



MESLEKİ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI

DOĞRU AKIMIN ESASLARI

Yazan : ORLA E. LOPER

Yazan : ORLA E. LOPER

Baylan Matbaası Tel : 17 75 34 - 25 07 85
Ankara - 1975

Çizenler : G. ÇAKMAKÇI / H. ŞAYLIMAN / H. SAÇKAN



MESLEKÎ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI 12

23 3 77
günü aldım
Battar

DOĞRU AKIMIN ESASLARI

YAZAN: ORLA E. LOPER

(Bu eser adı geçen Yayınevinin özel müsaadesiyle yayınlanmıştır.)

Bu kitap Millî Eğitim Bakanlığı ile Amerika Milletlerarası Kalkınma Teşkilâtı (U.S.A.I.D.) arasında varılan anlaşmaya göre American Vocational Association (A.V.A.) Projesi Ekibi ve Mektupla Öğretim ve Teknik Yayınlar Genel Müdürlüğünün işbirliğiyle yayınlanmıştır.

Editör
Nejat Aygün

Türkçe Telif Hakkı

Türkiye Cumhuriyeti
Millî Eğitim Bakanlığı
Meslekî ve Teknik Öğretim Müsteşarlığı
Mektupla Öğretim ve Teknik Yayınlar
Genel Müdürlüğüne aittir.

Önsöz

Elektrik çağındayız. Elektrik ve elektronik teknolojisi büyük ilerlemeler kaydetti. Bazı alanlarda ilerlemeler o kadar hızlı oldu ki, projelerin bir kısmı, daha imalât resimleri çizilirken bir kenara atıldı. Çünkü projeler yeni buluşların ışığında yapımları tamamlanmadan eskidi.

Dünyanın etrafındaki yörüngelerinde dolaşan sunî peyklerin vericilerinin güneş bataryaları ile çalışması, birkaç saniyede matematiksel harikalar gösteren elektronik hesap makinaları, nükleer enerjinin buhar türbinlerini kullanmadan elektrik enerjisine çevrilmesi gibi yeni buluşlar birkaç yıl önceye kadar «hayalî hikâyeler» olarak okunuyordu. Bu ilerleme ve değişmeler, elektrik öğretiminde de bazı değişimleri gerektirdi.

Yakın zamanlara kadar elektrik akımının yönü Franklin'e göre, pozitiften negatife doğrudur, diye öğretiliyordu. (halen birçok kitaplarda böyledir.) Elli yıl önce öğretmenler bunu daha doğru olan elektron teorisine dayanarak değiştirdiler. Elektron akışı fikri, doğruluğu temel deneylerle anlaşılmış ve buna göre yapılmış olan pratik cihazlardan elde edilen başarılı sonuçlarla da doğruluğu teyit edilmiştir. Bu elektron akışı elektronik cihazların tam ve açık anlatılmasında esastır.

Bütün elektrik ve elektronik çalışmalarının temeli elektron teorisidir. Bu eser elektron teorisinin geniş olarak incelenmesini esas almıştır. Bu sebepten, atomun yapısı ve elektronun rolü başlangıç bölümlerinde yer almıştır. Diğer bölümlerde, manyetizma, sıvıların, gazların ve vakumun iletkenliği, bataryalardaki kimyasal enerji, termokupullar, piezoelektrik malzeme, foto elemanlar, elektroman-

yetik endüksiyon, doğru akım generatör ve motorları, son olarak ısıtma ve aydınlatma konuları daima elekttronların durumuna göre incelenmiştir. Böylece alternatif akım ve elektronik çalışmaları için bir esas meydana getirilmiş oldu.

Bu eser doğru akımın, alternatif akımın ve elektronığın esaslarını öğretmek için hazırlanan üç ciltlik serinin birincisini teşkil ediyor. Her eser için bir laboratuvar deney kitabı hazırlanmıştır. Elektrik ve elektronik sahasında iyi bir bilgiye sahip olmak isteyenler için bu kitaplar değerli birer kaynak olacaktır.

Temmuz, 1959

Albany, New York

William G. Dickson

Editör

Öğretmene

Elektrik ve elektronik alanlarında öğretimin temelini teşkil edecek olan üç ciltlik bu seri eserlerden birincisi «Doğru Akımın Esasları», ikincisi «Alternatif Akımın Esasları», üçüncüsü ise «Elektronığın Esasları»dır.

AMAÇ Bu eserler ileri çalışmaların yapılabilmesi için gerekli temel bilgileri vermek amacı ile hazırlanmıştır. Orta dereceli teknik okulların programları dikkatle incelemeye tabi tutularak, bu çeşit programlarda müşterek olan ve ileri kursların üzerine bina edileceği esas prensipler meydana çıkarılmıştır. Elektrik teknolojisinde ilerleyebilmek için esas olan doğru akım prensipleri de açıklanmıştır. Bu eser, doğru akımın esaslarını tam olarak kapsamakla birlikte, alternatif akım ve elektronik konularına hazırlayıcı olması da gözönünde tutularak yazılmıştır.

TERTİP Bu ders kitabında konular kolaydan zora doğru bir sıra izliyerek düzenlenmiştir. Temel prensipler verildikten sonra ileri uygulamalar ele alınmış, bu uygulamalar anlatılırken dayandığı prensipler tekrar edilmiştir. Böylece her yeni prensibin, öğrencilerin önceki bilgileri üzerine bina edilmesine itina edilmiştir. Her bölümün sonuna önemli konuların özeti, elde edilen bilgilerin uygulaması ve tekrarı için sorular ilâve edilmiştir.

İÇİNDEKİLER Elektrik enerjisinin kaynağı elektron olduğu için kitapta, atomun yapısı ve elektron teorisi ile başlanmıştır. Bundan sonra, elektrik ölçmeleri, elektrostatik, seri, paralel ve seri - paralel devreler ve ilgili matematik bilgisi, direnç, güç ve enerji, manyetizma, elektromıknatıslar ve bobin hesapları gibi

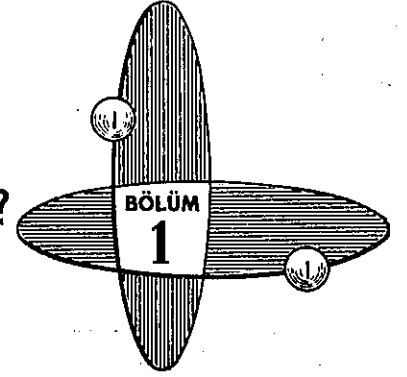
konularla, çok kullanılan ölçü aletlerinin devreleri ve çalışmaları ele alınmıştır. Sıvılardan, gazlardan ve vakumdan elektrik akımının geçişini inceliyen bölümler ile elektronun rolü belirtilmeye çalışılmıştır. Bataryalardaki kimyasal enerji, termokupul, piyezoelektrik malzeme ve foto elemanlar, doğru akım generatör prensiplerinin anlaşılmasını sağlayan elektromanyetik endüksiyon, emk kaynakları olarak ele alınmıştır. Bir manyetik alanda enerjinin depo edilmesi, özindükleme katsayısı ile buna ait hesaplar gösterilmiştir. Elektrik enerjisini mekaniksel enerjiye çevirme metotları yani D. A. motor prensipleri ve motor hesapları anlatılmış, kontrol metotları tam olarak incelenmiştir. Eserin sonunda, elektrik ısıtıcıları, aydınlatma ve D. A. devre problemlerinin çözümlerine ait bölümler vardır.

DENEYLER Bu ders kitabı ile beraber öğrenciler için bir seri lâboratuvar deneyleri hazırlanmıştır. Bu deneyler tam olarak kontrol edilmiş ve okullarda uygulanarak derslere çok yardımcı olduğu anlaşılmıştır. Lâboratuvar deneyleri I. isimli doğru akıma ait 35 deneyi kapsıyan eserden, teorik bilgileri deneylerle pekiştirerek, daha iyi öğrenmek isteyenler yararlanabilir.

İçindekiler

1	Elektrik Nedir	9
2	Elektron Hareketinin Ölçülmesi	20
3	Hareketsiz Elektronlar	29
4	Om Kanunun Kullanılışı	42
5	Seri Devreler	55
6	Paralel Devreler	62
7	İletken Direnci	73
8	Elektrik Gücü ve Enerji	83
9	Manyetizma	97
10	Manyetik Aparatlar	115
11	Mıknatıs Bobinin Hesaplanması	129
12	Ölçü Aletleri	142
13	Sıvılarda İletkenlik	162
14	Boşluk ve Gazlarda İletim	172
15	E.M.K. Kaynağı : Bataryaların Kimyasal Enerjisi Çeşitli Pil Terkipleri Akümülatörler	181
16	Küçük Değerli E.M.K. Kaynakları	185
17	Elektromanyetik Endüksiyon	214
18	D. A. Generatörleri	229
19	Manyetik Alanda Depo Edilen Enerji Bir E.M.K. Kayna- ğıdır. Bobinli Bir Devrede Akımın Doğması	257
20	Elektrik Enerjisinden Mekanik Hareketin Elde Edilmesi	281
21	Doğru Akım Motor Hesapları	290
22	Doğru Akım Seri ve Şönt Motorları	303
23	El İle Kumandalı Yol Verme ve Devir Ayar Reostaları	320
24	Otomatik Motor Kontrolü	336
25	Elektrikle Isıtma ve Aydınlatma	362
26	Alternatif Akımın Doğru Akıma Çevrilmesi	378
27	D. A. Devre Problemlerinin Çözümü	396

Elektrik Nedir ?

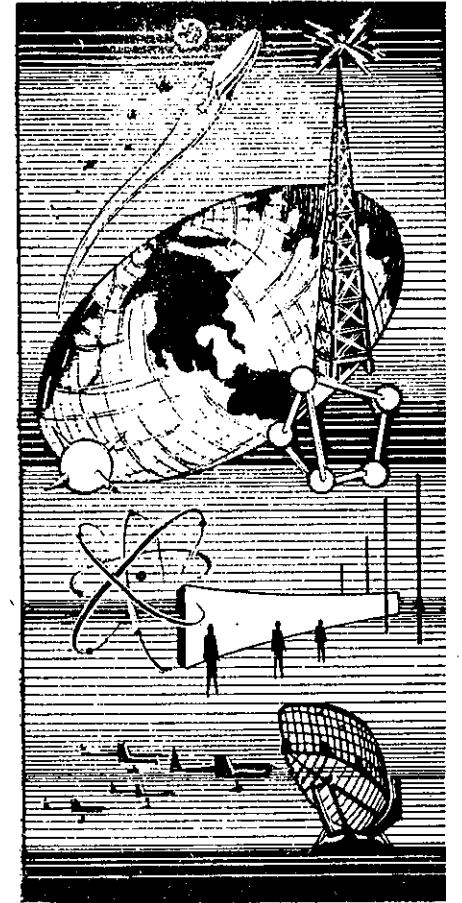


«Elektrik» geniş bir konu olduğundan, bu soruyu cevaplandırmak çok zordur. Bu soru «Politika nedir?» veya «Hayat nedir?» sorusuna benzemektedir.

Kısa bir cevap yeterli değildir, uzun bir cevap ise bir kitabı doldurur. Elektrik, bazan bir enerji şekli olarak tarif edilir. Elektrik, bir bakıma da enerjinin üretilmesi ve kullanılması demektir (Şekil 1-1).

Elektrik, bazan bir cisim olarak tarif edilir. Bazıları elektriği, katı bir iletkeniden geçen bir cisim olarak kabul eder. Bu garip cismin hareketi ise «elektrik akımı» olarak bilinir. Elektriğin öğrenilmesi şüphesiz, tarifinden kolaydır.

Elektrik hakkında bildiklerimiz, ilim adamlarının manyetizma, bataryalar, gazlardan ve boşluktan elektrik akımının geçişi, metallerin, ısının ve ışığın incelenmesi için yaptıkları birçok araştırma-



Şekil 1-1.

lar sonucu elde edilmiştir. Bazı basit fakat çok önemli fikirler henüz çok yenilerde ortaya konulmuştur. Bunun için, bu kitapta anlatılanlar, tarihî bir sıraya göre anlatılmayıp, bazan en son buluşlar, öğrenmenin kolaylığı bakımından, en öne alınacaktır.

Elektrik hakkında mevcut en eski kayıtlardan öğrenildiğine göre, kumaşa sürtülmüş bir kehribarın, tüyleri, küçük kumaş iplikciklerini ve buna benzer hafif cisimleri çektiğini Yunanlılar 2.500 yıl önce biliyorlardı.

«Elektrik» kelimesi, kehribarın Yunanca ismi olan «elektron» kelimesinden gelmektedir ve kehribar gibi olan, yani «küçük cisimleri çeken» cisim demektir.

Ebonit tarak veya bir dolmakalemin plâstik kısmı da bir ceket koluna sürtülünce aynı özelliği yani diğer cisimleri çekme özelliği gösterir. Yıllarca önce, «Şarj olma», ebonit veya plâstiğe çekme özelliğini kazandıran sürtme olayına verilen bir isimdi. Sürtme olayından sonra cisme «şarjlı» denirdi. Cisme verilen «şarj», ki bunun ne olduğu belli değildi, gözle görülmeyen «elektrik yükü» olarak düşünülürdü.

300 sene kadar önce, birkaç bilim adamı, çeşitli şarjlı cisimler üzerinde sistemli araştırmalar yaptılar. Sonunda gördüler ki itme özelliği de çekme özelliği kadar önemlidir. Bu sebeple cisimler, Tablo I de görüldüğü gibi iki gruba ayrılabilirler.

TABLO I

POZİTİF VE NEGATİF YÜKLÜ MADDELER

+	Liste A	—	Liste B
	Cam (ipeğe sürtülmüş)		Ebonit (yüne sürtülmüş)
	Cam (yüne veya pamuğa sürtülmüş)		Kükürt parçası (yüne veya kürke sürtülmüş)
	Mika (kumaşa sürtülmüş)		Çeşitli lastikler (kumaşa sürtülmüş)
	Asbest (kumaşa veya kâğıda sürtülmüş)		Mühür mumu (ipeğe, yüne veya posta sürtülmüş)
	Kedi tüyü (kükürt parçasına sürtülmüş)		Kuru ağaç (cam veya mikaya sürtülmüş)
	Yün (mühür mumu çubuğuna sürtülmüş)		Kehribar (kumaşa sürtülmüş)

- Liste A daki cisimlerden herhangi biri, liste B deki cisimlerden herhangi birini çeker. (Şarjlı cam, şarjlı eboniti çeker).
- Liste A daki herhangi iki cisim birbirini iter. (Şarjlı cam, şarjlı mikayı iter).
- Liste B deki herhangi iki cisim birbirini iter. (Şarjlı ebonit, şarjlı eboniti iter).

Bu sonuçlardan çekme ve itmenin ilk kanunu çıkarılabilir :

**Zıt yükler birbirini çeker,
benzer yükler birbirini iter.**

Bu kanun Şekil 1-2 de daha iyi ifade edilmektedir. Liste A ve Liste B deki cisimleri tarif için çeşitli isimler tavsiye edilmiştir. Aşağı ve yukarı, veya Siyah ve Beyaz veya Yuvarlak ve Dörtköşe veya Erkek ve Dişi gibi birbirine zıt düşen birçok kelime çifti yukarıdaki listelere isim olarak denenmiştir. Sonunda, Benjamin Franklin tarafından tavsiye edilen, Liste A için «Pozitif» ve Liste B için «Negatif» kelimeleri bilim adamları tarafından kabul edilmiştir.

Listelerde sıralanan malzemeler, karşılaştırma için standart olarak kullanılan malzemelerdir. Eğer bir cisim, ipeğe sürtülerek yüklenmiş bir cam çubuğu iterse, bu cisim «pozitif yüklü» bir cisimdir. Eğer bir cisim, yüne sürtülerek yüklenmiş eboniti iterse, bu cisim «negatif yüklü» bir cisimdir. «Pozitif»

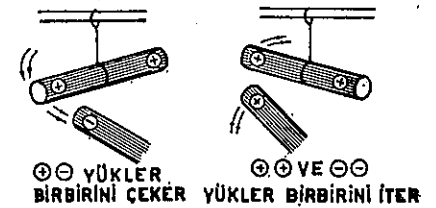
ve «negatif» terimlerinin orijinal tarifi şöyledir :

Yüklü camı iten herhangi bir cisim, yüklü cama benzer; bu cisme «pozitif yüklü» cisim denir. Yüklü eboniti iten herhangi bir cisim yüklü ebonite benzer ve bu cisme de «negatif yüklü» cisim denir.

Dikkat edilirse, liste A ve B deki cisimler yalıtkan cisimlerdir. Eğer yalıtkan bir ayak üzerine test bit edilirse, iletken cisimler de yüklenebilir. Üzerlerindeki kir, leke veya oksit tabakasına göre bazı metaller pozitif olarak yüklenirler, bazı metaller negatif olarak yüklenirler.

Cisimleri birbirine sürtmedeki sürtünme hareketi çok önemli değildir. Meselâ ebonit, yavaşça yüne dokundurularak uzaklaştırılırsa dahi negatif yüklü olabilir. Fakat bu yük, sürtülerek elde edilen yük kadar kuvvetli değildir. Sürtmenin faydası, daha büyük bir alandaki ebonit ve yün liflerini temas haline geçirmesidir.

Elektrikle yüklenen cisimler içerisinde ne gibi değişiklikler ol-



Şekil 1-2.

duğunun daha iyi anlaşılması için, bütün malzemelerin terkipleri ve iç yapıları hakkındaki bazı hakikatlerin gözden geçirilmesi gerekir. «Cisimlerin yapıları» hakkındaki bu bilinenlerin bir çoğu henüz geçtiğimiz 50 yıl içinde keşfedilmiştir.

YÜZ BASİT CİSİM : ELEMENTLER

Vücudumuzda bulunan binlerce çeşit maddenin hepsi element ismini verdiğimiz basit materyallerin bir araya gelmesinden meydana çıkmıştır. Karbon, oksijen, bakır, demir, çinko, kalay, klor, alüminyum, altın, uranyum, neon, kurşun, gümüş, azot ve hidrojen, bir çoğumuzun kullandığı veya işittiği elementlerden bazılarıdır. Silisyum, kalsiyum ve sodyum gibi elementler ise saf halde pek kullanılmazlar. Bundan dolayı bu elementleri, ilk sayılan grup kadar tanımayız. Bununla beraber, bu üç elementin oksijen ve diğer elementlerle yaptığı bileşikler, dünyamızın kayalarının ve toprağının en büyük kısmını meydana getirirler. Bu bileşikler aynı zamanda her gün kullandığımız bir çok yapım malzemesinin de esasını teşkil ederler.

Yüz kadar çeşitli element vardır. Bunlardan bazıları çok az bulundukları için, bazıları işe henüz endüstride kullanış yeri olmadığı için pek duyulmazlar. Germanium,

berilyum ve titanyum, beş on senedir isimleri sık duyulan maddeler arasına girmişlerdir. 1890 yılında alüminyum az bulunan, kıymetli ve pek az kimsenin bildiği bir metaldir.

Yakın yıllarda «atomlar» hakkında herkes birşeyler okumuştur. Bir atom, mevcut elementin en küçük zerreşidir. Atom o kadar küçüktür ki, bir atomun neye benzediğini düşünmeye bile değmez. Atomlar, cisimleri görmemize yarayan ışık dalgalarından daha küçüktür.

On kuruşluk kadar bir bakır parçasında aşağı yukarı 3.10^{22} kadar atomun bulunmasından da kolayca anlaşılabileceğimiz gibi atom çok küçüktür. Bir on kuruşluk, 6 milyon atom kalınlığındadır. Hayali bir dilim makinesiyle on kuruş, her birinin kalınlığı 1 atom kadar olan ve her bir dilimde 5 milyon milyar atom bulunan 6 milyon dilime ayrılabilir.

Yüz çeşit kadar element bulunduğu için 100 çeşit kadar da atom vardır. «Atom» kelimesi, bir elementin en küçük parçasının ismi olarak kullanılır. Konuşmalarımızda karbon atomu, oksijen atomu ve bakır atomu deyimlerini kullanırız, çünkü bu materyaller birer elementtirler.

Fakat hiç bir zaman su atomu demeyiz, çünkü böyle bir şey yoktur. Su, bir element değildir. Su-

yun en küçük zeresine «molekül» denir. Bir su molekülünde birbirleriyle birleşmiş iki hidrojen atomu ve bir oksijen atomu bulunur. Su, hidrojen ve oksijen bileşiğidir. «Bileşik» kelimesi iki veya daha fazla elementin birleşmesinden meydana gelen madde anlamına kullanılır. Şekil 1-3 iki bileşik maddenin (metan gazı ve su) moleküllerini göstermektedir.

ÜÇ BASİT ŞEY - ELEKTRON, PROTON, NÖTRON

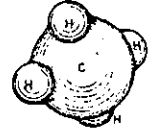
Bu yüz çeşit atomun hepsi kendilerinden daha küçük üç çeşit parçacıktan meydana gelmiştir. Bu parçacıklar, bildiğimiz malzemelerden o kadar değişiktir ki bunların her hangi bir hayali resmi, doğru olmaktan çok uzaktır.

Atomların içinde en basit yapıya sahip olanı hidrojen atomudur. Bu atomun ortasında basit bir pozitif yüklü parçacık ve bunun etrafında yüksek hızla dönen bir negatif yüklü parçacık vardır. Pozitif yüklü parçacığa «Proton», negatif yüklü parçacığa da «elektron» denir.

(Şekil 1-4) deki diyagram ölçekli çizilmemiştir. Bir atomun çapı, içindeki parçacıkların çapından binlerce defa daha büyüktür. Elektronu bir toplu iğne başı kadar büyüklükte ve merkezden 45 m uzaklıkta gösteren bir kroki, hakikate daha yakın bir kroki olur. Atomun içinde, güneş sistemimizde olduğu

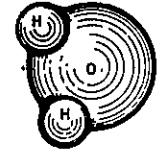
gibi kendine göre büyük bir boşluk vardır. Fakat, şeklinin tamamıyla belirsiz olması ve çekirdek etrafında dönerken aynı zamanda

TAHİLİ GAZ MOLEKÜLÜ
(METAN)



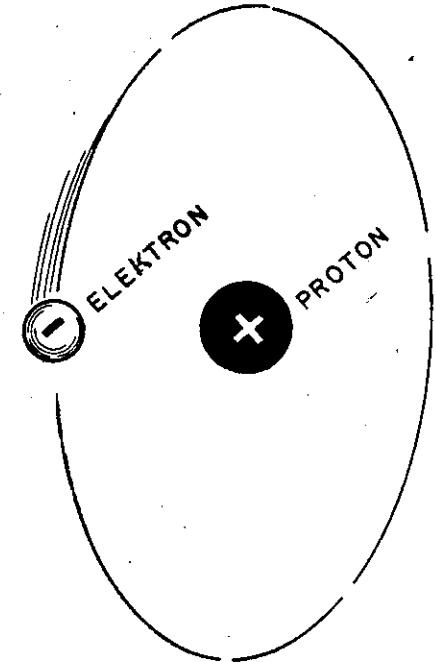
BİR KARBON ATOMU DÖRT
HİDROJEN ATOMU İLE BİRLEŞMİŞ

SU MOLEKÜLÜ



BİR OKSİJEN ATOMU İKİ
HİDROJEN ATOMU İLE BİRLEŞMİŞ

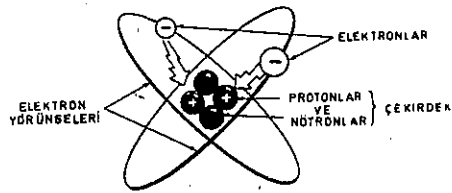
Şekil 1-3. Moleküller



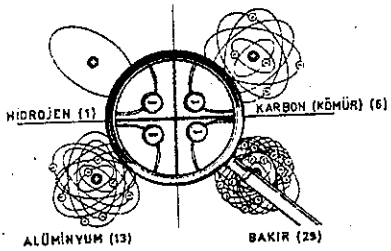
Şekil 1-4. Hidrojen Atomu.

kendi etrafında da dönmesi, kat ettiği mesafeyi inişli çıkışlı, darbeli katetmesi bakımlarından, elektron, alelade bir materyalin özelliklerini alamıyacak kadar küçüktür. Hakikatte elektron şüphesiz alelade bir materyal değildir. Çünkü onu en iyi ifade eden matematik eşitlik, bir dalgayı ifade eden eşitliktir.

Hidrojen atomunun merkezini teşkil eden *proton*, elektrondan küçüktür, fakat 1840 defa daha ağırdır. Protonun en önemli özelliği, *pozitif* yüküdür. Şekil 1-5 de atomun yapısını gösteren genel bir diyagram ile Şekil 1-6 da gösterilen bazı atomların diyagramlarına bir göz attığımızda, onları tarif



Şekil 1-5. Atomun Yapısı.



Şekil 1-6. Bütün Elektronlar Ayrıdır.

için yeni kelimelere ihtiyaç duyarız. İçinde, atomun protonlarının birbirine sıkı sıkıya bağlı bulunduğu merkezdeki ağır nüveye atomun *çekirdeği* denir. Çekirdekte, protonların yanı sıra *nötron* ismi verilen parçacıklar da bulunur.

Nötron kelimesi, bu ağır parçacıkların elektrik bakımından nötr durumda olduklarını belirtir. Nötronların en önemli özellikleri ağırlıklarıdır: Nötron, muhtemel olarak birbirine sıkı sıkıya bağlı elektron ve protondan meydana gelmiştir.

İlk bakışta, bildiğimiz bütün malzemelerin bu üç zerreten meydana geldiğine inanmak zordur. Hangi malzemeye ait olurlarsa olsunlar bütün elektronlar birbirlerine benzerler. Nötronlar için de bu böyledir. Bir atomun dış kabuğu, dönen elektronların meydana getirdikleri yüzeyden başka birşey değildir.

Elementin ne cins bir element olduğu, yalnız atom çekirdeği içerisindeki proton sayısı ile tayin edilir. Eğer, bir atom çekirdeğine sıkı bir şekilde 29 tane proton yerleştirebilseydik, bu protonların bir arada durmalarını sağlamak için, yani bunların yapıştırıcısı olarak 34 nötrona da ihtiyacımız olacaktı. Bu çekirdek, elektrik bakımından nötr bir atom olması için, 29 elektronunu da çekecekti.

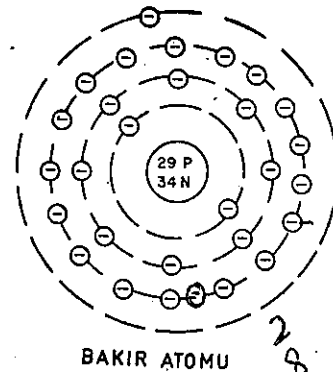
(Protonun pozitif yükü, elektronun negatif yükü kadardır.)

Bu şekilde 29 proton, 29 elektron ve 34 nötrondan meydana gelen atom bakır atomu olurdu. Bütün bakır atomlarında 29 proton bulunur ve 29 protonu olan atomlar bakır atomudur.

Alelade bir bakır parçasının atomlarının bir çoğunun çekirdeğinde 29 proton ve 34 nötron bulunur, fakat bazı atom çekirdeklerinde ise 29 proton ve 36 nötron bulunur. 36 nötronlu atomlar her bakımdan aynen 34 nötronlu atomlar gibidir, yalnız daha ağırdırlar.

Çekirdekdeki parçacıkların toplamının (bu, iki çeşit bakır atomu için 63 veya 65 dir.) *ağırlığına* «Atom ağırlığı» denir.

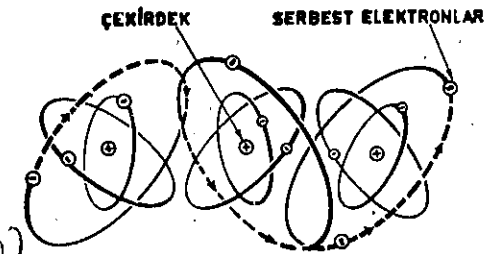
Elementin cinsini, çekirdekteki proton sayısı tayin eder. Çekirdek etrafındaki *elektronların düzeni* ise elementin hemen bütün *fiziksel ve kimyasal özelliklerini* ve elementin *karakterini* tayin eder. Atomun elektronları, çekirdek etrafında birbirinden ayrı tabakalar



Şekil 1-7.

veya kabuklar halinde düzenlenmiştir. En içteki elektron halkasında veya kabuğunda en fazla iki elektron bulunur, onu takibeden kabukta en fazla 8, üçüncü kabukta en fazla 18 ve dördüncüde en fazla 32 elektron bulunabilir.

Şekil 1-7 deki bakır atomu diyagramına tekrar dönelim. Görüldüğü gibi 29 elektron, 4 ayrı kabukta bulunmaktadır: Çekirdeğe en yakın kabukta 2, ikincide 8 ve üçüncü kabukta 18, toplam olarak 28 elektron, 29. elektron dördüncü kabukta tek başına dönmektedir ve bu durumda pozitif çekirdekten oldukça uzakta bulunmaktadır. Bu elektron ile çekirdek arasındaki çekim kuvveti çok zayıftır. Çekirdeğin bu elektronu daha çok çekmesine iç kabuklardaki elektron perdesi engel olur ve bu elektron kolayca atomdan ayrılabilir. Bir bakır parçası içinde dış yörüngede bulunan bu elektronlar birbirleriyle bir atomdan diğerine kolayca kaymak suretiyle yer değiştirirler (Şekil 1-8). *Bu, kolay*



Şekil 1-8.

hareket edebilen bakır atomu dış yörünge (kabuk) elektronları, bakırın iyi bir iletken olmasını sağlarlar. Bir teldeki elektrik iletimi, basit olarak, tel boyunca bir atomdan diğerine kayan elektron akışıdır, denilebilir.

Eğer her cins atomun diyağramını incelemek için yeter zamanımız olsaydı, birçoklarının pozitif çekirdekle arasında bir veya daha fazla iç kabuk bulunan, dış yörüngelerinde ise bir veya iki yahut da üç elektron olduğunu görürdük. Bu cins elementlere metal denir ve metaller oldukça iyi iletkenler. Çünkü atomlarının dış yörüngelerinde bulunan elektronlar bitişik atomların benzer elektronlarıyla kolayca yer değiştirebilirler.

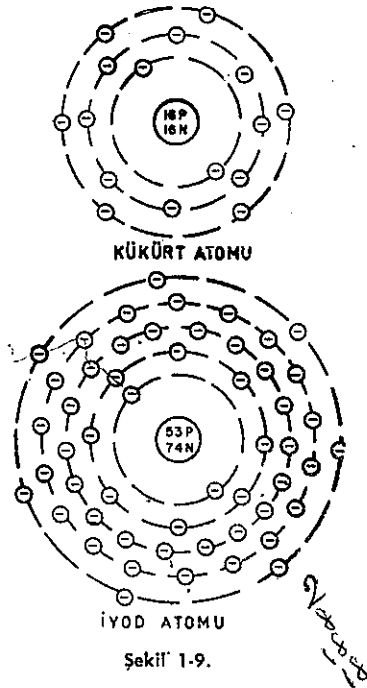
Şekil 1-9 daki diyağramlarda metallerin aksine, metal olmayan iki element, kükürt ve iyodun atom yapıları gösterilmiştir. (Kükürt ve iyodun her ikisi de katı cisimdir; yaralarda kullanılan tentürdiyot, saf iyodun alkolde çözülmuş şeklidir).

Dış yörüngelerinde beş, altı veya yedi elektron bulunan elementler, metal olmayan elementlerdir. Aşağıda gösterilen sebeplerden dolayı iyi iletken değildirler :

1. Dış yörünge elektronları, çekirdeğin çekme kuvvetinden yeteri kadar perdelenmiş değildirler. Çünkü, dış yörüngede bulunan elektronlar atomdaki elektronların oldukça büyük yüzde-

sini teşkil ederler ve bunlar dış yörüngede bulundukları için çekirdekle dış yörünge arasında çekme kuvvetini perdeleyen, azaltan elektronlar olarak görev yapamazlar.

2. Sekiz elektronlu yörüngelerde, arzulanan bir enerji kararlılık hali mevcuttur. 7, 6 veya 5 elektronlu yörüngeler, kolayca 1, 2 veya 3 elektron alarak 8 elektronlu kararlı yörünge haline gelmek isterler. Meselâ, bir kükürt parçasına birkaç elektron itmek istersek, bu elektronların dış yörüngedeki boşluklara düşüklerini ve orada yerleşip kaldıklarını görürüz. Kükürtte, komşu atoma kolayca kayıp, ye-

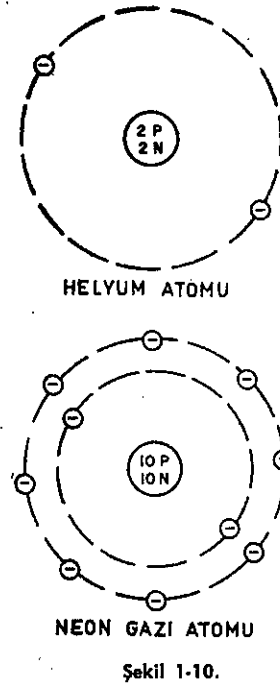


ni gelene yer açacak serbest elektronlar bulunmamaktadır.

Atom yapısı hakkındaki tartışmamızı bitirmeden önce Şekil 1-10 da gösterilen diğer iki atoma, helyum ve neon atomuna bir göz atalım.

Helyum iki elektronludur, fakat metal değildir. Çünkü çekirdekle bu iki elektron arasında perde görevini görecektir hiç bir elektron mevcut değildir. Bu iki elektronun ikisi de çekirdek tarafından kuvvetle çekildiği için kolayca hareket edemezler.

Neonun dış yörüngedeki sekiz elektronu da çekirdeğe sıkıca bağlıdır. «Metal olmayan cisimler»,



dış yörüngesinde 5, 6 veya 7 elektron bulunan cisimler olarak sınırlanmıştır.

Şu halde, dış yörüngeleri dolu olan helyum ve neon gibi elementler metal ve metal olmayan cisimler dışında sınıflandırılmalıdırlar. Bu elementlere «asal gazlar» denilmektedir. (Kimyaca «asal» denilmesi, diğer elementlerle hiç bir şekilde birleşmemelerindendir).

Maamafih, bu asal gazlar, alçak basınçlı olarak bulundurulup atomları yüksek hızlı elektronlarla bombardımana tutularak, atomdan elektronlar zorla koparılacak suretiyle iletken hale getirilebilirler (Neon lâmbalarında olduğu gibi).

Bizi atom yapısı problemine iten tartışmaya geri dönersek, ki bu «elektrikle yüklenen cisimlerin içersinde ne gibi değişikliklerin olduğu» idi, şimdi elektrik olaylarını daha iyi açıklamaya yarayan iki yüklü parçacığın varlığından yararlanabiliriz :

Elektronlar : Negatif yüklü, çok hafif ve hareketlidir.

Protonlar: Pozitif yüklü, ağır ve atomun merkezine yerleşmişlerdir.

Katı gereçlerde protonların hareketsiz olmalarından, bu gereçlerdeki bütün elektrik olayları elektronların hareketleriyle açıklanır.

Tablo 1 deki Liste A ve B ye tekrar dönelim; bir kükürt parçasını

kedi postuna sürttüğümüzde kükürt ve kedi postu birbirine zıt şekilde, kükürt negatif ve kedi tüyü pozitif yüklenir. Bütün bu olanlara, birkaç elektronun kedi postundan kükürde geçmesi sebep olur. Ebonit veya mühür mumu yine sürüldüğünde, yünden «negatif yük» alırlar, daha doğrusu yünden elektronlar alırlar. Aynı zamanda yün «pozitif yük» alır. Fakat esasında yün birkaç elektronu kaybetmiştir.

Bir cisim, bazı elektronlarını kaybederse pozitif yüklü hale gelir. Bir cisim, birkaç elektron kazanırsa negatif yüklü hale gelir.

Elektrikle yükleme (şarj) sırasında, bir gereçte bulunan çok fazla sayıdaki atoma nazaran olaya katılan elektron sayısı pek azdır. Ebonitten yapılmış bir tараға eklenen bir milyar elektron bu tараға bir hayli çekme kuvveti kazandırır. Fakat, bu işte bir milyar rakamı, küçük bir rakam sayılır. Tараğın sürüldüğü ceket kolunda o kadar çok atom vardır ki bu atomların her 1 000 000 000 000 000 atomundan biri, bir elektron kaybetse tараға geçen elektron sayısı kolayca 1 milyar olur.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- «Elektrik», elektronların hareketiyle açıklanır.
- Benzer yükler birbirini iter, zıt yükler birbirlerini çekerler.

Bu bölüm «Elektrik nedir?» sorusu ile başlamıştı. Elektrik, elektronların hareketlerinin incelenmesidir. Birkaç elektron eksikliği veya birkaç fazla elektron mevcudiyeti gerecin özeliğini değiştirmektedir. Gereç boyunca elektronların hareketine, elektrik akımı denir.

BÜTÜN BU ANLATILANLARA NE KADAR İNANABİLİRİZ ?

Elektronları doğrudan doğruya göremiyoruz, göremeyiz de. Fakat, günlük işlerimizde nasıl elle yapmadığımız, gözle doğrudan doğruya göremediğimiz işleri makina ve aletlerle yapıyorsak, ilim adamlarının buldukları ölçü aletleri sayesinde sanki yeni duygular kazanıyoruz, adeta elektronları görür gibi oluyoruz. Bu aletlerin çoğu bize, bilgi edinmemiz için yeni duygular, yeni kabiliyetler kazandırıyorlar.

Pratik bir insan için gerçeğin en iyi belirtisi, yukarıda anlatılan teoirilere dayalı olarak yapılan ve çalışan cihazlardır. Elektronların varlığına, gökteki yıldızların varlığı kadar eminiz. Ve elektronların nasıl hareket ettirilebileceklerini de öğrenmiş bulunuyoruz.

- Negatif yüklü bir cisim, fazladan elektron kazanmış bir cisimdir. Negatif yüklü cisim, yüklü eboniti itecektir.

- Bütün gereçler, elektrikle yüklenebilirler.
- Atom, bir elementin en küçük parçacığdır. Molekül ise, bir bileşik cismin en küçük parçasıdır. Molekül, birbirlerine sıkı sıkıya bağlı iki veya daha fazla değişik element atomundan meydana gelir..
- Bütün atomlarda değişik sayıda elektron, proton ve nötron bulunur. Elementin ne cins bir element olduğu proton sayısından anlaşılır.

- Elektronlar, negatif yüklü, çok hafif ve hareketlidir.
- Protonlar, pozitif yüklü, ağır ve katı cisimlerde hareketsizdirler.
- Nötronlar, yüksüzdürler (nötür) ve protonlar gibi ağır ve hareketsizdirler.
- Elektronlar, atomlarda yörünlere, halkalara (veya kabuklara) yerleşmişlerdir. Bir elementin veya atomun birçok elektiriksel özeliği, en dış halkadaki elektron sayısı ile belli olur.

TEKRARLAMA SORULARI

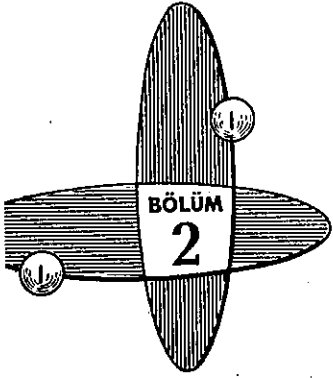
1. a. «Pozitif şarjlı» ve «negatif şarjlı» kelimelerini, yüklü standart cisimlerle karşılaştırarak nasıl tarif edebiliriz?
b. Elektronlar hakkındaki bilgilerimizden yararlanarak «pozitif yüklü» ve «negatif yüklü» kelimelerini nasıl açıklayabiliriz?
2. Bir cismin pozitif yüklü hale gelmesindeki olayları elektronlardan yararlanarak anlatınız. Bir cisim negatif yüklenirse, bu cisimde ne gibi olaylar olur?
3. İtme ve Çekme Kanununu belirtiniz.
4. Şu kelimelerin anlamlarını açıklayınız: Atom, melekül, element, bileşik, proton, elektron, nötron. (Bu terimlerin tariflerini ezberlemenin bir faydası yoktur. Yalnız bu terimleri yerinde kullanabilmek için anlamlarını anlamağa çalışınız).
5. Elektron düzeni bakımından, metal

ve metal olmayan cisimler birbirinden nasıl ayrılır? Metaller niçin iyi iletkenlerdir?

6. Galyum isimli bir elementin atomunda 31 elektron vardır. Bakır atomunun resmine bakarak, galyum atomundaki elektronların nasıl yerleşeceğini tahmin edersiniz? Galyum bir metal midir?

7. Boşlukları tamamlayınız :

Bütün gereçler yalnız 100 kadar basit maddeden meydana gelmiştir. Bunlara diyoruz. Bu basit maddelerin en küçük parçacıklarına denir. Atomlarda daha da küçük parçacıklar, ve bulunur. Bu üç maddeden en hafif olanıdır. En çok hareketli olanına , pozitif yüklü parçacığa , negatif yüklü parçacığa da denir. Materyalin elektiriksel özeliğine en çok tesir eden parçacığa denir.



Elektron Hareketinin Ölçülmesi

İster sebze, ister çelik çubuk veya elektronlar olsun, herhangi faydalı bir büyüklükten söz ederken, bunlar için bir ölçü sisteminden de söz etmek gerekir. Ancak, bu ölçü sayesinde ne kadar imâl edildi, ne kadar kullanıldı, ne kadarı değiştirildi, anlayabiliriz.

Bir tel boyunca akan elektronlarla ilgili üç esas ölçme vardır. Bunlar :

1. Elektron akış hızı
2. Elektronları harekete geçiren kuvvet veya basınç
3. Elektronların hareketine karşı gösterilen zorluk.

ELEKTRON AKIŞ HIZI

Elektron akışının ölçülmesinde basit hız ölçüsü yerine miktar ölçüsünü kullanacağız. Çünkü bir elektrik aparatında önemli olan şey saniyede geçen elektron sayısıdır. Elektronun saatteki kilometre olarak ölçülecek hızı önemli değildir. Su pompaları dakikada litre; van-

tilâtörler dakikada metre küp; buğday makinaları, saatte kilo olarak hep miktar ölçüsü ile ölçülürler.

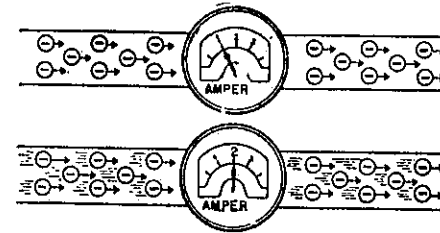
Böyle bir ölçü için, önce ölçülecek miktar bilinmelidir. Bunun için saniyedeki elektron sayısını kullanacak olursak, Konya ilinde yetişen buğday tanelerinin sayısından daha büyük bir sayı ile karşılaşırız. Binlerce buğday tanesini bir araya getirerek «kile» ölçüsü kullandığımız gibi $625 \cdot 10^{16}$ elektronun bir araya gelmesiyle meydana gelen ölçüyü de elektron ölçüsü olarak kullanacağız ve buna *kulon* diyeceğiz. (Bu isim eski Fransız bilim adamlarından Charles Coulomb'un adına izafeten verilmiştir). $625 \cdot 10^{16}$ rakamı çok büyük bir rakamdır. Eğer bu sayıda sineğin bir yaz İzmir ili üzerinde öldüğünü düşünürsek, her yerin kalınlığı on metre civarında sinek örtüsüyle kaplanır.

Su akımını ölçmek için saniyede litre, hava akımını ölçmek için

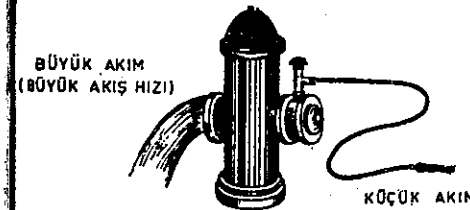
saniyede metre küp ve trafik akışını ölçmek için saatteki araba sayısını kullandığımız gibi, elektron akışını ölçmek için de saniyede kulon ölçüsünü kullanırız.

Elektron akışı elektrik akımıdır.

Fakat elektron akışının ölçülmesinde «saniyede kulon» deyimini çok kullanmayız. Bunun yerine, yine «saniyede kulon» demek olan *amper* kelimesini kullanırız. (Bu isim de diğer bir Fransız bilim adamının adından gelmezdir). Bir amperin tarifi şöyledir :



Şekil 2-1.



Şekil 2-2.

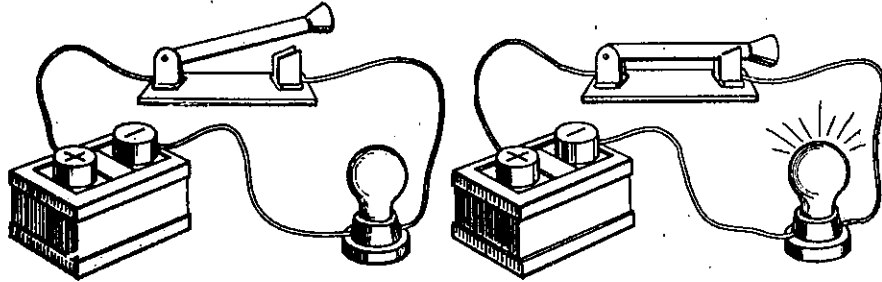
1 amper, saniyede 1 kulonluk akış hızıdır.

Elektronun iki çeşit hızını birbirinden ayıracak daha açık bir terime ihtiyaç vardır. Bu iki hız :

1. Bir tek elektronun bir tel boyunca yaptığı hızın ortalaması ve
2. «Darbe» hızıdır. Bildiğimiz gibi bir lâmba devresindeki anahtarı çevirir çevirmez lâmba derhal yanar. $1,5 \text{ mm}^2$ kesitindeki bakır tellerle tesisatı yapılmış bir evde tellerden geçen akım bir amper olduğunda, telde milyarlarca elektron bulunmasından dolayı hesaplara göre bir elektronun ortalama hızı saatte 7-8 cm. kadardır. 7-8 cm olan bu hız, bir tek elektronun bakır iletken boyunca sürüklenme hızıdır. Fakat iletkenin her tarafının harekete başlayan elektronlarla dolu olduğu da hatırdan çıkarılmamalıdır. Dolayısıyla bir lâmba devresindeki anahtarın kapatılmasıyla aynı anda bütün devre boyunca elektron hareketi başlamaktadır. Bu harekete pratik olarak «darbe» hareketi denir. Bu darbe hareketinin gerçek hızı telin durumuna bağlı olarak saniyede birkaç bin kilometre ile, teorik olarak hızın son sınırı olan ışık

hızı saniyede 300 000 kilometre arasında herhangi bir hız olabilir. Sonuç olarak bir tel boyunca bir tek elektronun sürüklenme hızı pek büyük olmamakla beraber, elektronların bir tel boyunca hep birden hareket etmelerinden doğan «darbe» hızı çok büyüktür.

Elektronların bir tel boyunca «her yerde aynı anda» harekete başlaması ve devam etmesi için kapalı ve iletken bir yolun bulunması gerekir. Şekil 2-3'deki açık devre diyagramında, devrenin hiçbir yerinde akım yoktur. Bataryanın negatif kutbundaki elektronların gidebilecekleri hiçbir yer yoktur. Lâmbadan da elektronlar geçemezler; çünkü iletkenler, yalıtkan bir hava boşluğu ile çevrilidir ve bu, elektronların hareketine engel olmaktadır.



Şekil 2-3. Açık Devre.

ELEKTRONLARI HAREKET ETTİREN BASINÇ VEYA KUVVET

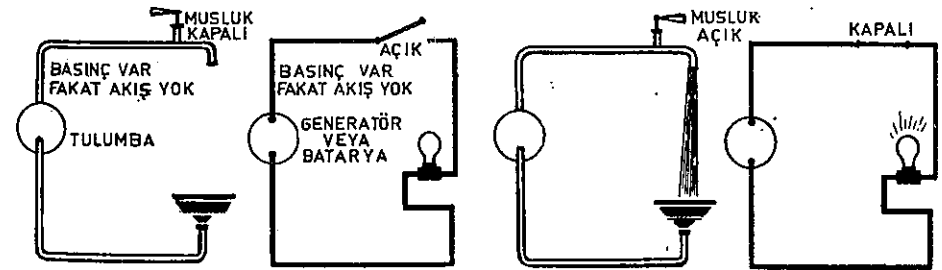
Elektronları, faydalı bir şekilde hareket ettirmek için, itmek gerekir. Elektronlar bir metal içerisinde, esasında, çekirdek etrafında dönmek, kendi etraflarında dönmek suretiyle hareket halindedirler. Fakat bu hareket faydalı bir hareket değildir. Faydalı bir hareket için, metal içinde gelişigüzel değil, fakat belli bir yöne sürüklenmek, akmak gerekir. İşte elektronları kendi normal hareketleri dışında, genellikle bir yönde sürüklemek, akıtmak için gerekli olan kuvvete veya itişe çeşitli isimler verilir. «Elektromotor kuvvet», bu isimlerden biridir.

Şekil 2-4'de anahtar kapatılır kapatılmaz, elektronlar (negatif yük-

lü olduklarını hatırlayınız), negatif yüklü kutup tarafından itilip, pozitif yüklü kutup tarafından çekilmek suretiyle lâmba içersinden geçmeye başlarlar. Şekil 2-3'de de elektronlar itilip çekilmektedirler fakat bir hareket, bir akış yoktur. Çünkü hareket edecekleri, çıkacakları yol yoktur. Anahtarın açık olduğu durum, yani açık devre durumu, su musluğunun kapalı olduğu duruma benzemektedir. Akışı hemen sağlayacak kuvvet, basınç vardır. Fakat akış yoktur.

Elektronları hareket ettiren bu kuvvet, elektromotor kuvvet, kısaca emk, bataryalar tarafından ve diğer bazı aparatlar tarafından meydana getirilebilir. Bazan, bu emk bir su borusunda suyun akışına sebep olan su basıncına veya bir havalandırma borusundaki hava akışına sebep olan hava basıncına benzetilerek «elektrik basıncı» olarak da isimlendirilir.

Bu (emk) veya elektrik basıncı, «Volt» ile ölçülür. «Gerilim» veya «Voltaaj» terimleri de aynı elektrik



Şekil 2-5.

basıncı veya emk için kullanılır. Bir voltun asıl tarifi bundan sonraki bölümlerde verilecektir. Fakat şimdilik, volt sayısını, elektronları harekete geçiren kuvvetin büyüklüğünü gösteren bir sayı olarak düşüneceğiz. Nasıl, büyük bir su basıncı, bir borudan saniyede daha fazla litre su akışını sağlarsa, bunun gibi, elektrik basıncının daha büyük volt sayısı da, bir tel boyunca daha fazla elektron akışına sebep olacaktır.

HAREKETE KARŞI KOYAN ZORLUK : DİRENÇ

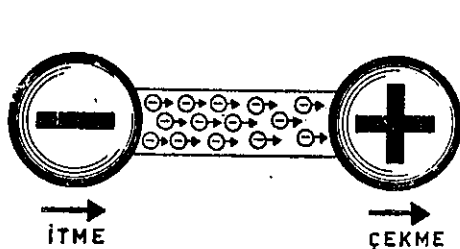
Bir futbol topu, bir deniz motorunda olduğu gibi, elektronlar da bir defa harekete başlatıldıktan sonra kendi kendilerine durmaksızın hareket etmezler. Her şeyde olduğu gibi, sürtünme, elektronun hareketini de frenler.

Bir telin içerisindeki elektron için de aynı problem vardır. Bir materyalden elektronun geçmesinde de bir cins «iç sürtünme» mev-

cuttur. Bu sürtünmeye benzeyen karşı koyuşa, zorluğa «elektrik direnci» denir.

Bir kayığın suda kolayca kaydığı gibi, elektronlar da bir bakır tel içerisinde kolayca kayarlar. Elektronlar, demir ve bazı metal alaşımları içerisinde de bakırdaki kadar kolay olmamakla beraber yine de oldukça kolay kayarlar. (Kayığın ve elektronların kayması karşılaştırılmasına devam edersek, demir ve diğer alaşımlardan elektronun kaymasını, domates salçasında kayığın kaymasına benzetebiliriz).

Birçok materyaller vardır ki, çok büyük bir basınç da uygulasa, elektronlar bunların içerisinde çok güç hareket ederler. Bu tip materyallerden birisi, Bölüm 1 de adı geçen kükürttür. Elektronları kükürt, porselen, cam veya plâstik içerisinde hareket ettirmek, kayığı bir beton yolda veya sürülmüş bir tarlada hareket ettirmek kadar zordur.



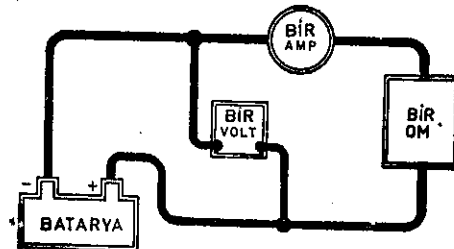
Şekil 2-6.

YALITKANLAR

Plâstik ve mumlar	} En iyi yalıtkanlar
Kehribar, kükürt, mika	
Porselen, yağlar	} En iyi iletkenler.
Cam, kumaş, ağaç	
Fildişi, taş	
Alkol, saf su	
Kuru kumlu toprak	
Terkos suyu	
Islak toprak, insan vücudu	
Zayıf asitler	
Kuvvetli asitler ve suda erimiş tuzlar	
Yarı-iletkenler (Germanyum)	
Karbon, grafit	} En iyi iletkenler.
Alaşımlar: Pirinç, krom-nikel	
Metaller: Demir, tungsten, alüminyum, bakır, gümüş	

İLETKENLER

Verilen bu liste, en çok adı duyulmuş materyallerin dirençlerini karşılaştırmak için verilmiştir. En yüksek direnci gösterenler (bunların ölçülmesi dahi zordur) en iyi yalıtkanlardır. En küçük direnci olanlar, en iyi iletkenlerdir. Aradaki materyaller ise kötü iletken-



Şekil 2-7.

dirler, yeteri kadar yüksek dirençleri de bulunmadığı için bunlara yalıtkanlar da denemez.

Direnç ölçüsü birimi «Om» dur, (bu isim, 130-140 yıl önce, bir telden geçen akımın e.m.k ile orantılı olduğunu keşfeden Alman bilginini G.S. Ohm adına izafeten verilmiştir). Bir om'luk direnç, bir voltluk bir gerilim uygulandığında bir telden bir amper geçmesine yeter zorluk demektir. Amper, Volt ve direncin asıl tarifleri Bölüm 12 de verilecektir.

Om Kanununa göre, bir alıcıya uygulanan gerilim (emk) arttırılırsa bu alıcıdan geçen akım da artar. Aynı zamanda, uygulanan gerilim değişmeden direnç artarsa, akım azalır. Bütün bu söylenenler aşağıda gösterildiği gibi formüle edilebilir :

$$\text{Amper cinsinden akım} = \frac{\text{Volt cinsinden elektromotor kuvvet}}{\text{Om cinsinden direnç}}$$

E, amper cinsinden akımı, E, volt cinsinden e.m.k'i, ve R, om cinsinden direnci göstermektedir.

Bu formül diğer iki kullanışlı şekilde de ifade edilebilir : $E = IR$

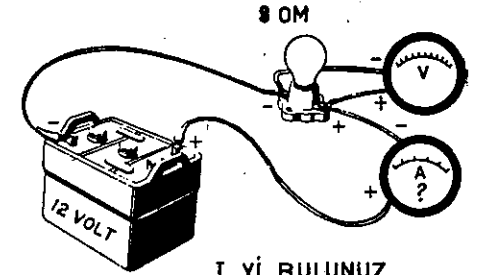
$$\text{ve } R = \frac{E}{I}$$

Bu iki formülü birer örnekle kullanalım: 8 Om'luk lâmbadan 1,5 amper akımın geçmesini zorlayan gerilim kaç voltur? (Şekil 2-9).

Akım, uygulanan elektromotor kuvvetle doğru orantılı, ve dirençle ters orantılıdır. Meselâ, 8 Om dirençli bir lâmba 12 voltluk bir batarya uçlarına bağlanırsa, $\text{akım} = 12 \text{ volt} \div 8 \text{ Om} = 1,5 \text{ Amper}$ olacaktır (Şekil 2-8).

Bu formülü kısaltarak, sembollerle şöyle yazabiliriz :

$$I = \frac{E}{R}$$

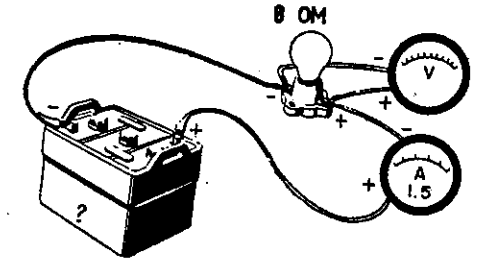


I Yİ BULUNUZ

Şekil 2-8.

$E = IR$ formülünü kullanarak $I=1,5$; $R=8$; $E=1,5 \times 8=12 \text{ V}$ bulunur.

Eğer problem, «12 voltluk bataryaya bağlandığı zaman içinden 1,5



Şekil 2-9.

amper akım geçen direncin değeri

$$\text{ne olur} \gg \text{şeklinde olsaydı } R = \frac{E}{I}$$

formülünü kullanarak $E = 12$;

$$I = 1,5; R = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ Om bulurduk.}$$

Bu örneklerden de anlaşıldığı gibi E, I ve R arasındaki bağıntı, bu üç formülünden herhangi birisi ile açıklanabilir. Bu formülleri ezberlemektense, Om Kanunu üzerinde bol uygulama yaparak $E = IR$ formülünden bilinen iki değeri yerine koyarak bilinmeyen üçüncü değeri basit cebirle bulmak daha iyidir.

Meselâ; $E = 120$, $R = 24$ verilmiştir.

I yi bulunuz: $E = IR, 120 = I \times 24$

Her iki tarafı 24 ile bölelim;

$$\frac{120}{24} = \frac{I \times 24}{24}$$

Her iki tarafı da 24 ile bölmede gaye $I \times 24$ ün 24 rakamını götürmek ve I yi yalnız bırakmaktır:

$$\frac{120}{24} = \frac{I \times 24}{24}$$

$$\text{Böylece: } \frac{120}{24} = I \text{ elde edilir.}$$

$$\text{Buradan } I = \frac{120}{24} = 5 \text{ bulunur; } I, 5 \text{ amperdir.}$$

Eğer R nin bulunması isteniyorsa, yukardakine benzer işlem kullanılır.

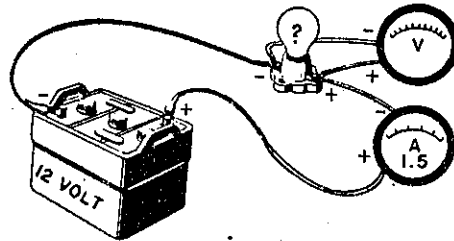
$E = 120$ volt, $I = 5$ Amper verilmiştir, R yi bulunuz:

$$E = IR, 120 = 5R$$

Eşitliğin her iki yanını 5 ile bölerek R nin yanındaki sayıyı götürürüz. Böylece aradığımız R yi buluruz:

$$\frac{120}{5} = \frac{5R}{5} \quad \frac{120}{5} = R$$

$R = 24$ Om bulunur.



R Yİ BULUNUZ

Şekil 2-10.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Çok büyük sayıdaki elektronlar *kulon* birimiyle ölçülür. Bir kulon, benzinin *litresi*, hububatın *kilesi*, şekerin *kilosuna* benzer bir miktar, çokluk ölçüsüdür.
- *Amper*, elektron akış hızı ölçüsüdür. Bir *amper*, *saniyede* bir *kulonluk* elektron akışıdır.
- Tek bir elektronun ortalama hızının çok yavaş olmasına rağmen, bir elektrik devresinde anahtarın kapanmasıyla devrenin her yerinde hemen elektron hareketi başlar (darbe hareketi).
- *Volt*, elektron hareket kuvveti; emk, elektrik basıncının bir ölçüsüdür.
- Bir materyal atomları içerisindeki elektron akışına karşı gösterilen zorluk, yani direnç *Om* ile ölçülür.
- $E = IR$ bağıntısı, *Om Kanunu'*dur. E, volt cinsinden emk; I, amper cinsinden akım; R, Om cinsinden dirençtir.

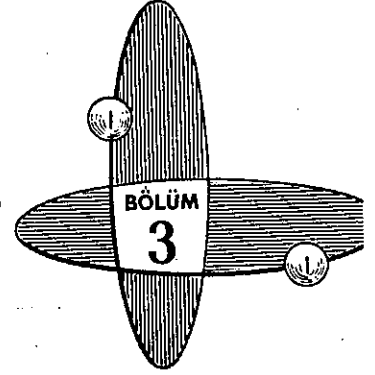
TEKRARLAMA SORULARI

1. Om Kanununu kendi ifadenizle açıklayınız.
2. Bir telden akan elektronlar hangi bakımdan bir su borusundan akan suya benzetilebilir? Cevabınızda, «başınç», «akış hızı» ve «direnç» kelimelerini kullanınız.
3. Amper, kulon, volt ve Om birimleriyle kesin olarak ne ölçülür?
4. «Kapalı devre» nedir? «Açık devre» nedir? Bir «açık devre» de gerilim mevcut mudur? Bir «açık devre» de akım mevcut mudur?
5. «Saniyede kulon», yerine hangi tek kelime kullanılır?
6. Akımı ölçerken, niçin saniyede santimetre veya saatte kilometre yerine saniyede kulon ölçüsünü kullanırsınız?
7. Bir elektrik lâmbası ve bir elektrik üttüsünden hangisinin daha fazla direnci vardır? (Cevabınızı, aşağıdaki problem üzerinde çalıştıktan sonra kontrol ediniz).
8. Om Kanununu kullanarak, aşağıdaki cihazların dirençlerini hesaplayınız:

	Volt	Amper
(1) 60 vatlık ampul	120	0,5
(2) Otomobil far ampulü	6	4,2
(3) Ekmek kızartıcısı	120	8
(4) Elektrik üstü	120	10
(5) Elektrik havyası	115	2
(6) 100 vat lâmba	120	0,83
(7) Radyo lâmbası filâmanı	35	0,15
(8) 2 pilli el feneri ampulü	3	0,28
(9) Elektrikli kızartma tavası	115	10

9. 8. sorunun cevaplarını elde ettikten sonra, aşağıda istenenleri bulunuz. Eğer 60 vatlık lâmba (No. 1), 12 voltluk otomobil bataryasına bağlansaydı ne olurdu? Eğer, otomobil far ampülü (No. 2), 12 voltluk bataryaya bağlansaydı ne olurdu?
10. 48 om'luk bir lâmba ampülü, 120 voltluk hatta bağlanırsa lâmbadan ne kadar akım geçer?
11. 4 om'luk bir tel kangalından 3 amper akım geçirecek gerilim kaç voltur?
12. Bir 10.000 om'luk direkten 0.002 amper geçirtebilen gerilimin kaç volt olduğunu hesaplayınız.
13. 60.000 om'luk bir direnç, 6 voltluk bir bataryaya bağlanırsa kaç amperlik bir akım meydana gelir?
14. Yaklaşık olarak 12.000 om kadar direnci olan bir başparmak 120 voltluk bir lâmba duyuna dokundurulursa ne kadar akım geçer?
15. Bir dakikada bir telin bir noktasından 720 kulan elektron geçmektedir. Amper cinsinden akımı bulunuz.
16. Bir batarya 24 saat, 6 amperle doldurulmuştur. 24 saatte devre boyunca kaç kulon dolaşmıştır?
17. Bir doğru akım motorunun alan bobini 220 V. luk doğru akım hattından 2 amper çekmektedir. Alan bobininin direncini bulunuz.
18. Bir nokta kaynak makinası 0,005 omluk bir dirençten 200 amper geçirmektedir. Gerilimi bulunuz.
19. 18 omluk bir elektrik sobası 108 voltluk bir kaynağa bağlandığı zaman kaç amper çeker?
20. 1000 om dirençli bir röle bobini, çok büyük bir elektrik anahtarını çalıştırmaktadır. Rölenin çalışması için, röle bobininden 0,118 amperlik bir akım geçmesi gerekmektedir. Röleyi çalıştıracak gerilimi hesaplayınız.
21. 62,5 om bobinli bir elektromiknatısın bir demir parçasını kaldırması için, bobininden, 3,8 amper geçmesi gerekmektedir. Bobinin çalışma gerilimini bulunuz.

Hareketsiz Elektronlar



Bu bölüm için «Elektrostatik», daha uygun bir başlık olabilir. «Statik» kelimesi, «hareketsiz, istirahat» anlamına gelmektedir.

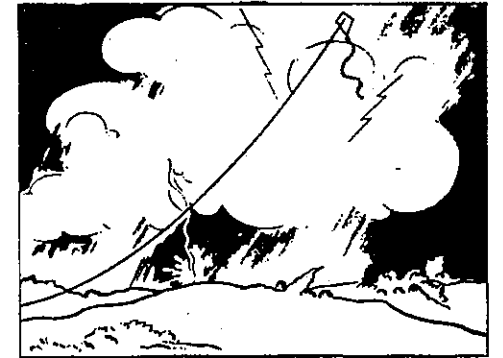
Elektronlar hareketsizken, haklarında daha çok şeyler öğrenilebilir. Elektronlar, o kadar ele avuca sığmaz, hareketli şeylerdir ki aslında tam hareketsiz olamazlar. Bir cisimden diğerine atlarken meydana getirdikleri ark ve kıvılcım çok önemlidir.

«Statik» kelimesi bazan insana radyodaki gürültüyü, paraziti hatırlatır. Şimşek çaktığı zaman, veya herhangi bir ark anında titreşen elektronlar enerji neşrederler ve radyo tarafından alınan bu enerji radyoda gürültü, parazite sebep olur. «Statik» terimi, elektronikte, esasında elektrostatik kökünden gelsin veya gelmesin, açıklanmayan radyo paraziti olarak kullanılır.

Bu bölümde anlatılanlar, Bölüm 1 de verilen bilgilerin genişletilmiş

bir şeklidir. 1. Bölümde «Hatırda Tutulması Gerekli Noktalar» kısmında verilenlerin burada tekrarı çok faydalı olacaktır:

Bir cisim, negatif olarak yüklenirken, kendine ait olmayan ve hemen geri kaçmaya hazır elektronları almaktadır. Bir cisim pozitif olarak yüklenirken kendi elektronlarından bazılarını kaybeder. Cisim pozitif olarak yüklendikten sonra, bir kısım elektronlarını kay-



betmiştir. Bütün pozitif cisimler, elektron kaybeden cisimlerdir. (Nereden gelirlerse gelsinler bütün elektronların birbirinin aynı olduklarını unutmayınız). Pozitif bir cisim kaybettiği elektronları geri alırsa, eski nötür durumuna geri döner. Geri dönen elektronların, cisimden ayrılan elektronlar olması gerekmez. Eğer bir cisim bir milyon elektron kaybeder, bunun yerine değişik bir milyon elektron kazanırsa, başlangıçtaki normal durumuna döner.

İLETKENLER VE YALITKANLAR

Daha önce de belirtildiği gibi, 1. Bölümde, Liste A ve Liste B'deki materyaller iletken değildirler, yalıtıkandırılar. «Elektrostatik yük» kazanmaya, içerisinde elektronların kolayca hareket edememesi dolayısıyla, yalıtkanlar daha müsaittir. Eğer yalıtkan bir materyalin bir noktasına fazla elektron konursa, elektronlar o noktada kalırlar, belki aynı materyalin bir başka noktasında elektron eksikliği de olabilir. Buna rağmen bu fazla elektronlar bu yalıtkan materyalin diğer yerinde bulunan elektron eksik yerlere gidip oraları dolduramazlar.

Elektronların, içlerinde kolayca hareket edebildiği materyallere de *iletkenler* denir. Dış yörüngesinde gevşek (serbest) elektron bulunan

metaller, en iyi iletkenlerdir. Etraflarındaki cisimlerden yalıtkan maddelerle ayrılabilen iletkenler de yüklü hale gelebilirler.

En İyi Yalıtkanlar

Belli bir iş için hangi yalıtkanın daha elverişli olduğu, birçok faktöre bağlıdır. Aşağıdaki tablo çeşitli yalıtkan maddelerin iç dirençlerini karşılaştırmak için verilmiştir. İç direnci 10^9 veya daha fazla olan en iyi yalıtkanlar ancak saf, temiz ve kuru oldukları zaman çok iyi yalıtıkandırılar. Üzerlerinde görünmeyen ince bir rutubet tabakası dolayısıyla, % 90 nisbi rutubetli havada bu yalıtkanlar, % 50 nisbi rutubetli havada bulundukları zamankinden 1000 defa daha fazla iletirler.

Diğer bir faktör de «atlama gerilimi» veya «dielektrik katsayısı»dır. 1,5 mm kalınlığında hava tabakası 3000 volt için iyi bir yalıtkan olabilir. Fakat 6000 voltta bu aradan kıvılcım atlar ve hava artık yalıtkan olmaktan çıkar. İyi cins bir mika yaprağı kıvılcım atlama- dan evvel 50.000 volta hattâ fazlasına dayanabilir. Yandaki tablo; verilen belli bir yalıtkan kalınlığı için, bazı yalıtkanların atlama gerilimi bakımından havadan ne kadar dayanıklı olduklarını vermektedir. Meselâ, cam veya ebonit, kıvılcım atlamasına havadan on defa daha dayanıklıdır.

Om olarak Yalıtkanın Direnci (Verilen direnç, bir santimetrekiplük yalıtkanın yüzeyleri arasındaki dirençtir)	
10^{15} ve daha yukarı	Hava, elmas, saflaştırılmış mumlar (parafin, seresin), epoksi reçine, erimiş silis, ebonit, kükürt, kehribar, mika, çam reçinesi, saf bakalit, gomalak, mühür mumu, kuvarts, parafin yağı (madeni yağ), karbon tetraklorür.
$10^{12} - 10^{15}$	Balmumu, porselen, cam, sıvı hidrokarbonlar, nebati yağlar, sentetik lâtistik (GRS, BuNa-S, Neoprene), terementi, vinil ve diğer plâstikler.
$10^9 - 10^{11}$	Killi veya fiber bileşik plâstikler, sellüloid, mermer, fiber, kuru yün, etil asetat ve benzeri çözücüler.
$10^6 - 10^9$	Adi siyah mermer, fildişi, alkol, saf su, Perbunan lâtistiği, aseton, benzol, gazyağı gibi çözücüler; gliserin.
$10^3 - 10^6$	Kötü yalıtkanlar, aynı zamanda kötü iletkenler; terkos suyu, alev, toprak, insan derisi, «iletken lâtistik».

Karşılaştırmalı Atlama Gerilimleri

Mika	20 - 60
Cam ve erimiş seramik	10 - 50
Ebonit	10 - 30
Mumlu kâğıt	15 - 20
Lâtistik	5 - 15
Yağlar	2 - 7
Hava, âdi kâğıt	1

Yalıtkanların kullanılmasında diğer bir faktör de yalıtkanın fiyatı ve şekillendirme kolaylığıdır.

ELEKTROSKOP'UN KULLANILMASI

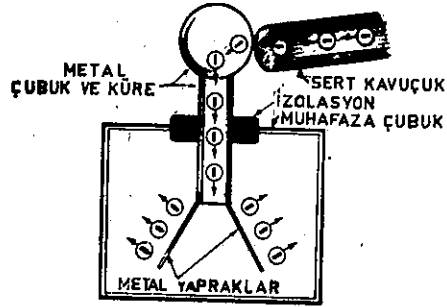
Oyuncaktan pek farklı olmayan bu basit aparat, bir zamanlar elektrik yüklerinin karşılaştırılmasında ve radyoaktif madenlerin aranmasında, aynı zamanda kabaca bir voltmetre olarak çok kullanılırdı. Elektronların keşfine yarıyan de-

neylerde önemli bir yardımcıydı. Bugün yerini, daha hassas, daha doğru ve daha kompleks aparatlar almıştır.

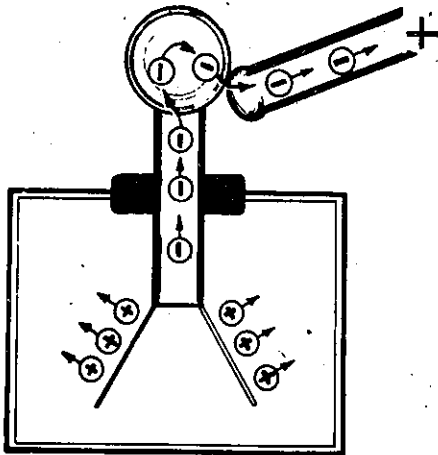
Elektroskop, kullanılacağı zaman bilinen bir yükü yüklenmelidir. Yükleme işi çok basittir. Önce, bir ebonit çubuk yüne sürtülür. Sonra bu ebonit çubuk elektroskopun madeni topuzuna dokundurulur ve kaydırılır. Ebonit çubuktaki elektronlar böylece topuza, elektroskop metal çubuğuna ve yapraklara kadar birbirlerini iterek her tarafa yayılırlar. Aynı adlı yükü yüklenen yapraklar birbirlerini iterler (Şekil 3-1).

Ebonit yerine, yüklü cam çubuk kullanılmak suretiyle, elektroskop pozitif yük ile de yüklenebilir. Pozitif yüklü cam çubuğun, nötür durumda olan elektroskop küresine sürtülmesiyle elektroskopun bazı

elektronları cam çubuk tarafından çekilir. Elektronları azalan ve böylece pozitif hale gelen elektroskop yaprakları yine birbirlerini iterler ve açılırlar (Şekil 3-2).



Şekil 3-1.



Şekil 3-2.

Bilinmeyen Yüklerin Belirtilmesi

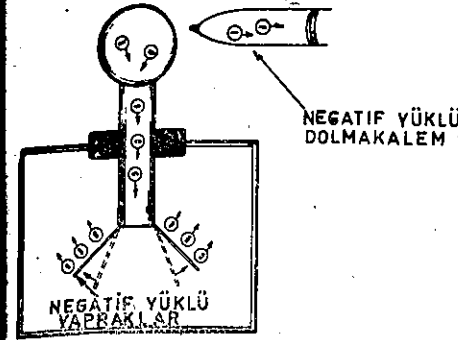
Yüklü bir elektroskopla, bilinmeyen bir yükün negatif veya pozitif yük olduğu anlaşılabılır. Diyelim ki bir dolmakalemi ceketin koluna sürterek yükledik ve bunun yükünün pozitif veya negatif olduğunu anlamak istiyoruz.

Daha önce söylendiği gibi ebonit çubuk kullanarak elektroskopu negatif olarak yükleriz. Sonra dolmakalem yavaşça elektroskopun topuzuna yaklaştırılır ve yaprakların ilk aldığı duruma dikkat edilir.

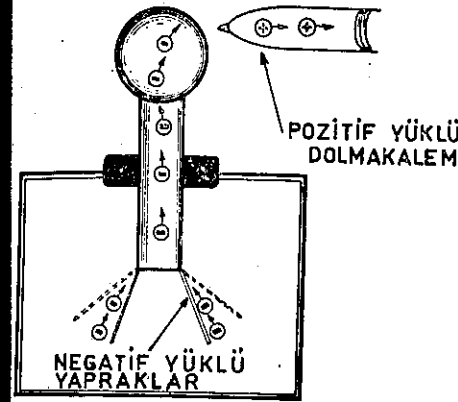
Eğer yapraklar daha da fazla açılmışsa, daha çok negatif oldukları anlamı çıkar. Bunun için de kalemin negatif yüklü olması gerekir ki yapraklara doğru daha fazla elektron iterek onların birbirlerini daha fazla itmelerine sebep olsun.

Eğer kalem pozitif yüklü olsaydı ne olacaktı? Pozitif yüklü kalem elektroskoptan fazla elektronların bir kısmını çekecek, elektronları azalan yapraklardaki itiş azalacak ve yapraklar birbirine yaklaşıacaktır.

Bilinmeyen yüklerin tayininde pozitif yüklü elektroskop da kullanılabilir. Şu noktayı hatırdan çıkarmamak gerekir: Pozitif yüklü elektroskop elektronlarının bir kısmını kaybederek pozitif yüklü hale gelmiştir, fakat yine de çok



Şekil 3-3.



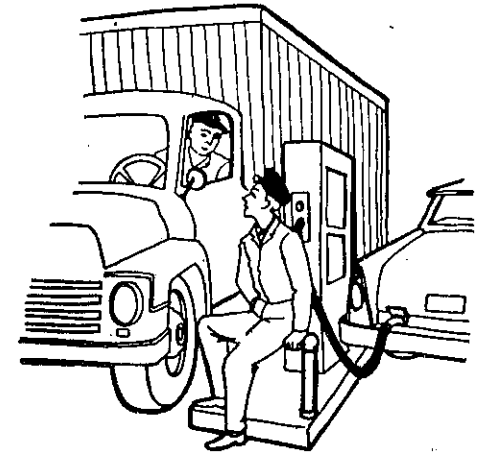
Şekil 3-4.

fazla sayıda elektronu vardır. Negatif yüklü bir cisim elektroskoba yaklaştırılırsa, elektroskoptaki elektronlar yapraklara doğru itilir. Bu elektronlar yaprakların elektron eksikliğini (pozitifliğini) kısmen gidererek, yaprakları nötr hale getirirler ve yapraklar düşer (birbirlerine yaklaşır). Elektroskoba pozitif bir cisim yaklaştırılırsa; yapraklardan daha fazla elektron küreye doğru çekilir. Yapraklar daha pozitif hale gelir ve daha fazla birbirlerini iterler.

Elektroskopun bu kullanılışında, bütün elektron hareketleri elektroskopun içindedir. Yüklü kalem, elektroskop küresine bir atlama olacak kadar yaklaştırılmamıştır.

ELEKTROSTATİK ENDÜKSİYON

Yüklü bir cisim daima yakınındaki cisimleri etkiler. Yakınındaki cisimlerdeki elektronlarını iter veya çeker. Bu itme ve çekme sonucu elektronlar cisim içerisinde hareket ederler. Bu olaya «elektrostatik endüksiyon» denir. Bazı şartlar altında elektrostatik endüksiyon kazalara sebep olabilir. Meselâ: Sıcak ve kuru bir günde bir kamyon benzin istasyonuna gelir. Şöför istasyona yeni giren Joe ile konuşmağa başlar. Kamyon u-



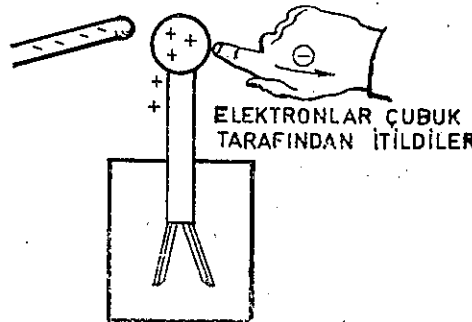
Şekil 3-5.

zaklaşırken Joe yaslandığı demir direkten müşterinin benzin deposundaki hortumu almak için ayrılır. Tam bu anda bir olayla karşılaşır: Buharlaşan benzin ateş almıştır. Acaba benzin niçin ateş almıştır?

Joe'nun yeni lâstik tabanlı ayakkabıları, fazlaca (şarjlı) yüklü kamyon, Joe'nun elinin topraklı demir direkten çekişi, elektrostatik endüksiyon, mevcut bulunan benzin buharında meydana gelen kıvılcım hep bu olayın meydana gelmesinde yardımcı unsurlardır. Kamyonun negatif yüklü olduğunu düşünelim. Kamyon Joe'nun elektronlarını iter. İtilen elektronlar Joe'nun eli, topraklı demir direk yoluyla toprağa geçer. Joe, direkten elini çekince, havanın kuru olması ve lâstik tabanlı ayakkabılarının bulunması dolayısıyla, kaybettiği elektronları geri alamaz. Elini benzin deposuna yaklaştırdığı zaman, arabadan elektronları çeker, meydana gelen kıvılcım, benzin buharını ateşler.

Bu olayı elektroskop yardımıyla açıklayalım. Elektroskop Joe'yu temsil etsin. Elektroskopun küresine dokunan el de, Joe'nun demir direk yardımı ile toprakla bağlantısını temsil etsin.

1. Negatif yüklü bir çubuğu (kamyon) elektroskoba yaklaştırınız.
2. Madenî küreye dokunan eli uzaklaştırınız.



Şekil 3-6.

3. Negatif yüklü çubuğu uzaklaştırınız.

Eğer yukarıda verilenler sıra ile yapılırsa, birbirini iten yapraklarından da anlaşılacağı gibi elektroskop yüklü kalır. Negatif yüklü çubuğun tekrar yaklaştırılmasıyla anlaşılacağı gibi elektroskop pozitif yüklüdür.

Şekil 3-6 da görülen yüklü kalan elektroskop ve Joe'nun yükü, «endüklenen yükler» için birer örnektir.

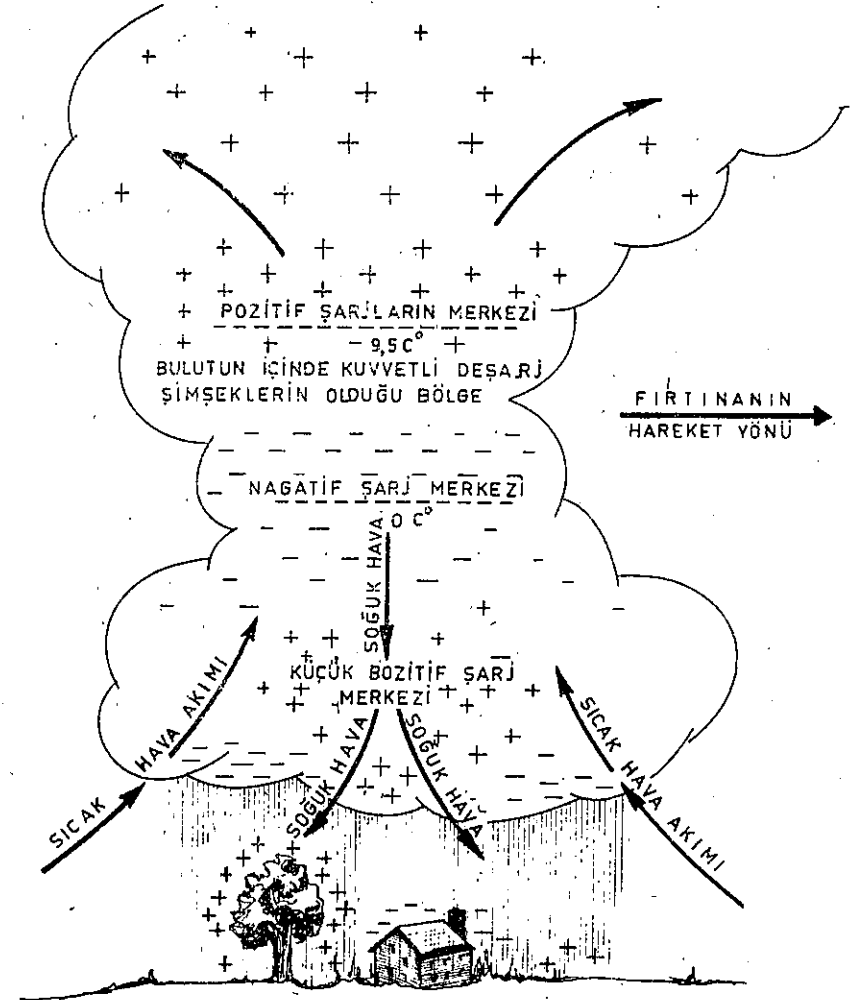
Yüklü cisimler, diğer cisimlere dokunmadan yaklaştırılırsa, bu cisimleri endüksiyon yoluyla yüklerler.

YILDIRIM

Benjamin Franklin, yıldırımın büyük çapta bir elektrostatik olay olduğunu ispatlamıştır (Birkaç kişi uçurtmalarıyla deney yaparken yıldırıma çarpılıp ölmüşlerdir).

Bulutlardaki elektrik yüklerinin dağılışı tesbit edilerek resmedilebilir, fakat bu yüklerin nasıl meydana geldiği henüz anlaşılamamıştır.

Birçok atlamalar bulutlar arasında meydana gelir. Elektronların yeryüzünden buluta mı, veya buluttan yeryüzüne doğru mu olduğu yeryüzündeki bazı noktaların tam üzerinde bulunan fırtına bulutlarının yüküne bağlıdır (Şekil 3-7 ye dikkat ediniz).



ARZ YÜZEYİNDE MEYDANA GELEN ŞARJLAR

Şekil 3-7.

Fırtınalı, yüklü bölgenin tam ortasındaki küçük pozitif yüklü alanın altına isabet eden yerler, meselâ diyagramdaki ev, yerden buluta akan elektronlarını meydana getirdiği yıldırıma maruz kalır. Yüklü bulutların çok büyük negatif yüklü parçalarının altına gelen

cisimler, diyagramda ağaç, bulutlardan yeryüzüne akan elektronların doğurduğu yıldırıma maruz kalır.

Yıldırıma karşı korunmada, yıldırımla yer arasında kolay geçilebilen bir yol temin etmek yeterlidir. Bir kimse kendini yıldırıma karşı yalıtamaz. İyi topraklanmış yıldırım siperi çubuğu, yıldırımdan korunmak için yeterlidir. Cephanelik basit olarak binanın etrafından geçen ve yerle her taraftan irtibatlı olan çelik kablolarla korunur. Büyük çelik binalarda çelik kısımların topraklanması, binanın yıldırımdan korunmasına yeterlidir. Bir otomobile yıldırım isabet edince içindekilere bir şey olmaz. Otomobilin çelik gövdesi, içindekiler için koruyucu bir kafes teşkil eder ve yüksek gerilimli elektronlar gövdeden akarlar (Yıldırımdan, arabanın altına saklanmak suretiyle korunulamaz!). Radyo ve televizyonların yıldırımdan korunması, basit olarak iyi topraklanmış bir iletkenin radyo veya televizyon antenine değmeden yakın bulundurulmasıyla, sağlanabilir. Yüksek gerilim hatlarının yıldırımdan korunması için özel maddelerden yapılmış koruyucular kullanılır. Bunların dirençleri yüksek gerilimli yıldırım boşalmasını kolayca toprağa geçirir özelliktedir. Fakat yıldırım geçer geçmez daha düşük olan hattın gerilimini top-

rağa bağlamayacak kadar fazla direnç gösterirler.

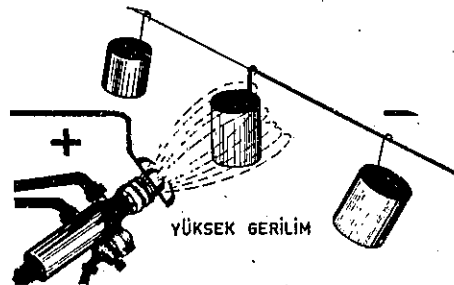
STATİK ELEKTRİĞİN SEBEP OLDUĞU DİĞER ZARARLAR

Statik yükler, yıldırımın ve radyo parazitlerinin yanı sıra, daha birçok çeşitli zarar ve tehlikelere de sebep olurlar.

Güç nakli için kullanılan kayışlar kolayca yüklenebilir. İletken kayışlar, iletken kayış tozu, topraklanmış kasnaklar ve madenî taraklar kullanmak suretiyle bu yükün toplanıp bir tehlike yaratmasına engel olunur.

Kamyonlar ve otomobillerin paralı yollarda seyahat ederken para kulübelerine para vermeleri sırasında meydana gelecek kıvılcımı önlemek için bu vasıtalar kulübelere yaklaştıkları sırada ince madenî teller yardımıyla topraklanırlar.

Anestetik gazlar yanıcıdır. Ameliyat sırasında patlamalara sebep

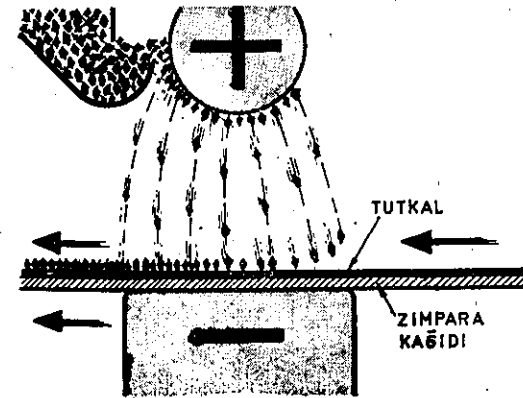


Şekil 3-7.

olacak statik kıvılcımların önlenmesi gerekir. Yüklerin toplanmasına engel olmak için aparatlar topraklanır, hava rutubetlendirilir ve iletken lâstik kullanılır.

Statik yüklerin önlenmesi, tozların sebep olacağı patlamaları önler. Hububat tozu, un, ağaç tozu ve pamuk lifleri tehlikeli patlamalar doğurabilir.

Matbaa işlerinde, eğer kâğıtlar birbirini iter veya yakınlarındaki diğer eşyalar tarafından çekilirlerse, makinaya girme işinde zorluklara sebep olurlar. Eğer kâğıt devamlı, rule halinde ise ve yanıcı madde veya buhar da mevcutsa, meydana gelecek yükten dolayı doğacak kıvılcım, yangına sebep olabilir. Plâstik ve kumaş endüstrisinde de benzer problemlere rastlanabilir. İnce madenî çubuklar, alev veya alternatif akım şebekesine bağlı uzun metal taraklar gibi apa-



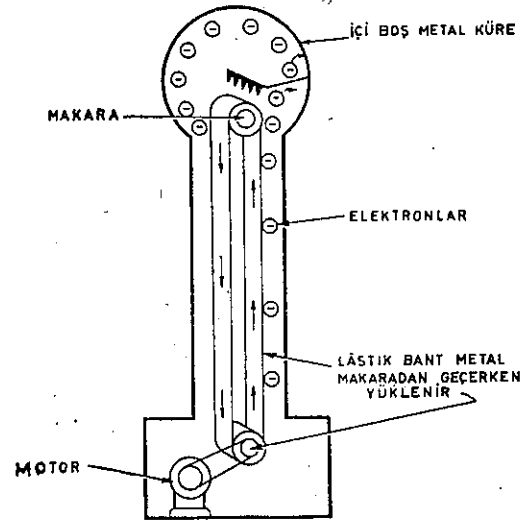
Şekil 3-8. Zımpara Kâğıdının Yapısı

ratların kullanılmasıyla bu yükler topraklanır veya nötürleştirilir.

FAYDALI STATİK YÜKLER

Seri imalâtta, taбанка ile boyama işlerinde, boya zerrecikleri ta bancadan çıkar çıkmaz yüklü hale getirilirler. Böylece boyanacak cisim tarafından çekilen boya zerrecikleri ile hem daha düzgün bir yüzey meydana getirilmiş, hem de boya telef edilmemiş olur. Çünkü boya zerreciklerinin, dış yüzeyden daha az yüklü olan boşluklara ve çukurlara girmesi ihtimali azdır.

Zımpara kâğıdındaki kum parçacıkları daha keskin bir yüzey elde edilmesi gayesiyle tutkallı kâğıda dik durumda yapıştırılırlar. Bu işlem, kum parçacıklarının pozitif yüklenmesi ve kâğıdın negatif yüklü olmasıyla temin edilmektedir. Aynı yükte yüklü olan her tanecik bir diğerini iterek dik durumda kalır. (Şekil : 3-8)



Şekil 3-9. Van de Graaf Bant Generatörü

Aynı prensip bacalardan çıkan gazların temizlenmesi işlemine de uygulanır. Yüklü hale getirilen ince parçacıkları, bir ekran üzerine toplanarak atmosferin kirlenmesi önlenir. Yüklü hale getirilen ince ip-lik lifleri de zamlı bir zemin üzerine çekilerek yeni tip halılar ve diğer kumaşlar meydana getirilir.

ELEKTROSTATİK GENERATÖRLER

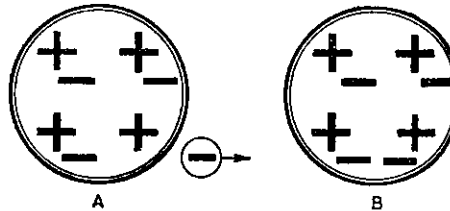
Bugüne kadar, küçük akımlı yüksek gerilim elde eden çeşitli tip «statik generatör» ler yapılmıştır. Bunlardan Van de Graaf generatörü, en son geliştirilen generatörlerden biridir, «atom parçalama» deneyleri için yüklü par-

çacıkların hızlandırılmasını sağlayan yüksek gerilimi meydana getirir. Bu generatör aynı zamanda yıldırımdan korunma cihazlarını muayenesi için de kullanılır. Laboratuvar deneyleri için yapılabilecek küçük tipleri de vardır.

Generatörün tepesindeki küre birkaç yüzbin volta kadar yüklenebilir. Fakat kürede biriken elektronların sayısı, tehlikeli bir kıvılcım meydana getirecek kadar büyük yük değildir.

ELEKTRONLARIN POTANSİYEL ENERJİSİ

Eğer bir elektron bir nötr cisimden zorla koparılır ve bir başka cisme konulursa, elektron potansiyel enerji kazanır. Elektron A cisiminden koparmak için bir kuvvet kullanılmıştır, çünkü elektron, pozitif hale gelen A cismini tarafından çekilir. Eğer birkaç elektron B cismine aktarılırsa, bunlar, yeni gelecek elektronları iteler. Elektronların B ye taşınması için bir kuvvet kullanılmalıdır.



Şekil 3-10.

B deki elektronların A ya geri dönmesine fırsat verilirse, elektronlar geri dönerlerken ısı meydana getirirler veya A cismine, bir elektrik motoru içinden geri döndürülürlerse, potansiyel enerjileri, motor içinden geçerlerken mekanik enerjiye dönüşür. Yukarıda anlatılanlar, bir havuzdaki suyun, yüksek bir depoya aktarılmasıyla karşılaştırılabilir. Bir havuzdaki su, havuzdan alınarak yüksek bir depoya çıkarılabilir, fakat su depoya kendi kendine çıkmaz. Suyun depoya aktarılması bir enerjiyi gerektirir. Bu enerji boşa gitmiş bir enerji değildir. Bu, suyun potansiyel enerjisidir. Depodaki suyun geldiği yere, aşağıya geri akması sağlanırsa, sürtünmeden dolayı ısı meydana getirerek veya bir su çarkına çarpıp döndürerek faydalı bir iş meydana getirir.

Depodaki suyun her kilogramı, havuzdaki suyun her kilogramından daha fazla potansiyel enerjiye sahiptir. Depodaki su ile havuzdaki su arasında bir «potansiyel enerji farkı» vardır.

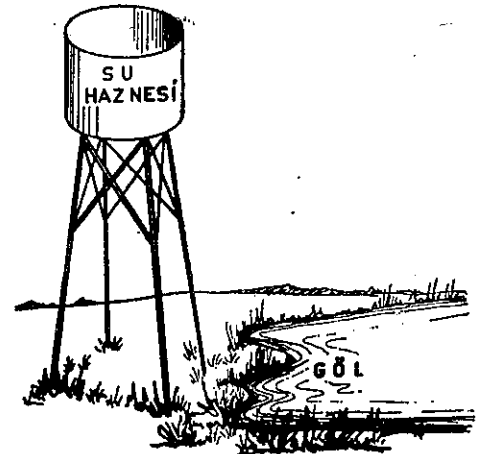
Bunun gibi, B cismindeki elektronlarla, A cismindeki elektronlar arasında da bir «potansiyel enerji farkı» bulunur. Biz buna kısaca B ve A arasında bir «potansiyel farkı» vardır deriz.

Suyun potansiyel enerjisi kilogram-metre denilen bir birimle ölçülür.

çülür. (Enerji ve ölçülmesi hakkında daha geniş bilgi Bölüm 8 de verilmiştir). Depo ve havuz arasındaki «potansiyel farkı», suyun litre başına kilogram-metre sayısı ile ifade edilir.

Elektronların potansiyel enerjisi, metrik birim sisteminde, ekseriya «Jul» ile ölçülür. Her kulon elektronun A dan B ye aktarılması için belirli sayıda jul enerjinin kullanılması gerekir. A ve B arasındaki potansiyel enerji farkı, her kulon elektron başına belirli sayıda jul enerji olarak ifade edilebilir (Suyun kilogramı başına enerji ile karşılaştırılabilir). Kulon başına jul enerji deyimi üzerinde, bir volt'un en doğru tarifi olduğu için durulmuştur.

Voltun, «elektrik basıncı» veya «elektromotor kuvvet» birimi olduğunu belirtmek gerekir.



Şekil 3-11.

duğunu düşünmeğe devam edebiliriz. Çünkü, bu terimlerin anlaşılması daha kolaydır. Fakat volt ile ölçtüğümüz büyüklüğün hakikî mânası sorulduğunda, bunun *Potansiyel Farkı*, iki nokta arasındaki potansiyel enerji farkı, olduğuna bileceğiz.

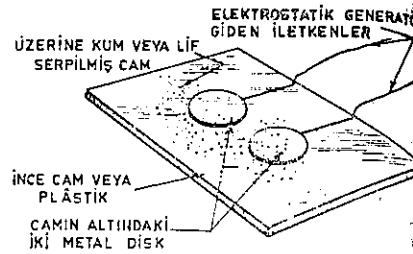
ELEKTRİK KUVVET ÇİZGİLERİ

Senelerce önce, birbirinden ayrı duran ve aralarında her hangi bir bağ bulunmayan iki cismin birbirlerine kuvvet etkisinde bulunmaları çözülemeyen bir bilmece idi. İki zıt yüklü cisim boşlukta birbirlerini çekerler. Bu çekmede ışık ve ısıya hiç bir etkisi yoktur.

Bugünkü ileri bilgilerimizle dahi, aralarında her hangi bir bağ bulunmayan, birbirinden belli bir mesafede bulunan iki cismin birbirlerine kuvvet etkisinde bulunmaları hâlâ bir bilmedir. Bu cisimler arasında gidip gelen ne küçük parçacıklar vardır; ne bunları birbirine bağlayan bir ip ve ne de,



Şekil 3-12.

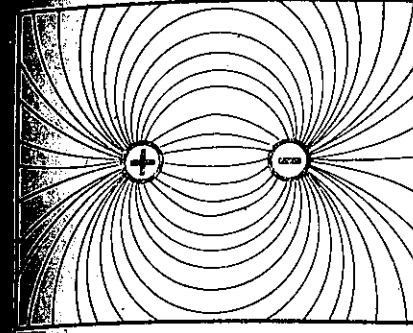


Şekil 3-13.

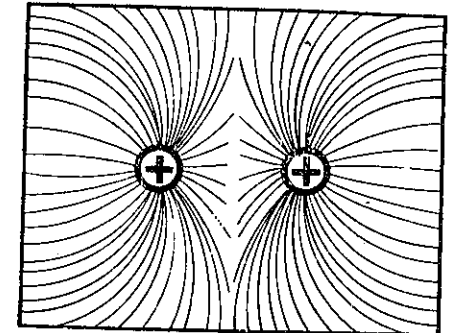
eğer birbirlerini itiyorlarsa, aralarında bir sopa vardır. Bunlar arasında birinden diğerine giden her hangi bir dalga belirtisi mevcut değildir.

Yıllarca önce bu bilmece, hayal olarak çözümlenmiştir. Birbirine zıt yüklü iki cisim arasındaki çekmeyi, senelerce önce, iki cisim arasında gerilmiş lâstik iplikler gibi hayalî «kuvvet çizgileri» resmederek ifadeye çalışmışlardır. Kuvvetli bir şekilde yüklü iki cisim arasındaki bu hayalî kuvvet çizgilerinin şeklini, bu iki cisim arasında iletken olmayan tozlar serpen görmek mümkündür. Kum, küçük kumaş iplikcikleri, çim tohumu ya ince kıymık halindeki ince tozlar tere tozları bu iş için kullanılır. Kısa iplikcikler endüksiyonla yüklenirler ve şekil 3-14'de görüldüğü gibi çizgiler halinde ralanırlar.

«Kuvvet çizgileri» hayalidir, fakat, grafik olarak çok hakikî kuvveti temsil ederler.



Şekil 3-14.

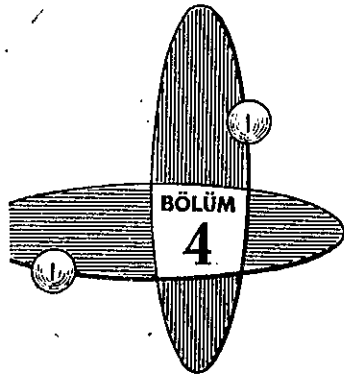


HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Negatif yüklü bir cisim, elektron fazlalığı olan bir cisimdir. Pozitif yüklü cisim ise bazı elektronlarını kaybetmiş bir cisimdir.
- Yüklü bir elektroskop bilinmeyen yükleri teşhise yarar.
- Cisimler, yüklü cisme dokunmadan, ona yaklaştırılarak da yüklü hale getirilebilirler.
- Potansiyel farkı volt ile ölçülür. Potansiyel farkı iki ayrı bölgedeki elektronlar arasındaki enerji farkıdır.
- Yüklü cisimler, «elektrik alanı» ile çevrilidirler. Bu alan, yüklü cisimden uzağa doğru yayılan «elektrik kuvvet çizgileri» dir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. «Statik» elektrik nedir?
2. Statik elektriğe hangi cins materyallerde daha çok rastlanır. İletkenlerde mi, yalıtkanlarda mı? Niçin?
3. İletkenler yüklenebilir mi?
4. Pozitif yüklü bir cismin, dokunmadan, pozitif yüklü elektroskoba yaklaştırılması sonunda neler olacağını açıklayınız.
5. Negatif yüklü bir cisim, pozitif yüklü bir elektroskoba yaklaştırılması sonunda neler olacağını açıklayınız.
6. Elektrostatik endüksiyon nedir?
7. Negatif yüklü bir cisim, nötr bir cisme yaklaştırılırsa, nötr cisim üzerinde ne cins yük endüklenir?
8. Yüklü cisimler, enerjiye sahip cisimlerdir. Açıklayınız.
9. «Bir volt, kulon başına bir juldür.» Açıklayınız.
10. «Dielektrik dayanıklılığı» ne demektir?
11. «Yıldırım durdurucu» nasıl yıldırımın tehlikesini önler?
12. Statik yüklerin endüstride kullanıldıkları yerleri belirtiniz.
13. Endüstrinin hangi dallarında statik yüklerin giderilmesine çalışılır?



Om Kanununun Kullanılışı

Bölüm 2 de üç elektrik biriminin bahsedilmişti :

Akım şiddeti birimi *Amper*, (saniyede kulon olarak akış hızı)

Potansiyel farkı veya *EMK* birimi *Volt*, (basınca benzetilebilir, kulon başına enerji).

Direnç birimi *Om*, elektron akışına karşı gösterilen karşı koyuş, zorluk.

Om Kanunu formülü, $E = IR$; amper, volt ve om miktarları arasındaki bağıntıyı vermektedir. Elektrik akımının incelenmesinde en çok kullanılan formüllerden biridir. Bilinen iki büyüklük yardımıyla bilinmeyen üçüncüyü bulmak için om kanununun bol bol uygulanması gerekir.

Aşağıdaki örnekleri yaparak om kanununun kullanılmasını daha iyi anlayacağız. Formülde E nin volt cinsinden, I nin amper cinsinden, ve R nin om cinsinden olduğunu unutmayınız.

- (1) 60 omluk bir alıcıdan, yarım amper geçiren potansiyel farkını (volt) bulunuz :
 $E = IR$
 $E = 0,5 \times 60$
 $E = 30$ volt.
- (2) 2 milyon omluk bir dirençten, bir amperin yüzde beşi kadar bir akım geçmesini sağlayan potansiyel farkını bulunuz :
 $E = IR$
 $E = 0,05 \times 2\,000\,000$
 $E = 100\,000$ volt.

KİLO
BİN

MİLLİ-
BİNDE BİR

MEGA
MİLYON

MİKRO
(μ)
MİLYONDA BİR

Şekil 4-1.

Cevap olarak bulunan 100 000 volta, 100 kilovolt da denir. Volt kelimesinden önce gelen *kilo* öntakısı *bin* mânasına gelmektedir.

220 kv, 220 kilovolt veya 220 bin volt demektir.

Diğer bir öntakı da *mega*; veya *meg* dir ve bir milyon yerine kullanılmaktadır. 2 000 000 om, 2 megom (veya megom) şeklinde ifade edilebilir.

Bin için kullanılan kilo ve milyon için kullanılan mega öntakıları diğer büyüklükler için de kullanılabilir : 10 kiloton = 10 000 ton; 8 megavat = 8 000 000 vat.

(3) 2 megaomluk bir direnç uçlarına 120 volt potansiyel farkı uygulanırsa dirençten ne kadar akım geçer?

$$E = IR$$

$$120 = I \times 2\,000\,000$$

(eşitliğin her iki tarafını 2 000 000 ile bölelim)

$$120$$

$$\frac{120}{2\,000\,000} = I$$

$$I = 0,00006 \text{ Amper bulunur.}$$

Bu küçük miktar 0,00006 amperin, yazılması ve okunması güçtür. Bu kadar küçük miktarların söylenmesini basitleştirmek için de kesirli öntakılar kullanılır.

Mili öntakısı, *binde bir* demektir.

Bir amperin *binde biri* 0,001 amper, bir *miliamper*dir. Miliam-

per kelimesi, mA şeklinde kısaltılır.

Beş miliamper, 5 mA, bir amperin binde beşidir, 0,005 amper. 0,05 amper ise bir amperin yüzde beşidir, 0,050 amper şeklinde de yazılabilir ve 50 mA diye okunur.

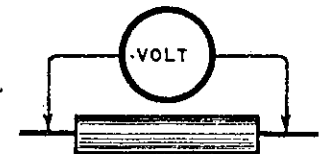
Buraya kadar söylenenlere dikkat edilirse, amper ve miliamper arasında kesir virgülü üç hane yer değiştirmiştir. Örnek 3 deki cevap, 0,06 mA şeklinde de yazılabilir. Aynı miktar, 0,00006 amper, 0,000060 şeklinde de yazılır ve bir amperin «milyonda atması» şeklinde okunur. Böylece bir öntakı daha meydana çıkmaktadır :

Mikro öntakısı, *milyonda bir* demektir.

Bir amperin milyonda biri ile bir mikroamper aynı şeylerdir. 0,00006 amper 60 mikroamper demektir. Yunanca μ (mü şeklinde okunur) harfi mikronun kısaltılmışı olarak kullanılır.

Bir amperin milyonda yirmi beşi, 0,000025 amper 25 mikroamperdir ve 25 μ A şeklinde yazılır.

(4) Bir radyoda, 300 omluk bir dirençten 40 mA akım geçmektedir. Direncin uçlarındaki potansiyel farkı ne kadar?



Şekil 4-1.

dır? (Formüldeki volt ve om birimine uyması bakımından 40 mA, 0,040 ampere çevrilmelidir.)

$$E = IR$$

$$E = 0,040 \times 300$$

$$E = 12 \text{ volt}$$

- (5) 1,5 megaomluk bir direncin uçlarına uygulanan 300 volt potansiyel farkı dirençten ne kadar akım geçirir? (1,5 megaom da om olarak yazılacaktır) (Şekil 4-2).

$$E = IR$$

$$300 = I \times 1\,500\,000$$

$$I = \frac{300}{1\,500\,000}$$

$$I = 0,0002 \text{ Amper} = 0,2 \text{ mili-ampere veya } 200 \text{ mikroampere.}$$

- (6) Bir elektrik ekmek kızartıcısı 120 volta bağlandığında 8 amper akım çekmektedir. Kızartıcının direnci ne kadardır? (Şekil 4-3).

$$E = IR$$

$$120 = 8 \times R$$

(Eşitliğin her iki yanını 8 ile bölünüz)

$$\frac{120}{8} = R$$

$$R = 15 \text{ om}$$

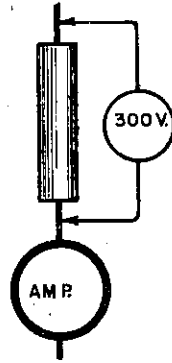
veya aynı soru, formülün diğer bir şekli ile de çözülebilir :

$$R = \frac{E}{I}$$

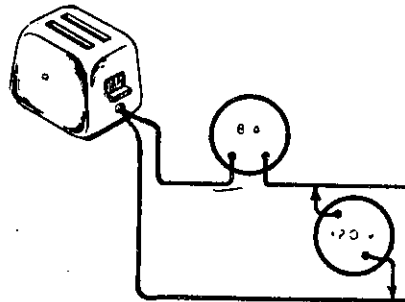
$$R = \frac{120}{8}$$

$$R = 15 \text{ om.}$$

- (7) Kaç omluk direnç 200 voltta



Şekil 4-2.



Şekil 4-3.

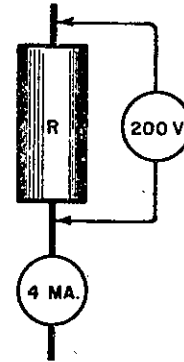
4 miliamper akım geçirir? (Şekil 4-4).

$$E = IR$$

$$200 = 0,004 \times R$$

$$\frac{200}{0,004} = R$$

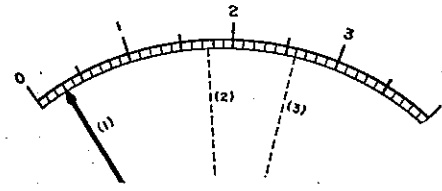
$$R = 50\,000 \text{ om.}$$



Şekil 4-4.

AMPERMETRE VE VOLTMETRE SKALALARININ OKUNMASI

Şekil 4-5 de, kolay okunan bir ölçü aleti skalasının bir kısmı görülmektedir. Dikkat edilirse, skaladaki her iki rakam arası 10 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece her küçük taksimat 0,1 e eşittir (onda



Şekil 4-5.

bir). Eğer ibre (1) durumunda ise 0,3 değerini gösterir. (2) durumunda ibre 1,7 ve 1,8 in tam ortasındadır, dolayısıyla 1,75 i göstermektedir. (3) durumunda ibre 2,6 yı göstermektedir. Skalada, küçük bölümlerin (taksimatların) arasının neyi gösterdiğine iyice dikkat edilmelidir, yoksa okumalar hatalı olur.

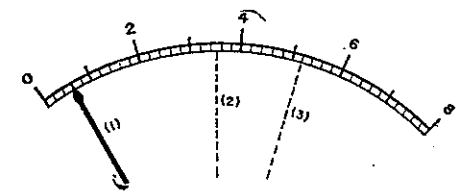
Şekil 4-6 da ölçü aletinde her küçük bölüm 0,2 değerindedir. Gösterge (1) durumunda 0,6 da. (2) durumunda 3,5 da ve (3) durumunda 5,2 de durmaktadır.

Ölçü aleti skalalarının okunmasında âdi kesir yerine, ondalık kullanılması âdet haline gelmiştir. Meselâ, 8 3/4 yerine 8,75; 7 2/5 yerine 7,4 kullanılır.

Aşağıda verilen uçlar, üç uçlu bir ampermetrenin uçlarıdır. (Şekil 4-7 de bu aletin skalası görülmektedir.)

0	0	0
DÜŞÜK	YÜKSEK	+

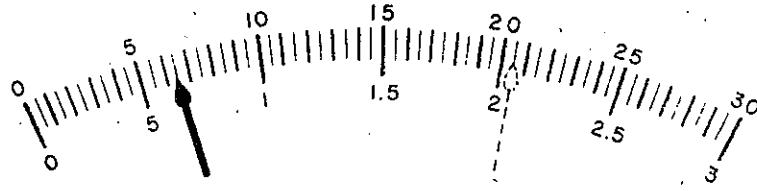
Bu ölçü aleti devreye bağlanacağı zaman, devreden geçen akımın ne büyüklükte olacağı hakkında bir bilgi sahibi olunmalıdır.



Şekil 4-6.

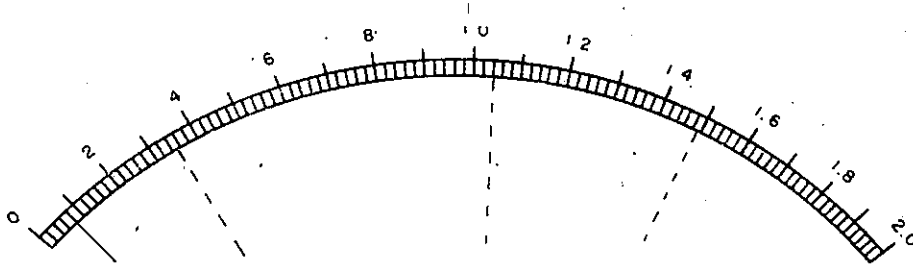
Eğer akımın 30 amperden fazla olacağı anlaşılırsa, daha büyük ölçme alanlı bir ampermetre kullanılmalıdır. Eğer akımın 30 amperden fazla olmayacağı tahmin edilirse devreye aletin «yüksek» ve «+» uçları bağlanmalı ve bu durumda değerler üst skaladan (0—30) okunmalıdır. Göstergenin ilk durumu 6,5 amperi göstermektedir. İkinci durumu (kesik çizgi) ise, 20,5 amperi gösterir.

Ölçü aletinin 30 A lik uçları devreye bağlandığı zaman, eğer alette

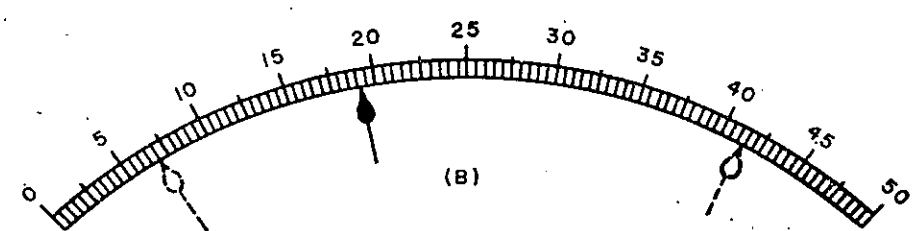


Şekil 4-7.

Şekil 4-8'deki skalada, gösterge 0,08, 0,35, 1,04 ve 1,49 u göstermektedir.



Şekil 4-8.



Şekil 4-9.

3 A den daha az bir değer okunursa, bu küçük akımın daha hassas okunabilmesi için ölçü aletinin bu defa «Yüksek» yazılı ucu yerine «Düşük» yazılı ucu devreye bağlanmalıdır. Aletin «Düşük» ve «+» uçları devreye bağlandığı zaman değerler, 0—3 amper skalasından okunmalıdır.

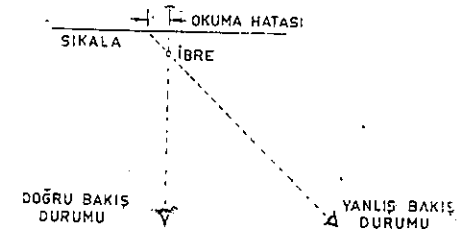
Şekil 4-7'deki skalada ibrenin ilk durumu 0,65 amperi, ikinci durumu ise, 2,0 ve 2,1 in ortasında olduğuna göre 2,05 amperi göstermektedir.

Dikkat edilirse, iki küçük bölme arası 0,5 amperi gösterir. Gösterge ilk durumunda 22 amperi göstermektedir. Göstergenin ikinci durumunda 38 i veya 38,5 veya ikisinin arasında olduğu için 38,25 amper mi gösterdiği ölçü aletinin duyarlılığına bağlıdır. Eğer alet %2 duyarlıklı (tam skalanın % 2 si) ise, ölçü aletinin hatası bir amper kadar olabilir demektir. Dolayısıyla üstteki okumadaki yarım amper fark üzerinde pek durmamak gerekir. Okunan değer 38 veya 38,5 yerine 38,25 olduğunu, ancak, ölçü aleti duyarlılığı % 1 veya daha küçük olduğu zaman söyleyebiliriz.

Yüksek duyarlıklı ölçü aletlerinde, okuma hatalarının önlenmesi ve skalanın tam karşıdan okunmasını sağlamak amacıyla skala boyunca şerit halinde uzanan dar bir ayna bulunur. Aynalı skalalı ölçü aletlerinde alete öyle bir noktadan bakmak gerekir ki ibrenin görüntüsü ibrenin tam altına gelsin ve görünmesin. Aynası bulunmayan alelade ölçü aletlerine, skala yüzeyi, «görme hattı»na dik olacak şekilde bakılmalıdır (Şekil 4-10).

AKIM MI ÖLDÜRÜR, GERİLİM Mİ ?

Bu soru, şüphesiz yanlış bir sorudur, çünkü bunun için hem akım hem de gerilim bulunmalıdır,



Şekil 4-10.

Akım (amper), gerilime (volta) ve dirence bağlıdır. Volt değeri büyüdükçe geçen akım değeri artacaktır. Direnç azaldıkça da akım fazlalaşır.

İnsanın ölmesi için ne kadar akım gerektiği üzerinde bilginler aynı fikirde değildirler. Bu konu üzerinde yeteri kadar uygulama yapılmış değildir. Fakat genel kanaat baş ve göğüs bölgesinden geçecek 0,05 amperin insan öldürebileceği merkezindedir. (Bir amperin yalnız yüzde beşi veya 50 miliamper). Bu küçük akım, kalb atışını ve solunumu kontrol eden sinirlerin faaliyetini durdurmaya yetmektedir. Çok fazla akım, tabiiyle bir telden geçtiği zaman ısı meydana getirdiği gibi iç ve dış yanmalara sebep olabilir.

110 veya 220 voltluk bir ev tesisi, bir kimseyi öldürür mü? Evet, iki tele de birlikte dokunan bir kimseden ortam da uygun olduğu takdirde tehlikeli olabilecek akım geçebilir.

Akım, devredeki şahsın direncine bağlıdır, bir kimsenin direnci

sıhhatli ve kuvvetli olmasıyla hemen hemen ilgili değildir.

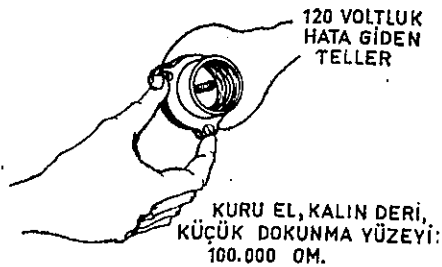
Şekil 4-11 de yüksek dirençli bir durum görülmektedir. Kuru deri, rutubetli deriden daha çok direnç gösterir ve küçük dokunma yüzeyi, daha az elektronun geçmesine yol açar. Akım Om kanunu ile

$E = I R$ den veya $I = \frac{E}{R}$ den hesaplanabilir.

$$I = \frac{120}{100\ 000} = 0,0012 \text{ amper ve}$$

ya $I = 1,2 \text{ mA}$. Bu akım tehlikeli olmamakla beraber hissedilebilir bir akımdır.

Şekil 4-12 de düşük dirençli bir kontak görülmektedir. Sımsıkı tutulan metal, çok yüzey gösterdiği için birçok elektronun hareketine müsaittir. 120 voltluk şebekenin uçlarından birisi her zaman toprağa bağlıdır. Bu bağlantı arzu edilen ve devamlı bir bağlantıdır. 120 voltluk hattın toprağa bağlı olmayan diğer ucu da arzu edilmediği halde bir kaza eseri olarak mat-



Şekil 4-11.

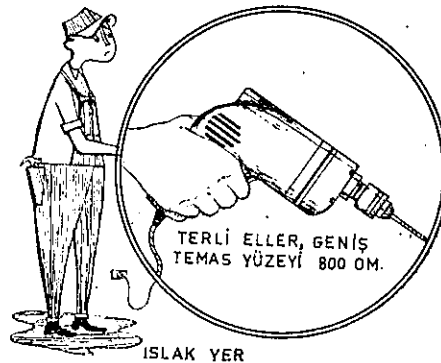
kap makinasının madeni gövdesine dokunmuştur ve bu durum dardan bakınca farkedilmemektedir. Matkap makinasını tutan kişinin vücuduna bu durumda 120 volt potansiyel farkı uygulanmıştır. $I = 120 \div 800 = 0,15$ amper olduğuna göre, 150 mA, bu taminin ömrünün sonu demektir.

Böyle bir kazadan korunma çok basittir:

Elektrikle çalışan bütün el takımları ve mutfak aparatlarının metal gövdeleri bir telle toprağa bağlanmalıdır.

Bu durumda, arızalı bir aparat, kullanıma çarpma yerine, sigortayı attıracaktır. Eğer aparat 3 telli topraklı fişli ise, bunu kullanmada tereddüt etmeyiniz. Zaman zaman gövdeyi toprağa bağlayacak toprak telinin kopuk olmadığı ve çalışır durumda olduğu kontrol edilmelidir.

Bir otomobilin bataryası 150 amper verebilmektedir. Niçin bu batarya, uçlarına dokunan kimse-



Şekil 4-12.

yi incitmez? Batarya düşük değerli bir dirençten 150 amper geçirebilmektedir, fakat parmaklar düşük dirençli değildir. İnsan vücudunun direnci 6 veya 12 voltluk bataryanın parmaktan hissedilir bir akım geçireceği kadar düşük değildir. Fakat, eğer parmağınızda yüzük var ise, batarya ile uğraşırken yüzüğü parmağınızdan çıkarınız. Pens, yüzük ve otomobil gövdesi arasında meydana gelen devrenin direnci bir om'un onda birinden de küçük olabilir (Şekil 4-13).

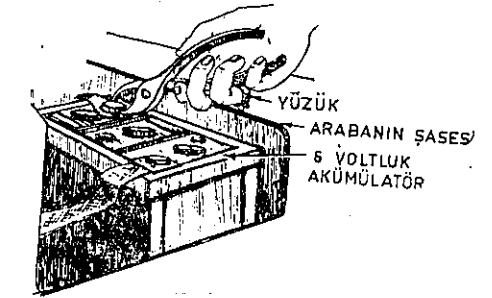
Eğer bu direnç 0,1 om ise, geçecek akımı hesaplayınız:

$$I = E \div R = 6 \div 0,1 = 60 \text{ amper.}$$

Pens ve yüzükten geçecek 60 amperlik akım, elektrik çarpmasına sebep olmaz. Fakat kısa bir an sonra taktığımız yüzük kırmızı hale gelir ve bu durum da başka cins bir çarpılma sayılır.

DİRENÇLER

Direnç, akım geçmesine zorluk gösteren bir materyal parçasıdır,

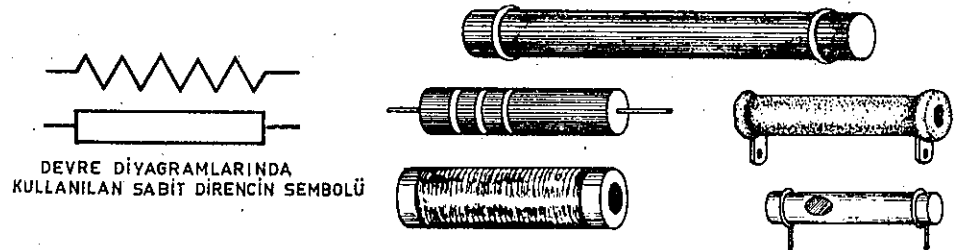


Şekil 4-13.

ısı meydana getirmek veya akımı kontrol etmek için kullanılır.

Direnç için, metaller ve alaşımlar kullanılır. Telli lâmbalarda kullanılan direnç, bobin halinde sarılmış ince bir tungsten teldir. Ekmek kızartıcıları, ütüler ve diğer tip ısıtma cihazlarında kullanılan direnç, şerit veya tel halindeki krom-nikel alaşımıdır. Radyo ve televizyonlarda kullanılan küçük fakat yüksek om'lu üzerlerinde renkli şeritler bulunan dirençlerde kullanılan malzeme bir karbon halitasıdır.

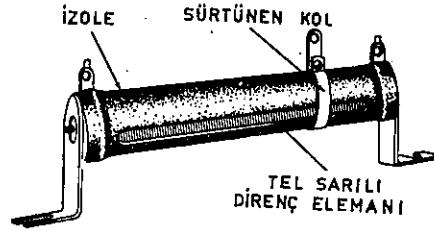
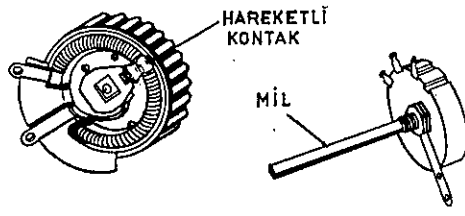
Şekil 4-14, sabit dirençlerin tiplerini göstermektedir.



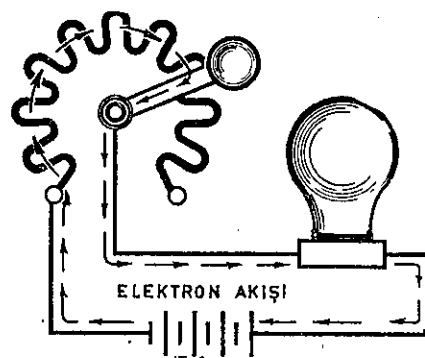
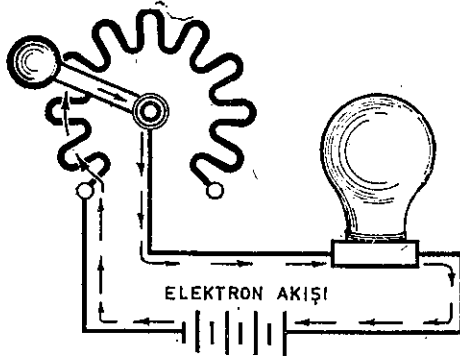
Şekil 4-14. Çeşitli Sabit Dirençler.

Şekil 4-15 deki dirençler ise değişebilen, ayarlı tip dirençlerdir. «Reosta», bir ucu sabit, diğeri hareketli iki ucu bulunan, değişebilen bir dirençtir. İki baş ve son uçları ve bir de sürgü ucu bulunan

3 uçlu değişebilen dirençlere genel olarak «potansiyometre» denilmektedir. Bununla beraber, hakiki potansiyometre, gerilim ölçen bir alettir (Bölüm 12 ye bakınız).



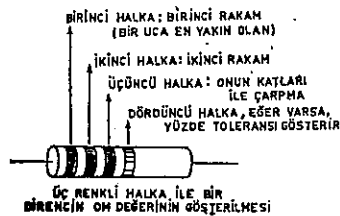
Şekil 4-15. Değişen veya avarlanabilen direnç çeşitleri.



Şekil 4-16

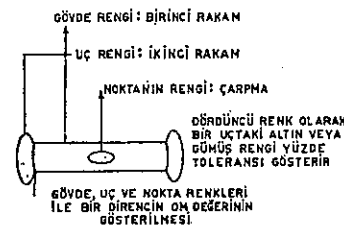
DİRENÇLER İÇİN RENK KODLARI

Şekil 4-17 de görüldüğü gibi, küçük dirençlerin Ohm değerlerini



Şekil 4-17

belirtmek için iki sistem mevcuttur. Karbon dirençler, telli dirençler kadar hassas yapılamazlar. Dolayısıyla renk kodları direncin toleransını da gösterir.



RENK	BİRİNCİ VE İKİNCİ RENKLERİN RAKAM OLARAK MANALARI	ÇARPMA DEĞERİ	YÜZDE TOLERANS
SİYAH	0	1	
KAHVERENGİ	1	10	
KIRMIZI	2	100	
TURUNCU	3	1,000	
SARI	4	10,000	
YEŞİL	5	100,000	
MAVİ	6	1,000,000	
MENEKŞE	7	10,000,000	
GRİ	8	100,000,000	
BEYAZ	9	1,000,000,000	
ALTIN RENGİ		0,1	% 5
GÜMÜŞ		0,01	%10

Tolerans rengi verilmeyen dirençlerde tolerans % 20 alınır.

Örnekler :

Birinci rakam, kırmızı : 2

İkinci rakam, yeşil : 5

Üçüncü şerit, sarı (4, yani 10 000. Diğer bir deyimle birinci ve ikinci rakamların sonuna 4 sıfır koyunuz: 25 0000 Direnç 250 000 ohmdur (Şekil 4-18).

Dördüncü renk bandı bulunmadığına göre, direncin hakiki Ohm değeri 250 000 Ohm'un % 20 eksikliği veya fazlası olabilir.

Birinci rakam, sarı : 4

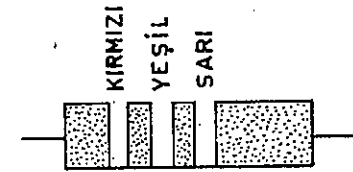
İkinci rakam, mor : 7

Üçüncü renk, kahverengi : 1.

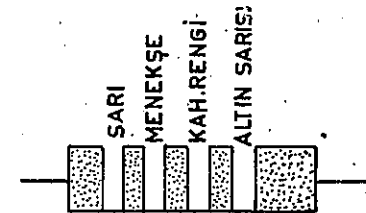
Bu «1», 4 ve 7 nin sonuna konulacak sıfır sayısını verir.

Direnç 470 Ohmdur (Şekil 4-19).

Altın renkli (yıldızlı) şerit, direncin hakiki değerinin, 470 in, % 5 kadar daha az veya fazla olabileceğini gösterir.



Şekil 4-18



Şekil 4-19

İlk rakam, yeşil : 5

İkinci rakam, siyah : 0

Üçüncü, yeşil : 5 ve 0 dan sonraki sıfır adedini verir.

$50\ 0000 = 5,000,000\ \Omega$.

Gümüş rengi (yaldız), % 10 tolerans : Direncin hakiki değeri 4 500 000 ile 5 500 000 Ω arasında her hangi bir değer (Şekil 4-20).

İlk renk, kırmızı : 2

İkinci, siyah : 0

Üçüncü renk olarak altın rengi, çarpılacak değer 0,1 olduğunu gösterir.

$20 \times 0.1 = 2\ \Omega$

Direnç 2 omndan, 2 omun % 5 i kadar az veya çok olabilir (Şekil 4-21).

Diğer bir kod sistemi de, bantlı dirençlerin ilk üç renginin söylediğini, gövde, uc ve nokta renkleri söyler.

Gövde rengi, sarı : 4

Uçlar, gümüş rengi ve mor. Gümüş rengi % 10 toleransı, mor ise ikinci rakamı, 7 yi verir.

Nokta, kırmızı : 2

47 00

Direnç 47 00 omndan % 10 daha az veya daha fazla olabilir (Şekil 4-22).

