı frenin ve motorun enerjisinin kesilmesine neden olur. Balatalar motor kasnağını sıkarak kabini çok kısa bir mesafede durdurur. Şekil : 4-102'deki devrenin 3. satırında bulunan (Y) kontağı açılınca, (ZR) zaman rölesinin enerjisi kesilir. Şekil : 4-104'teki devrede açılan (ZR) ve (3K) kontakları nedeniyle yanmakta olan (1M), (2M), (3G) lambaları sönerler. Kabin 3. katta durduğunda, kabin içinde bulunan kişi kapıları açıp dışarıya çıkma imkânını bulur. Çünkü (KTK) kabin taban kontağı açıktır. Bu nedenle asansör, katlardan yapılacak çağırımları yerine getiremez.

Kabin 1. kattayken 3. kattaki (3A) çağırma butonuna basılırsa, asansör yukarıda açıklandığı gibi çalışır ve 3. kata gelirdi. Şekil : 4-102'de verilen kumanda devresi, çağırmayı yapan kişiye asansörü kullanma imkânını verir. Yani kabin 3. katta durduğunda, 2. kattan yapılacak bir çağırmayı almaz ve 3. kattan ayrılıp 2. kata gitmez. Kumanda devresinde kullanılan (ZR) zaman rölesi ilk çağırmayı



(Şekil : 4-103) Bir kumandalı asansörün güç devresi.



(Şekil : 4-104) Bir kumandalı asansörün sinyal devresi.

yapan kişiye asansörü kullanma imkânını verir. Kabinin yukarı hareketinde (Y) kontakları kapalı olduğundan, (ZR) zaman rölesi enerjilenmiş durumda kalır. Kabin 3. kata geldiğinde (Y) kontağı açılır ve (ZR) zaman rölesinin enerjisi kesilir. (ZR) zaman rölesinin 4. satırda bulunan kontağı gecikme ile kapanır. Bu kontak kapanıncaya kadar katlardan çağırma yapılamaz. Bu arada da ilk çağırmayı yapan kişi asansörü kullanma olanağını bulur. Şekil : 4-102'deki devrenin 1. satırında kullanılan (FSR) faz sırası rölesi asansör kuruluşunun güvenli olarak çalışmasını sağlar. Şebekede herhangi bir nedenle iki fazın yeri değiştiğinde, bu rölenin 2. satırda bulunan (FSR) kontağı açılır ve asansörün çalışmasına engel olur. Şebekedeki fazların yeri değiştiğinde asansör çalışırsa aşağıya doğru verilecek bir kumandada kabin yukarıya doğru hareket eder. Kabinin yukarı hareketini durduracak bir sınır anahtarı olmadığından beklenmedik kazalar doğabilir.

Kabin hareketleyken (İmdat) butonuna basılırsa şekil : 4-102'deki devrenin 2. satırında bulunan (KR) rölesinin akımı kesilir.

(KR) kontağı açılır ve kabin durur. Şekil : 4 - 104'teki devrede verilen bu butona ait alt kontaklar kapandığında, bir zil çalar ve asansördeki arızayı bildirir.

4 — SORULAR :

- 1 — Asansör kuruluşlarında ne gibi güvenlik önlemleri alınır? Açıklayınız.
- 2 — Asansörleri, hızlarına ve kumanda ediliş şekillerine göre sınıflandırınız.
- 3 — Bir kumandalı asansör kuruluşlarında kabin içinde ve katlarda hangi kumanda elemanları bulunur? Sırayla açıklayınız.
- 4 — Bir kumandalı asansörlerin özelliklerini ve çalışma şeklini açıklayınız.
- 5 — Toplamalı kumandalı asansör kuruluşlarında kabin içinde ve katlarda hangi kumanda elemanları bulunur? Sırayla açıklayınız.
- 6 — Toplamalı kumandalı asansörlerin özelliklerini ve çalışma şeklini açıklayınız.
- 7 — Bağlantısı şekil : 4 - 102'de verilen asansör kuruluşunda kabin 3. katta bulunmaktadır. 1. katta bulunan bir kişi kabini çağırıp 2. kata çıkmak isterse bu kumanda devresi nasıl çalışır? Açıklayınız.
- 8 — Bağlantısı şekil : 4 - 102'de verilmiş olan asansör kuruluşuna iki adet 1. kata gönderme butonu eklenecektir. Bu isteğe göre kumanda devresini tekrar çiziniz.

M — KUMANDA ELEMANLARININ SEMBOLLERİ

KUMANDA ELEMANLARI	SEMBOLLER				
	Türk	Amerikan	Alman	Fransız	Rus
Tek yönlü kumanda butonu, Başlatma butonu.					
Tek yönlü kumanda butonu, Durdurma butonu.					
Çift yönlü kumanda butonu.					
Kumanda bobini.					
Normalde açık kontak.					
Normalde kapalı kontak.					
Normalde kapalı, gecikme ile açılan kontak.					
Normalde açık, gecikme ile kapanan kontak.					
Normalde açık, gecikme ile açılan kontak.					
Normalde kapalı, gecikme ile kapanan kontak.					

BÖLÜM

5

ELEKTRİKLİ TAŞIMA ARAÇLARI

A — GİRİŞ:

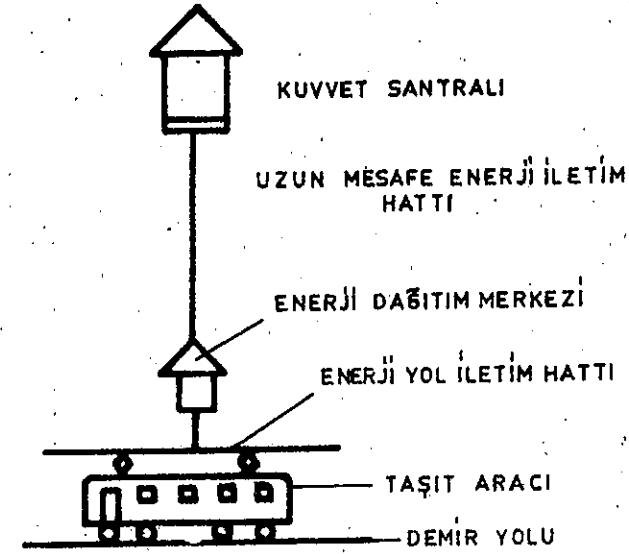
Tren, tranvay, trolleybüs, akübus gibi elektrik motoru ile çalışan tüm araçlara, elektrikli taşıma araçları denir. Ulaştırma ve yük taşıma işlerinde birçok üstünlüklerinden dolayı elektrikli taşıma araçları gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Motorlu araçların gürültüsü, ekzost gazlarının havayı kirletmesi büyük şehirlerde bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca petrolün yurtdışında gereği kadar bulunmaması nedeni ile yurt ekonomisi açısından büyük kayıp olmaktadır. Petrol sıkıntısı bütün dünyanın sorunu olduğundan birçok ülkeler akü ile çalışan vasıtalar yapmak ve geliştirmek için araştırmalar yapmaktadırlar.

Şehirlerarası ve banliyö ulaşımında elektrikli trenler en ekonomik ulaşım aracı olarak düşünülebilir. Buharlı lokomotifleri incelediğimizde, burada kullanılan kömür kalitesinin çok iyi olması gerektiği görülür. Bunların yerine elektrikli lokomotiflerin kullanılması ile önemli miktarda kömür tasarrufu sağlanmış olur. Burada karşı görüş olarak elektrik enerjisinin bir kısmının kömür ile çalışan termik santrallarda elde edildiği söylenebilir. Ancak termik santrallarında kullanılan kömür kalitesi, lokomotiflerde kullanılan kömüre göre çok düşük olabilir.

Dizel lokomotifler ise, teknik ve ekonomik açıdan trafiği az olan hatlarda kullanılması uygun olmaktadır. Ayrıca burada da bir petrol sorunu ortaya çıkmaktadır.

Şehir içi ulaşımında tranvay ve trolleybüsler en geçerli ulaşım vasıtası olarak bütün dünyada kullanılmaktadır. Yıllar önce büyük şehirlerimizden tranvayların kaldırılmasının hatalı bir davranış olduğu anlaşılmıştır.

Şekil : 5-1'de görüldüğü gibi elektrikli taşıma araçlarının çalışması için bir sistemin oluşması gerekir. Kuvvet santralında üretilen



(Şekil : 5-1) Elektrikli taşıma sistemi.

enerji yüksek gerilimle dağıtım merkezlerine gelir. Burada çalışma voltajına indirilip yol enerji iletim hattına verilir. Taşıt aracı, yol boyunca aldığı elektrik ile motorlarını çalıştırır. Demir yolları dönüş iletkeni olarak kullanılır. Trolleybüs gibi demir yolunda çalışmayan araçlarda ise dönüş iletkeni olarak ayrı bir hat çekilir.

B — ELEKTRİKLİ TRENLER : 1895 yılından beri kullanılmakta olan elektrikli trenlerin üstünlüklerini şöyle özetleyebiliriz:

1) Elektrik enerjisi, bilhassa elektrik santrallarından elde edilen elektrik enerjisi, kömür ve mazota göre çok ucuzdur. Elektrik makinelerinde randıman % 80'in üzerinde olduğu halde, dizel veya buharlı makinelerde % 30'un üzerine çıkmaz.

2) Kalabalık banliyö hatlarında elektrikli trenlerle daha süratli bir ulaşım sağlanır. Örneğin, bir elektrikli tren son istasyona geldiğinde, makinist geldiği vagonu terk eder, trenin öbür başına gelir ve oradan treni idare ederek dönüş yolculuğuna başlar. Halbuki diğer tip trenlerde lokomotifin tekrar trenin baş tarafına geçirilmesi oldukça zaman alır.

3) Elektrikli trenler çok çabuk hızlanır ve çok çabuk dururlar. Bu da seyahat zamanını kısaltır. Taşıma kapasitesini artırır.

4) Elektrikli trenlerde duman ve yakacak artışı olmadığından, çevre kirlenmez.

5) Uzun trenlerde ve rampalı (yokuşlu) demiryolunda trenin çıkış gücü kolayca artırılabilir. Bunu temin için trene elektrikli bir lokomotif ilâve edilmişse, bu ilâve için ayrıca personel gerekmez. Çünkü trenin esas makinisti bütün makinalara yalnız başına kumanda eder.

6) Elektrikli trenlerin rampa inişlerinde dinamik ve regeneratif fren kullanılır. Bu frenlemede motorlar, jeneratör gibi çalıştıklarından enerji tasarrufu sağlanır. Buradan hatta enerji verilebilir. Balatalı frenlerin yükü azaltılarak, emniyetli iniş gerçekleştirilir.

C — ELEKTRİKLİ TREN SİSTEMLER : Trenlerde çekici güç çeşitli motorlarla sağlanır. Değişik motorların beslenmeleri de değişik olur. Elektrikli trenlerde kullanılan elektrik enerjisinin başlıca çeşitleri şunlardır:

1 — **Tek fazlı alternatif akım :** Burada elektrik enerjisi trene bir trolley (katener) ile verilir. Akımın dönüşü rayın üzerinden olur. Tek fazlı alternatif akımın gerilimi genellikle 11.000 voltur. Değişik frekanslar kullanılabilir. 25, 15, 16 2/3 Hz.'lik frekanslar en çok tercih edilenlerdir.

Avrupa'da enerji dağıtımı 50 Hz.'lik frekansla yapıldığından, demiryolu elektrifikasyonunda bu frekans kullanılır. Gerilim ise 6.600 volt ile 25.000 volt arasında değişir.

Tek fazlı dağıtım sisteminden alınan enerji, elektrik trenlerinde dört şekilde kullanılır.

a) Gerilim düşürücü transformator ve tek fazlı seri cer motoru.

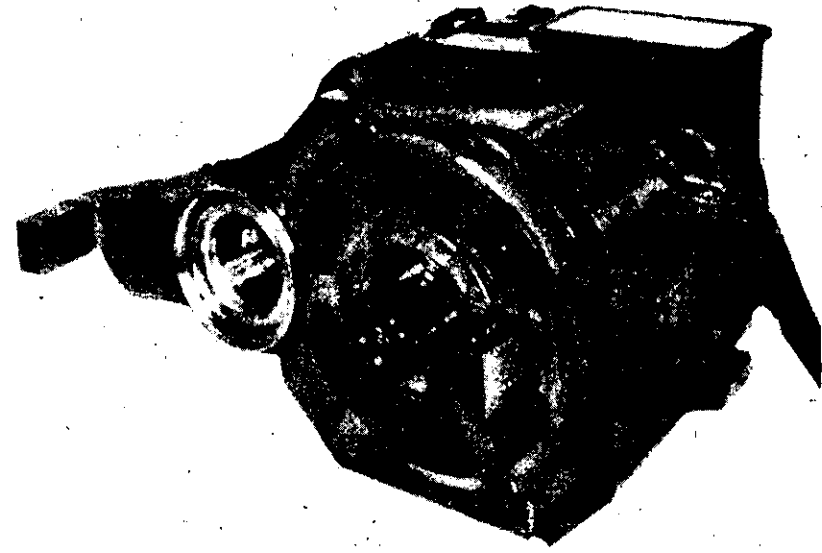
b) Tek fazı üç faza çeviren senkron veya asenkron faz konvertörü ve üç fazlı asenkron cer motoru.

c) Tek fazlı alternatif akımı doğru akıma çeviren motor - jeneratör sistemi ve doğru akım seri cer motoru.

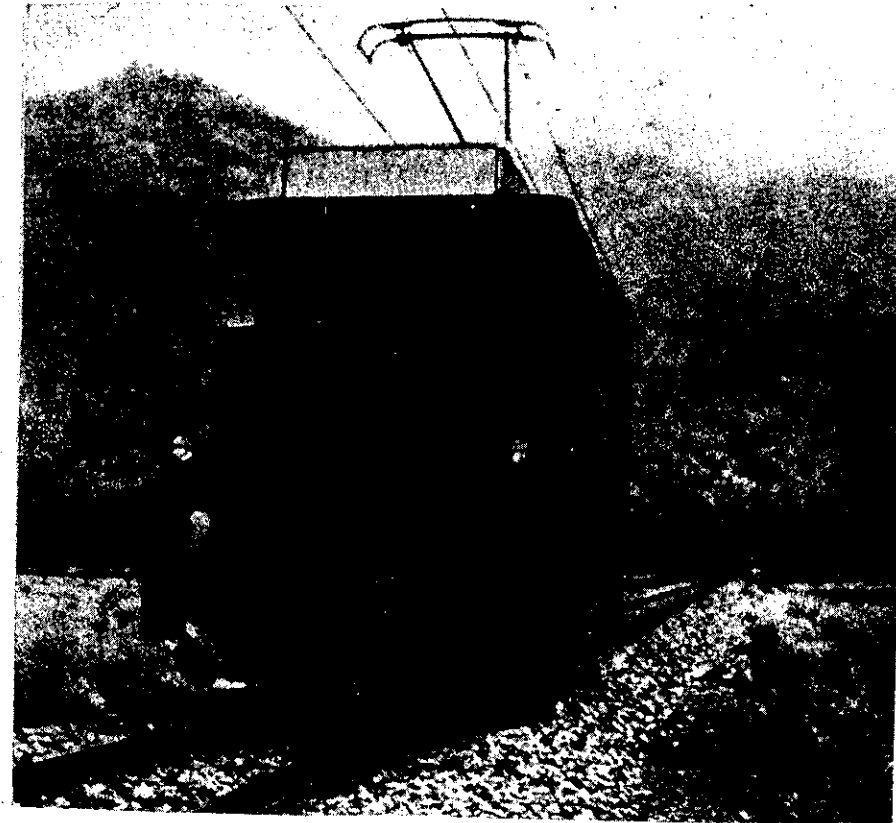
d) Tek fazlı alternatif akımı doğru akıma çeviren statik redresörler ve doğru akım cer motoru.

2 — **Üç fazlı alternatif akım :** Bu sistemde iki adet trolley (katener) vardır. Üç fazın ikisi bu trolleye bağlanır. Üçüncü faz ise raya verilir. Çekici güç, üç fazlı asenkron motorlarla sağlanır. Bu sisteme uygulamada çok az rastlanır.

3 — **Doğru akım :** Enerji trene, ya bir trolley ile veya akım taşıyan üçüncü bir ray ile verilir. Akımın dönüşü raylardan olur. Bu sistemde, 600, 1.200, 1.500, 2.400 ve 3.000 voltluk gerilimler kullanılır.



(Şekil : 5-2) Elektrikli tren cer motoru.



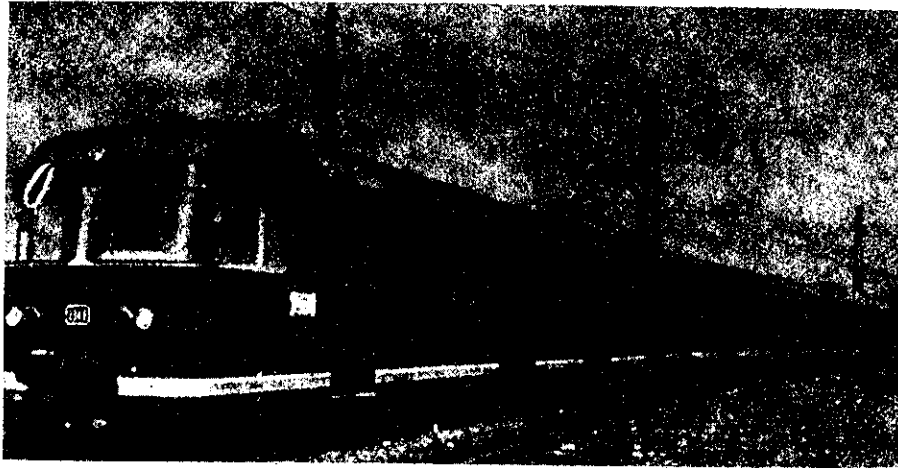
(Şekil : 5-3) Elektrikli lokomotif.

Akım taşıyan üçüncü ray, tren rayları boyunca uzandığından, 750 volttan büyük gerilimleri taşıyamaz. Daha büyük gerilim kullanılması gerektiğinde trolley ile besleme yapılır.

Elektrikli trenlerde çekici gücü bir veya daha fazla sayıdaki cer motoru verir. Bu motorların hepsi bir elektrikli lokomotifte toplanır, veya her vagona dağıtılır. Şekil : 5-2'de her vagonra bulunan, gücü 250 KW olan ve 670 D/dakikalık bir cer motoru görülmektedir.

Elektrik lokomotifli trenler daha ziyade uzun yollarda çalışırlar. Şekil : 5-3'de böyle bir lokomotif görülmektedir. Arkalarına gerektiği kadar yük veya yolcu vagonu takılır. Aynı katarde iki lokomotif kullanıldığında, bunların kumandası bir makinist tarafından yapılır.

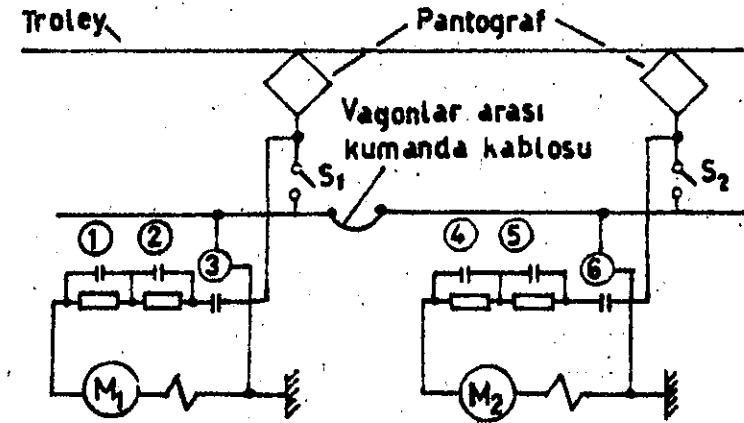
Diğer bir tip elektrikli trenlerde ise lokomotif yoktur. Her vagon çekici gücünü kendi üzerinde bulunan şekil : 5-2'de görülen cer motorundan sağlar. Bu tip trenler banliyö hatlarında kullanılır. Çünkü çabuk hızlanırlar ve çabuk dururlar. Yön değiştirme problemleri yoktur. Şekil : 5-4'de böyle bir tren görülmektedir.



(Şekil : 5-4) Elektrikli banliyö treni.

Trenin her vagonunda bulunan cer motorları tek bir yerden, tek bir makinist tarafından kumanda edilir.

Şekil : 5-5'de böyle bir kumandanın prensip şeması verilmiştir. Şekilde iki vagon gösterilmiştir. Her vagona bir elektrik motoru ve trolleyden akım almak için bir pantograf vardır.

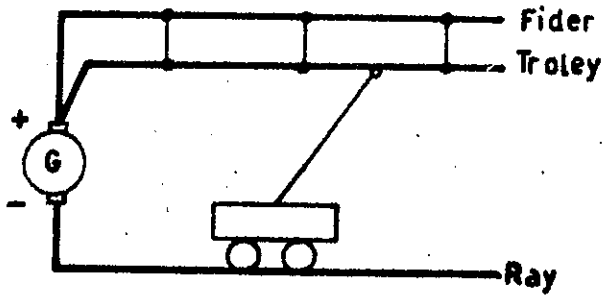


(Şekil : 5-5) Elektrikli tren kumanda şeması.

Vagonların kumanda devreleri bir kablo ile birbirine bağlanır. Makinist gideceği yöne göre ya birinci veya ikinci vagona biner. Treni hareket ettireceği zaman (S_1) veya (S_2) anahtarlarından birini kapattığında, (3) ve (6) nolu kontaktörler çalışarak, kontaklarını kapatırlar. Her iki motor aynı anda devrelerinde yol verme direnci olduğu halde, normal gerilime bağlanırlar. Bundan sonra, yol verme dirençleri ayrı ayrı veya birlikte bir kumanda devresi ile kısım devre edilerek, motorlar yol alırlar. Tren durdurulmak istendiğinde (S_1) veya (S_2) anahtarlarından hangisi kapatılmışsa o açılır. Bu sistemin tam kumandasında, vagonlar arasında 6 iletkenli bir kablo kullanılır. Bu iletkenlerden her biri geri gitme, ileri gitme, seri bağlama ve paralel bağlama gibi görevler yaparlar. İletkenlerden yalnız kontrol devresinin akımı geçer. Bu akım 2-3 amper gibi çok küçük tür. Şekil : 5-5'de verilen iki vagona on vagon daha eklense çalışmada hiçbir değişiklik olmaz. Gene tek bir makinist, gidiş yönündeki birinci vagondan bütün trene kumanda eder.

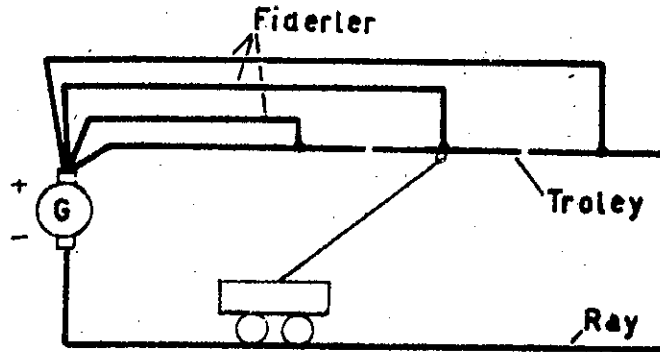
D — ENERJİ DAĞITIMI : Yukarıdaki kısımlarda değişik sistemlerde kullanılan gerilimler verilmiştir. Besleme hatlarındaki gerilim düşümlerinden ötürü bu değerler çok düşerse ve uzun mesafelerde düşük kalırsa trenler normal hızlarına çıkamazlar. Demiryolu elektrifikasyonunda (Elektrik sistemi) % 10-15 gerilim düşümü normal kabul edilir.

Hatlarda normalden daha fazla gerilim düşmesi Fider sistemi ile önlenir. Fider'in kelime anlamı «besleyen»dir. Elektrifikasyonda ise uzun bir trolley hattı fider iletkenleriyle çeşitli noktalardan normal gerilimle beslenirler. Böylece hattın sonuna doğru, gittikçe ar



(Şekil: 5-6) Tek fider hattı ile besleme.

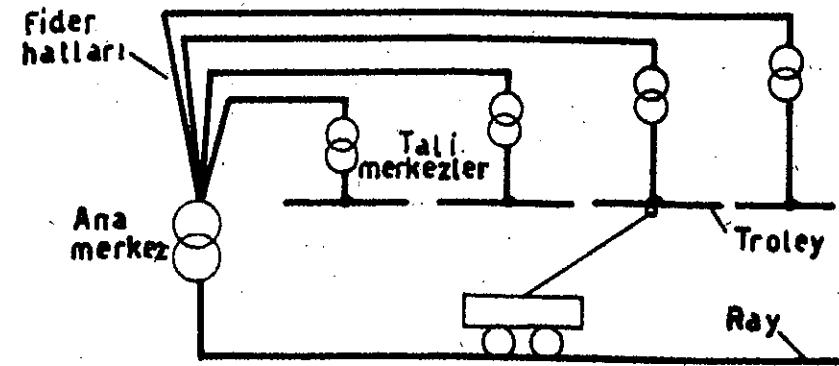
tan bir gerilim düşümü önlenir. En basit fiderli sistemde, trolley hattı ile birlikte daha kalın bir iletken «Fider hattı» uzatılır. Uzun aralıklarla fider ve trolley hatları birbirine Şekil: 5-6'da görüldüğü gibi bağlanır. Tren tarafından çekilen akımın büyük kısmını fider hattı karşılayacağından, daha az bir gerilim düşümü olur.



(Şekil: 5-7) Fider hatları ile değişik yerlerden besleme.

Bazı sistemlerde tek bir fider yerine, daha fazla sayıda fider hattı kullanılır. Bu hatlar uygun aralıklarla trolley ile bağlanırlar. Şekil: 5-7'de görüldüğü gibi trolley hattı, yol boyunca parça parça yapılabileceği gibi tek parça olarak da çekilebilir. Bu durumda da her fider hattı uygun yerlerde trolley ile bağlanır ve trolleyi besleyerek, gerilim düşümünü önler.

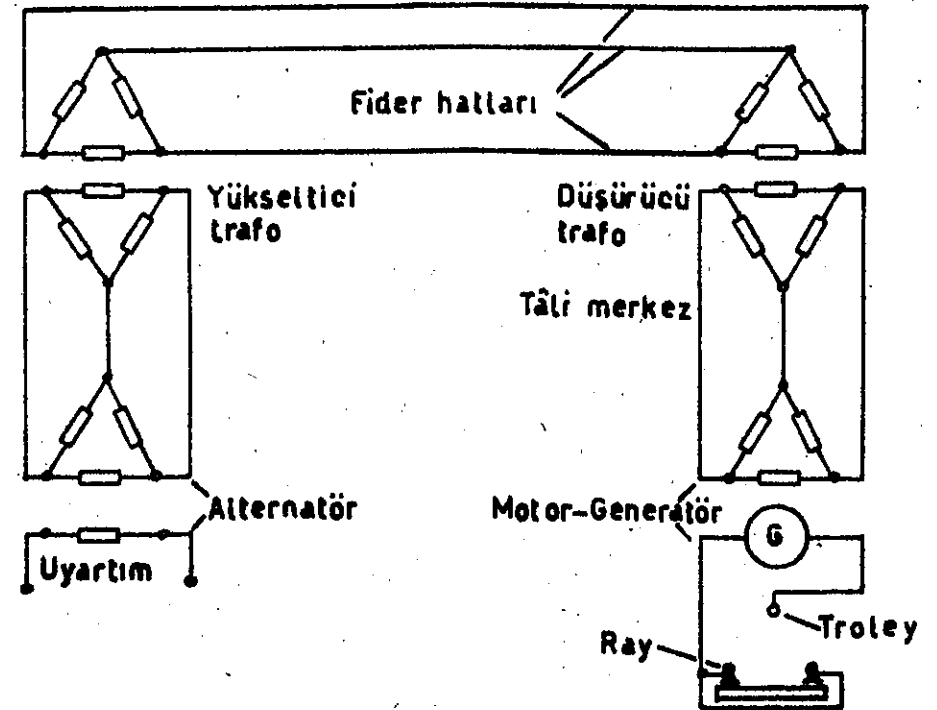
Şekil: 5-8'de ise alternatif akımda kullanılan fiderli bir sistem verilmiştir. Bu sistemde trolley hattı çeşitli kısımlara ayrılır. Her kısım, tâli merkez adı verilen bir transformotordan beslenir. Fider hatları ana merkez ile tâli merkezi birbirine bağlar. Gerilim düşümünü önlemek için tâli merkezlere akım, çok yüksek gerilim ile



(Şekil: 5-8) Alternatif akımda kullanılan fider.

iletilir. Herhangi bir tâli merkezde arıza meydana gelirse, bu merkez devreden çıkarılır. Tâli merkezin beslediği trolley, yanlardaki trolleylerle bağlanır ve çalışmanın sürekliliği sağlanmış olur.

Tâli merkezler genellikle gerilim düşürme görevi yaparlar. Fakat bazı tâli merkezlerde akımın şekli de değiştirilir. Örneğin, doğru akım, komitatis veya doğrultmaç aracılığı ile doğru akıma çevrilir. Böylece trolley beslenir.

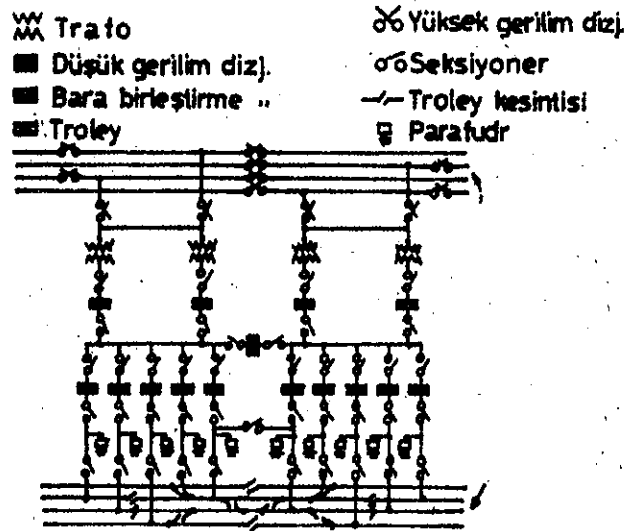


(Şekil: 5-9) Doğru akımlı cer.

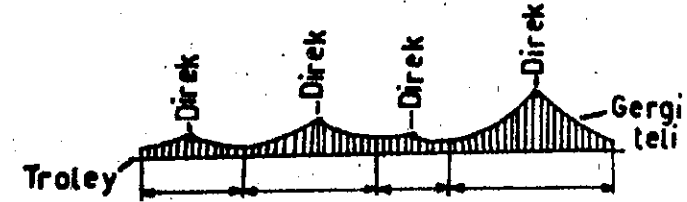
Şekil : 5 - 9'da doğru akım cere ait bir örnek verilmiştir. Görüldüğü gibi ana merkezde bir altarnatör ve bir de trafo vardır. Elde edilen elektrik enerjisi, gerilimi yükselttilerek fider hatları aracılığı ile tâli merkeze verilir. Tâli merkezde ilk önce gerilim düşürülür. Sonra üç fazlı nerji, komitatisis aracılığı ile doğru akıma çevrilir. Trolley beslenir. Tâli merkezler genel olarak otomatik çalışırlar. Yani kendi kendine devreye girerler ve çıkarlar. Arızayı haber vererek, devreleri korurlar. Tâli merkezler hat boyunca uygun aralıklarla sıralanırlar. Bu aralık 10 ile 100 Km. arasında değişir.

Şekil : 5 - 10'da fiderli komple bir dağıtım sistemi verilmiştir. Bu, monofaze dağıtıma bir örnektir. Şeklin üst tarafında gösterilen dört adet yüksek gerilim hattı, tren yolu boyunca uzanır. Uygun aralıklarla yüksek gerilim, transformatörlerle düşürülerek trolley beslenir. Burada trolleye beraber uzanan hatlar, fider hatlarıdır. Fider hatlarında enerji kaybını azaltmak için, 44.000, 88.000, 132.000 volt gibi çok yüksek gerilim kullanılır. Şeklin alt kısmında 4 tren için, dört adet trolley hattı gösterilmiştir. Dikkat edilirse, trolley hatlarının devam etmediği görülür. Parçalara bölünmüş trolleylerin her bir parçası, hattın durumuna göre uygun bir transformatörden beslenir. Şekilde çok sayıda seksiyoner ve disjunktör kullanılmasının nedeni, arızalı kısmın hemen devreden çıkarılarak, başka bir kısımdan besleme yapılabilmesidir.

Doğru akımın kullanıldığı cerde de fider hatları trolleylerle beraber uzanır. Fider kesitleri yük ve uzunluğa göre seçildiğinden,



(Şekil : 5 - 10) Fiderli komple dağıtım sistemi.



(Şekil : 5 - 11) Trolleyin gergi teli ile asılması.

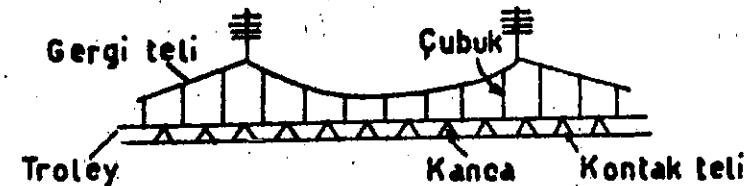
bunlarda çok az gerilim düşümü olur. Fider hattı ile trolley, uygun aralıklarla bağlandığından trolleyde gerilim düşümü normal ölçüler içinde kalır.

Elektrifikasyonda kullanılan gerilim, 750 volttan büyükse, enerji trene havai hat aracılığı ile verilir. Eğer trenler yavaş çalışıyorsa havai hat yani trolley, rayların üzerine direkt olarak asılır. Hattın seyimi (sarkması) yavaş giden tren için bir sakınca teşkil etmez. Hızlı çalışan trenlerde trolley, gergi teli ve çubuklar aracılığı ile asılır.

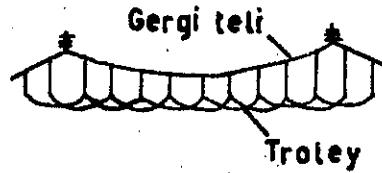
Şekil : 5 - 11'de görüldüğü gibi gergi teli parabolik bir seyim yapar. Gergi teli ile trolleyi birbirine bağlayan değişik uzunluktaki çubuklar, trolleyin raylara paralel olarak uzanmasını sağlar. Gergi telinin seyimi, direkler arasındaki mesafenin karesi ile orantılı olarak büyür. Direkler arasındaki mesafe, tabii engellere bağlı olarak (dönemeçler, köprüler) değişirse de genellikle 85 - 100 m. arasında tutulur. Mesafenin artması veya azalması imalat giderlerini artırır ve çalışma şartlarını güçleştirir.

Gergi teli ile yapılan trolley tesislerinin birçok çeşidi vardır. Bunlardan birisi de şekil : 5 - 12'de verilmiştir.

Birçok yerlerde uygulaması olan bu sistemde kontak teli adı verilen ikinci bir iletken kancalar yardımı ile trolleyin altına asılır. Kontak teli bu tesiste iki fayda sağlar. Kontak teli pantograftaki aşınmayı daha çok önler. Aynı zamanda havai hat tesisinin pantografa yapacağı vuruntu daha az olur. Çünkü çubuklar ve kancalar kontak telini daha esnek yapar.

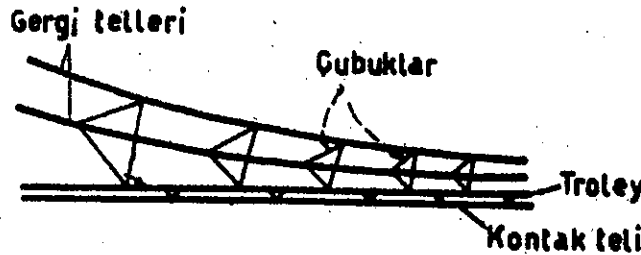


(Şekil : 5 - 12) Trolleyin kancalarla asılması.



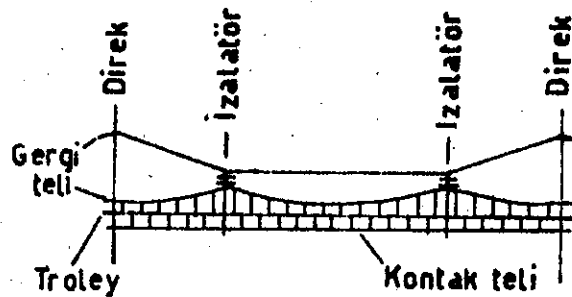
(Şekil: 5-13) İki hatlı trolley.

Trolley tesisinin başka bir çeşidi Şekil: 5-13'de verilmiştir. Bu tesiste iki adet trolley kullanılmıştır. Bu trolleyler, çubuklara birer aralıkla tutturulmuşlardır. Pantograf, her iki trolleye de temas ettiğinden havai hattın daha fazla akım kolayca çekilebilir.



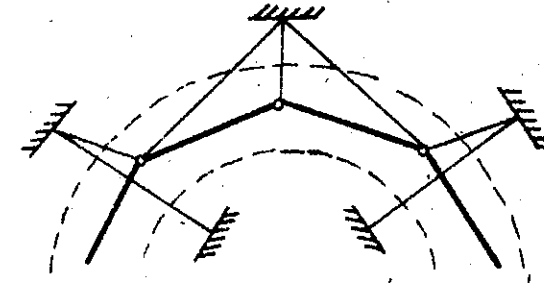
(Şekil: 5-14) İki gergi teli ile asılan trolley.

Şekil: 5-14'de daha değişik bir trolley sistemi görülmektedir. Bu tesiste iki adet gergi teli kullanılır. Trolley hattı ise üçgen çubuklar aracılığı ile gergi teline tutturulur. Bu montaj şekli daha pahalıya mal olur. Fakat trolleyin yatay salınımları, diğerlerine göre çok azalır.



(Şekil: 5-15) İzalatör ve iki gergi teli ile asılan trolley.

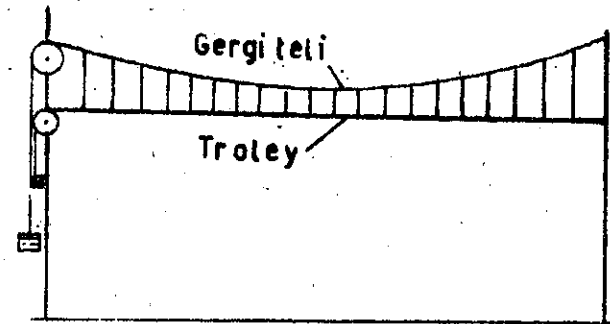
Şekil: 5-15'de ise çok daha değişik havai hat sistemi verilmiştir. Bu sistemde iki adet gergi teli kullanılır. Gergi tellerinden birisi direğe asılır. Diğer gergi teli ise, izalatör aracılığı ile birinci gergi teline tutturulur. Çubukların altında ise bir trolley, bir de kontak teli bulunur. Kontak teli ve trolley dönemeçlerde rayların eksenine boyunca uzanmalıdır. Böyle olmazsa pantograf, trolleyden kurtulur. İyi bir dönüş için trolley, daha çok noktadan asılır. Bu gibi yerlerde asma noktaları arasındaki mesafe 5 metreye kadar düşer.



(Şekil: 5-16) Kavisli trolley.

Şekil: 5-16'da 120° lik bir dönüşte trolleyin asılış şekli verilmiştir.

Havai hat tesislerinde sıcaklık değişimleri, gergi telinin, trolleyin kontak telinin ve çubukların boylarının değişmesine neden olur. Bu malzemelerin boyları değişince de seyim değişmiş olur. Bu sakınca ancak tellerdeki gerilmenin ayarı ile önlenir. Bunun için gergi telleri, trolleyler ve kontak telleri, bölgelerinin bitim noktalarında bir makaradan geçirilip uçlarına belli ağırlıklar asılır. Şekil: 5-17 de gergi telindeki ve trolleydeki uzayıp kısalmaların makara ve ağırlıklarla nasıl karşılanacağı gösterilmektedir.



(Şekil: 5-17) Seyimin ağırlıklarla önlenmesi.

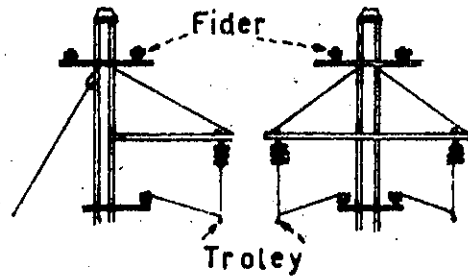
Yukarıda açıklanan tel çeşitlerinin malzeme seçimi imkanlara göre yapılır. Düşük gerilimde geçen akım büyük olacağından, iletkenliği arttırma amacıyla gergi teli bakırdan yapılabilir. Yalnız bakırın çekilmeye gösterdiği direnç azdır. Eğer bu sakınca teşkil ederse bronz kullanılır. Gergi teli için, bakır kaplanmış çelik tel de çok kullanılır. Çünkü bu malzemenin aşınma ve çekme direnci çok yüksektir. Ayrıca kısa devrelerde telin eriyip kopması da hayli güçtür. Galvanizli tel ve paslanmaz çelik tel, gergi teli olarak bazen kullanılır. Fakat birincisinin aşınma direncinin çok yüksek olması, ikincisinin de pahalı olması en önemli sakıncalarıdır.

Trolley iletkeni olarak sert çekilmiş bakır tel kullanılır. Kontak teli olarak da kullanılabilirse de, çelik pantoğraflar bu teli çabuk aşındırırlar. Bu nedenle trolleyin altına asılan kontak teli, genellikle bronzdan yapılır.

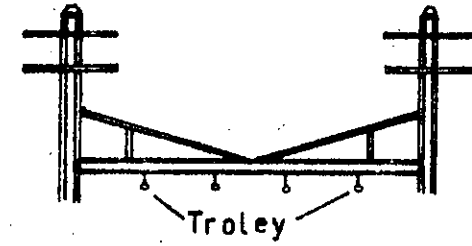
Çubuklar ise, galvanizli çelik, bakır kaplanmış çelik ve bronz malzemelerden yapılır. Çelik daha ucuz olduğu halde aşınmaya (korozyon) karşı direnci azdır.

Gergi, kontak ve trolley tellerinin hepsi izalatör aracılığı ile asılırlar. Kullanılan gerilim ve mekaniksel kuvvetin değerine göre çeşitli tip izalatörler kullanılır. Düşük gerilim için 10 Cm, yüksek gerilim için ise, 30 Cm. çapında olan izalatörler tercih edilir. Zincir gibi asılan izalatörlerde 4 taneye kadar izalatör bulunur. Uygulamada örneğin, 11 veya 15 Kv.'luk gerilim için 25 Cm. çapında olan izalatörlerden 3 adedi zincir gibi alt alta asılarak kullanılır.

Bu tel sistemini çeşitli tipteki direkler taşır. Şekil : 5 - 18'de görülen direkler, tek veya çift hatlı elektrifikasyonda kullanılır. Direkler demir veya betondan yapılır. Bazen her hat için bir direk kullanılır. Bu durumda arızalanan hat servisten çıkarılıp, onarılabilir veya bakımı yapılabilir. Eğer iki hat için bir direk kullanılmışsa bu direk, iki rayın arasına dikilir.

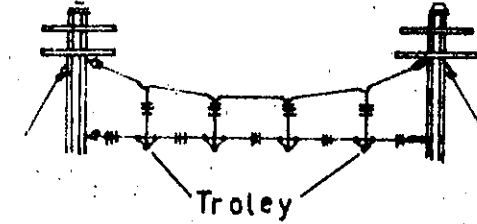


(Şekil : 5 - 18) Tek ve çift hatta kullanılan direk tipleri.



(Şekil : 5 - 19) Trolleyin gergi teline bağlanması.

Şekil : 5 - 19 en çok rastlanan bir direk tipidir. Lenteli direkler arasına çekilen bir tel üzerine, gergi telleri, izalatörler aracılığı ile asılır. Raylar, iki direk arasında kalır. İki direk arası geniş tutulursa hat sayısı kolayca arttırılabilir. Bu şekil incelenirse, dört kontak telinden bunun dört hatlı bir sistem olduğu anlaşılır.

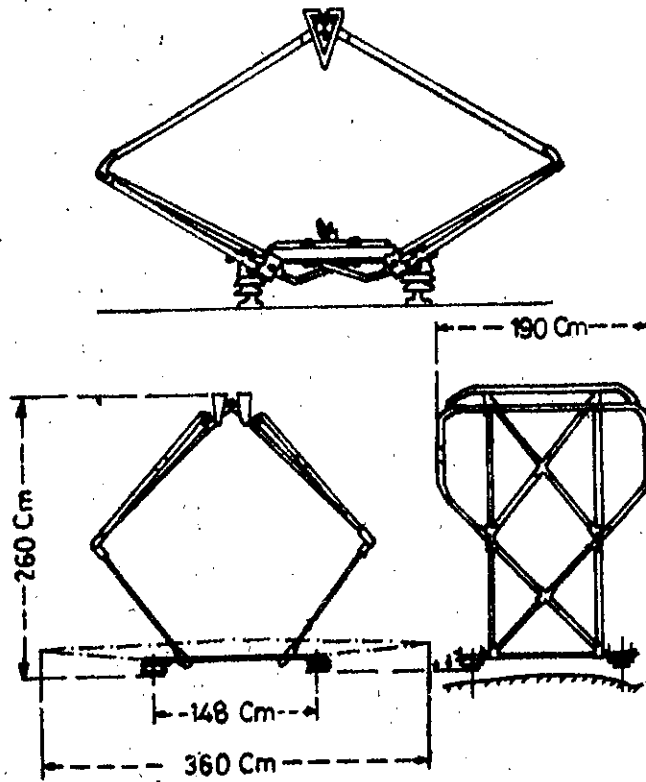


(Şekil : 5 - 20) Köprü bağlantılı direk tipi.

Şekil : 5 - 20'de ise, iki direk arası bir köprü ile birleştirilmiştir. Trolley hatları, demirden yapılmış bir köprü üzerine asılır. Bu şekil de dört hatlı bir sistem için yapılmış direkleri göstermektedir.

Demiryolu elektrifikasyonunda direkler aynı zamanda fider ve sinyalasyon hatlarını da taşırlar. Trolley hatları ile raylar arasında 5 ile 7.5 metrelik bir açıklık olur. Trolley ve kontak telinin çapı ise 6 - 15 mm. arasında değişir.

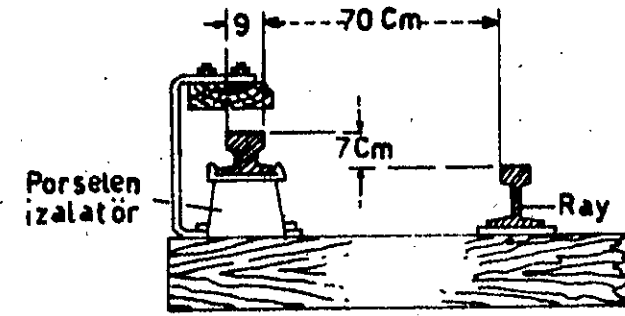
Elektrikli trene akım, pantoğraf aracılığı ile alınır. Pantoğraf, vagon veya lokomotiflerin üzerinde bulunur. Pantoğraf üzerinde bulunan kontak pabucu, trolley veya kontak teline sürter. Böylece akımın bu hatlardan trene geçmesi sağlanmış olur. Her pantoğrafta uzunluğu 120 Cm. olan bir veya iki kontak pabucu bulunur. Kontak pabuçları çelikten, bakırdan, bronzdan, alüminyum alaşımlarından yapılır. Şekil : 5 - 21'de yapısı verilen pantoğraf, 5 ile 17,5 Kg. arasında değişen bir kuvvet ile trolleye sürter. Bu basıncı pantoğrafın üzerindeki yay sağlar. Yay, aynı zamanda pantoğrafı yukarıya kal-



(Şekil : 5-21) Pantograf.

dırır. Pantografin aşağıya indirilmesi hava basıncı ile olur. Bazı firmalar pantografı hava basıncı ile yukarıya kalkacak, kendi ağırlığı ile aşağıya inecek şekilde yaparlar. Yukarıda açıklandığı gibi trolley yüksekliği doğal engellerden ötürü, 5 ile 7,5 metre arasında değişir. Ayrıca dönemeçlerde trolley hattı rayların simetri ekseninden uzaklaşabilir. İşte pantografin bütün bu değişikliklere intibak etmesi ve devamlı olarak kontak temin etmesi gerekir.

Demiryolu elektrifikasyonunda gerilim, 750 volttan az olursa akımı taşıyan üçüncü ray, adeta trolley veya kontak teli gibi kullanılabilir. Üçüncü rayın üstü açık ve altı açık olmak üzere iki çeşidi vardır. Üstü açık ray, az karbonlu çelikten yapılır. Porselen veya ağaç izolatörler üzerine monte edilir. İzolatörler, aralarında 5 transvers olacak şekilde yerleştirilirler. Sıcaklıkla olacak genleşmeler göz önünde tutularak, raylar aralıklı olarak birleştirilirler. Fakat büyük akım taşıyacaklarından, elektriksel geçirgenliği sağlamak için, ayrıca bir telle birbirine bağlanırlar. Herhangi bir kısa devreyi önlemek için üçüncü rayın üzerine ağaçtan bir siper konur. Şekil : 5-22'de



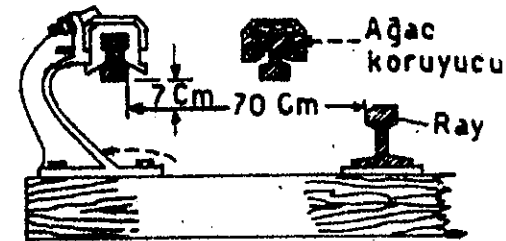
(Şekil : 5-22) Üstü açık üçüncü ray.

yapısı verilen üçüncü raydan akım, trenden çıkan kollar yardımıyla alınır. Bu kolların uçlarındaki pabuçlar rayın üst yüzeyine belirli bir basınçla sürterler.

Altı açık üçüncü ray, kaz boynuna benzeyen demir parçalara izolatörler aracılığı ile tutturulur. Şekil : 5-23'de üçüncü ray, ağaç veya benzeri bir malzeme ile uç tarafından yalıtılır. Rayın açık kalan alt yüzüne trenden çıkan kontak pabuçları sürter ve trene akım alırlar. Bu tip ray, diğerine nazaran daha çok tercih edilir. Çünkü kontak yüzeyine kar, buz, toz ve çamur gibi istenmeyen maddelerin toplanması mümkün olmaz.

Üçüncü ray, demiryolu raylarından belirli bir uzaklıkta ve onlardan belirli bir yükseklikte olmalıdır. Aksi halde demiryollarında çalışan diğer tip vagon ve lokomotifler bu raylara çarparak zarara sebep olurlar. Şekil : 5-22 ve 5-23 incelenirse üçüncü rayın, kendisine yakın olan raydan 70 cm. uzakta olduğu görülür. Ayrıca üçüncü rayların akım taşıyan yüzeyleri ile diğer rayların yüzeyleri arasında, 7 cm.'lik bir uzaklık vardır.