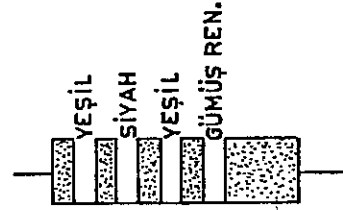
Gövde rengi, turuncu : 3

Uc rengi, turuncu : 3

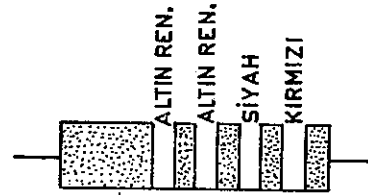
Nokta, turuncu : 3 sıfır.

3 3 000 % 20 tolerans (Şekil 4-23).

İlk üç rengi kahverengi, siyah ve yine siyah olan bir direncin değeri nedir? Kahverengi 1 demektir, siyah 0, ilk iki rakamı 10 olur. Üçüncü rengin de siyah olması, çarpmanın 1 olması demektir. Şu halde direncin değeri $10 \times 1 = 10\ \Omega$ bulunur. Üçüncü renk aynı zamanda sıfır adedini vermektedir. Siyah sıfır demektir. Şu halde ilk iki rakama eklenecek sıfır sayısı sıfırdır.



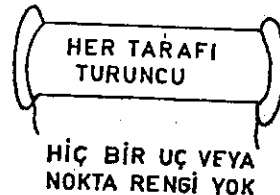
Şekil 4-20



Şekil 4-21



Şekil 4-22



Şekil 4-23

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- $E = IR$, Volt = Amper x Ω .
- Bir miliamper, 0,001 amperdir. (binde bir). Bir mikroamper, 0,000001 amperdir (milyonda bir).
- Kilo, bin; Mega ise, bir milyon demektir.
- 110 voltluk hat ile düşük dirençli bir temas, 6300 voltluk bir hatla temas kadar öldürücü olabilir.
- Dirençler akımı ayarlar.
- Direnç renk kotları en iyi şekilde, kullanılarak hatırdan tutulabilir.

TEKRARLAMA SORULARI

- 0,00002 amperi, μA olarak; 2.500.000 omu megaom olarak; 0,00002 amperi mA olarak; 250,000 omu, megaom olarak; 120 μA i amper olarak; 120 ma i, amper olarak; 440 voltu kV olarak; ve 0,03 ma i μA olarak yazınız.
- Om Kanununu kullanarak, her satırdaki eksik değeri bulunuz:
- Bir Pazar gazetesinden alınan aşağıdaki olayın uydurma olmadığı iddia edilmektedir:

E	I	R
120 V	50 ma	
3 kV	60 μA	
250 V		2 Megaom
25 mV (milivolt)	ma	100 om
	10 μA	0,0002 om.
mV	10 amper	2 Megaom

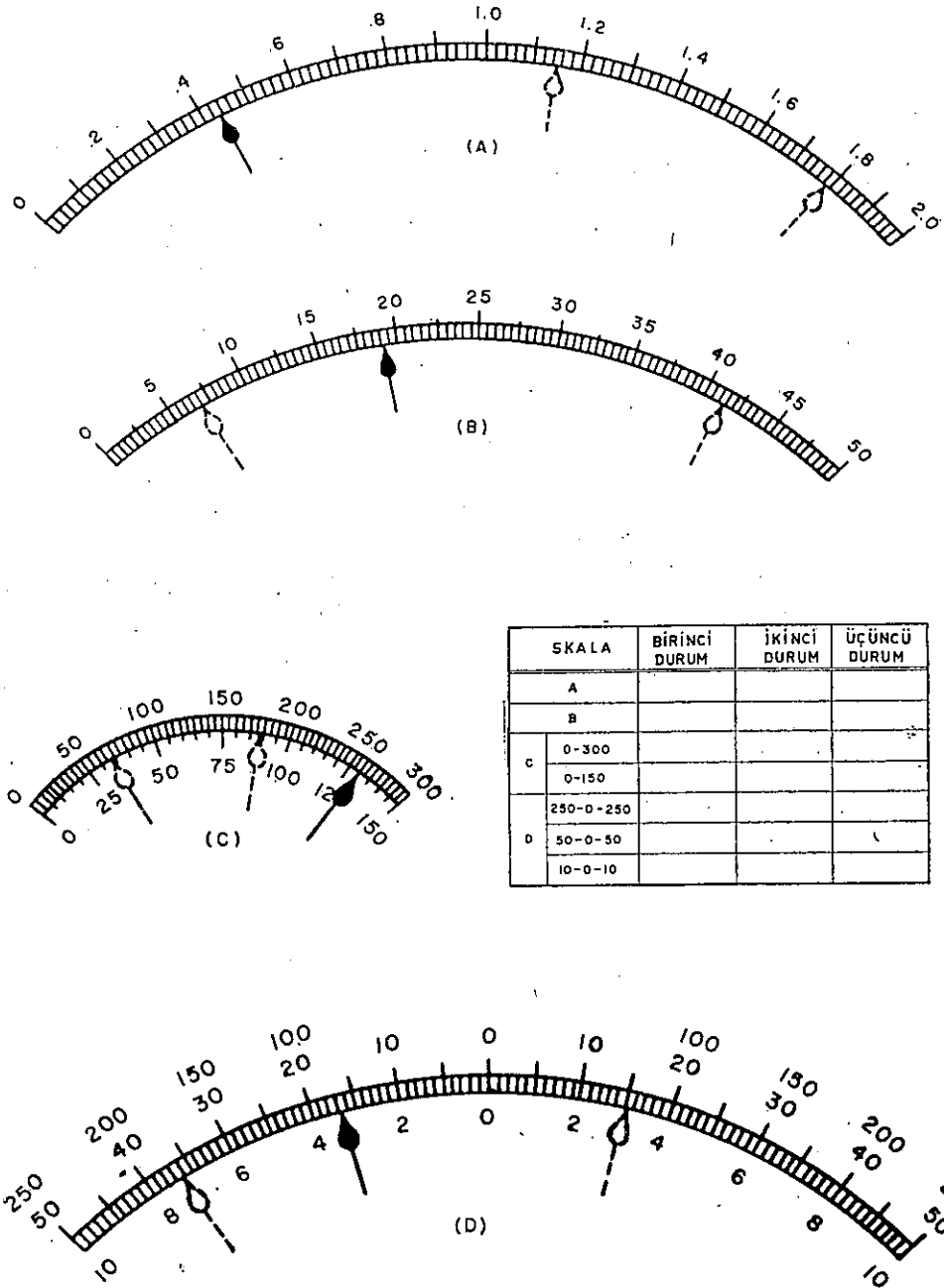
- Direnç renk kotlarından, dirençlerin değerlerini bulunuz:
 - kırmızı, kırmızı, yeşil
 - kahverengi, siyah, turuncu
 - sarı, mor, siyah, gümüş rengi
 - mavi, gri, kahverengi, altın rengi

- yeşil, siyah, altın, altın
- uçlar: yeşil ve gümüş, gövde: kırmızı, nokta: turuncu
- Ortadaki nokta siyah, her tarafı kahverengi

«Sahnede çok parlak bir temsil... birdenbire elektrik yanıp sönmeye başladı... güvenilen elektrik ustası iki eliyle kabloyu tutarak ceryanı kendi gövdesi üzerinden geçirmek suretiyle birinci perdenin sonuna kadar bu durumda kaldı ve temsilin devamını sağladı...ve basit yakımlarla kurtuldu»

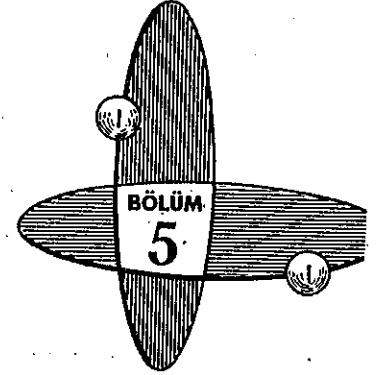
Doğru olabilir mi?

- Şekil 4-24 de 4 adet ölçü aleti skalası verilmiştir. Her skalada gösterenin her üç durumu için okunan değerleri kaydediniz. «C» deki ölçü aleti 2 skalalı, «D» deki ise 3 skalalıdır. Okumaları kaydederken bu iki ölçü aletinin her skalasını ayrı ayrı göz önünde bulundurunuz. Bu okunan değerleri mümkün olduğu kadar hassas kaydediniz.



Şekil 4-24

Seri Devreler



Bir çok direncin, elektronlar için yalnız bir yol meydana getirecek şekilde bağlanmalarına seri bağlama denir. Böyle bir devrede, her dirençten aynı miktar akım geçer.

Bir çok küçük ampulün seri bağlanmasıyla süslenen vitrinlerde, bir ampulün bozulması bütün ampullerin sönmeye sebep olur. Bozulan ampulün filamanının (kızaran telinin) koparak devreden çıkması, aynen bir anahtarın devreyi açması gibidir. Elektronların bir ampulden geçemeyişi bütün devreden geçemeyişi demektir. Bozuk ampulün yenilenmesi, devreden yeniden akımın geçmesini

sağlar. Seri bağlı her dirençten, elektronların geçmesi için yalnız bir tek yol bulunduğu için, diğer dirençlerden geçen aynı akım geçer.

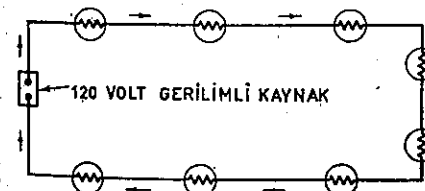
SERİ BİR DEVRENİN DENK DİRENÇİ

Tek bir 30 omluk direncin 120 voltluk bir devreye bağlanması sonucu dirençten 4 amper akım geçer (Om Kanunu).

Eğer 2 tane 30 omluk direnç seri bağlanırsa, elektronlar, devreyi tamamlamak için 2 misli zorlukla karşılaşır. Bu, elektronların 60 omluk bir devreden geçmesi demektir.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{60} = 2 \text{ A.}$$

Seri bir devrenin denk direnci, devrede bulunan dirençlerin toplamına eşittir.



Şekil 5-1. Bir seri devre.

Problem : Her birinin direnci 30 om olan 8 ampul, bir vitrinin aydınlatılması için 120 volt gerilime seri bağlanmışlardır.

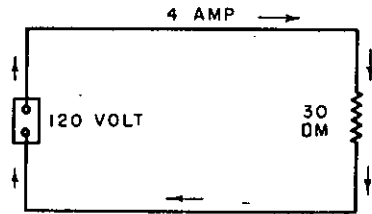
$$\text{Devreden geçen akım} = \frac{\text{Devreye uygulanan gerilim}}{\text{Devrenin denk direnci}}$$

$$I = \frac{120 \text{ volt}}{240 \text{ om}} = 0,5 \text{ A bulunur.}$$

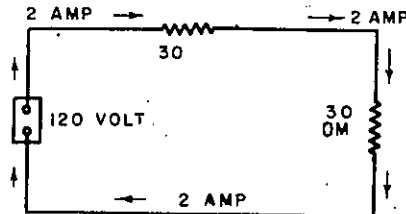
Bulunan bu 0,5 A, hem bütün devreyi dolaşan akım, hem de her ampulden geçen akımdır. Seri devrede yalnız bir akım vardır.

Seri bir devrede akımı bulmak için, devreye uygulanan gerilim ve devrenin denk direncini kullanınız.

Seri devre, elektrik aparatlarının da sık rastlanan bir devredir. Küçük radyo alıcılarında lâmba filâmanları genellikle seri bağlıdır. Bir filâmanın yanması halinde diğer filâmanlardan da akım geçmez. Bazı televizyon aparatlarında da bir kaç lâmba filâmanı seri bağlanmıştır. Tesisatının kolaylığı ve ekonomik olması dolayısıyla



Şekil 5-2



Şekil 5-3

(Şekil : 5-1) Devreden geçecek akımı bulunuz. Om Kanununu bütün devreye uyguladığımızda :

bazı telli sokak lâmbaları da seri bağlanır. Eğer bir filâman koparsa, lâmba duyunda bulunan özel bir aparat devreyi kapatarak seri bağlı gruptaki diğer lâmbanın yanmasını sağlar.

Akım kontrol aparatları, akımını kontrol ettikleri araçlara seri bağlanırlar. Otomatik elektrik ütü-
sündeki termostat anahtar; ütü-
nün ısıtıcısıyla seri bağlıdır. Si-
gortalar, korudukları aparatlara
seri bağlıdır. Evlerde kullanılan
otomatik ısıtma aparatlarında
kullanılan termostat; elektromik-
natis bobini ve emniyet devre ke-
sicileri (termikler), gerilim kay-
nağına seri bağlıdır. Motor akı-
mına kumanda eden reostalar, bü-
yük motorlarda bobinlere seri
bağlıdır.

SERİ DEVRELERDE AMPER, VOLT VE OM

Om Kanunu, seri devrenin ta-
mamına uygulanabildiği gibi, se-
ri devrenin her parçasına da uygu-
lanabilir. Meselâ, Şekil 5-4 de şe-
ması ve şema üzerinde gerilim ve
direnç değerleri verilen 5 radyo
lâmbası filâmanı seri bağlanmış-
tır.

(A) Her dirençten geçecek akımı
bulunuz.

(B) Her direnç ucundaki potansi-
yel farkını bulunuz.

Çözüm :

(A) Daha önce de yapıldığı gibi,
denk direnci kullanarak :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{300}{120} = 0,15 \text{ Amper}$$

bulunur.

(B) 230 om luk direncin iki ucu
arasındaki potansiyel farkını ölç-
mek için, bu direncin uçlarına
voltmetre, diyagramda görüldü-
ğü gibi bağlanır. Voltmetrenin
göstereceği değerin, direnç değe-
ri 230 om ile, dirençten geçen 0,15
amperle ilgili olması gerekir. Dev-
renin bu bir parçasına Om Kanu-
nu uygulanabilir :

$$E = IR \text{ Bir direnç üzerindeki gerilim} = \text{Akım} \times \text{bir direncin om değeri}$$

$E = 0,15 \times 230 = 34,5 \text{ V}$
Bunun gibi, 80 om luk filâmanla-
rın uçlarında okunacak gerilim de
bulunabilir :

$E = 0,15 \times 80 = 12 \text{ volt}$,
her 80 om luk filâmanın uçlarında-
ki gerilim.

330 om luk filâmanın uçlarındaki
gerilimi de buluruz :

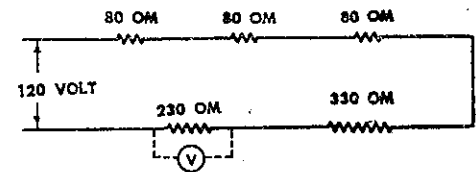
$$E = 0,15 \times 330 = 49,5 \text{ volt}$$

Bütün bu gerilimleri toplayınız.
Toplanan bu beş ayrı gerilimle
devreye uygulanan 120 volt ara-
sında bir bağıntı var mıdır ? Evet.
Bu beş gerilim 34,5; 12; 12; 12; ve
49,5 voltun 120 volta eşitliği bir
tesadüf değildir. Bu «parça geri-
limler», seri dirençler üzerinde
enerjinin nasıl dağıldığını göste-
rir.

Bir an için, gerilimin «elektron
kilonu başına potansiyel enerji»
olarak tarifini hatırlayınız. Bir ku-
lon elektron 120 enerji birimiyle
devreye girer. Üç direncin her bi-
ri 12 birim kullanır, bir direnç
34,5 birimi ve diğer bir tanesi 49,5
birimini kullanır. Böylece, 120 bi-
rimlik enerjinin tamamı, direnç-
lerde ısıya çevrilmiş olur.

Bir seri devrede, devre elemanları uç-
larındaki gerilimler toplamı, devreye
uygulanan gerilime eşittir.

Tesadüfi olarak, bazı radyo alı-
cıları, 12 BA6, 12 BE6, 12 AT6, 35



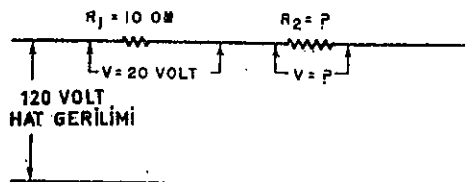
Şekil 5-4

W4 ve 50 C5 radyo lâmbalarını kullanır. Yukarıdaki problem size, 12-, 35-, ve 50- rakamlarının, bu radyo lâmbaları numaralamasında neyi ifade ettiği hakkında bir fikir veriyor mu?

Seri devre prensiplerinin kullanılmasını daha iyi anlamak için diğer bir örnek probleme göz atalım. Şekil 5-5 de verilen bilgiler yardımıyla aşağıda istenenleri bulunuz:

- (A) R_2 direncinin akımı, (B) R_2 direncinin uçlarındaki potansiyel farkı,
 (A) R_2 den geçen akımı bulmak için akla hemen Om Kanunu gelmektedir. Fakat E ve I henüz belli değildir. Şemaya tekrar bakacak olursak R_2 den geçen akımla R_1 den geçen akımın aynı olması gerekir. Böylece, R_1 den geçen akımı bulabiliriz, bu ise R_2 den de geçen akımdır:

$$I = \frac{20 \text{ V}}{10 \text{ om}} = 2 \text{ A (Devrenin her parçasından geçen akım)}$$



Şekil 5-5

(B) R_2 nin uçlarındaki gerilimi bulmak için yine Om Kanununu deneyelim. $E = IR$ fakat R_2 de bilinmemektedir. Eğer seri bir devrede devreye uygulanan gerilimin, devre elemanları uçlarındaki gerilimler toplamına eşitliğini hatırlarsak R_2 nin uçlarındaki gerilimi kolayca bulabiliriz. Devreye uygulanan gerilim 120 V, R_1 in ucundaki gerilim 20 V olduğuna göre R_2 nin uçları arasındaki gerilimin 100 V olması gerekir. $120 = 20 + 100$. Şimdi R_2 den geçen akımı biliyoruz, 2 A; ve R_2 nin uçlarındaki gerilimi biliyoruz 100 V, R_2 nin değerini bulabiliriz:

$$R_2 = \frac{100}{2} = 50 \text{ om}$$

BİR HATTAKİ GERİLİM DÜŞÜMÜ

«Bir motor harekete başlarken niçin evdeki lâmbalar biraz kararmır?» sorusunu Om Kanunu ve seri devre prensiplerini kullanarak cevaplayabiliriz, «her elemandaki gerilimler toplamı, devreye uygulanan gerilime eşittir.»

Eve elektrik getiren iletkenlerin (hatların) her birinin direncinin 1/2 om olduğunu farzedelim, ve evdeki lâmbalar 2 A akım çeksinler. Bir seri devre meydana geldiğine göre, evdeki gerilimi hesaplayabiliriz. (Şekil 5-6) Hattaki her iletkenin direnci 1/2 om ve için

den geçen akım 2 A olduğuna göre:

$E = IR = 2 \times 1/2 = IV$, 1/2 omluk telden 2 Amperi geçirten potansiyel enerji bulunur. Her iletken 1 volt kaldığına göre, 120 volttan 118 voltu eve gelmektedir.

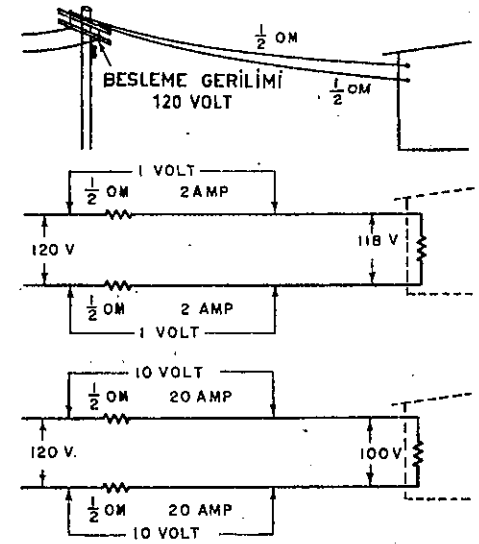
Eğer bir motor devreye girerse hattın akımı 2 amper yerine 20 amper olur. Eve gelen hatlarda bu defa daha çok gerilim kalır.

$E = IR = 20 \times 1/2 = 10 \text{ V}$ bir tel için. Diğer telde de 10 V düşmektedir. 120 volttan bu 20 voltu çıkarırsak, eve gelen gerilimi 100 volt olarak buluruz.

Hattan 2 amper geçerken eve gelen gerilim 118 volt idi. Hattan geçen akım 20 amper olunca evdeki gerilim 100 volta düştü. Lâmbaların ucuna 118 volt yerine 100 volt gelirse, lâmbalar daha zayıf yanar. Çünkü gerilim azalınca, lâmbalardan geçen akım da azalmaktadır. Hatlardaki bu 2 V ve 20 V kayıba, «hattaki gerilim düşümü» diyoruz. Bu düşüm Om Kanununa göre, hattın direnci ile içinden geçen akıma bağlıdır.

Hatlardaki Gerilim Düşümü Hesaplanmasına ait Örnek Problem

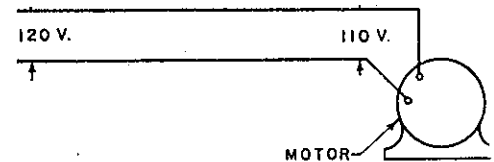
Bir elektrik motorunun, normal çalışması için 110 voltta en az 12 A akım çekmesi gereklidir. Bu motor 120 voltluk hattın 125 metre uzağında çalışacaktır. Motora 125 metre uzaktan cereyan getirecek



Şekil 5-6

bakır telin kesiti ne olmalıdır? (Şekil 5-7) (Bakır tellerin 1000 metresinin dirençlerini veren cetvel kullanılacaktır.)

Çözüm: Elektrik enerjisinin alınacağı uçta 120 volt gerilim vardır. Motorun uçlarına ise 110 V gelmesi gerekmektedir. Böylece, motor akımı 12 amper, telden ge-



Şekil 5-7

çince tellerde en fazla 10 volt gerilim düşümü olmalıdır.

10 volt ve 12 amperi bildiğimize göre, 125 metrelik hattın direnci-

$$R = \frac{E}{I} = \frac{10}{12} = 0,83 \text{ om.}$$

(Bu direnç motorla seri bağlıdır.)

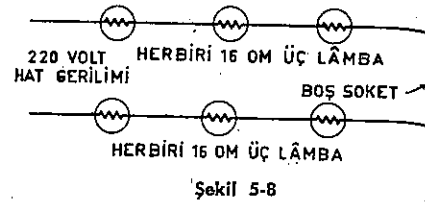
Telin kesiti kitabın sonundaki cetvelden bulunabilir. Motora 125 metre uzaktan cereyan getirecek telin uzunluğu 250 metredir, ve bu 250 metre telin direncinin 0,83 omdan fazla olmaması gerekir. Buna göre cetvelden, 6 mm² lik telin 1000 metresinin direnci 3 om olarak verilmiştir. 250 metresinin direnci 0,75 om olacaktır ve bu direnç 0,83 omun altındadır. Şu halde çekilecek hattın en az 6 mm² lik bakır tel olması gerekir.

BİR SERİ DEVREDE AÇIK BİR ELEMANIN UCUNDAKİ GERİLİM

Şekil 5-8 de verilen seri devrede 7 ampul bulunmakta iken, bir tanesi duyundan çıkarılmıştır. Boş olan duyun uçlarında, eğer varsa,

HATIRDA TUTULMASI

- Bir seri devrede, yalnız bir akım vardır. Devredeki her elemandan aynı akım geçer.
- Akım, devrenin denk direncine ve uygulanan gerilime bağlıdır. Devrenin denk direnci, devredeki elemanların dirençlerinin toplamına eşittir.



kaç volt bulunmaktadır? (Eğer aceleyle «hiç gerilim bulunmadı» diye cevap vererseniz, cevabınızın doğruluğunu isbat için baş parmağınızı bu boş socketin içine sokabilirsiniz.)

Doğru cevabın bulunması için bir yol, geri kalan 6 lâmbanın birinde 220 voltun ne kadarını kullandığının bilinmesidir. Bunun için $E = IR$ formülünü kullanabiliriz. Devreden geçen akım sıfırdır. Her lâmbadan geçen akım da sıfır olacaktır, dolayısıyla lâmbaların üzerinde hiç gerilim düşmez ve 220 voltun tamamı boş duyun uçlarında bulunacaktır.

Aynı sebepten dolayı devre açan anahtarın uçlarında da devre gerilimi bulunur. Devreden bir akım geçmesine sebep olmadığı halde *basınç, devrede* bulunabilir.

GEREKEN NOKTALAR

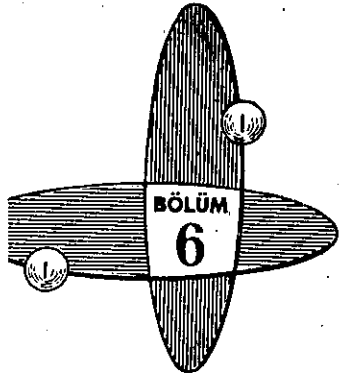
- Devredeki her elemanın uçlarındaki gerilimler toplamı, devredeki uygulanan gerilime eşittir. Her elemanın uçlarındaki gerilim, elemanın direnci kullanılmak suretiyle $E = IR$ formülünden bulunabilir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Seri devreler için bazı örnekler veriniz. Otomobilin iki far lâmbasının seri bağlanması sizce normal midir?
2. Şekil 5-1 deki devreye benzer bir devrede eğer birinci dirençten geçen akım 5 amper ise, son dirençten geçen akım kaç amper olur? Devrenin tam ortasında bir noktadan geçen akım kaç amperdir?
3. Bir elektrik devresinde «kullanılarak bitirilen» elektron mudur, akım mudur, veya nedir?
4. 100 voltluk bir gerilim kaynağının ucuna 500, 5000 ve 4500 omluk üç direnç seri bağlanmıştır. Her bir dirençten geçen akımla, her bir direncin uçlarındaki potansiyel farkını (volt) hesaplayınız.
5. Bir elektrik direğinden elektrik enerjisi iki telle bir eve getirilmektedir. Her bir telin direnci 0,4 om, akım 10 amper ve direktteki teller arası gerilimi 122 volt olduğuna göre, aşağıda istenenleri hesaplayınız:
 - (a) Hattaki gerilim düşümünü (her iki teldeki gerilim düşümü toplamı)
 - (b) Eve gelen teller arasındaki gerilim
6. Eğer, soru 5 deki aynı hattın geçen akım, 25 amper olsa idi, hatta ne kadar gerilim düşerdi ve evdeki gerilim kaç volt olurdu?
7. Bir motorun normal çalışabilmesi için 205 voltta en az 8 amper çek-

mesi gerekmektedir. Bu motor, 225 voltluk gerilim kaynağından 200 m uzakta çalışacaktır. Hattın direncini bulunuz. (Yol: Önce gerilim düşümünü bulunuz.)

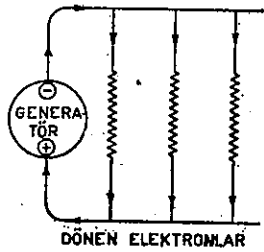
8. 120 volt gerilim kaynağı uçlarına, 10 omluk bir dirençle değeri bilinmeyen bir başka direnç seri bağlanmıştır. 10 omluk direncin uçlarında ölçülen gerilim 48 voltur. (a) İkinci direncin değerini bulunuz.
9. 35Z5, 12SQ7 ve 50L6 radyo lâmbaları kullanılarak basit bir amplifikatör yapılmak isteniyor. Lâmba kataloglarına göre bu lâmbaların normal çalışmaları sırasında filamanlarından 0,15 amper geçmektedir ve her birinin filaman gerilimi sıra ile 35, 12 ve 50 voltur. Bu lâmbaların 120 volt gerilim kaynağından beslenerek nasıl çalışacaklarını hesaplayınız
10. Bir açık hava gazinüsünde, bir ağacın ışıklandırılmasında sekiz adet seri lâmba 120 volt gerilim kaynağına bağlanmıştır. Her lâmbanın uçlarındaki gerilim kaç voltur. Eğer bu lâmba grubuna 2 adet lâmba daha eklenerek 10 adet seri lâmba meydana getirilirse, her bir lâmbanın ucundaki gerilim kaç volt olur? Bu durumun lâmbalardan geçen akıma tesiri ne olur? Bu durumun, lâmbaların ömrü üzerine etkisi var mıdır?



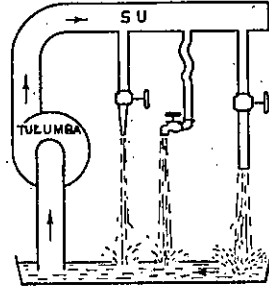
Paralel Devreler

İki veya daha fazla direnç, bir enerji kaynağına, toptan akım bu dirençlere ayrılarak geçecek ve her bir koldan geçen elektronlar ayrı bir yol takip edecek şekilde bağlanırsa, bu şekilde bağlı dirençlere, «paralel bağlı» dirençler denir.

Paralel devreler çok kullanılır. Evlerde çeşitli lambalar ve aparatlar paralel bağlıdır ve her biri diğerlerinden ayrı olarak çalışır. Seri devre bir «ya hep, ya hiç» devresidir ve bu devrede ya her şey çalışır durumdadır veya hiç bir şey çalışmaz. Eğer alıcılar, devreye, diğer alıcılara tesir etmeden girer ve çıkarlarsa bu alıcılar paralel bağlıdır.

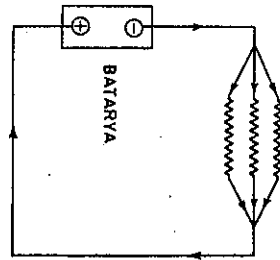


Şekil 6-1



Şekil 6-2

Şekil 6-1 deki devreyi izleyiniz. Akımın nasıl kollara ayrıldığına ve tekrar birleştiğine dikkat ediniz. Şekil 6-1 deki elektron devresiyle Şekil 6-2 deki su devresini karşılaştırınız. (Şekil 6-3, Şekil 6-1 deki devrenin eşdeğeridir ve paralel devrenin diğer bir gösteriliş şeklidir.)



Şekil 6-3

ELEKTRON

- Akım olsun veya olmasın, teller elektronlarla doludur.
- «Elektron kaynağı» ile «elektronların dönüşü» arasında bir potansiyel farkı, (volt) vardır. Bu potansiyel farkı elektronları her dirençten geçirtir; her direnç aynı gerilimde çalışır.
- A, B ve C kollarından ayrı akımlar geçer. A, 2 amper; B, 3 amper ve C, 4 amper ve generatörden geçen toplam akım 9 amper olabilir.

PARALEL DEVRELERDE AMPER, VOLT VE OM

Paralel Devrelerde Akımın Hesaplanması

Şekil 6-4 de verilen devrede dikkat edilirse her anahtar bir alıcıya kumanda etmektedir. Eğer bütün anahtarlar açık ise, devrede hiç akım yoktur, fakat hattın iki teli arasında 120 volt potansiyel farkı vardır.

Basit paralel bir devrede, bütün alıcılar aynı gerilimle çalışır.

Anahtarların kapalı olduğunu düşünelim, her koldan geçen akım Ohm Kanununa göre bulunabilir,

SU

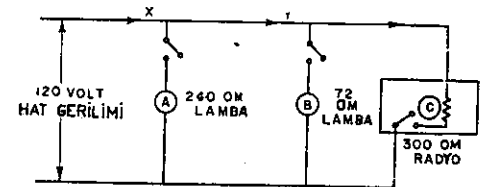
- Bir akım olsun veya olmasın ana boru ve havuz su ile doludur.
- «Ana boru» ile «havuz» arasında bir potansiyel farkı her musluktan suyun akmasını sağlar; her musluk, aynı basınçta çalışır.
- A, B ve C kollarından ayrı akımlar geçer. A, 2 litre/saniye; B, 3 litre/saniye, C, 4 litre/saniye; pompadan toplam olarak 9 litre/saniye geçebilir.

$$I = \frac{E}{R}$$

$$A \text{ için: } \frac{120}{240} = 0,5 \text{ A}$$

$$B \text{ için: } \frac{120}{72} = 1,67 \text{ A}$$

$$C \text{ için: } \frac{120}{300} = 0,4 \text{ A}$$



Şekil 6-4

Hattın X ile gösterilen noktasından geçen akımı bulalım: Bütün elektronlar bu noktadan geçmektedir, öyle ise X noktasından geçen akım $0,5 + 1,67 + 0,4 = 2,57$ amper olmalıdır.

Bir paralel devrede toplam akım, koldan geçen akımlar toplamına eşittir.

Y noktasındaki akım kaç amperdir? Şemaya dikkat edilirse Y noktasından yalnız B ve C ye giden elektronlar geçmektedir. Şu halde Y noktasındaki akım $1,67 + 0,4 = 2,07$ A olur.

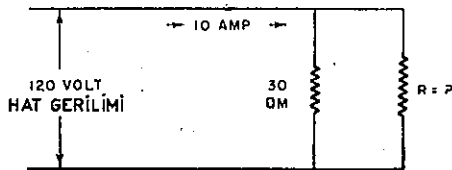
Yukardaki prensipleri kullanarak diğer bir örnek yapalım: Şekil 6-5 de R den geçen akımı önce bulabilirsek R, Ohm Kanunu-na göre bulunabilir.

120 volta bağlı 30 omluk direnç-

$$\text{ten geçen akım } I = \frac{120}{30} = 4 \text{ A.}$$

Toplam akım 10 A olduğuna göre, bilinmeyen R direncinden $10 - 4 = 6$ amper geçmelidir. Böylece:

$$R = \frac{120}{6} = 20 \text{ om bulunur.}$$



Şekil 6-5

Hemen yukarıda çözümlenen ve 20 om dirençten 6 amper, 30 om dirençten 4 amper ve devreden toplam 10 amperin geçtiği problem, paralel devreler hakkında bazı hakikatlerin çözümlenmesine de yardım edebilir:

(1) Her iki direnç de kullanılırken, direncin yalnız birinin kullanıldığından daha fazla toplam akım mevcuttur. Her direnç, elektronların üstteki telden alttakine akımları için ayrı birer yol meydana getirmektedirler. Bu iki direncin bir arada bulunması 120 voltluk devreden 10 amper toplam akımın geçmesini sağlamaktadır. Hakikatte ikisi bir arada 12 omluk bir direnç tesiri göstermektedir.

Bir gerilim kaynağının uçları arasına bağlanan paralel direnç sayısı arttıkça, sistemin toplam etkin direnci azalmakta ve hat akımı artmaktadır.

(2) Niçin bazıları «akım, en küçük dirençli yolu takibeder» derler. Her halde daha iyisini bilmediklerinden böyle söylemektedirler. Küçük dirençli koldan, büyük dirençli kola nazaran daha fazla akım geçer. Fakat her koldan ge-

çen akımın değeri $I = \frac{E}{R}$ formülüyle bulunur.

Paralel Bağlı Dirençlerde Denk Direncin Bulunması

Paralel bağlı dirençlerin denk direncinin bulunmasında 3 yol vardır. Hangi metodun kullanılması gerektiği bazan problemin tipine, bazan da kişisel tercihe bağlıdır. Metot (2), pratik problemleri fazla hesaba dalmadan çözebildiği için daha çok tavsiye edilir.

(1) Eğer paralel bir devrede, paralel bağlı direnç değerleri hep aynı ise, dirençlerden birinin değerini, paralel bağlı direnç sayısına bölünüz.

3 adet 60 omluk direnç paralel bağlanmıştır. Elektronlar için bu gruptan geçiş, bir dirençten geçişten 3 defa daha kolaydır. Bunun için denk direnç

$$\frac{60}{3} = 20 \text{ omdur.}$$

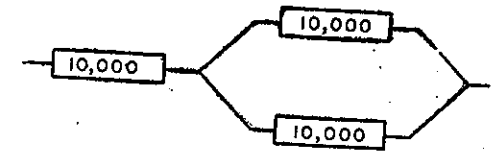
Her birinin direnci 12,000 om olan 4 direnç paralel bağlanmıştır. Denk direnç: $12\,000 \div 4 = 3,000$ omdur. Bir radyo tamircisinin bir devre için 15,000 omluk dirence ihtiyacı vardır. Fakat çekmecesini 10,000 omluk dirençlerle doludur. 15,000 om elde etmek için bu dirençlerin nasıl bağlanması

gerekir? İki adet 10,000 omluk direnç paralel bağlanırsa 5,000 omluk bir direnç grubu elde edilir. Buna 10,000 omluk bir direnç seri bağlanırsa 15,000 omluk istenilen direnç grubu elde edilmiş olur. (Şekil 6-6)

(2) Paralel bağlı direnç değerleri değişik ise, paralel bağlı iki direncin «denk» direnci, dirençlerin çarpımının, dirençlerin toplamına bölünmesiyle bulunabilir. 30 om ve 20 omluk iki direnç paralel bağlanmıştır. Denk direnci bulunuz.

$$R = \frac{\text{çarpımı}}{\text{toplamı}} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = \frac{600}{50} = 12 \text{ om.}$$

Bu metot yalnız paralel bağlı iki dirence uygulanabilir. 30 om, 20 om ve 10 omluk 3 direncin paralel bağlanması halinde bu metot, ön-



$$10,000 + 5,000 = 15,000$$

Şekil 6-6

ce 30 ve 20 omluk dirençlere uygulanarak 12 om bulunur. Sonra bu 12 omluk dirençle 10 omluk direncin denk direnci bulunarak problem çözülür :

$$R = \frac{12 \times 10}{12 + 10} = \frac{120}{22} =$$

5,45 om

(3) Diğer bir metot, aynı değer de olmayan dirençlere uygulanan,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \text{ for}$$

mülüdür. Bu formülde R denk direnç, «r» ler ise gruptaki paralel bağlı her bir direncin değeridir. Formüle, paralel bağlı kaç di-

renç varsa o kadar $\frac{1}{r}$ teri-

mi eklenebilir.

30, 20 ve 10 omluk üç direnç paralel bağlanmıştır. Denk direnci bulunuz.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{60} + \frac{1}{60} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{11}{60} ; \frac{1}{R} = \frac{1}{11}$$

R = 5,45 om.

Dikkat edilirse, bütün durumlarda paralel bağlı grubun denk direnci, paralel bağlı dirençlerin en küçük değerli olanından daha küçüktür. Paralel devreye daha fazla direnç eklemek akıma karşı daha fazla zorluk anlamına gelmez, bilakis eklenen her paralel kol, bir telden diğerine daha fazla elektron geçmesini sağlar.

İLETKENLİK

«İletkenlik» terimi, direncin tersi olarak düşünülebilir. İyi bir iletken; iletkenliği fazla ve direnci az olan iletkenlerdir. İyi bir direncin iletkenliği çok düşüktür. Sayısal olarak iletkenlik, direncin tersidir :

$$\text{İletkenlik} = \frac{1}{\text{Direnç}}$$

(bir sayının «tersi», 1 in bu sayıya bölünmesi demektir. 2 nin

$$\text{tersi } 1/2 \text{ ve } 0,02 \text{ nin tersi } \frac{1}{0,02} = 50 \text{ dir.})$$

iletkenliğin birimi «mo» dur. Bu da «om» un tersten okunuşudur.

Şekil 6-2 ye bir göz atacak olursak, daha fazla musluğun açılması, devrenin iletkenliğini artıracaktır. Bunun gibi Şekil 6-4 de daha fazla direncin paralel olarak eklenmesi de devrenin iletkenliğini artırmış olacaktır.

Bir önceki sayfada paralel bağlı dirençlerin denk direncini veren üçüncü metot iletkenliğin eklenmesi fikrine dayalıdır. Eğer di-

rençler 30, 20 ve 10 om ise, $\frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10}$

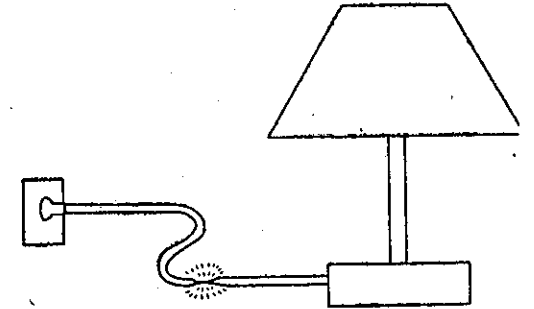
ve $\frac{1}{10}$ bu dirençlerin iletkenlikleri demektir. Bunların eklenmesi, top-

lam iletkenliği, $\frac{11}{60}$ «mo» yu verecektir.

İSTENMEYEN DEVRE : KISA DEVRE :

Çoğu zaman istenmiyerek meydana gelen, çok küçük dirençli bir paralel kola «kısa devre» adı verilir.

Meselâ, kordonu yıpranmış bir alıcıda, kordonun iki telinin birbirine dokunması, pratik olarak sıfır dirençli bir yol meydana getirir. Bu durum ise, kontak yerinden akım kaynağına olan teller-



Şekil 6-7

den çok fazla bir akımın geçmesine yol açar. (Şekil 6-7)

Teller bir yangına sebep olacak kadar ısınacaktır. Bu durumu önlemek için, evlerdeki her devreye seri olarak bir sigorta konmuştur. Fazla akım sigortanın telini eritir ve akım kesilir. Sigorta devreyi «açar».

«Açık devre» terimi, açık durumda bir anahtar, teli yanmış bir sigortası bulunan veya herhangi bir yerindeki telleri ayrılarak akımı kesilmiş devreye verilmiş bir addır. Eğer bir alıcı devreye bağlandığı zaman çalışmaz, fakat sigortayı da attırmazsa, bu alıcının arızası devresinin bir yerinden açık olmasıdır.

SERİ VE PARALEL DEVRELER

Karışık görünen devre problemlerinin çözülmesi için de, Bölüm 5 ve 6 da verilen prensipler kullanılır. Kısaca: Seri devrelerde akım

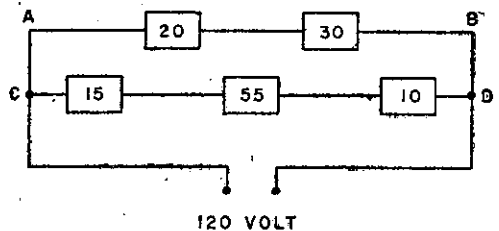
aynıdır, gerilimler eklenir. Paralel devrelerde, gerilim aynıdır, akımlar eklenir.

Problemin tamamını bir hamlede çözmeye yarayacak sihirli bir formül mevcut değildir. Om Kanunu, devrenin bir parçasına, sonra diğer bir parçasına uygulanır. Böylece bildiklerimizden yararlanarak, bilmek istediklerimizi çözmeye devam ederiz.

1. Şekil 6-8 de iki paralel devre vardır. A-B ve C-D. Her dirençten geçen akımı bulmak için, önce devrenin paralel olduğunu ve her kolun ucunda aynı gerilimin (120 V) bulunduğunu gözönünde tutmamız gerekir.

Üst sıradaki (A-B) dirençlerden geçen akımı bulurken, bir an için C-D sırasını dikkate almayalım ve yalnız iki direncin seri bağlı olduğu A-B devresini ve buna 120 volt uygulandığını göz önünde bulunduralım. Seri bağlı olduğu için iki direnci toplamamız gerekir. $20 +$

$$30 = 50 \text{ om; Om Kanunu } I = \frac{E}{R}$$



Şekil 6-8

formülünü kullanarak üst sıradaki dirençlerden geçen akım $I = \frac{120}{50}$

$= 2,4$ amper bulunur. Bunun bu 2,4 amper hem 20 ohmlük dirençten ve hem de 30 ohmlük dirençten geçmektedir.

Alt C-D sırası da ayrıca hesaba dilmelidir. Bu sıranın çözümü için A-B sırasını hiç dikkate almayacağız ve C-D yi müstakil bir devre gibi düşüneceğiz. Seri bağlı C-D nin direnci 80 om'dur. Bu koldan

$$\text{geçen akım: } I = \frac{120}{80} = 1,5 \text{ A}$$

Bu akım C-D kolundaki bütün dirençlerden geçmektedir.

Eğer 120 voltluk gerilim kaynağından çekilen toplam akım bilmek istenirse, iki koldan geçen akımlar toplanır. Toplam akım 3,9 amperdir, hattın bir telinden girer, iki kola ayrılır, A-B den 2,4 amper ve C-D den 1,5 amper geçer. Bu iki akım yine hattın diğer telinde birleşerek 3,9 amper olur ve hatta geri döner.

Her hangi bir direncin ucunda ki gerilim, Om Kanunun bu dirence uygulanması ile bulunur. Eğer 55 ohmlük direncin uçları arasındaki gerilimin bulunması gerekirse, $E = IR$ formülü bu dirence uygulanır. I , daha önce 1,5 amper olarak bulunmuştu. $R = 55$ ohm'dur. $E = 1,5 \times 55 = 82,5$ volt bulunur. Benzer şekilde 15 ohmlük

direncin uçlarındaki gerilimi 22,5 volt olarak ve 10 ohmlük direncin uçlarındaki gerilimi 15 volt olarak bulabiliriz. Bu seri devrede $82,5 + 22,5 + 15$ in toplamı devreye uygulanan 120 volt gerilime eşit olmalıdır.

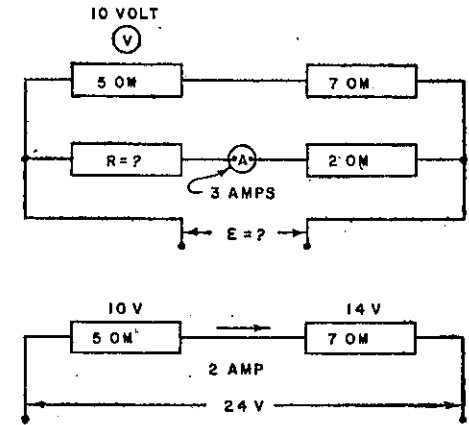
Bazıları, dirençten «geçen» gerilimle ilgili gereksiz sorular sorarlar. Bunlara gerilimin dirençten geçmediği, dirençten geçen şeyin elektronlar olduğunu hatırlatmak gerektir. Gerilim, iki nokta arasındaki potansiyel enerji farkıdır. Yukarıdaki örnekte «55 ohmlük dirençten geçen gerilimi bulunuz» sorusu anlamsız bir sorudur. «Direncin uçlarındaki gerilim» deyişi, dirençte kullanılan ve uçları arasına bağlanan bir voltmetroinin göstereceği değeri hatırlatır.

2. Şekil 6-9 da bilinmeyen E ve R nin bulunması için gerekli bilgi ilk bakışta görülmemektedir. Fakat uçlarındaki gerilim 10 V olan 5 ohmlük dirençten geçen akım

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{5} = 2 \text{ amper bulunur}$$

Bu 2 amper, seri bağlı 7 ohmlük dirençten de geçmektedir. 7 ohmlük dirençteki gerilim $2 \times 7 = 14$ V bulunur. Seri bağlı bu iki direncin gerilimleri bilindiğine göre birinci koldaki gerilim $10 + 14 = 24$ voltur.

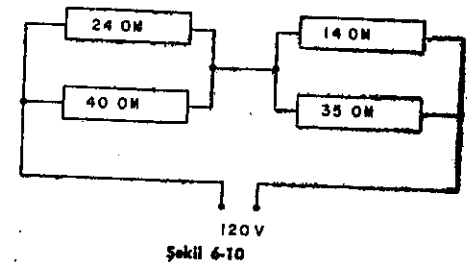
Bu 24 volt, daha önce bulmağa çalıştığımız bilinmeyen hat gerilimi E dir. Altındaki paralel devreden



Şekil 6-9

geçen akım 3 amper bilindiğine göre, bu kolun denk direnci $24/3 = 8$ ohm olacaktır. Bu koldaki dirençlerden biri 2 ohm bilindiğine göre, bilinmeyen direncin değeri 6 ohm olmalıdır.

3. Şekil 6-10 da dirençlerden geçen akımları ve uçlarındaki gerilimleri bulmak için, paralel bağlı iki grubun birbirlerine seri oldukları göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 6-10

Yapılacak ilk iş, paralel bağlı grupların denk dirençlerinin bulunmasıdır. Böylece devrenin tamamı seri bağlı iki direnç şekline gelecektir.

Çarpımları

formülünü kullanarak Toplamları

24 ve 40 om luk paralel grubun denk direncini bulabiliriz, bu di-

$$\frac{24 \times 40}{24 + 40} = 15 \text{ renç}$$

omdur.

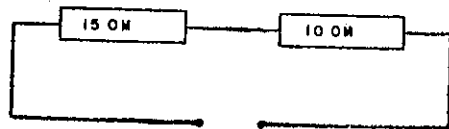
Aynı şekilde 14 ve 35 om luk paralel grubun da denk direnci,

$$\frac{14 \times 35}{14 + 35} = 10 \text{ om olarak bulunur.}$$

Şimdi devrenin tamamı, denk dirençleri 25 om olan 10 om ve 15 om luk seri bağlı iki dirençten ibarettir (Şekil 6-11). Bu 25 om luk direnç 120 volt gerilime bağlı olduğuna göre toplam akım:

$$\frac{120}{25} = 4,8 \text{ amper olacaktır.}$$

15 om luk dirençten 4,8 amperlik akımın geçmesi, bu direnç üzer-



Şekil 6-11

rinde $4,8 \times 15 = 72$ voltluk bir gerilimin bulunmasını gerektirir. Aynı 4,8 amper akım 10 om luk dirençten de geçeceğine göre 10 om luk direncin uçlarındaki gerilim 48 volt olmalıdır. ($72 + 48 = 120$ v)

Bulunan bu 72 ve 48 voltluk gerilimler, şimdi başlangıçtaki paralel bağlı dirençlere uygulanabilir (Şekil 6-12)

24 om luk direncin uçlarında 72 volt bulunduğuna göre bu dirençten

$$\frac{72}{24} = 3 \text{ amper akım geçer.}$$

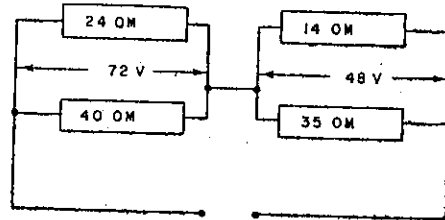
40 om luk direnç de aynı gerilime bağlıdır. Bu dirençten geçen akım

$$\frac{72}{40} = 1,8 \text{ amper olacaktır. (3 + 1,8 = 4,8 A)}$$

48 volt, 14 om luk dirençten

$\frac{48}{14} = 3,43$ amper geçirir. Aynı gerilime bağlı 35 om luk dirençten ise

$$\frac{48}{35} = 1,37 \text{ amper akım geçecektir. (3,43 + 1,37 = 4,8 A)}$$



Şekil 6-12

HATIRDA TUTULMASI

Paralel devreler için —

- Hat akımı, elektronlar her ayrı paralel koldan diğer alıcılara bağlı olmadan geçecek şekilde bölünür.
- Paralel devredeki toplam akım, paralel kollardan geçen kol akımlarının toplamına eşittir.
- İki veya daha çok eşit değerli

Bir direncin değeri

Paralel bağlı direnç sayısı

GEREKEN NOKTALAR

direnç paralel bağlı ise, denk direnç:

- Paralel bağlı iki direncin denk direnci aşağıdaki formülle bulunabilir:

Çarpımları

Toplamları

- Kısa devre, bir kaza eseri meydana gelen çok küçük dirençli bir yoldur.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Hangi hususlar, paralel devreyi seri devreden ayırır?
2. 4 om, 10 om ve 6 om luk üç direnç 12 voltluk bir batarya uçlarına paralel bağlanmıştır. Her dirençten geçecek akımla, bataryadan geçecek akımı hesaplayınız
3. Her birinin direnci 2200 om olan dört direnç paralel bağlanmıştır. Bu grup 110 voltluk bir gerilim kaynağına bağlıdır. Her dirençten geçen akımı bulunuz. Toplam hat akımını bulunuz. Paralel bağlı grubun denk direncini iki ayrı metodla bulunuz.
4. Dirençleri 48, 72 ve 240 om olan üç lamba 120 volt gerilimli bir kaynağa paralel bağlanmıştır. Hattan geçecek akımı bulunuz.
5. Üç direnç 120 voltluk bir hatta paralel bağlanmıştır. Hattın geçen toplam akım 12 amperdir. Dirençlerden birisi 20 om diğeri 30 omdur. Üçüncü direncin değerini bulunuz.
6. İçerisinden 0,48 amper geçen 50 om luk bir direnç, 60 om luk diğ-

bir dirençle paralel bağlanmıştır. 60 om luk dirençten geçecek akımı bulunuz.

7. 200 om, 400 om ve 100 om luk üç direnç paralel bağlıdır. 200 om luk dirençten 60 mA akım geçmektedir. Diğer dirençlerden ve hattan geçecek akımı hesaplayınız.

8. 15, 30 ve 10 om luk üç direnç 120 voltluk bir kaynağın uçlarına bağlanmıştır. Aşağıda istenenleri bulunuz:

(a) Paralel bağlı her dirençten geçen akımları. (b) Paralel devrenin tamamını besleyen toplam hat akımını. (c) Paralel grubun denk direncini.

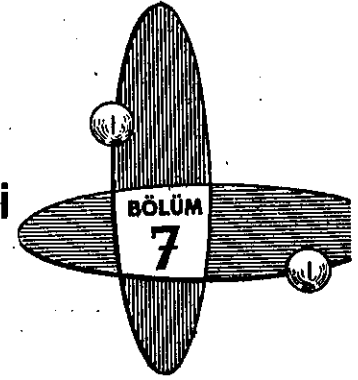
9. 4 om, 8 om, 12 om ve 16 om luk dirençler paralel bağlanmıştır (a) Paralel grubun denk direncini bulunuz. (b) Bu grup 120 voltluk bir gerilim kaynağına bağlandığında, her bir dirençten geçecek akımla, toplam hat akımını ve Ohm Kanununu kullanarak paralel devre direncini bulunuz.

10. Bir gerilim kaynağı, 300 vat, 120 voltluk ve her birinin sıcak direnci 48 om olan yirmi dört adet lâmba yı beslemektedir. Aynı kaynak her birinin sıcak direnci 240 om olan 60 vat, 120 voltluk altmış lâmba daha beslenmektedir. 84 lâmba besleyen bu 120 voltluk kaynağın toplam akımını bulunuz.
11. 8.27 omluk bir bobin, 2,38 omluk bir lâmba ve 12,25 omluk bir ısıtıcı seri bağlanmışlardır. Akım 6,5 amperdir. Hat gerilimini bulunuz.
12. Üç direnç seri bağlanmıştır. $R_1 = 300$ om, $R_2 = 240$ om ve $R_3 = 112$ omdur. R_2 direncinden geçen akım 2,6 amperdir. (a) R_1 in uçlarındaki gerilimi bulunuz. (b) R_3 ün uçlarındaki gerilimi bulunuz. (c) Se-

ri devreye uygulanan toplam gerilimi bulunuz.

13. 115 volt gerilim kaynağına üç alıcı seri bağlanmıştır. Fakat alıcıların hiç biri çalışmamaktadır. Bu üç alıcıdan ikisinin uçları arasına bağlanan voltmetre sıfırı göstermektedir. Üçüncü direncin uçları arasında bağlanan voltmetrede 115 volt okunmaktadır. Bu devredeki bozukluk nelerden ileri gelmektedir?
14. Bir devrede 8 lâmba seri bağlanmıştır. Fakat diğer lâmbalar parlak değildir. 3 no lu lâmba diğerlerinden çok parlaktır. 3 no lu lâmba diğerlerinden çıkarıldığı zaman diğer yedi lâmba parlak yanmağa devam etmektedirler. Devrede her hangi bir bozukluk var mıdır? Varsa nedir?

İletken Direnci



Herhangi bir yerde kullanılacak iletkenin direncini hesaplamak gerekir. Daha önce gördüğümüz gibi direnç gerilim düşmesine sebep olur. Ayrıca, direnç, ısı ile ilgili bir cihazda faydalı, bir alıcıya akım taşıyan veya alıcı içindeki tellerde zararlı ısı meydana getirir. Hatlarda, çok küçük kesit, enerji kaybına; çok büyük kesit, fazla bakır sarfına sebep olur.

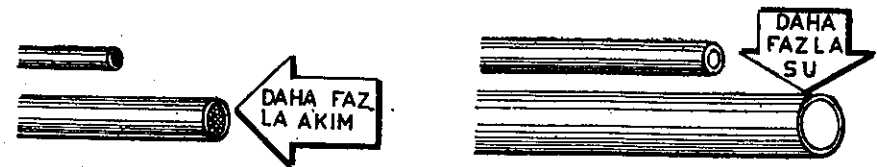
UZUNLUK, İLETKEN CİNSİ VE KESİTİN ETKİLERİ

1. Direnç uzunlukla doğru orantılıdır. Meselâ 50 metre uzunluğunda bir telin direnci 1 om ise, aynı telin 100 metresinin direnci 2 omdur. (100

metre teli, 50 şer metrelik seri bağlı iki tel gibi düşünü-
nüz.)

2. Direnç, iletkenin cinsine bağlıdır. (Ek, Sayfa A-1 de Metaller ve Alaşımların Dirençleri tablosuna bakınız.)
3. Direnç kesitle ters orantılıdır. Yani kesit büyüdükçe direnç azalır. Kalın kesitli tel daha çok elektronun akmasına müsaade eder. Tıpkı, daha geniş borudan daha çok su geçeceği gibi (Şekil 7-1).

Önce, uzunluk ve kesit için kullanacağımız birimleri seçelim ve bu üç faktöre göre direnç formülünü yazalım.



Şekil 7-1

Uzunluk : Genel olarak «metre», iletkenin uzunluk ölçüsü için uygun bir birimdir.

Kesit alanı : En uygun birim, mm² dir.

Enerji hatlarında ve her türlü tesisatta genel olarak yuvarlak kesitli iletkenler kullanılır. Bobinajda ise küçük makinalarda yuvarlak kesit, büyük makinalarda çok defa kare veya dikdörtgen kesit kullanılır.

Tesisatta iletkenler mm² olarak kesitleri ile, bobinajda ise yuvarlak teller çapları ile söylenir. Bobinajda, tesisata nazaran çok daha yakın kesitte teller kullanıldığından ve kesitler bilhassa küçük makinalarda çok küçük olduğundan, kesit alanı kullansaydık çok kesirli sayılar ile uğraşmamız gerekecekti. Meselâ 0,50 mm çapın

$$\pi \cdot 0,50^2 \\ \text{da bir telin kesiti} = \frac{\quad}{4} =$$

0,196 mm² dir. 0,196 mm² lik tel yerine 0,50 lik tel demek daha kolaydır.

Tesisatta kullanılan standart kesitler şunlardır : (mm² olarak) 1; 1,5, 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500 v.s.

Bobinajda en çok kullanılan tel çapları ise mm olarak şunlardır :

0,10	0,85	2,40
0,11	0,90	2,50
0,12	0,95	2,60
0,15	1,00	2,70
0,20	1,10	2,80
0,25	1,20	2,90
0,30	1,30	3,00
0,35	1,40	
0,40	1,50	
0,45	1,60	
0,50	1,70	
0,55	1,80	
0,60	1,90	
0,65	2,00	
0,70	2,10	
0,75	2,20	
0,80	2,30	

Özel sipariş üzerine verilen çaplar arasında iletkenler de yapılmaktadır.

Direnç hesabı yaparken, uzunluğu metre, kesit alanı mm² olarak alacağız. Fakat, iletkenin cinsini sayısal olarak nasıl belirteceğiz ?

Bulacağımız formülün mümkün olduğu kadar basit olması için iletkenin cinsini belli eden sayının standart bir sayı olması gerekir. Bunun için, 1 mm² kesitinde ve 1 metre uzunluğunda bir iletkenin direnci, formülde kullanılacak standart sayı olarak kabul edilmiştir. Buna, öz direnç denir. δ ile gösterilir. Öz direncin tersine de öz iletkenlik denir. Öz iletkenlik K ile gösterilir.

Örnek : 200 m uzunluğunda 4 mm² kesitinde bir bakır iletkenin direncini bulunuz.

Aşağıdaki ve kitabın sonundaki Ek, Sayfa A-1 de gösterildiği gibi 1 m uzunluğunda ve 1 mm² kesitinde olan bir bakır iletkenin direnci (öz direnç), 0,0177 Ω dur.

200 metresinin direnci $200 \times 0,0177 = 3,54 \Omega$ olacaktır. Kesit büyüdükçe direnç küçüldüğüne göre, bulduğumuz sayıyı kesite, yani 4 e bölerek probleme çözüm

$$\text{bulmuş oluruz. } \frac{3,54}{4} = 0,885 \text{ om.}$$

(20°C da)	
Aliminyum	0,0283
Pirinç	0,07
Bakır	0,0177
Alman gümüşü	0,33
Demir	0,60
Krom-Nikel	1,10
Gümüş	0,016
Çelik	0,62
Tungsten	0,0551

Diğer metallerin öz dirençleri kitabın sonundaki Ek, Sayfa A-1 den alınabilir.

Biraz önce yapılan hesaplama, aşağıdaki gibi formül haline getirilebilir :

$$R = \frac{\delta \times l}{S} \text{ Bu formülde : } \delta,$$

öz direnç, l, metre olarak uzunluk; S, mm² olarak iletkenin kesitidir. Bu durumda bulunacak R direnci om cinsindendir. Öz direnç yerine, öz iletkenlik K konularak formül aşağıdaki gibi de yazılabilir,

$$\text{liir, çünkü } \delta = \frac{1}{K} \text{ dir : } R = \frac{l}{K \cdot S}$$

Çok kullanılan bazı iletkenlerin δ değerleri yukarıda verilmiştir.

İletken Direnci Formülünün Kul-

$$\text{lanılması} - R = \frac{\delta \times l}{S}$$

- (1) 250 metre uzunluğunda ve 2,5 mm² kesitinde bir aliminyum iletkenin direncini bulunuz. (Yukarıdaki cetvelde Aliminyum için $\delta = 0,0283$ dür.)

$$R = \frac{0,0283 \times 250}{2,5} = 2,83$$

Ω bulunur.

- (2) 1 mm çapında kaç metre uzunluğundaki krom-nikel telin direnci 30 Ω dur ? (cetvelde krom-nikel için $\delta = 1,1$ dir.)

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 d^2 = 0,785 \text{ mm}^2$$

Direnç formülünde $R = 30$, $\delta = 1,1$ ve $S = 0,785$ yazarsak :

$$30 = \frac{1,1 \times 1}{0,785} \text{ buradan,}$$

$$l = \frac{30 \times 0,785}{1,1} = 21,4 \text{ m bulunur.}$$

- (3) Bir alıcı, 2 telli 500 m lik bir hatla (toplam iletken boyu. 1000 m) beslenecektir. Hattın direncinin 1,5 omu geçmemesi istenmektedir. Kaç mm² lik bakır tel kullanılması gereklidir?

$$1,5 = \frac{0,0177 \times 1000}{S}$$

$$1,5 S = 0,0177 \times 1000$$

$$S = \frac{0,0177 \times 1000}{1,5} = 11,8$$

= 11,8 mm² bulunur ve buna en yakın standart üst kesit 16 mm² lik iletken kullanılır.

Kesit formülünün kullanılmasında, diğer birçok elektrik hesaplamalarında da yapıldığı gibi kesirli sayılar yuvarlatılırlar. Sayıların yuvarlatılmasında en iyi kural üçüncü rakamdan sonrasının yaklaşıklık değeri alınmasıdır. Örnek: Eğer problemde 10,4 x 2317 çarpılacaksa bunu 10,4 x 2320 şeklinde alıp sonucu 24,100 kabul edebiliriz.

Kullandığımız ölçü aletleri, ampermetre ve voltmetrelerden pek azı, değerleri 3 rakamdan daha doğru gösterirler. Ucuz bir voltmetre (100-120 liralık), «116 volt» gösterirse, gerilimin 116 ila 120 arasında olduğu anlaşılır. Tezisatta kullanılan iletkenlerin kesitleri de tam değildir. Kabul edilebilen bir tolerans sınırı içindedir. Meselâ 1,5 luk telin kesiti 1,4 ilâ 1,6 arasında olabilir.

Aritmetik işlemlerde, orijinal ölçmelerden daha hassas sonuçlar elde edilmesi gerekemeyebilir. Tel kesitinin bulunmasında eğilim hesapla bulunan sonuç 1,385 ile 1,400 arasında bir değer ise pratikte zaten bunun yerine standart 1,5 mm² kesit kullanılacağından çok hassas hesaplama gerekmez.

İLETKEN CETVELLERİ HAKKINDA DİĞER BİLGİLER

Ek, Sayfa A-2 de dikkat edilirse standart kesitli tellerin 1000 metresinin dirençleri verilmiştir. Bu bilgi, mukayese yoluyla verilen uzunluktaki telin direncinin bulunmasında faydalıdır.

Örnek: 2000 metre uzunluğundaki 4 mm² lik bakır telin direncini bulunuz. Ek, Sayfa A-2 de 4 mm² kesitli bakır telin 1000 metresinin direnci 4,45 Ω verildiğine göre 2000 metresinin direnci 2 x 4,45 = 9,9 Ω olacaktır.

100 metre uzunluğundaki 1,5 mm² kesitli bakır telin direnci kaç omdur?

Yine aynı cetvelden 1,5 mm² kesitli bakır telin 1000 metresinin direnci 11,88 Ω olarak verilmiştir.

$$100 \text{ metresinin direnci } \frac{11,88}{10} = 1,188 \Omega \text{ bulunur.}$$

Tekli teller Ek, Sayfa A-2 de de görüldüğü gibi 16 mm² ye kadar yapılmaktadır. Çoklu teller ise 10 mm² ve daha yukarı kesitler için yapılmaktadır. 16 mm² lik tekli tel ile, 16 mm² lik çoklu tel arasında kesit ve akım taşıma kapasitesi bakımından bir fark yoktur. Çok büyük akımlar için dikdörtgen kesitli teller kullanılır. Bu iletkenlerin yerleştirilmesi yuvarlak iletkenlerden daha kolaydır ve daha az yer kaplar. Düz iletkenler,

BAKIR TELE GÖRE METALLERİN DİRENÇLERİ (Bakır = 1)

Alüminyum	1,59
Pirinç	4,40
Altın	1,38
Demir	6,67
Kurşun	12,76
Krom-Nikel	60
Nikel	7,73
Platin	5,80
Gümüş	0,92
Çelik	8,62
Kalay	8,2
Tungsten	3,2
Çinko	3,62

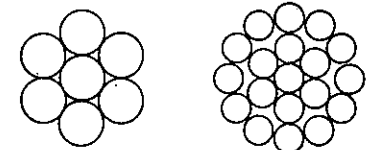
yuvarlak iletkenlerden daha çok ısı dağıtma yüzeyi gösterirler.

Aşağıda verilen ve bakır iletken cetvelinden çıkarılan cetvel yardımıyla çeşitli iletkenlerin dirençleri verilen katsayı ile çarpılmak suretiyle kolayca hesaplanabilir.

ÇOKLU TELLER VE KABLOLAR

Bükülü Teller, Bükülü tip çoklu telde herhangi bir geometrik şekil elde edilmeksizin teller birbirine aynı yönde sarılmıştır. Buna en iyi örnek ikili plastik kordonlardır.

Konsantrik çoklu teller. Bu tip çoklu tellerde merkezde bulunan iletken, bir veya daha fazla iletken tabakasıyla çevrilidir. Her tabaka hemen altında bulunan tabakadan 6 adet fazla iletken ihtiva eder. Çeşitli tabakalar mevcutsa, her tabaka, altındaki tabakanın tersine bükülmüştür. Şekil 7-2 çoklu tellerin kat sayıları ile iletken sayılarını vermektedir.



KONSANTRİK ÖRGÜ

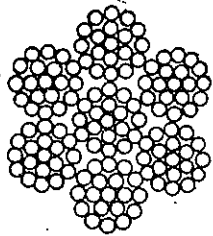
MERKEZ İLETKENİN ETRAFINDAKİ KAT SAYISI	1	2	3	4	5	6	7
BU KABLODAKİ TOPLAM İLETKEN SAYISI	7	19	37	61	91	127	169

Şekil 7-2

Çoklu kablodaki iletkenlerin sayısı, kablodan istenen elastikiyete bağlıdır. Meselâ : 10 luk kablo (10 mm²) 7 adet 1,35 çapında iletken yapıldığı gibi 49 adet 0,52 çapında iletken veya 80 adet 0,40 çapında iletken yapılabılır. En sonda verilen kablo en çok elastik olan kablodur.

Halat şeklindeki çoklu kablolar, birçok konsantrik kablonun bir arada sarılmasıyla yapılır. Şekil 7-3 de görülen çoklu halat şeklindeki kablo 7 adet 19 lu çoklu kablo bükülerek yapılmıştır.

Çoklu kablolar yuvarlak şekilli olmayabilir. Çeşitli şekillerde yapılabilirler. Meselâ, arabalardaki şase kablolarının bazıları şerit şeklinde örülerek yapılmıştır.



HALAT ÖRGÜSÜ

Şekil 7-3

SICAKLIĞIN DİRENÇ ÜZERİNE ETKİSİ

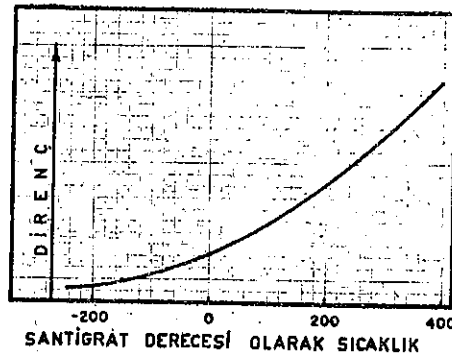
Direnç, yalnız uzunluk, kesit ve iletkenin cinsine bağlı olmayıp, sıcaklıkla da değişmektedir. Kitabın sonundaki Ek, Sayfa A-1 de tavlanmış bakır için değişik sıcaklıkta iki öz direnç değeri verilmiş

tir. (Yüksek öz direnç değerleri, sıcak çalışan motor ve transformatör sargılarının hesaplanmasında kullanılır.) Cetveldeki değerler incelenirse, *metallerin sıcaklıkla dirençlerinin arttığı* anlaşılır.

Şekil 7-4 deki grafik, genel olarak metallerin sıcaklıkla dirençlerinin artışını göstermektedir. Yüksek sıcaklıklarda, direncin artma hızının da fazlaştığı görülmektedir.

Karbonun direnci sıcaklık artışıyla bir miktar azalmaktadır. Sıvıların dirençleri sıcaklık yükselmesiyle hissedilir derecede azalmaktadır. Germanyum gibi yarı iletkenlerle metal oksitlerin dirençleri ise, sıcaklık artmasıyla hızla düşmektedir.

Dirençlerin sıcaklıkla artış hızı her metalde aynı değildir. Normal sıcaklıktaki artış miktarına (artış hızına) «Dirençlerin sıcaklık katsayısı» denir. Birçok metallerin ve alaşımların sıcaklık katsayıları Ek, Sayfa A-1 de verilmiştir.



Şekil 7-4

Yüksek Sıcaklıklardaki Dirençlerin Bulunmasında Sıcaklık Katsayısının Kullanılması

Dirençin *artışı*, orijinal dirençle sıcaklık katsayısı ve sıcaklığın artış miktarının çarpılmasıyla bulunur.

Direnç artış miktarı = $R \times \text{sıcaklık katsayısı} \times \text{yükselme derecesi}$.

Bu artış miktarı, orijinal dirence eklenirse, yüksek sıcaklıktaki direnç bulunmuş olur.

Örnek : 10 m uzunluğundaki 1 mm² lik platin telin, 250°C sıcaklıktaki bir fırında direnci kaç omdur ?

Kademe (1) Önce bakırla karşılaştırmak suretiyle 1 mm² lik 10 m platin telin normal sıcaklıktaki direnci bulunur.

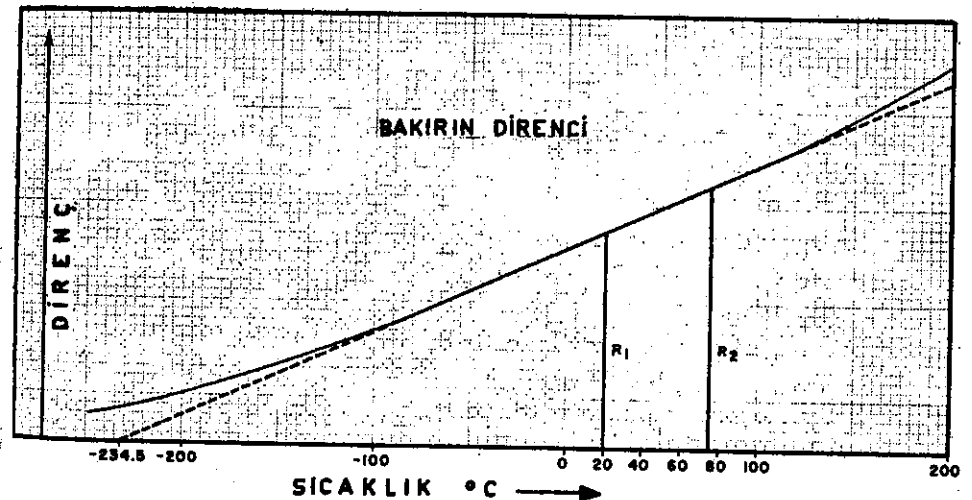
Cetvelde 1 mm² kesitli bakır telin 1000 metresinin direnci 17,2 om verilmiştir. Diğer cetvelde ise platinin bakır telin direncinden 5,80 defa daha fazla direnç gösterdiği görülmüyor. O halde 10 m, 1

$$\frac{17,2}{100} \text{ mm}^2 \text{ bakır telin direnci} = 0,172 \text{ om}$$

0,172 omdur. 10 m, 1 mm² kesitindeki platin telin direnci $0,172 \times 5,80 = 1 \text{ om}$ bulunur. Bu 1 om, hesaplamada kullanacağımız 20°C daki orijinal dirençtir.

Kademe (2) Cetvelde sıcaklık katsayısı 0,003 verilmiştir.

Kademe (3) Direncin değişmesini bulmaya yarıyan üç değer belli olduğuna göre bunları formülde yerlerine koyarak aranan direnci bulabiliriz :



Şekil 7-5

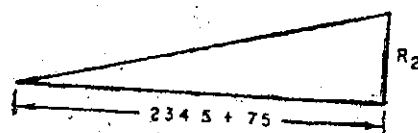
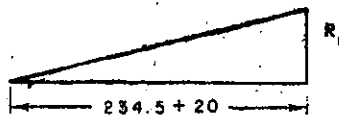
Artma miktarı = $1 \text{ om} \times 0,003 \times 250 = 0,75 \text{ omdur}$. Bu artış miktarını orijinal direnç değeri 1 oma eklersek. 250°C da 10 m uzunluğunda 1 mm^2 kesitindeki platin telin direnci $1 + 0,75 = 1,75 \text{ om}$ bulunur.

Şekil 7-5 de verilen grafik, bakırın direncinin sıcaklıkla değişmesini göstermektedir. Şekle dikkat edilirse birçok elektrik cihazlarının çalıştığı sıcaklık bölgesinde grafiğin doğru şeklinde olduğu görülür. Grafiğin doğru şeklinde olan bu kısmı grafiğin soluna doğru uzatılırsa sıfır eksenini $-234,5^\circ\text{C}$ de keser. Bu grafikte R_1 bakırın 20°C daki direncini gösterir. R_2 ise, aynı bakır telin 75°C daki direncini göstermektedir. Grafiğe dikkat edilirse Şekil 7-6 daki gibi iki benzer üçgen bulunduğu görülür:

Bu benzer üçgenlerde aşağıdaki orantı yazılabilir:

$$\frac{R_1}{234,5 + 20} = \frac{R_2}{234,5 + 75}$$

Yukarıdaki orantıda 20 ve 75 dereceler, benzer üçgenlerdeki ba-



Şekil 7-6

ğıntıyı sayısal olarak göstermek için verilmiştir. Yukarıdaki formülü genelleştirmek için 20 ve 75 dereceler yerine t_1 ve t_2 sıcaklıkları alınarak, aynı formül aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{R_1}{234,5 + t_1} = \frac{R_2}{234,5 + t_2}$$

Bu formülün kullanılışını göstermek için bir iki örnek yapalım:

1. Bir miknatıs bobininin 25°C daki direnci 240 omdur. Bu bobinin en yüksek çalışma sıcaklığı olan 40°C daki direncini bulunuz.

$$\frac{240}{234,5 + 25} = \frac{R_2}{234,5 + 40} \text{ den}$$

$$R_2 = \frac{240 \times 274,5}{259,5} = 254 \text{ om.}$$

2. Bakır telden sarılmış bir miknatıs bobini 219 Voltluk bir gerilim kaynağına bağlandığında 1,25 amper akım

çekmiştir. Bu durumda sıcaklık $15,5^\circ\text{C}$ idi. İki saatlik bir çalışma sonunda, ölçü aletlerinde okunan değerler: Gerilim 221, bobin akımı, 1,12 amperdir. Miknatıs bobininin iki saatlik çalışma sonundaki sıcaklığını bulunuz.

Om Kanununa göre $R_1 = \frac{219}{1,25} = 175 \text{ om}$, $R_2 = \frac{221}{1,12} = 197 \text{ om}$ bulunur. Buradan:

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

$$R = \frac{\delta \times l}{S} \quad \delta, \text{ kitabın sonunda}$$

ki ekte, Sayfa A-1 den bulunabilir. Bu formül, direncin, uzunluğun veya kesitin bulunması gerektiğinde kullanılır.

- Uzun telin direnci, kısa telin direncinden daha fazladır.
- İnce telin direnci, kalın telin direncinden daha fazladır.
- Sıcak telin direnci, soğuk telin direncinden daha fazladır.

$$\frac{175}{234,5 + 15,5} = \frac{197}{234,5 + t_2}$$

$$234,5 + t_2 = \frac{250 \times 197}{175} = 281,4$$

$t_2 = 281,4 - 234,5 = 46,9$ derece, yaklaşık olarak 47°C .

234,5 rakamının sadece bakır için kullanılan bir rakam olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır. Alüminyum için yazılacak benzer formülde 234,5 sayısı yerine 229,2 almak gerekir.

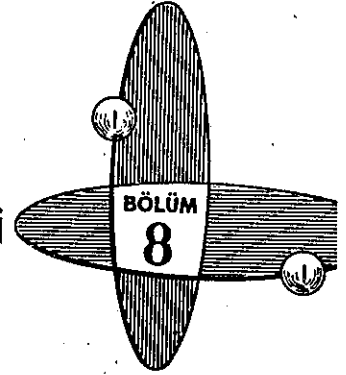
- Sıcak telin direnci, soğuk telin direncinden daha fazladır.
- Demir telin direnci, bakır telin direncinden daha fazladır.
- Sıcaklıktan dolayı direncin değişmesi, aşağıdaki şekilde bulunur:
Örijinal direnç $\times$ sıcaklık kat sayısı $\times$ sıcaklık değişme miktarı.
- Bakırın sıcaklıkla direncinin değişmesini veren formül:

$$\frac{R_1}{234,5 + t_1} = \frac{R_2}{234,5 + t_2} \text{ dir.}$$

TEKRARLAMA SORULARI

- 1) 4 mm² kesitli bir bakır telin çapını bulunuz.
- 2) 2,20 mm çapındaki bir telin kesitini bulunuz.
- 3) a — 100 m, 1,5 mm² kesitli aliminyum telin,
a — 20 m, 1 mm çapında krom-nikel telin,
c — 1000 metre 6 mm² kesitinde demir telin,
d — 20 cm, 1 mm² lik bakır telin,
S
R = $\frac{\delta \cdot l}{S}$ formülünü kullanarak dirençlerini bulunuz.
- 4) 4000 m teli bulunan bir hava hatının toplam direncinin 5 omu geçmemesi istenmektedir.
a — Hangi kesitteki bakır tel bu isteği gerçekleştirir? Bu telin ağırlığı ne olur?
b — Bu isteği gerçekleştiren en küçük kesitli aliminyum tel hangisidir? Bu telin ağırlığı ne olur?
- 5) Bir ampermetrenin bağlantı telinin direncinin 0,0005 om olması isteniyor. 6 mm² kesitli bakırın kaç santimetresi 0,0005 om gelir?
- 6) Soru 4 teki bakır ve aliminyum tellerin 20°C daki öz dirençleri 0,0177 ve 0,0283 olduğuna göre bu tellerin -18°C ve 40°C daki dirençlerini bulunuz.
- 7) 0,025 mm kalınlığında, 3 mm eninde ve 50 cm uzunluğunda bir aliminyum şeridin direncini bulunuz.
- 8) 3 mm eninde 0,5 mm kalınlığında bir krom-nikel şeride eşdeğer krom-nikel telin çapını bulunuz.
- 9) 2,30 voltluk bir D.A. generatörünün bakır telle sarılmış alan sargısının 20°C daki direnci 54,5 omdur. Sargının, sıcaklık 50°C a yükseldiği zamanki direncini bulunuz.
- 10) 20°C da direnci 150 om ola bakır telli bir bobinin, birkaç saatlik bir çalışma sonunda direnci 172 oma yükseliyor. Bobinin sıcaklığını bulunuz. Böyle bir hesaplamanın pratikte ne faydası olabilir?

Elektrik Gücü ve Enerji



ELEKTRİK GÜCÜ VE ENERJİ

Etrafımızda bulunan elektronlardan bazıları, bize faydalı bir hizmet getirdikleri için, daha değerli ve ilgi çekicidir. Bu *faydalı iş yapma kabiliyetine, enerji* denir. Enerji çok çeşitli şekillerde kendini gösterir. Elektrik enerjisinin anlaşılmasına yardımcı oldukları için, bu bölümde, enerji çeşitleri hakkında biraz geniş bilgi verilecektir.

ENERJİ

Enerji, iş yapma kabiliyeti, veya fiziksel değişiklikler meydana getirme kabiliyeti olarak tarif edilebilir. İş yapmak veya değişiklik meydana getirmek için, kuvvet ve hareket gereklidir. Meselâ, aşağıda verilen değişikliklerin hepsi, enerjiyi gerektirir: Mekanik bir hareket meydana getirme, ısı veya ışık meydana getirme, ses meydana getirme, bir kimyasal bileşiği diğer bir bileşiğe çevirme, rad-

yo dalgaları meydana getirme v.s. Elle tutulur, gözle görülür bir şey olmamasına rağmen, yukarıdaki değişiklikler için gerekli enerji miktarı kolayca ölçülebilir. Günlük konuşmalarda, «iş» ve «enerji» kelimelerinin çok geniş bir kullanma yeri vardır. Burada üzerinde duracağımız fiziksel iş veya enerji; bir kimsenin yoldan geçen otomobilleri sayması işi, bir kimsenin fikrini değiştirmesi işi, veya bir kimsenin aritmetik problemi çözmesi işini içine almamaktadır.

Günlük faaliyetlerimizin bir çoğu, enerjinin dönüşümü ve kontrolü ile ilgilidir. Bir evin ana özelliklerinden birisi ısıyı (ki bu moleküllerin hareket enerjisidir) kontrol etmesidir. Bir otomobilin en önemli görevlerinden biri, benzin enerjisini mekanik hareket enerjisine dönüştürmektir. Benzin veya diğer yakıtların önemi ve faydası, bunların bir enerjiye sahip olmasından gelmektedir. Gü-

neş enerjisi, suyu, toprağı ve havayı; şekere, vitamine ve diğer faydalı kimyasal bileşiklere çevirmede kullanılabilir. Bu işle uğraşanlara bilindiğı gibi çiftçi denmektedir.

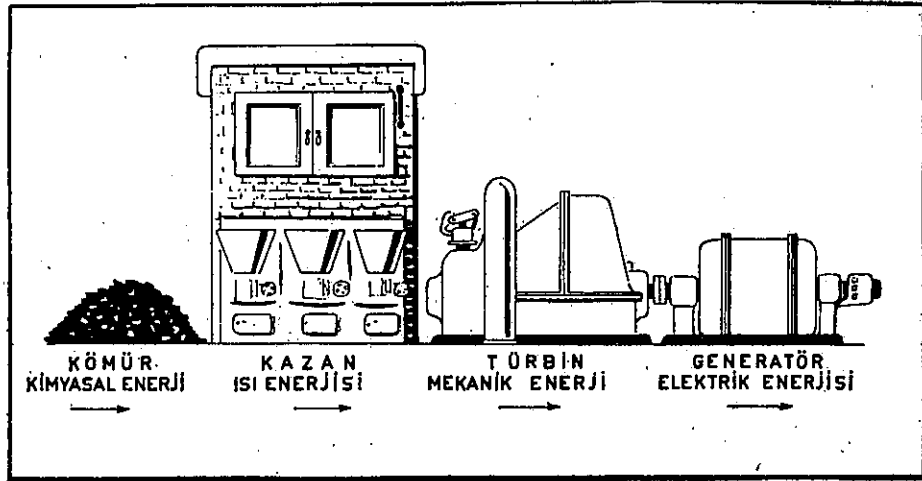
Kullandığımız elektrik enerjisinin çoğunu da, güneş enerjisi meydana getirmektedir. Geçen yıl, güneşin ısısının okyanuslardan buharlaştırdığı su, yağmur ve kar olarak yeryüzüne tekrar düşmektedir. Barajların arkasında depolanan bu yağmur ve kar suları, bu yıl, barajlardaki generatörlerimizi çevirecek enerjiyi temin etmektedir. Bugün kömür dediğimiz yakıt, milyonlarca yıl önce güneş enerjisinin bir kısmını depo eden, suyu kaybolmuş bitkilerdir. Bu yıl, bu kömürün bir kısmı kazanlarda yanmak suretiyle meydana

getirdiğı ısıyla suyu buharlaştırmakta ve bu buharla döndürülen türbinler generatörümüzü çevirmektedir.

Mekanik Enerji

Bir yükün kaldırılması, enerji ölçülmesi için kullandığımız birimlerden birinin anlaşılmasına yardım eder. Bir kilogramlık bir yükün bir metreye kaldırılması bir *kilogram-metrelik enerjiyi* veya bir *kilogram-metrelik işi* gerektirir. (Ölçü bakımından iş ve enerji aynı şeylerdir.)

Bir kilogram-metre, bir kilogramlık bir kuvvetin her hangi bir şeyi *kendi doğrultusunda* bir metrelik bir mesafeye hareket ettirmesi için kullanılan enerji miktarı olarak tarif edilebilir.



Şekil 8-1

20 kilogramlık bir ağırlık, dikey doğrultuda 5 metreye kaldırıldığı zaman ne kadar iş yapılmış olur ?

$$İş = Kuvvet \times Mesafe (yol)$$

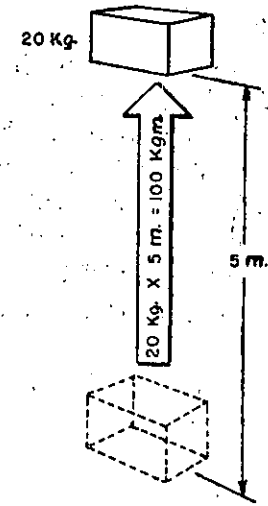
Yirmi Kg. lık bir ağırlık bir metreye kaldırılınca 20 kilogram-metrelik iş yapılmış olur. Aynı yük 5 metreye kaldırıldığında 100 kilogram-metrelik iş yapılmış olacaktır.

$$\text{Kilogram-metre} = \text{Metre} \times \text{Kilogram}$$

Potansiyel Enerji

Bu yüz kilogram-metrelik enerji ne olmaktadır ? Bu enerji kazanılmış, depo edilmiş bir enerjidir; yerde durduğu zaman bir enerjisi olmayan 20 kilogramlık bu ağırlık, 5 metre yükseğe kaldırıldığında 100 kilogram-metrelik bir enerjiye sahip olmuştur. Bu, kazanılmış enerjiye «potansiyel enerji» denir. Bu ağırlık yere bırakıldığında çarptığı her hangi bir şeye 100 kilogram-metrelik bir enerji verir.

200 kilogramlık bir kutu, yerde yatay doğrultuda 6 metre sürüklenirse ne kadar iş yapılmış olur ? Böyle bir soruyu, cevaplayamayız. 200 kilogram, dikey bir kuvvettir ve bu kuvvet kendi doğrultusunda hareket ettirilmemiştir, yatay hareket ettirilmmiştir. Diyelim ki, fazla bir bilgi olarak, dinamometre ile, bu yükün hareketinde kullanılan yatay kuvvet 50 kilogram ölçülmüştür. Şimdi yapılan işi hesaplayabiliriz : $50 \times 6 = 300$ kilogram-metre (kg-m).



Şekil 8-2

Bu 300 kg-m lik enerji ne olmuştur ? Sarfedilmiştir, yerle kutu arasındaki sürtünmeden dolayı bu enerji ısı enerjisine çevrilmiştir. Kutu, potansiyel enerji kazanmamıştır. Bu enerji kaybolmamıştır, yeri ve kutunun altını istenmediği halde ısıtmıştır.

Kinetik Enerji

Yarım kilogramlık bir topun havaya fırlatılmasıyla (eğer bu iş için 8 kg. lık bir kuvvet 2 metre boyunca uygulanmışsa) ne kadar iş yapılmış olur ?

$$İş = Kuvvet \times Yol = 16 \text{ kilogram-metre.}$$

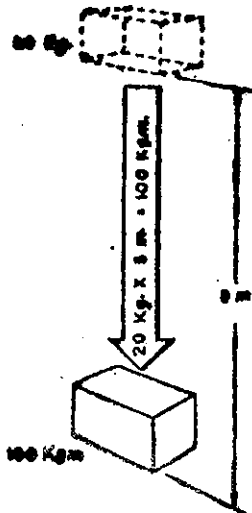
Bu enerji ne olmuştur ? Topun hareket halindeki bu enerjisine «kinetik enerji» denir. Havada giden topun 16 kilogrammetrelik

enerjisi çarptığı her hangi bir cisme dağılır.

Tekrar potansiyel enerji örneğimize dönelim, yerden 5 metre yükseklikte bulunan 20 kg. lık ağırlık yere düşmek üzere bırakılırsa, 100 kilogrammetrelik potansiyel enerji, hareket enerjisine, kinetik enerjiye dönüşür.

Bütün bu mekanik enerji örnekleri, iş, enerji, potansiyel enerji, kinetik enerji gibi terimlerin anlamlarının göz önünde canlandırılması için verilmiştir. Çoğu zaman elektrik olaylarının tartışılmasında da kullanılır. Fakat mekanik enerji örnekleri verilmesiyle daha kolay, gözle görülür hale getirilebilir.

Bölüm 3 deki «Elektronların potansiyel enerjisi» konusunun



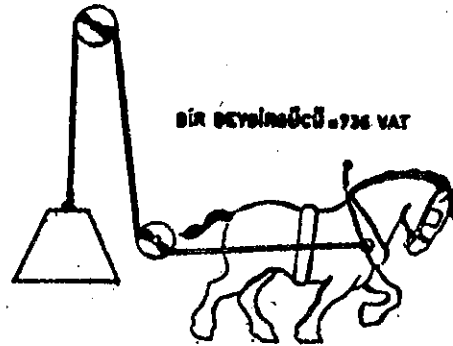
Şekil 8-3

burada yeniden okunması faydalı olacaktır.

Enerji Birimleri

Kilogram-metre, metrik sistemde en çok kullanılan bir enerji birimidir. Metrik sistemde kullanılan diğer bir enerji birimi de vardır ve elektrikte birçok birimlerin tarifinde temel birim olarak kullanılır. Bu enerji birimi *Jul* dür. Bir *Jul*, bir cisme, bir metre boyunca 1 newton'luk bir kuvvet uygulandığında yapılan iştir. (Bir newton, 100,000 dindir.) İngiliz sisteminde en çok kullanılan enerji birimi de «foot-pound» dur. 1 foot = 0,3048 metre, 1 metre = 3,28 feet (foot'un İngilizce çoğulu), 1 pound = 0,45359 kg, 1 kg. = 2,20462 pound, 1 *Jul* = 0,738 foot-pound, 1 foot-pound (ft-lb) = 1,35 *Jul* dür.

Isı enerjisi için kullanılan iki birimin de bilinmesi faydalı olur. İngiliz sisteminde ısı için kullanı-



BİR BEYİRGÜCÜ = 75 Kgm/sn.

Şekil 8-4

lan birim B.t.u. dur. Bir B.t.u. 1 pound'luk suyun sıcaklığını, 1 Fahrenheit dereceyi yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır.

10 poundluk bir suyun sıcaklığını 50°F dan 65°F a çıkarmak için ne kadar ısı gereklidir? 10 pound x 15°F = 150 B.t.u.

Metrik sistemde kullanılan ısı birimi «kalori» veya «gram-kalori» dir. 1 kalori, bir gram suyun sıcaklığını, bir santigrad derecesi yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır. (Bazı problemlerde kalori yerine kilokalori birimi kullanılmaktadır. 1 kilokalori = 1000 kalori dir. Yani, 1 kilokalori, 1000 gram suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli ısı enerjisi miktarıdır.)

1 B.t.u. = 778 ft-lb; 1 B.t.u. = 252 kalori (cal.)

GÜÇ

Günlük konuşmalarımızda «güç» kelimesi, çok çeşitli manalarda kullanılır. Fakat ilim dilindeki doğru kullanılışında güç, işin ne kadar hızlı yapıldığı veya enerjinin ne kadar hızla dönüştüğü anlamına gelmektedir.

Gücün, «Güç, iş yapma hızıdır» ve «Güç, enerji dönüşümü hızıdır» şeklinde iki tarifi yapılabilir.

«Güç» alınıp satılamaz, fakat enerji alınabilir ve satılabilir. «Güç» enerjinin ne kadar zamanda meydana getirildiğini veya kullanıldığını gösterir.

Mekanik bir örnek verelim: Eğer bir vinç, 500 kg lık bir yükü 3 metre yüksekliğe 10 saniyede çıkarırsa, 10 saniyede, 3 x 500 = 1500 kg-m iş yapılmış olur. İşin yapılma hızı, saniyedeki kilogram metre olarak ifade edilebilir:

$$\frac{1500 \text{ kg-m}}{10 \text{ sn.}} = 150 \text{ kg-m/sn.}$$

Güç, saniyede kilogrammetre olarak ifade edildiği gibi, dakikada kilogrammetre olarak da söylenebilir. Eğer bir pompa 500 kg suyu 6 metreye 10 dakikada yükseltirse, pompa, 10 dakikada 500 x 6 = 3,000 kg-m iş yapıyor demektir. Pompanın gücü, yani iş

$$\text{yapma hızı, } \frac{3,000}{10} = 300 \text{ kg-m/- dak. dır.}$$

Beygir gücü

James Watt, yaptığı buhar makinelerini satmağa başladığı zaman, makinanın gücünü, makinanın yerini alacağı bir atın gücüyle karşılaştırırdı. James Watt, normal bir atın, düzgün bir çalışma ile saniyede 75 kgm iş yapabilmekte olduğunu kabul etmiştir. İşte saniyedeki bu iş, beygir gücünün tarifidir.

$$1 \text{ h.p.} = 75 \text{ kgm/sn.} \\ (1 \text{ h.p.} = 550 \text{ ft-lb/sn.})$$

Yukarıdaki vinç örneğine dönersek, saniyede 150 kgm/sn iş yapıldığına göre vincin iş yapma hızı, yani gücü, 2 hp dir.

Biraz önce söylediğimiz gibi, metrik sistemde, Jul, enerji birimidir. Yine metrik sistemde güç, saniyede jul ile ölçülür. Saniyede ki Jul'e, kısaca «vat» denmektedir.

Vat, güç ölçme birimidir. Bir vat, saniyede bir jul iş yapma hızıdır.

Isıtma Hızı

Isının kullanılma veya meydana getirilme hızı, İngiliz sisteminde B.t.u./sn; metrik sistemde kalori/sn; veya kalori/dakika birimleri ile ölçülür. Evlerdeki ısıtma cihazlarının güçleri kilokalori/saat cinsinden ifade edilir.

Aşağıdaki tablo, güç birimlerinin karşılaştırılması için verilmiştir :



Şekil 8-5

1 h.p	= 736 vat
1 vat	= 0,24 kalori/sn
1 kalori/sn	= 4,19 vat
1 vat	= $1,36 \times 10^{-3}$ h.p.
1 vat	= 0,102 kgm/sn
1 vat	= 3,42 B.t.u./saat
1 kalori/sn	= 1055 vat
1 ft-lb/sn	= 1,36 vat

Diğer Enerji Birimleri

«Güç, enerjinin kullanılma hızıdır» deyimi, formül halinde şöyle yazılabilir :

$$\text{Güç} = \frac{\text{Enerji}}{\text{zaman}}$$

(Kg-m olarak yapılan işi ve bu işin yapıldığı zamanı biliyorsak, saniyede yapılacak kg-m olarak işi bu formülü kullanarak bulabiliriz.)

Bu formül şu şekilde de düzenlenebilir : Enerji = Güç x Zaman
Bu formül de aşağıdaki problemi çözebilmek için gereklidir :

«1 h.p lik bir motorun 20 saniyede yapacağı işi (enerjiyi) bulunuz?»

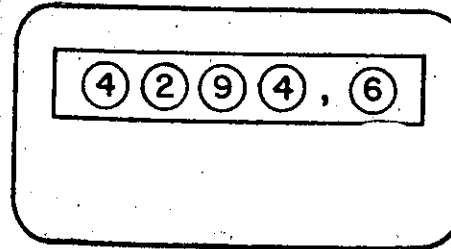
1 h.p = 75 kg-m/sn dir. Bu değeri 20 saniye ile çarparsak, 20 saniyede yapılan işi bulabiliriz.

Bu formülün burada verilmesi, çok kullanılan iki enerji biriminin ortaya konması içindir. Gücün, zamanla çarpılması sonucu enerji elde edilir. Eğer 1 h.p lik bir motor 1 saat çalışırsa, yapılan iş 1 beygircü-saat olur.

Elektrik miktarları için metrik sistemdeki birimi kullanarak bir örnek yapalım : Eğer bir aparatın elektrik enejisini kullanma hızı 1 vat ise, ve bu enerjiyi bir saat devamlı kullanırsa, kullanılacak enerji ne olur ?

Bir saatte kullanılan enerji = bir vat-saat olur.

$$\text{Vat-saat} = \text{vat} \times \text{saat} \\ (\text{enerji}) \quad (\text{güç}) \quad (\text{zaman})$$

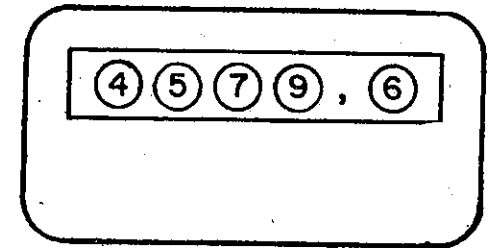


Şekil 8-6

Vat-saat, küçük bir birim olduğundan, genel olarak, bunun bin katı kullanılır : kilovat-saat. (kilo öntakısı, bin anlamına gelir.) Bir kilovat-saat (kWh), 1000 vat-saattir.

Şekil 8-7 ve 8-8 de bir kilovat-saat'ın sayıcı kısmı görülmektedir. Rakamların okunuşu, soldan sağa doğru binler hanesi, yüzler hanesi, onlar hanesi ve birler hanesi şeklinde : 4294 kWh tir. Virgülden sonraki, en sağdaki rakam, kilovat-saatın kesir kısmıdır. Böylece, yukarıdaki resimde görülen kilovat-saatın (elektrik sayacının) okunuşu 4294,6 kWh tır.

Eğer bu sayaç bir ay sonra okunduğunda, sayacın göstergesi Şekil 8-8 deki gibi ise, yani 4579,6 kWh ise, bir ayda kullandığımız elektrik enerjisi : 4579,6 — 4294,6 = 285 kWh bulunur.



Şekil 8-7

Çok kullanışlı bir birim olduğu için, elektrik enerjisi çoğunlukla kWh birimiyle ölçülür. Eğer hesaplamalarda kgm veya jul kullansaydık, çıkacak sonuç çok büyük bir sayı olurdu.

1 kWh = 367200 kgm veya 3600,000 jul veya 864,000 kal/sn dir.

ELEKTRONLARIN ENERJİSİ

Elektrik enerjisi ve güç ölçmelerinde metrik sistemdeki enerji birimi jul kullanılır. En çok kullandığımız birimler hep bu birimden çıkarılmıştır.

Elektrik Şirketinden Neyi Satın alırsınız ?

Elektron ? Hayır. Elektronları, bir ampul aldığımız zaman satın almış oluruz. Elektrik Şirketine parayı elektronları hareket ettirdiği için veririz.

Güç ? Hayır. Güç bir enerji kulanma hızıdır. Hiç, bir kimsenin 10 beygir gücü satın aldığını duydunuz mu ? veya saatte 40 kilometre satın alındığını ?

Akım ? Hayır. Bu da elektronların akma hızıdır.

Enerji ? Evet. Elektronlar faydalı bir iş yaparlar veya enerjilerini bırakarak, faydalı bir ısı meydana getirirler. İşte Elektrik Şirketine ödediğimiz para elektronların bıraktığı enerji içindir.

Güç Nasıl Hesaplanır ?

Vat cinsinden gücü hesaplamak için iki formül kullanılır :

Vat = Volt x Amper (veya Güç = EI) ve Vat = I²R (I amper; R ohmdur.)

Niçin Volt x Amper Gücü Verir ?

Bölüm 3 ü hatırlarsanız, volt her elektron kulonunun taşıdığı enerjiyi verir. Amper ise, saniyede kaç kulon geçtiğini göstermektedir. Eğer gerilim 120 v ise, ki bu her kulonun 120 enerji birimi taşıdığını ifade eder ve eğer akım 5 amper ise, ki buna göre her saniyede 5 kulon enerji dağıtılmaktadır. Saniyede 5, her biri 120 enerji birimi dağıtmaktadır. Şu halde her saniyede dağılan enerji 120 x 5 = 600 enerji birimi (jul) dür. 120 volt x 5 amper = 600 jul/sn «vat».

W = EI (Vat = Volt x Amper) formülünün kullanılması

1. 120 V gerilimli ve 15 amperlik bir sigorta ile korunan bir eve kaç vatlık bir güç alabiliriz ?
Vat = 120 x 15 = 1800 Vat.
Bu 1800 vat, bu devrede kullanılacak bütün alıcıların maksimum gücüdür.
2. Dört adet 60 vatlık ampul devrede iken, hattın geçecek akım (amper) ne kadardır ?

Her biri 60 vattan 4 ampulün gücü 240 vat eder. Eğer gerilim 120 volt ise :

$$W = E I$$

$$240 = 120 \times I$$

I = 2 amper bulunur.

3. 220 voltluk D.A motoru 10 amper akım çekmektedir. Bunun gücü nedir ?

$$220 \times 10 = 2200 \text{ vat veya } 2,2 \text{ kilovat (kW)}$$

Vat = I²R Formülünün Kullanılması

Bu formül W = EI formülünden çıkartılabilir. Bilindiği gibi E = IR dir. Yukarıdaki formülde E yerine eşiti olan IR yazarsak, formül W = I x (I x R) = I²R şeklini alır.

1. 11 omuk dirençli bir elektrik ütü 10 amper akım çekmektedir. Bu ütüün gücü kaç vattır ?
Vat = I²R
Vat = 10² x 11 = 100 x 11 = 1100 vat.
2. 10,000 omuk bir radyo direncinden 15 miliamper akım geçmektedir. Direncin gücünü bulunuz.
15 miliamper = 0,015 amper
Vat = (0,015)² x 10,000 = 0,000225 x 10,000 = 2,25 vat.

Hangi formülün kullanılması daha iyidir, Vat = EI veya Vat = I²R ? Her iki formül de doğru cevabı bulmağa yaradığı için aralarında bir fark yoktur. Fakat, eğer problemde E ve I verilmişse EI formülünü kullanınız. Eğer E ve R biliniyorsa, akım bilinmiyorsa, önce Ohm Kanunundan yararlanarak I bulunur. (I = E/R). Sonra her iki güç formülü de kullanılabilir.

VAT, AMPER, OM VE VOLT ARASINDAKİ BAĞINTI

Birçok problemler, Vat = Volt x Akım (veya I²R) formülü ile ve Ohm Kanununun kullanılmasıyla kolayca çözülebilir. Bu formüllerin çeşitli şekillerde düzenlenmesi mümkündür ve bu şekillerin her biri bazı belirli problemlerin çözülmesi için daha kullanışlıdır.

Şekil 8-9 daki formüllerin nasıl elde edildiğini göstermek için, W = EI formülünden başlayalım:

$$\text{Her iki tarafı } I \text{ ile bölersek}$$

$$\frac{W}{I} = \frac{EI}{I} \text{ veya } E = \frac{W}{I} \text{ elde edilir.}$$

Aynı formülün her iki yanını E ile bölerek, — = I veya I = —
E E
formülü bulunur.

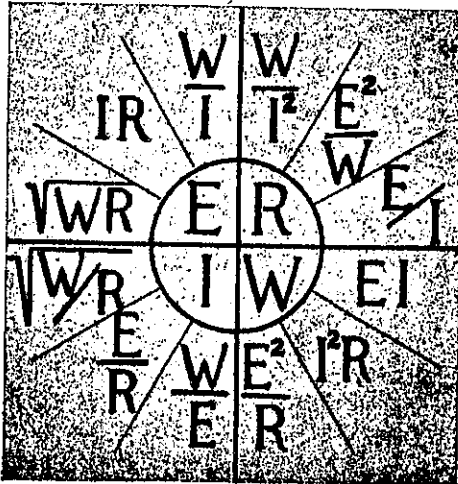
$I = \frac{E}{R}$ olduğundan, $W = E \times I$
Formülünde I.

$\frac{E}{R}$ yerine koyarsak, formül $W =$

$$E \times \frac{E}{R} = \frac{E^2}{R} \text{ şeklini alır.}$$

Bu son formül her iki tarafın R ile çarpılmasıyla şöyle de yazılır:

$$\begin{aligned} \text{Buradan } WR &= E^2 \\ R &= \frac{E^2}{W} \end{aligned}$$



Şekil 8-8

aynı zamanda $E = \sqrt{WR}$

$W = I^2R$ formülünde her iki ta-

rafı R ye bölerek $I^2 = \frac{W}{R}$ buradan

$$\text{da } I = \sqrt{\frac{W}{R}} \text{ bulunur.}$$

Bütün bu formüller yukarıda verilen tabloda özetlenmiştir. Ortadaki her büyüklük üç metodla bulunabilir. Örnekler:

1. Bir direnç 1500 om ve 2 vatlıktır. Bu dirence uygulanabilecek en büyük potansiyel farkını (E) bulunuz.

W ve R bilindiğine göre, $E = \sqrt{WR}$ formülünü kullanabiliriz.

$$E = \sqrt{2 \times 1500} = \sqrt{3,000} = 54,8 \text{ volt.}$$

2. Bir ampul 300 vatlık ve 120 voltluktur. Bu ampulün çalışma direncini bulunuz.

$$R = \frac{E^2}{W} = \frac{120^2}{300} = 48 \text{ om.}$$

(veya diğer bir metodla, güç ve gerilimden akım bulunur, sonra Ohm Kanunundan R elde edilir.)

3. 1500 om ve 2 vatlık bir dirençten geçebilecek en büyük akımı bulunuz. (2 vata göre geçecek akım bulunacaktır.)

$$I = \sqrt{\frac{W}{R}} = \sqrt{\frac{2}{1500}} =$$

$$\sqrt{0,00133} = 0,365 \text{ amper, veya } 36,5 \text{ mA.}$$

ENERJİ VE MALİYETİNİN HESAPLANMASI

Normal olarak elektrik enerjisi kilovat-saat olarak hesaplanır. Vat x saat, vat-saati verir. Vat-saati, kWh cinsinden ifade etmek için vat-saati bine bölmek gerekir.

- 1) 500 vatlık bir ısıtıcı 10 saat çalışmıştır. Kaç kWh enerji kullanılmıştır?

$$500 \times 10 = 5000 \text{ vat-saat, veya } 5 \text{ kilovat-saat.}$$

Eğer enerjinin 1 kWh i 30 kuruşa satılırsa, yukarıdaki sarfiyat için $5 \times 30 = 150$ kuruş ödenmesi gerekir.

- 2) 120 volt 10 amperlik bir ütü 3 saat çalışmıştır. Kilovat-saati 25 kuruştan sarfiyatını bulunuz.

$$120 \text{ volt} \times 10 \text{ amper} = 1200 \text{ vat}$$

$$1200 \text{ vat} \times 3 \text{ saat} = 3600 \text{ vat-saat} = 3,6 \text{ kWh}$$

$$3,6 \text{ kWh} \times 25 \text{ kuruş} = 90 \text{ kuruş.}$$

- 3) İki adet 60 vatlık ampul bütün gece açık bırakılırsa (8 saat) kaç kuruşluk elektrik sarfeder?

$$120 \text{ vat} \times 8 \text{ saat} = 960 \text{ vat-saat} (1 \text{ kWh diyelim}).$$

Bir kilovat-saat size kaç kuruşa mal olur?

ENERJİ VEYA GÜCÜN DÖNÜŞÜMÜ

Çok uzun zamandanberi bilindiği gibi «Enerji, yoktan var edilemez, mevcut enerji yok edilemez». Bu prensip, «Enerjinin Sakımı Kanunu» olarak bilinir. Lâmbaları ve motorları çalıştırmak için kullandığımız enerjinin her kWh i, ya kömürün yanmasıyla veya depo edilen suyun bırakılmasıyla elde edilir. Eğer lâmbalarımızı bataryadan yakarsak, yine kömürün bu işte rolü vardır. Çünkü, bataryanın kurşunu veya çinkosu, kömürün maden oksitlerinin oksijenini almasıyla elde edilir. Her gün kullandığımız elektrik enerjisi, herhangi bir şekilde ısıya dönüşür.

Bu enerji havada kaybolur ve boşluğa yayılır. Elektrik enerjisi

kullanılanlar, bataryaları doldururken bir miktar elektrik enerjisini depo ederler veya suyu bir depoya pompalayarak depo ederler. Fakat elektrik enerjisinin bu şekilde depolanarak kullanılması örnekleri çok azdır. Genel olarak, elektrik enerjisini bir şekilde diğerine çevirerek, geceleri görmeği veya ağaçları biçmeği veya müzik dinlemeyi sağlarız. Enerji dönüştüren aparatın, bu dönüştürme işini ne kadar iyi yaptığını, aparatın verimini ölçerek anlarız.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Elde edilen faydalı enerji}}{\text{Kullanılan toplam enerji}}$$

$$\text{veya verim} = \frac{\text{Alınan güç}}{\text{Verilen güç}}$$

$$\text{veya Verim} = \frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}}$$

Örnek olarak, 120 voltta 4,2 amper akım çeken ve buna karşılık yarım beygirgücü meydana getiren bir D.A motorunu alalım. Bu motorun verimi nedir ?

$$\text{Çıkış gücü } 0,5 \text{ hp} = 368 \text{ W}$$

(Çünkü 1 hp = 736 W)

$$\text{Giriş gücü } 120 \text{ V} \times 4,2 \text{ A} = 504 \text{ W}$$

$$\text{Motorun verimi} = 368 \div 504 = 0,73 \text{ veya } \% 73$$

Hiç bir cihazın verimi % den daha fazla olamaz. Diğer deyimle, hiç bir cihaz aldığı enerjiden daha fazlasını veremez. Elektrik ısıtma aparatlarının verimleri % 100 dür. Elektriğin ısıya çevrilmesi çok kolaydır. Fakat ısıtma aparatları, meydana getirdikleri ısıya ne kadarını ısıtacak cisme verdiğine göre de verimli verimde olurlar.

Biraz önceki örneği ele alırsak D.A motorunun verimi % 73 idi. Enerjinin geri kalan % 27 si ısı şeklinde kaybolmuştur. Eğer motor durdurulursa, yani hiç mekanik enerji vermezse, bu durumda sarfedebilecek enerjinin tamamı ısı enerjisine çevrilmektedir. Bu durumda motor % 100 verimli bir ısıtıcı gibi çalışır.

Diğer bir örnek yapalım : dönme işi için 10 hp lik bir mekanik güce ihtiyacı olan bir generatör 100 voltta 50 amper vermektedir. Bu generatörün verimini bulunuz.

$$\text{Çıkış gücü} = 50 \text{ amper} \times 100 \text{ volt} = 5000 \text{ vat.}$$

$$\text{Giriş gücü } 10 \text{ HP} = 7360 \text{ vat}$$

$$\text{Verim} = \frac{5000}{7360} = 0,68$$

Sık sık akla gelen bir düşünce, bir generatörün elektrik motoru ile döndürülmesi ve elde edilecek elektrik enerjisinin geriye, motor

ile döndürmek için verilmesi ve böylece birbirini çalıştıran motor ve generatörün böylece dönüp gitmeleri. Bu, düşünüldüğü gibi değil, aynı bir dönüş olamaz. Çünkü gerek motor, ve gerek generatör

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- İş = Kuvvet x mesafe (yol)
- Enerji, iş yapma kabiliyetidir.
- Güç, enerjinin kullanılma hızıdır.
- Güç x zaman = Enerji
- Vat = Volt x Amper
- Vat = I²R

TEKRARLAMA SORULARI

1. Kilogrammetre nedir ?
2. Bir vinç, 25 ton ağırlığındaki bir kamyonu 2 metreye kaldırırsa ne kadar iş yapılmış olur ? 2 kilogramlık bir mermiyi havada 15,000 metreye fırlatmak için gerekli enerji ne kadardır ?
3. 50,000 kgm lik bir işi 5 saniyede yapan güç kaç hp dir ?
4. 50,000 kgm lik bir işi 5 dakikada yapan güç kaç hp dir ?
5. Bir kilogram kömür yanınca 6000 kilo kalori enerji bırakmaktadır. Bu enerji kaç kgm dir.
6. Eğer bir kg kömürün enerjisi elektrik enerjisine (kWh) çevrilirse ve bu çevirmeyi yapan cihazın verimi % 30 olursa, bir kg kömürden kaç kWh enerji elde edilir.
7. Soğuk bir havada bir evin ısıtılması için 15,000 kilo kalori/saat ısı enerjisine ihtiyaç vardır. Bu enerjinin elde edilmesi için kaç vatlık bir elektrik ısıtıcısı kullanmak ge-

kendisine verilen enerjinin tamamını veremezler. Bir kısmı motorda ve generatorda kaybolur. Böylece gittikçe azalan enerji dolayısıyla dönüş de bir müddet sonra duracaktır.

- Vat ve kilovat, enerjinin kullanılma hızının yani gücün birimleridir.
- Vat - saat ve kilovat - saat ile enerji ölçülür.
- Verim = Çıkış ÷ Giriş.

8. Aşağıdaki aparatların her birinin gücünü hesaplayınız.
 - a. 60 volt, 10 amper ark lâmbası.
 - b. İçinden 0,5 amper geçen 100 omluk direnç.
 - c. 110 V, 12 A lik bir ısıtıcı.
 - d. 6 volta bağlı 2 omluk bir direnç.
9. 120 voltla çalışan 60 vatlık bir ampulün çalışma direncini hesaplayınız.
10. 800 W, 115 V luk bir ekmek kızartıcısının akımını hesaplayınız.
11. 20,000 omluk bir direnç 5 vatlıktır. Bu direncin, kendi gücünü geçmeyecek şekilde, içinden geçecek maksimum akımı bulunuz.
12. Problem 10 daki ekmek kızartıcısının ayda 5 saat çalışması sonucu sarfettiği elektrik enerjisinin tutarını bulunuz. (Elektriğin kilovat-saati 30 kuruş alınacaktır.)

13. 6 voltluk bir batarya 24 saat müddetle 5 amperle doldurulmuştur. Bataryaya kaç kWh lik enerji depolanmıştır.
14. 1/4 HP lik bir D.A motorunun verimi % 70 dir. Bu motor 120 volt hatta bağlandığında ve 1/4 hp güç verdiğinde ne kadar akım çeker?
15. % 60 verimli bir D.A motoru 110 voltluk bir hattan 5 amper çekmektedir. hp çıkış gücünü bulunuz. Vat cinsinden ısıtma gücünü bulunuz.
16. 150 kg lık bir su deposunu ısıtan elektrik ısıtıcısının, su sıcaklığını iki saatte 5° Cden 55°C ye çıkarması için kaç vat güç çektiğini hesaplayınız. Isının hiç kaybolmadığı

kabul edilecektir. Kilovat-saati 20 kuruştan ısıtıcının sarfiyatını hesaplayınız.

17. 1600 vatlık bir ısıtıcının 100 kg. lık suyun sıcaklığını 10° Cden 70°C ye ne kadar zamanda çıkaracağını hesaplayınız.
18. 660 vatlık bir ocak üzerindeki 1900 gram suyun sıcaklığının ne kadar zamanda 10°C den kaynama derecesine (100°C) çıkacağını hesaplayınız.
19. Problem 18 deki ısıtma işleminde verim eğer % 90 ise, yani ısının % 90 ı suya geçerse, suyun ne kadar zaman sonra kaynamağa başlayacağını hesaplayınız.

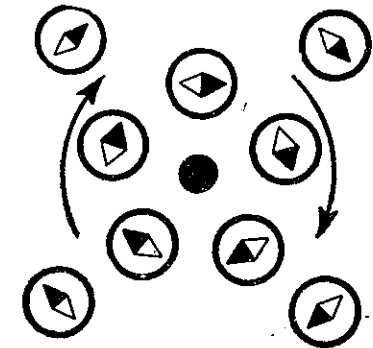
Elektrik akımının en çok bilinen ve en çok kullanılan etkilerinden biri, *manyetizma* dediğimiz kuvveti meydana getirme kabiliyetidir. Motorlar, generatörler, ölçme aletleri, muhabere cihazları, transformatörler ve hemen hemen bütün elektrik kumanda aparatları bu manyetik kuvvet sayesinde çalışırlar.

Bütün manyetizma, elektromanyetizmadır, elektronların hareket enerjisinin bir tesiridir. «Aynı yönde akan akımlar birbirini çeker, zıt yönde akan akımlar birbirini iter» temel prensibi keşfedilmeden önce de miknatıslar hakkında birçok şeyler biliniyordu. Biz burada önce, çok eskiden beri miknatıslar hakkında bilinenleri özetleyip, sonra bu olayın elektronların tesiriyle nasıl meydana geldiğini göreceğiz.

Önce, manyetizmanın, elektros-
tatik yüklerin itme ve çekme kuvvetlerinden tamamen değişik bir kuvvet olduğunu bilmek zorunda-

yız. Bu iki cins kuvvet de yüzyıllar boyunca ayrı ayrı bilinmekte idi. Manyetizmanın, elektrikle ilgisi hakkındaki ilk bilgiler 1819 da elde edildi. Hans Oersted adındaki Danimarkalı bir fizik profesörü, elektrik akımı geçen bir telin, yakınında bulunan pusula ibresini çektiğini gördü.

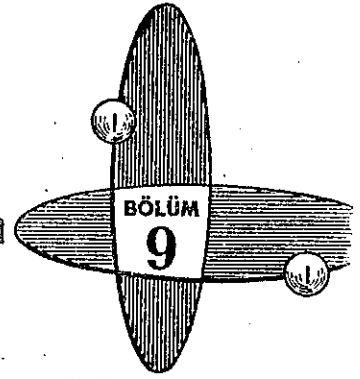
Eğer bir iletken Şekil: 9-1 de siyah nokta ile gösterildiği gibi kâğıda dik olarak tutulur ve uçları bir bataryaya, elektronlar kâğıdın



PUSULANIN SİYAH UCU KUZAY
BEYAZ UCU GÜNEYDİR

Şekil 9-1

Manyetizma



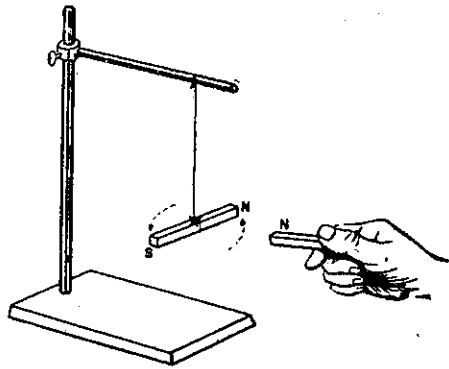
altından size doğru gelecek şekilde bağlanırsa, bu telin yakınına yerleştirilen pusula iğneleri şekilde görülen yönle saparlar. Pusula iğnelerinin Kuzey uçları telin etrafında saat yönünde itilirler. Miknatıslar hakkında bildiğimiz bazı hakikatlerin tekrarı, pusula iğnelerinin telin etrafına sıralanmaları olayını daha iyi açıklamaya yardım edecektir.

BASİT MİKNATISLAR

Mıknatıs, demir, çelik, nikel, kobalt ve bazı maden cevheri ve alaşımlarını çekme özelliği gösteren bir materyal parçasıdır.

Mıknatıslar, bakır, alüminyum, tahta ve kâğıt parçalarını çekmezler. Esasında birçok maddeleri çekemezler. Bu, her şeyi çeken elektriksel çekimden daha başka bir çekim kuvvetidir.

Bir mıknatısta, «kutuplar» denilen iki bölgede çekim kuvveti en fazladır. Eğer bir mıknatıs, orta-



Şekil 9-2

sından bir iple asılır veya ortasından bir sivri uca kolayca hareket edebilecek şekilde yerleştirilirse, kutuplardan birisi kuzey doğru ve diğer kutup da güney doğru döner. Kuzeye doğru dönen kutba Kuzey uç veya Kuzey kutup; diğerine de Güney kutup denir. Pusula iğnesi de bir mil üzerine tesbit edilmiş hafif ve ince miknatıslanmış bir çelik şerittir.

Çok eskidenberi bilindiği gibi iki pusula iğnesi veya her hangisi iki miknatıs yanyana getirildiğinde, bir miknatısın Kuzey kutbu diğerinin Kuzey kutbunu iter ve Güney kutbunu çeker. Miknatısın Güney kutbu ise diğerinin Güney kutbunu iter ve Kuzey kutbunu çeker. Bu olay, manyetik itme ve çekme kanunu ile özetlenebilir. Benzer kutuplar iter, zıt kutuplar çeker. (Bu ifade her ne kadar elektriksel itme ve çekme kanununa benzerse de, elektrik yükleri ile, miknatıslar tamamen başka şeylerdir.)

«Kutuplar» terimi, «bataryaların artı ve eksi kutupları» veya dünyanın «coğrafi kuzey ve güney kutupları» deyimlerinde kullanıldığı gibi «zıt uçlar» anlamına gelmektedir. Kuzey ve Güney dendiği gibi belki, siyah ve beyaz, sağ ve sol veya Ahmet ve Mehmet gibi zıt isimlerin kullanılması daha iyi olabilirdi. Dünyanın coğrafi kutupları dünyanın döndüğü milin uçlarıdır. Bu uçlar manyetik

kuvvetlerin bulunduğu noktalar değildir. Dünyanın da manyetik kutupları vardır. Kanadanın kuzeyinde bir bölgede, miknatısın Güney kutbunun benzeri bir manyetik kuvvet mevcuttur.

Güney kutbuna yakın bir bölgede de bir miknatısın kuzey kutbuna benzer bir manyetik kuvvet bulunmaktadır. Şu halde dünyanın manyetik kutupları ile coğrafi kutupları üstüste değildir.

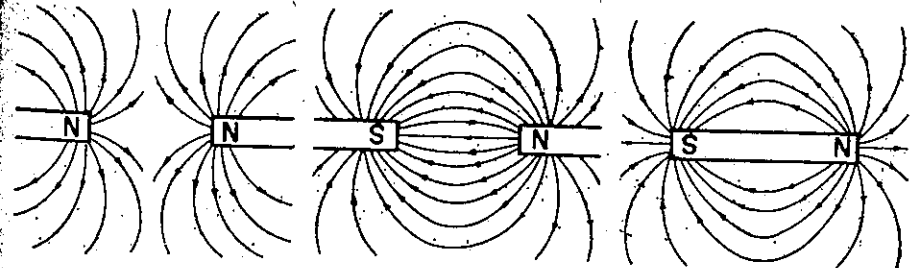
MANYETİK ALAN

Bir miknatısın etrafındaki kuvvet, bir miknatıs üzerine konan bir kartonun üzerine demir tozları serpilmek suretiyle elde edilen şekiller yardımıyla resmedilebilir. Her bir demir tozu parçası bir pusula iğnesi gibidir. Benzer uçlar birbirini iter ve zıt uçlar birbirini çeker. Bu demir tozları zinciri, bir miknatısın etrafında gözle görünmeyen «kuvvet çizgileri»nin bulunduğu bir bölgenin (ala-

nın) varlığını kabullenmemize yardım eder.

Michael Faraday (İngiliz, 1840), miknatısların özelliklerinin, bu kuvvet hatlarının birbirlerine etkileri yardımıyla açıklanmasını tavsiye etmiştir. Çizgiler, uzunluğuna büzülmeğe çalışan gerdirilmiş lastik bantlar gibidir. N ve S i birbirine çekmeğe çalışırlar. Aynı zamanda kısalmağa çalışan bu çizgiler enlemesine birbirlerini de iterler. Miknatısın içinden de geçen bu kuvvet çizgileri kapalı bir devre meydana getirirler.

Kuvvet çizgilerinin yönleri, pusula iğnesinin Kuzey kutbunun gösterdiği yöndür. Kuvvet çizgilerinin yoğunluğu ise, kuvvetin azlığı ve çokluğuna işaret eder. Bu kuvvet çizgileri hiç bir zaman birbirlerini kesmezler, çünkü aynı anda bir pusula iğnesi iki ayrı yöne sapamaz.



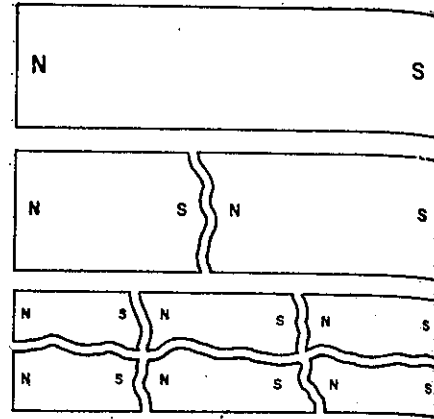
Şekil 9-3

MANYETİK CİSİMLER VE MİKNATISLAMA İŞLEMİ

Demir, nikel ve bazı oksit ve alaşımlar mıknatıslanabildikleri için manyetik cisimler diye adlandırılırlar. Bir mıknatıs, üzerinde manyetik kutuplar meydana getirilmiş bir manyetik cisim parçasıdır. Mıknatıslama veya kutup meydana getirme işlemi, ya bu cismin, içinden akım geçen bir bobin içerisine konmasıyla veya diğer bir mıknatısın yanına yaklaştırılmasıyla yapılır.

Darbe ve ısıtmanın, mıknatısın kuvvetinin bir kısmını kaybetmesine sebep olduğu eskiden beri bilinmektedir. Darbe ve ısıtma metal atomlarını sarsar ve karıştırır. Alalede çelik bir mıknatıs (veya her hangi bir mıknatıs) daima iki kutupludur. Bu mıknatıs bir çok küçük parçalara bölünse yine her parçanın iki kutbu vardır, N ve S. Teorik olarak bu bölme işlemine demirin en küçük parçası olan atoma kadar devam edilse, her atomun yine daimi bir mıknatıs gibi iki kutbu bulunacağı anlaşılır.

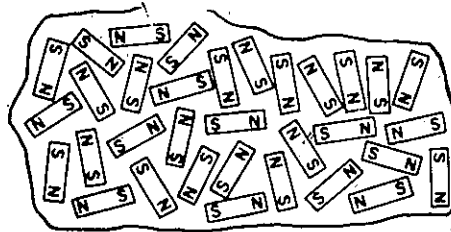
Mıknatıslanmamış bir demir parçasında atomlar, N ve S kutupları birbirinin etkisini yokedecek şekilde gelişigüzel sıralanmışlardır. Mıknatıslama işlemi sonucu atomlar, N kutupları hep aynı yönü gösterecek şekilde sıralanırlar.



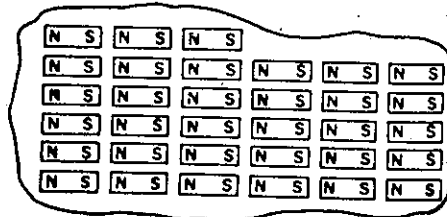
PARÇALARA BÖLMEĐEN ÖNCEKİ VE SONRAKİ MİKNATISLI ÇUBUK

Şekil 9-4 Parçalara bölmeden önceki ve sonraki mıknatıslı çubuk

Bir mıknatıs, atom sıralanışını bozmayacak şekilde ikiye bölünürse, bölünen parçanın bir ucunda da atomik S kutupları, diğer



MİKNATISLANMAMIŞ



MİKNATISLANMIŞ

Şekil 9-5

ucunda da N kutuplarının toplanacağı görülür. Mıknatıs bölünmeden önce bölünme bölgesinde bu kutupların etkisi görülmezdi. Çünkü o zaman kutuplar birbirlerine kuvvet etki ettirirlerdi; dışarıya her hangi bir kuvvet etkisi olmazdı.

Yakın zamanlarda, mıknatıslanmamış bir demir parçasının, gelişigüzel sıralanışları içinde küçük, sıralı atomların bulunduğu anlaşılmamasıyla yukarıda açıklanan fikirler de biraz değişiklikler oldu. Demirin kristal tanecikleri içinde birkaç bin guruplanmış atoma manyetik «dömen» denir. Bir dömen içindeki atomlar, N kutupları hep aynı yönde olacak şekilde sıralanmışlardır. Bu atom gurupları, küçük bir daimi mıknatıs gibidirler.

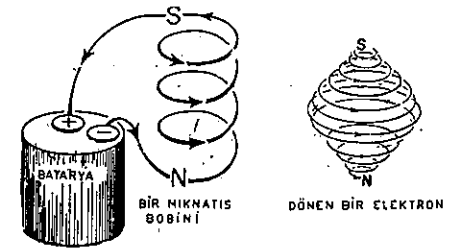
MANYETİK DOYMA

Bir daimi mıknatısın kuvveti sınırlıdır. Eğer bütün atomlar kutupları aynı yönde olacak şekilde sıralanmışlarsa, mıknatıs en büyük çekme veya itme kuvvetini haizdir. Bu duruma «doyma» denir. Bu açıklama, Demir atomları için birer mıknatıstır, sorusunu ortaya çıkarır.

Atomdaki elektronların, birçok deneylerle ve teorik olarak incelenmesi sonucu bu soruya cevap bulunabilmiştir. Bütün elektronlar kendi eksenleri etrafında baş döndürücü bir hızla dönerler.