Her vagona veya lokomotifte genellikle 4 adet kontak pabucu vardır. Bunlardan ikisi bir tarafta, ikisi diğer taraftadır. Kontak pabuçları kablolarla ayrı sigortalara bağlıdır. Her sigorta çıkışında,



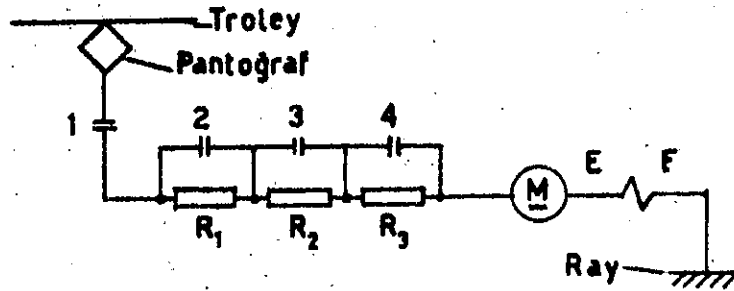
(Şekil : 5-23) Altı açık üçüncü ray.

sigortayı toprağa bağlayacak bir devre vardır. Trendeki bir kıs devre nedeniyle sigorta atmaz ise yapay bir kısa devre daha yapılarak, o sigortanın veya trafo merkezindeki sigortanın atması sağlanır. Böylece tren, kısa devrenin doğuracağı tehlikeden korunmuş olur. Kontak pabuçları katlanarak veya çekilerek üçüncü raydan ayrılırlar. Bu ayırma işlemi pnömatik (hava basınçlı) denetimle sağlanır.

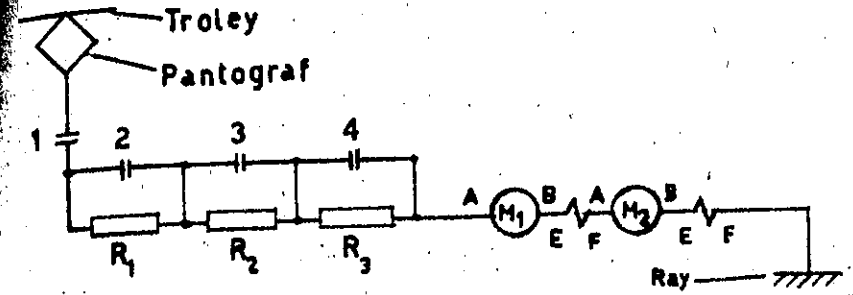
E — CER MOTORLARININ KUMANDASI: Tren dururken motorlar direkt olarak şebekeye bağlanırlarsa çok büyük akım çekerekler. Bu büyük akım, hem motor sargıları, hem devrede bulunan cihazlar için çok tehlikelidir. Ayrıca şebekede gerilim düşümüne ve tren tekerleklerinin patenaj yapmasına sebep olur.

Bu sakıncaları gidermek ve trenin uygun bir hızla kalkınmasını sağlamak ancak motorları düşük gerilimle başlatmakla olur. Düşük gerilimle başlatmanın birinci yolu, dirençle yol vermektir. Şekil : 5-24'de doğru akım seri motorunun dirençlerle yol almasına ait bir devre verilmiştir. Motor çalıştırılacağı zaman ilk önce (1) nolu kontak kapanır. Motor, dirençler devrede olmak üzere, güvenli bir ilk hareket akımı ile kalkınmaya başlar. Devir sayısı arttıkça zıt E.M.K. de artar ve ilk hareket akımı düşer. Devrin uygun bir değerinde (2) nolu kontak kapatılarak, birinci direnç devreden çıkarılır. Motor akımı güvenli sınırı aşmak üzere bir artış gösterir. Fakat devir sayısı yükseldikçe, akım gene düşer. Sonra uygun aralıklarla (3.) ve (4.) kontaklar kapatılır. Böylece motor en sonunda normal şebeke gerilimine bağlanmış olur.

Sağladığı bazı faydalardan dolayı elektrikli vagon ve lokomotiflerde gücü karşılayacak bir motor yerine birden fazla motor kullanılır. İki veya daha fazla sayıda motor kullanma, yol vermede de fayda sağlar. Şekil : 5-24'deki devrede bulunan dirençler, gerilim düşümüne sebep olarak, motorun kalkınmasını sağlar. Fakat enerji

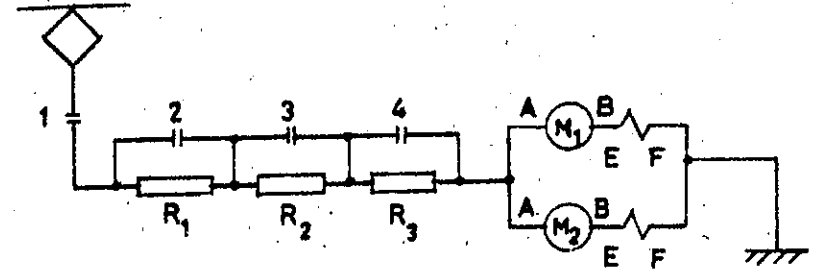


(Şekil : 5-24) Seri cer motorunun dirençlerle yol alması.



(Şekil : 5-25) Cer motorlarının seri bağlanarak yol alması.

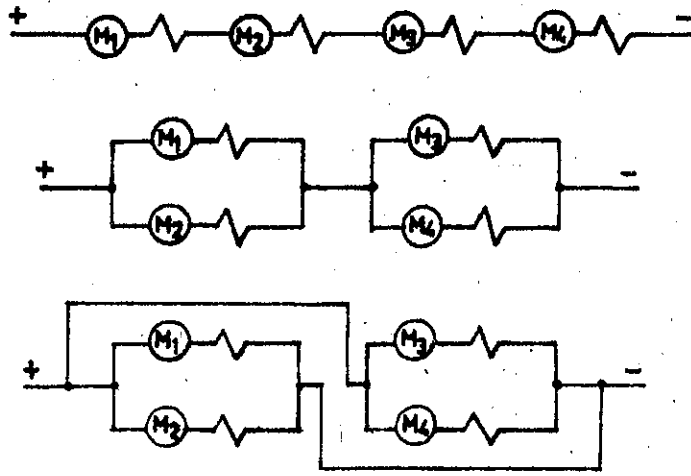
bu dirençlerde ısı şeklinde kaybolur. Eğer bir vagona veya lokomotifte bulunan iki motor, yol vermenin başlangıcında seri olarak bağlanırsa yol verme direncinin değeri ve dolayısıyla ısı kaybı düşürülmüş olur.



(Şekil : 5-26) Cer motorlarının paralel çalışması.

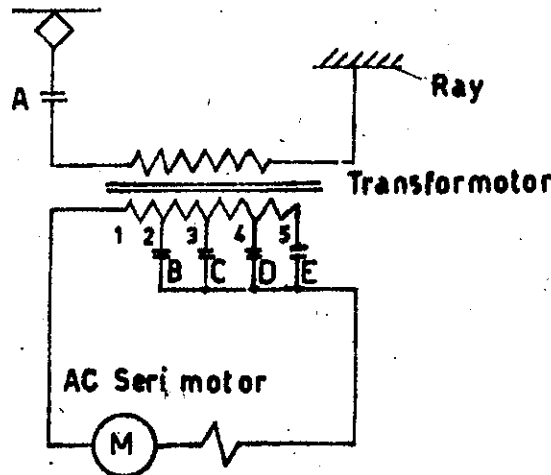
Şekil : 5-25 ve 5-26 bu esasa göre yapılan yol vermeyi göstermektedir. Yol vermenin ilk anında her iki motor, şekil : 5-25'de görüldüğü gibi birbirleriyle ve yol verme dirençleriyle seri bağlanır. İlk önce (1.) kontak kapanarak dirençler devrede olmak üzere, motorların düşük gerilimle kalkınmaları sağlanır. Uygun zaman aralıkları ile (2), (3.) ve (4.) kontaklar kapanarak, dirençler sırayla devreden çıkarılır. (4.) kontak kapandıktan bir müddet sonra motorların devir sayısı normal değerine ulaşır.

Eğer elektrikli trenlerde 4 adet motor kullanılıyorsa, bu dört motorun hepsi şekil : 5-77'de görüldüğü gibi ilk önce seri olarak bağlanır. Uygun bir zamanın sonunda bu bağlantı çözülür ve motorlar ikiye, ikiye paralel bağlandıktan sonra, bu paralel gruplara birbirine seri hale getirilir. En sonunda dört motorun hepsi birbirine paralel bağlanır. Düzgün bir kalkınmayı sağlamak için bu devrede de yol verme dirençlerinin olması gerekir.



(Şekil : 5 - 27) Dört adet cer motorunun yol alması.

Demiryolu elektrifikasyonunda düşük gerilimle motorlara yol vermenin ikinci şekli transformator aracılığı ile olur. Bu metod uygulamada çok kullanılır. Şekil : 5 - 28'deki devre, alternatif akım seri motora transformatorla yol vermeyi göstermektedir. Bu şemada ilk önce (A) yüksek gerilim kontaktörü kapanarak, transformatorun primeri troleye bağlanır. Sonra (B) kontağı kapanarak, (1 - 2) uçlarındaki en düşük gerilim motora uygulanır. Sonra (C) kontağı kapandığında, motor sekonder sargının (1 - 3) nolu uçlarındaki da-

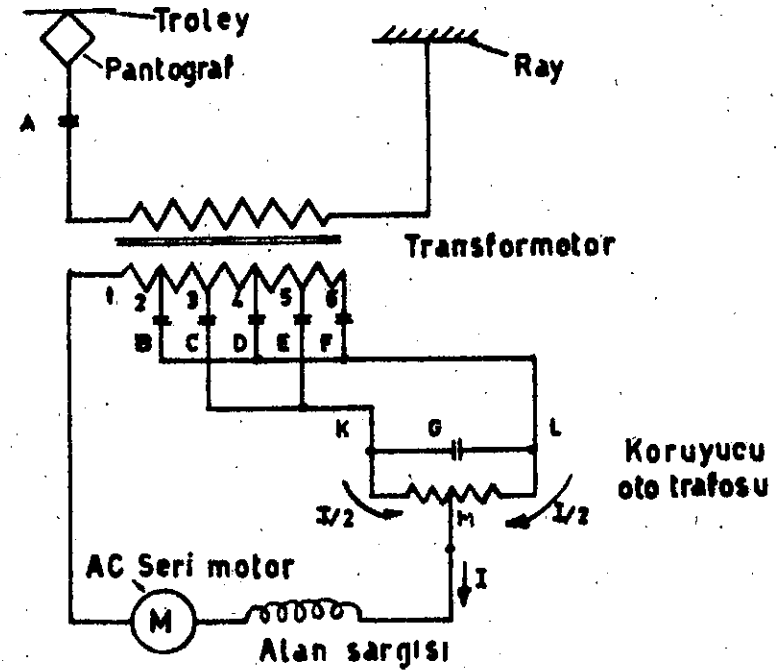


(Şekil : 5 - 28) Transformator ile yol verme.

ha yüksek gerilime bağlanır. Daha sonra (D) ve (E) kontakları sıra ile kapanır. Motora uygulanan gerilim ve devir sayısı gittikçe artar. En sonunda motor normal geriliminde ve normal devir sayısı ile çalışır.

Çalışma ilkesi anlatılan bu şemanın uygulamasında bazı sakıncalar vardır. Örneğin, (B) kontağı açılmadan (C) kontağı kapatılacak olursa, sekonder sargının (2 - 3) nolu uçlarındaki gerilim kısa devre olur. Dolayısıyla bu küçük gerilimin dolaştıracak akım ve onun zararı büyük olur. Bu kısa devreyi önlemek için, (C) kontağı kapatılmadan (B) kontağı açılırsa, bu geçiş anında motor bir müddet akımsız kalır. Bu da hızın dalgalanarak değişmesine sebep olur. Özetlenecek olursa şu neticeye varılır. Şekil : 5 - 28'deki devrede herhangi bir kontak kapanırken, kapanmış eski kontağın evvel veya sonra açılması sakıncalıdır.

Yukarıda açıklanan sakınca şekil : 5 - 29'daki devre ile giderilir. Dikkat edilirse bu devreye çabuk doyuma gelen bir oto trafosunun ilâve edildiği görülür. Sistemde ilk önce (A) kontaktörü kapatılarak primer sargı devreye bağlanır. Daha sonra (B) ve (G) kontakları kapanarak trafonun (1 - 2) nolu uçlarındaki gerilim motora uygulanır. (B) kontağından gelen akım, (L) düğüm noktasında iki-



(Şekil : 5 - 29) Doyumlu oto trafo ile yol verme.

ye ayrılır. Oto trafosunun yarı sargılarından dolaşan bu akımlar (M) düğüm noktasında toplanırlar. Yarımşar sargılardan geçen akım yönleri ters olduklarından E.M.K. doğmaz. Bu sargılarda hemen hemen hiç gerilim düşümü olmaz. Dolayısıyla (B) ve (G) kontakları kapalı iken sekonderin (1-2) nolu uçlarındaki gerilim aynen motorun uçlarında bulunur. Motora verilen gerilim arttırılmak istendiğinde (G) kontağı açılır, (C) kontağı kapanır. Bu durumda (B) ve (C) kontakları kapalı olduklarından sekonderin (2-3) nolu uçlarındaki gerilim, oto trafosunun (K-L) uçlarına uygulanır. Oto trafosunun orta ucundaki yani (M) ucundaki gerilim, (2-3) nolu sargı geriliminin yarısına eşit olduğundan motora uygulanan gerilim (2-3) nolu uçlardaki gerilimin yarısı kadar artmış olur. Bu durumda motora gelen akımın aşağı yukarı yarısı oto trafosunun sol yarı sargısından akımın diğer yarısı ise oto trafosunun sağ yarım sargısından gelir. Dolayısıyla oto trafosunda bir gerilim düşümü olmaz. Gerilim bir kademe daha arttırılmak istendiğinde (B) kontağı açılır, (G) kontağı kapatılır. Motor sekonder sargısının (1-3) nolu uçlarına bağlanır. (3) nolu uçtan çıkan akım, (C) kontağından geçerek (K) düğüm noktasına gelir. İki kısma ayrılan akım oto trafosunun yarı sargılarından geçer. Motor üzerinden (1) nolu uca döner. Bu çalışma böylece devam ederse motora uygulanan gerilim büyür ve motorun devir sayısı gittikçe artar. En sonunda motor normal geriliminde ve normal devrinde çalışmaya başlar.

(1-2) nolu uçlardaki gerilim, 50 volt ve diğer kademeler arasındaki gerilim, 30 volt kabul edilirse, yol alma esnasında motora uygulanacak gerilimler şöyle bir çizelge halinde toplanabilir:

DURUM	KAPALI KONTAKLAR	MOTOR GERİLİMİ
1	B — G	50 V.
2	B — C	65 V.
3	C — G	80 V.
4	C — D	95 V.
5	D — G	110 V.
6	D — E	125 V.
7	E — G	140 V.
8	E — F	155 V.
9	F — G	170 V.

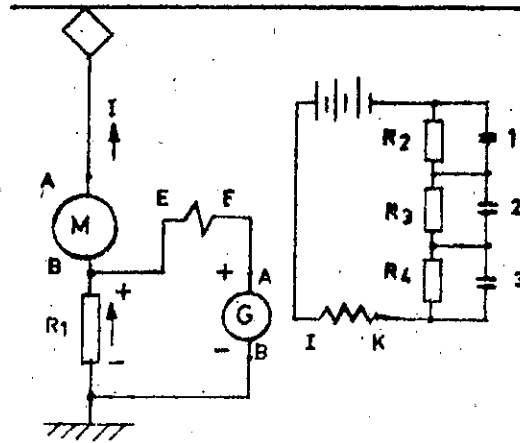
Elektrikli trenlerin en önemli üstünlüklerinden bir tanesi, bu sistemlerde elektriksel frenin kullanılmasıdır. Elektriksel frende cer motoru generatör gibi çalıştırılır. Generatörün yük akımı ya şebekeye, veya bir dirence verilerek makina yüklenir. Böylece ma-

kinanın ve dolayısıyla trenin hızı düşer. kütlesi ve hızı olan her madde üzerinde enerji vardır. Bu potansiyel enerji hızın karesi ile orantılı olarak artar. Buna göre rampa inen (yokuş aşağı) bir trenin frenlenmesi yani, üzerindeki potansiyel enerjinin alınması oldukça güçtür. Yalnız balatalı frenle hız kontrolu yapılması gerekiyorsa çok dikkatli olmak gerekir. Balatalı frene ilâve edilecek elektriksel fren tertibatı emniyeti artırır. Çalışma şartlarını da kolaylaştırır.

Demiryolu elektrifikasyonunda iki çeşit elektrikli fren kullanılır. Bunlardan bir tanesi regeneratif frenlemedir. Bu frenlemede cer motoru generatör gibi çalıştırılır ve şebeke beslenir. Makina yalnız şebeke geriliminden daha yüksek ve sabit gerilimle çalıştığında şebekeyi besleyebilir. Doğru akım makinalarında gerilim yalnız devir sayısı ve uyarım akımı ile değiştirildiğinden, makinanın şebekeyi beslemesi uyarım akımının artırılması ile mümkün olur. Frenleme süresince trenin, dolayısıyla makinanın hızı düşeceğinden, makina gerilimi ve akımı azalır. Fren şiddeti veya makinanın gerilimi, frenleme esnasında uyarım akımının devamlı olarak artırılmasıyla sabit tutulur.

Doğru akımlı cerde daha ziyade seri motor kullanılır. Seri motorun generatör gibi çalıştırılıp şebekeyi beslemesini sağlamak, şönt ve kompunt dinamolarda olduğu gibi kolay olmaz. Genellikle makinanın yapısında veya bağlantısında değişiklik gerektirir. Örneğin, kutuplarına ayrıca bir şönt sargı yerleştirilerek, frenlemede makinanın şönt dinamo gibi çalışması sağlanır. Şönt dinamounun gerilimi kolayca denetlenebilir. Döndürücü motor yönünde çalışan dinamoun regeneratif frenleme yapması, yani şebekeyi beslemesi ancak makine geriliminin şebeke geriliminden büyük olmasıyla mümkün olur.

Seri motorun kararlı olarak şebekeyi beslemesinin ikinci yolu, seri uyarım sargısının ayrı bir kaynağa bağlanmasıdır. Bu durumda makine, yabancı uyarımlı bir dinamo gibi çalışır. Şekil : 5-30 böyle bir bağlantı şeklini vermektedir. Bu şekildeki (M) makinası, cer motorunu, (G) makinası ise uyarım sargısını besleyen dinamoyu göstermektedir. Seri sargı direnci çok küçük olduğundan, (G) dinamosu düşük gerilim ve yüksek akım verir. Dinamonun uyarım sargısı bir bataryadan beslenir. Uyarım akımı dirençler ve uçlarına bağlı kontakların açılıp kapanması ile ayarlanır. Bu şema, rampa inen bir trene örnek olarak açıklanabilir. İniş dolayısıyla trenin ve makinanın hızı artarsa, (M) cer motorunun zıt E.M.K.'i, şebeke geriliminin üzerine çıkar. Yani (M) motoru generatör gibi çalışıp, şebekeyi beslemeğe başlar. (M) makinasından çekilen akımın yarattı-

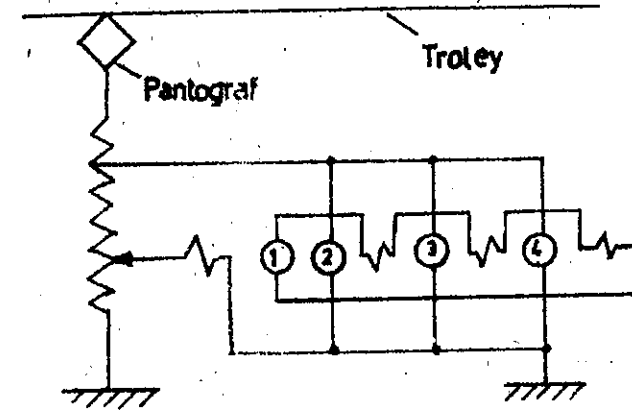


(Şekil : 5-30) Seri cer motorunun şebekeyi beslemesi.

ğı ters döndürme momenti, bu makinayı ve treni frenler. Eğer kendiliğinden doğan bu frenin şiddeti yeterli olmazsa uyarım akımı kumanda edilerek yükseltilir. Bu makinanın uyarım akımını (G) dinamosu verdiğinden, bu dinamonun gerilimi kendi uyarım akımı ayarlanarak yükseltilir. Bir batarya ile beslenen (G) dinamosunun uyarım devresi üzerindeki dirençler, kontaklar kapatılarak kısa devre edilirse, uyarım akımı ve (G) generatörünün gerilimi yükselir.

Bu fren çeşidi yalnız rampa inerken kullanılmaz. Tren duracağı zaman da hız, regeneratif frenleme ile düşürülür. Bu durumda şebekenin beslenebilmesi, (M) makinasının uyarım akımını çok yükseltmekle sağlanır.

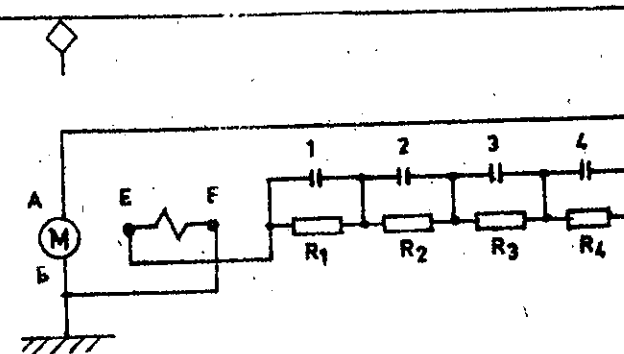
Şekil : 5-30'daki (R_1) direnci bu devrenin kararlı çalışmasını sağlar. Tren rampa inerken şebeke geriliminde düşme olursa, şebeke gerilimi ile (M) makinasının gerilimi arasındaki fark bütür. Bu fark makinanın şebekeye verdiği akımı, dolayısıyla fren şiddetini arttırır. Tren hızının ani olarak düşmesi, doğal olarak hoş karşılanmaz. Bu sakıncayı (R_1) direnci giderir. Trolley geriliminin düşmesi halinde (1) akımı arttığandan, (R_1) direncindeki gerilim düşümü yükselir. Bu gerilim düşümü (G) dinamosunun gerilimi ile ters seri olarak bağlandığından, seri sargıdan geçen akım azalır. (M) makinasının verdiği gerilim düşer. Şebeke gerilimi ile (M) makinasının gerilimi arasındaki fark, tekrar normal değerine döner. Böylece şebeke gerilimindeki dalgalanmalar, fren akımını ve fren şiddetini etkilememiş olur.



(Şekil : 5-31) Alternatif akım makinalarının regeneratif freni.

Alternatif akım makinalarının regeneratif frenlenmeleri oldukça değişik biçimde yapılır. Şekil : 5-31'de dört alternatif akım seri motorunun fren bağlantısı verilmiştir. Görüldüğü gibi, bu dört motordan üçünün endüvisi birbirine paralel bağlanır. Dördüncü makinanın endüvisi ise diğer üç makinanın seri olarak bağlanmış endüktör sargılarını besler. Birinci makinanın endüktör sargısı ana trafodan akım alır. Bu akım ayarlanarak, (1.) makinanın gerilimi değiştirilir. Örneğin, bu makinanın gerilimi yükselirse (2.), (3.) ve (4.) makinaların uyarım akımları artar ve gerilimleri yükselir. Gerilimleri ile birlikte şebekeye verecekleri akımlar da artmış olacağından fren şiddeti büyür.

Elektrikli trenlerde bir de dinamik frenleme kullanılır. Bu fren çeşidinde cer motoru, generatör gibi çalıştırılır. Dirençlerle yüklenir. Bu yük direnci, yol verme direnci olabileceği gibi, ayrı bir frenleme direnci de olabilir.

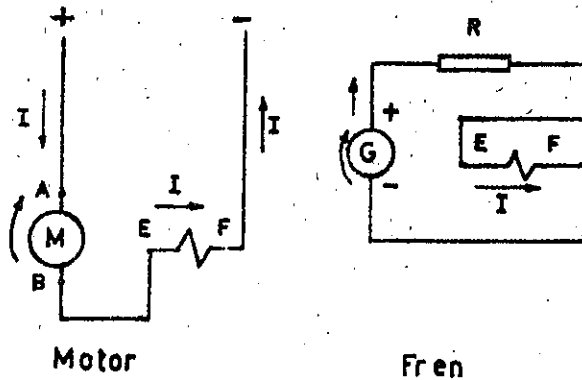


(Şekil : 5-32) Seri cer motorunun dinamik freni.

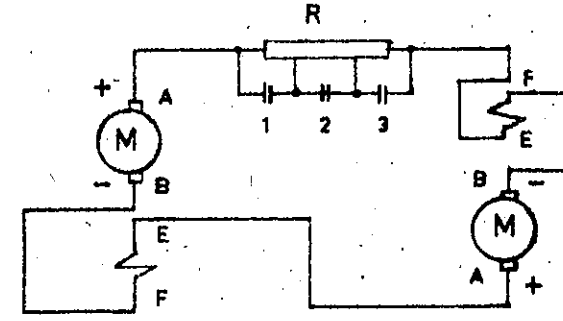
Şekil : 5-32'de seri motorun dinamik frenleme ile durdurulmasına ait bir bağlantı şeması verilmiştir. Bu şemada görüldüğü gibi frenleme anında ser motoru şebekeden ayrılır. Fren dirençleri makinanın uçlarına bağlanır. Tren hareket halinde olduğundan (M) motoru generatör gibi çalışır. Dirençlerin çektiği akım makina yükler. Makinada meydana gelen frenleme, treni de frenlemiş olur. Kontakların açılıp kapanması ile devre direnci değiştirildiğinden yük akımı ve fren şiddeti ayarlanmış olur. Yalnız makinanın motor durumundan fren duruma geçişte, endüktörün uçlarını değiştirmek gerekir. Aksi halde makina, generatör gibi çalışmaz.

Şekil : 5-33'de bu durum iki ayrı şekilde daha iyi açıklanmıştır. Verilen polariteye göre akım endüvide (A) dan (B) ye, seri sargıda ise (E) den (F) ye doğru geçer. Şebekenin pozitif ucu (A) ya, negatif ucu ise seri sargı üzerinden (B) ye bağlıdır. Gösterilen dönüş yönünde endüvide endüklenen zıt E.M.K.'in artı ucu (A) da, eksi ucu ise (B) dedir. Makinanın fren olarak çalışmasında, makina zıt E.M.K.'in polaritesine uygun bir gerilim doğurur. Bu gerilim seri sargıdan (E) den (F) ye doğru bir akım dolaştırırsa, artık mıknatısiyet kuvvetlenir. Makina gerilim vererek, generatör gibi çalışır. Aksi halde gerilim alınmaz. Doğal olarak frenleme de olmaz. Bunun için fren haline geçişte endüvi ile endüktör arasındaki bağlantı çözülür ve endüktörün uçları değiştirilerek, endüviye tekrar bağlanır. Şönt motorların dinamik frenlenmesinde böyle bir değişikliğe gerek duyulmaz. Hatta motor sayısı birden fazla da olsa durumu değiştirmez.

İki seri motorun dinamik frenlemesinde de gene dikkat edilecek noktalar vardır. Böyle iki motor frenleme için iki şekilde bağlanır. Birinci şekilde, endüviler gerilimleri birbirine eklenecek şekilde bir frenleme direnci ile seri bağlanırlar.



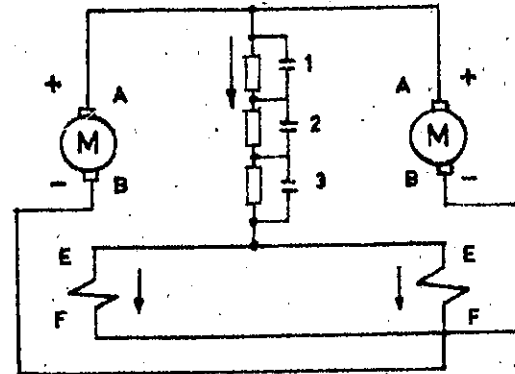
(Şekil : 5-33) Seri motorların dinamik freninde polarite.



(Şekil : 5-34). İki seri motorun dinamik freni.

Şekil : 5-34'de görüldüğü gibi, endüvilerde gerilim doğabilmesi için endüktör uçları değiştirilerek, bağlantı yapılır. Fren şiddeti direnç değiştirilerek ayarlanır.

İkinci tip dinamik frenlemede ise Şekil : 5-35'te görüldüğü gibi makinalar paralel bağlanır. Yalnız seri dinamolar doğrudan doğruya paralel bağlandıklarında kararlı çalışamazlar. Yük dağılımındaki herhangi bir dengesizlik, makinaların uyarım sargılarından geçen akımları değiştirir. Yük akımı artan makinanın seri sargısından geçen akım, gerilimini yükseltir. Gerilim yükselince akım artar. Akım artınca, seri sargı alanı ve makina gerilimi tekrar yükselir. Bu böylece devam eder. Yani bir makina çok yüklenir, diğer makina ise yükten kurtulur. Hatta motor olarak çalışmaya başlar. Bu sakıncalı çalışma, iki makina arasına bir denge iletkeni çekilmek sureti ile önlenir. Endüvi ile endüktörlerin bağlandıkları noktaları birleştiren bu iki iletkenin akımlar arasındaki fark kadar bir akım geçer. Denge iletkeninden geçen bu akımdan dolayı, seri sargıdan geçen akımlar ve dinamo gerilimleri birbirine eşit olur. Böylece kararlı bir çalışma ile dinamik frenleme yapılır.



(Şekil : 5-35) Paralel bağlanarak dinamik fren.

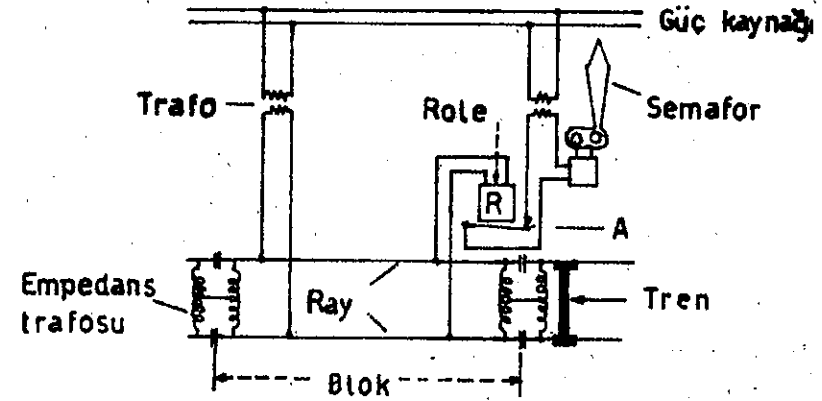
Demiryolu elektrifikasyonunda daha ziyade şekil : 5-35 de gösterilen paralel bağlantı tercih edilir. Bu çalışmada endüvilerle endüktörler karşılıklı olarak bağlanırlar. Herhangi bir nedenle bir makinanın yük akımı artarsa, bu akım diğer makinanın endüktör sargısından geçeceğinden, o makinanın gerilimini arttırır. Gerilimi artan makine, diğer makinadan akımlar eşit oluncaya kadar yük alır. Böylece dinamik frenlemede paralel bağlanmış generatörlerin kararlı çalışması sağlanmış olur.

F — DEMİRYOLU SİNYALİZASYONU : Demiryollarında kullanılan çeşitli sinyalizasyonlar, trenlerin tek hatlarda karşılaşmalarını ve güvenceli hareketlerini sağlar. Sinyalizasyonlarda kullanılan cihazlara semafor adı verilir. Tren makinistlerinin görebilmeleri için semaforlar yol boyunca ve yolun sağına yerleştirilirler. Semaforlar, kollu ve renkli olmak üzere iki türdür. Kollu semaforlarda kolun durumu, yoldaki trafiğin durumunu gösterir. Eğer kol düşey duruyorsa yol açıktır. Kol yatay durumda ise, yol kapalıdır ve trenin durma zorunluğu vardır. Kolun yatayla düşey arasında 45° lik bir açı ile durması iki tren arasının daraldığını, trenlerin birbirine yaklaştığını işaret eder.

Renkli semaforlarda üç renk vardır. Kırmızı, yolun kapalı olduğunu; yeşil, açık olduğunu; sarı, trenlerin birbirine yaklaşmakta olduğunu gösterir. Renkli semaforlarda elektrikli lambalar kullanılır. Parlak güneş ışığında görüş sağlayabilmek için, bol ışıklı lambalar kullanmak gerekir. Kollu semaforların gece de görev yapabilmesi için, üzerlerine renkli işaret lambaları yerleştirilir. Yalnız kollu semaforlarda bir lamba kullanılır. Kol hareket ettikçe lambaların önüne üç renkli mercekten bir tanesi gelir.

Demiryolunda bir sinyal tarafından korunan ve denetlenen yol parçasına blok adı verilir. Blok sinyalleri elle ve otomatik olmak üzere iki şekilde denetlenirler. Blok sinyallerin elle kumandasında bir operatör telgraf veya telefonla aldığı bilgiye göre, kendisi sinyal aygıtlarını çalıştırır. Örneğin, tren bir blok içine girdiğinde, semaforu yatay konuma getirir. Arkadan gelen başka bir tren, bu işareti görünce o bloğa girmez. Birinci tren bloğu terk ettikten sonra, operatör semaforu değiştirir. Bu değişikliği gören ikinci trenin makinisti yoluna devam eder.

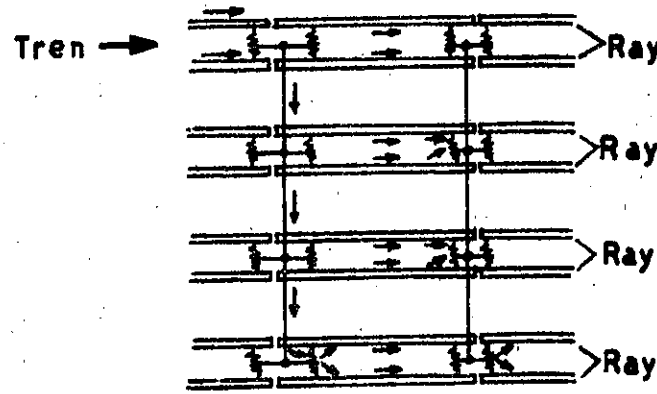
Otomatik kumandalı sinyalizasyon tesisatı; trafiği fazla olan demiryollarında kullanılır. Bu tesiste bir tren blok içine girdiğinde, sinyal aygıtları kendi kendine çalışır. Şekil : 5-36'da görüldüğü gibi her blok, 2 ile 8 volt arasında bir gerilimle beslenir. Bu gerilim, bloğun bir başına uygulanır. Bloklar arasında elektriksel bir bağ bulunmadığından ve traversler de rayları kısa devre etmediğinden, hatta veri-



(Şekil : 5-36) Otomatik kumandalı sinyalizasyon

len gerilim, (R) rölesini enerjilendirir. Rölenin (A) kontağı kapanınca semafor çalışır. Kolu, şekildeki konumu alır. Bu konum, yolun açık olduğunu gösterir. Sağ taraftan gelen bir tren bu bloğa girdiğinde tren tekerlekleri rayı kısa devre eder ve rölenin enerjisi kesilir. A kontağı açılır, semaforun akımı kesilir ve kol aşağıya düşer. Önceden anlatıldığı gibi, kolun yatay duruma gelmesi, o bloğa girecek başka trenlere bloğun dolu olduğunu ve durmaları gerektiğini ifade eder. Birinci tren bu bloğu terk ettiğinde, raylar arasındaki kısa devre ortadan kalkar. (R) rölesi tekrar enerjilenir. Semafor çalışarak, kolunu düşey duruma getirir. Arkadan gelen ikinci tren, önündeki blok boşaldığından hareket eder ve yoluna devam eder.

Sinyalizasyon tesisatının çalışabilmesi için, yolun bloklara ayrılmasının zorunlu olduğu görüldü. Şekil : 5-36'dan da anlaşılacağı üzere bloklar arasındaki raylar birbirine bağlanmamalıdır. Raylar cer motoru akımının dönüş yolu olduğundan, bu akımın tâli merkeze raylar üzerinden dönmesi, ancak empedans trafosu kullanılarak sağlanır. Empedans trafosu esasında bir oto transformatorudur. Demir nüvesi saçlardan yapılmıştır. Kalın telden sarılmış birkaç sarımlık tek bir bobini vardır. Bobinin orta noktasından bir uç çıkarılmıştır. Bobinin giriş ve çıkış uçları raya, orta ucu ise, diğer empedans trafosunun orta ucuna bağlanır. Empedans trafoları, raylara uygulanan sinyalizasyon gerilimine direnç gösterir. Yani bu gerilimi kısa devre etmezler. Fakat cer motorunun dönüş akımının tâli merkeze geri dönmesine zorluk göstermezler. Çünkü her iki raydan gelen motor dönüş akımı, bu trafonun orta ucuna doğru akar. Orta uçta birleşip, bir sonraki trafoya geçer. İkinci empedans trafosunun orta ucundan tekrar ikiye ayrılır ve raylardan devresini tamamlar. Motor akımı empedans trafolarının yarı sargılarında birbirlerine ters yön-



(Şekil : 5 - 37) Empedans trafolarının balantısı.

de aktıklarından, meydana getirdikleri M.M.K. ler birbirlerini yok ederler. Bu yüzden empedans trafoları, motor akımına bir zorluk göstermezler. Kalın iletkenden yapıldıklarından dirençleri de çok küçüktür. Dolayısıyla motor akımı bir bloktan diğerine geçerken hiç bir zorlukla karşılaşmaz.

Raylardan dönen motor akımları farklı olursa, empedans trafosunda bir dengesizlik olur. Fakat trafo akımı gene de bir direnç göstermez. Çünkü demir nüve çok çabuk doyuma gelir. Hatta bunun için demir nüvenin manyetik devresi üzerinde hava aralığı bırakılmıştır. Ray akımları arasındaki ufak bir fark bile demir nüveyi doyuma getirir. Demir nüvesi doyan bir bobin de akıma endüktif direnç göstermez. Örneğin akımlar arasındaki % 20 oranında bir fark, trafonun empedansını % 10'dan fazla arttırmaz.

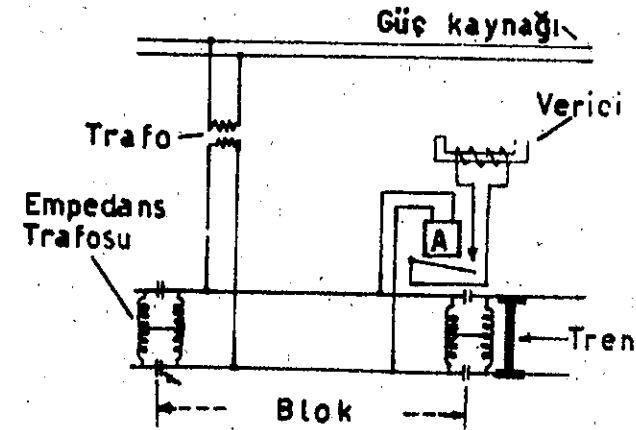
Çok hatlı elektrifikasyonda, aynı bölgede bulunan empedans trafolarının orta uçları Şekil : 5 - 37'de görüldüğü gibi, hepsi birbirine bağlanır. Bu şekilde bir tren akımı için 8 tane dönüş yolu elde edilmiş olur. Tabiatıyla bu da devre direncini azaltır. Yalnız bir yol üzerinde bu bağlantıları çok sık yapmamak gerekir. Aksi halde, her hat için ayrı olan sinyal akımları birbirine karışabilir.

G — TREN SİNYALİZASYONU : Tren sinyal aygıtları, makinistlerin yapacağı hatalardan ötürü doğacak kazaları önlemek için kullanılır. Makinistin yapacağı hata, demiryolu sinyal aygıtlarını görmediğinden veya görüp de aldırış etmemekten olur. Bu durumlarda ray kenarında ve tren denetim merkezinde bulunan sinyal aygıtları, doğruya trenin kumandasını etkileyerek treni durdurur. Tren sinyalizasyonunun kontaklı ve kontaklız olmak üzere iki çeşidi vardır.

Kontaklı tren sinyalizasyonunda, demiryolu kenarında bulunan bir element, trende bulunan başka bir elemente temas eder. Bu fiziki kontak, treni denetler. Yani durdurur, yavaşlatır veya devam ettirir. Yalnız fiziki kontak çok emniyetli bir çalışma olmadığından, bu sistem hemen hemen terk edilmiştir.

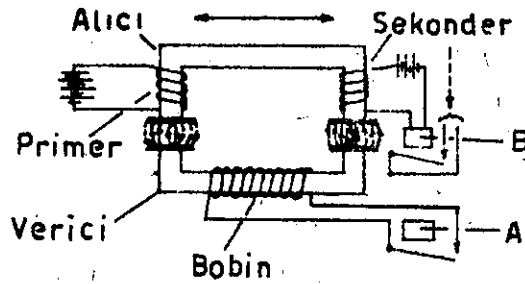
Kontaksız sinyalizasyonda manyetik veya elektriksel darbelerle trene verilecek sinyal, trenin çalışmasını denetler. Bu sistemde, trende ve yol kenarında bulunan elementler arasında fiziki bir kontak yoktur. Aygıtlar demiryolu sinyalizasyonuna bağlı olarak çalışırlar. Biri verici, diğeri alıcı olmak üzere iki parçası bulunur.

Vericide (U) şeklinde demir nüve üzerinde sarılmış bir bobin vardır. Bu bobine şekil : 5 - 38'de görüldüğü gibi iki ray arasında bağlanmış olan bir (A) rölesi kumanda eder. Manyetik olmayan malzemenin yapılmış bir kutu içinde, demiryolunun sağ tarafına monte edilir. (U) şeklindeki demir nüvenin kutupları raylardan 6 Cm. yukarıda ve sağ raydan 42 Cm. uzaklıktadır.



(Şekil : 5 - 38) Demiryolunda bulunan verici bobin.

Alıcı, lokomotifin sağ dış tarafına monte edilir. Şekil : 5 - 39'da görüldüğü gibi (U) şeklindeki demir nüve üzerinde iki tane bobin vardır. Bunlardan primer bobin, doğrudan doğruya bataryanın uçlarına bağlanır. Sekonder bobin ise, bir röleyle birlikte seri olarak üretece bağlanır. Sekonder bobin ise, bir röleyle birlikte seri olarak üretece bağlıdır. Primer bobin 32 voltla beslenir ve kuvvetli bir manyetik alan yaratır. Sekonder bobin devresinde de bir batarya vardır. Fakat seri olarak bağlanan röleden ötürü bobinden çok az bir akım geçer.



(Şekil : 5-39) Lokomotifte bulunan alıcı bobinin verici ile karşılaşması.

Şekil : 5-39'de verilmiş olan blokta bir tren yoksa, bu bloğa uygulanmış olan gerilim, (A) rölesini enerjilendirir. Röle kontağını kapatarak verici üzerinde bulunan bobini kısa devre eder. Tren bu bloğa yaklaşırken alıcı ile verici Şekil : 5-39'da görüldüğü gibi karşı karşıya gelir. Primer bobinin yarattığı manyetik alan bu karşılaşma esnasında değişme gösterir. Değişen manyetik alan içinde bulunan verici bobinde ve sekonder bobinde gerilim doğar. Verici bobini kısa devre edilmiş olduğundan, bu akı değişikliğine karşı koyar. Bu yüzden sekonder bobinde indüklenen gerilim küçük olur. Sekonder bobinin devresi üzerinde bir değişiklik olmaz. (B) rölesi çalışmaya devam eder. Bu rölenin kontağı kapalı olduğundan, tren çalışmaya ve aynı hızla hareket etmeye devam eder.

Eğer blokta bir tren varsa bu tren, rayları dolayısıyla (A) rölesini kısa devre eder. Röle kontağı açılınca verici bobin, kısa devreden kurtulur. Trenin hareketinde alıcı ve verici aygıtlar, Şekil : 5-39'daki gibi karşı karşıya geldiğinde, primer bobin manyetik akısından dolayı sekonder ve verici bobinde bir gerilim doğar. Sekonder bobinde bir an için doğan gerilim, batarya gerilimine karşı koyar. (B) rölesi kontağını açar. Bu kontak tren kumanda devresinin akımını keser, motor şebekeden ayrılır. Aynı zamanda frenler de çalışarak, trenin kısa zamanda durması sağlanır.

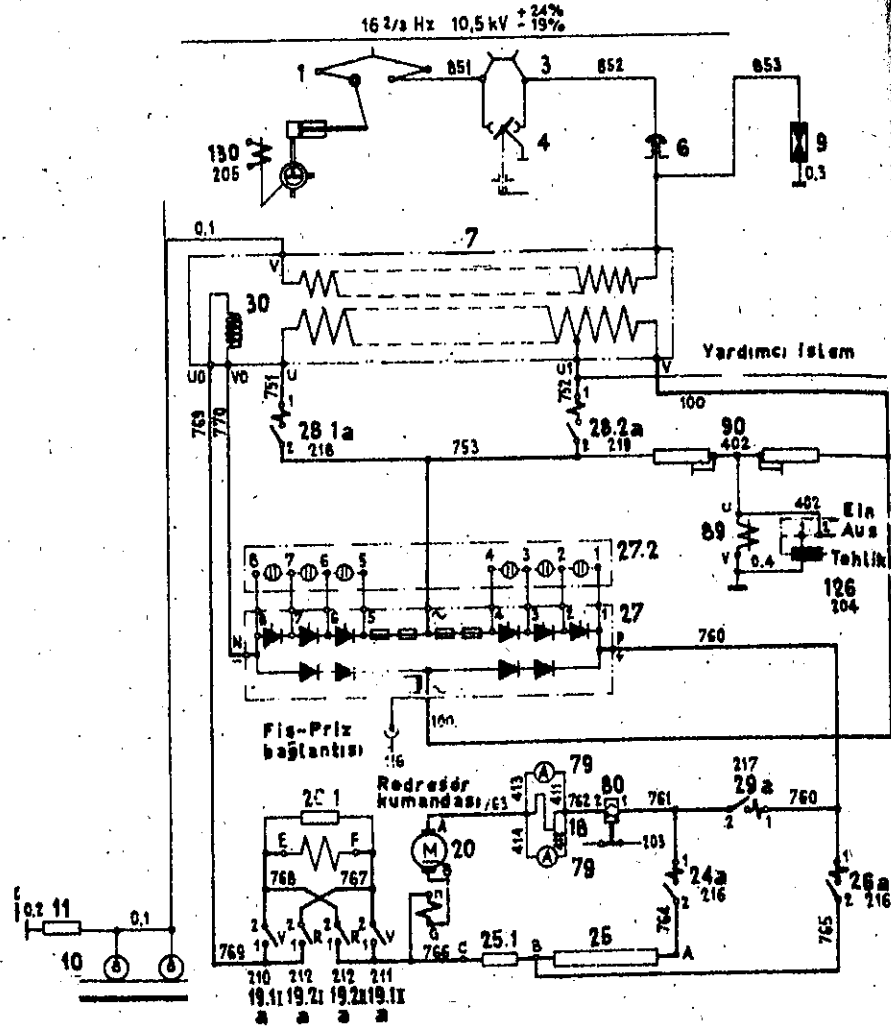
H — BİR ELEKTRİK Lİ TRENİN BAĞLANTI ŞEMASI : Şekil : 5-40'da bir elektrikli trenin komple şeması verilmiştir. Bu tren, 16 2/3 Hz. lik, 10,5 KV. luk bir trolleyden beslenmektedir. Trende doğru akım seri cer motoru kullanılmaktadır. Şema üzerinde numaralanmış sembollerin ait oldukları elemanlar şunlardır :

- 1 — Püno natik kumanda düzenli pantoğraf
- 2 — Yüksek gerilim sigortası.
- 4 — Topraklama şalteri.
- 6 — Yüksek gerilim girişi.

- 7 — Transformator.
- 9 — Aşırı gerilim koruma aygıtı.
- 10 — Tren tekerleği (Dönüş hattı).
- 11 — Topraklama için koruma direnci.
- 18 — Şönt direnci.
- 19 — 1-19.2 - Devir yönü şalteri.
- 20 — Cer motoru.
- 20.1 — Seri sargı koruma şöntü. (İndüksiyon gerilimi söndürme direnci.)
- 24 — Fren şalteri.
- 25 — Fren direnci.
- 25.1 — Bağlantı direnci.
- 26.a — Fren uyarım şalteri.
- 27 — Doğrultmaç.
- 27.2 — Tristör kumandası.
- 28.1 — Transformator şalteri. (Harekete)
- 28.2 — Transformator şalteri. (Frende)
- 29.a — Hareket şalteri.
- 30 — Denge bobini.
- 79 — Motor akım ampermetresi.
- 80 — Aşırı akım rölesi.
- 126 — Kumanda ve tehlike şalteri.
- 130 — Pantoğrafın elektrik kumandası.

Bu şemada 130 nolu bobin kumanda aldığı anda, (1) nolu pantoğrafı püno natik kaldırır. Trolleyden gelen akım, pantoğraf üzerinden, (7) nolu transformatorün primerini besler. Bu sargının akımı, (10) nolu tekerleklerden raya geçer ve geri döner. Tren hareket edeceği zaman ilk önce (28-1 a) şalteri kapatılır. Sekonderde indüklenen gerilim, (27) nolu doğrultmaç grubunun alternatif akım işareti bulunan uçlarına uygulanır. (29. a) şalteri ile ileri yönde gidiş için (19) nolu şalterin (V) kontakları kapanır. Bu durumda (27) nolu doğrultmacın pozitif ucundan çıkan akım, (29 a) şalterinden endüviden, yardımcı sargıdan ve (F) den (E) ye olmak üzere seri sargıdan geçerek, doğrultmacın negatif kutbuna geri döner. Cer motorunun endüvi ve endüktöründen geçen akımın yarattığı tork, treni ileri yönde hareket ettirir. Tren geri yönde çalıştırılacağı zaman, (19) nolu şalterin (V) kontakları açılır, (R) kontakları kapanır. Bu takdirde seri sargıdan geçen akım, (E) den (F) ye olmak üzere yön değiştirir.

Bu trende hız, dinamik frenleme ile yavaşlatılır. Bunun için (29 a) ve (28.1 a) şalterleri açılır. (24 a), (26 a) ve (28.2 a) şalterleri kapatılır. (28.2 a) şalterinin kapanmasıyla, fren anında doğrultma-



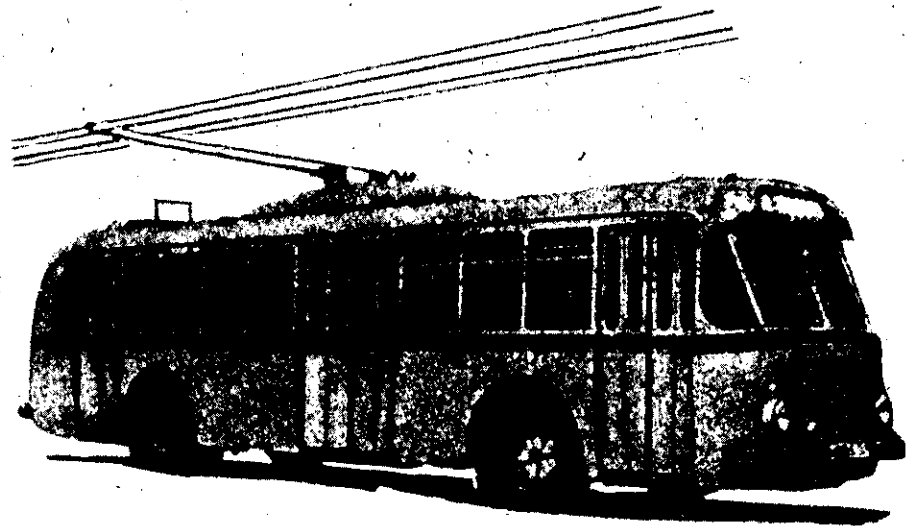
(Şekil: 5-40) Bir elektrikli trenin bağlantı şeması.

ca daha ufak bir gerilim uygulanır. Bu gerilim (27) nolu doğrultmaçla doğru akıma çevrilir. Doğrultmacın pozitif ucundan çıkan akım, (26 a) şalterinden ve seri sargıdan geçerek, doğrultmacın negatif kutbuna geri döner. Bu durumda seri sargı, yabancı uyarımlı bir dinamonun endüktör sargısı gibi beslenir. Tren hareket halinde olduğundan (20) nolu makine endüvisi de dönmektedir. Seri sargının yarattığı alan içinde dönen bu endüvide indüklenen gerilim, (79), (80), 24 a), (25), 25.1) nolu elemanlardan akım dolaştırır. Bu akım dinamo gibi çalışan (20) nolu motoru yükler. Motor ve tren frenlenmiş olur.

I — TRANVAYLAR : Şehir içinde çalışan bir cins elektrikli trendir. Ray üzerinde hareket eden bir veya birkaç vagonu vardır. Vagonların her birinde cer motoru bulunur. Bu motorlar tek bir yerden, tek bir kişi (vatman) tarafından kumanda edilir. Akım trolley hattından motorlara pantoğraf aracılığıyla alınır. Tranvaylar genellikle doğru akımla çalışırlar. Tranvayların çalışma ilkeleri, elektriksel yapıları ve havai hat tesisleri elektrikli trenlere benzer. Bu nedenle evvelce verilen bilgilerin bu kısmında bir daha tekrarı gereksiz görülmüştür.

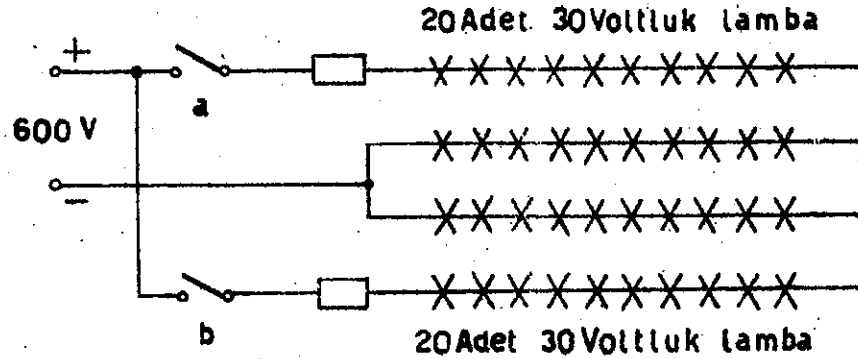
J — TROLEYBÜSLER : Şekil : 5-41'de verilen resimde görüldüğü gibi, trolleybüsler otobüslere çok benzerler. Bir otobüsle bir trolleybüs arasında tek fark, birinin benzin veya dizel motoruyla, diğerrinin ise elektrik motoruyla çalışmasıdır. Ray üzerinde hareket etmediklerinden trolleybüs elektrifikasyonunda iki adet trolley kullanılır. Akım bir trolleyden gelir, diğer trolleyden geri döner. Tellerden akım almada kullanılan ve şekil : 5-41'de trolleybüs üstünde görülen kollara (ARŞE) adı verilir. Trolley hatlarına, arşelerin uçlarında bulunan pabuçlar sürter.

Trolleybüsler genellikle 600 voltluk doğru akımla çalışırlar. Bazılarında bir, bazılarında ise iki adet kompunt motor vardır. Bu motorların kumandası elektrikli trenlerde olduğu gibi yapılır. Kompunt makinalar motor olarak çalışırlarken, şönt sargıları kullanılmaz. Yani seri motor gibi görev yaparlar. Eğer kompunt makina frenlemede çalışacaksa, bu sefer seri sargı kullanılmaz. Bu durumda da makina şönt dinamo gibi çalışmış olur.



(Şekil: 5-41) Trolleybüs.

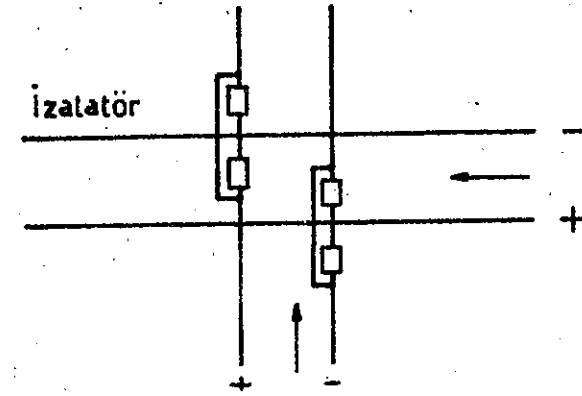
Bu araçlarda kullanılan 600 voltluk DC gerilim, araçlardaki lambalar için çok yüksektir. Doğru akımda gerilimi düşürmek zor olduğundan, trolleybüsdeki lambalar seri olarak bağlanırlar. Şekil : 5-42'de bu lambaların bağlanış şeması verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi lambalar iki grup halinde birbirine seri olarak bağlanırlar. Gruplara (a) ve (b) anahtarları kumanda eder. Trolleybüsde normal olarak bir grup lamba yakılır. Diğer grup yedek olarak kullanılır. Araçtaki 40 lamba 20 glop içinde toplanır. Her gloptaki bir lamba diğerleri ile seri bağlanır. Böylece 20 adet lambaya 600 volt uygulanır. Her lamba 30 voltluk gerilimle çalışmış olur. Talnız lambaların seri bağlanmasında çok önemli bir sakınca vardır. Eğer lambalardan birisi bozulursa diğer lambaların hepsi söner. Bu sakınca özel bir duy kullanmakla kolayca giderilir. Bu duyun yalıtkan kısmı normal gerilimin çok üzerinde bir gerilimin etkisi altında kalırsa erir ve iletken hale gelerek duyu kısa devre eder.



(Şekil : 5-42) Trolleybüs aydınlatma lambalarının bağlantısı.

Bu devrede bir lamba bozulunca, bu lambaya ait duyun uçlarındaki 30 voltluk gerilim, 600 volta yükselir. Bu yüksek gerilim duyun yalıtkan maddesini iletken hale getirir. Devre tamamlandığında diğer lambalar yanmaya devam eder. Yalnız her lambanın gerilimi 30 volttan, 31,5 volta yükselir. Bu yeni çalışma gerilimi lambalar için tehlikeli olmaz. Yalnız 4 lamba daha bozulacak olursa, her lambanın çalışma gerilimi 40 volta çıkar. Bu gerilim de lambaları çok kısa bir zaman içinde bozar.

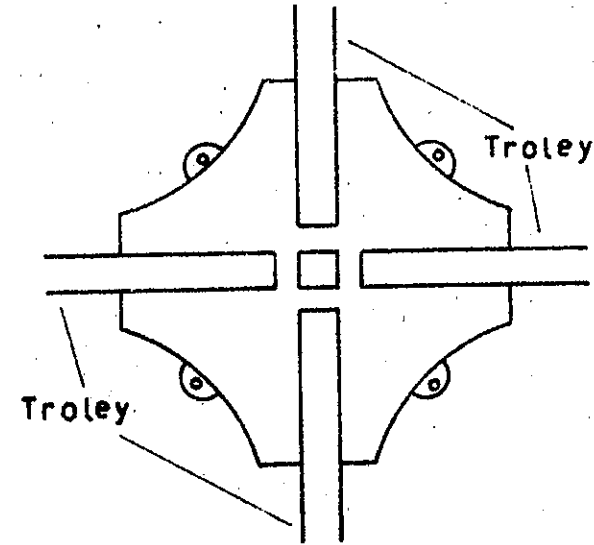
Trolleybüslerde çift trolley kullanıldığından, hatların kesişmeleri ve hatların ayrılmaları oldukça değişiktir. Şekil : 5-43'de birbirleriyle dik olarak kesişen iki trolleybüs hattının durumu gösterilmiştir. Bu kavşakta bir makas tertibatı yoktur. Trolleybüsler yollarına normal olarak devam ederler. Pozitif ve negatif trolleylerin birbirle-



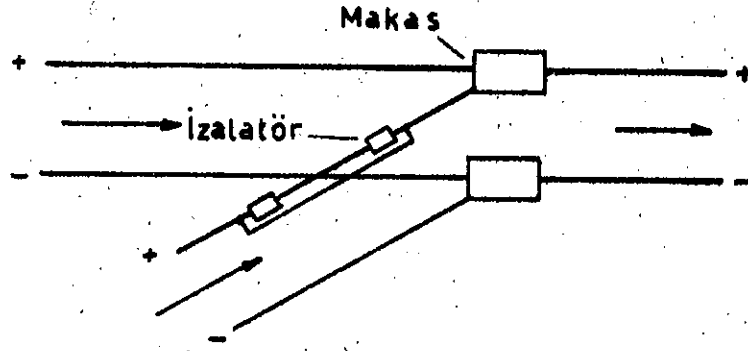
(Şekil : 5-43) Dik olarak kesişen iki trolleybüs hattı.

rini kestikleri noktada kısa devre olmaması için, trolleylerden biri izolatörlerle parçalara bölünür. Şekil : 5-43'de verilen düşey trolleylerde izolatörler arasındaki iletkenler akım taşımadıklarından yatay iletkenle meydana gelecek temasta bir kısa devre olmaz. Yalnız trolleybüs bu kısımları geçerken çok kısa bir zaman için akımsız kalabilir. Fakat araç bu kısa mesafeyi kendi ataletiyle geçer.

Dik kesişen trolleylerin kesişme noktası şekil : 5-44'de görüldüğü gibi yapılır. Orta kısımda bırakılan boşluklar, arşenin ucunda bulunan pabuçların takıntısız olarak kesişme noktasından, geçmesini sağlar.



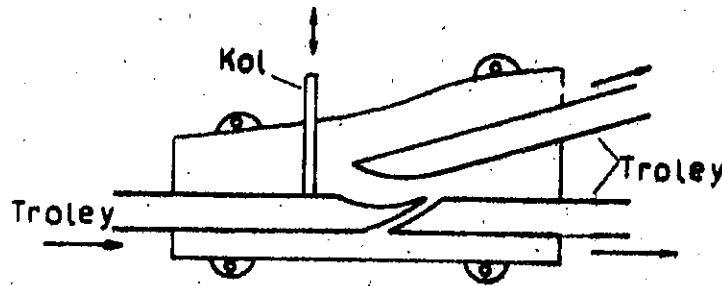
(Şekil : 5-44) Dik kesişen trolley.



(Şekil : 5-45) Trolleybüs hatlarının birleşmesi.

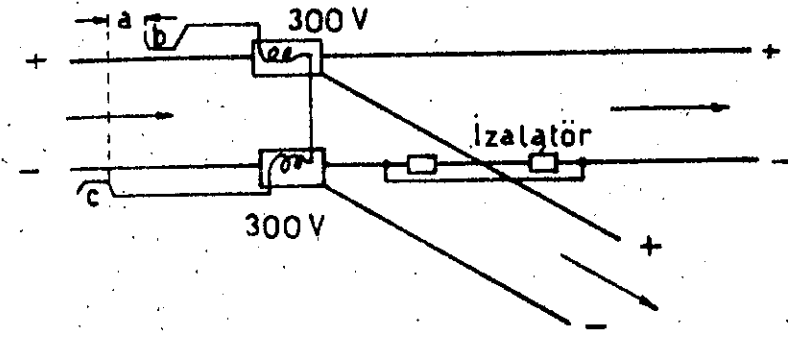
Hat birleşmelerinde, elle veya otomatik olarak çalışan bir makas kullanılmaz. Şekil : 5-45'de görüldüğü gibi soldan, ve aşağıdan gelen araçlar normal olarak yollarına devam ederek birleşme noktasına geçerler. Birbirlerini kesen pozitif ve negatif trolleylerin kesişme noktalarında meydana gelecek bir kısa devre gene izolatörler aracılığı ile önlenir. Burada da trolleybüse, izolatörler arasında kalan akımsız kısmı kendi hızı ile geçer.

Trolleybüslere ait hatların ayrıldığı noktalarda elle veya otomatik olarak çalışan makaslarda bulunur. Şekil : 5-46'da böyle bir makasın yapısı görülmektedir. Bu çeşit makaslar daima düz olarak devam eden hatta açıktır. Trolleybüs düz giden hattan ayrılacağı zaman, makas bir kol yardımı ile çevrilir ve aracın sapması temin edilir. Bu kolun kumandası otomatik olarak veya elle yapılır.



(Şekil : 5-46) Trolleybüs hattının ayrılması.

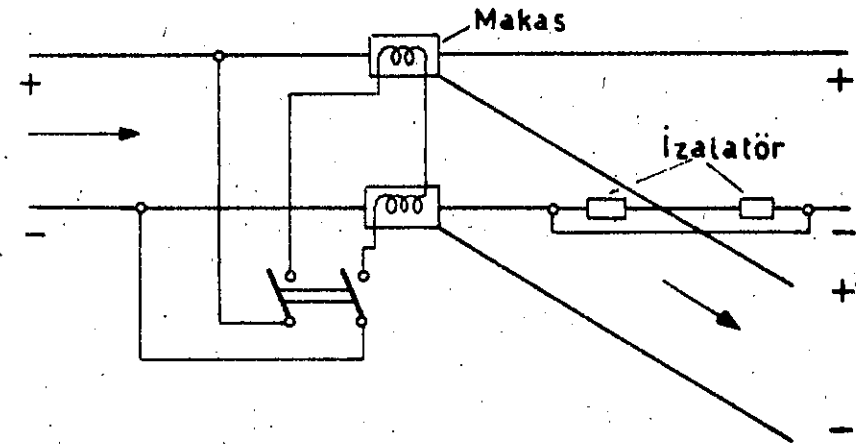
Şekil : 5-47'de hat ayrılmalarında kullanılan ve otomatik çalışan bir makasın bağlantısı verilmiştir. Makası çalıştırılacak (b) ve (c) kontaktarı, makasdan önce ve farklı aralıklarla yerleştirilirler. Düz giden bir trolleybüsün arşeleri bu kontaklara temas etmediğin-



(Şekil : 5-47) Hat ayrılmalarında otomatik makas.

den, makas çalışmaz. Makas daima düz giden trolleybüse açık olduğundan, araç normal olarak yoluna devam eder. Eğer araç, ayrılma noktasında sağa dönecekse şoför önceden direksiyonu sağa çevirir. Araçla birlikte arşelerde dönünce, arşelerden biri (b) kontağına, diğeri ise (c) kontağına temas eder. Makaslarda bulunan ve birbirine seri olan iki bobin 600 volta bağlanır. Bu bobinlerde makası sağ yola çevirirler. Trolleybüs yoluna devam ettiğinde düz giden hattan ayrılmış olur. Arşeler makası terk ettiği an, bir kola dokunarak makasın tekrar eski haline gelmesini temin ederler.

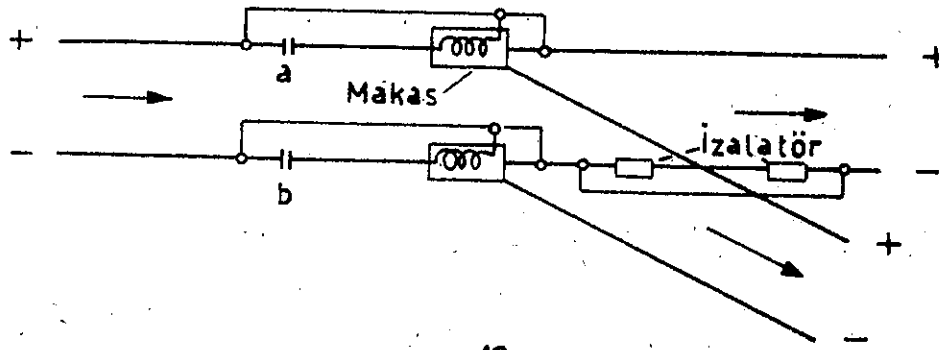
Hat ayrılmalarında makasın çalıştırılması, şekil : 5-48'de verilen devre ile de yapılır. Bu tertipde de makas gene düz giden hatta açıktır. Eğer araç sağa dönecekse, şoför araç dışında bulunan bir saltire basar ve makası sağ yola açar. Ayrılma noktasını geçtikten



(Şekil : 5-48) Hat ayrılmalarında elle kullanma.

sonra şalteri tekrar eski durumuna getirir. Şalter araç dışında (örneğin direkte) bulunduğu ve bu şalterin kumandası için şoförün aracı terk etmesi gerektiğinden, bu makas çeşidi şehir içlerinde kullanılmaz.

Hatların ayrıldığı yerlerde kullanılan ve trolleybüsün çektiği akımla çalışan bir makas çeşidi de şekil : 5 - 49'da verilmiştir. Bu sistemde de makas gene düz giden hatta açıktır. Düz giden trolleyler (a) ve (b) noktalarında kesilmiş ve aralıklı olarak çekilmişlerdir. Makasları çalıştıracak bobinlerden trolleybüsün çektiği akım geçer. Eğer bu akım 60 amperin üzerinde ise bobinin yarattığı çekme kuvveti makası sağa ayrılan yola açar.

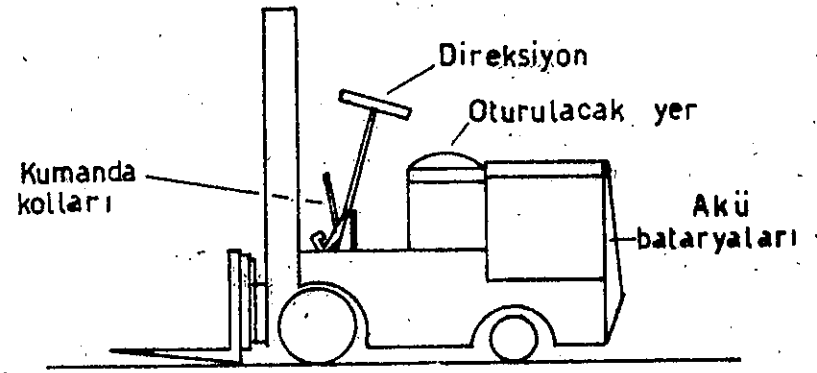


(Şekil : 5 - 49) Trolleybüs akımı ile çalışan makas.

Eğer trolleybüs makasdan düz olarak geçecekse, şoför (a - b) ayırım noktalarıyla makas arasındaki trolleybüsdeki alıcıları (cer motoru, kalorifer) çalıştırmaz. Trolleybüsün bu arayı kendi hızı ile geçer. Trolleyden dolayısı ile bobinlerden akım geçmeyeceği için, makas düz yola açık kalır. Eğer trolleybüs sağa dönecekse, şoför pedala basarak cer motorunu çalıştırır. Motorun çektiği 200 amperlik akım, bobinlerden geçince makas sağ yola açılır. Sağa dönen trolleybüsün arşeleri makası terk ederken, bir yol makası düz giden hatta açık hale getirir.

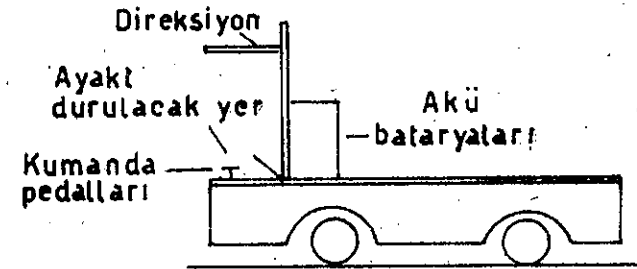
Yukarıdaki açıklamalar şöyle özetlenebilir. Eğer trolleybüs yoluna düz olarak devam edecekse (a) ve (b) noktalarından sonra şoför pedala basmaz yani motoru ve kaloriferi çalıştırmaz. Düz giden hattın ayrılacaksa (a) ve (b) noktalarından sonra pedala basar.

K — AKÜBÜSLER : Hava alanlarında, garlarda, rıhtımlarda, garajlarda, depolarda ve fabrikalarda yük ve insan nakli için kullanılan ve akü ile çalışan araçlara akübüs denir.



(Şekil : 5 - 50) Kaldırıcı (Forklift) akübüs.

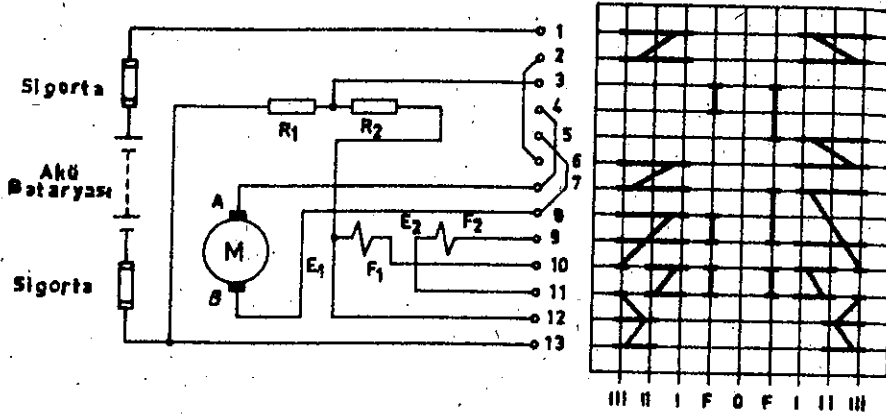
Bu araçlarda gücü 2 ile 4 KW arasında değişen seri motorlar kullanılır. Akü bataryalarının kapasiteleri, 250 - 400 amper saattir. Gerilimleri ise, 25 - 50 volt arasında değişir. Şekil : 5 - 50'de forklift adı verilen ve yük taşımada kullanılan akübüs görülmektedir. Şekil : 5 - 51'deki akübüs, ise, daha ziyade bagaj taşımalarında kullanılır. Araçlarda bulunan çeşitli parçaların isimleri kısımlar üzerinde gösterilmiştir.



(Şekil : 5 - 51) Yük taşıyıcı akübüs.

Akübüslerin kumandası şekil : 5 - 52'de verilen kontrolörlerle yapılır. Kontrolörler aracın ileri - geri hareketini, hızının değiştirilmesini ve frenlenmesini sağlar. Akübüs ileri yönde hareket ettirileceği zaman, kontrolör ileri (1) durumuna getirilir. Akü bataryasından çıkan akım (1) nolu kontağa gelir. Kontrolörün yardımı ile (2) nolu kontağa geçer. Bundan sonra akım, (6) dan, (7) den, endüviden, (8) den, (9) dan, (2.) seri sargıdan, (11) den, (10) dan, (1.) seri sargıdan ve yol verme dirençlerinden geçerek bataryanın negatif ucundan devresini tamamlar. Endüvi ve endüktör sargılarından

akım geçince motor döner ve araç hareket eder. Aracın hızı arttırılmak istendiğinde, kontrolörün kolu (II) durumuna getirilir. Bu durumda (12) ve (13) nolu kontaklar yani yol verme dirençleri kısa devre edilir. Motora verilen gerilim yükselince, aracın hızı artar. Aracın çok hızlı hareketi isteniyorsa, kontrolör ileri (III) konumuna getirilir. Bu durumda evvelce birbirlerine seri olarak bağlanmış olan iki seri sargı, paralel bağlı duruma gelirler. Endüvi uçlarındaki gerilim yükselir ve araç çok hızlı olarak hareket eder.



(Şekil : 5-52) Akübüsün kumandası.

Akübüsün ileri hareketinde, akım endüviden (A) dan (B) ye, endüktör sargılarında ise (F) den (E) ye doğru geçer. Eğer araç geri yönde hareket ettirilecekse, kontrolör geri (I) durumuna alınır. Bataryanın pozitif ucundan çıkan akım (1) den, (2) den, (6) dan, (5) den, (8) den, endüviden, (7) den, (9) dan, ikinci seri sargıdan, (11) den, (10) dan, (1.) seri sargıdan, (12) den, yol verme dirençlerinden ve bataryanın negatif ucundan devresini tamamlar. Kontrolör kolunun bu kumandasında endüvideki akım yönü (B) den (A) ya doğru olduğundan, motorun dönüş yönü değişir. Ve araç geri yönde yavaş olarak hareket eder. Kontrolörün geri (II) konumunda, yol verme dirençleri kısa devre edilir. (III) konumunda ise endüktör sargıları paralel bağlanır ve aracın hızı kademe kademe artar. Aracın üzerinde biri elektrikli, diğer balatalı olmak üzere iki fren vardır. Balatalı fren tam duruşu, elektrikli fren ise hız yavaşlatmayı sağlar. Akübüs ileri yönde giderken, kontrolörün kolu ileri (F) durumuna getirilirse, makina generatör olarak çalışır ve (R2) direnci ile yüklenir. Dinamo gibi çalışan makinanın (A) ucundan çıkan akım, (7) den, (4) den, (3) den, (R2) direncinden, (1.) seri sargıdan, (10) dan, (11) den, ikinci seri sargıdan, (9) dan, (8) den ve makinanın (B) ucundan devresini tamamlar. Makina dirençle yüklendiği için aracın hızı yavaşlar.

Geri yöndeki çalışmada yapılacak dinamik frenlemede de makina gene generatör olarak çalışır ve dirençler yüklenir.

L — SORULAR :

- 1 — Elektrikli taşıt araçları nedir ve üstünlükleri nedir?
- 2 — Elektrikli trenlerin kullanma sebeplerini söyleyiniz.
- 3 — Elektrikli trenlerde kullanılan enerji çeşitleri nedir?
- 4 — Fider ile trolley arasında ne fark vardır?
- 5 — Trolleydeki sarkma nasıl önlenir?
- 6 — Kullanılan direk tiplerini söyleyiniz.
- 7 — Elektrikli trene akım nasıl alınır?
- 8 — Akım, trolley yerine üçüncü bir raydan nasıl ve kaç türlü alınır?
- 9 — Cer motorlarına nasıl yol verilir?
- 10 — Trafo ile cer motoruna nasıl yol verilir?
- 11 — Elektrikli trenlerde kaç türlü fren kullanılır, kısaca anlatınız.
- 12 — Demiryolu sinyalizasyonu nedir?
- 13 — Otomatik kumandalı demiryolu sinyalizasyonu nedir?
- 14 — Tren sinyalizasyonu nedir, nasıl çalışır?
- 15 — Tren, tranvay ve trolleybüs arasında ne fark vardır?
- 16 — Trolleybüslerde iç aydınlatma nasıl yapılır?
- 17 — Akübüs nedir ve nasıl çalışır?

BÖLÜM

6

ELEKTRİKLİ ZAMAN SAATLERİ

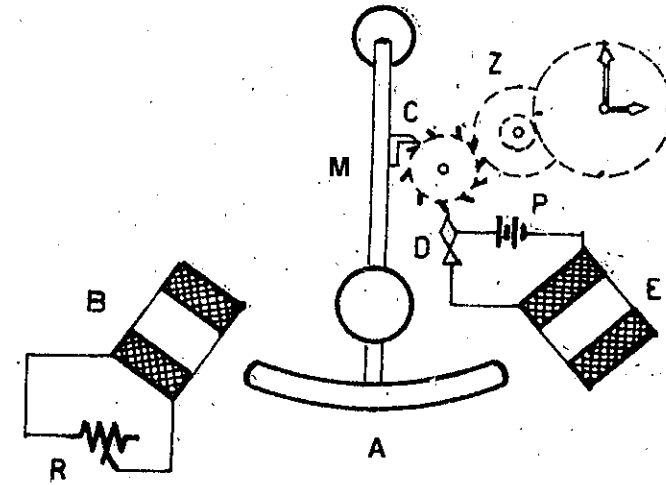
A — GİRİŞ : Zaman birimi olan saniye, ortalama güneş gününün 86.400'de biridir. Ortalama güneş gününün alınmasının nedeni, gerçek güneş günü süresinin bir gün boyunca değişken oluşudur. Gerçek güneş günü, dünyanın kendi etrafı etrafında dönerken, aynı meridyenin bir nokta karşısından arka arkaya geçtiği zamana denir. Dünya, güneş etrafındaki yörüngede bir yıllık devrini tamamladığı sırada, gerçek güneş günü her noktada aynı değildir. Bunun için gerçek güneş günlerinin bir yıllık ortalaması alınmış ve ortalama güneş günü elde edilmiştir.

Zaman ölçme aracı olarak saat kullanılır. Saatlerin her zaman değişik yerlerde aynı zamanı göstermesi arzulanır. Bir hava meydanının, bir tren istasyonunun veya büyük bir işletmenin değişik yerlerinde bulunan saatlerin aynı anda farklı zamanları göstermesi hiç doğru değildir. Mekanik saatlerde bu birliği sağlamak imkansız olduğundan elektrikli saatler kullanılmaktadır. Çeşitli firmaların yaptıkları birçok tipte elektrikli zaman saatleri vardır. Pratikte kullanılan zaman saatlerinin başlıcaları şunlardır :

- 1 — Rakkaslı (Sarkaçlı) zaman saati.
- 2 — Senkronizasyon rakkaslı zaman saati.
- 3 — Rakkaslı ve transistörlü zaman saati.
- 4 — Motorlu zaman saati.
- 5 — Kurma pilli zaman saati.
- 6 — Kurmalı şebeke zaman saati.
- 7 — Osilatörlü zaman saati.

B — RAKKASLI ZAMAN SAATI

Şekil : 6 - 1'de görüldüğü gibi, bu saatte (M) rakkasının alt ucuna (A) daimi mıknatısı bağlanmıştır. Rakkasın salınımları esnasında bu mıknatıs, her iki tarafta bulunan bobinin (B - E) içine gi-



(Şekil : 6 - 1) Sarkaçlı zaman saati ve resmi.

rer ve çıkar. (E) bobini, bu saatte motor vazifesini görür. Rakkasın her salınımlarında kaybettiği enerjiyi, bu bobin temin eder. (B) bobini ise, salınımları düzenleyici olarak vazife görür. (Z) dişli grubu ise, rakkasın salınımlarını akrep ve yelkovanı iletir. Rakkasın doğru hareketinde (C) tırnağı, ilk dişliyi bir diş ileri iter. Bu anda aynı dişli, (D) kontağını kapatarak, (E) bobininden akım dolastırır. Mıknatıslanan bobin, sabit mıknatısı içine çekerek salınımı devam ettirir. Rakkas sola hareket ettiğinden (B) bobininin içine girer. Bu bobinde indüklenen gerilim, (R) direncinden bir akım dolastırır. Lenz kanununa göre bu akım mıknatısın hareketine karşı koyar. (R) direnci ve dolayısıyla akım ayarlanarak, rakkasın salınımları düzenlenir. Rakkasın üzerindeki ağırlık, saatin kaba ayarı için kullanılır. Böyle bir saatin sarfiyatı çok azdır. Küçük bir pil ile saat aylarca çalışabilir.

C — SENKRONİZASYON RAKKASLI ZAMAN SAATI

Bu saatin çalışması monofaze bir senkron motorla temin edilir. Yalnız saatin vakti tam göstermesi için şebeke frekansının sabit olması ve değişiklik göstermemesi gerekir. Çok basit yapılı ve ucuz olduğundan bu saat yapıldığında büyük bir ilgi gördü. Bu tip saatlerin sakıncası, şebeke geriliminin kesilmesinde saatin durmasıdır. Gerilim tekrar gelse de saat, geri kalmış olarak çalışmasına devam eder. Firmalar yaptıkları saatlerde bu sakıncayı ortadan kaldırdılar. Şebeke gerilimi kesilse dahi yapılan bu ilâve sayesinde saat çalışmasına devam eder.

evvelkine ters olduğundan, transistör akım dolastırılmaz. Bu şekil-
deki (K) bobini rakkasın salınımlarını tanzim eder. Görüldüğü gibi
saatlerdeki hassas kontakların görevini burada transistör yapmış
olur.

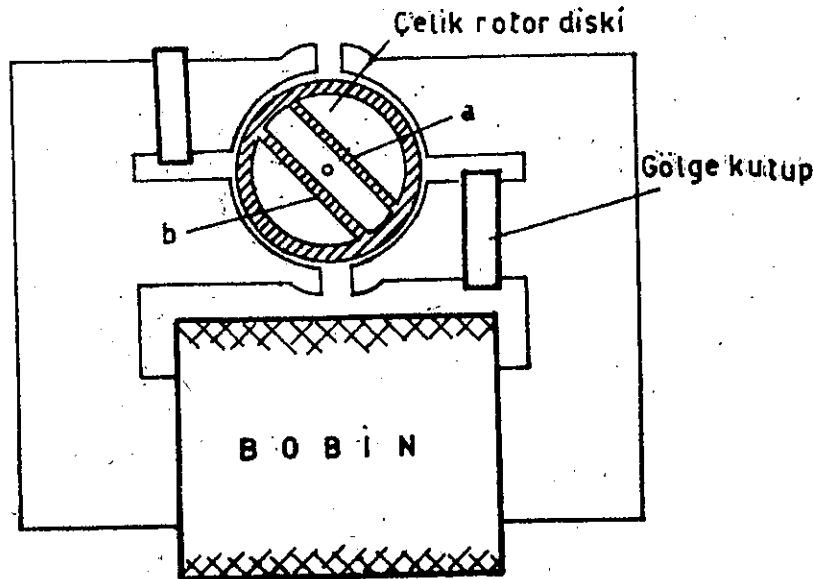
E — MOTORLU ZAMAN SAATI

Evlerde ve küçük iş yerlerinde genel olarak motorlu zaman
saatleri kullanılır. Bu motorların gücü çok ufaktır. 2 ile 5 Watt ara-
sında değişir. Şehir şebekesinden beslenen alternatif akım motor-
ları, asenkron motor olarak yol alır, senkron motor olarak çalışır.
Bu tip saatlerin en büyük sakıncası, şehir şebekesinin kesilmesidir.
Bu durumda saat duracağından, tekrar ayar yapmak gerekir. Akım
kesilmesinde saatin durmaması için, pille çalışan ayrı bir doğru
akım motoru kullanılır. Motorun gücü ufak olduğundan, bir pil
uzun süre dayanır. Burada motorun görevi bir zembereği kurarak,
saati çalıştırmaktadır.

Bu tip saatlerde kullanılan motor çeşitlerini inceleyelim:

1) Histeresizli senkron motor :

Bu motorun statoru, şekil : 6-4'de görüldüğü gibi şehir şebe-
kesinden beslenen bir bobinin bulunduğu saç paketten yapılmıştır.
Statorun her bir kutbu iki eşit parçaya bölünmüş ve her parça üze-
rine bakırdan kalın bir halka geçirilmiştir.

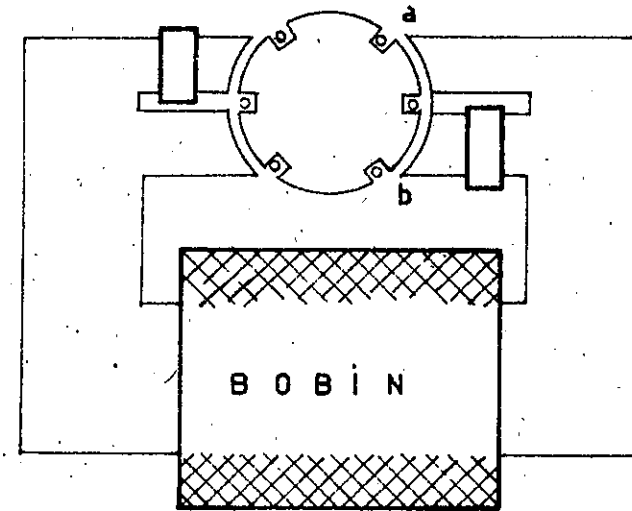


(Şekil : 6-4) Histeresizli senkron motor.

Motorun rotoru ise, şekilde görüldüğü gibi çelikten yapılmış iki
veya daha fazla diskin mil üzerine arka arkaya geçirilmesinden mey-
dana gelmiştir. Diskin yapıldığı malzeme çelik olduğundan, rotorun
histeresiz eğrisinin alanı oldukça geniştir. Yani sabit mıknatısın
özellikindedir. Bu yüzden gölgeli kutuplu statorun yarattığı döner
alan içinde kalan bu rotorda oldukça büyük histeresiz kaybı mey-
dana gelir. Bu durum, rotor direnci çok büyük bir asenkron motora
benzer. Rotor direnci büyük olunca da döndürme momenti büyük
olur. Motor bu döndürme momenti ile kalkınır. Ataleti ile senkron
devri bulur. Motorda, döner alan devresini rotordan tamamlar. Dö-
ner alan için relüktansı en küçük devre (a) ve (b) çubuklarıdır. Bu
yüzden döner alan bu çubukları yani rotoru beraberinde sürükler.
Böylece rotor, döner alan hızında döner. Bu motorun devir sayısı
50 Hz.'lik şebekede 3000 d/dak. dır. Saat için çok yüksek olan bu
devir sayısı, dişlilerle uygun değere düşürülür. Dişliler, içinde yağ
olan bir kapta bulunur.

2) Asenkron başlatmalı - senkron çalıştırılmalı motor :

Bu motor, hem asenkron motorun, hem de senkron motorun
özellikliğini taşır. Yani asenkron motor gibi yol alır, senkron motor
gibi sabit devirle döner. Stator iki kutuplu olarak yapılır. İki eşit
parçaya bölünmüş olan her kutbun bir parçasına kalın bir bakır
halka yerleştirilir. Yani bu stator, gölge kutuplu bir motorun yapı-
lışındadır. Rotor, bir asenkron motorun rotoru gibidir. Yalnız 6 an-
kusu vardır. Ankustaki bakır veya alimünyum çubuklar, her iki yüz-



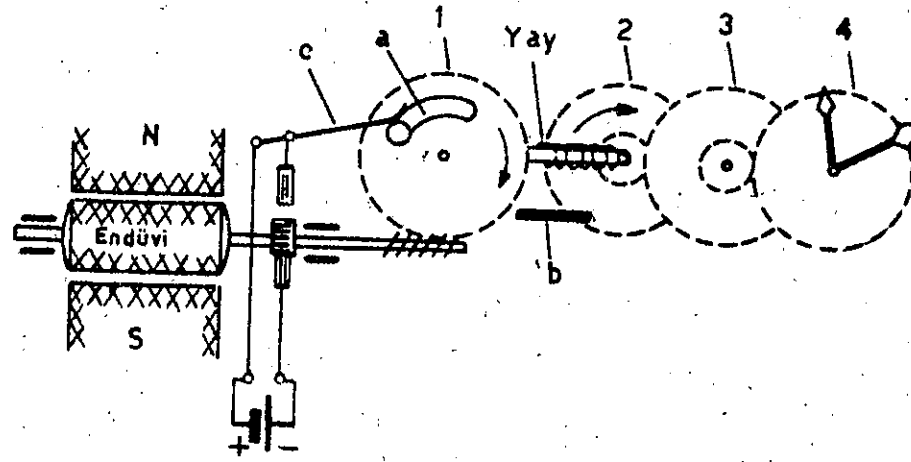
(Şekil : 6-5) Asenkron başlatmalı - senkron çalıştırılmalı motor.

de iki bilezikle kısa devre edilmiştir. Böylece 6 çubuklu bir sincap kafes yapılmıştır. Ankuşlardan ötürü rotorda 6 adet çıkıntılı kutup meydana gelmiştir. Bu 6 çıkıntılı kutuptan 4 tanesi stator kutupları ile karşı karşıya gelir. Motorun bobini 50 Hz.'lik şehir şebekesine bağlandığında, iki stator kutbunun yarattığı döner alan sincap kafesli rotoru, 3000 d/dak. ile döndürmek ister. Motor bu döndürme momenti ile kalkınmaya başlar.

Rotor devir sayısı 1000 olduğunda, 6 kutuplu rotor döner alanla kilitlenir ve senkron motor gibi dönmeye başlar. Akımın her yarım saykılında döner alan statorunun (a) ucundan (b) ucuna kadar gelir. Bu arada rotorun bir kutbunda beraber sürüklediğinden rotor, 60° lik dönüş yapar. Bu esasa göre bir saykılta rotor, 120° lik dönüş yapmış olur. Halbuki asenkron motor olarak çalışsaydı rotor, 360° dönmüş olurdu. O halde rotor kutupları döner alanla kilitlenince, yani senkron çalışma başlayınca rotor 1000 d/dak. ile dönmeye başlar. Gerçi aynı stator kutupları sincap kafesli rotoru 3000 d/dak. ile döndürme momentinden büyük olduğundan rotor, 1000 d/dak. lık sabit hızla dönmeye devam eder. Bu devirde saat için oldukça yüksektir. Gene rotorun devir sayısı bir dişli grubu ile uygun değere indirilir.

F — KURMALI PİLLİ ZAMAN SAATİ

Bu tip zaman saatlerinde, normal bir saatin mekanizması ve bir elektrik motoru vardır. Motorun (N) ve (S) kutupları sabit mıknatıstır. Bir pilin verdiği akım fırçalar yardımı ile endüviye verilir. Endüviden akım geçince motor dönmeye başlar. Motor milindeki sonsuz vida 1. dişliyi döndürür. Bu dişli de mili üzerindeki yayı kurar.



(Şekil : 6 - 6) Kurmalı pilli zaman saati.

1. dişli bir tur yaptığında üzerindeki (a) pimi, (c) çubuğuna çarpar ve onu yukarıya kaldırır.

Bu çubuğa bağlı olan üst fırça kollektöründen ayrılır ve motor durur. Kurulmuş olan yay 2. dişliyi ok yönünde çevirerek saatin çalışmasını sağlar. 2. dişli, 10-15 dakika içinde bir tur yapar. Turun sonunda bu dişliye dik olarak bağlanmış olan (b) pimi, (a) parçasına değeri ve onu 1. dişli üzerinde bulunan kanal içinde yukarıya doğru sürükler. (c) çubuğu, (a) parçasından kurtulur. Üst fırça kollektöre değeri ve motor çalışmaya başlar. Saatin yayı tekrar kurulurken 1. dişli gene ok yönünde döner. Bir devirlik dönüşten sonra (a) parçası, (c) çubuğuna çarpar. Bu çubuğu yukarıya doğru kaldırdığında üst fırçayı kollektörden ayırır. Motoru durdurur. Saatin çalışması böylece devam eder.

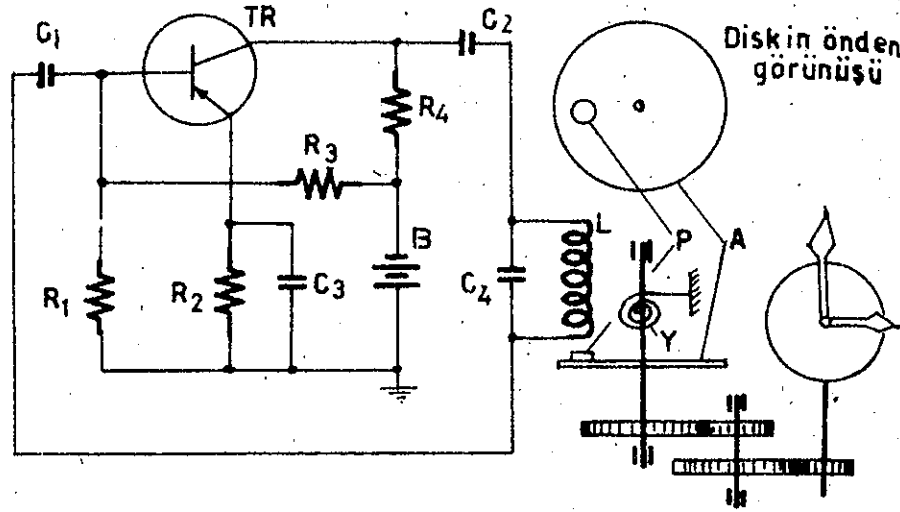
G — KURMALI ŞEBEKE ZAMAN SAATİ :

Kurularak çalışan bir saat ne kadar mükemmel olursa olsun, zemberek boşaldıkça onun döndürme momenti azalır. Dolayısıyla zembereğin kurulu ve boş durumlarında, saatin çalışma hızı değişir. Bu sakınca ancak zembereğin kurulu tutulması ile önlenir. Kurmalı şebeke saati işte bu esasa göre çalışır. Yani saat bir elektrik motoru aracılığı ile kurulur. Çok ufak güçte olan bu motor, devamlı olarak şebekeye bağlıdır. Saatin çalışması esnasında zemberek biraz boşalınca motor hemen çalışmak sureti ile zembereği kurar. Zembereğin tam kurulu hali motoru durdurur, yani tam frenler. Motor devamlı olarak şebekeye bağlı olduğu halde, rotorunun frenlenerek durması motor sargıları için bir sakınca yaratmaz. Yalnız motorun her an saati kurması zembereği yorabilir. Bunu önlemek gayesi ile saate mekaniki bir fren ilave edilir. Bu fren sayesinde motor sık sık birkaç saniye çalışarak saat kurmuş olur.

Bu tip saatlerin en büyük üstünlüğü, şebekeden beslendikleri halde şebeke kesildiğinde de saatin durmayıp, çalışmaya devam etmesidir. Hatta uygulamadaki bu tip saatler, bir günden daha fazla çalışabilmektedirler.

H — OSİLATÖRLÜ ZAMAN SAATİ

Bu saat esasında elektronik bir ayardır. Saatin en önemli parçası şekil : 6-7'nin sol tarafından bulunan osilatör devresidir. Osilatörün görevi, doğru akımı alternatif akıma çevirmektir. Bu devrede doğru akımı, küçük bir (B) pili veya bataryası sağlar. Alternatif akım (C_1) kondansatörü ile (L) bobininin meydana getirdiği paralel rezonans devresinde doğar. Bu devredeki direnç ve kondansatörler (TR) transistörünün normal çalışmasını sağlayan elemanlardır.



(Şekil : 6-7) Osilatörlü zaman saati.

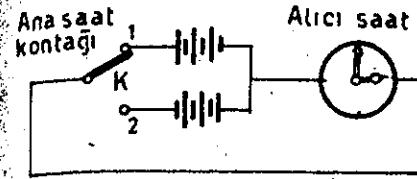
Saatın ikinci önemli kısmı (A) diskidir. Bu disk, alüminyumdan yapılmıştır. Üzerinde yumuşak demirden bir pul vardır. Saat çalışmazken bu pul, (Y) yayının etkisiyle üst tarafta bulunur.

Saatın çalışması rezonans devresindeki osilasyonla başlar. Bu devreden geçen alternatif akımın maksimum değerlerinde (L) bobinin meydana getirdiği manyetik alan da maksimum olur. Bu manyetik alan diskin üzerinde bulunan (P) pulunu kendisine doğru çeker. Pulla beraber alüminyum diskte 90° lik bir dönüş yapar. Bobinden geçen alternatif akımın sıfır değerlerinde bobindeki çekme yok olur. (Y) yayının etkisi ile alüminyum disk, (P) pulu üst tarafa gelecek şekilde döner. Demekki osilasyon devam ettikçe, alüminyum disk 90° lik alternatif açısal hareket yapar. (L-C₄) rezonans devresindeki akımın frekansı alüminyum diskin tabii salınım frekansına eşit olması gereklidir. Aksi halde alüminyum-disk bu alternatif açısal hareketi yapamaz. Diskin bu 90° lik salınımı bir dişli grubu ile dönme hareketine çevrilir ve saatin çalışması sağlanmış olur.

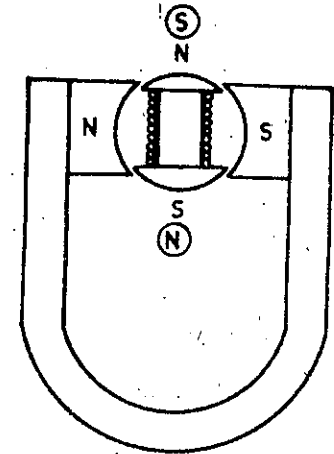
I — ZAMAN SAATLERİNİN DAĞITIMI :

Birden fazla saatin senkronize olarak aynı anda çalışması istenen tesislerde, bir ana saat ve buna bağlı alıcı saatler bulunur. Ana saat yarım dakika veya bir dakikada bir, alıcı saatlere akım gönderir. Böylece bir işletmede bulunan bütün saatlerin aynı anda, aynı saati göstermeleri sağlanmış olur.

Ana saatin yapı şekil ve çalışma ilkesi daha önce açıklanan saat çeşitlerinden biri gibidir. Alıcı saatler ise, ana saate göre değişik yapıdadırlar.



(Şekil : 6-8) Ana saatin yardımcı saate bağlanması.



(Şekil : 6-9) Alıcı saatin yapısı.

Şekil : 6-8'de görüldüğü gibi, ana saatte bulunan (K) kontağı yarım dakika veya bir dakikada bir şekil değiştirerek (1) ve (2) durumunu alır. Böylece zaman aralıklarında alıcı saate gönderilen akımın yönü değişmiş olur.

Alıcı saatlerin içinde ise, sabit bir mıknatıs ve bu mıknatısın içinde dönebilen bir endüvi vardır. Ana saatin eşit zaman aralıklarında gönderdiği değişik yönlerdeki akımlar endüvi iletkenlerinden geçer. Endüviden geçen akım üst tarafta (N), alt tarafta (S) kutbu meydana getirmişse, aksi adlı kutuplar birbirini çekeceğinden, endüvi 90° sağa döner. Yarım dakika veya bir dakika sonra ana saatteki (K) kontağı şekil değiştirir, alıcı saate gönderdiği doğru akımın yönünü değiştirir. Böylece Endüvinin kutupları da değişmiş olur. Endüvi sola doğru 90°, yani eski haline döner. Endüvinin her 90° lik sağa dönüşünde, alıcı saat yarım dakika veya bir dakika ilerlemiş olur. Ana saate gerekli doğru akım, bir akü bataryasından veya redresörden temin edilir.

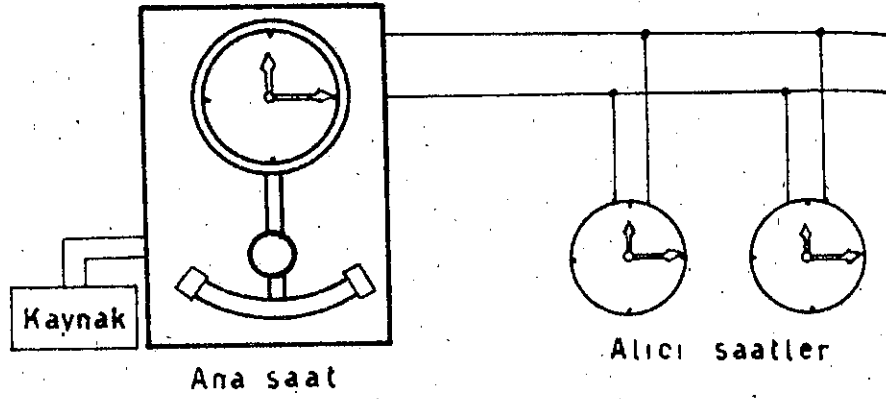
Birden fazla alıcı saatin ana saate bağlanıp, bir grup çalışması yapılmak istendiğinde iki türlü dağıtım şekli uygulanır:

Zaman saatlerinin paralel dağıtımı.