Kendi eksenleri etrafındaki dönüş «spin» denir. İşte elektronların bu spinleri, elektronların birer küçük daimi mıknatıs gibi etkileşiminin sebebidir. Bir çok atomlarda elektronlar hep çift halindedir. Bu çiftlerde birinin spini bir yönde diğerininki diğer yöndedir. Böylece birbirine çok yakın olan bu bir çift elektronun meydana getirdikleri N ve S kutupları birbirini yok eder ve dışarıya hiç bir etkiye bulunmaz. (İki daimi mıknatısın N ile S kutupları yanyana gelecek şekilde yerleştirilmesiyle karşılaştırınız.)

Bir demir atomunda 26 elektron bulunur. Bu 26 elektronun 22 si çiftler halindedir ve bunlar kendi eksenleri etrafında birbirine zıt yönde dönerler. Yani spinleri zıttır ve biri diğerinin manyetik etkisini yok eder. Bunların dışında başka yörüngelerde dönen 4 elektron spini aynı yöndedir ve birbirlerini götürmezler. İşte bu, spinleri aynı yönde olan 4 elektron demir atomunun manyetik



Şekil 9-7

bir özellik göstermesine sebep olur.

Atomun elektronları hakkında daha çok şeyler keşfedilmiştir. Atomdaki elektron spinlerinin yönleri, sıcaklıkla ve yanlarındaki diğer atomların bulunuşuyla değişebilir. 750°C nin üzerinde demir, elektron spinlerinin düzeninin bozulması sonucu mıknatıslığını kaybeder. Çok az manyetik özellik gösteren veya hiç manyetik özellik göstermeyen elementlerden çok kuvvetli mıknatıs alaşımları veya bileşikler yapılmıştır.

MANYETİK MATERİYAL TİPLERİ

Kabaca bir sınıflandırma ile mıknatıslar iki gruba ayrılabilir: daimi ve geçici mıknatıslar. Daimi mıknatıs, mıknatıslama kuvveti kaldırıldıktan sonra dahi atom sıralarını koruyabilen ve devamlı manyetik özellik gösteren bir mıknatıstır. Daimi mıknatıslar, telefon alıcılarında, kapı kilitlerinde küçük D.A motorlarında, elektrik ölçü aletlerinde, manyetolarda, devir ölçen aletlerde ve daha birçok alanlarda kullanılırlar. Yıllarca yalnız yüksek karbonlu takım çelikleri ve bir kaç çelik alaşımı (kobalt, molibden, krom ve tungsten) daimi mıknatıs olarak kullanıldı. Son zamanlarda çeşitli alaşımlar geliştirilmiştir. Bunlardan ikisi burada belirtilmeğe değer. Birisi, az kullanılan, fakat manye-

tik olmayan mangan, bakır ve alüminyum gibi metal bileşiklerinden meydana getirilen «Heusler alaşımı», diğeri daimi mıknatıs yapımında en çok kullanılan ve manyetik kuvveti çok fazla olan «Alnico» alaşımıdır (alüminyum, nikel, kobalt, demir).

Son zamanlardaki gelişmeler sonucu, mükemmel daimi mıknatıs özeliği gösteren mangan-bismut (MnBi); seramik, baryum ferit, (BaO. 6Fe₂O₃); ve «uzatılmış tek domen» demir-kobalt karışımı gibi (ki bu karışım toz halindeki madenlerin preslenerek alaşım haline getirilmesiyle ve çok çeşitli şekilde yapılır) birçok manyetik alaşımlar yapılmıştır. Hamilton'un 1957 de yaptığı elektrik kol saati motorunda % 77 platin, % 23 kobalt alaşımı daimi mıknatıs olarak kullanıldı.

Geçici mıknatıs materyalleri çok kolaylıkla ve çok kuvvetli olarak manyetik hale gelen ve mıknatıslayıcı kuvvet kaldırılınca hemen bütün mıknatıslığını kaybeden materyallerdir. Bunlar, daimi mıknatıslardan daha çeşitli yerlerde, daha çok kullanılırlar ve daimi mıknatıslardan daha önemlidirler. Geçici mıknatıs malzemesi olarak ilk kullanılan materyal, elde edilebildiği kadar saf demirdi ve bu yavaş soğutularak yumuşatılırdı. Yumuşak metal, metal içinde atomları kolayca kayabilen ve atomları kolayca manyetik sı-

ralarını kaybedebilen metaldir. Transformatörlerde, birçok motor ve generatörlerde, röle ve diğer manyetik aparatlarda en çok kullanılan bir yumuşak alaşım, silisli demir (% 2-4 Si) alaşımıdır. Daha iyi bir manyetik materyal elde etmek için aşağıda verilen hususlar üzerinde devamlı araştırmalar yapılmıştır.

- (1) Özel ısı işlemleri, mekanik işlemler ve katkı malzemelerinin incelenmesi ile mevcut materyallerin geliştirilmesi.
- (2) Yeni alaşımların geliştirilmesi :
Permaloy (% 78 nikel, % 21 demir)
4-79 Permaloy (% 4 molibden, % 79 nikel, % 21 demir)
Mumetal (% 75 nikel, % 2 krom, % 5 bakır, % 18 demir)
1040 Alloy (% 72 nikel, % 14 bakır, % 3 molibden, % 11 demir)

Bütün bu alaşımlar son 15-20 yıldır kullanılmaktadır. Bunlar, demire ve silisli demire nazaran daha üstün özellikler gösterirler. Bu özellikler, geçirgenlik, kalıcı manyetizma ve zorlama kuvvetidir. Bütün bunlar, bu bölümün sonuna doğru açıklanacaktır.

- (3) Toz halindeki birbirine iyice karıştırılmış metalleri

yüksek basınca maruz bırakarak alaşım elde etme ve şekillendirme metodu, yani pres dökümcülük, daimi mıknatıs yapmada kullanıldığı gibi geçici mıknatıs yapılmasında da kullanılmaktadır. Son zamanlarda bu şekilde elde edilen birkaç karışımdan ikisi «Supermendur» ve «Sendust» dur. Supermendur (% 2 vanadyum, % 49 demir, % 49 kobalt), demir-kobalt alaşımlarının en küçük zorlama kuvvetine haiz olanıdır.

Sendust (% 85 demir, % 9,5 silis, % 5,5 alüminyum), Japon metalurjistlerinin geliştirdiği bir alaşımdır.

- (4) Ferritler, ilk defa Hollanda'da geliştirilen, pres edilmiş ve pişirilmiş demir oksit ve diğer oksitler karışımıdır. Demir oksit tozlarının mangan, kobalt, nikel, bakır, veya çinko oksitleriyle karıştırılmalarıyla geçici mıknatıs malzemeleri yapılır. Bu şekilde yapılan yüksek geçirgenlikli ve yüksek elektrik dirençli karışımlar özel olarak elektronik cihazları için çok avantajlıdır. Son zamanlarda, demir oksitin diğer az bulunan çeşitli oksitlerle birlikte eritilmesiyle, sentetik taş benzer kristal-

ler yapılmaya başlanmıştır. Bunların, bilhassa, mikro dalga amplifikatörleri için değerli olmaları beklenmektedir.

Manyetik materyallerin bu gelişmeleri, katı cisimlerdeki elektron ve atomların özellikleri hakkında yapılan araştırmaların bir parçasını teşkil etmektedir.

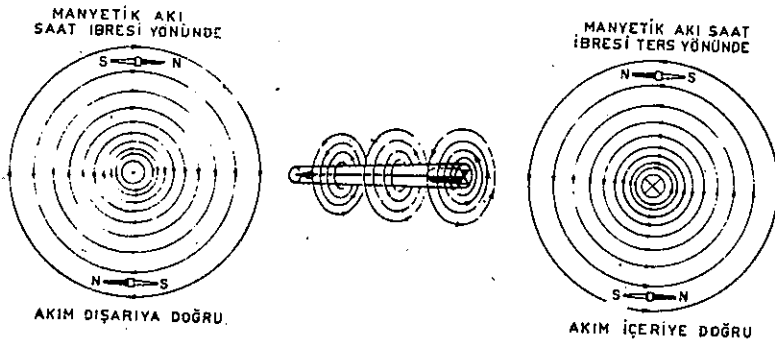
MANYETİK ALANIN AKIM YÖNÜ İLE OLAN BAĞINTISI

A. TEK BİR TEL İÇİN

Şekil 9-1 de elde edilen bilgilere benzer bilgiler, akım geçen telin etrafında daireler meydana getiren ve manyetik alanın bulunduğunu gösteren demir tozları yardımıyla da elde edilebilir.



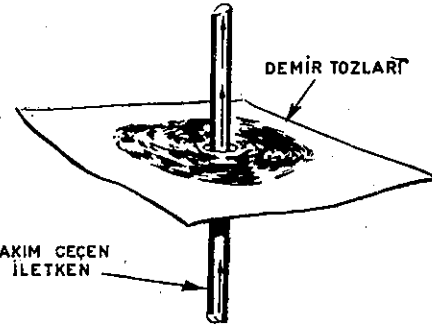
Şekil 9-8. Akım geçen bir iletkenin etrafında meydana gelen manyetik alan için sol el kaidesi.



Şekil 9-9.

Eğer elektronların akış yönünü bilirse, Şekil 9-8 de görüldüğü gibi manyetik alanın yönü de bulunabilir: Akım geçen telin, sol el ile, baş parmak elektron yönünü gösterecek şekilde tutulduğunda, diğer parmaklarımızın yönü manyetik alanın yönünü gösterir. (Manyetik alanın yönü, alan içinde bulunan pusula iğnelerinin kuzey uçlarının gösterdikleri yöndür.)

Eğer akım yönü bulunmak istenirse, alan yönü pusula iğnesiyle bulunabilir. Sonra akım geçen tel



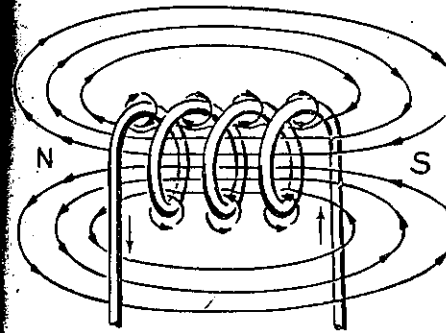
ile dört parmak alan yönünü gösterecek şekilde tutulursa baş parmak elektron akımı yönünü gösterir.

Manyetik alanın şekli Şekil 9-9'daki diyagramda olduğu gibi de gösterilebilir. Soldaki iletkenin ortasındaki nokta, akımın, kâğıdın dışına doğru çıktığını gösterir. Sağdaki X işareti ise akımın kâğıttan içeriye doğru akışını gösteren okun gelişini göstermektedir.

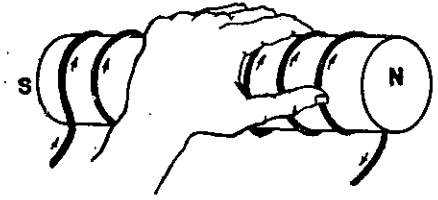
B. BİR BOBİN İÇİN

Tel Şekil: 9-10 da gösterilen bobin şeklinde sarılırsa, telin her bir sarımı, kendi dairesel manyetik alanı tarafından çevrelenir. Bu küçük dönen kuvvetler birleştirilerek bobinin tamamını çevreleyen bir büyük alan şeklinde gösterilirler.

Bu şekildeki bir manyetik bobine solenoid denir. Şekil: 9-11, bir bobindeki akımın yönü ile manye-



Şekil 9-10. Bir bobinin meydana getirdiği manyetik alanın yönü.



Şekil 9-11. Bobin için sol el kaidesi.

tik alanın yönü arasındaki bağıntıyı hatırlatan bir şekildir.

Bobinin içinde her hangibir çekirdek bulunsun veya bulunmasın, bobinin uçları manyetik kutuplardır.

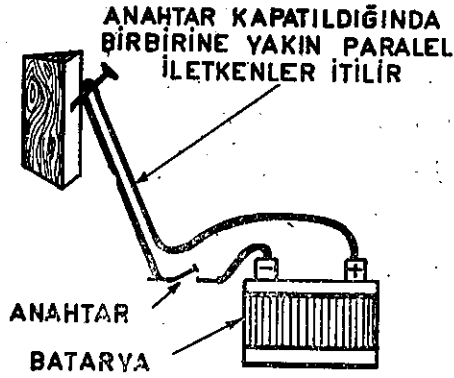
Eğer bobin sol el ile, dört parmak telden geçen elektron akımının yönünü gösterecek şekilde tutulursa, başparmak bobinin Kuzey ucunu gösterir.

Eğer akım yönü bilinmiyorsa, fakat bobinin alan yönü biliniyorsa, veya bir pusula ile kolayca bulunabilir, akımın yönü bu kaide-nin kullanılmasıyla bulunabilir.

PARALEL AKIMLAR ARASINDAKİ KUVVETLER

Bu bölümün başında, bütün manyetizma olaylarının, elektronların hareketlerinin bir etkisi olduğunu ve temel bir kaide olarak da aynı yönlü akımların birbirlerini çektiklerini zıt yönlü akımların birbirlerini ittiklerini söylemiştik.

Bu, yeni bilinen bir olay değildir. Andre Ampere adında bir bil-



Şekil 9-12 a.

gin 1822 de aşağıda verilen raporu yayınlamıştı: «Birbirine paralel duran iki telden aynı zamanda aynı yönlü bir akım geçirdiğim zaman tellerin birbirini çektiklerini, zıt yönde akım geçtiği zaman tellerin birbirlerini ittiklerini gördüm..... çekme ve itme» Kolayca yapılabilen bir deneyle bu olay tekrarlanabilir. Şimdi bu olayın ve birbirine karşı konmuş iki mıknatısın birbirine etkilerinin incelenmesine geçsek, bu iki olayın da iki elektrik akımının karşılıklı etkisi kanununa dayalı olduğunu görürüz. Ampere'in

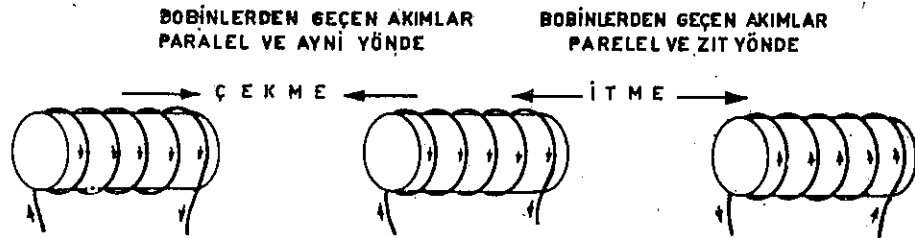
mıknatısın içerisinde elektrik akımını kabullenmesi fikrinin üzerinden 100 yıldan fazla bir zaman geçtikten ve atomun kendi etrafında dönen elektronlara sahip olmasının keşfedilmesinden sonra mıknatısın içindeki akımın ne şekilde varolduğu anlaşılabilmiştir.

Eğer Şekli 9-12 (b) deki itme ve çekme ilk bakışta size makul gelmediyse, bu bobinlere sol el kaidesini uygulayıp, her bobinin N ve S kutuplarını tesbit ediniz.

BOBİN İÇERİSİNDE MANYETİK ÇEKİRDEK

Bir bobinin «mıknatıslanma kabiliyeti» aşağıda verilen iki yolla ölçülebilir ve tarif edilebilir:

- (1) Bobin alanının her santimetre karesinde bulunan kuvvet çizgileri sayısı, çıkarılacak bir formül yardımıyla bulunarak, bobinin mıknatıslanma kabiliyeti veya manyetik kuvveti ölçülebilir. Bir santimetre kare



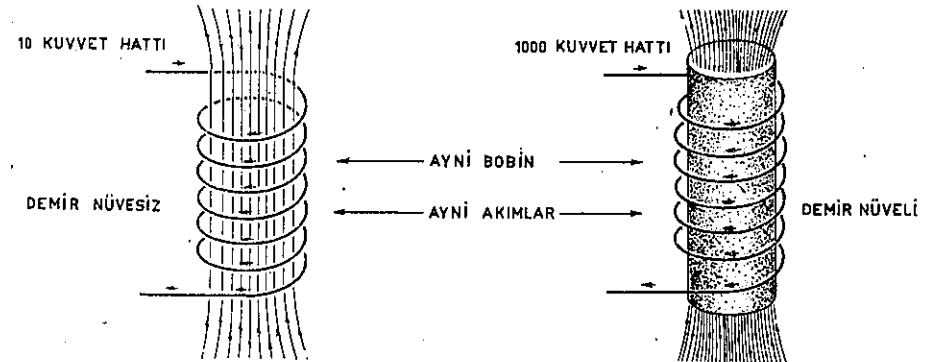
Şekil 9-12 b.

kesitindeki bir alanda bulunan kuvvet çizgileri sayısına «manyetik akı yoğunluğu» denir. «Manyetik akı» deyimi ise, toplam kuvvet çizgileri anlamına kullanılır.

- (2) Mıknatıslanma kabiliyeti bir bobinin «amper-sarımı» yardımıyla da belirtilebilir. Amper-sarım, bir bobinin sarım sayısı ile, içinden geçen akımın çarpımıdır. 20 sarımlı bulunan bobinden 2 amper geçmesiyle, 10 sarımdan 4 amper geçmesi veya 80 sarımdan 0,5 amper geçmesi aynı manyetik tesiri meydana getirir. 100 sarımlı bobinden 2 amper geçmesiyle elde edilecek manyetik kuvvetin 5 katıdır.

Bir D.A mıknatıslama bobininin içerisine manyetik olmayan bir malzemenin konması bobinin mıknatıslanmasına hemen hemen hiç etki etmez. Fakat aynı bobinin içerisine manyetik bir malzemenin sokulmasıyla bobinin toplam mıknatıs kuvvet çizgileri sayısında çok büyük bir artış meydana gelir. Uzun bir bobinin (Şekil 9-13) içerisinden yeter derecede bir akım geçmesiyle meydana gelen manyetik alanın şiddetini 10 kuvvet çizgisiyle gösterelim. Aynı bobinin içerisine manyetik bir malzemenin sokulmasıyla, malzemenin mıknatıslanmasından dolayı bobin içerisinde şimdi 10 yerine 1000 kuvvet çizgisi bulunduğunu görebiliriz. Bobinin içerisine manyetik bir çubuk sokulması, bobinin manyetik alanını 100 misli artırmıştır.

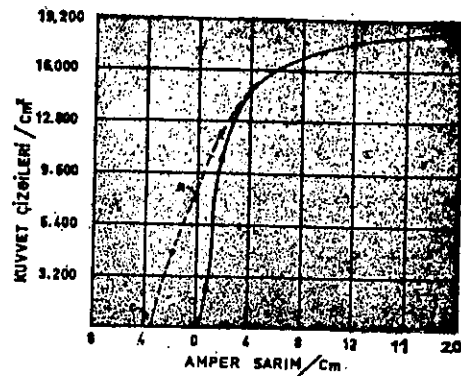
Bu yol ile, manyetik malzemenin alan şiddetini arttırması kabiliyetine geçirgenlik denir. Geçir-



Şekil 9-13.

genlik, malzemenin mıknatıslanmasına karşı yatkınlığının ölçüsüdür. Daha doğru bir deyimle, geçirgenlik, malzemenin alana sokulmasıyla manyetik akı yoğunluğunun kaç misli arttığını gösteren bir sayıdır. Biraz önce verilen örnekteki demir çekirdeğin geçirgenliği 100 dür.

Manyetik cihazlar yapanlar bobinin akımı arttığı zaman manyetik akı yoğunluğunun nasıl değiştiğinin bilinmesine ihtiyaç duyarlar. Bu, en iyi şekilde Şekil: 9-14 deki gibi bir grafikte gösterilebilir. Manyetik alaşım yapımcıları, yaptıkları malzeme ile birlikte grafiklerini de verirler. Grafikteki «bir cm uzunluk başına amper sarım» deymi, bobinin amper-sarımının, cm olarak kuvvet çizgilerinin yollarının toplam uzunluğuna bölünmesi demektir.



Şekil 9-14.

Bilinmesi arzu edilen diğer özellik de grafikte işaret edilmiştir. (Şekil 9-14 e bakınız). Keskin çizgili kısım, mıknatıslama bobinin akımı azalırken, malzemenin manyetik özelliğini göstermektedir. R noktasının sıfırın üstünde kalan yüksekliği *Kalıcı Manyetizmayı* veya *Artık Manyetizma* gösterir. Artık manyetizma, mıknatıslama kuvvetinin (bobin akımının) kesildiği anda çekirdekten kalan mıknatıslama miktarıdır.

Artık manyetizma, daimi mıknatıslarda 8,000 veya daha fazla olabilir. İyi bir geçici mıknatıs malzemesinde artık manyetizma çok düşük olmalıdır.

Amper-sarım ekseninde sıfır ile C noktası arasındaki aralık *zorlama kuvvetinin* bir ölçüsüdür. Eksenin sol tarafındaki ölçüler, artık manyetizmayı kaldırmak için yani çekirdeğin mıknatıslığını sıfıra getirmek için bobinden geçilecek ters yönlü akımı gösterir. Eğer zorlama kuvveti büyük bir değer ise, bu malzemenin kalıcı manyetizmasını gidermek çok zordur. Bu durum, daimi mıknatıslar için aranan bir özelliktir. En iyi geçici mıknatıs malzemeleri, zorlama kuvveti sıfıra çok yakın olan malzemelerdir.

MANYETİK ALANDAKİ ENERJİ

Bir batarya devresi kapatıldığı ve akım başladığı zaman, batarya-

depo edilmiş potansiyel enerji, elektronları harekete geçirir. Bu potansiyel enerji bir cins kinetik enerjiye dönüşür, fakat hareket eden elektronların, havada giden bobin *aksine*, akımın sahip olduğu enerji için ne yeteri kadar ağırlıkları ve ne de hızları vardır. Akımın bu *enerjisi*, akımın etrafındaki *manyetik alan içindedir*. Bu enerjinin hesaplanması endüksiyon bobinlerinin ve manyetoların hesaplanmasında önemlidir. Akım bobinden kesildiği zaman bu manyetik alanın enerjisi devreye faydalı iş için dağılmaktadır. (Bölüm 19)

Sabit D.A taşıyan bir bobinin etrafındaki manyetik alanın devamını sağlamak için devamlı bir enerji vermek gerekmez. Akım bir defa akmağa başlayıp, manyetik alan meydana getirince, akım, bobinin tellerinin direncini yenmek için ısı meydana getirmede kullanılır. (I^2R)

MANYETİK VE ELEKTRİK ALANLARIN KARŞILIKLI ETKİSİ

Elektrik ve manyetik kuvvetlerin ilişkisi bazen şu şekilde özetlenir: «Hareket eden bir elektrik alanı, manyetik bir alan doğurur; hareket eden bir manyetik alan, bir elektrik alanı meydana getirir.» Diğer bir deyimle, hareket halindeki elektrik yükleri bir

manyetik alan meydana getirir ve mıknatısların hareketi elektrik kuvveti doğurabilir. Cümlelerin son kısmı, mıknatısların hareketiyle elektron-hareket-kuvveti meydana gelmesi, daha sonraki bölümlerde görüleceği gibi generatörlerle ilgilidir.

MANYETİK BÜYÜKLÜKLERİN ESASLARI

Elektrik ve manyetik büyüklükler genel olarak metrik sistem birimleriyle ölçülür. Metrik sistemde kuvvet «din» ile ölçülür. Bir din çok küçük bir ölçüdür. Bir gram 981 din'dir.

N kutupları birbirinden 1 cm uzaklıkta bulunan ince ve uzun iki mıknatıs düşünelim. Bu mıknatıslar o kadar zayıftır ki aralarındaki itme kuvveti bir dindir

Şekil 9-15 de gösterilen bu kutuplar «birim manyetik kutuplar»dır. Yani bunların kuvvetleri sayısal olarak 1 dir. Şu halde bir birim manyetik kutbu, 1 cm uzaklıktaki benzer bir birim kutbu 1 dinlik bir kuvvetle iten bir kutup şeklinde tarif edebiliriz. (Bir birim kutup, 1 cm uzaklıktaki bir zıt birim kutbu da 1 dinlik bir kuvvetle çeker.)

Şekil 9-15.

Teori ve deneyler göstermiştir ki havadaki iki mıknatıs kutbu arasındaki kuvvet (çekme veya itme), kutupların şiddetine ve aradaki mesafeye bağlı olarak aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$\text{Din olarak kuvvet} = \frac{M_1 \times M_2}{D^2}$$

M_1 , «birim manyetik kutup» cinsinden bir mıknatıs kutbunun şiddeti; M_2 , diğer mıknatıs kutbunun şiddetidir. D , santimetre cinsinden iki kutup arasındaki mesafedir.

Örnek: Biribirlerinden 3 cm uzaklığa yerleştirilen 10 kutup birimlik bir N kutbu ile, 20 kutup birimlik bir S kutbu arasındaki çekme kuvvetini hesaplayınız. (Şekil 9-16)

$$\text{Kuvvet} = \frac{10 \times 20}{3^2} = \frac{200}{9} = 22,2$$

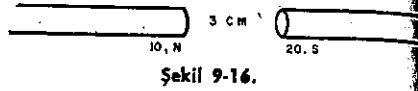
din'dir.

MANYETİK ALAN ŞİDDETİ

Bir mıknatısın etrafındaki bölgeye mıknatısın «alanı» denir. Manyetik alan içerisine yerleştirilen bir birim kutba tesir eden kuv-

vetin din miktarına «manyetik alanın şiddeti» denir.

Örnek: Kutup şiddeti 5,000 birim olan bir kutuptan 5 cm ötede bir noktadaki manyetik alan şiddeti ne kadardır? (Şekil 9-17)



Şekil 9-16.

5000 birim kutuptan 5 cm öteye yerleştirilmiş bir birim şiddetinde bir kutup olduğunu düşünelim. Bir birim kutup üzerine tesir eden kuvvet:

$$\frac{500 \times 1}{5^2} = \frac{5000}{25} = 200 \text{ din}$$

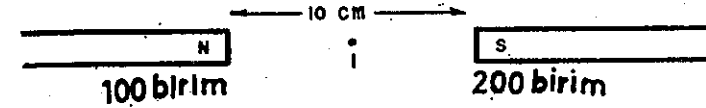
dir. (her birim kutup başına)

Diğer bir örnek: Şekil 9-18 de verilen iki kutbun tam ortasında ki manyetik alanın şiddeti ne kadardır?

İki kutbun ortasına 1 birimlik bir N kutbu koyalım; bu birim kutba her iki kutup da (N ve S) etki edecektir. Büyük N kutbunun



Şekil 9-17.



Şekil 9-18.

birim N kutbuna etki yaptığı kuvvet:

$$\frac{100 \times 1}{5^2} = 4 \text{ dindir. S kutbunun}$$

birim kutba etki yaptığı kuvvet:

$$\frac{200 \times 1}{5^2} = 8 \text{ din.}$$

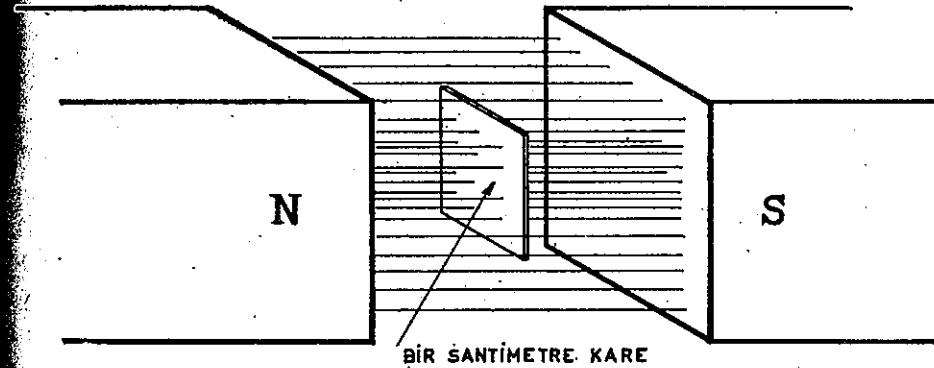
Bu iki kuvvet de aynı yöndedir, eklenebilir. Çünkü büyük N kutbu N birim kutbunu sağa doğru iter; S kutbu da sağa doğru çeker, böylece birim kutbu etkileyen kuvvet 12 din bulunur.

Manyetik alanın şiddeti grafik olarak manyetik kuvvet çizgilerinin sıklığı ile gösterilir. Bir birim kutbu etkileyen 12 dinlik kuvveti,

diyelim, 1 cm^2 ye 12 kuvvet çizgisi çizmekle gösteririz.

Şekil 9-19 bu fikri canlandırmaktadır. Kutupların arasının ortasına 1 cm^2 lik bir kâğıt tutulduğunu düşününüz. Bir birim kutba 12 dinlik bir kuvvet etkileyen alanın şiddetini bu 1 cm^2 lik alandan 12 kuvvet çizgisi geçirerek gösteririz. Metrik sistemde, « 1 cm^2 başına kuvvet çizgisi» deyimini yerine daha çok «gaus» deyimini; «bir birim kutup başına din» deyimini yerine de «örsted» deyimini kullanılır.

Santimetrekaireye düşen kuvvet çizgisi miktarına «manyetik akı yoğunluğu» veya kısaca «akı yoğunluğu» da denir. Akı, kuvvet çizgilerinin toplam sayısı anlamı-



Şekil 9-19.

na kullanılır. «Yüksek akı yoğunluğu bölgesi» demek, «yüksek manyetik alan şiddeti bölgesi» demektir.

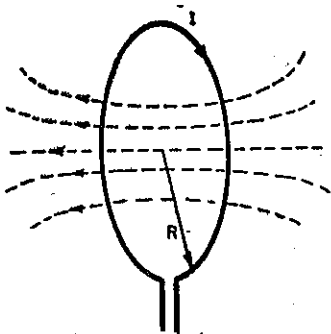
AKIMIN MEYDANA GETİRDİĞİ MANYETİK ALAN

Daha yüksek seviyede yazılmış elektrik kitaplarında matematiksel metodlardan yararlanarak telin bir sarımının ortasındaki manyetik alan (Şekil 9-20) şiddetinin, din/birim kutup cinsinden aşağıdaki formülle bulunabileceği isbatlanır, bu formülde I , amper cinsinden telden geçen akım, ve R dairesel sarımın cm cinsinden yarıçapıdır.

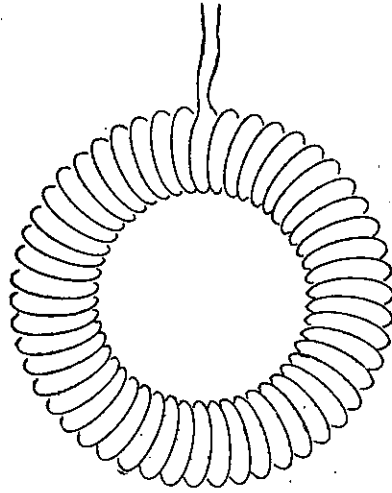
$$\frac{2 \pi I}{10 R}$$

Eğer birçok sarım bir arada ve sarımlar bir tel imiş gibi birbirine yakın olursa, manyetik alan şiddeti aşağıdaki şekilde bulunur :

$$\frac{2 \pi I}{10 R}$$



Şekil 9-20.



Şekil 9-21.

Bu formülde N telin sarım sayısıdır. $I \times N$ akım ve sarım sayısı çarpımına «amper-sarım» denir.

Bir çok sarımı bulunan uzun bir bobinin veya Şekil 9-21 deki gibi bir bobinin içinde bir noktadaki alan şiddetini veya akı yoğunluğunu bulmak için şu formül kullanılır :

$$\text{Alan şiddeti} = \frac{4 \pi I N}{10 L}$$

$I \times N$, amper sarım, L ise, cm olarak bobinin içinden geçen kuvvet çizgilerinin uzunluğudur. Bu formül, $4\pi/10$ yerine eşiti olan 1,25 konmak suretiyle daha basitleştirilebilir :

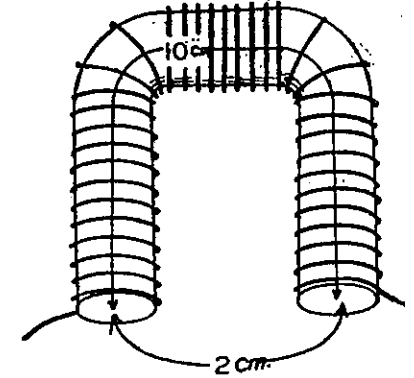
$$\text{Akı yoğunluğu} = \frac{1,25 N I}{L}$$

Bu formülü sözle şöyle ifade edebiliriz : Hava çekirdekli bir bobinin içerisindeki akı yoğunluğu, 1,25 ile amper-sarım çarpımının, cm olarak bobin boyuna bölünmesiyle bulunur veya cm ye düşen amper sarımının 1,25 ile çarpımıyla bulunabilir.

Hatırda tutulması gerekli bir husus, «cm ye düşen» veya «cm başına» deyimini kuvvet çizgilerinin cm olarak uzunluğunu işaret eder. Meselâ, Şekil 9-22 deki bobin 10 cm uzunluğunda ise, ve bobinin içinden geçen kuvvet çizgileri bobinin çevrelemediği 2 cm mesafeden de geçiyorlarsa, «manyetik yol» 12 cm olarak alınmalıdır. Eğer bu bobinin amper sarımı

600 ise, cm ye düşen amper sarım :
 $600 \div 12 = 50$ amper-sarım / cm dir.

Bu cm ye düşen amper sarım miktarına «Manyetomotor kuvvet» denir.



Şekil 9-22.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Bütün manyetik olaylar elektron hareketinden doğmaktadır.
- Bu elektron hareketi ya bir bobinin etrafında veya atomlar içinde elektron spinleri olabilir.
- Benzer kutuplar birbirlerini iterler, zıt kutuplar, birbirlerini çekerler.
- Manyetik alanın şiddeti, kuvvet çizgilerinin yoğunluğu ile ifade edilir. Alanın yönü, alan içindeki bir pusula iğnesinin N kutbunun gösterdiği yöndür.
- Bir çok materyaller manyetik olmayan materyallerdir. Demirin, nikelin ve bazı alaşım ve oksitlerinin manyetik olmalarına sebep atomun içindeki elektron spinleridir.
- Demirin atomları birer küçük daimi mıknatıslardır. Bir demir parçasının mıknatıslanması, bu küçük mıknatısların, benzer kutupları bir yöne gelecek şekilde sıralanmalarındanır.
- Tek bir iletken için sol el kaidesi. Başparmak elektron akı

mı yönünü gösterirse, diğer dört parmak alan yönünü gösterir.

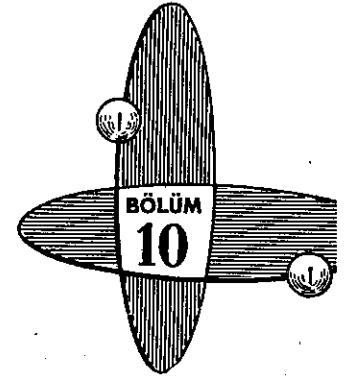
- Bir bobin için sol el kaidesi: Başparmak N kutbunu, diğer parmaklar elektron akımının yönünü gösterir.
- Aynı yöndeki paralel akımlar birbirlerini çekerler, zıt yöndeki akımlar birbirlerini iterler.
- Bir bobinin manyetik şiddeti amper-sarım cinsinden ölçülebilir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Negatif yüklü bir çubuk, önce ortasından asılı, mıknatıslanmış bir çelik çubuğun N Kutbuna, sonra da S kutbuna yaklaştırılıyor. Bu olayda bir itme mi, bir çekme mi olur? Yoksa hiç bir şey olmaz mı? Niçin?
2. Bir çengele asılmış bir daimi mıknatıs 5 kg. lık bir demir parçasını 6 ay müddetle tutmaktadır. Bu olay daimi mıknatısı zayıflatır mı?
3. Bir hava nüveli bobinin akı yoğunluğu cm^2 başına 15 kuvvet çizgisidir. Bu bobine bir demirin sokulmasıyla akı yoğunluğu cm^2 ye 15,000 kuvvet çizgisine yükselmiştir. Demirin geçirgenliğini hesabediniz.
4. Bir mıknatısın doyması ne demektir.
5. Eskiden insanları «demirin atomları birer mıknatıstır» şeklinde düşünmeye sevk eden sebep nedir?
6. Geçirgenliği, artık manyetizmayı ve zorlama kuvvetini tarif ediniz.
7. Bir bobinin yanyana bulunan ve akım geçiren 2 sarımı birbirine ne şekilde etki eder? İter? Çeker? veya hiç bir etkide bulunmaz?
8. Aşağıda verilen soruların hepsi de yanlış veya gereksiz sorulardır. Dikkat ediniz.
 - a. Bir mıknatıs bobininin hangi ucu N kutbudur? Akımın girdiği uç? Akımın çıktığı uç?
 - b. Niçin N ve S kutupları birbirini çeker?
 - c. Niçin aynı yönlü paralel akımlar birbirlerini çekerler?
 - d. Kuvvet çizgilerinin tam ortasına yerleştirilen küçük bir demir talaşı mıknatıs tarafından çekilebilir mi?
9. Bir mıknatısın üç kutbu olabilir mi?

- Geçirgenlik, malzemenin mıknatıslanabilme kabiliyetidir. Artık manyetizma, mıknatıslama kuvveti kalktıktan sonra malzemede kalan akı yoğunluğudur. Zorlama kuvveti, mıknatıslama kuvvetine zıttır ve malzemenin mıknatıslığını gidermek için uygulanan kuvvettir.
- Manyetik bir alan, faydalı bir enerji ihtiva eder.
- Hareket eden elektronlar, mıknatıslara bir kuvvet verirler; hareket halinde olan mıknatıslar ise elektronlara bir kuvvet verirler.

Manyetik Aparatlar

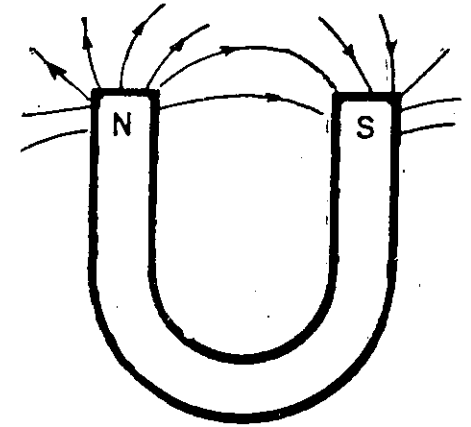


Manyetizmanın uygulama alanının listesi sayfaları dolduracak kadar çoktur. 12, 17, 18, 20, 21, 22. Bölümlere konu olan ölçü aletleri, motorlar, generatörler, manyetizmanın en önemli uygulamalarındandır. Bu bölümde ele alınan bir kaç aparat, kendi önemlerinden çok, bir çok aparatın prensibini açıklamalarından dolayı ele alınmıştır.

DAİMİ MİKNATISLAR

En çok kullanılan daimî mıknatıslar, Şekil 10-1 de de görüldüğü gibi at nalı şeklindedir. Bu şekilde kutupların birbirine yaklaştırılmalarıyla, aynı boyda düz çubuk halindeki mıknatıs alanından daha kuvvetli bir alan elde edilmektedir.

Eğer bir daimî mıknatısın uzun zaman kuvvetini devam ettirmesi istenirse :



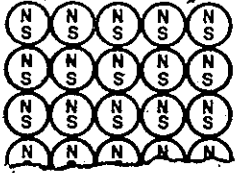
Şekil 10-1.

1. Mıknatıs, uygun şekilde sertleştirilmiş, yüksek zorlama kuvveti olan bir alaşımdan yapılmış olmalıdır. (Alnico, çeliğe tercih edilir.)
2. Fazla sıcaklıktan, mekanik darbeden, ve A.A. makinalarının manyetik alanlarının yakınında tutmadan kaçınılmalıdır.
3. Kutupları arasında bir demirin bulunması, kendi kendini de-

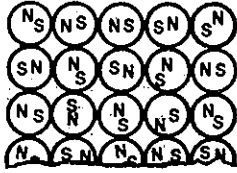
manyetize etmesini önlemesi bakımından faydalıdır. (Şekil 10-2)

Küçük bir daimî mıknatıs, Şekil 10-3 de görüldüğü gibi kutupları, bir elektromıknatısın veya kuvvetli bir daimî mıknatısın kutupları arasına konmak suretiyle yeniden mıknatıslanabilir. Bu durumda, uygulanan kuvvetli manyetik alan, derhal, mıknatısı yeni-

BİR MİKNATISIN KUTUP YÜZEYİNDEKİ AYNI KUTUPLU ATOMLARI BİR BİRİNİ İTER



HEMEN ATOMLAR DAĞILARAK BU ŞE- KİLDE DİZİLİRLER



Şekil 10-2.

rinden biridir. Şimdi yapılan elektromıknatıslarda bobin demirle çevrili olarak yapılır. Bir kutup, bobinin içindeki nüve, diğer kutup, bobini çevreleyen demir olmaktadır. Bu şekilde yapılan «dairesel at nalı» şeklindeki elektromıknatısla çok kuvvetli bir alan yaratılabilir. (Şekil 10-4)

Manyetik Ayırıcı

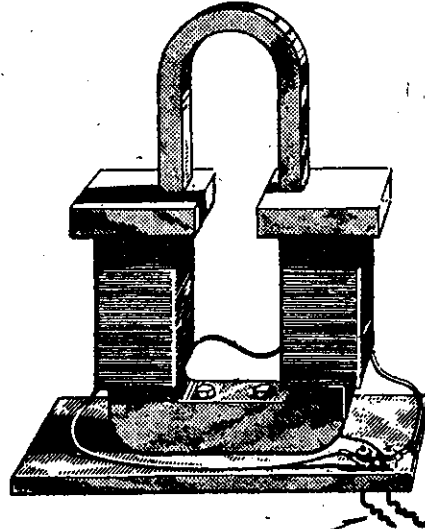
Hayvan yeminden demir ve çivi parçalarının ayrılması, seramik tozundan ve kumdan demir zerreciklerinin ayrılması, diğer metallerden demirin ayıklanması, kö-

den manyetize eder. Eğer orijinal kutupların değişmemesi istenirse mıknatısın N kutbunun, elektromıknatısın veya diğer mıknatısın S kutbuna gelecek şekilde yerleştirilmesi gerekir.

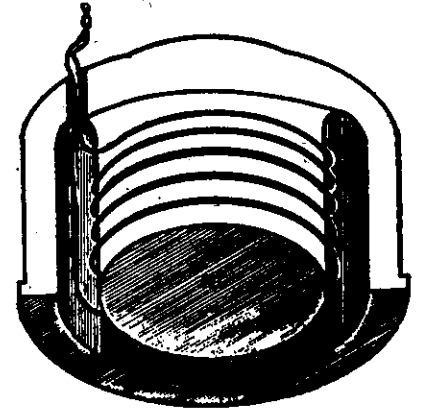
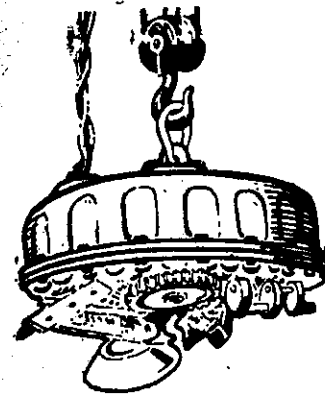
Kaldırma Mıknatısı

Kaldırma mıknatısı, elektrik akımı ile meydana getirilen manyetik alanın ilk kullanıldığı yerle-

YUMUŞAK DEMİR ÇUBUK MİKNATISLANARAK DAIMİ MİKNATISIN ATOMLARINI UYGUN DİZİLİŞTE TUTAR



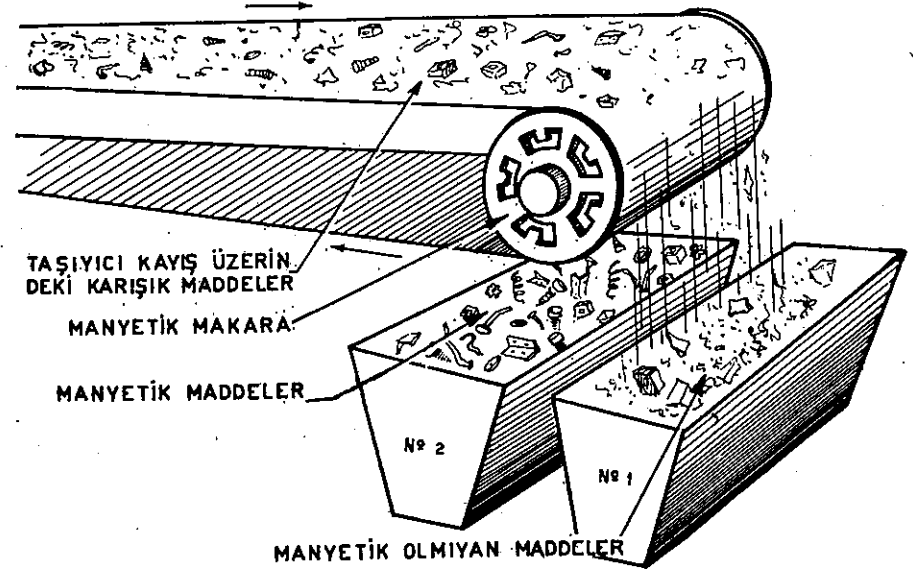
Şekil 10-3.



Şekil 10-4.

mürden demirin ayrılması, manyetik olmayan kayalardan, taşlardan demir cevherinin ayrılması v.s. manyetik ayırıcının endüstri-deki yüzlerce kullanma yerinden bazı örneklerdir. Şekil 10-5 deki

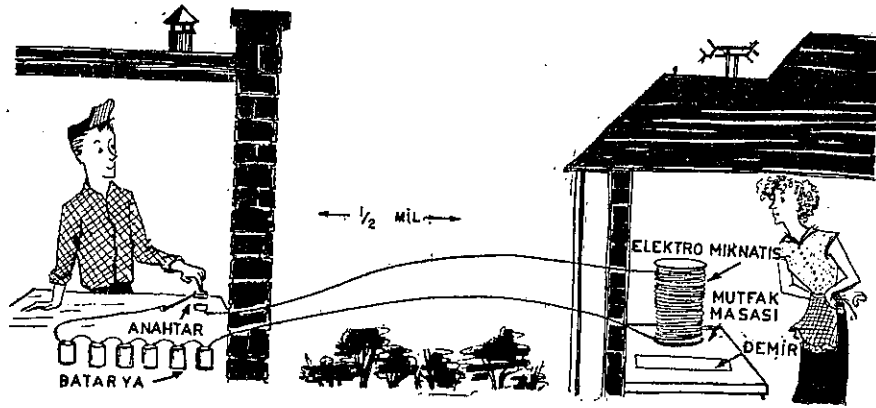
düzende, manyetik materyal, kasnak tarafından çekilmektedir. Fakat kayışın, manyetik materyali mıknatıslı kasnaktan ayırdığı yerde bu malzeme 2 nolu sandığa düşerek burada birikmektedir.



Şekil 10-5.

Uzaktan Manyetik Kumanda

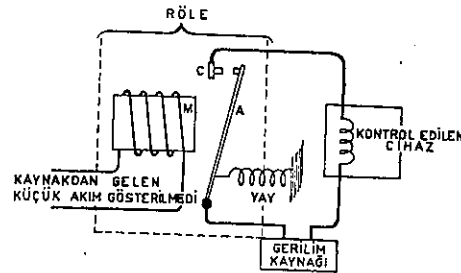
1826 da genç Joseph Henry New York'ta Albany Akademisinde fizik ve matematik öğretmeniydi. Manyetizma ile çok ilgilenirdi. O zamana kadar yapılan kaldırma mıknatısından daha kuvvetli bir mıknatıs yapmak isterdi. Sonunda, yüksek gerilimli bir batarya ile, iyi iletken olmayan bir telden yapılan çok sarımlı bir bobinden akım geçirterek, buna, bir anahtar ve batarya ile uzak mesafeden ku-



Şekil 10-6.

Elektromıknatısın çalıştırdığı anahtar : Röle

Röle, bir elektromıknatısın açıp kapattığı bir anahtardır. İlk defa Henry tarafından, ilk telgraf devreleri problemini çözmek için yapıldı. İlk kullanılışında uzun telgraf hatlarından gelen, Şekil 10-7 de soldaki zayıf akım bir ses ve-



Şekil 10-7 Röle.

manda etti. Bu manyetik siny sistemini bir dergide açıkladı. derginin bir kopyası, o zaman bir ressam olan Samuel F.B. Morse'un eline geçti. Morse, bu sistemin, Henry'nin yemeğe geleceğini hanımına bildirmesinden daha başka işlerde de kullanılabileceğini düşündü. Sonunda Morse, elektromanyetik telgrafi buldu ve patentini aldı. Kongreden projesi geçirtti ve Washington ve Baltimore arasında tel döşenmeye başlandı.

veya kaydediciyi çalıştıran büyük akımda değildi. Bu akım, elektromıknatısın karşısında bir tarafından pimli A paletini çekmek için kullanılırdı. A paletini M elektromıknatısı tarafından çekilmesiyle A ve C sabit kontağı birine temas eder ve sağdaki devre kapanır. Bu devrenin gerilim kaynağı, bu devreden büyük akım geçirterek yakındaki kumanda aparatını çalıştırır. İlk kullanılan telgraf devrelerinde kumanda aparatı bir kaydetme sistemi idi. Bu aparat uzak mesafelerden gönderilen akımdan daha büyük bir akımla çalıştırılırdı.

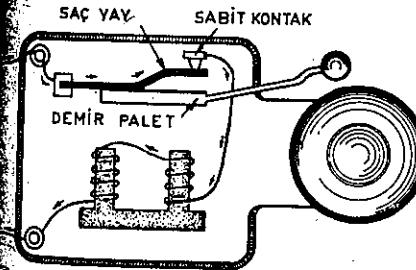
Röleler, şimdi, yüzlerce kumanda aparatında kullanılmaktadır. «Küçük akım» çoğunlukla bir radyo lambası devresi akımıdır. Bu akım, bir sıcaklık değişmesiyle, bir ışık şiddeti, bir ses değişmesiyle veya bir makina parçasının yer değiştirmesiyle elde edilebilir. «Gerilim kaynağı» bir şebeke, «Kumanda edilecek aparat» da bir motor, bir ışık devresi veya akla gelebilecek her hangi bir devre

olabilir. Röle aynı zamanda uzaktan kumanda edilecek bir devre anahtarı olarak da kullanılabilir; veya yerin uygun olmayışı, sıcaklık, radyasyon veya yüksek gerilim tehlikesi dolayısıyla aparattan uzağa konmuş bir anahtar olarak da kullanılır.

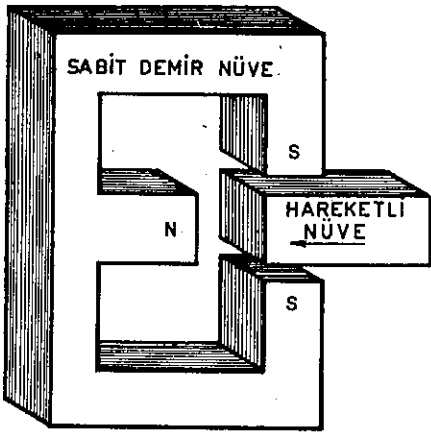
Şekil 10-7 deki devreye dikkat edilirse, elektromıknatıs akımının, kumanda devresinden geçmediği görülür. Elektromıknatıs, sadece, kumanda devresindeki bir anahtarı kapatır. Eğer şekildeki C sabit kontağı, A hareketli kontağının sağına yerleştirilseydi, mıknatısın, hareketli kontak A'yı çekmesiyle kapalı olan kumanda devresi açılacaktı. Çoğu zaman, rölelerde hareketli kontağın her iki tarafında da sabit kontaklar bulunur. Rölenin çalışmasıyla (paleti çekmesiyle) bir kaç kontak açılır ve birkaç kontak kapanır.

Manyetik vibratör — Elektrik zili veya vızaltı

Şekil 10-8 de görüldüğü gibi, düz şerit halinde bir yaya demir palet tutturulmuş ve yay sol baştan bir yere tesbit edilmiştir. Serbest halde yayın boş ucu, üstteki sabit kontağa temas halindedir. Bir anahtarla (butonla), bu tertibat bir bataryaya bağlanacak olursa, şekilde okla gösterilen akım devreden geçer ve at nalı şeklindeki elektromıknatıs mıknatıslanarak karşısındaki paleti



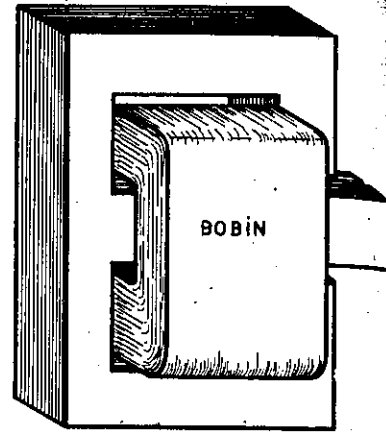
Şekil 10-8. Elektrik Zili.



BOBİNSİZ NÜVE
(KUTUPLAR BOBİNDEN AKIM GEÇTİĞİ
ZAMAN MEYDANA GELİR)

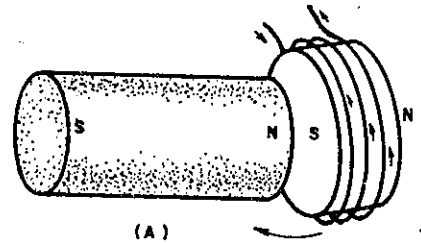
çeker. Paletin çekilmesiyle yayın serbest ucu sabit kontakten ayrılır ve akım devresi açılır, elektromıknatısın akımı kesilir ve mıknatıslığını kaybeder. Palet böylece yayın etkisiyle normal durumuna döner. Yayın ucu tekrar sabit kontakta temas eder, devre tekrar kapanır ve paletin mıknatıs tarafından çekilip bırakılması böylece devam eder. Palete bağlı tokmağın vurduğu çanın alınmasıyla elektrik zili elektrikli vızıltı haline gelmiş olur.

Bu tertip, bir titreşim hareketi meydana getirmede veya bir devreyi çok çabuk olarak açıp kapatmada kullanılabilir. Endüksiyon bobini denilen yüksek gerilim meydana getirme aparatında (Bunu da Joseph Henry keşfetmiştir) doğru akım devresinin süratle aç-

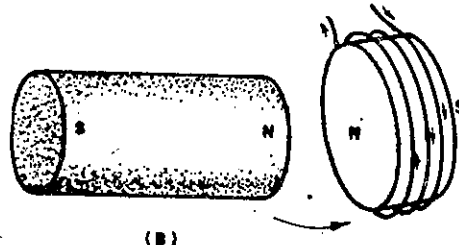


BOBİNLİ NÜVE
Şekil 10-9. Solenoid ve hareketli nüve.

lip kapatılması gerekmektedir. Bu iş, devreye bir vızıltı konmasıyla temin edilir. Otomobil ateşleme bobini, endüksiyon bobini ve vızıltıya bir örnek teşkil eder.

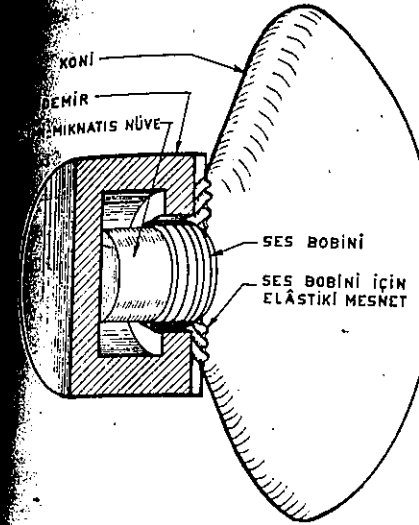


(A)



(B)

Şekil 10-10.



Şekil 10-11.

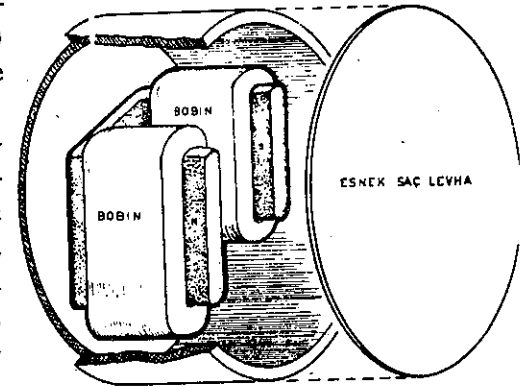
Solenoid ve Dalıcı Mıknatıs

Bu düzen daha önce anlatılan palet tipi elektromıknatıs prensibinden farklı değildir. Daha çok, büyük bir hareket, daha uzun mesafeli hareket gereken yerlerde kullanılır. Demir çekirdeğin mıknatıslanmasıyla dalıcı parça, bobinin içerisine girer. (Şekil: 10-9) Bu tip elektromıknatıs o şekilde yerleştirilir ki, hareketli (dalıcı) demir parça kendi ağırlığıyla bobinin dışında kalır veya mıknatıslama kuvveti kalkınca bir yay'la dışarıda tutulur. Solenoidler, anahtarları çalıştırmada, valflerin (vanaların) açılıp kapanmasında, manyetik frenlerin çalıştırılmasında, devre kaçaklarında ve buna benzer yerlerde kullanılır.

Manyetik Olarak Ses Meydana Getirme

Mekanik vibrasyon, ses meydana getirir. Saniyede 20-18.000 titreşim insan kulağı tarafından duyulabilir. Titreşim frekansı yükseldikçe, sesin tizliği artar. İlerigeri hareketin büyüklüğü, sesin şiddetini artırır.

Şekil 10-10 da görüldüğü gibi bir kâğıt boru üzerine tel sarılmış bir bobin, bir daimi mıknatısın önüne serbestçe hareket edecek şekilde asılırsa ve bobinin içinden bir alternatif akım geçirilirse, bobin, içerisinden geçen alternatif akımın frekansına uygun olarak daimi mıknatıs tarafından Şekil (A) da görüldüğü gibi çekilip, Şekil (B) de görüldüğü gibi itilerek titreşim yapar.



Şekil 10-12.

Radyo hoparlörlerinin çoğu, Şekil 10-11 de gösterilene benzer şekilde yapılır. Hareketli bobinin, içinde hareket ettiği manyetik alanın homogen olması için daimi mıknatısın bir kutbu bobinin hemen içinde, diğer kutup ise bobinin etrafını çevrelemektedir. Hareketli bobin, kâğıttan yapılmış bir mambrene tutturulmuştur. Bir yükselteçten gelen alternatif akım, hareketli bobine «ses bobini» ne uygulanınca, bobinin kâğıt mambreni hareket ettirmesiyle ses meydana gelir.

Alnico mıknatısları keşfedilmeden önce, bir çok hoparlörlerde hareketli bobinin içinde bulunduğu alan, bir D.A. elektromıknatısı yardımıyla elde edilirdi.

Şekil 10-12 de gösterilen kulaklıklarda, U şeklinde bir daimi mıknatısın kutuplarına çok ince tel-den çok fazla sayıda sarımlı birer bobin yerleştirilmiştir. Kulaklıklar, hoparlörlere nazaran çok küçük akımlarla çalışmaları istendiğinden bobinleri çok fazla sarımlı yapılır. Bobinlerden geçen alternatif akım, U şeklindeki daimi mıknatısı kuvvetlendirir ve zayıflatır. Bu, mıknatısın ucuna konan ve kenarlarından tutturulan demir diskin (diyaframın) az veya çok çekilmesini gerektirir. Diyaframın, bobin içinden geçen akıma uygun olarak az veya çok çekilmesiyle ses meydana gelir.

Bütün Mıknatıslarda Ortak olan Prensipler

Genel bir kanun, elektrik ve mekanik işlemlere ve hatta insan hayatına uygulanabilir: Başarı kuvvetle doğru orantılı, engellenen kuvvetle ters orantılıdır. Bu genel kanun, Ohm Kanunu bir örnektir.

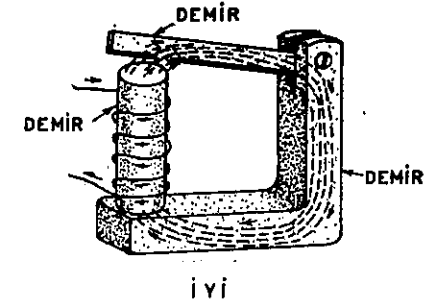
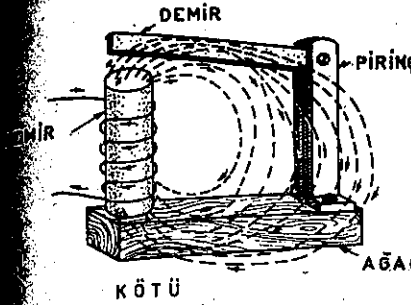
$$I = \frac{E}{R}$$

meydana gelen akım, Elektromotor kuvvetle doğru orantılı ve Dirençle ters orantılıdır. Manyetik alan meydana getirmede, başarı manyetik kuvvet hatlarının veya manyetik akının meydana getirilmesidir. Uygulanan kuvvet, mıknatıslama bobininin amper-sarımı veya daha doğru olarak, manyetomotor kuvvet, cm başına amper-sarımdır. Manyetizmaya karşı gösterilen zorluk ise relüktanstır. Hava, yüksek relüktanslı bir materiyaldir. Demir, düşük relüktanslı bir materiyaldir. Diğer bir deyişle, hava manyetik olmayan bir materiyal, demir ise kolayca mıknatıslanan bir materiyaldir. Relüktivite, manyetik geçirgenliğin tersidir.

$$\text{Manyetomotor kuvvet}$$

$$\text{Manyetik akı} = \frac{\text{Manyetomotor kuvvet}}{\text{Relüktans}}$$

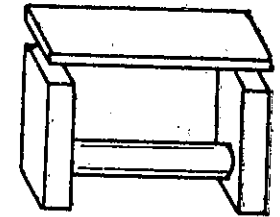
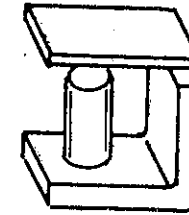
bağıntısının, Ohm Kanununun;



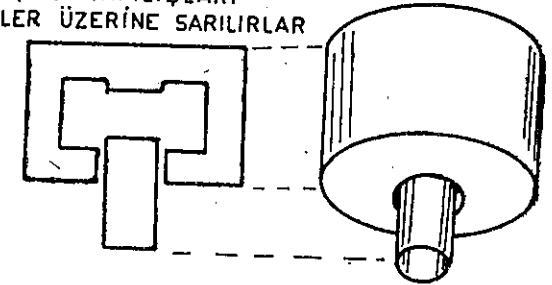
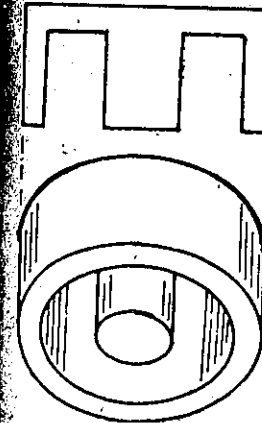
Şekil 10-13.

$$\text{Akım} = \frac{\text{Elektromotor kuvvet}}{\text{Direnç}}$$

bağıntısına benzemesi, kuvvet çizgilerinin hareketli olmamasına rağmen, bir manyetik cihazda kuvvet çizgileri yoluna «Manyetik



ELEKTROMİKNATISLARIN ÇEŞİTLİ YAPILIŞLARI
BOBİNLER SİLİNDİRİK NÜVELER ÜZERİNE SARILIRLAR



NÜVESİ YUKARIYA DOĞRU KALKAN TİP

SOLENOİT VE HAREKETLİ NÜVE
BOBİN DEMİRLE CEVRİLİDİR

Şekil 10-14.

Devre» denmesine yol açmıştır. Bütün manyetik cihazlarda bir manyetik devre mevcuttur. Kuvvet çizgilerinin yolu her hangi bir noktadan başlayarak izlendiğinde, demir içinden ve havadan geçerek tekrar başlangıç noktasına gelir.

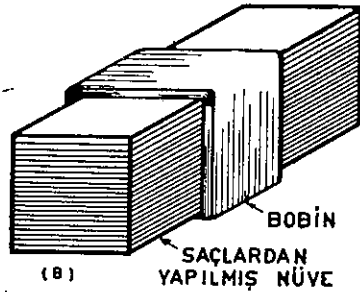
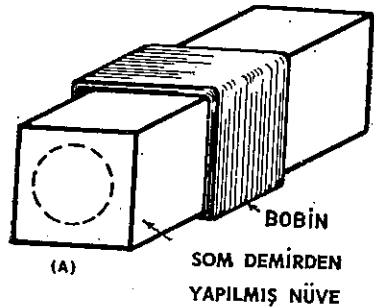
Demirin mıknatıslanmasının kolaylığı, fakat havada kuvvet çizgilerinin meydana getirilmesinin zorluğu dolayısıyla bütün manyetik aparatlarda, kuvvet çizgilerinin dolaştığı devrede hava veya manyetik olmayan materyaller kısmının mümkün olduğu kadar kısa olmasına dikkat edilir.

Şekil 10-13 deki resimlerde bir elektromıknatısın çektiği, bir taraftan pimli demir parçasının iki türlü düzenlenmesi görülmektedir. Eğer her iki bobinin de amper sarımı aynı ise birinci manyetik devrenin relüktansının ikinciden çok fazla oluşu dolayısıyla, birincideki çekme kuvveti ikincinin çekme kuvvetinden çok küçüktür. Veya her iki devrede de

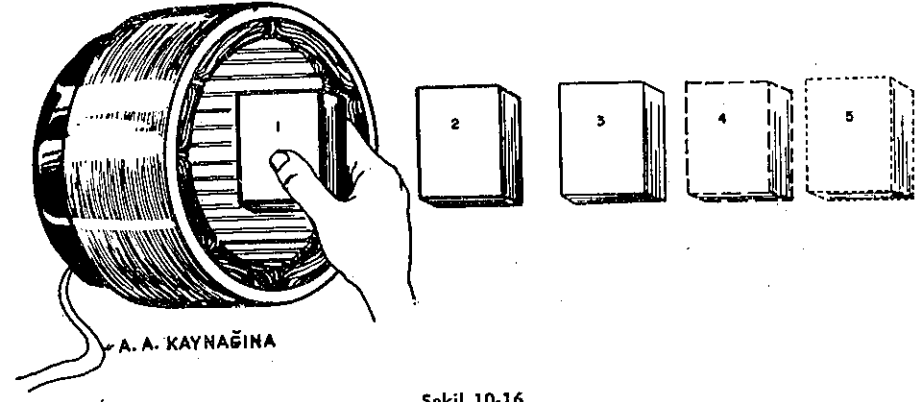
aynı manyetik akının bulunması istenirse birinci bobinin amper sarımının çok artırılması gerekir.

Bir çok D.A. elektromıknatıslarında kısımlar som demir çubuklardan yapılır. D.A. vibratör mıknatıslarında, motor ve generatörlerde ve A.A. cihazlarında manyetik kısımlar ince demir saç paketlerinden yapılırlar. Son söylenenlerde manyetik alan hareket halindedir, devrenin açılıp kapanması veya akımın yön değiştirilmesiyle kuvvet çizgileri etrafa darbe tesiri yapmaktadırlar.

Ne zaman kuvvet çizgileri bir metal parçasını süpürüp geçerse (metal kuvvet çizgileri tarafından kesilirse), metalde bir akım meydana gelir. Şekil 10-15 (A) da, akımın azalıp çoğalması veya yön değiştirmesi anında elektromıknatısın çekirdeğinde meydana gelen akımın yönü kesik çizgilerle gösterilmiştir. Bu akıma «fuko akımı» denir ve bobin devresinden aldığı enerjiyle demir çekirdeği



Şekil 10-15.



Şekil 10-16.

ısıttığı için istenmeyen bir akımdır.

Şekil 10-15 (B) de demir çekirdek ince demir saç paketlerinden yapılmıştır. Saçlar arasındaki kötü elektrik teması dolayısıyla bu çekirdekle dolaşan akımın değeri küçüktür. Saçların verniklenmesi veya demirin oksitlenmesiyle bu temas daha da azaltılabilir.

«Fuko akımlarının» meydana gelmesinin önlenmesiyle, ısı meydana gelmesi ve enerji kaybı önlenabilir. Demirin çok az miktarda silis ihtiva etmesiyle demirin geçirgenliği artar (ki bu çok iyidir) ve elektrik direnci çoğalır (bu da çok faydalıdır). Demir çekirdeğin yüksek elektrik direncine sahip olması, çekirdek içinde istenmeyen fuko akımlarının azalmasına sebep olur.

Mıknatıslığın Giderilmesi

Bir çelik parçasının manyetik kutuplarının yok edilmesi, çeliğin

atomlarının sırasının tamamıyla bozulmasıyla mümkündür. Kapakları çıkarılmış bir motorun statörü, akım sınırlayan bir dirençle A.A. güç kaynağına bağlandığında, küçük parçalar için uygun bir mıknatıs giderici olarak kullanılır.

Şekil 10-16 (1) nolu durumdaki çelik parçasının üst ucu akımın frekansına bağlı olarak saniyede 50 defa N ve S kutbu olarak mıknatıslanacaktır.

Statordan biraz geri çekilerek (2) durumuna alındığında yine saniyede 50 defa N ve S şeklinde mıknatıslanacaktır. Fakat bu defaki mıknatıslanma (1) durumundaki kadar kuvvetli olmayacaktır.

(3) üçüncü durumda aynı olay daha zayıf olarak tekrarlanacaktır.

(4) durumunda üst uç sıra ile çok zayıf olarak N ve S kutbu haline gelecektir.

(5) durumunda bobinin mıknatıslanması o kadar belirsiz olacaktır ki, atomların sıralanmaları çok gelişigüzel durumda kalacaktır.

Saatlerin çelik pandül yayları, bir mıknatısa veya bir D.A. bobinine yaklaştırıldığı için mıknatıslanmışsa, yayın sarımlarının birbirini çekmesi sonucu saat düzgün çalışmaz. Yukarıda anlatılan metotla saatin bir kaç saniye içerisinde mıknatıslığı alınabilir. Ekseri iyi saatlerde manyetik olmayan yaylar kullanılır. Bu saatleri kullananların saatin mıknatıslanmasından yana bir endişeleri olmaz.

Çelik plakaların ark kaynağıyla kaynak yapılmalarından önce mıknatıslıkları alınır. Mıknatıslı levhaların kaynağı sırasında ark akımı kenara doğru itilir ve düzgün bir kaynak yapımını ve arkin devamını zorlaştırır. Büyük çelik plakaların kaynaktan önce mıknatıslığının alınması için, plakalar A.A. uygulanan büyük bobinlerin içinden geçirilir.

Mıknatıs Bobini Formülünün Çıkarılması

Bölüm 7 de $R = \frac{l}{K.S}$ formülü çıkarılmıştı. Bu formülde R,

telin om cinsinden direnci, l, metre cinsinden telin uzunluğu; S, te-

lin mm² cinsinden kesiti ve K telin iletkenliğidir. Bu formülü l yi cm cinsinden kullanırsak bakırın iletkenliğini formülde yerine koyarsak bu formül bakır teller için :

$$R = \frac{l}{56 \times 100 \times S} = \frac{l}{5600 S}$$

şekline girer.

Om Kanununda $E = IR$, R yerine biraz önce çıkarılan R =

$$\frac{l}{5600 S}$$

formülünü kullanırsak formül

$$E = I \frac{l}{5600 S} \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan } 5600 E.S = I . l ,$$

$$S = \frac{I . l}{5600 E} \text{ bulunur.}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 d^2 \text{ formülü}$$

nü yerine koyarsak kesit yerine tel çapını bulabiliriz.

$$0,785 d^2 = \frac{I . l}{5600 E} \text{ buradan:}$$

$$d = \sqrt{\frac{I . l}{5600 \times 0,785 E}} \text{ veya, } d = \sqrt{\frac{I . l}{4400 E}} \text{ bulunur.}$$

Bu formülde d, mm olarak telin çapıdır. l, cm cinsinden bobin telinin toplam uzunluğudur. Bu uzunluk aynı zamanda bir sarımın cm olarak uzunluğu ile N sarım sayısı çarpımına eşittir. Yalnız çekirdeğe yakın katlardaki sarımın uzunluğu ile üst katlardaki sarımların uzunlukları aynı olmayacağı için burada bir sarımın cm olarak uzunluğu için ortalama uzunluğu almak gerekir. Bunu l_{or} ile gösterirsek, aynı formül aşağıdaki gibi de yazılabilir :

$$d = \sqrt{\frac{I \times N \times l_{or}}{4400 E}} \quad N \times l_{or} = l, \text{ toplam tel uzunluğu.}$$

Bu formülde d, bobinde kullanılacak telin çapı mm olarak; I

$$\text{mm olarak tel çapı} = \sqrt{\frac{\text{Amper sarım} \times \text{bir sarımın cm olarak ortalama boyu}}{4400 \times \text{Volt cinsinden bobine uygulanan gerilim}}}$$

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Daimî bir mıknatısın kuvvetini devam ettirmesi aşağıda verilenlere bağlıdır :
 - (1) Alaşımın cinsine
 - (2) A.A. manyetik alanı, fazla sıcaklık ve darbe tesirinden uzak tutulmasına

bobinden geçen akım; N, bobinin sarım sayısı; l_{or} , bir sarımın cm olarak ortalama boyu; E, bobine uygulanacak gerilimdir.

4400 bakır tel için bir katsayıdır. Diğer cins tellere göre aynı formülü çıkarmak için bakır için kullandığımız 56 yerine, o cins telin iletkenliği konulmalıdır. Çeşitli cins tellerin iletkenlikleri kitabın sonundaki öz direnç cetve-

$$\text{linden } K = \frac{1}{\delta} \text{ olduğuna göre ko-}$$

layca bulunabilir.

Bu formül bir mıknatıs bobinin hesaplanmasında kullanılabilir ve kelimelerle aşağıdaki şekilde ifade edilir :

$$\text{Amper sarım} \times \text{bir sarımın cm olarak ortalama boyu} \\ 4400 \times \text{Volt cinsinden bobine uygulanan gerilim}$$

(3) Kutupları arasının demir parça ile kapatılmasına.

- Daimî bir mıknatısın mıknatıslığı kolayca giderilebilir.
- Bir bobinin manyetik kuvveti, manyetik devrenin cm başına amper-sarım sayısıdır. Amper

- sarım, büyük bir akım ve birkaç sarımla meydana getirilebildiği gibi, küçük akım ve çok sarımla da meydana getirilebilir.

- Röle, bir elektromıknatısın çalıştırdığı ve küçük bir akımla, büyük bir akım devresini açıp kapatan bir anahtardır.
- Bir zil veya vibratörde D.A. devresi kendi kendine açılıp kapanmaktadır.
- Bir hoparlör veya kulaklıkta,

Kuvvet çizgilerinin toplam sayısı

- Çekirdek olarak saç paketlerinin kullanılması, fuko akımının sebep olduğu enerji kayazaltır.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Daimi mıknatıslar için alternatif akımın iyi olmamasına rağmen niçin kulaklık ve hoparlörlerin mıknatısları A.A. alanıyla azaltılıp çoğaltılır?
2. Diyagramlarda oklar sık sık bir mıknatısın N kutbundan S kutbuna doğru çizilir. N kutbundan S kutbuna doğru giden nedir?
3. Solenoid nedir?
4. Fuko akımları nedir?
5. Şekil 10-16 da olduğu gibi bir bobinin içerisine bir çelik parçası yerleştirilse ve bobine bir müddet için akım (A.A.) verilip sonra anahtar açılrsa, bu şekilde çeliğin mıknatıslığı giderilebilir mi?
6. Manyetik devre nedir?
7. «Relüktans» kelimesinden ne anlıyorsunuz?
8. «Mıknatıslama kuvveti» (m.m.k.) ne demektir?
9. Bir bobin 160 sarımlıdır ve içinden 3 amper geçmektedir. Kuvvet çizgilerinin 20 santimetre olan yolunun 15 cm si demir ve 5 cm si havadır. Manyeto motor kuvvet (mıknatıslama kuvveti) ne kadardır?
10. Soru 9 daki manyetik devreye 2,5 cm uzunluğunda bir demir parçası eklenerek, hava aralığı 2,5 cm ye düşürüldüğüne (17,5 cm si demir) göre mıknatıslama kuvvetinde bir değişiklik olur mu? Manyetik akıda bir değişiklik olur mu?

ses, bir alternatif akım manyetik alanının değiştirilmesiyle titreşen mekanik parçalar tarafından meydana getirilmektedir.

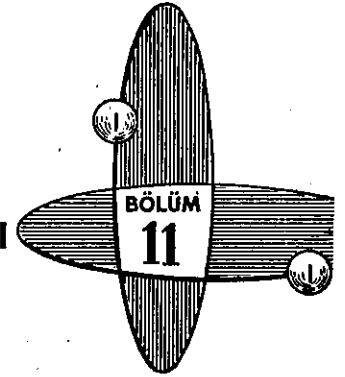
- Bir mıknatısın kuvvet çizgilerinin dolaştığı, mıknatısın kenarları, hava ve mıknatısın çektiği demir parçanın tamamına «manyetik devre» denir.
- Bir materyalin, mıknatıslanmaya karşı direnmesine «relüktans» denir.

cm başına amper-sarım cinsinden mıknatıslama kuvveti

Manyetik devrenin relüktansı

Silisli çelik, daha iyi geçirgenliği ve daha az fuko kaybı dolayısıyla adi çeliğe tercih edilmektedir.

Mıknatıs Bobininin Hesaplanması



Bir elektromıknatısın yapımına, normal olarak, yapılacak cihazın şekil ve ölçüleri ile çalışma geriliminin (tercihan D.A) kaç volt olması gerektiğinin bilinmesi ile başlanır.

Bu bilgilerin elde edilmesinden sonra hesaplama, aşağıdaki sıra ile yapılır :

- Kg. olarak çekme kuvvetinden, manyetik akı yoğunluğunun bulunması,
- Malzemenin düzenlenmesi ve ölçülerinin tasarlanması,

- Gerekli amper-sarımın hesaplanması,
- Meydana gelecek sıcaklığın ve tel ölçülerinin hesaplanması, Örnek bir probleme geçmeden önce, yukarıdaki 4 maddenin kısaca açıklamasını yapalım :

1. Manyetik akı yoğunluğunun hesaplanması

«Alan şiddeti» ve «birim manyetik kutup» temel tariflerinden ispatlanabileceği gibi çekme kuvveti aşağıdaki formülden bulunabilir,

$$\text{Çekme kuvveti (Kg.)} = \frac{B^2 \times S}{8 \pi \times 981,000} = \frac{B^2 \times S}{24,64 \times 10^6}$$

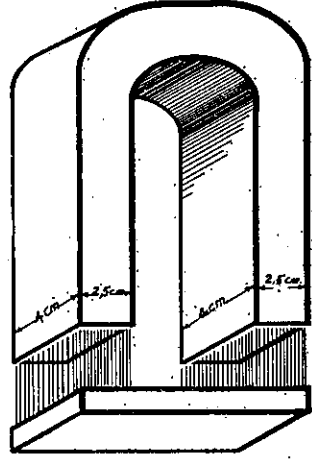
«B», cm² deki kuvvet çizgisi sayısı, (Gaus),

«S», çekmenin meydana geldiği alan, genel olarak mıknatıs kutuplarının alanı cm² olarak. (Şekil : 11-1)

Bu formülle, cihazda, belli bir çekme kuvveti için mıknatısın ne

kadar akı yoğunluğuna (B), sahip olması gerektiği bulunabilir. Eğer Şekil : 11-1 deki mıknatısın çekme kuvveti 3 Kg. ise,

$$3 = \frac{B^2 \times 20}{24,64 \times 10^6} \text{ Kg.}$$



Şekil 11-1.

$$B^2 \times 20 = 3 \times 26,64 \times 10^6$$

$$B^2 = \frac{3 \times 26,64 \times 10^6}{20}$$

$$B^2 \sim 4 \times 10^6$$

$B = 2000$, cm^2 başına kuvvet çizgisi bulunur.

2. Malzemenin düzenlenmesi ve ölçülerinin tasarlanması

Bölüm 10 da işaret edildiği gibi, manyetik yolun, kuvvet çizgilerinin geçişini kolaylaştırmak için mümkün olduğu kadar demirden yapılması gerekir. Kuvvet çizgilerinin geçtiği manyetik olmayan malzemeden yapılan geçitin mümkün olduğu kadar kısa olması gerekmektedir.

1 cm^2 de 375 kuvvet çizgisi yaratmak için 1 cm başına, $\frac{375}{1,25}$

3. Gerekli Amper-Sarımın Hesaplanması

Amper-sarımın hesaplanması kademe halinde yapılır :

- Elektromanyetin demiri için de gerekli akı yoğunluğun meydana getirecek amper-sarımın bulunması.
- Kuvvet çizgilerinin geçeceği hava aralığında gerekli akı yoğunluğunu meydana getirecek amper-sarımın bulunması.

Elektromanyet (elektromıknatıs) için ne kadar amper-sarım gerektiğinin bulunması için yukarıda bulunacak sayıların toplanması gerekir.

Demirin mıknatıslanması için gerekli amper-sarım manyetik malzemelerin manyetik özelliklerini gösteren çizelgeler (grafikler) yardımıyla bulunabilir. (Şekil 11-3 ü görünüz.)

Havadaki manyetik alanı meydana getirmek için gerekli amper-sarım, Bölüm 9 da çıkarılan, havadaki akı yoğunluğu 1 cm de 1 amper sarımın 1,25 katı formülünden bulunabilir.

$$\left(\text{Akı yoğunluğu} = \frac{1,25 N \times I}{1} \right)$$

375

1,25

= 300 amper-sarım gereklidir. 1 cm^2 ye 1 kuvvet çizgisi için ise

$$\frac{300}{375} = 0,8$$

1 cm başına amper-sarım gereklidir.

Akı yoğunluğu (cm^2 başına kuvvet çizgisi) ve kuvvet çizgilerinin geçeceği uzunluk bilinince, aşağıdaki formülle amper-sarım bulunabilir :

Amper-Sarım = Akı yoğunluğu $\times 0,8 \times \text{cm}$ olarak hava aralığı boyu.

4. Tel Ölçüsünün Hesaplanması

Tel çapı mm olarak, bundan önceki bölümde bulunan aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$d = \sqrt{\frac{I \times N \times l_{or}}{4400 \times E}}$$

Yukarıdaki formülün incelenmesinden, tel çapının önemi kolayca anlaşılabilir. Bobin çapı ve bobin gerilimi değişmezse, amper-sarım, sadece tel çapına bağlıdır. Pratikte boyutlar genellikle sınırlıdır ve yalnız bir gerilim kullanılır. Böylece amper-sarım mıknatıs lama kuvveti yalnız tel ölçüsünün seçimi ile kontrol edilir.

Aynı sonuç, Ohm Kanunu ve biraz aritmetik kullanarak da görülebilir :

112 m, 0,8 çapında bakır telle sarılmış ortalama sarım boyu 22,4 cm olan (orta kattaki sarımın çevresi 22,4 cm dir.) 500 sarımlı

$$\text{bir bobin düşünelim. } R = \frac{\delta \times l}{S}$$

$$\text{veya } R = \frac{l}{K \times S} \text{ formüllerin-}$$

den bulunan bu bobinin direnci 4 Ω dur. ($S = 0,5 \text{ mm}^2$ $K = 56$). 12 Voltluk bir bataryadan 4 omluk bu bobin 3 Amper akım çeker. Böylece bu bobinin amper-sarımı $3 \times 500 = 1500$ bulunur.

Şimdi de bobinin sarım sayısını iki katına çıkarmak için $2 \times 112 \text{ m} = 224$ metre 0,8 lik tel kullanalım. Bu mıknatıs daha kuvvetli olacak mıdır ? 1000 sarımlı bu bobinin direnci 2 katı artarak 8 cm olacaktır. 12 Voltluk bataryadan 1,5 Amper akım çekecek ve amper sarımı $1,5 \times 1000 = 1500$ aynı kalacaktır. Sarım sayısını iki katı arttırma bobinin kuvvetini değiştirmedir. Aynı telden sarılan bobinin sarım sayısı artınca direnci de artmakta, çektiği akım azalmakta, sonuç olarak amper-sarım artmamaktadır.

Bobinin (elektromanyetin) gerilim ve ölçüsünü değiştirmeden, kuvvetini arttırmak için, daha az sarım dahi kullanılsa, telin kesitini arttırmak gereklidir.

Yukarıda yaptığımız karşılaştırmaya devam edelim: Şimdi bobini $d = 1,6$ mm çapında bakır telden 112 m saralım. Bu yine 500 sarım yapacaktır. 1,6 mm çapında telin kesiti 0,8 mm çapındaki telin kesitinin 4 katıdır. Boy aynı olduğuna göre bobinin direnci dörtte birine yani 1 oma düşecektir. Bir omluk bu bobin 12 Voltluk bataryadan 12 Amper akım çekecek ve amper sarımı $12 \times 500 = 6000$ olacaktır. Eğer 1,6 mm çapındaki telden 224 m kullansaydık sarım sayısı 1000 ve bobin direnci 2 om, bobinden geçecek akım ise $12/2 = 6$ Amper olacaktı. Bu defa yine bobinin amper - sarımı $6 \times 1000 = 6000$ bulunurdu.

Bu örnekleri aşağıdaki tablo halinde göstermek, karşılaştırmayı daha kolay olarak yapmamızı sağlayacaktır.

Tel çapı d mm	Kesit S mm ²	Uzunluk l m	Direnç R om	Sarım Sayısı N	Akım I amper	Amper-Sarım NI
0,8	0,5	112	4	500	3	1500
0,8	0,5	8	8	1000	1,5	1500
1,6	2	114	1	500	12	6000
1,6	2	224	2	1000	6	6000

Cetvelin incelenmesinden kolayca görüleceği gibi bobinin boyutlarını ve gerilimini değiştirmeksizin 4 katı amper-sarım elde etmek için bobin tel kesitini 4 katına çıkarmak gerekecektir.

MEYDANA GELECEK ISI

Yukarıdaki cetvelde verilen gerler, bobinin 12 Voltluk bataryaya bağlandığı düşünülerek hesaplanmıştır. Her bobinde meydana gelecek ısı miktarı, $Vat = V \times I$ formülünden hesaplanabilir.

Birinci bobinde kullanılan gümüş 36 Vat, ikincide 18 Vat, üçüncüde 144 Vat ve dördüncü bobinde 72 Vattır. Çekeceği güçten çok tellerin anormal ısınması ve yalıtım kanlığın bozulması bakımından üçüncü bobinin kullanılması pek arzu edilmez.

Bir bobinde müsaade edilebilecek bir ısınma hızı (Vat) bir çok faktörlere bağlıdır:

1. Bobinin çalışma zamanı. Büyük yük güçlü olanlar kısa çalış-

ma süreli, uzun soğuma zamanlı yerlerde kullanılabilir.

2. Isının radyasyon, konveksiyon ve iletim yoluyla dağılması. İyi havalandırılan ve bir çok demir ve diğer ısıyı

iletken metaller yanında bulunan bir bobinde ısı, metal olmayan malzemelerle çevrili bobinden daha kolaylıkla kaybolabilir, dağılabilir.

3. Bobinde kullanılan tel yalıtımının cinsi, bobinin maksimum kaç dereceye kadar kullanılabilirliğini tayin eder.
4. Bobinin kendisinin ısı yalıtım özellikleri. Pamuk izoleli telle sarılmış çok katlı bir bobinin iç kısmında toplanan ısı, bobinin dışından hiç farkedilmeden bobini hasara uğratabilir.

Hesaplamalarımızda, küçük bir elektromıknatıs bobininin fazla ısınmadan dolayı hasara uğramadan, devamlı çalışmada 6 cm² dış yüzeyi başına bir Vat yokedebileceği kabul edilecektir. Yukarıdaki bütün faktörleri göz önüne getirince hakiki bir bobin için yukarıda kabul edilen değer, biraz az veya biraz fazla olabilecektir.

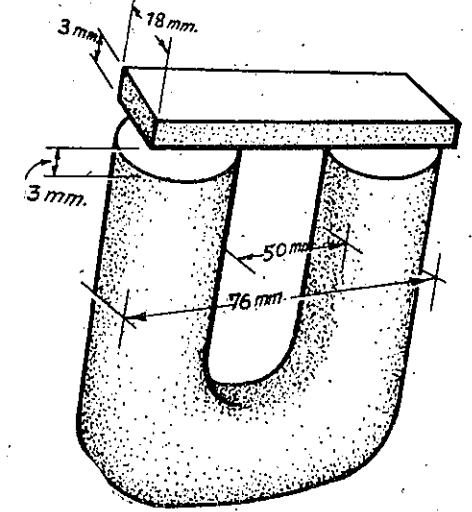
Bir Mıknatıs Sargısının Örnek Hesabı

225 mm uzunluğunda, 13 mm çapında bir demir çubuğun Şekil

Çekme Kuvveti (Kg.) =

Çekme kuvveti, 0,230 Kg; S, her iki kutup yüzeyinin toplamıdır. Her kutup yüzeyi 1,3 cm çapın-

11-2 de görüldüğü ve ölçüleri verildiği gibi U şeklinde büküldüğünü düşünelim. Bu şekilde hazırlanan mıknatısın şekilde görülen 3 mm $\times$ 76 mm ölçüsündeki demir



Şekil 11-2.

lamayı kutuplardan 3 mm mesafeden 230 gramlık bir kuvvetle çekmesi istenmektedir. Mıknatıs bobini 12 Volt D.A ile çalışacaktır.

1. Gerekli akı yoğunluğunu bulmak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\frac{B^2 \times S}{8 \pi \times 981,000} = \frac{B^2 \times S}{24,64 \times 10^6}$$

da olduğuna göre; bir kutup yüzeyi:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 \times (1,3)^2 = 1,325 \text{ cm}^2,$$

Toplam yüzey $2 \times 1,325 = 2,65$

cm² olur.

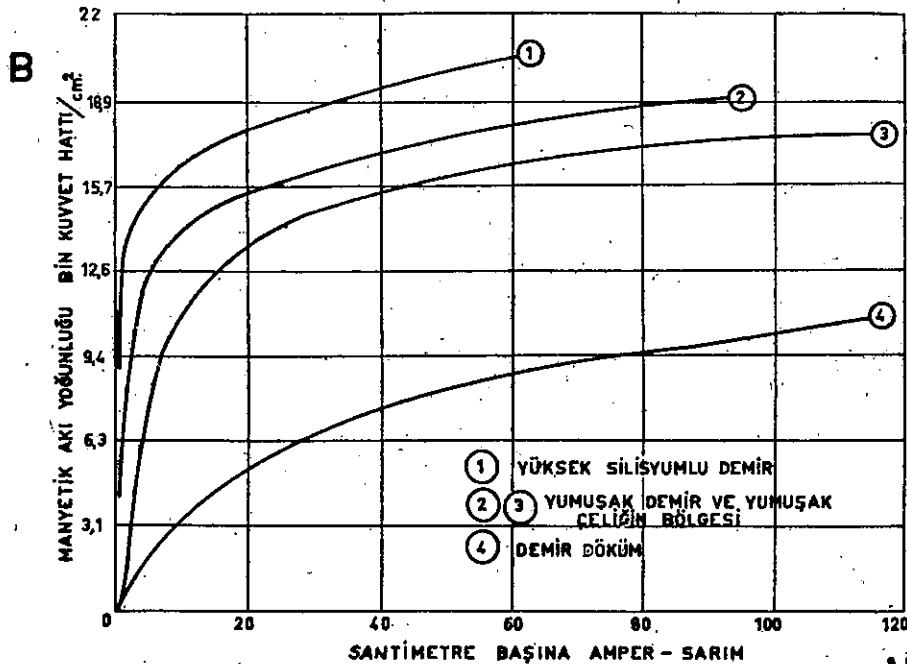
$$0,230 = \frac{B^2 \times 2,65}{24,64 \times 10^6} \text{ buradan}$$

$$B^2 = \frac{0,230 \times 24,64 \times 10^6}{2,65} = 2,14 \times 10^6, B = \sqrt{2,14 \times 10^6}$$

$B = 1460$ kuvvet çizgisi / cm² bulunur.

2. Havada ve demirde santimetre kare başına 1460 kuvvet çizgisi meydana getirmek için gerekli amper-sarımın bulunması :

Demir için gerekli bilgi, yukarıda verilen grafikten (B-H) bulunabilir. Bu iş için kullanılan demirin grafikte 3 numara ile gösterilen demirden kullanıldığını düşünelim. $B = 1460$, grafikte 0-310 arasında bir yerde bulunur. Buna karşılık gerekli, cm başına amper



Şekil 11-3.

yaklaşık olarak 2 alınır. Daha sonra görüleceği gibi küresel manyetik akı yoğunlukları grafikten değerlerin tam olarak alınamaması önemli değildir.) Şekil 11-2) deki mıknatısta demirdeki akı yolu yaklaşık olarak 30 cm dir. 1 cm için gerekli amper sarım 2 olarak bulunduğu göre 30 cm için gerekecek amper sarım sayısı $2 \times 30 = 60$ olacaktır.

Hava için gerekli amper sarım sayısı, daha önce verilen formülle bulunur :
amper-sarım = akı yoğunluğu $\times 0,8 \times$ cm olarak hava aralığı boyu

Toplam hava aralığı 0,6 cm dir $(3 + 3 = 6 \text{ mm})$

amper-sarım = $1460 \times 0,8 \times 0,6 = 700$ amper-sarım bulunur.

Bobin için gerekli toplam amper-sarım :

$60 + 700 = 760$ amper-sarım olur.

$$d = \sqrt{\frac{760 \times 6}{4400 \times 12}} = \sqrt{8,65 \times \frac{1}{100}} = \sqrt{8,65 \times \frac{1}{10}} = 0,294 \text{ mm}$$

d, yaklaşık olarak 0,3 mm alınabilir.

Şimdi, daha önce verilen ölçüler ve ısı gözönünde bulundurularak 0,3 mm çapında telden ne kadar kullanılmalıdır, onu bulalım.

Dikat edilirse hava aralığı bulunan bir manyetik devrede demir için gerekli amper-sarım, hava için gerekli amper-sarım yanında çok küçüktür.

3. Gerekli tel çapının bulunması (mm) :

$$d = \sqrt{\frac{N \times I \times 1_{or}}{4400 \times E}}$$

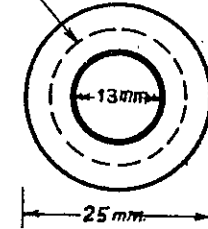
Ortalama sarım boyunun bulunması için bir boyutun daha bilinmesi gerekmektedir : Bobin çapı. Diyelim ki 13 mm çapındaki demirin üzerine bobin dış çapı 25 mm oluncaya kadar tel sarılmıştır. Ortalama sarım çapı :

$$\frac{25 + 13}{2} = 19 \text{ mm} = 1,9 \text{ cm}$$

bulunur.

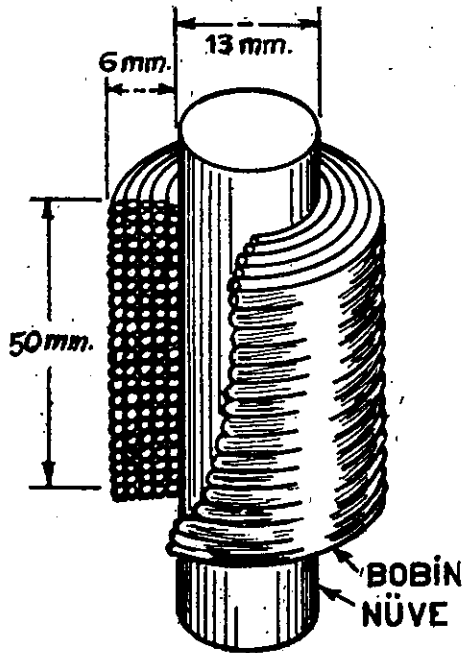
Ortalama sarım uzunluğu ise $\pi \times d_{or} = 1,9 \times \pi \sim 6 \text{ cm}$ olacaktır.

ORTALAMA ÇAP 19mm.



Şekil 11-4.

Bobin ölçüsü olarak sarım kalınlığı önceden kabul edilmişti (bobin iç çapı 13 mm, dış çap 25 mm), bobin boyunu da 50 mm aldığımızı kabul edelim. 6 mm bobin kalınlığına, telin yalıtkanını da göz önünde bulundurarak 0,30 çapındaki telden 18 kat sığdığını kabul edelim. 50 mm boyuna ise yine aynı telden 150 sarım sığdığını düşünelim. Böylece bir sırada 150 sarımdan 18 katta $18 \times 150 = 2700$ sarım olacaktır. Bobinin toplam sarım sayısı 2700 olarak bulunduktan ve ortalama sarım boyu 6 cm bilindikten sonra gerekli tel boyu $6 \times 2700 = 16200$ cm $\sim$ 160 m bulunur.



Şekil 11-5.

Şimdi 160 m 0,30 luk bakır telin direncini bulalım :

$$R = \frac{160}{56 \times 0,0707} = 40 \text{ om}$$

bulunur.

Bobinden geçecek akım :

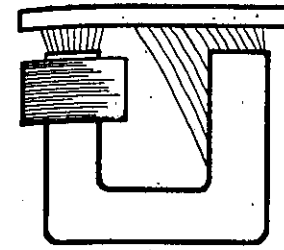
$$I = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ Amper olur.}$$

Bobin gücü $12 \times 0,3 = 3,6$ Vat. Bu güç, bobinin normalin üzerinde ısınmasına sebep olmayacak kadar küçüktür.

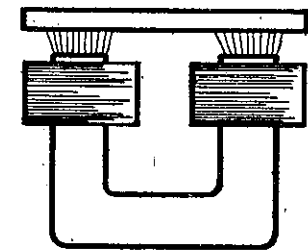
Bazan, bobinde kullanılan bakır telin ağırlığının da bulunması istenebilir. Bu, bazı tel cetvellerinden bulunabileceği gibi, hesap yoluyla da bulunabilir. (Bakırın özgül ağırlığı 8,9 dur.) Bu bobin için bakır ağırlığı 100 gr civarındadır.

Birden Fazla Bobin Kullanmak Faydalı mıdır ?

Hesaplamamızda yalnız bir bobin düşünülmüştür. Her kutup etrafına birer bobinden iki bobin kullanılması daha iyidir. Şekil 11-6 da A daki gibi yalnız bir bobin kullanmak, ikinci kutuptaki kuvvet çizgilerinin dağılmasına sebep olur. Şekil A da ve B de top-



(A) KÖTÜ



(B) İYİ

Şekil 11-6.

lam manyetik akıların aynı olmasına rağmen A daki mıknatıs daha zayıftır. Buna sebep, çekme kuvvetinin akı yoğunluğunun karesi ile orantılı oluşudur. (Çekme

$$\text{kuvveti} = \frac{B^2 \times S}{8 \pi} \text{ dir.})$$

1 cm² yüzeyde 200 kuvvet hattı varsa, B = 200 dür, S = 1 dir. B² × S = 40,000 olur. Eğer 200 kuvvet çizgisi 2 cm² ye yayılırsa, B = 100 olur, S = 2 dir ve B² S = 20,000 olur. Bu değer önceki değer yarısıdır. Kuvvet çizgilerinin iki misli yüzeye dağılması, çekme kuvvetini yarı yarıya düşürür.

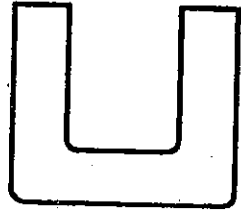
Daimi mıknatıslar ve elektromıknatıslar demirin doymasına yakın bir noktada çalışırlar ve ekseriya kutup başlarının Şekil 11-7 B de gösterildiği gibi pahı kırılmıştır. Böylece kutup başlarındaki akı yoğunluğu biraz artar ve çekme kuvveti biraz artmış olur.

İki Bobin Kullanıldığı Zaman Bobinler Nasıl Bağlanmalıdır - Seri veya Paralel ?

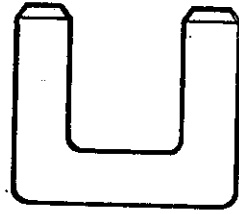
Hesapladığımız bobin 40 om dirençli, 2700 sarımlı, çektiği akım 0,3 Amper ve gerilimi 12 Volt idi. Eğer bobinler seri bağlanırsa direnç 80 om, çektikleri akım 0,15 Amper ve toplam sarım 5400 olur. Amper-sarım değişmez ve mıknatısın çekme kuvveti sabit kalır. Akımın azalması ise daha az ısıнын meydana gelmesi demektir.

Eğer bobinler paralel bağlanırsa, her bobin 0,30 A akım çeker. Toplam sarım sayısı 5400 olur ve böylece amper-sarım 2 katına çıkar ve mıknatısın orijinal çekme kuvvetine göre çekme kuvveti de artar. Isı meydana gelme hızı da iki katı artar. Her bobin 3,6 Wattan toplam sarfiyat 7,2 Vat olur.

İki bobinin seri bağlanmasını tasarlamak hesabın kolaylaşmasını sağlar.



(A) İYİ



(B) DAHA İYİ

Şekil 11-7.

Daha Büyük Çaplı Çekirdek Kullanmak Kazançlı mıdır ?

Bizim hesabını yaptığımız mıknatıs için kazançlı değildir. Eğer üzerinde çalıştığımız mıknatısı diğer ölçüleri mümkün olduğu kadar aynı kalacak şekilde 18 mm çapa göre yeniden hesaplasaydık; gerekli akı yoğunluğu daha az, amper sarım daha az, ortalama sarım boyu daha fazla ve gerekli tel çapı aşağı yukarı aynı, birazcık daha küçük olurdu. Sonuç olarak mıknatıs iki katı ağır olurdu. Büyük çaplı çekirdek, ancak ilk hesaplama demiri doyma haline çıkarsaydı (1300 kuvvet çizgisi/cm² veya daha yukarı) ve demiri mıknatıslayacak sarım sayısı çok büyük çıksaydı, o zaman tercih edilebilirdi. Orijinal örneğimizde bazı değişikliklere devam edersek, örnek olarak daha kısa boy ve daha küçük çaplı çekirdeği ele alırsak, yine aynı 230 gr. çekme kuvvetli fakat daha küçük bir mıknatıs elde edebiliriz.

13 mm lik Mıknatıs Nekadar Kuvvetle Çekebilir ?

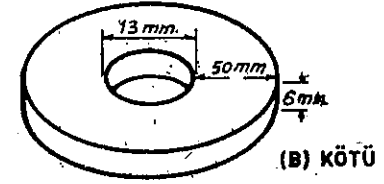
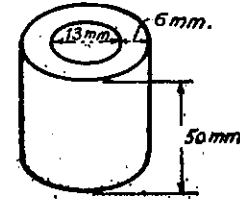
Bu, çeşitli faktörlere bağlıdır. Hesaplama yaptığımız gibi, eğer 0,30 çapında bakır tel kullanır ve 12 Voltluk bataryaya bağlarsak mıknatıs 3 mm mesafeden 230 gramlık bir kuvvetle çeker.

12 Voltluk batarya yerine 24 Voltluk batarya kullanırsak, amper-sarım iki misli artar, akı yoğunluğu hemen hemen iki misli artar ve çekme kuvveti yaklaşık olarak 4 katı artar. Isı da aynı zamanda 4 katı fazlalaşır.

Tekrar 12 Voltluk bataryaya dönelim : Mıknatısın karşısındaki serbest duran paleti kendine çekmesiyle bazı önemli değişiklikler meydana gelir. Hava aralığı azalır ve böylece mıknatıslama kuvvetinin yenmesi gereken relüktans azalır ve akı yoğunluğu fazlaca artar.

Eğer demir palet ve kutuplar birbirine çok iyi temas edecek şekilde taşlanırsa, hava aralığı, mı-

(A) İYİ



Şekil 11-8.

natis paleti çektiği zaman sıfıra düşürülebilir. Bu durumda bütün 760 amper sarım yalnız 30 cm uzunluğundaki demiri mıknatıslamak için kullanılır. Santimetre

$$\frac{760}{30} \sim 25 \text{ e}$$

yükselir ve Şekil : 11-3 deki grafiğe göre demirdeki akı yoğunluğu, yaklaşık olarak 15,000 e yükselir. (3 nolu eğriden). Bu durumda çekme kuvveti :

$$B^2 \times S$$

$$24,64 \times 10^6$$

$$\frac{15,000 \times 15,000 \times 2,65}{24,64 \times 10^6} \sim 25 \text{ kg.}$$

bulunurdu.

Mıknatısın tutabileceği miktar 25 Kg. dir. Mıknatısın ne kadar ağırlık kaldıracabileceği veya ne kadar az ağırlığı kendine çekebileceği aradaki hava aralığına (mesafeye) bağlıdır.

Uzun ve İnce Bir Bobin mi Daha İyidir, Kısa ve Şişkin Bir Bobin mi ?

Hesaplamaadaki bobin, 0,30 luk telden yapılmış 2700 sarımlı ve 12 Voltluk 760 amper-sarımlı bir bobindir. Bobin ölçüleri Şekil : 11-8 de verilmiştir. Eğer 50 mm kalınlığında ve 6 mm yüksekliğinde bir bobin kullansaydık, bu bobin de yine 2700 sarımlı olacaktı. Fakat ortalama sarım çapı 63 cm, ortalama sarım boyu $6,3 \times \pi = 19,2$ cm olacağından daha fazla tel gidecekti. Bobin direnci artacağından akım azalacak ve yeni bobin daha az amper-sarımlı olacaktır.

Etkin amper-sarım ise, formülde gösterilmeyen bir sebepten dolayı daha da az olacaktır. Çekirdekten çok uzaktaki sarımların meydana getireceği kuvvet çizgileri çekirdekten geçemiyerek havadan geçecektir. Bu olaya «manyetik kaçak» denir. Kaçak manyetik akı, veya manyetik kaçak, tasarlanan demir içindeki manyetik yolu takip etmeyen akıya verilen bir isimdir.

GEREKEN NOKTALAR HATIRDA TUTULMASI

- Bir mıknatıs bobini sargısının hesaplanması için :

$$1. \frac{B^2 \times S}{8 \pi \times 981,000} \text{ formülünü}$$

kullanarak manyetik akı yoğunluğunu bulunuz.

2. Malzemenin ölçülerini ve düzenlenmesini tasarlayınız. Manyetik ana devre olarak demiri kullanınız. Manyetik olmayan malzemeyi akı yolu için mümkün olduğu kadar kısa tutunuz.

3. Aşağıdakileri ekleyerek, gerekli akı yoğunluğunu meydana getirecek amper-sarımı hesaplayınız :

- a) Mıknatıs demiri için gerekli akı yoğunluğu, (Şekil 11-3 de gösterilen eğrilerden alınabilir.)
- b) Hava aralığı için gerekli akı yoğunluğu,
(Amper Sarım = Akı yo-

ğunluğu $\times 0,8 \times h$
aralığı boyu)

$$4. d = \sqrt{\frac{N \times I \times 1_{or}}{4400 \times E}}$$

mülünden tel çapını hesaplayınız.

- Amper-sarımı arttırmak için çapını arttırınız.
- Mıknatısın çekme gücünü arttırmak için : (a) Mıknatısın kutup başlarını havşalayarak akı yoğunluğunu arttırınız, (b) Bobin yerine iki bobin kullanınız. (İki bobin kullanıldığı zaman, bobinleri seri bağlamak paralel bağlamaya tercih ediniz.)
- «Manyetik kaçak» veya «kaçak manyetik akı» tasarlanan demir manyetik yolu takip etmeyen akıya denir. Kaçak manyetik akıyı azaltmak için sarımları mümkün olduğu kadar demir çekirdeğe yakın tutunuz.

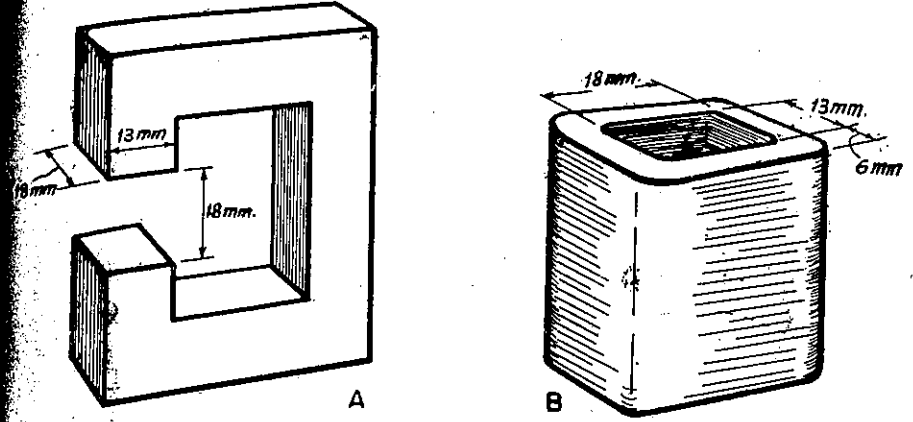
TEKRARLAMA SORULARI

1. Bir dinamometre ile ölçüldüğüne göre, 13 mm $\times$ 25 mm ölçüsündeki bir demir parçasını bir mıknatısın kutbundan ayırmak için 10 Kg. lık bir kuvvet gerekiyor. Akı yoğunluğunu hesaplayınız.

$$2. d = \sqrt{\frac{N \times I \times 1_{or}}{4400 \times E}} \text{ formülü}$$

aliminyum için de kullanılabilir mi?

3. Şekil 11-9 A daki mıknatıs çekirdeğinin hava aralığında 1 cm² da 13 kuvvet çizgisi meydana getirmek için ne kadar amper-sarım gerektirir. (Hava aralığı için gerekli amper-sarımı demiri dikkate almadan hesaplayınız).
4. 6 mm kalınlığında 50 mm uzunluğunda 13 mm $\times$ 18 mm boyutlarındaki demir çekirdeğe göre sarım



Şekil 11-9.

bir bobin 2000 amper-sarımlıdır. (Şekil 11-9 B)

- a. Bir sarımın ortalama uzunluğunu bulunuz.
- b. Bobin 6 V ile çalışacağına göre kullanılacak tel çapını bulunuz.
- c. Bobin 12 V ile çalışacağına göre kullanılacak tel çapını bulunuz.
- d. Bu bobin için 0,85 mm çapında emaye tel kullanıldığına göre bobinin sarım sayısını bulunuz. (0,85 lik telin emayeli çapını 0,90 olarak kabul ediniz).
- e. Bu bobin için 0,65 mm çapında emaye tel kullanıldığına göre bobinin sarım sayısını bulunuz. (0,65 lik telin emayeli çapını kabaca 0,70 alınınız).
- f. (d) ve (e) şıklarındaki bobinlerin 75°C deki dirençlerini hesaplayınız.
- g. (d) şıkındaki bobinin 6 V da, ve (e) deki bobinin 12 V da çektiği akımları hesaplayınız.

- h. Her iki bobinin güçlerini hesaplayınız.

5. 0,90 mm çapında emaye telle sarılan 7,5 cm uzunluğunda, 2,5 cm iç çapında ve 13 mm kalınlığındaki bir bobin 12 Voltla çalışmaktadır. Aşağıda istenenleri bulunuz :

- a. Ortalama sarım boyunu,
- b. Sarım sayısını,

$$c. d = \sqrt{\frac{N \times I \times 1_{or}}{4400 \times E}}$$

formülünden amper-sarımı,

- d. Sarım sayısı ve amper-sarımdan akımı,
- e. Bobinin 75°C daki direncini,
- f. Ohm Kanunu yardımıyla akımı,
- g. (d) ve (f) deki cevaplar niçin aynı değildir? Fark çok önemli midir?



Daha önce açıklanan elektriksel büyüklüklerden akım, gerilim, direnç ve gücün anlamı gösteriyor ki, aynı zamanda bu büyüklüklerin ölçülmesi de gerekmektedir. Böylece elektrik devrelerinde meydana gelen olaylar kolaylıkla anlaşılabilir olur.

Ölçmeler, cihazların onarımında, arıza yerinin bulunmasında, veya devrenin muhtelif kısımlarının çalışıp çalışmadığını kontrol etmeye yardım eder.

Tatbikatta en çok kullanılan ölçü aletleri ampermetre, voltmetre ve ohmmetrelerdir. Bunların hepsi yapım bakımından birbirine benzer ve «Galvanometre» denilen aletin geliştirilmiş şeklidir. Bir çok ölçü aletlerinde olduğu gibi galvanometrenin de çalışması akımın magnetik etkisine bağlıdır.

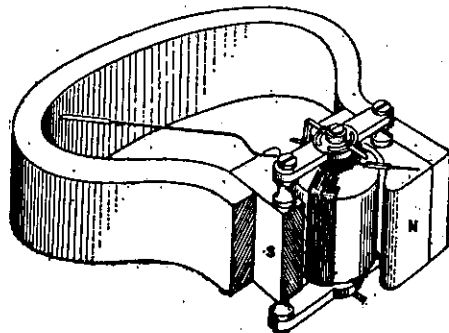
Doğru akım galvanometresinin önemli kısımları Şekil 12-1 de görülmektedir.

N ve S sabit mıknatısın kutuplarıdır. Kutuplar arasındaki silin-

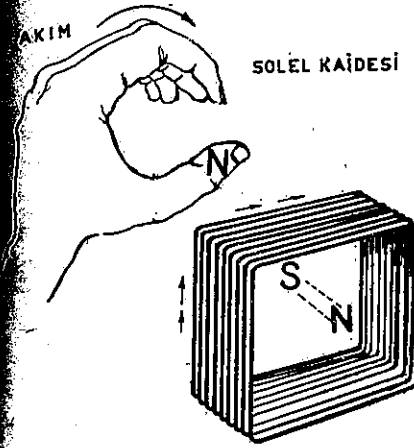
dir biçimi demir çekirdek boşlukta, içinde çalıştığı döner bobin için homogen ve kuvvetli bir mıknatıs alanını sağlar.

Homogen (eşit dağılımlı) mıknatıs alanı ile aletin ıskala bölümleri eşit aralıklı olur. Döner bobin genel olarak saatin bazı dişlileri gibi iki yatak arasında çalışır.

İbreyi hareket ettiren nedir? İbrenin bağlı olduğu ve içinden akım geçtiği zaman elektromıknatıs olan bobindir. Şemada, bobine karşıdan baktığımız zaman saat ibresi yönünde akım geçerse, bo-



Şekil 12-1. Galvanometre



Şekil 12-2.

binin bize yakın kenarı N diğer kenarı S kutbu olacaktır.

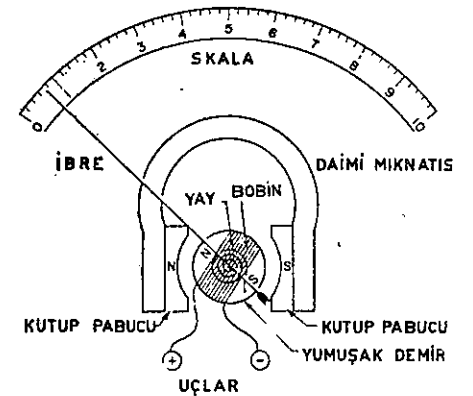
Manyetik çekme ve itme kuvveti ile bobin dönerek zıt kutuplar mümkün olduğu kadar birbirine yaklaşacaklardır. Toplam döndürme kuvveti, sabit mıknatısın kuvvetine ve döner bobinin amper-sarımına bağlıdır. Bobinin hareketi mekanik olarak kılcal helezon bir yayla kontrol edilir. Eğer döner bobinden geçen akım arttırılırsa, bobinin manyetik etkisi kuvvetlenir, böylece bobin daha fazla döner ve ibre bu akım artışını ıskalada gösterir.

Akım kesildiği zaman, kontrol yayı, bobini ve ibreyi sıfır durumuna getirir. Kontrol yayının bir ucu bobine bağlı ve diğer ucu sabit olduğundan, yay aynı zamanda, ölçü aletinin sabit bağlantı ucu için iletken vazifesi görür.

Bu tip ölçü aleti ve bu temel prensip üzerine yapılmış diğer aletler yalnız doğru akımla çalışır. Eğer aletten alternatif akım geçirilirse, bobinin kutupları çabuk değişir ve bobin saniyede 50 defa ileri-geri gideceğinden hareketsiz kalır. 1 Amper doğru akım ölçebilen ölçü aleti 1 amperlik alternatif akımda zarar görmez, fakat ibre hiç sapma yapmaz, sıfırı gösterir.

Basit galvanometre genel olarak tek başına kullanılmaz. Çünkü çok ince iletken yapılmış bobinden geçirilecek akım sınırlıdır. Aynı zamanda direnci de küçük olduğundan tatbik edilebilecek gerilim de küçüktür.

En çok kullanılan galvanometreler mikroampermetre ve miliampermetrelerdir ki bunlarla ancak milyonda veya binde bir amper değerinde akımlar ölçülebilir.

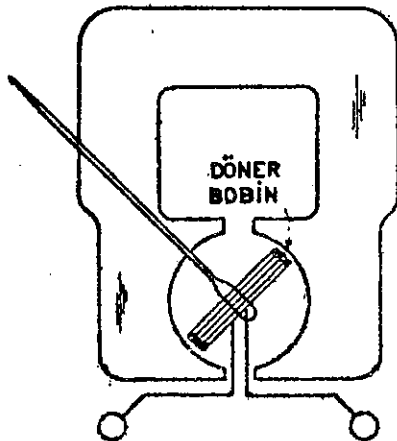


Şekil 12-3.

Bazı hallerde, ölçme alanı büyük yük olan bir ampermetre küçük kuru pillerin kısa devre deneyinde kullanılabilir. Pilin iç direnci akımı sınırlar fakat bu deneyi yaparken zamanı uzatmamak gerekir, aksi halde pil boşalır.

Birden fazla ıskala bölümlü ampermetreler :

Yukarıdaki şema, iki ıskala bölümlü bir ampermetreye şöntlerin nasıl bağlandığını ve tavsiye edilen düzeni göstermektedir. Daire içindeki 2 ve 10 rakamları o değerlerdeki bağlantı uçlarını veya seçici anahtar kontaklarını göstermektedir. Devredeki dirençler, yaklaşık olarak, akımın değerlerine uygun seçilmişlerdir. 2 amperlik uç kullanıldığında şöntte R_1 ve R_2 dirençleri seri bağlanmıştır.



Şekil 12-8. Bir Direnç Galvanometreyi Voltmetreye Çevirir

10 amperlik uç kullanıldığında zaman R_2 ampermetreyi şöntler, R_1 döner bobinle seri durumdadır.

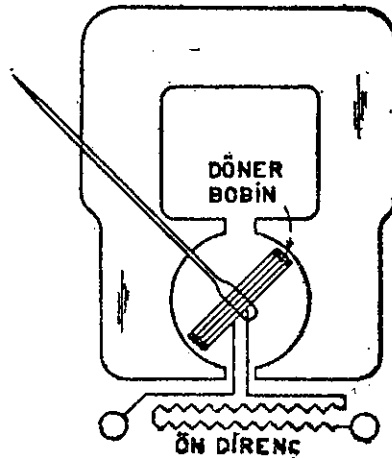
Bu tip düzene Ayrton şönt denir. Üç ıskala bölümlü bir ampermetrede üç kısım şönt vardır.

VOLTMETRELER

Voltmetre yapmak için büyük değerlerde bir direnç galvanometreye ile seri bağlanır. Ampermetrenin tamamen aksine, voltmetre ya gerilim kaynağına doğrudan doğruya veya devrede bulunan herhangi bir alıcı ile paralel bağlanır.

Voltmetrenin, iki sebepten ötürü yüksek dirençli olması gereklidir :

1. Döner bobinden ancak çok küçük değerlerde bir akım geçebilir.



2. Voltmetre devreye bağlandığında zaman kaynağın gerilimini düşürecek kadar büyük bir akım çekmemelidir.

Yapımı ve hesabı bakımından galvanometreyi (miliampermetre veya mikroampermetre) voltmetreye çevirmek gayet basittir. Burada istenilen, galvanometreye tam sapma yapacak değerlerde bir gerilim tatbik edildiğinde, bobinden geçen akımı sınırlıyacak seri bir direncin hesaplanmasıdır. (Burada da Ohm kanunu tatbik edilir).

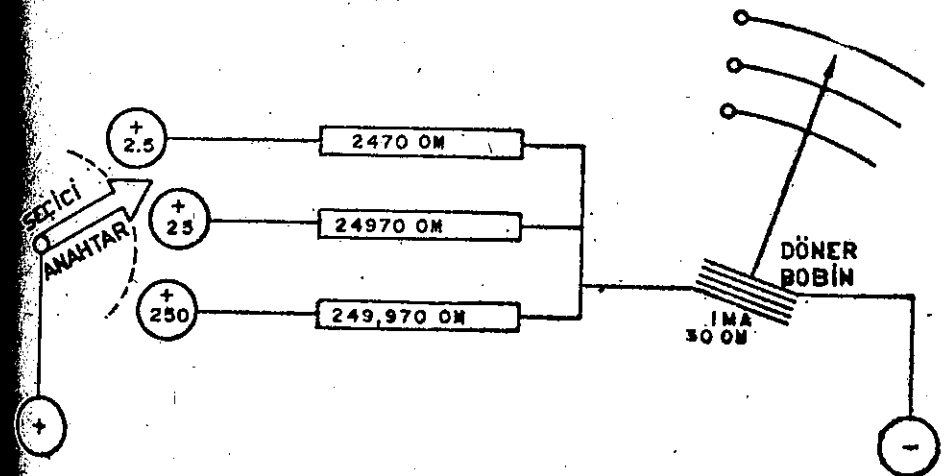
Misal olarak, elimizde 0-200 mikroamper (200 mikroamper = 0,0002 amper) ıskala bölümlü bir alet var. Bu aletle 200 volt ölçülebilecek bir voltmetre yapmak istiyoruz. Bu durumda voltmetrenin direnci :

$$R = \frac{E}{I} = \frac{200}{0.0002} = 1,000,000 \text{ ohm}$$

Bulduğumuz değer, döner bobin ile seri direncin toplamı, yani voltmetrenin toplam direncidir. Genel olarak, döner bobinin direnci seri dirence göre o kadar küçüktür ki (50 - 100 ohm) son rakam dikkate alınmaz.

Bu durumda, galvanometrenin döner bobinine seri bağlanan 1 megaohm seri dirençle meydana gelen düzen, 200 voltluk bir voltmetredir. Halbuki, 100 ohm bobin direnci hesaba katılmazsa acaba hassasiyet ne olur, diye düşünülebilir.

Eğer bir kimse size 999,900 ohm bir direnç vermişse, bu direncin 999,900 yahut 1,000,000 ohm olduğunu nasıl söyleyebilirsiniz ?



Şekil 12-9. Kodanelli Voltmetre

İşe başlarken kullandığımız mikroampermetrenin sapması ne kadar hassastır? Voltmetreyi ne kadar hassas okuyabiliyorsunuz? Bu sorulardan birini cevaplandırabiliriz: Genel olarak pahalı olan aletlerin hassasiyeti % 1 — % 2 arasındadır. Çok ıskala bölümlü voltmetrelerde birden fazla direnç vardır. Bunların, hangisinin ölçme yaparken devrede olduğunu seçici anahtarla veya bağlantı uçlarından bulmak mümkündür.

Şekil, 12-9 dirençlerin teorik değerlerini göstermektedir. Gerçek değerleri % 1 — % 2 arasında değişir.

2.5 voltluk uç kullanılırsa,
2.5

$$R = \frac{2.5}{0.001} = 2500 \text{ om}$$

(2470 om, 30 omluk bobin direnci ile seridir)

25 Voltluk uç kullanılırsa,
25

$$R = \frac{25}{0.001} = 25,000 \text{ om.}$$

250 volt için: $R = 250,000 \text{ om}$ olur.

Voltmetrenin Hassasiyeti

Voltmetrelerin hassasiyeti volt başına om olarak söylenir. Birinci misâl, 200 voltluk aletin direnci 1,000,000 omdur. O halde hassasi-

$$\frac{1,000,000}{200} = 5000 \text{ om/voltdur.}$$

Şekil 12-9 da görülen çok ıskala bölümlü voltmetrenin bütün bölümlerinde, duyarlık voltbaşına 1000 omdur. Voltmetrede bu değerin ne kadar büyük olursa hassasiyeti o kadar iyi demektir. Direnç büyüdükçe döner bobinin hareketi daha küçük bir akımla olur. Hassasiyeti 1000 om/volt olan bir voltmetre tam sapmada 1 miliamper akım çeker. 20,000 om/voltluk bir voltmetre ise tam sapmada 50 mikroamper akım çeker.

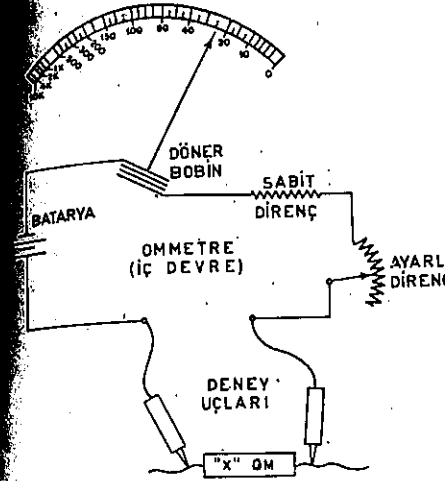
Elektrik devrelerde, duyarlık 1000 om/volt olan bir voltmetre ile her zaman ölçme yapılamaz. Çünkü devrenin bazı kısımlarında voltmetreyi çalıştıracak kadar akım yoktur.

OMMETRELER

Bir ommetre, galvanometre, (mikroampermetre) batarya ve seri dirençlerden meydana gelir.

Kullanılan bataryalar 1,5-45 volt arasındadır. Döner bobin düzeneği, şimdiye kadar gördüğümüz diğer ölçü aletlerinin benzeridir. Aletin içinden geçen akım artırılırsa ibre bu artışla orantılı olarak, sağa doğru sapma yapar. Aletin ıskala bölümleri dış devre uçlarına bağlanan toplam direnci ölçecek şekilde yapılmıştır.

Aleti kullanmak için uçları birbirine değiştirilir (kısa devre yapılır) ve ibre ıskala bölümlerinin sağ tarafındaki sıfır rakkamını



Şekil 12-10. Ommetre Devresi

gösterecek şekilde reosta ile ayar yapılır. Bu durumda alet bizim bildiğimiz bir değeri yani uçlar arasında sıfır omluk direnci göstermektedir. Bu deneyi yapmakta gaye, zamanla emk ini kaybeden bataryadan doğacak hataları önlemektir.

Aletin uçları açılınca devrede akım yoktur ve ibre, ıskalanın sol kısmındaki en son değer olan -sonsuz- çizgisinin üstüne gelir. (Dikkat etmek gerekir ki, uçlar arasında 8-10 santimetrelik bir hava aralığı varsa, büyük bir direnç var demektir).

Aletin uçları, değeri belli olmayan bir direncin uçlarına değdirilirse, direnç doğrudan doğruya om ıskalasından okunur. Normal olarak ommetrede ölçme alanını genişletmek için çeşitli değerlerde

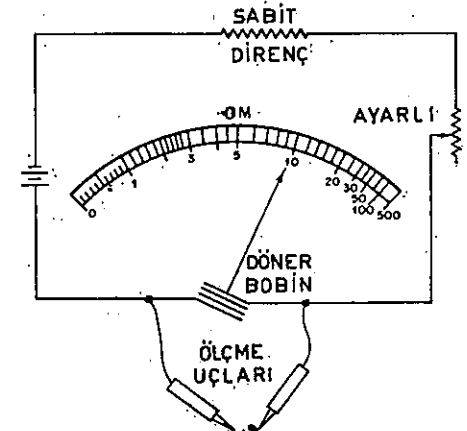
direnç grupları ve bu gruplara ait bataryalar vardır.

Şekil: 12-10 da görülen ommetreye seri ommetre denir ve genel olarak kaynağı kutu içinde çok kontaklı anahtarlar, voltmetre dirençleri, ampermetre şöntleri ile beraber multimetre veya avometre olarak kullanılır.

Çok küçük dirençleri ölçmek için Şönt-tip ommetre kullanılır. ıskalada okuma soldan sağa doğrudur. Çünkü ölçülen büyük direnç aletten daha fazla akım geçmesini sağlar. Uçlar arasındaki sıfır direnç, döner bobini kısa devre yapacağından ibre hareket etmez, sıfırı gösterir.

MEGERLER (MEGAOMMETRELER)

Yalıtkanlık deneyi ve büyük değerli dirençlerin ölçülmesinde MEGER- denilen bir tip ommetre



Şekil 12-11. Şönt Tip Ommetre

kullanılır. Aletin içinde yüksek gerilim veren ve elle çalışan bir generatör vardır. Generatör, özel çift bobinli aleti, seri dirençleri ve değeri ölçülecek direnci besler. Sabit mıknatıslar doğru akım generatörü ve döner bobinler için mıknatıs alanı yaratırlar.

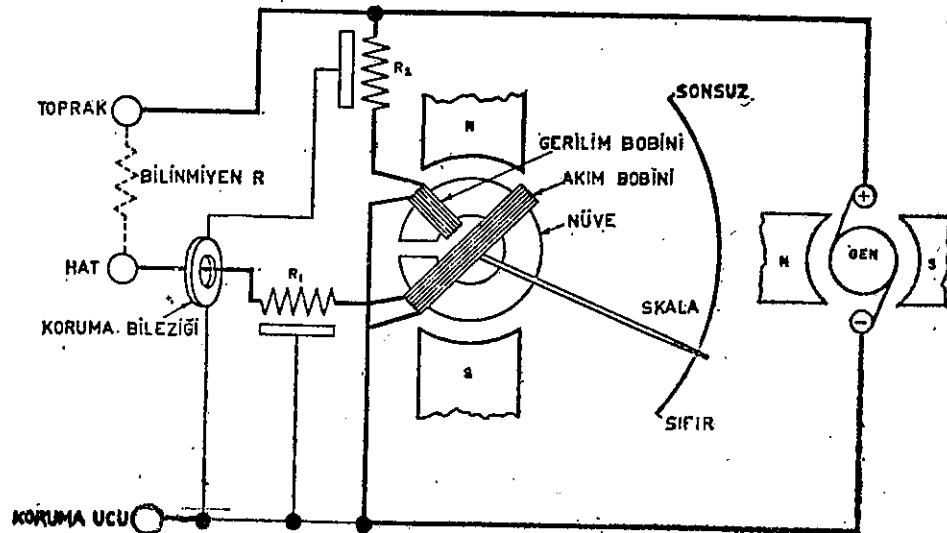
Ölçü aletinin gerilim bobini R_2 direnci ile seri olarak generatörün uçlarına bağlıdır. Akım bobini ölçülecek dirençle seri bağlanacak şekilde düzenlenmiştir ve içinden geçen akım, ölçülecek direncin değerine bağlıdır. Bu iki bobin birbirine tesbit edilmiştir ve bir bobin takımı halinde dönerler.