Zaman saatlerinin seri dağıtımı.

1 — Zaman saatlerinin paralel dağıtımı :

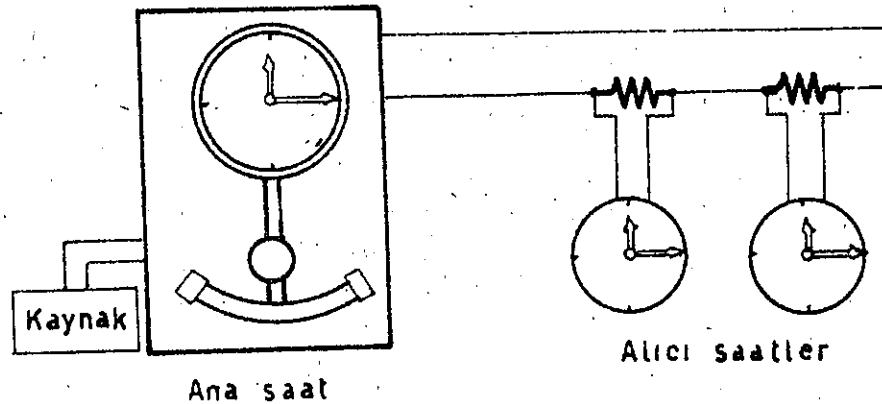
Bu, az kullanılan bir dağıtım şeklidir. Alıcı saatlerin birinde meydana gelen kısa devre, diğer saatleride çalıştırmaz. Anasaat ve akım kaynağında hasar meydana getirir. İkinci sakıncası ise alıcı saat sayısı çoğaldıkça, dağıtım iletken kesiti de büyür. Bu bakıdan ileride ilâve edilecek alıcı saatler düşünülüp, iletken kesidini büyük tutmak gerekir. (Şekil : 6-10)



(Şekil : 6-10) Zaman saatlerinin paralel dağıtımı.

2 — Zaman saatlerinin-seri dağıtımı :

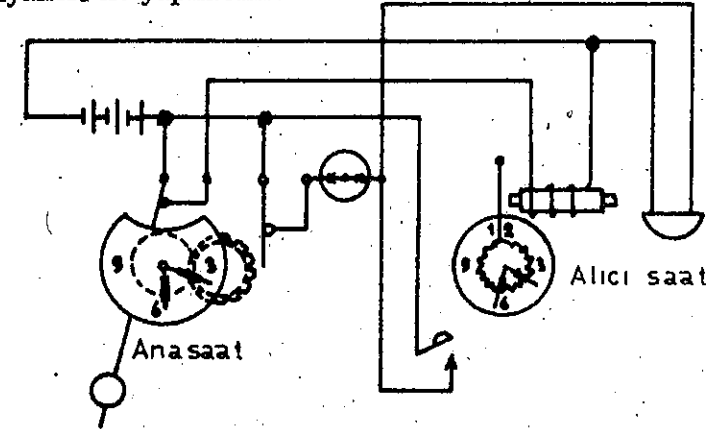
Seri dağıtım şekil : 6-11'de görüldüğü gibi, alıcı saatlerin seri bağlanmasından oluşur. Her alıcı saatten aynı akım geçer. Eğer herhangi bir alıcı saatin devresinde kopukluk varsa, seri bağlanmış bu sistemde diğer saatlerinde durması icap eder. Bunu önlemek için her alıcı saatin bağlandığı ek kutusuna bir direnç konur. Kopukluktan ötürü akım saatten geçmezse, bu dirençten geçer ve diğer saatlerin normal çalışmasını sağlar. Eğer herhangi bir alıcı saatte kısa devre olursa yalnız o saat durur. Diğerleri çalışmaya devam eder. Alıcı saat sayısının çoğalması, iletken kesidini etkilemez.



(Şekil : 6-11) Zaman saatlerinin seri dağıtımı.

J — BİLDİRİM TESİSLİ ZAMAN SAATI

Zaman saatlerinin dağıtımında saate bazı hizmetlerde gördürülebilir. Örneğin: Vitrin ışıklarını yakıp söndürme, belirli zamanlarda puantaj yapma, zil çaldırma gibi işlemler ana saatten alınan kumanda sinyalleri ile yapılabilir.



(Şekil : 6-12) Zaman saatlerinin zil çaldırma dağıtım şeması

Böyle tesisler biraz daha detaylı olur. Şekil : 6-12'de görülen dağıtım şemasında ana saat alıcı saatin çalışmasını sağlar. Belirli zaman aralıklarında alıcı saatin bobinine çalışma akımı gönderir. Ayrıca ana saatin dişlileri bir diski hareket ettirir. Bu disk üzerine konmuş olan ayarlanabilir pimler yardımı ile zilin istenilen saatlerde çalması temin edilir. Zil devresindeki anahtar tatil günlerinde devreyi keserek zilin çalmasını önler. Otomatik ayarlı zamanlar dışında zilin çaldırılması için ayrıca bir buton konmuştur.

Burada ana saat alıcı saatleri çalıştırdığı gibi, belirli zamanlarda zilleri çaldırmaktadır. Bu kumanda zil devresi yerine ışık devresi, sinyal devresi veya herhangi bir güç devresinin kumanda bobini olabilir. Böylece bu devremizi çok amaçlı olarak kullanabiliriz.

K — SORULAR :

- 1 — Zaman ölçme birimi nedir? Nasıl bulunur?
- 2 — Elektrikli saatin zaman saatine göre üstünlüğü nedir?
- 3 — Rakkaslı zaman saati elektriğin hangi özelliğine göre çalışır?
- 4 — Senkronizasyon rakkaslı saatlerde şebeke frekansının önemi nedir?
- 5 — Rakkaslı transistörlü saatin üstünlüğü nedir?
- 6 — Motorlu zaman saatlerinde kullanılan motor tipleri nelerdir?
- 7 — Zaman saatlerinde kaç türlü dağıtım vardır?
- 8 — Zaman saatlerinde paralel dağıtım nasıl yapılır? Fayda ve sakıncaları nelerdir?
- 9 — Zaman saatlerinde seri dağıtım nasıl yapılır? Fayda ve sakıncaları nelerdir?

BÖLÜM

7

ELEKTRİK KAYNAK MAKİNALARI

Metal ve alaşımlarının ısı etkisi veya ısıyla beraber basınç altında birleştirilmesine KAYNAK denir. Metalleri birleştirmede istenilen sıcaklık birçok metodlarla meydana getirilir, bunlardan birisi de elektrik kaynak makinalarıdır. İlk kaynak makinaları 19. asırda bilinmesine karşın 20. asırda özellikle Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra metal işleri endüstrisinde meydana gelen büyük gelişmeler kaynak makinalarına yansımıştır. Elektrik kaynak makinaları :

- A) Direnç Kaynağı,
- B) Ark Kaynağı,

Olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Bunlarla ilgili kaynak makinalarını sırayla açıklayalım.

A) DİRENÇ KAYNAĞI :

Bir malzemeden akım geçmesi sonucunda Joule kanunu uyarınca ($Q = 0,24 I^2 \cdot R \cdot t$) değerinde bir ısı meydana gelir. Bu ısının değerinin, malzemenin direnci, geçen akımın karesi ve akımın geçme süresi ile doğru orantılı olduğu bellidir. Kaynak edilecek parçalardan gereği kadar akım geçmesi sonunda parça uçları kaynak sıcaklığına gelir. Bu parçalar pres edilirse, uçlarda bir kaynama sağlanır. Bu prensibe uyan kaynağa DİRENÇ KAYNAĞI denir.

Direnç kaynağı için, transformatörlerle gerilim 1 - 1,5 volta düşürülmesine rağmen, akım şiddeti 1000 - 100.000 A arasında büyük değerlere erişir.

Direnç kaynağında önemli olan kaynatılacak olan maddelerin dirençleridir. Örneğin demirin direnci yeteri kadar yüksek olduğundan demir parçalarına kaynak etmek kolay, buna karşın alüminyumun direnci az olduğu için kaynatılması güçtür.

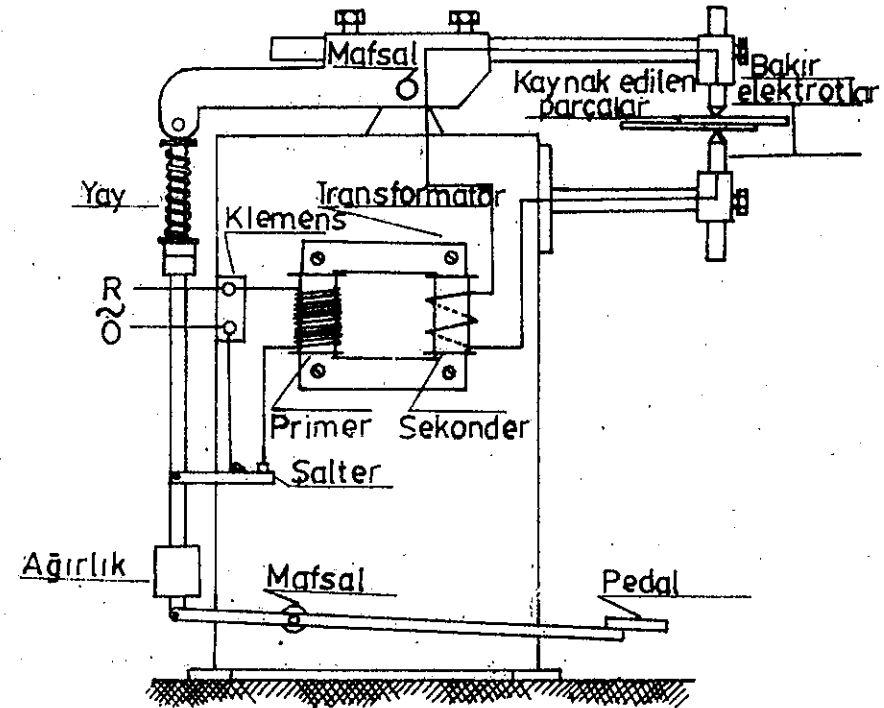
Direnç kaynağının birçok çeşitleri olmasına karşın başlıcaları :

- 1) Nokta Kaynağı
- 2) Dikiş »
- 3) Alın »

Bunlarda kullanılan kaynak makinalarını sırayla inceleyelim.

1) NOKTA KAYNAK MAKİNALARI :

Bu kaynak üst üste konmuş parçaların birleştirilmesinde kullanılır. Kaynak edilecek parçalar üst üste konduktan sonra elektrotlarla sıkıştırılır. Elektrotlara bir gerilim uygulandığında saç parçalardan geçen akım parçaları ergime derecesine kadar ısıtır, bunun sonucunda iki parça birbirine kaynar. Genellikle bu sistemle 0,5 - 3 mm kalınlığında saçlar kaynatılır. Kaynak akımı parçaların büyüklüğü ile ilgilidir. (Şekil : 7 - 1) de bir nokta kaynak makinasının şeması görülmektedir. Kaynak olacak parçalar elektrotlar arasına sokulduktan sonra pedala basılarak elektrotlar aracılığı ile parçaları sıkıştırılması, ve aynı zamanda şalter kapanacağı için kaynak trafosuna şebeke geriliminin uygulanması sağlanır. Bunun sonucunda trafonun sekonderinde bir gerilim indüklenir. Bu gerilimin de

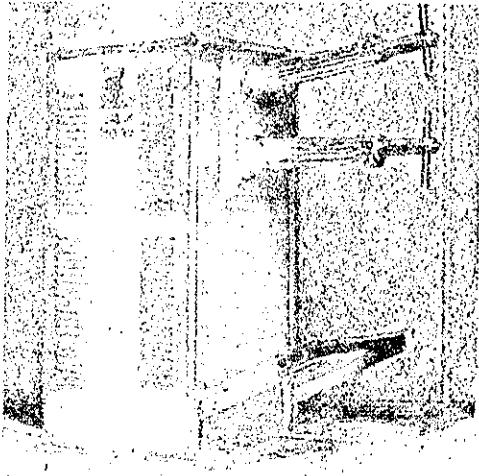


(Şekil : 7 - 1) Nokta Kaynak Makinası prensip şeması.

geri başta 12-15 V iken elektrotlar kapanınca iki volt civarındadır. Bu anda, yani kaynak anında sekonderden geçen akımın değeri bazen 5000 Amperi bulur. Devamlı çalışmada elektrotların çok ısınarak çabuk bitmelerini önlemek için su ile soğutulur. Kaynak süresi çok kısadır.

Kaynak bittikten sonra ayağımızı pedaldan çektiğimizde, mafsal etrafında hareketli olan üst elektrot yay ve ağırlığın etkisi ile alt elektrottan uzaklaşır ve aynı zamanda şalter trafonun şebeke ile irtibatını keser.

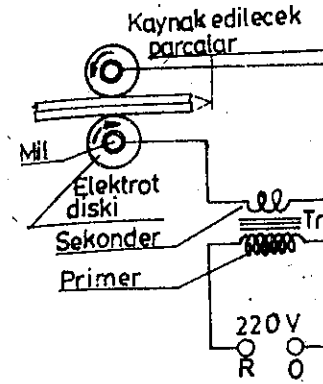
Nokta kaynağı makinaları ile perçin, vida veya lehimlenmesi gereken ince parçaların birleştirilmesi sağlanır. Modern kaynak makinalarında yüksek olan kaynak akımını ve çok kısa olan kaynak süresini ayarlamak için elektronik zaman röleleri ve elektronik kontaktörler kullanılır. Çok yüksek olan kaynak akımını Ignitron kontaktörü (yüksek güçlü elektronik bir lambadır) vasıtası ile trafonun sekonderinden sağlanır. Ignitron kontaktörünü ise sıcaklık ve zaman ünitesi kontrol eder. Buradaki düğmeler ile akım şiddeti ve bekleme süresi ayarlanır. (Şekil : 7-2) de bir nokta kaynak makinası resmi görülmektedir.



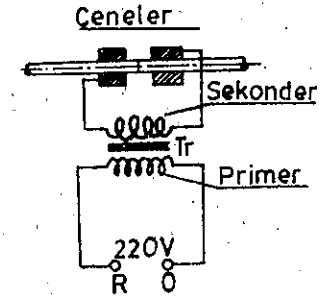
(Şekil : 7-2) Nokta kaynak makinası resmi.

2) DİKİŞ KAYNAĞI MAKİNASI :

Bu sistemde parçalar bir evvelkinde gördüğümüz gibi aralıklı noktalar halinde birleştirilmez, bir çizgi boyunca kesintisiz olarak kaynak edilir. Örneğin içlerine akışkan madde konacak kutuların yapımında bu sistem uygulanır.



(Şekil : 7-3) Dikiş kaynak makinası.



(Şekil : 7-4) Alın kaynak makinası.

(Şekil : 7-3) de bir dikiş kaynak makinasının prensip şeması verilmiştir. Dikiş kaynak makinasında elektrotlar disk şeklindedir. Disklerin çapları 15-25 cm. arasında değişir. Disklere kaynak akımını yine çıkış gerilimi çok küçük olan bir trafo sağlar. Kaynak edilecek parçalar dakikada 10-25 cm. lik bir hızla bu iki elektrodun arasından geçirilir. Devri ayarlanabilen bir motor yardımı ile dönmekte olan bu diskler aynı zamanda kaynatılan parçaların hareketini de sağlar. Disklerdeki alçak gerilim ve yüksek akım sayesinde parçalar tav durumuna gelir. Parçalardan devamlı akım geçmez. 1/25 saniye akım geçerse 1/25 saniye akım kesilir, iki parça/tav durumunda olduğu için basınç altında birbirlerine kaynar. Ve aralarında açıklık kalmaz.

3) ALIN KAYNAĞI MAKİNASI :

Alın kaynağına flanş kaynağı da denir. Bu tür kaynaқта kaynatılacak parçalar elektrot görevini yapan tutucu çenelere bağlanır ve birbirine basınçlı olarak temas ettirilir. Akım temas eden uçlardan atlayarak devresini tamamladığı için iş parçaları tavlanır, bu süre uzayınca parçaların uç kısımları ergime sıcaklığına gelir, bu sırada (çeneler) parçaları basınçla birbirlerine yaklaştırırlar, kıvılcımlar çıkmaya başlar, kıvılcım çıkışı son bulduğu an kaynak işlemi tamamlanmıştır. (Şekil : 7-4)

Bu makinalarda da kaynak akımı transformatörün sekonderinden sağlanır. Yani trafonun sekonderi doğrudan doğruya çenelere bağlanır. Kaynak edilecek parçaların basınçlı bir şekilde birbirlerine yaklaştırılması motor, hidrolik sistemle, el veya ayak pedalı ile yapılır. Tutucu çeneler bakır olup su ile soğutulmaktadır.

Bu tür kaynak, boruların eklenmesinde, marangozların şerit testelerinin eklenmesinde kullanılır.

B) ARK KAYNAĞI :

Endüstride demir ve çeliğin işlenmesinde ark kaynağı geniş ölçüde kullanılır.

Bu tip kaynaklar, kaynatılacak parçalar elektrot dediğimiz elemanın ark yapması sonucunda hem kaynak sıcaklığına kadar ısıtılır hem de bu eleman yardımı ile birbirlerine tutturulur. Yani önemli olan burada bir arkın meydana gelmesidir. Elektrik arkı doğru ve alternatif akımların her ikisinde de doğacağı için bu tip makinalarında her iki akımdan da yararlanılır. Bu bakımdan teknikte kaynak akımı üreten üç tip makina kullanılır.

- 1) Transformator
- 2) Jeneratör
- 3) Redresör.

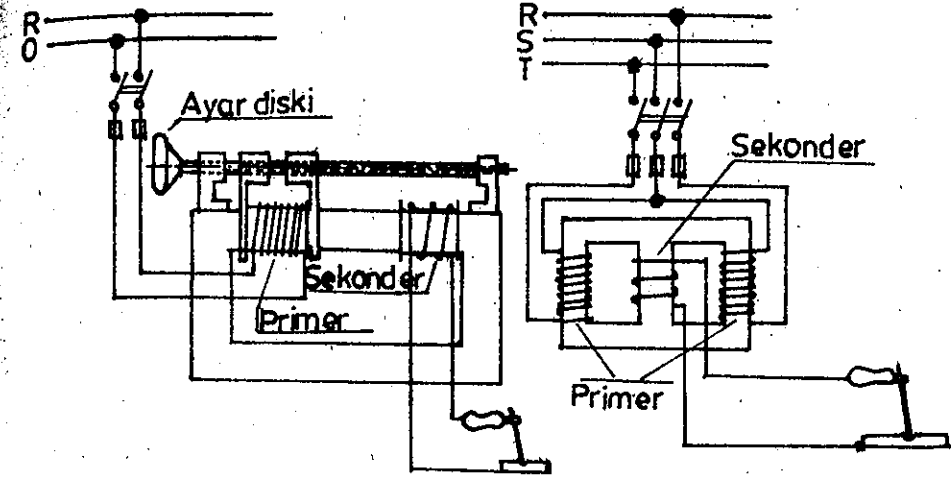
Kaynak makinası olarak kullanılacak olan çok yakından tanıdığımız bu makinaları sıra ile inceleyelim :

1) TRANSFORMOTÖR TİPİ KAYNAK MAKİNALARI :

Daha çok küçük ve basit işlerde örneğin inşaat demirciliğinde transformotörlü yani alternatif akımlı ark kaynak makinaları kullanılır. Kaynak trafosu trifaze veya monofaze olabilir. Pratikliği bakımından monofaze kaynak makinaları tercih edilir.

(Şekil : 7-5) de monofaze transformotörlü ark kaynak makinası şeması görülmektedir. Trafonun boştaki gerilimi oldukça düşük olup 40 volt civarındadır. Şekilde görüldüğü gibi sekonderin bir ucu kaynak edilecek parça veya parçalara diğer ucu da kaynak elektrodunun bağlandığı PENS'e bağlanmıştır. Kaynak akımını ayarlamak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan birisi şeklimizde görülmektedir. Ayar diski aracılığı ile primer sargı nüve üzerinde sabit olan sekonder sargıya yaklaştırılıp, uzaklaştırılmaktadır. Sargılar birbirlerine yaklaştırıldığında kaynak akımı büyüyecek, uzaklaştırıldığında da küçülecektir. Bu tip kaynak makinalarında 150-400 Amper kaynak akımı elde edilir. Bazı Monofaze Trafolar da ise primer ve sekonder sargılar sabit olup bobinler arasındaki boşluğa konmuş olan demir nüveyi ayarlamak suretiyle kaynak akımı ayarlanır. Bazılarında ise sekonderden çıkan değişik uçları kaynak devresine sokmak suretiyle kaynak akımı ayarlanır.

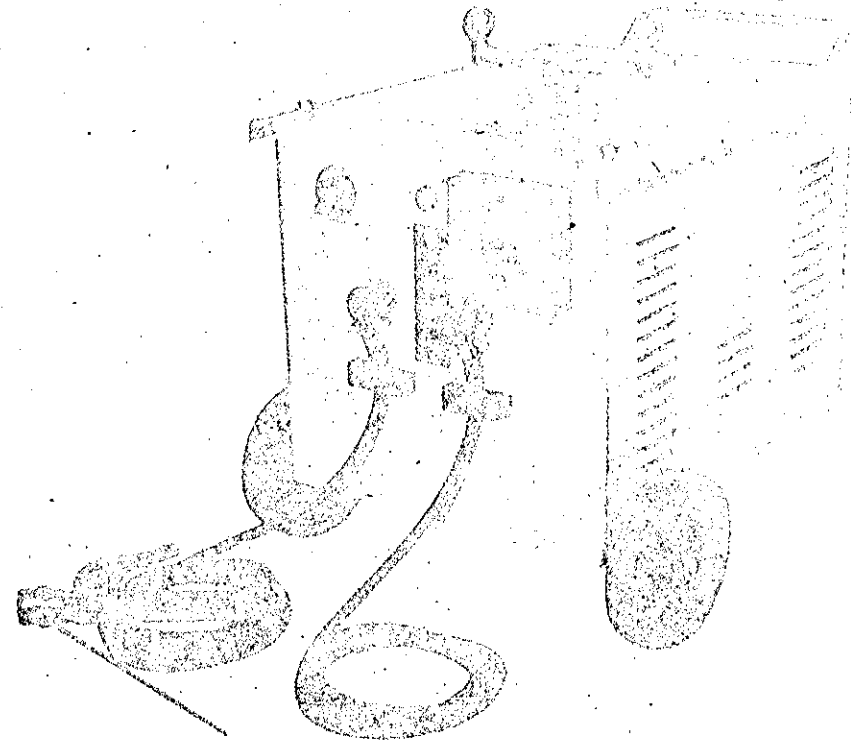
(Şekil : 7-6) da görülen kaynak trafosu ise trifaze bir trafodur. Şekilde görüldüğü gibi şebekenin üç fazı iki sargıyı beslemekte. Sekonderde indüklenen gerilimde kaynak devresini beslemektedir.



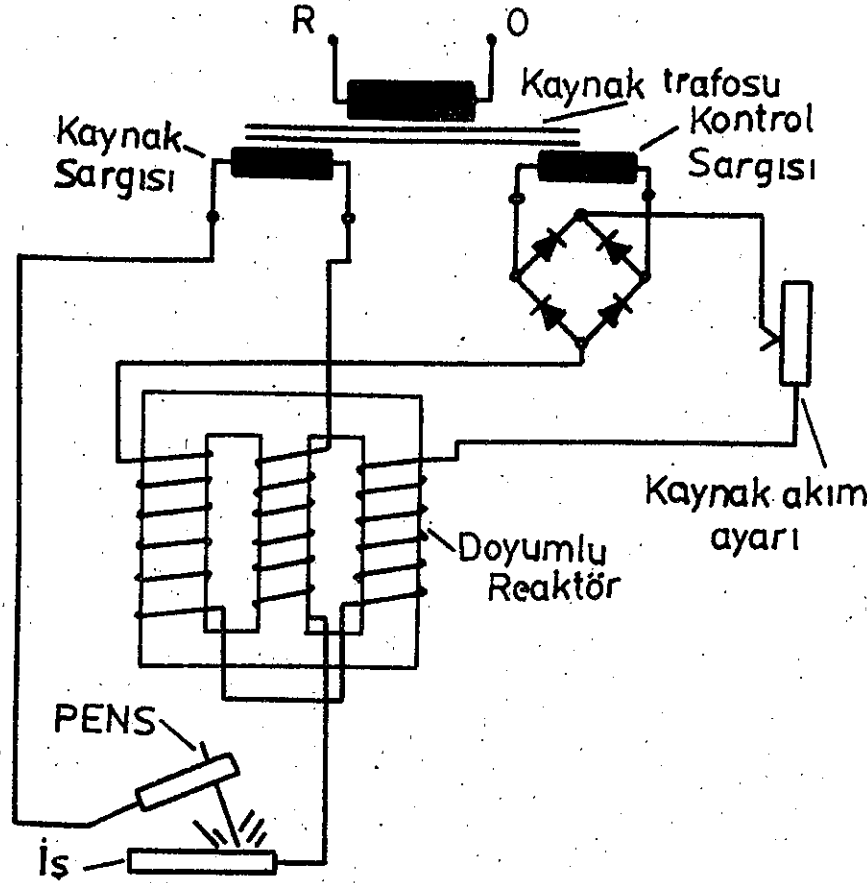
(Şekil : 7-5) Monofaze ark kaynak makinası.

(Şekil : 7-6) Trifaze ark kaynak makinası.

(Şekil : 7-8) de yine monofaze fakat daha çok geliştirilmiş bir kaynak makinası şeması görülmektedir. Bu kaynak makinalarından elde edilen netice doğru akımla yapılan kaynağa yakındır.



(Şekil : 7-7) Transformator tipi kaynak makinası resmi.



Şekil : 7-8 Monofaze reaktörlü kaynak makinası

Şekilde görüldüğü gibi bu kaynak makinalarının içerisinde kaynak trafosunun haricinde bir de doyumlu reaktör vardır. Bu reaktörün empedansının değiştirilmesi sonucunda çeşitli kaynak karakteristikleri elde edilebilir. Kaynak trafosu üzerine sarılan ayrı bir sekonder sargı, köprü şeklinde bağlanmış redresörü besler. Redresör çıkışı bir reosta üzerinde doyumlu reaktörün kontrol sargısına bağlıdır. Bu devreye konmuş olan bir reosta ayarlanarak doyumlu reaktörün kontrol akımı ve dolayısıyla reaktörün empedansının değişmesi sonucunda değişik kaynak akımları veya karakteristikleri elde edilir. (Şekil : 7-7) de transformator tipi kaynak makinası resmi görülmektedir.

Monofaze, trifaze trafolu kaynak makinaları sürekli çalışması sonucunda çok ısınır, bunu kısmende olsa önlemek için makina içersine konulmuş olan bir vantilatör ile soğutulur.

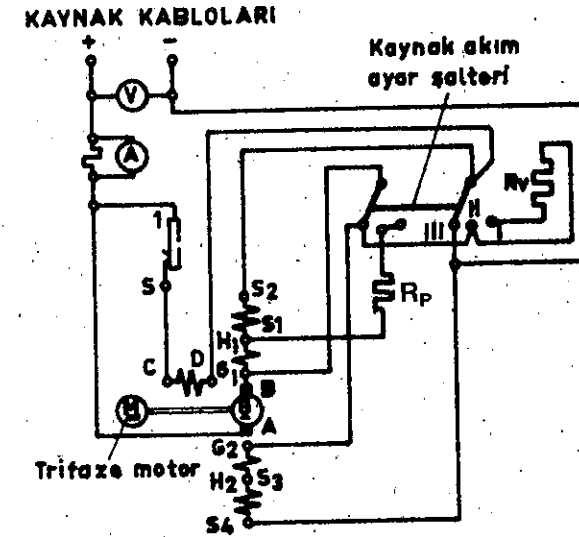
2) JENERATÖR TİPİ KAYNAK MAKİNALARI :

Kararlı bir ark ve iyi bir kaynak bu tip kaynak makinalarından sağlanır. Bu tip kaynak makinaları bir motor ve doğru akım üreten bir dinamodan oluşmaktadır. Dinamo milini çevirmek için bir elektrik motorundan, benzin veya dizel motorundan yararlanılmaktadır. Kullanılan dinamo özel bir şönt dinamo olup ters kompunt karakteri taşır. Baştaki gerilimi 50 - 110 V, ark esnasındaki gerilimi 18 - 36 V arasındadır. Gerilimin yüksekliği arkın daha kolay ve kısa zamanda oluşmasını sağlamaktadır. Ark boyu yükseldikçe gerilim yükselir, kıaldıkça gerilim düşer hatta ark boyu sıfır olunca, gerilimde sıfır olur yani dinamo kısa devre olur. Yüklendiklerinde dinamolarda gerilim düşümü şu üç nedenle olur.

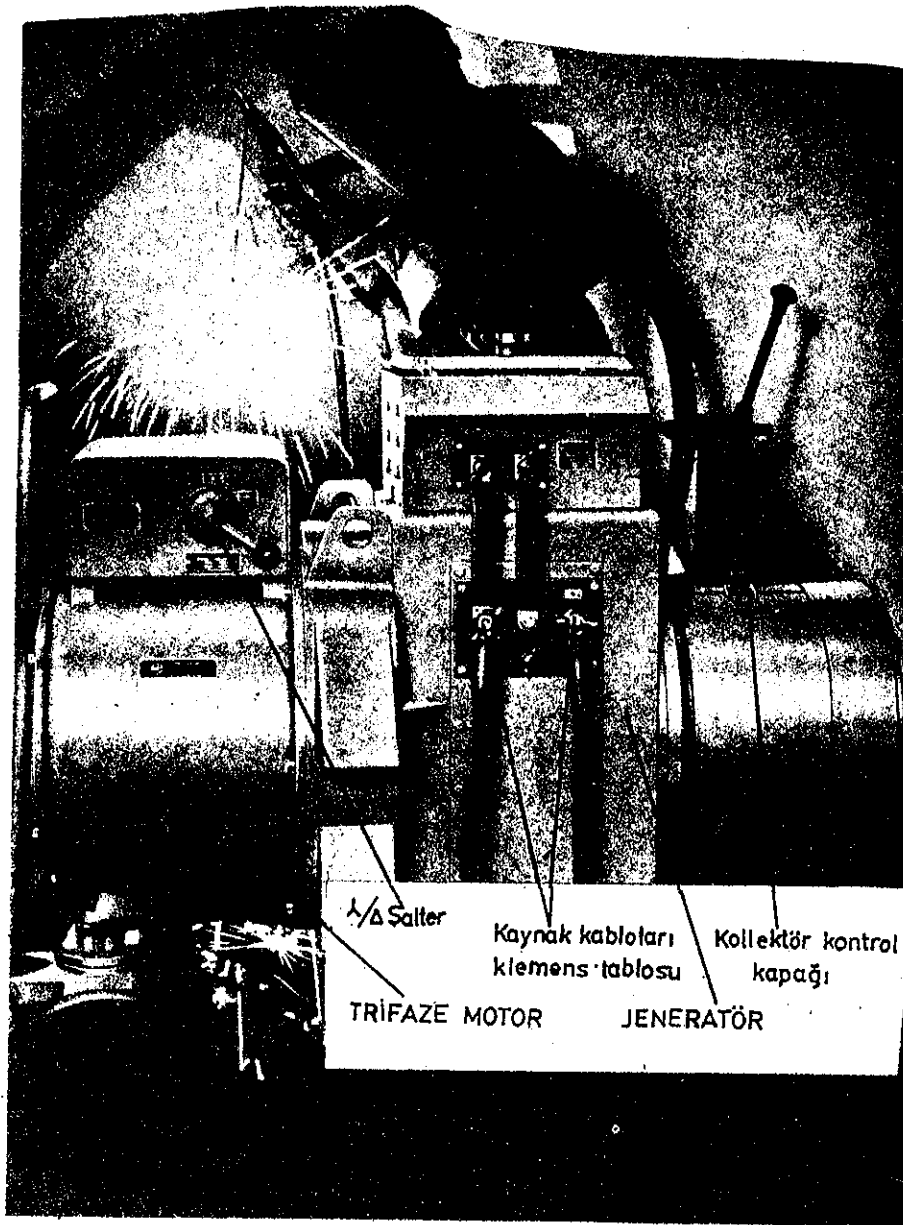
- a) Endüvideki Gerilim düşümü,
- b) Endüvi Reaksiyonunun etkisi,
- c) Gerilim düşmesinden dolayı şönt sargıdan geçen akımın azalması.

Bu tip kaynak makinalarında elektrik motorundan da yararlandığını söylemiştik. Kullanılan motorlar trifaze olup güçleri 6 - 25 HP arasında değiştiğinden çok zaman yıldız - üçgen şalterle yol verilir.

(Şekil : 7-9) da jeneratör tip kaynak makinasının elektriki bağlantı şeması görülmektedir. Akım ayarı üç konumlu olan şalter ile komütasyon ($S_1 - S_2$, $S_3 - S_4$ sargıları) sargılarına değişik değerlerde



(Şekil : 7-9) Jeneratör tipi kaynak makinasının elektriki bağlantı şeması.



(Şekil : 7 - 10) Jeneratör tipi ark kaynak makinası resmi.

dirençler (R_p , R_v) sokulmak suretiyle yapılmaktadır. I. konumda 35 - 75 A, II konumda 70 - 220 A, III konumda 100 - 300 A arasında kaynak akımı elde edilmektedir.

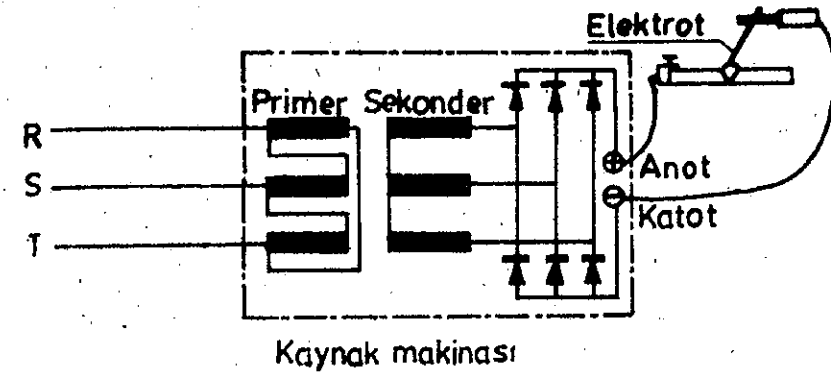
Kaynak Makinalarının uçları iki türlü bağlanır. Eğer pozitif uç işe, negatif uç elektroda verilmişse buna **DÜZ BAĞLAMA** tersi uygu-

landığında **TERS BAĞLAMA** denir. Doğru akımın yarattığı arkta, pozitif ucun bağlandığı elektroda sıcaklık derecesi 150 - 200°C daha fazla olur.

3) REDRESÖRLÜ ARK KAYNAK MAKİNASI :

Bir evvelki konumuzda jeneratör tip kaynak makinaları gibi doğru akım ile kaynak yapma olanağı sağlarlar. Yani bunlar transformatör ark kaynak makinalarının daha geliştirilmiş ve daha iyi kaynak yapabilen tipidir. Aynı zamanda şu üstünlükleri de sağlarlar,

- 1) Boşta çalışırken kayıpları çok azdır.
- 2) Maliyetleri daha ucuzdur (Jeneratörlere göre)
- 3) Arkı başlatma kolaydır.



(Şekil : 3 - 11) Redresörlü Ark kaynak makinası.

Bu kaynak makinalarında Selenyum, Silikon gibi büyük akım geçiren kuru redresörler kullanılır. Bu redresörlerin yaklaşık ömrü 5000 - 7000 saattir. (Şekil : 3 - 11) de bu tip bir kaynak makinası görülmektedir. Redresörler tam dalga köprü şeklinde bağlanmıştır. Redresörleri üç fazlı transformatör besleyebileceği gibi monofaze bir transformatörde besleyebilir. Primer veya sekonderi çok uçlu yapılarak değişik gerilim ve akımda kaynağın yapılması sağlanır. Transformatör kesinlikle Δ/λ bağlanmayıp değişik şekillerde bağlanabilir.

Redresörlü kaynak makinalarına doyumlu reaktör eklenerek daha da geliştirilebilir.

SORULAR :

- 1 — Elektrik kaynağı hakkında genel bilgi vererek kaynak makinalarını sınıflandırınız.
- 2 — Nokta kaynak makinasını anlatınız.
- 3 — Dikiş kaynağı makinalarını anlatınız.
- 4 — Alın kaynağı makinalarını anlatınız.
- 5 — Ark kaynağını genel olarak tanıtarak sınıflandırınız.
- 6 — Monofaze ark kaynak makinalarını açıklayınız.
- 7 — Trifaze ark kaynak makinalarını açıklayınız.
- 8 — Reaktörlü monofaze ark kaynak makinalarını açıklayınız.
- 9 — Jeneratör tipi kaynak makinalarının yapısı ve çalışma prensibi hakkında bilgi veriniz.
- 10 — Redresörlü ark kaynak makinalarının yapısı ve çalışma prensibi hakkında bilgi veriniz.

BÖLÜM

8

ELEKTRİKLİ FIRINLAR

A — GİRİŞ : Günlük yaşamımızda ve endüstride kullanılan gereçler, hammaddelere uygulanan çeşitli işlemler sonucu elde edilirler. Bunların en önemlisi ısı işlemleridir. Endüstride ısıtma, eritme, arıtma ve her türlü ısı işlemleri için tercihen elektrikli fırınlar kullanılır. Elektrikli fırınların diğerlerine göre üstün tutulma nedenleri şunlardır.

- 1 — Alevsiz ve yakıcı olmayan bir ısı elde edilir. Bundan dolayı fırın atmosferi daima temizdir.
- 2 — Çalışma sıcaklığı geniş ölçüde istenen derecelerde ayarlanabilir.
- 3 — İşletme ve teknik arzuya göre fırın şekli istenilen formda yapılabilir. Bundan dolayı herhangi bir yanma problemi ortaya çıkmaz.
- 4 — Yüksek değerdeki bir ısı enerjisi fırının istenilen kısımlarında toplanabilir.
- 5 — İşletme emniyeti ve gerekli sıcaklığın ayarlanması basit aygıtlarla en hassas bir şekilde yapılabilir.
- 6 — Seri imalâtta fırın içinde rahat bir çalışma temin edilebilir.
- 7 — Enerji temini kolaydır. Yakıt depolama problemi yoktur.

Bütün bu faktörler göz önünde tutulursa elektrikle ısıtmanın daha ekonomik ve daha pratik olduğu anlaşılır.

Elektrikle ısıtmada teorik ve pratik tatbikatı farklı, çeşitli yöntemler kullanılır.

Çok eskiden bilinen en basit yöntem, dirençli ısıtmadır. Yarım asırdan beri kullanılmaya başlatılan indüksiyonla ısıtmanın tatbikatındaki yeri gittikçe artmaktadır. Yine kullanma sahası oldukça geniş olan arklı ısıtma ile, yeni yeni uygulama konusu olan dielektrikli ısıtma, elektrikli ısıtmanın değişik birer yöntemidir.

ISITMA CİNSİ	KULLANMA SAHASI
İndüksiyonla Isıtma	Eritme ve iletken malzemelerin ısı işlemleri
Dielektrik ısıtma	Yalıtkan malzemelerin ısı işlemleri
Ark ile ısıtma	Eritme ve inceltme
Dirençli ısıtma	Isı işlemleri

Tablo : 8.1 — Fırın çeşitleri ve kullanma sahaları.

Tablo 8.1'de ısıtma yöntemlerine göre fırın çeşitleri ile, kullanma alanları görülmektedir.

Dirençli ısıtmada; fırın içine yerleştirilen direnç tellerinden bir elektrik akımı geçirilir. Joule kanununa göre ($Q = 0,24 I^2 R.t$) değerinde direnç tellerinde kalori cinsinden ısı meydana gelir. Dirençli fırınlar, bu esasa göre çalışır.

Arklı ısıtmada; elektrik arkında meydana gelen yüksek derecedeki ısı kullanılır. Burada ark, elektrot ile ısıtılacak parça arasında meydana gelir. Bu iki metodta dışarda meydana gelen ısı, malzemeyi indirekt olarak ısıtmaktadır.

İndüksiyon ve dielektrik ısıtmada ise yüksek frekanslı A.A. kullanılır. İndüksiyon yolu ile, işleme tabi tutulan malzemenin içinde meydana getirilen akım, malzemedeki direkt bir ısı doğurur. Araların arasındaki fark, indüksiyonlu fırınlarda iletken malzemeler dielektrik

Isıtma cinsi	Kullanılan Frekans	Akım kaynağı
İNDÜKSİYONLA ISITMA Metallerin alçak derecede ısıtılmaları, menevişleme	60 - 600 Hz.	Dönen generatör
Metallerin tavlınmaları, eritmeleri	600 - 10000 Hz.	Dönen generatör
Metallerin sertleştirilmesi için yüzey tavlama	10 - 200 KHz. 100 - 500 KHz.	Arklı konvertör
Ufak parçaların (tel şerit) ısıtılması	400 - 1000 KHz.	Osilatör
DİELEKTRİK ISITMA	1 - 50 MHz.	Osilatör

Tablo : 8.2 — Isı işlemlerinde kullanılan frekanslar ve kaynakları.

fırınlarda ise yalıtkan malzemeler ısıtılır. Dielektrik fırınlarda ekmek bile pişirilebilir. Ancak ısı ekmeğin içinde doğduğundan, ekmek kabuk meydana gelmez.

Tablo 8.2'de çeşitli ısı işlemlerinde kullanılan frekansları ve elde edilmiş tekniklerini vermektedir.

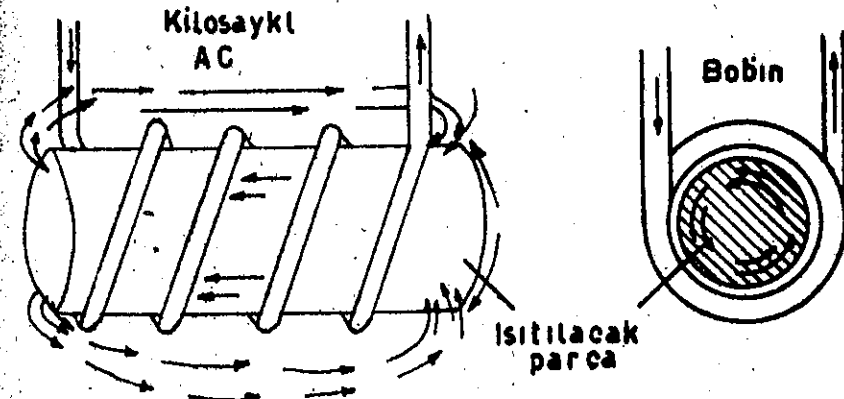
B — ISITMA YÖNTEMLERİNE GÖRE FIRIN ÇEŞİTLERİ :

Elektrikli fırınlarda kullanılan ısıtma yöntemlerinin neler olduğu daha önce açıklandı. Şimdi bu fırınları inceleyip, uygulama alanlarını görelim.

C — İNDÜKSİYON FIRINLAR

Herhangi bir iletken malzeme bir AA devresinin yanına getirilirse, kısmen de olsa ısınabilir. Şekil : 8-1'de görüldüğü gibi A. akımının geçeceği bobin ısıtılacak parçanın etrafını sarmakta, fakat parçaya temas etmemektedir. Bobinin içinden geçen A. akımının yarattığı flüks, (manyetik alan) içindeki veya yakınındaki her metal parçadan devresini tamamlamaktadır. Akımın yön ve değerindeki değişiklik, flükste de aynı değişikliği yaratır. Flüksteeki değişiklik, parça içinde bir gerilim doğurur. Bu gerilim, parça içinden büyük değerde fukolt akımı dolastırır. Parça direncinden geçen bu akım parça içinde ısı yaratır. Isıyı indüksiyon akımı meydana getirdiğinden, bu işleme indüksiyon ısıtma denir.

Şekil : 8-1,deki bobin bir transformatörün primer görevini yapar. Isıtılacak parça ise kısa devre edilmiş bir sipirlik bir sekonder gibidir. Bobin genellikle içinden dolastırılan su ile soğutulur. Bu me-



Şekil : 8.1. — İndüksiyonla ısıtma prensibi.

totla çelik bir parça normal bir elektrikli fırından 50 kere daha çabuk ve homogen olarak tavlabilir.

Manyetik olan ve olmayan parçalarda fukolt akımları hemen hemen aynı miktarda ısı meydana getirir. Manyetik malzemelerde ilâve olarak histerisiz kaybından dolayı da bir ısı meydana gelir. Fakat 732°C den sonra (kuri noktası) malzemenin manyetik etkisi dolayısıyla histerisiz kaybı yok olur.

Deri olayından daha fazla istifade edebilmek için, küçük parçaların tavlama sırasında ve yüzey sertleştirme işlemlerinde daha yüksek frekans kullanılır. Bobinden geçen akımın yarattığı fluks, bobin iç yüzüne yakın kısımlarda en büyük değerindedir. Parçada indüklenen akım, bu yüzden parçanın yüzüne yakın yerlerde yoğunlaşır.

Makina kranklarının sertleştirilmesinde parça, yüzünün 1-2 mm altına kadar 900°C nin üstünde ısıtılır. Bu durumdaki parça ani soğutulursa, sürtünen üst yüzeyler arzulanan sertliğe kavuşmuş olur. Parçanın yüzeyden uzak olan kısımları çok ısınmadığı için, su verme işleminden yumuşak kalır. Böylece yüzeyi sert, yani aşınmaya dayanıklı, içi yumuşak yani kırılmaya dayanıklı bir parça elde edilmiş olur. Bu işlemde dikkat edilecek nokta, parça 1-2 saniyede arzulanan derecede ısıtılmalı ısı iletimi ve kaybı olmadan hemen soğutulmalıdır.

Kullanılacak AA frekansı ise 2000 - 5000 c/s olmalıdır.

İndüksiyon ısıtmada frekans seçimi ve güç tayini için birçok formül kullanılır. Fakat bu değerlerin tayininde tecrübe ve testler esas teşkil eder. Arzulanan frekans, ısıtılacak olan iletken malzemenin cinsine bağlıdır.

Çalışma frekansına; ısıtılacak parçanın büyüklüğü, şekli ve ısınacak kısmın derinliği tesir eder. Örneğin: 2000 c/s de ısınan kısmın derinliği 1,9 mm den daha az olamaz. 10-100 kc/s lik frekanslarda ısı derinliği 0,4-0,9 mm arasındadır. Endüksiyon fırınlarında güç, ısıtılacak yüzey ile bağıntılıdır. Genellikle 1 cm² kesit için, yüzey ısıtmada 1-10 KW'lık enerji gerekir.

İndüksiyonla ısıtmanın özelliklerini belli başlı şu noktalarda özetleyebiliriz :

1 — Belirli bir materyal için ısı derinliği, frekansın karekökü ile ($\sqrt{f}$) ters orantılıdır. Şu halde frekansın çoğaltılması, parça üzerinde daha ince bir tabakanın ısıtılmasını sağlamış olur.

2 — Belirli akı yoğunluğu, frekans ve direnç için birim hacme giren ısı, geçirgenliğinin (μ) karekökü ile orantılıdır. Demek ki, manyetik malzemeler, manyetik olmayanlardan daha çabuk ısınır.

3 — Belirli akı yoğunluğu ve ısı derinliği için birim hacme gi-

ren sıcaklık, dirençle değişir. Yani yüksek dirençli malzemeler daha çabuk ısıtılabilir.

4 — Belirli bir malzeme ve frekans için birim hacme giren sıcaklık akı yoğunluğunun karesi ile orantılıdır. Yani verilen sıcaklık, sarım sayıları ile veya bobin akımı ile veyahutta her ikisiyle birden kontrol edilir.

Yüksek frekansla çalışmanın diğer bir avantajı da, bobinle ısıtılacak parça arasında daha büyük hava aralığı bırakılabilmesidir. Yüksek frekanslarda bobine daha büyük gerilim uygulanır. Bu yüzden emniyet bakımından bobinle ısıtılacak parça arasında yeterli bir hava aralığı bırakmak gerekir. Yüksek frekansla çalışmada bu durum sakıncasız olarak gerçekleştirilmiş olur.

1 — İNDÜKSİYON FIRINLARININ ENDÜSTRİDEKİ UYGULAMALARI

İndüksiyonla ısıtmanın aşağıdaki üstünlüklerinden dolayı bu yöntem, metal endüstrisinde çok geniş kullanılma alanı bulmuştur.

a — Metallerin çabuk ısıtılmaları dolayısıyla oksidasyon ve kabuklaşma olmaz.

b — Bütün parça yerine parçanın sınırlı bir yeri veya yüzeyi ısıtılabilir.

c — Fırın sıcaklığının devamlı kontrolüne lüzum kalmadan yalnız istendiği zaman ısıtma gücü kullanılabilir.

d — Alaşımları eritme esnasında karıştırma kendi kendine olur.

e — Parça yakıt gazları ile kirletilmez.

f — İşçiler için akaryakıt veya gaz alevli fırınlardan daha elverişli bir çalışma ortamı bulunur.

g — İndüksiyonla ısıtma; eritme, yumuşatma, sertleştirme, sac kaynağı ve metallerin kaynağı problemlerini kolayca halleder. Ancak bu iş için gerekli bobin teşkili, frekans seçimi ve güç tayini doğru bir şekilde yapılmalıdır.

İndüksiyon fırınlarında kullanılan frekansların grupları ile bu grupların kullanma sahaları şöyledir :

Şebeke frekansı : Şebeke frekansı, haddeden çekilecek malzemenin ısıtılmasında, basınç altında ısıtmada ve kaynak kazanlarının kızdırılmasında kullanılır.

Orta frekans : Orta frekans, sıcak şekillendirme işlerinde, mil-lerin boruların üst yüzeylerin tavlama sırasında kaynak dikiş sertliğinin alınmasında, sert lehim işlerinde, boruların kaynağında, bantların kalaylanması kullanılır.

Yüksek frekans : Yüksek frekans, küçük parçaların kızdırılmasında, küçük derinlikte yüzey sertleştirme işlerinde yumuşak ve sert lehim işlerinde kullanılır.

İndüksiyon fırınlarında kullanılan frekans gruplarının elde edilmiş kaynakları ile en büyük güç değerleri şöyledir :

FREKANS Hz.	AKIM KAYNAĞI	MAKSİMUM GÜÇ KW
Şebeke frekansı 50	Şebeke	—
Multi frekans 150 300	Statik çevirme trafosu	1 200
Orta frekans 500 1 000 2 000 4 000 10 000	Döner frekans değiştirici	2 500 1 000 600 200 100
Yüksek frekans 300 . . . 5000 KHz.	Lambalı osilatör	100

Tablo : 8.3 — İndüksiyon fırınlarının frekans gurupları ve güç değerleri

İndüksiyon prensibine göre çalışan iki türlü eritme fırını vardır.

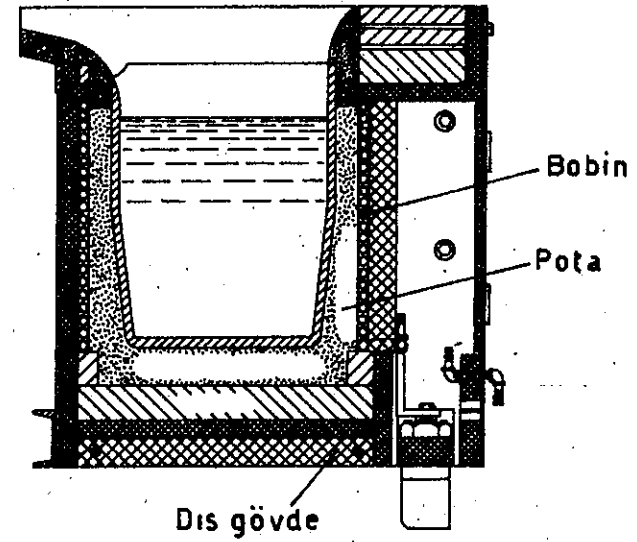
- 1 — Demir nüvesiz (potalı) İndüksiyon fırınları.
- 2 — Demir nüveli (oluklu) İndüksiyon fırınları.
- 2 — Demir nüvesiz (Potalı) İndüksiyon fırınları :

Şekil : 8 - 2'de görüldüğü gibi üç ana kısımdan meydana gelmiştir. Bunlar sırası ile şunlardır :

- a) Profil bakır borudan yapılmış su soğutmalı fırın sargısı.
- b) Demir ve demir olmayan metaller için sıkıştırılmış seramikten yapılmış pota. Eğer alüminyum eritilecekse pota grafitten, magnezyum eritilecekse demirden yapılırlar.
- c) Taşım ve döndürme ödevi yapan dış gövde :

Bu fırının diğer endüksiyon fırınlarından başlıca iki üstünlüğü vardır. Manyetik endüksiyonun devre tamamlaması için demir nüveye ihtiyaç yoktur. Potanın yapılmasında daha az miktarda erimeyen madde kullanılır.

Potanın iç yüzeyi erimez bir madde ile kaplanır. Fırını kullandıkça bu maddenin 10 mm kalınlığı sinterleşir. Bundan arta kalan



(Şekil : 8 - 2) Demir nüvesiz (potalı) İndüksiyon fırını kesidi.

kısmı normal durumunu korur. Bu kısım sinterleşen yüzeyin dayanıklılığını artırır. Sinterleşen yüzeyde meydana gelecek çatlaklardan sızacak erimiş maddenin pota dışına akmasına engel olur.

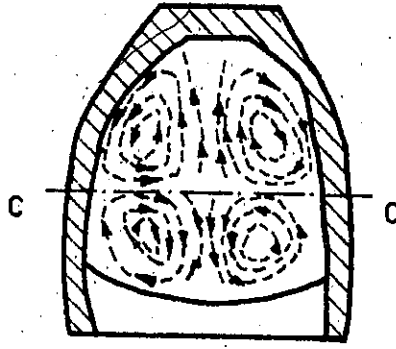
Bu fırınlar tabanının üzerine veya tabanının altına olmak üzere iki şekilde monte edilirler. Tabanın üzerine yapılan montajlarda elektrik akımı esnek kablolarla fırına verilir. Böylece akımı kesmeden fırını boşaltınak mümkün olur. Tabanın altına monte edilen fırınlarda akım fırına priz-fiş sistemi ile alınır.

Uygulamada 10 Kg. lık kapasiteden 4,5 tonluk büyüklüğe kadar fırınlar kullanılır.

FIRININ ÇALIŞMASI : Bu fırında potanın etrafında bulunan bobinden geçen A.A bir manyetik alan doğurur.

Bu alan içinde bulunan eriyecek madde meydana gelen fukolt akımları malzeme içinde bir ısı yaratır. Bu ısı malzemeyi eritir. Eğer eritilecek malzeme manyetik bir madde ise, bu malzeme de ayrıca histerizisten dolayı bir ısı doğar. Dolayısıyla daha çabuk erime elde edilir.

Fırının ilk çalıştırılmasında potaya konan parçalar arasındaki kontak direnci, devre direncini hayli yükseltir. Erime başladıktan sonra pota içindeki malzemenin yüksekliği düşer. Bu yüzden eriyen maddeyle bobin arasındaki kuplaj azalır. Bunu önlemek için fırına yeni malzeme atılır.



(Şekil : 8-3) Demir nüvesiz (potalı) indüksiyon fırınında, eriyen maddenin anaför yapışı.

İndüksiyon fırınlarında erimiş maden Şekil : 8-3'de görüldüğü gibi, pota içinde anaför yapar. Bu özellik, alaşımların elde edilmesinde büyük fayda sağlar. Çünkü potaya atılmış çeşitli maddeler tabii olarak birbirine karışmış olur.

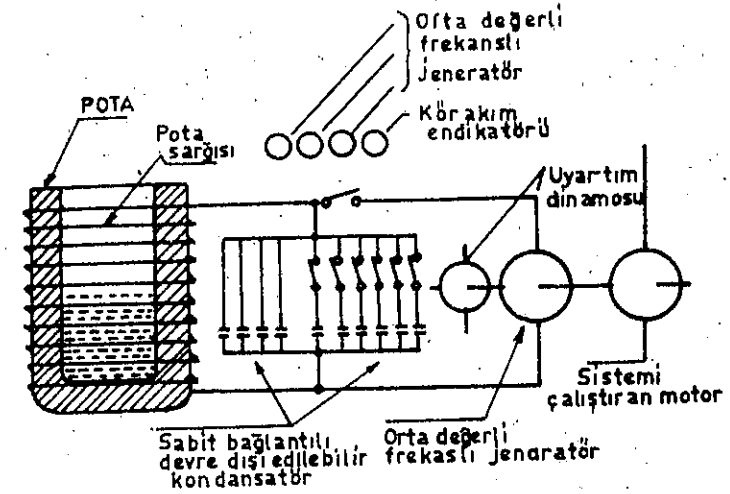
Potalı fırınlarda, şebeke frekansı ve orta değerli frekanslar kullanılır. Tablo 8.4'de orta frekanla çalışan bir potalı indüksiyon fırın değerleri verilmiştir. Bu fırınlar demir, çelik ve gri döküm eritme işlerinde; bakır, nikel ve alaşımlarının arıtılmasında kullanılırlar.

Fırın kapasitesi Kg.	Fırın gücü KW.	Frekans Hz.	Erime zamanı çelik için 1600°C - dak.
10	20	10 000	35
50	100	2 000	25
500	500	1 000	40
1000	1000	500	40
4500	3200	500	55

Tablo : 8.4 — Orta frekansla çalışan potalı çelik eritme indüksiyon fırın değerleri

Enerji sarfiyatı, fırın büyüklüğüne ve çelik cinsine göre değişir. Bir ton çelik için 600 - 1000 KWh'tır. (600 - 1000 KWh/t)

Şekil : 8-4'de orta frekansla çalışan, demir nüvesiz (Potalı) bir indüksiyon fırınının şeması verilmiştir. Motor, üç fazlı asenkron motordur. Cos ϕ yi düzenlemek için kondansatör bataryalarına gerek duyulur.



(Şekil : 8-4) Orta frekanslı, demir nüvesiz (potalı) indüksiyon fırın şeması.

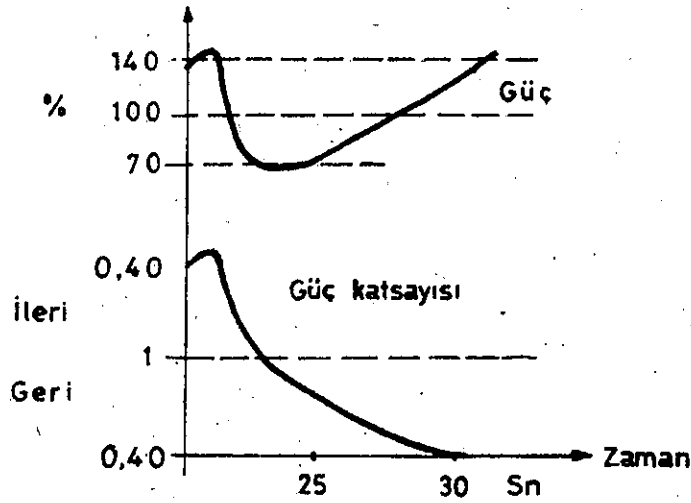
Orta frekanslı fırınlar, her türlü malzemelerin eritilmesinde uygun olduğu halde, şebeke frekanslı fırınlar ise daha ziyade iri parçalı malzemelerin eritilmesinde kullanılır. Fırın kapasitesinin üçte birine kadar doldurulabilir. Erime esnasında kuvvetli dinamik banyo hareketleri meydana gelir. Şebeke frekansı ile çalışan bir fırının değerleri tablo : 8-5'de verilmiştir.

Fırın kapasitesi Kg.	Fırın gücü KW.	Erime gücü Kg/h	Erime zamanı Y. döküm 1450°C dak.
1 000	350	590	70
3 000	720	1 350	95
10 000	1 800	3 450	130

Tablo : 8.5 — Şebeke frekansı ile çalışan, potalı yumuşak döküm eritme fırın değerleri.

Enerji sarfiyatı, bir tonluk yumuşak döküm için 550 - 650 KWh. tır. (550 - 650 KWh/t.) Bu fırınlar aynı zamanda, beyaz döküm, ağır ve hafif metaller ile bunların alaşımlarının eritilmesinde, kızdırılmasında ve sıcaklığının korunmasında kullanılır.

GÜÇ KATSAYISI : Fırının çalışmasına ait güç ve güç katsayısı eğrileri, şekil : 8-5'de verilmiştir.

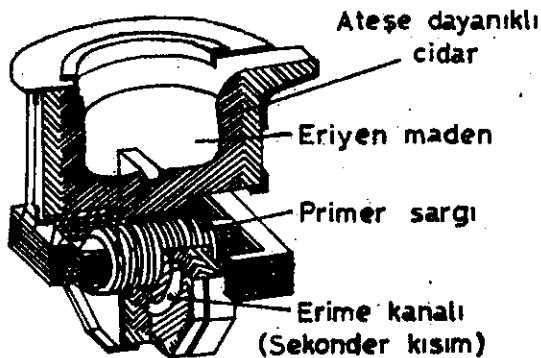


(Şekil : 8 - 5) Potalı indüksiyon fırınlarında zaman - güç katsayısı eğrisi.

Bu eğriler incelendiğinde, malzeme eridikçe, fırının güç katsayısının düştüğü görülür. Bu yüzden fırının çalışma zamanı ilerledikçe, bobin devresine kondansatör eklemek gerekir. Şekil : 8 - 4'de, sabit kondansatörler ile, zaman aralıklarında primer sargıya bağlanan kondansatörler görülmektedir.

3 — Demir nüveli (oluklu) indüksiyon fırınları:

Bu tip indüksiyon fırınının genel görünüşü şekil : 8 - 6'da verilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı üzere, fırının alt kısmına mantel tipi bir transformator yerleştirilir. Bu transformatorun orta bacağı fırının içinden geçmektedir. Transformatorun primer sargısı, daha iyi bir kuplaj sağlamak için, bu bacak üzerine sarılmıştır. Potanın



(Şekil : 8 - 6) Demir nüveli (oluklu) indüksiyon fırını.

ince bir kanal görünüşünde olan (V şeklinde) kısmı, bu transformatorun sekonderi olur. V şeklindeki kanaldan ve üzerini dolduran metalden geçecek olan fukolt akımları, madeni eritir. Gerek ısınan madenin yukarıya doğru çıkması, gerekse burada meydana gelen elektrodinamik olay, ergiyen madenin karışmasına sebep olur. Bu fırının ilk çalıştırılmasında, V şeklinde olan alt kısmın erimiş madenle dolu olması gerekir. Bunu sağlamak amacıyla maden, değirmenlerde öğütülerek, toz halinde potaya doldurulur. Böylece transformatorun sekonder devresi tamamlanmış olur. Eğer fırın hep aynı malzeme için kullanılıyorsa, geceleri düşük gerilim altında çalışmaya devam edilir. Bu tip fırınlar daha ziyade manyetik olmayan metallerin, örneğin pirincin eritilmesinde kullanılır. Fırında kullanılan monofaze transformatorun gücü 60 - 300 KVA arasında değişir. Transformatorun primeri 220 - 600 V. arasında olabilir.

Fırın hacmi Kg.	Fırın gücü KW.	Erime zamanı dak.
300	60	65
600	120	65
1 000	240	60

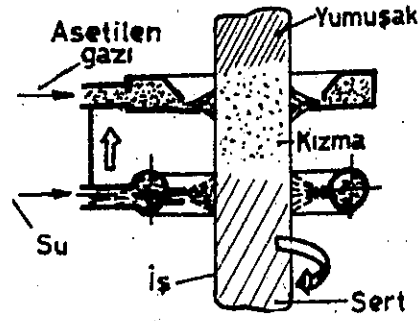
Tablo : 8.6 — Pirinç eritme işlerinde kullanılan oluklu indüksiyon fırın değerleri.

Tablo 8.6'da değerleri verilen, pirinç eritme işlerinde kullanılan indüksiyon fırının enerji sarfiyatı 200 KWh/t. dur. (Bir tonluk pirinç için 200 KWh.)

4 — İndüksiyonla yüzey ısıtma :

Bazı makina parçaları ve takımların özellikleri icabı yüzeylerinin ısıtılması gerekir. Mil, şaft gibi parçaların dış yüzeylerinin sert, iç yüzeylerinin yumuşak olması; çalışma özelliği bakımından zorunludur. Bilindiği gibi sertleştirilmek istenen, yani su verilmesi gereken madenin sonra âni olarak soğutulması gerekir. Isıtma, bütün malzemeye uygulanacak olursa tabiidir ki, parçanın ısınan her tarafı sertleşecektir. Yüzeyini sertleştirmeyi arzuladığımız parçanın, yalnız yüzeyi ısıtılır.

Şekil : 8 - 7'de ısıtma işlemi asetilen gazı ile yapılmaktadır. Burada çevrenin tamamının ısıtılması için, parçanın hem kendi etrafında, hem de ileriye doğru hareket etmesi gerekir. Alev memelerinin alt tarafından parçaya su püskürtülür. Böylece âni soğuyan parça,



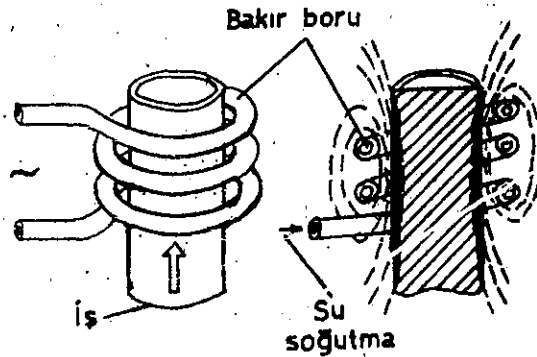
(Şekil : 8-7) Asetilen gazı ile yüzey ısıtma.

sertleştirilmiş olur. Burada ısıtma işleminin, ne kadar teferruatlı, pis ve bakım isteyen bir çalışma olduğu görülür.

İndüksiyonlu yüzey ısıtmada ise, ısıtma işlemi şekil : 8-8'de görüldüğü gibi, yalnız bir bobine yaptırılmaktadır. İş parçasının büyüklüğüne, kesidine ve arzu edilen ısıtma derinliğine göre, frekans seçilir. İş parçasının büyük olması ve fazla derinlikte ısı gerektiren yerlerde frekans, o nisbette küçük olur. Örneğin: küçük parçalar ve 1.5 mm derinliğine kadar olan parçalarda yüksek frekans kullanılır. Çabuk ısıtılması veya kısmi ısıtılması gereken yerlerde, indüksiyonla ısıtmanın büyük bir uygulama alanı vardır. Bobin şekli ve frekans tayini sureti ile arzu edilen boyda ve derinlikte ısıtma yapılabilir. Aynı ve benzer boydaki seri imalatla kullanılması çok ekonomiktir. Yavaş yavaş ısıtılması gereken iş parçaları için uygun değildir.

Bobin kullanılarak yapılan yüzey ısıtmada, aşağıdaki hususların göz önünde tutulması gerekir.

a — Bobin civarındaki manyetik flüks yoğunluğu büyük olduğundan, buradaki ısıtma da fazla olacaktır.



(Şekil : 8-8) Bobin ile indüksiyonlu yüzey ısıtma.

b — Bobin, keskin köşeler olmadığı hallerde parçanın şekline uydurulabilir.

c — Keskin köşelerdeki flüks yoğunluğu fazla olduğundan, buralarda ısınma fazla olur. Bu yüzden bobin, bu noktalardan uzak bulundurulmalıdır.

d — Sıcaklık dereceleri aynı olmayan metallerde lehim ve kaynak için, yavaş ısınan metalde manyetik flüks daha yoğun olmalıdır ki iki metal de aynı zamanda erisin ve kaynak yapma olanağı olsun.

e — Sertleştirmede, elektronik ısıtıcıların akımını sınırlamak için bazen çift bobin kullanılır. Dışardaki bobinin verimi az olduğundan bu bobin gerek duyulduğunda kullanılır.

f — Büyük parça ve kısımlar için yüksek yoğunluktaki sıcaklık çabuk elde edilemez. Bu halde fazla akım geçiren tek sargılı bobin kullanmak daha elverişlidir. Yalnız sirkülasyon akımı 300 amperin üstünde olan elektronik ısıtıcılar imâl etmek mümkün değildir. Bu halde aralıklı, çıkış transformatörü kullanılır.

D — DİELEKTRİK ISITMA

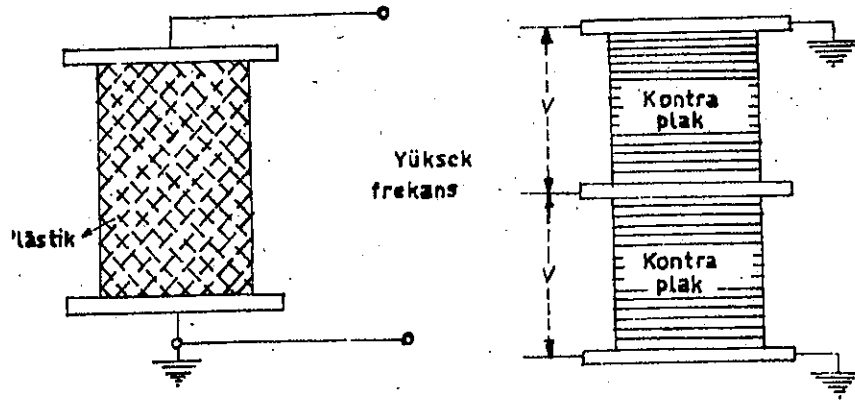
Isıtılacak parça iletken bir malzeme değilse 1 MC/S den daha büyük frekansa ihtiyaç vardır. Fakat malzemede elektrik akımı geçemeyeceğinden, yüksek gerilimin malzemenin arasına konmuş paralel birkaç plakaya uygulanması gerekir. Çok yüksek frekanslı bir osilatörün çıkışı plakalara uygulandığında, ısıtılacak malzeme plakalardaki yüksek gerilimin meydana getirdiği elektrik alanının etkisi altında kalır. Çok süratli olarak yön değiştiren bu alan malzemenin molekül yapısını bozar ve karıştırır. Böylece molekül yapıdaki sürtünme, parçanın her tarafında aynı şiddette ısı yaratır. Malzemenin kalın tabakaları çok kısa bir müddet içinde ısıtılır. Hatta malzemenin sıcaklık iletme katsayısı düşük olsa bile ısınma çok çabuk olur.

Şekil : 8-9'da dielektrik ısıtmanın bir kondansatöre nasıl benzediğini göstermektedir. Şekil incelendiğinde ısıtılacak malzemenin kondansatörün dielektrikine, yüksek gerilimin uygulandığı elektrotlarında kondansatörün plakalarına benzediği anlaşılır.

İndüksiyon ısıtma, parçada indüklenen akımın karesiyle doğru orantılı olarak değiştiği halde; dielektrik ısıtma, parçaya uygulanan gerilimin karesi ile doğru orantılı olarak değişir. 2.5 Cm. kalınlığında yalıtkan bir parçanın ısıtılmasında 3,4 MC/S den 27 MC/S ye kadar frekans ve 2 000 - 5 000 Volt arasında gerilim kullanılır.

Dielektrik ısıtmanın uygulama alanları şöyledir :

1) — Kontraplâk yapımında, plakalar arasındaki tutkalın kurutulmasında kullanılır.



(Şekil: 8-9) Dielektrik ısıtma kondansatörle karşılaştırma.

- 2) Ağaç malzemelerin tutkalanıp yapıştırılmasında, tutkal çabuk olarak kurutulur.
- 3) Plastik torbalar ısıtılıp, presle yapıştırılır ve dikilir.
- 4) Plastik eşyaların, preslerde seri olarak imalatında kullanılır.
- 5) Yarı iletkenlerin yapımında P ve N tipleri bir araya getirilmesinde yüksek frekansa gerek vardır.
- 6) Dondurulmuş yiyecekler bu yöntemle çabucak eritilir ve 1-2 dakikada pişirilir.
- 7) Yüksek frekanslı osilatörler, insan vücudunun ısıtılmasında da kullanılır. Böylece vücut içinde yapay olarak bir ısı yaratılır. Kan ve adelelerde sıcaklık meydana gelir.

Bütün bu yöntemlerde dielektrik ısıtma oldukça ekonomiktir. Örneğin; plastik eşyaların ısıtılıp seri imalatında 500 gr plâstiği 1 dakikada 148°C sıcaklığa çıkarmak için 2kw lık bir güce gereksinim duyulur.

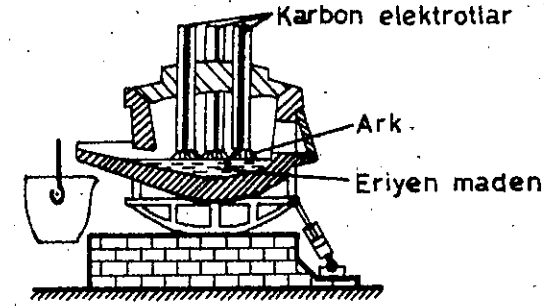
E — ARK FIRINLARI

Ark fırınları, elektrik arki ile ısıtma yöntemine göre çalışırlar. Isı, elektrotlar ile ısınacak veya ergiyecek maden arasında arkta meydana gelir. Bu fırınlar demir, çelik gibi metallerin eritme işlemlerinde madenlerin cevherlerinden tasfiye işlemlerinde kullanılır. Aynı zamanda bu fırınlarda bazı mineraller eritilerek, onların kimyasal birleşimleri değiştirilir. Ark fırınlarının iki çeşidi vardır.

- 1 — Tek fazlı ark fırını.
- 2 — Üç fazlı ark fırını.

Tek fazlı ark fırınında bir elektrot bulunur. Ark bu elektrot ile, pota içindeki maden arasında meydana gelir. Fırının ilk çalıştırılmasında elektrot, madene değeri ve ayrılır. Meydana gelen ark sönmez ve fırın için lüzumlu ısıyı temin eder.

Üç fazlı ark fırınında üç elektrot bulunur. Ark, her elektrotla maden arasında doğar. Potadaki maden, adeta üç fazlı yıldız şeklinde bağlar. Madenin kendisi de bu bağlantının nötr noktası olmuş olur.

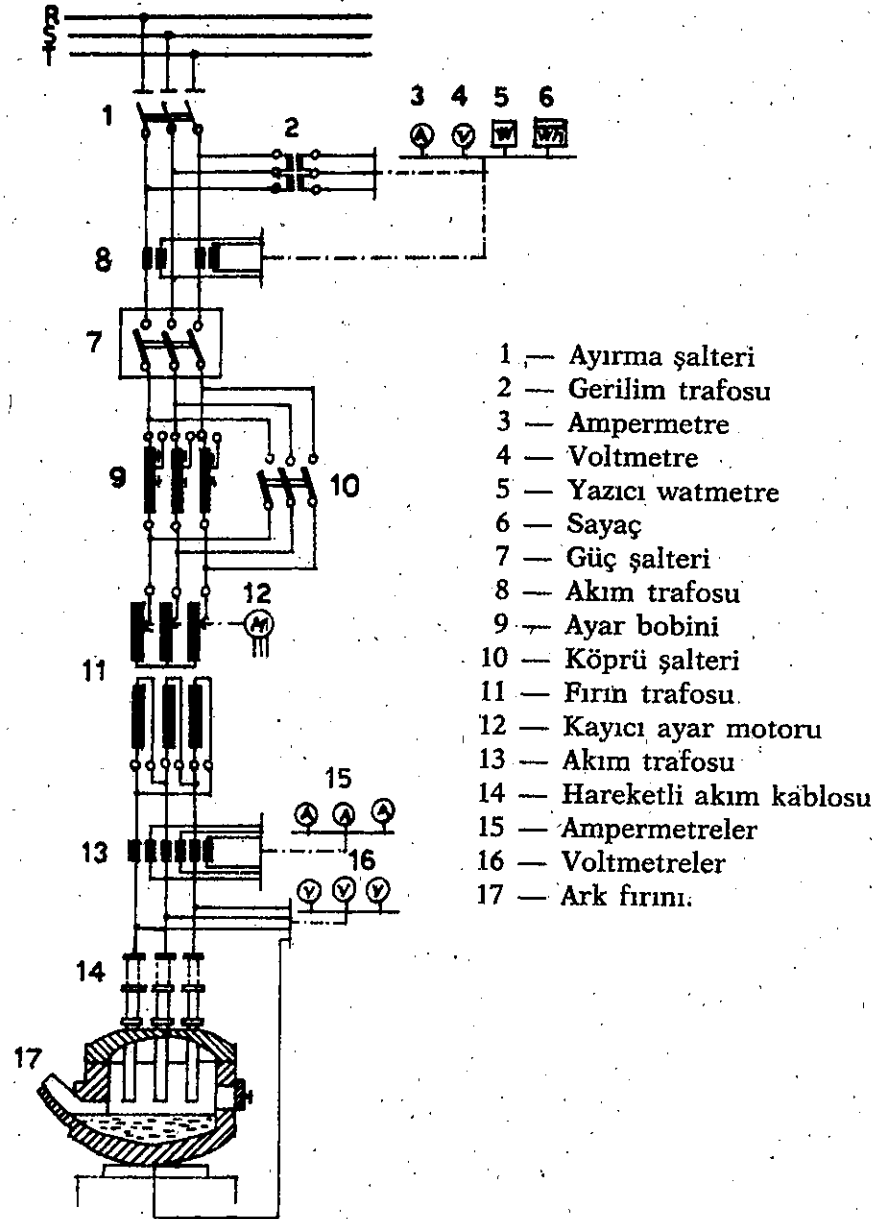


(Şekil: 8-10) Üç fazlı ark fırını.

Şekil: 8-10'da üç fazlı bir ark fırınının yapısı görülmektedir. Fırının dış kısmı çelik malzeme ile kaplıdır. İç kısmı ise, ateşe dayanıklı tuğla, seramik gibi malzeme ile sıvanmıştır. Fırının sağ tarafında bulunan kapak, ergiyen madenin üzerinde bulunan curufu dışarıya atmak için kullanılır. Fırının üst kapağı yine çelikten yapılmış olup, elektrotların geçmesi için üzerinde eşit aralıkla açılmış, üçgen şeklinde üç delik bulunur. Fırının içindeki ergimiş maden, sol taraftaki oluktan boşaltılır. Fırının doldurulması ya yan tarafta bulunan bir kapaktan, ya da fırının üst kapağından yapılır. Üst kapaktan yapılan doldurma, zamanı 1/6 oranında kısaltır. Bunun için üst kapak olduğu gibi alınır, malzeme bu kısımdan süratle doldurulur. Böylece fırındaki ısı kaybı da doldurma esnasında azaltılmış olur. Fırın Şekil: 8-9'da görüldüğü gibi bir eksen etrafında dönebilecek şekilde yapılır. Ergimiş maden, fırının solundaki oluktan fırın döndürülerek boşaltılır.

Ark fırınlarında grafit veya karbon elektrotlar kullanılır. Fırınların büyüklüğüne göre, bu elektrotların çapı, 5 Cm ile 100 Cm arasında değişir. Grafit elektrotlarda akım yoğunluğu, karbon elektrotlara nazaran üç misli fazladır. Ayrıca grafit elektrot 600°C'den, karbon elektrot ise 400°C'den sonra oksitlenmeye başlar. Bundan dolayı grafit elektrotların ömrü, karbon elektrotlardan iki defa fazla olur.

Ark fırınlarının normal çalışmaları için devrelerine birçok elemanlar ve kumanda cihazları bağlanır. Şekil : 8-11'de üç fazlı bir ark fırınının bağlantı şeması görülmektedir. Bağlantı şeması bu elemanlardan oluşmuştur.



(Şekil : 8-11) Üç fazlı bir ark fırınının devreye bağlantı şeması.

Fırına verilecek güç, gerilimin karesi ile doğru orantılı olarak değişir. Potadaki maden eridikçe fırına verilecek gücün, dolayısıyla gerilimin düşürülmesi gerekir. Bunun için şekil : 8-11'de görüldüğü gibi primeri ayarlı bir transformator kullanılır. Genellikle bu transformatorun primeri yıldız, sekonderi üçgen bağlanır.

Fırının ilk çalıştırılmasında arkın meydana gelmesi için, elektrotla pota içindeki madenin birbirine değmesi gerekir. Bu anda şebekeden çok daha fazla akım çekilir. Sonraları maden ergimeğe başladığında, elektrotla maden arasındaki mesafenin değişmesi veya elektrotların ayarı, akımın değişmesine sebep olur. Fırının şebekeden çektiği akımı sınırlamak, dalgalanmaları azaltmak için şekil : 8-11'de görüldüğü gibi ayar bobini kullanılır. Bu bobindeki gerilim düşümünden dolayı, akımın yaratacağı dalgalanmalar sınırlandırılmış olur. Bu bobin genellikle transformatorun primerine seri bağlanır.

Çalışma esnasında elektrot akımı 1 000 - 4 000 Amper arasındadır. Akım taşıyıcı kabloların bu özelliğe uyacak şekilde olması ve dikkatli döşenmesi gerekir.

Fırının normal çalışması, arkın kararlı olmasıyla mümkündür. Arkın kararlılığı da elektrotla, ergiyen maden arasındaki mesafenin ayarı ile sağlanır. Ayrıca sabit bir gerilimde ark uzunluğu değiştirilince, fırının akımı, dolayısıyla fırının gücü değişmiş olur. Arklı fırınlarda yukarıda izah edilen nedenlerle elektrot ayarı iki metotla yapılır.

- Hidrolik sistem.
- Elektrik motorlu sistem.

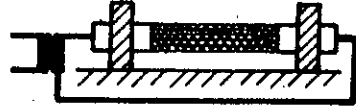
Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın elektrot ayarının çok süratli yapılması gerekir. Bu ayar mekanizmalarının ayrıca şu üç görevi vardır.

- Elektrot yandıkça, elektrodu ergiyen madene yaklaştırmak.
- Fırının ilk çalıştırılmasında elektrotla maden arasındaki kısa devreyi kaldırmak.
- Şebekenin kesilmesinde fırın elemanlarını korumak.

F — YÜKSEK AKIM FIRINLARI

Yüksek akım fırınları, grafitleme ve zımpara elde etme işlerinde kullanılır. Sabit iki elektrot arasına konan malzemede yüksek değerde bir ısı elde edilir. Fırın iç direnci çok değişken olduğundan, kullanılan tek fazlı fırın trafosunun çalışma alanının geniş olması gerekir. Bu fırınların tek faz güçleri 100 - 8000 KVA arasındadır. Şebekede dengesiz bir yükleme doğuracağından, alternatif akımı simetrimek gerekir.

Şekil : 8 - 12'de görülen grafitleme fırınında kömür parçalar ve elektrotlar yaklaşık olarak 2 metreden 20 metreye kadar uzunlukta fırın tabanına yerleştirilir. Bu şekilde yerleştirdikten sonra, bunlardan akım geçirildiğinde istenilen gerci birkaç bin dereceye kadar ısıtmak mümkündür. Bu sırada amorf yapılı kömürden, kristal yapılı grafit elde edilir.



(Şekil : 8 - 12) Grafitleme fırını.

Zımpara elde edilmek istenen fırınlarda fırın çekirdeği kömür ve kuvars (SiO_2) tan meydana gelir. Elektrik akımının meydana getirdiği yüksek değerdeki ısı yolu ile, sert bir bileme malzemesi olan zımpara (Si C - Silisyum karbür) elde edilir.

G — DİRENÇLİ FIRINLAR

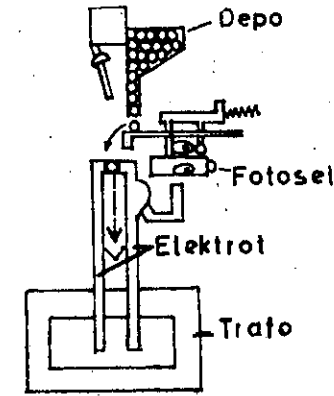
Dirençli elektrik fırınları, bir iletken den geçen akımın ısı yayması esasına göre çalışırlar. Joule kanununa göre ($Q = 0,24.I^2.R.t$) kalori cinsinden meydana gelen ısı, o iletken den geçen akıma, iletkenin direncine ve akımın geçme süresine bağlıdır. Isıtma yöntemi ne göre, iki türlü dirençli fırın vardır. Eğer ısı, işlem görece k parça üzerinde doğrudan doğruya meydana geliyorsa buna, direkt ısıtmalı dirençli fırın denir. Isı, ısıtıcı elemanlarda meydana gelip, malzeme dışardan ısıtılıyorsa buna, endirekt dirençli fırın adı verilir.

1 — Direkt ısıtmalı dirençli fırınlar :

Uygulaması az olan bir yöntemdir. Metal çubuk, tüp, düzgün kesitli iletken, perçin gibi malzemelerin seri olarak ısıtılması gereken yerlerde kullanılır.

Burada akım, parçalara ya basınçlı elektrotlar yardımı ile, veya uçlarına bağlanacak çemberler yardımı ile verilirler. Parçayı ısıtacak düşük gerilimli yüksek akımlı enerji, bir trafonun sekonderinden sağlanır.

Şekil : 8 - 13'de yuvarlak kesitli çubukların ısıtılmasında kullanılan ve otomatik çalışan bir fırın resmi görülmektedir. Bu çubuklar, gemi yapımında kullanılan perçinler olabilir. Fırının üst kısmında bulunan depodan iki elektrot arasına gelen perçin, burada 20



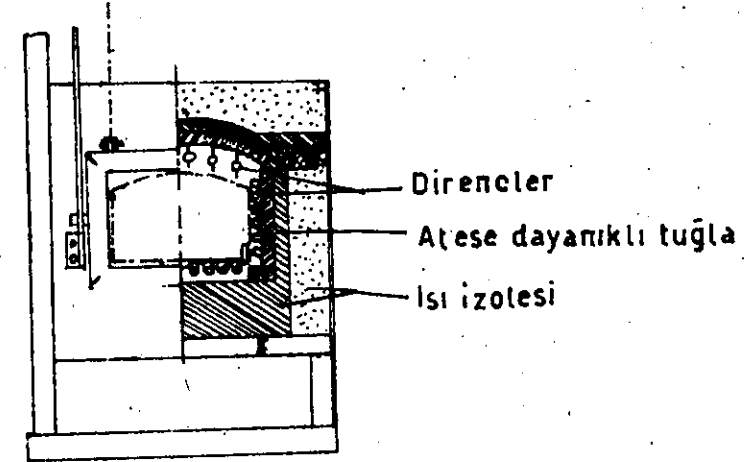
(Şekil : 8 - 13) Direkt ısıtmalı dirençli fırın.

saniyede ısınır. Çubuğun karşısında bulunan fotosel, mekanizmaya kumanda ederek parçayı serbest bırakır. Boşalan elektrotlar arasına depodan başka bir parça otomatik olarak düşer ve bu yeni parça ısınmaya başlar.

2 — Endirekt ısıtmalı dirençli fırınlar :

Bu fırınlarda ısı, ısıtıcı elemandan (direnç teli) doğar ve direncin yüzeyinden işlem görece k parçanın yüzeyine geçer. Böylece ısı, iş parçası üzerine endirekt olarak geçmiş olur. Isıtıcı elemandan parçaya ısı şu üç yolla geçer.

- a — Temas yoluyla iletim,
- b — Isının etrafa yayılmasıyla iletim,
- c — Sirkülasyonla iletim.



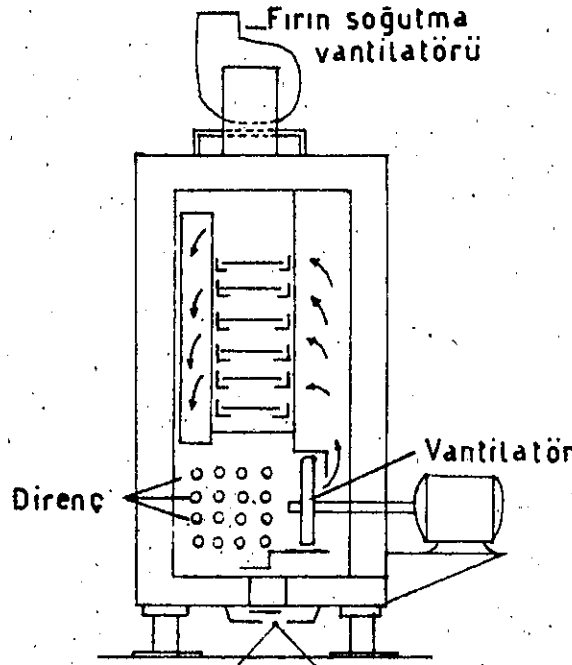
(Şekil : 8 - 14) Endirekt ısıtmalı dirençli fırın.

Bu tip fırınlar işletmede duyulan ihtiyaca göre çeşitli büyüklükte ve şekilde yapılırlar. Şekil : 8 - 14'de görülen fırında meydana gelen ısı, malzemeye yayılma yolu ile geçmektedir. Burada ısınma odası, ateşe dayanıklı tuğlalarla çevrelenmiştir. Tuğlalarda bulunan kanallara direnç telleri yerleştirilir. Fırının gücüne göre direnç telleri tek fazlı veya üç fazlı olarak bağlanırlar. Tuğlaların özel olarak yapılması ve içlerinde madensel karışımların olmaması gerekir.

Tuğlalar ile saç gövde arasına amyant tozu gibi ısıyı güç ileten bir malzeme doldurulur.

Sanayi fırınlarında belli sıcaklıklarda sabit bir çalışma istenir. Bunu sağlamak için fırına yerleştirilen pirometrelerden fırın iç sıcaklığı doğrudan doğruya okunur, sıcaklık belli sınırlar içinde sabit tutulur. Yüksek güçlü fırınlar devreye kontaktör, röle gibi yardımcı elemanlarla bağlanırlar.

Şekil : 8 - 15'de ise (zorlamalı) sirkülasyonla çalışan bir fırının şekli verilmiştir. Bu fırınlarda dirençlerde doğan ısınmış hava bir vantilatörle alınır, parçaların konacağı rafların arasından geçirilerek, tekrar ısıtıcı elemana verilir. Böylece ısıtıcı elemanla ısınacak parçalar arasındaki ısı transferi hızlandırılmış olur. Fırın boşaltılacağı zaman alt tarafta bulunan delik açılır. Üst taraftaki vantilatör çalışır.



(Şekil : 8 - 15) Cebri sirkülasyonlu dirençli fırın.

şır. Bu anda vantilatör fırındaki ısınmış havayı dışarı atar. Bundan sonra fırın kapağı açılarak fırın boşaltılır.

Endirekt ısıtım fırınlar uygulamada çok kullanılır. Başlıca kullanma yerleri şunlardır :

- 1 — Boyalı ve rutubetli parçaların kurutulmasında.
- 2 — Tavlama, sertleştirme, menevişleme işlerinde.
- 3 — Porselen ve seramik imalatında.
- 4 — Emaye işlerinde.
- 5 — Hafif metallerin eritilmesinde.
- 6 — Demir olmayan metallerin ısı işlemlerinde.

Endüstride kullanılan endirekt ısıtım dirençli fırınlarda, daha değişik direnç telleri kullanılır. Bu direnç telleri yüksek sıcaklık derecelerine dayanıklılık gösterirler. Yani uzun ömürlü olurlar.

Aşağıda dört direnç tipi ve özellikleri verilmiştir:

1 — **Silikon karpit** — 1500°C'ye kadar olan sıcaklıklarda ve hava içinde rahatça kullanılan bir dirençtir. Arzulanan çapta ve uzunlukta çubuk halinde yapılabilir. Soğuk ve sıcak durumları arasında fazla direnç değişikliği göstermediğinden sabit bir gerilimde çalışabilir. Yalnız kullandıkça direnci artar. Bu direnç artışını karşılamak için, ayarlı bir trafodan sağlanan gerilim yükseltilir.

2 — **Molibden** — 1650°C'ye kadar olan sıcaklıklarda rahatça kullanılabilir. Tel halinde kolayca çekilebilir. Soğuk ve sıcak durumları arasında büyük bir direnç değişikliği gösterir. Bu yüzden gerilimi değişen bir trafodan beslenmesi gerekir. Molibden hava içinde çalışmaz, kolayca oksitlenir. Bu yüzden molibden, hidrojen gazı içinde çalıştırılır. Silisyum ve karbonla kolayca bileşik yapar. Fırın içindeki tuğlalarda bu maddenin olmamasına dikkat etmek gerekir. Çok çabuk buharlaştığı için, vakumlu fırınlarda kullanılamaz.

3 — **Tungsten** — 2.000°C'ye kadar olan sıcaklıklarda kullanılabilir. Isıtılarak istenilen şekilde çekilebilir. Sıcaklıkla direnç değişimi molibden gibidir. Zor buharlaştığından, vakumlu fırınlarda kolayca kullanılabilir.

4 — **Grafit** — İstenilen sıcaklık derecesinde kullanılabilir. 600°C'nin üzerinde oksitlendiğinden, oksitlenmeye ve bileşik yapmaya karşı korunmalıdır. Grafit arzu edilen kesitte ve boyda kolayca yapılabilir.

H — BANYOLU FIRINLAR

Bu tip fırınların iki türü vardır. Bunlar kurşun banyoları ve tuz banyolarıdır. Banyolu fırınlar, tavlama ve su verme işlerinde

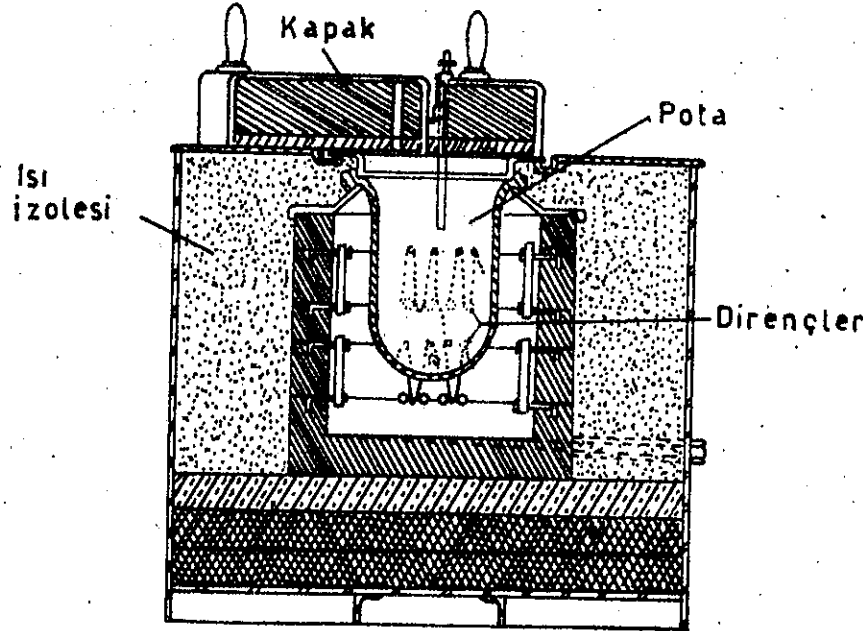
çok kullanılırlar. Banyolu fırınları üstün kılan başlıca iki neden vardır.

a — Banyo içinde hava yani oksijen bulunmadığından, işlem göreceğ parça oksitlenmez.

b — Banyo içinde erimiş halde bulunan maddeden (kurşun veya tuz) termik işlem göreceğ parçaya ısı daha çabuk geçer. Yani bu fırınlarda parçalar daha çabuk ısınırlar.

1 — Kurşun banyolu fırınlar :

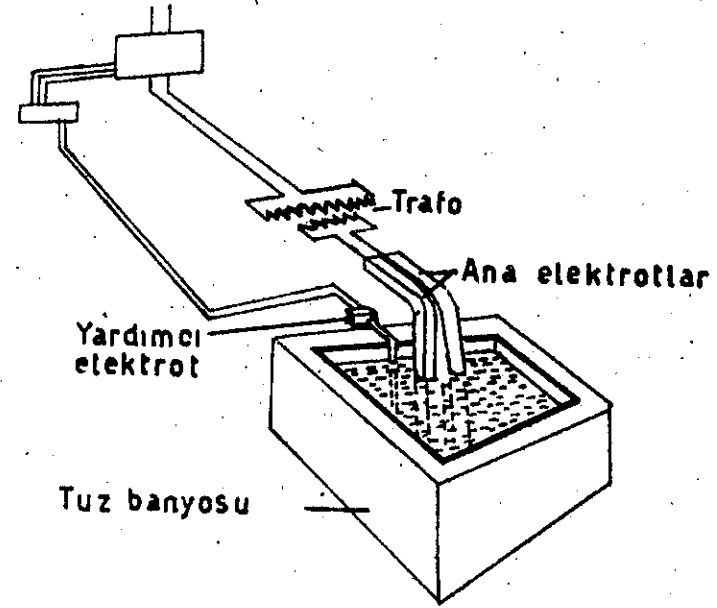
Bu fırınların ısısı 340-900°C arasında değişir. Su vermek için parçaların ısıtılmasında kullanılır. Şekil : 8-16'da görüldüğü gibi pota dışarıdan dirençle ısıtılır. Pota içinde bulunan kurşun erir. Ergiyen kurşun içine daldırılan parçalar tavlınmış olur. Yalnız ergimiş kurşun yüzeyi çabuk oksitlenir. Bunu önlemek için, ergimiş kurşunun üzerine kömür tozu serpilir. Bu toz aynı zamanda banyodaki ısı kaybını azaltır.



(Şekil : 8-16) Kurşun banyolu fırın.

2 — Tuz banyolu fırınlar :

Bu fırınlarda 1350°C'ye kadar sıcaklık elde edilebilir. Fırının potasına, NİTRAT, KLORİT veya SİYANİT tuzu konur. Kullanılan tuzlar katı halde iken iletken değildir. Bu yüzden ilk önce yardımcı

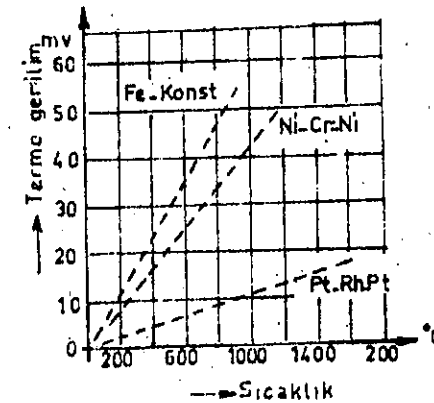


(Şekil : 8-17) Tuz banyosu.

elektrotlarla tuz eritilir. Bundan sonra yardımcı elektrotlar çıkarılır. Ana elektrotlar bir trafodan sağlanan gerilimle çalışmayı sürdürürler. Tuzdan geçecek akım, banyoda ısıyı doğurmuş olur. Yalnız tuzun elektroliz olmaması için, bu banyoda alternatif akım kullanılmalıdır. Şekil : 8-17'de bir tuz banyo görülmektedir.

I — PİROMETRELER

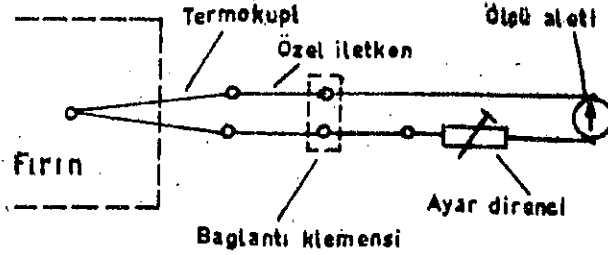
Endüstri fırınlarında yüksek derecedeki sıcaklıkları ölçen alete pirometre denir. Pirometrelerde genel olarak bir termokupl ile bir



(Şekil : 8-18) Sıcaklık - termogerilim eğrisi (DIN 43 710)

ölçü aleti bulunur. Termokupl, farklı iki metal telin birleşmesiyle elde edilir. Ölçü aleti ise, döner bobinli bir milivoltmetredir. Bu iki telin bağlantı uçlarında bir gerilim doğar. Bu gerilim, sıcaklıkla bağıntılı bir değişim gösterir.

Şekil : 8 - 18'de norm termokupl elemanlarının uçlarında sıcakla bağıntılı olarak doğan gerilim eğrisi görülmektedir.



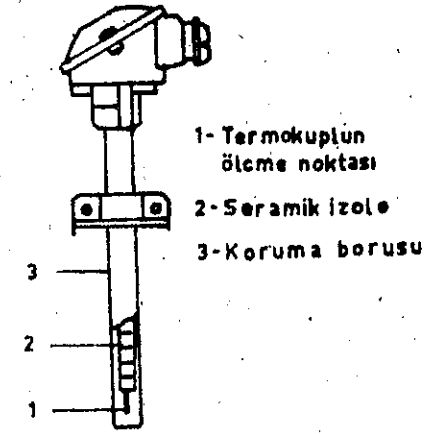
(Şekil : 8 - 19) Termokuplun fırın ve ölçü aletine bağlantısı

Termokuplun birleştiği nokta, sıcaklığı ölçülecek fırının içine yerleştirilir. Şekil : 8 - 19'da termokuplun fırına ve ölçü aletine bağlantısı görülmektedir.

İletkenlerin diğer uçları E.M.K.'nin ölçüleceği ölçü aletine bağlanır. Termokuplun direk olarak ölçü aletine bağlanmasında, çalışma hassasiyeti azalır. Galvanometre direnci, kendi devresinin direncine göre büyük olsa da, yine hatalı ölçme yapar. Çünkü sıcaklıkla iletkenlerin dirençleri değişir. Bağlantı yerlerinin direnci de hatalı ölçmeye sebep olur. Firmalar pirometre ile birlikte kendi özel bağlantı iletkenlerini verirler. Bu iletkenleri değiştirmemeli, hatta boyalarını kısaltmamalıdır. Bağlantı iletkenlerinin norm olan (DİN 43710 — 4 - 61) renk kotları ile ölçme alanları aşağıda gösterilmiştir:

Termo eleman	Norm renkli uç	Artı uç	Kullanıldığı ölçme sahası
Bakır - Konstantan	Kahve rengi	Kırmızı	190 — 350°C
Demir - Konstantan	Mavi	Kırmızı	0 — 900°C
Nikel, Krom - Nikel	Yeşil	Kırmızı	0 — 1200°C
Platin, Radyum - Platin Beyaz		Kırmızı	0 — 1500°C

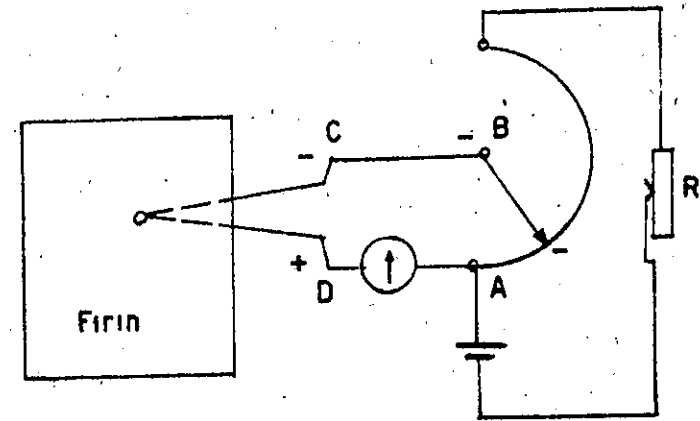
Termokuplun ölçme noktası açık olarak fırın içine konamaz. Oksidasyon ve harici etkiler elemanı çabuk bozar. İçine gaz doldurulmuş bir koruyucu boru ile fırın içindeki sıcaklığın ölçüleceği yere monte edilir.