Kontrol yayı olmadığı için, alet kullanılmadığı zaman, bobinler ve ibre herhangi bir yerde durabilir. Toprak ve hat uçları açık iken generatör çalıştırılırsa gerilim bobi-

ninden geçen akım manyetik bir kuvvet meydana getirir ve bobin takımı saat ibresinin ters yönünde dönerek ibre sonsuz direnç (açık devre) gösterir.

Eğer toprak ve hat uçları kısa devre yapılırsa (Bilinmeyen direnç $R = 0$ om) gerilim bobininden hiç akım geçmez ve akım bobininin kuvvetli mıknatıs alanı bu defa bobin takımını, saat ibresinin yönünde döndürür ve ibre sıfır om yani, kısa devre gösterir.

Ölçme uçlarına bağlanacak belirlirli değerlerde bir R direnci ile, bobinlerden geçen akımlar iki zıt moment meydana getirir, birbirini dengeye getirdiği anda sabit kalır. Küçük dış direnç akım bobinine tesir ettiğinden bobin takımını sıfıra doğru döndürmeye çalışır. Fakat gerilim bobinini,



Şekil 12-12. Megaohmmetre

kutbuna yaklaştırdığından ters itici kuvvetle bobinin daha fazla dönmeye mani olur.

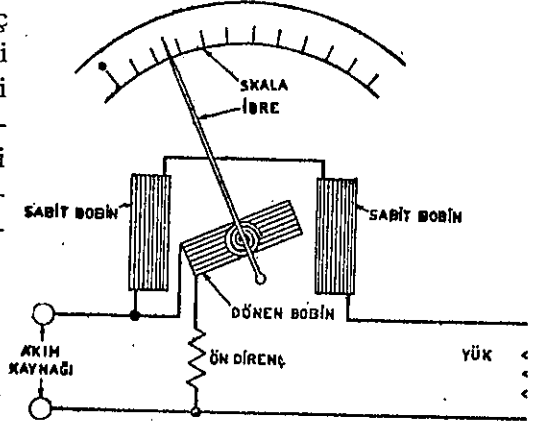
Dış devreye büyük bir direnç bağlanırsa akım bobininin etkisi azalır ve gerilim bobini göstereceği skala üzerindeki sonsuz durumuna yaklaştırır. Iskala bölümleri dış devre direncini megaom olarak gösterecek şekilde düzenlenmiştir.

VATMETRE

8 inci kısımda gördük ki doğru akım devrelerinde, güç = akım $\times$ gerilimdir.

Vat olarak gücü ölçmek için, aletin iki bobini olması gerekir. Bunlardan birisi akım, diğeri gerilim etkisi ile çalışır. Gerilim bobini döner bobindir ve doğrudan doğruya hatta bağlanır. Böylece bobinin manyetik kuvveti hat gerilimi ile orantılı olur. Dikkat edilirse, seri idrenci ile beraber bu bobin daha önce açıkladığımız voltmeterinin aynıdır. Fakat hareketli bobini sabit mıknatıs alanı ile besleyen mıknatıs yerine, mıknatıs alanını yaratan iki akım bobini kullanılmıştır. Bu bobinlerin meydana getirdiği alan şiddeti, içinden geçen akımla orantılıdır ki, bu akım, gücü ölçülen cihazın şebekeden çektiği akımdır.

Bobin ve ibrenin sapması her iki bobinin meydana getirdiği alan şiddetine bağlıdır. Eğer yalnız ge-



Şekil 12-13. Vatmetre

rilim var da akım yoksa, akım bobinleri manyetik alan meydana getirmediğinden döner bobini hareket ettiren alan da yok demektir; böylece ibre sıfır gösterir. Her iki bobinin alan şiddeti arttırılırsa döndürme kuvveti de artar yani döndürme kuvveti, bobinlerin meydana getirdiği alanın bileşkesi ile orantılıdır. 9. bölümde açıklandığı gibi manyetler arasındaki itme ve çekme iki manyetik alan şiddetinin bileşkesi değerindedir.

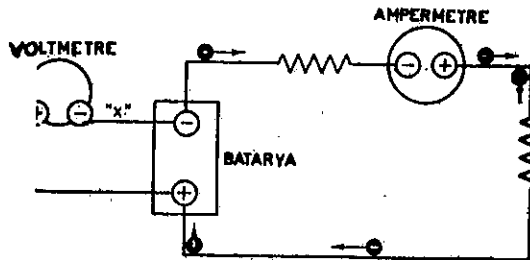
Biri gerilim diğeri akım etkisi ile çalışan iki bobinden meydana gelen bu düzenekte ibrenin sapması iki değer bileşkesi ile orantılı olacağından ıskala vat olarak bölümlendirilir. Bobinler yumuşak demir değil hava çekirdekli- dir.

Vatmetre hem doğru hem de alternatif akımla çalışır, çünkü akım yönü değiştiği zaman her iki bobinin kutupları beraber değiştiğinden döndürme kuvvetinin yönü sabit kalır. Vatmetre alternatif akım devrelerinde daha önemlidir. Doğru akım devrelerinde güç, akım X gerilim olduğundan gücü, voltmetre ve ampermetre ile ölçebiliriz. Alternatif akım devrelerinde ise güç her zaman, akım X gerilim değildir. Fakat devreye bağlanan Vatmetre yine şebekeden çekilen gücü ölçer.

ÖLÇÜ ALETLERİNİN DEVREYE BAĞLANMASI KUTUP ÖZELLİĞİ:

Voltmetre ve ampermetrenin — eksi ucu akım kaynağının (—) eksi ucuna bağlanır. Şekil 12-14 e bakınız.

Elektronlar, ölçü aletinin içinde (—) den (+) e doğru akarlar. Aşağıdaki şekilde «X» iletkenini bulunuz. Elektronlar iletken için-



Şekil 12 - 14.

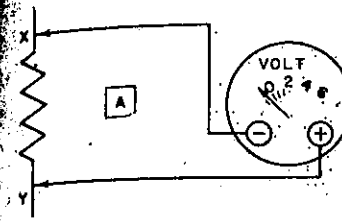
de hangi tarafa doğru akarlar aletine doğru mu? Evet, e batarya itici bir kuvvet etkisi terir. Aletin üzerindeki (—) ti diğer ucu (+) ile karşılaş dığı zaman bir anlam taşır. Bataryanın (—) ucu (+) olan d ucu ile mukayese edilir. Halb X iletkeninin her iki ucunda (—) işareti birbiri ile mukay edildiği zaman hiç bir anlam il etmez.

Eğer AB direncinin uçlarına voltmetre bağlanması gereki voltmetrenin (+) ve (—) uçları direncin hangi uçlarına bağlan

Elektronlar A dan B ye aktığı göre A, B ye göre daha fazla gatiftir. O halde aletin (—) ucu nu A ya (+) ucunu B ye bağla nız.

İşte size bir reosta devresi (Şekil : 12-15) ve biz bu devrede akım yönünü bilmiyoruz fakat bulma istiyoruz. Farzedelim ki Şekil 15 de, görüldüğü gibi reosta uçlarına bir voltmetre bağladık voltmetre ters sapıyor.

Voltmetre ters bağlandığına göre, aletin uçlarını Şekil 12-15 de görüldüğü gibi değiştiriniz, aletin doğru okuyacak, yani ibre sağ sapacaktır. Görülüyor ki, Y noktası X e göre daha negatiftir ve elektronlar Y den X e doğru akarlar.



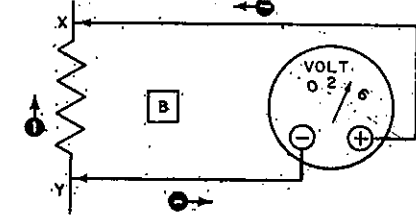
Şekil 12 - 15.

ESAS ÖLÇÜ ALETLERİ VE STANDARTLAR

Bir insan bazan, kendi kendine diyebilir «Bir amper veya, bir volt ne kadar olduğunu ilk defa nasıl buldular» ve ne kadar direnç bir om'dur, buna kim karar verirdi?

Geçmiş yıllarda bilim adamları, elektromanyetik, elektrostatik gibi muhtelif elektrik birim sistemleri tesbit etmişlerdir. 1840-1890 yılları arasında daha bir çok kimse bu alanda büyük çabalar göstermişlerdir. Bizim kullandığımız pratik birimlerden, amper, volt ve manyetik etkileri ölçme esasları üzerine kurulmuştur.

Hesap işlemlerinde devamlı olarak kullanılacak çok büyük ve çok küçük rakamlardan kurtulmak için, uygun ölçülerde akım, gerilim ve direnç birimleri seçilmiştir. Edilmiştir ki «E = I X R X bir katsayı» yerine E = IR kullanılarak akım, gerilim ve direnç arasındaki bağıntı daha basit gösterilebilmiştir.



AMPER

İkinci kısımda amperi; saniyede akan kulon miktarı olarak açıklamıştık ve bu açıklama doğrudur. Fakat tarihçe, amper ilk kabul edilen bir birimdir. Amperin gerçek değeri formülle bulunur ve bu formül akım taşıyan iletkenler arasındaki manyetik kuvveti gösterir. Akım ölçen en hassas alet, büyük bir dikkatle yapılmış ve aynı akımı taşıyan iki bobin arasındaki kuvveti gösteren terazidir.

Uluslararası standartlar bürosunda bulunan bu aletle akım, milyonda bir hassasiyetle okunabilir. Bu çok yüksek hassasiyetli alet diğer aletlerin standardize edilmelerinde her zaman kullanılmaz ve kullanılması tecrübeye dayanır. Fakat bazı hallerde birinci dereceden direnç ve gerilim standartlarını kontrol etmekte kullanılır.

Ampermetreyi ayarlamak için en basit metot özel bir gümüş banyosu kullanmaktır. Banyodan belirli bir zaman, değeri değişmeyen doğru akım geçirilip, katod gümüşle kaplanır ve sonra kaplanan gümüş tartılır. Bir saniyede

0.001118 gram gümüş kaplanmışsa bu akımın değeri bir amperdir.

Enternasyonal (Uluslar arası) amper adını alan bu tarif 1893 yılında yapılmıştır ve halen kanun standartları arasındadır.

Standart Om

Direncin omik değerini hassas olarak bulmak için bir disk, mıknatıs alanı içinde döndürülerek üzerinde gerilim indüklemesi yapılır ve sonra indüklenen bu gerilim bir dirence tatbik edilerek gerilim düşümü meydana getirilir. Deneye ait formül çok karışık değildir. Yalnız, diskin alanı, bobindeki sarım sayısı ve diskin daki kadaki devir sayısını hassas olarak ölçmek gerekir. Cihaz, daha önce açıklanan akım terazisine benzer ve yalnız standart bobinlerin dirençlerini bulmada kullanılır.

Standart dirençler milyonda bir kaç oma kadar hassastırlar ve günlük çalışmalarda karşılaştırmaya için kullanılırlar.

Resmi, Uluslararası om (Londra 1908) sıfır santigrat derecedeki homogen kesitte 160.3 cm uzunluğunda 14,4521 gram cıvanın direnci olarak kabul edilmiştir. Fakat standartlar bürosunda cıva standardından daha uygun ve daha hassas on adet bir omuk bobinler vardır ki, bunlar gerçek direnç standartlarıdır.

Elektrik ölçülerinin günlük kontrolları aynı özelliği taşıyan diğer aletlerle karşılaştırılarak yapılır.

Ucuz bir ölçü aletini, ayar için standartlar bürosuna göndermek eski bir çimen biçme makinasını, tekerlek dengesi ve ayarı için fabrikasına göndermeye benzer. Elektrik laboratuvarları, ölçü aletlerini, % 1 duyarlı standart gerilim ve dirençlerle binde bir duyarlılığa kadar ölçebilirler ki, bu yeter derecede bir ayardır.

Standart Volt

Standart volt resmi olarak om Kanunu ile açıklanmıştır. Bir volt, bir omuk dirençten bir amperlik akım geçirir. Teorik olarak, bir iletken saniyede 100,000,000 mıknatıs kuvvet çizgisi keserse üzerinde bir voltluk bir EMK endüklenebilir. Fakat gerilimi bu prensiple ölçecek çok hassas bir alet yapılmamıştır.

Hakikî gerilim standardı özel olarak yapılmış bir pildir ve buna «Veston standart pili» denir. (15. ci kısımda piller hakkında geniş bilgi verilecektir.)

Standart pil devrede, yalnız gerilimleri karşılaştırmak için kullanılır ve pilden çok kısa süre içinde ancak bir kaç mikroamperlik akım çekilmesine müsaade edilir. Veston standart pilinde elektrolit olarak kadmiyum sülfat kullanılmıştır. Elektrotlar cıva - kadmi-

yumdur. Pilin Elektro-Motor kuvveti 200° de 1.0183 voltur.

HASSAS ÖLÇMELERDE KULLANILAN DEVRELER

(1) Veston Köprüsü

Veston köprüsü direncin doğru olarak ölçmesinde her zaman kullanılan bir düzendir. Düzenekle elde edilen değer, ommetrede okunan değerden daha duyarlıdır. Devrenin özelliğini belirtmek için om kanununa ait bir kaç problem çözeceğiz. (Şekil : 2-12 ya bakınız)

(a) Her direnç üzerinde düşen gerilimleri bulunuz.

14 ve 10 omuk seri bağlı iki direnç 120 voltluk bir şebekeye bağlanmıştır.

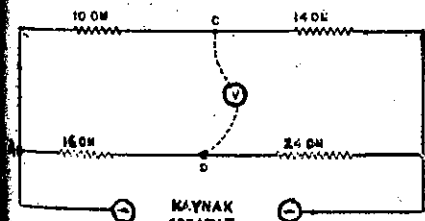
$$I = \frac{120}{10 + 14} = 5 \text{ Amper.}$$

10 omuk dirençte düşen gerilim :

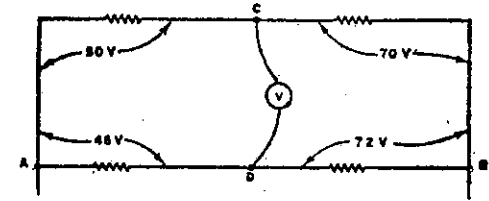
$$5 \cdot 10 = 50 \text{ volt}$$

14 omuk dirençte düşen gerilim :

$$5 \cdot 14 = 70 \text{ volt}$$

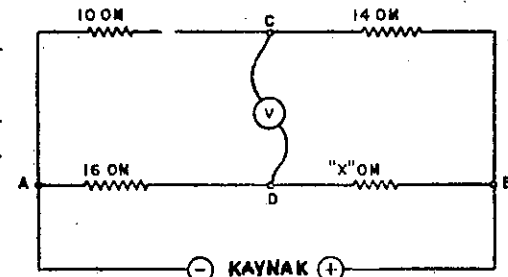


Şekil 12-16.

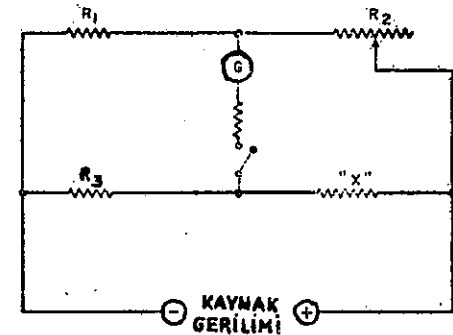


Şekil 12-17.

Şekilde 16 ve 24 omuk dirençlerde seri olarak 120 volta bağlıdır. Bu devreden geçen akım :



Şekil 12-18.



Şekil 12-19.

$$I = \frac{120}{16 + 24} = \frac{120}{40} =$$

3 amper

Dirençler üzerinde düşen gerilimler :

$$3 \times 16 = 48 \text{ Volt}$$

$$3 \times 24 = 72 \text{ Volt}$$

Toplam : $48 + 72 = 120 \text{ Volt}$.

Voltmetre C ve D arasında ne değer gösterir ?

A dan C ye doğru akan elektronlar 50 Volt, A dan D ye akanlar ise 48 Voltluk bir gerilim düşümü meydana getirirler. O halde D noktasındaki elektronlar C ye göre 2 volt fazla enerjiye sahiptirler. Böylece voltmetre C ve D noktaları arasında 2 volt gösterir.

(ayni sonuç, 70 ve 72 volt gerilimlerin farkından da elde edilir).

Farzedelim ki, ayni düzeni biraz farklı devrede yaptık, voltmetre C ve D noktalarında sıfır gösterdi. Bu durumda C ve D arasında potansiyel farkı yoktur yani C ve D aynı potansiyeldedir.

Problem

Şekil 12-18 de «X» direncinin değerini bulunuz. 10 ve 14 om luk dirençlerden geçen akım I_1 , 16 ve X om luk dirençlerden geçen akım I_2 olsun.

C ve D aynı potansiyelde olduklarına göre 10 om luk direnç uçla-

rındaki gerilim 16 om luk direnç uçlarındaki gerilime eşittir veya $I_1 \cdot 10 = I_2 \cdot 16$; aynı şekilde, 14 om luk direnç uçlarında düşen gerilim (C - B arası), X om luk direnç uçlarındaki gerilime (D - B arası) eşittir. Çünkü C ve D aynı potansiyeldedir. $I_1 \cdot 14 = I_2 \cdot X$ eşitliklerini birbirine bölersek

$$\frac{I_1 \cdot 10 = I_2 \cdot 16}{I_1 \cdot 14 = I_2 \cdot X} \quad \text{buradan} \quad \frac{10}{14} = \frac{16}{X}$$

$$\frac{16}{X} = \frac{10}{14} \quad \times$$

$X = 22.4 \text{ om}$ çıkar. O halde bunların anlamı nedir ? Şekil 12-19 daki devre, değeri bilinmeyen bir direncin değerini doğru olarak bulmak için düzenlenmiş bir devredir. Fakat R_1 , R_2 ve R_3 dirençlerinden birisi ayar edilebilen tipte, aynı zamanda her üçünün de omik değerleri çok hassas olarak tesbit edilmiş olmaları gerekir. Ayarlı direnç devreyi dengeye getirmek için kullanılır ve denge olduğu zaman voltmetre (sıfır ortada) sıfır gösterir. Tatbikatta R_1 , R_2 , R_3 dirençleri bir takım halinde düzenlenir.

Ölçü aleti ile batarya ve bilinmeyen dirence bağlanarak uçları dışarı çıkarılır. Batarya ve ölçü aleti bir unite halinde de düzenlenebilir. Voltmetrenin sıfır göstermesi için yapılan ayar işlemine

dengeleme denir. Yaklaşık bir denge elde edilince voltmetrenin seri direnci kısa devre edilir. Böylece duyarlı galvanometre ile daha doğru bir denge bulunmuş olur. Şekil : 12-18 deki devre için :

$$\frac{10}{14} = \frac{16}{X} \quad \text{bulunmuştu, o halde}$$

Şekil : 12-19 için de aynı denklemi kurabiliriz.

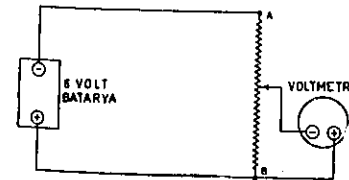
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{X} \quad \text{Burada } R_1, R_2, R_3 \text{ bilinen dirençlerdir.}$$

Eşitlikten «X» in değeri kolayca hesaplanabilir.

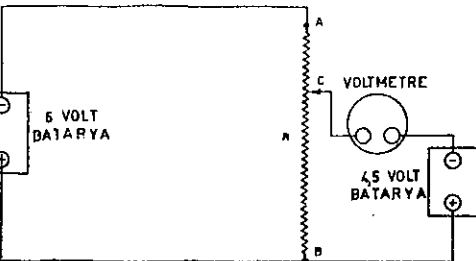
$$\text{Eşitlik} \quad \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{X} \quad \text{Şeklinde}$$

yazılırsa, hatırlanması daha kolay ve aynı zamanda Şekil : 12-19 daki devreye uygun olarak tertiplenmiş olur.

(2) Gerilimlerin doğru olarak karşılaştırılması için potansiyometre devresi :



Şekil 12-20. Gerilim Bölücü



Şekil 12-21. Dengeli Gerilimler

Potansiyometre devresi, basit bir gerilim bölücüsü prensibine göre çalışır. Farzedelim ki, sürgülü direncin A-B uçlarına 6 voltluk bir batarya bağlanmıştır. Sürgü kolu aşağı yukarı hareket ettirilirse, Voltmetre kaç voltu gösterir ? voltmetre doğrudan doğruya bataryaya bağlanmıştır ve 6 volt gösterir. Kontak (sürgü kolu) B noktasında iken voltmetre sıfır gösterir, çünkü her iki uç aynı noktaya bağlanmıştır. A ve B uçları arasındaki her hangi bir noktada voltmetre B noktası ile sürgü kolu arasındaki direncin değerine göre 0-6 volt arasında bir değer gösterir. ($V = IR$)

Bu gerilim bölücüsü, sabit gerilimli bir akım kaynağından değişik gerilimler almak için kullanılan faydalı bir aygıttır.

Diyelim ki reosta üzerinde tesbit ettiğimiz bir noktada voltmetre 4,5 volt gösterdi. (Bu nokta C olsun.)

Sürgü kolunu bu noktada tutalım. Şekil 12-21 deki devrede gö-

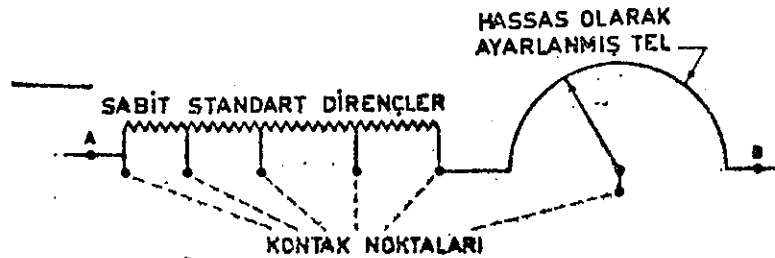
rüldüğü gibi 4,5 voltluk bir bataryayı devreye bağlayalım. Ölçü aletinden bir akım geçer mi?

Daha önceki voltmetre ile yapılan deneyde R direnci üzerinde düşen gerilime bakılırsa, C noktası B noktasına göre 4,5 volt daha negatiftir. 4,5 voltluk bataryanın negatif ucu aynı zamanda B noktasına göre de 4,5 volt negatiftir. Bu durumda ölçü aletinden elektron akışını sağlayacak her hangi bir kuvvet yoktur.

Potansiyometre devresinde bu gerilim dengeleme metodu kullanılmıştır. A ve B noktaları arası, daha önce gördüğümüz basit devredeki A ve B noktalarına tekabül eder.

Burada bir seri, değişken ve sabit standart direnç, hareketli bir kontakla donatılmıştır. Böylece kontaklar arasındaki direnç hassas olarak okunabilir.

Birbirine seri bağlanmış dirençler, devreyi basitleştirmek için, Şekil: 12-23 de görüldüğü gibi uzun tek bir direnç şeklinde gösterilmiştir.

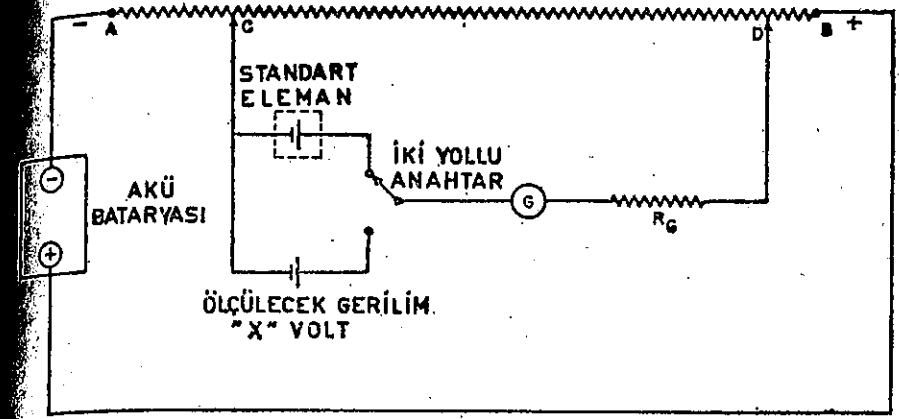


Şekil 12-22.

Batarya, dirençten sabit akım geçmesini sağlar. Kullanılan iki yönlü bir anahtarla standart pil kesintili olarak devre sokulur ve galvanometreden akım geçmeyecek şekilde C ve D noktaları ayarlanır. (Şekil 12-21 deki denge gibi) denge noktasına yaklaşıldığı zaman galvanometreye seri bağlı direncin değeri azaltılır. Denge meydana gelince C ve D noktaları arasındaki gerilim eşitliği, standart pilin gerilimiyle eşit olur.

Bu durumda pilden akım geçmez çünkü pilin gerilimi C ve D arasındaki gerilime zıt yöndedir. İki nokta arasındaki direnç hassas olarak alette okunabilir. (Standart pil devrede iken bulunan direnç R_s olsun).

Daha sonra, iki yönlü anahtar zıt yöne kapatılıp «X» değerdeki ölçülecek gerilimle dengeleme işlemi tekrarlanır. Bulunan ikinci dengede C ve D noktaları birinci den farklı yerlerde çıkabilir. Eğer «X» gerilimi standart pil geriliminden büyük ise, C ve D noktaları arasındaki dirençte de bir artış



Şekil 12-23. Potansiyometre

olacaktır. Aynı şekilde bulunan bu yeni direnç değeri de alette okunur. («X» gerilimi devrede iken bulunan bu dirençte R_x olsun.)

Bütün bunların anlamı nedir? Yapılan işlemlerle, bilinmeyen gerilim «X» hassas olarak hesaplanabilir. Standart dirençlerden geçen akıma I dersek :

Standart pilin gerilimi $E_s = I \cdot R_s$
Bilinmeyen gerilim $X = I \cdot R_x$
Bu eşitlikleri birbirine bölersek :

$$\frac{E_s}{X} = \frac{R_s}{R_x}$$

elde edilir. E_s , R_s , R_x bilindiğine göre X bulunabilir.

Potansiyometre metodu ile bir doğru akım kaynağının elektromotor kuvvetinin hassas olarak ölçülmesini etkileyen faktörler :

1. Standart pilin duyarlı olup olmadığı.

2. Standart dirençlerin toleransı
3. Deneyi yapanın, galvanometre ibresinin hareket edip etmediğini görebilme yeteneği.

Bazı tatbikatlarda, potansiyometrenin «X» gerilim kaynağından akım çekmemesi büyük bir kazançtır. Potansiyometre, voltmetre ve ampermetrelerin ayarlanması, Metal çiftinde, ısıtıldığı zaman meydana gelen Elektromotor kuvvet ile kimyevi reaksiyonlardaki gerilim değişmelerini ölçmede kullanılır. Şekil: 12-23 de «X» gerilim kaynağı pil olarak gösterilmiştir, fakat «X» yerine herhangi bir gerilim bağlanabilir, yeter ki ikinci devreyi meydana getiren direnç üzerinde bir gerilim düşümü olsun.

Bu bölüm daha bir çok kısımları kapsıyabilir fakat henüz ölçü aletleri ile diğer özel aletler üzerinde durulmamıştır.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Bir doğru akım galvanometresi, ibreyi sıfır durumuna getirmek için kılcal helezon bir yay ve sabit mıknatısın meydana getirdiği alan içinde, mıknatıs etkisi ile hareket eden küçük bir bobinden meydana gelmiştir.
- Ampermetre : Küçük dirençli ölçü aletidir ve bir galvanometre ile şöntten meydana gelmiştir. (Paralel küçük değerde direnç).
- Ampermetre, çektiği akımı ölçülecek cihazla devreye seri bağlanır.
- Voltmetre : Yüksek dirençli ölçü aletidir ve bir galvanometre ile buna bağlı seri dirençten meydana gelir.
- Voltmetre, gerilim kaynağına doğrudan doğruya veya gerilimi ölçülecek alıcı ile paralel bağlanabilir.
- Ommetre, bir galvanometre, pil bataryası ve seri dirençlerden meydana gelir. Alet, deney araçlarına bağlanacak direnci ölçer. Ommetre hiç bir zaman, başka bir gerilim kaynağı ile beslenmez. Akım taşıyan dirençlerin ölçülmesinde kullanılmaz.
- Vatmetre : Devreye seri bağlanan akım bobini ile, devreyi besleyen kaynağa paralel bağlanan gerilim bobininden meydana gelir. A.A. ve D.A. da Vat olarak hakiki gücü ölçer.
- Batarya, direnç ve ölçü aletlerinin negatif ucundaki elektrot sayısı pozitif uçtan daha fazladır. (Elektronların akış yönü ile pozitif veya negatif uçları göstermede bu temel düşüncüyü kullanınız.)
- Elektrik ölçmeleri, matematik formüllerinin doğruluğu ve çok hassas aletlerin duyarlılık derecesi temeli üzerine kurulmuştur.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Galvanometrede kılcal yayın, ampermetrede şöntün, voltmetrede seri direncin görevini açıklayınız.
2. Veston köprüsü, Meger, Potansiyometre ve Veston standart pili hangi şartlar altında kullanılır?
3. Bir vatmetre, voltmetre, ampermetre ve ommetrenin iç devre şemasını çizin.
4. Ommetreyi kullanan kimse, aletin deney uçlarını kısa devre edip ayar yaparak göstergeyi sıfıra getiremiyor ve gösterge $R = 10$ om değerini gösteriyor. Hata nerede?
5. Bobin direnci 40 om olan 100 mikroamperlik bir ampermetre ile 10 miliamper akım ölçmek için, ampermetreye bağlanacak şöntün değerini hesaplayınız.
6. Bobin direnci 40 om olan 100 mikroamperlik ampermetreyi tam sapma durumunda 100 milivolt gerilimi ölçecek bir voltmetre yapmak için kullanılacak seri direncin değerini hesaplayınız.
7. 100 mikroamperlik aynı aletle 100 volt ölçmek için, kullanılacak, seri direncin değerini hesaplayınız.

4 mm² lik bir çiftlik telefon hattı kaza sonucu kısa devre olmuştur. Veston köprüsü ile yapılan deneyde şu sonuçlar alınmıştır. $R_1 = 40$, $R_2 = 100$, $R_3 = 60$ om. (Şekil 12-24) Bu durumda arıza yerine olan uzaklığı bulunuz.

a) Şekil : 12-7 deki değerlerle, + 2 ve — uçları kullanırken aletten 2 amper geçerse : Döner bobin uçları arasındaki gerilimi hesaplayınız.

b) + 10 ve — uçları kullanırken aletten 10 amper geçerse döner bobin uçları ile şönt direncin uçları arasındaki gerilimi bulunuz.

10. A ve B gibi paralel bağlı iki direnç üçüncü bir C direnci ile seri bağlanmıştır. Meydana gelen karışık devre 120 voltluk bir D.A. şebekesine bağlandığı zaman C direncinden 5 amper B direncinden 3 amper geçmektedir. A direncinin değeri 20 om olduğuna göre :

a) A direnci üzerinde düşen gerilim ile, B ve C dirençlerinin değerini bulunuz.

b) A direnci herhangi bir sebeple koparsa A ve C dirençlerinin uçlarındaki yeni gerilim değerlerini bulunuz.

11. 0—150 voltluk voltmetrenin iç direnci volt başına 2000 om dur. Bu voltmetreye, seri bir direnç bağlamak suretiyle ölçme alanını 0-600 volta genişletmek istiyoruz. Bağlanacak seri direncin değeri kaç om olmalıdır?

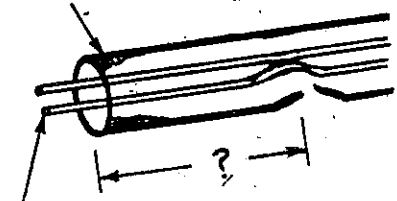
12. 0-150 luk bir D.A. voltmetresinin iç derinci volt başına 100 om dur.

a) Aletin direnci kaç omdur?

b) Aletin tam sapma durumundaki akımı nedir?

c) Alete seri bir direnç bağlamak suretiyle ölçme alanını 750 volta genişletmek istiyoruz, bağlanacak direncin değeri ne olmalıdır?

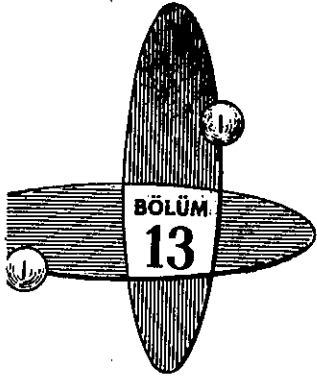
KABLONUN DIŞ KILIFI



İLETKEN ÇİFTİ

Şekil 12-24.

- d) Voltmetre 750 volt ölçerken, seri dirençte harcanan güç nedir?
13. D'arsonval galvanometresinin tam sapma akımı 25 miliamper ve bobin dirneci 2 omdur.
 - a. Bu galvanometre ile 25 amper ölçebilecek bir ampermetre yapmak istesek, kullanılacak şöntün değeri kaç om olur?
 - a) Lâmbanın şebekeden çektiği haki güç nekadardır?
 - b) Aletin çektiği güç, hesaba katılmazsa yüzde olarak hata neye eşittir?
15. a. 20 miliamperde tam sapma yapan bir D.A. aletin iç direnci 2,5 omdur. Aletin tam sapmada 10 amper göstermesi için kullanılacak şöntün değeri ne olmalıdır?
- b. Yukarıdaki aleti tam sapma durumunda 150 volt ölçen bir voltmetre yapmak için kullanılacak seri direncin değerini bulunuz.
16. 0-150 milivoltluk bir voltmetrenin iç direnci 10 omdur. Alet şöntlenerek, 100 amper akım çeken bir devreye bağlanmıştır :
 - a. Bir devre çizip aletin ve şöntün nasıl bağlandığını gösteriniz.
 - b. Alet tam sapma yaptığı zaman bobinden geçen akım neye eşittir?
 - c. Alet tam sapma durumunda iken, kullanılan şöntün değerini bulunuz.



Sıvılarda İletkenlik

Alkol, damıtık su, gazolin ve kuru temizleyici olarak kullanılan eriticiler genel olarak yalıtkanlar sınıfına girerler. Fakat su, bir çok maddeleri eritir ve meydana gelen sıvı iletken özelliğini kazanır. Genel olarak, diğer sıvılar, içlerinde başka maddeler eritilmedikçe iletken olmazlar.

Bu kısmın amacı, suda eriyebilen maddeleri açıklamak suretiyle bunların hangisinin elektrikle kaplamacılıkta faydalı olabileceğini, metallerin aşınması, bataryaların çalışması ve su karışımli eriyiklerden akım geçtiği zaman meydana gelen kimyasal olayları anlamaktır.

ATOMLAR, MOLEKÜLLER VE İYONLAR

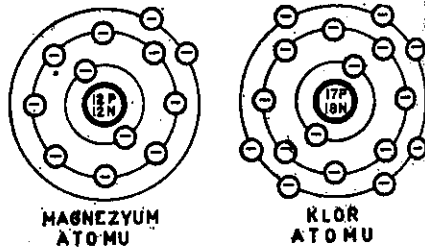
1. Kısımda açıklandığı gibi bütün maddelerin atomları negatif elektronlarla pozitif protonlardan meydana gelir, elementin atomlarında bunların sayıları birbirine

eşittir. Metal atomlarının en dış yörüngesinde bir kaç tane gevşek, yani bir etki ile kolayca kopabilen elektronlar vardır. Sıvı metal veya alaşımlarda bu gevşek elektronların akışı, elektriksel iletkenliği meydana getirir.

Metal olmayan atomlarda, dış yörüngede 5,6 veya 7 tane kuvvetli çekilen elektronlar vardır.

Bu bakımdan, elektronları hareket ettirme güçlüğü maddeyi yalıtkan yapar.

Dış yörüngedeki sekiz elektron bir atoma alçak potansiyel enerji özelliğini verir ve bütün atomlarda az veya çok bu özelliği almaya eğilimlidir.



Şekil 13-1.

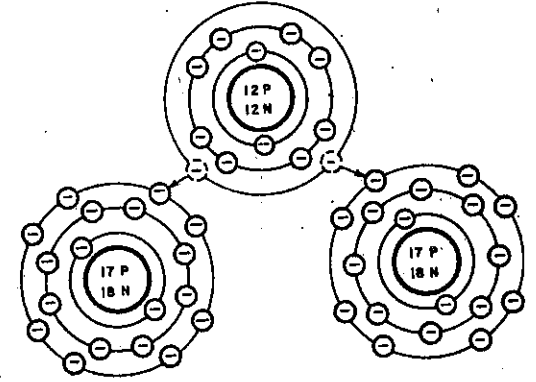
gösterir. Küçük veya büyük maddeler enerji kaybederek alçak potansiyel enerji durumuna geçer. Su, tepelerden aşağı doğru akar. Kurulmuş yay açılmaya çalışıldığında ve şişeler yukarı değil aşağı düşerler. Elektronların akışı da bu olaylar arasında bir benzerlik vardır. Bir metal atomunun dış yörüngesindeki 1,2 veya 3 elektron atomdan ayrılabilir; yeter ki başka bir atomun yakınında, kopan elektronları alabilecek ve dış yörüngesinde boşluk bulunan başka bir metal atom bulunsun. Metal olmayan atomlarda, elektronların girebileceği boşluklar vardır.

Meselâ : Bir magnezyum çubuğu ısıtıldıktan sonra klor gazı içine sokulursa magnezyum atomları dış yörüngelerinden iki elektron kaybederler. Bu elektronlar, klor atomlarının dış yörüngelerindeki boşluklara düşerler.

Sonuç olarak, elektronların yer değiştirmesi ile, magnezyum atomu iki elektron kaybetmiş ve pozitif yüklü olarak kalmıştır. Halbuki her klor atomu bir elektron kazandığından negatif yüklenmiştir.

Atomlar, elektron alışverişinin etkisi ile özelliklerini tamamen değiştirmiş ve yeni bir özellik kazanmışlardır. Meydana gelen bu değişik atom «iyon» dur.

O halde : Nötür durumunda bulunan bir atom elektriksel olarak şarj olursa buna «iyon» denir.



Şekil 13-2.

Şekle dikkat edilirse, her iyonunun dış yörüngesinde 8 elektron vardır.

Atomlarda meydana gelen bu büyük değişikliği magnezyum ve klorun birleşmesinde görmek mümkündür. Magnezyum, alüminuma benzer. Klor, fena kokulu zehirli ve yeşilimsi renkte bir gazdır. Magnezyumla klor arasında ki bu elektron alışverişi esnasında büyük bir ısı doğar. Neticede magnezyum klorür denilen, tuz tadında, beyaz küçük parçalar meydana gelir.

Magnezyum klorürde, magnezyum ve klor iyonları vardır. Bu şarjlı iyonlar, kendi aralarında belirli bir modelde birleşirler.

Cl kimyada negatif şarjlı klor iyonunun sembolüdür. Mg^{++} ise pozitif şarjlı magnezyum iyonudur. (İki artı işareti iki elektron

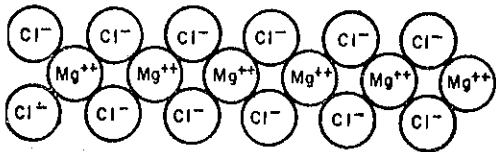
kaybını gösterir). Magnezyum klorüre bileşim denir, anlamı belirli iki elementin birleşerek yeni ve değişik bir maddenin meydana gelmesidir.

Kimyacılar bunu magnezyum klorür molekülü olarak $MgCl_2$ formülü ile gösterirler. Yani en küçük yeni bir bileşim olan magnezyum klorür yapmak için bir atom magnezyum iki atom klorürün birleşmesi gerekir.

Kristal magnezyum klorürde, herbir magnezyum Mg^{++} iyonunun, yukardaki şemada olduğu gibi dört çevresinde Cl^- iyonu vardır ve her Mg^{++} iyonunun önünde ve arkasında birer Cl^- iyonu bulunmaktadır.

Karbon atomları, klor atomları ile birleştiği zaman, elektron yörüngeleri, elektronların atomdan atoma kolayca geçişini sağlayacak bir düzende olmayıp, karışık halledir. Burada elde edilen madde, karbon tetra klorürdür.

Bu madde katı değil, kolayca buharlaşan bir sıvıdır. Çünkü, molekülleri birbirine bağlayacak çekme kuvveti için elektrik yükleri meydana gelmemiştir.



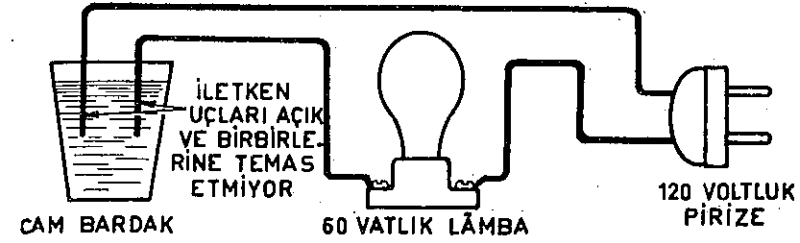
Şekil 13-3.

Magnezyum klorür bir çok bakımlardan yemek tuzuna benzer ve metal özelliği taşıyan sodyumla metal olmayan klorür bileşimidir. Yemek tuzunun kimyadaki adı sodyum klorürdür ve bileşimindeki elemanları gösterir. Şu içindeki tuzun iletkenlik kabiliyeti Şekil : 13-4 deki düzenekle görülebilir. Cam kap önce gazyağı ile doldurulur ve devreye 120 voltluk bir gerilim tatbik edilir. Bu durumda hiç bir olay görülmez. Gazyağı dolu cam kap içine bir miktar sofrata tuzu veya magnezyum klorür koyunuz. Gazyağının nötr molekülleri elektrikle yüklü tuz iyonlarını çekmeyeceğinden, erime olmayacak ve dolayısıyla akım geçmeyecektir.

Şimdi aynı kaba damıtık su doldurunuz, aynı deneyi tekrarlayınız; yine devreden bir akım geçmeyecek ve lâmba parlamıyacaktır. Eğer çeşme suyu kullanılırsa lâmba gayet zayıf bir ışık verir. Suya bir miktar sofrata tuzu koyup karıştırınız tuz eriyecek ve lâmba parlak yanacaktır.

Sudaki iletkenlik artışını açıklayabilmek için önce, magnezyum klorür veya sodyum klorür suda eriyince ne gibi bir olayın meydana geldiğini anlamak gerekir.

Su molekülleri biraz değişik özellik taşırlar. Diğer moleküllerde olduğu gibi elektrikselsel olarak nötrdürler. Suyun değişik özelliği, moleküllerinin hem pozitif



Şekil 13-4.

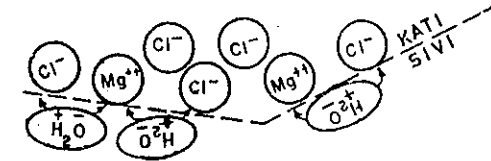
hemde negatif yüklü olmasıdır. Damıtık suyun iyonları yoktur. Yani hidrojen ve oksijen birleşirken elektron alışverişi olmaz. Fakat, moleküldeki elektronlar homogen olarak sıralanmadığından, çoğu, molekülün oksijeni etrafında kümelenirler.

Su molekülleri, bir parça magnezyum klorür gibi bir iyon kristali temas edince, katı pozitif iyon, su moleküllerinin negatif tarafını (oksijen) ve katının negatif iyonları su moleküllerinin pozitif tarafını (Hidrojen) çeker.

Bu çekmenin sonucu olarak, katının iyonları su molekülleri tarafından sarılır fakat bu olay meydana gelir gelmez artık katının iyonları, birbirini kuvvetle çekemez ve su molekülleri gibi hareketli olurlar.

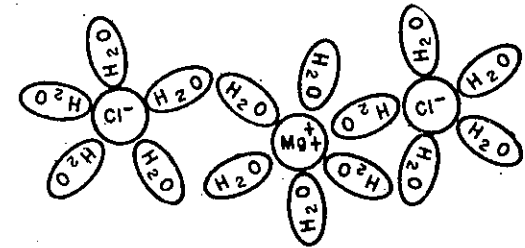
Şu noktayı unutmamak gerekir ki, su molekülleri çok hareketli değildir. Bir molekülün pozitif tarafı komşu molekülün negatif tarafını çeker ve bu çekme suyun normal sıcaklıkta sıvı olarak kalması için yeterlidir. Eğer su

moleküllerindeki elektronlar homogen bir şekilde düzenlenmiş olsalardı, su moleküllerinin kendi aralarında elektrikselsel bir çekmesi olmayacak böylece, düşük sıcaklıklarda su, sıvı değil buhar durumunda olacaktı.



Şekil 13-5.

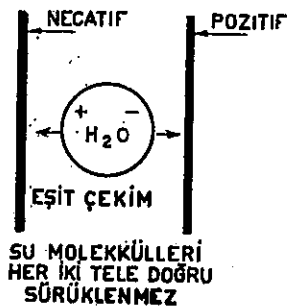
O halde sıvı nasıl iletir ? Su molekülleri şarjlı iletkene doğru git-



Şekil 13-6.

mezler, çünkü moleküller her iki iletken tarafından zıt yönde çekilirler. Metalde olduğu gibi negatif uçtan pozitive doğru gidecek gevşek elektronlar yoktur. Metal iyonları metal değildirler, onların gevşek elektronları kaybolmuş negatif iyonlar tarafından tutulmuştur. Şarjlı iyonlar hareketlidir ve sıvı içindeki bu *elektron akışı elektrik akımıdır*. Magnezyum klorür veya herhangi bir iyon bileşimi suda eritilirse, iyonlar hareket etme serbestliğini kazanırlar ki katı durumda iken bu özellikleri yoktur. Su içinde iletken tel olsun veya olmasın erime olur. Ve bu erime olayına çözülme denir. Eriyik içine elektriki olarak şarjlı iki iletken sokulunca, pozitif iyonlar negatif iletken, negatif iyonlar pozitif iletken giderler. Bu iki yönlü akış elektrik akımıdır.

İletkende toplanan iyonlarla meydana gelen olay, iyonların ve kullanılan iletkenin cinsine bağlı olup özel uygulamaları daha sonra açıklanacaktır.



Şekil 13-7.

Buraya Kadar Söylenilenleri Özetlersek

Elektronların metalden ametal gidişi ile metal ve ametaller birleşerek bir bileşik meydana gelir.

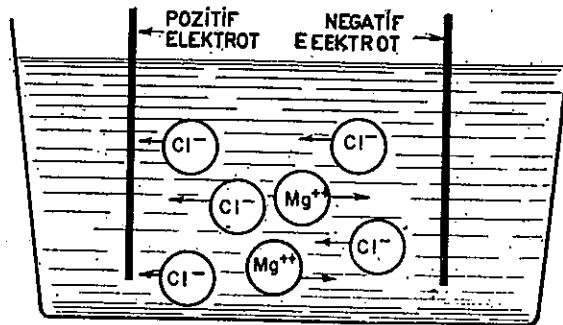
Bu elektron alış veriş sonucu pozitif yüklü metal iyonları ile negatif yüklü ametal iyonların bir bileşik meydana gelir.

Bu bileşiklerden bazıları erir. Eğer erirse iyonlar ayrılır serbest hareket ederler. Aynı zamanda iyonlar elektronlara daha büyük ve ağırdırlar.

Metaldeki iletim, gevşek negatif elektronların akışıdır.

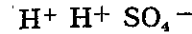
Eriyikteki iletim, negatif ve pozitif gevşek iyonların zıt yönde akışıdır. Buraya kadar tetkik ettiğimiz iyonlar elektrikselsel olarak (pozitif ve negatif) yüklü tek bir atom şeklindedir. Bundan başka yüklü atom grupları olan daha karmaşık iyon grupları da vardır.

Aşağıda, elektrikselsel işlemler faydalı olacak dört bileşik vermiştir.



Şekil 13-8.

Sülfirik asit: Kimyada H_2SO_4 formülü ile gösterilir. Akümülatörlerde elektrolit olarak kullanılır. Formüle göre: Bir molekül sülfirik asitte iki atom hidrojen, bir atom kükürt ve dört atom oksijen vardır. Su ile karıştırıldığı zaman her molekül şu iyonlara ayrılır.



Her birinde + işareti olan H , bir elektronunu kaybetmiş hidrojen atomunu gösterir, buna bir hidrojen iyonu denir. SO_4^{--} ise bir sülfür iyonudur. Bir kükürt ve fazla olan iki elektron ile 4 oksijenden meydana gelir. SO_4 grubu, iki elektron olmadan birbirini tutamaz. Grup halinde kalabilmesi için, bir elektron alışverişine ihtiyaç vardır. Bu, kükürdün elektron halkalarının dört oksijene sıkıca bağlanmasını sağlar.

2. Kuru pildeki elektrolit, suda eritilmiş amonyum klorürdür. Saf amonyum klorür sodyum klorür ve magnezyum klorür gibi katı ve beyaz renktedir. Amonyum klorürün kimyadaki formülü $NH_4 Cl$ dir.

Amonyum klorür eridiği zaman NH_4^+ ve Cl^- iyonlarına ayrılır. NH_4^+ sembolünün anlamı: bir azot atomu ile bir elektron kaybetmiş dört hidrojen atomundan meydana gelmiş bir grup demektir.

Bu bileşimde, NH_4 grubundan alınan elektron tıpkı yemek tuzundaki klor iyonu gibi klor atomu tarafından alınarak negatif yüklü klor iyonu meydana gelir. NH_4^+ grubuna amonyum iyonu denir.

3. Tatbikatta, elektrikle demir üzerine bakır kaplama işlemi yapılırken eriyik olarak zehirli ve katı bakır siyanür kullanılır. Formülü $CuCN$ dir. Bileşik, C^- ve C^{--} olarak ayrılır. Cu^+ , en dış yörüngesinden elektron kaybetmiş bir bakır atomunu gösterir ve bakır iyonu adını alır. Cn bir atom karbonla, bakırdan alınmış bir elektron yardımı ile kendisine sıkıca bağlanan azottan meydana gelir ve siyanür iyonu adını alır.

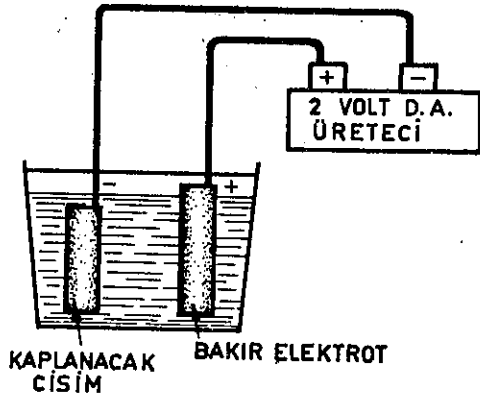
4. Bazan bakır kaplama işlemlerinde, bakır sülfat denilen mavi kristalli bir bileşik kullanılır. Suda eridiği zaman Cu^{++} ve SO_4^{--} iyonlarına ayrılır. Bazı şartlar altında bir bakır atomu, elektronlarından ikisini kaybedebilir, bu yeni iyon bakır iyonu denir ve Cu^{++} şeklinde yazılır. SO_4^{--} , sülfirik asit konusunda açıklanan sülfat iyonudur.

Bir iyon, elektrikselsel olarak, şarj olmuş bir atom veya atom grubudur.

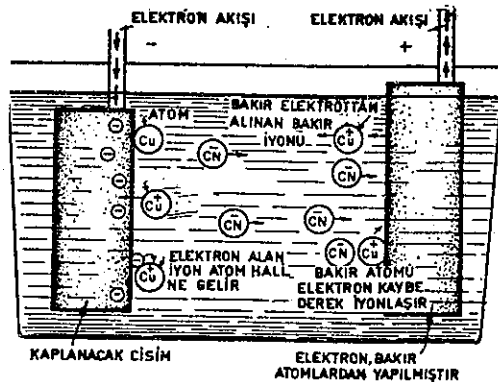
SIVILARIN ELEKTRİK AKIMINI İLETMESİNİN FAYDALI TATBİKATI

1. Galvanoplasti

Siyanür eriyiği ile bakır kaplama, metal üzerine elektrikle nasıl kaplama yapıldığını daha kolaylıkla açıklanmasına yardım edecektir. Kaplanacak parça (ki iletken



Şekil 13 - 9.



Şekil 13 - 10.

olması gerekir) batarya veya ru akım kaynağının negatif ucuna bağlanıp, bakır siyanür eriyiğine sokulur. Kaynağın pozitif ucu eriyik içindeki bakır çubuğa bağlanır. Devre tamamlandığı zaman eriyikteki pozitif yüklü bakır iyonları, kaplanacak parçaya doğru hareket ederler. Pozitif yüklü iyonlar, negatif yüklü parçaya değdiği anda elektron alıp nötr bakır atom haline gelir. İyonlar, negatif yüklü parçanın yüzeyinde atom durumuna geldikçe bakır atomları olarak parça bakırla kaplanmaya başlar. Dinamo veya diğer herhangi bir doğru akım kaynağı, elektronları kaplanacak parçaya doğru gitmeye zorlar ve parçanın negatif yüklü kalmasını sağlar.

Siyanür iyonları sağ taraftaki bakır çubuk etrafında toplanır. Parça, yüzeydeki bakır atomları elektronlarını kaybedip iyon haline gelirler. Negatif CN iyonu, bakır atomundan bir elektron koparır ve bu kayıptan sonra bakır, pozitif iyon olduğundan eriyikteki negatif iyonlar tarafından çekilir. Bakır atomlarından ayrılan elektronlar dinamoya doğru itilirler. Parçaya kaplanan bakır iyonlarının sayısı kadar bakır iyonu, bakır çubuktan ayrıldığı için eriyik aynı kuvvette sabit kalır.

Bakır, gümüş veya nikel herhangi bir elektrikle kaplama işleminde, eriyikte parçayı kaplıyacak

metal iyonları bulunması gereklidir. Metal iyonlarının hepsi pozitif olduğundan kaplanacak parça negatif iletkene bağlanacaktır. Pozitif uç, genel olarak kaplama yapılmayan metalden olur. Kaplama işlemi elektrikçi değil, bir kimyacı tarafından kontrol edilmesi daha uygundur. Kaplama eriyiklerine giren metal bileşiklerinden başlıca, kaplanan parçanın aşınmaması, zehirli gaz çıkmaması ve düzgün bir kaplama elde edilmesi için başka maddeler de katılır.

2. Metallerin arıtılması için, gayet geniş kaplama işlemlerini yapan arıtma donanımına ihtiyaç vardır. Tatbikatta kullanılan bakırın mühim bir kısmı bakır sülfat eriyiğinden elde edilir. Arı bakır negatif plâka üzerinde toplanır. Pozitif plâka üzerindeki arı olmayan bakır, eriyik içinde erimeden kalır. Aynı zamanda arı olmayan bakırın direnci yüksektir. Elektrikte, elektrolitik bakır kullanma zorunluğu vardır. Çinko ve diğer metallerin arıtılmasında aynı işlem kullanılır.

3. Metal ve ametal elementlerin üretiminden gaye, kimyasal olarak birleşmiş elementleri birbirinden ayırmaktır. 1885 de aliminyum, az bulunan kıymetli bir metaldir. Aliminyum oksit ise bol miktarda vardır. Fakat bu iş üzerinde çalışanların çabası sonunda oksijen iyonundan elektronların alı-

nıp alüminyum iyonuna verilmesi suretiyle alüminyum atomlarının nasıl elde edileceği anlaşıldı.

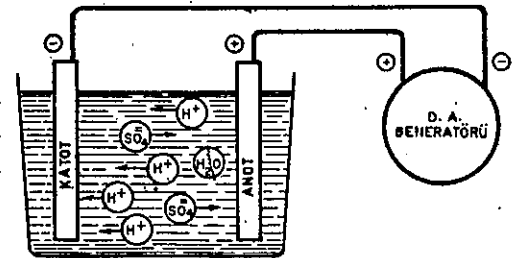
Alüminyumun elde edilmesi, elektrikle kaplama işlemine benzer. Magnezyum metali, elektroliz yoluyla magnezyum iyonlarını klorür iyonlarından ayırmak suretiyle yapılır. (Magnezyum klorür deniz suyundan elde edilir.)

«Elektroliz» terimi, elementleri elektrik enerjisi ile birbirinden ayırmak anlamına gelir.

Sülfürik asit karıştırılmış suyun elektrolizi, kanunun anlaşılması bakımından faydalı olacaktır. Çünkü bataryalar bunun bir tatbikatıdır. Elektroliz olayında hidrojen ve oksijen de çıkar. Fakat bu gazlar tatbikatta, başka işlemle daha ucuz elde edilebilir.

SUDA SÜLFÜRİK ASİDİN ELEKTROLİZİ

Burada iki yeni kelime öğreneceğiz: Katot, anlamı: uç veya elektrottur, eriyiğe elektronlar bu-



Şekil 13 - 11.

radan girer. Anot : ikinci elektrotur ve eriyikten ayrılan elektronlar bu uçtan çıkar. Farzedelim ki Şekil : 13-11 deki düzeneğe, Katot ve anot, asitten, hidrojen veya oksijenden etkilenmeyen bir metalden yapılmıştır. Hidrojen iyonları katoda değince ondan elektron alıp nötür bir atom olur. Nötür hidrojen atomları bilinen hidrojen gazıdır ve kabarcıklar halinde çıkar. Sülfat iyonları, anoda yaklaşınca su molekülleri (H_2O) ile karşılaşp onları parçahyacaktır.

Anot bir yerden elektron alacak fakat SO_4^{--} iyonu su molekölünde olduğu gibi elektronlarından kolayca ayrılmıyacaktır. HO_2 molekülünden iki elektron ayrılınca geriye iki H^+ iyonu ve bir oksijen atomu kalır. Oksijen atomları kabarcıklar halinde kaçır ve H^+ iyonları eriyikte kalır Anotta meydana gelen bir çift hidrojen iyonu için, katottan bir çift hidrojen iyonu kaçır. Böylece eriyikteki asit miktarı sabit kalır, burada parçalanan H_2 O dur. Eğer bu işlem kurşun anot ve katot plâkalarla yapılmış olsaydı, oksijenin

tamamı kabarcıklar halinde erimazdı, büyük bir kısmı, kurşun anotla birleşerek kurşun dioksit olurdu. Hidrojen katoda etki yapmaz ve bu plak arı kurşun-oları kalır. Sülfürik asid eriyiğı içindeki kurşun ve kurşun dioksit fazlalı birer elemandır. Bu konu Bölüm 15 de incelenecektir.

ELEKTROLİTİK AŞINMA

Aşınma, metalin paslanması kimyasal olarak bozulması ve erimesidir.

Bazan bu arzu edilen bir işlemdir. Meselâ : Bakır kaplamada bakır anot erir ve banyoda gerekerimış bakırı karşılar. Aynı, fakat istenilmeyen bu olay elektrik akımının toprağa akması ile toprağta gömülü gaz ve su borularında meydana gelir.

Toprağa gömülü metal boruların toprağa göre pozitif (anot) olduğu noktalarda, negatif iyonların boruya etkisi ile faydalı metal atomları faydasız metal iyonları haline gelir. Yani demir boru okside çevrilir. Bu sebeple, elektriktren ve tramvay raylarına yakı borular zarar görebilir.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Sıvıdaki elektriksel iletkenlik, pozitif ve negatif iyonların hareketidir. Metalde olduğu gibi ayrıca serbest elektronlar yoktur.
- Pozitif ve negatif iyonlar, kimyasal olarak metal element (veya grubun), metal olmayan elemente (veya gruba) elektrotvermesi ile meydana gelir.

Eğer yukarıdaki bileşik, suda erirse, şarjlı iyonlar, eriyik içinde serbestçe hareket edebilir duruma gelirler.

Elektrikle kaplama işleminde, eriyikte kaplama metalinin iyonları, bulunur. Kaplanacak parça gerilim kaynağının negatif ucuna, kaplama metalinden bir çubuk pozitif uca bağlanır.

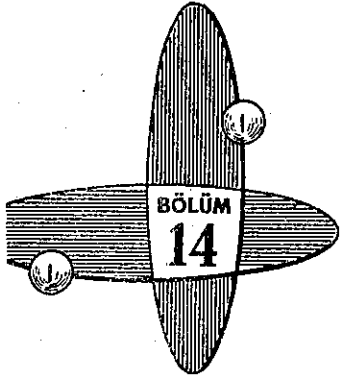
- Parçanın kaplanması için, eriyikten alınan metal, eriyen pozitif çubuk tarafından karşılanır.
 - Sıvı iletken negatif iyonu bir yöne, pozitif iyonu diğer yöne hareket ettirir, neticede bileşik devamlı olarak kısımlara ayrılır.
- Bu çözülmeye Elektroliz denir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Metaller, atom yapısı bakımından metal olmayanlardan nasıl ayrılır ?
2. İyon nedir ?
3. Kuru tuz iletken midir ?
4. Bir ağaç parçası elektrikle kaplanabilir mi ?
5. Şekil 13-9 da dinamoya giden uçlar ters bağlanırsa ne olur ?
6. Bir oto akümülatör bataryasını şarj

devresinden, bağlama maşasını açarak ayırırken, bataryanın o ucunda büyük bir ark meydana gelir. Bunun sebebi nedir ve olmaması için ne yapılmalıdır ?

7. Su, kitabın sonundaki listede yalıtkanlar sırasında gösterilmiştir. Eğer su yalıtkansa, ıslak toprak üzerinde duran bir kimse şebekenin bir fazına değdiği zaman niçin çarpılır ?



Boşluk ve Gazlarda İletim

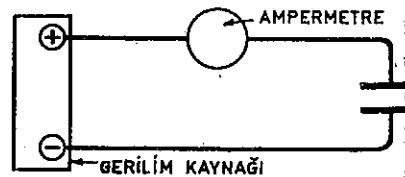
Yüksek gerilim endükliden endüsiyon bobinleri, hava pompalarının geliştirilmesi, aynı zamanda kimyacıların maddeler hakkındaki bilgilerinin artması, 100 yıl önceki bilim adamları için yeni bir çalışma alanı açmıştır. Akımın gazlarla iletimi bilim adamlarının dikkatini çekmiş ve yeni bir görüşle açıklama imkânını vermiştir. Rasgele bulunan bu açıklamalar ile eskilerin düşündüklerinin deneylerle ispatı bizi bugünkü faydalı sonuçlara ulaştırmıştır. Işık ve kaynak işlemi için elektrik arkı, dükkân aydınlatmasında kullanılan cıva buharlı lâmbalar, cadde ve sokak aydınlatmasında sodyum buharlı lâmbalar, evlerde ve vitrin aydınlatmasında flüoresan lâmbalar ile reklâm tesisatlarında kullanılan neon lâmbaları örnek olarak gösterilebilir. Bu deneysel çalışmalardan sonra elektronik endüstrisi gelişmiş, dolayısıyla elektronik lâmbalar geliştirilmiş ve

özellği çok az bilinen «katot ışıkları»nın nedenleri çözülmüş, deneyler ilerledikçe maddenin küçük parçası olan elektronun tanımlanması da yapılmıştır.

Gazlar Normal Olarak Yalıtkan

Hava ve diğer gazlar, atmosfer basıncında diğer maddelere göre ideal yalıtkanlardır. Şekil 14-1'deki elektrikle yüklü iki plâka arasında hava veya diğer gazlarda birisi yalıtkan olarak bulunur. Uygun bir gerilim için akım sıfırdır.

Belirli bir değerde yüksek gerilimden sonra gaz birden iletken olur ve akımı, devreyi meydana getiren diğer kısımlar sınırlar.



Şekil 14 - 1.

Atmosfer basıncından düşük basınçlarda yalıtkanın delinmesi daha küçük gerilimlerde meydana gelir. Sıkıştırılmış havada olduğu gibi eğer basınç arttırılırsa, akışı sağlamak için gerekli gerilimi de orantılı olarak yükseltmek gerekir. Örneğin; motorun silindiri içinde basınç altında çalışan bujinin çalışması için gerekli gerilim, açık havadakinden daha yüksektir.

Kıvılcım ve Ark

Kıvılcım, gürültülü kararsız bir boşalmadır, aynı zamanda birbirini takibeden kıvılcımların yolları da değişiktir. (Bu açıklama kıvılcımın elektronlardan meydana gelmiş bir yol olduğunu da gösterir. Kalın bir bakır iletkeni otomobil akü bataryasının iki ucuna sürerken görülen kıvılcım değişik yönlerde ve bu, çelik bir parçanın zımpara taşına tutulduğu zaman parçadan kopan ve değişik yönlerde dağılan kıvılcım derecede çok küçük metal parçalara benzer.)

Ark, daha sessiz ve devamlı bir boşalmadır. Havada ark, çok fazla ısınmış gazdan veya metal buharından meydana gelmiş iletken bir yoldur. Havanın direnci tamamen kaybolmuştur ve akımı sınırlandırmak için devrede başka bir direncin bulunması şarttır.

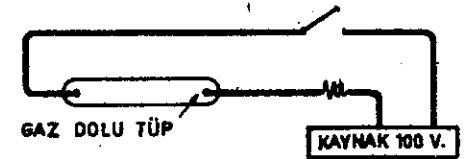
Arkın uçları arasındaki gerilim düşümü yaklaşık olarak 15-50 voltur. Arkta görülen ışığın büyük

bir kısmı buhardan fakat bir kısmı da sıcak katoddan gelir. Karbon arktaki katot sıcaklığı 5000 °C olabilir.

Gazda İletkenlik Nasıl Başlar ?

Eğer gaz, bir tüp içinde ve ancak basınçta ise, tüpün uçlarına bağlanmış iki iletkenle yaklaşık olarak 50 volt tatbik edilirse gazda iletkenlik başlar. Havada ark, aralarında potansiyel farkı olan iki iletken ucu, önce birleştirilip sonra ayırmakla meydana gelir. Örnek olarak ark kaynağı ve karbon arkı gösterilebilir.

Fakat gaz nasıl iletir ? Gazın içinde ne gibi bir olay meydana geliyor ki iletken oluyor ? İYONİZASYON, gaz atomlarından elektronların ayrılması ile, atomlar pozitif yüklü iyon olurlar. Gevşek elektronlar hareketli elektronlardır ve gazdaki iletkenlik elektronların akışı ile meydana gelir (Metallerde olduğu gibi). Aynı zamanda, hareketli pozitif yüklü iyonlar da vardır. Böyle olsa da, hi, gazdaki iletkenlik özelliği, katı ve sıvılardan tamamen farklıdır.



Şekil 14 - 2.

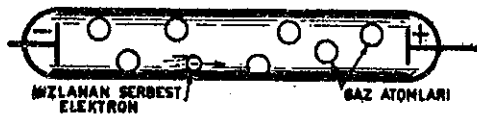
İyonizasyon Nasıl Meydana Gelir

(1) İyonizasyonda en mühim işlem elektronların çarpışımıdır. Bu olay negatif iletkenden fırlayan bir elektronla veya aşağıda açıklandığı gibi (2) atomdan ayrılan bir elektronla başlar. (3) elektron serbest kalınca negatif iletkenin itme etkisi ile hızlanarak pozitif tarafa çekilir.

Eğer hızlanmadan önce bir atoma çarparsa tekrar sıçrayıp pozitif uca doğru gider. Belirli hız kazanınca, atomlardan birine hızla çarparak bir veya daha fazla elektronun kopmasına sebep olur.

Elektronun, iyonizasyonu meydana getirmek için aldığı bu en düşük enerjiye «iyonizasyon potansiyeli» denir ve değeri çarpılan atomun cinsine bağlıdır. Sodyum buharı için iyonizasyon potansiyeli yaklaşık olarak 5 voltur. Bir çok gazlar için 10-25 volt arasındadır. (Cıva buharı 10,4, neon 21,5, helyum için 24,5 voltur). Yani neonu iyonize etmek için elektronun 21,5 voltluk potansiyel farkı ile düşmesi gerekir.

Şekil 14-4 deki iyonizasyon işlemine dönersek; Elektronun ato-



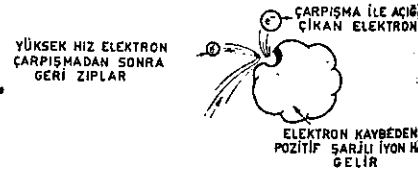
Şekil 14-3.

ma çarpması ile ikinci bir elektron daha serbest kalmıştır. Şimdi negatif iletkene doğru hareket eden iki serbest elektron vardır. Bir elektron atomlara çarpınca serbest elektron meydana gelir. Elektronların atomlara teker teker çarpması sonucu daha fazla elektron serbest kalır ve 1/1000 saniye içinde bir milyon elektron zincirleme çarpışmalar sonucu da serbest kalır.

Bir karşılaştırma yapmak dalları elma ile yüklü elma ağacını düşünelim; bir elma 15 santimetreden başka bir elmanın üzerine düşerse onu da koparır. Elma ağacının tepesindeki bir elma koptuğu düşünülürse zincirleme olarak alt dallardaki elmaların bir kısmı yere düşer.

Gazların iletken hale gelmesi sonucu ışık meydana gelir. Çarpışmadan kâfi derecede hız kazanmış elektron, enerjisinin bir kısmını atomun elektronlarına verir, böylece atomda «uyartılmış bir durum» meydana gelir.

Bu enerji yüklü, uyartılmış atom ışık yaymak suretiyle enerjiyi kaybeder. Işığın rengi atomun enerji özelliğini gösterir.

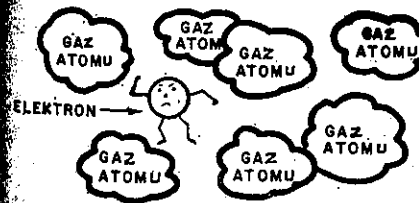


Şekil 14-4.

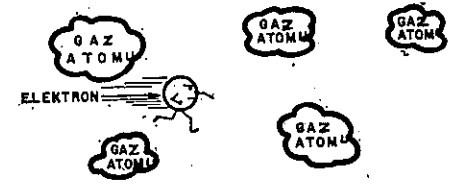
(2) Gazları iyonize eden ikinci işlem radyasyondur. Kozmik ışınlar bir kaç atomu iyonize eder ve genel olarak çarpışma işlemi yapacak ilk elektron kaynağı olur. Iyonizasyon başladıktan sonra atomların bir elektron dengesizliği, yalnız görünür ışık değil aynı zamanda diğer atomlar tarafından emilen yüksek frekanslı (ültraviyole) ışınlar meydana getirir ki bu elektronların ayrılmasına sebep olacak yeteri kadar enerjiyi verir.

(3) Diğer iyonizasyon işlemi ısıdır. Sıcak gaz daha iyi iletken olur ve soğuk gazdan daha kolay iletmeye başlar. Isı, molekül ve atomların hareketidir. Yüksek sıcaklıklarda, atomların çarpışması elektronları ayıracak şiddette olur. Atomlardan çoğu diğer atomlara göre yüksek sıcaklıktadır ve bu yüksek hız iyonizasyon çarpışmasına sebep olur. Bayağı bir alevde bir çok iyonlar vardır ve alev zarf bir yalıtıcıdır, olay yanan bir elektrikli şarjlı elektroskoba yaklaşılarak ispatlanabilir.

(4) Başka elektron kaynakları da vardır. Meselâ, pozitif iyonlar



Şekil 14-5.



Şekil 14-6.

elektronlarının tamamını kaybetmemişlerdir ve bu iyonların çarpışmasıyla ayrılan elektronların sayısı da artar, sonunda iyonlar daha fazla pozitif olur. Aynı zamanda, uyartılmış gaz atomlarının, diğer cins atomlarla çarpışması, bu atomlardan elektronların ayrılmasına sebep olur. Meselâ, neon gazına bir miktar azot katmakla iletkenliği artırılabilir. Uyartılmış neon atomları azotla çarpışınca, azot atomlarına yeter derecede enerji verip onların elektron vermesine sebep olur.

Neden, Alçak Basıncılı Gaz Yüksek Basıncılı Sıkıştırılmış Gazdan Daha İyi İletir ?

Atmosfer basıncında, gazlarda serbest elektronlar gaz atomlarıyla çarpıştığı zaman atomu iyonize edecek yeter derecede hız alamaz.

Alçak basınçlarda gaz molekülleri birbirinden uzaktır ve bu boşluklar elektronun iyonizasyon için gerekli kinetik enerjiyi kazanmasını sağlar.

Bu bakımdan gazlı lâmbalar üzerinde çalışan kimseler, hesaplarında elektronun «ortalama serbest yolu» ile ilgilenirler. Anlamı, çarpışmalar arasında, elektronun aldığı ortalama yoldur.

Serbest Kalan Bütün Bu Elektron ve İyonlar Ne Olur ?

Faydalı bir iletkenlik ancak pozitif uca erişebilen elektronlarla meydana gelir. Gaz dolu bir tüpte, serbest hareketli elektronların çoğu tüpün iç çeperinde toplanır çepere doğru itilen pozitif iyonlar, orada toplanmış negatif yükler tarafından nötür hale getirilir.

Normal bir gaz iletkenli tüpte, ortalama olarak her bin atomda bir atom iyonize olur. Tüp içindeki parlayıcı boşalmanın büyük bir kısmı «plâzma» denilen pozitif iyonlar, elektronlar ve nötür atomlarla doludur. Bu gerilim düşümü çok fazla değildir. Bu bölgedeki gerilim düşümü daha çok elektrotların yakınında olur. Burada plâzma üzerinde daha fazla durulacaktır, çünkü bilginler çalışmalarında, tüpteki gazın endüksiyonu ile elde edilecek sonuçlar üzerinde durmamaktadırlar. Bugünkü deneyler, alçak basınçta, akımın hidrojen içinde çok yüksek akımlı patlamalar yaparak, kendi manyetik alanı içinde plâzma meydana getirmek için yapılmaktadır. Amaç, o değerde bir hız verilsin ki

milyonlarca derecelik sıcaklık elde edilip bu sıcaklıkta hidrojen çekirdeği eriyerek helyuma dönüşür. Hidrojen erimesi güneşte kaç milyon yıldanberi devam etmektedir. Hidrojen bombası patlatıldığı zaman ise bu olay anında meydana gelir. Yüzlerce yıldanberi insanlar ucuz bir enerji kaynağı bulmayı düşünmüşlerdir. Bu, belki de bir şişe içine konmuş enerjisinden, istenildiği zaman, istenildiği kadar istifade edilen bir hidrojen bombası olabilir.

İletkenlik ve İyonların Yapısı

Sık sık görülen Kuzey Işıkları atmosferin en üst ve ince tabakasının iletkenliğinden meydana geldiği söylenir. Güneşteki büyük değişikliklerin etkisi ile fırlayan elektronların dünyamıza doğru hareketi bu olaya sebep olarak gösterilebilir.

Boşluktan, büyük bir hızla dünyaya doğru gelen protonlar havadaki moleküllerine çarparlar ve şiddetli bir radyasyonla atmosferin muhtelif tabakalarını iyonize ederler. Bu iletken tabakaların radyo sinyallerini yansıtma kabiliyetleri vardır ki bu yansımalar genel olarak faydalıdır.

Şimşek, yüksek gerilimli bir kıvılcımdır. Bazan durum, sivri tepeler veya gemi direklerine devamlı deşarj yapan bir yıldırım yaratacak şiddette değildir. Kuv-

vetli bir elektrik alanı elektrotlarındaki sivri noktalarındaki havayı iyonize eder. Eğer başka bir ışık çarpmazsa deşarj görülür. Bu tip deşarja korona denir. Olay bütün yüksek gerilimli aygıtlarda görülür fakat yüksek gerilimli enerji iletim hatlarında büyük bir güç kaybına sebep olur.

Vakumda İletkenlik

Eğer bir cam borudaki gazın basıncını pompa ile 0.0001 mm cıva basıncına düşürecek olursak (760 mm cıva = atmosfer basıncı) iletken gazın parlaması görülmez. Gaz molekülleri birbirinden o kadar çok uzaklaşmışlardır ki ancak bir kaç tane iyon meydana gelmiştir ve ilekkenlik doğrudan doğruya elektronların akışıdır. Cam tüpün kendisi elektronların cama çarpması ile parlayabilir.

Eğer gaz basıncı soğuk katotlu tüpte daha fazla düşürülürse deşarj tamamen durur. Katot iletkeni başka bir akımla ısıtılacak olursa vakum yapılmış tüp içindeki iletkenlik sıcak katottan ayrılan elektronlarla devam eder.

Bundan seksen yıl önce insanlar vakum ve gazlarda iletkenlik deneyleri üzerinde çalışırken, elektronların varlığı hakkında bilgileri yoktu. Tüp içindeki katottan gelen ve ne olduğu bilinmeyen ışınlara «Katot Işınları» ismini verdiler. 1869 da Hittorf isimli bir Al-

man, bu ışınların çarpması ile camın parlamasını açıkladı ve ışınların doğru çizgiler halinde yol aldıklarını deneyle gösterdi. İngiliz Crookes, ışın yollarının mıknatısla eğilebileceğini, bir noktada toplanabileceğini çarptığı cismi ısıttığını ve hızlarının tatbik edilen gerilimle orantılı olduğunu buldu. 1879 da Crookes, bu ışınların maddenin ultra gaz durumu olabileceği, fikrini ortaya attı. 1895 de Fransız Perrin, ışınların negatif yük taşıdıklarını aynı zamanda pozitif iyonlar meydana geldiğini gösterdi. 1897 de İngiliz J.J. Thomson bir seri deneyi tamamlayıp negatif parçaların elektrik yüklerinin ağırlığa oranını bulmayı başardı. Bu çalışmadan sonra Thomson, bütün maddelerin elektron adı verilen küçük, hafif negatif yüklü parçacıklardan meydana geldiğini büyük bir güvenle söylemiştir.

1896 yılında Wilhelm Roentgen katod ışınli tüpler üzerinde çalışırken, katod ışınları metal veya cama çarptığı zaman yeni bir radyasyon meydana geldiğini buldu. Bu yeni görünmeyen ışınlar ağaç, kâğıt ve havadan, ince metalden kalına, deri ve etten kemiğe, alüminyumdan kurşuna göre daha kolay geçerler. Işınlar madenlerde flüoresana sebep olurlar, fotoğraf plâkalarını etkiler ve mıknatısla eğilmezler. Roentgen bunlara X ışınları demiştir. Bir kaç ay

içinde doktorlar kırık kemikleri yerine koymakta bu ışınlardan faydalanmışlardır.

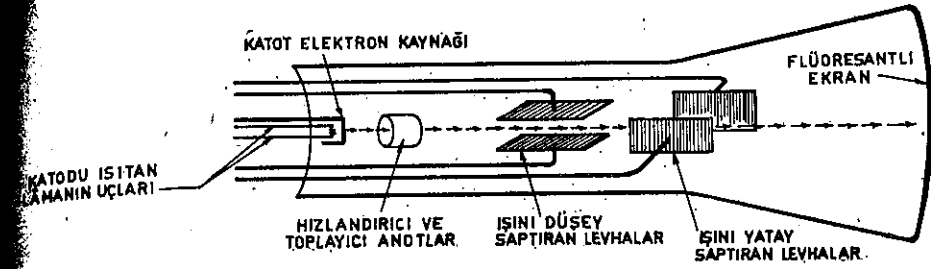
Bugün osiloskoplarda ve televizyonda kullanılan tüpler, Thomson'un deneylerinde kullandığı yapılmış elektron ışınları prensibi-ne dayanır.

Osiloskoplarda, katotdan fırlayan elektron demeti belirli bir hızda yatay gider. Aynı zamanda ekranda şekli görülecek gerilim, elektron demetinin dikine yönelmesini sağlar böylece, gerilimin

zaman grafiği elde edilir. (Şekil 14-8)

Televizyon, ekranlarında, elektron demetini yatay veya dikey yapmak için mıknatıs bobinleri kullanılır. Ayrıca, elektron demetinin şiddeti değiştirilerek ekrandaki resim aydınlık veya karanlık olarak elde edilir.

Televizyon ekranının yüzeyi 20,000 voltluk elektron demetinin meydana getirdiği tehlikeli ışınları endişesi ihtimali üzerine durlumakta idi. Fakat bu gerilim kuvvetli ve delici X ışınları ya-



Şekil 14-8.

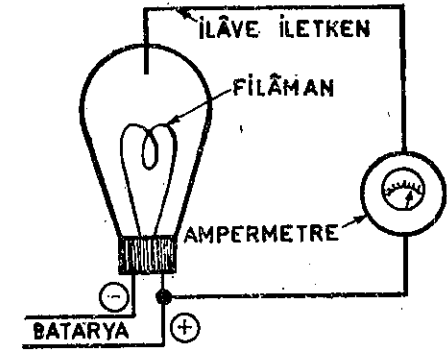
acak kadar yüksek değildir. Son deneyler göstermiştir ki, eğer X ışınları meydana gelmişse bunlar cam tarafından emilir ve ekran yüzeyinden 2,5 santimetre mesafede bu tehlike tamamen kaybolur.

Edison, elektronları tesadüfen buldu. Rivayete göre yardımcılardan birisi tesadüfen bir ölçü aletini, Edison'nun deney lâmbasının açık uçlarından birine bağladığı zaman küçük bir akımın geçtiğini gördü. Şekil : 14-9

Isıtılan lâmba filamanı elektron yayıyordu fakat bunu o zaman (1883) kimse bilmiyordu - serbest kalan elektronlar pozitif iletken tarafından çekilerek ölçü aletinden akım geçmesine sebep oluyordu. Bu buluş bir raporla duyuruldu fakat Fleming iki elemanlı lâmba yapıp bundan doğrultmaç olarak faydalanıncaya kadar 20 sene kullanılmadı.

İki elemandan biri, elektron yayayan Filaman, diğeri pozitif şarjlı olduğu zaman elektron çeken plâktır.

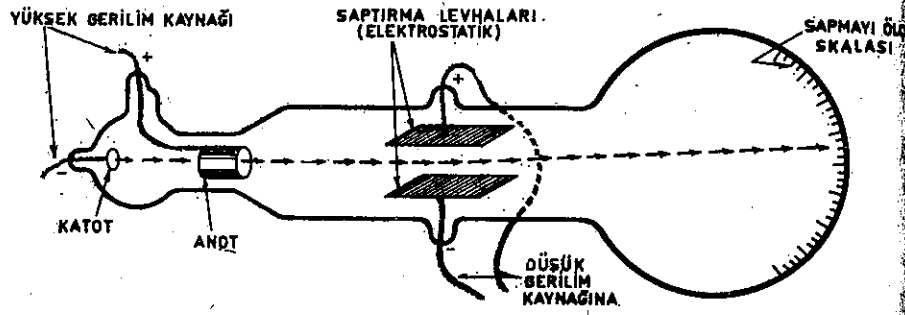
Vakum yapılmış tüplerde elektron iletimi konusu bu bölümde çok detaylı olarak anlatılmamıştır. Haberleşme ve kontrol cihazlarındaki vakum ve gaz iletkenli lâmbaların tatbikatı Elektronik konuları içine girer.



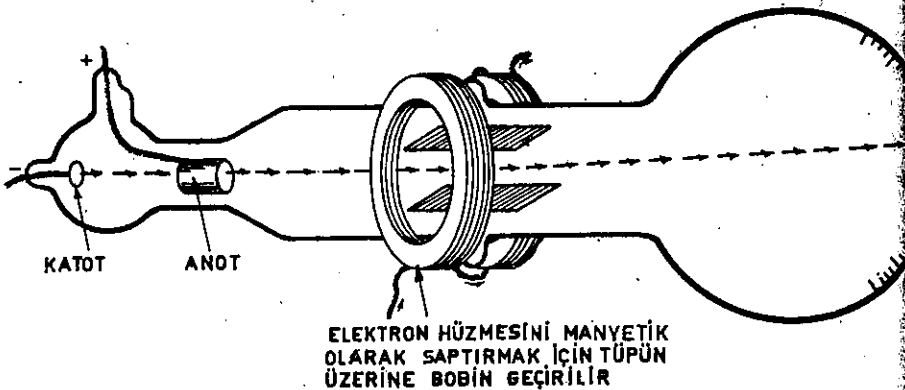
Şekil 14-9.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Uygun bir gerilim tatbik edildiği zaman ani iyonizasyon, gazları iletken duruma getirir.
- İyonizasyon, gaz moleküllerinden elektronların serbest kalmasıdır.



Şekil 14-7A



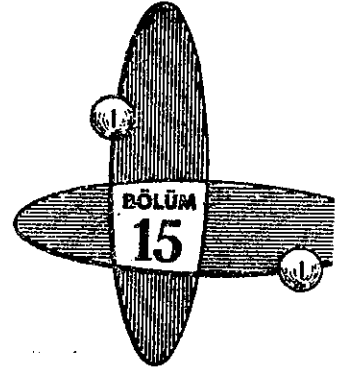
Şekil 14-7B

- Pozitif şarjlı gaz atomları (veya molekülleri) pozitif iyonlardır. Elektronlar, hareketli ve negatif parçacıklardır.
- Bir gazın iletkenliği elektron hareketinden meydana gelir. Elektronlar gaz moleküllerine çarptığı zaman, atomlardan devamlı bir elektron kopması olur.
- Gazlar, alçak basınçta, yüksek basınca göre daha çabuk iyonlaşabilir.
- Vakum basıncına yakın alçak basınçta katottan ayrılan elektronlar düz çizgi halinde hareket ederler ki, bunlara katot ışınları denir. Elektronun hareketi katot ışınları tüplerle incelenebilir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Yapma uyduların elektrik kontrol devrelerindeki gelişmelerde özel yalıtkanlık problemlerinin çözülmesi zorunludur. Hangi sebeplerden ötürü özel problemler doğar?
2. Elektronları kim bulmuştur?
3. Elektronla, katod ışınları arasında ne fark vardır?
4. Gazların iletkenliği hakkında kaç faydalı örnek veriniz.
5. Bu alanda bütün faydalı buluşları yapılıp yapılmadığı doğru mudur?

E. M. K. Kaynağı Bataryaların Kimyasal Enerjisi



Daha önce gördük ki E.M.K. elektronları hareket ettiren kuvvettir. Potansiyel farkını volt olarak ölçeriz. Batarya veya dinamo gibi akım kaynağında da meydana gelen potansiyel farkına E.M.K. denir.

Kimyasal enerji nedir? Kimyasal enerji metallerin birleşmesiyle, elektron veya atomların düzenlenmesi sonucu meydana gelen bir potansiyel enerjidir. Bataryaların yapısının temeli olan metallerin birleşmesi 13 üncü bölümdeki metaller ve ametallerin birleşmelerine benzer. Örneğin: Metal ve ametal birleşerek tuz iyonları oluşturur.

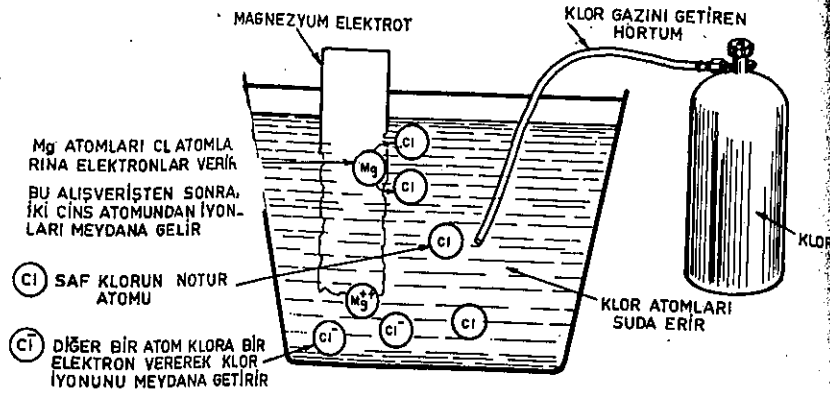
Metallerin birleşmesiyle, kimyasal enerjinin meydana gelişini Şekil 13-2 görmüştük. Magnezyum atomunun dış yörüngesindeki gevrek elektronlar, klor atomlarının dış yörüngelerindeki boşluklara yerleşme eğilimini gösterirler. Eğer

biz iletken boyunca elektronların magnezyumdan kloru doğru olan akışlarını sağlayabilirsek, bu enerjiyi bir motorun çalıştırılmasında veya bir lâmbayı yakmada kullanabiliriz.

13 cü bölümden hatırlanacağı gibi magnezyumun dış yörüngesindeki elektronlarda klor atomlarına büyük bir girme eğilimi gösterirler, öyle ki, sıcak bir parça magnezyum klor gazı içine atılırsa bir patlama olur. Bu işlem sonucu magnezyum klorür ve büyük bir ısı meydana gelir.

İşlem, Şekil 15-1 de görüldüğü gibi Mg ve Cl atomlarını su dolu bir kapta birleştirerek yavaşlatılabilir.

Magnezyum çubuk, klor gazının etkisi ile yavaş yavaş eriyecektir. Magnezyum çubuğa temas eden klor gazı atomları magnezyumla birleşerek magnezyum klorüre dönüşürler.



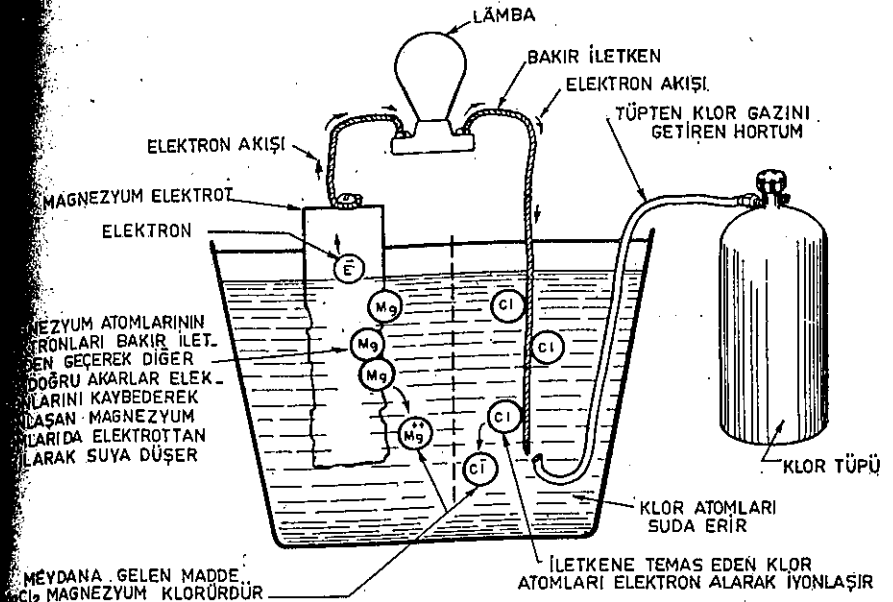
Şekil 15-1.

Bizim başlangıçtaki amacımız elektrik akımı elde etmektir. Şekil 15-1'deki düzende elektronlar, yolları üzerinde hiç bir faydalı iş yapmadan Mg atomlarından doğrudan doğruya Cl atomlarına geçmektedirler. Şimdi bunların daha uzun bir yoldan gitmelerini sağlayalım.

Şekil: 15-2'de düzeneğe bakır iletkenle bir lâmba ilâve edilmiştir. Kabın ortasına, klor atomlarının magnezyumla doğrudan doğruya temas etmesi için bir parça pamuk koyalım. Bu, şekilde kesik çizgilerle gösterilmiştir. Eğer elektronlar Mg'den Cl'e geçiyorlarsa şimdi, bakır iletken ve lâmba, devrede Mg'den Cl'e elektron taşıyıcısıdır. Mg ve Cl iletkeninde elektronları hareket ettiren bir potansiyel enerji (veya E.M.K.)

kaynağıdır. Deneyde hiç bir man tatbikatta kullanılabilecek bir pil yapma amacı güdülmemiştir. Bu, piller ve akümülatörlerin akım meydana getirdiğini anlamak ve metallerin gevşek elektronlarının, onları kabul eden diğer metallere doğru hareket ettiklerini, kısaca elektron alışverişini göstermek için yapılmış bir deneydir.

Şekil: 15-2'den bütün pil ve akümülatörlere tatbik edilebilecek sonuçlar çıkarılabilir. Birincisi: Bu pilin pozitif ve negatif uçları nasıl bulabiliriz? Şemaya bakarsak kat edilecek olursa elektronlar, bakır içinde magnezyumdan bakıra ve oradan lâmbaya doğru akma- tadırlar. Bu bakımdan magnezyum çubuk negatif ve suyun içinde bakır iletkenin diğer parçası pozitif olarak işaretlenecektir.



Şekil 15-2.

İkincisi: Bu elektron akışı durdurulabilir mi? Evet, çünkü akımı meydana getiren elektronlar, negatif elektrotu meydana getiren metallerden gelir. Akım geçtikten sonra süreç negatif elektrot erir. E.M.K. eridikten sonra, kimyasal enerji durur, böylece elektron kaynağının tamamı kullanılmış demektir.

Üçüncüsü: Kullanılan metalin E.M.K. değişse her hangi bir fark olur mu? Evet, elde edilen E.M.K. kullanılan metalin özelliğine bağlıdır. Aynı zamanda çözeltideki atom ve iyonların cinsine bağlıdır. Örneğin, magnezyum ye-

rine, daha fazla elektron verebilen bir madde kullanılırsa daha büyük bir E.M.K. elde edilir veya daha az elektron verebilen bir madde kullanılırsa E.M.K. daha düşük olur.

Aynı zamanda, pozitif elektrodun da elde edilecek E.M.K. üzerinde etkisi vardır. Eğer pozitif elektrot çözeltiye kolaylıkla elektron verebiliyorsa, elde edilecek E.M.K., elektrot yüzeyinde, elektronlar kolaylıkla ayrılıp, çözeltiye iyon halinde geçmesini engelleyen pozitif bir elektrota göre daha büyük olur.

Bir metalin «gevşek elektronları» terimi geniş olarak kullanılmaktadır. Metalde elektron iletim kolaylığı ile metalden elektronun kolaylıkla ayrılması ayrı ayrı özelliklerdir. Sağdaki tablo, metallerin su çözeltisinde kolaylıkla elektron vermelerine göre sıralanışını göstermektedir. Bu, iletkenliğe göre hazırlanmış bir listeden tamamen farklıdır.

Listenin başındaki metaller, sonundakilere göre elektronlarını kolaylıkla verirler. Listenin altındaki elementler daha güç elektron verirler.

Batarya yapmak için teorik olarak bir çok metal bileşikleri kullanılabilirse de bunlardan ancak bir kaç pratikte kullanılır. Bileşiklerin çoğunda, arzu edilmeyen kimyasal reaksiyonlar meydana gelir ki bu, aktif metalin çok hızlı yenmesine veya faydalı akımı etkileyecek direncin artmasına sebep olur.

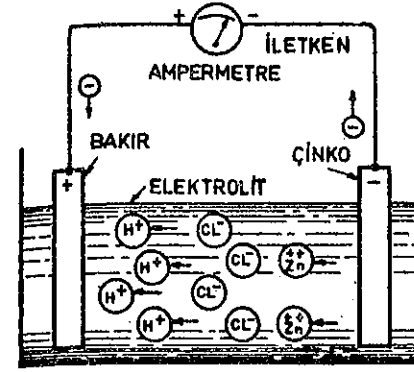
Akümülatör ve pillerin bulunuşu Bologna Üniversitesi Tıp Profesörü Luigi Galvani'nin 1791 yılında kurbağaların ayakları üzerinde yaptığı deneylerin bir sonucudur. Galvani, elektrik devresi diyebileceğimiz bakır bir çengel ile demir plâka arasındaki kurbağanın kaslarında bir kasılma görmüştü. Onun açıklaması yanlış, fakat daha önce elektrik hakkında, yalnız statik elektriğin, boşalması sonucu meydana gelen artan farklı olarak sabit bir elektrik

akımının etkisi ilk kez görülüyordu. O zaman elektriğin bu yeni şekline galvanik elektrik ve bunu ölçen aletlere de galvanometre denilmiştir.

Galvani'nin bu buluşu fizik profesörü Alessandro Volta tarafından faydalı sonuçlar elde edecek şekilde geliştirildi. 1800 yılında, Volta ispat etti ki, bundan böyle metallerle sıvı iletken bir elektrik kaynağıdır ve kurbağa ayakları kullanmağa lüzum yoktur.

Elementlerin Elektro motor serisi

Sodyum
Alüminyum
Kalsiyum
Magnezyum
Çinko
Krom
Kadmiyum
Demir
Kobalt
Nikel
Kalay
Kurşun
Hidrojen
Bakır
Cıva
Gümüş
Plâtin
Altın



Şekil 15-3.

Volta, değişik metal bileşikleriyle tuzlu sudan nasıl pil yapılacağını, elektromotor kuvvetini arttırmak için pillerin nasıl seri bağlanacağını ve aynı zamanda meydana gelen etkinin statik deşarja benzediğini ispat etti.

Yıllar geçtikçe değişik piller yapıldı fakat bunlardan birçoğu mü-

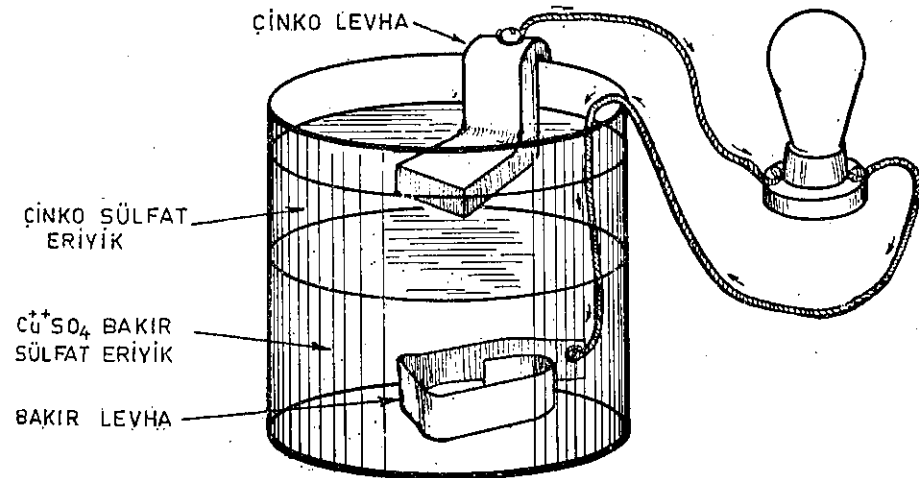
zelik olmuştur. Bunlardan bir tanesi ilgi çekicidir. Çünkü pil içindeki kimyasal olayı en basit şekilde açıklar.

Danyel pilinde, çinko levha gevşek elektron kaynağıdır. Bakır sülfat çözeltisinde Cu^{++} ve SO_4^{--} iyonları vardır. Cu^{++} iyonları çinko levhadaki elektronları çekerler. Çinko levhadan çıkan elektronlar iletken yoluyla bakır levhadan geçip çözeltideki pozitif Cu^{++} iyonları ile birleşerek onları saf bakır haline getirir.

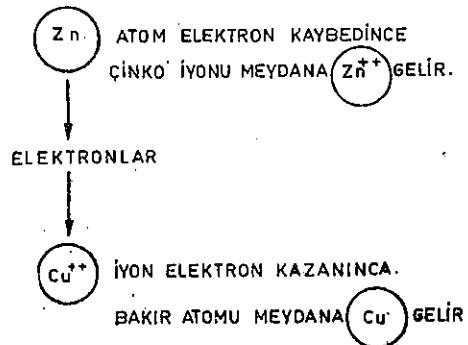
Çinkonun gevşek elektronları, bundan önceki örnekte olduğu gibi bir metal tarafından değil pozitif iyon tarafından çekilir.

Bu, kimyasal enerjiden EMK elde etmekte kullanılan madde bileşikleri için iyi bir örnektir.

Çinko levhaya ne olur? Eğer devamlı bir akım geçirilirse levha



Şekil 15-4.



erir. Çinko, Zn^{++} iyonlarına dönüşür.

Bakır levhaya ne olur? Metal bakıra birşey olmaz, yalnız üzerinde daha fazla bakır metal toplanır, çünkü yüzeydeki bakır iyonları elektron alarak bakır atomlarına dönüşürler.

Çözelti içindeki çinko sülfat ve bakır sülfat birleşirler mi? Hayır, çünkü CuSO_4 , ZnSO_4 tan daha ağırdır. Fakat bu iki çözeltinin biraz karışması fazla zararlı bir etki meydana getirmez.

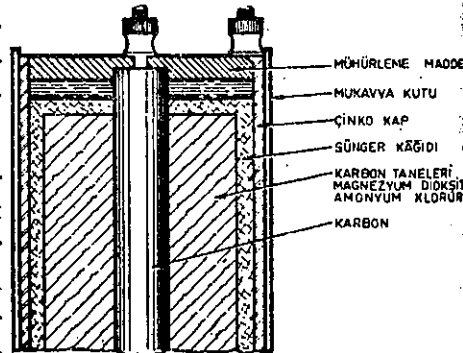
SO_4 iyonları ne olur? Bir şey olmaz. Bu iyonlar çözelti içinde serbestçe dolaşırlar ve Zn^{++} iyonlarındaki çoğalma ile Cu^{++} iyonlarındaki azalmayı gözlerler.

Danyel pili neden fazla kullanılmaz? Çalışmaz mı? Çalışır, fakat elverişli değildir. 120 voltluk bir batarya yapmak için bunlardan 110 tanesini kullanmak gerekir, taşınması kolay değildir ve pahalıdır.

Pil, aktif maddesi kullanıldıktan sonra şarj edilmeyen ve tek işlevine anlamına gelir. Danyel pili de, lin esasını anlatmak için bir nektir.

Danyel pilinde olduğu gibi, tüm piller aktif maddesi bittikten sonra şarj edilemez ve atılır.

En çok kullanılan piller «kuru piller» dir. Pilin içi kuru değil, nemli halindedir. Negatif uç olan çinko levha, elektron kaynağıdır. Aynı zamanda pilin dış kabuğu çinkodan çıkan elektronlar, devreden, ortadaki karbon çubuğa gelir. Karbon çubuk bu elektronları, pilin içinde bulunan çözeltideki pozitif- NH_4^+ iyonlarını iletir. Pil içindeki çözelti suda erimiş amonyum klorür (NH_4Cl) dir. Pildeki hareket enerjisi, Danyel pilinde olduğu gibi, çinko atomlarından ayrılan gevşek elektronların NH_4^+ iyonlarına doğru akması ile meydana gelir.



Şekil 15 - 5.

Özelliklerindeki paragraf pil akımı nasıl meydana geldiğini açıklamaktadır. Aşağıdaki açıklamalar elektron akışı dışında bazı kimyasal ayrıntıları gösterir. NH_4^+ iyonu bir elektron aldığı zaman, H_2 (hidrojen) ve NH_3 (amonyak) olmak üzere ikiye ayrılır. Amonyak gazı ya nemli kısımda kalır veya (Zn^{++}) çinko iyonları ile birleşerek $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{++}$ kompleks iyonu meydana gelir. Hidrojen, mangan dioksit bileşiğindeki oksijenle birleşerek okside olup su meydana gelir. Diğer pillerde olduğu gibi çinko pilince kuru pil, enerjisinin ta-

mamını vermiş demektir ve pil bir daha kullanılmaz.

Buraya kadar pillerin EMK'inden söz edilmiştir. Fakat akımı sınırlıyan nedir? Pilden büyük bir akım çekmek için, pildeki çözelti ile temas halinde olan pozitif ve negatif plâka alanlarının büyük olması gerekir. Böylece elektron alış veriş daha kolaylaşmış veya başka bir deyimle pilin iç direnci azalmış olur. İnce bir kalem pilin EMK ile büyük kuru pilin EMK'ı aynıdır. Fakat, küçük pilin iç direnci büyük olduğundan fazla akım çekilemez (Burada da Ohm Kanunu uygulanır).

ÇEŞİTLİ PİL TERKİPLERİ TEK ERİYİKLİ PİLLER

	Negatif	Pozitif	Elektrolit	E.M.K.
Basit volta bileşikler	Çinko	Bakır	Sulandırılmış H_2SO_4	1,0
	Çinko	Gümüş	Sulandırılmış H_2SO_4	1,2
	Çinko	Gümüş	Tuz (NaCl çözeltisi)	1,0
	Çinko	Karbon	Amonyum klorür	1,5
	Çinko	Bakır	KOH çözeltisi	0,7
	Çinko	Gümüş	NH_4Cl çözeltisi	1,0
	Çinko	HgO	KOH çözeltisi	1,3

ÇİFT ERİYİKLİ PİLLER

	Negatif	Pozitif	E.M.K.
Danyel	% 5 Zn SO ₄ içinde çinko	CuSO ₄ çözeltisi içinde bakır	1.08
Grove	H ₂ SO ₄ , 2nSO ₄ veya NaCl içinde çinko	Nitrik asit içinde plâtin	1,7-1,9
Bunzen	Sulandırılmış H ₂ SO ₄ içinde çinko	Nitrik asit içinde karbon	1,9
Bikromat	Sulandırılmış H ₂ SO ₄ içinde çinko	Potasyum bikromat çözeltisi içinde karbonat	2

AKÜMÜLÂTÖRLER

	Negatif	Pozitif	Elektrolit	E.M.K.
Kurşun	Kurşun	Kurşun dioksit	Sulandırılmış sülfürik asit	2
Edison	Demir	Nikel oksit	%2 KOH çözeltisi	1,2
Main	Çinko	Kurşun dioksit	Sulandırılmış sülfürik asit	2,5
Nikel-Kadmiyum	Kadmiyum	Nikel hidroksit	KOH	1,2
Regnier	Bakır	Kurşun dioksit	CuSO ₄ , H ₂ SO ₄	1,5

STANDART PİL

	Negatif	Pozitif	Elektrolit	E.M.K.
Weston	Kadmiyum	Cıva	Kadmiyum sülfat çözeltisi	1,0183

Yukarıdaki tabloda verilen pillerden çoğu tarihi bir bilgi için önemlidir, bugün birçoğu kullanılmamaktadır.

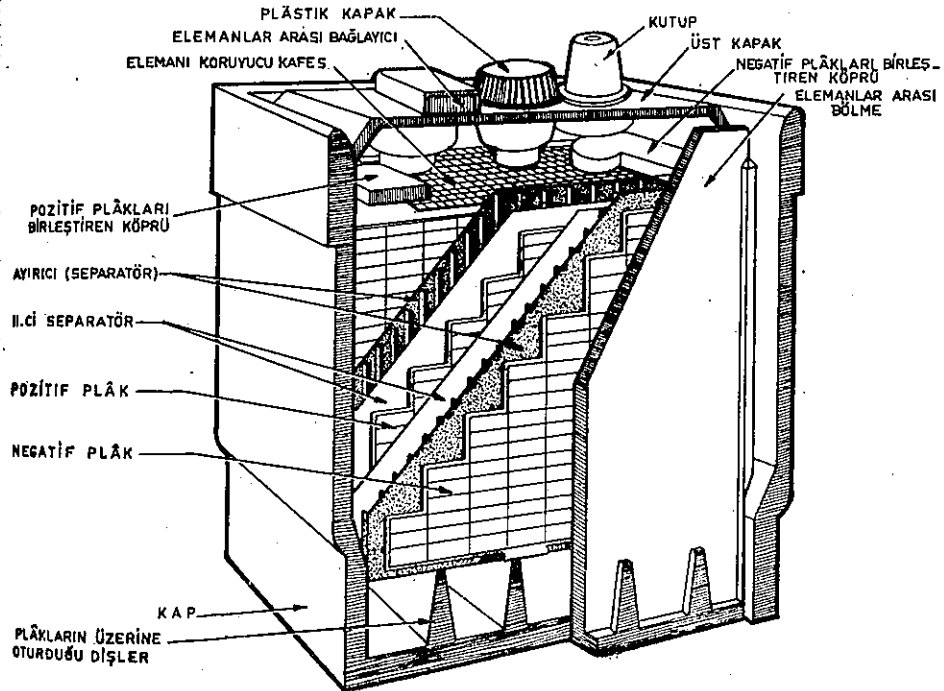
En son yapılan pillerden biri RM (Ruben-Mallory) veya cıva pillidir. Hafif, kolayca taşınabilir ve ömrü sona erinceye kadar gerilimi sabit kalır, sonra birden düşer. Diğer pillerde olduğu gibi gerilimin yavaş yavaş düşmesi bilhassa taşınır radyolarda istenmeyen bir özelliktir. RM pilinde negatif eleman ortadaki çinko uçtur. Pozitif eleman cıva oksit ve karbonu içine alan çelik kaptır. Cıva oksi-

tin cıva Hg⁺⁺ iyonları çinkodan elektron alırlar.

KURŞUN AKÜMÜLÂTÖR

Her kurşun akümülatör 2 voltluk bir gerilim meydana getirir. 6 voltluk bir otomobil bataryasında seri bağlı 3 akümülatör; 12 voltluk bataryada ise seri bağlı 6 akümülatör vardır.

Negatif plâka metal kurşundur. Akümülatörden akım çekildiği zaman plâkanın yüzeyindeki kurşun atomlarının her biri iki elektron bırakır ve Pb⁺⁺ iyonları haline gelir. Bu Pb⁺⁺ iyonları eriyiğe ka-



rısmazlar, plâka üzerinde kalırlar ve sülfürik asit eriyiğinden SO_4 iyonlarını alıp negatif plâka yüzeyinde gözle görülmeyen ince bir PbSO_4 tabakası meydana getirirler.

Pozitif plâka kurşun dioksit (PbO_2) tir. Burada her kurşun atomu, plâka meydana gelirken dört elektronunu oksijene vermiştir. Fakat her Pb^{++++} iyonu dış devreden iki elektron alarak Pb^{++} durumuna gelir.

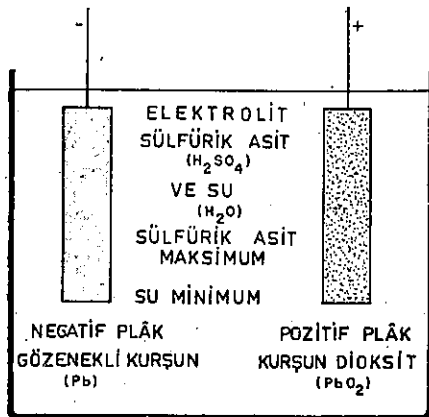
Enerji, nötr kurşun atomlardan birinin Pb^{++++} iyonlarına ikişer elektron vermesiyle meydana gelen elektron iletimi sonucunda elde edilir ve ikisi de Pb^{++} olur.

Kurşun dioksinin Pb^{++++} iyonları iki elektron alınca, artık oksijen tutamıyacağından asit çözeltisine geçer ve asidin hidrojen iyonları ile birleşip su moleküllerini meydana getirirler. Pb^{++} iyon-

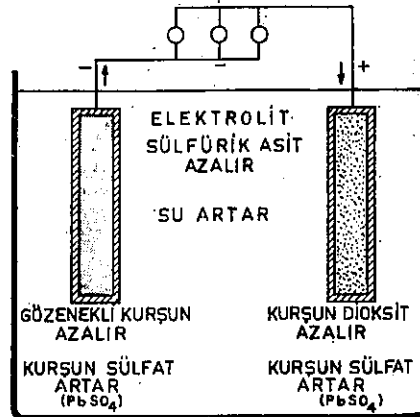
ları plâka üzerinde kalır ve sülfürik asit eriyiğindeki SO_4^{--} ile birleşerek kurşun sülfata dönüşür. Bu olay Şekil 15-7'deki şemada gösterilmiştir.

Bu kimyasal olay, ancak plâkalar sülfürik asit çözeltisi ile temas ettiği sürece devam eder. Büyük bir akım çekebilmek için eriyikle temas halinde olan plâka yüzey alanını genişletmek gerekir. Akümülatörde plâkalar Şekil 15-8'deki gibi sıralanır. Negatif plâka süngerimsi kurşundan ve kurşun dioksit olan pozitif plâka, çözeltinin daha geniş bir alanı ıslak halde tutabilmesi için yine gözenekli yapılır.

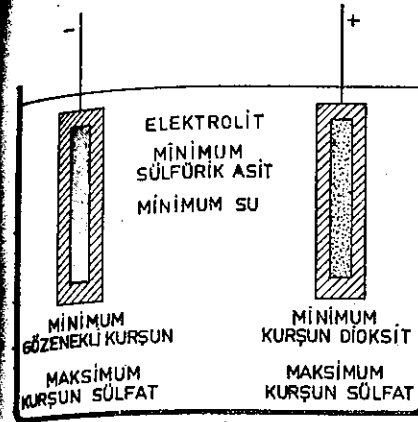
Cam pamuğu veya diğer gözenekli yalıtkan maddelerden yapılmış separatörler plâkaların birbirine değmesini önler. Mekanik bir dayanıklılık elde etmek için her iki plâka, kafesli olarak kurşun-



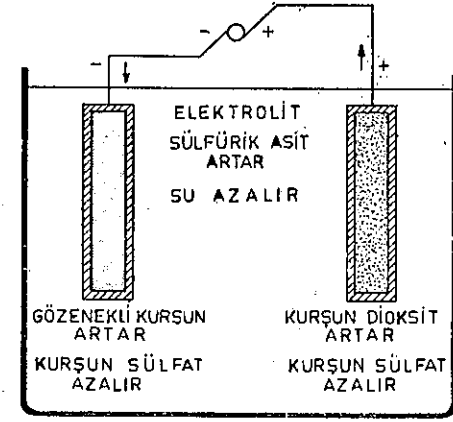
ŞARJLI (DOLU)



DEŞARJ (BOSALTM)



DEŞARJ EDİLMİŞ (BOŞ)



ŞARJ ETME (DOLDURMA)

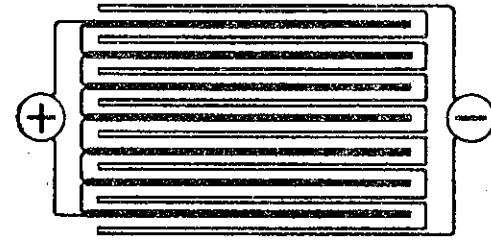
Şekil 15-6.

antimuan alaşımından yapılır ve aktif madde bu kafeslere basınçla doldurulur. Çözelti 1,28 yoğunluğunda sulandırılmış sülfürik asittir.

Bataryalar, eriyiği içine doldurulmuş ıslak, veya eriyiği ayrı bir kaptaki, kuru olarak nakledilir. Ambalaj ve nakil durumuna göre yukardaki metotlardan biri kullanılır.

Amper-Saat Değeri

Bir amper saat, bir amperlik akımla bir saattaki şarj miktarıdır (1 amper saat = 3600 kulon). Bir bataryanın amper-saat olarak değeri, genel olarak 30°C de 20 saatte verebileceği akım şiddeti ile bulunur. 20 saat süre ile 6 amperlik sabit bir akım verebilen bataryanın kapasitesi 120 amper-saat-



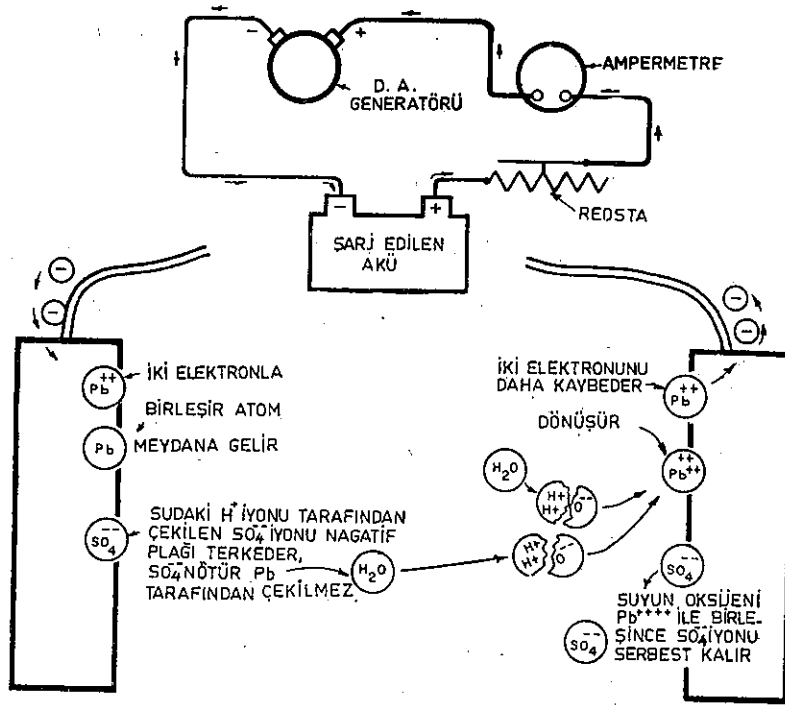
KURŞUNLU ELEMANDA PLÂKLARIN YERLEŞTİRİŞİNİN ÜSTTEN GÖRÜŞÜ

Şekil 15-7.

ten daha fazla verir. Bataryadan 1 saat süre ile 120 amperlik bir akım çekilemez. Esas amper-saat değeri çekilen akıma bağlıdır.

Bataryanın Şarjı (Doldurulması)

Bataryanın şarjında ya doğrultmaç veya bir doğru akım generatörüne ihtiyaç vardır. Batarya, normal olarak verdiği akıma zıt



Şekil 15-8.

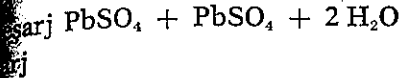
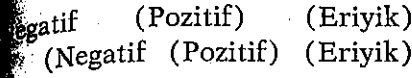
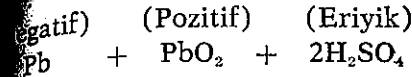
yönde bir akım geçirilerek şarj edilir. Kurşun asit akümülatörde, bu akım yönü değişmesi ile bataryanın enerji verme durumuna göre, ters bir kimyasal olay meydana gelir (Pillerde, bu akım yönünü değiştirme işlemi ile kimyasal işlem değiştirilemez).

Kurşun asit akümülatörde şarj işlemini hatırlayalım: sulandırılmış sülfürik asit eriyiğinden akım geçirilirse negatif plâktan hidrojen, pozitiften oksijen çıkar (Bölüm 13). Eğer plâklar daha önce ince bir tabaka sülfatla kaplanmış ise H^+ iyonları negatif plâğa doğru itilip SO_4 —le birleşerek

tekrar sülfürik asit meydana gelir. Generatör tarafından negatif plâğa verilen elektronlar Pb iyonlarını arı kurşun haline getirir (Şekil 15-9A).

Pozitif plâkta H_2O çözülür, hidrojen, plâk üzerinde SO_4 —la birleşerek, daha fazla sülfürik asit ve oksijen kurşunla birleşerek tekrar kurşun dioksit yapar. Bu şarj olmuş pozitif Pb^{++} plâk generatör elektronları çektiği için Pb^{++++} durumuna geçer (Şekil 15-9B).

Kimya formüllerini kullanarak yukarıdaki açıklama şöyle özetlenebilir:

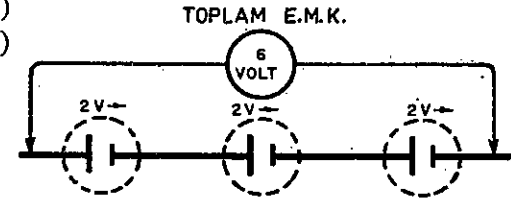
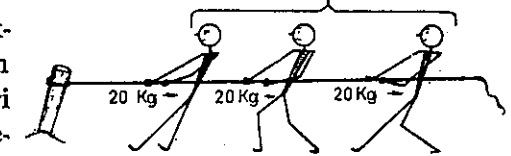


Akümülatörlerin Seri Bağlanması

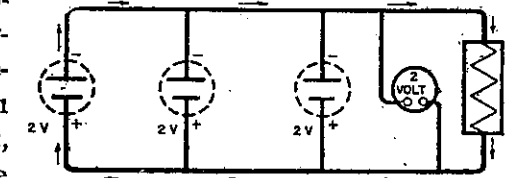
Daha önce söylendiği gibi yüksek bir gerilim elde etmek için akümülatörler seri bağlanır. Seri bağlı akümülatörlerin toplam gerilimi, devreyi meydana getiren akümülatörlerin gerilimlerinin toplamına eşittir (Şekil 15-10). Örneğin: 2 voltluk üç akümülatör seri bağlandığı zaman 6 volt, aynı şekildeki 6 akümülatör 12 volt, 5 voltluk dört adet kuru pil de 5 voltluk gerilim verir. Kuru pillerle 90 voltluk bir gerilim elde etmek için 60 tanesini seri bağlamak gerekir.

Akümülatörlerin Paralel Bağlanması

(Şekil 15-11A) da görüldüğü gibi akümülatörlerin negatif uçları birbirine birleştirilerek büyük bir negatif plâk ve pozitif uçları da aynı şekilde birleştirilip yine büyük bir pozitif plâk meydana getirilebilir. Böyle bir düzenle emk artış olmaz, fakat devredeki akım 15 amper akım çekiyorsa her

Şekil 15-9A
TOPLAM KUVVET 60 Kg.

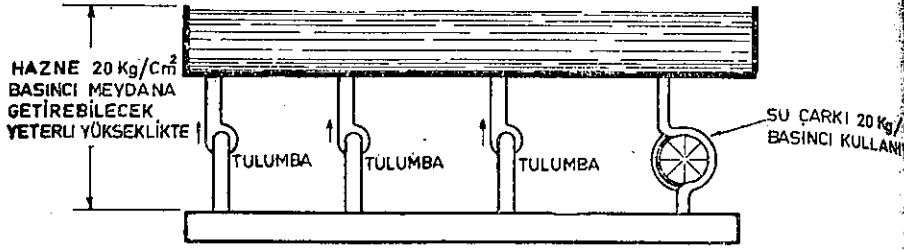
Şekil 15-9B



Şekil 15-10A

akümülatörden 5 amperlik akım geçer.

Bu, Şekil 15-10 B de görülen su pompası ile karşılaştırılırsa daha kolay anlaşılır. Paralel bağlı üç pompa, açık olan depoya bir pompadan daha fazla su pompalar, fakat su yüksekliğinin sabit tutulduğunu düşünürsek her pompaya gelen basınç eşittir. Eğer bir pompa saniyede beş litre su basarsa su çarkından çıkan su saniyede 15 litre olur ki bu elektrik devresindeki yük direncine benzer.



Şekil 10-10 B

Batarya Şarj Devresinde Om Kanunu

Şekil 15-9'daki şarj devresinde generatör iki iş yapar: (1) batarya emk ni eşitlemek ve bu değer üstünde bir gerilim meydana getirmek, (2) devredeki dirençten akım geçirecek değerde uygun bir gerilim (IR) temin etmektir.

Örneğin, devredeki direnç 20 Om'a ayarlanmış olsun. 6 voltluk bataryayı 15 voltluk bir generatör şarj ettiğine göre akımı bulmak için:

Önce 15 volttan 6 voltu çıkarırız, geriye 9 volt kalır ki devrede bulunan 2 Om'luk dirençten akımı, bu gerilim geçirecektir (Devrenin geri kalan kısmının direnci dikkate alınmayacak kadar küçük olduğu düşünülmüştür).

$$\text{Cevap : } I = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ A}$$

Aynı işlemle, şarj akımını belirli bir değerde tutmak için devreye bağlanacak direnci Om olarak hesaplamak mümkündür. Diyelim

ki 24 voltluk bir generatör 6 voltluk bataryayı 6 amperle şarj edecektir. Batarya ve bağlantı iletkenlerinin direnci 0,4 Om dur. Devreye bağlanacak direncin değeri bulunuz.

1. Gerilim $24 - 6 = 18$ Volt
2. Devrenin toplam direnci =

$$\frac{E}{I} = \frac{18}{6} = 3 \text{ Om dur.}$$

3. Devrede daha önce 0,4 Om'luk bir direnç olduğuna göre :
 $3 - 0,4 = 2,6$ Om'luk bir direncin devreye seri bağlanması gerekir.

Kısa zamanda yüksek akım şarj, bataryayı iki sebepten ötürü yıpratır. (1) Fazla ısınma, (2) bataryanın içinde meydana gelen gaz kabarcıkları, plakanın kafesli çerçevesi içindeki süngerimsi aktif maddeye etki yaparak onların dökülmesine sebep olur. En emniyetli şarj 10 amper veya daha düşük bir akımla 24 saatte yapılır. Bir batarya sabit gerilimle

veya 8 saat, 30 veya 40 amperle başlamak suretiyle şarj edilebilir. Fakat bu akım, batarya şarja yaklaştıkça düşer. Bu metotta bataryanın ısınmasını kontrol etmek şarttır. 40-45°C genel olarak kabul edilmiş bir değerdir.

Bataryanın Deneyi

Hidrometre, her akümülatördeki elektrolitin yoğunluğunu ölçer. Şarj olmuş bir bataryanın elektrolit yoğunluğu 1.25-1.28 dir (Su = 1.00). Bataryadeşarj oldukça asitin sülfatı plâk yüzeylerinde toplanır ve elektrolit, yaklaşık olarak yoğunluğu 1,1 e düşer. Bazan akümülatör elektrolitinde yeter derecede asit olduğu halde istenildiği şekilde çalışmaz. Bu durumda en iyi metot batarya akım verirken her akümülatörün gerilimini ölçmektir. İyi bir akümülatörde 20 veya 30 amper çekilirken uçlarındaki potansiyel farkının, belirli bir süre 2 voltta sabit kalması gerekir. Deşarj olmuş bir akümülatörden akım çekilmezken uçlarındaki gerilim 2 volt olabilir, fakat küçük değerde bir dirence bağlandığı zaman gerilim birden düşer.

Bataryanın Bakımı

Akümülatörün içine pislik girmemesi için özel bir dikkat sarfetmek gerekir. Kapak açıldıktan sonra uzun süre kullanılmıyacaksa onu temiz bir yerde korumalıdır.

Pislik, bilhassa demir tozları akümülatörü bir daha kullanılmıyacak duruma getirebilir. Otomobillerde bataryaların çoğu kısa zamanda arızalanmaktadır. Bunun sebebi akümülatörlere giren pisliktir.

Batarya hiç bir zaman tamamendeşarj olmuş halde bırakılmamalıdır. Eğer batarya tamamendeşarj olmuşsa bir kaç saat içinde az akımla şarj edilmesi gerekir. Deşarjlı bırakılan bataryanın plâklarında meydana gelen kurşun sülfat sertleşir veya kristalize olur ki, bu duruma gelmiş plâka kurşun ve kurşun dioksit çok zor dönüşür. Deşarj olmuş bir bataryanın içindeki yoğunluğu düşük eriyik kışın donar ve bataryayı çatlatır, bu da bataryayı şarjlı tutmanın başka bir sebebidir.

Bataryanın içindeki elektrolit, plâkların tamamını örtecek bir seviyede bulunması gerekir. Çeşme suyu yerine damıtık su tercih edilmelidir. Bataryanın içindeki suyun bir kısmı, şarj olurken hidrojen ve oksijene ayrılarak ve buharlaşarak kaybolur. Asit ancak kabın çatlaması veya devrilmesi ile azalacağından sık sık takviyesine lüzum yoktur.

Bataryaya, ömrünü uzatacak veya çalışma özelliklerini daha elverişli yapar düşüncesiyle bazı toz ve sıvı maddeleri katmak doğru değildir. Eskiden kurşun asitli ba-

taryalarda elektrolite az miktarda ($MgSO_4$) magnezyum sülfat veya (Na_2SO_4) sodyum sülfat katmakla iyi bir sonuç alınacağı zannedilir. Gerçekten, elektrolite katılan bu maddeler asitin azalması halinde iyon vermek suretiyle faydalı olabilirler. Fakat, bir çay kaşığı sülfürik asit batarya için daha uygundur.

Edison ve Nikel-Kadmiyum Akümülatörler

Kurşun akümülatörlerden başka, daha iki tip akümülatör yapılmıştır: Edison (Demir-Nikel) ve nikel-kadmiyum akümülatörler. Bunlar uzun ömürlü bataryalardır.

Edison akümülatörü, yapım bakımından sağlam ve aynı akım kapasitesindeki kurşun akümülatörden daha hafiftir. Negatif plâk, kafes boşluklarına demir tozları ile az miktarda FeO ve $Fe(OH)_2$ doldurulmuş çelik-nikel alaşımlı bir levhadır. Demir, elektron kaynağıdır ve dış devre yolu ile pozitif plâk üzerindeki nikel iyonlarına (Ni^{++} ve Ni^{+++}) doğru çekilirler. Pozitif plâklar, içinde nikel oksit ve nikel hidroksit karışımı ile iletkenliği arttırmak için saf nikel taşları bulunan tüplerden meydana gelmiştir. Elektrolit % 21 potasyum hidroksittir ve bu eriyik kimyasal olarak asit değil bazdır. Edison ve nikel-kadmiyum akümü-

lâtörlere elektrolitin özelliği otürü alkali aküler denir.

Edison akümülatörünün m zurları şunlardır: (1) Pahalı (2) iç direnci yüksek olduğuna bilhassa soğuk iken çekilebilen akım sınırlıdır. Bunlar akümütörün bir çok hallerde kullanılması engelliyecek yeter sakıncalıdır. Akü deşarj olmuş durumda bırakılırsa bir zarar gelmez. Tanabilir ışık aygıtlarında, ve den altılarda kullanılır, çünkü kurşunlu akülerde olduğu gibi özel bakımı gerektirmez.

Demir-nikel (Edison) akülü 1899 yılında elektrik motoru için çalışan araçlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Araştırmanın amacı belirli bir amper-saat için ağırlığı ve hacmi küçük, bilhassa şarjı ve deşarjı belirli zaman aralıklarına bağlı kalmadan çalışabilecek bir batarya yapmaktır.

Edison akümülatörü elektrikle çalışan çekme araçları örneğin maden ocaklarındaki lokomotifler, vinçler için elverişlidir, fakat benzin ve dizel motorlarının kullanımında kullanılmaz, çünkü akünün iç direnci, büyük bir akım çekilmesine engel olur.