(Şekil : 8 - 20) Termokupl ve koruma tertibatı.

Kullanılan ölçü aleti hassas bir galvanometredir. Sıcaklığı milivolt olarak ölçer. Yalnız skala taksimatı volt olarak değil, derece (C°) olarak yapılmıştır.

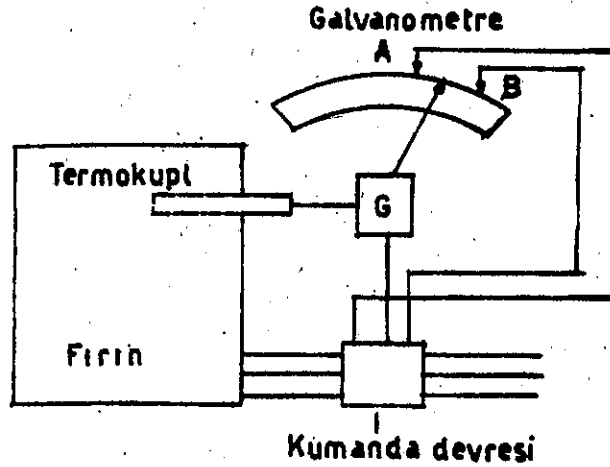
Termokupl ile ölçü aleti arasındaki iletkenlerde ve bağlantı yerlerindeki dirençten dolayı ölçü aletinde hatalı bir ölçme oluyordu. Bu hatayı azaltmak için potansiyometreli pirometreler kullanılır. Şekil : 8 - 21'de görüldüğü gibi potansiyometrenin (A - B) uçlarındaki gerilimle, termokuplun (C - D) uçlarındaki gerilim birbirine ters seri olarak bağlanmıştır. Potansiyometrenin skalası derece olarak taksimatlandırılmıştır. Potansiyometrenin kolu arzulanan sıcaklık derecesine getirilir. Fırın çalışınca termokupl'da doğan gerilim büyür. Ölçü aletinin sıfır noktası ortadadır. İbre sıfırı gösterince



(Şekil : 8 - 21) Potansiyometreli pirometre.

yani termokuplun (C-D) uçlarındaki gerilim, potansiyometrenin (A-B) uçlarındaki gerilime eşit olduğunda, fırın sıcaklığı potansiyometre kolunun gösterdiği sıcaklığa gelmiş olur. Bu anda ölçü aletinden ve devresinden akım geçmediği için devre direncinin sebep olduğu hatalar ortadan kalkmış olur.

Fırınlarda yalnız sıcaklık derecesinin ölçülmesi yeterli değildir. Ayrıca fırın sıcaklığının belli bir değerde sabit tutulması da gerekir. Bunun için ölçü aleti ile beraber ilâve gereçler kullanılır. Otomatik çalışan pirometrik sistemlerden bazıları aşağıda gösterilmiştir.

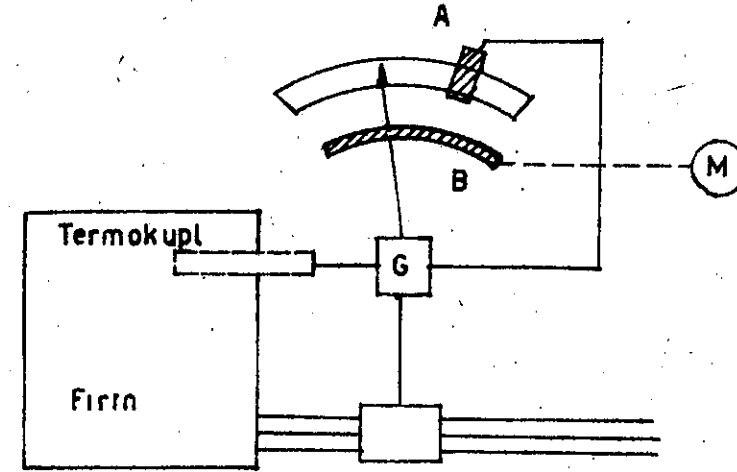


(Şekil : 8-22) D'ARVONSAL galvanometreli pirometre.

Şekil : 8-22'deki devrede görüldüğü gibi, termokuplun uçları D'ARVONSAL galvanometreye bağlanmıştır. Galvanometrenin ibresi skala üzerinde fırının sıcaklık derecesini gösterir. Galvanometrenin kadranı üzerine ayarlanabilen iki adet (A) ve (B) kontağı yerleştirilmiştir. Bunlardan (A) kontağı fırının alt sıcaklık,

(B) kontağı ise üst sıcaklık derecesi için kullanılır. Fırın işletmeye konduğunda sıcaklık derecesi yavaş yavaş yükselmeye başlar. Sıcaklık derecesi ile orantılı olarak galvanometrenin ibresi de sağa sapar. İbre (B) noktasına temas ettiğinde kumanda devresindeki kontaktör açılır ve fırının akımı kesilir. Fırının sıcaklık derecesi düştükçe ibre sola sapar. İbre (A) noktasına geldiğinde, kontaktör tekrar çalışarak fırını şebeye bağlar. Böylece fırın, (A) ve (B) sıcaklık dereceleri arasında çalışmış olur.

Pirometrik sistemin çalışmasını çok iyi gösteren bu devre uygulamada pek kullanılmaz. Çünkü çok hassas olarak yapılmış olan



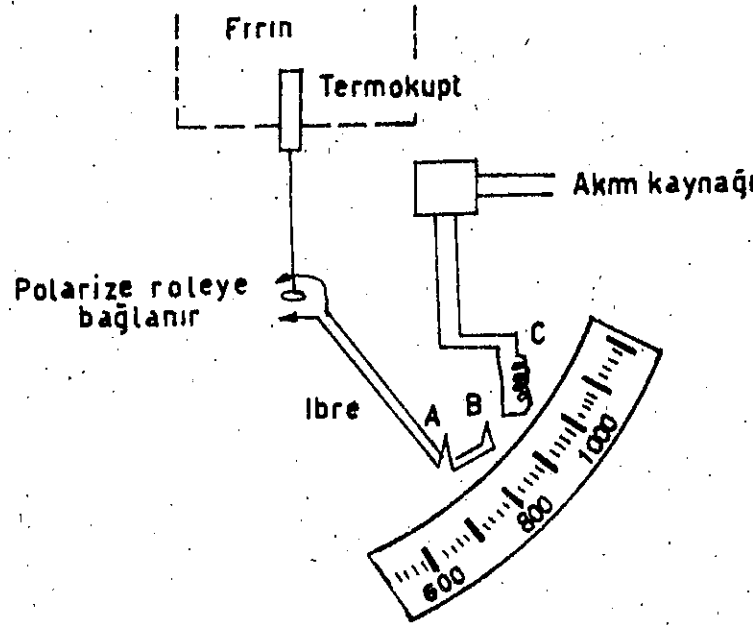
(Şekil : 8-23) İndeksli pirometre.

galvanometre ibresi ile iyi bir kontak sağlanamaz. Bu yüzden fırının çalışmasında aksamalar görülür.

İbrenin kontak direncini azaltmak ve kararlı çalışan kontak mekanizması sağlamak için, şekil : 8-23'de görülen pirometrik sistem yapılmıştır.

Ölçü aletinin kadranı üzerinde bulunan (A) indeksi arzulanan sıcaklık derecesine ayarlanır. Fırın çalışmaya başladığında ibre sağa doğru hareket eder. İbrenin üzerinde bulunan bir (B) çubuğu, periyodik olarak ibreyi skala üzerine bastırır. Fırının sıcaklık derecesi ayarlı değere ulaştığında ibre (A) indeksinin karşısına gelir. (B) parçası devamlı olarak ibreyi aşağıya bastırdığından, ibre ile (A) indeksi arasında iyi bir kontak sağlanmış olur. Bu kontak fırının kontaktörünü açar, fırının akımı kesilir. Soğuma başlayınca ibre sola doğru kayar. Kontak açılınca kontaktör çalışır ve fırın tekrar ısınmaya başlar. Çalışma böylece devam eder.

Diğer bir pirometrik sistemde, şekil : 8-24'de görülmektedir. Burada yardımcı kaynaktan akım alarak ısınan (C) selonoidi kadran üzerinde arzulanan derecenin karşısına getirilir. Ölçü aletinin ibresinin ucuna iki adet (A) ve (B) termokuplları konmuştur. Bu termokupllar teker, teker ısıtıldığında birbirine göre ters polaritede gerilim verirler. Fırın çalışmaya konduğunda, fırın içindeki termokuplun verdiği gerilim, galvanometrenin ibresini hareket ettirir. İbre üzerinde bulunan (A) ve (B) termokupllarının iki ucu polarize bir roleye bağlanmıştır. Bu termokupllerde doğan gerilimin polari-



(Şekil : 8-24) Polarize röleli, neonoidli pirometre.

tesine göre röle, ya bir yönde veya diğer yönde kapanır. İbrenin (A) termokuplu, platinden yapılmış ısıtıcının karşısına geldiğinde bu termokuplde meydana gelen gerilim, polarize röleyi çalıştırır.

Polarize roledde fırın kontaktörünü açar. Fırının ısısı düşünce ibre sola kayar. İbrenin (B) termokuplu ısıtıcı selonoidin karşısına gelir. Bu termokuplde meydana gelen ters gerilim, polarize röleyi çalıştırır. Bu roledde fırın kontaktörünü enerjilendirir, fırın tekrar çalışmaya başlar. Böylece fırın (A) ve (B) termokupllarının difransiyeli kadar bir derece farkı ile çalışmasına devam eder.

Bazı firmalar, ibrenin üzerine tek bir termokupl monte ederler. Bu termokupl ısıtıcının karşısına geldiğinde, üzerinde meydana gelen gerilim, yardımcı bir devrenin aracılığı ile fırın kontaktörünü devreden çıkarır. Fırın soğur, ibre düşmeye başlar. Ölçü aleti termokuplun azalan gerilimine göre çalışır ve yardımcı devre, fırın kontaktörünü tekrar devreye sokar. Çalışma böylece devam eder. Ölçü aleti ısıtıcısının bağlı olduğu mekanizma üzerinde bir çıkıntı vardır. Bu çıkıntı, ibrenin ataletiyle ısıtıcının karşısından gelip geçmesine engel olur.

J — SORULAR :

- 1 — Elektrikli fırınların üstünlükleri nedir?
- 2 — Isıtma yöntemlerine göre fırın çeşitleri nelerdir?
- 3 — İndüksiyonla ısıtma nedir ve ne gibi özellikleri vardır?
- 4 — İndüksiyonla ısıtmanın endüstrideki üstünlükleri nelerdir?
- 5 — İndüksiyon yöntemine göre çalışan fırın çeşitleri nelerdir?
- 6 — Yüzey ısıtma nedir ? Ne amaçla yapılır ?
- 7 — Bobin kullanarak yapılan endüksiyonlu yüzey ısıtmada hangi hususlara dikkat etmek gerekir ?
- 8 — Dielektrik ısıtma nedir ?
- 9 — Dielektrik ısıtmanın uygulama alanları nelerdir ?
- 10 — Ark fırınlarında ısıtma yöntemi nedir ?
- 11 — Tek fazlı ark fırını ile üç fazlı ark fırını arasındaki fark nedir?
- 12 — Yüksek akım fırınları nasıl çalışır ve nerelerde kullanılır ?
- 13 — Dirençli fırınların çalışma ilkesi nedir ? Kaç türlü ısıtma vardır ?
- 14 — Direkt ısıtmalı fırınlar nerelerde kullanılır ?
- 15 — Endirekt ısıtmalı fırınlar nerelerde kullanılır ?
- 16 — Kaç türlü banyolu fırın vardır, kullanma alanları neleridir ?
- 17 — Pirometre nedir, nerelerde kullanılır ?

BÖLÜM

9

SOĞUTMA TEKNİĞİ

A — GİRİŞ : Bir cismin veya hacmin soğutulması, burada bulunan ısıyı başka bir ortama atılması demektir. Öyleyse soğutma, bir ısı alışverişinden başka birşey değildir. Amacı gerçekleştirmek üzere bir soğutma tesisi, birçok elemanların kapalı bir devre içinde birleşmesinden meydana gelir. Bu tesisin çalışması ve soğukluğun meydana gelmesi, ancak bazı fiziksel ve kimyasal kurallar çerçevesinde olur. Öyleyse konunun tam anlaşılabilmesi için, evvela soğuk kavramının ne olduğunu ve bu iş için gerekli kuralları öğrenelim.

B — SOĞUK NEDİR : Teknikte soğuk diye birşey yoktur. Soğukluk, ancak elimizde bulunan iki cismin ayrı sıcaklıkta bulunması, birini diğerine göre daha soğuktur dememize neden olur. Örneğin, insanların normal olarak alıştığı sıcaklık, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$ dir. Havanın $+5^{\circ}\text{C}$ olmasına soğuk denir. Bu değer teknikte yanlıştır. Teknikte $+5^{\circ}\text{C}$ 'ye «Daha az sıcak» dememiz gerekir. Çünkü bu havada daha ısı mevcuttur. Bu ısıyı havadan alıp sıcaklık, 0°C 'ye veya daha aşağıya örneğin, -10°C 'ye düşürülebilir.



(Şekil : 9-1) Farklı sıcaklıkta su kapları.

Şekil : 9-1'de görülen farklı sıcaklıklarda üç kap alıp, sol elin I no.lu, sağ elin III no.lu kaba daldırıldığını düşünelim. İki elde aynı anda çıkarılıp, II no.lu kaba daldırıldığında, aynı su sol elde sıcak, sağ elde ise soğuk olarak hissedilir.

Öyleyse hangi sıcaklık derecesinde «Soğuk» kelimesi başlar, hangisinde biter? Genel olarak halk dilinde 0°C 'nin altındaki sıcaklıklar «Soğuk» diye isimlendirilir.

C — MUTLAK SIFIR NOKTASI : Yukarıdaki konu edilen ve sıcaklığı -10°C 'ye düşürülen havanın (Bu, başka bir cisimde olabilir.) Üzerinde daha ısı bulunduğu ve bu ısının alınıp, sıcaklık derecesini daha da düşürmek mümkün olduğu ifade edildi. Bu işlem hangi noktaya kadar devam eder?

İlmin tesbit ettiğine göre $-273,16^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta hiçbir ısı mevcut değildir. Bu sıcaklık «Mutlak sıfır noktası» olarak isimlendirilir. $-273,16^{\circ}\text{C}$ üzerinde sıcaklık gösteren her cismin içinde daha ısı var demektir. Öyleyse ısı alma işlemine kuramsal olarak bu noktaya kadar devam edebiliriz.

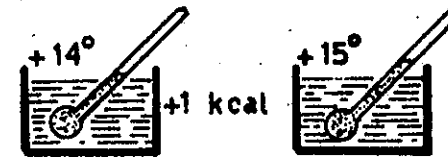
Mutlak derece, bilgin Lord Kelvin'e göre ($^{\circ}\text{K}$) işaretiyle gösterilir. Buna göre $0^{\circ}\text{C} = 273,16^{\circ}\text{K}$ 'dir. Suyun kaynama noktası ise $+373,16^{\circ}\text{K}$ olur. Soğutma teknisyenleri hesaplarında Celsius'a göre yapılmış sıcaklık taksimatları kullanırlar.

D — ISI ve SICAKLIK : Isı bir enerjidir. Diğer enerjiler gibi şekil değiştirilebilir. Örneğin, elektrik enerjisine veya mekanik enerjiye dönebilir. Elektrik enerjisini Kilowatsaat (KWh.), Mekanik enerjiyi Kilogrammetre (Kgm) olarak gösterdiğimiz gibi, ısı enerjisi içinde bir birim saptanmıştır. Bu kalori ile ifade edilir. Teknikte ısı enerjisi Kilokalori (Kcal) olarak kullanılır.

Bir kilokalori, 1 Kg suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için lüzumlu ısı miktarıdır. Bir cismin sıcaklığı ondaki ısıdan ileri gelir. Her cisimde bir miktar ısı vardır. Demek ki, sıcaklık derecesini arttırmak için ısı vermek (Isıtmak), sıcaklık derecesini düşürmek için ısı almak (Soğutmak) gerekir.

İçine termometre daldırılmış 1 Kg.'lık su, bir kab içinde ısıtıldığında termometredeki her derece yükselişi için, suya 1 Kcal.'lık ısı verilmesi gerekir. (Şekil : 9-2)

İngiliz ve Amerikan sisteminde ısı miktarı birimi BTU'dur. (British Thermal Unit).



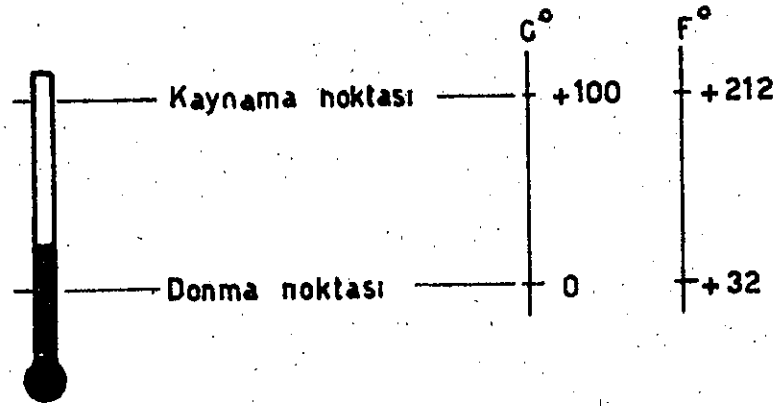
(Şekil : 9-2) Suyun ısıtılması.

BTU : Bir libre saf suyun sıcaklığını 1°F yükseltmek için gerekli ısı miktarına 1 BTU denir.

1 Kcal yaklaşık olarak 4 BTU'ya eşittir.

Almanya'da sıcaklık ölçülmesi Celsius termometresi ile yapılır. Celsius adlı İsveçli bir bilgin deniz seviyesinde ergimekte olan bir buzun sıcaklık derecesine «sıfır noktası», ve kaynayan suyun sıcaklık derecesine «100 noktası» demiştir. Bu iki noktayı 100 eşit parçaya bölerek, elde ettiği her taksimatı 1 santigrat derecesi olarak adlandırmıştır. Tatbikatta °C ile gösterilir. 0°C'nin üstündeki sıcaklıklar artı (+), altındaki sıcaklıklar ise eksi (—) işareti ile gösterilir.

Soğutma tekniğinde en çok Santigrat ve Fahrenheit taksimatlı dereceler kullanıldığından, bunların birbiri ile olan bağıntısını görelim.



(Şekil : 9-3) Suyun kaynama ve donma noktası.

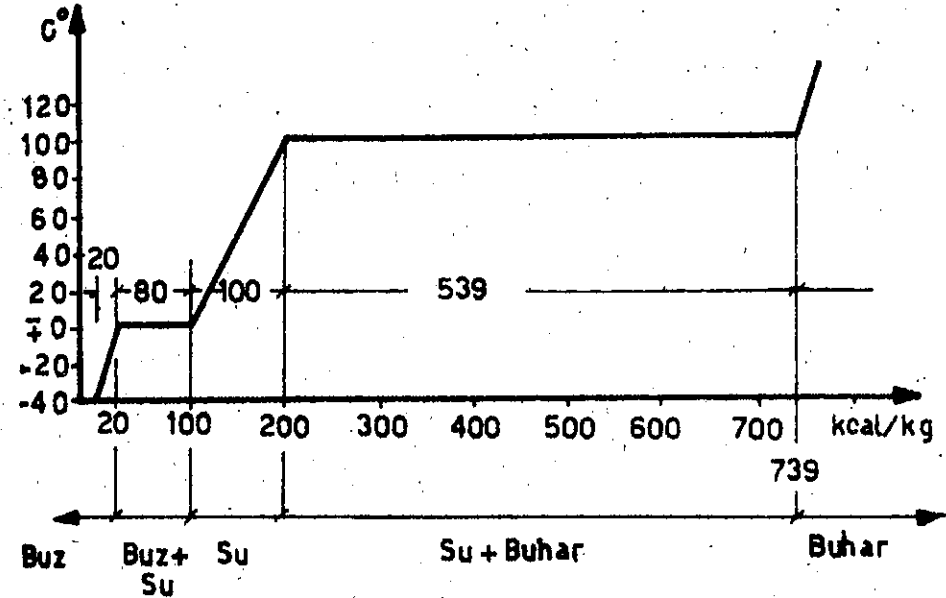
Şekil : 9-3'de görüldüğü gibi Fahrenheit taksimatında suyun donma derecesi (+ 32) ile, kaynama derecesi (+ 212) arasında 180 fark vardır. Bunun karşısı olan santigrat derecesindeki fark 100 taksimata eşit olduğundan, ikisi arasındaki oran : $\frac{180}{100} = \frac{9}{5}$ ayrı-

ca başlangıç noktası olan + 32 ilâve edildiğinde çevirme formülü :

$$\text{Fahrenheit derecesi} = \frac{9}{5} \times \text{Santigrat derecesi} + 32$$

$$\text{Santigrat derecesi} = \frac{5}{9} \times (\text{Fahrenheit derecesi} - 32) \text{ olur.}$$

E — ERGİME VE BUHARLAŞMA ISISI : Yukarıda bir cisme ısı vermek sureti ile sıcaklık derecesinin artacağı söylendi. Bu artış cisimlerin hal değiştirmelerinde geçerli değildir. Cisimlerin hal değiştirmelerinde yani, katı halden sıvı, sıvı halden gaz hale geçişte ısı vermek gerekmele beraber bu an sıcaklık sabit kalır. Bu ifadeyi suyun «Isı - Sıcaklık» eğrisi üzerinden daha açık olarak anlayabiliriz. (Şekil : 9-4)



(Şekil : 9-4) Suyun ısı - sıcaklık eğrisi.

— 40°C'deki 1 Kg.'lık buza ısı vermek sureti ile sıcaklık derecesi 0°C'ye kadar çıkarılır. 0°C'deki buza ısı vermeğe devam edildiğinde, sıcaklığın yükselmediği fakat buzun 1 Kg.'lık su haline dönüştüğü görülür. Suyun Isı - Sıcaklık eğrisinden görüldüğü gibi, 1 Kg.'lık buzun 1 Kg.'lık su haline dönüşebilmesi için alması gereken ısı miktarı 80 Kcal'dır. Öyleyse buzun ergime ısısı 80 Kcal/kg'dır. 1 Kg.'lık suya ısı vermeğe devam edildiğinde sıcaklık derecesi tekrar yükselmeğe başlar. Bu yükseliş, 100°C'ye kadar devam eder. Bu nokta, suyun kaynama noktasıdır. Isı verme işlemine devam edildiğinde sıcaklık derecesinin yükselmediği fakat suyun buhar haline dönüştüğü görülür. 1 Kg.'lık suyun buhar haline dönüşebilmesi için alması gereken ısı miktarının 539 Kcal olduğu eğri üzerinden görülmektedir. Öyleyse suyun buharlaşma ısısı 539 Kcal/Kg'dır denir. Isı

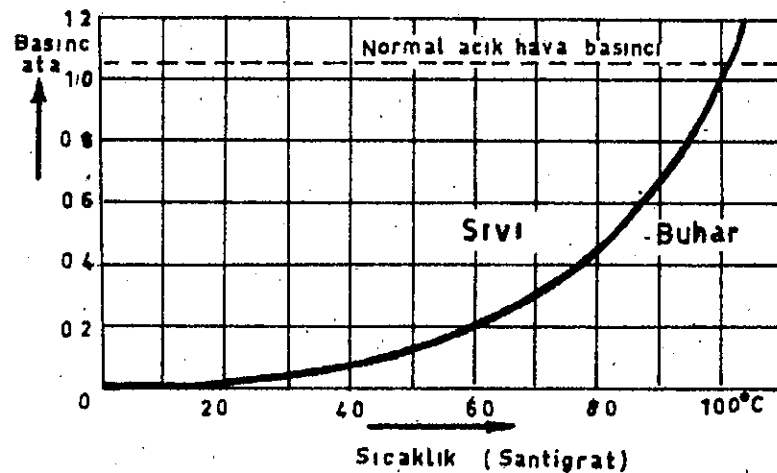
verme işlemine devam edildiğinde buharın sıcaklık derecesi yükse-
 lir ve kızgın buhar meydana gelir.

Her cismin kaynama noktası ve buharlaşma ısısı farklıdır. Aşa-
 ğıda birkaç cismin açık hava basıncındaki kaynama noktaları ve
 buharlaşma ısıları verilmiştir.

	Kaynama noktası °C açık havada (760 Torr)	Buharlaşma ısısı Kcal/Kg olarak
Eter	+ 35	90
Alkol	+ 78	210
Su	+ 100	539
Cıva	+ 357	68
Kükürt	+ 445	382
Freon 12	— 29,8	38,5
Amonyak	— 33,5	313,5
Metilklorit	— 23,7	100,4
Kükürtdioksit	— 10,2	94,1

F — SUYUN BUHAR BASINÇ EĞRİSİ: Yukarıda suyun
 100°C'de kaynadığı ve buharlaşmağa başladığı söylendi. Bu ifade
 normal açık hava basıncı için doğrudur. Suyun üzerine yapılan ba-
 sınıç arttırılacak olursa kaynama sıcaklığı yükselir. Tersine, basınç
 düşürülecek olursa kaynama sıcaklığı da düşer. Yani, kapalı bir
 kaba su doldurup havası emilse, suyun çok aşağı değerlerde kayna-
 dığı görülür.

Şekil : 9-5'deki eğride de görüldüğü gibi normal açık hava ba-
 sınıcında 100°C'de kaynayan su; basınç 0,4 ata'ya düşürüldüğünde

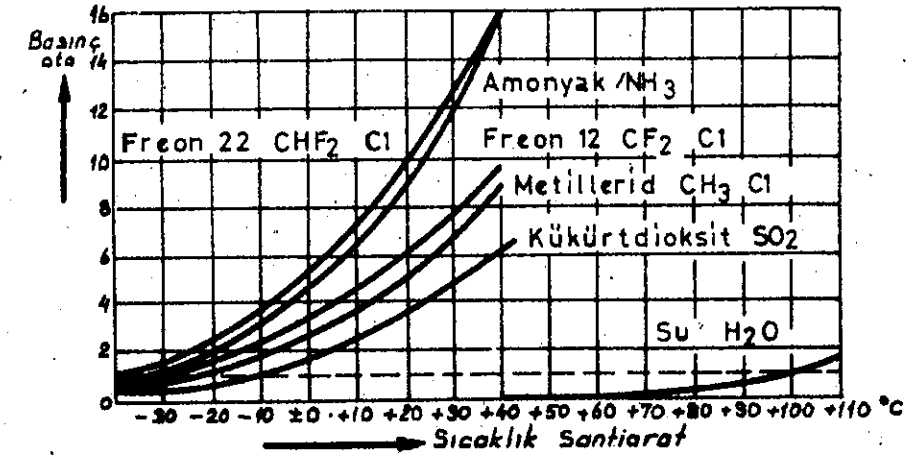


(Şekil : 9-5) Suyun buhar - basınç eğrisi.

75°C'de kaynar. Eğrinin sağ tarafı daima buhar durumunu, sol ta-
 rafı ise sıvı durumunu verir. Örneğin, 80°C'de 0,2 ata'daki su, buhar
 durumundadır. Fakat 80°C'de, 0,6 ata'daki su ise sıvı durumundadır.

Yukardaki buhar basınç eğrisi aynı zamanda suyun sıvı ve bu-
 har sınır durumunu gösterir.

Başka bir deyimle, 0,4 ata'da, 80°C'de buhar halindeki suyun
 sıvı haline dönüşebilmesi için soğutulması gerekir. 75°C'nin altında-
 ki sıcaklıklarda sıvı durumu elde edilmiş olur. Sıcaklık veya basınç-
 tan birini sabit tutup, diğerini değiştirmek sureti ile suyun almış
 olacağı şekil değişikliği eğriden görülmektedir.

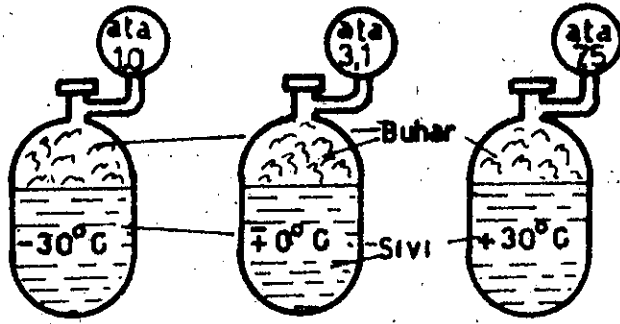


(Şekil : 9-6) Soğutucu gazların buhar - basınç eğrisi.

G — SOĞUTUCU GAZLARIN BUHAR BASINÇ EĞRİSİ: Şe-
 kil : 9-6'da soğutma devrelerinde en çok kullanılan soğutma gazla-
 rının Buhar Basınç eğrilerini verilmiştir. Eğride görüldüğü gibi, 1
 ata'lık basınç (Normal basınç) altındaki kaynama noktası, Amon-
 yakta — 33°C Metilkloritte — 24°C, Freon 12,de ise — 30 C,dir.

Amonyak'ın — 10°C'de buharlaşabilmesi için, 3 ata'lık basınç
 altında olması gerekir. Veyahutta Amonyakı + 10°C'de sıvı duru-
 muna getirmek için gerekli basınç, 6,2 ata'nın üzerinde olmalıdır.

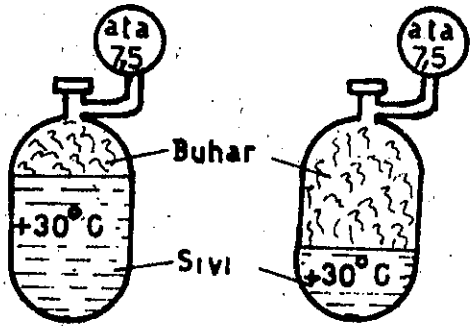
Şekil : 9-6'daki eğrilerden anlaşıldığı üzere her sıvı soğutma
 gazı olarak kullanılır. Ancak soğutmak istenilen ortamın sıcaklığı,
 sıvının kaynama noktasının üzerinde olması gerekir. Bu ifadeden
 anlaşılabileceği üzere su dahi bir soğutma gazı olarak kullanılabilir.
 Ancak, kaynama noktasının üzerindeki yani, 100°C'nin üzerindeki



(Şekil : 9-7) Sıcaklık basınç bağıntısı

bir ortam suyun buharlaşması esasına göre soğutulabilir. 100°C'nin altındaki su, 1 ata'lık basıncın altında buharlaşabilir ki, bu işlem için sistemin vakumda çalışması gerekir.

H — BASINCIN SICAKLIKLA İLİŞKİSİ : Kapalı bir kab içindeki soğutkan belirli bir basınç altında bulunur. Basıncın yüksekliği doğrudan doğruya sıvının sıcaklığına tabidir. Şekil : 9-7'de soğutucu gaz tüpü, — 30°C'de 1 ata, 0°C'de 3,1 ata, + 30°C'de ise 7,5 ata'lık basınç altında bulunur. Demek ki tüpü ısıtmakla tüpün içersindeki basıncı da arttırmış oluruz.

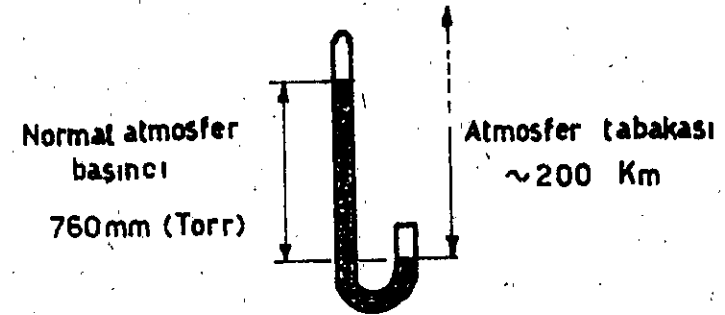


(Şekil : 9-8) Sıvı miktarı - basınç bağıntısı.

Sıvı basıncının, sıvı miktarı ile bağıntısı yoktur. Şekil : 9-8'de aynı sıcaklıkta, içinde değişik miktarda sıvı bulunan iki tüpün basınçlarının aynı olduğu görülmektedir. Demek ki az miktarda sıvı bulunan tüpün basıncının az olacağını kabul etmek yanlış olur.

Şekil : 9-8'de görülen tüplerdeki Freon 12 gazıdır. Verilen değerleri Buhar Basınç eğrisinden okumak mümkündür.

I — BASINÇ : Basınç birimi kg/cm²'dir. Anlamı, 1 cm²'ye Kg olarak tatbik edilen kuvvettir. Dünya çevresindeki atmosfer tabakası, tesir ettiği her cisme basınç tatbik eder. Deniz seviyesindeki atmosfer basıncını şu şekilde ölçebiliriz.



(Şekil : 9-9) Atmosfer basıncı.

Şekil : 9-9'da görülen U şeklinde, 1 cm² kesidinde bir cam tüp alınıp belirli bir yerine kadar cıva doldurulur. Tüpün sol tarafındaki hava vakum yapıldığında, sağ üst taraftan gelen atmosferik basınç, cıvayı sol tarafa doğru yükseltir. Bu seviye farkı ölçüldüğünde, 76 cm olduğu görülür. Cıvanın yükselişi, o noktadaki atmosfer tabakasının ağırlığından meydana gelir ki bu da 76 cm yüksekliğinde, 1 cm² kesidindeki cıvanın ağırlığına eşittir. Bunu Kg olarak hesaplayabiliriz.

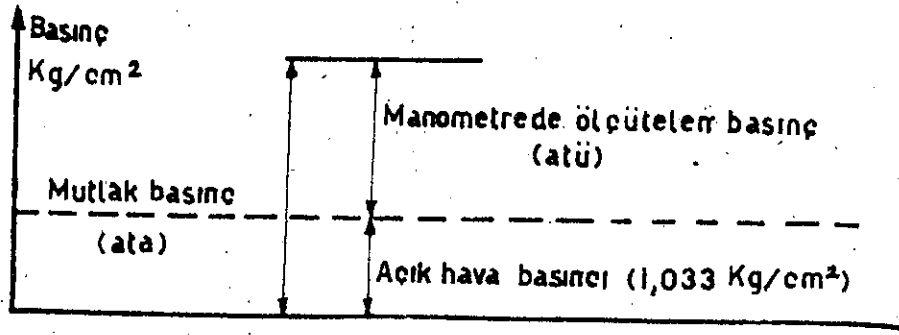
$P = A \cdot h \cdot \gamma$ Formülünde,

$A = 1 \text{ cm}^2$, $h = 76 \text{ cm}$, $\gamma = 13,6 \text{ gr/cm}^3$ olarak yerine konduğunda,

$P = 1.76 \cdot 13,6 = 1033 \text{ gr} = 1,033 \text{ Kg}$ olur.

Bu demektir ki, deniz seviyesindeki 1 cm²'ye atmosfer basıncı 1,033 Kg'dır.

Teknisyenler teknik atmosferi kullanırlar. Teknik atmosfer her cm²'ye 1 Kg.'lık basınç demektir. (Atü) ile gösterilir. Manometrenin gösterdiği değerdir. Mutlak basınç olan 1 ata (1,033 Kg/cm²), Teknik basınç (atü) olarak 0 değerine eşittir. Yani normal açık hava basıncı manometrede 0 olarak alınmıştır. Öyleyse manometrede okunan değere (atü), normal açık hava basıncı ilâve etmek sureti ile, mutlak basınç (ata)'yı buluruz. Bu da pratik olarak, manometre basıncına 1 ilâve etmek sureti ile bulunur. Buna göre manometre, atmosfer basıncı üstünde bulunan bir basıncı gösteriyor demektir. (Şekil : 9-10)



(Şekil : 9-10) Manometrede ölçülen basınç ile gerçek basınç.

Örneğin, Manometrede 5 atü okunduğunda, mutlak basınç, 1 ilâvesiyle 6 ata olarak bulunur.

İngiliz ölçü sisteminde açık hava basıncı, normal şartlar altında bir inç kareye 14,7 libredir. Piyasada libre taksimatlı manometreler de kullanıldığından iki sistem arasındaki bağıntıyı bilmek gerekir. İngiliz sisteminde mutlak basıncı bulmak için manometrede okunan değere 14,7 libre ilâve etmek gerekir. Örneğin, Manometre basıncı; 53,7 libre olarak okunan bir sistemdeki mutlak basıncı bulmak için 14,7 ilâve edilerek :

$$53,7 + 14,7 = 68,4 \text{ lb bulunur.}$$

Taksimatı Kg/cm² olarak yapılan bir manometrede okunan değeri lb/in² ye çevirmek için o değeri yaklaşık olarak 14,7 ile çarpmak gerekir.

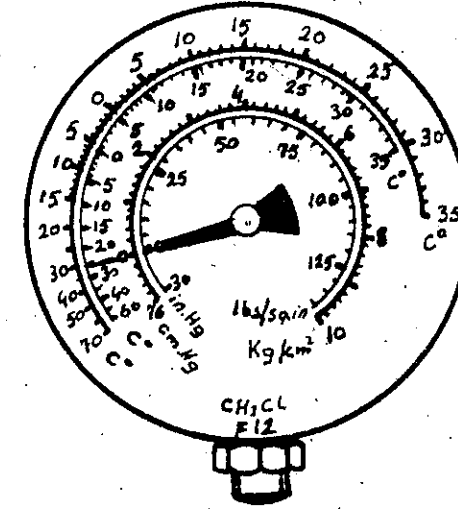
Basınç, mm olarak cıva sütunu ile belirtildiği gibi Torr ile de ifade edilir. 1 Torr; 1 mm cıva sütununa eşittir. Öyleyse 760 mm cıva sütunu yerine 760 Torr da denir. Hava raporlarında hava basıncı milibar olarak söylenir. 1 bar; 750 Torr'a eşittir.

(Manometrede ölçülen)	atü	ata	(Mutlak basınç)
+ 2	(2+1=3)	+ 3	
+ 1		+ 2	
0		+ 1	(1,033 Kg/cm², fakat 1 kabul edilir)
- 1		0	

(Şekil : 9-11) Mutlak basınç ile teknik basıncın bağıntı şeması.

Şekil : 9-11'de teknik basınç ile mutlak basınç arasındaki bağıntı şematik olarak görülmektedir.

J — MANOMETRELER : Basınç ölçen aletlere manometre denir. Soğutma tesislerinde kompresörün emme ve basma taraflarındaki basıncı ölçmek üzere; alçak basınç manometresi (Vakum manometresi), ve yüksek basınç manometresi kullanılır. Bir de ikisinin birleşmesinden meydana gelen birleşik manometre (Kompunt manometre) bulunur. (Şekil : 9-12)



(Şekil : 9-12) Kompunt manometre.

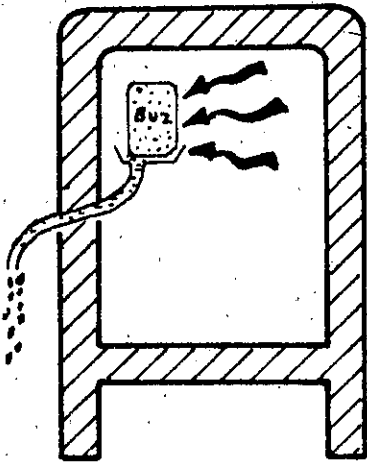
Her soğutkanın değişik basınçlarına belirli bir sıcaklığın karşılığı olduğu görülmüştü. Manometre basınç taksimatı yanında, bu basınçla ilgili sıcaklıkta verilmiştir. Ayrıca her soğutkan için ayrı bir manometre kullanmak gerekir. Manometre üzerinde hangi soğutkana göre yapılmış olduğu yazılıdır. Örneğin : bir (R 12) emme manometresi 2,14 atü gösteriyorsa, sıcaklık taksimatında 0°C'yi okuyabiliriz.

Bütün soğutkan buhar basınç cetvelleri ata olarak verilmiştir. Örneğin, cetvelde (R 12) soğutkanının — 10°C'de, 2,2 ata'lık bir basınca sahip olduğu görülürse manometrede, cetveldeki basınçtan 1 ata çıkarılıp 1,2 atü okuyabiliriz. Yani cetveldeki 2,2 ata, manometrede 1,2 atü'ye eşittir. Tersine, manometrede 1,2 atü okunduğunda bunu cetvele aktarmak için 1 ilâvesiyle 2,2 ata olarak yazmak gerekir.

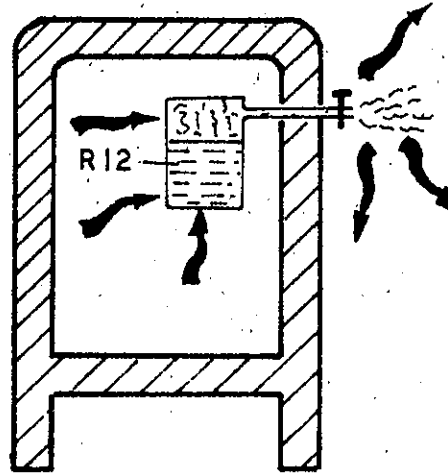
K — BİR SOĞUTMA SİSTEMİNİN TEMEL ÇALIŞMA PRİN- SİPLERİ :

1. Bir sıvının buharlaşabilmesi için ısı alması gerekir.
Örneğin, a) Suyun buhar haline geçebilmesi için ısı alması ge-
reker, yani ısıtılır.
b) Elimize eter veya kolonya sürdüğümüzde buharla-
şır ve gerekli ısıyı elimizden aldığından elimizin
soğuduğunu hissederiz.
2. Üzerinden ısı alınan (soğutulan) bir gaz sıvı haline geçer.
Örneğin, Havanın içinde bulunan su buharı soğuk bir cama temas
ettiğinde, sıvı haline dönüşür. Kışın camların terlemesi bu sebepten
olur.
3. Sıvıların kaynama sıcaklıkları, üzerlerindeki basınçla oran-
lıdır. Örneğin, Normal açık hava basıncında 100°C 'de kaynayan su,
kapalı bir kazan içinde 10 atü'lük bir basınç altında 180°C 'de kay-
nar. Tersine vakum yapıp basınç düşürüldüğünde, 100°C 'nin altın-
da kaynadığı görülür.
- Demek ki, basıncı değiştirmek sureti ile kaynama sıcaklığını da
değiştirmiş oluruz.
4. Isı daima yüksek olduğu değerden, alçak olduğu yere doğru
akar. Örneğin, bir madeni çubuk ucundan ısıtıldığında, ısı soğuk
olan tarafa doğru yayılır.

L — BİR SOĞUTMA DOLABININ İÇİNDEKİ ISININ ALIN- MASI ve GELİŞTİRİLMESİ :



(Şekil : 9-13) Buz ile soğutma.

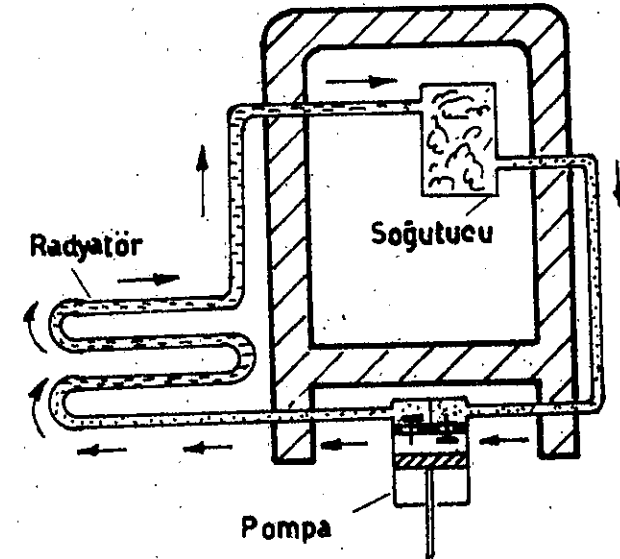


(Şekil : 9-14) Soğutucu gaz ile soğutma.

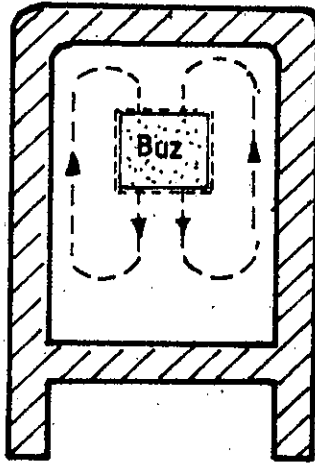
Şekil : 9-13'de görülen cam pamuğu ile yalıtılmış kapalı bir do-
lap içersine bir buz parçası koyalım. Bu buzun yavaş yavaş eridiği
görülmür. Dolap içindeki ısının düştüğü termometreden okunabilir.
Bu düşüş, buzun eriyip su haline gelmesine kadar devam eder. Do-
lap içine ikinci bir buz parçası koyarsak ısı daha da fazla düşecektir.
Buradaki olay, buzun dolap içersindeki ısıyı alarak erimesidir. Bu
ısıyı alma zamanı buzun erime zamanınca sürer. Şu halde dolap ısı-
sınıdışürmek için devamlı olarak buz koymak gerekecektir. Bu zor
bir iştir.

Şekil : 9-14'de ise dolap içersine buz yerine bir tüp ve tüp içi-
ne de soğutucu bir gaz konulmuştur. Tüpün valfi açıldığında, gaz
buhar haline geçecek ve gerekli ısıyı dolabın içinden alacaktır. (Do-
lap sıcaklığının, soğutucu gazın kaynama noktasından yüksek oldu-
ğuna dikkat) Buharlaşma anında tübün soğuduğu, hatta karladığı
görülmür. Dolap içindeki ısının düştüğü termometreden okunabilir.
Tüp içindeki gaz bitene kadar dolabın içindeki ısı alınabilir. İşleme
devam edebilmek için, tüp içine tekrar soğutucu gaz koymak icap
eder. Burada görülmüyorki soğutucu gaz devamlı uçmaktadır. Bir gaz
kaybı vardır. Bu buharlaşan gazı toplayıp, sıvı haline dönüştürüp,
tekrar dolaba verebilecek bir aparat yapıldığında kaybın önüne geçil-
miş olur.

Şekil : 9-15'de böyle bir aparat görülmektedir. Dolap içindeki
kapalı kabın giriş ve çıkış olmak üzere iki yolu vardır. Giriş yolun-



(Şekil : 9-15) Basit bir soğutma sistemi.

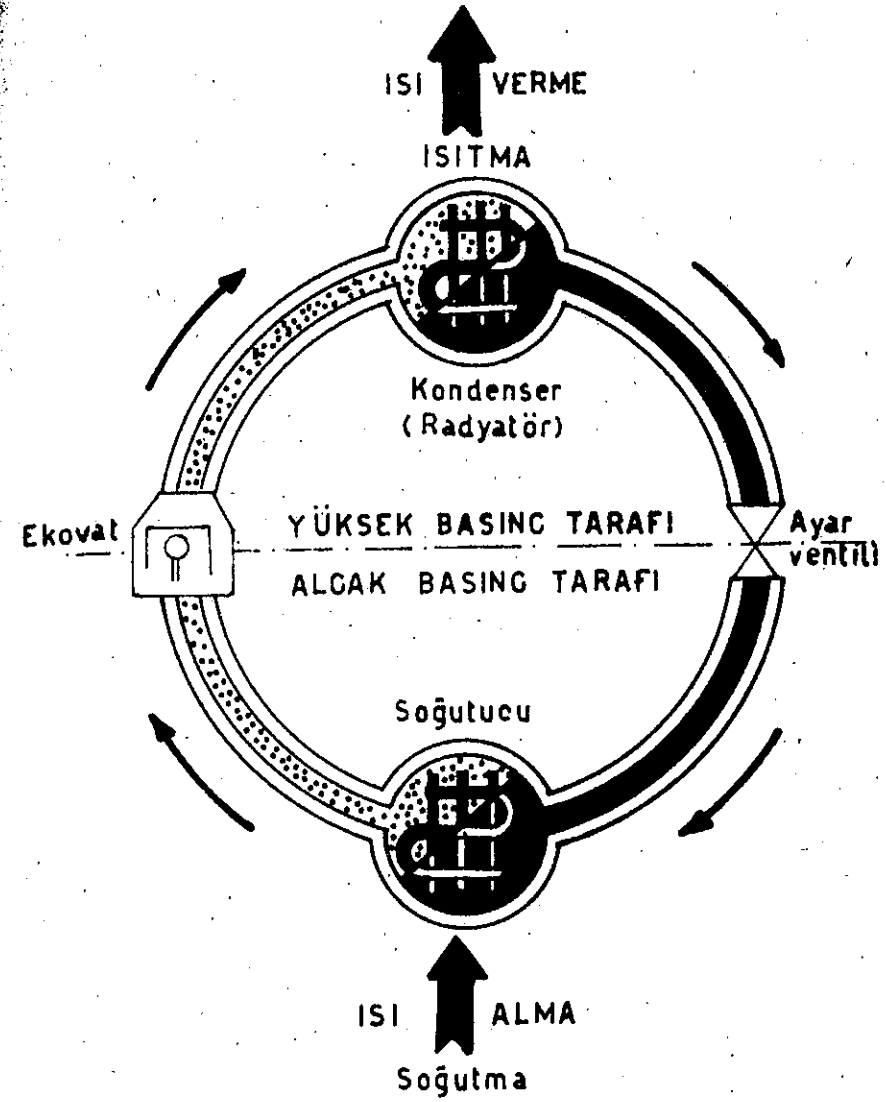


(Şekil : 9 - 16) Buz ile soğutma.

dan R 12 gazı sıvı halinde girer, buharlaşır, etrafındaki ısıyı alır. Bu buharlaşan gazı pompa emer, radyatöre basar. Burada soğuyan gaz sıvılaşır ve tekrar dolap içindeki soğutucuya gider. Bu aparat, bir soğutma sisteminin esasıdır.

Şekil : 9 - 16'da ise kapılı bir dolabın içindeki ısının nasıl alındığı görülmektedir. Dolap içine konan buzun yavaş yavaş eridiği ve bunun içinde dolap içindeki ısıyı aldığı görülür. Bilindiği gibi sıcak hava daima üstte, soğuk hava ise daima alttadır. Bu iki ısı farkından dolayı dolap içinde bir akış meydana gelir. Yukarıda soğuyan hava aşağıya doğru, aşağıdaki yukarıya nazaran daha sıcak kalan hava ise yukarıya doğru hareket eder. Böylece buzun erimesi için gerekli ısı havadan ve soğutulmak için dolap içine konmuş olan maddelerden alınmış olur. Demek ki, dolap içine konan madde üzerindeki ısıyı almak sureti ile, bu madde soğutulmuş olur. Bazen dolapların tıka basa doldurulduğu görülür. Yukarıdaki açıklamadan anlaşılacağı üzere, dolap içinde soğutmanın olabilmesi için bir hava akışının gerçekleşebilmesi gerekir. Tamamen dolu olan bir dolap bu akışa meydan vermiyeceği için, sistem ne kadar iyi olursa olsun istenen soğukluk elde edilemez.

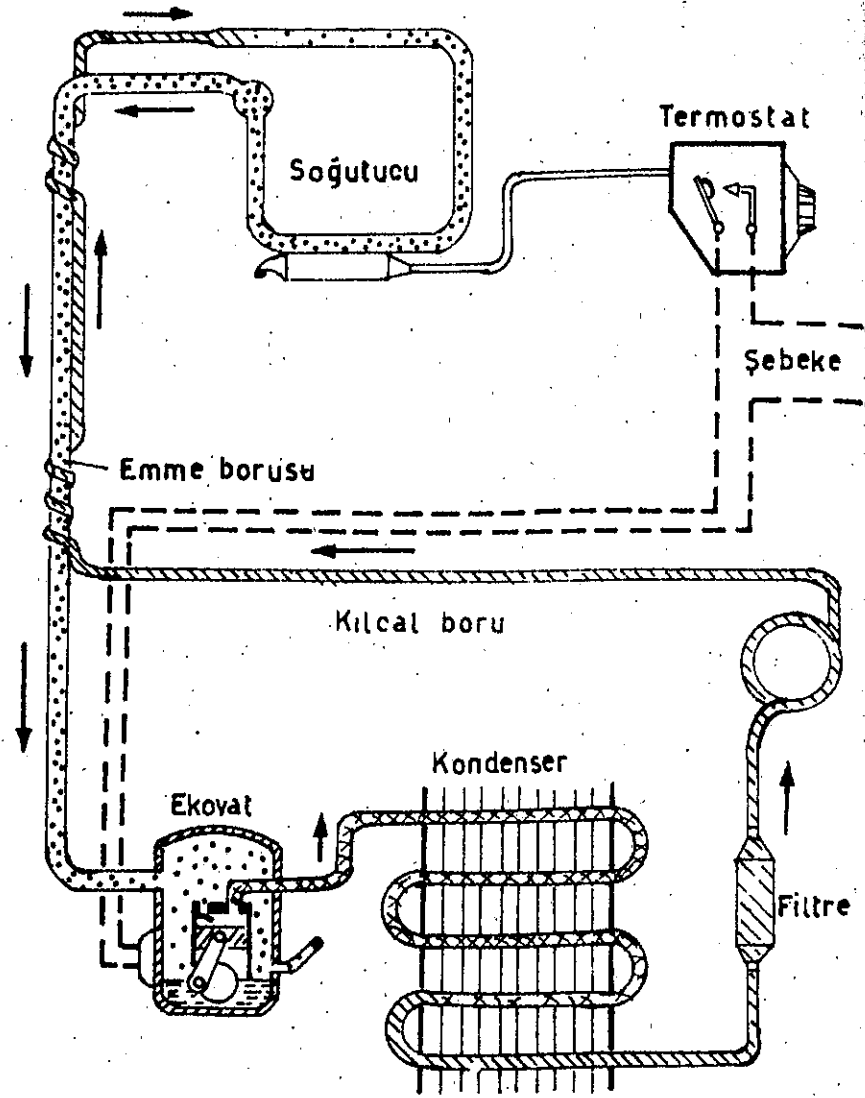
Şekil : 9 - 17'de bir soğutma sistemi şematik olarak çizilmiştir. Ayrıca, sistemi meydana getiren parçaların alçak ve yüksek basınç içindeki yerleri de görülmektedir.



(Şekil : 9 - 17) Soğutma sistemi prensip şeması.

M — EKOVALTLI BİR SOĞUTMA SİSTEMİNİ MEYDANA GETİREN PARÇALAR VE VAZİFELERİ : Şekil : 9 - 18'de görülen ekovatlı bir sistemi meydana getiren kısımlar ve görevleri şunlardır :

Ekovat : Motor ve kompresörün tek eleman içinde birleştiği bir ayardır. Soğutucudan gaz halindeki soğutkanı emip, kondensere basar.



- Yüksek basınçlı gaz
- Sıvı halde soğutucu
- Alçak basınçlı gaz

(Şekil : 9-18) Ekovatlı bir soğutma sisteminin açık bağlantı şeması.

Kondenser : Burada yüksek basınçlı gaz soğutularak sıvı haline geçer. Piyasada Radyatör de denir.

Filtre (Drayer) : Sıvı halindeki soğutmanın içindeki rutubet ve yabancı maddeler burada alınır.

Kılcal boru : Soğutmanın geçiş miktarını ve basıncını ayarlar. Büyük tesislerde bu görevi ayar ventili (Ekspanşın valf) yapar.

Soğutucu : Sıvı halindeki soğutucu burada buharlaşarak etrafındaki ısıyı alır.

Termostat : Ayarlanan sıcaklık derecesinde ekovatu durdurup, tekrar çalıştırmağa yarar.

SİSTEMİN İZAHİ : Ekovat, soğutucudan gaz halinde emdiği soğutkanı kondensere basarken, gazın sıcaklığı ve basıncını artırır. Basınç altındaki gazı sıvılaştırmak için, üzerindeki ısının alınması gerekir. Yani kondenserin dışarıdan soğutulması gerekir. Bunun için hava ile temas yüzeyi çoğaltılır. Veyahutta önüne bir vantilatör koyarak iyi bir soğutma temin edilir. Büyük tesislerde bu soğutma işlemi su ile de yapılır. Kondenserde sıvılaştıran soğutucu filtre (drayer) den geçerken rutubetini ve pisliğini bırakır. İçinde rutubet olan bir soğutucu, soğutucunun girişinde buz meydana getirip, devrenin tıkanmasına neden olur. Filtreden geçen sıvı halindeki soğutmanın geçiş miktarı ve basıncı kılcal boruda ayarlanır. Bunu temin için kılcal borunun çapı ve uzunluğunun belirli değerde olması gerekir. Kılcal borunun çıkışı, soğutucunun girişine bağlanmıştır. Burada, hacim birden genişlediğinden, gazın basıncı düşer. Soğutkanlar, sıvı halden gaz haline geçerken etrafından ısı alırlar. Soğutma kabındaki ısının alınması, buranın soğutulması demektir. Soğutucu içinde buharlaşan gaz, ekovat tarafından tekrar çekilerek, olay tekrarlanmış olur.

Dolap içinde arzu edilen soğukluk elde edildiğinde termostat, sistemi otomatik olarak durdurur. Sıcaklık derecesi yükseldiğinde tekrar çalıştırır.

Prencip şemasında görüldüğü gibi olayın basitçe açıklanması soğutucu ile dolap içinden alınan ısının, kondenser vasıtasıyla dışarı atılmasından ibarettir.

N — SOĞUTMA GAZLARI VE ÇEŞİTLERİ : Soğutma sistemlerinin içinde dolaşan maddeye soğutma gazı veya soğutucu denir. Bunlar piyasada özel tüpler içinde satılırlar. En çok kullanılan soğutkanlar : Amonyak (NH - 3), Freon 12 (CF₂ CL₂), Freon 22 (CHF₂ CL), Metilklorid (CH₃ CL), Kükürt dioksit (SO₂) tir.

O) SOĞUTMA MADDESİNDE ARANAN ÖZELLİKLER :

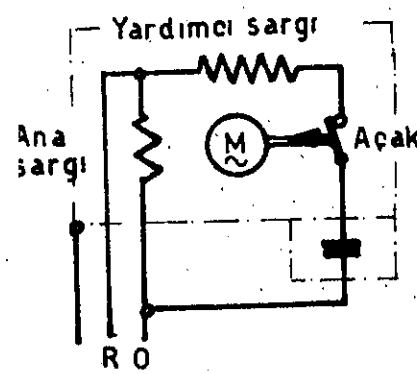
- 1 — Yanıcı ve yakıcı olmamalı.
- 2 — Kaynama noktası düşük olmalı.
- 3 — Düşük basınç ve sıcaklıklarda sıvılaşabilmeli. Normal hava sıcaklığı bu işe yetmelidir.

- 4 — Madeni cisimlere kimyasal etki yapmamalı.
- 5 — Özgül buhar hacmi küçük olmalı. Yani değişik sıcaklıklardaki hacmin küçük olması kompresör ve tesisatı onispette küçültmüş olur.
- 6 — Ucuz ve temini kolay olmalı.
- 7 — Zehirli olmamalı.
- 8 — Yağlara etki etmemeli.
- 9 — Buharlaşma ısısı yüksek olmalı. Yani buharlaşma esnasında alması gereken ısı fazla olmalıdır.
- 10 — Kritik sıcaklık yüksek olmalıdır. (Basınç ne kadar yüksek olursa olsun belirli bir sıcaklığın üstünde sıvılaşma olmaz. Buna kritik sıcaklık ve kritik basınç denir. Her soğutmanın kritik sıcaklığı başkadır.)
- 11 — Hava ve su ile karışıp asitleşmemeli.

P — EKOVA: Kompresörlü soğutma sistemlerinde soğutucudaki buhar halindeki soğutkanı emip, kondansöre basan bir kompresör ve bunu kayış kasnak tertibatı ile çeviren bir motor vardır.

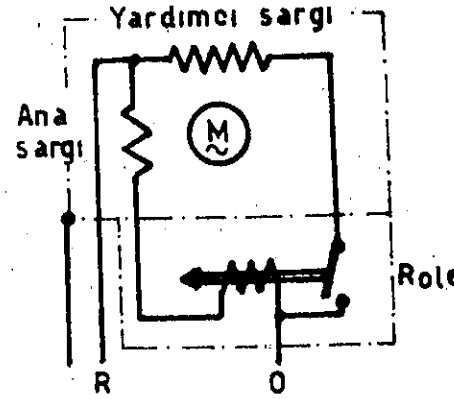
Küçük soğutma tesislerinde, motor ve kompresör ekovat denen bir ünite içinde toplanmıştır. Motor, tek fazlı ve yardımcı sargılıdır. Bilindiği gibi tek fazlı motorlarda kalkınmayı sağlamak için ana sargıya ek olarak birde yardımcı sargı vardır. İlk kalkınma anında yardımcı sargı, ana sargıya paralel bağlanır. Motor kalkındıktan sonra yardımcı sargının devreden çıkarılması gerekir.

Normal tek fazlı motorlarda motor milindeki santrifüj anahtar, ilk anda yardımcı sargıyı devreye sokar. Motor yol aldıktan sonra



Santrifüj açaklı
tek fazlı motor

(Şekil 9-19) Santrifüj açaklı
tek fazlı motor.



Röleli tek fazlı motor

(Şekil 9-20) Röleli tek fazlı
motor.

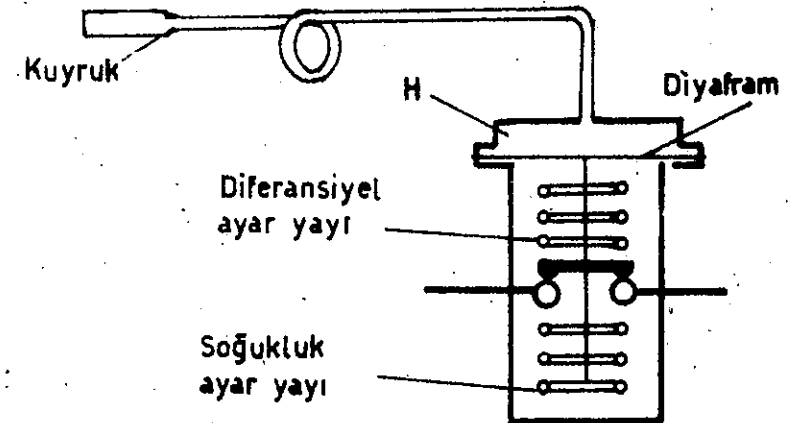
merkezkaç kuvveti ile kontaklar açılıp, yardımcı sargı devreden çıkarılmış olur. Kalkınmayı kuvvetlendirmek için yardımcı sargıya seri olarak bir kondansatör bağlanır. (Şekil : 9-19)

Ekovatlarda ise motora yol verme işlemi bir röleye yaptırılır. Şekil : 9-20'de görüldüğü gibi ana sargının akımı röle bobininin üzerinden geçer. Yardımcı sargının bir ucu röle kontağına bağlıdır. İlk anda röle kontağı açık durumdadır.

Ekovat, şebeke voltajına bağlandığında motor dönmediğinden, ana sargı büyük bir akım çeker. Bu akım röle bobininden de geçtiğinden, bobin enerjilenir ve kontağını kapatır. Yardımcı sargı devreye girip, ekovat yol alır. Ekovat yol aldıktan sonra akım değeri düşer ve akım röle kontağını tutmağa devam edemediğinden devreyi açıp, yardımcı sargıyı devreden çıkarır.

Röleyi çalıştıran ekovatin çektiği akım olduğuna göre, rölelerin ekovat güçlerine göre seçilmesi gerekir. Hatta bir firmanın rölesi, aynı güçte diğer bir firmanın rölesine uymayabilir. Yanlış röle takmak ekovatin yanmasına sebep olacağından çok dikkatli olmak gerekir.

R — TERMOSTAT: Termostat, sıcaklığa bağlı olarak bir elektrik devresini açan ve kapayan bir cihazdır. Bilindiği gibi buzdolaplarında sıcaklığın isteğe göre belli bir değerde kalması istenir. (Örneğin, ev buzdolabında + 5°C). Ancak termostat sıcaklığı tam istenen değerde tutamaz. Bunun biraz altında veya üstünde tutar. Örneğin, + 5°C yerine + 4°C ile + 6°C arasında muhafaza eder. Aslında ev dolap termostatları, dolap içindeki sıcaklığı direkt olarak değil, endirekt olarak bu iki sınır arasında tutarlar. Termostat, soğutucunun sıcaklığından etkilenecek, motor devresini açar ve kapar. Dolayısıyla dolap içindeki sıcaklıkta istenilen sınırlar arasında kalmış olur. Mi-



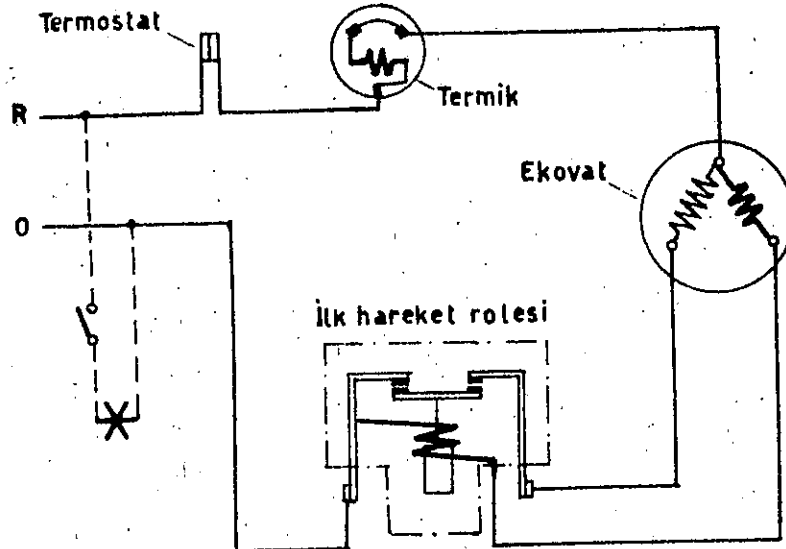
(Şekil : 9-21) Termostat.

sal olarak yukarıda söylenen $+ 4^{\circ}\text{C} / + 6^{\circ}\text{C}$ sıcaklığını temin için soğutucu sıcaklığının takriben $- 15 / - 5^{\circ}\text{C}$ arasında kalması termostat vasıtasıyla temin edilir.

Termostatın yapılışı ve çalışması : Termostat, bir gövde ve bir kılcal boru ile bunun uç kısmındaki kuyruktan meydana gelir. (Şekil : 9-21) Kılcal boru ve kuyruğun içine gaz (Soğutma gazı R 12), doldurulmuştur. Kuyruk kısmı soğutucunun çıkış kısmına bağlanır.

Diğer ucu gövde üzerindeki H hücreğine bağlıdır. Kuyruğun bağlı olduğu yer fazla soğursa kılcal boru ve H hücresinin içindeki gaz büzülür. Bu durumda gergin halde bulunan soğukluk ayar yayının karşısındaki kuvvet azalacağından kontak çubuğunu yukarıya iter ve devre açılır. Devre açılınca motor durur ve ısı kaybı sebebiyle soğutucu ısınmaya başlar. Termostatın içindeki gaz da ısınacağından genişleşip, diyaframı aşağıya doğru iter. Bu kuvvet soğukluk ayar yayını yendiği anda kontak çubuğunu iterek kontakları kapatır. Motor tekrar çalışıp, dolap tekrar soğutulmuş olur. Termostatta bulunan diğer bir yay diferansiyel ayar yayıdır. Bu yay, kontakların açılma ve kapanmasındaki sıcaklık farkını tesbit eder. Diğer yaya karşı durumdadır. Termostatın dış kısmındaki düğmeyi çevirmek suretiyle 1,2,3,4 ... durumlarında soğukluk ayar yayının gerginliği değiştirilir. Dolayısıyla termostat, değişik sıcaklıklarda motoru durdurur. Diferansiyel ayar yayı iç kısmındaki bir vida ile yapılır. Bu ayarın yetkili şahıslar tarafından yapılması gerekir.

S — EKOVALI BUZDOLABI ELEKTRİK DEVRESİ PRENSİP ŞEMASI



(Şekil : 9-22) Ekovalı buzdolabı elektrik devresi prensip şeması.

Şekil : 9-22'de bir buzdolabının elektrik prensip şeması görülmektedir. Daha önce anlatılan ekovat ve röleye ilâve olarak, devreye seri bağlı bir termik ve termostat bulunur. Termik, ekovat ve röle devresini aşırı akımlara karşı korumağa yarar. Termiğin içinde bir direnç ve bimetal vardır. Termikten, yapıldığı normal akım değerinden fazla bir akım geçtiğinde, dirençte meydana gelen ısı bimetalin kontaklarını açarak, devreyi keser. Kısa bir süre sonra soğuyan bimetal, kontağını tekrar kapar. Arıza devam ediyorsa termik tekrar atacaktır. Devamlı termik atan bir sistemde dolabın fişini çekip, arızayı bulmak gerekir.

Termostat ise dolabın soğukluğu ile ilgilidir. Ayarlanan soğukluk derecesine ulaşıldığında termostatın kontağı açılarak motor durur. Sıcaklık derecesi yükseldiğinde kontaklar kapanıp, motor tekrar çalışmış olur.

Burada, termostat ile termiğin görevlerini karıştırmamak gerekir. Termiğin motoru durdurması, bir arızadan meydana gelir. Bir sigorta gibidir. Devre akımını kısa bir süre için keser ve tekrar verir. Bu anda bir müdahale gerekir. Halbuki, termostatın motoru durdurması tamamen normal bir hadisedir. Bir arıza değil, bilakis dolabın vazifesini yaptığı anlamına gelir.

Devrede ilâve olarak dolap içini aydınlatan bir lamba ile, kapının hareketine bağlı çalışan bir anahtar vardır. Dolabın kapalı durumunda anahtarın kontakları açık olduğundan, lamba sönmektedir. Kapı açıldığında kontaklar kapanarak, lambayı yakar.

T — SORULAR :

- 1 — Soğuk nedir ?
- 2 — Isı ve sıcaklık arasında ne fark vardır ?
- 3 — Isı birimleri nelerdir ?
- 4 — Sıvıların kaynama noktası basınçla nasıl değişir ?
- 5 — Soğutucu gazların tüp içinde ısıtılması sonucu, gazda nasıl bir değişim olur ?
- 6 — Açık hava basıncı ile, manometrede ölçülen basınç arasında ne fark vardır ?
- 7 — Bir sıvının buharlaşabilmesi için ne alması gerekir ?
- 8 — Bir soğutma sisteminin prensip şemasını izah ediniz.
- 9 — Soğutma gazı, soğutucularda ve kondenserde (Radyatörde) nasıl durum değiştirir ?
- 10 — Yardımcı sargılı, monofaze bir motor nasıl çalışır ?
- 11 — Röleli tek fazlı bir motor nasıl çalışır ?
- 12 — Soğutma maddelerinde aranan özellikler nelerdir ?
- 13 — Termik ile termostat arasındaki fark nedir, görevleri nelerdir ?

BÖLÜM

10

ELEKTRİK TESİSAT YÖNETMELİK MADDELERİ (*)

A — TANIM :

Madde 4 — Kuvvetli akım elektrik tesisatı, şahıslar ve eşya için bazı hallerde tehlike arzeden akım istihsal eden veya kullanan tesisattır.

Eğer tesisatın kuvvetli akım tesisatı olup olmadığı hakkında tereddüt hasıl olursa bu hususta son kararı Bayındırlık Bakanlığı verir.

B — GENEL HÜKÜMLER :

Madde 5 — (Yüksek ve alçak gerilim hatlarının tayini) Alçak gerilim tesisatı, işletme gerilimi 1000 Voltu geçmeyen tesisattır, yüksek gerilim tesisatı ise işletme gerilimi 1000 Voltu geçen tesisattır.

(Alternatif akımda yönetmeliğin kastettiği gerilim efikas gerilimdir.)

Madde 6 — (Kuvvetli akım tesisatının emniyeti) Herkesin ulaşabileceği tesisatta, dikkatsizlikle bile olsa, doğrudan doğruya veya kullanılması mutlak olan şeyler ile gerilim altında bulunan kısımlarla temas imkansız olmalıdır.

Madde 7 — (Zayıf akım tesisatının korunması) Kuvvetli akım tesisatının civarda bulunan zayıf akım tesisatına tesiri asgari hadde indirilmelidir. İstihsal, transformasyon, tebdil, nakil ve istimal için için kurulmuş bulunan tesislerin, lüzumundan fazla masrafı mucip olmamak kaydıyla, husule getirdikleri bozucu elektrik ve manyetik

(*) Bu bölüme yönetmeliğin konularla ilgili bazı maddeleri alınmıştır. Yönetmelikle ilgili bir sözlük kitabın sonuna konulmuştur.

sahalarının mümkün mertebe amorti edilmiş ve yüksek harmoniklerden temizlenmiş bulunması lazımdır.

Madde 8 — (Kuvvetli akım tesisatına girmek) Yukardaki altıncı maddenin şartlarına uymayan tesisat bu tesisatı tanımayan şahısların ulaşabilmelerine veya hususî vasıtalar kullanmadan dokunabilmelerine imkân vermeyecek şekilde tertiplenmelidir. Diğer taraftan, işletme personeli bu tesisata ulaşabilmek için lüzumlu vasıtalarla malik olmalıdır. Eğer bu gibi tesisata girmek tehlike arz ederse ziyaretçiler, işletme tarafından hususî surette görevlendirilmiş ve tesisatı tanıyan bir şahsın nezareti altında küçük gruplarla girmelidirler.

Madde 9 — (Kuvvetli akım tesisatında çalışmak) Gerilim altında olmasalar bile tesisatta yapılacak işler, mesleki bilgilere sahip ve lüzumlu aletlerle teçhiz edilmiş şahıslar tarafından yapılacaktır. Gerekli elektrik bilgilerine sahip olmayan kimselerin yardımcı olarak çalıştırılması gerekirse, bu gibilere daha evvel gereken izahat ve talimat verilecektir.

Tesisatın yüksek gerilim altında bulunan kısımlarında hiç bir iş yapılamaz.

Alçak gerilim tesisatında ise gerilim altında çalışabilmek için işçilerin emniyetini sağlayacak emniyet tedbirlerinin alınmış olması lazımdır.

Madde 10 — (İşçilerin emniyetini sağlamak için alınacak tedbirler) Bilgisizlik veya hata yüzünden habersiz olarak kesicilerin ve ayırıcıların kapanma ihtimali dolayısıyla işçilerin tehlikeye maruz kalmasını önlemek üzere bu gibi aletlerin manevra mekanizmaları kilitlenmiş veya üzerlerine (Kapamak yasaktır), (Hatta çalışılıyor) gibi levhalar asılmış olacaktır.

Devresi kesilmiş yüksek gerilim tesisatında çalışılacağı zaman evvelâ bu tesisat topraklanacak ve kısa devre edilecektir. İşletmenin mesul şahısları, işin devamı müddetince işçileri tehlikeye maruz bırakacak hiçbir devre kapama ameliyesinin veya manevranın yapılmamasına dikkat edeceklerdir. Kısa devrenin ve topraklamanın kaldırılması ancak bütün işlerin durduğu ve bunları yapanların hepsinin haberdar edildiği kesin olarak bilindikten sonra yapılacaktır.

Topraklama ve kısa devre ameliyesi iş yerinin yakınında ve imkân varsa bu iş yeri ile akım kaynağı arasında yapılacaktır. Bunlar, yapılan iş dolayısıyla hiçbir surette ve hiçbir taraftan kesilmeyecek şekilde olacaktır. Eğer bir iş yeri muhtelif taraflardan gerilim altında konulabiliyorsa topraklamaların ve kısa devrelerin adetleri art-

tırılmış olacak ve uygun şekilde tertiplenmek suretiyle bu husus dikkate alınacaktır.

Emniyet tedbiri olarak devrenin kesik kalacağı sürenin tayini, iş yeriyle devreye akım verecek merkez arasında yazı ile tespit edilecektir.

İlgililerin saatleri birbirleriyle tam olarak ayar edilecek ve ilâve bir emniyet tedbiri olarak da işin bitmesiyle devreyi kapama arasında biraz zaman geçmesine dikkat edilecektir.

C — TOPRAKLAMALAR :

Madde 14 — (Muhtelif cins topraklamalar) Topraklamalar bu yönetmelikte üçe ayrılmıştır:

Koruma topraklamaları,
İşletme topraklamaları,
Hususi topraklamalar.

Madde 15 — (Koruma topraklaması) Koruma topraklaması, normal olarak gerilim altında bulunmayan veya gerilimi tehlikeli olmayan tesisat kısımlarına geçecek herhangi bir kaçak akımı sebebiyle bu kısımlarla, iletken olan ve el ve ayakla dokunulabilir yakınlıkta bulunan ve normal işletmede gerilim altında bulunmayan kısımlar arasında tehlikeli bir gerilim husule gelmesine mani olmak için tesis edilir.

(65 volttan yukarı gerilimler tehlikeli gerilim kabul edilir.)

Koruma topraklamasına şu kısımlar bağlanır: Makina, transformatör ve aletlerin gövdeleri, aletlerin şasileri, binaların ulaşılabilir ve iletken olan kısımları, normal olarak yüksek gerilim altında olup yalnız iş yapmak için devresi kesilmiş bulunan tesisat kısımları, yüksek ve alçak gerilimli kabloların kurşun kılıf ve çelik zırhları, ölçü transformatörlerinin sekonder sargıları, mevzubahis kuvvetli akım tesisatına ait işletme ve koruma topraklama sistemlerinin tesir sahası dahilinde bulunan zayıf akım ve alçak gerilim tesisat devrelerinin birer noktası, mevzubahis tesisatın haricinde bulunan zayıf akım tesisatından bir koruma translatörü ile ayrılan zayıf akım devrelerinin birer noktası yüksek gerilim hava hatlarının koruma telleri.

Kuvvetli akım tesisatının bulunduğu mahallere koruyucu translatör vasıtasıyla giren P.T.T. tesisatının fabrika tarafındaki kısmı koruma topraklamasına bağlanacaktır.

Eğer translatör yoksa, zayıf akım tesisatı koruma toprağına raptedilmiş kısımlardan 4000 voltluk asgari bir tecrübe gerilimine göre izole edilmiş olacaktır.

Hususi sebeplerle, koruma topraklamasına raptedilmemiş bulunan tesisat kısımlarıyla gövdeler işletme geriliminin tamamı altında bulunur itibar edilirler. Bu sebeple bu gibi kısımlara ya tam gerilime karşı izole edilmiş yerlerden ulaşılabilirli veyahut da bunlar ulaşmaz bir mahalle yerleştirilmiş olmalıdırlar.

NOT : Tesisat dahilinde, kurşun kılıfları kablo başlıklarını ve irtibat kutularını iki sebepten topraklamalıdır. Biri normal işletmede tehlikeli bir gerilim farkı göstermemelerini temin etmek, diğeri arıza halinde topraklama ile tam bir bağlantı sağlamaktır. Kablonun demir kılıfı topraklama nakilinin bir kısmı olarak itibar edilemez, zira elektrikli mukavemeti çok fazladır ve imal tarzı dolayısıyla kesiksiz bir nakil olarak kabul edilemez.

Ölçü transformatörlerinin sekonder devrelerine bağlanan ölçü aletleri, tehlikesiz yerlere vazedilmiş olmakla beraber, hemen ekseriya demir iskeletin yanı başındadırlar. Bu sebeple meskûr transformatörlerin sekonder devre sargıları müşterek toprağına bağlanmalıdır ki demir iskeletle aralarında tehlikeli bir gerilim farkı zuhur etmesin.

Ölçü transformatörlerinin göreceği iş ne olursa olsun bunların sekonder devrelerinin topraklanması lazımdır. Yüksek gerilim tesisatını havi bina ve açık hava talfi merkezinden en yakın direğe kadarki zemin ile direk arasında tehlikeli bir gerilim farkı hasil olmaması için yüksek gerilimli bir hava hattının koruma teli koruma topraklamasına bağlanmalıdır.

Madde 16 — (Koruma topraklaması hatları) Koruma topraklamasının irtibat nakilleri çıplak tel olacak ve izolâtörler üzerine tespit edilmeyeceklerdir. Koruma topraklamasının bağlanması gereken muhtelif gerilim sistemlerine ait kısımlar müşterek bir toprak hattı vasıtasıyla bağlanabilirler.

Madde 17 — (İşletme topraklaması) İşletme topraklaması, normal olarak gerilim altında bulunan tesisat kısımlarını geçici topraklamaya veya kuvvetli akım devrelerinin bazı noktalarını, aşırı gerilimleri önlemek veya zararsız hale sokmak için daimi olarak topraklamaya yarayan topraklamaya denilir.

İşletme topraklamasına aşağıdaki tesisat kısımları bağlanır:

Aşırı gerilim gidericileri sistemin nötr noktası veya kutuplarından biri (Eğer işletme bakımından böyle bir topraklamaya ihtiyaç varsa), koruma teliyle donatılmış hava hatlarının topraklama ayırıcıları bunun dışındadır.

Madde 18 — (İşletme topraklaması hatları) jeneratörlerin ve güç transformatörlerinin yüksek gerilim sargılarının nötr noktaları ve kutuplarının işletme anında direkt topraklaması, 21'inci madde

ye uygun bir toprak iletkeniyle yapılır. Bunun kesiti, kendisine paralel bağlı madeni kısımların kesiti dikkate alınmadan 21'inci maddeye göre tayin edilmelidir.

Aşırı gerilim gidericilerinin toprak nakilleri bunların civarında en kısa yoldan koruma topraklamasına bağlanmalıdır. Eğer topraklama noktasına doğru madde 21'deki şartlar uygun en az iki yol mevcutsa aşırı gerilim gidericileri, gerilim transformatörlerinin kutupları ve toprak teliyle mücehhez havaî hatların topraklama ayırıcıları için başka toprak hattı çekmekten vaz geçilebilir.

Yüksek gerilimli tesisatın haricinde bulunan şebeke kısımlarına bağlanmış alçak gerilimli tesisatın işletme topraklamaları hususî topraklama olmak dolayısıyla, yüksek gerilimli tesisatın işletme ve koruma topraklamalarından ayrılmış olmalıdırlar.

Madde 19 — (Hususî topraklamalar) Koruma topraklamalarıyla işletme topraklamalarında bir potansiyel farkı mevzubahis olduğu takdirde (Bina veya açık hava istasyonları gibi, yüksek gerilimli tesisatın bulunduğu mahaller uygun olmayan bir bütün teşkil ettiği hallerde) bu potansiyel farkının meskûr tesisatın dışındaki kısımlara sirayet etmesini önlemek için hususî topraklamak kullanılması elzemdir.

Her bir hususî topraklamaya şu kısımlar bağlanacaktır :

a) Dahilî veya açık hava tipi bir yüksek gerilim tesisatına ait koruma ve işletme topraklamalarının tesir sahası haricinde bulunan zayıf akım ve gerilim devreleri ile bunlara ait aşırı gerilim gidericileri ve bundan başka, bu gibi devrelere bağlanan ve bunlara karşı en az 4000 volt muayene gerilimine göre izole edilmemiş olan cihazların muhafazaları.

b) Koruma teli bulunmayan havaî hatlar tamirat dolayısıyla devre harici edildiği müddetçe, (Elektrikli trenlerin temas telleri müstesnadır).

c) P.T.T. İdaresinin zayıf akım hatlarının aşırı gerilim gidericileri.

Madde 20 — (Hususî topraklamaların hatları) Hususî topraklamalara ait irtibat hatlarının diğer bütün toprak hatlarından tamamıyla ayrılmış olması lâzımdır. Yüksek gerilimli tesisatta bunları ve kendilerine bağlanmış bulunan tesisat kısımlarını koruma ve işletme topraklarına bağlanmış bulunan bütün tesisat kısımlarına karşı en az 4000 volt tecrübe gerilimine göre izole etmelidir.

NOT : Müstakil toprak hatlarının diğer bilcümle toprak hatlarından tamamıyla ayırmadıkça ve onlarda nasıl olabilecek azamî gerilime karşı izole etmedikçe, yüksek gerilimli bir tesisata ait bulunan mevzii bir tesisin koruma veya işletme topraklamasında hasıl olacak gerilimlerin bu tesisata bağlı bulunan şebekele-

re sirayet etmesine müessir surette mani olmak imkânsızdır. Hususî topraklamanın bu şekilde tertiplenmesi mevzii transformatör merkezlerinde de mümkündür. Tali merkezlerde, merkezden çıkan zayıf akım veya alçak gerilim hatlarını koruma transformatörleri vasıtasıyla içerdeki tesisattan ayırmak ekseriya daha elverişlidir. Bu suretle hususî topraklama kullanmaya lüzum kalmaz.

Madde 21 — (Topraklama hatlarının yapılışı) Topraklama bağlantı iletkenleri üzerine ne sigorta ne de ayırıcı konulamaz, bu iletkenler muhtemel toprak akımlarına tahammül edecek şekilde ölçülendirilmelidir.

Elektrodu topraklama noktasına veya tesisata bağlayan nakiller mümkün oldukça elektrodun madenin cinsinden olmalıdırlar. Bakırdan iseler kesitleri en az 16 mm² olmalıdır. Eğer bakırdan başka bir madenden iseler kesitleri hiç olmasa aynı iletimi sağlayacak ebatta hesaplanmalıdır. Gizli veya ulaşılamaz yerde bulunan iletkenlerin kesitleri en az 50 mm² olmalıdır.

Topraklama iletkenleri ve bağlantıları kolayca tanınabilecek şekilde olmalıdırlar. Toprağa gömülü olmayan kısımlarda bu iletkenler kontrolü sağlamak için bütün uzunlukları boyunca ulaşılabilir vaziyette olmalı ve binaların yanabilen kısımlarından ayrılmış olmaları gibi korozyon ile mekanik darbelerle karşı da korunmuş olmalıdırlar. İmkân nisbetinde topraklama iletkenlerinin keskin dirsekler yapmaması temin edilmelidir.

Madde 22 — (Topraklama noktalarına ve elektrotlara giden nakiller) Topraklanacak kısımları ihtiva eden bina veya açık hava tipi tesisattan itibaren toprak elektrotlarına kadar 24'üncü maddenin lüzumlu kıldığı en az her yarım metre kare elektrot alanı için bir bağlama hattı çekilmiş olacaktır.

Binalara hemen girişlerinde veya açık hava tesisatına bağlandıkları noktalarda bu hatlar, sökülmesi kolay bir bağlantı ile teşhiz edilerek kontrol imkânı sağlanmış olacaktır. Bu yönetmelikte binaya giriş veya açık hava tesisatına bağlanmış noktasına «Topraklama noktası» adı verilmiştir.

Koruma topraklamalarının bütün topraklama noktaları ile işletme topraklamaları arasındaki irtibat emin, uzun ömürlü ve büyük iletkenli olmalıdır. Buna mukabil hususî topraklamaların topraklama noktaları gerek birbirlerinden ve gerekse koruma ve işletme topraklamalarının topraklama noktalarından ayrı olacaktır.

Madde 23 — (Topraklama elektrotları) Topraklama için tercihan suni elektrotlar kullanılacaktır. Bundan başka binalar içinde veya açık hava istasyonlarında bulunan tabii elektrotlardan daimî olarak zemin ile iyi bir temas imkânı bağışlayanlar, suni elektrotlarla

birlikte koruma ve işletme topraklaması olarak kullanılabilir. Eğer suni elektrotların yapılması zor ise ve toprak direnci 2 ohm'dan az olan bir tabii elektrot temin etmek imkânı bulunursa suni elektrot kullanmaktan vazgeçilebilir.

NOT : Elektrik akımının arzu edilen noktada toprağa akmasını sağlayan, zemine gömülen madeni kitlelere suni elektrotlar denilir. Yalnızca genel bir su dağıtım şebekesinin boruları tesirli tabii elektrotlar olarak kullanılabilirler. Ancak ekseriya tamirat maksadıyla su şebekesinin kesilmesi uğradığını hatırlatmak doğrudur.

Madde 24 — (Elektrotların asgari sathları) Koruma ve işletme topraklamaları için tesis edilen elektrotların toplam müessir sathları en az mevcut yüksek gerilimli sistemlerin adedi kadar metre kare olmalıdır. Eğer aynı zamanda alçak gerilimli sistemler de varsa mevcut müessir sath en az 1 metre kare arttırılacaktır.

Gerek zayıf akım ve alçak gerilim tesisat devrelerinin özel topraklama için ve gerekse koruma teli bulunmayan, devreden çıkarılmış yüksek gerilim hava hatlarının topraklanması için her vaziyette müessir sathı en az 0,5 metre kare olan ayrı birer elektrot tesis edilecektir.

Toplam gücü 300 KVA'yı geçmeyen alçaltıcı transformatör merkezlerinde, yüksek gerilim tarafının işletme ve koruma topraklaması olarak müessir sathı en az 0,5 m² olan bir elektrot tesis etmek kâfidir. Buna mukabil alçak gerilim tarafında birbirlerinden bir hayli farklı gerilimleri ihtiva eden muhtelif sistemler varsa her sistem için ayrı bir topraklama tesis etmek icabeder. Bu topraklamaların her biri müessir sathı en az 0,5 m² olan müstakil bir elektrot havi olacaktır.

Madde 26 — (Elektrotların cinsi) Suni elektrot levhalar, borular veya şeritlerle yapılır. Bunlar evsafı bozulmayacak madenlerden veya bu işe elverişli madeni kitlelerden yapılmış olacaktır. Bakır levhalar en az 2 mm, demir saçlar ise en az 3 mm kalınlıkta olmalıdır.

Elektrotları teşkil edecek boruların iç çapı en az 50 mm ve uzunlukları da en az 2 m olacaktır. Bir elektrodu teşkil eden müstakil borular birbirlerinden en az 2 m mesafeye konulacaktır.

Bir elektrodu teşkil eden şeritler eğer bakırdan iseler en az 90 mm² kesitinde ve en az 3 mm kalınlığında, eğer demirden iseler kesitleri 150 mm² den ve kalınlıkları 5 mm den az olamaz.

Madde 27 — (Elektrotların yerleştirilmesi) Birbirlerine gayri müsait tesirleri olmaması için plâka veya boru şeklindeki elektrotlar arasında en az 2 m mesafe olmalıdır. Elektrotlar mümkün mertebe dikine gömülmeli ve sathıktan iklime göre 80 ilâ 150 cm derinde bulunmalıdır.

D — AŞIRI GERİLİMLERDEN KORUNMA :

Madde 30 — (Aşırı gerilimlere karşı tedbirler) Tehlikeli olan aşırı gerilimler ve arızı olarak gerilim altına girmeler, tesisatın imalatındaki hususiyetlerle imkân dahilinde önlenmiş olacaktır. Uygun vasıtalar kullanılarak bunların vukuu önlenecek, münasip şekilde seçilmiş aletlerle tesiri azaltılacaktır.

Madde 31 — (Statik yüklerin akıtılması) Umumi kaide olarak, yüksek gerilimli alternatif akım tesisatı statik yüklerden doğan tehlikeli aşırı gerilimlere karşı, sistemin herhangi bir simetri noktası daimi topraklanmak suretiyle korunacaktır.

E — AŞIRI AKIMLARDAN KORUNMA :

Madde 32 — (Aşırı akım tesirlerine karşı tedbirler) Tesisatın bütün kısımları, işletme şartları ne olursa olsun, kısa devre akımının devre harici edilmesine kadar ve bu devre harici edilme anı da dahil olmak üzere azami kısa devre akımının tesiriyle şahıslar için herhangi bir tehlike vukuuna, yangın zuhuru veya tesisatın hasara uğramasına mani olacak şekilde tesis edilmiş ve ebatlandırılmış olacaktır. Isınma bakımından kısa devre akımının sürekli kıymeti ve dinamik tesirler bakımından da kısa devre akımının ani azami kıymeti nazara alınacaktır.

Madde 33 — (Sigorta ve otomatik kesiciler) Umumi kaide olarak, tesisat kısımlarının aşırı akımlara karşı korunması ya sigortalara veya otomatik kesicilerle yapılacaktır.

Aşırı akımlardan korunma, tehlikeye giren nakillerin her türlü arıza halinde kesilmelerini sağlayacak şekilde olmalıdır. Buna karşılık topraklanmış sistemlerde aşırı akımlara karşı korunma tertibatı, çalışırken ne toprağı sistemden ayıracak ve ne de topraklama direncinin artmasına sebep olacaktır.

Sigortalar ve otomatik kesiciler bağlandıkları yerde meydana gelebilecek en şiddetli kısa devre akımını emniyetle kesebilecek şekilde seçilmiş olacaktır.

Kesiciler, hasara uğrayarak kullanılmaz hale gelmeksizin, arkası arkasına birçok defa devre kesmelerine tahammül edebileceklerdir.

F — CİHAZLAR :

Madde 40 — (Kesici ve ayırıcıların vaziyetleri) Açılmış vaziyette kesiciler ve ayırıcılar devreyi tamamen ve emniyetle kesmiş olmalıdırlar. Hava hatlarının kesicileri ve ayırıcıları hava vaziyeti ne olur-

sa olsun bu şarta uyacaklardır. İrtibat tesislerinde ve hava hatlarında devre açma ve kapama vaziyetleri açık olarak işaretlenmiş bulunacaktır. Bilhassa nihai vaziyetler hiç bir yanlış anlamaya imkân veremeyecek şekilde işaretlenecektir.

Madde 41 — (Tali devrelerin aşırı cereyanlara karşı korunması) Yardımcı bir akımla ana otomatik cihazları hareket ettiren röle, elektromagnet gibi tertibat devrelerinde umumî kaide olarak sigorta bulunmayacaktır. Eğer işletme sebepleri dolayısıyla bunlar gerekli ise, yardımcı akımın birkaç misli bir akımı sürekli olarak taşıyabilmelidirler.

G — KAPALI YERLERDEKİ İRTİBAT TESİSATI :

Madde 58 — (Toprağa karşı gerilimi 250 volttan yüksek gerilim altındaki aksam ile temasa karşı korunma) İşletme esnasında personelin girip çıkması icap eden irtibat tesisatına tahsis edilmiş mahallerde nâkillerin herhangi biriyle zemin arasında işletme gerilimi 250 voltu geçtiği takdirde, koridorlar en az aşağıda zikredilen ebadı haiz olacaklardır. Bu gibi mahallere mania, ayırma duvarı ve saire gibi aşağıda bahsedilen korunma tertibatı tesis edilmiş bulunmalıdır. Eğer gerilim altında bulunan kısımlar daimi surette herhangi bir temasa karşı muhafaza edilmiş veya temaslar başka usullerle tehlikesiz hale getirilmiş ise kafes, mania gibi tertibattan vaz geçilebileceği gibi ebatlar da daha küçük alınabilir.

Eğer manialarla muhafaza edilmiş bulunan gerilim altındaki kısımlar koridorun yalnız bir tarafında bulunuyor iseler bu kısımların karşiki duvara mesafeleri en az 1,20 metre olacak ve buna işletme geriliminin beher kilovoltu için 1,2 santimetre ilâve edilecektir. Eğer gerilim altında bulunan kısımlar sağlam ve delikleri küçük bir kafesli mania veya ayırma duvarları vasıtasıyla 1,40 metre irtifaa kadar korunmuş iseler bu mesafeden onda bir indirilebilir.

Eğer mania vesaire ile korunmuş bulunan gerilim altındaki kısımlar koridorun her iki tarafında da bulunuyor ise bu kısımlar arasındaki mesafeler en az 1,40 metre olacak ve buna işletme geriliminin beher kilovoltu için 2,4 santimetre ilâve edilecektir. Eğer muhafaza edilmiş bulunan kısımlar koridorun her iki tarafından da 1,40 metre irtifaında sağlam ve delikleri küçük kafesler veya ayırma duvarları ile muhafaza edilmiş iseler yukarıdaki mesafe onda bir nispetinde azaltılabilir.

Eğer bu koridorlarda cihazlar manevra edilmiyorsa veya kontrol edilecek aletler bulunmuyorsa ve işletmede lüzumlu nakil işleri tehlikesizce yapılabiliyorsa yukardaki kısımda zikredilen mesafelerden onda bir indirme daha yapılabilir.

Gerilim altında olup korunmamış kısımlar herhangi bir işletme koridorunun üst tarafına vaz edilmiş iseler, bu kısımların döşemeye mesafesi en az 2,30 metre olacak ve buna işletme geriliminin her kilovoltu için 1,2 santimetre ilâve yapılacaktır. Eğer bu kısımlar ayırma duvarları veya kafes tele muhafaza edilmiş iseler gelecek iki paragraftaki mesafeler muteber olacaktır. Eğer mevzubahis koridorlarda izole edici tabureler veya basamaklar bulunur ise asgari irtifa bu özel noktalardan itibar edilecektir.

Her ne surette olursa olsun koridorun hiç bir zaman serbest genişliği 85 santimetreden az olmayacaktır. Giriş ve kapılarda bu mesafe 70 santimetreye indirilebilir. Koridorların ve kapıların serbest yüksekliği her yerde en az 2 metre olacaktır.

Gerilim altındaki kısımlarla manialar ve parmaklıklar arasındaki mesafe 10 santimetreden az olmayacak ve buna işletme geriliminin beher kilovoltu için 0,8 santimetre ilâve olunacaktır. Eğer ayırma duvarı ve küçük delikli tel kafes varsa bu mesafe 5 santimetre azaltılabilir.

Yukarıda bahsedilen mesafelerin hepsi normal şartlar dahilinde muteber olan asgari mesafelerdir. Eğer bazı aletlerin çalışmaları etrafını önemli bir şekilde işgal ederse (Meselâ boynuzlu paratönerler gibi) veyahut işletme esnasında icra edilecek nakil işi veyahut işletme esnasında icra edilecek nakil işi veyahut da aletlerin bakım ve işletmesi büyük bir alanı gerektiriyorsa, bu mesafeler ona göre artırılacaktır.

Personelin daimi surette bulunmasını icap ettiren mahallerde, gerilim altında bulunan kısımlara, dikkatsizlikle dahi olsa dokunabilmek imkânsız olmalıdır.

Madde 62 — (Tevzi tablo ve hücreleri) Tevzi tablo ve hücrelerinde bütün geliş ve gidiş elektrik hatları gayet açık ve irtibatları kolayca kesilebilir ve muayene edilebilir şekilde olacaklardır.

Her tarafı kapalı olan ve yüksekliği 2,20 metreden az olan hücrelerin ve tevzi tablo yükseklikleri 2,20 metreden az şasilerin üst kısımları da kapalı olacaktır.

H — TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ :

Madde 63 — (Genel hüküm) Aşağıdaki maddelerde başka durumlardan bahsedilmemiş ise, irtibat tesisatına ait hükümler transformatör merkezlerine de tatbik olunur.

Madde 64 — (Transformatör merkezleriyle yüksek gerilimli şebekenin irtibatlarının açılma veya kesilmesi) Hava bir elektrik hatıyla beslenen her transformatör merkezi şebekeden ve diğer tesisat-

lardan oraya konmuş olan bir kesiciyle ayrılabilmelidir. Eğer hat kesicisi vasıtasıyla emniyetli bir surette akımı kesilemeyecek kadar merkezin gücü büyük ise, bu akımı merkez içerisindeki yüksek gerilim tarafından süratle kesebilmek imkânı ayrıca temin edilmiş olmalıdır.

Yeraltı kablolarıyla beslenen transformatör merkezleri kablo başlıklarının hemen yanında bulunacak ayırma tertibatı ile ayrılabilmelidirler. Bundan başka merkezin dahili tertibatı yükü süratle kesebilmek imkânını vermelidir. Eğer bu yük kesme, kesiciler vasıtasıyla yapılıyorsa, kabloyu ayırmak için uzaklara gitmek icab ettiği hallerde, kablo başlıklarının hemen civarında ayırıcılar da ilâve edilmelidir.

Madde 65 — (Merkezlerden hatların ayrılması) Transformatör merkezlerinde primer ve sekonder taraflarda toplama barlarından veya derivasyondan çıkan her hat, gerilim altında manevra edilebilir cinsten bir ayırma tertibatına sahip olacaktır.

Madde 66 — (Aşırı akımlardan korunma) Transformatör, tam yükteki normal akımının dört katına eşit bir akımı mümkün olan en kısa bir anda kesebilecek tarzda yüksek gerilim tarafında ve bütün kutuplarında aşırı akımlara karşı korunmuş olacaktır. Eğer normalin dört misli olan bu akım 6 amperden az ise normal akımı 6 amper olan sigortalar kullanılabilir. Gerilim transformatörlerinin aşırı akımlara karşı korunma tertibatı bu şarta tabi değildir.

I — AÇIK HAVA TESİSATI :

Madde 67 — (Tatbik sahası) Bu kısmın şartları gerek tamamen açık havada tesis edilmiş gerekse her tarafı tamamiyle kapatılmış tesisata aittir. Dahili tesisattan sayılan açık hava tesisatıyla havaî hatlar ve gerilim altında olup korunmamış kısımları, havaî hatlar için müsaade edilen asgarî yüksekliklerin altında bulunmadığı direk üzerine tesis edilen transformatör postaları hariçtir.

Madde 68 — (Korunma tertibatı ve geçitlerin ebadı) Aşağıdaki maddelerle tezat teşkil etmedikçe irtibat tesisatına ait şartlar açık hava tesisatına da tatbik olunurlar.

Açık hava tesisatı en az 1,80 metre yüksekliğinde ve hususî vasıtalar kullanmaksızın işletmenin yabancısı olan kimselerin içeriye girmelerini imkânsız kılacak bir mania ile çevrilmelidirler.

Bu manianın içerisine maniadan itibaren işletme geriliminin beher kilovoltu için 1,2 santimetre ilâve edilmek şartıyla 1,5 metre genişliğindeki ve zeminden en az 6 metre yüksekliğindeki kısma hiç bir yüksek gerilimli tesisat kısmı konulamaz.