Nikel-kadmiyum bataryası (Jungger ve Berg, İsveç 1898) bir gelişmenin sonucu olarak; kullanılmaması, tekrarlanan işlemlere bağlı kalmadan genel işler için, belirli bir amper-saat kapasitede, istenildiği

adar akım çekildiği halde gerilimi düşmeyecek şekilde yapılması ile röle ve kontrol devrelerinin düşünülmüştür. Benzin ve dizel

motorların harekete geçirilmesinde, sinyal devresinin çalıştırılmasında nikel-kadmiyum bataryalar daha uygundur. Kimyasal bileşim

AKÜMÜLATÖRLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

	Kurşun	Edison Demir-Nikel	Nikel- Kadmiyum
Mekanik Özellikler (Aynı amper-saat kapasite için)			
Ağırlık	Normal	Hafif	Ağır
Hacim	Değişik	Küçük	Hayır
Her akümülatörde plâk sayısı	Birkaç adet	Birkaç adet	İyi
Mekaniksel dayanıklılık	Zayıf	İyi	Birçok
Fazla sıcaklığın zararı var mı?	Evet	Hayır	Büyük

ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

İç Direnci	Oldukça yüksek	Yüksek	Alçak
Deşarjda gerilimin tamamen düşmesi	Hafif	Evet	Hayır
Gerilim regülatörü ile kontrolü	Kolay	Güç	Kolay
Şarj olurken gaz çıkması	Evet	Evet	Hafif
Amper-saat olarak kapasitesi			
Fazla şarj olursa düşer	Evet	Hayır	Hayır
Ara sıra fazla deşarj	Hayır	Hayır	Hayır
	Evet	Hayır	Evet
Bakım faktörleri:			
Dondugu zaman bir daha çalışmaz	Evet	Hayır	Hayır
Kendi kendine deşarj olma hızı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Zayıf akımla şarj edilebilir	Evet	Hayır	Evet
Su kaybı	Orta	Çok	Az

bakımından iki alkali akümülatör aynı olmakla beraber, akümülatörleri karşılaştırma tablosundan görüleceği gibi, elektriksel özellik bakımından nikel-kadmiyum kurşun akümülatöre daha çok benzer. Nikel-kadmiyum batarya yapısında, mekanik olarak birbirinin benzeri iki grup plağa aktif madde, çok küçük, sık delikli, düz, çelik torbalara, basınçla doldurulur ve bu torbalar çelik bir çerçeveye tesbit edilir.

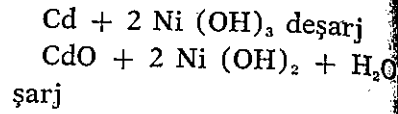
Pozitif plâkta kullanılan aktif madde nikel hidroksit ve grafitir. Grafit iletkenliği arttırmak için kullanılır. Negatif plâkta aktif madde kadmiyum oksittir. Elektrolit 1.2 yoğunlukta potasyum hidroksit (KOH) tir. Akümülatör şarj olduğu zaman elektronlar negatif plâkaya itilirler burada kadmiyum oksitin (CdO) Kadmiyum, Cd^{++} iyonları ile birleşerek onları arı kadmiyum atomlarına dönüştürürler.

Pozitif plâk üzerinde, elektronlar $Ni(OH)_2$ in Ni^{++} iyonlarından ayrılarak onları daha kuvvetli pozitif şarjlı iyonlar Ni^{+++} haline getirirler. (Bileşik $Ni(OH)_3$ e dönüşür). O halde şarj olmuş bir akümülatörde aktif maddeler :

Negatif plâkta

Kadmiyum atomları elektron kaynağıdır (Elektron verirler)

Kimyasal reaksiyon şöyle yazar. Bilir.



Pozitif plâkta

Nikel hidroksit içindeki Ni^{++} iyonları elektron alırlar.

H_2O , Plâk üzerinde $Ni(OH)_2$ birleşik olarak katı halde bulunduğundan elektroliti sulandırır. Bu sebepten elektrolitin yoğunluğu sabit kalacağından hidrometre akümülatörün şarj değeri göstermez.

Edison akümülatörde olduğu gibi, nikel-kadmiyum bataryalar endüstride çok kullanılır, çünkü sağlam ve uzun ömürlüdür. Kurşun akümülatörden dört misli daha pahalı olduğu halde bakımı kolay olması bu sakıncayı ortadan kaldırır. Nikel-kadmiyum akümülatörleri pahalıdır. Çünkü nikel ve kadmiyum kurşundan daha pahalıdır. Nikel-kadmiyum akümülatörler Amerikada demiryolu haberleşme sistemleri, yangın alarmı verme röle ve kumanda devrelerinde, füze kontrollerinde, uçak motorlarının ilk hareketinde, zehirli lokomotifleri ile otobüs ve parol kuyularında kullanılır.

Bataryalar ve Ohm Kanunu

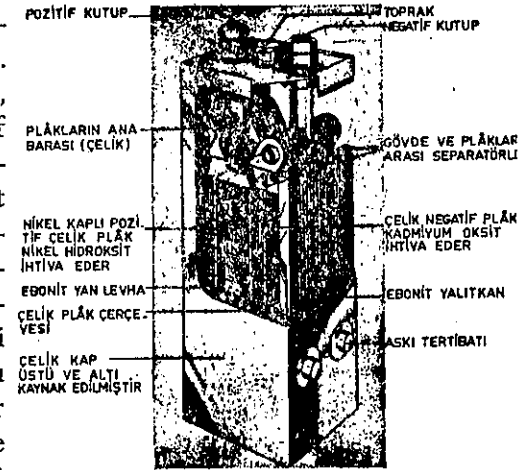
Akümülatörlerin kendi iç dirençleri olduğundan devre hesaplarında bu direnç de dikkate alınır. Şekil 15-13 de görülen devrede, elektronlar negatif plâktan pozitif plâka aktığı zaman elektrolit içinde bir iyon hareketi vardır. Fakat iyon hareketi elektrik akımında olduğu gibi kolaylıkla devam etmez, çünkü akü içindeki maddeler bu harekete karşı bir direnci gösterir. Yeni ve büyük bir kurşun akümülatörün iç direnci 0,035 om olabilir. Yüksek dirençli bir voltmetre ile ölçüldüğü zaman pilin emk i 1,5 voltur. Şekil : 15-13 de görüldüğü gibi pili, 0,715 omluk bir dirence bağladığımızı düşünelim. Akımı hesaplamak için önce devredeki toplam direnci bulmak gerekir.

Toplam direnç : $0,715 + 0,035$ om olur. (iki direnç seri olduğu için toplanır ve devrede yalnız bir akım yolu vardır) ve

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1,5}{0,75} = 2 \text{ amper.}$$

Bundan başka, devrede 0,715 omluk bir direnç olduğu zaman pilin uçlarına bağlanan voltmetre kaç volt gösterir ? Bu gerilimi hesaplamak için iki yol vardır :

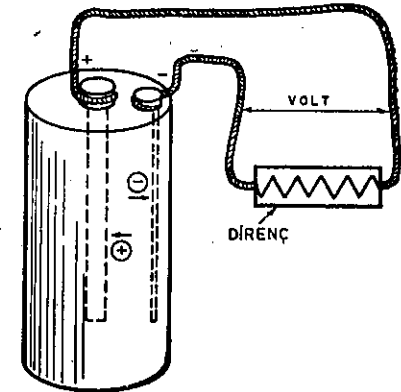
1. Voltmetre, içinden 2 amperlik akım geçen 0,715 omluk direncin uçlarına bağlandığı zaman :



Şekil 15-11-

$$E = IR = 2 \times 0,715 = 1,43 \text{ volt.}$$

2. Pilin 0,035 omluk iç direncinden 2 amperlik akım geçmek-



Şekil 15-12.

tedir. Pil 1,5 voltluk bir gerilim verdiği göre, bunun bir kısmı iç direnci karşılamak için kullanılır.

Pilin içinde düşen gerilim $E = I \cdot R = 2 \times 0,035 = 0,07$ voltur. Bu gerilimi 1,5 volttan çıkarırsak, dış devredeki gerilim 1,43 volt olur. Pil her zaman 1,5 yerine 1,43 volt mu verir? Hayır, bu pilin iç direnci ile dış devre direncine bağlıdır.

Aynı pili kullanarak (EMK i 1,5 volt iç direnci 0,035 om) dış devreye 0,115 om luk bir yük direnci bağlanmıştır, o halde: Devrenin toplam direnci: $0,035 + 0,115 = 0,15$ om.

$$\text{Devre akımı: } I = \frac{1,5}{0,15} =$$

10 Amper olur.

Pilin uçlarındaki gerilim kaç volt olur? Daha önce hesaplandığı gibi:

$$E = 10 \times 0,115 = 1,15 \text{ Volt.}$$

Bu, emk i 1,5 volt olan bir kuru pil olarak düşünülmüştür ve

ancak 1,15 volt vermektedir. halde geri kalanı nereye gidecektir? Geriye kalan gerilim pilin içinde kullanılmıştır. Pilin içinde $IR = 10 \text{ Amper} \times 0,035 \text{ om} = 0,35$ voltluk bir gerilim düşmüştür.

$$1,5 \text{ V} - 0,35 \text{ V} = 1,15 \text{ Volt}$$

Pilin uçlarındaki gerilim, kullanılırken verdiği gerilimdir ve her pil için sabit olamaz emk den farklıdır.

Pilden Çekilebilecek En Büyük Akım

Pilden çekilebilecek en büyük akım, kısa devre olduğu zaman faydasız akımdır. Örneğin iç direnci 0,035 om olan 1,5 voltluk pilin uçlarına direnci yaklaşık olarak sıfır om olan bir iletkeni bağlayalım akımı sınırlıyan yalnız pilin iç direnci olduğuna göre: $I = \frac{1,5}{0,035} = 42,8$ amper.

Şimdi pilin gerilimi sıfır emk in tamamı pilin içinde kullanılmıştır. Eğer bu durum bir saniye devam ederse, pil ısınır

elektrolit kaynamaya ve gaz çıkarmaya başlar, pil çok kısa zamanda biter.

Eğer kuru pilden 10-15 dakika büyükçe bir akım çekilirse, bu zaman sonunda, akım ve gerilim büyük bir düşme görülür.

Bunun sebebi zamanla pozitif elektrotun üzerinde toplanan hidrojen gazı barcıklarının etkisi ile iç direncin artmasıdır. Devre açılıp pil nemlendirilirse hidrojen H_2O ya çevrilir ve iç direnç yaklaşık olarak ilk değerini alır.

Kuru piller genel olarak kısa zamanda enerjisini kaybeder çünkü nemden kurur. Sıcak bir rafta iki saat duran bir kuru pil, fabrikası tarafından ne kadar iyi paketlenmiş olursa olsun buharlaşmak suretiyle içindeki nemini kaybeder. Kullanılan pilde nemlilik azalır ve emk eriyip biter. Dış etkilerle iç dirençte büyük bir artış olur. Bir pilin emk i 1,5 volt iken iç direnci 0,05 om iken 0,2 om olursa iki omluk iç direnci olan bir pil bitmiş demektir. Gerçi volt-

metreyi çalıştıracak kadar bir akım verebilir ve voltmetre 1,5 volt gösterebilir fakat küçük bir el feneri ampulünü yarı parlak halde dahi yakamaz.

Seri Bağlı Pillerde Om Kanunu:

1,5 volt ve 0,05 om dirençli üç pil Şekil 15-14 deki gibi direnci 2 om olan bir lâmba ile seri bağlanmıştır.

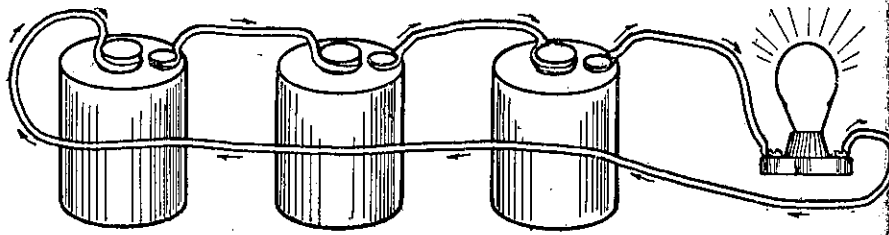
Lâmba uçlarındaki gerilimle lâmba akımını hesaplayınız.

Akım, toplam emk ve toplam direnç değerleri ile bulunacaktır. Üç pil seri bağlandığına göre emk 4,5 voltur. Devrenin toplam direnci $0,05 + 0,05 + 0,05 + 2 = 2,15$ om dur.

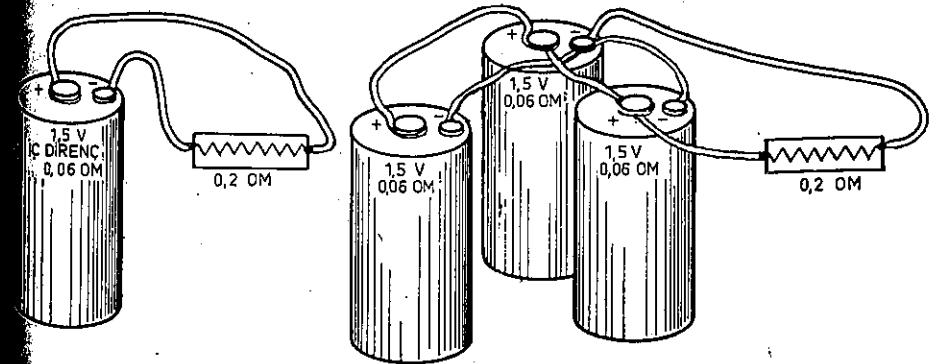
$I = \frac{4,5}{2,15} = 2,09$ amper ve lâmba uçlarındaki gerilim:

$$2,09 \times 2 = 4,18 \text{ volt olur.}$$

Yukardaki örnekte görülüyor ki piller seri bağlandığı zaman gerilim artar.



Şekil 15-13.



Şekil 15-14

Paralel Bağlı Pillerde Om Kanunu

Belki bir pille, dört pilin paralel bağlanması arasında bir fark olmadığı düşünülebilir çünkü emk de bir artış yoktur. Birçok durumlarda pillerin paralel bağlanmasında bir fayda yoktur. Fakat yük direnci küçükse o zaman aşağıdaki örnekte açıklandığı gibi pilleri paralel bağlamak gerekir. Şekil 15-15

Bir pil devrede iken toplam direnç $0,2 + 0,06 = 0,26$ om ve akım

$$\frac{1,5}{0,26} = 5,77 \text{ amper ki bu kuru pil}$$

için kısa süreli de olsa büyük bir değerdir.

Devrede üç pil paralel olarak çalışırken pillerin toplam direnci 0,02 omdur. (Tıpkı eşit değerli üç

dirençin paralel bağlanması gibidir ve toplam direnç bir direncin 1/3'üdür) ve devrenin toplam direnci $0,02 + 0,2 = 0,22$ om olur.

$$\text{Devre akımı} = \frac{1,5}{0,22} = 6,82 \text{ amper}$$

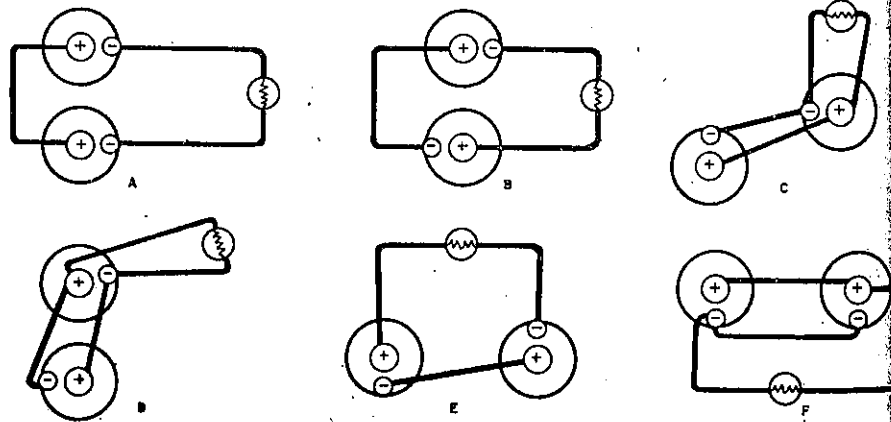
dir ve bu 5,77 den daha büyüktür fakat daha mühim olanı bu akım

$$\text{üç pile bölünür. Her biri} = \frac{6,82}{3}$$

2,27 amper verir.

Piller Neden Paralel Bağlanır?

Akımın pillere bölünmesi iç direncin artışını kısa süre için azaltır. Aynı zamanda her pilin ömrü de uzar, böylece her 10 günde bir pil yerine, 30 günde 3 bir gurubu değiştirmek daha elverişlidir.



Şekil 15-15.

bun direnci bir pil direncinden daha küçük olduğundan gerilim emk ine daha yakın olur. Elverişlidir. Aynı zamanda paralel gu-

Kimyasal Enerjinin Değeri :

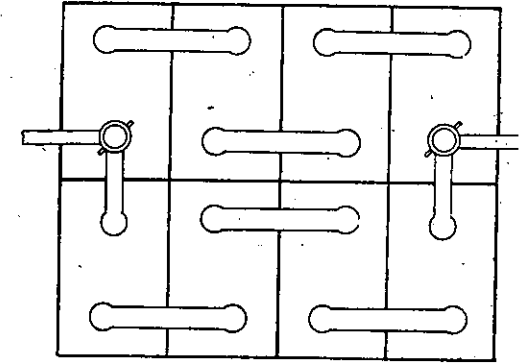
Bataryaların en önemli faydası :

1. Taşınabilirler : Denizaltılar, otomobiller, uçaklar gibi şebeke ile bağlanamayan yerlerde kullanılır.

2. Emniyetli ve kullanmaya hazır enerji kaynağıdır. Enerji iletim hatlarında fırtına veya başka sebeplerle arıza olabilir. Bu durumlarda bataryalar belirli bir zaman için ışık ve haberleşme devrelerinin çalışmasını sağlar.

Bataryaların en büyük mahzurları verdikleri enerjinin çok pahalı olmasıdır. Bu bakımdan ancak maliyet ikinci derecede dikkate alınan yerler için elverişlidir. Örneğin, 6 voltluk bir otomobil bataryası 6 amperle 20 saat çalışabilir (120 amper saat). Vat-saat olarak enerji volt $\times$ amper $\times$ saat $= 6 \times 6 \times 20 = 720$ Vat — saat yapar ki bu kilovat saatin dörtte üçüdür ve elektrik enerjisinin kilovat saati da otuz kuruştur.

Orta büyüklükteki bir el feneri pilinin içinde yaklaşık olarak 45 gram çinko vardır. Kimya kitapla-



rına göre, bu miktar çinkoda $1,5 \times 10^{23}$ atom bulunur. Her atom 2 elektron verdiğine göre, eğer çinkonun tamamı erirse 3×10^{23} elektron çıkacaktır. Bir kulon 6×10^{18} elektrondur, o halde 3×10^{23} elektron 50.000 kulona eşittir.

$$\frac{3 \times 10^{23}}{6 \times 10^{18}} = \frac{3 \times 10^5}{6} =$$

$$\frac{300,000}{6} = 50,000$$

3600 kulon bir amper-saat olduğuna göre % 100 randımanla el feneri pilinde çinkonun tamamı erirse 14 amper-saat eder. Böylece bir kilovatlık bir enerji elde edebilmek için elli tane el feneri piline ihtiyaç vardır.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

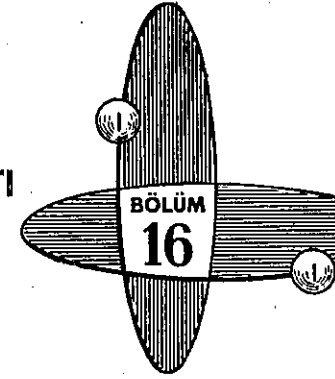
- Eğer bir maddeye ait atomların elektronları ayrılıp, diğer madde ile birleşme eğilimini gösteriyorsa bu maddeler kimyasal enerjiye sahiptirler.
- Elektromotor kuvveti olan pilde içindeki maddeler o şekilde düzenlenmiştir ki metalden ayrılan elektronlar, dış devre yolu ile pilin içinde pozitif iyonlarla birleşir.
- Piller seri bağlandığı zaman gerilimler birbirine eklenir. Her pilin emk ne eşittir.
- Pilin gerilimi = emk — pilin içindeki gerilim düşümü.
- Pil ve akümülatör gerilimleri.
- Kuru pil 1.5, kurşun akümülatör 2 volt.
- Otomobil bataryasını pislikten koruyunuz, şarjlı tutunuz, gerektiğinde damıtık su ilâve ediniz.

TEKRARLAMA SORULARI

1. 6 voltluk bir otomobil bataryası 300 amperle 5 dakika marş motorunu çalıştırmıştır. Bataryanın verdiği enerji ne kadardır?
2. Şekil 15-7, 13 plâklı bir kurşun akümülatörü göstermektedir. Plâklar nasıl bağlanmıştır-seri mi, paralel mi?
3. Şu kimyasal bileşiklerin isimlerini söyleyiniz $MgCl_2$, H_2SO_4 , $CuSO_4$, NH_4Cl , KOH , PbO_2 , $NaCl$.
4. Bitmiş bir kuru pilin, dış kabını muhtelif yerlerinden delip tuzlu suya sokarsanız yenilenir diyenler vardır. Böyle bir deney yapılırsa pil çalışır mı?
5. Kurşun akümülatörde kullanılan aktif maddelerin isimlerini yazınız.
6. Kurşun akümülatöre asit katmakla şarj olur mu?
7. Bir amper-saat nedir?
8. Sert bir kauçuk tarak statik elektrikle negatif yüklenirse, elektronlar ark halindedeşarj olur. Kuru pilde, neden çok kısa zamanda elektronlar çinkodan bu hızla ayrılmazlar?
9. Bir otomobil bataryası nekad zamanda şarj edilmelidir?
10. Otomobil bataryasının üstünde anahtar bırakılır veya ışıklar bütün gece yanık kalırsa, batarya harar olur mu?
11. 24 Voltluk seri bağlı iki bataryanın 60 voltluk bir generatörle şarj ediliyor. Her bataryanın iç direnci 0.02 ohmdur. Şarj akımını 6 amperde sınırlamak için devreye bağlanacak seri direncin değerini hesaplayınız.
12. Şekil 15-16 iki kuru pil ile bir lambanın değişik şekilde bağlantıları göstermektedir. (+) ve (—) üstte bakıldığına göre pillerin uçlarındaki gerilimlerin toplamı nedir? Her bağlantıdaki direnç lâmba ya da ampul rine geçer. Bu bağlantıların hangisinde lâmba uçlarındaki gerilim 0.15 ve 3 voltur.
13. Sekiz adet akümülatör Şekil 15-17 de görüldüğü gibi bağlanmıştır. Bataryanın emk kaç voltur?

Küçük Değerli E.M.K. Kaynakları

Termokupul, Piezo Elektrik Maddeleri Fotoseller



Elektrik enerjisinin büyük bir kısmı, su ve buhar türbinlerinden elde edilen mekanik enerjiyle çalışan generatörlerle elde edilir. Tatbikatatta, buhar kazanları, su türbinleri ve generatör kullanmadan ısı, ışık, mekanik ve nükleer enerjinin elde edilmesi için çeşitli metotlar vardır. Bu metotlar üretilen enerjinin bakımından büyük bir değeri taşımamakla beraber diğer aygıtların kontrol devrelerinde büyük faydalar sağlanmıştır. Termokupullar, Fotoseller, basınç duyarlı (piezoelektrik) maddeler, «Elektriksel beyin» in hassas elemanlarıdır. Elektriksel beyin, fırınların kontrollerinde, makinaların hız regülasyonunda, telefoto devreleri ile daha bir çok otomatik kontrol sistemlerinde geniş çapta kullanılır.

Aynı zamanda bu maddeler üzerindeki devamlı araştırmalar yeni bilgilerin elde edilmesini sağlamakta ve bu bilgilerin ışığı altın-

da yeni kullanım yerleri bulunmaktadır.

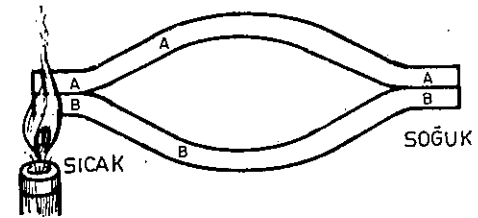
TERMOKUPULLER

Isının Elektrik Enerjisine Çevrilmesi

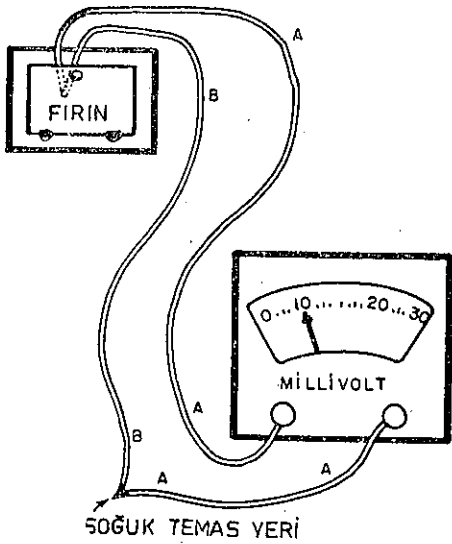
T.İ. Seebeck 1882 yılında Berlinde Şekil 16-1 de görülen düzeneğe, iki ek yeri değişik sıcaklıkta olduğu sürece devamlı bir elektrik akımı geçeceğini gösterdi.

A ve B ayrı iki metaldir. Bu şekilde ısı ile doğrudan doğruya emk elde edilmesine «Seebeck etkisi» denir.

Bu devre sıcaklık ölçmelerinde, bilhassa cam kap içinde sıvılı ter-



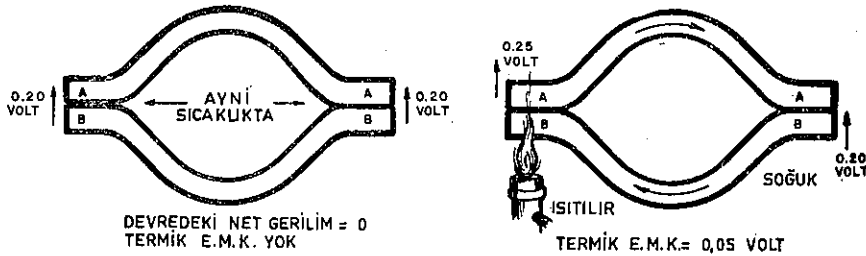
Şekil 16-1.



Şekil 16-2.

mometrelerin ölçme alanlarını aşan sıcaklıklar için çok kullanılır.

Bu düzencekle, akım yerine gerilim ölçmesi yapılır. Çünkü emk kullanılan metallerin cinsine ve sıcaklığa bağlıdır. Halbuki akımı etkileyen bir çok faktörler vardır ki bunlar devrenin direncini tayin eder.



Şekil 16-3.

Hassas çalışma için, emk milivoltmetre ile değil topansiyometre ile ölçülür. Uygun yerleştirilmiş bir potansiyometre ile, kademelili olarak bir termokupulden diğerine atlamak suretiyle değişik uzak noktaların sıcaklıkları ölçülebilir.

Emk in meydana geliş metallerdeki elektron-enerjisi olayını incelemekle anlaşılır. Değişik iki metal birbirine değerse, birinden diğerine elektron akışı başlar ve metallerden birinde bir elektron kümelenmesi olur. Bu, hafif elektron kümelenmesi metaller arasında «Kontak potansiyel farkının doğmasına sebep olur. Bu küçük bir gerilimdir ve ölçülmesi güçtür; genel olarak çok hassas ölçü aletleri ile ölçülebilir.

Isıdan etkilenen noktanın ısıtılması, kontak gerilimini değiştirir ve faydalı bir «Termik emk» meydana getirir. Termokupul bağları için en çok kullanılan metaller şunlardır :

Bakır ve konstantan (% 60 bakır, % 40 Nikel)
Kromel ve Alumel
Platin ve Platin-radyum alaşımı

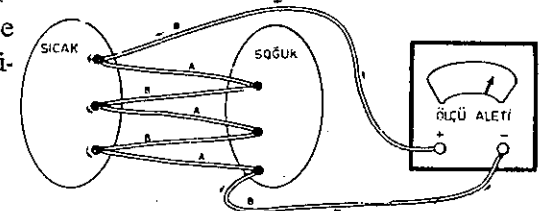
150°C den 400°C kadar
90°C den 1400°C kadar
90°C den 1700°C kadar

Çıkış gerilimi, birden fazla termokupulu seri bağlamak suretiyle artırılabilir. (Şekil : 16-4) Bu düzeneğe Termopil denir.

Termokupulde Son Gelişmeler :

Son birkaç yıl içinde Amerika ve Rusyada yeni geliştirilmiş yarı iletken bileşiklerle termoelektrik özelliklerinde ümit verici sonuçlar elde edilmiştir. N tipi bir yarı iletken (Elektron bakımından zengin) bir uç ısıtılınca elektronlar öteki uca doğru itilirler. P tipi bir yarı iletken (Elektron bakımından zayıf) elektronlar ısıtılan uçta toplanırlar. Şekil : 16-3 de A, N tipi yarı iletken B, P tipi yarı iletkendir, ısıtıldığı zaman meydana gelen termik gerilim birbirine eklenir ve 0,1-0,2 voltluk bir gerilimle elektronlar devrede aynı yöne doğru akarlar. Ancak bir kaç yüz tane ek yeri olan termopil, faydalanılacak bir güç meydana getirir. Rusyada merkezlerden uzak şehirlerde radyoları çalıştırmak için gaz lâmbası ile ısıtılan ve 15 vat güç verebilen termoelektrik generatörler kullanılmaktadır.

Termokupul ile elde edilen gerilimler röle veya elektronik kontrol devrelerinin çalıştırılmasında kul-

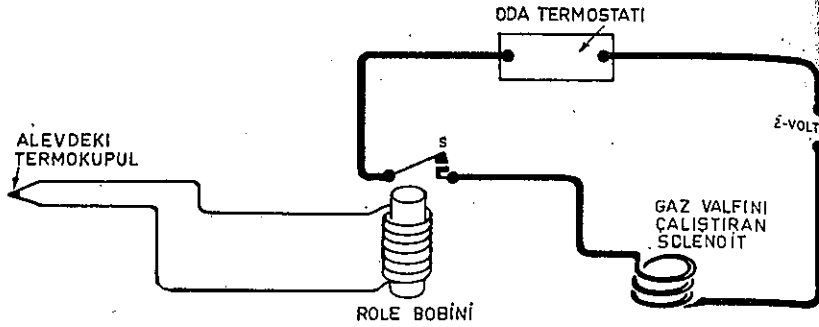


Şekil 16-4.

lanılabilir. Ençok kullanılan devre gaz ateşlemeli ısıtıcı cihazlardır.

Bu devrede oda termostadı bir anahtar gibi çalışır ve oda soğuduğu zaman ocağa giden gaz valfi açılır. Ocağa gelen gaz bir pilot lâmbası ile ateşlenir. Pilot lâmbası aynı zamanda termokupulu de ısıtıp, roleyi çalıştıracak gerilim meydana gelir. Bu role S kontağını kapalı tutar. Eğer pilot lâmbası çalışmazsa S kontağı açılacağından ana gaz valfi termostatla açılmaz. Bu, ocakta veya bacada yanmamış gazın birikmesini önlemek için bir koruyucu vazifesi görür.

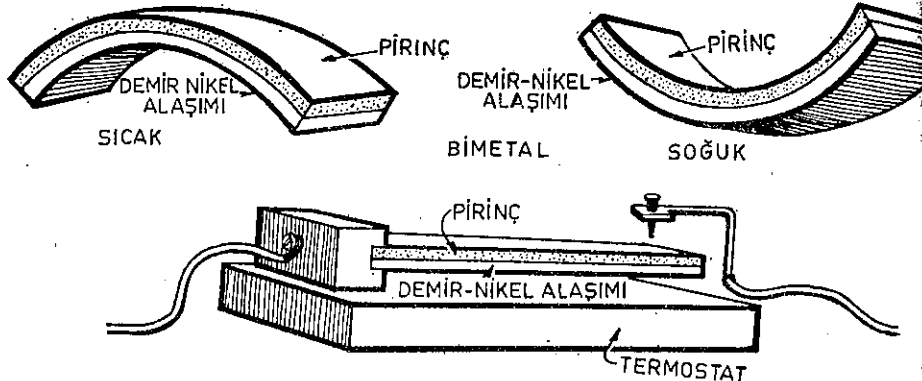
Adi bir termostat termokupul değildir. Sıcaklık değiştiği zaman, alaşım bir çubuğun eğilmesi ile çalışan bir anahtardır. İNVAR, ısınıp veya soğuduğu zaman boyutlarını değiştirmeyen demir-Nikel alaşımıdır. Pirinç ısındığı za-



Şekil 16-5.

man genişler soğuduğu zaman eski durumuna gelir. İki metal çubuk birbirine kaynatılırsa birleşmiş bir şekil alır. Isıtmak suretiyle pirincin boyunu uzatırsak, Şekil: 16-6 da görüldüğü gibi birleştirilmiş çubuk eğilir, soğuduğu zaman yine eski durumuna gelir.

Şekilde görülen termostatta, pirinç - İnvar çubuğu anahtarın hareketli kısmı gibi çalışır ve soğuduğu zaman sağ taraftaki üst kantağa geçer. Çubuğun alt tara-



Şekil 16-6.

fına da bir kontak koyularak böylece sıcaklık artışı ile bir devre kapanır. Termostattaki sıcaklık ayarı, kontakla hareketli çubuk arasındaki boşluğun azaltılması veya çoğaltılması ile yapılır.

Termokupulde Enerji Transferi

Eğer termokupul devresinde yerlerinden birisi ısıtılırsa, ısıtılan yerinin aldığı ısı enerjisi elektrik enerjisine çevrilip devrede bir elektrik akımı geçtiği görülür.

enerjiyi emen soğuk ek yerine bu enerji ısıya çevrilir. Elektrik enerjisine dönüşümünden sonra tekrar ısı enerjisine çevrilebileceğini 1834 yılında Peltier bulmuştur. Şekil 16-3'te devrede, ısı kaynağını kaldıranın yerine aynı akımı veren bir batarya koyarsak, sol taraftaki ek yeri ısıyı emer ve sağ yeri ısınır. Sol ek yerine parmağımızla dokunursak ek yeri parmağımızdaki ısıyı emer ve biz bu dokunmayı soğuk hissederiz.

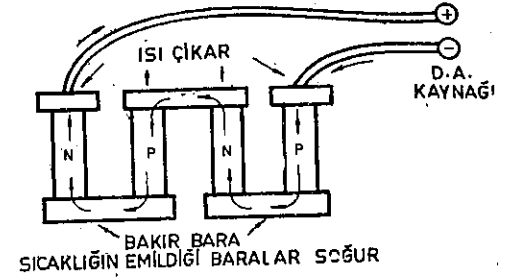
Elektrik enerjisi elde etmek için, ısı kaynağı kullanılırsa buna termokupul, aynı metalleri kullanarak elektrik enerjisi bir sıcaklık farkı meydana getirirse, buna Peltier devresi denir. Yarı iletkenler üzerindeki çalışmalar sonucu elde edilen yenilikler Peltier soğutucularını daha pratik hale getirmiştir. Hareket eden bir kısımın olmaması ve sessiz çalışması üstün özellikleridir. Pahalı olduğundan, mekanik soğutucular kadar verimli değildir.

PIEZO ELEKTRİK

Basınçla Elde Edilen E.M.K.

Piezo kelimesi basınç anlamına gelir. Bazı metaller basınç altında, bükülür, eğilir veya uzar ve metalin öbür yüzünde elektrik yükleri meydana gelir.

Bu etkinin en yaygın olarak faydalandığı yer Rochell tuzu (sod-



Şekil 16-7.

yum potasyum tartarat) kullanarak yapılmış mikrofönler ve kristal başlı pikaplardır. Meydana gelen gerilim, amplifikatörün giriş sinyalıdır. İğnenin sağa sola yaptığı titreşim kristalin ucunu ileri geri hareket ettirir ve kristalin kenarlarında alternatif bir gerilim meydana gelir.

Bir çok mineraller piezo etkisi gösterirler, bunlardan en bilineni kuartzdır. Diğer basınç-duyarlı minerallerde olduğu gibi çok düzgün kesilmiş bir kuartz dilimi hafifçe eğilirse iki yüzünde zıt elektrik yükleri meydana gelir. Bu etki tersine çevrilebilir. Şöyle ki, kuartz diliminin iki yüzüne bir gerilim (zıt elektrik yüzleri) tatbik edilirse, kristalize kuartz dilimi hafifçe eğilir. Eğer kuartz kristallerinin doğal mekaniksel titreşim frekansına yakın frekansta alternatif gerilim tatbik edilirse kristal ileri geri eğilerek titreşmeğe başlar.

Bu mekaniksel osilasyon, kristal yüzeylerinde devamlı olarak

alternatif şarjların meydana gelmesini sağlar.

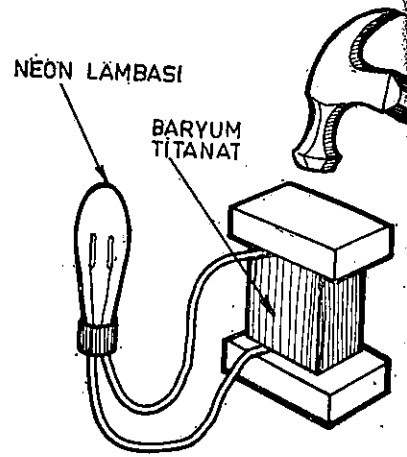
Bir kristal ancak belirli bir frekansta osilasyon yapacağından kuartz kristali radyo vericilerindeki yüksek frekanslı alternatif gerilimlerin frekans kontrolunda kullanılır.

Baryum titanat gibi bazı seramik maddeler piezo elektrik etkisi gösterdiklerinden pikaplarda kullanılabilir. Bir parça baryum titanatın üstüne çekiçe vurulursa küçük (0.04 w kadar) bir neon lâmbasını parlatacak değerde bir gerilim meydana gelir. Çok kırılan olan baryum-titanat piezo elektrik maddesi, çekiç etkisinden korunmak için sert plâstikten iki parça arasına konur ve lâmbadan gelen uçları da şekilde görüldüğü gibi baryum titanat ile plâstikler arasına yerleştirilir. Düzgün olarak şekillendirilmiş iki baryum titanat levhasına yaklaşık olarak (50.000 c/s) lik alternatif gerilim tatbik etmek suretiyle ultrasonik titreşimler elde edilir. Bu maddeler tatbikatta, basınçlı göstergelerle makine parçalarının mekanik titreşimlerini ölçen göstergelerde kullanılır.

FOTOSELLER :

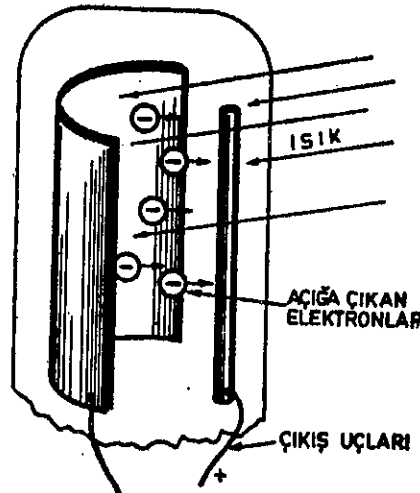
Işık Enerjisinden EMK Elde Etmek

Fotosel, ışığa karşı duyarlı anlamına gelir ve üç değişik şekilde kullanılır.



Şekil 16-8.

- 1 — En çok kullanılan foto-elektrik aygıtı fototüptür. Kıvrık katoda çarpan ışık ışınları bir kısım elektronlara kâfi derecede enerji verip onları



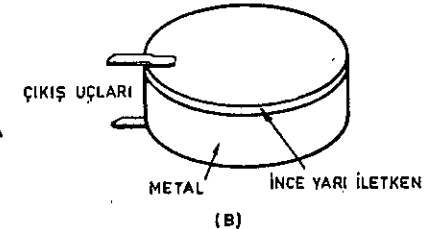
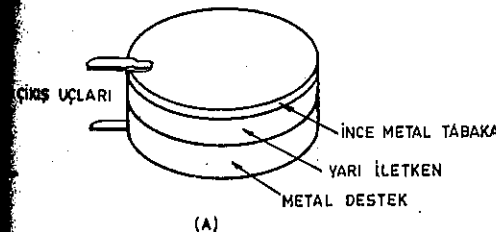
Şekil 16-9.

rın metalden ayrılmasına sebep olur. Anoda, katoda göre daha fazla pozitif yapacak şekilde dıştan bir gerilim tatbik edilirse, serbest elektronlar vakum veya alçak basınçlı gazda merkezde bulunan anod iletkenine doğru giderler. Bu fototüp bir gerilim üretici değildir, yalnız üzerine ışık düştüğü zaman elektron iletir. «Elektrikli göz» denilen kapı açıcıları, sayıcılar veya ayırma işlemi yapan cihazlar fototüptür.

- 2 — Devrelerde kullanılan bir diğer foto iletken cihaz ince bir tabaka yarı iletken (germanyum, silisyum, kurşun sülfid veya Cu_2O) dir. Bu yarı iletkenlerin üzerine ışık düştüğü zaman bir kısım elektronlar kâfi derecede enerji alarak katı yarı iletken daha iyi bir iletken haline gelir. Bu foto iletkenler gerilim meydana getirmez,

başka bir kaynakla beslenen devrelerin kontrolunda faydalanılır.

- 3 — Fotosel kelimesi, üzerine ışık düştüğü zaman emk meydana getiren cihazlar için kullanılır. Bu fotovolttaik etki, yarı iletken ve metalin birleşme noktası veya temas yüzeyi aydınlatıldığı zaman meydana gelir. Maddelerin birbirine bağlantısı iki şekilde yapılır. a) Yarı iletken madde çok ince filim kalınlığında saydam metalle kaplanır. b) Metal çok ince filim kalınlığında saydam yarı iletken madde ile kaplanır. Her iki durumda da, metal ve yarı iletkenin birleşme noktası aydınlatılabilir. Yarı iletkenin yapısındaki yabancı maddelerin az veya çok oluşuna göre elektronların hareket yönü, ya metalden yarı iletkene veya yarı iletken metale doğru olur.



Şekil 16-10.

NÜKLEER ENERJİDEN ELEKTRİK ENERJİSİNİN ELDE EDİLMESİ

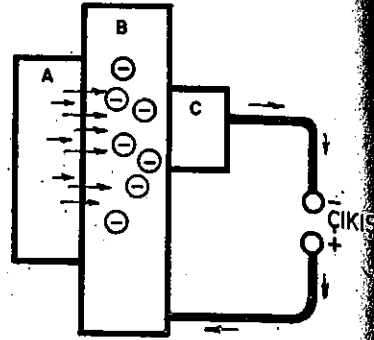
Bugün bir çok güç santrallerinde, uranyum atomlarını parçalayıp bir ısı kaynağı elde etmek suretiyle nükleer enerji kullanılmaktadır. Bu ısı, suyu buharlaştırdıktan sonra, buhar bir su türbin ve generatör ünitesini çalıştırır. Nükleer enerji ısı kaynağı olarak kömürün yerini alır. Generatörde herhangi bir elektriksel yenilik yoktur.

Ümit edilmektedir ki bu alanda yapılan çalışmalar sonunda, tamamen değişik ve yüksek verimli bir metotla, buhar türbin ve generatörünü kullanmadan direkt olarak elektrik enerjisi elde etmek mümkün olacaktır. Bazı deneylerde, radyoaktif maddelerden çıkan şarjlı parçalar metal bir elektrot üzerinde toplanabilmektedir. Fakat meydana gelen bu çok küçük şarjın pratik bir değeri yoktur.

Germanyum transistörde olduğu gibi, yarı iletkenin ek yerleri

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR :

- Piezo elektrik, muhtelif seramik ve kristallerin basınç altında meydana getirdikleri gerilimdir. Bu elektromotor kuvvet, bir güç yaratmak için değil pikap ve kontrol elemanlarında kullanılır.



Şekil 16-11.

radyasyonla küçük bir gerilim meydana getirebilir. İşte bu, Şekil 16-11 de görülen deneysel Röntgen Atom bataryasının prensibidir.

«A» bir radyoaktif kaynağın içinde izotop strontiyum-go bulunan bir alaşımdır. «B» yarı iletken kendir. A dan gelen radyasyon yarı iletkenin elektronları serbest bırakır, bu serbest elektronlar yarı iletkenle temas halinde C plâkasında birleşirler. Dikkat edilirse, meydana gelen olay bir termovoltaj pile benzer. Burada elde edilen gerilim küçüktür.

- İki metalin ek yerleri ısıtıldığında aynı anda elektronlar bir metalden diğerine yer değiştirirler. Bu emk yüksek ısı ölçmeler için termokupullerde kullanılır.

Yukarıda açıklanan enerji değişimi ters çevrilebilir. Piezo elektrik maddesine gerilim tatbik edildiği zaman şeklini değiştirir. Termokupulün ek yerinden akım geçtiği zaman uçlardan birisi ısınır diğeri soğur.

Bir metal ve yarı iletkenin ek yerine ışık düştüğü zaman, bi-

rinden diğerine bir elektron akışı olur. Bu emk fotosellerde kullanılır.

- Radyoaktif maddenin ışınları yarı iletkenin elektronlarını serbest bıraktığı zaman bir emk meydana gelir. Bu, nükleer radyasyonun elektrik enerjisine doğrudan doğruya çevrilmesidir.

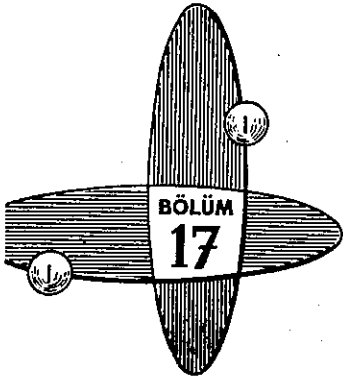
TEKRARLAMA SORULARI

Fototüp ve fotosel arasındaki fark nedir?

Piezo elektrik maddesi kulaklık ve hoparlörde ses meydana getirmek için kullanılır mı?

Yarı iletkenlerden birkaçının adlarını söyleyiniz.

4. Termostat ile termokupul arasındaki fark nedir? Biri diğerinin yerine kullanılabilir mi?
5. Üç tane piezo elektrik maddesinin adlarını söyleyiniz.



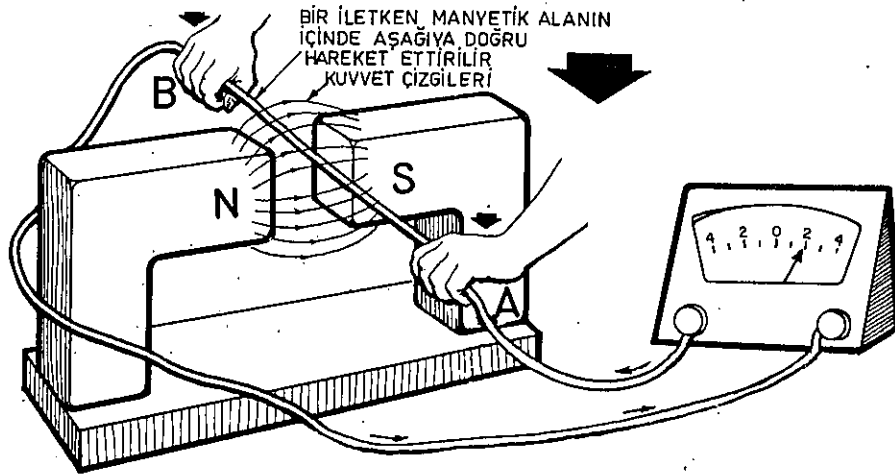
Elektromanyetik Endüksiyon

Bütün endüstrinin esas elektrik enerji kaynağı generatördür. Generatör mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren bir cihazdır. Bu enerji değişimi manyetik kuvvetlerin etkisi ile olur ki buna «Elektromanyetik» denir.

«Endüklenen gerilim» veya «endüklenen akım» kimyasal veya diğer bir metotla elde edilen gerilimden farklı olarak manyetik

kuvvetlerin etkisi ile meydana gelir.

Bu endüksiyon olayının en basit açıklanması Şekil : 17-1 de görülmektedir. Hassas bir ölçü aletinin iki ucuna bağlanmış bakır bir iletken mıknatıs alanı içinde aşağı doğru hareket ettirilerek mıknatıs kuvvet çizgilerini kesmektedir. Bu deneyde atınlı bir mıknatıs (özellikle Alnico) kullanılmaktadır.



Şekil 17-1.

Ölçü aleti, özellikle sıfırı ortada olan bir milivoltmetre veya galvanometre olabilir.

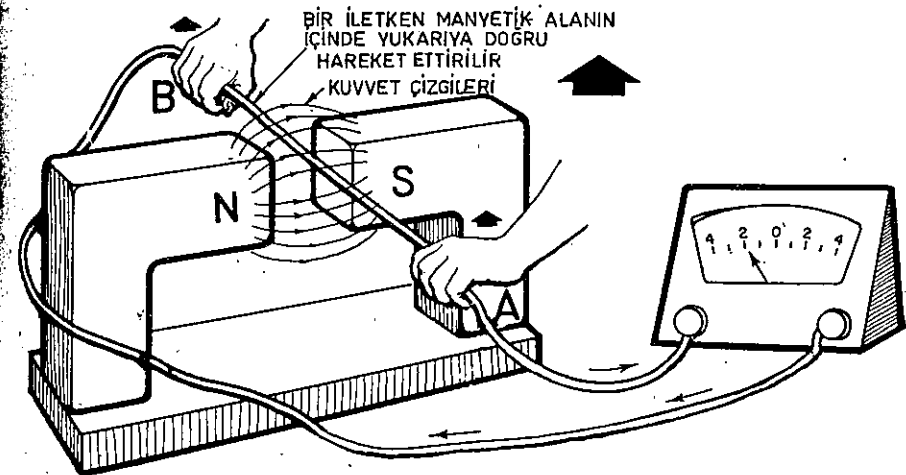
Şekil : 17-1 de görüldüğü gibi, iletken hareket ederken, elektronlar A dan B ye doğru iten bir gerilim veya emk meydana gelir. iletkenin alan içinde hareket etmesiyle endüklenen bu gerilim, kapalı bir devre varsa, bir akım oluşmasına sebep olur. Eğer mıknatıs ve iletken sabit tutulursa emk endüklenmez. Hareket şartıdır.

Şekil : 17-2 de görüldüğü gibi, iletken mıknatıs alanı içinde yukarı doğru hareket ettirilirse, ölçü aletinin göstergesi birinci hareketteki yönünün zıt yönünde sapar ve böylece endüklenen gerilim veya akımın zıt yönde olduğunu gösterir.

İletken, alan içinde A dan B ye tekrar geriye doğru hareket ettirilirse bir emk endüklenmez. Eğer iletken kuvvet çizgilerine paralel olarak S den N ye veya N den S ye doğru hareket ettirilirse yine bir emk endüklenmez. İletkenin mıknatıs kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket etmesi gereklidir. Eğer bir gerilim endüklemesi yapılacaksa «kesme» hareketi açıklamanın en kolay şeklidir. (Kesme işlemi yapılırken, bu hayali kuvvet çizgilerinin harap olacağını düşünmemelidir).

Elektrik enerjisi nereden gelir ? Şekil 17-1 ve 17-2 deki açıklamalarda elektronlar iletkenin içindedir, onları hareket ettiren enerji ellerin sahibinden gelmektedir.

İletkeni alanın içine iten mekanik enerji elektrik enerjisine çevrilir. Elde edilen elektrik enerjisi



Şekil 17-2.

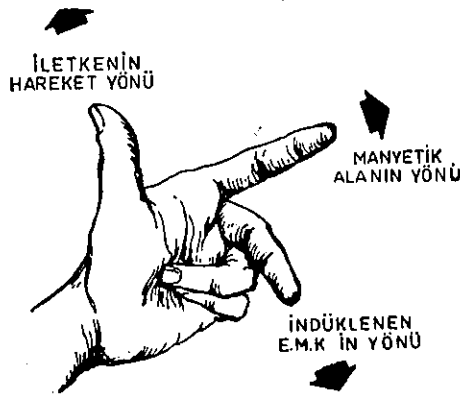
kadar mekanik enerjinin üretece verilmesi şarttır.

Generatörlerde kullanılan bu enerji değiştirme işlemi ters çevrilebilir. Şöyleki: aynı düzenek elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirir. Eğer biz 17-1 deki iletkeni galvanometre yerine 6 voltluk bir bataryaya bağlarsak iletkenin geçen akım iletkeni miknatıs alanı içinde akımın yönüne göre aşağı yukarı fırlatacaktır.

Mekanik enerji kullanarak elektrik enerjisi veren döner bir makineye generatör denir fakat aynı makineye elektrik enerjisi verildiği zaman motor durumuna geçer.

SOL-EL GENERATÖR KAİDESİ

İletkenin alan içinde hareket yönü ile endüklenen emk arasındaki bağıntı şöyle açıklanabilir: Sol elin, baş, işaret ve orta parmağı Şekil: 17-3 deki gibi birbirine



Şekil 17-3.

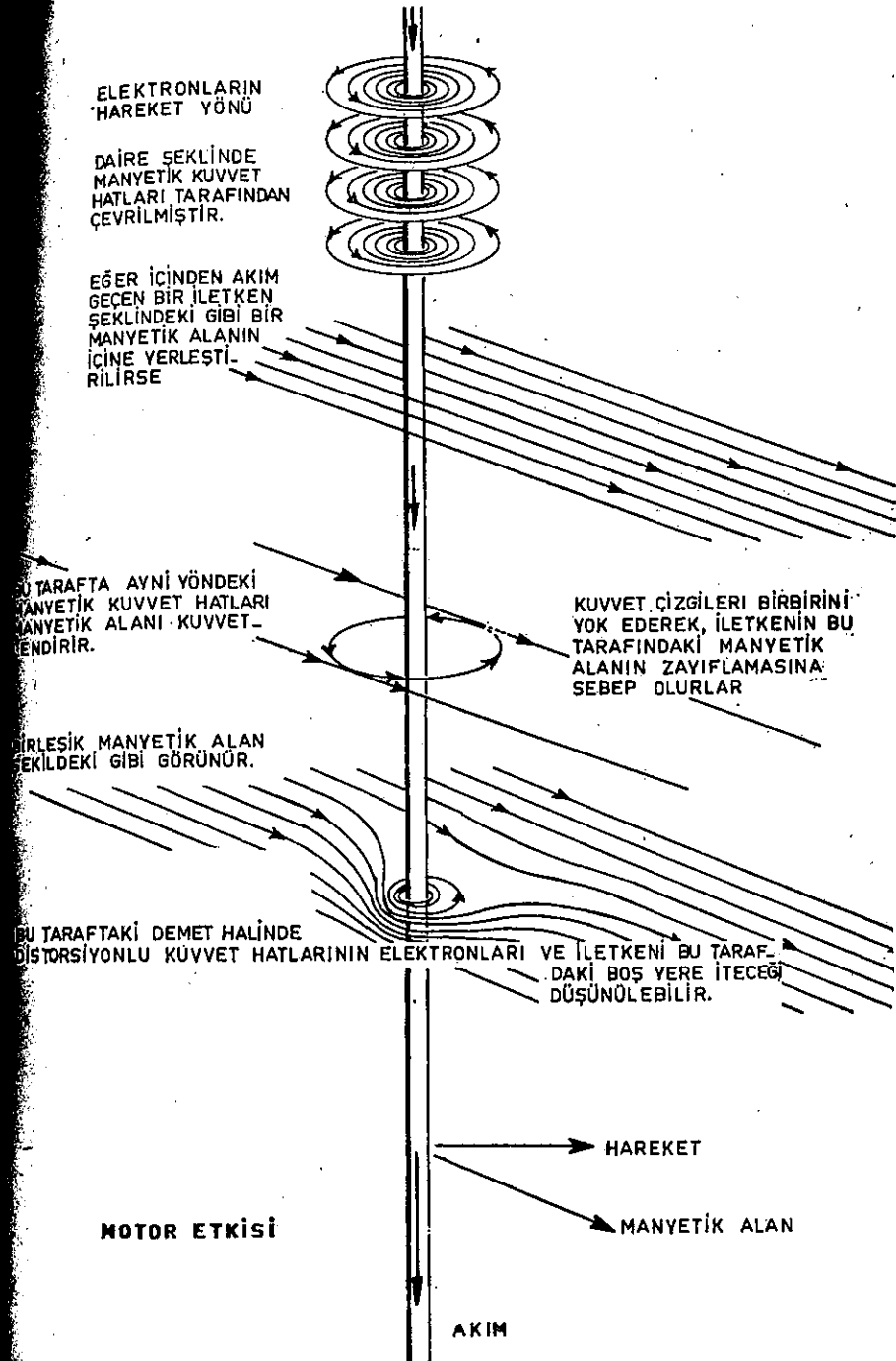
dik olacak şekilde açılırsa, parmağı alan yönünü, baş parmağı iletkenin hareket yönünü ve parmak endüklenen akımın yönünü gösterir.

Bu kaide bir şey açıklamaz. Biz yönlerden ikisi bilindiğine göre üçüncüsünü bulma yolunu buluruz.

Şekil 17-4 akım taşıyan bir iletkenin, manyetik alan tarafından kenara doğru nasıl itildiğini göstermektedir. İlk bakışta konunun generatörle ilgili görülür, çünkü Şekil 17-4 deki devrede akım, bataryanın etkisi ile akmaktadır ve iletken üzerine etki yapıp kenara doğru itici kuvvet, prensip olarak elektrik motorunun çalışmasını sağlayan kuvvettir.

Bu diyagramın amacı, enerjiyi elektrik enerjisinden mekanik enerjiye dönüştürme işleminde iki yol arasındaki farkı göstermektir. Miknatıs alanı içindeki iletkenlerle mekanik enerjiyi elektrik enerjisine veya elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmek mümkündür. Eğer elektrik enerjisi yaratılacak makinaya generatör, mekanik enerji yaratırsak, motor deriz.

Diyagramın sol alt tarafına yolların kısımdaki bozulmuş miknatıs alanı, iletkene tesir eden kuvvetin meydana gelişini gösterecek bir tatmin edici hayali bir şekilde Miknatıs kuvvet çizgilerinin özelliğini tekrar hatırlarsak: Miknatıs çizgilerindeki oklar pusulan



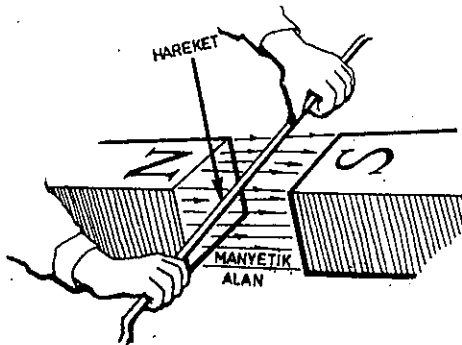
Şekil 17-4.

N kutbunu gösterdiği yöndür, birbirlerini kenara doğru iterek uzulmasına düzeltmeye çaba gösteren kuvvet çizgileri iletkenin sol tarafına bir basıncın gelmesine sebep olur. Şekil: 17-4.

Fakat bunun generatörlerle ne ilgisi vardır?

Şekil 17-4 ü özetlersek, mıknatıs alanı içinde aşağı doğru hareket eden elektronlar, alan tarafından sağ kenara doğru itilirler.

Şekil: 17-5 de yine elektronlar mıknatıs alanı içinde aşağı hareket etmektedir, çünkü bu elektronlar iki elle aşağı doğru itilen iletkenin kısımlarıdır. Mıknatıs alanı Şekil 17-4 olduğu gibi bize doğrudur. Burada yine elektronlar alan tarafından sağ kenara doğru itilirler. Şimdi, iletkenle aynı yönde olan bu sağ tarafa itiş bir akımın geçmesine sebep olur ve elektronlar üzerindeki bu kenara doğru itiş biz «endüklenen elektromotor kuvvet diyoruz».



Şekil 17-5.

Şekil 17-5 ile Şekil 17-1 i karşılaştırınız. Karşıdan baktığınız göre, alanın yönünü değiştirirseniz endüklenen emk in yönü de değişir. Sol el kaidesini (Şekil: 17-3, 17-1, 17-2, 17-3) üç endüklenen emk diyagramına uygulayınız.

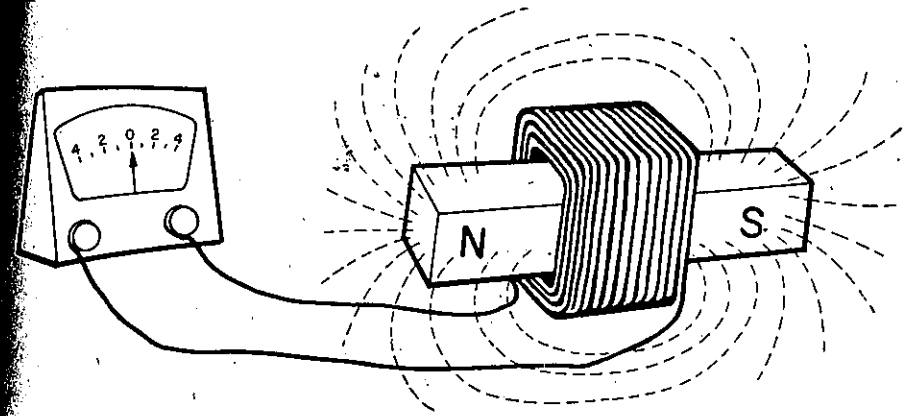
Şekil: 17-1 ve 17-2, 17-5 iletkenin mıknatıs alanını kesmesiyle bir emk in meydana gelişini göstermektedir. EMK endüklenmesi için, genel olarak mıknatıs alanı hareket ettirilerek sabit iletkenin kuvvet çizgileri ile kestirilir.

Şekil: 17-6 da görülen çubuğu bir mıknatıs, sabit bobin içine sokulup çıkartılırsa bobinde bir emk endüklenir. Mıknatısla beraber hareket eden kuvvet çizgileri bobinin iletkenlerini keser.

Değişik kuvvette çeşitli mıknatısları kullanarak kuvvetli bir mıknatısla daha büyük bir emk in endüklenileceğini göstermek mümkündür.

Sarım sayıları farklı çeşitli bobinlerin etkisini denersek, çok sarımlı bobin üzerinde daha büyük bir emk endüklediği görülür. İkisi de aynı olmakla beraber bu sonuç iki şekilde açıklanabilir.

1. On sarımlı bir bobinde, bir birine seri bağlanmış on kanallı kablolar vardır. Eğer her birinde bir volt meydana gelirse on kabloda on volt endüklenmiş olur.



Şekil 17-6.

2. Endüklenen toplam gerilim, kesilen kuvvet çizgilerinin toplamına bağlıdır. Bir kuvvet çizgisinin on iletkeni kesmesi ile on kuvvet çizgisinin bir iletkeni kesmesi arasında bir fark yoktur. Kesilen kuvvet çizgileri sayısı aynıdır.

Yukardaki aygıtı bulmak mümkünse, mıknatıs yavaş hareket ettirildiği zaman küçük bir emk endüklenileceğini göstermek kolaydır, hızlı hareket daha büyük bir emk endüklenmesini sağlar.

Endüklenen toplam emk iletkenlerin kuvvet çizgilerini kesme hızına bağlıdır. Endüklenen emk, aşağıdaki faktörlerle orantılıdır ki bunlar kesme hızını sınırlar.

1. Kuvvet çizgilerinin sayısı
2. İletken sarım sayısı
3. Hareket hızı (iletkenin alan içindeki hareketi).

Mıknatıs alanı ölçmeleri ile emk ölçmeleri arasındaki bağıntı şöyledir:

İletken bir saniyede 100.000.000 kuvvet çizgisi keserse bir volt endüklenir.

Eğer 2000 sarımlık bir bobin bir saniyede 50.000 kuvvet çizgisi keserse, kesilen toplam kuvvet çizgilerinin sayısı:

$50.000 \times 2.000 = 100.000.000$ dur. Yani bir saniyede yüz milyon kuvvet çizgi kesilmiş, böylece bir volt endüklenmiştir.

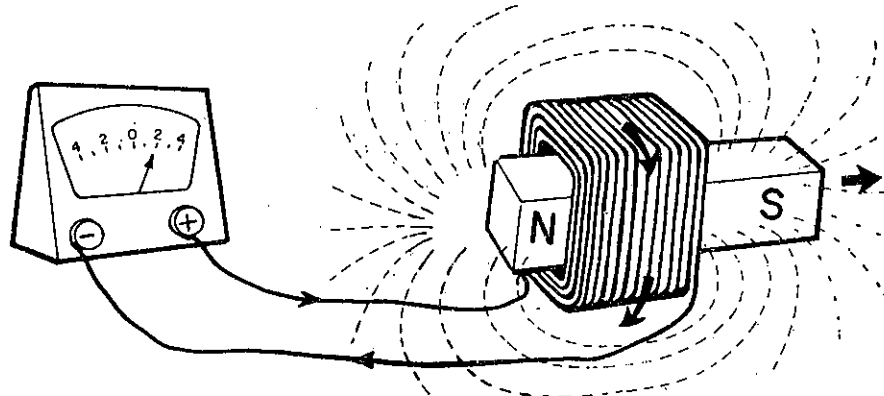
Eğer 5000 sarımlık bir bobini saniyede 300.000 kuvvet çizgisi keserse, bu zaman içinde toplam kesme $300.000 \times 5.000 = 1.500.000$ kuvvet çizgisi olur. Bobini kesen kuvvet çizgilerinin kesme hızı saniyede 750.000.000 dir. Saniyede 100.000.000 kuvvet çizgisi 1 volt olduğuna göre bobinde 7,5 voltluk bir emk endüklenir.

Bu örnek, mıknatısın bobin içinden çıktığını göstermektedir. N kutbunun mıknatıs alanı, sağa doğru hareket ederken bobinin iletkenlerini kesmektedir. Şekil: 17-3 de sol el kaidesine göre eğer bobinde endüklenen emk in yönü bulunması istenirse, unutmamak gerekir ki el kaidesi ancak iletkenin hareket etmesi halinde kullanılır. Mıknatısın sağa doğru çekilmesi, bobinin sola hareket etmesi demektir. El kaidesini kullanmak için, baş parmağın, solu göstermesi gerekir ki bu iletkenin alan içindeki hareketi demektir. Bobinin üst kenarında endüklenen emk yönünü bulmak için, baş parmak solu, işaret parmağı (alan için) yukarı gösterirse orta parmak, bobinin üst tarafında akımın geliş yönünü gösterir. Bobinin alt tarafında, baş parmak yine solu, alan aşağı olduğuna göre, orta parmak akımın gidiş yönünü ve

şemada iletkenlerin üstündeki lar da bobinde dolaşan akımın nünü gösterir.

Akım yönünü bulmak için önemli bir yol vardır ki bu Şekil 17-7 yardımıyla açıklanabilir. Bu önce görüldüğü gibi elektrik enerjisi mekanik enerji ile elde edilebilir. Mıknatıs bobinden çıkaran bir iş yapması gerekir. Mıknatıs bobin içinden kendi kendine çıkarılmaz, onu dışarıya elin çekmesi gerekir.

Bobin, mıknatısın dışarı çıkmasını nasıl zorlar? Bobinin kenarlarında kutuplar yaratmakla, mıknatıs, bobin içine doğru çekilmeye zorlanır. Şekil: 17-8 mıknatıs bobinden biraz ayrılmış durumu göstermektedir. Bobinde endüklenen akım öyle bir yönde ki şekilde görüldüğü gibi (sol el kaidesine göre) bobinin iki ucunda, dışarı çekilen mıknatısı içine çekecek şekilde kutuplar meydana gelir.



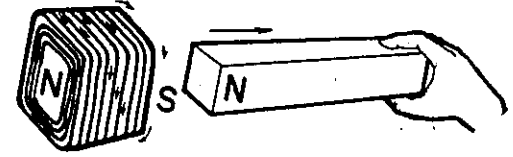
Şekil 17-7.

Eğer mıknatısın hareket yönü değiştirilirse yani, bobinin içine girerse endüklenen akımın yönü de değişerek, içeri giren mıknatısı çekecek şekilde iki kutup meydana gelir.

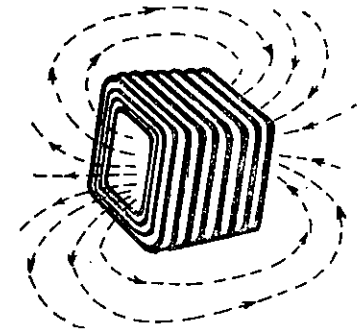
Bu, yıllar önce Lenz tarafından bulunmuştur. Lenz Kanununu şöyle ifade edebiliriz:

Endüklenen akım, kendisini meydana getiren harekete karşı koyar.

Şekil 17-6, 17-7 ve 17-8 den, başta bir görüşle açıklanmak suretiyle daha karışık makinelerde endüklenen akım yönünü bulmak için faydalı olabilir. Dikkat edilirse Şekil: 17-6 da bobin, çubuk mıknatısın alanı ile sarılmıştır. Alan şöyledir, mıknatısın çekilmesi mıknatıs alanının çekilmesi demektir. Bobin içinde endüklenen akım, çekilen alanla aynı şiddette ve aynı yönde bir alan yaratmaya

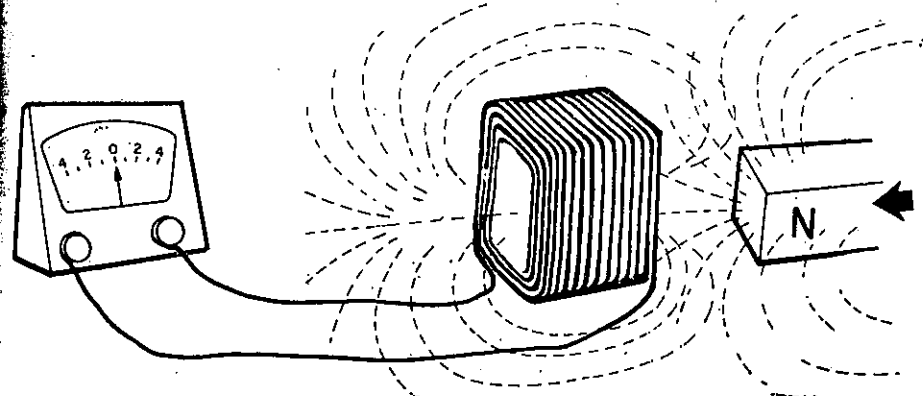


Şekil 17-8.



Şekil 17-9.

çalışır. (Şekil 17-8 e el akidesini tatbik ediniz, bobin içinden geçen akımın etkisi ile meydana gelen alanın yönünü ve şeklini tayin ediniz.)



Şekil 17-10.

Şimdi farzedelim ki Şekil : 17-10 da görülen bobin, çubuk mıknatısın etkisi altına girmiştir. Başlangıçta bobin içinde bir mıknatıs alanı yoktur. Yaklaşan mıknatısın kuvvet çizgileri bobine girdikçe, bobinin kendisine ait bir mıknatıs alanı meydana gelir ve bu alan bobini, başlangıçtaki sıfır alanlı duruma getirmeye, yani yaklaşan alanı yok etmeye çalışır.

Lenz Kanununu şöyle de ifade edebiliriz :

Endüklenen gerilim ve akımlar manyetik alanın değişmesine karşı koyar.

Bundan önceki açıklamalarımızda «Endüklenen gerilim» ve «Endüklenen akım» deyimlerinden biri, diğerinin yerine kullanılabileceği anlamı çıkmaktadır. Kesin olarak anlaşılmalıdır ki, iletkenin veya mıknatıs alanının hareketi ile bir emk endüklenir ve endüklenen bu emk eğer devre kapalı ise bir akımın geçmesine sebep olur.

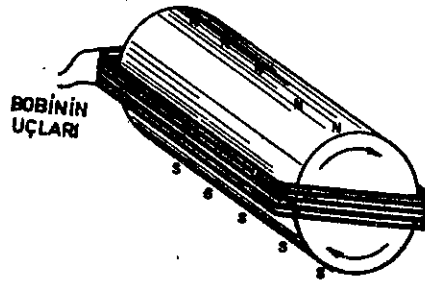
DÖNER MAKİNALAR

Generatörler, ya sabit bir mıknatıs alanı içinde iletkenlerden meydana gelmiş bobinleri döndür-

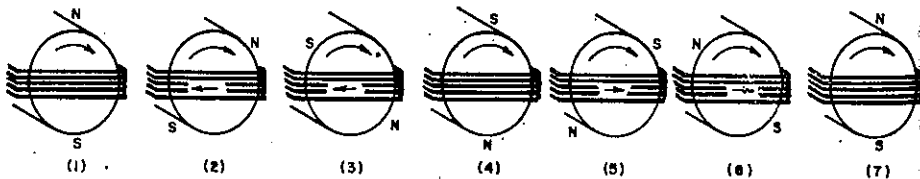
mekle veya bir mıknatısı sarmakla bir bobin içinde döndürmekle elektrik enerjisi yaratırlar.

Çok büyük generatörlerde sarmak bobinlerde akım endüklenmekle mıknatıs döndürülerek yapılır. Şekil : 17-11 Hareketsiz bir bobini gösteriyor. Silindirik biçimindeki döner mıknatıs uzunluğu mıknatıslanmıştır.

Şekil : 17-12 de 1 den 7 ye kadar olan şekiller mıknatısın dönüşünde değişik zamanlarda endüklenen gerilimlerin yönünü göstermektedir. (1) durumunda gerilim endüklenmez. Birinci çeyrek devirde gerilimde bir yükselme olur, kutuplar bobin kenarlarına geldiği zaman endüklenen gerilim en büyük değerini alır. İkinci çeyrek devirde tekrar düş-



Şekil 17-11



Şekil 17-12.

meye başlar. (4) durumunda endüklenen gerilim bir an için sıfır olup bu defa ters yönde bir yükselme başlar. Bu tip generatör alternatif akım yaratır. İki kutuplu bir mıknatısın tam bir dönüşü bir saykılık alternatif akım endükler. Bir mıknatıs saniyede 50 devirlik bir hızla (3000 devir/dakika) döndürülürse, endüstride ve evlerimizde kullandığımız 50 saykılık alternatif akım yaratılmış olur.

Doğru akım generatörlerinde döner mıknatıs alanı sabittir, gerilim döner bobinlerde endüklenir. Doğru akım endüklemenin temel prensibini, iletken bir halkanın mıknatıs alanı içinde dönmesiyle ne gibi bir olay meydana geleceğini inceleyerek göstermek mümkündür. Dış devrede bir doğru akım elde etmek için halkanın iki ucu, birbirinden yalıtılmış yarım daire şeklinde iki metale lehimle bağlanır ve bunlar halka ile beraber döner. Generatörün bir kısmı olan bu yarım daire biçimindeki metal dilimlere komütatör denir.



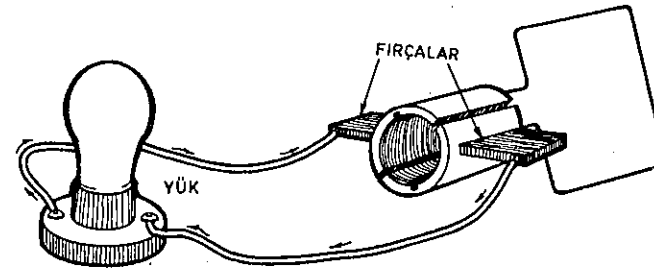
Şekil 17-13.

Fırça denilen iki sabit iletken (genellikle grafit) komütatörlerle temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu fırçalar endüklenen doğru akımı dış devreye taşımaya yarar.

Aşağıdaki bir seri diyagram, sabit hızla döner iletken halkanın muhtelif durumlarını göstermektedir. N ve S at nalı mıknatısın kutuplarıdır.

Halkanın (1) numaralı durumunda iletkenler alana paralel hareket etmektedir, kesilen kuvvet çizgisi olmadığından, emk endüklenmez. (Halkanın yarısı, bundan sonraki durumları göstermek için siyah çizilmiştir).

Halka (1) durumundan (2) durumuna geçerken, dönüş hızı sabit



Şekil 17-14.

olduğu halde, kuvvet çizgileri artan bir hızla kesilmektedir. Aşağıdaki diyagram: a, b, c ve d ye dikkat edilirse, 1 ve 2 durumları arasındaki çok küçük eşit zaman aralığında kesilen kuvvet çizgilerini göstermektedir.

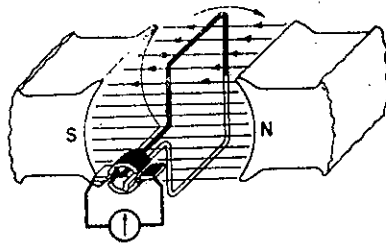
(2) durumunda bobin kenarları kuvvet çizgilerini en büyük hızla kesmektedir. Halkada endüklenen akım (sol el kaidesi veya Lenz kanunu ile bulunur) elektronların, sağdaki fırçaya doğru akışı ve soldaki fırçadan çıkışıdır. Dönen bobinde, elektronların sağ tarafa doğru itilişi, bu fırçayı negatif şarjlı yapar. Sol taraftaki fırçadan elektronların ayrılması ile bu fırça pozitif şarjlı olur. Dış devrenin sabit iletkenlerinde, elektronlar negatif fırçadan pozitive doğru akarlar.

(2) ve (3) Durumları arasında, iletken (3) duruma yaklaşırken, akım aynı yönde fakat değer bakımından azalarak endüklenmeye devam eder. 3. durumda komütatörün iki dilimi kısa devre olmuştur. Fakat bir tehlike yoktur. Çünkü bu anda endüklenen emk sıfırdır. (3). durumunda hiç bir kuvvet çizgisi kesilmez.

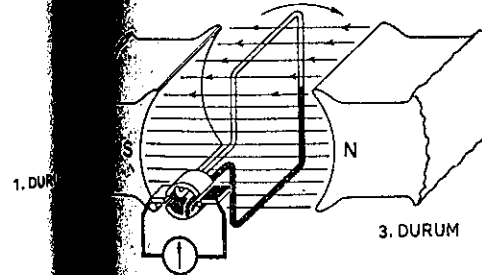
(3) ve (4) durumları arasında (1) ve (2) durumlarında olduğu gibi artan bir gerilim ve akım endüklenir. Fakat dikkat edilirse, bu önce alan içinde aşağı doğru hareket eden halkanın siyah kenarı şimdi yukarı doğru gittiğinden siyah kenar içindeki akım yönü değişmiştir. (Diyagramların (2) ve (3) durumlarını karşılaştırın.

Halkanın siyah kenarı şimdi sağ fırçaya elektron verir. 4. durumda siyah dilim pozitif olmuş fakat tam pozitif olduğu anı geçtikten sonra sağ fırçadan kayar ve sol fırçaya temas eder. Aynı şekilde komütatörün beyaz dilimi, halka içindeki akımın yönünün değiştiği anı geçtikten sonra sol fırçaya temas eder ve sağ taraftaki fırça daima elektronla dolu kalır ve sağ halkaya doğru elektron verir. Böylece, dış devredeki yükte elektron akışı, tek yönde olur.

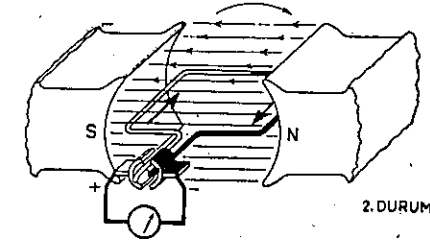
Şekil 17-15 den 19 a kadar durumları tekrar incelersek, görürüz ki, dönen bobinin kendi içinde endüklenen akımın yönü değişmektedir. Dönerken komütatörün siyah yarısına dikkat ediniz. 2. durumda siyah dilim negatiftir



Şekil 17-15.



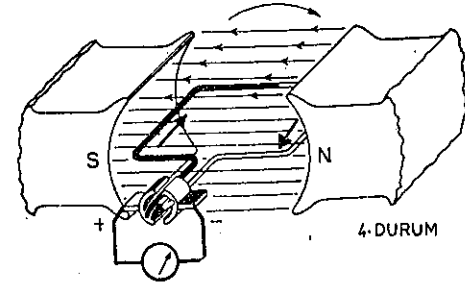
Şekil 17-18.



Şekil 17-17.

Eğri, halkanın bir dönüşünde gerilim veya akımın değeri olarak nasıl değiştiğini göstermektedir. Bu tip akıma kesintili (palslı) D.A. denir.

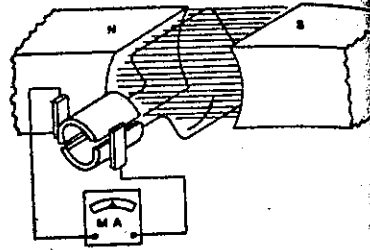
Bundan sonraki bölümde, daha fazla halka ve komütatör (kollektör) dilimi kullanmak suretiyle, endüklenen akımın nasıl devamlı ve sabit yapılabileceğini aynı zamanda bir halkaya göre, daha yüksek bir gerilimin endüklenebileceğini göreceğiz.



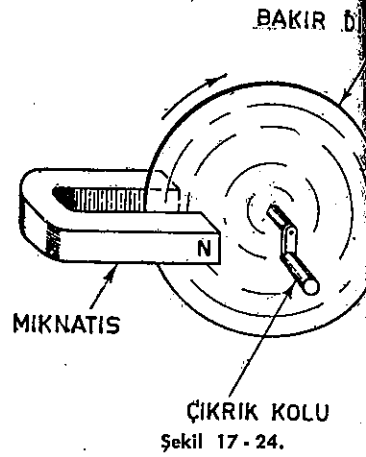
Şekil 17-19.

ki gibi aynı yönde olur muydu ?
Niçin ?

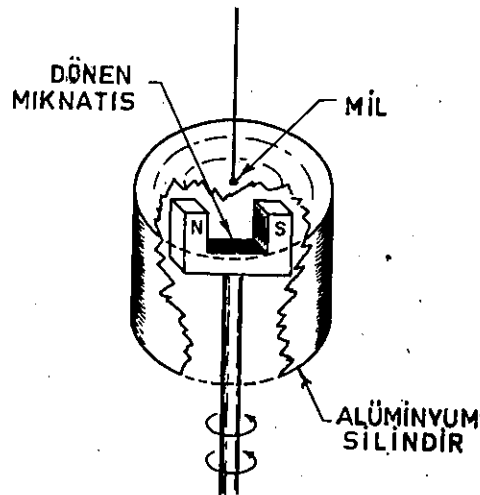
10. Şekil 17-11 ve 17-12 ye bakınız. Mıknatıs dönerken, bobini harekete te zorlayacak bir moment meydana gelir mi ?
11. Bakır bir disk, iki mıknatıs kutbu arasında döndürülürse diskin içinde ne gibi bir olay meydana gelir ? (Şekil 17-23)
12. Mıknatısın kuvvetli veya zayıf olmasının diski döndüren kuvvet üzerine bir etkisi var mıdır ?
13. İpin ucuna bağlı madeni para, ipe döndürülürken bir mıknatıs alanından geçirilirse ne olur ? Neden ?
14. At nalı biçiminde ve dönen bir mıknatısın üstüne alüminyum bir kap geçirilip ortasından perçinlenese kaba ne olur ? (Şekil 17-24)



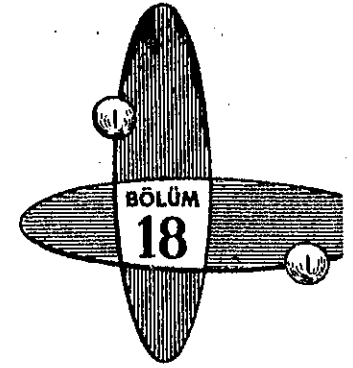
Şekil 17-23.



Şekil 17-24.



D. A. Generatörleri



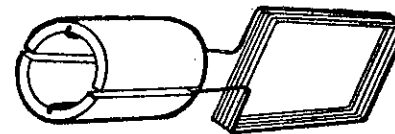
17. Bölümde emk elde etme prensibini göstermek için, mıknatıs alanı içinde dönen tek sarımlı bir iletken halka kullanılmıştı. Fakat tek sarımlı halka ile meydana gelen generatör, bir oyuncak dahi çalıştıramıyacak kadar güçsüzdür. Hatıra gelebilecek ilk gelişme tek halka yerine çok sarımlı bir bobin kullanmaktır. 100 sarımlık bir bobin aynı alan şiddeti ve aynı hızda, bir sarımlıya göre 100 kat daha büyük gerilim meydana getirir.

İkinci bir geliştirme, üzerinde gerilim endüklenen bobini demir bir nüve üzerine sarmaktır. Demir nüveyi kullanmakla, bobin için daha kuvvetli bir mıknatıs

alanı yaratılmış olur. Aynı alan şiddetli bir mıknatısla, kutuplar arasına konulan demir nüve, mıknatıs kuvvet çizgilerini bir kaç katı artırır.

Basit olan bu generatörün, giderilmesi gerekli bir başka mahzuru daha vardır. Kuvvetli bir alan içinde dönen bu bobin, her dönüşünde iki defa sıfıra düşen bir emk endükler (Şekil 17-20). Mekaniksel olarak bu tek silindirik bir benzin motoruna benzer; elektriksel olarak bu değişmeyi gösteren akım, generatörde ve beslediği devrede güçlüklerle sebep olur.

Daha düzgün ve sabit bir emk ve akım elde etmek için, dönen demir çekirdek üzerine daha faz-



Şekil 18-1.



Şekil 18-2.

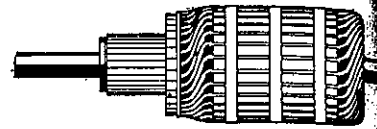
la. bobin yerleştirilir ve bu bobinlerin uçları komütatör dilimlerine o şekilde bağlanır ki generatörde endüklenen gerilim, bobin gerilimlerinin toplamına eşit olur. Belirli bir anda bir bobinde indüklenen gerilim sıfıra düşer fakat birbirine seri bağlı diğer bobinlerde yeter derecede yüksek bir gerilim indüklendiğinden toplam çıkış gerilimi sabit kalır.

Demir çekirdeğin oluklarına yerleştirilen ve komütatör dilimlerine bağlanan bu dönen bobin takımına generatörün endüvisi denir.

Küçük DA endüvilerini bulup tetkik etmek ve sökmek kolaydır; Bunlardan milyonlarcası otomobil ve uçaklarda kullanılmaktadır. DA motorları ile el matkapları ve elektrikli süpürgelerde kullanılan üniversal (AA-DA) motorların endüvileri yapım bakımından aynıdır.

Şekil 18-4, çift kutuplu basit bir dinamoda kullanılabilecek bir endüvi sarımını göstermektedir. İlk bakışta bağlantı biraz karışık görülebilir, fakat herşeyde olduğu gibi, devreyi takip edip anladıktan sonra basit olduğu görülecektir.

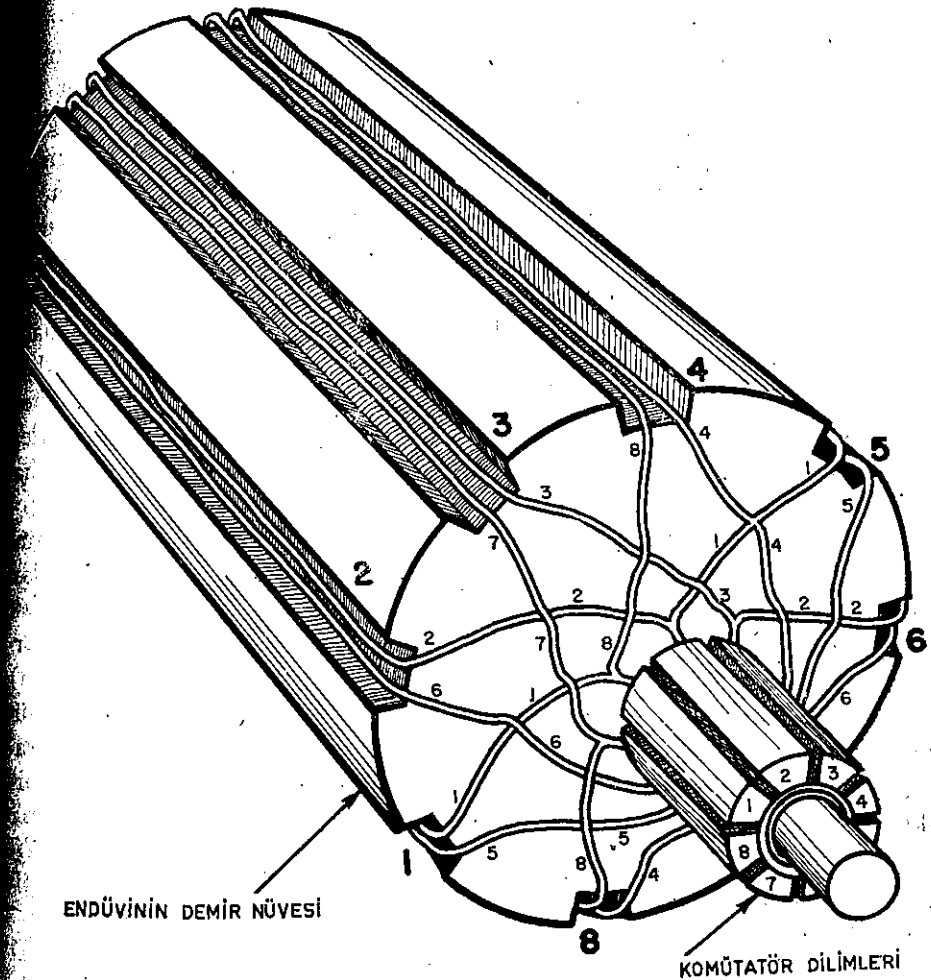
Devreyi takip etmek için 1. Dilimden başlayınız. 1. İletken 1. oluk yoluyla sola doğru gider ve endüvinin arka tarafından dolaşp 5. oluğa girer, buradan endüvinin ön yüzünden geçip 2. dilime



Şekil 18 - 3.

bağlanır. Bu 1. bobin halka
takip ettiği yoldur. Tatbikatı
dilimden başlayan 1. iletken
5 numaralı oluklar arasında
bobin teşkil edecek şekilde
ılır. Bobinin çıkış ucu 2. d
bağlanır.

Aynı şekilde, 2. bobinin de
sini takip edersek 2. dilime b
2. iletken 2. oluğa, oradan end
nin arka tarafından dolaşp 6.
ğa girer, (2. ve 6. oluklar aras
belirli sayıda sarım yapılır).
binin ucu 3. dilime bağlanır. 3.
bin, 3. ve 7. olukların içinde
başlangıç ve bitiş uçları 3 ve 4.
limlere bağlanır. 4. bobin 4. ve
olukların içindedir, başlangıç
bitiş uçları 4. ve 5. dilimlere b
lanır. 5. bobin 5. ve 1. olukla
içindedir, başlangıç ve bitiş uç
rı 5. ve 6. dilimlere bağlanır.
bobin, 2. bobinle beraber 2. ve
olukların içindedir fakat uçları
ve 7. dilimlere bağlanır. 7. bob
3. ve 7. olukların içindedir ve u
ları 7. ve 8. dilimlere bağlanır.
Son bobin devresi 8. dilimde
başlamak suretiyle 8. oluk ve e
düvinin arka tarafından dolaş
4. oluğa girer, bu oluktan çık
bobin ucu 1. dilime bağlanır.



Şekil 18 - 4.

iletken yayılıp gerilerek endüvi dış çevresini meydana getirir. Ortada ise Şekil : 18-4 deki gibi sekiz komütatör diliminin numaralanmış uçları vardır. Komütatörün etrafında, yine Şekil : 18-4 de olduğu gibi, komütatör arka iletken bağlantıları görülmektedir. Ön görünüşleri dikdörtgene yakın taranmış daire dilimleri, endüvinin oluklar arasında kalan ve dış denilen kısımlarıdır. Bu açının en dış uçları ise, bobinlerin Şekil 18-4 de görünmeyen arka taraflarıdır.

Bobinlerin dilimlere bağlanış ve oluklara dağılışı, önceki sayfada şekil üzerinde oklarla gösterilmiş yönü kullanılarak bu diyagramdan takip edilebilir.

Şekil 18-5 de 1, 2, 3 ve 8. oluklardaki iletkenler bu durumda aşağı doğru hareket etmektedirler ve olukların içindeki iletkenlerde indüklenen emk in yönü komütatörden oluklara doğrudur.

4, 5, 6 ve 7. oluklardaki iletkenler yukarı doğru hareket etmektedirler, ve indüklenen emk in yönü komütatöre doğrudur. (Şekil 18-5 de numaralanmış oluklardaki iletkenlerin üzerine işaretlenmiş ok yönlerine dikkat ediniz.)

Komütatöre bağlı iletkenlerin emk yönünü takibedersek göreceğiz ki, 1. ci dilimdeki elektronlar 8. bobinden gelmektedir. Fakat 1. ci bobin tarafından taşınmakta-

dır, bu bakımdan dış devreye 4. bobinle bağlantısının 1. ci dilimden yapılması önemli bir sakınca meydana getirmez. 2 ve 3. dilimler de aynı şekilde 8. bobinden gelir fakat 4. dilime 3 ve 4. bobinler elektron vermektedirler.

Bu durumda 4. dilimin bulunduğu yer elektronları toplayıp devreye verecek olan fırçanın negatifidir. Elektronla beslenen bu fırça negatif fırçadır ve generatör komütatörünün dış yüzeyine sünecek şekilde yerleştirilir. (Şekil 18-5 de iç yüzeye değer şekilde görülmüştür.)

Akım yolunu takip edersek görürüz ki 8. dilim iki yönde elektron kaybetmektedir. O halde 8. dilime değen fırçadan, elektron çıktığı için bu fırça generatörün pozitif ucudur.

45° daha döndükten sonra 4. ve 8. dilimler fırçalardan ayrılırlar onların yerini 1 ve 5. dilimler alırlar. 1. dilim pozitif olur çünkü 4. oluktaki iletkenler sola doğru hareket ederken akım yönleri de değişir. 5. dilim negatif olur ve negatif fırçayı elektronla besler. Çünkü 4. bobin tepeleri dikey durumda geçerken içindeki akımın yönü değişir.

Şekil 18-4 de görüldüğü gibi 1 ve 8. oluklar dikey duruma geldiğinde zaman ne olur ?

Bu anda 4 ve 8. bobinlerde emk indüklenmez. Negatif fırça her iki dilime (4 ve 5) değer. 4. ve 5. bobinler 3, 4 ve 5. bobinlere bağlı-

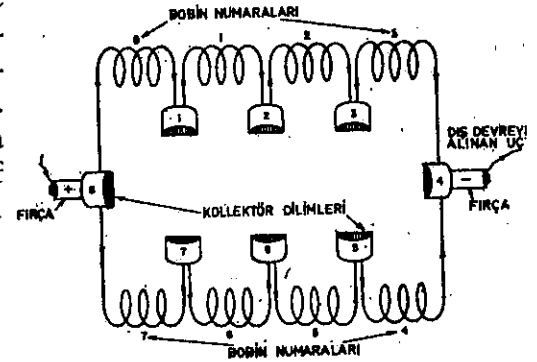
dır. Fakat 4. bobin kısa bir süre emk indüklenmez. 3 ve 5. bobinler 4 ve 5. dilimler yoluyla negatif fırçaya elektron getirirler. Böylelikle dış devre elektronla beslenmiş olur. Aynı anda pozitif fırça 1 ve 8 ci dilimler yoluyla 1 ve 8 ci bobinlere elektron verir.

ENDÜVIDEKİ DEVRE SAYISI

Şekil 18-6 içlerinde emk indüklenen bobinlerin seri-paralel bağlandıklarını göstermek gayesi ile Şekil 18-5 den yararlanarak çizilmiştir. Örneğin, Şekil : 18-5 de görülen duruma göre 1, 2, 5 ve 6. bobinlerden herbiri yaklaşık olarak 9, 2 volt 3, 4, 7 ve 8. bobinler ise her biri 3,8 volt indüklenmektedir.

Şimdi Şekil 18-6 ya bakınız, dikkat edilirse 8, 1, 2 ve 3. bobinler birbirine seridir ve indüklenen gerilimler birbirine eklenir, toplam gerilimi : $3,8 + 9,2 + 3,8 = 26$ volt olur. Aynı zamanda 7, 6, 5 ve 4. bobinler de seri bağlanmıştır. Toplam gerilim yine 26 voltur. İki grup bobin paralel bağlandığından, gerilimler toplamı yine 26 volt olur. (Seri ve paralel bağları karşılaştırınız.)

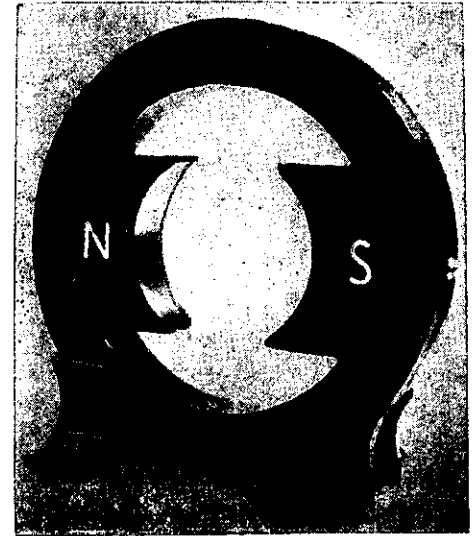
Generatörün verdiği akım, paralel bağlı iki grup bobinde eşit değerdeki akımların toplamıdır. Eğer dış devre, generatörden 10 amperlik bir akım çekiyorsa, her



Şekil 18-6.

bobinden geçen akım 5 amper olur.

Şekil 18-6, daha önce bilinen «elektronlar negatiften pozitive akarlar» teorisine göre şaşırtıcı olabilir. Fakat teori dış devre için yine doğrudur. Generatörün için-



Şekil 18-7. İki Kutuplu Endüktör

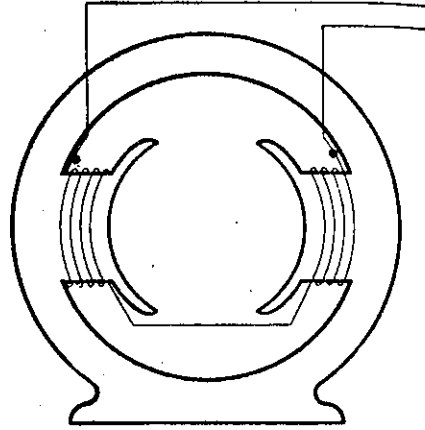
de, elektronlar kuvvet çizgilerinin etkisi ile pozitif kutuptan negatif kutba doğru itilirler. Onların bu hareketi, pozitif ve negatif yüklerin doğmasına sebep olur.

Paralel sarımlı endüvilerde kutup sayısı kadar fırça ve fırça sayısı kadar paralel devre vardır. Bu, düşük gerilimli yüksek akımlı endüviler için bir üstünlüktür çünkü, endüvide çok fazla iletken kullanmadan toplam çıkış akımı artırılabilir. Örneğin, altı kutuplu, endüvisi paralel sarımlı bir generatörde altı fırça ve endüvide altı paralel kol vardır. Dinamo 180 amperlik bir akım verdiği zaman endüvi bobinlerinin her birinden geçen akım 30 amper olur. Seri sarımlarda kutup sayısı ne olursa olsun iki paralel devre vardır.

DİNAMOLARDA KUTUPLARIN YAPILIŞI

Bazı küçük güçlü dinamolarda mıknatıs alanı, sabit mıknatıslardan elde edilir. Bu tip generatörlerden üretilen gerilim, kontrol veya sinyal devrelerinde kullanılır.

Kutupların yapılışı genel olarak Şekil 18-7 de görüldüğü gibidir. Daire biçimindeki iskelet veya çekirdek genellikle dökme demirden yapılır ve ince demir saçlardan paket haline getirilip şekillendirilmiş kutup başları bu çerçeveye tesbit edilir.



Şekil 18-8. İki Kutuplu Endüktör Sargısı

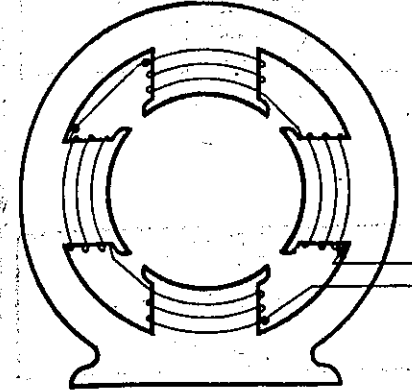
Bu sabit demir kütle, üstüne sarılmış bobinlerden geçen akımla mıknatıslanır. Bir çok generatörlerde, mıknatıslayıcı akımı generatör kendisi yaratır. «Uyarım» akımı denilen bu mıknatıslayıcı akım, yaklaşık olarak generatör akımının % 3 ü kadardır.

KENDİ KENDİNİ UYARAN GENERATÖRLERDE ALAN SARGILARININ BAĞLANTISI

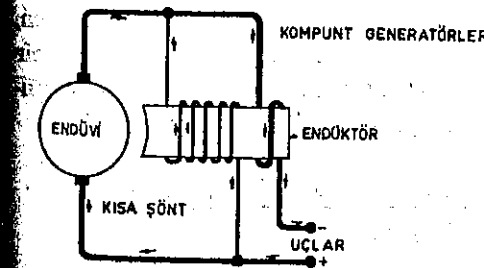
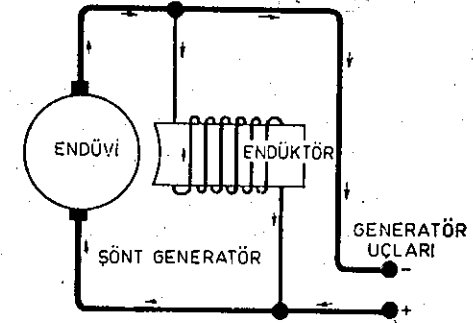
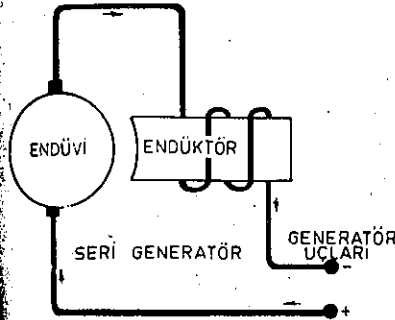
Generatörün endüvisinde üretilen akımla beslenen alan sargı bobinleri endüvi ile üç şekilde bağlanabilir :

1. Seri Bağlantı

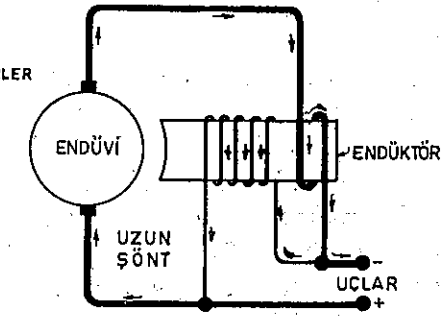
Alan bobinleri dış devre yük ile seri olabilir. Dış devre akımını taşıyan seri bobinler az sayıda



Şekil 18-9. Dört Kutuplu Endüktör Sargısı



ŞÖNT ENDÜKTÖR SARGISI ENDÜVİ UÇLARINA BAĞLI DİR



(ŞÖNT ENDÜKTÖR SARGISI DIŞ UÇLARA BAĞLI DİR)

Şekil 18-10.

kalın iletkenlerden yapılır. Üç tip dinamo arasında en az kullanılanı seri dinamodur.

2. Şönt (paralel) Bağlantı :

Alan bobinleri dinamonun fırçalarına ve dolayısıyla dış devreye paralel bağlanabilir. Şönt bobinler, küçük kesitli iletkenle çok sarımlı olarak yapılır ve küçük bir akım taşır.

3. Kompunt Bağlantı

Dinamodaki kutuplar iki ayrı bobinin birlikte meydana getirdi-

ği etki ile mıknatıslanabilir. Bobinlerden bir grubu küçük dirençli ve dış devre yükü ile seri, ikinci grubu yüksek dirençli ve dış devreye paralel bağlıdır.

Yukarıda adı geçen her iki kom-punt dinamoda, seri sargı, şönt sargının mıknatıslama etkisine yardım eder. Bu bağlantı düzeni-ne eklemeli kom-punt denir. Eğer bobinler birbirinin mıknatıslanma etkisini azaltacak şekilde bağlanırsa bağlantı düzenine (diferansiyel) çıkarmalı kom-punt denir.

ENDÜVİ REAKSİYONU

Bu tip generatörler hakkında daha ileri bir bilgi vermeden önce, hepsinde müşterek olan bir iç olayın açıklanması gerekir. Endüviden geçen akımın meydana getirdiği mıknatıs alanının etkisi ile, ana alan kuvvet çizgileri eğilip bükülür veya başka bir deyimle mıknatıs alanının homogenliği bozulur. İşte dinamoun içinde meydana gelen bu olaya «Endüvi Reaksiyonu» denir.

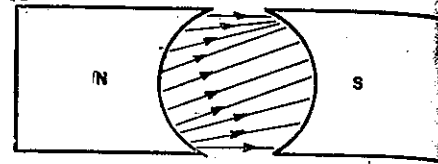
İdeal olarak bir dinamoun mıknatıs alanı homogen-dir. (Şekil 18-11)

Fakat, endüviden geçen akım ikinci bir mıknatıs alanı meydana getirir. (Şekil 18-12)

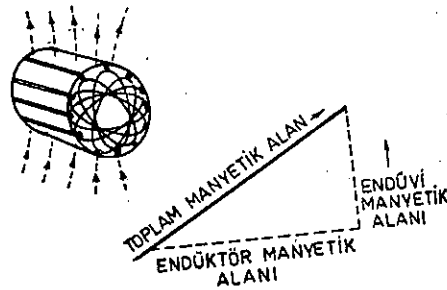
Endüvi ve ana mıknatıs alanları birleşerek Şekil 18-13 de görülen yönde toplam bir mıknatıs alanı meydana gelir.



Şekil 18-11.



Şekil 18-12.

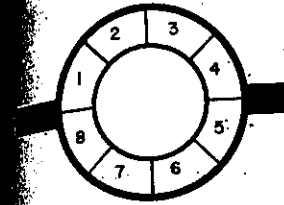


Şekil 18-13.

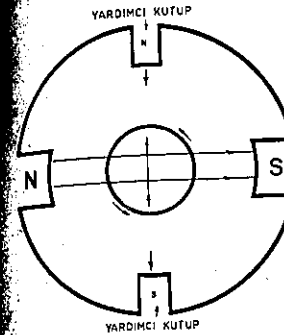
Böylece endüvi akım verirken dinamodaki esas alan, başka bir etki olmazsa Şekil 18-14 de görüldüğü gibi olur.

Şekli Bozulmuş Alanın Kötü Etkisi

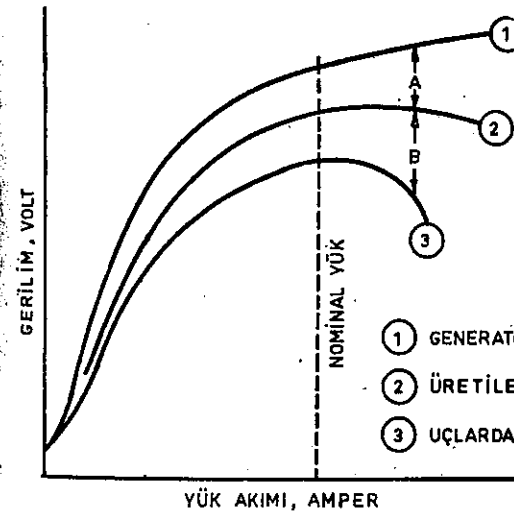
Kutupların köşesinde kuvvet çizgilerinin yığılması çıkış geriliminde dengesizliğe sebep olur. Da-



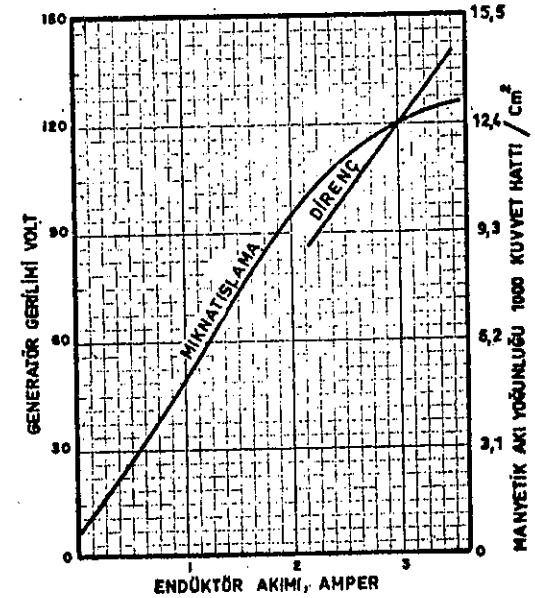
Şekil 18-14.



Şekil 18-15.

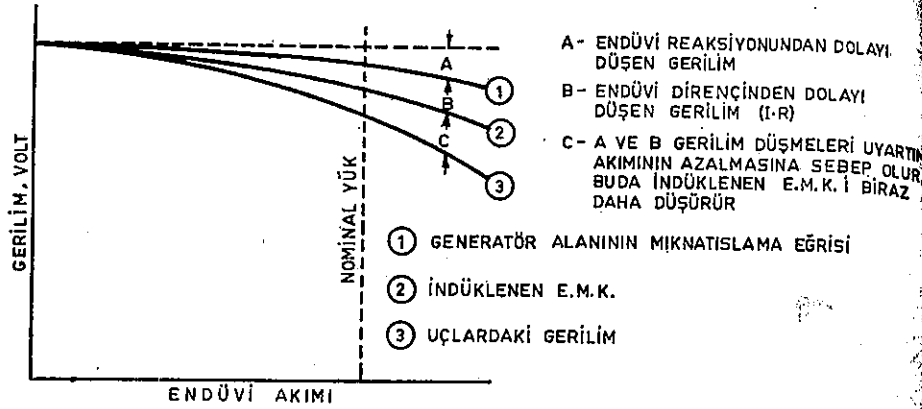


Şekil 18-17.



Şekil 18-16. Yardımcı Kutuplu Generatör

A - ENDÜVİ REAKSİYONUNDAN DOLAYI DÜŞEN GERİLİM
B - GENERATÖRÜN ENDÜVİ VE ENDÜKTÖR DİRENÇLERİNDE DÜŞEN GERİLİM (I-R)



Şekil 18-18. Seri Generatörün Yük-Gerilim Karakteristik Eğrisi

ha önemli olanı, demir kısımlar etkili olarak kullanılmadığından toplam akı azalır ve ortalama çıkış gerilimi düşük olur.

Ayrıca şekli bozulmuş alan, endüvi bobinlerindeki akım değişmelerinin zamanını değiştirir. Şekil 18-4 ve 18-5 le ilgili olarak demiştik ki, belirli zaman aralıklarında, fırçaların kısa devre yaptığı bobinlerde bir tehlike meydana gelmez çünkü aynı anda kollektör dilimlerine bağlı bu bobinlerde emk endüklenmez. Bu açıklama ancak mıknatıs alanı bozulmadığı zaman doğrudur. Alan bozulduğu zaman, fırçaya değen dilimler arasında emk olduğu için bobinlerden büyük bir kısa devre akımı geçer ve kollektör üzerinde çok fazla kıvılcım meydana gelir. (Şekil 18-15)

Bu durumda ilk çare, fırça tutucularını, bükülen alan kadar döndürmektir. Böylece fırça, di-

limlerini ancak aralarında emk olmadığı anda kısa devre yapar. Fakat bu işlem yeterli değildir, çünkü alanın bozulması endüvi akımı (yük akımı) arttıkça fazlalaşır.

Generatörde komütasyonu düzeltmek için fırça tutucuları endüvinin dönüş yönünde ileriye doğru döndürülür. Motorda, fırçaların geriye doğru döndürülmesi komütasyonu düzeltir.

En iyi çare, ana kutuplar arasında yardımcı veya komütasyon kutupları denilen küçük kutuplar koymaktır.

Endüvinin meydana getirdiği dikey mıknatıs alanının ana alanı nasıl etkilediğini görmüştük. Yardımcı kutuplar öyle bir alan yaratır ki, endüvinin etkisi ile bozulup bükülen ana alan kuvvet çizgileri yaklaşık olarak ilk durumlarına gelir.

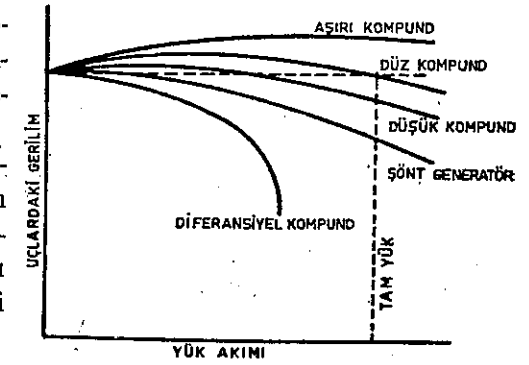
Yardımcı kutup bobin uçları, endüvinin dönüş yönüne göre,

kendinden sonra gelen ana kutbun işaretini alacak şekilde bağlanır. Şekil 18-16 da, endüvinin dönüş yönü değişirse yardımcı kutupların, kutup işaretinin de değişmesi gerekir.

Endüvi ve yük akımının değişmesine göre yardımcı kutupların etkisinin de değişmesi için yardımcı kutup bobinleri endüvi akımını taşıyacak şekilde endüviye seri bağlanır.

Bu bakımdan yardımcı kutuplar, generatör dış devreyi besleyen kollektörde meydana gelecek hataları önleyici olarak çalışacağından, geometrik eksen üzerinde sabit fırça tutucuları kullanılabilir. Fakat, bu yardımcı kutuplar, ancak yakınlarındaki alanın bozulmasını önleyebileceğinden alanı zayıflatıcı etki yine kendisini gösterir. Büyük güçlü generatörlerde, generatörden çekilen akım, kutup uçlarına yerleştirilmiş ve endüvi iletkenlerine paralel olacak şekilde düzenlenmiş bir kaç sarımlı bobinlerden geçirilir. Bu kutup yüzü sargılarına kompanzasyon sargıları denir ve endüvinin, alanı zayıflatıcı etkisi iyice azaltılmış olur.

Yüksek hızla çalışan otomobil dinamolarında endüvi reaksiyonunun faydalı bir etkisi vardır. Eğer alan şiddeti sabit olursa, indüklenen emk hızla doğru orantılıdır ki bu otomobil dinamolarında istenmeyen bir özelliktir. Belirli bir



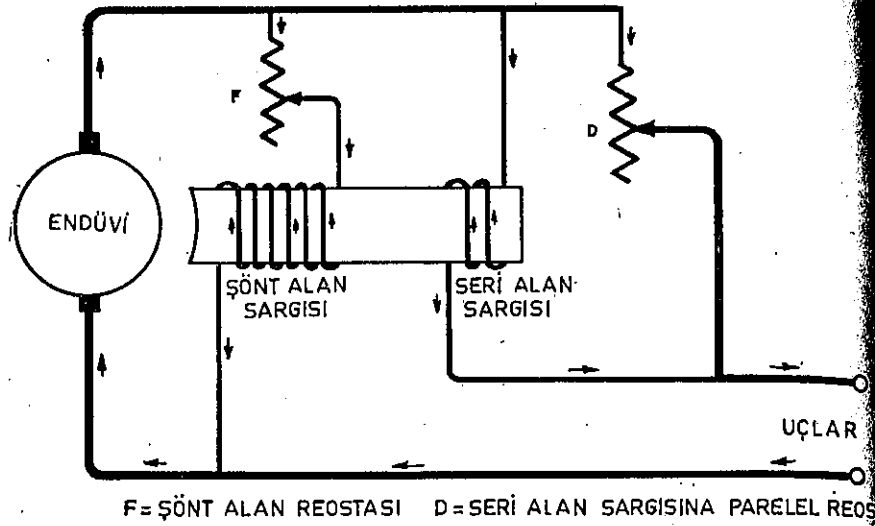
Şekil 18-19. Şönt Generatörün Yük-Gerilim Karakteristik Eğrisi

dış devre akımında endüvi akımı, ana mıknatıs alanını bozup zayıflatacağından yüksek hızlarda indüklenen emk in uygun bir değerde kalmasını sağlar.

KENDİNDEN UYARTIMLI DİNAMODA MIKNATIS ALANIN KUVVETLENMESİ

Dinamonun kademeli olarak kendi kendini uyartması, kutuplardaki artık mıknatısın varlığına bağlıdır. Çok küçük değerdeki bu mıknatıslık endüktör kutuplarından geçen akımın etkisi ile kalmıştır. Şönt veya kompunt dinamoda endüvi, kutupların meydana getirdiği artık mıknatıs alanı içinde dönmeye başlayınca, üzerinde bir gerilim indüklenir.

Bu düşük gerilim şönt alan bobininden küçük bir akımın geçmesini sağlar, böylece mıknatıs ala-



Şekil 18-20. Kompund Generatörün Yük Karakteristikleri

nı biraz daha kuvvetleneceğinden indüklenen gerilim de artar. Bu artan gerilim, alan sargısından daha büyük bir akımın geçmesini ve dolayısıyla mıknatıs alanının daha fazla kuvvetlenmesini sağladığından endüvide endüklenen gerilim de buna bağlı olarak yükselir.

Mıknatıs alanı ile akım ve gerilimin bu kademeli artışı bir limit değere kadar devam eder. Artışı grafikte göstermek mümkündür. (Şekil 18-17)

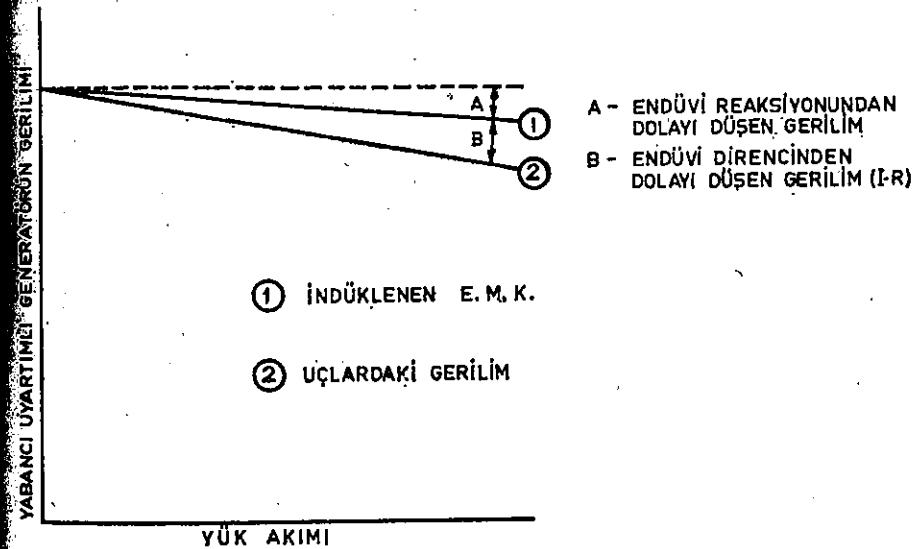
Şekil: 11-3 deki «mıknatıslanma eğrisi» akım artışına göre alan şiddetinin değişmesini göstermektedir. Farzedelim ki, alan bobin direnci 40 om ve çıkış gerilimi 120 volt olan bir generatörümüz var. Generatör çalışmaya başlayınca

mıknatıslama sıfır çizgisinin altında artık mıknatıs değerini terden noktadan meselâ 775 gauss/cm² den başlasın. Soldaki bölgeye göre 775 gauss/cm² lik bir şiddeti endüvi nominal hızla dönerken 7,5 voltluk bir gerilim endüklenmesine sebep olur. Alan sargısındaki küçük bir akım ($I = 7,5/40 = 0,19$ Amp) mıknatıs alanını daha fazla kuvvetlendirir. Bu işlem kademeli olarak devam edip uyarım akımı 3 amper olduğunda alan şiddeti 12.000 gauss/cm² dir ve endüvide endüklenen gerilim 120 V olur.

12.000 gauss/cm² lik alan için 120 voltluk bir gerilim indüklenmesi için 3 amperlik uyarım akımına ihtiyaç vardır. 3 amper akım 120 voltta daha düşük bir g

endüklenmez ve artış durur. Limit değeri grafik üzerinde dikey çizgisi ile gösterilmiştir. Bu çizgisi üzerindeki noktalar mıknatıs direnci için gerilim ve akım değerlerini verir.

Buraya kadar yapılan açıklamada hız sabit kabul edilmiştir. Generatör çıkışı, dakikadaki devir sayısını azaltıp, çoğaltmakla değiştirilebilir. Aynı zamanda şönt dinamonun çalışma gerilimi, alan bobin devresine seri bir reosta eklenip devre direncini biraz artırmak suretiyle daha düşük bir değere meselâ 100 volta kadar düşürmek mümkündür. Genel olarak şönt dinamonun çıkış gerilimi böyle bir alan reostası ile kontrol edilir.



Şekil 18-21. Kompund Generatörün Çeşitli Karakteristiklerde Çalışmasını Temin Eden Seri Alan Sargısına Paralel Bağlı Olan Reosta

SERİ GENERATÖR

Şekil 18-10'a dikkat edilirse, görülür ki seri dinamonun alan sargısı dış devre akımını taşır, bu bakımdan yük akımı ne kadar büyük olursa mıknatıs alan şiddeti de o değerde artar. Eğer generatör, dış devresi açık olarak çalıştırılırsa, gerilimde kademeli artış olmayacak yani dinamo kendini uyarımayacaktır. Çünkü artık mıknatısın etkisi ile meydana gelen küçük gerilim, devre açık olduğu için akım geçiremez.

Eğer dinamodan küçük bir yük akımı çekilirse çıkış gerilimi düşüktür, fakat uygun değerde büyük bir yük akımında gerilim de yüksektir. Bu özellikteki genera-

Kullanılabilecek üçüncü metot generatörün alan bobinlerini, ayrı bir akım kaynağı ile beslemektir. Bu metot, Ward-Leonard, Rototrol veya amplidin gibi kontrol devrelerinde çok kullanılır.

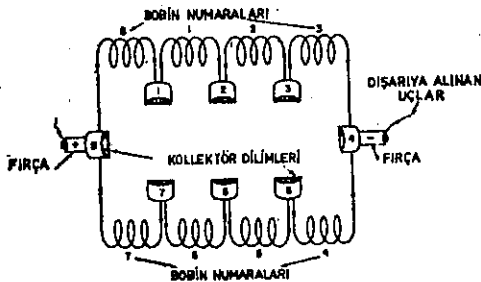
Sistemin amacı, kullananın istediği hızı seçmesini sağlamaktır, bundan sonra sistem, motordaki yük değişse bile motor hızını sabit tutar. Bu tip dıştan uyarımlı sistem maden ocakları vinçlerinde, çelik haddehanelerinde, kâğıt fabrikalarında ve dizel lokomotiflerinde kullanılır.

DİNAMO HESAPLARI

Aşağıdaki bilgiler, dinamo yapım işlerinde çalışan kimselerin bir çok faktörleri yeter derecede detaylı olarak hesaplamaları için verilmemiştir. Amaç enerjinin çevrilmesindeki temel prensipleri göstermektir.

İNDÜKLENEN E.M.K.

Daha önce açıklandığı gibi generatörün emk i, alan şiddeti, endü-



Şekil 18-22. Yabancı Uyarımlı Generatörün Yük-Gerilim Karakteristik Eğrisi.

videki iletken sayısı ve endüvin dakikadaki devir sayısı ile doğru orantılıdır. Alan şiddeti, endüvinin bobin sayısı ve endüvinin dakikadaki devir sayısı belli ise, saniyede kesilen kuvvet çizgilerinin sayısı bulunabilir. Aynı zamanda, bir saniyede 100,000 kuvvet çizgisi kesilirse 1 volt bir emk indüklendiğinden emk

saniyede kesilen kuvvet çizgileri sayısı

100,000,000

olur.

Örnek olarak Şekil 18-4, 18-5 ve 18-6 görülen endüvilere benzer endüvinin herbiri 40 sarımdan meydana gelmiş 8 bobini vardır. Yüzey alanı 96,75 cm² olan iki kutup arasında endüvi, 12,000 g/cm² lik alan içinde dakikada 1200 devirle döndüğüne göre, indüklenen emk i hesaplayınız.

Şekil 18-6 da bobinler, her grupta dört seri bobin olmak üzere paralel grup şeklinde bağlanmıştır. (Şekil 18-23)

İndüklenen emk seri bağlı bobinde meydana geldiği için, bir bobinde biri 40 sarım olan 4 bobinin sarım sayısını dikkate almak gerekir. Bu da 4 × 40 = 160 sarımdır.

Bu hesap işleminin amacı, belirli bir emk için hesaplanan bobinlerde indüklenen ani gerilimleri

gerilimleri arasındaki farkları değil, ortalama emk i bulmaktır.

Bobindeki her sarımın iki kenarından birer kenarını alır ve bir dönüşte bunların her ikisi alanı iki defa keser. (yukarı ve aşağı). O halde 160 sarımın bir dönüşte, alanı kaç defa kestiğini bulmak için dörtle çarpılması gerekir. Bu durumda alan 40 defa kesilmiştir.

Toplam akı : 96,75 × 12,000 = 1,161,000 kuvvet çizgisi olur.

Bir dönüşte 1,161,000 kuvvet çizgisi 640 defa kesildiğine göre toplam kesme 640 × 1,161,000 = 743,040,000 dir.

Bobinler dakikada 1200, saniyede 20 devir yaptığına göre :

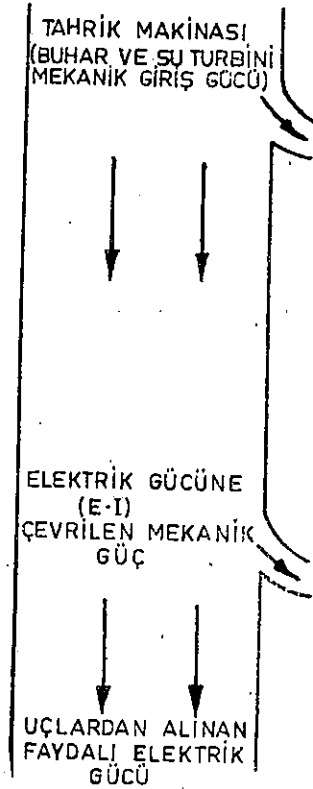
$$\text{İndüklenen emk} = \frac{743,040,000 \times 20}{100,000,000} = 148,6 \text{ volt}$$

Buraya kadar yapılan hesapları özetlersek :

$$\text{İndüklenen emk} = \frac{\text{Toplam endüvi sarımları}}{\text{paralel kol sayısı}} \times \text{devir/dak.}$$

$$\text{İndüklenen emk} = \frac{\text{Sarımların toplamı}}{\text{paralel kol sayısı}} \times \text{devir/dak.}$$

Belirli bir emk için hesaplanan bir generatörün hesabı yapı-



Şekil 18-23.

Saniyede kesilen toplam kuvvet

$$\text{Saniyede kesilen toplam kuvvet} = \frac{\text{Toplam endüvi sarımları}}{\text{paralel kol sayısı}} \times 4 \times \text{akı} \times \frac{\text{devir/dak.}}{60}$$

$$\text{Sarımların toplamı} = \text{Sarımların sayısı} \times \text{akı} \times \text{dakikadaki devir sayısı}$$

$$\text{İndüklenen emk} = \frac{\text{Sarımların toplamı}}{\text{paralel kol sayısı} \times 100,000,000}$$

İrken teori ve tecrübeye dayanan akı, devir sayısı ve sargı tipi ile

beraber generatörün kullanılmasında istenilen özellikler dikkate alınır.

GÜÇ KAYIPLARI:

Güç kayıpları ikiye ayrılır: 1. Sabit kayıplar 2. Bakır kayıpları.

1. Sabit Kayıplar

a. Sürtünme kayıpları: Bunlar doğrudan doğruya mekanik kayıplar olup, yataklar ve fırçalardaki sürtünmelerle, rüzgâr yani havanın sürtünmesi ile meydana gelir. Bu kayıplar hıza bağlıdır fakat yük akımı ile ilgili değildir.

b. Demir kayıpları: Endüvi demir göbeğinin içindeki manyetizasyonun devamlı değişmesiyle demir içindeki molekül sürtünmelerinin meydana getirdiği ısıdır. Buna «histeresiz kaybı» denir. Histeresiz kaybı, hız ve akı yoğunluğu ile artar. Demir kayıpları aynı zamanda endüvi ve kutup yüzeylerindeki fuko akımlarının meydana getirdiği ısı kayıplarını da içine alır. Bu kayıplar, hızın ve akı yoğunluğunun karesi ile artar ve yük akımı ile çok az değişir.

2. Bakır Kayıpları:

Bakır kayıpları şönt sargıdaki ısı kayıpları ile endüvi devresindeki, endüvi sargıları, fırça ve seri alan sargısındaki ısı kayıpları-

nı içine alır. Endüvi devresindeki kayıplar yük akımının karesiyle orantılıdır.

Önceki örnek probleme devam edelim: eğer endüvi direnci 0,1 om, fırça direnci = 0,05 om ve endüviden de 10 amperlik bir akım çekiliyorsa makinanın içindeki (0,1 × 10). 4,5 voltluk bir IR gerilim düşmesi olacaktır. Böylece fırçalar arası gerilimi 148,6 — 4,5 = 144,1 Volt olur.

Çıkış gerilimi = İndüklenen emki eksi fırçalar ve endüvideki IR gerilim düşümüdür.

Endüviden 10 amper geçerken üretilen toplam güç: 148,6 volt × 10 amper = 1486 vattır. 4,5 × 10 = 45 vat endüvi ve fırçaların ısıtmak için kullanılmıştır. O halde dinamonun dış devreye verdiği güç 1441 × 10 = 1441 vat olur (1486 — 45 = 1441).

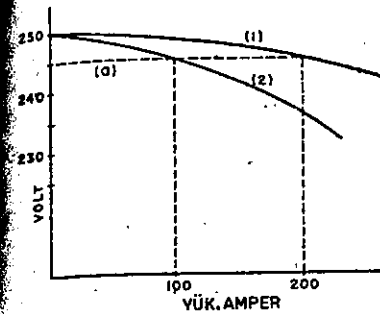
Eğer bu şönt generatör ise, alan sargısı 144,1 voltta yaklaşık olarak 0,4 amper taşır ki bu 60 vat yapar. Bu 60 vatı 1441 vattan çıkarırsak 1381 vat kalır ki bu güç generatörden çekilen güçtür.

Bu generatörün elektrik verimi

Çıkış gücü	1381
Üretilen toplam güç	1486

= 0,9 = % 90 dır.

Eğer mekanik sürtünme kayıpları 50 vat kabul edersek, generatöre verilecek mekanik güç: 1486 + 50 = 1536 vat olacaktır.



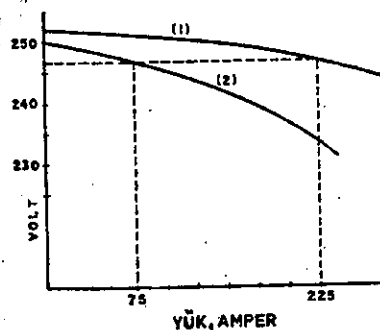
Şekil 18-24.

halde toplam verim:

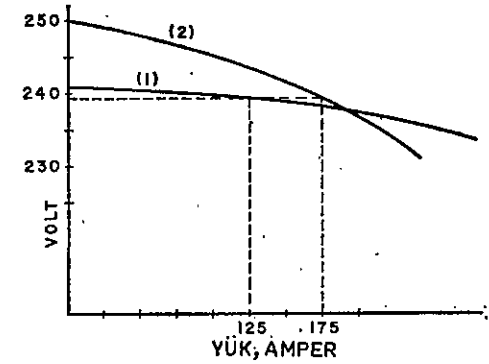
Çıkış gücü	1381
Mekaniksel giriş gücü	1536
= 0,89 = % 89 olur.	

DİNAMONUN ETİKETİNDEKİ BİLGİ VE NOMİNAL DEĞERLER

Dinamonun nominal yük değeri, hız ve sıcaklık emniyet sınırları



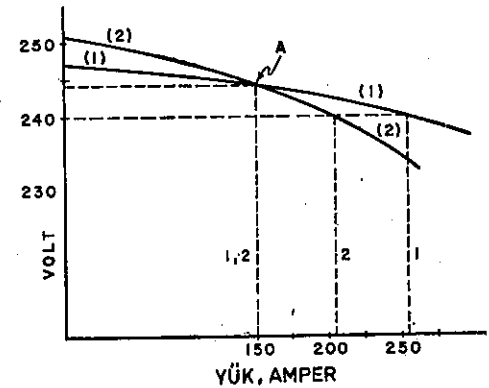
Şekil 18-26. Yük, Amper



Şekil 18-25. Yük, Amper

içindeyken verimli olarak çalışma şartlarının bir ifadesidir. Makinanın etiketinde verilen bu bilgiler, hız, gerilim, çıkış gücü (KW) veya çıkış akımı ve müsaade edilen en yüksek sıcaklık derecesidir.

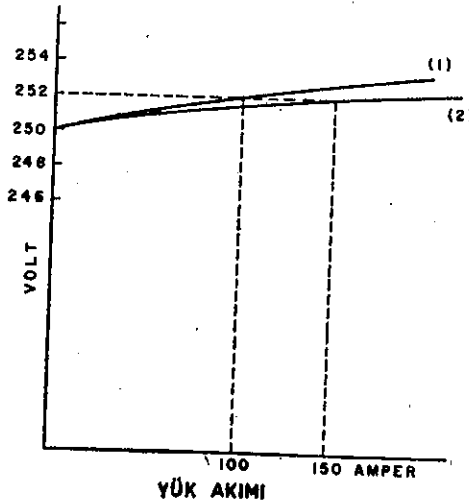
Dinamo çok düşük bir akım çekilerek çalıştırılırsa, verim düşüktür. Çok düşük hızda hava dolaşımı zayıf olduğundan ısınma olur. Normal akımın üstünde uzun sü-



Şekil 18-27. Yük, Amper

re çalışma sıcaklığı yükseltir, yalıtkanlık bozulur, fırçalar ve komütatör yanar. Büyük güçlü generatörlerde standart gerilimler 125, 250, 275 ve 600 voltur.

Standart çevre sıcaklığına göre bir makinada müsaade edilen sıcaklık yükselişi en çok 40 C°'dir. Örneğin: «A sınıfı» yalıtkanlarda sıcaklık (emaye, yağ emdirilmiş kâğıt ve pamuk) uzun bir ömür için 105 C°'yi aşmaması gerekir. Bu yalıtkanı taşıyan bir makinada yükselişi 50 C° olarak yazılır. Bobinin ortalama veya yüzey ısısı 90 C° (40 + 50) olabilir fakat orta kısımlarda 15 C°'lik bir fazlalıkla 90 C°'nin üstüne çıkar ki bu yine sınır değer olan 105 C°'yi geçmez.



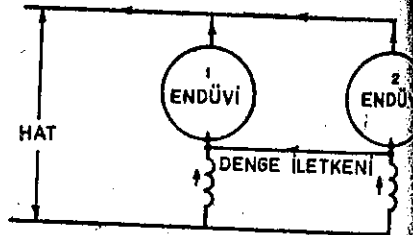
Şekil 18-28. Yük, Amper

DİNAMOLARIN PARALEL BAĞLANMASI

Bir çok büyük D.A. güç tesislerinde, değişen yüke göre, iki veya daha fazla generatör paralel bağlanır. Böyle bir düzenle, düşülen ihtiyaçları, bir veya iki generatörün tam yük değerinde en yüksek gerilimle çalıştırarak karşılanır. Böylece büyük bir makinanın nominal gücünün çok altında bir güçle çalıştırılmasından daha uygundur. Her taraftan birden fazla generatör kullanılırsa, şebekeyi kesen herhangi birini onarmak mümkündür.

Şönt generatörlerde, dinamo çekilen akım arttıkça gerilim düşer, fakat iki şönt generatör paralel çalıştırılırsa, generatörlerin gerilim akım karakteristiklerine göre toplam yük akımı iki generatöre bölünür. Şekil 18-25 aynı nominal gerilimli iki ayrı şönt generatörün gerilim-akım eğrilerini göstermektedir.

Paralel durumda her ikisinin gerilimi eşit olması gerekir, burada 245 voltta a çizgisi ile gösterilmiştir.



Şekil 18-29. Yük Akımı

Normal olarak, değişik güçte iki makina paralel çalıştırılırsa, toplam yük generatörlerin nominal güçlerine göre orantılı olarak bölünür. Yani her generatör eşit nominal yük yüzdesine göre çalışır.

Kompunt Dinamoların Paralel Çalışması

Düz veya yüksek kompunt karakteristikli iki kompunt dinamo paralel bağlanırsa devreye ufak bir ilâve yapmak gerekir. Bunun gerekli olduğunu kavrayabilmek için, bu tip generatörlerin basit olarak nasıl paralel bağlandığını görmek gerekir.

Diyelim ki, nominal gerilim-yük akımı bağıntısı Şekil 18-29, da görülen iki kompunt dinamo, her ikisinin gerilimi 252 volt olduğu anda bir dış devreye bağlanmıştır. Kısa zamanda bunlardan birisi, meselâ 2. generatörün çıkış gerilimi, ya hızın biraz düşmesi veya endüktör sargılarının ısınması ile çok az bir düşme yapar.

Düşük bir nominal gerilim ile bu dinamoun üzerine aldığı akım meselâ 140 ampere düşer fakat bu 1. generatörü 110 amper vermeye zorlar. 1. generatörün seri sargısındaki bu artan akım gerilimi biraz yükseltir, fakat 1. generatör, gerilimi düşük olan 2. generatöre bağlı olduğundan bir dengesizlik meydana gelir.

300 amperlik toplam bir yük altında 1. generatör 200 amper verir. Eğer bazı sebeplerden ötürü örneğin hız veya alanın azalması ile 1. generatörün gerilimi düşerse, her iki generatörün gerilimi Şekil 18-26 görülen değere düşer ve 1. generatör ancak 125 amper verir.

Alan reostasını ayırlamak suretiyle 1. generatörün uyartım akımını arttırsak terminal gerilimi yükselcektir. Şekil: 18-27 de, yapılan bu işlemin sonucu görülmektedir. Şimdi 1. generatör 247 volt vermektedir. Devreyi düşük akımla besleyen 2. generatörün gerilimi de 247 volta yükselmiştir.

Her iki generatörün alan reostalarını ayarlamak suretiyle generatörleri, aynı akımları taşıyacak duruma getirmek mümkündür. (Şekil 18-28 de A noktası). Eğer yük akımı artarsa aynı şartlar altında çalışan generatörler, artan akımı eşit olarak paylaşırlar. Burada görülen değişik karakteristikte iki generatörden gerilim eğrisi daha çabuk düşen generatör, artan akımın daha az bir kısmını üzerine alır. Örneğin 1. ve 2. generatörleri 150 şer amper verecek şekilde ayarladıktan sonra, 460 amperlik bir yük akımı gerekiyorsa her iki generatörün gerilimi 240 volta düşer, böylece dış devreyi 1. generatör 255 amper 2. generatör 205 amperle besler.

1. generatörün artan gerilimi toplam yük akımının daha büyük bir kısmını 1. generatörün taşımasına sebep olur. Dolayısıyla seri sargı akımı artar ve çıkış gerilimi yükselir, sonuç olarak kısa bir süre sonra 1. generatör yükün tamamını üzerine alır. Buna paralel olarak 2. generatörün geriliminin düşmesi ile seri sargıdan geçen akım azalacağından alanda devamlı bir zayıflama olur.

Akım sıfıra düşünce, 1. generatör 2. generatörün endüvi ve seri sargısını beslemeye başlar. 2. generatörün seri alanı yön değiştirir. Bu, toplam alanı zayıflatır, ge-

neratör zayıf bir alanla motor olarak çalışmaya başlar ve 1. generatörden yeni ve aşırı değerlerde akım çekmeğe başlar. Bu kötü durum başlamadan önce eğer varsa 1. generatörün devre kesicisi çalışıp, generatörü hattan ayırır.

Bu olay şönt dinamolarda meydana gelmez. Çünkü şöntdynamo özelliğine göre, toplam yük akımının artışı önleyecek şekilde, generatörler fazla akım çekeceği gerilimleri de düşer. Aksi takdirde yüksek kompant generatörlerde yük akımı arttıkça gerilim de (seri sargının etkisi) yükselir ve sonunda generatör harap olur. Para-

çalışmada yük artışı olursa kompant dinamo yükün tamamını üzerine almaya çalışır.

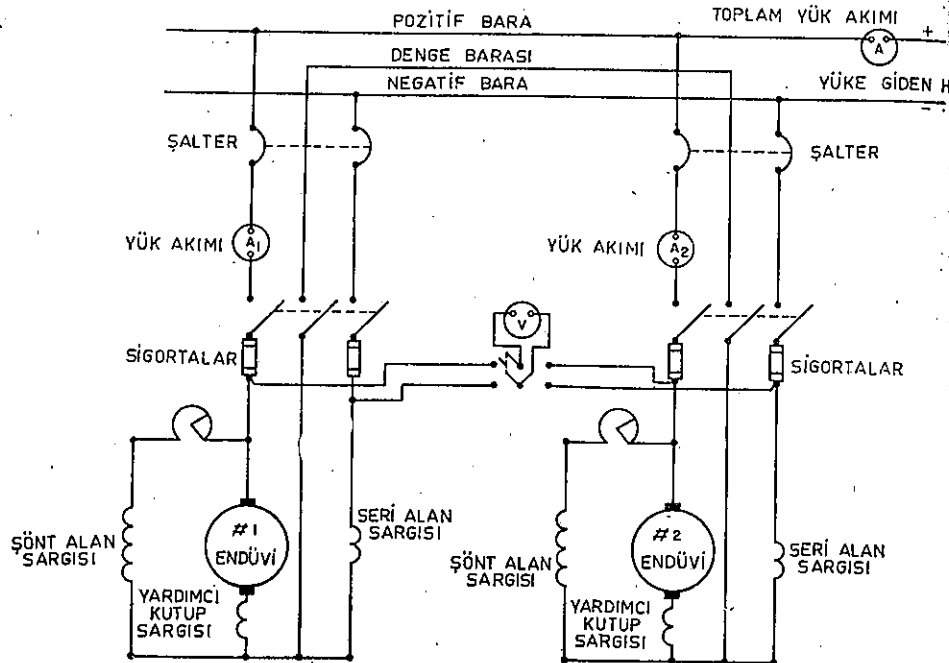
Bu problemi çözmek için yapılabilecek iş, generatörlerin seri sargılarını bir iletkene paralel bağlamaktır. Bu iletkene dengeleyici veya denge iletkeni denir. Şekil 18-30 ayrıntıları çizilmemiş olan devrede, denge iletkeni bağlandığını göstermektedir. Bazı sebeplerden ötürü 2. dinamonun gerilimi düşerse bu dinamonun endüvisi 1. dinamonun endüvisinden daha az akım taşır. Fakat seri sargılar bundan etkilenmez, uçlarındaki gerilim düşümü önceki gibi sabit kalır. 1. generatörün seri alan şiddeti artmaz ve

tersine endüvideki IR gerilim düşümünün artması ile çıkış gerilimi biraz düşer. Bu bakımdan 1. generatör yük akımının tamamını üzerine alarak fazla yüklenme tehlikesi de giderilmiş olur. Ve iki (veya daha fazla) generatör toplam yük akımını uygun değerlerde bölecek şekilde ayarlanır. Başarılı bir paralel çalışma için denge iletkenin direncinin çok küçük ve aynı zamanda seri olan sargı dirençlerinin generatör nominal akımı ile ters orantılı olması şarttır.

Kompant dinamoların paralel çalışması hakkında daha detaylı bir devre Şekil 18-31 de görülmektedir.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- D.A. Endüvilerinin bobinleri seri-paralel olarak düzenlenmiştir. Endüvide iki veya daha fazla paralel kol ve her kolda seri bağlanmış bir çok bobin vardır.
- Şönt alan bobinleri mıknatıs alanı yaratır yük devresi ile paraleldir, generatörden çekilen akım arttıkça alanda biraz zayıflama olur.
- Kompant generatörlerde seri ve şönt alan sargıları vardır.
- Generatörde mıknatıs alanı genel olarak generatörün kendi akımı ile elde edilir. Bu işleme, kendi kendini uyarıtma denir.
- Seri alan bobinleri, dış devre ile seridir ve dış devre akımındaki artış ile orantılı olarak mıknatıs alanı da artar.
- D.A. Motor kontrol devrelerinde kullanılan D.A. generatörleri genellikle dıştan uyarımlıdır.
- Endüvi reaksiyonu denilen alan bozulması endüvi akımının etkisi ile meydana gelir ve komütasyon zorluklarına sebep olur. Fakat bu, yardımcı kutuplarla düzeltilebilir. Endüvi reaksiyonu aynı za-



Şekil 18 - 30.

manda alanın zayıflamasına da sebep olur, bu sakınca

kompanzasyon sargıları olarak giderilebilir.

İletkenin saniyedeki kestiği kuvvet çizgileri

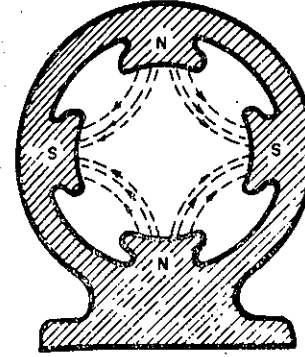
- Endüklenen emk = $\frac{100,000,000}{\text{Sarım sayısı} \times 4 \times \text{akı} \times \text{devir/dak.}}$
- Tambur endüvide emk = $\frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}}$ dür.
- Verim = $\frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}}$ dür.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Dört kutuplu bir dinamoda kutupların alan şiddeti 11500 gaus/cm², bir kutbun yüzey alanı 30 cm² dir. Toplam manyetik akıyı hesaplayınız. (Şekil 18-32)
2. Kendinden uyarımlı generatörlerde, sabit bir çıkış gerilimi elde etmek için üç tip alan bobini bağlandı düzeni ismi söyleyiniz.
3. Bir generatörün endüvisinde indüklenen e.m.k. bulunmasında en büyük etki yapan üç elemanı söyleyiniz.
4. Endüvi reaksiyonu ne demektir? Endüvi reaksiyonunun önemli iki etkisini söyleyiniz. Bu etkiler nasıl ortadan kaldırılabilir?
5. Bir kaç hafta çalıştırılmayan bir kompunt dinamo tekrar çalıştırıldığı zaman gerilim vermiyor. Ne gibi hatalar olabilir ve bunlar nasıl giderilir?
6. Dinamonun verimini yükseltmek için Endüvi direnci büyük mü olmalı? Şönt alan sargı direnci büyük mü, küçük mü olmalı? Seri alan sargı direnci büyük mü küçük mü olmalı?
7. Aşağıdaki dinamoların yük-geri eğrilerini çiziniz:
 - a. Şönt dinamo
 - b. Alçak kompunt dinamo
 - c. Yüksek kompunt dinamo
 - d. Seri dinamo
8. Şönt dinamoda yük akımı arttıkça gerilim niçin düşer, bunun için sebep söyleyiniz.
9. Şönt bir dinamodonun nominal ve gerilimi 25 kilovat ve 125 voltur. Şönt sargı direnci 25 om, endüvi direnci 0,08 om dur. Aşağıdaki istenilenleri bulunuz.
 - a. Nominal yükte indüklenen emk
 - b. Endüvideki vat olarak kayıp
 - c. Endüktör devresindeki vat olarak kayıp
 - d. Endüvide indüklenen toplam emk
10. 10 kw 120 Voltluk bir D.A. generatörünün nominal yükteki çıkış gerilimi 120 volttur. Yüksüz durumda voltmetrede okunan çıkış gerilimi 110 volt olursa regülasyonu bulunuz. Bu dinamodonun, eklemeli kompunt, çıkarmalı kompunt veya seri kompunt olduğunu nasıl söyleyebilirsiniz?

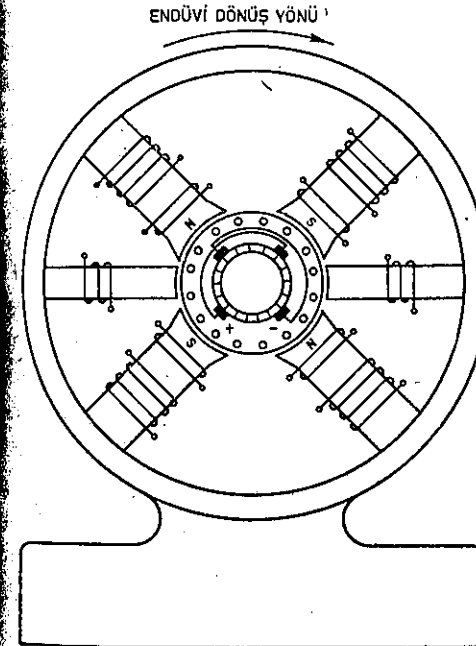
nın değişmediğini düşünerek, aşağıda istenilenleri hesaplayınız.

- a. Nominal yükteki verim
 - b. Yarı yükteki verim.
12. Bir D.A. generatöründe yardımcı kutupların nasıl çalıştığını açıklayınız, yardımcı kutupların kutuplaşma kaidesini söyleyiniz.
 13. 10 KW. 230 Voltluk, uzun şönt kompunt bir generatörün verimi % 82, endüvi direnci 0,15 om, seri alan direnci = 100 om olduğuna göre sargı direnci = 0,7 om, şönt sargı nominal yükte aşağıda istenilenleri hesaplayınız.
 - a. Endüvi akımı
 - b. Fırçalar arasındaki gerilim
 - c. İndüklenen e.m.k.
 - d. Toplam bakır kayıpları
 - e. hp olarak giriş gücü



Şekil 18-31.

1500 devir/dakika ile dönen 12 kw, 240 voltluk şönt bir generatörün endüvi direnci 0,2 om endüktör direnci ise 160 omdur. Sürtünme kayıpları 900 wattır. Uyarım akımı



Şekil 18-32.

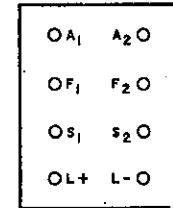
YARDIMCI KUTUPLU KOMPUND GENERATÖR

N VEYA S ANA MANYETİK ALANIN KUTUPLARINI GÖSTERİR

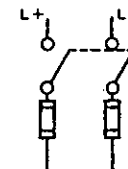
A₁ - A₂ ENDÜVİ UÇLARI

F₁ - F₂ ŞÖNT SARGININ UÇLARI

S₁ - S₂ SERİ ALAN SARGISININ UÇLARI



ALAN REOSTASI



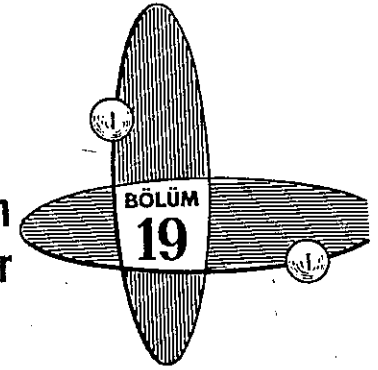
14. Dışardan uyarımlı 6 KW bir generatörün boştaki gerilimi 135 voltur. Hız ve uyarım akımı değişmeden nominal gerilim 120 volt ve endüvi direnci = 0,25 ohmdur. Bu bilinenlere göre aşağıda istenenleri bulunuz.

a. Endüvi reaksiyonun etkisi ile kaç voltluk bir gerilim düşmüştür?

b. Gerilim regülasyonu nedir?

15. Şekil 18-23 de görülen kompozit namonun iç ve dış bağlantılarını tamamlayınız. Bu dinamo bir kompozit ve eklemeli olarak bağlanacaktır. Yardımcı kutup sargı endüvi devresinin bir kısmı olacaktır. A_1 ve A_2 uçları arasında kalacaktır. Ana ve yardımcı kutup sargılarını, bir sıraya göre doğru kullaşına meydana gelecek şekilde bağlayınız.

Manyetik Alanda Depo Edilen Enerji Bir E.M.K. Kaynağıdır



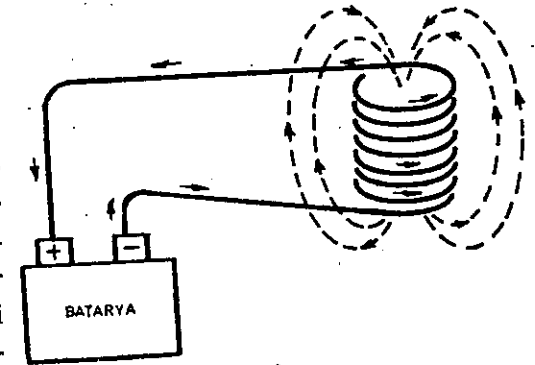
Bölüm 17 ve 18 de E.M.K. in mekanik olarak, iletkenlerin bir manyetik alan içerisinde mekanik olarak hareket ettirilerek elde edildiği anlatılmıştı. E.M.K. büyük ölçekte üretilmekte, demir parçaların mekanik olarak dönmeleri için kullanılmadan, manyetik kuvvet çizgileri hareket ettirilerek de üretilir. E.M.K. in, manyetik kuvvet çizgilerinin hareketinden elde edilmesinin alternatif akımdaki en büyük uygulama yerleri, güç transformatörleri, radyo antenleri ya da bir televizyon alıcısındaki akort bobinleridir.

Bir D.A. devresinden geçen akım kesilir, yeniden başlatılır ya da devresi değiştirilirse, böyle bir devre son olarak bahsedilen tipte bir E.M.K. bulunur. Bu tip E.M.K. ler dikkat edilmezse ekseriya görülmezler. İndüklenen bu E.M.K. ler otomobillerin ateşleme sistemleri gibi yerlerde çok faydalıdır. İndüklenen bu gerilimleri incelemek

için D.A. devreleri, başlangıç noktası olarak büyük bir imkân sağlar. Biz bu gerilimlerin nasıl üretildiğini, etkilerinin neler olduğunu inceleyebilir, bazı ağır devirli durumlarda ise nelerin olup bittiğini anlamamız mümkün olur.

BOBİNLİ BİR DEVREDE AKIMIN DOĞMASI

Anahtar kapatıldığında, devreden geçmeğe başlayan elektronlar



Şekil 19 - 1.

bobinin içerisinde ve etrafında bir manyetik alan meydana getirirler. Bu alan, Bölüm 9 da görüldüğü gibi, bobinin her sarımı etrafında meydana gelen küçük dairesel alanların toplam etkisine sahiptir. Elektronların devrede normal hızlarını almaları çok kısa bir zaman içerisinde olur, akım arttıkça kuvvet çizgilerinin sayısı da artar.

Akım yükselirken, artan alanın dışarıya doğru nasıl genişlediği Şekil 19-2 de birbirini takip eden üç görünüş halinde verilmiştir.

Tellerde meydana gelen bu kuvvet çizgileri dışarıya doğru genişledikçe, bobinin diğer sargılarını keserek bütün sargılarda E.M.K. doğmasına sebep olurlar. Bu E.M. E. in yönü Lenz kanununa göre bulunabilir: «İndüklenen E.M.K., kendisini meydana getiren değişme sebebine zıt yöndedir. «Bu durumda, akımın başlaması değişmeyi teşkil ettiğinden, indüklenen

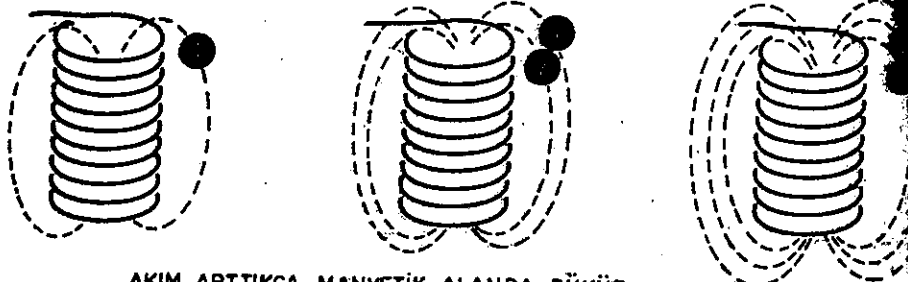
E.M.K. akımı sağlayan batarya E.M.K. ine göre zıt yöndedir. İndüklenen E.M.K. in bir akım meydana getirmemesi bataryanın akım vermesine bağlıdır. Devreden geçen akım

$$E = \frac{d\Phi}{dt} \text{ kanununa göre } I = \frac{E}{R} \text{ olur}$$

saplanacağı değere gelmesi belli bir zamanın geçmesi gerekir. Her zaman olduğu gibi, indüklenen E.M.K. in değeri, bobinin sarım sayısına, kuvvet çizgilerinin sayısına ve kuvvet çizgilerinin değişme hızına bağlıdır. Diğer deyimle, E.M.K., sargıların kuvvet hatları tarafından kesilme hızına orantılıdır. Bunu formül olarak

$$E = \frac{\text{Sarım} \times \text{akı}}{\text{Saniye} \times 10^8} \text{ ile ifade edilir.}$$

biliriz.



AKIM ARTTIKÇA MANYETİK ALANDA BÜYÜR

Şekil 19-2.

İndüklenen E.M.K., Akımın Değişme Hızına Bağlıdır

Kuvvet hatlarının hareket hızı bobin içerisinde geçen akımın yükselme hızına bağlıdır. Buna dikkat ediniz. Şekil 19-2'de görülen alan, hızı yavaş yavaş 1 amperden 2 amper'e oradan 3 amper'e yükselen akımın meydana getirdiği alan olsun. Akımın (1 amperden 3 amper'e) değişmesi iki saniyede meydana gelirse, değişme hızı saniyede bir amper demektir.

$$\text{Akımın değişme hızı} = \frac{\text{Akımdaki değişme miktarı}}{\text{Zaman aralığı}}$$

Şekil 19-2 aynı zamanda 0,01 saniye aralıklarla değer alınan bobinde temsil edebilir. Bu durumda akımın 1 amperden 3 amper'e yükselmesi saniyenin yüzde ikisi kadar zamanda olurdu.

$$\text{Değişme Hızı} = \frac{2 \text{ A}}{0,02 \text{ sn}} = 100 \text{ A/sn}$$

Burada hiç kimse devreden 100 amper geçtiğini söyleyemez. Bu 100 Amp/saniye bir yükselme hızı olup, ücreti 5 dakikada 50 Kr. olan bir çocuğun aldığı parayı hesaplamaya benzer. Çünkü aynı çocuğun ücreti saatte 6 lira eder.)

Akımın değişme hızının önemini şöyle açıklayabiliriz: Değişme hızı

zı 100 Amp/saniye olan bir akımın yarattığı manyetik alanın bobini içerden dışarıya doğru kesme hızı, 1 amp/saniye değerindeki alana göre 100 kere daha hızlı olacaktır. 100 kere daha hızlı alan değişmesi ise, bobinde 100 katı daha çok E.M.K. indükleyecektir.

«İndüklenen E.M.K. akımın değişme hızı ile orantılıdır.»

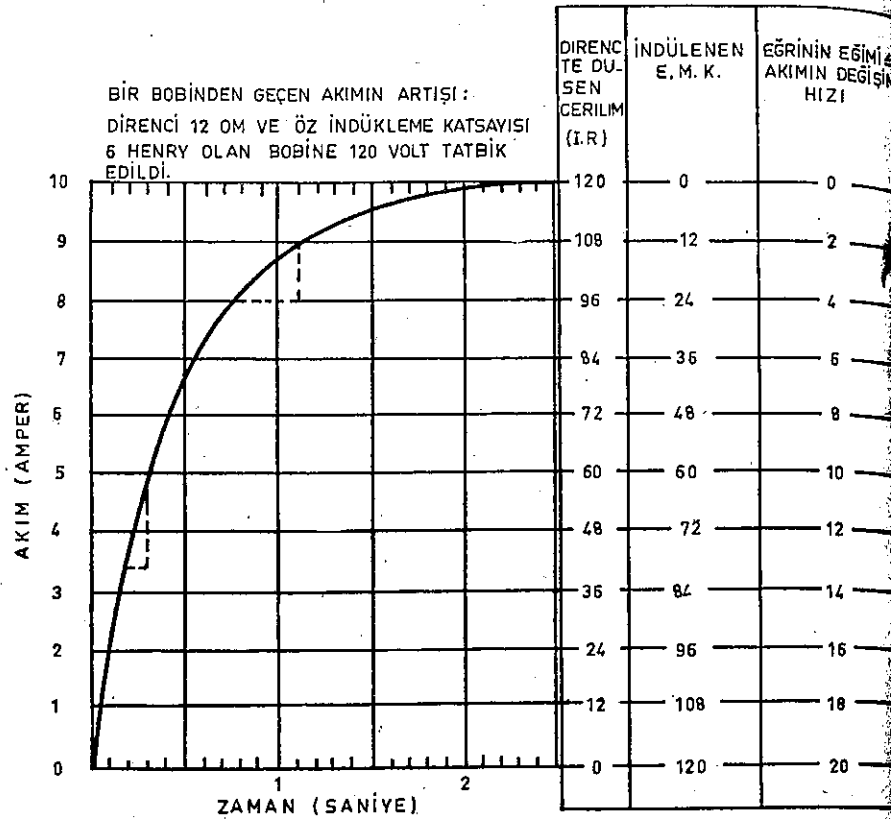
Misal olarak, bir bobindeki akımın yükselmesini gösteren grafiği inceleyelim. Söz konusu durum için, demir bir çekirdek üzerine sarılmış 12 omluk bobine 120 volt değerinde bir gerilim uygulanıyor. Ohm kanununa göre, devreden geçecek akımın maksimum değeri 10 amper olur. Devrenin kapatıldığı (t = 0) anında akım hızla artar, sonra yavaş yavaş yükselerek esas değerini alır.

Grafiğin sağında sütunlar halinde verilen değerler, grafiğin kendi üzerinden hesaplanabilir.

«IR» değerleri, bobinden geçen değişik değerlerdeki akımların meydana getirdiği gerilim düşmelerini verir.

(R = 12 om, I = 2 amf. ise IR=24 volt olur). Değişik bir çok zamanlarda indüklenen E.M.K. miktarını daha kolay bulabilmek için, önce IR değerleri bulunur.

«Uygulanan gerilim = İndüklenen E.M.K. + IR». Kısaca söylemek gerekirse, karşıt indüklenme



Şekil 19-3. Bir Bobinden Geçen Akımın Artışı

E.M.K. i ve bobin direncinde düşen gerilimi karşılamak için devreye 120 V. un uygulanması şarttır. Misal olarak akım 3 ampere yükselsin, bobinin direnci üzerinde düşen gerilim ($IR = 36$) 36 volt olur. Buna göre, geri kalan gerilimin indüklenen gerilime yani 84 V. a eşit olması gerekir. ($120 = 84 + 36$).

Son sütun ise, değişik noktadaki akım değişme hızını saniyede amper olarak verir. Akımın değişme hızı grafik olarak, eğrinin dik-

liği ile ifade edilmiştir. $I = 10$ ampere olarak alınırsa eğrinin dikliğine rastladığından «eğim» birimdir, dolayısıyla değişme hızı da ampere saniyede 1 ampere olarak 0,05 saniyede 1 ampere olarak gelir. Başlangıçtaki değişme hızı ise :

$$\frac{\text{Değişme miktarı}}{\text{zaman aralığı}} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ amper/sn dir.}$$

Grafikten, $t = 0,2$ ile $t = 0,3$ saniyeleri arasındaki zaman zarfında akımın ne değerler aldığını bulalım. $t = 0,2$ de akım 3,3 amper; $t = 0,3$ de ise akım 4,5 amperdir.

$$\text{Değişme hızı} = \frac{\text{değişme miktarı}}{\text{zaman aralığı}}$$

$$= \frac{4,5 - 3,3}{0,3 - 0,2} = \frac{1,2}{0,1} = 12 \text{ amp/sn}$$

0,1 saniyelik zaman aralığı için 12 amp/saniyelik değişme hızı ortalama bir değer olup, yalnız zaman aralığının ortasına rastlayan an olan $t = 0,25$ saniye ve $I = 4$ amp için doğrudur.

Grafiğin eğimi için liste halinde verilen değerlerden herhangi birisi, bu metotla bulunabilir. $I = 8,5$ amp. $t = 0,95$ saniye, $t = 0,95$ in önceki yanına eşit olarak taşınan zaman aralığı da 0,8 ile 1,1 saniyeler arasında olsun. $t = 0,8$ saniye anındaki akım 8 amp., $t = 1,1$ saniye anındaki akım da 8,9 amp. olduğuna göre, akım 0,3 saniyelik zaman aralığında 0,9 amperlik bir yükselmeye yaptığından, yükselme hızı 3 amp/saniye olarak bulunur.

İndüklenen E.M.K. ve akımın değişme hızı değerlerinin liste halinde hazırlanmasının sebebi, indüklenen E.M.K. in akımın değiş-

me hızıyla orantılı olduğunu belirtmek içindir. Bilinen bu bobin için, indüklenen E.M.K. in sayısal değeri, akımın değişme hızına göre altı kere daha büyüktür. (Bunun, listedeki bütün değerler için doğru olduğuna dikkat ediniz.) Her amp/saniye akım değişmesi için, 6 voltluk E.M.K. indüklenir. İşte burada her amp/saniye başına düşen 6 voltluk indüklenmiş E.M.K. değerine, bobinin endüktansı denir.

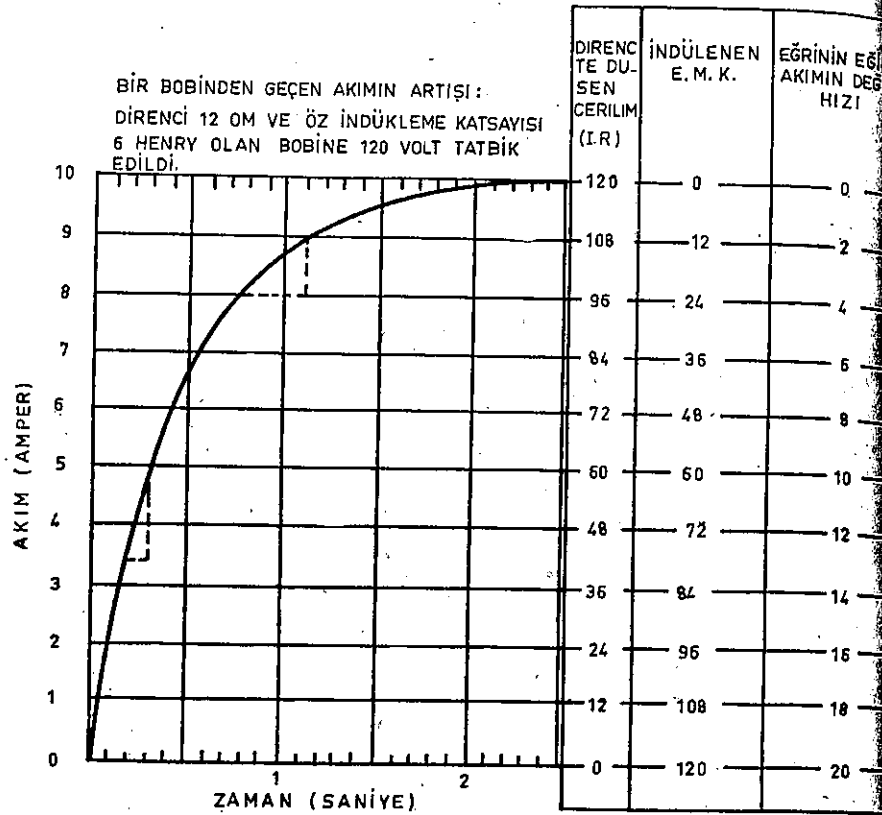
Endüktans, bir bobinin içerisinde geçen akım değiştiğinde, kendi içerisinde E.M.K. indüklemeye yeteneğidir.

Yukarda bahsedilen bobinin endüktans değeri, amp/saniye başına 6 volttur. «saniyedeki akım değişikliği başına düşen indüklenen gerilim» deyimini «henri» terimi ile değiştirilebilir.

Bir Henrilik bir bobinin içerisinde geçen akım, saniyede bir amperlik bir hızla değişirse, bobinin üzerinde 1 voltluk E.M.K. indüklenir.

Endüktansı ifade etmek için L harfi kullanılır. Buna göre yukarıdaki bobinin endüktans değeri $L = 6$ henridir.

Yukarıdaki uzun tartışmanın sebebi, bir bobinden geçen akımın yükselmesinin önemini detaylı olarak açıklamak değildi. Tartışmanın esas gayesi, «bir bobinin endüktansı» kavramını basit bir şekilde anlatmaktır.



Şekil 19-3. Bir Bobinden Geçen Akımın Artışı

E.M.K. i ve bobin direncinde düşen gerilimi karşılamak için devreye 120 V. un uygulanması şarttır. Misal olarak akım 3 ampere yükselir, bobinin direnci üzerinde düşen gerilim ($IR = 36$) 36 volt olur. Buna göre, geri kalan gerilimin indüklenen gerilime yani 84 V. a eşit olması gerekir. ($120 = 84 + 36$).

Son sütun ise, değişik noktadaki akım değişme hızını saniyede ampere olarak verir. Akımın değişme hızı grafik olarak, eğrinin dik-

liği ile ifade edilmiştir. $I = 10$ ampere olarak alınırsa eğrinin başlangıç kısmına rastladığından «eğim» sıfır olur. Başlangıçta akım, yavaş olarak 0,05 saniyede 1 ampere değerine gelir. Başlangıçtaki değişme hızı ise :

$$\frac{\text{Değişme miktarı}}{\text{zaman aralığı}} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ amp/sn dir.}$$

Grafikten, $t = 0,2$ ile $t = 0,3$ saniyeleri arasındaki zaman aralığında akımın ne değerler aldığını bakalım. $t = 0,2$ de akım 3,3 amper, $t = 0,3$ de ise akım 4,5 amper-

$$\text{Değişme hızı} = \frac{\text{değişme miktarı}}{\text{zaman aralığı}}$$

$$\frac{4,5 - 3,3}{0,3 - 0,2} = \frac{1,2}{0,1} = 12 \text{ amp/sn}$$

0,1 saniyelik zaman aralığı için 12 amp/saniyelik değişme hızı ortalamaya bir değer olup, yalnız zaman aralığının ortasına rastlayan zaman olan $t = 0,25$ saniye ve $I = 4$ amp için doğrudur.

Grafiğin eğimi için liste halinde verilen değerlerden herhangi birini bu metotla bulunabilir. $I = 8,5$ amp. $t = 0,95$ saniye, $t = 0,95$ in yanına eşit olarak taşan zaman aralığı da 0,8 ile 1,1 saniyeler arasındak olsun. $t = 0,8$ saniye anındaki akım 8 amp., $t = 1,1$ saniye anındaki akım da 8,9 amp. olduğuna göre, akım 0,3 saniyelik zaman aralığında 0,9 amperlik bir yükseliş yaptığından, yükselme hızı 3 amp/saniye olarak bulunur.

İndüklenen E.M.K. ve akımın değişme hızı değerlerinin liste halinde hazırlanmasının sebebi, indüklenen E.M.K. in akımın değiş-

me hızıyla orantılı olduğunu belirtmek içindir. Bilinen bu bobin için, indüklenen E.M.K. in sayısal değeri, akımın değişme hızına göre altı kere daha büyüktür. (Bunun, listedeki bütün değerler için doğru olduğuna dikkat ediniz.) Her amp/saniye akım değişmesi için, 6 voltluk E.M.K. indüklenir. İşte burada her amp/saniye başına düşen 6 voltluk indüklenmiş E.M.K. değerine, bobinin endüktansı denir.

Endüktans, bir bobinin içerisinde geçen akım değiştiğinde, kendi içerisinde E.M.K. indüklemeye yeteneğidir.

Yukarıda bahsedilen bobinin endüktans değeri, amp/saniye başına 6 volttur. «saniyedeki akım değişikliği başına düşen indüklenen gerilim» deyimini «henri» terimi ile değiştirilebilir.

Bir Henrilik bir bobinin içerisinde geçen akım, saniyede bir amperlik bir hızla değişirse, bobinin üzerinde 1 voltluk E.M.K. indüklenir.

Endüktansı ifade etmek için L harfi kullanılır. Buna göre yukarıdaki bobinin endüktans değeri $L = 6$ henridir.

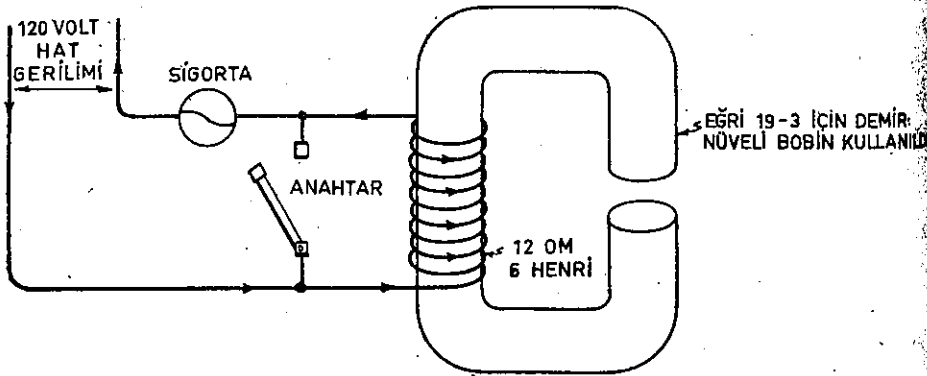
Yukarıdaki uzun tartışmanın sebebi, bir bobinden geçen akımın yükselmesinin önemini detaylı olarak açıklamak değildi. Tartışmanın esas gayesi, «bir bobinin endüktansı» kavramını basit bir şekilde anlatmaktır.

Bobinlerin özelliğini teşkil eden «endüktans», alternatif akım cihazlarında çok büyük bir önem taşır. Endüktansın manasını ilk okuyuşta anlayan öğrenci, olağan üstü bir kimsedir. Çünkü ekseri kimseler bunu anlamak için, birkaç defa okumak zorunda kalırlar. Şekil 19-3 e dönersek, akımın (10 amperlik) tam değerini alabilmesi için geçen zaman, ayrıca bir mesele teşkil etmez. Hesaplamalarda kullanılan zaman saniye cinsinden

$$\frac{L}{R}$$
 olup değeri — ye eşittir. Elimizde

bulunan bobinin L endüktansı 6 h R direnci 12 om olduğuna göre, bu bobin için L bölü R eşittir. 0,5 saniye olur. Bu değere söz konusu bobinin «zaman sabitesi» denir.

L ve R ihtiva eden her hangi bir devrede, — saniyede akım, maksimum



Şekil 19-4.

mum değerinin % 63,2 sine yavaşlar. Şekil 19-3 e bakarsanız, zaman = 0,5 saniye için I akımının değeri 6,32 amper olduğu görülebilir. Endüktansı küçük, direnci büyük bir bobinin zaman sabiti düşük olduğundan akım maksimum değerine çok çabuk yükselir.

Bir Bobin İçerisinden Geçen Akım Kesilirse E.M.K. İndüklenir.

Direnci 12 om, endüktansı 6 henri olan (Şekil 19-3 deki grafikte elde etmek için kullanılabilecek) bir bobin Şekil 19-4 deki gibi bir devreye bağlandığında bobin içerisinde kısa zamanda 10 amperlik bir akım teşekkül ediyor. Bobin içerisinden geçen akım 10 ampere yükselip değeri sabit kalırsa bobin etrafındaki manyetik alan da sabit kalır. Bobin içerisinden geçen akım herhangi bir sebeple azalır veya kesilirse, bobin etrafındaki manyetik alanda

azalır. Bobin tarafından yaratılmış bulunan kuvvet çizgileri, geri dönerken bobinin sargılarını keşerler ve iletkenlerde bir E.M.K. indükleyerek aldıkları enerjiyi devreye geri verirler.

Devreden geçen akım kesildiğinde indüklenen E.M.K. in yönü, Lenz kanununa göre, kendisini meydana getiren değişikliğe karşı yöndedir. Bu durumda değişme, akımdaki bir azalmaya tekabül ettiğinden indüklenene E.M.K. akımın değişmesine mani olacak yönde yani, elektronların daha önceki yönde akmalarını sağlayacak şekilde olacaktır.

Şekilde 19-4 de anahtarla devre açıldığında, bobinin şebekeyle bağlantısı kesilirken elektronların hareketini yavaşlatarak durmasını sağlamak üzere bobin uçları, düşük dirençli bir devreye bağlanır. (Şekil 19-5 e) bakınız.

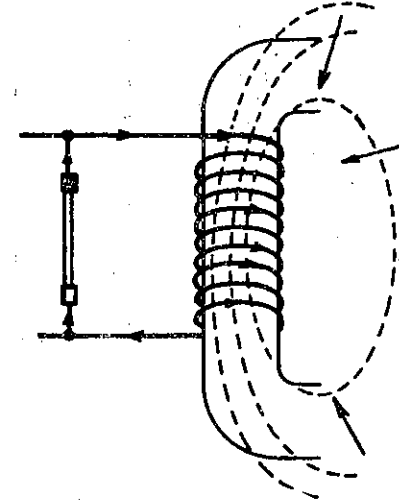
Şekil 19-3 ün tamamen ters çevrilmiş olan Şekil 19-6 daki grafik, akımın ne kadar çabuk düştüğünü göstermektedir.

Esas değeri 10 amper olan akım, 0,5 saniye sonra esas değerinin % 63,2 sini kaybederek 3,68 ampere düşer. Zaman sabitesi adı verilen

$$\frac{L}{R}$$
 bu 0,5 saniye, — ye eşit olduğundan

$$\frac{L}{R} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ saniye}$$
 olarak bulunur.

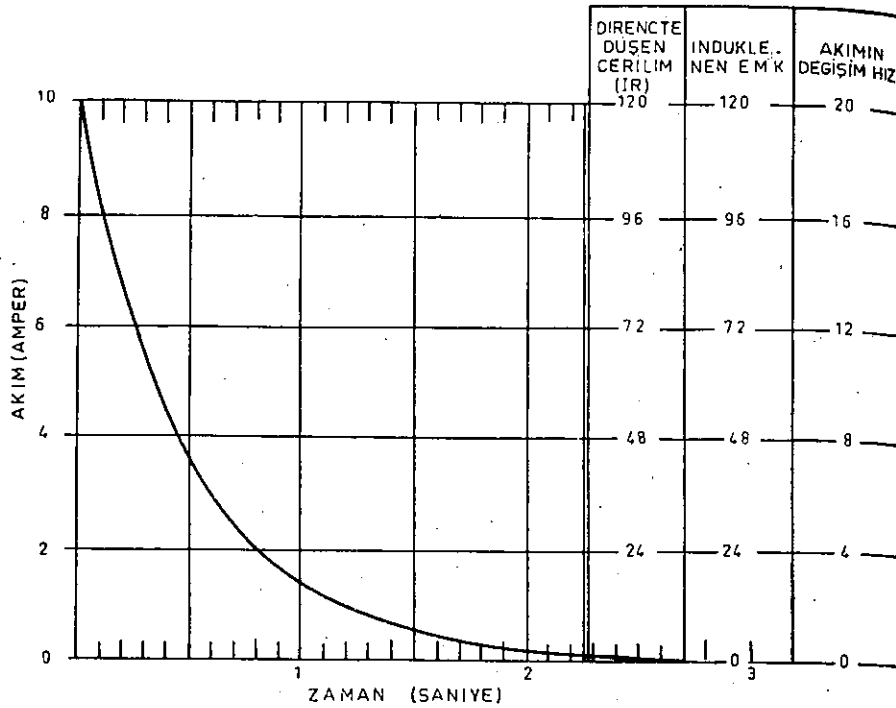
Yegâne gerilim kaynağını indüklenen E.M.K. teşkil ettiğinden bu gerilim, IR ye eşit olmalıdır.



Şekil 19-5. Azalan Manyetik Alanın İndüklediği EMK. Akımın Devamını Sağlar

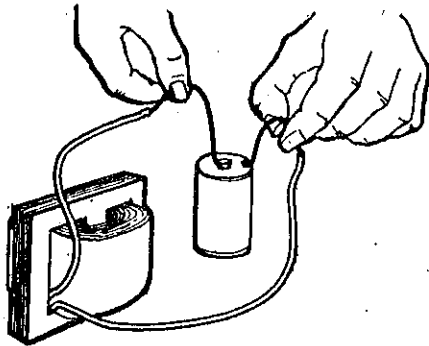
Akımın Ani Olarak Kesilmesinin Sonuçları

Şekil 19-4 deki devre, alanı yavaş bir şekilde azaltarak küçük bir E.M.K. indüklemeyi mümkün kılmak üzere akımı sıfır yapabilecek şekilde hazırlanmıştır. Bir bobinden geçen akım ekseriya, bobine seri bağlı bir anahtarı açarak kesilir. Devredeki akımın bir anda kesilmesi ise, alanın ani olarak azalmasına dolayısıyla yüksek değerlerde bir E.M.K. in indüklenmesine sebep olur.



Şekil 19-6.

Böyle bir E.M.K. in varlığı hakkında inandırıcı bir gösteri, demir



Şekil 19-7.

çekirdekli küçük bir şok bobini (meselâ, 10 henri, 150 omluk) çıplak uçlarını iki elinizle tutup, 1,5 voltluk bir kuru pilin kutuplarına değdirmek suretiyle yapılabılır. Tabiatıyla 1,5 voltluk pil parmakla hissedilecek kadar bir akım meydana getiremez. Parmaklar genellikle, 50 volttan aşağı gerilimleri hissetmezler. Bobinin uçları pilden ayrıldığında, azalan manyetik alan bobin içerisinde bir E.M.K. indükler, bu gerilimin meydana getirdiği akım parmaklar tarafından hissedilir. Yalnız saniyenin bir kaç milyonda biri kadar kıs-

zaman zarfında devreden geçen bu akım çok duyarlıklı bir voltmetre tarafından dahi okunamaz. Bu gösteri, indüklenen E.M.K. in varlığına inanmak isteyen kimse tarafından bizzat yapılmalıdır.

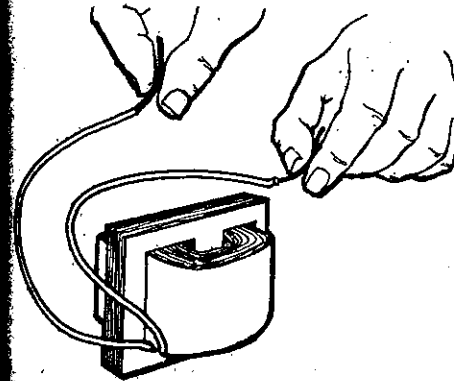
İndüklenen bu E.M.K. in miktarını hesaplamak için, Şekil 19-8 deki devrenin direncini bilmemiz gerekir. Bu değer de 50,000 om olduğunu kabul edersek,

$$\text{Devrenin zaman sabitesi} : \frac{L}{R} =$$

10 henri

$$\frac{10}{50,000} = 0,0002 \text{ saniye, bu da}$$

bize bobin akımı ve indüklenen gerilimin bu kısa zaman içinde başlangıçtaki değerlerinin % 63 ünü kaybedeceklerini ifade eder. 0,0002 saniye zarfında indüklenen gerilimin ortalaması bulun-



Şekil 19-8.

bilir. Bobin uçları pilden açıldıktan hemen önceki akım değeri,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1,5}{150} = 0,01 \text{ amper,}$$

0,0002 Saniye sonra % 63 bir düşmeye yani 0,0063 amperlik bir azalmaya uğrayan akımın 0,0002 sn sonraki değeri 0,0037 amper olacaktır.

$$\text{Akımın değişme hızı ise : } \frac{0,0063}{0,0002} = 31,5 \text{ amp./saniye olur.}$$

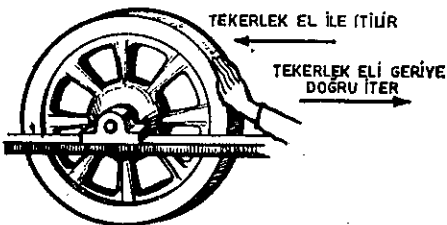
İndüklenen E.M.K., endüktans kere değişme hızı olduğundan : E.M.K. = 10 × 31,5 = 315 volt.

Bu ortalama bir değerdir, E.M.K. in başlangıçtaki değeri daha da yüksektir. Bütün gösteri çok kısa bir zamanda olup bittiğinden, gösteriyi yapanın parmaklarına, zarar verecek değerlerde bir elektrik enerjisi geçmez.

Yukarıda söz konusu edilen gösteri, sağlık verildiği gibi mutlaka küçük bir bobin ve düşük bir gerilim kaynağı ile yapılmalıdır. Büyük bir bobinin uçlarının ani olarak açılmasıyla meydana gelecek E.M.K. gerek deneyi yapan, gerekse ölçü aletleri için zararlı olabilir. Misal olarak, 120 voltluk D.A. generatörü şönt alan sargısının endüktansı 10 henri, direnci 40 om ve içerisinde geçen akım da 3 amper olsun. Bu 3 amperlik

akım 0,01 saniyede 1 ampere düşürülürse, akımın saniyedeki değişme hızı 200 amper olur. Ortalama değeri 2 amper olan bu akımın, indüklediği E.M.K. in ortalama değeri ise : $10 \text{ h} \times 200 \text{ amp/saniye} = 2000 \text{ volt}$ eder. Böyle bir devrede bulunan şalterin açılması, şalterde metal buharlaştırıcı bir arkın meydana gelmesine ve indüklenen E.M.K. de bobin izolasyonunun bozulmasına sebep olabilir. Bunun için, büyük generatörlerin uyarım devresinde özel tip şalterler kullanılır. Bu şalterler, uyarım devresini generatörden ayırırken uyarım bobinine otomatik olarak düşük dirençli bir geçiş yolu sağlarlar. Uyarım bobini uçları arasındaki bu düşük direnç, akımın yüksek değerlerde bir gerilim indüklemekten yavaş yavaş sıfıra düşmesini sağlar.

İndüklenen E.M.K. in enerji kaynağı, manyetik alanın kendisidir. Bu manyetik alan enerjisinin elektron akımları ile birlikte bulunması bazı bakımlardan dönen



Şekil 19-9

bir cismin sahip olduğu «kinetik enerjiye benzer.

Ağır bir volana bir kuvvet uygulandığında, (bir bobine şebekeden gerilimi uygulandığı gibi) volan harekete geçmesi için kısa bir zamanın geçmesi gerekir. Volan kinezi iten ele karşı bir tepki gösterir, (tıpkı, elektron akışı başladığında indüklenen gerilimin beke gerilimine karşı gelmesi gibi).

Aklı başında hiç bir kimse yüksek hızla dönen 50 kg. lık bir volanı durdurmak için elini volanın kolları arasına sokmaz. Çünkü, volan kendisini ani olarak durduracak kuvvete 50 kg. ın birçok katı kuvvetle karşı koyar. Aynı şekilde bir bobinden geçen akımın aniden kesilmesi anında devrede yalnız, açılan bir şalterin direnci varsa, çok büyük bir elektron hareket kuvveti doğar.

Bir bobinin manyetik alanında bir enerji birimi olan E.M.K. ki enerjinin değeri Jul ile ölçülür, bu da : $1/2 L I^2$ ye eşittir. «JUL» metrik sistemde bir enerji ölçü birimidir. Bir vata, saniyede bir Jul de diyebilirsiniz. İçerisinden 4 amper geçen 15 henrili bir bobinin manyetik alan enerjisi : $1/2 \times 15 \times 4^2 = 120 \text{ jul}$ olur. Bu enerji 60 vatlık bir lâmbayı 2 saniye yakmaya yeter.

Bobinden Geçen Akımın Yönünü Değiştirmek Suretiyle Bir Bobinde Yaratılan E.M.K.

Buraya kadarki münakaşaları, bobin içerisinden geçen akımın değişmesiyle aynı bobinde indüklenen E.M.K. ya da özindükleme değeri etki üzerindeydi.

İkinci bir bobin, birinci bobinin değişen akısı tarafından kesilecek bir durumda konursa, (Şekil 19-10) bu ikinci bobin içerisinde de bir E.M.K. indüklenir.

Bir bobinin diğer bobin üzerine konulması, bu etkisine «karşılıklı indüklenme» adı verilir. Karşılıklı indüklenme, tıpkı özindükleme gibi tarif edilir ve ölçülür.

Bir bobinden geçen akım saniyede bir amper hızla değiştiğinde, ikinci bobinde bir voltluk bir gerilim indükliyorsa, bu iki bobin

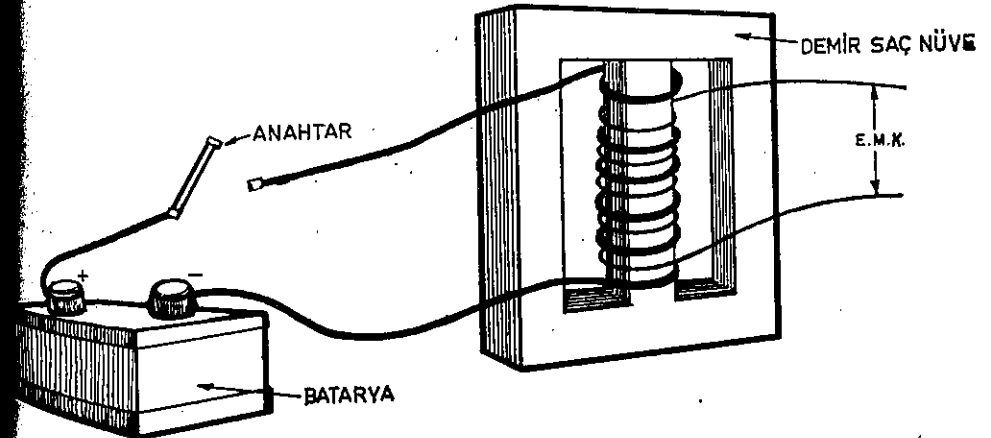
arasındaki karşılıklı indüklenme bir henridir.

(Şekil 19-10) da yüksek değerlerde karşılıklı indüklenme elde etmek için bobin yapımında göz önünde tutulacak iki husus gösterilmiştir :

1. Her iki bobin aynı demir çekirdek üzerine, bir bobin diğer bobinin yarattığı değişen manyetik alanı en çok kesecek şekilde sarılır.

2. Bobinler demir ile kuşatılmak suretiyle düşük bir manyetik direnç ve geçilmesi kolay bir manyetik yol elde edilir. Böylece bir bobinden geçen küçük bir akımın çok sayıda kuvvet çizgisi meydana getirmesi sağlanmış olur.

3. Diyagramda gösterilmeyen üçüncü husus da, karşılıklı indüklenme değerini yükseltmek için, her bobinde kullanılan sarım sayısının artırılmasıdır.



Şekil 19-10.

İki bobinin Şekil 19-10 da görüldüğü gibi bağlanmasına transformatör adı verilir.

Benzin Motoru Ateşleme Sisteminde İndüklenen E.M.K.

Bir otomobilin ateşleme sisteminin basit prensibi Şekil 19-10 yardımı ile açıklanabilir. Anahtar kapatıldığında, bataryaya bağlı «primer» sargılarında değeri ar-

tan bir akım meydana gelir. Demiri yavaş yavaş artan manyetik alan, aynı demir çekirdek üzerindeki sarılmış olan, «sekonder» adı verilen diğer bobinde işe yarayan küçük bir E.M.K. indükler.

Primer devresindeki anahtar açıldığında, devreden geçen akım ani olarak durur. Hızla azalan manyetik alan, ikinci bobin içinde büyük değerde ve faydalı bir E.M.K. indükler.

Demiri etkili bir şekilde mıknatıslayacak amper-sarımı yaratmak için, (Bölüm 11) primer sargıları gerekli kalınlıkta bir telden sarılır. Ayrıca, sıcaklık artmasını sıvıya iletilecek değerde bir sargı direnci elde etmek için bobinde yeter sayıda sarım kullanılır. Ateşleme sisteminde gaye, yüksek bir gerilim elde etmek olduğundan, sekonder bobininde çok fazla sayıda sarım bulunur. Daha çok sayıda sarımın, değeri azalan bir alan tarafından kesilmesi ise, çok daha yüksek bir E.M.K. indüklenmesini sağlar. Sekonder akımı oldukça küçük değerde olduğundan bu kısım sargılar için çok ince tel kullanılabilir.

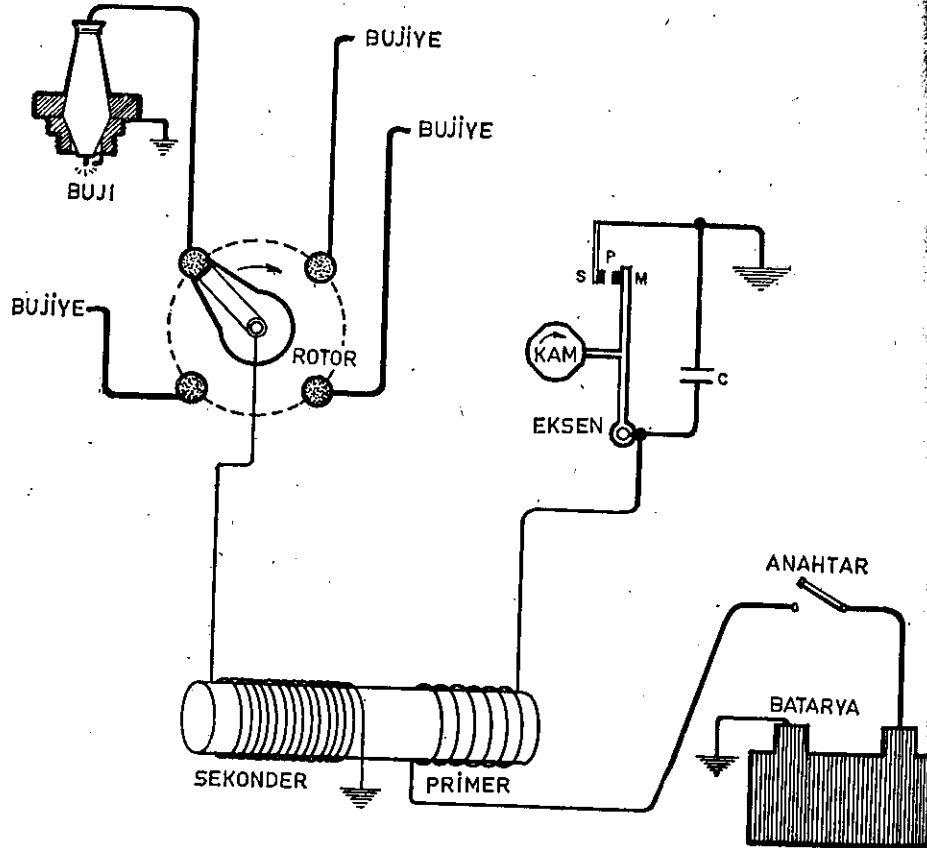
Şekil 19-11 de ise dört silindirli benzin motoruna ait daha komple bir ateşleme sistemi diyagramı görülmektedir. Buradaki karışıklık elektrikten daha çok mekaniktir. Rotor ve buna ait dört kontak, zamanlayıcı kam, P kontak noktaları ve C kondansatörü distribütöre bağlıdır. Zamanlayıcı kam ve rotor, motor tarafından dişli yardımı ile motorun yarı hızında döndürülen aynı bir mil üzerine monte edilmişlerdir.

Motor çalıştırılacağı zaman kontak anahtarı kapatılır. kam tesa- düfen diyagramda görülen durumda bulunuyorsa, P kontak noktaları açık durumda olduğundan primer bobininden bir akım geçmez. Esas motor, marş motoru tarafın-

dan çevrilince zamanlayıcı kam döner. Burada görülmiyen bir yay, hareket edebilen M kontak kolunu sola doğru itmek suretiyle bunu dönen kama değer durumunda tutar. Kam dönünce, hareket edebilen kontak noktası sırasıyla sabit S kontak noktasına değeri sonra itilerek sabit kontak noktasından uzaklaşır, primer devresi böylece sıra ile açılır ve kapanır. Bu kontak noktaları, Şekil 19-10 daki anahtarın primer devresi için gerekli açıp kapama işini görür. Kontaklar kapandığında, primerdeki genişleyen alan, sekonder sargılarında faydalı olmaktan uzak çok küçük bir E.M.K. indükler. Kontaklar açıldığında ise, primerdeki akım yeteri kadar ani bir şekilde kesildiğinden, azalan alan sekonder bobininde yüksek değerde faydalı bir E.M.K. indükler.

Diyagramda, bobinler arasında tel ile yapılan bir bağlantı olmadığını göstermek için, iki bobin geniş aralıkla gösterilmiştir. Sekonder esas yapıda, bütün çekirdek boyunca bir çok kat sarımdan teşekkül eder. Sekonderi kuşatan primer bobinleri de çekirdeğin uçlarına kadar devam eder. Toprak bağlantısı adı verilen sembol burada, otomobilin metal şasesine yapılan bağlantıyı göstermektedir.

C kondansatörü, primer akımının ani olarak durmasına yardım etmek için kullanılmıştır. Elektrik



Şekil 19-11.

kondansatörü, bir birinden mumlu kâğıt ya da diğer bir yalıtkan madde ile ayrılan iki madeni levhadan teşekkül eder.

Diyagramda, iki metal levha devreye bağlı iki paralel doğru sembolü ile ifade edilmiştir. Paralel iki doğru arasındaki boşluk ise, metal levhaların birbirine değmediğini dolayısıyla kondansatörün içerisinde iletken bir yol olmadığını gösterir.

Ateşleme devresindeki kondansatörün değerini bulmak için, önce kondansatörsüz durumun ne olacağını görelim: Primer bobininin kendi endüktansından dolayı kontaklar açılmaya başlayınca azalan alan; primer bobininden akan elektronların P noktaları üzerinden devamını sağlayacak şekilde bir E.M.K. indükler. Bu E.M.K., kontaklar açılırken bunlar arasında bir ark yaratacak değerdedir.

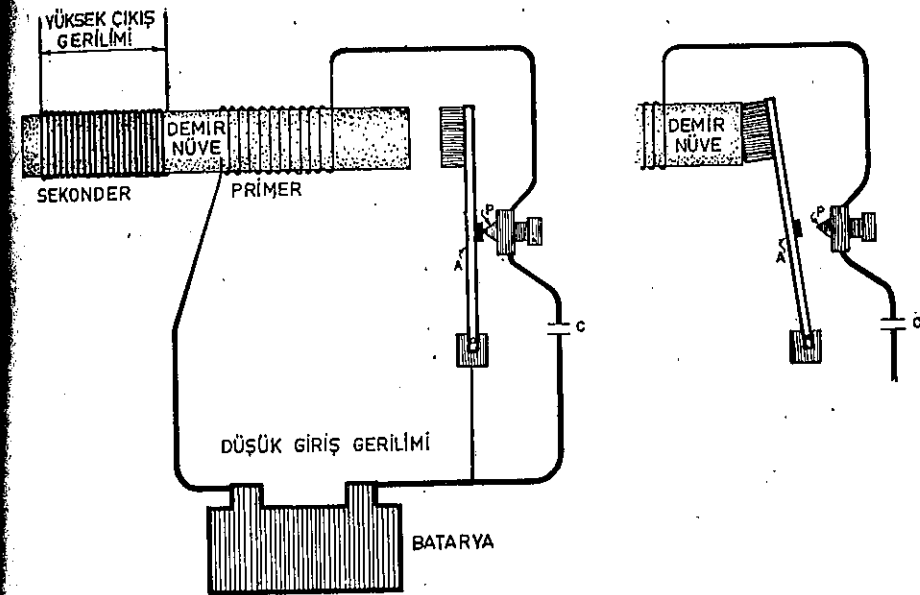
Ark içerisindeki buharlaşan metal, yeteri kadar iletkenlik sağladığından primer akımı yavaş yavaş düşerek durur. Akımın yavaş yavaş sifıra düşmesi, manyetik alanın da yavaş bir şekilde azalarak sekonder bobininde küçük bir E.M.K. indüklenmesine sebep olur. Bobinde elde edilen bu küçük E.M.K. atlama uçlarında ark yapmaya yetecek değerde olmadığından, motor çalışmaya başlamaz.

Şimdi, devredeki kontak uçları arasına paralel olarak bir kondansatör bağlayınız. Kontaklar açıldıkça, devrenin emf'i yüksek gerilimli E.M.K. altında devreyi aksatmadan yapar. Bujuinin kendisi basit bir elektromagnettir. Porselen izolâtörü sağlam ve temiz, hava aralığı normal bir uzaklıkta ise, kedisine uygulanan yüksek gerilimli E.M.K. altında devreyi aksatmadan yapar.

İndüklenmiş E.M.K.'in Diğer D.A. Uygulamaları

Otomobillerin ateşleme sistemi için diğer indüklenmiş E.M.K. kullanan cihazlar, Şekil 19-12 deki «indükleme bobininin» birer uygulamasından başka birşey değildir. A armatürü, esnek bir metal şerit tarafından tabana sıkı bir şekilde tutturulur. Üstte ise küçük bir demir disk vardır. Yayın kendisi sağda P kontak noktası

nın karşısında durmak ister. Primer bobini uçları bir bataryaya bağlandığında armatür, Şekil 10-8 deki elektrik ziline olduğu gibi, vibrasyon (titreme) yapar. Manyetik çekme kuvveti armatüre bağlı yayı, sabit kontak noktası P den çekerek uzaklaştırır. Fakat yay kontakdan ayrılır ayrılmaz, primer devresi açılır, bunun sonucu olarak yumuşak demir nüve yayı tutacak kadar manyetizmayı muhafaza edemediğinden yayın tekrar kontak noktasına dönmesine mani olamaz. Kontak kapanınca ise akım ve manyetik alan tekrar teşekkül edeceğinden yukardaki işler devamlı olarak tekrarlanır. Armatür uçlarındaki kondansatör



Şekil 19-12. Endüsiyon Bobini

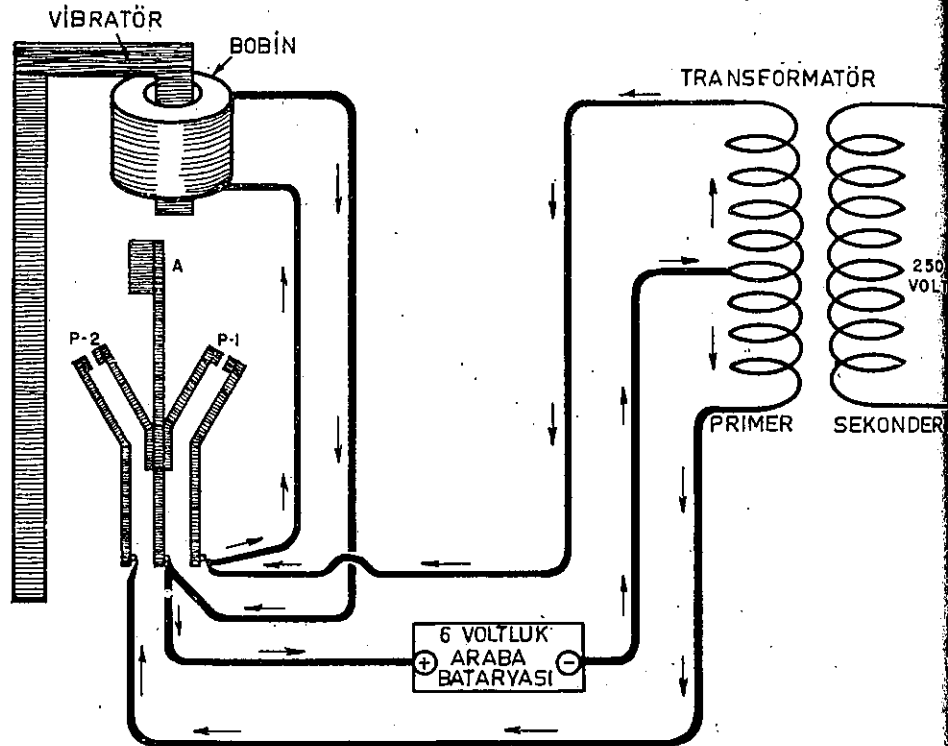
Birden bire düşen akımın sekonder bobininde indüklediği (20,000 volt) gibi oldukça yüksek bir E.M.K., bujuinin hava aralığında bir ark sebep olur. Zamanlayıcı kam ve rotorun bir devri esnasında, kontak noktaları dört kere açılıp kapanır. Dönen rotor dört bujiye sırasıyla enerji verir.

ve kontak noktası, otomobil ateşleme sistemlerinde olduğu gibi, primer akımının ani olarak kesilerek sekonderde büyük bir E.M.K. indüklenmesini sağlarlar.

Bu basit indükleme bobini yıllardır doğru akımdan yüksek gerilim elde etmek için, en çok kullanılan kaynak olagelmıştır. Bu tip akım kaynağı, ilk röntgen tüplerini beslemekte, arabalarda ateşleme için ve elektron üzerinde araştırma yapanların deneme cihazlarını beslemekte kullanılmıştır.

Endüksiyon bobini ayrıca, bir çalışan vibratör yerine yavaş hareket eden tamburlu kontak sistemi ile kullanılarak, primer devresini bir kaç saniyede bir kısa süre kapamak suretiyle elektrik çitleri şarj etmekte kullanılmıştır. Akümülatörü çok çabukdeşarj etmeden, her iki saniyede bir çitle verilecek kısa gerilim palsları hayvanları terbiye etmekte kullanılır. (Elektrikli çitleri şarj etmek için A.A. da kullanılır.)

Otomobil radyolarının çoğunda endüksiyon bobini ile çalışan bir



Şekil 19-13.

akım kaynağı kullanılır. Radyo lambalarının radyo alıcısı içerisinde çeşitli amplifikasyon işlerini görebilmeleri için 75-300 V. arası gerilim veren bir D.A. kaynağına ihtiyaç vardır.

Aşağıdaki diyagramda, akümülatör akım kaynaklı bir radyo alıcısında, vibratör ve transformatörün çalışma prensibi gösterilmiştir.

A armatürü devrede, sükûnet halinde görülmektedir. P-1 ve P-2 kontaklarının ikisi de açıktır. Devre kapatıldığında, primerin üst yarım sargısı ile buna seri bağlı bulunan vibratör uyartım bobini üzerinden küçük bir akım geçer. Uyartım bobininde meydana gelen manyetik çekme kuvveti yaylı A armatürünü sağa doğru çekerek P-1 kontaklarını kapatır. P-1 kontakları uyartım bobini ile paralel olduğundan, bu kontaklar kapandığında uyartım bobini uçları kısa devre edilmiş olur. P-1 kapalı durumda iken transformatörün üst yarım sargısından geçen daha çok akımın meydana getirdiği manyetik alan sekonder sargılarını keser. P-1 kapalı iken uyartım bobininden hiç bir akım geçmeyeceğinden A üzerindeki manyetik etki kalkar. Böylece A armatürü geriye doğru gelirken sükûnet durumunu da geçerek P-1 i açar, P-2 yi kapatır. Primerin üst yarım sargısındaki akım azalır, alt yarım sargısındaki akım

ise yüksek bir değerde olup önceki akıma göre zıt yöndedir. Dolaşısıyla P-1 açılıp P-2 kapandığında ilk alan azalırken yeni alan artmaya başlar. Değişen bu manyetik alan, sekonderde dalgalanan bir gerilim indükler. P-1 in açılması ise, uyartım bobininin tekrar manyetik alan yaratarak A armatürünü sağa doğru çekmesine P-2 nin açılmasına ve yukarıdaki bütün işlerin baştan bir daha başlamasına sebep olur. Vibratörün kullanılmasının sebebi, transformatörün primer akımına hızla yön değiştirmek suretiyle, hızla değişen bir manyetik alan elde etmek ve çok sargılı sekonderde yüksek bir E.M.K. indüklemektir. Elde edilen yüksek değerdeki bu alternatif geriliminin, bölüm 26 da anlatılacağı gibi bir redresör yardımı ile D.A. a çevrilmesi gerekir.

BİR BOBİNİN ENDÜKTANSININ HESAPLANMASI

Demir çekirdekli bir bobinin endüktansını bulmak isteyen bir kimsenin hesaplamaları, çoğunlukla bobin bir alternatif akım devresinde çalışırken ölçülen akım ve gerilim değerlerine dayanır. Bundan sonra yapılacak iş endüktansın yalnız hesapla nasıl bulunacağını göstermektedir. Bu hesaplama aynı zamanda endüktansın anlamasını sağlam bir şekilde anlamaya da yardımcı olacaktır.

Bu iş için üç tip çekirdek esas olarak alınacaktır: Demir çekirdek, hava aralıklı demir çekirdek ve çekirdek olarak hava. Baştan, bütün bobinlere uygulanabilen bir kaç hususun gözden geçirilmesi gerekir.

Özindükleme daha önce, bir bobinin kendi içerisinde E.M.K. indüklemeye yeteneği olarak tarif edilmişti. İçerisinden geçen akım saniyede bir amper hızla değiştiğinde uçlarında bir voltluk bir gerilim indüklenen bobinin endüktansı 1 henridir. 5 henrilik bobinde ise, saniyede bir amperlik akım değişmesi bobin uçlarında 5 voltluk bir gerilim indükler.

Bir voltluk bir gerilim indüklemek için, kuvvet hatları tarafından kesilen sarımların toplamı (akı × sarım) saniyede 100.000.000 olmalıdır. Bunu, henri için yukarıda yaptığımız tarif ile birleştirirsek; içerisinden geçen akım saniyede 1 amper hızla değişen 1 henrilik bir bobinin akı kesme hızı, saniyede 100.000.000 kuvvet çizgisi olmalıdır.

Yukardaki formül, şu andaki gayemiz için daha da basitleştirilebilir. Bir henrilik bir bobinin içerisinden geçen akım saniyede 1 amperlik bir değişme yapıyorsa, bu bobini 100.000.000 kuvvet çizgisi keser. (Bu hesaplamada kaç voltluk bir gerilimin indüklendiği söz konusu edilmediğinden, değişiminin olabilmesi için geçen za-

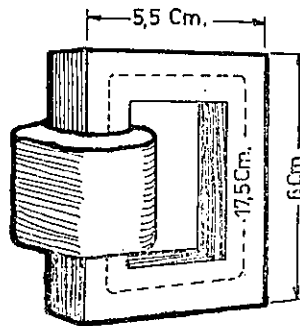
mandan şimdilik bahsedilmemiştir.)

Formül:

$$\text{Henri} = \frac{\text{Mıknatıs akısı} \times \text{Sarım sayısı}}{\text{Amp. olarak akım değişmesi} \times 10^8}$$

Bu formül, yukardaki tarifimizi hesaplamalarda kullanabileceğimiz bir forma sokmuş olur. Buradaki 10^8 , 100,000,000'nin kısaltılmış hali olup, akı × sarım sayısı ise bize toplam mıknatıs kuvvet çizgisi hattı kesmesini verir.

200 Sarımlı bir bobinin içerisinden geçen akım 3 amperle 5 amper arasında değiştiğinde, akı değerinin 250,000 ilâ 400,000 kuvvet çizgisi arasında değiştiğini kabul edelim. Değişen akı miktarı 150,000 kuvvet çizgisi olduğundan ve bu 150,000 kuvvet çizgisi 200 sarımı kestiğinden toplam kesme değeri, $150,000 \times 200 = 30,000,000$ eder. Değişen akım değeri ise 2 amper olduğuna göre:



Şekil 19-14.

$$\text{henri} = \frac{150,00 \times 200}{2 \times 10^8} =$$

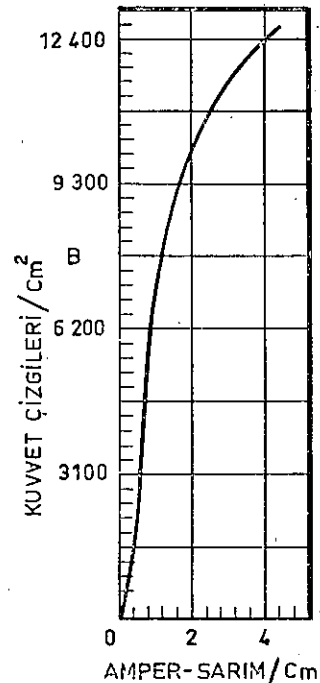
0,15 henri olur.

Buna göre, bir bobinin endüktansını hesaplayabilmek için yalnız şunların bilinmesi gerekiyor:

- (1) Bobinin sarım sayısı
- (2) Bir miktar akım değişikliğinin ne kadar akı değişmesine sebep olduğu.

1. Demir Çekirdekli Bir Bobinin Endüktansının Hesaplanması

Şekil 9-14 de görülen bobin her biri 120 sarımlık 5 kattan meydana



Şekil 19-15.

na gelmiştir. Demir çekirdeğin ölçüleri $1,27 \times 1,27$ Cm. dir. Bu bobinin endüktansını bulmak için Şekil 11-3 e benzer bir grafikten faydalanarak, akımla akı arasındaki bağıntıyı bulmamız gerekir. Tipik bir yumuşak demire ait böyle bir grafiğin bir kısmı Şekil 19-15 de görülmektedir.

Bir bobinde, küçük bir akım değişikliği ne kadar büyük bir akı değişikliği yaratırsa, o bobinin endüktansı o kadar büyüktür. Grafikten görüldüğü gibi bu durum, B nin cm. kareye 3100 ilâ 9300 kuvvet çizgisi arasındaki değerleri için sağlanıyor. O halde hesaplamalarda akımın bu aradaki değerleri kullanılmalıdır. B nin 12,400 den yukarı değerlerinde demir doyuma yaklaştığından büyük akım değişimleri küçük akı değişmesi yaratır, dolayısıyla büyük akım değişmelerine karşılık elde edilen endüktans daha düşük olur.

Grafiğe göre Cm. başına 0,6 amper-sarım, Cm² başına 3100 kuvvet çizgisi; Cm. başına 1,6 amper-sarım ise Cm² başına 9300 kuvvet çizgisi hasil etmektedir. Demir içersindeki manyetik yolun uzunluğu 17,5 olduğuna göre, $B = 3100$ için amper-sarım değerinin 10,5; $B = 9300$ değerini elde etmek için ise amper-sarımın 28 olması şarttır. Bu amper-sarım değerlerinin her birini ayrı ayrı 600 sarıma bölersek; yukardaki iki akı yoğunluğunu elde etmek için akım değer-

lerinin sırasıyla 0,0175 amper ve 0,0467 amper olması gerektiğini buluruz.

Toplam kuvvet çizgisi sayısı, B nin değerine, akı yoğunluğuna ve burada 1,61 Cm. kare olan çekirdeğin göbek yüzeyine bağlıdır. B nin değeri Cm. kare başına 3100

$$\text{Henri} = \frac{\text{Kesen akı} \times \text{sarım sayısı}}{\text{Amp. olarak değişen akım} \times 10^8} = \frac{10,000 \times 600}{(0,0467-0,0175) \times 10^8} = 2$$

Bu değer, bu bobin için maksimum endüktans değeridir. Bobin daha yüksek akımlarda çalıştırıldığında, endüktansı bulmak için yapılacak hesaplamalardan elde edilecek amper-sarım değeri daha yüksek olacağından, değişen akı miktarı Şekil 11-3 den bulunur. Diğer bir deyimle, büyük bir bobindeki bütün sarımlar yaratılan akının hepsi tarafından kesilmiyip bir kısım akının kaçak olarak manyetik yolun dışına çıkmasından dolayı elde edilen sonuca, tam bir değer yerine iyi bir tahmin demek daha doğru olur. Bunun için de Şekil 19-15 i bütün demirler için kullanamayız.

2. Hava Aralıklı Demir Nüve Kullanan Bir Bobinin Endüktansının Hesaplanması

Yukardaki hesaplamada kullanılan aynı çekirdek ve bobini alıp, söz konusu çekirdekten 0,127 Cm.

kuvvet çizgisi iken toplam akı 5000 kuvvet çizgisine eşittir. B nin değeri Cm² başına 9,300 kuvvet çizgisi iken ise toplam akı 15,000 kuvvet çizgisine eşittir. Buna göre, iletkenleri kesen akı miktarı 15,000 ile 5000 arasındaki farka eşit olup 10,000 kuvvet çizgisidir.

kalınlığında bir şerit keserek buna Şekil 19-16 daki görünüşü verelim. (Yine 600 sarımlı aynı bobini kullanacağız). Endüktans hesaplarıken akı yoğunluğunu 3100-9300 arasında alırsak, demiri bu değerlerde manyetize etmek için gerekli amper-sarımlar sırasıyla 10,5 ve 28 dir.

Hava aralığındaki akı kaybını karşılamak için ilâve amper-sarım ihtiyacı vardır. Bölüm 11 de kullanılan formülde: hava aralığı için amper-sarım = akı yoğunluğu $\times 0,79 \times$ hava aralığının boyu idi.

Daha önce olduğu gibi, B nin 3,100 değeri için toplam 5,000 9,300 değeri için de 15,000 olsun. Buna göre değişen akı değeri olarak 10,000 i kullanacağız.

B, 9,300 olduğunda hava aralığı için gerekli amper-sarım = $9,300 \times 0,79 \times 0,127$ Cm. = 939 bulunur. O halde B nin 9,300 değeri

için toplam amper-sarım $939 + 28 = 967$ ve gerekli akım ise 1,61 amp. olur.

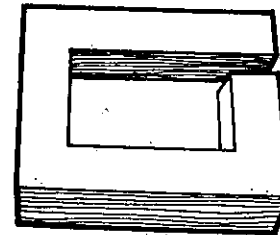
Grafikte B = 3,100 olduğunda, hava aralığı için gerekli amper-sarım = $3,100 \times 0,79 \times 0,127 = 313$

$$\text{Endüktans} = \frac{(1,61-0,538) 10^8}{10,000 \times 600} = 0,056 \text{ henri olarak bulunur.}$$

Hava aralığı endüktansı azaltır. Önceleri, endüktans etkilerinden faydalanmak üzere kullanılan bobinlerde (şok bobinleri) ekseriya hava aralığı bulunurdu. Bu tip bobinler çok daha geniş akım sınırları arasında kullanılabilirler. Yal-

$$\text{Endüktans (henri)} = \frac{50,000 \times \text{uzunluk}}{N^2 \times 3,15 \times \text{alan}}$$

Devrede hava aralığı bulunmamak şartıyla bu formüldeki N sarım sayısını, «alan» cm kare olarak demir nüvenin kesit yüzeyini, «uzunluk» ise demir çekirdek içrisinden geçen manyetik yolun cm cinsinden uzunluğunu ifade eder.



Şekil 19-16.

olacaktır. Buna göre, demir ve hava aralığı için toplam amper-sarım ise:

$313 + 10,5 = 323$ olur. 600 Sarımdan geçmesi gereken akım ise 0,538 amper olarak bulunur.

nız, daha büyük endüktans elde etmek için binlerce sarımlık tel kullanmak icabeder.

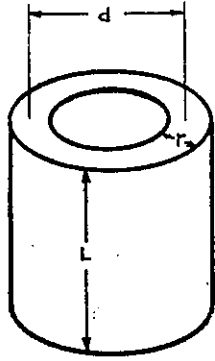
Özellikleri Şekil 19-15 deki grafiğe uyan demir kullanıldığında (1) No. lu hesaplama şu şekilde kısaltılabilir:

Demir için gerekli amper-sarım, hava aralığı için olana göre ihmal edilebilecek kadar küçük olduğundan (2) No. lu hesaplamadaki formül aşağıdaki gibi kısaltılabilir:

$$\text{Henri} = \frac{N^2 \times \text{alan}}{\text{Uzunluk} \times 80,000,000}$$

Burada uzunluk = cm cinsinden hava aralığının boyunu, alan = cm kare olarak hava aralığındaki kesit yüzeyini, N ise = Sarım sayısını ifade eder.

İlk formüllerde açık olarak görülmemekle beraber kısaltılan son iki formülde, endüktansın sarım sayısının karesi ile orantılı oldu-



Şekil 19-17.

ğu görülmektedir. Sarım sayısı ilk hesaplamalarda bir defa amper-sarımdan akım değerini bulmakta, bir de «akı × sarım» ifadesinde olmak üzere iki kere kullanılmıştır.

3. Hava Çekirdekli Bobinlerin Endüktanslarının Hesaplanması

Bu tip bobinlerde belli bir manyetik boyu ve alanı olan demir bir çekirdek bulunmadığından yukarıda görülen metot burada kullanılamaz.

Bunun için hava çekirdekli bobinler için verilen aşağıdaki formül tariftten daha çok deneye dayanmaktadır:

$$\text{Mili henri olarak endüktans} = \frac{d^2 \times N^2}{12,700 \times (3d + 9L + 10r)} \text{ olur.}$$

Şekil 19-17 de görüldüğü gibi, bobinin ortalama çapını, r sargıların kalınlığını ve L ise bobinin boyunu ifade ederler. Bütün bu değerler cm cinsindendir. N ise sarım sayısını gösterir. Bir henrinin binde birine, milihenri (mh) denir. Misal olarak 40 milihenri, 0,04 henri ya da 40,000 mikrohenri olarak yazılabilir.

Bobin tek katlı olursa, yukarıdaki formülde «10r» terimi ihmal edilir.

İSTENEN DEĞERDE BİR ENDÜKTANS SARMAK

Çoğunlukla radyo üzerinde çalışanlar, kendileri için gerekli hava çekirdekli düşük endüktanslı bobinleri kendileri yaparlar. Yukarıda açıklanan formül kullanılarak bobin için uygun ölçüler ve istenen endüktans değeri formüldeki yerlerine konmak suretiyle, yapılacak bobinin sarım sayısı hesaplanır. Çıkan sarım sayısı yer bakımından uygun görülmezse ölçüler değiştirilerek tekrar hesap yapılır.

Bobin imalatçıları, grafi ve tablo olarak geniş doküman bulmasına rağmen amatörler hâlâ deneme metodu ile başbaşa bırakılmışlardır.

İstenen endüktans değerinde demir çekirdekli bir bobinin yapılması; fiziksel ölçü, direnç, akım ya da sıcaklığın sınırlı olması ba-

kimından oldukça komplikedir. Fakat yalnız endüktans etkisinden faydalanılacak bir bobini yüksek akım değerlerinde faydalı bir şekilde kullanabilmek için, demirin manyetik doyumunu önlemek üzere bir hava aralığına ihtiyaç vardır.

Her hangi bir kimse Şekil 19-16 dakine benzer bir demir çekirdeğe 10 henrili bir endüktans bobini saralım. Denemek için çekirdeğin kesit alanı kenarlarını $1,27 \times 1,27$ cm ve hava aralığını da 0,1 cm olarak alalım. (0,05 ile 0,25 cm arasındaki değerler hava aralığı için makul değerlerdir.)

Endüktans formülünü kullanırsak:

$$\text{henri} = \frac{N^2 \times \text{alan}}{\text{uzunluk} \times 80,000,000}$$

$$10 = \frac{N^2 \times 1,61}{0,1 \times 80,000,000}$$

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- İndüklenen E.M.K., kendisini meydana getiren sebebe karşı yöndedir.
- Artmakta olan bir akımın bobin içerisinde indüklediği E. M.K., akımın yükselmesine karşı zorluk gösterir.
- Azalan bir akımın bobin içerisinde indüklediği E.M.K., akımın azalmasına engel ola-

$N = 7200$ Sarım olarak bulunur.

Elde edilen bu sonucun kullanılıp kullanılmıyacağı, bobinin taşıyacağı akım değerine bağlıdır. Bir sıcaklık problemine sebep olmasına rağmen 1,27 cm. karelik bir çekirdeği lüzumsuz ağırlıktan kurtarmak için bobin, 0,30 mm gibi ince bir telden sarılır. Hesap $1,9 \times 1,9 = 3,61$ cm karelik daha büyük kesit alanlı bir çekirdek için tekrar yapılırsa sarım sayısı, $N = 4750$ olarak bulunur. Ölçüleri sınırlı olan çekirdeğe sarılabilecek tel ölçüsü, katlar arasındaki yalıtkanlık da göz önünde tutularak bir cm karelik pencere yüzeyine sığabilen sarım sayısını veren tablodan bulunur. Bobin uçlarındaki gerilim düşümü ile vat olarak sıcaklık kaybı, kullanılan tel boyuna ve geçecek akım değerine göre hesaplanabilir.

- İndüklenen E.M.K. in değeri, manyetik kuvvet çizgilerinin sarımları kesme hızına bağlıdır.
- Sarımlar saniyede 100,000,000 kuvvet çizgisi tarafından kesilirse, 1 voltluk bir gerilim indüklenir.

- İçerisinden geçen akım, saniyede 1 amperlik hızla değişen bir henrilik bobinde, 1 voltluk bir gerilim meydana gelir.
- Bobinlerden birinden geçen akım saniyede 1 amper hızla değiştiğinde; diğer bobin içerisinde 1 voltluk bir gerilim indüklenirse, bu iki bobin arasındaki karşılıklı endüktans 1 henridir.

TEKRARLAMA SORULARI

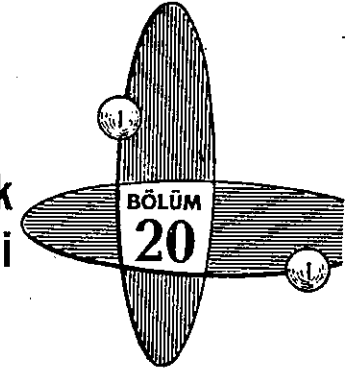
1. 3 henri, 100 omluk bir bobinin zaman sabitesini hesaplayınız. 120 voltluk D.A. kaynağına bağlandıktan 0,03 sn sonra bobinden geçen akımı bulunuz.
2. 1200 sarımlı bir bobinde akım 0,05 amperden 1,03 ampere düşünce akı 40000 Maksvelden, 30000 Maksvele düşüyor. Bobinin endüktansını bulunuz.
3. Bir bobinde 6 amperlik bir akım, 3 amperlik bir akımdan daha çok kuvvet çizgisi meydana gelmesine sebep olur mu?
4. Otomobil ateşleme sisteminde kontaklar açık iken primer ve sekonde

- D.A. primer sargılarında manyetik alanın ani olarak azalmasıyla sekonder sargılarında meydana getirdiği yüksek gerilimli palsların; bazı motorlarının ateşleme sisteminde kullanılması, endüsiyon bobinlerinin en faydalı uygulama yerlerinden biridir.

rin her ikisinde de gerilim indüklenir mi?

5. Otomobil ateşleme sisteminde negatif uç nereye bağlanmalıdır.
6. Elektrik zilinde devreyi devamlı olarak açıp kapatan kontakın uçları arasına bir kondansatör bağlansa daha iyi mi çalışır?
7. 15 henri, 600 omluk bir bobin 1 voltluk bir D.A. kaynağına bağlandıktan bir müddet sonra geçen akımı bulunuz. Devre açıldıktan 0,01 sn sonra akım sıfıra düştüğüne göre bu zaman içinde akımın değişim hızını ve ortalama emk'i bulunuz.

Elektrik Enerjisinden Mekanik Hareketin Elde Edilmesi



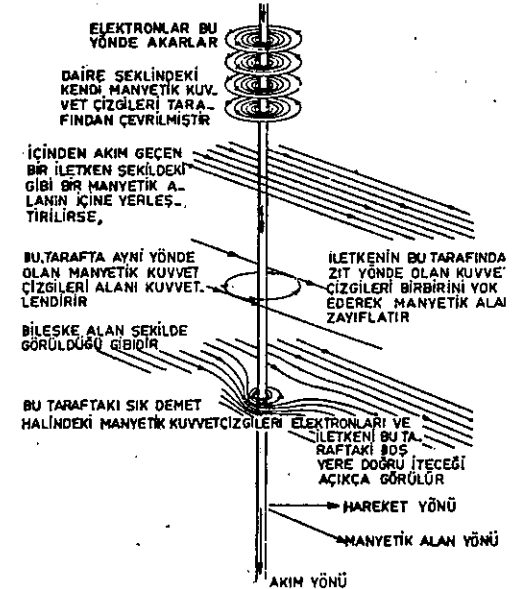
Bölüm 17 de işaret edildiği gibi, manyetik alan içindeki bir iletkenin akım geçerse, iletken alanın dışına doğru itilir.

Bir iletkenin geçen akım manyetik alan meydana getirir. İletken bir manyetik alanın içinde bulunursa, bu iki manyetik alanın toplamı olan bileşke alan Şekil 20-1 de gösterildiği gibidir.

Bu sonucu bir elektrik motoruna tatbik edebilmek için, bir D.A. kaynağından beslenen dikdörtgen şeklindeki bir iletkenin içinde bulunduğu manyetik alanın etkisini inceliyelim. Bunun için manyetik alanın daimi mıknatıslı kutupları tarafından meydana getirildiğini kabul edelim.

İletkenin manyetik alana paralel olan kenarlarına alan tarafından hiçbir etki yapılmaz. İletkenin A kenarı yukarıya ve B kenarı aşağıya doğru manyetik alan tarafından itilecektir. İletkenin niçin

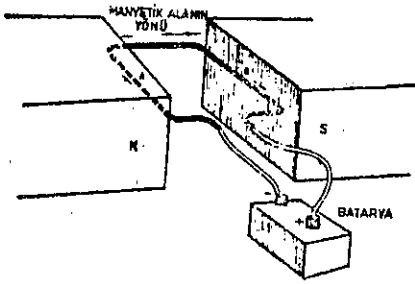
Şekil 20-3 de manyetik alan içindeki iletkenin düşey kesiti görülmüyor. Şekil 20-2 deki A dairesi iletkenin A kenarını ve daire içindeki



Şekil 20 - 1.

(×) işareti iletkendeki elektronların bizden uzaklaştığını gösterir. (uzaklaşan bir okun arkadan görünüşüne benzer.) Daire kesitli B kenarındaki nokta, elektronların bize doğru hareketini temsil eder. (Yaklaşan bir okun ucu gibi) A ve B iletkenlerinin etrafındaki daireler iletkenlerden geçen akımın meydana getirdiği manyetik alanın şeklini gösterir. (Sol el kaidesini kullanarak kabul edilen yönlerin doğruluğunu kontrol ediniz.)

A iletkeninin alt tarafında, N den S ye doğru giden kuvvet çizgileri ile iletkenin manyetik alanı aynı yöndedir; dolayısıyla bu iki alan birbirini takviye ederek A iletkeninin altında kuvvetli bir manyetik alan meydana getirirler. A iletkeninin üstünde kutupların manyetik alanı ile iletkenlerden geçen akımın meydana getirdiği manyetik alan birbirine zıt yöndedir. A iletkeninin üstünde zayıf manyetik alan meydana gelir; bu



Şekil 20-2.

da seyrek çizgilerle gösterilmiştir. A iletkeni alt tarafındaki kuvvetli manyetik alan tarafından yukarıya doğru itilir. Manyetik kuvvet çizgilerinin birbirini itme ve düz hat haline gelmiye çalışma özellikleri ile iletkeni itmeleri açıklanabilir.

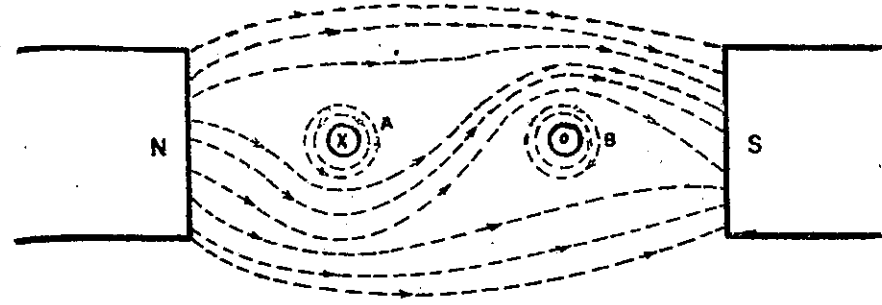
B iletkeni aynı şekilde manyetik alan tarafından aşağıya doğru itilir. Bu itilme Şekil 20-4 deki yuvarlak bir çubuğun yay tarafından aşağıya itilmesine benzetilebilir.

İletkenin hareket yönü sağ el üç parmak kaidesi ile kolayca bulunabilir: Sağ elin işaret parmağı, orta parmağı ve baş parmağı birbirine dik ve işaret parmağı manyetik alan yönünü, orta parmak akım yönünü gösterecek şekilde tutulursa başparmak hareket yönünü gösterir.

Dikdörtgen şeklindeki iletken kangalın bir kenarının yukarıya ve diğer kenarının da aşağıya doğru itilmesi kangal üzerinde bir dönme momenti meydana getirir.

Elektrik motorunun endüvisindeki iletkenlere tesir eden kuvvetlerin bileşiminden meydana gelen dönme momenti endüvinin dönmelerini sağlar. Bir voltmetre veya ampermetre bobininin dönmeleri aynı metotla izah edilebilir (Bölüm 12).

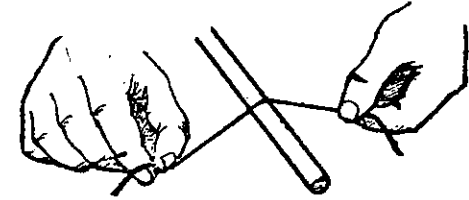
Şekil 20-2 deki bobin gösterilen durumdan itibaren A ve B kenar-



Şekil 20-3.

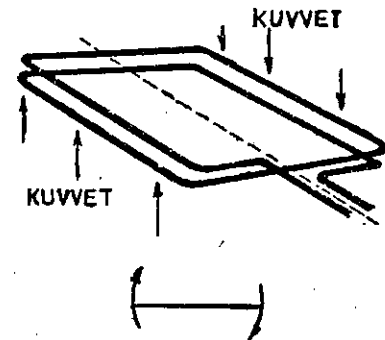
ları dikey duruma gelinceye kadar 1/4 devir daha döner. Devam eden A üzerindeki kaldırma ve B üzerindeki aşağıya itme kuvvetlerinin döndürme etkisi A ve B dikey durumda iken sıfırdır. Dönmeyi sağlayabilmek için bobinden geçen akımın yönünü, kenarlar dikey duruma geldiği anda değiştirmek lazımdır.

Bobinden geçen akımın yönünün değiştirilmesi, Şekil 20-6 da gösterildiği gibi iki dilimli bir kollektör yardımı ile sağlanabilir. Elektronlar negatif fırçadan A kenarına ve B kenarına geçerek pozitif fırçaya dönerler. A kenarı tam yukarıya kaldırıldığında A'nın bağlı bulunduğu kollektör dilimi negatif fırçanın altından kayarak pozitif fırça ile temas etmeğe başlar. Böylece bobinden geçen akımın yönü değişir. Bobinin ataleti dikey durumdan geçmesini temin eder. A aşağıya doğru, B de yukarıya doğru itilmeye başlandığından bobin yarım devir daha yapar.

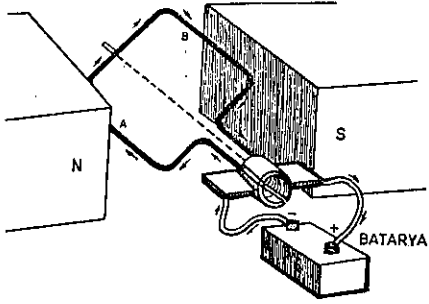


Şekil 20-4.

Bu, pratik olmıyan bir bobinli endüvinin mahzurlarından biri meydana gelen dönme momentinin düzgün olmamasıdır. Bobin yatay durumda olduğu zaman, bo-



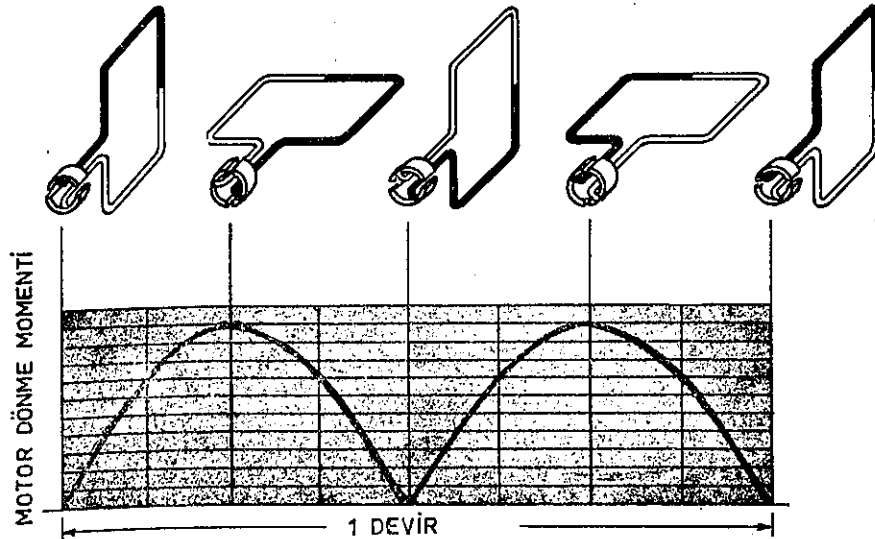
Şekil 20-5.



Şekil 20-6.

bini iten kuvvet en büyük değerinde ve bobin düşey durumda iken, bobini iten kuvvet sıfırdır.

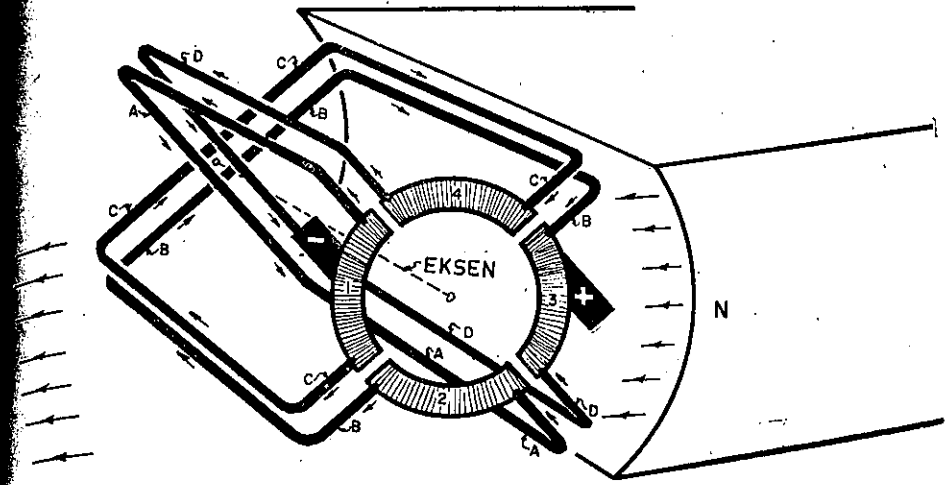
Bir tambur endüviye sarılan birçok bobinle düzgün bir dönme momentini elde edilebilir. Bölüm 18 deki endüvi bir generatör için olduğu kadar bir motor içinde uygundur.



Şekil 20-7.

Şekil 20-8 basit tambur endüvi sargısını gösteriyor. Sargıları daha açık olarak gösterebilmek için diyagramda kutuplar gösterilmemiştir. S kutbunun diyagramın sol tarafında olduğu kabul edilmiştir.

Elektronlar negatif fırçadan 1 nolu kollektör dilimine ve A bobininden 2 nolu dilime ve oradan B bobinine, 3 nolu dilime ve pozitif fırçaya doğru akarlar. Pozitif fırçadan bir D.A. kaynağına ve oradan tekrar negatif fırçaya gelen elektronlar devrelerini tamamlarlar. Negatif fırçadan başlayan diğer bir devre endüvinin C ve D bobinlerinden geçerek pozitif fırçaya gelir. Bu tambur sargısı Şekil 18-4 deki ile mukayese ederek prensiplerdeki benzerliklere dikkat ediniz.



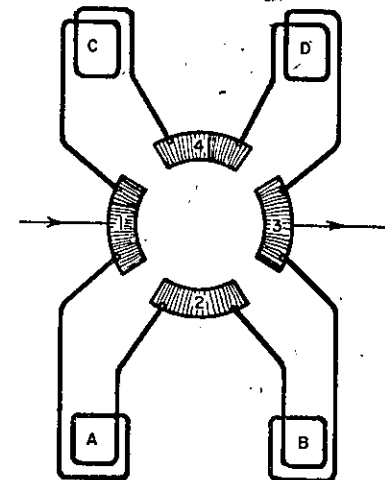
Şekil 20-8.

Şekil 20-8 deki devre şematik olarak tekrar Şekil 20-9 da çizilmiştir. («Şematik diyagram» teriminin manası, bir cihazın hakikî görünüşü dikkate alınmadan elektrik devre diyagramının çizilmesidir. Bir fotoğraf yahut bir «resim», bir cihazın elektrik devresini dikkate almadan hakikî görünüşünü gösterir.)

Bu endüvide iki paralel devre vardır. Endüvideki dört bobinin dönme momentleri endüvinin dönmesine yardım eder.

Şekil 20-8 deki endüvinin 45 derecelik dönmesi ile B ve C bobinleri düşey duruma gelir. Bu anda, negatif fırça 1 ve 4 nolu kollektör dilimleri ile, pozitif fırça da 2 ve 3 nolu dilimlerle temas halindedir.

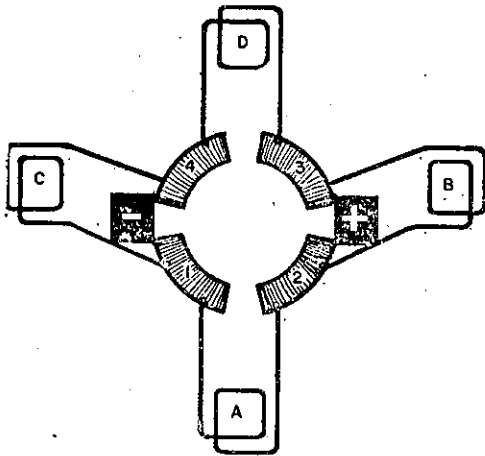
Şekil 20-10 da gösterildiği gibi, C bobininden hiçbir akım geçmez. Çünkü, C bobininin bağlı bulunduğu kollektör dilimleri aynı fırça.



Şekil 20-9.

ile temas halindedir, yani C bobini fırça tarafından kısadevre edilmiştir. Aynı şekilde B bobininde akım geçmez. Bu durum B ve C bobinleri düşey duruma geldikleri anda olur. B ve C bobinlerinden bir akım geçse dahi dönme momenti meydana gelmez. Böylece, bu kısa anda bobinlerden akımın geçmemesi bir mahzur teşkil etmez. Aynı anda, A ve D bobinleri yatay durumdadır ve maksimum dönme momenti meydana getirir.

Daha karışık sargılı tambur endüvide, meselâ : Oniki bobinli bir endüvide bobinlerin on tanesinden akım geçer ve dönme momenti meydana getirirler. fakat bu kısa anda bobinlerin iki tanesinden akım geçmez ve bu iki bobin Şekil 20-10 daki B ve C bobinleri gibi aktif olmıyan bobinlerdir.



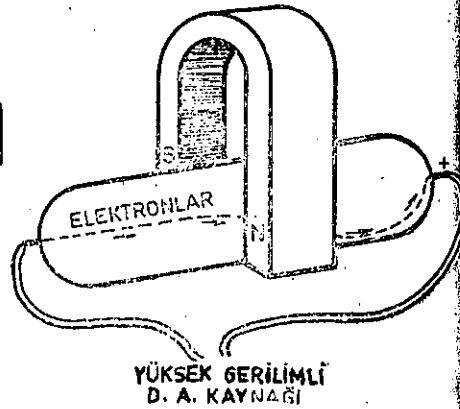
Şekil 20-10.

«MOTOR ETKİSİ» İLE İLGİLİ DİĞER ÖRNEKLER

Manyetik alan içindeki bir iletken kenden akım geçince, iletken manyetik alanın dışına doğru bir kuvvetle itilir (Şekil 20-1). İçinde akım geçen iletken manyetik alanın tatbik ettiği kuvvet yalnız D ve A.A. motorlarında kullanılmakla diğer uygulama alanları da vardır. Bir hoparlör bobininin hareketi bu prensiple izah edilebilir.

Bir vakum lâmbanın içinde elektronların yolu manyetik olarak kontrol edilebilir. Çünkü, hareket eden elektronlar bir iletken içinde olsun veya olmasın manyetik alan elektronlara etki yaparak kuvvetler meydana getirir.

Şekil 20-11 basit bir vakum tüpünü gösteriyor. Negatif iletken den çıkan elektronlar düz bir yol takip ederek vakum içinden geçerek pozitif uca gelirler (tüpün negatif ucuna «katot» denir. Elektronların



Şekil 20-11.

ların bilinmesinden önce, esnekler böyle tüplerde görülen sihirli ışınlara katottan geldiklerinden «katot ışını» demişlerdir.)

Gözle görülmeyen elektronlar tüpteki havanın içinden geçerken soluk bir ışık şeklinde iz meydana getirirler. Bir mıknatıs tüpe yaklaştırıldığında, elektronların izi yukarıya, aşağıya ve kenara doğru manyetik alanın yönüne bağlı olarak itilir.

Şekil 20-11 deki N den S ye giden yatay kuvvet hatlarının meydana getirdiği alan, elektron ışını aşağıya doğru iter. Kutuplar değiştirilince elektron ışını yukarıya doğru itilir.

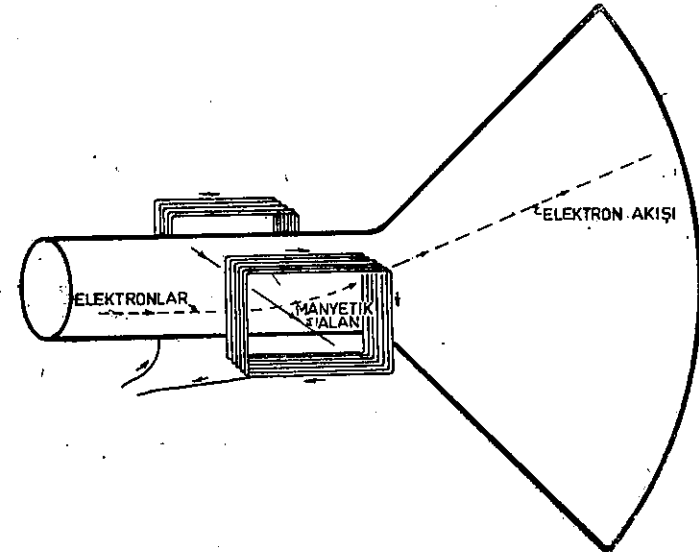
Televizyon tüpünün iç yüzeyindeki flüoresant kaplama üzerin-

deki hayali meydana getiren elektron ışını yatay olarak ekranı saniyede 15,750 defa ve düşey olarak da saniyede 60 defa tarar. Elektron ışınının bu hareketi manyetik alanlar tarafından temin edilir.

Şekil 20-12 «düşey saptırma bobinlerini» gösteriyor. Bu bir çift bobinden geçen akım elektron ışınının düşey sapmasını kontrol eder.

Tüp boynunun biri üstünde, biri altında olan bir çift bobin de elektron ışınının yatay sapmasını kontrol eder.

Tüp boynuna geçirilmiş olan bir bobin de manyetik olarak elektron ışınının odaklama kontrolünü yapar.



Şekil 20-12. Bir Televizyon Resim Tüpünde Elektron Işınının Sapması

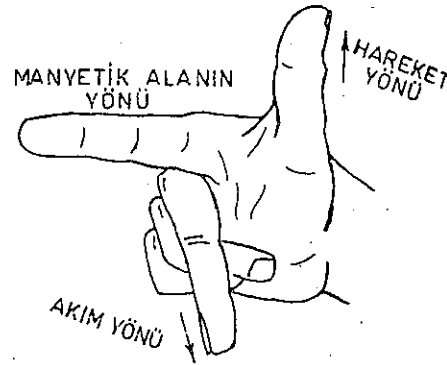
Havadaki bir elektron arkı da manyetik alanlarla saptırılabilir. Ark kaynağında, manyetik alanın arkı itmesi arkı söndürebilir ve kaynağın bozuk olmasına sebep olabilir. Bu gibi hallerde kaynaktan önce demir malzeme demanyetize (mıknatıslığı yoketme işlemi)

edilir. Yüksek akım taşıyan bir şalter açıldığı zaman, kontaklar arasında arzu edilmeyen ark meydana gelir. Kontaklarda kuvvetli bir manyetik alan meydana getirmek suretiyle, ark dışı doğru itilerek katettiği yol uzatılabilir ve böylece ark söndürülebilir.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Manyetik alan içinde hareket eden elektronlar alan tarafından itilirler. Bu itmenin yönü manyetik alanın yönüne ve elektronların hareket yönüne dik olacak şekildedir. (Şekil 20-13)
- Elektrik arkalarındaki veya vakum tüplerindeki elektronların kontrollü hareketleri, D.A. ve A.A. motorlarının dönmeleri yukarıdaki prensibe göre açıklanabilir.
- Bir motorda devamlı bir dönme momenti meydana getirebilmek için tambur endüvideki bo-

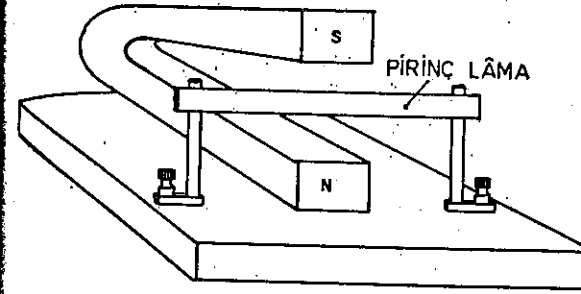
binlerin uygun bir şekilde yerleştirilmesi etkili bir yoldur.



Şekil 20 - 13.

TEKRARLAMA SORULARI

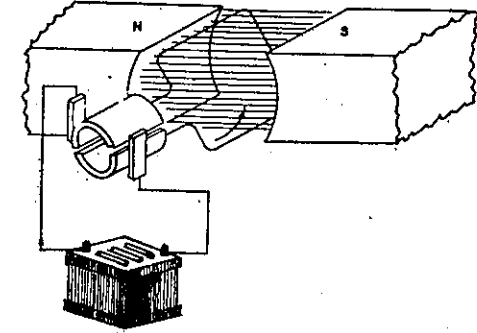
1. Şekil 20-14 de anahtar kapatıldığında iletkenin yukarıya doğru hareket etmesini sağlamak için kutuplar nasıl yerleştirilmelidir.
2. Şekil 20-15 de bir pirinç şerit sol taraftaki klemens sıkıca bağlanmış ve sağ taraftaki klemens ile temas halindedir. Uçlara batarya bağlandığında ne olur?
a) Sol uç negatif olduğuna göre, b)
3. Birinci sorudaki iletkenin 50 frekanslı alternatif akım geçirildiğinde ne olur?
4. Şekil 20-8 deki endüvinin dönüş yönünü tayin ediniz.
5. a) Dönme momenti nedir?
b) Manyetik alan içindeki bir bobin



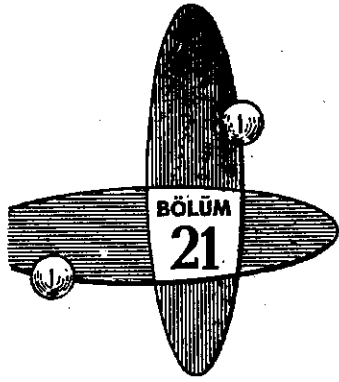
Şekil 20 - 14.

de meydana gelen dönme momentinin büyüklüğüne tesir eden faktörler nelerdir?

- a) Gösterildiği gibi bir dönüş yönü elde edebilmek için gerekli batarya kutuplarını tayin ediniz.
- b) Bu bobinin uçlarının kutupları Bölüm 17, soru 7 için bulunan kutupların aynı midir? Aynı ise veya değilse nedenini açıklayınız.



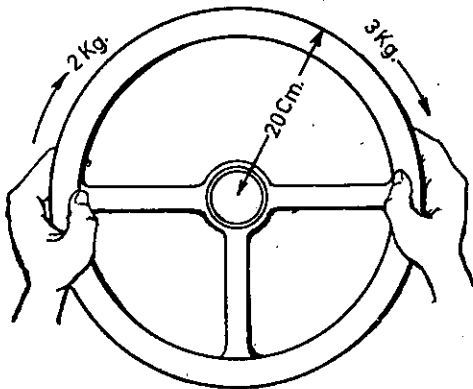
Şekil 20 - 15.



Doğru Akım Motor Hesapları

Bu bölümün gayesi, elektrik motorlarında, elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünün detaylı olarak anlaşılmasını sağlamaktır. Manyetik alan içindeki bir iletkenin akım geçince, iletken, daha önce izah edilmiş olan motor kuvvetin etkisindedir. Bir iletkeni etkileyen motor kuvvet hesaplanabilir.

$$F = \frac{B.L.I}{9800} \text{ gram. Burada}$$



$$5 \text{ Kg.} \times 0.2 \text{ m.} = 10 \text{ Kg.m. DÖNME MOMENTİ}$$

Şekil 21-1. Dönme Momenti

B : Cm² deki akı yoğunluğu
L : İletkenin uzunluğu (cm)
I : Akım şiddeti (amper)

(Bu formülün ve dönme moment formülünün çıkışı ekte verilmiştir.)

İletkenlere gelen kuvvete nazaran, motorda meydana gelen dönme momenti daha kullanışlı bir değerdir. Dönme momenti, tatbiki edilen kuvvet ile dönen daire yarıçapının çarpımına eşittir. Dönme momenti kg. m ile ölçülür.

Bir motortun endüvisinde meydana gelen dönme momentini veren formül :

$$\text{Dönme momenti } M = \frac{P \cdot \Phi \cdot Z \cdot I_a}{61,5 \cdot 10^8}$$

Φ : Bir kutbun akısı (maksvel)
P : Kutup sayısı
Z : İletken sayısı
I_a : Toplam endüvi akımı
M : Paralel kol sayısı

Formülün kullanılışını bir örnekle açıklayalım :

Şekil 21-2 de olduğu gibi iki kutup arasına yerleştirilmiş endüvi-
deki toplam iletken sayısı Z = 400
tür. B magnetik akı yoğunluğu
1000 gaus/cm² ve bir kutbun yüzey alanı 150 cm² olduğuna göre
bir kutbun akısı Φ = 150.8000 =
1.200.000 maksvel olur. Toplam
endüvi akımı 10 A. ve paralel kol
sayısı 2 (Şekil 20-9 daki gibi) ol-
duğuna göre dönme momentini
(kg. m) hesaplayınız.

$$\text{Dönme momenti} = \frac{P \times \Phi \times Z \times I_a}{61,5 \times 10^8 \text{ m.}}$$

$$= \frac{2 \times 1200000 \times 400 \times 10}{61,5 \times 10^8 \text{ 2}}$$

$$M = 0,78 \text{ kg. m}$$

Beygirgücü (hp) cinsinden Çıkış Gücü

Dönme momenti yalnız başına motor gücünü ifade etmez, motorun devir sayısını da dikkate almak gerekir. Bir saniyede 75 kpm lik iş yapan güce bir beygir gücü denir. Genel olarak bütün makineler için beygir gücü, dönme momenti ve devir sayısından hesaplanabilir.

$$2 \pi \times \text{dönme momenti} \times \text{dakikadaki devir}$$

$$P_{hp} = \frac{60 \times 75}{60 \times 75}$$

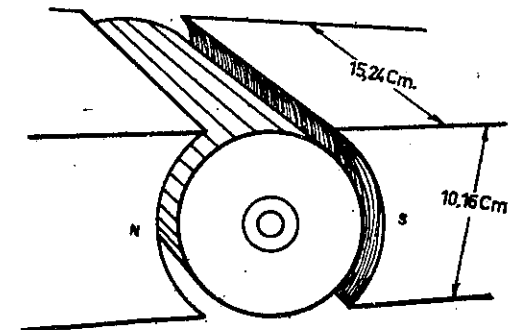
$$P_{hp} = \frac{\text{dönme momenti} \times \text{dev/dak.}}{716}$$

buradan Dönme momentini :

$$M \text{ (kg. m)} = \frac{716 \times P}{n}$$

Örnek problemde 0,78 kg. m lik dönme momenti meydana getiren endüvi dakikada 1250 devirle döndüğüne göre, çıkış gücünü hp cinsinden hesaplayınız.

$$P_{hp} = \frac{0,78 \times 1250}{716} = 1,36 \text{ hp.}$$



Şekil 21-2.

736 Vat = 1 hp. ve 1,36 hp. = 1000 vattır. Endüviden geçen akım 10 A. ve tatbik edilen gerilim 100 volt olduğuna göre;

Giriş gücü = $100 \times 10 = 1000$ vattır. Verim % 100 kabul edilirse 1000 vatlık giriş gücü 1,36 hp. lik çıkış gücünü temin eder.

Bir motorun dönme momenti doğrudan doğruya proni freni denen bir düzene ölçülebilir. Fren, sıkıştırma tertibatı ile sıkıldığında motorun kasmağı ile birlikte dönmek ister. Fren kolu yaylı bir kantar yardımı ile tutularak dönmesine mani olunur. Bu şekilde motor yüklenmiş olur. Etkin fren kolu uzunluğu ile, kola yaylı kantarın tatbik ettiği kg. olarak kuvvetin çarpımı dönme momentini verir. $M = F \times L$ kg. m.

Motorun devri turmetre, takometre veya ayarlanmış stroboskop ile bulunabilir. Böylece gerçek Hp çıkış gücü (yahut fren gücü), dön-

me momenti ve devir ölçmelerinden tayin edilebilir.

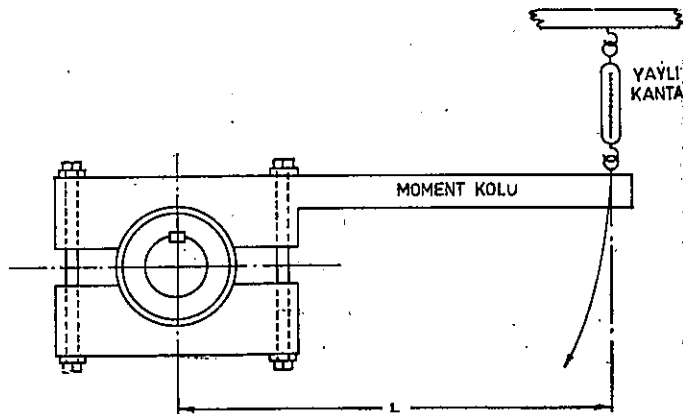
Beygir gücü olarak çıkış gücü bilindiğine göre herhangi bir devir için dönme momenti kolayca hesaplanabilir.

$$P_{hp} = \frac{M \times n}{716}, \quad M = \frac{716 \times P_{hp}}{n}$$

P_{hp} : hp olarak çıkış gücü
M : dönme momenti (kg. m)
n : devir/dakika

Motorda İndüklenen EMK

Bir elektrik motoru çalışırken endüvi iletkenleri aynı zamanda N kutbundan S kutbuna giden kuvvet çizgilerini de keserler, dolayısıyla endüvi iletkenlerinde bir EMK indüklenir. Önceki örnekteki değerleri generatör formülünde (Bölüm 18) yerlerine koyarak endüvide üretilen EMK i hesaplayabiliriz.



Şekil 21-3.

iletken sayısı $\times$ kutup sayısı
 $\times$ akı $\times$ dev/dak.

$$E = \frac{\text{paralel kol sayısı} \times 60 \times 10^8}{400 \times 2 \times 1,200,000 \times 1250}$$

$$E = \frac{2 \times 60 \times 10^8}{2 \times 60 \times 10^8}$$

$$E = 100 \text{ v.}$$

Bu üretilen 100 volt, motorun endüvisinden geçen akıma ters yöndedir. İki yolla bu sonuca varılabilir :

(1) Motor ve generatörler için kullanılan üç parmak kaidesi yardımı ile endüvi iletkenlerinden geçen akımın sebep olduğu dönmeyi iletkenlerde indükleyeceği EMK in iletkenlerden geçen akıma ters yönde olduğu tespit edilebilir.

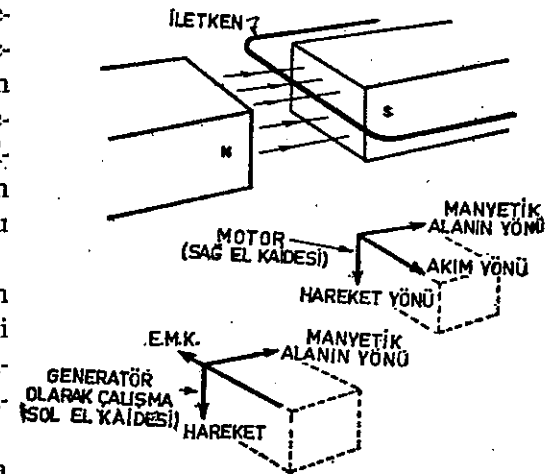
(2) Eğer indüklenen EMK akımla aynı yönde olsaydı motora elektrik enerjisi vermemize lüzum yoktu. Endüviye bir dönme hareketi verdikten sonra fırçaların uçlarını kısa devre ederek motorun kendi kendine çalışmasını beklememiz gerekirdi. Motor bu şekilde çalışmadığına göre indüklenen EMK in akıma ters yönde olduğu sonucunu çıkarırız.

Endüvi iletkenlerinden geçen elektronların meydana getirdiği mekanik enerjinin hesaplanmasında üretilen EMK kullanışlı bir ölçüdür.

Motorda üretilen EMK, motora tatbik edilen gerilime zıt yönde

olduğu için zıt EMK olarak isimlendirilir. Üretilen EMK (Zıt EMK) endüvideki elektronların akışına mani olmaya çalışır, bir paketi merdivenden yukarıya taşıyan çocuğun hareketine paketin ağırlığının mani olmaya çalışması gibi. Eğer bir zıt etki yoksa, yapılan iş de yok demektir. Çocuk elindeki paketi bir kenara koyduktan sonra, merdivenden daha hızlı yukarıya çıkabilir; fakat bu paketin yukarıya taşınmasını temin etmez. Bir elektrik ısıtıcısında zıt EMK meydana gelmez. Şu halde elektronlar ısıtıcıdan daha hızlı akabilirler, fakat hiçbir mekanik iş yapılmaz.