Manianın içinde 2 metreye işletme geriliminin beher kilovoltu için de 1,2 santimetre ilâvesiyle elde edilen yükseklikten az bir yüksekliğe konulmuş bulunan gerilim altındaki kısımların herhangi bir tarafına ulaşılması, dikkatsizlikle dahi olsa, personel için hiç bir tehlikeyi mucip olmayacak durumda bulunmalıdır.

Madde 69 — (Alet ve mesnetlere müteallik şartlar) Bütün cihazlar ve aletler uzun zaman sıcaklık değişmelerine ve iklim kötülüklerine (Rutubet, rüzgâr, buz ve kar toplanması, elektroliz) işlemleri zorluğuna maruz kalmaksızın tahammül edecek şekilde imal edilmiş, seçilmiş ve tertiplenmiş ve bu yolda bir bakıma tabi tutulmuş olacaktır.

Bütün mesnetler havaî hatlardaki şartlara göre ölçülendirilmiş olacaktır. Seksiyonerler, ölçü transformatörleri v.s. gibi cihazların az yükseklikteki şasileri bu maddeye göre mesnet sayılmazlar.

J — HAVAİ HATLAR :

Madde 73 — (Tatbik sahası) Aşağıdaki maddeler açıkta tesis edilmiş bulunan bütün elektrik hatlarına tatbik olunur.

Elektrikli trenlere ait temas hatları bu yönetmelik hükümlerine tabi olmayıp ayrı hükümlere tabidir.

Madde 74 — (Manzaranın muhafazası) Havaî hatlar tesis edilirken tabii manzarayı mümkün mertebe az bozacak şekilde tertiplecektir.

Madde 75 — (İlânat) Meskûn mahallere pek yakın olarak geçen kuvvetli akım elektrik hatları çekenler mahallî usullere göre aşağıdaki talimatı yayınlayacaklardır.

- a) Hatların tehlikeleri,
- b) Elektrik hatlarının civarında çalışanların almaları icabeden ihtiyat tedbirleri,
- c) Yere düşen bir tel hakkında alınması lâzım gelen tedbirler,
- d) Elektrik akımı sebebiyle vaki olan kazalarda ilk yardım tedbirleri.

Bundan başka elektrik hatları meskûn mahallerin bir kısmından geçtiği takdirde kuvvetli akım tesisatını kurduranlar mahallî idari teşkilâtla anlaşarak itfaiye ekibi içerisine elektrik hatları ve bunlarda yapılacak işlere ait bilgi ve melekesi olan kimselerin katılmasını temin edeceklerdir.

Madde 76 — (Revizyonlar) İşletmeler tarafından zaman zaman havaî hatlar, direkleri ve topraklamaları da dahil olduğu halde muayeneye tabi tutulacaklardır.

Bu muayene ve revizyonların neticeleri muntazam surette deftere kaydedilecektir.

Madde 77 — (Devre harici hatlar) Servis harici edilen hat topraklanacaklardır.

Uzun bir zaman için servis harici bulundurulacak havaî hat ya tamamen sökülecek veyahutda serviste olan hatlar gibi muntazam ve periyodik bir surette bakıma tabi tutulacaklardır.

Madde 78 — (Havaî hat çeşitleri) Bundan sonra gelen maddelerde :

a) Adi hatlar tabiriyle anılan hatlar birbirini takip eden mesnet arası 50 metreyi geçmeyen hatlardır.

b) Büyük aralıklı hatlar ise birbirini takip eden iki mesnet arası 50 metreyi geçen hatlardır.

Madde 79 — (Adi hatlarda anormal aralıklar) Adi hatlarda azami 50 metre aralık ancak kaçınılmaz sebeplerle arttırılabilir. İki mesnet arasındaki mesafeyi sırf gayrimenkul bir mülkün hududunu direk dikmek için arttırmak şayanı kabul değildir. Adi hatlardan olup güzergâh mecburiyeti dolayısıyla 50 metreden fazla bir aralık icap ederse bu kısım büyük aralıklı hatlar gibi muameleye tabi tutulur.

Madde 80 — (Nâkil olan malzeme) Nâkiller bakır veya alüminyum yahut sağlamlık ve kimyevî tesirlere mukavemet bakımından bunlara eş alaşımdan yapılmış olacaklardır.

Demir veya çelik tel ve halatlar ancak kullanıldıkları mahalde vaki olacak bütün tahripkâr tesirlere sürekli olarak mukavemet arz edebilecek madenî kaplama ile fasılasız olarak muhafaza edildikleri takdirde kullanılabilirler.

Kesitleri ve neveleri ne olursa olsun havaî hatlarda kullanılan alüminyum tellerle kesitleri 16 mm² den fazla olan büyük aralıklı hatlarda kullanılan başka malzemeden teller örgülü cinsten olacaklardır.

Madde 81 — (Çıplak ve izole nâkilleri) Umumî kaide olarak havaî hatlar çıplak örgülü ve örgütlü tel olarak tesis edileceklerdir. Üzerlerinde yalıtkan bir kılıf bulunan nâkiller ancak istisnâî olarak kısa ömürlü tesisat mevzu bahis olduğu ve aynı zamanda da kılıfın atmosferik tesirlere bu tesisat serviste kaldığı müddetçe dayanabileceğine tam bir kanaat hasıl olduğu takdirde kullanılabilirler.

Madde 86 — (İzolâtörler) İzolâtörler havaî tesirlere mukavim olacaklar ve işletme esnasında vuku bulacak elektrik ve mekanik zorlamalara tahammül edebilecek mukavemete sahip olacaklardır.

İzolâtörleri demirlerine tespit etmek ve muhtelif kısımlarını birleştirmek için kullanılacak malzeme herhangi hacim değişmesi veya benzeri hadiseler dolayısıyla bu izolâtörleri lüzumundan fazla zorlamalara maruz bırakmayacaktır.

Madde 88 — (Nâkillerin zeminden yüksekliği) Umumî kaide olarak azami sehimde nâkilerin zemine olan asgari mesafesi aşağıdaki gibi olacaktır.

YER	DİK OLARAK ÖLÇÜLEN MESAFE	
	Y. Gerilim (Metre)	A. Gerilim (Metre)
Yayaların az dolaştığı ve vesait işletmesine müsait olmayan muntikalar (Dağlar, meralar, vasıta geçmez sular)	6,0	5,0
Vesait işletmesine müsait muntikalar (Çayırklar, tarlalar, köy yolları)	6,5	5,5
Meskûn mahaller, umumî yollar, sokak ve meydanlar	7,0	6,0

Madde 89 — (Ağaçlarla parklar arasındaki mesafe) Havaî hatların civarındaki ağaçlar hatların emniyetini ihlâl etmeyecek şekilde bulunacak veyahut tamamen sökülecektir. Nâkillerle bunların yakınlıklarında bulunan meyva ağaçları arasındaki mesafe, bu ağaçların bakımını yapan kimselerin nâkillerle dikkatsizlik neticesinde temas gelmelerini önleyecek kadar olacaktır.

Madde 93 — (Direk tipleri) Direkler, proje ve tatbikatta umumîyetle aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

- 1 — Taşıyıcı direkler.
- 2 — Köşe direkleri.
- 3 — Köşede durdurucu direkler.
- 4 — Durdurucu direkler.
- 5 — Nihayet direkleri.
- 6 — Geçit direkleri.
- 7 — Tevzi direkleri.

Madde 94 — (Büyük aralıklı direklerin malzemesi) Büyük aralıklı hatların direkleri umumî kaide olarak uzun ömürlü malzemeden olacaklardır. Taşıyıcı direk olarak hususî hallerde ağaç direk de kabul edilebilir.

Büyük aralıklı hatların köşe ve durdurucu direkleri için ağaç, ancak istisnâî hallerde kabul olunabilir.

Uzun ömürlü malzeme ile yapılan direklerde izolâtörlerin tespiti için hava şartlarına dayanıklı ağaçlardan yapılmış ve direğe ankastre edilmiş mesnetler kullanılabilir.

Madde 96 — (Muhtelif tip direklerin hesabı için özel şartlar) Hattın durumu ve tahammül edeceği yükler bakımından her tip direğin hesabı aşağıdaki şartlara tabidir. (Alçak gerilim şebekesinde nötr hattı faz nâkilleri gibi nazarı itibare alınacaktır.)

Konsol ve izolâtör demirlerinin hesabı, direk hesaplarında nazarı itibare alınan şartlardaki kuvvetlere göre yapılmakla beraber, durdurucu ve nihayet direklerinde ayrıca hattın tek taraflı azami cer kuvvetine göre de kontrol edilecektir.

I) Taşıyıcı direkler :

1. Durum :

Hat istikametine dik yönde nakillere, nötr veya toprak tellerine, direğe ve izolâtörlere gelen rüzgâr kuvveti ve buzsuz olarak bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

2. Durum :

Hat istikametinde direğe, konsol ve izolâtörlere gelen rüzgâr kuvveti ve aynı istikamette nakillerin koruma teli hariç azami gerilmelerin % 2'sine müsavi tek taraflı bir cer kuvveti ve buzsuz bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

3. Durum :

Zincir izolâtörlü hatlarda en gayri müsait burulmayı hasıl edecek bir nakilin kopması halinde, bu nakilin azami çekme kuvvetinin 1/3'ü ve burulma momentinin 1/3 ile direk tahkik edilecektir. Rüzgâr ve buz yükü nazarı itibare alınmayarak yalnız buzsuz ağırlıklar ile hesap yapılacaktır.

II) Köşe direği :

1. Durum :

Nakillerin ve toprak telinin azami cer kuvvetlerinin bileşkesine müsavi bir kuvvet ile buz yüklü ağırlıklar nazarı itibare alınır.

2. Durum :

+ 5° C'ta nakillerin ve toprak telinin cer kuvvetlerinin bileşkesi ile açığortayı yönünde direğe, konsol ve izolâtörlerle nakillere

ve toprak teline gelen rüzgâr kuvveti ve buzsuz vaziyette bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

3. Durum :

Açıortaya dik istikamette direğe, konsol ve izolâtörlere gelen rüzgâr kuvvetleriyle buzsuz vaziyette bütün ağırlıklar ve nakillerin (Koruma teli hariç) azami gerilmelerinin % 2'sine müsavi tek taraflı bir kuvvet nazarı itibara alınır.

4. Durum :

Taşıyıcı direklerin üçüncü durumunun aynı.

III) Durdurucu direkler :

1. Durum :

Nakillerin azami çekme kuvvetlerinin aşağıdaki cetvele uygun olarak alınacak bir yüzdesine müsavi ve direk eksenine tesir eden tek taraflı bir kuvvet ile buz yüklü bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

İletkenlerin toplam adedi
(Koruma teli hariç)

Hesapta kullanılacak
Yüzdelere

2	% 100
3	% 75
4	% 60
5	% 50
6 veya daha fazla	% 40

2. Durum :

Zincir izolâtörlü hatlarda en gayri müsait burulmayı vücuda getirebilecek komşu iki nakilin veya bir nakilin kopması halinde, meydana gelebilecek azami çekme kuvvetinin ve burulma momentinin 3/4'ü ile direk tahkik edilecektir.

Eğer nâkillerin momentini azaltıcı bir tertibat mevcutsa bunu ispat edici hesap verilmek şartıyla bu hususun nazarı itibare alınması kabul olunabilir.

3. Durum :

Hat istikametine dik yönde direğe, konsol ve izolâtörlere nâkil-

lerle koruma teline gelen rüzgâr kuvveti ile buzsuz vaziyette bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

IV) Köşede durdurucu direk :

1. Durum :

Nâkillerin ve koruma telinin azami cer kuvvetlerinin bileşkesi ne müsavi bir kuvvet ile buz yüklü bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

2. Durum :

+ 5°C'ta nâkillerin ve koruma telinin cer kuvvetlerinin bileşkesi ile bu bileşke yönünde direğe, konsol ve izolâtörlerle nâkillere ve koruma teline gelen rüzgâr kuvveti, buzsuz vaziyette bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

3. Durum :

İletkenlerin azami gerilmelerinin bu maddenin durdurucu direkler kısmının 1. durumunda gösterilen yüzdeler cetveline uygun olarak bir hat istikametinde zayıflama nazarı itibare alınacak ve böylece bulunacak bileşke kuvveti ile buzlu vaziyette bütün ağırlıklar hesaba alınacaktır.

4. Durum :

Durdurucu direklerdeki ikinci durumun aynı.

V) Nihayet direkleri :

1. Durum :

Nâkillerin ve koruma telinin azami cer kuvvetlerine müsavi ve tek taraflı bir cer kuvveti ile buz yüklü bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır. Ayrıca nâkillerin tespit edilmiş şekline tabi olarak bir burulma momenti mevcutsa bu da nazara alınacaktır.

2. Durum :

En gayri müsait burulmayı vücuda getirebilecek komşu iki nâkilin veya bir nâkilin kopması halinde meydana gelebilecek burulma momenti ve cer kuvveti ile direk tahkik edilecektir.

3. Durum :

Hatta dik istikamette nâkillikle koruma teline, direğe, konsol-

lara ve izolâtörlere gelen rüzgâr kuvveti ile buz yüksüz ağırlıklar nazarı itibare alınır.

VI) Tevzi direkleri :

a) Taşıyıcı ve köşe direklerinden bir istikamette şube hattı ayrılması halinde:

1. Durum :

Şube hattı istikametindeki tellerin azami çekme kuvvetleri ile buz yüklü bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

2. Durum :

Şube hattı istikametindeki tellerin + 5°C'deki çekme kuvvetleri ile aynı istikamette direğe, konsol ve izolâtörler ile ana hat tellerine gelen rüzgâr kuvveti ve buzsuz vaziyette bütün ağırlıklar nazarı itibare alınır.

3. Durum :

Ana hat istikametinde direğe konsol ve izolâtörler ile şube hattı nâkilleri rüzgâr kuvveti ve aynı istikamette ana hattın azami çekme kuvveti % 2'si ve buz yüksüz ağırlıklar nazarı itibare alınır.

b) Her iki istikamette durdurma bağı ile bağlanmış nâkillerin tevzi edildiği direklerde:

1. Durum :

Azami gerilmelerin tahakkuk ettiği andaki bileşke kuvveti ve buz yüklü ağırlıklar nazarı itibare alınır.

2. Durum :

En büyük bileşke kuvveti verecek şekilde bir istikamette hat koparılacak ve bileşke istikametinde direğe ve aksamına rüzgâr kuvveti ile buz yüklü ağırlıklar nazarı itibare alınacaktır.

Madde 99 — (Ağaç direkler üzerine yazılacak yazıları) Emprenye edilmiş ağaç direkler üzerine aşağıdaki işaretlerin net ve bozulmaz şekilde sıcak damga ile basılması lazımdır. Zeminden 4,5 metre yüksekliğe emprenye edildiği sene ve bunun üzerine direğin uzunluğu ile varsa emprenye eden fabrikanın alâmeti.

Bütün direkler direk sahibinin markasını, sıra numarasını, dikildikleri seneyi hâmil olacaklardır.

Madde 100 — (Ağaç direklerin ebadı) Tek direklerin çapları aşağıdaki rakamlardan küçük olamaz.

	Zeminden 2 metre yükseklikte	Zirve
8 metre toplam uzunluğa kadar	16 cm	11 cm
9	17	12
10	18	12
11	19	13
12	20	13
13	21	14
14	22	14
15	23	15
16	24	15
17	25	15
18	26	15
19	27	15
20	28	15
21	29	15
22	30	15

Madde 102 — (Ağaç direklerin malzemesi) Ağaç direk ve ağaç direk aksamı için en iyi cins malzeme kullanılacaktır.

Yumuşak etli ağaçtan yapılmış olan direkler emin bir usulle empenye edilmiş olacaktırlar. Ancak çok kısa bir zaman sonra ortadan kaldırılması mukadder olan tesisat ile, empenye edilmiş direk temini çok masraflı veya müşkül olduğu haller istisna teşkil edebilir.

Hava şartlarına karşı hususi bir mukavemeti haiz olan direkler empenye edilmeden kullanılabilirler.

Madde 103 — (Ağaç direklerin rutubetten korunması) Ağaç direklerinin zirvesi yağmur sularının nüfuz etmesine karşı muvafık surette muhafaza edilmelidirler.

Çift direklerden yapılmış olan ağaç direklerde irtibatlar yağmur sularının toplanmasına mani olacak şekilde yapılmalıdır. Erken çürümeye mani olmak için de direklere katran veya muadili bir madde sürülmelidir.

Madde 105 — (Ağaç direklerin tesbiti) Ağaç direkleri en az aşağıdaki derinliklere dikilmelidir:

Zeminden itibaren direk yüksekliği 8 metreye kadar olan direk-

ler 130 cm beher metre fazla irtifa için bu derinliğe 10 cm ilâve edilir.

Ağaç direkleri, mahalli şartlarda nazara alınarak çepeçevre taşlarla tespit edileceklerdir.

Hususi temel olarak ya zemine iyice oturtulmuş kaideler veya direğin dikildiği toprağın tesirlerine mukavim malzeme ile yapılmış tertibat kullanılmalıdır. Bu temeller aynı zamanda zeminin rutubetinden ve yağmur sularının toplanmasından korunmuş olmalı ve kolayca değiştirilebilir cinsten bulunmalıdırlar. İşbu kaideler hiç olmazsa direğin mukavemeti kadar bir mukavemet arz etmelidirler. Kısa ömürlü muvakkat tesisattan başka tesisatta, ağaç direkleri doğrudan doğruya beton kitleler içine gömmek şayanı kabul değildir.

Madde 107 — (Direklerin topraklanması) Betonarme direklerin izolâtör konsolları topraklanacaktır. Koruma telini havi olan hatlarda bütün uzunluğunca 16 mm²'lik bakır telin nakiliyetini hiç olmazsa müsavi bir nakiliyet arz etmeleri şartıyla, betonarme demirleri topraklama için kullanılabilir. Betonarme demirelerine irtibat yapılırken bu tertibatın kontrolü kolay ve korrozyona karşı muhafaza edilmiş olmaları lâzımdır.

Toprak teli direğe, kolayca kontrol edilebilecek ve uzun ömürlü olabilecek şekilde tesbit edilmelidir.

Müsait zeminlerde elektrotların her birinin topraklama mukavemeti 20 Ohm'dan fazla olmayacaktır. Eğer zemin müsait değilse elektrotların sathını arttırmak suretiyle bu mukavemet mümkün mertebe küçültülecektir. Direkleri birbirlerine bir toprak teli ile bağlanmış bulunan hatların müsait zeminlere dikilmiş bulunan bütün direkleri topraklanmalıdır. Birbiri ardı sıra gelen toprak prizleri arasında hiç bir suretle bir kilometreden fazla mesafe bulunmamalıdır. Bir toprak teli ile paralel olarak tertiplenmiş bulunan bütün elektrotların toprak mukavemeti lâalettayın bir prizde ölçülmek suretiyle hiçbir yerde 20 Ohm'u tecavüz etmeyecektir.

Eğer demir direklerin temelleri iyi bir topraklama temin edecek şekilde zeminle hali temasta olan madeni kitleleri ihtiva ediyorsa, hususi elektrottan vaz geçilebilir.

Uygun nakiliyeti temin için, direğin dibinden tepesine kadar demirlerin kesiksiz olması veya parçaların birbirine kaynak yapılmış olması lâzımdır.

Eğer direkleri bir toprak teli vasıtasıyla, bizzat topraklanmış bulunan diğer direklerle raptedilmemiş iseler, bu direklerin kaideleri etrafına şerit halinde elektrotlar vazetmek şayanı tavsiyedir. Eğer temel ayrı kaidelerden teşekkül ediyorsa, elektrodun bunların

herbirini ayrı ayrı sarması ve direğe en az iki noktada raptedilmiş olması şarttır. Eğer şerit yerine başka çeşit elektrot kullanılırsa, (Plâka, kaideden çıkan profiller) zemin ile hemen hali temasta olan satırlarının kâfi olmasına dikkat etmelidir. Başka direklere toprak teliyle raptedilmiş bulunan direkler için bile şerit halinde elektrotlar şayanı tavsiyedir.

Havai ayırıcıları için iyi bir topraklama bilhassa lazımdır. Eğer topraklanan, ayırıcının şasisi ise, toprak hattını müteakip direğe kadar çekmelidir. Eğer bilâkis topraklanan, ayırıcının kumanda tertibatı ise manevranın yapıldığı yere madeni bir kafes gömerek kumanda tertibatının topraklamasına bağlamalıdır. Bu maddenin son fıkrası esasen yalnız havai hatlara münferit olarak konulmuş ayırıcılara dairedir.

Madde 110 — (Binalar civarında Y.G. hatları) Başka türlü yapmak mahzurlu ise, hatlar ile tesadüfi bir teması önleyecek gerekli tedbirleri almak şartıyla, elektrik tesisatının işletilmesine tahsis edilmiş bulunan binalara Y.G. hatları tesbit edilebilir. Binalar civarındaki Y.G. hatlarının nâkilleri ve toprak teli, binanın herhangi bir kısmından hususi vasıtalar kullanılmaksızın bunlara dokunulmayı imkânsız kılacak şekilde tesis edilecektir. Bu hatların nâkilleri ve toprak telinin, binalara olan mesafeleri aşağıda verilen değerlerden az olmayacaktır.

Faz nâkilleri arasındaki gerilim 35000 Volta kadar olan (35000 Volt dahil) ve direkler arası açıklık 50 metreyi geçmeyen Y.G. hatlarında faz nâkilleri ve toprak teli binaların en çıkıntılı kısmından asgari 2 metre yatay mesafede ve binaların üstünden geçtiği takdirde 3 metre düşey mesafede bulunacaktır. Direkler arası açıklık 50 metreyi geçerse, beher metre fazla açıklık için yukarıda verilen asgari mesafelere 2 santimetre ilâve edilecektir.

Faz nâkilleri arasındaki gerilim 35000 Volttan yüksek olan Y.G. hatlarında yukarıda zikredilen asgari yatay ve düşey mesafeler 5 metre alınacaktır.

Mümkün olduğu kadar meskûn yerlerden yüksek gerilim hatlarının geçirilmesinden sakınılacaktır.

Madde 111 — (Umumî meydan ve sokaklardaki Y.G. hatları) Umumî meydanların üzerinde ve sokak imtidadınca Y.G. hatlarının geçirilmesinden mümkün mertebe kaçınılacaktır. Yolların kenarında bulunan direkler tahribata en az maruz kalacak ve seyrüsefere mani olmayacak şekilde yerleştirilecektir.

Madde 112 — (Y.G. direkleri üzerine konulacak işaretler) Yüksek gerilimli havai hat direkleri her taraftan görülebilecek ve en az 10 X 10 cm ebadında olan kırmızı işaretleri haiz olacaklardır.

Gelip geçilen mahallerde bulunan yüksek gerilim direkleri nâkillere dokunulduğunda maruz kalınacak ölüm tehlikesine dikkati çeken yazıları taşıyacaklardır. Bu yazılar silinmez cinsten sarı harflerle yazılmış olacak ve bu yazıları havi levhalar direklere tahribi zor bir şekilde tespit edilmiş olacaklardır.

Madde 113 — (Meskûn mahaller civarındaki hatların devrelerinin kesilmesi) Meskûn mahaller ile bu mahallerin hemen civarından geçen yüksek gerilimli hatlar tehlike halinde devrelerinin âni olarak kesilmesini sağlayacak tertibatı haiz olacaklardır.

Madde 116 — (Kabloların gömme derinliği) Toprağa karşı gerilimi 250 Voltu aşan yeraltı kablolarıyla kuvvetli akım kablosu olup gerilimi daha az olan ve fakat nâkilleri 25 Amper nominal akım şiddetinden fazla bir kısa devre akımına karşı muhafaza edilmiş bulunanlar demir, çimento, tuğla, tahta veya mümasili malzemeden müteşekkil müessir bir koruma tertibatı ile örtüleceklerdir. Bu tertibat kabloyu bütün boyunca ve üstten mümkün olduğu kadar koruyacaktır. Bu suretle kazma darbelerinden korunmuş olan kabloların mevcudiyetinden çukur açan işçiler zamanında ikaz edilmiş olacaklardır.

Mahalli vaziyetlere göre tablolar sokak ve umumî meydanlarda umumiyetle toprağa en az 70 cm derinlikte gömülü olacaklardır. Sokak ve umumî meydanlar haricinde bu derinlik 50 cm olabilir.

Madde 117 — (Kabloların yerlerinin işaretlenmesi) Kuvvetli akım yeraltı kablolarına malik olan müesseseler bunların yerlerini tam olarak işaretleyecekler ve ayrıca bu kabloların yatay güzergâhları ile derinliklerini gösteren lüzumlu vesaik ve plânları muhafaza edeceklerdir.

BÖLÜM

11

ELEKTRİK TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ, KORUNMA ÖNLEMLERİ VE İLK YARDIM

Günlük yaşamımızda en candan, en yakın dostumuz olan elektrik, bilgisizce, dikkatsizce yapılan bir işte de amansız ve affetmesiz düşmanımız olur ve affetmez, çünkü çarpılarak hayatını kaybetmiş kimsenin tekrar hayata dönme olanağı yok. O halde işletme anında, tamirat anında bazı güvenlik tedbirleri almamız gerekiyor. Bunlara maddeler halinde değinelim.

Gerilim altındaki iletkenler için kabul edilen emniyet mesafeleri :

65 —	3500	volta kadar	0,3 m.
3500 —	10000	" "	0,6 "
10000 —	50000	" "	0,9 "
50000 —	100000	" "	1,5 "
100000 —	250000	" "	3 "

iletkenlerin hareketli olması halinde bu mesafeler yine en az mesafe kabul edilecektir. Bu en az mesafelere göre çalışırken de çok dikkatli olmak gerekir. Çünkü, insanların iç dirençleri farklı olduğu için etkilenecekleri gerilimler de farklı olur. 65 volta kadar olan gerilimlere küçük gerilim diyoruz ve bu değer altındaki gerilimlerin insana zarar vermeyeceğini düşünüyoruz. Bu tamamen hatalı bir görüştür, çünkü; her insanın vücut direnci, ırk, cins, yaş, yaptığı iş dolayısıyla eldeki nasırlar, şahsın bulunduğu ortam (rutubetli olup olmaması) önemlidir.

Emniyet aygıtları ve kullanılacak olan takımlar bozuk olmamalı hatta yapılacak işe de uygun olmalıdır. Bozuk veya uygunsuz alet kullanılmaktan kaçınılmalıdır. Günlük çalışmalar sonucunda bütün aygıtlar, malzeme ve aletler kontrol edilmeli, kullanılmasında sakınca görülenler tamir edilmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir.

Gelip geçmeyi engelleyen işlerde, çalışma yerleri levhalar ile belirlenecektir. Özellikle yol üzerindeki bir çalışma yeri veya malzeme

bunlardan yüzer metre öteye konacak ve üzerinde ÇALIŞMA VAR yazısını taşıyacak işaret levhası ile belirlenecektir.

Eğer gelip geçmenin bir süre için kesilmesi gerekirse kırmızı bayraklı bir işaretçi levhanın civarında bulundurulmalıdır. Geceleri de ışıklı ikazlar kullanılmalıdır.

Mecbur kalınmadıkça çalışılan yerin yakınından veya altından gelip geçmeler yasaklanmalıdır. Geçmeye mecbur olan kimselerin KASK denen korunma başlığı giymeleri zorunludur.

Çalışmalar başlamadan önce, üzerinde çalışılacak olan tesisatın enerjilenmesi muhtemel olan her gerilimdeki kesici veya ayırıcıların açık durumda olmaları ve çalışma süresince bu durumu muhafaza edecek tedbirlerin alınması gereklidir. Örneğin: kesicilere ait basınçlı hava tankları boşaltılır, kumanda mekanizmalarının enerjisi kesilir, kilitlenir. Alçak gerilim tesislerinin gerilim dışı bırakılması mümkün değilse, tesis üzerinde veya yakınındaki çalışmalarda şu önlemler alınacaktır. — Plâtfömlü direklerdeki çalışmalar esnasında yalıtkan eşya üzerinde durulacaktır. — Çalışan kendisini nötr teli dahil işyerine yakın olan gerilim altındaki diğer iletkenlerden yalıtacaktır. — Temasin olabileceği yerlerde çıplak iletkenler üzerine yalıtkan kılıf geçirilecektir.

Seyyar elektrikli el aletlerinin gövdeleri kesinlikle topraklanacaktır. Seyyar lâmbalarda da gerekli önlemler alınacak duy ve lâmba baladuz denen koruyucu içerisinde bulunacaktır.

Küçük gerilim veya özel trafolardan beslenmeyen el aletlerinin iletkenliği yüksek yerlerde (ıslak yerler, türbinler, kazan içleri gibi) kullanılması yasaktır.

Orta ve yüksek gerilim tesislerine girmek yasaklanmamış olsa bile, bu tesisler daima gerilim altında gibi kabul edilecektir.

İstanka ile manevra yapılması gereken ayırıcılarda mutlaka istanka kullanılacaktır. Gerek istanka ile gerekse kollu ayırıcıların manevrasında yalıtkan eldivenler ve tesisatın özelliğine göre icabında yalıtılmış tabure kullanılması mecburiyeti vardır.

Orta ve yüksek gerilim tesislerinde elde eldiven bile olsa çalışmak tehlikeli ve yasaktır. Özel aletlerle çalışılabilir.

Orta ve yüksek gerilim tesislerinde her türlü çalışmalar aşağıdaki işlemlerden sonra yapılacaktır.

— Üzerinde çalışılacak teçhizatı gerilim altına alan veya alması muhtemel olan her gerilimdeki kesiciler, daha sonra, ayırıcılar açılacaktır.

— Bu cihazların her fazının açık olduğu gözle kontrol edilecektir. Açık olduğu gözle görülemeyen kesicilerde bu durum usulüne göre kontrol edilecektir.

— Kesici ve ayırıcılar açık durumda kilitlenecektir.

— Tesisin güvenlik altına alınması amacı ile kesme cihazlarının kumanda tertibatı üzerine **İKAZ** ve **İHBAR** levhaları konacaktır.

— Çalışma yerinde gerilim yokluğunun kontrolü iletkenlerin her biri üzerinde, neon lâmbalı manevra istankası, kablo atma tüfeği ve benzeri özel aletler yardımı ile yapılacaktır.

— Gerilimin yokluğu kesinleşince, topraklama ve kısa devre etme işlemleri çalışma yerinin mümkün olduğu kadar yakınında ve çalışma yerini besleyebilecek bütün kollar üzerinde yapılacaktır. Topraklama ayırıcılarının kapatılmış olması halinde dahi bu işlem aynen uygulanacaktır.

— Yukarıda anlattığımız işlem enerjiden ayrılmış olan hat parçaları üzerinde de yapılacaktır. Çünkü, bu parçalar atmosferik aşırı gerilimler veya indüksiyon tesirinde kalmış olabilir.

— Topraklama ve kısa devre yapma işlerinde yalıtkan eldivenler ve yassıtılmış istankalar kullanılacaktır.

— Topraklama ayırıcılarının bıçaklarının hepsinin kapalı olmasına dikkat edilecektir.

— Çalışma yeri levhalar, bayraklar, filamalar, kordonlar, manialar ve benzeri işaretlerle sınırlandırılacaktır.

— Statik kondansatörlerin bulunduğu yerlerde her işlemten önce kondansatörler deşarj edilecektir. Boşaltma tertibatı yok ise kondansatörün bütün uçları topraklanacaktır.

Orta ve yüksek gerilimde kullanılan güç sigortaları, ancak görevlinin yanaşabileceği bütün iletkenlerin enerjisi kesildikten sonra değiştirilecektir. Enerji kesildikten sonra sigortanın her iki tarafında gerilim bulunmadığı kontrol edilir iki tarafı topraklanacaktır. Enerji üzerinde sigorta değiştirme mecburiyeti var ise özel istanka ve özel eldiven kullanılacaktır.

Direğe çıkma kimsenin bir emniyet kemeri ile direğin cinsine göre hazırlanmış (tırmanma mahmuzları, özel kanca ve merdivenler, kauçuk ayakkabı v.s. gibi) tırmanma vasıtaları ile donatılmış olması gereklidir. Emniyet kemeri çalışma süresince düşmeyi önleyecek sağlam noktalara bağlanacaktır.

Direkte çalışırken malzeme ve aletler kesinlikle fırlatılmayacak hizmet ipi ile çıkarılıp indirilecektir. Küçük alet ve aygıtlar (pense, tornavidalar, anahtar v.s.) Montörün kemerine takılmış takım çantasında taşınacaktır. Bir direğe iki kişinin çıkması gerekli ise birinci şahıs çalışacağı yere çıkmadan ikinci şahıs direğe çıkamaz.

Yangın çıktığında bütün kollarda enerji kesilecek, ateşe yaklaşıırken sırt rüzgâra çevrilecek söndürmeye çalışılacaktır. Bu anda elbiseleri tutuşmuş kimse üzerine ıslak örtü, sarılacak mümkün olmazsa zehirli olmayan maddeler püskürtten söndürme cihazı kulla-

ılacaktır. Söndürme işlemleri yüksek gerilim tesislerinde en az 3 m uzaktan uygulanacaktır.

Tamirat, bakım ve onarmada iş güvenliğini sağlamak için bir santralda veya trafo istasyonunda şu malzemelerin bulundurulması gereklidir. 1) Seyyar lâmba, 2) Emniyet transformotörü (220/220 volt), 3) Alçak gerilim kontrol aygıtı, 4) Gerilim kontrol aygıtı, 5) Neon lâmbası, 6) A.G. ve Y.G. eldivenleri, 7) Eldiven (mekanik çalışma için), 8) Topraklama ve kısa devre teçhizatı, 9) Topraklama istankası, 10) Topraklama noktası filaması, 11) El feneri, 12) Yalıtkan malzeme eritme kabı, 13) Emniyet kemeri, 14) İzola miğfer, 15) Çalışma bölgesi yasaklama işaretleri, 16) Metil bromür veya karbon tetraklörürlü olmiyan yangın söndürme cihazları, 17) Güvenlik ayakkabısı (çizme, bot veya tahta galos), 18) Takım çantası, 19) Direkten adam indirme tertibatı, 20) Merdiven, 21) Ecza dolabı.

Şimdi de çarpılan şahsa nasıl yardım yapılabileceğini açıklayalım: Elektrik akımının vücutta gösterdiği fizyolojik etkiye **ELEKTRİK ÇARPMASI** denir. Çarpılan şahsın hücreleri elektroliz olduğu için mor veya siyah benekler meydana gelir, sinir sistemini bozar, solunum sisteminin çalışmasını engeller ve sonuçta da kalbin durmasına sebep olarak hayata son verir. Çarpılan şahıs yüksek gerilime maruz kalmışsa yapılacak bir şey kalmamıştır, yaşaması mucizedir. Şebeke gerilimine maruz kalan şahsa yardım ederek hayata geri döndürmek mümkündür. Bu arada süratli hareket ederek bir şahsı doktora gönderirken kazaya uğrayan şahsa sırayla şu yardımlar yapılır.

— Önce yaklaşmanızın tehlikesiz olması için mümkünse enerjiyi kesin. Bu mümkün değilse, kuru elektrik geçirmeyen malzeme üzerine basarak (lâstik, tahta, kalın katlanmış gazete, kitap v.b.) Yine böyle yalıtkan bir malzeme ile hastayı itin veya çekin. Çıplak elle hastaya asla dokunmayın.

— Hastanın enerjiden kurtulduğuna kanaat getirince düzgün bir yere çekerek sırt üstü yatırın.

— Hastaya sun'î solunum uygulayın sun'î solunumun muhtelif metodları vardır. Sun'î solunum sayesinde gerekli hava hastanın akciğerlerine dolar, toplar damarlardaki kan kalbe tekrar döner, adeta durmuş olan kalp tekrar çalışmaya başlar. Şimdi sun'î solunum metodlarından birisini açıklayalım:

1) Hastayı sırt üstü yatırın ve başının yanına oturun veya çömelin. Göğüsünü veya boynunu sıkın bir şey varsa (kıravat, gömlek v.b.) çabucak gevşetin, ağzında takma diş, sakız gibi şeyler varsa çıkartın.

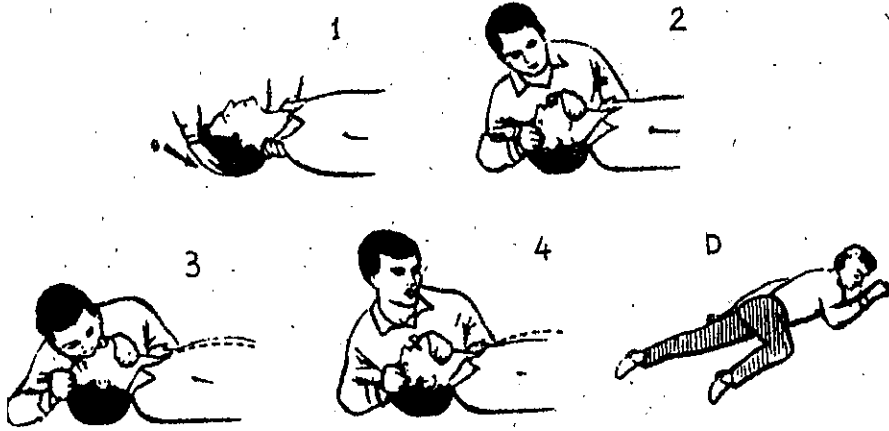
2) Bir elimizi çenesinin altına öbür elimizi alınına koyun. Boyununu kaldırarak başını mümkün olduğu kadar arkaya eğin. Sonra bir elinizle alınına bastırın aynı zamanda dişleri tamamen kapanana kadar alt çenesini yukarı itin. Dil geriye kayıp nefes borusunu tıkamasın diye bu durumu koruyun.

3) Parmaklarınızı çenesinin altına baş parmağınızı da dudaklarını kapalı tutmak için çenesinde tutarak derin nefes alın, ağzınızı genişçe açarak dudaklarınızı burnuna yapıştırın. Arzu ederseniz burnunun üstüne ince bir mendil de koyabilirsiniz.

4) Göğsünün kabardığını görene kadar (bu akciğerlere havanın dolduğunu gösterir) burnuna derin ve devamlı nefes verir.

5) Ağzınızı çekin ve hastanın ağzını serbest bırakın. Tekrar derin nefes almak için başınızı bir tarafa çevirin, bu anda hastanın ciğerlerinden hava boşaldığı için göğsünün inişini kontrol edin.

6) Göğsü iner inmez ciğerlerinize topladığınız havayı aynı yönle hastanın burnuna üfleyerek göğsünü tekrar şişirin. Bu ameliyeti takriben 6 defa şişirinceye kadar çabuk çabuk tekrar edin. Daha sonra nefes alıncaya kadar dakikada 12 defa olmak üzere sabit bir süratle devam edin.



(Şekil: 11 - 1) Sunî teneffüs

Hasta nefes almaya başladıktan sonra yüzüstü çevirin (D) üzerine bir battaniye örtün. Baygınsa ağızdan bir şey vermeyin. Nefes alması tekrar durabileceğinden dikkatinizi üzerinden ayırmayın. Eğer nefes alması durursa arka üstü çevirerek tekrar sunî solunuma başlayın. Hasta kendisine geldikten sonra hemen hastahaneye

götürün veya daha hafif vakalarda hareketine müsaade etmeden doktorun görmesini temin edin. Baygın olmayan hastaya 10 dakikada bir yarım fincan su veya alkolsüz bir içki verilebilir.

Hastanın muhtelif yerlerinde yanıklar olabilir. Özellikle ceryana çarpıldığı yer yanmış en azından su toplamıştır. Bunları tedavi etmek gerekir. Bu bir ihtisas işi olmakla beraber kabarcıkları patlatmayın.

İş yerinin dikkat çekebilecek bir yerine aşağıdaki çizimleri doldurarak çerçevelemek çok faydalı olur.

İlk yardım malzemesi veya Revirin bulunduğu yer :	İtfaiye :	İlgili Elektrik idaresi :
--	-----------	---------------------------

En Yakın Doktor İsim :	En Yakın Hastahane :
Adres :	En Yakın Çankurtaran Adres :
Tel/ :	Tel/ :

YÖNETMELİK SÖZLÜĞÜ

A

Alameti farika : Ayırıcı belirti, kimi ticaret eşyası üzerine konulan resim, harf gibi özel işaret.

B

Bilcümle : Bütün.

C

Cer : Çekme, sürükleyerek götürme.

E

Ebat : Ölçüler, boyutlar.
Eizem : Gerekli.
Evaaf : Özellikler, nitelikler.

G

Güzergâh : Yol üstü, yol boyu.

H

Haiz : Kendinde bulunan.
Hal : Durum, şimdiki zaman, çözüm.

I

İcra : Yapma, yerine getirme.
İhtiyat : Sakınma, yedek.
İmtidat : Uzama, uzantı, uzun sürme.
İntihap : Seçim, seçme.
İrtibat : Bağlantı.
İrtifa : Yükseklik.
İstinat : Dayanma, yaslanma.

M

Mecmu : Toplam, bütün, hepsi.
Meşrut : Koşula bağlı, koşullu.
Misline müsavı : Katına eşit.
Muadil halita : Eşit eleşim.
Mukabil : Karşılık.
Mukavemet : Direnç.

Muvakkat : Geçici.
Müessir : Etkili.
Müstesna : Ayrı, kural dışı.
Müşkül : Güç, zor, çetin.

N

Nafıa Vekâleti : Bayındırlık Bakanlığı.
Nâkil : Taşıyan, iletken.
Nazarı İtibar : Dikkat.
Nihaî : İşi sona erdiren.

S

Sarfınazar : Vazgeçme.
Sarlıh : Açık, belli.
Sühnet : Sıcaklık.

Ş

Şakull : Düşey.
Şamil : Kapsayan.
Şayanı kabul : Gereğine uyma, gereğini yapma.

T

Takat : Güç.
Tallimatname : Yönetmelik.
Tarif : Tanım.
Tevavüz etmeyen : Geçmeyen.
Tecrit : Ayırma, yalıtma.
Teçhiz : Donatma.
Temas hattı : Trolley.
Temin : Sağlama.
Tertibat : Düzen, karşılayıcı hazırlıklar.
Tesirâtı havaıye : Hava etkilisi.
Tevzi : Dağıtma, dağıtım.

U

Ufkî : Yatay.

V

Vâkif : Bilen.
Vaz'etmek : Koymak, kurmak.

YARARLANILAN ESERLER

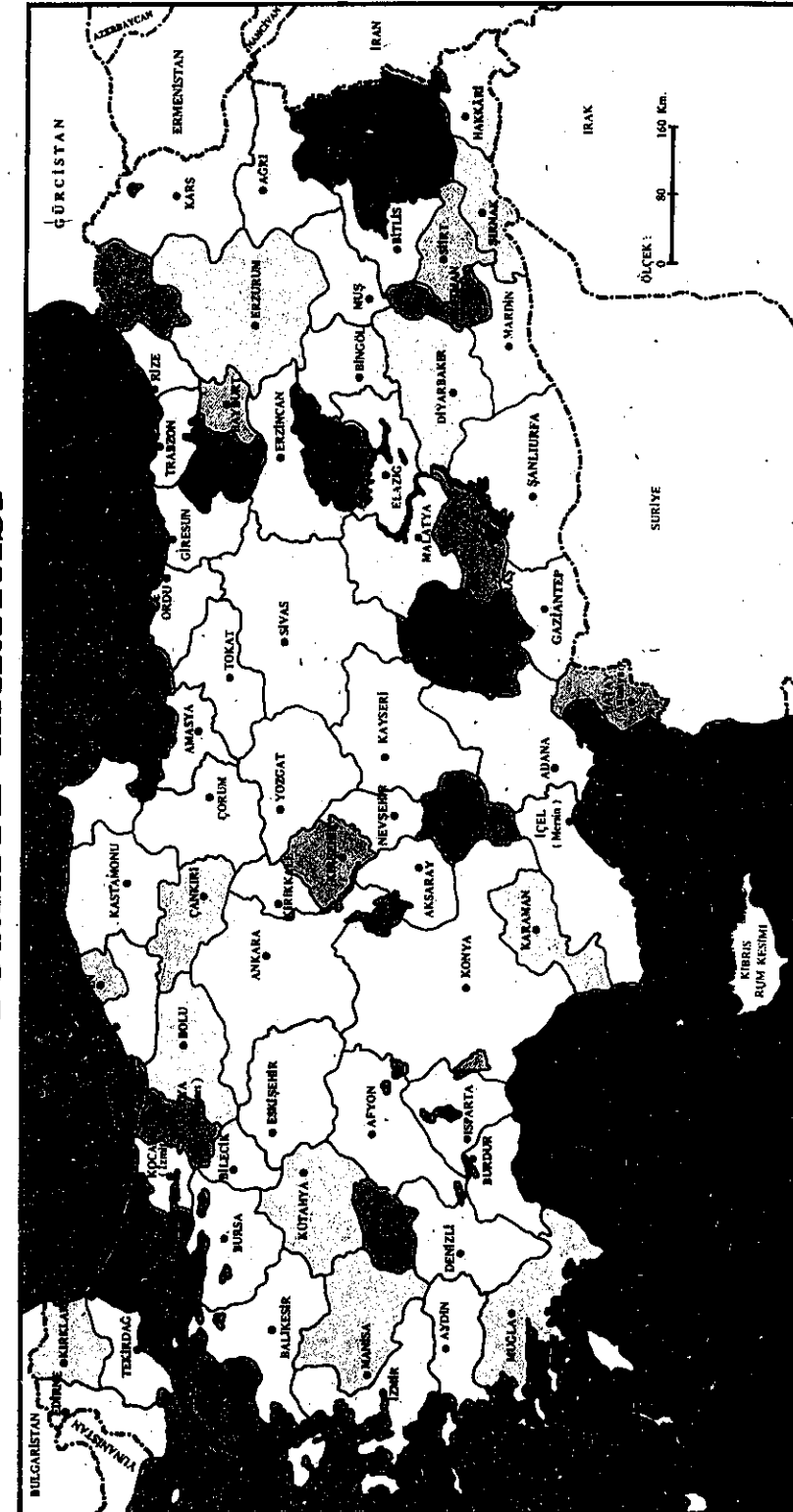
- AEG — Hilfsbuch Handbuch der Elektrotechnik.
- Elektrik Santralleri ve Şebekeleri — Çeviren : Prof. Dr. Mustafa Bayram.
- Elektrik Kumanda Devreleri — Özdemir Badur.
- Elektrik Tesisatı Dersleri Santraller ve Transformatör İstasyonları — Prof. Dr. Mustafa Bayram.
- Elektrik Tesislerine Alt Projelerin Tanzimine Dair Yönetmelik.
- Elektrik Tesislerinde İş Güvenliği Yönetmeliği.
- Etitaş — AEG — Siemens Broşürleri.
- Genel Elektroteknik — El. Yük. Müh. Sadık Erengil.
- Installationskunde für Elektriker — Alfred Spalteholz.
- Schaltungen — Formeln Tabellen und Vorschriften — Dr. Karl Seffers, Walter Sergel.
- TEK Yayın ve Broşürleri.
- Yüksek Gerilim Hava Hatlarının Mekanik Hesabı — Prof. Muhittin Dilege.

İ N D E K S

A		Doğru akımla dağıtım	26
Açık hava tesisatı	344	Doyumlu reaktör	181
Adaptör	194	Dönüş yönü	155
Akübüs	258	Drayer	328
Alçak gerilimle dağıtım	26		
Alternatif akımla dağıtım	30	E	
Amplidin	188	Ekovat	330
Anı durdurma	160	Elektrikli fırın	285
Ark fırını	298	Elektronik kumanda	175
Ark kaynağı	278	Elektriksel kilitleme	158
Ark üfleme	199	Enerjinin taşınması	26
Asansör	210	Ergime	317
Asansör çeşitleri	212		
Asansör parçaları	210	F	
Asansör uygulaması	215	Faz kesilme	197
Aşırı akım	341	Faz sırası	196
Aşırı akım rölesi	135	Fırın çeşitleri	287
Aşırı gerilim	341	Fider	226
Ayırıcı	90	Filtre	328
		Fotosel	144
B		Frenleme	166
Balatalı frenleme	166		
Banyolu fırın	305	G	
Basıncı	321	Gaz çeşitleri	329
Basıncı anahtarı	119		
Bir fazlı dağıtım	30	H	
Buhar basıncı	318	Havaî hat	54
Buharlaştırma	317	Hidroelektrik santral	20
Buton	114		
Buton kilitleme	157	I	
		Isı	315
C		Isıtma çeşitleri	286
Cihaz	341		
Cer motoru	223	J	
		İki hatlı dağıtım	27
D		İletken	55
Dielektrik ısıtma	297	İlk hareket	149
Dinamik frenleme	158	İlk yardım	356
Dirençli fırın	302	İndüksiyon fırını	287
Direnç kaynağı	274	İzolatör	58
Direk	63		

K			
Kapalı yer teslatı	342	Selsin	186
Kaynak makinesi	274	Sıcaklık	315
Kesici	90	Sınır anahtarı	116
Kesik çalıştırma	153	Sigorta	108
Kesit hesabı	35	Sinyalizasyon	248
Kondanser	328	Sinyal lambası	115
Kontaktör	126	Soğuk	314
Koruma	100	Soğutucu	324
Korunma	356		
Koruyucu aygıt	196	Ş	
Köşe direği	348	Şebeke çeşitleri	76
Köşede durdurucu direk	350	Şebeke saati	269
Kumanda makinaları	186		
Kutup değiştirme	171	T	
		Taşıma aracı	220
M		Taşıyıcı direk	348
Manometre	323	Termik santral	14
Manyetik açak	140	Termokupl	308
Manyetik yükselteç	184	Termostat	329
Mekanik kilitleme	156	Tevzi direği	351
Mikro anahtar	115	Topraklama	336
Motorlu saat	266	Transformatör merkezi	343
Mutlak sıfır	315	Transistör	175
		Transistör uygulaması	177
N		Tranvay	253
Nihayet direği	350	Tren	221
		Trolley	225
O		Trolleybüs	253
Oscilatörlü saat	269	U	
		Uzaktan kumanda	154
P		Ü	
Paket şalter	121	Üç hatlı dağıtım	28
Pantograf	234	Üçüncü ray	235
Parafudr	110	V	
Pili saat	268	Voltaj regülatörü	192
Pirometre	307	Y	
R		Yağ yakıcı	201
Rakkaslı saat	264	Yağ yakıcı kumandası	203
Rotodrol	191	Yağ yakıcı yapısı	201
Röle	128	Yol verme	159
S		Yönetmelik maddeleri	334
Saat	262	Yüksek akım fırını	301
Saat dağıtımı	270	Yüksek gerilimle iletim ve dağıtım	52
Santral	12	Z	
Selenoid Valf	118	Zaman rölesi	128

TÜRKİYE HARİTASI



ÖĞRETMEN MARŞI

Alnımızda bilgilerden bir çelenk,
Nura doğru can atan Türk genciyiz.
Yeryüzünde yoktur, olmaz Türk'e denk;
Korku bilmez soyumuz.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

Candan açtık cehle karşı bir savaş,
Ey bu yolda and içen genç arkadaş!
Öğren, öğret halka hakkı, gürle coş;
Durma durma koş.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

İsmail Hikmet ERTAYLAN