Endüviyi dönmeyecek şekilde kilitlemek suretile motor kolayca



Şekil 21-4.

zıt EMK i üretmez hale getirilebilir. Bu durumda elektronlar motordan daha hızlı akabilirler. Böylece motor elektrik ocağına dönüştürülmüş olur.

Önce verdiğimiz örnek problemde endüvi dakikada 1250 devirle dönerken 100 volt üretebiliyor ve şebekeden 10 A. çekiyordu. Endü-

vi iletkenlerinin direnci 2 om olduğuna göre motoru çalıştırmak için gerekli olan şebeke gerilimini hesaplayınız.

Şebeke (güç hattı) iki iş yapar:

(1) Mekanik enerjiye dönüştürülen 100 voltluk bir gerilimi sağlamalıdır.

(2) İki omluk iletken direncinden 10 A. lik akım geçirecek ilâve gerilimi de sağlamalıdır.

20 voltluk gerilim 2 omluk dirençten 10 A. geçirdiğine göre; Şebeke gerilimi: $100 \times 20 = 120$ volt olmalıdır.

$$\text{Endüviye tatbik edilen toplam gerilim} = \text{Endüvide üretilen zıt EMK} + \text{Endüvi direncinde düşen gerilim (RI)}$$

Hesaplamaları bir adım ileriye götürelim: Motora tatbik edilen 120 volt, şebekeden çekilen akımla (10 A.) çarpılırsa toplam giriş gücü 1200 Vat bulunur.

Üretilen EMK (100 V.) ile 10 A. çarpılırsa faydalı mekanik çıkış gücü 1000 Vat elde edilir. Dönme momenti ve dakikadaki devir yar-

dımı ile çıkış gücünü daha önce hesaplayarak 1,36 hp. bulmuştuk.

Giriş gücü 1200 vat, çıkış gücü 1000 vat olduğuna göre 200 vatlık güç nereye gidiyor? Dirençte düşen 20 volt ile geçen 10 A. çarpılırsa 200 vat elde edilir. Bu, endüvide ısıya dönüşen enerjiyi gösterir.

$$\text{Toplam Giriş Gücü} = \text{Faydalı mekanik çıkış gücü} + \text{Isınma oranı}$$

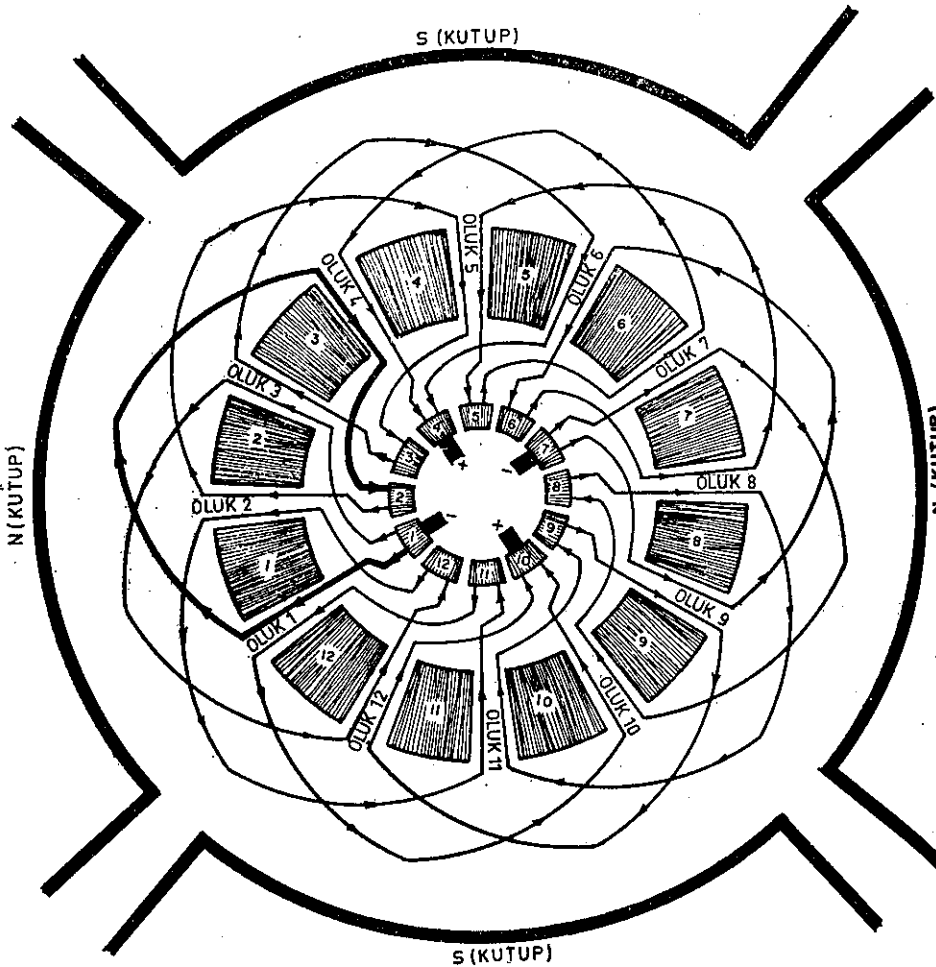
$$\text{Volt} \times \text{amper} \quad \text{Zıt EMK} \times \text{Amper} \quad (\text{IR} \times \text{Amper})$$

Önceki izahatımızda faydalı mekanik enerjiyi zıt EMK in meydana getirdiğini söylemedik. Fakat faydalı gücün zıt EMK ve akımla hesaplanabileceğini söylemiştik.

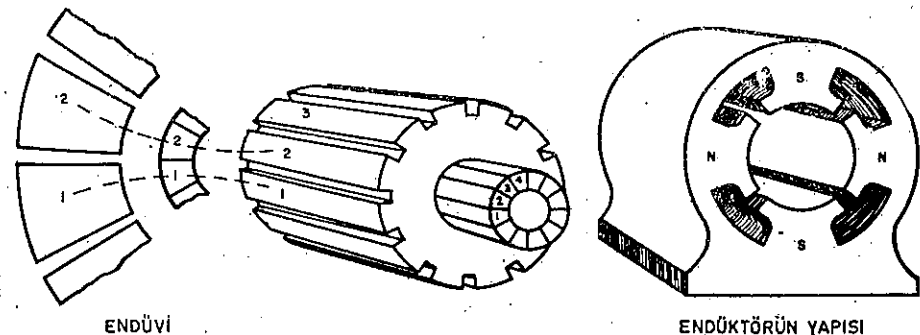
Bunu paket taşıyan çocuğun yaptığı faydalı gücün paketin ağırlığı ve kaldırma hızı ile hesaplanabileceğini söylemeye benzetebi-

liz. İşi yapan ağırlık değildir, fakat ağırlık arttıkça çocuğun yaptığı iş artar.

Örnek: 115 voltluk şebekeden, 5 omluk endüvi 6 amper çekerek normal gücünde çalışıyor. a) Zıt EMK, b) Giriş gücünü, c) Faydalı çıkış gücünü, d) Isı şeklinde kaybolan güç, e) Verimi, f) Endüvi



Şekil 21 - 5. Paralel Sargı



Şekil 21 - 6.

kilitlendiğinde geçen akımı ve ısıya çevrilen gücü hesaplayınız.

a) $6A \times 5 \text{ om} = 30V$ dirençte düşen gerilim

$115 - 30 = 85 V$. Zıt EMK.

b) Giriş gücü $= 115 \times 6 = 690 \text{ vat}$.

c) Çıkış gücü $= 85 \times 6 = 510 \text{ vat}$.

$$\frac{510 \text{ vat}}{736} = 0,69 \text{ hp.}$$

$$d) P = 30 V. \times 6A. = 180 \text{ Vat}$$

$$e) \text{ Verim} = \frac{510}{690} = 0,74 = \% 74$$

(Bu, motorun verimi değil, endüvinin verimidir.

$$\text{Endüvi verimi} = \frac{\text{Zıt EMK}}{\text{şeb. ger.}} = \frac{85}{115} = 0,74$$

formülü ile de hesaplanabilir.)

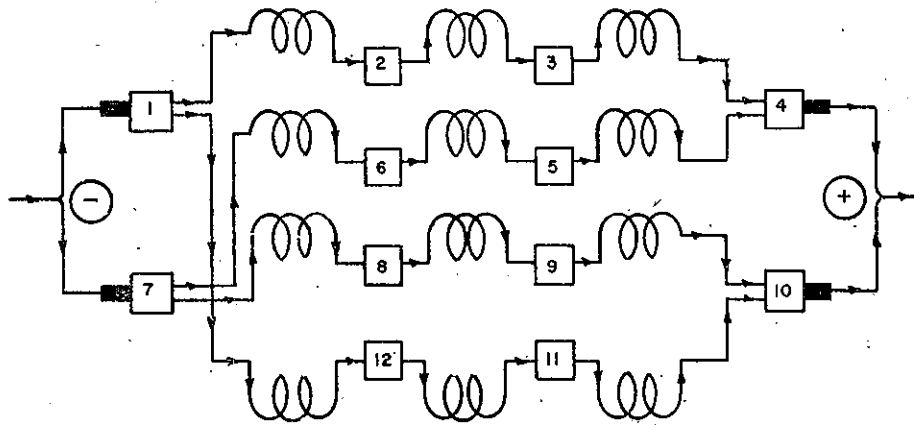
f) Motor kilitlenerek durdurulursa :

$$\text{akım } I = \frac{115}{5} = 23 \text{ A. olur.}$$

giriş gücü $= 115 \times 23 = 2645 \text{ Vat}$ lık güç ısıya çevrilir.

ENDÜVİ SARGILARI

Bölüm 18 de açıklandığı gibi iki ana tip tambur endüvi sargısı kullanılır. Paralel ve Seri sargı Şekil 21-5 de (Şekil 18-5 deki gibi) en içteki dairelerdeki numaralanmış dikdörtgenler kollektör dilimlerinin alından görünüşüdür.



Şekil 21-7.

Daire şeklindeki endüvi yüzünün arka tarafındaki çizgiler bobinlerin arka bağlantılarını gösterir. Endüvi bobinlerinin arka bağlantıları Şekil 21-6 daki diyagramda görülmez. Şekil 21-5 dört endüktör kutbunu gösteriyor. Endüvi bu kutupların meydana getirdiği alan içinde döner. Şekil 21-6 kutupların ve yapılarının basitleştirilmiş görünüşüdür.

Paralel Sargı

Şekil 21-5 deki 12 bobinli endüvinin sargı şemasının çizimi için sarfedilecek birkaç dakika, fazla karışık olmadığını anlamamıza yarayacaktır.

Doğru akım şebekesinin negatif hattından gelen elektronlar 1 nolu kollektör dilimi üzerindeki negatif fırçadan geçerek oradan iki kola ayrılacak, sargıların içinden geçerek pozitif fırçanın altında birleşecek, şebekenin pozitif hattına döneceklerdir. (Fırçalar aslında kollektörün üstünde olduğu halde şekilde iç kısımda gösterilmiştir.)

Koyu çizgili bobini takip edelim. Bobinin birinci kenarı 1 nolu oyukta, ikinci kenarı da 4 nolu oyuğa yerleştirilmiştir. Paralel sargının esas özelliği, bobinin giriş uçları ile çıkış uçlarının birbirini takip eden kollektör dilimlerine bağlanmasıdır. Bobinin 4 nolu oluktaki kenarından çıkan uç 2

nolu kollektör dilimine, bobinin 1 nolu oluktaki birinci kenarından çıkan uç 1 nolu dilime bağlıdır. Akım birinci bobinden geçtikten sonra 2 nolu kollektör dilimine gelir, buradan 2 ve 5 nolu oluklardaki bobinden geçtikten sonra 3 nolu dilimden 3 ve 6 nolu oluklara yerleştirilmiş bobinden geçerek 4 nolu kollektör dilimine gelir. 4 nolu dilim pozitif fırça ile temasta olduğu için şebekenin pozitif hattına geçen akım devresini tamamlamış olur. Tekrar 1 nolu kollektör dilimine dönelim, ikinci yol 3, 12, 2, 11, 1 ve 10 nolu oluklardaki bobinlerden geçen akım tekrar pozitif fırçaya gelir.

N kutuplarının altındaki bobin kenarlarından geçen akımların yönleri kollektöre doğrudur. Şekil 21-6 daki endüvinin dönüş yönü sağ el üç parmak kaidesi ile tayin edilebilir.

4 kutuplu endüvi devrelerini gösteren diğer bir diyagram Şekil 21-7 dir. Kollektör dilimleri Şekil 21-5 deki kollektör dilimlerine verilen numaralara göre numaralar konmuştur. Bu diyagramın gayesi endüvide dört paralel kolun mevcudiyetini göstermektir.

Burada birkaç sayfa içinde anlatılan endüvi sargılarının çok değişik şekilleri vardır. Daha fazla bilgi edinmek isteyenler yalnız endüvi sargılarından bahseden bir kitaba müracaat etmelidirler.

Genel olarak, Paralel Sargılarda:

- 1) Kutup sayısı kadar fırça,
- 2) Endüvide kutup sayısı kadar paralel kol bulunur.

Seri Sargı (Dalgalı Sargı)

Şekil 21-8 seri sargı denen diğer bir endüvi sargısını gösteriyor. Seri sargıda da kutupların altında bulunan oluklardaki iletkenlerden geçen akımların yönleri paralel sargıdaki gibidir. Böylece dönme temin edilir.

(Şekil 21-8 de 7 nolu oluktaki iletkenlerden geçen akımın yönünün ters olması ile ilgilenmeyin. Bu anda 7 nolu oyuk nötr ekseninde olduğu için bu iletkenlere hiçbir kuvvet etki etmez.)

Bu sargı ile önceki paralel sargı arasındaki farklar incelenirken ilk göze çarpan; 1 nolu kollektör diliminden başlayan koyu bobinin diğer ucunun 2 nolu dilim yerine uzaktaki bir dilime bağlanmış olmasıdır.

İkinci olarak, endüvinin 11 oluklu ve 11 dilimli olmasıdır. Çünkü dört kutuplu seri sargı 12 oluklu ve 12 kollektör dilimli endüviye uymaz. Sebeplerin matematik izahını burada vermeyeceğiz.

Sargı 1 nolu kollektör diliminden başlayarak çizilebilir. 1 nolu dilimden 1 ve 4 nolu oyuklardaki bobinden 6 nolu kollektör dilimine, oradan 6 ve 9 nolu oyuklarda-

ki bobinden geçerek 11 nolu dilime ulaşılır. Bu şekilde 1 nolu dilimden başlayıp seri bağlı iki bobin katedildikten sonra başlangıç diliminin bir evvelki 11 nolu dilimine gelinir. Böylece devam ederek 4 nolu dilime gelinir. 1 nolu dilimden başlayan diğer bir yol 10 ve 7 nolu oyuklar ve diğerlerini takip ederek tekrar 4 nolu dilime varılır.

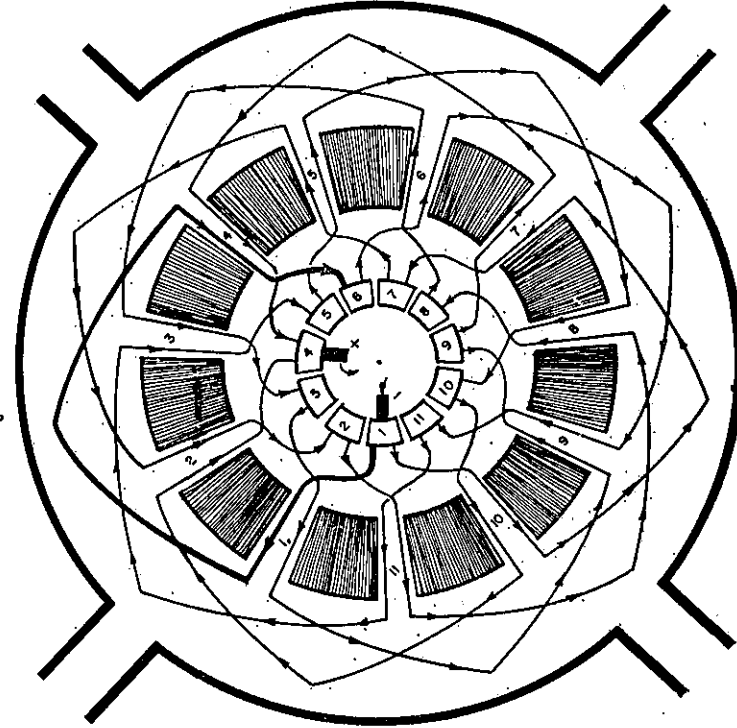
Şekil 21-9 şematik olarak endüvideki iki paralel kolu gösteriyor. (Numaralanmış dikdörtgenler Şekil 21-8 deki kollektör dilimlerini temsil eder.)

Seri Sargılarda;

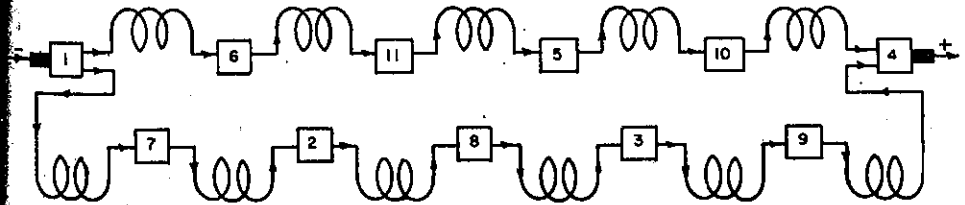
- 1) Kutup sayısı kadar fırça veya yalnız iki fırça,
- 2) Fırça sayısından bağımsız olarak bir endüvi sargısında yalnız iki paralel kol bulunur.

İki sargıyı mukayese edersek, paralel sargılar düşük gerilimli ve yüksek akımlı motorlarda kullanılır, çünkü bu sargı akım için daha fazla paralel kol temin eder. Yüksek gerilimli ve düşük akımlı motorlar veya generatörlerde seri sargı kullanılır.

Buraya kadar, daimi kutupların meydana getirdiği alan içinde endüvinin döndüğünü kabul ettik. Daimi kutupların sadece küçük motorlarda sınırlı bir kullanış yeri vardır. Motorların ekserisinde endüktör olarak elektromıknatıs kutuplar kullanılır.



Şekil 21-8. Seri Sargı (Dalgalı Sargı).



Şekil 21-9.

Generatörlerde endüktör bobinleri seri ve paralel bağlandıkları gibi bazı generatörlerde iki tip endüktör bobinleri vardır. Bu bobinlerin bir kısmı endüviye seri ve diğerleri paralel bağlanarak kompund motor yapılabilir.

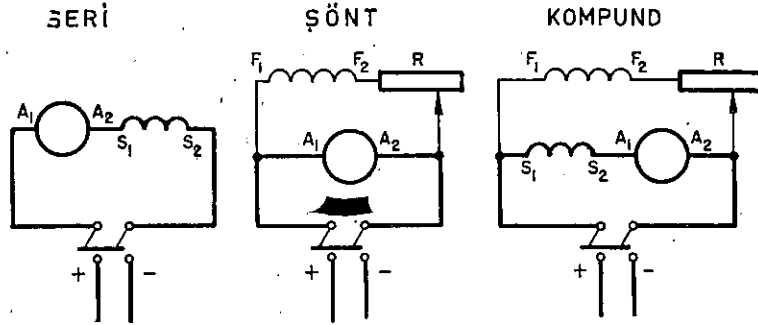
Endüktör bobinlerinin, motorların çalışma karakteristikleri üzerindeki etkileri gelecek bölümün konusudur.

Manyetik Alanın Bozulması (Distorsiyon)

Generatörlerde olduğu gibi (Bölüm 18 e bakınız) bir motorun endüvisinden geçen akım esas alana dik bir manyetik alan meydana getirir. Büyük doğru akım motorlarında manyetik alanın bozulmasına mani olmak için endüviye se-

ri bağlı yardımcı kutup ve bobinleri (Komütatör kutupları) yapılmıştır. Bu yardımcı kutuplar endüvi manyetik alanına ters yönde bir alan meydana getirirler. Yünlük endüvi akımı ile çalışan motor yardımcı kutupsuz ise motorun verimi düşer ve kollektör delimelerindeki kıvılcımlar artar yani komütasyon bozulur. Şekil 21-11 de 4 büyük ana kutup ve aralarındaki 4 küçük yardımcı kutup olan bir motorun endüktörü göstermiştir.

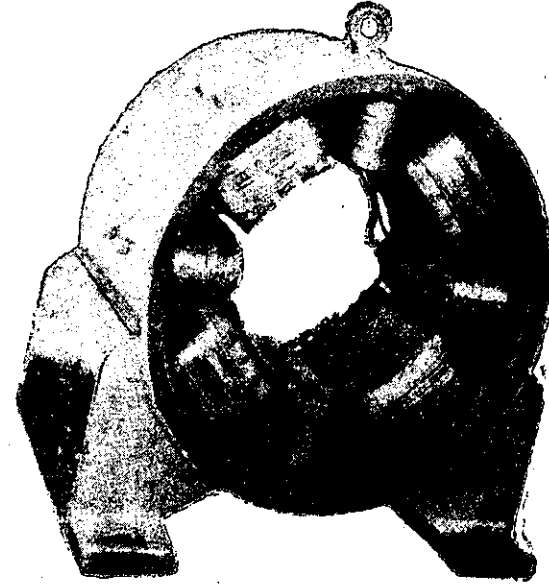
Bir motordaki yardımcı kutuplar, takip ettikleri ana kutupla aynı isimlidirler. (Endüvinin dönüş yönüne göre N ana kutbunu takip eden yardımcı kutup da N dir). Bunun generatörlerdeki durumu tersi olduğuna dikkat ediniz.



Şekil 21-10. Motorların Endüktör Bağlantıları

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Dönme momentinin manası döndürme etkisidir. Kuvvet $\times$ yarıçap olarak hesaplanır ve kg m. ile ölçülür.
- Bir motorun dönme momentini manyetik akı, endüvideki iletken sayısı ve akım bilindiğine göre



Şekil 21-11. Şönt Motorun Yardımcı Kutuplu Endüktörü

$$\text{formül } M = \frac{P \times \emptyset \times Z \times I_a}{61,5 \times 10^8 \times m}$$

kg. m ile bulunur $\emptyset$ (Kutup başına akı, Maksvel), p (Kutup sayısı), Z (Toplam iletken sayısı), I (Endüvi akımı).

MKS sisteminde : 1 hp = 75 kgm/sn

$$P = \frac{2 \pi M \cdot n}{60 \times 75} = \frac{M \cdot n}{716}$$

- Bir motorun endüvisine tatbik edilen gerilim :

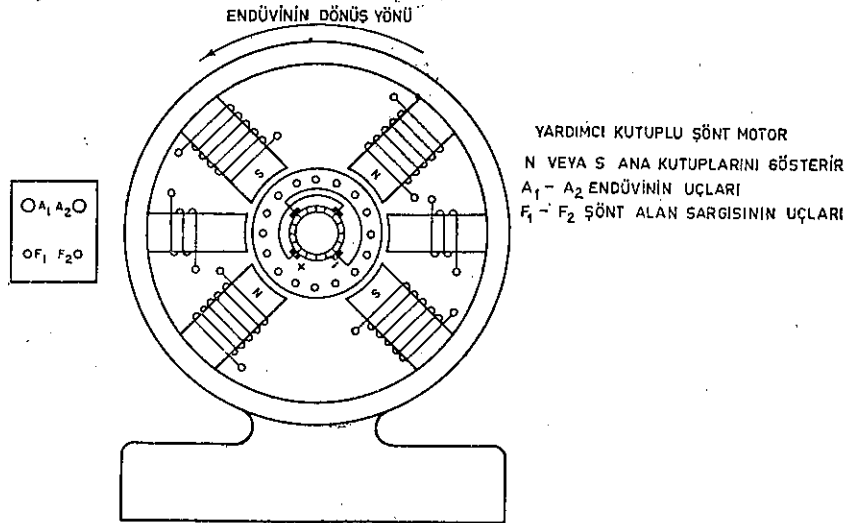
1 — Endüvi direncinide düşen (RI) gerilimi karşılar. Bu gerilim düşümünden dolayı ısı şeklinde enerji kaybolur.

2 — Gerilim düşümü tatbik edilen gerilimden çıktıktan sonra kalan gerilim (üretilen EMK e eşittir) mekanik enerjiyi meydana getirerek motoru çalıştırır.

- Tatbik edilen gerilim = EMK + IR
- Giriş Gücü = Faydalı Çıkış Gücü + $I^2 R$ ısı gücü

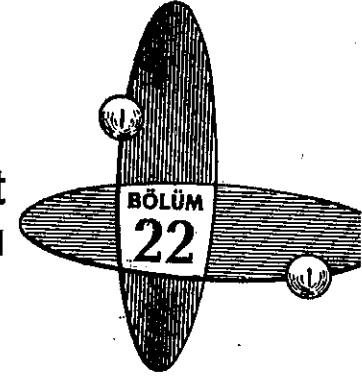
TEKRARLAMA SORULARI

- 300 iletkenli paralel sargıda meydana gelen dönme momentini, toplam endüvi akımı 40 A., toplam akı 2,125,000 kuvvet çizgisi olduğuna göre hesaplayınız.
- Problem 1 deki dönme momentinin 10 cm çapındaki bir kasnakta meydana getireceği teğet kuvveti hesaplayınız.
- Birinci problemdeki endüvi, dakikada 990 devirle döndüğüne göre hp. olarak çıkış gücünü hesaplayınız.
- Toplam iletken sayısı 300 (150 sarım) olan bir endüvi 990 devir/dak ile 2,125,000 kuvvet çizgisinin arasında döndüğünde indüklenen EMK'ı hesaplayınız. Endüvide iki paralel kol vardır.
- 124 voltluk Doğru Akım şebekesinden beslenen 0,47 omalık direnci olan endüvi 40 A. çektiğine göre aşağıda istenenleri hesaplayınız:
 - Endüvi direncinde düşen gerilimi,
 - Mekanik enerjiyi meydana getiren gerilimi (zıt EMK)
 - hp. olarak çıkış gücünü,
 - Verimi,
 - Isıya çevrilen gücü.
- Yukarıdaki endüvi kilitlenerek durdurulduğunda, endüviden geçen akımı hesaplayınız.
- Şekil 21-5 ve 21-8 deki endüvilerin dönüş yönünü tayin ediniz.
- Bir doğru akım motorunda ana kutuplara göre yardımcı kutuplar nasıl kutuplandırılmalıdır?
- Şekil 21-12 deki şönt motor, saat ibresinin ters yönünde döndüğüne göre, iç ve dış bağlantılarını tamamlayınız. Yardımcı kutup bobinleri endüviye seri ve bu devrenin bir parçası sayılır. Endüvi devresinin uçları A_1 ve A_2 bağlantı uçlarında (klemens) son bulur. Motor saat ibresinin ters yönünde döndüğüne göre, ana ve yardımcı kutup bobinlerinin doğru bağlandıklarından emin olunuz.



Şekil 21-12.

Doğru Akım Seri ve Şönt Motorları



Bir motorun devir sayısı ve dönme momenti yalnız endüviden geçen akıma değil, aynı zamanda endüvinin içinde döndüğü manyetik alanın şiddetine de bağlıdır. Endüviyi besleyen D.A. hattına bağlı olan şönt alan sargısı sabit bir manyetik alan meydana getirir. Endüviye seri bağlı olan seri alan sargısından geçen akım, motorun üzerindeki yük ile değişir. Seri, şönt alan sargılarının veya iki sargının birlikte kullanılmaları ile motorlarda elde edilen çeşitli karakteristiklerin incelenmesi bu bölümün gayesidir. Motorun kendi kendini ayarlama özelliğinin yanında, devir ve dönme momentlerinin kontrolü, dışardan endüvi ve endüktör akımlarını ayarlamakla sağlanır.

Anlatma kolaylığı için önceki bölümdeki iki uzun formül kısaltılacaktır:

$$\text{Dönme Momenti } M = k \times \phi, I_a \quad (22-1)$$

$$E = k, \phi n \quad (22-2)$$

Bu formüllerde:

ϕ Bir kutupun akısı, Maksvel

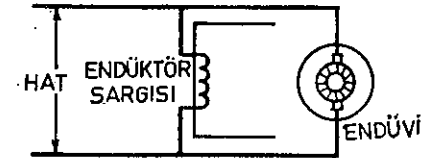
I_a — Endüviden geçen akım

k, k_1 — Endüvi için (z, p, m ye bağlı) sabit bir sayı

n — dakikada devir sayısı.

Şönt Motor

Şebeke gerilimi sabit kaldığı müddetçe endüvi akımı değişse de endüktör (Şönt sargı) akımı sabit kalır, dolayısıyla sabit bir manyetik alan meydana getirir. Değişen yük altında motorun çalışma özelliğini görebilmek için örnek bir problem ele alalım:



Şekil 22-3.

$$\phi = 2,5 \times 10^6 \text{ maksvel; } k = 6,5 \times 10^8; k_1 = 6,66 \times 10^{-8}$$

Şebeke gerilimi : 220 V.;
Endüvi direnci $R_a = 1 \Omega$

Formül 22-1 i kullanalım :

$$M = k \times \phi \times I_a = 6,5 \times 10^8, 2,5 = 10^6 I_a$$

$$M = 16,25 \times 10^{-3} \times I_a$$

Formül 22-2 :

$$EMK = k_1 \cdot \phi \cdot n = 6,66 \times 10^{-8} \times 2,5 \times 10^6 n$$

$$EMK = 16,7 \times 10^{-2} \times n$$

Yukarıdaki sonuçları, hat gerilimi $\times EMK + I_a \times R_a$ formülü de yerine koyarak, motorun akımı ve dakikadaki devri, çeşitli yükler için hesaplanabilir.

Örneğin : Motorun, üzerindeki yükü taşıyabilmesi için 1,625 kgm lik dönme momenti meydana getirmesi gereklidir. $M = 16,25 \times 10^{-3} \times I_a$ olduğuna göre, endüvi akımı $I_a = 10$ A. çekerse 1,625 kgm lik döndürme momenti meydana getirir.

Endüvi direncinde düşen gerilim $I_a R_a = 1 \times 10 = 10$ volt.

DÖNME MOMENTİ	ENDÜVİ AKIMI	ENDÜVIDE DÜŞEN GERİLİM	E.M.K.	DEV/DAK.	ENDÜVİ			TOPLAM	
					GİRİŞ GÜCÜ (VAT)	ÇIKIŞ GÜCÜ (VAT)	VERİM	GİRİŞ GÜCÜ (VAT)	VERİM
0	0	0	220	1294	0	0	--	110	0
1.2	1	4	216	1270	220	216	.98	330	.65
2.4	2	8	212	1247	440	424	.96	550	.77
3.6	3	12	208	1223	660	624	.945	770	.81
4.8	4	16	204	1200	880	816	.93	990	.824
6.0	5	20	200	1176	1100	1000	.91	1210	.825
7.2	6	24	196	1153	1320	1176	.89	1430	.822
8.4	7	28	192	1129	1540	1344	.87	1650	.815
9.6	8	32	188	1106	1760	1504	.855	1870	.805
10.8	9	36	184	1082	1980	1656	.84	2090	.79
12.0	10	40	180	1059	2200	1800	.82	2310	.78
13.2	11	44	176	1035	2420	1936	.80	2530	.765
14.4	12	48	172	1012	2640	2064	.78	2750	.75
15.6	13	52	168	988	2860	2184	.765	2970	.735
16.8	14	56	164	965	3080	2296	.745	3190	.72
18.0	15	60	160	941	3300	2400	.73	3410	.70
33.0	27.5	110	110	647	6050	3025	.50	6160	.49

$$Zıt EMK = 220 - 10 = 210 \text{ volt.}$$

$$EMK = 16,7 \times 10^{-2} \times n \text{ den}$$

$$210 = 16,7 \times 10^{-2} \times n$$

$$n = \frac{210 \times 10^2}{16,7} = 1258 \text{ devir / dak.}$$

Seri halinde yapılan hesaplamaların sonuçları yukarıda tablo halinde verilmiştir. Çeşitli dönme momentlerinde, endüvi akımı, I_a , R_a gerilim düşümü, zıt EMK ve dakikadaki devir sayısı örnek problemde gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Endüvi için giriş gücü = 220 V $\times$ endüvi akımı • endüvi çıkış gücü = Zıt EMK $\times$ endüvi akımı.

Şönt motorun şebekeden çektiği toplam giriş gücünün hesaplanmasını daha kolay anlayabilmek için örnek problemi ele alalım. Endüktör bobini 220 voltluk hattan 0,5 A. çektiğine göre :

$220 \times 0,5 = 110$ Vat, şönt sargının çektiği güçtür. Endüvi giriş gücüne 110 Vat ilâve edilerek toplam giriş gücü bulunur.

$$\text{Endüvinin verimi} = \frac{\text{Zıt EMK}}{\text{hat gerilimi}}$$

veya

$$\text{Endüvi verimi} = \frac{\text{Endüvi çıkış gücü}}{\text{Endüvi giriş gücü}}$$

$$\text{Endüvi çıkış gücü}$$

$$\text{Motorun Verimi} = \frac{\text{Toplam motor giriş gücü}}{\text{Zıt EMK}}$$

Örnek problemde döndürme momenti 1,625 kgm olan motor dakikada 1258 devirle dönerken

$$P = \frac{M \cdot n}{975} \cdot 1000 = \frac{1,625 \cdot 1258}{975} \cdot 1000$$

$P = 2100$ vatlık mekanik güç temin eder. Endüviyi ısıtan güç = $1 \times 10^3 = 100$ Vattır.

Motorun üzerindeki yükün aniden arttırıldığını ve motor kasnağına konan 10 kgm lik döndürme momentinin motoru durdurmaya çalıştığını farzedelim. Motor 10 kg. m lik dönme momentini meydana getirecek veya duracaktır.

Motor biraz yavaşlayınca, devir sayısının düşmesi zıt EMK in azalmasına sebep olacağından endüviden geçen akım artar.

Motor 10 kgm. lik döndürme momenti meydana getirirken yavaşlayarak devri 950 ye üretilen EMK (Zıt EMK) i 158,5 volta, endüvi akımı da 61,5 A. e yükselir.

Motorun çıkış gücünün artmış olmasına rağmen, yük, bu motor için uygun bir yük değildir.

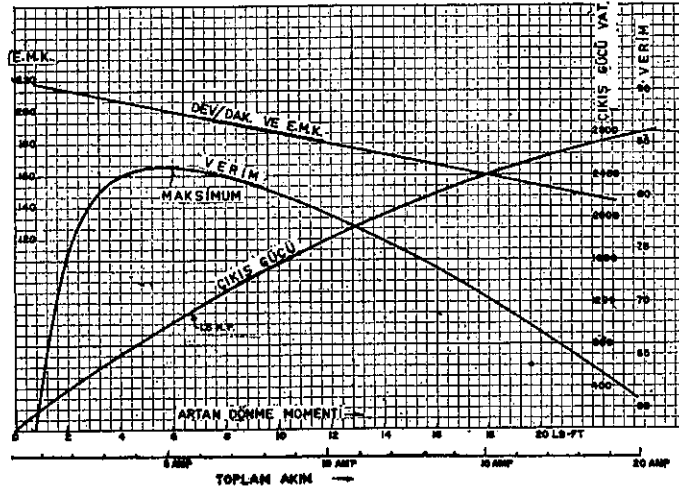
Motorun verimi % 71,5 a düşünce endüvide ısıya çevrilen 3782,5 Vatluk güç endüviyi emniyet sınırının üstünde ısıtır.

Bir yük değişikliği daha: 10 kgm. lik döndürme momenti ile çalışan motorun üzerindeki yükü azaltarak sıfır yaptığımızı kabul edelim.

Endüvideki 61,5 A. akım hâlâ 10 kg. m lik döndürme momenti meydana getirdiği için motorun devrini hızlandırır.

Eğer devir sayısı dakikada 1318 e ulaşırsa, 220 voltluk zıt EMK indükleneceğinden endüviden geçen akım sıfır olur ve dönme momenti meydana gelmez. Motorun hızının artması da durur.

Tabiatıyla motorda sürtünme olmadığı kabul edilmiştir. Endüvi sürtünmeyi karşılamak için küçük dönme momenti meydana getirir. Böylece motorun hakiki devri belki 1318 yerine 1310 devir/dakika olur.



Şekil 22-4.

Şekil 22-4 bilgileri özetliyerek yükün dönme momenti arttıkça dakikadaki devir sayısının ve çıkış gücünün nasıl değiştiğini gösteriyor. Verimin ölçeği verim değişikliğini daha iyi belirtebilecek şekilde seçilmiştir.

Motorun hp olarak en yüksek verimdeki çıkış gücü, motorun normal gücüdür. Örnek: 10 hp lik bir motor 10 hp lik çıkış gücünde maksimum verimle çalışacak şekilde imal edilmiştir. Endüvideki $R_a I_a^2$ kaybı endüktördeki $I^2 R$ kaybına eşit olduğu zaman elektrik verimi en büyük değere ulaşır.

Şekil 22-5 bilgileri değişik bir şekilde özetlemiştir. hp. olarak çıkış gücü ile devir sayısı, verim ve akım değişikliklerinin ilgisini belirtiyor. Eğrilerin 1,5 hp. den son-

raki kısımlarının pratikten çok teorik önemi vardır.

Verimin 3/4 hp. in altında düşük olması motora hiçbir zarar vermez. 2 hp. in üstündeki yüklerde akım hızla artar, dolayısıyla endüvide ısıya çevrilen enerji de artar. Bu motor için en büyük çıkış gücü 4 hp. ve bu güçte verim % 50 dir. Daha da düşük verimlerde endüvinin akımı arttığı halde motorun çıkış gücü düşer. Eğer bir kimse bu motoru böyle aşırı yüklerde çalıştırmak istiyorsa, her iki üç dakikada bu motoru yeni bir motorla değiştirmek gerektiğini bilmelidir.

Devir Ayarı

Normal yük değişikliklerinde bu motorun devri çok fazla değiş-

mez, bunun için seri motorlara nazaran şönt motorlara sabit devirli motor da denir. Seri motorun devir karakteristiği ileride anlatılacaktır. Bir motor karakteristiği olarak devrin kendi kendine ayarlanmasına «devir regülasyonu» denir. Devir regülasyonu şöyle ifade edilir:

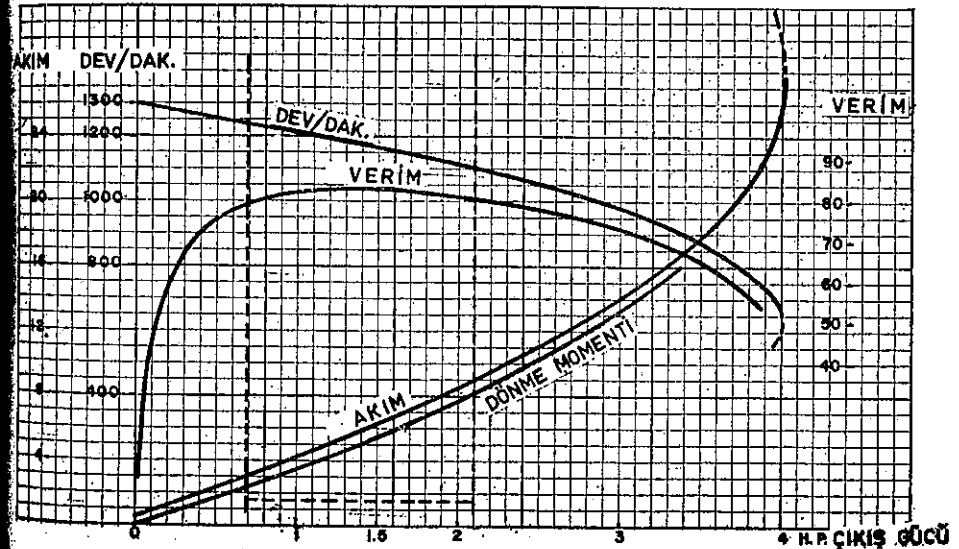
Yüksüz Devir—tam yük devri

tam yük devri

Meselâ; yukarıdaki motorun tam yük devri 1170 devir/dak. ise,

$$\text{Regülasyon} = \frac{1294 - 1170}{1170} =$$

$$0,106 = \% 10,6 \text{ dır.}$$



Şekil 22-5.

Endüvi direnci küçüldükçe, şönt motorun devir regülasyonu iyileşir. Formül 22-2 den, manyetik akı sabit olduğu zaman, devrin zıt EMK ile orantılı olduğu görülür.

Motorun yüksüz devrine = n_1 ve tam yük devrine = n_2 diyelim.
 $k_1 \Phi \times n_1 = E_1$ yüksük zıt EMK
 $k_1 \Phi \times n_2 = E_2$ yüklü zıt EMK

Yukarıdaki iki eşitlik taraf tarafa bölünürse

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{E_1}{E_2} \text{ olur.}$$

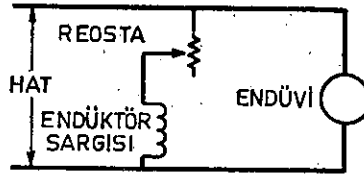
Şönt Motor Devrinin Kontrolü

Kontrol, endüvi akımını veya endüktör akımını yahut ikisini bir den ayarlayarak motorun devir sayısının değiştirilmesidir.

Manyetik Alanın Kontrolü

Endüktör devresine seri bir direnç ilâve ederek manyetik alan zayıflatıldığında önceki örnekteki motorun devrinin ne olacağını araştıralım. Beklenen sonucun alınmadığı görülür.

Motor 10 A. çekerek 1,625 kgm lik dönme momenti meydana getirdiğini ve 1258 dev/dak. ile çalış-



Şekil 22 - 6.

tığını kabul edelim. Endüktör akımı 0,5 A. den 0,4 A. e düşürüldüğünde manyetik akı da $2,5 \times 10^6$ maksvelden 2×10^6 maksvele düşmektedir.

Motor 1258 dev./dak. ile dönerken $2,5 \times 10^6$ maksvel lik akıyı keserek endüvide 210 voltluk zıt EMK üretilir. Eğer akı azaltılıncaya devir 1258 de bir an kalırsa 2×10^6 maksvel lik akıyı keserek 167,6 voltluk EMK üretecektir. Çünkü EMK akı ile orantılıdır. 167,6 voltluk zıt EMK., 220 voltu karşıladık-tan sonra artan 52,4 volt bir om-luk endüvi direncinden 52,4 am-perlik akımın geçmesine sebep olur. ($52,4 = I_a R_a$, $52,4 = 1 \times 52,4$). Akımın ve akının değişmesi dönme momentine tesir edecektir.

Dönme momenti $M = k \Phi \times I_a$
 $M = 6,5 \times 10^{-8} \Phi I_a =$
 $6,5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^6 \times 52,4 =$
 $6,82 \text{ kgm. } M = 6,82 \text{ kgm.}$

Akı Maksvel	Dönme momenti kgm.	Ia Amp.	Devir/dak.	Zıt EMK (Volt)	Giriş gücü Vat.	Çıkış g. (Vat)
$2,5 \cdot 10^6$	1,625	10	1258	210	2310	2100
$2 \cdot 10^6$	1,625	25	1640	195	5610	4875

Bu yeni dönme momenti 6,82 kgm, motorun üzerindeki yük için gerekli olan 1,625 kgm. lik döndürme momentinden çok büyüktür. Bu durumda fazla döndürme momenti endüvinin hızını artırır. Devir arttıkça indüklenen zıt EMK de artar ve endüviden geçen akımı azaltır. Manyetik alanı zayıflayan motorun devri, 1,625 kgm. lik dönme momentli yükü karşılayan bir akım değeri elde edilinceye kadar yükselmesine devam eder.

$\Phi = 2 \times 10^6$ maksvel değerini dönme momenti formülünde kullanırsak, 1,625 kg. m. lik moment, endüvi, çekeceği 25 A. le meydana getirir.

Endüvi direncinde düşen gerilim $I_a R_a = 1 \times 25 = 25$ volttur. Endüvi yeni sabit devrine ulaşarak çalışmaya başladığı zaman $220 - 25 = 195$ voltluk zıt EMK. indüklenir.

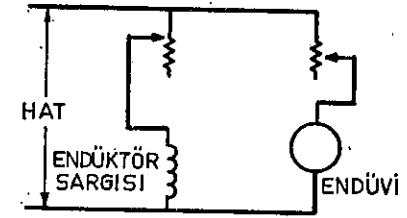
Bu yeni devir hesaplanabilir:
 $EMK = k_1 \Phi \times n = 6,66 \times 10^{-8} \times \Phi \times n$

$$195 = 6,66 \times 10^{-8} \times n$$

$$n = 1640 \text{ devir/dak.}$$

Endüvi Kontrolü

Önceki değerleri ($M = 1,625$ kgm., $I_a = 10$ A., $\Phi = 2,5 \times 10^6$



Şekil 22 - 7.

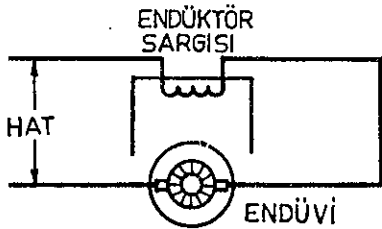
maksvel) kullanarak 1 om-luk endüvi devresine ilâve edilen 1 om-luk direncin etkisini tayin etmeğe çalışalım. Direnci endüvi devresine ilâve ettiğimiz anda motor hâlâ 1258 dev/dak. ile döner, 210 voltluk zıt EMK indüklenir ve 10 voltluk gerilim endüvi devre direncinden akımın geçmesini temin eder. Endüvi direnci 1 om-dan 2 oma çıktığından geçen akım 10 A. den 5 A. e düşecektir. Bu 5 A. lik endüvi akımının meydana getirdiği dönme momenti 0,812 kgm. ye düşer. Böylece 1,625 kgm. lik yük momentini temin edemeyeceğinden, motorun devri yavaşlar. Devir düştükçe ve zıt EMK azaldıkça endüviden geçen akım artmaya başlar. Endüvinin akımı tekrar 10 A. e yükseldiği zaman 1,625 kgm. lik döndürme momenti meydana gelir ve motor yeni dü-

Flüks maksvel	Endüvi devre direnci om	Ia Amp.	Dev/dak	Zıt EMK Volt	Giriş gücü Vat.	Çıkış gücü Vat
$2,5 \cdot 10^6$	1 om	10 A	1258	210 V.	2310 W.	2100 W.
$2,5 \cdot 10^6$	2 om	10 A	1200	200 V.	2310 W.	2000 W.

şük devriyle yükü taşımağa devam eder. 2 omluk en düvi direncinden 10 A. geçebilmesi için 20 voltluk gerilime lüzum vardır. Zıt EMK, $220 - 20 = 200$ voltur. 200 voltluk EMK. in indüklenebilmesi için endüvinin 1200 devir/dakika ile dönmesi gerekir.

Manyetik alanın kontrolü endüvinin kontrolünden çok daha fazla kullanılır. Direnç ilâvesi iki sebepten memnuniyet verici değildir: Güç kaybının artmasına ve devir regülasyonunun daha zayıf olmasına sebep olur. Umumiyetle normal devrin altındaki devirler için endüvi kontrolü ve normal devrin üstündeki devirler için alan kontrolü aynı motorlarda kullanılabilir. Meselâ; Şönt ve toplamalı kompund motorlarda normal altı ve üstü devirler için elle kumandalı kontrolörler kullanılır. Doğru akım motorlarında normal devrin altında ve üstündeki devir kontrollerinde elektronik devir kontrol üniteleri de kullanılır. Burada akımlar reostadan başka vasıtalarla kontrol edilirler.

Endüstride, tam yük ile yüksüz devirlerin oldukça sabit olması



Şekil 22-8.

istenen yerlerde ve tehlikeli, aşırı mekanik yük durumlarının olmadığı hallerde şönt motorlar kullanılır. Şönt motorlar çok defa; valtilâtörlerde ve körüklerde, motor generatör gruplarında, torna, freze ve matkap gibi makinalarda dokuma fabrikalarında, ve yük değişiminde devrin sabit kalmasını istenen her yerde kullanılırlar.

SERİ MOTOR

Düşük dirençli, birkaç sipirli alan sargısından geçen toplam akım seri motorun manyetik alanını meydana getirdiği halde, şönt motorun manyetik alanı çok sipirli alan sargısından geçen küçük bir akımla temin edilir. Şönt sargının manyetik akısı endüvi akımına bağlı değildir. Seri motorun akımı yük değiştiğinden seri sargının akısı da değişir. Sayısal bir örnek, bir seri motorun özelliği hakkında doğru bilgiler edinmemize yardım edebilir.

Endüvi direnci 3 om, seri sargı direnci 1 om olan bir seri motoru ele alalım (toplam $3 + 1 = 4$ om); $k = 6,5 \times 10^{-8}$, $k_1 = 6,66 \times 10^{-8}$, $\emptyset = 10^6$ maksvel, normal akım $I_a = 5$ A. ve hat gerilimi 220 V. tur.

$I_a = 5$ A. olduğu zaman, dirençte düşen gerilim $5 \times 4 = 20$ V. Zıt EMK. = $220 - 20 = 200$ V.

Dönme momenti M (kgm.) =

$$k \times \emptyset \times I_a = 6,5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^6 \times 5 = 0,65 \text{ kgm.}$$

$$\text{Zıt EMK} = k_1 \times \emptyset \times n = 6,66 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^6 \times n \text{ den devir sayısını bulabiliriz.}$$

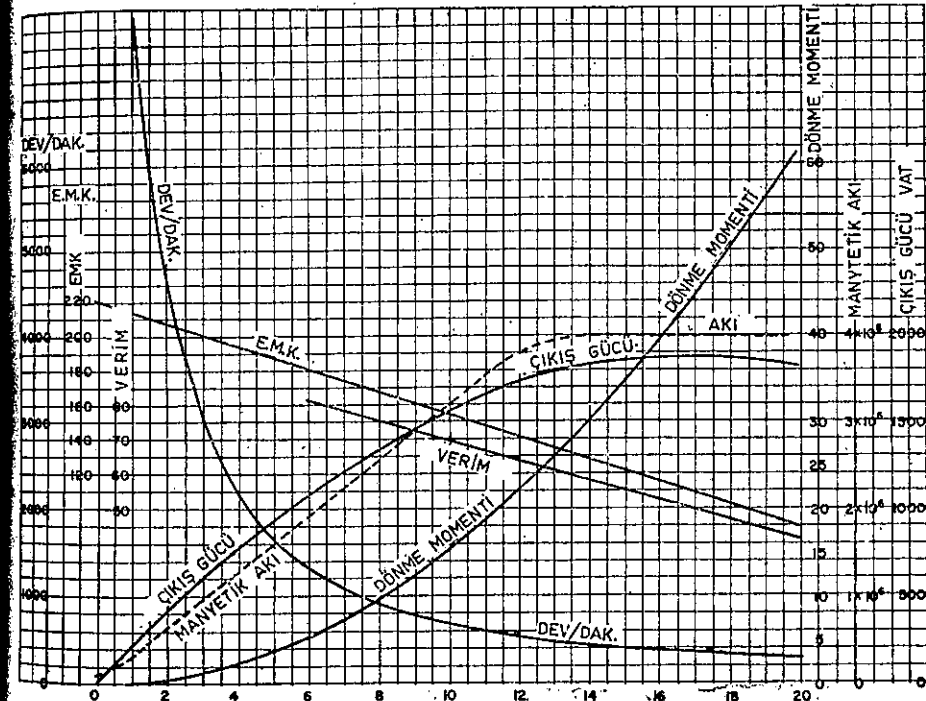
$$200 = 6,66 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^6 \times n.$$

$$n = \frac{200 \times 10^2}{13,32} = 1500 \text{ dov / dak.}$$

Seri motorun yükü değişince meydana gelecek değişiklikleri hesaplayabilmek için, endüvi akımı değişince manyetik akının da değişeceğini dikkate almalıyız. Şekil 22-9 daki akı eğrisi, manyetik akının akımın 12 A. e kadar olan art-

malarında arttığını, 12 A. de doymaya ulaşıldığından akımın daha büyük değerleri için akımın sabit kaldığını göstermektedir. (Tam manası ile doğru olmamakla beraber, bu örnek için kâfidir.)

Aşağıdaki tablo için değerler şu şekilde bulunmuştur. Değişik akım değerleri için 0 dan 20 A. e kadar akı değerleri Şekil 22-9 dan tayin edilmiştir. IR dirençte düşen gerilim $IR = 1.4$ om dur. Zıt EMK. i, 220 volttan (IR) dirençte düşen gerilimi çıkararak buluruz. Dönme momenti $M = k \cdot \emptyset \cdot I$ formülünden, devir de $E = k_1 \cdot \emptyset \cdot n$ formülünden bulunur. Vat cinsin-



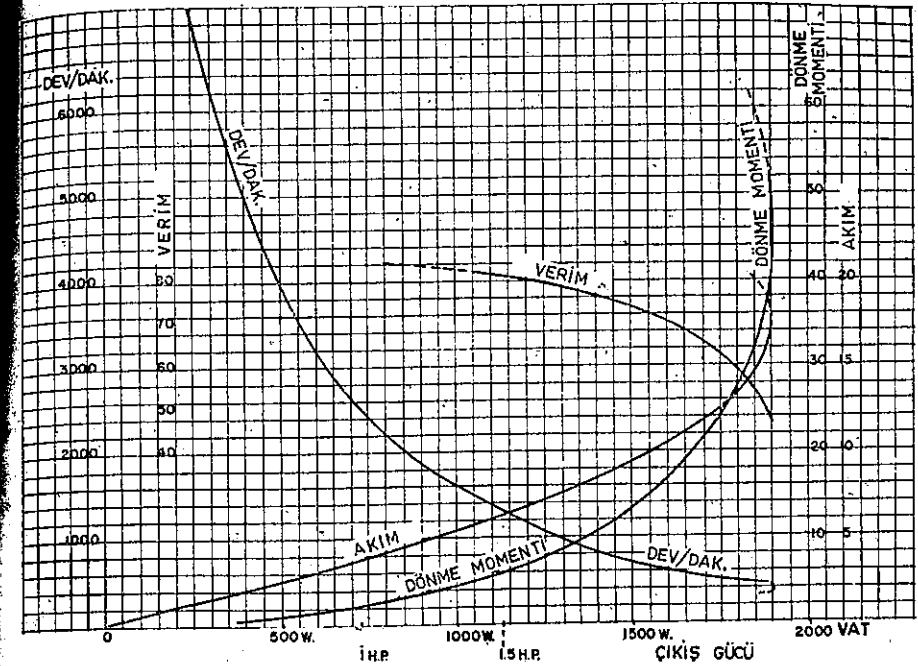
Şekil 22-9.

den çıkış gücü = E . I, vat olarak giriş gücü = 220 . I dir.

Seri motor üzerindeki ilk hesaplama, 5 amper akım çekerek 1500 devir/dakika ile çalışan motorun 0,65 kgm. lik dönme momenti meydana getirdiğini gösterdi. Aniden yük dönme momentinin artarak 2 kgm. olduğunu farzedelim. Bu, motorun devrini düşürür dolayısıyla zıt EMK de azalır. Zıt EMK in azalması akımı arttırır ve akımın biraz artması dönme momentinin daha fazla artmasına sebep olur. Dönme momentinin akıma ve akıya bağlı olduğuna dikkat ediniz. Akımın artması aynı zamanda akıyı artırır. Şu halde kutuplar doyuncaya kadar dönme momenti akımın karesi ile orantılıdır. Devirde oldukça bir düşme

oldu; 1500 dev/dak. dan 650 dev/dak. ya düştü. Devrin düşmesinin artmasından dolayıdır. yükte motor 650 devirle döner, eğer motorun devri artarsa EMK. daha fazla üretilir. Bu motordan geçmesi gerekli akımın temini mümkün olmaz.

Bir örnek daha : Motor 1500 dev/dak. ve 0,65 kgm. dönme momenti ile çalışırken, yük dönme momentini 0,3 kgm. ye düşürür. Bu düşürme, endüvinin dönme momentini kolaylaştırır, dolayısıyla endüvinin devri biraz artar. Devrin artması daha fazla zıt EMK, üretir. Artan zıt EMK. şebekeden çekilen akımı azaltır. Azalan akımın manyetik akının azalmasına sebep olur. Eğer devir 1500 dev/dak. dan 1530 dev/dak. ya çıkarsa akım



Şekil 22 - 11.

ÇEKİLEN AKIM	MANYETİK AKI	TOPLAM GERİLİM	E.M.K.	DÖNME MOMENTİ	DEV/DAK.	ÇIKIŞ GÜCÜ (VAT)	GİRİŞ GÜCÜ (VAT)	VERİM
0	Low	0	220.	0	--	0	0	
0.5	160,000	3.2	216.8	0.04	19,800	108	110	
1	320,000	6.4	213.6	0.15	9,800	214	220	
2	640,000	12.8	207.2	0.60	4,750	414	440	
3	960,000	19.2	200.8	1.38	3,180	602	660	
4	1,280,000	25.6	194.4	2.46	2,230	777	880	.87
5	1,600,000	32.	188.0	3.84	1,725	940	1,100	.855
6	1,920,000	38.4	181.6	5.53	1,390	1,090	1,320	.825
8.25	2,000,000	40.0	180.0	6.0	1,320	1,125	1,375	.82
7	2,240,000	44.8	175.2	7.5	1,150	1,226	1,540	.795
8	2,560,000	51.2	168.8	9.8	970	1,350	1,760	.77
9	2,880,000	57.6	162.4	12.4	830	1,462	1,980	.74
10	3,200,000	64.0	156.0	15.4	716	1,560	2,200	.71
11	3,520,000	70.4	149.6	18.6	607	1,646	2,420	.68
12	3,840,000	76.8	143.2	22.1	550	1,718	2,640	.65
14	4,000,000	89.6	130.4	30.1	480	1,826	3,080	.59
16	4,000,000	102.	117.6	39.3	432	1,880	3,520	.535
18	4,000,000	115.	104.8	49.8	385	1,885	3,960	.475
20	4,000,000	128.	92.0	61.5	338	1,840	4,400	.42

Şekil 22 - 10.

4 A. e düşer. Bu akım 0,416 kgm. dönme momenti meydana getirir ki motor hızının artmaya devam etmesini sağlayabilir. Çünkü, yük dönme momenti 0,3 kgm. dir. Devir 2280 e yükseldiği zaman zıt EMK 206,4 volt olur ve akımı 3,4 A. e düşürür. Bu akım da 0,3 kgm lik dönme momenti meydana getirir ve sabit 2280 devir/dakika ile motor yükü taşımaya devam eder. Zıt EMK in devir kadar hızlı artmadığına dikkat ediniz. Çünkü akımın azalması devrin yükselmesine sebep olurken EMK, in artmasını yavaşlatır.

Şönt motorda akı sabit olduğundan, devirdeki az bir yükseltme zıt EMK i kâfi miktarda artırarak akımı öyle bir değere düşürür ki, motorun hızını yükseltecek, yeter miktarda yük momentinden fazla dönme momenti kalmaz. (Cetvel halinde verilen şönt ve seri motor değerlerini mukayese ediniz.) Bir şönt motorun üzerindeki yük kaldırıldığında, devri biraz yükselir ve zıt EMK i öyle bir değere çıkar ki dönme momentini meydana getiren akımı yok eder. Şebekeden çekilen çok az miktardaki akım, sürtünmeleri

karşılacak kadar dönme momenti meydana getirir.

Bir seri motorun yükü kaldırıldığı zaman, devir ve zıt EMK. artar. Yalnız akımın azalmasından dolayı zıt EMK deki artma yeter miktarda hızlı olmadığından dönme momentini meydana getiren akımı yok edemez. Bu dönme momenti motorun devrini sınırsız olarak artırır. (Seri motorun tablosuna bakınız). Eğer yük kaldırılsa devir 8110 devir/dakika ya yükselir, bu devirde akım 1 A. olur ve 0,026 kgm. lik dönme momenti meydana getirir. Eğer motordaki sürtünmeler 0,026 dan küçükse, devir biraz daha yükselir.

Seri motorların en yüksek devirleri pratikte sınırlıdır:

1. Küçük seri motorların devirlerini sürtünme (yatak, fırça ve rüzgâr sürtünmeleri) sınırlar. 10.000 devir/dak. da motorun şebekeden çektiği güç sürtünme kayıplarına gider. Böylece motorun devri daha da artmaz.
2. Büyük motorlarda, yüksek devirlerde meydana gelen kuvvetler endüvi oyuklarındaki iletkenlerin fırlamasına sebep olur ve motor durur. 5000 dev/dak. ile dönen 200 cm çapındaki endüvinin yüzeyindeki bir noktanın hızı dakikada 3,219 km dir. Endüvi oluğundaki 28,35 gramlık bakır iletkeni olukta tu-

tubalmak için 8,172 kg. lik bir kuvvete lüzum vardır.

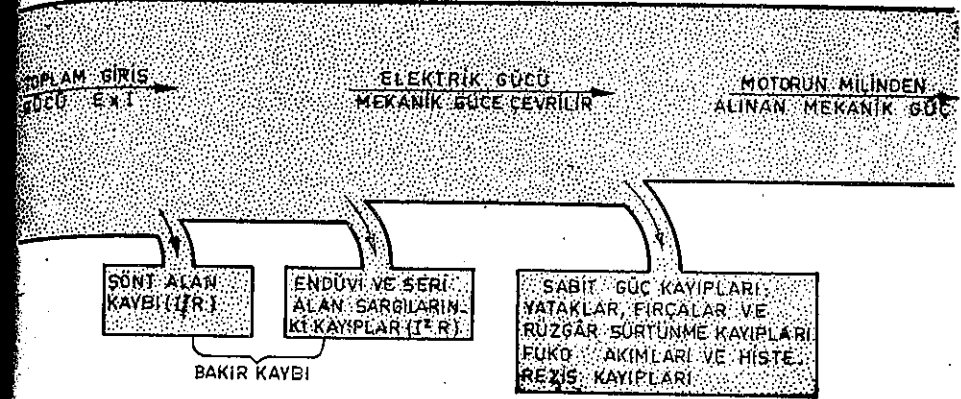
Önceki grafiklerde, düşük çıkış güçleri için verim çizilmedi. EMK/Hat gerilimi ifadesi ile hesaplanan elektrik verimi değerleri doğru değildir. Motorun akımı 1 A. iken hesaplanan elektrik verimi 0,98 dir. Mekanik sürtünme kaybını 100 Vat kabul edersek, gerçek verim 0,47 olur. Gerçek verim hesaplanacak bir problem değildir. Daha çok motor üzerinde yapılan deneyle bulunur.

Seri motor endüstride, aşırı yüksek dönme momentlerinin istendiği ve çalışma esnasında ani aşırı yüklerin tatbik edildiği yerlerde kullanılır. Yüksüz ve tam yük devirlerinin oldukça sabit olması istenen yerlerde seri motor kullanılamaz. Çünkü, seri motorların devir regülasyonu zayıftır. Yüksüz çalıştıklarında devirleri tehlikeli değerlere yükselebilir.

Seri motor, vinçlerde, asansörlerde, yeraltı elektrikli trenlerinde, elektrikli lokomotiflerde kullanılır. Bu gibi yerlerde yüksek ilk hareket momentine lüzum vardır.

BİR MOTORUN GÜÇ KAYIPLARI

Generatörde olduğu gibi bir motorun kayıpları iki kısma ayrılır. Endüvi ve endüktör sargılarının (I^2R) bakır kayıpları ve sabit demir ve sürtünme kayıpları (Şekil



Şekil 22-12. Kompund Motorun Endüktör Sargılarının Bağlantıları

22-11). Motorun demir ve sürtünme kayıpları deneyle bulunur.

Meselâ: Bir şönt motorun endüktör direnci 200 om, endüvi direnci 0,4 om dur. Yüksüz çalıştırıldığında 220 voltluk şebekeden 3 A. çekiyor. Sabit kayıpları bulunuz.

$$\text{Endüktör akımı} = \frac{220}{200} = 1,1 \text{ A.}$$

$$\text{Endüvi akımı} = 3 - 1,1 = 1,9 \text{ A.}$$

$$\text{Endüviye giriş gücü} = 1,9 \times 220 = 418 \text{ Vat.}$$

$$\text{Endüvi bakır kaybı} = RI^2 = 19 \times 0,4 = 1,44 \text{ Vat.}$$

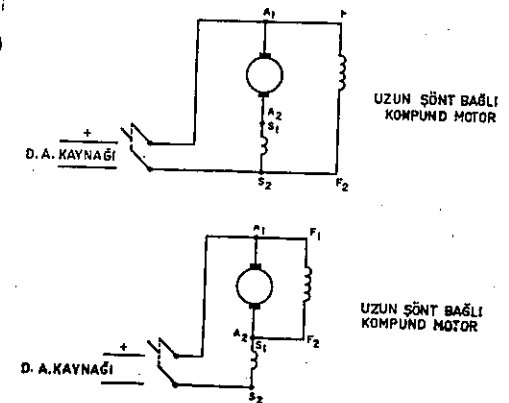
$$\text{Güç kaybı} = 418 - 1,44 = 416,56 \text{ Vat}$$

KOMPUND MOTORLAR

Seri ve şönt motorlar mukayese edildiğinde; 1 — Şönt motorun devri oldukça sabittir. 2 — Gücü aynı olan bir seri motor gerektiği

anda şebekeden aşırı fazla akım çekmeden daha yüksek dönme momenti meydana getirebilir.

Bu iki arzu edilen özelliğin bir motorda birleştirilebilmesi için seri ve şönt sargılar motorun kutuplarına yerleştirilir. Bu yeni motora kompund motor denir. Seri ve şönt sargılarının uçları o şekilde bağlanır ve bobinler kutuplara öy-



Şekil 22-13.

le yerleştirilir ki, meydana getirecekleri manyetik alanlar birbirine ilâve olsun. Sargıların bu şekilde bağlanması toplamalı kompund motoru meydana getirir.

Şönt sargı, endüvi ve seri sargı grubuna paralel bağlanırsa, kompund motor uzun şönt bağlıdır, denir. Şönt sargı yalnız endüviye paralel bağlanırsa kısa şönt bağlı kompund motor denir. Şekil 22-12 de toplamalı kompund motorun uzun ve kısa şönt bağlantı şemaları görülmüştür.

Bir şönt motora üç dört sipirli seri sargı ilâve ederek etkisini inceliyelim :

Ağır yüklerde motor yavaşlayınca endüvinin şebekeden çektiği akım artar. Seri sargıdan geçen bu akım dolayısıyla manyetik alanın şiddetini arttıracığından motora ilâve dönme momenti kazandırır.

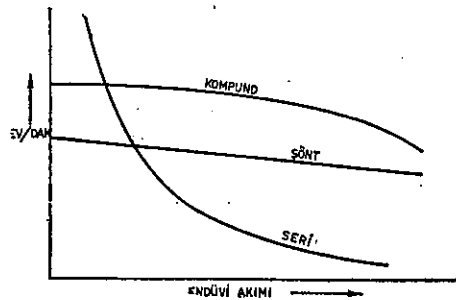
Bir seri motora şönt sargı ilâve ederek inceliyelim :

Hafif yüklerde seri motorun devri, manyetik akının azalmasından dolayı yükselmek ister. Fakat

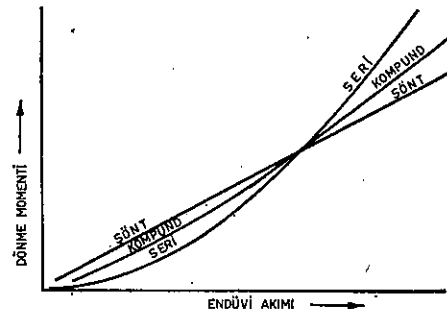
ilâve şönt sargıdan geçen akım sabit olduğundan yeter miktarda sabit manyetik akı meydana getireceği için motor devrinin artmasına mani olur. Aynı şönt motorda ki devrin sınırlanması gibidir.

Üç tip; seri, şönt ve toplamalı kompund motorların karakteristiklerini Şekil 22-13 A, B, C, de mukayese ediniz. Kompund motorların seri ve şönt sargılarının amper-sarımları uygun şekilde ayarlanarak, karakteristikleri seri motorun veya şönt motorun karakteristiklerine yaklaşan kompund motorlar imâl edilebilir.

«Kompund motor» denince genel olarak toplamalı kompund motor anlaşılır. Seri sargı manyetik alanı, şönt sargı manyetik alanına zıt olan kompund motorlara «diferansiyel kompund motor» denir. Esas akıyı şönt sargı meydana getirir, akım artınca seri sargının alanı esas alanı zayıflatır. En iyi devir regülasyonu bu tip motorlarda elde edilir. Motor yüklenince devrinin düşmesi şöyle karşıla-

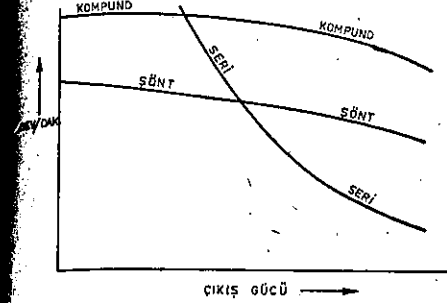


Şekil 22-13 A.



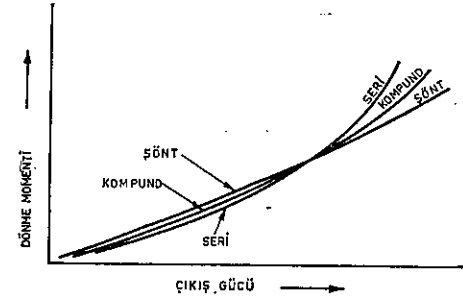
Şekil 22-13 B.

nır: Motorun biraz yavaşlaması endüvi akımını artırır, akımın artması toplam manyetik alanı zayıflatır, dolayısıyla zıt EMK azalır; EMK in azalması daha fazla



Şekil 22-13 C.

endüvi akımının çekilmesine sebep olur ki bu da dönme momentini artırır. Bu suretle artan yük hemen hemen sabit bir devirle taşınır.



Şekil 22-13 D.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Dönme momenti, manyetik akı ve endüvi akımı ile doğru orantılıdır. Herhangi birinin artması dönme momentinin artmasına sebep olur.
- Zıt EMK, akı ve devir sayısı ile orantılıdır. Herhangi birinin artması ile EMK de artar.
- Şönt motorun endüktör sargıları endüviye paralel bağlıdır. Motorun giriş akımı ve yüksüz devri, sabit manyetik alan şiddeti tarafından sınırlanır.
- Seri motorun endüktör sargısı endüviye seri bağlıdır. Yüksüz halde, zayıflayan akı, endüvi akımının artmasına sebep olur. Artan endüvi akımının meydana getireceği dönme momenti motoru hızlandırır. Ağır yükler-

de devir düşük, fakat dönme momenti yüksektir.

- Manyetik alanın zayıflaması motorun devrini artırır. Düşürülen endüvi akımı şönt motoru yavaşlatır.
- Seri ve şönt motorların mukayesesi : Şönt motorun devri oldukça sabittir. Fakat aynı beygir güçlü seri motor lüzumu halinde endüvi akımında aşırı bir artma olmadan daha büyük döndürme momenti meydana getirebilir.
- Toplamalı kompund motor ani yük artmalarında yüksek döndürme momenti meydana getirir. Bu motorun bir faydası da belirli bir yüksüz devrinin olmasıdır. Şu halde, yük kaldırılınca devir aşırı şekilde artmayacaktır.

- Endüstride bu motorlar, yolcu ve yük asansörlerinde, preslerde çelik fabrikaları haddehanelerinde ve benzer tatbikatlarda kullanılır.

TEKRARLAMA SORULARI

1. a) Şönt motorun çalışma özelliğini, devir ve dönme momenti karakteristik eğrileri ile gösteriniz.
b) Şönt motorun endüstrideki dört tatbikat yerini yazınız.
2. a) Seri motorun çalışma özelliğini, devir ve dönme karakteristik eğrileri ile anlatınız.
b) Seri motorun endüstrideki dört tatbikatını yazınız.
3. a) Devir ve dönme momenti karakteristik eğrileri ile, kompund motorun çalışma özelliğini anlatınız.
b) Kompund motorun endüstride kullanıldığı dört yeri yazınız.
4. Yük altında çalışan bir şönt motora yük ilâve ediliyor. Motor ilâve yükü taşımak için kendi kendini ayarlarken hangi basamakları geçtiğini sıra ile yazınız.
5. Bir doğru akım şönt motorunun endüvisinden 15 A. geçiyor. Endüvi direnci 0,7 om dur. Hat gerilimi 220 volt. Endüvide indüklenen zıt EMK i, çıkış gücünü Vat ve hp. cinsinden hesaplayınız.
6. 3 hp ve 120 voltluk bir şönt motor tam yük altında 23 A çekiyor. Yüksüz iken çektiği akım 3 A dir. Şönt sargı direnci 150 om endüvi direnci 0,25 om, yüksüz devri 1600 dev/dak. olduğuna göre :
a) Yüksüz zıt EMK i, b) Tam yükteki zıt EMK i, c) Tam yükteki devrini, d) Yüzde devir regülasyonunu hesaplayınız.
7. Verilen terimlerin manasını açıklayınız :
a) Devir regülasyonu b) Devir kontrolü.
8. Aşağıdaki durumların herbirinde neler olacağını izah ediniz.
a) Bir seri motor üzerindeki yük kaldırıldı.
b) Bir şönt motorun endüvi devresine direnç ilâve edildi.
c) Yüksüz olarak çalışan bir şönt motorun endüktör sargısına seri olan reostada bir kopukluk oldu.
d) Şönt motorun endüktör devresindeki seri alan reostası devreden çıkarıldı ve endüktörden geçen akım arttı.
9. a) Bir motorun verimini düşüren kayıplar nelerdir? Her kayıp motorun hangi kısmında meydana geldiğini açıklayınız.
b) Yükle değişmeyen sabit kayıpları açıklayınız.
c) Sabit kayıpların hepsine birden ne isim verilir?
10. Çıkış gücü bir beygir olan bir motor şebekeden 1000 vat çekiyor. Bakır kayıpları 134 vat olduğuna göre, yükle değişmeyen kayıpları hesaplayınız.
11. 50 hp, 220 V. bir şönt motorun tam yük verimi % 83 dir. Endüktör direnci 110 om, endüvi direnci 0,0

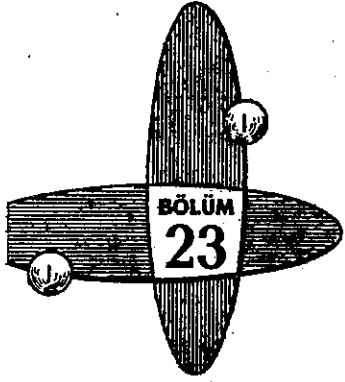
omdur. Tam yük için a) Toplam giriş gücünü vat cinsinden, b) Hat akımını, c) Toplam bakır kaybını, d) Boştaki güç kaybını, hesaplayınız.

12. Bir doğru akım şönt motoru tam yük altında 115 voltluk şebekeden 40 A. çekiyor. Motorun yüksüz akımı 4,4 A. dir. Şönt sargı direnci 57,5 om, endüvi direnci 0,25 omdur. Motorun tam yükteki devri 1740 dev/dak. dir. Motorun :
a) Sabit kayıplarını, b) Tam yükteki bakır kaybını, c) Tam yükteki verimini, d) Tam yükteki çıkış gücünü hp, cinsinden hesaplayınız.
13. Bir motor-generatör grubundaki generatörden 10 kW lık normal gücü çekiliyor. Generatörün verimi %

88,5 dur. Motor 230 V. luk hat gerilimi ile çalışıyor.

- a) Motorun hp olarak çıkış gücünü,
- b) Motor-generatör grubunun tam yükteki verimi % 85 olduğuna göre, motorun tam yükte şebekeden çektiği akımı hesaplayınız.

14. 120 V. luk bir motor bir doğru akım generatörünü besliyor. 240 voltluk generatör 1 kW lık yükü besliyor. Bu durumda motorun verimi % 78, generatörün verimi % 85 dir.
a) hp olarak motorun çıkış gücünü,
b) Motorun şebekeden çektiği akımını hesaplayınız.
15. Hat geriliminin düşmesi şönt motorun normalden fazla ısınmasına sebep olabilir. Neden?



El ile Kumandalı Yolverme ve Devir Ayak Reostaları

Doğru akım güç hattına direk olarak bağlanan motorların endüvileri ilk anda aşırı akım çekerler. Çünkü ilk anda akımı sınırlayacak olan endüvideki zıt EMK sıfırdır. Bu yüksek ilk hareket akımı endüvi sargılarını, fırçaları ve kollektör dilimlerini tahrip edebilir. Aynı zamanda bu yüksek akım şebeke besleme hattında fazla gerilim düşümlerine sebep olacağından bu hatta bağlı alıcıların çalışmasını etkileyebilir.

İlk anda aşırı akım çekmeden, büyük motorların normal çalışmasını temin etmek için «yolverme reostaları» kullanılır. Yolverme reostası ayarlanabilen bir dirençtir, endüvi devresine seri olarak bağlanır. Yolverme reostasının birinci görevi endüvi akımını sınırlayarak, ilk hareket ve hızlanma anlarında akımın emin bir değerde kalmasını temin etmektir. Yolverme reostasına aynı zamanda otomatik olarak motoru devreden çıkarma tertibatı ilâve edilebilir.

Şebeke gerilimi kesildiği zaman bu tertibat motoru devreden çıkarır.

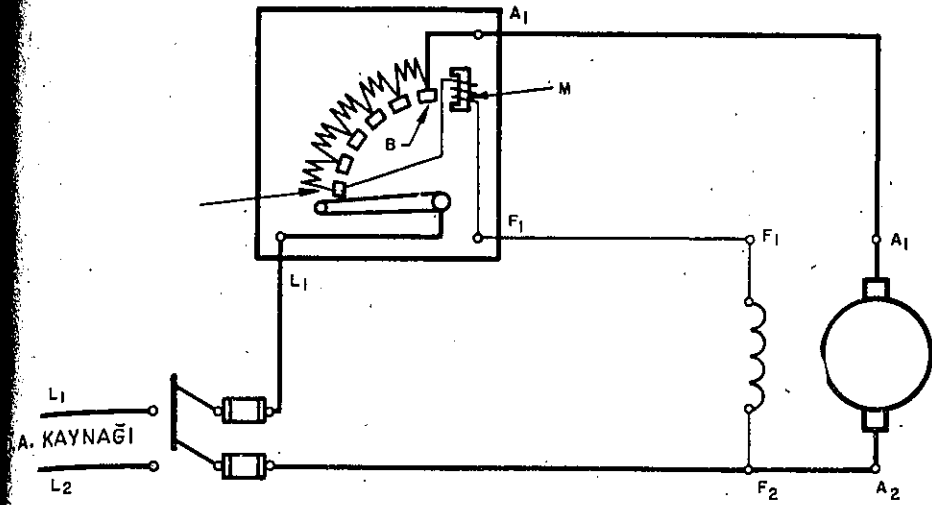
Şönt ve kompund motorları çalıştırmada kullanılan iki tip yolverme reostası vardır :

- 1) Üç uçlu yolverme reostası,
- 2) Dört uç yolverme reostası.

Üç Uçlu Yolverme Reostası

Soğumayı kolaylaştıracak şekilde yapılmış bir kutunun içerisine yalıtkan tüplere sarılı dirençler yerleştirilmiştir. Kutunun ön yüzüne yerleştirilen panoya, dirençlerin uçları bağlanan kontaklar monte edilmiştir. Hareketli bir kola yay ilâve ederek kolun kontaklara basması temin edilmiştir. Kol hareket ettirilince kontaklara sürtünerek döner ve dirençleri devreden çıkarır.

Motorun şalteri kapatıldıktan sonra, Kol döndürülür, birinci A kontağına getirilir. Bu durumda şönt sargıya hat gerilimi tatbik

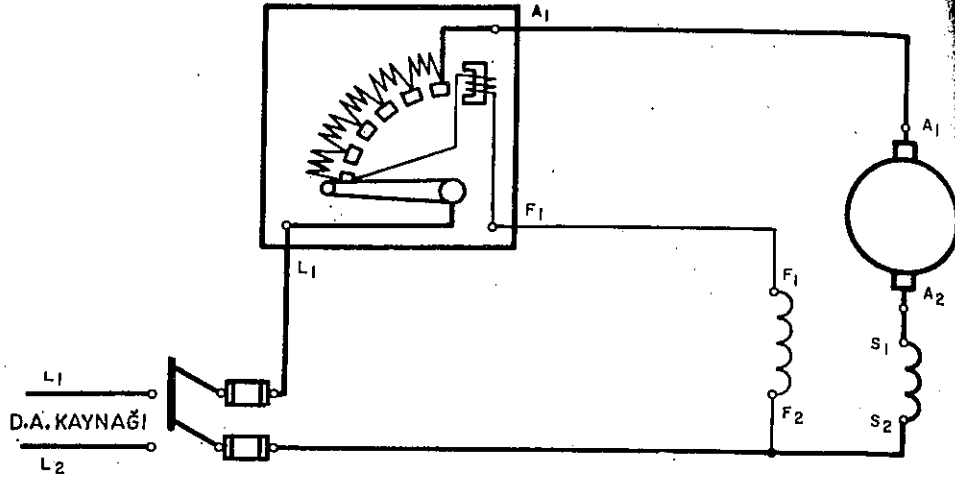


Şekil 23 - 1. Üç Uçlu Yol Verme Reostası

edilmiştir. Uyarım akımı en büyük değerde olduğundan kuvvetli bir manyetik alan meydana gelir. Yolverme direncinin hepsi endüviye seri bağlıdır. Direncin değeri, endüviden ilk harekette normal akımının % 150 si kadar akımın geçeceği kabul edilerek hesaplanır.

Motorun devri arttıkça, yavaş yavaş kol B kontağına getirilir. Motor devrinin yükselerek normal devre çıkması için gerekli zamana göre, kolun hareketi ayarlanır. Kol B kontağında iken endüvi devresindeki dirençler devreden çıkmış endüvi direk olarak şebekeye bağlanmış durumdadır. Manyetik tutucu bobin M, reostanın kolunu çalışma durumunda tutar. Şekilde gösterilmeyen bir yay reostanın kolunu ilk hareket durumuna (sıfır durumu) getirmeğe çalışır.

Motor çalışırken şönt sargının devresinde bir kopukluk olursa, manyetik alan zayıflayacağından motorun devri tehlikeli şekilde hızla yükselmeye başlar. Buna mani olmak için tutucu bobin şönt sargıya seri olarak bağlanır. Şönt sargı devresindeki herhangi bir kopukluk veya uyarım akımının herhangi bir sebepten çok zayıflaması hallerinde tutucu bobin reostanın kolunu bırakır, kol yay vasıtası ile sıfır durumuna gelir. Motor çalışırken şebeke gerilimi kesilirse, tutucu bobin gene kolu bırakacağından, yay, kolu sıfıra getirir. Motor şebeke gerilimi gelince tekrar çalıştırılır. Motor çalışırken reostanın kolu B kontağında iken, reostanın direnci şönt sargı devresine seri bağlıdır. Reostanın direnci, şönt sargının diren-



Şekil 23-2. Üç Uçlu Yol Verme Reostasının Bir Kompund Motora Bağlanması

ci ile mukayese edilince çok küçüktür. Dolayısıyla küçük reosta direncinin seri olarak alan sargısının devresine girmesi akı üzerinde ve devirde bir değişiklik meydana getirmez.

Şekil 23-2, üç uçlu yol verme reostasının bir kompund motora bağlantısını gösteriyor. Şönt motordaki bağlantıya nazaran kompundun bağlantısındaki fark seri sargının ilâvesidir.

Yolverme reostaları ilk hareket akımlarını kısa bir zaman taşıyacaklarına göre imâl edilmişlerdir. Devir kontrol gayesi ile yapılmışlardır. Motoru normal devrin altında çalıştırmak için reosta kolunu orta kontaklardan birinde tutmak, reosta direncinin kısa zamanda yanması ile sonuçlanır.

Bir alan reostası ile motor devrinin normal devrin üstüne çıkarıl-

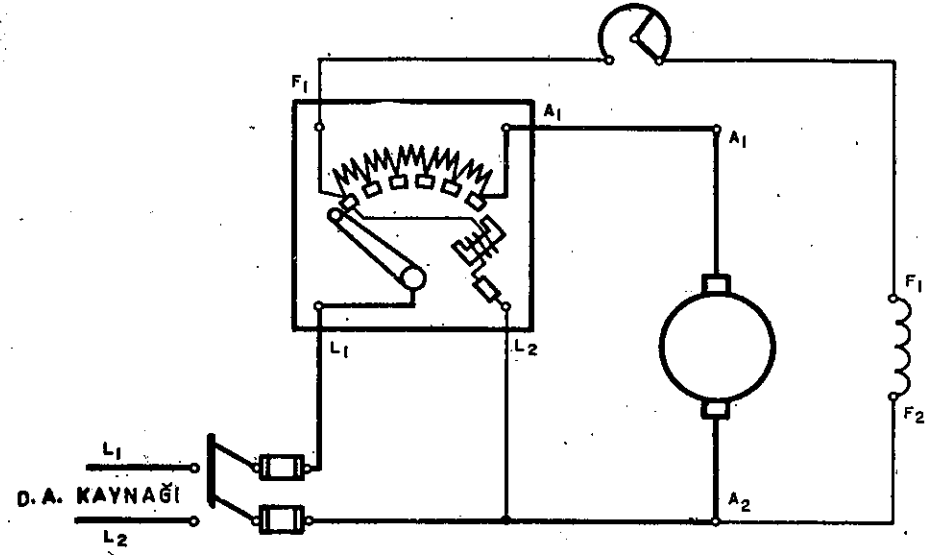
ması üç uçlu yol verme reostasında mümkün değildir. Çünkü uyartım akımının azalması ile tutucu bobin reosta kolunu bırakır ve yay, kolu sıfıra getirerek motoru durdurur. Alan kontrolünü mümkün kılan üç uçludan biraz farklı dört uçlu yol verme reostası yapılmıştır.

Dört Uçlu Yolverme Reostası

Üç uçlu reostada olduğu gibi dört uçlu yol verme reostasının da iki görevi vardır :

1. Belirli bir yönde motoru hızlandırarak normal devre çıkarmak,
2. Endüviden geçen ilk hareket akımının tehlikesiz bir şekilde olmasını sağlamak.

Bu yol verme reostası bir alan reostası ile kullanılabilir. Manyetik alan, normal devrin üstündeki



Şekil 23-3. Dört Uçlu Yolverme Reostasının Bağlanması

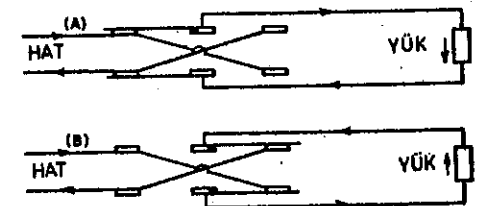
devirleri elde etmek için reosta ile zayıflatılır.

Şekil 23-3 dört uçlu yol verme reostasının bir şönt motora bağlantısını gösteriyor.

Tutucu bobinin üç uçlu reostada olduğu gibi endüktör devresine seri bağlı olmadığına dikkat ediniz. Dört uçlu reostadaki tutucu bobin bir dirençle birlikte şebekeye bağlıdır. Tutucu bobinden geçen akım alan akımına bağlı değildir. Şebeke gerilimi kesilince bobin, reosta kolunu bırakır, kol yay vasıtası ile sıfır durumuna gelir. Şebeke geriliminin düşmesi ile de, tutucu bobin kolu bırakabilir ve kol sıfır durumuna gelir.

Bir motorun dört uçlu yol verme reostası ile çalıştırılması üç

uçlu yol verme reostasında olduğu gibidir. Şönt sargıya seri bağlı olan uyartım reostasının ayarı ile normal devrin üstündeki herhangi bir devir elde edilebilir. Motor durdurulacağı zaman, uyartım reostası devreden çıkarılarak motorun devri normale düşürülür, sonra şalter açılır. Yukarıdaki, motoru durdurma sırası, motorun tekrar çalıştırılmasında kuvvetli



Şekil 23-4. Çift Kutuplu Onversör Şalter

manyetik alan temin ederek kalkınma momentinin yüksek olmasını sağlar.

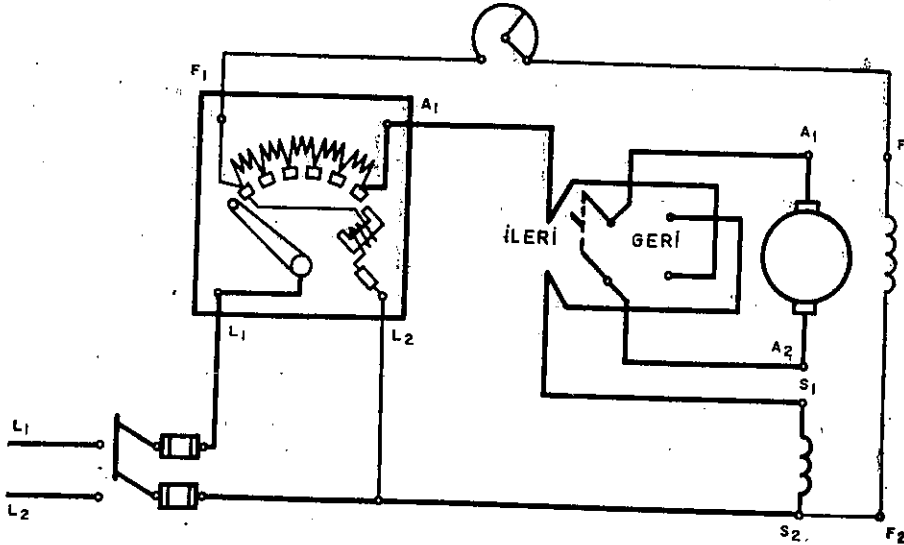
Devir Yönünün Değiştirilmesi

Bir motorun devir yönünün değiştirilmesi endüvi akımının yönünü değiştiren bir şalterle yapılır. Motorun akım yönünü değiştirmek hiçbir şey temin etmez, motor aynı yönde dönmeye devam eder. Çünkü endüvi ve endüktör akımlarının yönleri aynı zamanda değişmiştir.

Bazı motor kontrol sistemlerinde motoru çabuk durdurmak gerekebilir. Endüviden kısa bir müddet ters yönde akım geçirilir, meydana gelen ters dönme momenti motoru ani olarak durdurur. Motorun bu şekilde ani durdurulmasına «plugging» denir.

Pratikte bir motorun devir yönünün değiştirilmesi endüvinin ucu değiştirilerek yapılır.

Şekil 23-5, kompund motorun dört uçlu yolverme reostası ve endüvi devir yönünü değiştirmek için kullanılan iki kutuplu envansör şalter ile birlikte bağlantı masasını gösteriyor. Motorun devir yönünü değiştirmek için, içinde geçen akımın yönü değiştirilir. Bu anda seri sargıdan geçen akım yönü aynı kalır, dolayısıyla her iki yön için motor toplamalı kompund motor olarak çalışır. Devir yönü, endüktörden geçen akımın yönü değiştirilerek ve endüvi akımının yönü sabit bırakılarak da değiştirilebilir. Fakat bu durumda seri ve şönt sargı uçlarının her ikisi de değiştirilmelidir. Bu, motor



Şekil 23-5. Bir Kompund Motora Dört Uçlu Yolverme Reostasının Bağlantısı

kontrol bağlantılarını oldukça kolaylaştırır.

EL İLE KUMANDALI DEVİR KONTROL REOSTALARI

Çok defa doğru akım motorları, devirlerini değiştirmek gerekebilir. Daha önce açıklandığı gibi normalin üstündeki devirler için şönt sargıya seri direnç ilâve edilir, normalin altındaki devirler için endüviye seri dirençler bağlanır.

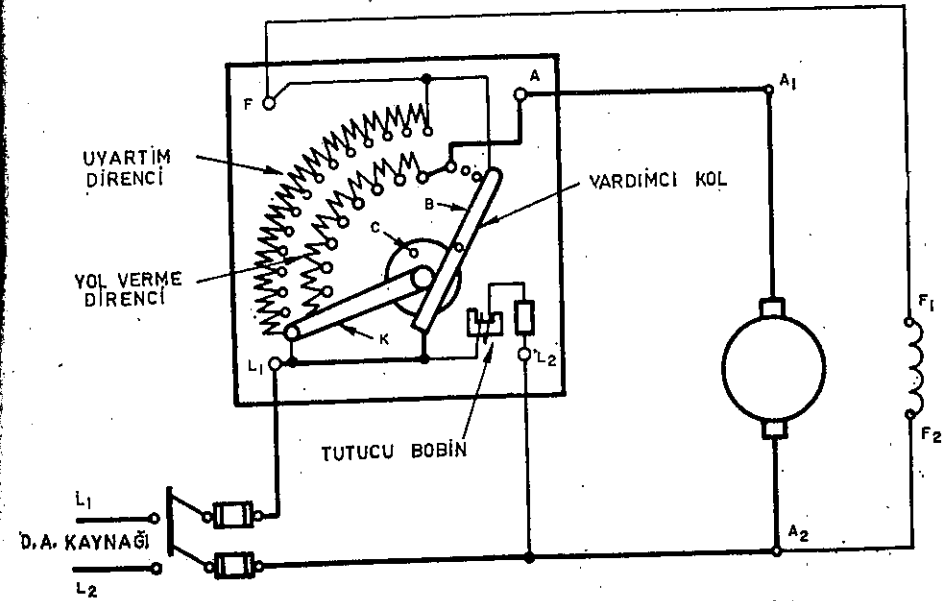
Şönt ve kompund motorlarda iki tip el ile kumandalı devir kontrol reostası kullanılır:

1. Normal üstü devir kontrol reostası,
2. Normal üstü ve altı devir kontrol reostaları.

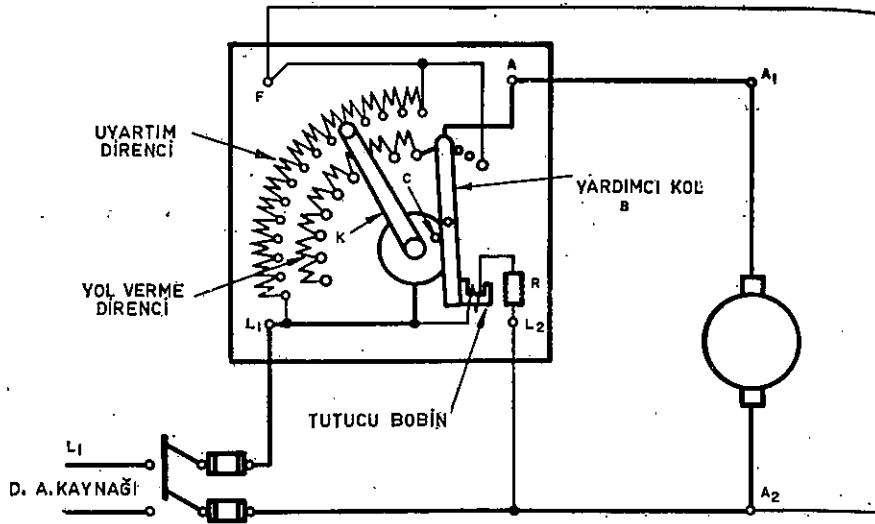
El ile kumandalı devir kontrol reostaları ile el ile kumandalı yolverme reostalarını karıştırmamak lazımdır. El ile kumandalı yolverme reostaları ilk çalıştırmada motorun devrini hızlandırarak normale çıkarır.

Normal Üstü Devir Kontrol Reostası

Bu reosta yolverme reostası ile uyartım reostasının görevini birleştirmiştir. İlk hareket dirençleri endüvi devresine seri girer. Motorun ilk hareket akımını normal devre çıkarken sınırlar. Uyartım kontrol devresi motor normal devrine ulaştıktan sonra çalışır. Alan devresine ilâve edilen dirençler manyetik alanı zayıflatarak dev-



Şekil 23-6. Normal Üstü Devir Kontrolörü (Bağlama Durumunda)



Şekil 23-7. Normal Üstü Devir Kontrolörü (Çalışma Durumunda)

rin artmasına sebep olur. Şekil 23-6 da normal üstü devir kontrol reostasının şeması görülmüyor. Bu reostanın üç görevi vardır :

1. Endüvi devresindeki dirençleri devreden çıkararak motoru hızlandırmak suretile normal devrine ulaşmasını sağlamak.
2. Endüviden geçen aşırı ilk hareket akımını zararsız bir değerde tutmak,
3. Şönt sargı devresine seri direnç ilâvesi ile normalin üstünde devir elde edilmesini sağlamak.

Yalıtkan pano üzerine iki sıra kontaklar monte edilmiştir. Üst sıradaki küçük kontaklara bağlı olan dirençler uyarıtım reostasını teşkil ederler. Alt sıradaki büyük

kontaklara bağlı olan dirençler endüviye seri bağlanırlar. K kontrol kolu her iki kontaklara birden temas eder.

Start (ilk hareket) durumunda B kolu şönt sargıya seri olarak giren uyarıtım dirençlerini devreden çıkararak hat geriliminin şönt sargıya tatbikini mümkün kılan sağ taraftaki en son kontakla temas halindedir. Şalter kapatılarak hat gerilimi motora tatbik edildikten sonra K kolu yavaş yavaş saat ibresi yönünde hareket ettirilir. Endüvi devresindeki dirençler çıktıkça motor hızlanarak normal devrine yaklaşır. K kolu sona doğru yaklaşırken c pimi B yardımcı kolunu itip saat ibresinin ters yönünde hareket ettirerek, uyarıtım

dirençlerinin bir kısmının devreye girmesini sağlar.

Bu şekilde, B kolunun tutucu bobin tarafından çekilmesi de temin edilir. Motor normal devri ile çalışmaya başlar.

Şekil 23-7 de, B kolunun uyarıtım direncini kısa devre eder durumdan çıktığına dikkat ediniz. Şimdi B kolu endüvi devresine seri giren yolverme dirençlerini kısa devre ederek hat gerilimini doğrudan doğruya endüviye tatbik etmiştir.

Eğer motor devrinin normal devrin üstündeki bir devirle dönmesi istenirse, K kolu saat ibresinin ters yönünde hareket ettirilerek devir ayarı yapılır. K kolunun bu hareketi endüvi devresine

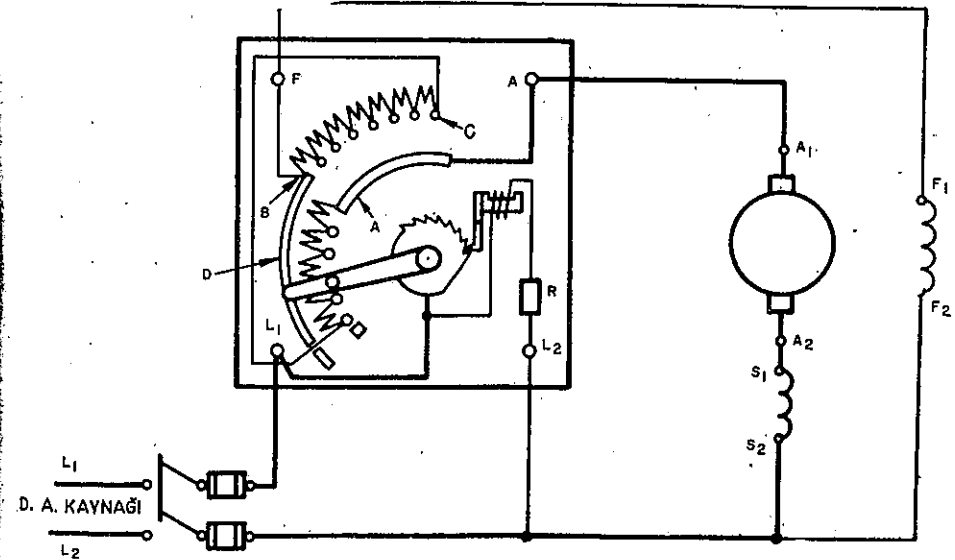
tesir etmediği halde, Şönt sargı devresine dirençler sokar. Alan zayıfladığından devir yükselir. K kolu istenilen devrin elde edildiği yerde bırakılır.

Hat şalteri açıldığı zaman, tutucu bobin B kolunu bırakır ve kol bir yay vasıtası ile ilk hareket noktasına getirilir. C pimi ve K kolundaki yay bu kolun ilk hareket (start) noktasına gelmesini temin eder.

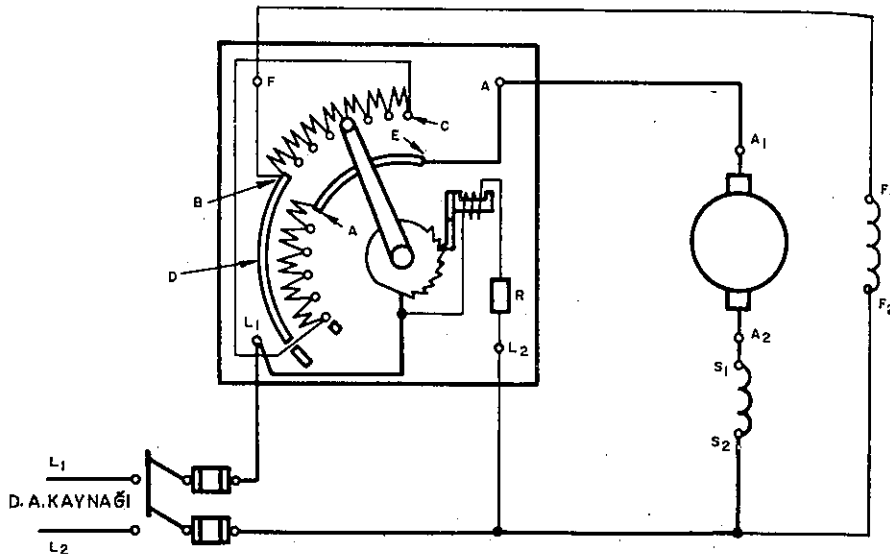
Bu tip reosta şönt ve kompund motorlarda kullanılabilir.

Normal Üstü ve Altı Devir Kontrol Reostaları

Bazı yerlerde motor devrinin geniş sınırlar içinde normal altı ve üstünde kontrolü istenir.



Şekil 23-8. Normal Üstü ve Altı Devir Kontrolörü (Normal Altı Devir İçin Ayarlı)



Şekil 23 - 9. Normal Üstü ve Altı Devir Kontrolörü (Normal Üstü Devirler İçin Ayarlı)

Şekil 23-8 de tipik bir normal altı ve üstü devir kontrol reostası görülüyor. Hareket eden kol iki sıra kontaklarla temastadır. Alt sıradaki kontaklara bağlı olan dirençler endüvi devresine seri girer. Üst sıradaki kontaklara bağlı olan dirençler alan devresine seri girer.

Kontaklar yalıtkan bir levha üzerine daire yayı şeklinde dizilerek monte edilmiştir. Kolu saat ibresi yönünde hareket ettirdikçe; önce endüvi devresindeki dirençlerin çıkması, sonra da endüktör devresine dirençlerin girmesinden dolayı motorun devri artmasına devam eder.

Şekil 23-8 de endüvi devresine seri bağlı, oldukça büyük bir direnç görünüyor. Yay şeklindeki D iletken lâmasına temas eden kol hat gerilimini şönt sargıya tatbik eder. Kolun bu durumunda normalin altında devir elde edilir. Tutucu bobin, özel dişli ve mandaldan ibaret olan tertibatla hareket eden kolu muhtelif yerlerde kilitleyerek o noktalarda durmasını temin eder.

Bir motor ağır yük altında dü-
şük devirle çalışırsa, endüvi dev-
resine girecek olan dirençler, ge-
çen endüvi akımının etkisi ile çok
ısınırlar. Bu dirençler, ısının ça-
buk yayılmasını sağlamak için bü-
yük boyutta seçilirler. Bu tip de-

vir reostalarının boyutları aynı
güçteki yolverme reostalarından
daha büyüktür.

Kol yavaş yavaş hareket ettirilerek B noktasına getirilirken aynı zamanda A iletkin lâması ile temas halindedir. Kol bu durumda hat gerilimini endüvi ve endüktöre doğrudan doğruya tatbik etmiştir. Bu, motorun normal devirle çalışma durumudur.

Normal devrin üstündeki devirlerde, endüviye tam şebeke gerilimi A-E şerit iletkin üzerinden tatbik edilir. Kontrol kolu dış kontaklardan biri üzerindedir. Kolun temas ettiği, kontak ile B noktası arasındaki dirençler endüktör devresine seri olarak girmiştir. Kol C ye geldiği zaman uyarım dirençlerinin hepsi de devreye girmiş olduğundan motor en büyük devirle döner. Çünkü şönt sargı devresine maksimum direnç girdiğinden manyetik alan çok zayıflamıştır.

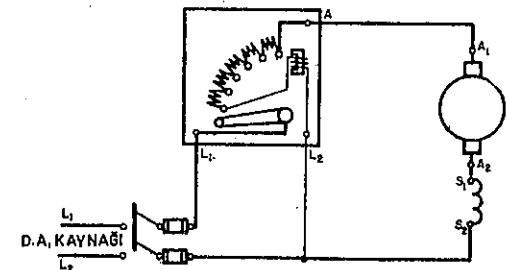
Şebeke şalteri açıldığı zaman, tutucu bobin mandalı bırakır. Yay, kolu sıfır (başlangıç) durumuna getirir. Bu tip devir kontrol reostası şönt ve kompund motorlarda kullanılabilir. Bir şönt motorun bağlantıları ile kompund arasındaki fark seri sargının olmayışıdır.

Seri Motorlar İçin El ile Kumandalı Yolverme Reostaları

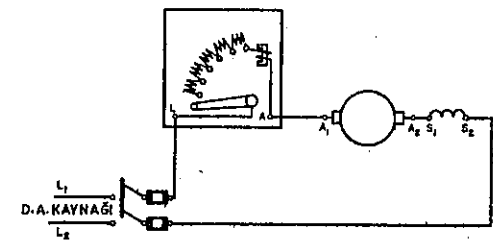
Seri motorlar özel tip el ile kumandalı yolverme reostaları ile ça-

lıştırılırlar. Bunlara seri motor yolverme reostası da denir. Şönt ve kompund motorların çalıştırılmasında kullanılan üç ve dört uçlu el ile kumandalı yolverme reostalarındaki gibi bu reostalar da aynı gaye için kullanılırlar. Seri motorların yolverme reostaları iç ve dış bağlantıları bakımından diğerlerinden farklıdır.

İki tip seri motor yolverme reostası vardır. Birinde sıfır gerilim koruma, diğerinde de yüksüz koruma tertibatı vardır.



Şekil 23 - 1-4 Seri Motor Yolvericisi ile Gerilimsiz Koruma Tertibatı



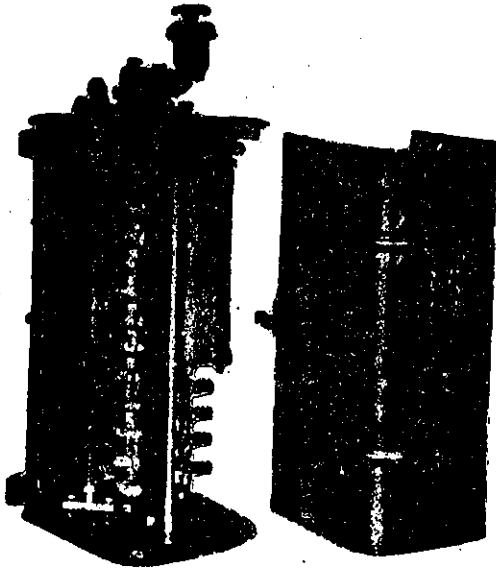
Şekil 23 - 11. Yüksüz Koruma Tertibatı ile Seri Motor Yolvericisi

Şekil 23-10 da sıfır gerilim koruma tertibatlı seri motor yol verme reostası görülüyor. Tutucu bobine şebeke gerilimi tatbik edilmiştir. Bu reosta motoru hızlandırarak normal devrine çıkarmada kullanılır. Şebeke gerilimi kesildiği zaman tutucu bobinin mıknatıslığı kaybolur. Serbest kalan kolu yay çabuk sıfır durumuna getirir. Aynı zamanda bu bobin, motorun düşük gerilimle çalışmasından doğacak hasarlardan korunmasını sağlar.

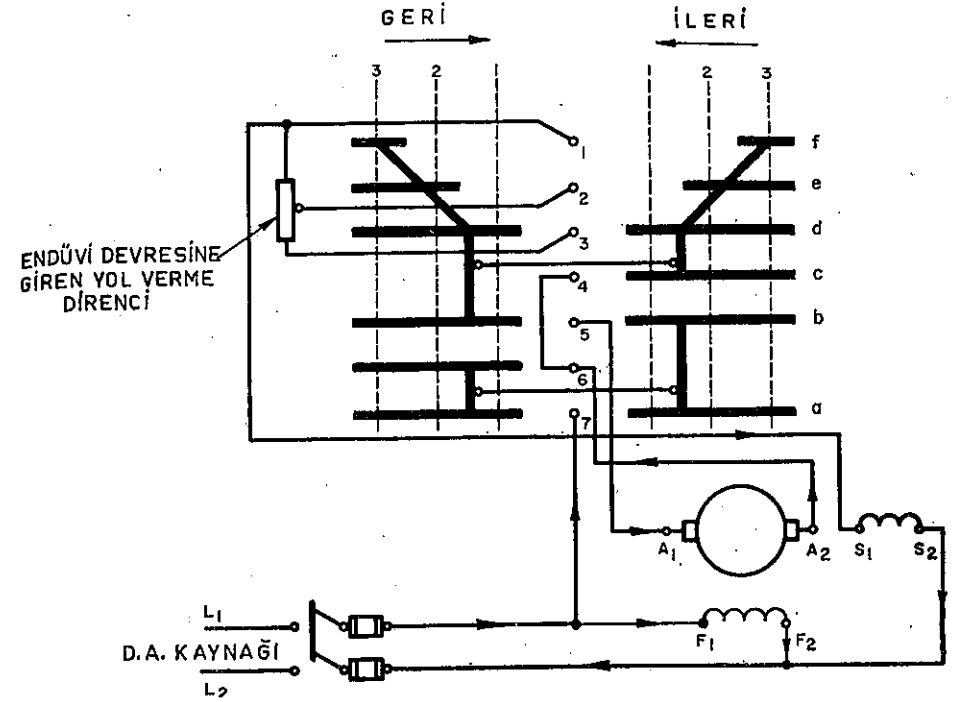
Şekil 23-11 de diğer tip, seri motor yüksüz koruma tertibatlı yol verme reostası görülüyor. Tutucu

bobin endüviye seri bağlıdır. Endüviden geçen büyük yük akımları tutucu bobinden de geçtiği için bu bobin kalın telden birkaç sipirli olarak yapılır.

Bu tip yol verme reostası ile bir seri motoru çalıştırırken gösterilecek dikkat ve hassasiyet üç ve dört uçlu yol verme reostalarını kullanırken gösterilen hassasiyetin aynı olmalıdır. Reosta kolu yavaşça sıfırdan ilk kontak üzerine getirilir, kol her kontakta iki üç saniye bekletilerek son kontaga getirilir. Kolu sıfır durumuna getirmeye çalışan yayın tatbik ettiği kuvveti yenerek kolu son kontak üzerinde tutma görevini içinden endüvi akımı geçen tutucu bobin yapar. Motorun yükü azalınca endüvi akımı azalır, tutucu bobinin manyetik alanı zayıflar; yay, kolu sıfır durumuna getirir. Bu, reostanın mühim bir koruma özelliğidir. Hatırlanırsa hafif yüklerde bir seri motorun devri tehlikeli şekilde yükselebilir. Eğer motorun üzerindeki yük tehlikeli bir değere düşerse, motorun devri hızla yükselmeğe başlar; işte bu sırada tutucu bobinin kolu gevşetmesi kolun yay vasıtası ile sıfıra getirilmesini mümkün kılar. Bu şekilde aşırı yüksek devrin motora yapacağı zarardan motor korunmuş olur.



Şekil 23-12. Tambur Kontrolör



Şekil 23-13. Tambur Kontrolörün Bir Kompund Motora Bağlanış Diyagramı

Tambur Kontrolörler

Vinçlerde, asansörlerde, iş tezgâhlarında seri ve toplamalı kompund motorlar sık kullanılır. Bu yerlerde motorlar, kullananın direk kontrolü altındadır. Bu tatbikatlarda çalıştırma, devri değiştirme, durdurma ve devir yönünü değiştirme gibi işlemlerin sık sık tekrarlanması gerekebilir. El ile çalıştırılan tambur kontrolörler yol verme reostalarından daha sağlam yapıda oldukları için bu gibi yerlerde daha çok kullanılırlar.

Tipik bir tambur kontrolör resmi Şekil 23-12 de görülüyor. Dö-

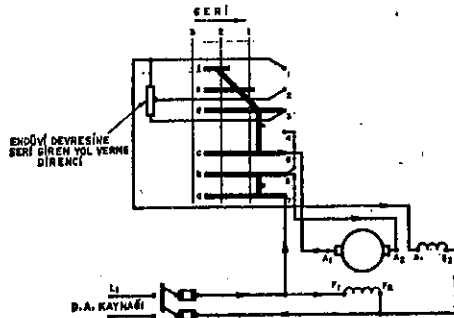
nen bir silindir üzerine bir seri kontaklar monte edilmiştir. Bu kontaklar silindirle ve birbirleriyle yalıtılmışlardır. Kontrolörün içinde sıra halinde sabit kontaklar da dizilmiştir. Bu sabit kontaklar dönen silindirdeki kontaklara temas edecek şekilde ayarlanmıştır. Silindir miline tutturulmuş kol yardımı ile silindir ve üzerindeki kontaklar döndürülebilir. Kol sağa ve sola aynı miktarda döndürülebilir. Her iki kol hareketinden, muayyen devir kontrolü elde edilir. Kolun her bırakıldığı durumda kalmasını temin için bir tertibi-

bat ilâve edilmiştir. Bu şekilde silindir ve hareketli kontakların çeşitli durumlarda kalması temin edilmiştir. Kol çevrilinceye kadar bu durumu muhafaza eder.

İki kademe dirençli bir tambur kontrolör Şekil 23-13 de görülmüyor. Bağlantı şemasını kolayca çizebilmek için kontaklar düz olarak gösterilmiştir. Sağ taraftaki kontakların ortadaki sabit kontaklarla temas halinde olması motorun ileri yönde dönmesini sağlar. Geri (ters) dönüş için sol taraftaki hareketli kontaklar ortadaki sabit kontaklarla temas halindedir.

Şekil 23-13 de görüldüğü gibi kontrolör kolunun duracağı üç ileri ve üç geri durumu vardır. İleri birinci durumda bütün direnç endüviye seridir. İleri birinci durum için devre takibi:

1. a, b, c ve d hareketli kontakları 7, 5, 4 ve 3 nolu sabit



Şekil 23-14. Ters Devir için Kontrolörün Birinci Durumu

kontaklarla temas halinde dir.

2. Akım L_1 den 7 ye, 7 den a ya, a dan b ye, b den 5 e, 5 den endüvinin A_1 ucuna gelir.
3. Endüviyi geçen akım A_1 ucundan çıkarak sabit 6 kontağına ve 6 dan sabit 4 kontağına gelir.
4. 4 kontağından akım c ye, c ye ve oradan da 3 e gelir.
5. 3 kontağından gelen akım bütün endüvi direncini geçtikten sonra seri sargıya gelir ve oradan da şebekenin L_2 ikinci hattına geri döner.

İkinci durumda, direncin bir kısmı d ve e kontakları arasında ki bağlantı vasıtası ile kısa devre edilmek suretile devreden çıkarılır. İleri çalışmanın üçüncü durumunda, bütün direnç devreden çıkarılarak, endüviye şebeke gerilimi direk tatbik edilir.

Geri çalışmanın birinci durumunda bütün direnç tekrar endüvi devresine seri olarak sokulmuştur. Şekil 23-14 geri çalışmanın birinci durumunu gösteriyor. Bu devre incelenirse endüviden geçen akımın yönünün değiştiği görülecektir. Şönt ve seri sargılardan geçen akımın yönü değişmemiş ileri çalışmadaki akım yönü aynen kalmıştır. Yalnız endüviden geçen akım yönünün değişmesi devir yönünün değişmesine sebep olduğu daha önce anlatılmıştı.

İkinci durumda, direncin bir kısmı devreden çıkar. Geri çalışmanın üçüncü durumu bütün direnci devreden çıkararak endüviyi direk olarak şebekeye bağlar. Daha geniş devir kontrolü, daha te-

ferruatlı ve durumları fazla olan tambur kontrolörlerle elde edilebilir. Bununla beraber bütün tambur kontrolörler aynı devre bağlantısını kullanırlar.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Üç uçlu yolverme reostasının iç ve dış bağlantıları, çalışma özelliği ve bir dört uçlu yolverme reostasının iç ve dış bağlantıları, çalışma özelliği.
- El ile kumandalı yolverme reostası ile, el ile kumandalı devir kontrol reostası arasındaki fark.
- Normal üstü, normal üstü ve normal altı devir kontrol reos-

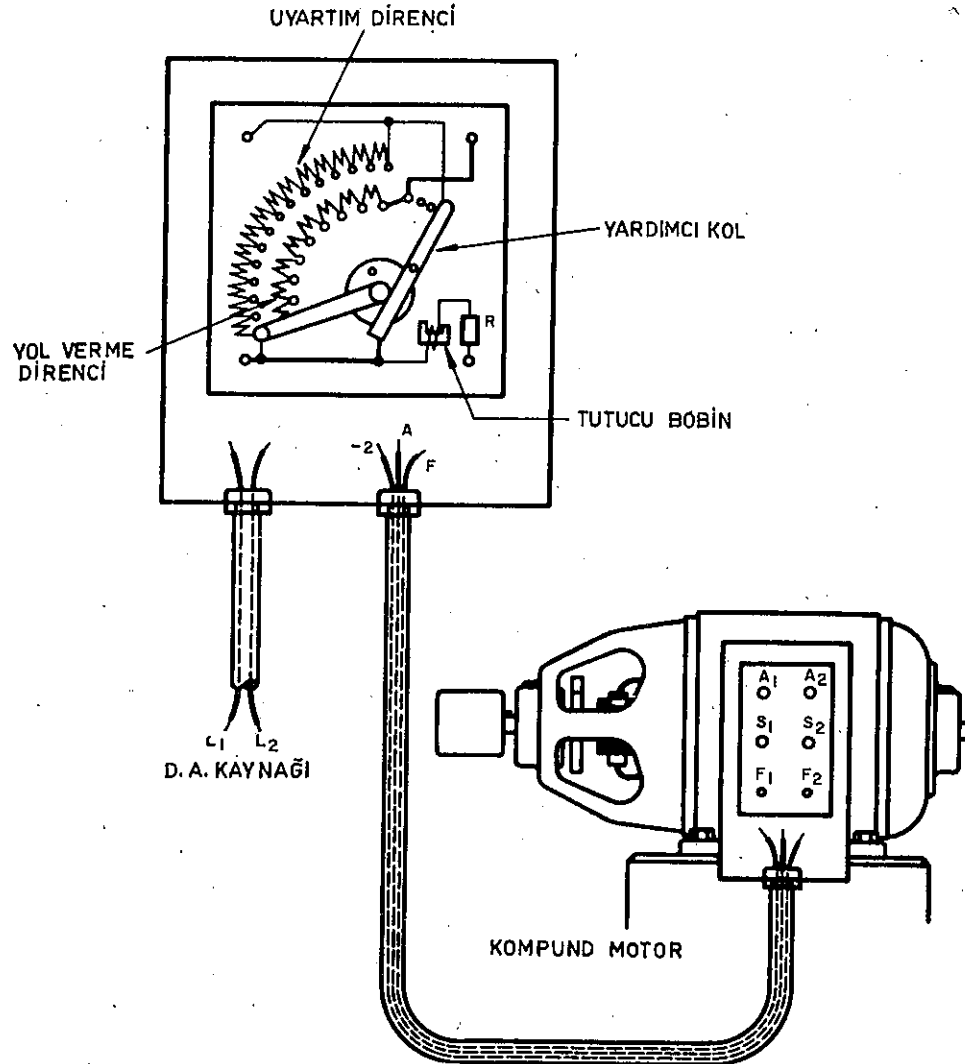
- talarının iç ve dış bağlantıları.
- Sıfır gerilim ve yüksüz koruma tertibatı, el ile kumandalı seri motor yolverme reostalarının ve dış bağlantıları.
- Tambur kontrolörlerin endüstride özel kullanış yerleri, devir yönünü değiştirmek ve devri kontrol için kullanılan devre düzenleri hakkında bilgi.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Bir şönt motora, üç uçlu yolverme reostasının bağlantı şemasını çizin.
2. Üç uçlu yolverme reostasının fayda ve mahzurlarından birer tanesini belirtiniz.
3. Bir kompund motora (toplama kompund motor) dört uçlu yolverme reostasının bağlantı şemasını çizin. Devir kontrolü için bir uyarım reostasını da şemaya ilâve ediniz.
4. Bir dört uçlu yolverme reostasının fayda ve mahzurlarından birer tanesini belirtiniz.
5. Üç uçlu yolverme reostasının direnci 5,2 om, tutucu bobinin diren-

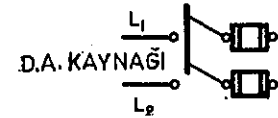
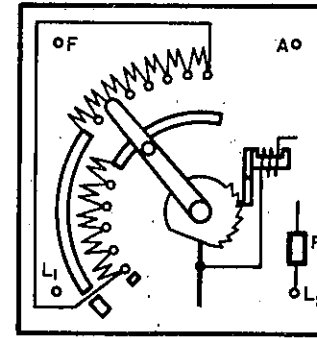
- ci 10 omdur. Bu yolverme reostası bir şönt motora bağlıdır. Endüvi direnci 0,22 om ve şönt sargı direnci 100 omdur. Bu motor 220 voltluk şebekeye bağlıdır.
- a) İlk hareket anında motorun çektiği akımı tayin ediniz.
- b) Motorun tam yük akımı 30 A. dir. Motorun ilk hareket akımı tam yük akımının % 150 sinden daha büyük olmamalıdır. Yolverme reostasının bu şartları yerine getirip getirmediğini hesaplarla gösteriniz.
- 6. Problem 5 de verilen değerlerle,
 - a) Hareketli kol normal çalışma durumunda iken tutucu bobinden geçen akımı,

- b) Endüviden geçen akım 20 A. olduğuna göre, zıt EMK i hesaplayınız.
7. El ile kumandalı yol verme reostası ile, el ile kumandalı devir kontrol reostası arasındaki farkı açıklayınız.
8. Niçin seri motorda bir tip yüksten koruma tertibatlı yol verme reostası kullanılır?
9. Tambur kontrolörler nerelerde kullanılır? Niçin tercih edilirler?
10. Bir şönt motorun şebekeye bağlanan iki ucu değiştirildiğinde neden

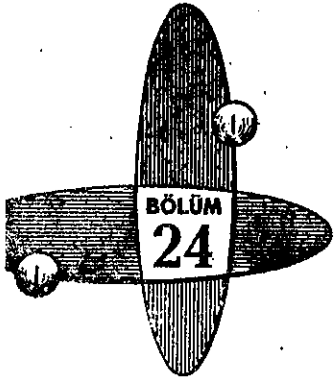


Şekil 23 - 15.

- devir yönünün değişmediğini açıklayınız.
11. Bir el ile kumandalı yol verme reostasındaki tutucu bobinin görevi nedir?
12. Aşağıdaki motorların devir yönlerinin nasıl değiştirildiğini izah ediniz:
- a) Bir şönt motorun
- b) Bir seri motorun
- c) Bir toplamalı kompund motorun.
13. Şekil 23-15 de gösterilen normal üstü devir kontrol reostasının ve kompund motorun iç ve dış bağlantılarını tamamlayınız.
14. Şekil 23-16 da gösterilen, normal altı ve üstü devir kontrol reostası ile kompund motorun iç ve dış bağlantılarını tamamlayınız.



Şekil 23 - 16.



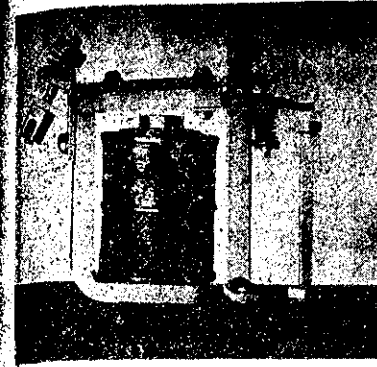
Otomatik Motor Kontrolü

Halen endüstride her cihaz kendi motoru ile çalıştırılıyor ve motorlar start-stop butonlu otomatik şalterlerle yolverilip, durduruluyorlar. Start-stop (çalıştırma-durdurma) butonlu otomatik çalıştırma ve kontrol cihazlarının kullanılışları daha kolay olduğu gibi, aynı zamanda insanların yanlış çalıştırmalarından meydana gelecek zararların da önüne geçer. Doğru akım motorlarının geniş sınırlar içinde devirlerinin ayar edilebilmesi ve çok iyi dönme momenti karakteristiklerine sahip olmaları, birçok otomatik kontrol sistemlerinin tatbikini mümkün kılar.

Otomatik kontrollarda iki çeşit şema kullanılır: basit devre şeması ve bağlantı şeması. Devre şemasının çiziminde kontrol aletinin resmi yerine sembolleri kullanılır ve aletin ayrı ayrı parçalarının açık olarak bağlanması gösterilir. Cihazın çalışma sırası ve kontrolü devre diyagramı üzerinde incelen-

bilir. Bağlantı şemaları, kontrol aygıtlarını, parçalarını ve durumlarını, bağlantı iletkenlerini gösterir. İç bağlantılarla beraber kontrol tablosunun şebeke ve motorla olan dış bağlantıları da gösterilir. Kontrol tablosunun yapımında ve montajında teknisyen, bağlantı şemasını kullanılır. Arıza yerinin tesbitinde ve çalışma sırasının incelenmesinde basit devre şeması kullanılır. Bu incelemelerin bağlantı şeması üzerinde yapılması çok zordur. Bu bölümdeki bağlantı şemalarında ve devre şemalarında kullanılan röleler, kontaktörler, start-stop butonları, aşırı yük koruma tertibatları ve diğer parçalar sembolleri ile gösterilirler.

Kontaktörler herhangi bir otomatik motor kontrol tertibatının en önemli parçasıdır. Kontaktör, açılıp kapanması, içinden akım geçirilen bir bobinle temin edilen bir şalterdir. Şekil 24-1, bir kontaktörü, bobini ile gösteriyor. Dev-

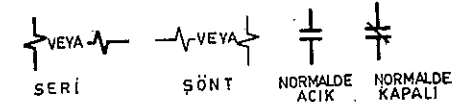
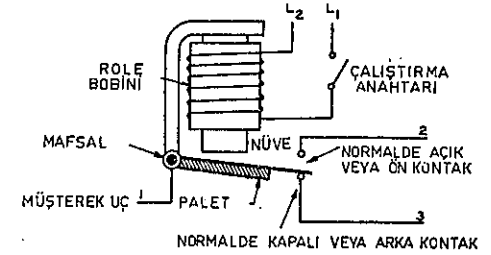


Şekil 24-1. Manyetik Zaman Gecikmeli Röle

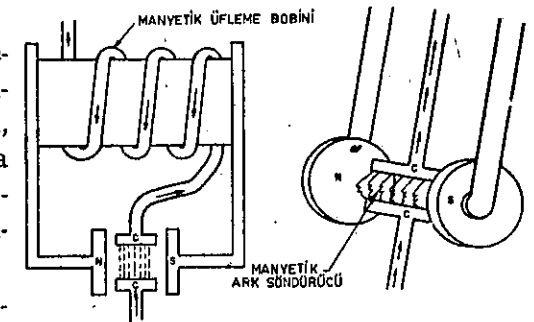
reye seri olarak bağlanan kontaktör bobini kalın çizgi ile gösterilmiştir (Şekil 24-2 ye bakınız.) Şebekeye paralel bağlanan kontaktör bobinleri ince çizgi ile gösterilir. Bir kontaktörde bulunan kontaklar iki çeşittir. Kontaktör bobininden akım geçmediği zaman, açık olan kontaklara normalde açık (N.A) kontaklar denir ve paralel iki kısa çizgi ile gösterilir. Kontaktör bobininden akım geçmediği zaman kapalı olan kontaklara normalde kapalı (N.K) kontaklar denir ve üzeri çizilen paralel iki kısa çizgi ile gösterilir.

Büyük yük akımlarının kesilmesi esnasında kontaktörün kontakları arasında meydana gelen ark, kontakları yakabilir. Kontaklara seri bağlı «manyetik üfleme bobinleri», meydana gelen arkı elektromanyetik tesirle söndürür.

Şekil 24-6 da kontaktörlerle kullanılan bir start-stop butonu görülüyor. Butonlar yaylı anahtar-



Şekil 24-2. Kontaktör Elemanlarının Sembolleri

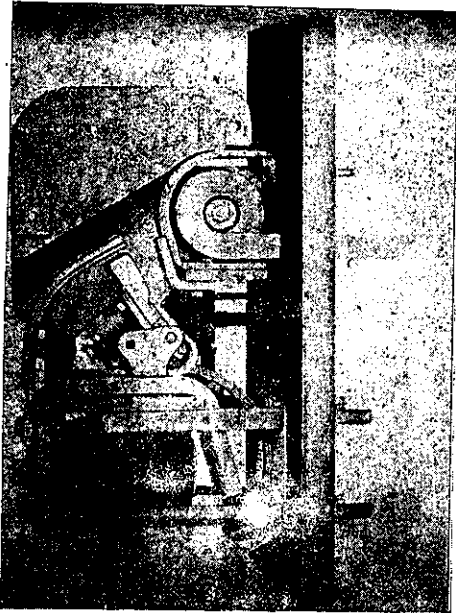


Şekil 24-3. Kontaktörlerdeki Manyetik Üfleme Bobininin Elektromanyetik Hareketi

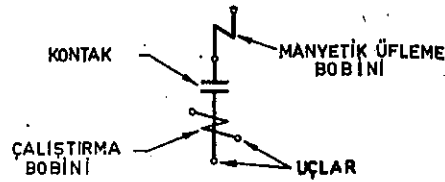
açar; basınç kaldırıldığı zaman kontaklar gene kapanır.

Start-stop butonları, röle bobinleri veya kontaktör bobinleri ile Şekil 24-8 de gösterildiği gibi kullanılır. Bu diyagram basit bir kontrol devresidir.

Start butonuna basıldığı zaman, 2-3 kontakları kapanır. L_1 hattından normalde kapalı 1-2 kontakları, 2-3 ve M rolé bobininden L_2 hattına gelen kapalı devreden geçen akım M kontaktör bobininin kontakları kapalı tutmasını sağlar. Start butonu üzerindeki basınç kaldırıldığında 2-3 nolu kontaklar açılır. Stop butonu 1-2, M kontağı ve M bobininden L_2 hattını birleştiren kapalı devreden geçen akım,

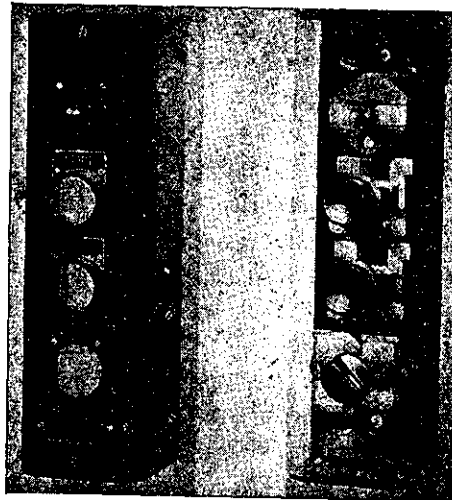


Şekil 24-4. Tipik Bir Kontaktörün Röle Bobini, Ark Üfleme Bobini Görülüyor



Şekil 24-5. D.A. Manyetik Kontaktör Sembolleri

kontaktörün kapalı kalmasını temin eder. Buna mühürleme devresi de denir. Bir an için start butonuna basmak bobin devresini kapatarak, akım geçmesine sebep olur. M kontağı start butonunu mühürleyerek bobin devresinin kapalı kalmasını temin eder. Kontaktör bobin devresi kapatılınca içinden geçen akımın meydana getireceği manyetik alanın etkisi ile mühürleme kontağını ve diğer kontakları kapatır.



Şekil 24-6. Tipik Bir Kumanda Butonları Tablosu

Stop butonuna basıldığı zaman devre açılır, bobinden geçen akım kesilir, bobin manyetik çekme kuvvetini kaybeder dolayısıyla M kontakları açılır. Stop butonu bırakılırsa 1-2 kontakları kapanır, açık bobin devresi gene açık kalır. M mühürleme ve start butonları açık olduğu için bobin devresi ancak start butonuna basmakla 2-3 kontağı vasıtasile devre tekrar kapatılabilir. Otomatik kontrol tertibatları çok çeşitlidir. Burada üç standart tip incelenmektedir :

1. Zıt Elektromotor Kuvveti ile kontrol,
2. Gerilim Düşümü ile Kontrol,
3. Zaman ayarlı Kontrol.

ZIT ELEKTROMOTOR KUVVETLE MOTOR KONTROLU

Bir doğru akım motoruna otomatik yolvermede kullanılan genel bir metottur.

Çalışması; önce hat şalteri kapatılır. «Start» butonuna basarak M kontaktör bobininin devresi kapatılır. M kontaktörün M mühürleme kontağı kontrol devresinin daimi olarak kapalı kalmasını temin eder.

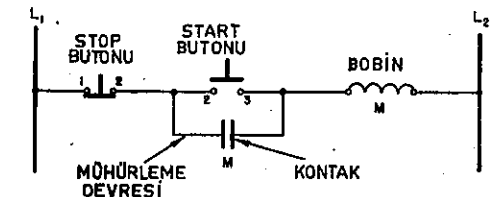
M bobininden akım geçince güç devresindeki kontaktör (M, 6-7) de kapanır. Akım, 1 nolu hat ile aşırı yük koruma tertibatı (1-6), M kontakları, endüviye seri bağlı akım sınırlayıcı direnç, endüvi sargılarından geçerek, şebe-



Şekil 24-7. Kumanda Butonu Sembolleri

kenin ikinci hattından devresini tamamlar. Maksimum ilk hareket momentini elde etmek için şebeke gerilimi şönt endüktör sargısına direkt olarak tatbik edilmiştir.

İlk anda endüvide indüklenen zıt EMK sıfırdır. Dolayısıyla şebeke gerilimi endüviye seri bağlı akım sınırlayıcı direnç üzerinde düşer. Endüvinin devri arttıkça Zıt EMK de devirle orantılı ola-



Şekil 24-8. Başlatma ve Durdurma Butonları ve Mühürleme Devresi Olan Bir Kontrol Devresi

rak artar. Zıt EMK in artması ile endüvinin uçlarındaki gerilim de artar. Dolayısıyla «hızlandırıcı röle» bobini A ya tatbik edilen gerilim de yükselir. Çünkü röle endüviye paralel bağlıdır. Röle bobini, şebeke geriliminin % 80 ine yakın gerilimle çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Endüvinin uçlarındaki gerilim daha önce tesbit edilen (% 80 hat gerilimi) değere ulaştığı zaman, A rölesi endüviye seri bağlı olan direncin iki ucunu kısa devre eden kontaklarını kapatır. Bu şekilde direnç devreden çıkarak endüviye şebeke gerilimi direkt olarak tatbik edilir. Motorun devri artarak normal değere ulaşır.

Stop butonuna basınca, kontrol devresi açılır ve M kontaktörünün kontakları açılır. Böylece motora tatbik edilen şebeke gerilimi kesilir. Endüvinin devri yavaşlar, röle bobini A'nın uçlarındaki gerilim düştüğü için kontaklarını kapalı tutamaz. A rölesinin kontakları açılınca, endüviye seri bağlı olan akım sınırlayıcı direnç devreye girer. Motor zamanla durur ve tekrar çalıştırılmaya hazır duruma gelmiştir.

Herhangi bir D.A. otomatik yol-verme ve kontrol tertibatında koruyucu olarak normal yük akımının % 150 sinden eriyen sigortalar veya devreyi açan şalterler kullanılır. Termik eleman (O.L. 1-6) motorun aşırı yük koruma tertiba-

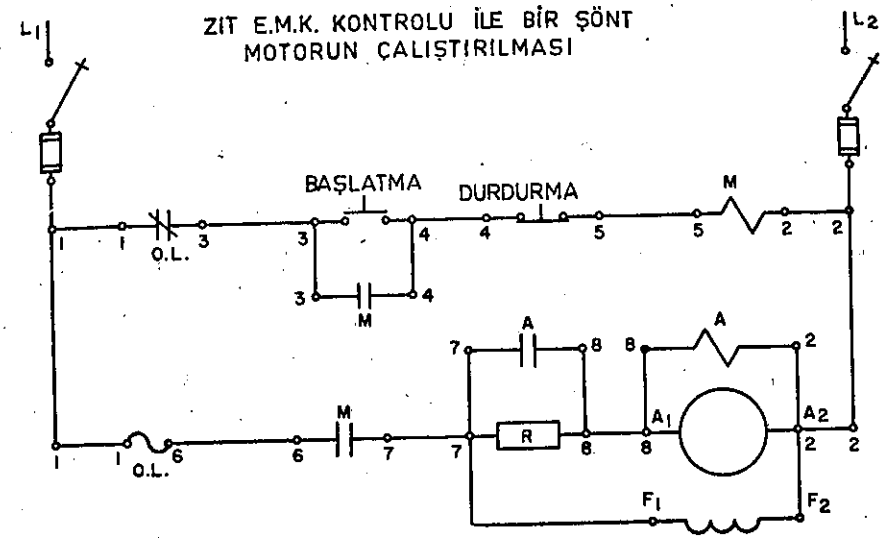
tıdır. Aşırı yük akımı bimetale fazla ısıtınca bükülen şerit normalde kapalı olan kontrol devresindeki kontağı (O.L. 1-3) açar. Bimetal eleman motorun normal yük akımının % 125 ine ayarlıdır. 45-60 saniye süren aşırı yük, termik elemanı çalıştırabilir. İlk hareket akımı (% 150 normal yük akımı) 3 veya 4 saniye devam ettiği için bimetal, şeriti kâfi derecede ısıtmayacağından kontakları açamaz.

Şekil 24-9 da basit devre şeması gösterilen otomatik kontrol devresinin bağlantı şeması Şekil 24-10 da verilmiştir. İki diyagramda da aynı numara ve bağlantılar kullanılmıştır.

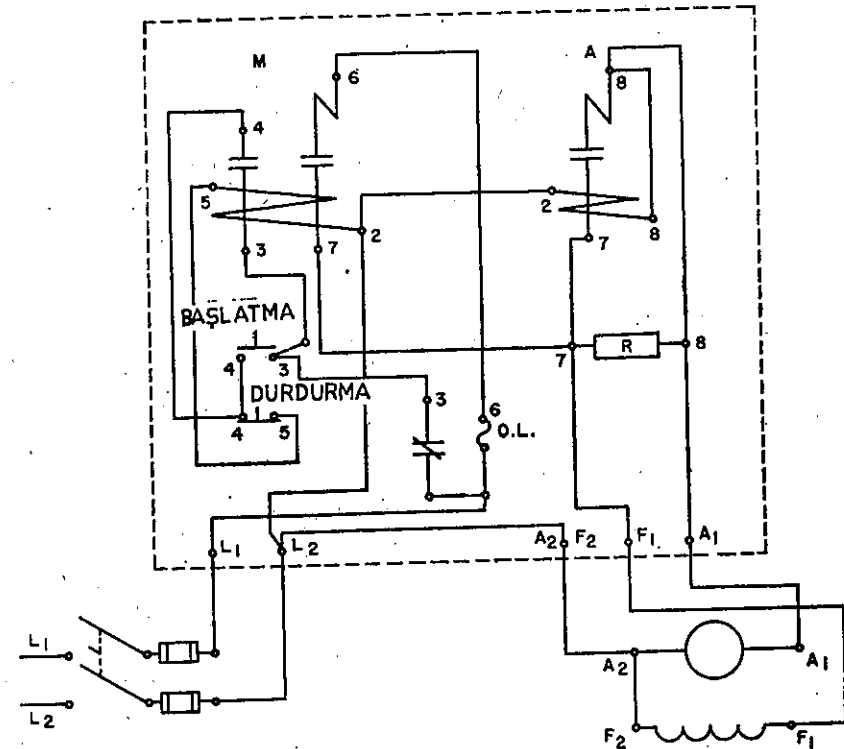
DİNAMİK FRENLEME

Bazı tesislerde motorun ani durdurulması ve devir yönünün çabuk değiştirilmesi gerekir. «Dinamik frenleme» endüvi devresi açıldıktan sonra yükteki ve endüvideki mekanik enerjiyi çabuk sıfıra düşüren bir metottur.

Bu, endüvi devresi açıldığı anda endüvinin uçlarına bağlanan bir direnç yapısıdır. Şebeke ile bağlantısı kesilen endüvi atalet momentinin tesiri ile dönmeye devam ederek manyetik akıyı keseceğinden bir generatör durumuna gelir. Endüvinin uçlarına bağlanan dirençten geçecek olan akım, mekanik enerjinin çabuk ısı şek-



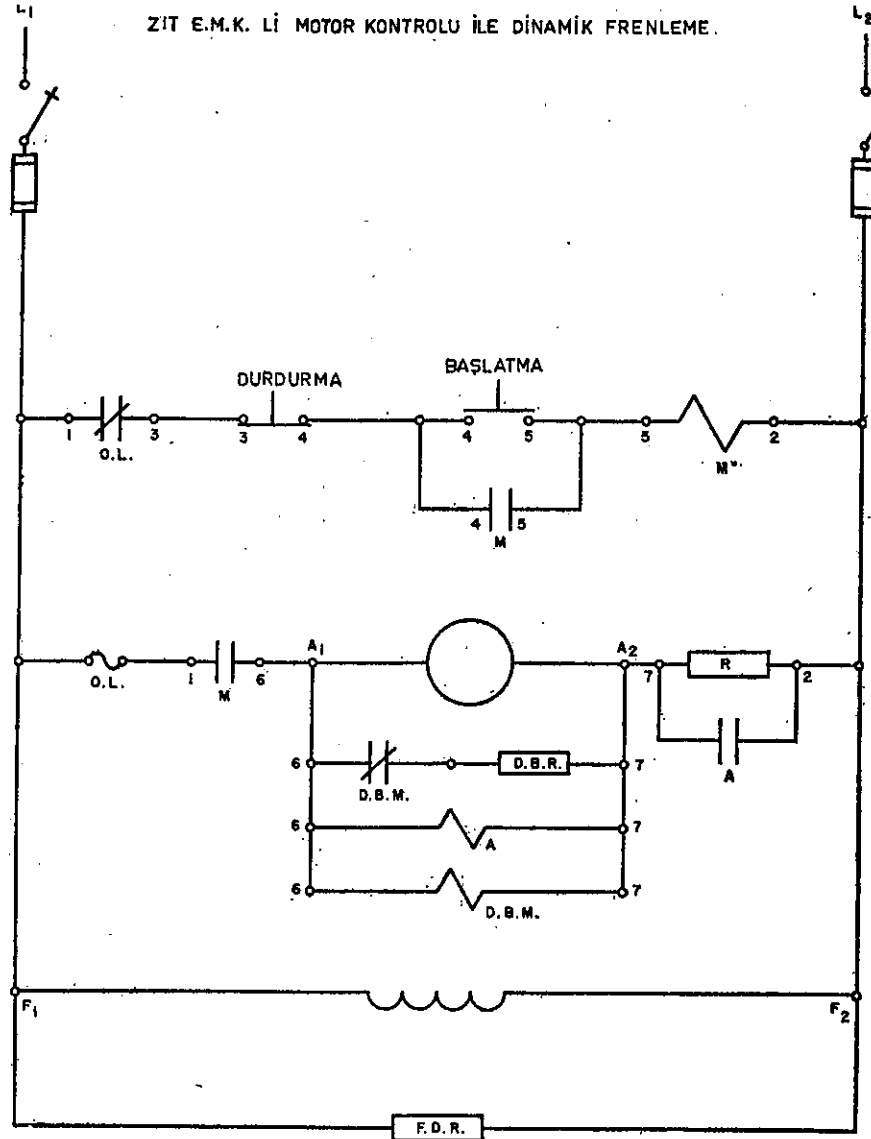
Şekil 24 - 9.



Şekil 24 - 10.

linde kaybolmasını temin ettiği için motoru ani olarak durdurur.

Şekil 24-11, önceki zıt elektirik motor kuvvetle kontrol tertibatıdır.



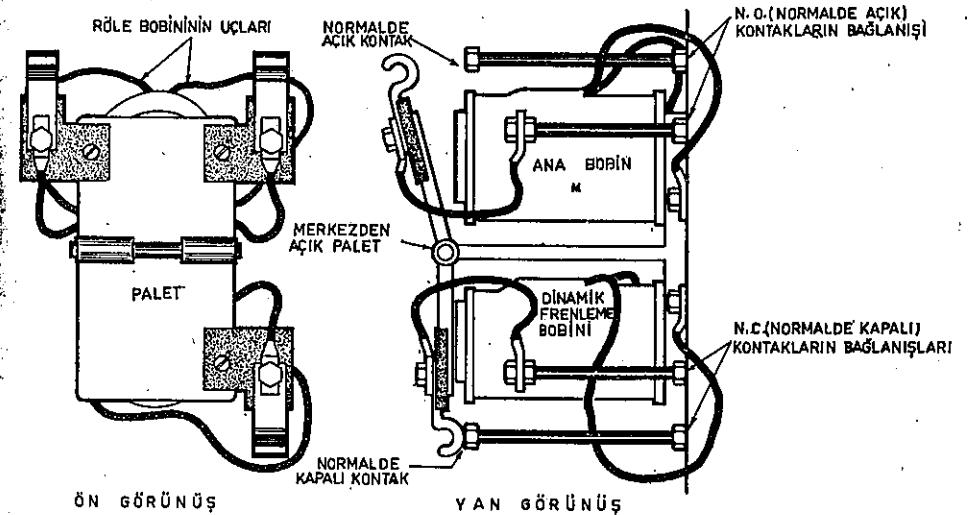
Şekil 24 - 11.

dinamik frenleme ile birlikte gösteriliyor. İlk hareketteki çalışma sırası daha önce açıklandığı gibidir.

Şekil 24-12 de görüldüğü gibi ana röle bobini M ve dinamik frenleme bobini (DBM, 6-7), orta eksenini etrafında hareket edebilen paletle etki ederler. Start butonuna basıldığı zaman, M bobini paleti çekerek normalde açık olan kontaklarını kapatır, dinamik frenlemenin normalde kapalı olan kontaklarını açar (DBM). Motor hızlandıktan sonra A rölesi, akım sınırlayıcı direnci kısa devre edecek olan kontakları kapatarak devreden çıkarır. Dinamik frenleme bobinine hat gerilimi tatbik edildiği halde, palet daha önce M bobini tarafından çekildiğinden, palet ile bobin arasındaki mesafe

arttığı için, dinamik frenleme bobininin çekme kuvveti paleti Şekil 24-12 de görülen durumuna getiremez. Böylece dinamik frenleme kontakları (D.B.M.), motor normal çalıştığı müddetçe açık kalır.

Stop butonuna basıldığı zaman, M bobini paleti bırakır. Şönt alan sargısı hâlâ şebekeye bağlı olduğundan, dönmeye devam eden endüvide indüklenen akım dinamik frenleme bobinini besler. Dinamik frenleme bobini paleti çekerek, açık olan D.B.M. kontaklarını normal kapalı durumlarına getirir. Bu anda M bobininden akım geçmiyor. (Şekil 24-12 de gösterilmeyen küçük spiral yaylar paletin hareketine yardım eder.) Dinamik frenleme direnci direkt olarak endüvi uçlarına (D.B.M.) dinamik fren kontağı vasıtası ile



Şekil 24 - 12. Doğru Akım Kontaktörünün Yapısı

bağlanır. Motorun endüvisi generatör gibi çalışmaya başlayarak mekanik enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Bu enerji dinamik frenleme direncinde ısıya çevrilererek harcanır, dolayısıyla motorun endüvisi çabuk durur. A röle bobini, kapalı tuttuğu A kontağını bırakır, böylece akım sınırlayıcı direnç tekrar endüvi devresine seri olarak girer.

Şekil 24-9 daki devrede, stop butonuna basıldığı zaman motoru şebekeye bağlayan hat kesilir. Bu durumda şönt sargının meydana getirdiği manyetik alan sıfıra düşerken enerjisini endüviye verir. Şekil 24-11 daki devrede, endüvinin, alan sargısı ile irtibatı, stop butonuna basıldığı zaman kesilir. Hat şalteri açıldığı zaman, manyetik alandaki enerjiyi deşarj edebilmek için şönt alan sargısının uçlarına, deşarj direnci (F.D.R.) bağlanır.

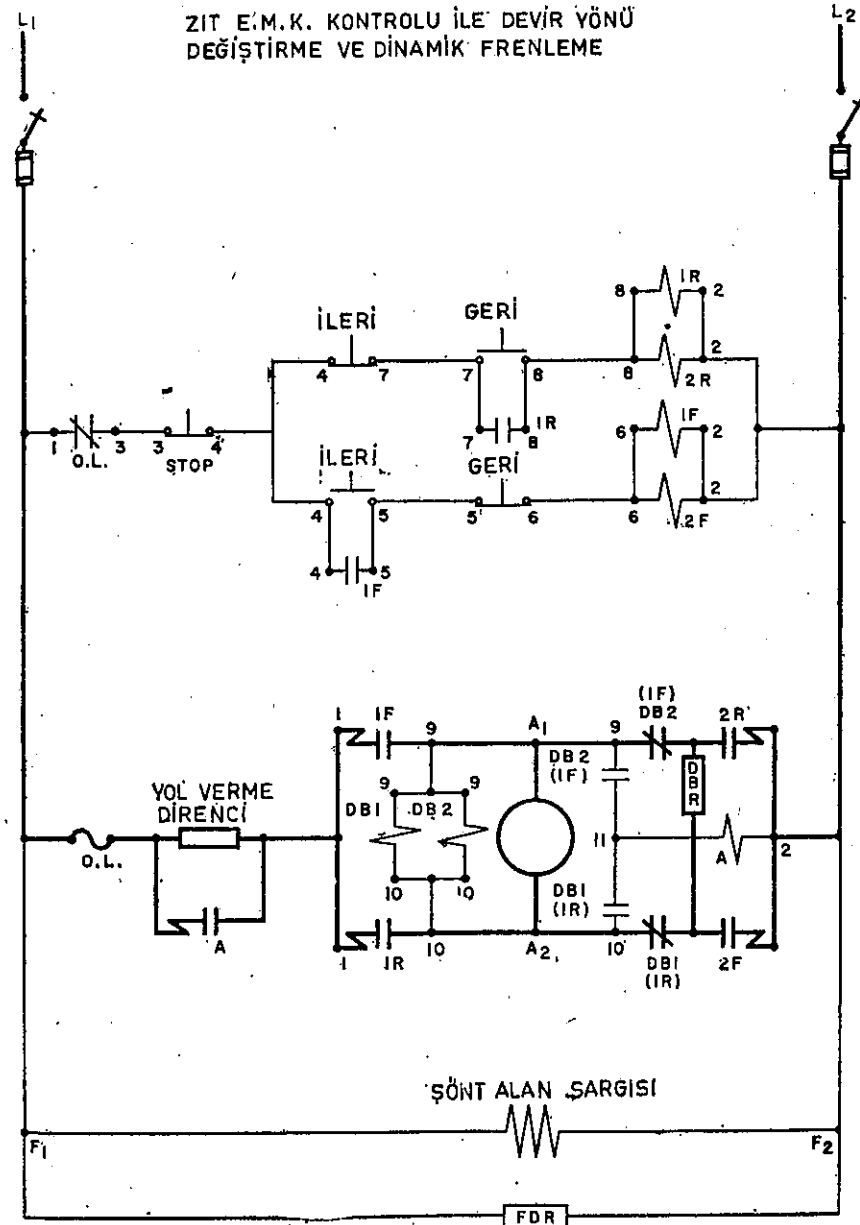
ZİT E.M.K. Lİ KONTROL İLE DEVİR YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME VE DİNAMİK FRENLEME TERTİBATI

Bazı işlerde bir motoru yalnız çabuk durdurmak değil, aynı zamanda devir yönünü çabuk değiştirmek de gerekebilir. Şekil 24-13 de görüldüğü gibi, devir yönünün değiştirilmesi genel olarak endüvinin uçları değiştirilerek yapılır.

«İleri» butonuna basıldığı zaman, normalde kapalı olan (4-7) kontağı açılır ve normalde açık olan (4-5) kontağı kapanır. 1F ve 2F rölelerinin bobinlerinin devresi kapandığından içinden akım geçmez. Dolayısıyla (4-5) kontağını mühürleyen 1F kontağı ve endüvi devresindeki 1F ve 2F güç kontaktları kapanır. Şekil 24-12 daki röle gibi bir röle ile normalde kapalı olan (1F) DB2 kontağı açık tutulur. Böylece dinamik frenleme direnci endüvi devresinden çıkarılır; bu sırada motor normal olarak çalışmaktadır. Normalde açık olan DB2 (1F) 9-11 noktalarını birleştiren kontak kapanarak A hızlandırma rölesini endüvi uçlarına bağlar. Motor hızlanınca, A röle bobini A kontağını kapatarak endüvi devresindeki direnci devreden çıkarır. Böylece şebeke gerilimi endüviye tatbik edilmiş olduğundan motor normal devri ile çalışmaya başlar.

Stop butonuna basmak kontrol devresini keser, 1F ve 2F kontaktları açılır, dolayısıyla endüvi ile şebekenin irtibatı kesilir. DB2 (1F) kontağı da açıldığı için A röle bobininin devresi kesilir ve A kontağı açılır. Normalde kapalı olan (1F) DB2 kontağı tekrar kapanarak dinamik frenleme direncini endüvi uçlarına bağlar. Böylece motor frenlenerek çabuk durur.

«Geri butonuna basıldığı zaman da, ileri butonuna basıldığı zaman-



Şekil 24-13.

ki ilk hareket operasyonlarının aynıysa tekrarlanır. Yalnız endüviden geçen akımın yönü değiştiği için motor ters yönde hızlanmaya başlar; dolayısıyla endüvide indüklenen zıt EMK artarak A rölesini çalıştıracak değere ulaşınca A kontağını kapatır ve motor ters yönde normal devri ile dönmeye başlar. Durdurma butonuna basılınca A kontaktarı açılır ve dinamik frenleme direnci daha önce olduğu gibi devreye sokulur.

Şekil 24-13 deki devrede, ileri ve geri butonlarının her birinin normalde kapalı ve normalde açık birer kontağı vardır. Bu devrede, ileri çalıştırma röleleri (1F ve 2F) nin akımını kesmeden geri çalıştırma röleleri (1R ve 2R) yi çalıştırmak imkânsızdır. Meselâ, geri butonuna basılırsa, önce 5-6 kontağı açılarak 1F ve 2F bobinlerinin akımını kestikten sonra 7-8 kontağı kapanarak 1R ve 2R röle bobinlerinden akımın geçmesini temin eder. 1R ve 2R röle bobinlerinden akım geçerken ileri butonuna basıldığında da aynı koruma tertibatı vardır. Butonların bu şekilde bağlanmasına elektrikli kilitleme denir. Kontrol devrelerinde elektrikli kilitleme çok kullanılır. Böylece, bir kısım cihazlar çalışırken, diğer bir kısım cihazların da aynı zamanda çalışması mümkün değildir.

GERİLİM DÜŞÜMÜ İLE KONTROL

Büyük D.A. (doğru akım) motorlarını çalıştırırken kademe kademe hızlandırarak yol vermek lazımdır. Kilitlemeli rölelere bağlı seri dirençler yardımı ile bir motor düzgün olarak hızlandırılabilir.

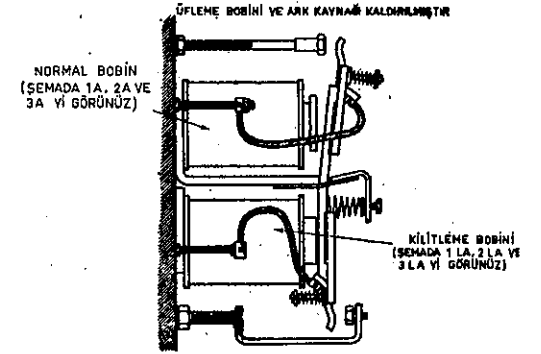
Zıt EMK li kontroldaki gibi, gerilim düşümlü kontrolda da aşağıdaki bilgilerden istifade edilir.

1. İlk hareket anında endüvi akımı yüksek, endüvinin uçlarındaki gerilim düşük ve seri bağlı akım sınırlayıcı dirençlerin her birinde düşen gerilimler de yüksektir.
2. Motor hızlandıkça zıt EMK i artar ve endüvi akımı azalır. Böylece endüviye seri olan akım sınırlayıcı dirençlerde düşen gerilim de azalır. Endüvinin devri yükseldikçe, dirençlerin uçlarına bağlı olan röleler, belirli sıra ile çalışacak şekilde ayarlanır. Böylece dirençler de sıra ile kısa devre edilerek devreden çıkarılırlar.

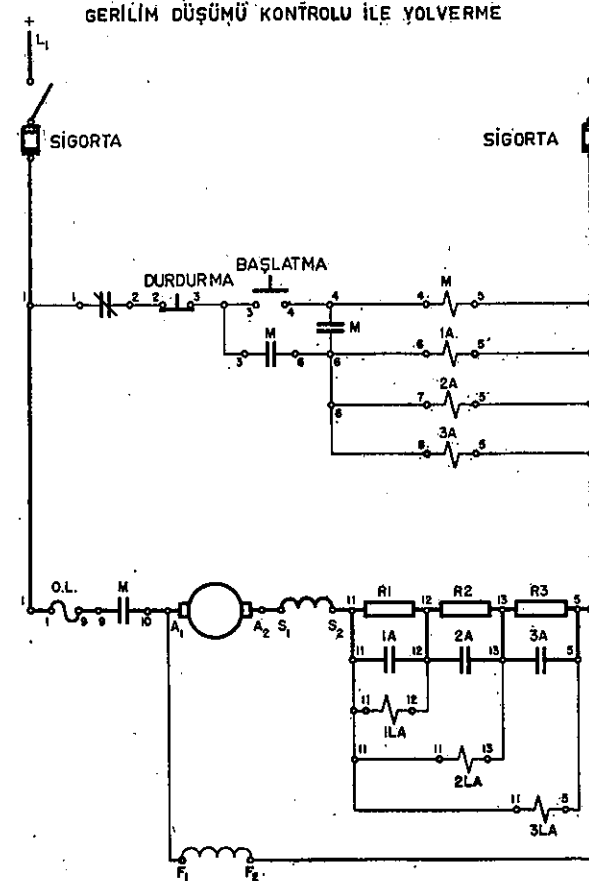
Şekil 24-14 tipik bir kilitlemeli röleyi gösteriyor. Orta eksenli etrafında hareket edebilen palet, rölenin iki bobininin etkisi altındadır. Çekici bobinden akım geçirilirse de, normalde açık olan kontaktar tutucu bobin tarafından açık tutulabilir. Tutucu bobinden ge-

çen akım azalırsa, içinden akım geçen çekici bobin paleti çekebilir ve kontaktarı kapatabilir. Şekil 24-15 devre diyagramındaki üç rölenin her biri, Şekil 24-14 deki rölenin aynıdır.

1A, 2A ve 3A röle bobinleri çekici tip bobinlerdir. 1LA, 2LA ve 3LA röle bobinleri tutucu bobinlerdir.



Şekil 24 - 15.



Şekil 24 - 14. Kilitlemeli Röle

Şekil 24-15 de bir gerilim düşümü kontrolünün kompund bir motora bağlanış şeması görülmüyor. Üç kademeli hızlandırma için üç tane direnci vardır. Şebeke şalteri kapatıldıktan sonra başlatma butonuna basılınca, M röle bobini kontrol devresi kapanır. Ana kontaktör bobini M nin, (9-10) kontaklarını kapatmasıyla endüvi devresine ve şönt sargıya hat gerilimi tatbik edilmiş olur. (R1, R2, R3) dirençlerinden geçen ilk hareket akımı her bir dirençte büyük gerilim düşmelerine sebep olur. Böylece her bir rölenin tutucu bobinine (LA) oldukça yüksek gerilim tatbik edilir. Tutucu bobinler, hızlandırıcı kontakları (1A, 2A, 3A) açık tutabilirler. İlk hareket anında M bobini aynı zamanda mühürleme, M (3-6) ve M (6-4) kontaklarını kapatır. Kontakların kapanması için çok kısa bir an kâfidir. Çekici bobinler (1A, 2A, 3A) dan akım, tutucu bobinlerden geçen akımdan daha önce geçmez. Yani çekici bobinlerin devresi, tutucu bobinlerin devresinden önce kapanmaz.

Endüvi hızlandıkça, kilitlemeli röleler, belirli sıralarla çalışmak suretile dirençleri kısa devre ederek, devreden çıkaracak şekilde ayar edilirler. Motor hızlandıkça dirençlerden geçen akımlar azalır, dolayısıyla tutucu bobin 1LA ya tatbik edilen gerilim düşer ve paleti çekme kuvveti çekici bobinin

tatbik ettiği kuvvetten daha az olur. Çekici 1A bobini paleti çekip 1A kontağını kapatarak, R1 direncini kısa devre etmek suretile devreden çıkarır. R1 devreden çıkınca, akım artmağa başlar, fakat motor hızlandıkça gene azalır. Biraz sonra 2LA bobinindeki gerilim yeter miktarda azalınca, çekici 2A bobini 2A kontağını kapatarak R2 direncini kısa devre eden ve devreden çıkarır. R1 ve R2 dirençlerinin devreden çıkarılışı gibi R3 de devreden çıkarılır. Böylece motor üç kademede normal devrine çıkarılmış olur.

ZAMAN AYARLI KONTROL

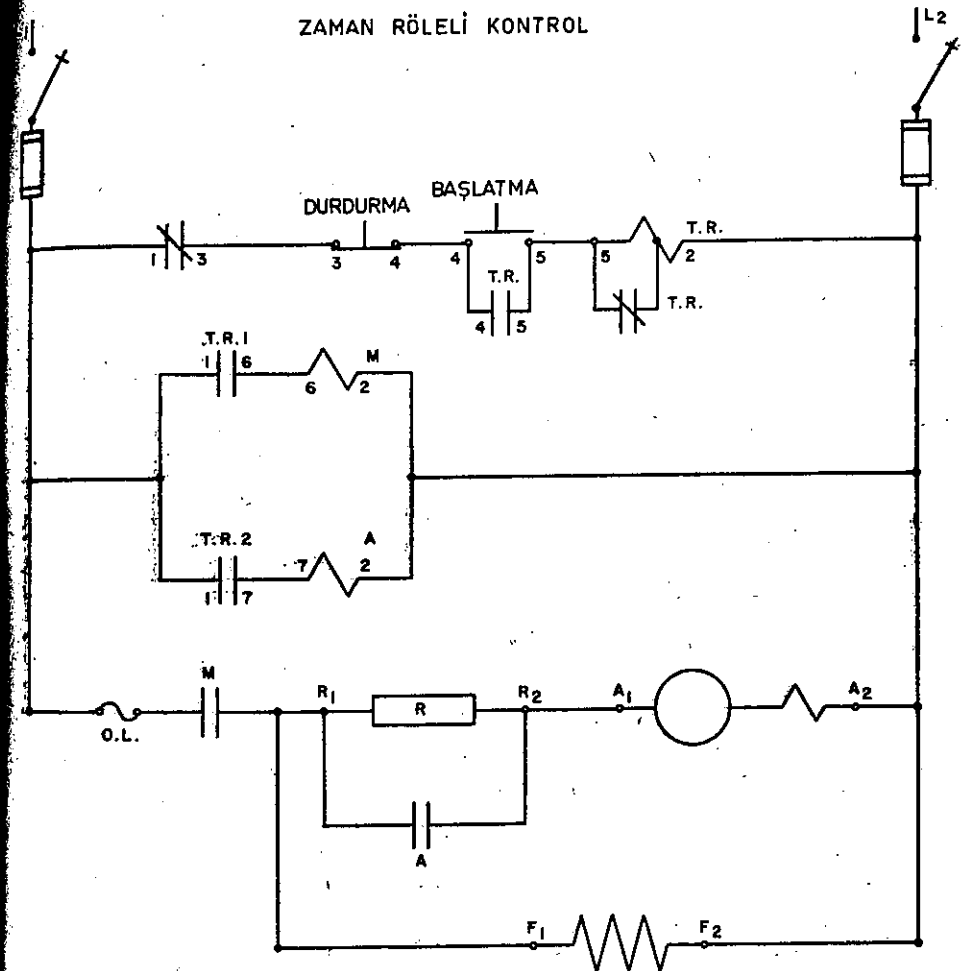
Bu kontrolün görevi, başlatma butonuna basıldıktan muayyen bir zaman sonra, endüvi devresindeki seri yolverme direncini kısa devre ederek devreden çıkarmak suretile, şebeke geriliminin endüviye tatbikini sağlamaktır. Çeşitli manyetik zaman rölelerinden biri veya çok küçük, sabit devirli bir motorla kontakların muayen bir zaman sonra kapanmaları sağlanır. Şekil 24-16 da, bir manyetik zaman rölesi kullanan zaman ayarlı bir kontrolün şeması görü-lüyor.

Başlatma butonuna basınca, kontrol devresindeki akım, hat 1 den 5 e ve zaman rölesinin bir kısmını kısa devre eden N.K. kontaktlarından ve geri kalan zaman rö-

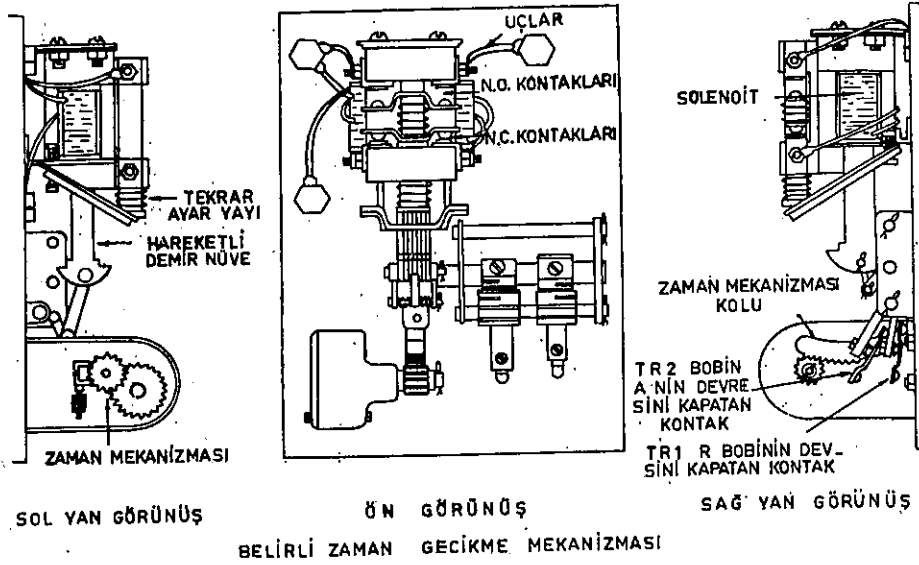
lesi bobininden geçer, hat 2 ye gelerek devresini tamamlar. TR. zaman rölesi bobininden akım geçince, demir nüveyi (Şekil 24-17) çekerek küçük TR1 kontaklarını kapatır. M rölesinin devresinden akım geçer. M röle bobini, ana kontaklarını kapatarak, endüvi

ile seri akım sınırlayıcı dirençten ibaret devreye ve aynı zamanda şönt alan sargısına şebeke gerilimini tatbik eder. Motor normal devrine doğru hızlanmağa başlar.

Zaman rölesi bobini TR nin nüveyi içine doğru çekme hızı mekanik zaman mekanizması ile tayin



Şekil 24 - 16.



Şekil 24-17.

edilir. Nüve tamamen bobinin içine çekildiğinde, TR2 kontakları kapanarak A röle bobininin devresini kapatır. A bobini de A kontaklarını kapatır; akım sınırlayıcı direnç kısa devre olduğundan devreden çıkar, dolayısıyla şebeke gerilimi endüviye direkt olarak tatbik edilir. M ana kontakları ile A kontaklarının kapanması için geçen zaman zarfında endüvide indüklenen zıt EMK yeterli bir değere ulaştığından, şebeke gerilimi direkt olarak endüviye tatbik edilebilir.

TR zaman rölesi bobini nüveyi tamamen içine çektiğinde, TR bobininin bir kısmını kısa devre eden N.K. kontakları açılır. TR bobini nüveyi tamamen çektikten

sonra nüveyi bu durumda tutabilmesi için fazla akıma ihtiyaç yoktur. TR bobini daha az bir akımla nüveyi içinde tutabilirler. TR bobininden geçen akım, bobinin yüksek dirençli olan kısmı devreye sokularak azaltılır. Böylece motor çalışırken bobinde kaybedilecek enerji en küçük değerde tutularak lüzumsuz fazla enerji kaybı önlenir.

Şekil 24-17; soldan görünüşte, TR bobininin nüveyi çekme zamanını ayarlayan tertibat görülmüyor. Önce M bobininin devresini kapayan TR1 kontağı kapanır. Muayyen bir zaman sonra A bobininin devresini kapayan TR2 kontakları kapanır. Ön ve sağ görünüşlerdeki normalde açık TR kontakları, baş-

latma butonunu mühürlemek için kullanılır. Normalde kapalı kontak TR bobininin bir kısmına paralel bağlıdır.

Yolvermede aşırı yük ve normal çalışmada aşırı yük koruma tertibatları, daha önce açıkladığımız otomatik kontrollarda olduğu gibi çalışır.

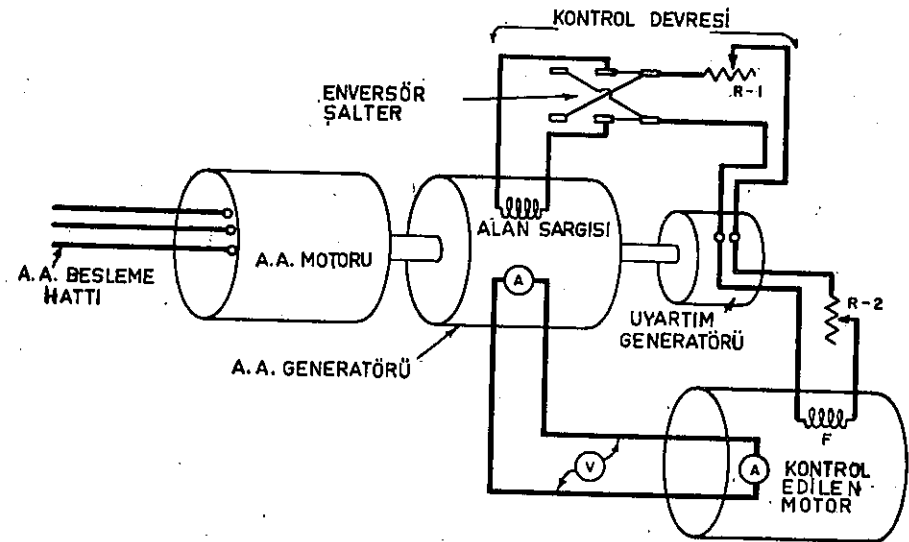
WARD LEONARD KONTROL SİSTEMİ

Endüviye seri bağlı bir reosta ile bir motorun kontrolü, reosta meydana gelen I'R ısı kaybından dolayı verim düşeceği için arzu edilmez. Ward Leonard sisteminde, üretilen kontrollu gerilim kontrol edilecek motorun endüvisine tatbik edilir.

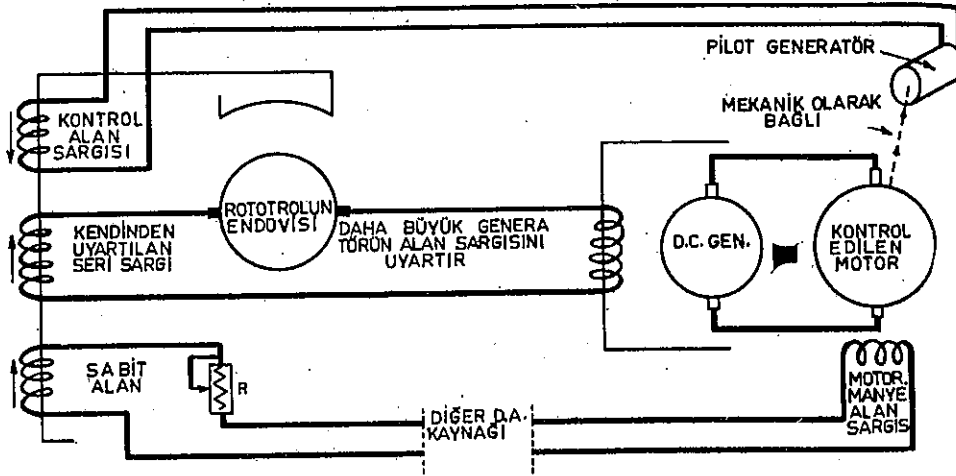
Şekil 24-18 deki büyük D.A. generatörü üç fazlı bir asenkron motor ile oldukça sabit bir devirle döndürülür. Generatör, küçük bir uyarım generatörü ile veya bir D.A. şebekesi ile uyarılır.

R1 reostası ile büyük D.A. generatörünün uyarım akımı değiştirilerek alan şiddeti ayar edilir. Bu şekilde devri kontrol edilen motorun endüvisine tatbik edilen generatörün uçlarındaki gerilim kontrol edilir. Bu usulle motorun devri normal devrin altındaki geniş bir bölgede kontrol edilebilir.

R2 reostası motorun uyarım akımını kontrol ederek, normal devrin üstündeki geniş bir bölgede devir kontrolünü mümkün kılar.



Şekil 24-18. Ward Leonard Motor Kontrolü



Şekil 24-19. Rototrol ile Motor Kontrolü

Generatörün uyartım devresindeki iki kutuplu enversör şalter uyartım akımının yönünü ve dolayısıyla generatörün uçlarındaki gerilimin kutuplarını değiştirir. Böylece motorun endüvisinden geçen akımın yönü değiştiğinden motorun devir yönü değişir.

Bu sistem ile devir kontrolü yük asansörlerinde ve çelik fabrikalarında kullanılır. Çünkü bu yerlerde geniş sınırlar içinde devir kontrolü, aynı zamanda devir yönünün değiştirilmesi istenir. Meselâ normal devrin altında 75 den 750 devir/dak. endüviye tatbik edilen gerilim değiştirilerek elde edilebilir. Motorun uyartım reostası ile devir 750 de 3000 devir/dak. ya yükseltilebilir; bu normal devrin dört katıdır. Bu şekilde 75 den 3000 devir/dak. arasında devir

kontrolü elde edilir. (Devir ayarı oranı 1/40)

Ward Leonard kontrol sistemi ile geniş sınırlar içinde çok hassas devir ayarı yapılabilir. Bu sistemin en önemli mahzuru genel veriminin düşük olmasıdır. A.A. motorunun, D.A. generatörünün ve kontrol edilen motorun verimleri dikkate alınırsa sistemin genel verimi düşük olacaktır.

ROTOTROL KONTROL SİSTEMİ

Bir rototrol generatörü özel tip bir (D.A.) generatördür. Bu generatör, büyük generatörün endüktörünü besler. Rototrolde üç veya daha fazla alan sargısı vardır. Kontrol bu sargılardaki akımları ayarlayarak elde edilir. Şekil 24-19 de basitleştirilmiş bir rototrol şeması görülmüştür. «Sabit alan»

akımını bir reosta ile muayyen bir değerde bırakılmıştır. Rototrolun endüvisi kendi manyetik alanını meydana getirir. Bazan şemada gösterilen seri alan sargısı yerine şönt alan sargısı kullanılır. «Kontrol alanı», «sabit alan» a zıt yöndedir. Bu örnekte, kontrol edilen motor tarafından döndürülen küçük bir generatör kontrol alan sargısını besler. Ana motor, üzerindeki yükü taşımakla beraber küçük generatörü de döndürür.

Devrenin çalışmasını anlatmak için, kontrol edilebilen (yük taşıyan) motorun üzerindeki yükün azaltıldığını kabul edelim. Yüğü azalan motorun devri biraz yükselir. Devrin bu yükselmesi kontrol generatörünün çıkış gerilimini artırır. Bu gerilim rototrolun kontrol sargısına tatbik edildiğinden, kontrol alanı artar. Kontrol alanı, diğer iki alana zıt olduğu için rototrolun toplam manyetik alanı zayıflar. Bu da rototrol çıkış geriliminin düşmesine sebep olur. Büyük D.A. generatörü rototrol tarafından uyartıldığı için generatörün uyartımı zayıflar ki, D.A. generatörünün uçlarındaki gerilimin düşmesine sebep olur. Kontrol edilen motorun endüvisinden geçen akım azalır. Akımın azalması motorda meydana gelen dönme momentinin azalmasına sebep olur dolayısıyla motorun devri düşerek eski normal devrine gelir.

Rototrolun seri sargısının alanı düşük değerde kalır.

Eğer artan yük motoru yavaşlarsa, kontrol gerilimi azalır, dolayısıyla rototrolun toplam manyetik alanı artar. Böylece rototrolun uçlarındaki gerilim yükselerek motorun devrini artırmak suretiyle, tekrar normal değerine çıkmasını sağlar. Kontrol gerilimi tekrar normal değerine geldikten sonra rototrolun seri alan sargısı yeterli alan şiddetini temin ederek, artan dönme momentine ihtiyaç oldukça rototrolun çıkış gücünü yüksek seviyede tutar.

D.A. generatörünün ve rototrolun endüvisi, büyük güçlü sabit devirli herhangi bir motor tarafından döndürülür. Sabit alanın yeni bir değere ayarlanması, kontrol edilen motorun yeni bir devirle dönmesini temin eder.

Rototrol sistemi bilhassa çok özel ve karışık uygulamalar için kullanılabilir. Meselâ, kontrol alanı, veya kontrol alanları, ısıya, duruma, basınca vesaireye hassas olan cihazlarda üretilen akımlarla beslenebilir. Meselâ, bir fotosel eleman, bir prestan geçen kâğıt üzerindeki işaretleri gözetleyebilir. Fotosel eleman bir elektronik amplifikatörün çıkışını tayin eder ve amplifikatörün çıkışı rototrolun manyetik alanını kontrol için kullanılır. Böylece makinenin devrinde gerekli ayarlamalar yapılır.

AMPLİDİN İLE MOTOR KONTROLU

Amplidin, bazı değişiklikler yapılmış bir D.A. generatörüdür. Amplidinin manyetik alan sargılarının akımları kontrol edilmek suretiyle çıkış gücü tayin edilebilir, rototrolda olduğu gibi. Kontrol çok hassastır. Alan sargısına tatbik edilen yarım vat kadar küçük bir elektrik sinyali, birkaç kilovatlık bir gücü kontrol eder.

Yabancı uyarımlı bir D.A. generatörünün çalışmasını tekrar gözden geçirerek amplidinin çalışmasını anlatalım. Şekil 24-20 deki generatörü ele alalım. Uçlarındaki gerilim 100 Volt, normal yük akımı 50 A. dir. Yani çıkış gücü 5 Kilovattır. Yabancı kaynaktan generatörün uyarım için çektiği güç 100 vattır.

Endüviden geçen akımın meydana getirdiği manyetik alanın ana manyetik alana dik olduğuna dikkat ediniz. Amplidinde bu endüvi manyetik alanından istifade edilir.

Amplidinin geliştirilmesinde, uyarım gücünün azaltılması bir gayedir. Yukarıdaki örnekte uyarım gücünün azaltılmasının sonuçlarını inceleyelim.

Alan sargısını küçültürsek 100 vatlık uyarım gücünün 1 vata düştüğünü kabul edelim. Bir vatlık güç normal manyetik alanın % 1 i kadar bir alan meydana ge-

tirir. Böylece uçlardaki gerilim 100 volttan 1 volta düşer. Düşük gerilimde 50 A. lik yük akımı 0,5 A. e düşer ki, ancak normal endüvi manyetik alanının % 1 i kadar alan meydana getirir. Generatörün çıkış gücü pratik olmayan küçük bir değere düşürülmüş oldu.

Şekil 24-21 de olduğu gibi, yükü devreden çıkarıp, fırçaları kısa devre etmek suretile, endüvi akımını ve endüvi manyetik alanını önceki normal değerine çıkarabiliriz. Uyarım gücü ve manyetik akı hâlâ çok küçük değerdedir. Fakat çok küçük, normal endüvi alanını kontrol eder.

İkinci adım, bir işe yaramayan bu endüvi alanını iş göreceğe hale getirmek ve endüviyi normal çıkış gücünü verir hale getirmektir.

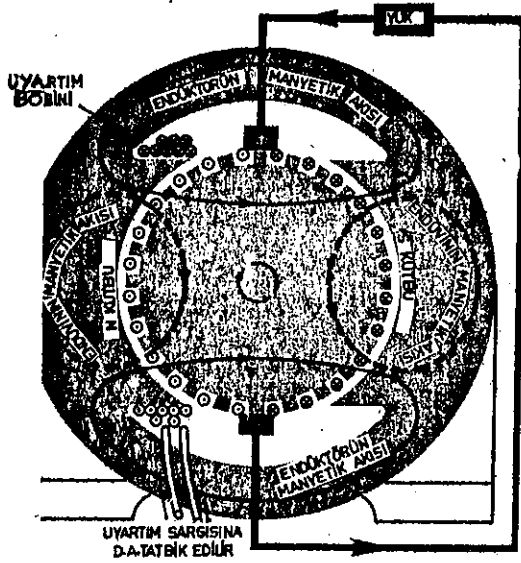
Soldaki küçük alan sargısı zayıf bir manyetik alan meydana getirir, önceki gibi. Bu zayıf manyetik alan, nötür eksenini üzerindeki fırçaların kısa devre edilmesi ile endüvi iletkenlerinden oldukça büyük akımın geçmesine sebep olur.

Endüvi akımının meydana getirdiği manyetik akı sağ ve solda kapalı kuvvet çizgileri olarak gösterilmiştir. Bu endüvi akısını toplayabilmek için endüktör kutupları iki parçaya bölünmüştür.

Sonuç olarak, yeni iki kutup daha meydana gelmiştir; yukarıdaki iki yarım kutup N kutbu ve aşağıdaki iki yarım kutup da S kutbu durumundadır.

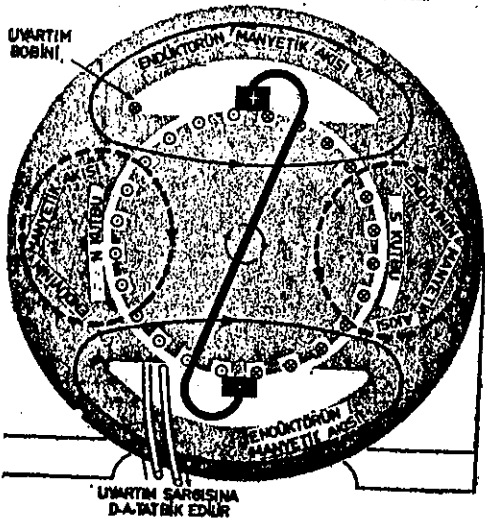
Bu yeni manyetik alanın şiddetinin daha önce anlatılan alanın şiddetinde olduğunu kabul edelim. 100 voltluk gerilimin bu endüvide üretilmesi mümkündür. Eğer bir çift fırçayı uygun yere koyarsak, bu gerilimi dışarıya alabiliriz. Bu iki fırça şekilde iki yanlardadır, aynı yük bağlanmış ve 100 volt gerilim altında 50 A. çekiliyor.

Bu yeni 50 A. lik endüvi akımı endüvide bir manyetik alan meydana getirir ki bu arzu edilmez. Bu alanı yoketmek için ters yönde manyetik alan meydana getirecek «kompanzasyon» sargısı kutup üzerine yerleştirilir. Bu sargı yük devresine seri bağlıdır. (Şekil 24-22 nin sağ tarafındaki kutup

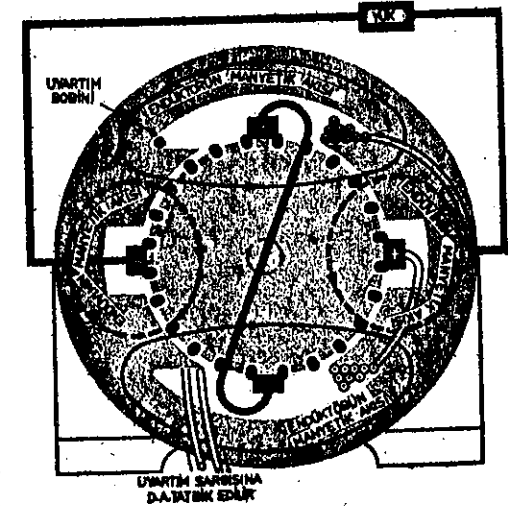


Şekil 24-20.

Fig. 24-21



Şekil 24-21.



Şekil 24-22.

üzerinde bu sargı görülüyor.) Kompanzasyon sargısından geçen yük akımının meydana getirdiği manyetik alan, endüvi alanına eşit ve zıt yöndedir. Böylece bu iki alan birbirini yok eder ve generatörün manyetik alanı Şekil 24-22 de gösterildiği gibi olur.

Özet : Küçük (1 vatlık) bir gücün tatbik edildiği alan sargısının meydana getirdiği manyetik alan, kısa devre edilmiş olan endüvide düşük gerilim ve yüksek akımın meydana gelmesine sebep olur. Bu kısa devre endüvi akımı ana manyetik alana 90° lik yeni bir manyetik akı meydana getirir. Bu yeni kuvvetli akı, yük için yüksek gerilim ve yüksek akımın üretilmesini mümkün kılar. Böylece meselâ 5000 vatlık bir çıkış gücü 1 vatlık küçük bir uyarım gücü ile kontrol edilebilir.

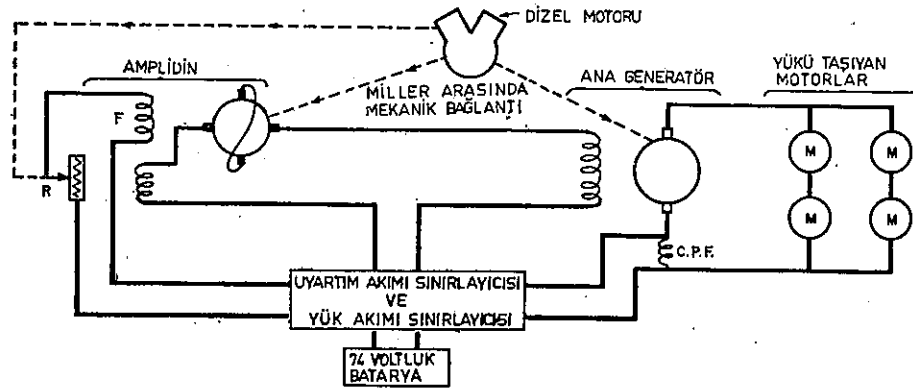
Eğer örnekteki uyarım akımı iki katına çıkarılırsa, uyarım gücü 4 w olur ve ana alan (kutup-

ların alanı) iki kat artar, dolayısıyla kısa devre akımı da iki misli olur. Bu, endüvi manyetik alanının iki kat artmasına ve çıkış geriliminin 200 volta yükselmesine sebep olur. Yük akımı da 100 A. e yükselir. Demek ki kontrol görevi yapan uyarım sargısına giren gücün 1 vattan 4 vata yükselmesi, çıkış gücünün 5 kW dan 20 kW a yükselmesine sebep olur.

Amplidin'in tatbikat sahası pratik olarak sınırsızdır. Yaptığı işlerden birkaç tanesi şunlardır :

1. Çok hassas olarak devri, gerilimi, akımı ve gücü kontrol etmek ve ayarlamak,
2. Birçok fabrikasyon işlerinde basıncı ve dönme momentini kontrol ederek imalatta yeknesaklığı temin etmek,
3. Yüksek devirli makinelerin devirlerini yükselterek veya düşürerek imalatı arttırmak.

Önceki şemalarda amplidinin sadece bir kontrol sargısı vardı.



Şekil 24-23.

Ekseriya birkaç kontrol sargısı kullanılır. Amplidinin çıkış gücü, yabancı bir kaynaktan uyarılan kontrol sargısını kullanmak suretile kontrol edilebilir. Amplidinin kontrol sargısının uyarımı için kullanılan akım kaynakları şunlardan biri veya birkaçı olabilir :

1. Devir sayısı değişikliklerine hassas bir generatör,
2. Kontrol edilen motorun endüvisine seri bağlı bir dirençteki, motor akımının değişmelerine hassas, IR gerilim düşümü,
3. Sabit bir doğru akım kaynağından temin edilen ve bir reosta ile değiştirilebilen akım,
4. Çıkış gücü, ısıya, basınca, akış hızına vesaireye hassas bazı elemanlarla kontrol edilen bir amplifikatörden elde edilen akım.

Amplidin ekseriya bir generatörün endüktör sargılarının uyarımı için kullanılır. Böylece generatörün çıkış gücünü kontrol eder. Generatör kontrol edilen motoru besler. Şekil 24-23 çok basit olarak bir dizel-elektrik lokomotifinde amplidinin kullanılışını gösteriyor.

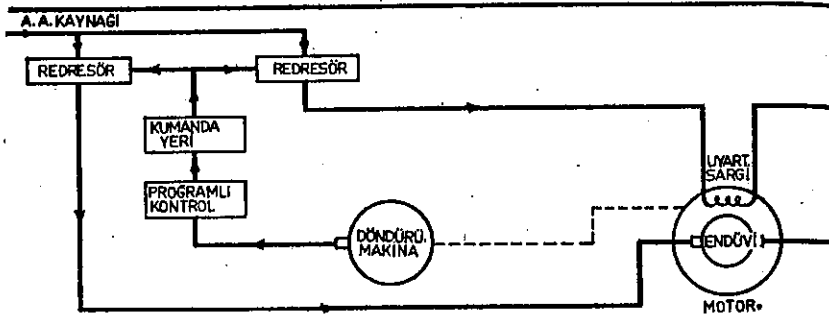
F amplidinin manyetik alanını kontrol eden sargıdır. R makinenin devir regülâtörüne mekanik olarak bağlı yükü kontrol eden bir reostadır. Bu reostanın göre-

vi, dizel makinesinin aşırı yüklenmesine mani olmaktır. C.P.F. ana generatörün yardımcı kutup sargısıdır. Generatörün akımı ile orantılı bir gerilim bu yardımcı kutup sargısının iki ucunda vardır. Bu gerilim, yük akımını sınırlayıcı devrede kullanılır. Sınırlayıcı devrelerin çalışması oldukça karışık olduğu için burada anlatılmıyacaktır.

Amplidinin kontrol sargısı F den geçen akım birkaç onda bir amper değerindedir. Amplidinin endüvisi ana generatörün alan sargılarını besler ki, 50 A. den azdır. 1600 Hp lik dizel motoru tarafından döndürülen ana generatör, ilk harekette yaklaşık olarak 3000 A. le altı çekici motoru besleyebilir. Yüksek devirlerde akım düşüktür; gerilim 875 volta kadar çıkar.

«Amplifikatör» (yükseltici) terimi, umumiyetle pikap ve radyoları hatırlatır. Fakat Şekil 24-23 deki devre, geniş anlamda bir «güç amplifikatörü» dür. Çünkü küçük bir giriş gücü ile büyük çıkış gücü üretimini kontrol etmektedir.

Motor-kontrol devreleri «geri besleme» prensibinin kullanılışını gösterir ki, otomatik kontrolde temel fikirdir. Şekil 24-19 daki rototrol devresini ele alalım; herhangi bir şekilde devrin değişmesi bir «sinyal geriliminin» üretilmesine sebep olur. Otomatik olarak



Şekil 24 - 24.

devirdeki gerekli düzeltmeleri yapmak için sinyal gerilimi kontrol sargısına geri beslenir. Lokomotif devresinde (Şekil 24-23) çok büyük bir yük akımı kendisinin sinyal gerilimini meydana getirir. Çıkış gücünü düşürmek için bu sinyal gerilimi kontrol devresine geri beslenir.

Otomatikleştirilmiş makine işlemlerinde, D.A. motorları bir A.A. şebekesinden elektronik olarak kontrol edilen doğrultmaçlarla beslenebilirler. Bir doğrultmaç, elektronların yalnız bir yönde geçmesine müsaade eden bir cihazdır, (Bölüm 26 ya bakınız). Fazla yer işgal eden motor-generatör guruplarına nazaran doğrultmaçlar küçük güçlü motorlar için daha kullanışlıdır.

Şekil 24-24, elektronik cihazların motor kontrollerindeki sadece genel bir tatbikatını gösteriyor. Manyetik alan sargısı ve endüvi ayrı ayrı doğrultmaçlarla besle-

nir; böylece herhangi bir uygun devir ve dönme momenti elde edilebilir. Kumanda tablosu durdurma ve başlatma butonlarını ihtiva eder. Aynı zamanda operatörün, «program kontrolünden yön ve devir kontrolünü almasını temin eder. Program kontrolü delikli kartlar, manyetik bant veya dönen anahtarlar gibi herhangi bir sisteme dayanır ve motorun muayyen işlemleri belirli zamanlarda tekrarlamasına sebep olur. Döndürülen makine üzerindeki, durum, basınç, vesaireye hassas alıcılar gerekli düzeltmelere tesir edebilirler. (Program kontrolü yalnız doğrultmaçla çalışan sistemlere değil, diğer motor-kontrol sistemlerine de ilâve edilebilir.)

Özet : Bir D.A. motorunun geniş bir bölgede devir ve dönme momenti kontrol edilebilir. Bütün bu motor kontrol sistemleri, D.A. motorunun bu özelliğini kullanma yollarıdır.

HATIRDA TUTUMASI GEREKEN NOKTALAR

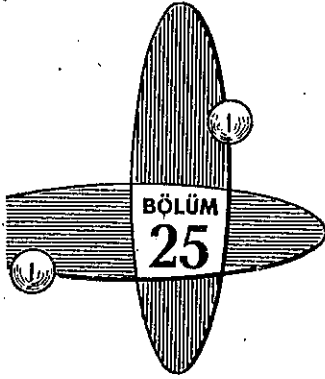
- Bağlantı şeması, kontrol cihazının parçalarını ve bağlantılarını gösterir. Devre şeması, bütün devreyi ve devrenin çalışmasını gösterir.
- Aşağıdaki kontrollerin devrelerini ve işlem sıralarını tekrar inceleyiniz.
 - a) Zıt e.m.k. ile kontrol,
 - b) Gerilim düşümlü kontrol,
 - c) Zaman ayarlı kontrol.
- Dinamik frenleme, bir motoru generatör gibi çalıştırarak durdurur. Motorun endüvisindeki mekanik enerji elektrik enerjisi-

ne ve sonra bir dirençte ısı enerjisine dönüştürülür.

- Cihazın biri çalışırken diğerinin çalışması tehlikeli ise, emniyetli çalışma için elektrikli kilitleme sistemi kullanılır. Cihazın birinin devresi kesildikten sonra ikinci cihazın devresi kapanır.
- Aşağıdaki sistemlerin çalışma prensiplerini, kullanılışlarını ve devrelerini tekrar gözden geçirin :
 - a) Ward Leonard Kontrol Sistemi
 - b) Rototrol Generatörü
 - c) Amplidin Generatörü.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Bağlantı şeması ile devre şeması arasındaki farkı açıklayınız.
2. 5 Hp, 115 V., 40 A. lik bir D.A. şönt motor, zıt e.m.k. metodu ile kontrolunda kullanılan termik, aşırı yük koruma tertibatının akım değerini tayin ediniz.
3. a) Aşırı yük koruma tertibatının ödevi nedir?
b) Problem 2 deki şönt motorun yol verilmesinde kullanılacak sigortaların büyüklükleri ne olmalıdır?
4. Motor kontrolunda «dinamik frenleme» nin manasını açıklayınız.
5. a) Bir D.A. motorunda Ward Leonard kontrol sistemi ile normal altında, ve üstündeki devirlerin nasıl elde edildiğini açıklayınız.
b) Bu tip kontrol sisteminin mahzuru nedir?
6. Bir şönt motora bağlı zıt e.m.k. metodu ile kontrolun devre şeması Şekil 24-25 de gösterilmiştir. Basit devre şemasına uygun olarak bağlantı şemasını tamamlayınız.
7. Şekil 24-25 de gösterilen kontrol, 5 hp, 125 volt, 40 A. lik bir şönt motorda kullanılıyor. Endüvi direnci 0,2 om; şönt sargı direnci 62,5 omdur. Motorun ilk hareket akımı, normal yük akımının % 150 sini geçmeyeceğine göre, endüviye seri bağlanan akım sınırlayıcı direncin



Elektrikle Isıtma ve Aydınlatma

Bir maddenin içinde elektron akışı olduğu zaman, elektronların potansiyel enerjisinin bir kısmı maddeyi teşkil eden atomların ve moleküllerin titreşimlerinde kullanılır. Atomların ve moleküllerin hareket enerjilerine ısı diyoruz. Birçok cihazların ısınmaları arzu edilmez ve fazla ısınmalardan cihazları korumak için bazı tedbirler alınması gereklidir. Isı enerjisi arzu edildiği zaman, bir dirençten akım geçirmek suretile ısıtılır. « $Vat = I^2 R$ » denklemi bir saniyede ısıya dönüşen elektrik enerjisini gösterir. Bütün elektrikli ısıtma cihazlarındaki enerji dönüşümünde verim % 100 dür; yalnız bu cihazlar arasındaki fark, meydana gelen ısı enerjisini kullanma verimlerinde dir.

BİR DİRENÇTEN GEÇEN AKIMIN MEYDANA GETİRDİĞİ ISI

Krom-Nikel alaşımı telden yapılmış spiral şeklinde sarılı di-

renç en genel ısıtma aygıtlarındandır. Dirençler, elektrik cihazlarının kontrolunda sağladığı büyük kolaylıklardan dolayı çok kullanılırlar.

Krom-Nikel (nikel-krom, kromel) alaşımlarının iyi özellikleri, az yer işgal etmeleri, fiyatlarının oldukça ucuz olması, uzun ömürlü ve kırılmaya dayanıklı olmalarıdır.

Bir ısıtıcının yapımı ile ilgili faktörleri gösterebilmek için, bir meraklının 200 vatlık bir ısıtıcı yapmak istediğini kabul edelim. Tabloya göre 0,2 mm çapında tel kullanabilir. $Vat = E \cdot I$ den akım 0,91 A. bulunur. Om kanunundan $R = 242 \text{ om}$ hesaplanır.

$$R = \frac{\lambda l}{s} \text{ formülü kullanılırsa,}$$

6,5 m. uzunluğunda tele ihtiyaç olduğu bulunur.

Eğer 0,2 mm lik krom-nikel tel yerine 0,3 mm lik tel kullanılsa idi, daha uzun tele ihtiyaç olacaktı. 0,3 mm lik telin yüzey sıcaklığı daha düşük olacağından, oksitlenme daha yavaş olur. Dolayısıyla ısıtıcının ömrü daha uzun olur.

Bir elektrik fırınında, sık kullanılan ısıtıcı bir eleman, çelik bir tüpün içine yerleştirilen spiral şeklinde sarılı direnç telinden ibarettir. Tüpün içine magnezyum oksit gibi, teli tüpten izole edecek madde doldurulur.

Bir fırında üç değişik sıcaklık, iki ısıtıcı eleman ve dört durumlu bir anahtarla elde edilebilir. Anahtarın yüksek kısmında iki eleman da 220 V. luk şebekeye paralel olarak bağlıdır. Orta sıcaklık için büyük eleman, düşük sıcaklık için de küçük eleman şebekeye bağlanır.

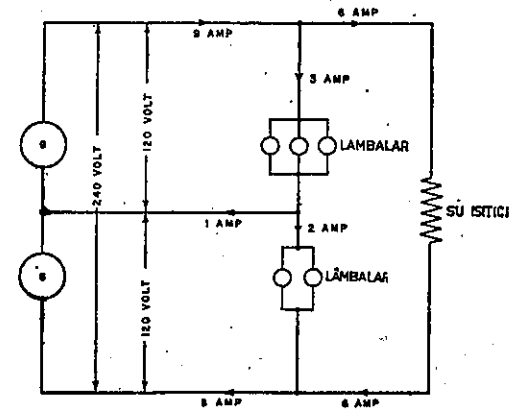
Elektrikli mutfak fırınları, su ısıtıcıları ve elbise kurutucularında üç dirençli elemanlar kullanılır ve yukarıda anlatıldığı gibi çalışırlar.

Üç Hatlı 120/240 Voltluk Sistem

Bir cihaz için 3000 vata ihtiyaç olduğunu farzedelim, 120 voltluk

şebekeden 25 A. le veya 240 V. luk şebekeden 12,5 A. le beslenebilir. Hattaki güç kaybı hattın geçen akımın karesi ile hat direncinin çarpımına eşittir. Cihaza çekilen hattın direnci aynı olduğuna göre, 25 A. lik akımın sebep olacağı güç kaybı, 12,5 A. lik hat akımının sebep olacağı kaybın dört katıdır. 240 voltluk sistemin kullanılması sebebi, hattaki gerilim düşümünü ve güç kaybını çok kalın iletken kullanmadan normal bir değerde tutmaktır.

Şekil 25-1 de gösterildiği gibi, iki tane 120 voltluk generatör seri bağlanmak suretile, üç hatlı sistem meydana getirilmiştir. İki dış



Şekil 25-1. Üç Hatlı Sistem

hat arasında gerilim 240 volt, orta hat ile dış hatlar arasındaki gerilimler 120 şer voltur. Orta hat pratikte topraklanabilir.

Topraklanmış hatta «nötür» denir. Bu hat toprak potansiyeğinde olduğundan, hatalı dokunmalardan ileri gelen çarpmalar önlenmiştir. Dış iletkenlerden biri ile toprak arasında dokunmalardan meydana gelecek olan çarpılma, iki hatlı 120 voltluk sistemde olduğundan daha fazla değildir.

Şema üzerindeki incelemeler, nötür hattından geçen akımın dış hatlardan geçen akımların farkı olduğunu gösterir. Şu halde nötür hattının, dış hatlar kadar kalın çekilmesine lüzum yoktur.

Kaynak gerilimleri D.A. veya A.A. olsun, yukarıdaki akım ve gerilim münasebetleri doğrudur. Alternatif akımda yukardaki bağlantıya üç hatlı bir fazlı sistem denir. Bu bağlantıya hiçbir zaman üç fazlı sistem denemez. Çünkü üç fazlı sistem apayrı bir bağlantı sistemidir.

Elektrik Ocağı Devreleri

İki değişik ısıtıcı elemanın çeşitli bağlanmış kombinezonları ile sekiz değişik sıcaklık, çok kontaklı anahtar ve iki değişik şebeke gerilimi (120 ve 240 V.) yardımı ile elde edilebilir.

Meselâ, bir imalâtçı, bir elektrik fırınındaki iki ısıtıcı eleman (46 om ve 59 om) ile beş değişik sıcaklığı, 6 durumlu bir anahtar kullanarak elde etmiştir :

1. İki eleman da 230 volta paralel bağlıdır; $1150 + 900 = 2050$ Vat.
2. 46 omluk eleman 230 volta bağlanır; 1150 Vat.
3. İki eleman da 115 volta paralel bağlanır; $290 + 220 = 510$ Vat.
4. 46 omluk eleman 115 volta bağlanır; 290 Vat.
5. Her iki eleman da 115 volta seri bağlanır; 125 Vat.

Kanthal Alaşımları

Demir, krom, alüminyum ve kobalt ihtiva eden bir grup alaşımlara «Kanthal» ticarî adı verilmiştir. Bu alaşımlar yüksek sıcaklığa dayanıklı ısıtıcı elemanların yapımına elverişlidir. Dirençli tip havyaların ve sigara yakacağı gibi ısısı belirli bir kısımda toplanan uygulamalarda ve aynı zamanda yüksek sıcaklık fırınlarında ve tuğla ocaklarında bu alaşımlar kullanılır. Kanthaldan yapılan bir ocağın çalışması esnasında telin yüzeyi alüminyum oksitle kaplanır ki bu kaplama telin daha fazla okside olmasına mani olur. Birçok alaşımların 1150°C den 1350°C

$^{\circ}\text{C}$ ye kadar olan sıcaklıklarda çalışacağı gözönünde tutulmuştur. Kanthal süper, molibden, silisyum, diğer metalleri ve seramiği ihtiva eder ve 1600°C de çalışır.

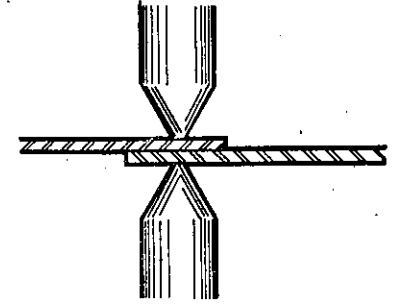
Silisyum Karbid Dirençler (Global Elemanlar)

Silisyum karbid yalnız bileyici bir madde değil, silisyum karbid çubukları ısıtıcı eleman olarak ta kullanılır. Çubuk şeklindeki ısıtıcılar tuğla ocaklarında ve fırınlarda kullanılır. Çubuk ısıtıcıların uzunlukları 10 cm ile 180 cm arasında değişir. Dirençleri de 0,4 omdan 5 oma kadardır. Bu tip ısıtıcıların beslenmeleri çok kademel bir transformatörle yapılır veya seri şok bobinleri kullanılırsa, akımları ve ısı güçleri kontrol edilebilir.

Silisyum karbid alaışımının öz direnci $0,1 \text{ om/cm}^3$ civarındadır ve yarı iletken maddeler sınıfına girer. Bu dirençler 1500°C ye kadar olan sıcaklıklar için kullanışlıdır.

Nokta Kaynağı (Direnç kaynağı)

Demir saçların kaynağı genel olarak saçtan geçen akımın meydana getirdiği ısı ile yapılır. Bakır elektrotlar arasına saçlar sıkıştırılarak basılır, elektrotlar düşük gerilimi ve yüksek akımlı kaynaktan kısa bir müddet için beslenir. Elektrotlar arasındaki saçın di-

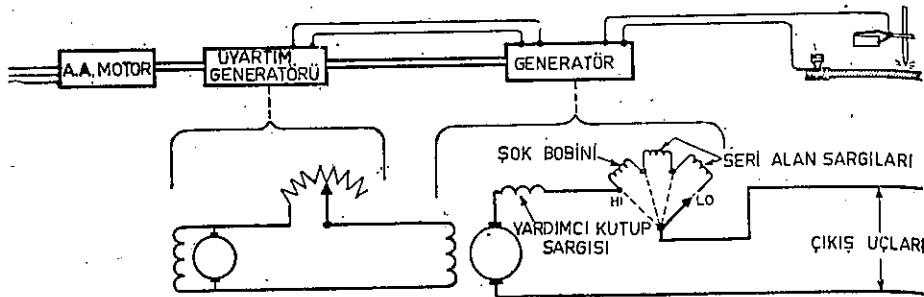


Şekil 25 - 2. Nokta Kaynağı

renci küçük olmakla beraber I^2R değeri saçı kaynatabilecek yeterli bir değerdedir. Akım kesildikten sonra kısa bir müddet elektrotların basıncı devam ettirilir. Kaynamış olan saçlar elektrotlar gevşetilerek çıkarılır. İmalât makinelerindeki, «sıkıştırma-kaynatma-tutma-gevşetme» saykılı ve akımın kontrolü özel elektronik cihazlarla yapılır.

ARK KAYNAĞI

Endüstrideki ark kaynaklarında en çok bir motor tarafından döndürülen D.A. generatörleri kullanılır. Kaynak generatörlerinin değişik çalışma karakteristikleri, generatörün uçlarındaki gerilim fazla miktarda düşer ve arkın sönmesi ile gerilim tekrar normal değerini alır. Kaynak esnasında, arkın direnci değişmesine rağmen, akımın oldukça sabit kalması lâzımdır.



Şekil 25-3. Kaynak Generatörü

Şekil 25-3 bir kaynak generatörünü gösteriyor. Uyarım generatörü kaynak generatörünün endüktörünü oldukça sabit ve ayarlanabilen bir akımla besler. Kaynak akımını (çıkış akımını) sabit tutmak için düşük dirençli demir çekirdekli bir bobin kullanılır.

Bobindeki akım aniden artarsa, akımın artmasına mani olmaya çalışan zıt yönde bir e.m.k. indüklenir. Eğer akım azalmağa başlarsa, bobinde indüklenen e.m.k. akımı takviye eder, (Lenz Kanunu). Seri alan sargısı, uyarım generatörünün beslediği ana alan sargısının manyetik alanını zayıflatacak şekilde bağlıdır. Böylece yükün direnci ani olarak düşünce, generatörün uçlarındaki gerilim düşer. Yukarıda gösterilen çeşitli uçlar yerine, seri sargıya paralel bağlanan bir reosta ile seri sargının manyetik alanı kontrol edilebilir. Yüksek çıkış akımları için seri sargı kısa devre edilerek devreden çıkarılır.

Ark Fırınları

Çelik alaşımlarının imalinde kullanılan elektrik fırınları için yüksek ısı enerjisi karbon elektrotların meydana getirdiği arkla temin edilir. Laboratuvarı, küçük bir yüksek ısı fırın, karbon arkın etrafını erimeyen bir madde ile kaplıyarak, imâl edilebilir.

ENDÜKSİYONLA ISITMA

Endüksiyonla ısıtma, herne kadar alternatif akımda uygulanırsa da bu bölümde bahsetmeğe değer. Yüksek frekanslı alternatif akımla beslenen bir bobinin içine bir metal parçası konursa, çabuk değişen manyetik alan metalin yüzeyinde akımları indükler ve bu akımlar metali ısıtır. Bu metod ekseriya dişlilerin ve bazı makine parçaları yüzeylerinin ısı işlemleri ile sertleştirilmesinde kullanılır.

ELEKTRİK ENERJİSİ FİYATININ MUKAYESESİ

	İhtiva ettiği ısı enerjisi	Kabul edilen verim	Fiyat	Lira başına büyük kal.	
				Satınalınan	kullanılan
Elektrik	864 B. Kal/Kwh	% 100	16 kr/Kwh	5,400	5,400
Tabii gaz	8890 Kal/m³	% 83	33,6 L/m³	26,500	22,000
Petrol	796.10¹ B. Kal/m³	% 80	448 L/m³	18,000	14,400
Kömür	7960 B. Kal/kg.	% 76	265 L/ton	27,900	21,200

Tablodan birçok sonuçlar çıkarılmadan önce, kendi memleketimizdeki enerji fiyatlarına göre tekrar hesaplamalıdır. Dikkate alınacak diğer faktörler; emniyet, kontrol kolaylığı, temizlik ve kararlılıktır.

Bir evi elektrikle ısıtmak için birçok kullanılan üç tip dirençli ısıtıcı şunlardır: 1. Seramik çekirdekli duvar üniteleri, 2. Tavan ve taban kablosu, 3. Ventilâtorlü ısıtıcılar. Orta iklimler için, sıcaklık pompası denen bir elektrik motoru ile döndürülen cihaz da incelenmelidir. Bu cihazın lira başına verdiği enerji, dirençli tip ısıtıcıların enerjisinden daha fazladır.

ELEKTRİKLE AYDINLATMA

İlk elektrik ışık kaynağı karbon elektrotları arasındaki arkta faydalanılarak yapılmıştır. Bunu karbon filâmanlı kızaran telli lâmba ve sonra tungsten filâmanlı kızaran telli lâmbalar takip etmiştir. Bu lâmbalarda beyaz derecede kızaran tel ışık meydana getirir.

İŞIĞIN ÖLÇÜLMESİ

«Işığın Ölçülmesi» teriminden iki mana çıkabilir: 1. Kaynağın şiddeti veya 2. Bir yüzey üzerindeki aydınlık.

Bir ışık kaynağının şiddeti mum gücü ile ölçülür. Uzun yıllar ışık kaynağı birimi olan «standart mum» özel ebatta ispermeçet mumundan yapılır ve saatte 7,76 gramlık bir hızla yanar. Bu standart birçok sebeplerden tatmin edici değildir. Bu günkü standart, ki 1948 de kabul edildi, 1770 °C sıcaklığındaki fırında beyaz sıcaklıkta toz toryum oksitinin meydana getirdiği ışık olarak kabul edilmiştir.

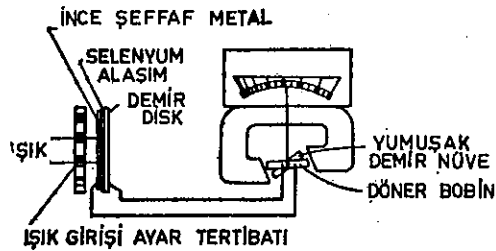
Bu fırındaki 1/60 cm² kesitinde bir delikten gelen ışığın, bir mum şiddetinde kaynağı vardır diye tarif edilebilir.

Yüzey aydınlık şiddeti birimi lüks (lux) tür. Bir standart mumdan 1 metre bir yüzeydeki aydınlık şiddetine bir lüks denir. Işık akısı birimi lümen'dir. Bir mumluk ışık kaynağından 1 m uzaktaki

1 m² lik delikten geçen ışık akışına bir lümen denir. Eğer 1 m² lik yüzey bir standart mumdan bir metre uzağa konursa, bu yüzeydeki aydınlık metre karede 1 lümandır. 1 lümen/m² değeri bir lükse eşittir. Küresinin yüzey alanı $S = 4\pi r^2$ olduğuna göre, 1 mumluk ışık kaynağı 4π (dört pi) lümenlik ışık akısı meydana getirir.

Eğer verimi % 100 olan bir ışık kaynağı yapılabileseydi, yani elektrik enerjisinin hepsi görünebilir ışığa dönüşseydi, bu lâmba vat başına 621 lümenlik ışık akısı meydana getirirdi. 100 vatlık tungsten lâmbasının verimi 15,5 lümen/vattır. Flüoresant lâmbalar takriben vat başına 50 lümenlik akı verirler.

Göz, aydınlık değişikliklerine kolayca intibak eder. Aydınlık şiddeti, parlak gün ışığında 80,000 veya 100,000 lümen/m² den puslu bir günde 1000 lümen/m² ye ve ayın ondördündeki bir gecede 5 lümen/m² ye kadar düşer. Resim odaları için 250 lümen/m², sınıf-



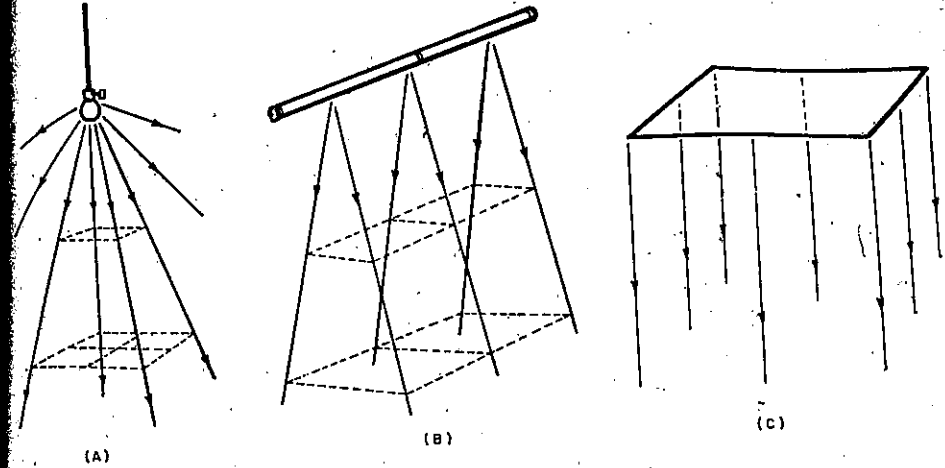
Şekil 25-4.

lar için 100 yahut 150 lümen/m² ve kaldırımalar için 5 lümen/m² aydınlık şiddetleri tavsiye edilir. Aydınlık şiddeti lüks metre ile ölçülür. Lüks metre foto elektrik eleman ile bir mikro-Ampermetreyi ihtiva eder, yalnız ölçü aletinin skalası doğrudan doğruya lümen/m² okunacak şekilde yapılmıştır.

Işık Kaynağı, Mesafe ve Aydınlatma

Şekil 25-1 deki ışık dağılışı şekillerinden şunlar anlaşılmaktadır:

- Bir nokta ışık kaynağından, ışık, ışınlar halinde yayılır. Yüzey aydınlığı, kaynak ile yüzey arasındaki mesafenin karesi ile ters orantılıdır. (A) da, bir metre kare yüzey üzerine düşen ışık akısı kaynaktan 2m mesafedeki yüzey üzerinde 4 m² lik yüzeyi kaplar.
- Uzun bir fluoresant tüpte olduğu gibi bir doğru şeklindeki ışık kaynağından ışık o şekilde dağılır ki, herhangi bir yüzeydeki aydınlık yüzeyin kaynaktan olan mesafesi ile ters orantılıdır. Bu iki ışık kaynağının altındaki yüzeylerin aydınlığını arttırmak için kaynağın üst kısımlarına ışığı yansıtan reflektörler konur.
- Sonsuz büyüklükte düz levha halindeki ışık kaynağının aydınlatacağı yüzeylerdeki aydınlık şiddeti, kaynağa olan mesafe ile değişmez.



Şekil 25-5.

İŞİK NEDİR ?

Işık enerjidir. Atomlardaki elektronik karışıklıklar bu enerjiyi saçarlar. Bir atomdaki elektronlar çok çeşitli şekilde enerji toplayabilirler : Kızıl derecedeki bir telin ışık vermesi, diğer elektronlar tarafından bombardıman, gazlı bir tüpten akım geçirilince tüpün ışık vermesi, diğer maddeler tarafından neşredilen ışığın emilmesi ve sonra emilen enerjinin geri verilmesi gibi. Bir çarpışmada bir elektronun verebileceği enerjinin miktarı, elektronun yerine, içinde bulunduğu atomun cinsine ve atom içindeki yerine bağlıdır.

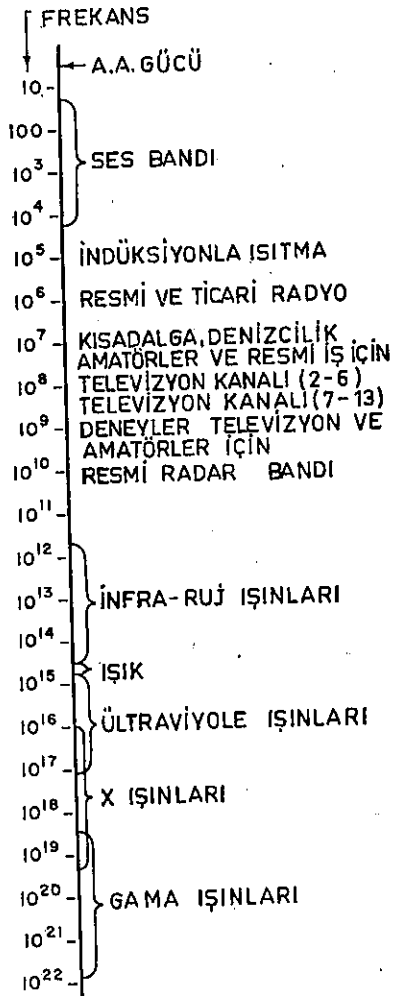
Enerjinin dağılışı, elektrik kuvvet çizgileri ve manyetik kuvvet çizgileri dalgası şeklinde olursa elektromanyetik dalga denir. Bu yayılan kuvvet çizgilerinin titreşim frekansı elektronun verdiği

enerjinin miktarı ile orantılıdır. Frekansları $4,3.10^{14}$ den $7,5.10^{14}$ e kadar saniyede titreşimler gözümüzdeki elektronlara tesir ederler. Bu frekans bölgesindeki elektromanyetik dalgalara «Işık» adı verilir.

Frekansları $7,5.10^{14}$ den biraz fazla olan dalgalara «ultraviyole» adı verilir. Düşük frekans bölgesindeki, titreşimi saniyede 10^{11} den 10^{14} e kadar olan dalgalara «enfraruj» adı verilir. Ultraviyole ile enfraruj arasında, etkileri ve kullanılışları bakımından büyükçe farklar vardır.

Değişik frekanslı elektromanyetik dalgaların uygulamalarını gösteren bir liste Şekil 25-6 da verilmiştir.

Atomların en dış kabuklarındaki elektronların hareketleri düşük frekanslı dalgaları verir. Atomla-



Şekil 25 - 6. Elektromanyetik Dalgaları

rin en iç kabuklarındaki elektronların büyük patlama radyasyonu ile yayılan dalgalar X ve Gama ışınlarıdır.

Bütün elektromanyetik dalgalar «ışık hızı» nda yayılırlar ki bu hız 300,000 km/sn dir, tabiatıyla yolları üzerinde hiç bir şey olmadığına göre.

IŞIK KAYNAKLARI

Karbon Ark Lâmbaları

Karbon ark lâmbalarının en belirli özelliği, toplanmış yüksek parlaklıkta ışığa sahip olmasıdır. Bazı tip ışık projeksiyon cihazlarında, meselâ 35 mm lik film makineleri ve projektörlerde karbon ark lâmbaları kullanılır. D.A. la elde edilen ark tercih edilmektedir. Çünkü A.A. arkı optik sistemde bazı karışıklıklara sebep olmaktadır.

Burada birkaç yüzey parlaklık değerleri (cm² de mum) mukayese için verilmiştir.

Güneş 160,000; normal karbon arkı 130,000; yüksek şiddetdeki ark 80,000; erimiş tungsten (3336 C°) 5740; 1722 C° deki fırının içi 60; buzlu camlı 40 vatlık lâmba 2,5; tungsten projeksiyon lâmbasının filamanı 2100.

Karbon arkının yüksek yüzey parlaklığına rağmen, arka verilen enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisine dönüştürüldüğünden verimleri düşüktür (vat başına 10 ilâ 20 lümen). Bu sebepten ark lâmbaları genel aydınlatma için uygun değildir. Yüksek sıcaklıktaki (takriben 5500C°) karbon arkının neşrettiği elektromanyetik dalgaların içinde ultraviyole oldukça fazladır. Arka bakınca gözlerimizin rahatsız olmasına neşredilen ultraviyole ışınları sebep olur.

Kızaran Telli Lâmbalar

Yapılmış olan değişik tipte ve boyutta lâmbaların çoğu tungsten filamanlı kızaran telli lâmbalardır. Okuyucu birkaç eski lâmbayı kırarak yapılışını gösteren kesit resmini çizebilir.

Normal lâmbaların (25 vat-300 vat) filaman sıcaklıkları 2300 C° ile 2650 C° arasında değişir. Normal gerilimde ömürleri 750-1000 saattir. Verimleri, 25 vatlık lâmba için 10 lümen/vat dan 300 vatlık lâmba için 19,6 lümen/vat a kadar yükselir. 750 saat ömürlü 100 vatlık bir lâmba, 1000 saat ömürlü 25 vatlık lâmbaya nazaran 8 misli fazla ışık meydana getirir; iki sebepten: Büyük lâmbalar küçüklerden daha verimlidir, 750 saat ömürlü lâmbaların filaman sıcaklığı 1000 saat ömürlü lâmbalarınkinden daha yüksektir. Dolayısıyla, vat başına daha fazla ışık meydana getirirler.

Filamanın oksitlenmesine mani olmak için kızaran telli lâmbanın havası boşaltılarak filamanın vakumda kızarması sağlanmıştır. 40

vat ve daha büyük güçlü lâmbalara hava basıncında azot gazı doldurulur. Gazın basıncı filamanın buharlaşmasını geciktirerek, filamanın daha yüksek sıcaklıklarda çalışmasını sağladığı için verimin artmasına sebep olur.

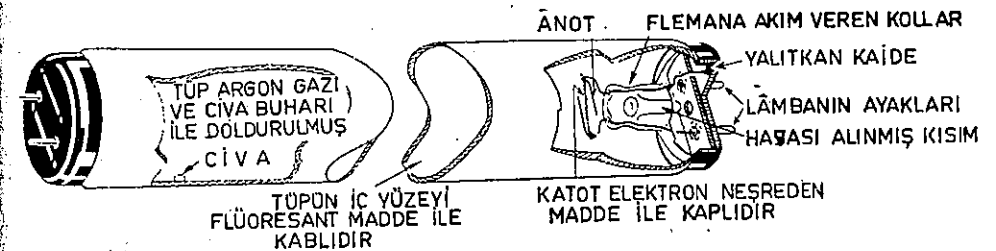
Buharlı Lâmbalar - Gazlardan akımın geçişi

Özel ışık kaynaklarında çeşitli asal gazlar ve madeni buharlar kullanılabilir. Bu lâmbaların çoğunda herhangi bir tipte akım sınırlayıcı yardımcı cihazlar kullanılır.

Cıva buharlı lâmbalar iki yerde kullanılır:

1. Cıva arkının mavi ışığı, bazı fotoğrafçılık işlerinde ve foto-kimyasal işlemlerde işe yarar. 2. Rengin önemli olmadığı endüstriyel genel aydınlatmada yüksek verimli (30-65 lümen/vat) cıva buharlı lâmbalar kullanılır.

Sodyum buharlı lâmbalar sokak ve ana yolların aydınlatılmasında kullanılır. 180 vatlık lâmba 10,000 lümenlik ışık akısı temin eder.



Şekil 25 - 7.

Yüksek verim ve uzun ömür sodyum buharlı lâmbaların iyi özelliklerindendir. Işığı limon sarısı renktedir.

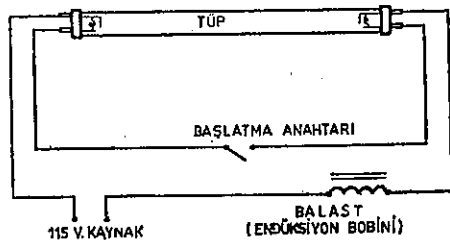
Portakal kırmızısı renk veren küçük neon lâmbaları (0,043 vat arasında) gösterge lâmbası olarak kullanılırlar. Verimlerinin düşük olması bir kusur sayılmaz, çünkü bunlar genel aydınlatmada ışık kaynağı olarak kullanılmazlar. Ortalama ömürleri 3000 saattir.

Bu lâmbalar fevkalâde kararlıdır; yanarak parçalanacak filâmanları yoktur ve zamanla zayıflarlar. 2 vattık NE-24 lâmbası evlerde gece lâmbası olarak kullanılır.

Aynı şekilde küçük argon lâmbalar donuk mavi-menekşe ışık verir. Ultraviyole ışığı vermeleri bu lâmbaların küçük çapta ultraviyole kaynağı olarak kullanılmasını sağlar.

Flüoresant Lâmbalar

Düşük basınçlı cıva buharı, flüoresant lâmbalarda akımın geçmesini temin eden iletken duru-



Şekil 25-8.

mundadır. Düşük basınçlı cıva buharından geçen akım mavi ve menekşe renginde ışık meydana getirir. Fakat meydana gelen ışığın büyük bir kısmı görülemeyen ultraviyole'dür. Bu ultraviyole ışınları tüpün iç yüzeyindeki kaplama maddesi tarafından emilir. Bu kaplama maddesi enerjisinin bir kısmını düşük frekanslı, görülebilen enerji şeklinde neşreder. Neşredilen ışığın rengi kaplama maddesinin karakteristiğidir. Neşredilen enerjiyi emen ve hemen tekrar neşreden maddelere «flüoresant maddeler» yahut «fosfor» denir.

Şekil 25-8 de bir flüoresant lâmbanın çalışmasını gösteren basit devre şeması görülmüyor.

220 volt tatbik edildiğinde devreden ilk anda akım geçmez, çünkü tüpün direnci çok yüksek olduğundan bir arkin başlamasına müsaade etmez. Başlatma anahtarı kapanınca, tüpün iki uçlarındaki filâmanlardan ve balasttan ibaret seri devreden akım geçer. Balast demir çekirdekli bir özindükleme bobinidir. Devrenin A.A. ile çalışmasını kabul edelim, devreye seri bağlı olan özindükleme bobininden geçen A.A. dolayısıyla bobinde indüklenen özindükleme e.m.k. (Zıt e.m.k.) devreden geçen akımın artmasına mani olur.

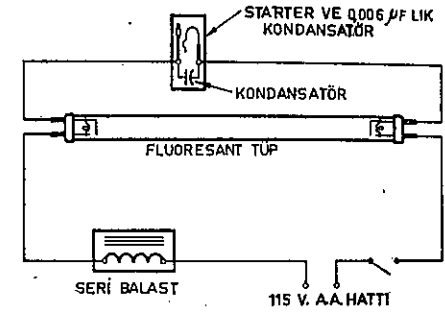
Tüpün iki ucundaki filâmanlar kızarınca cıva buharını ısıtır ve sıcak filâmanlar elektron neşrederler. Böylece tüp, içinden akım

geçirecek hale gelir. Başlatma anahtarı açıldığı zaman, özindükleme bobinindeki manyetik alanın yok olması bobinde yüksek bir gerilim indükler ki bu gerilim tüpün içindeki elektron akışını başlatır. Elektron akışı cıva buharını iyonlaştırır, dolayısıyla akım artarak geçmesine devam eder.

Çalışma esnasında, tüpün boyutlarına göre iki ucu arasındaki gerilim 50 ilâ 100 volt arasında değişir. Tatbik edilen devre geriliminin geri kalan kısmı özindükleme bobininde (balasta) düşer. Özindükleme bobini tüpten geçen akımı fazla ısı kaybı meydana getirmeden sınırlar. (seri bir direnç kullanıldığı zaman meydana gelecek ısı kaybına göre).

Flüoresant tesisatı genel olarak bir otomatik başlatma anahtarı (starter) ihtiva eder. (Şekil 25-9)

Şekil 25-8 de gösterilen «başlatma anahtarı» otomatik anahtarla değiştirilmiştir. Otomatik anahtar neon gazı ile doldurulmuş cam bir tüptür. Tüpün içinde bir bimetal şerit ve sabit bir kontak vardır. Kontak normalde açıktır. Devre 220 voltluk şebekeye bağlandığı zaman, neon gazı ile dolu küçük tüpün içindeki bimetal şerit ile sabit kontak arasında elektron akımı, küçük neon lâmbalarında olduğu gibi başlar. Bu akım çok küçük olduğu için özindükleme bobininde düşen gerilim de çok küçüktür. Küçük tüpün uçlarına tat-



Şekil 25-9. Flüoresant Lâmba Devresi

bik edilen 220 volt, kontakları arasında elektron akışını başlatabilecek değerdedir. Bu akım bimetal şeriti ısıtınca, şerit bükülerek sabit kontaga değeri.

Bu şekilde başlatma anahtarının (starter) kapanması temin edilerek tüpün filâmanlarının ısınması sağlanır. Küçük neon tüpünün içindeki kontakın kapanması neon gazının içinden geçen akımın kesilmesine sebep olur. Bimetal soğur ve kontakları açar. Bu kontakların açılması sırasında özindükleme bobininde indüklenen yüksek gerilim flüoresant tüpün içinden geçen akımı başlatır.

Anında yanan floresant lâmbaların elektrotlarını (katotlarını) ısıtmaya lüzum yoktur. Özel ani başlatma özindükleme (balast) bobini kullanılır. Bobinleri ve kondansatörleri ihtiva eden devre yüksek bir başlatma gerilimi temin ederek tüpün içinde akımı başlatır ve sonra akımı sınırlama ödelerini yapar.

ANAHTAR DEVRELERİ

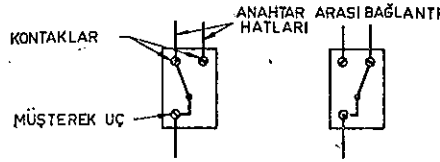
Bir veya bir grup lâmbaya iki ayrı yerden kumanda edebilmek için «vaviyen anahtar» kullanılır.

Şekil 25-11 de görüldüğü gibi, hareketli palet daima müşterek kontakları diğer iki kontağa ayrı ayrı bağlar. Anahtarın sıfır durumu yoktur, daima müşterek kontakları diğer kontaklardan birine bağlar durumdadır.

Şekil 25-12 bir lâmbaya iki vaviyen anahtarın bağlanışını gösteriyor. Lâmba yanar durumdadır. Anahtarlardan herhangibirini döndürerek lâmba söndürülebilir. Lâmba sönmek olduğu zaman anahtarlardan herhangi biri gene lâmbanın devresini, iki anahtar arasında çekilen iki hat üzerinden kapatabilir.

Bir lâmbayı üç veya daha fazla yerden yakıp söndürebilmek için iki anahtar arasına ara vaviyen bağlanır. Ara vaviyen anahtarlar dört kontaklıdır.

Dört kontaklı ara vaviyen anahtarlar devrede enversör şalter tesiri yapar. Şekil 25-14 dört yerden lâmbaların kumanda ediliş devre



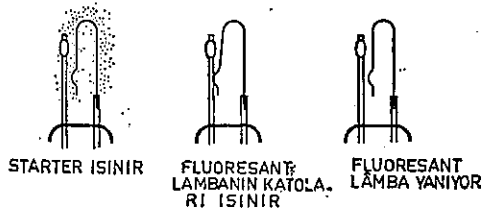
Şekil 25-11. Vaviyen Anahtar

şemasını gösteriyor. A ve D vaviyen anahtarlardır. B ve C iki ara vaviyen anahtardır. Şekil 25-13 deki gibi. Bu anahtarının düğmesini hareket ettirince iç bağlantıları C anahtarının iç bağlantısı gibi olur. C anahtarının düğmesini hareket ettirmek iç bağlantısının B anahtarının gibi yapar. Şekildeki devreyi incelediğimizde devrenin açık olduğu görülür. Dört anahtardan herhangi birinin düğmesini çevirmekle devre kapatılabilir.

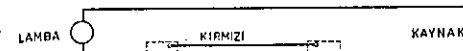
UZAKTAN KUMANDA SİSTEMLERİ

Eğer bir kimse evindeki bütün prizleri çeşitli yerlerden kontrol edebilmeyi sağlayan bir sistem isterse, 115 voltluk prizlerin devresi düşük gerilimle çalışan bir röle vasıtası ile açılıp kapanabilir. Kontrol devresinin düşük voltajlı olması tesisatının daha az masraflı olmasını sağlar. 115 voltluk kabloya ihtiyaç olmayacaktır. Düşük fiyatlı düşük gerilim kablosu ile tesisat kolayca yapılabilir.

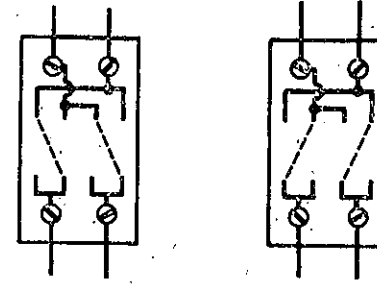
Kontrol edilen her priz in buatına 25 voltluk bir röle monte edi-



Şekil 25-10. Gaz Deşarj Lâmbalı Statör

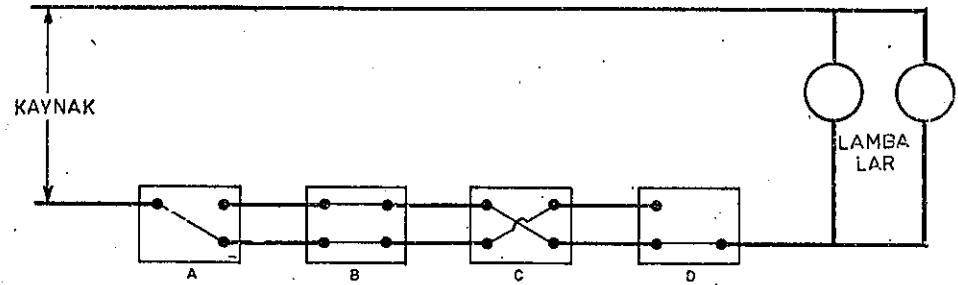


Şekil 25-12. İki Vaviyen Anahtarla Bir Lâmbanın Kontrol Edilmesi

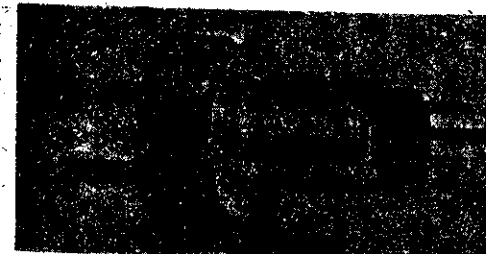


Şekil 25-13.

lir. Röle iki bobini ihtiva eder. Kısa bir müddet kapama bobininden geçen akım 115 volt kontağı kapatır ve kontak bobinden ge-



Şekil 25-14.



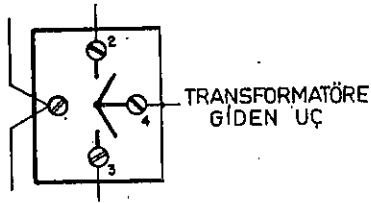
Şekil 25-15. Rölenin Şeması ve Resmi

çen akım kesildiği halde kapalı kalır. Açma bobininden kısa bir müddet geçen akım kontağı açar.

Röle bobinleri 25 voltluk bir transformatörle beslenir ve iki normalde açık kontaklı butonla kontrol edilir. Bir röleyi çeşitli yerlerden kontrol edebilmek için butonlar paralel bağlanır.

Şekil 25-16 da böyle bir buton gösterilmiştir. Butonun devreye bağlanışı Şekil 25-17 de görülmüyor.

Şekil 25-17 de lâmbayı yakmak için 2 ve 4 nolu uçları kapanacak şekilde butona basılır. Lâmbayı söndürmek için 3 ve 4 nolu uçları kapatmak lazımdır. Bu butona istenildiği kadar çok sayıda butonlar paralel bağlanabilir.



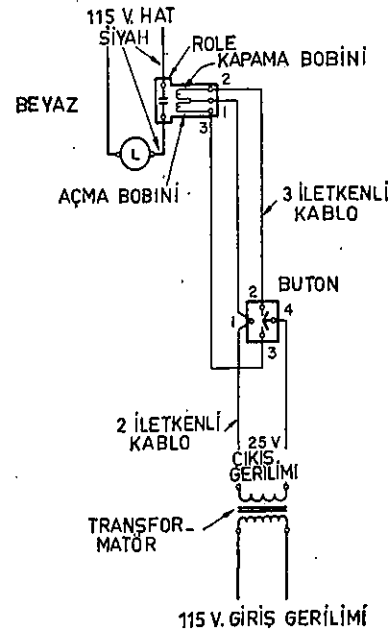
Şekil 25-16. Düşük Gerilimi ve İki Normadde Kontaklı Butonun Diyagramı

Bütün butonların 2 nolu uçları birbirine bağlanır. 25 V. luk hat-
tın bir ucu 4 nolu uca ve 3 nolu
uçların hepsi birbirine bağlanır.
Diğer butonların 1 nolu uçları kul-
lanılmaz.

Şekilde gösterilen ikili ve üçlü
kablo düşük gerilim ve düşük
akım için olduğundan ucuz kablo-
dur.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Dirençler ısı enerjisi meydana
getirmede % 100 verimlidir.
Isınma gücü, $Vat = I^2 R$
- Üç fazlı dağıtım sistemi enerji
ve bakır bakımından ekonomiktir.
- Nötür hattından geçen akım dış
hatlardan geçen akımların farkına eşittir.
- Direnç kaynağında (nokta kay-
nağı) düşük gerilimde yüksek
akımlar kullanılır. Ark kayna-
ğında orta akım ve gerilim kul-
lanılır.
- Bir «endüksiyon» fırında ısıtıl-
cak madenin içinde ısıyı meydana
getirecek olan alternatif
akım üretilir.
- Işık kaynağının şiddeti lümen-
le ölçülür. 12,57 lümen bir mum
gücüne eşittir.
- Bir yüzeyin aydınlık şiddeti
metre karede lümen olarak öl-
çülür.
- Yüzey aydınlık şiddetinin arttırıl-
ması yalnız ışık kaynağının
gücünü arttırmakla yapılmaz,
kaynak ile yüzey arasındaki me-



Şekil 25-17. Lâmbanın Röle ile Kontrol Devre Diyagramı

safeyi azaltarak ve ışık kayna-
ğının arkasına yansıtıcılar yer-
leştirmek suretile de yapılabilir.

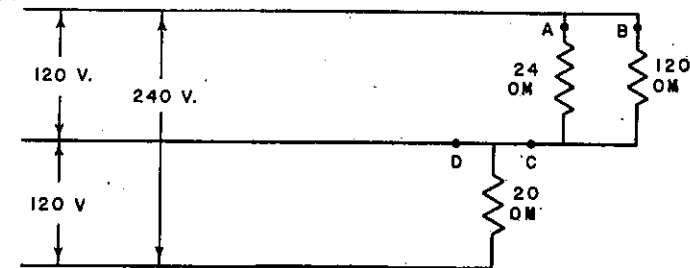
- Işık atomlardaki elektronların
hareketlerinden meydana gelir.
Işık elektromanyetik spektru-
mun dar bir bölgesindeki bir

gurup titreşim frekanslarıdır.

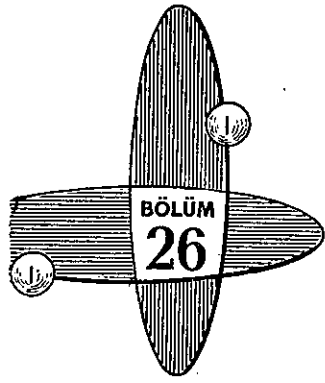
- Büyük kızaran telli lâmbalar
küçük lâmbalardan daha verim-
lidir. Flüoresant ve cıva buhar-
lı lâmbalar kızaran telli lâmba-
lardan 2,5-3 misli daha verim-
lidir.

TEKRARLAMA SORULARI

1. Dışarı 4°C de iken bir odanın
sıcaklığını 20°C de tutmak için
saatte 2500 büyük kalori (B. kal.)
lik ısıya ihtiyaç vardır. Lüzumlu
elektrik ısıtıcısının gücünü vat
olarak hesaplayınız.
2. Üç hatlı bir sisteme Şekil 25-18 de
gösterildiği gibi dirençler bağlan-
mıştır. A, B, C ve D noktalarında
ki akımları hesaplayınız.
3. 440 vatlık ısıtıcı için uygun krom-
nikel teli hesaplayınız.
4. 220 volt 1600 vatlık bir ısıtıcının di-
rencini hesaplayınız. Eğer 110 volt-
ta çalıştırılıysaydı, ısıtıcının gücü ne
olacaktı?
5. Bir ışık kaynağının şiddetini ölç-
mede kullanılan iki birimi söyleyi-
niz. Bu iki birim arasındaki bağın-
tayı yazınız.
6. Yüzey aydınlığını ölçmede kullanı-
lan iki birimin adlarını yazınız.
7. 25 vatlık bir lâmbanın verimi 10,4
lümen/vat tır. Lâmba ne kadar ışık
meydana getirir?
8. Reflektörsüz kızaran telli bir lâmba
ile bir iş yüzeyi aydınlatılıyor. Lâmba
yüzeyin 3 m yukarısında asılı-
dır. Eğer lâmba yüzeyin 2m üstü-
ne getirilirse, lâmbanın direkt al-
tındaki yüzey üzerindeki aydınlık
şiddeti kaç misli artar?
9. Karbon ark lâmbalarının kullanıldı-
ğı yerlerden ikisini yazınız.
10. Cıva buharlı, sodyum buharlı ve
neon lâmbalarının kullanıldıkları
yerleri yazınız.
11. Fosfor nedir?
12. Bir flüoresant lâmbanın devre di-
yagramını çiziniz.
13. Bir lâmbanın üç ayrı yerden anah-
tarla çalıştırılmasını gösteren şe-
mayı çiziniz.
14. Hangi durumlarda uzaktan kuman-
da rölelerini kullanmak uygundur?



Şekil 25-18.



Alternatif Akımın Doğru Akıma Çevrilmesi

Önceki bölümlerde doğru akım generatörleri anlatıldı ve bazı yerlerde generatörlerin A.A. motorları tarafından döndürüldüklerini de gördük. Akla gelen mantıklı bir soru şudur: «Niçin elektrik santrallerinde D.A. değil de A.A. üretilir?» Bu sorunun cevabı enerji nakil hatlarındaki kayıpların açıklanması ile bulunur. Doğru akımın üretilmesi ve dağıtımı, aynı gerilimle yapılır. Alternatif akımın transformatörlerle gerilimi yükseltildikten sonra elektrik enerjisi yüksek gerilim ve düşük akımla iletilir. Böylece hatlardaki enerji kaybı azalır.

Küçük bir şehir 10, km. mesafedeki elektrik santralının 120 voltluk D.A. şebekesinden 1000 kw çekiyor. Enerji nakil hattından geçen akım $1,000,000 : 120 = 8300$ A. dir. 120 mm² kesitinde bakır tel çekildiğine göre, hattın direnci 2,88 ohmdur. Hattan geçen 8300 A. lik akım 2,88 ohmluk hat direncinde $(I.R) = 8300 \times 2,88 = 23,904$

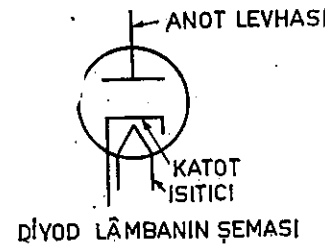
volt luk gerilim düşümüne sebep olur. Şu halde generatörün gerilimi 24,024 volt olursa hattın sonunda 120 voltluk gerilim elde edilebilir. 19,840 kw. lık güç enerji iletim hattında ısı şeklinde kaybolur.

Bu güç kaybı şöyle düşürülebilir: 1) Elektrik santralını şehire daha yakın mesafeye götürerek. 2) Daha kalın iletken kullanarak, 3) Daha yüksek gerilimle şehrin beslenmesini temin ederek. Bu üç değişiklik yapıldığı zaman, hatta düşen gerilim çok azalır. Fakat yukarıda belirtilen üç hususun pratik olmayan yönlerini açıklamak gerekli değildir.

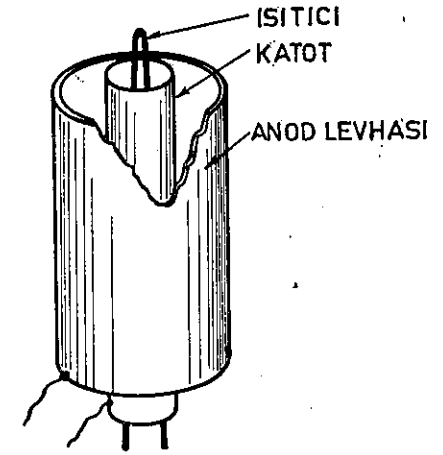
Bir alternatif akım, transformatörlerle, kolayca ve verimli olarak değişik gerilimli diğer bir alternatif akıma çevrilebilir. A.A. enerjisi aşırı kayba uğramadan iletilir. 1000 kw. lık güç 1200 v. ve 83 amperlik A.A. ile nakledilebilir. Eğer hat 50 mm² lik bakır iletken ise, 10 km. uzunluğundaki iki hat-

tın direnci 6,88 ohm ve düşen gerilim $IR = 83 \cdot 6,88 = 571$ volt olacaktır. 12000 voltluk hat gerilimi ile 571 volt düşen gerilim mukayese edilirse çok küçük olduğu görülür. Hatta yalnız 47,4 kw, ısı şeklinde kaybolur. Giriş gücü 2200 volt, 475 A. olan transformatör gerekli 1074 kw. lık güç ile gerilimi yükselterek enerji nakil hattını besler. Enerji nakil hattının sonundaki 12000 volt, transformatörle 2400 volta düşürülür. Bu şekilde 83 A. lik akım da 415 A. e yükselir. Dağıtım, 2400 voltluk hat gerilimi şehrin muhtelif noktalarındaki küçük trafo postaları ile 120 voltluk kullanma gerilimine düşürülerek yapılır.

Transformatörler doğru akımla çalışmaz. Transformatörün birinci devresinden geçen alternatif akımın meydana getirdiği değişen manyetik alan ikinci devrede bir alternatif gerilim meydana getirir. Bir transformatöre doğru akım tatbik edilirse, çıkış gücü elektrik enerjisi değil, ısı enerjisidir.



Şekil 26 - 1.



DİYOD LÂMBANIN YAPISI

Şekil 26 - 2.

DOĞRULTMAÇLAR

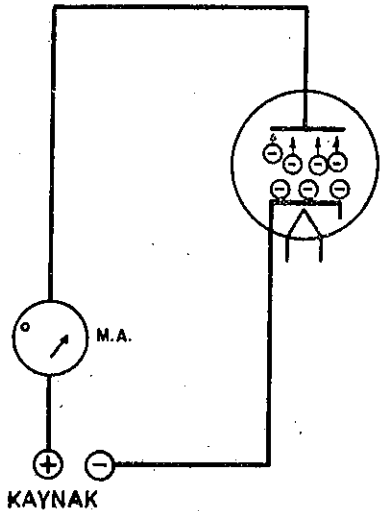
D.A. motorları, kaynak makinaları ve elektrokimyasal işlemlerde doğru akıma ihtiyaç vardır. Doğru akım, motor-generatör grupları ile elde edilir. Bu gruplarda generatörler A.A. motorları tarafından döndürülürler. D.A. kullanılacağı yere yakın bir yerde elde edilmelidir.

Doğrultmaç (Redresör) denen elektronik ve yarı-iletken cihazlarla A.A. kaynaklarından D.A. elde edilebilir. A.A. enerjisini D.A. enerjisine çeviren cihaza doğrultmaç (Redresör) denir. Fakat doğrultmaç deyiminin kapsamına motor-generatör grupları girmez.

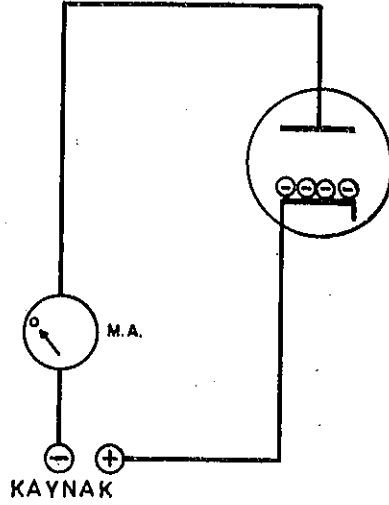
ELEKTRONİK DOĞRULTMAÇLAR : VAKUM VE GAZLI LÂMBALAR

Radyoların, amplifikatörlerin ve elektronik kontrol sistemlerinin çalışmaları için D.A. kaynağın beslenmeleri lâzımdır. Gerekli D.A. bir vakum lâmbalı yani bir diyod lâmbalı doğrultmaç kullanmak suretile A.A. kaynağından elde edilir.

Bir lâmbadaki katot (sembolü $\perp$) bir madeni saçtan yapılmış ve tungsten filâmandan geçen akımla ısıtılır. Katot baryum ve stronsiyum oksitlerin karışımı ile kaplanır. Bu kaplama maddesi katot ısıtılınca elektron neşreder. Isınan katottan çıkan elektronlar katota yakın boşlukta dolaşırlar. Bir kabın içindeki sıcak suyun üzerindeki buhar gibi.



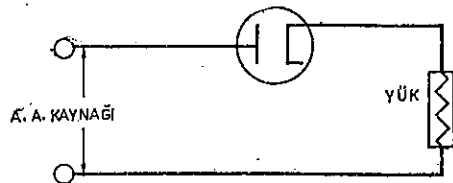
Şekil 26-3



Şekil 26-4.

Lâmbanın anotı, (sembolü $\perp$) katotun etrafını saran madeni bir saçtır. Anot ısıtılmaz ve normal çalışmada elektron neşretmez.

Bu diyod lâmba akımı bir yönde geçirir. Bir devreye bağlandığı zaman anot katottan daha pozitif ise, sıcak katot tarafından neşretilen elektronlar katottan anoda doğru akarlar (Şekil 26-3). Katot elektronları neşretmeye devam eder. Eğer anot levhası katottan daha negatif ise (Şekil 26-4) lâmbanın içinden akım geçmez. Çünkü elektronlar anot levhasından



Şekil 26-5.

dışarı çıkamazlar ve katotun neşrettiği elektronlar da anot levhası tarafından geri itilirler. (Basitleştirmek için ısıtıcı devresi çizilmemiştir.)

Bu lâmbayı doğrultmaç olarak kullanmak için, lâmba ile yük seri olarak A.A. şebekesine bağlanır. Şekil 26-5 de yük bir dirençle gösterilmiştir. Hakiki yük daha karışık olabilir.

Bir vakum lâmbanın kullanıldığı birçok doğrultmaç uygulamalarında dalgalanan doğru akım yerine düzgün doğru akıma ihtiyaç vardır. Bir bataryadan elde edilen akım gibi düzgün bir D.A. elde edebilmek için diyod lâmbanın çıkışına bir kondansatör bağlanır. Bu noktada, kondansatörler hakkında daha fazla bilgi edinmeğe çalışacağız.

KONDANSATÖR

Bir radyo veya televizyondan çıkarılan bozuk bir kondansatör parçalanıp incelenirse, umumiyetle ince uzun iki alüminyum levhanın parafinli kâğıtla birbirinden ayrıldığı görülür. Alüminyum levhalar kâğıt silindir şeklinde sarılmış ve parafin veya plâstikle kap-



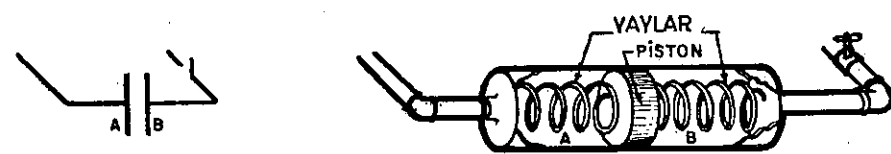
KONDANSATÖRÜN YAPISI

Şekil 26-7.

lanmıştır. Herhangi iki iletken levha bir yalıtkan madde ile ayrılırsa bir kondansatör meydana gelir.

Bir kondansatördeki elektronların nasıl hareket ettiklerini görmek için, kondansatörü Şekil 26-7 de görülen su dolu silindir ile mukayese edebiliriz. Silindirdeki piston yaylarla ortada tutulur. Başlangıçta silindirin ve boruların su ile dolu olduğunu kabul edelim. Kondansatör levhaları ve iletkenleri normal sayıda elektronlarla dolu olduğundan silindirle, levhalar arasındaki yalıtkan ise pistonla mukayese edilebilir.

Eğer aynı zamanda B levhasındaki elektronların dışarıya alınması temin edilirse, A levhasına daha fazla elektron gönderilebilir. Bu yapıldıktan sonra, A negatif ve



Şekil 26-6. Kondansatörün Yapısı

B de elektron noksanlığından Pozitif şarjla yüklenmiştir denir.

İlk fırsatta B nin elektronlarının yerlerine dönmesi sağlandığı takdirde aynı anda fazla elektronlar A yı terkedeceklerdir.

Kondansatörde düzgün bir elektron akışı meydana gelmeyebilir. Çünkü A ve B ye bağlanan iletkenlerdeki elektronlar, Elektriksel çekme ve itme kuvvetlerinin tesiri ile ileriye ve geriye doğru gidip gelirler.

Eğer daha büyük potansiyel farkı tatbik edilirse, daha fazla elektron A levhasına girer ve B levhasını terkeder.

Elektron miktarı kulonla ölçülür.

Kapasite her volt başına A levhasına giren fazla kulonların sayısı olarak tarif edilebilir.

Eğer 10 kulon A levhasına girdiğinde A ve B levhaları arasındaki potansiyel farkı 5 volt ise, kapasite 2 kulon/volt tur.

B boşluğundan suyun dışarı akması temin edildiği takdirde A boşluğuna daha fazla su girebilir. Bu yapıldıktan sonra, B de su azaldığı halde A da normalden fazla su olacaktır.

İlk fırsatta suyun B boşluğuna geri akması temin edildiği takdirde, aynı zamanda A boşluğundaki fazla su, geriye A dan dışarıya doğru akacaktır.

Silindirinin içinde herhangi bir düzgün-su akışı olmayacaktır. Fa-

kat yayların giderilmesi ve basılmasından dolayı, su A ve B ye gelen boruların içinde ileri geri dalgalanır.

Su miktarı litre ile ölçülebilir. Her kg. basınçla A boşluğuna giren ilâve su «kapasiteyi» verir.

Eğer 10 litre su A ya girdiğinde B ye nazaran A ya 5 kg. lık fazla bir basınç geliyorsa, kapasite, her kg. basınca mukabil 2 lt. sudur. (2 lt/kg.)

Bir voltluk potansiyel farkı yukarıdaki kondansatörün A levhasına 2 kulonluk fazla elektronun girmesine sebep olur. 20 voltluk potansiyel farkı A levhasına 40 kulonluk fazla elektron yükler. Aynı zamanda, eşit sayıda elektron B levhasından alınmalıdır. Bir kondansatörün kapasitesinin şarj miktarının (kulon) levhalar arasındaki potansiyel farkına oranı olduğuna ve sadece kulon olmadığına dikkat ediniz.

Kapasite ifade edildiği gibi volt başına kulonla ölçülür. Bununla beraber uzun «Voltbaşına kulon» ifadesi «farad» kelimesi ile değiştirilir ki bu kelimenin manası volt başına kulondur. Önceki örnekteki kondansatöre 2 faradlık kondansatör diyebiliriz.

$$\frac{\text{kulon}}{\text{volt}} = \text{farad}$$

Yukarıdaki tarif, hesaplamalarda kullanılabilir, meselâ :

0,5 farad'lık bir kondansatörün 20 kulonluk bir şarjla yüklenebilmesi için kaç voltluk gerilime ihtiyaç vardır ?

$$\frac{20 \text{ kulon}}{\text{volt}} = 0,5 \text{ farad}$$

$$0,5 \times X = 20$$

$$X = 40 \text{ volt}$$

Genel olarak, farad çok büyük bir birimdir. Kondansatörlerin kapasiteleri umumiyetle mikrofara (milyonda bir farad, kısaca μf) olarak ifade edilir. $8\mu\text{f}$ lik bir kondansatör, 0,000,008 faradlık kondansatördür.

$$\text{mikrofarad} = \frac{\text{mikro kulon}}{\text{volt}}$$

formülü aşağıdaki gibi soruların cevabını vermek için kullanışlıdır.

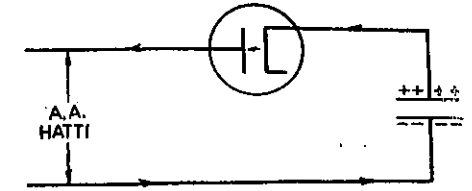
120 voltluk potansiyel farkında $20\mu\text{f}$ lik bir kondansatör ne kadar şarj alır ?

$$20 = \frac{120}{X} \quad X = 2400 \text{ mikro}$$

kulon, yahut 0,0024 kulon.

Doğrultmaç Devresindeki Kondansatör

Şimdi tekrar doğrultmaçların anlatılmasına dönelim, bir diyod devresinden değişen akım yerine

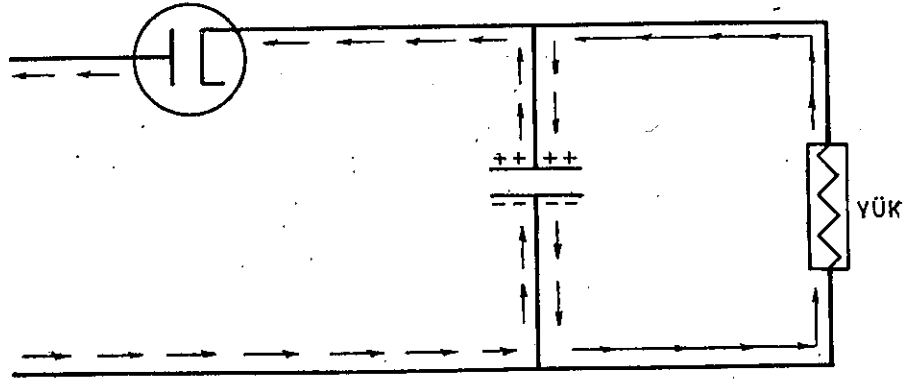


Şekil 26-8.

düzgün akım elde edebilmek için kondansatörü nasıl kullanabileceğimizi görelim :

Eğer bir kondansatörü diyod lâmba ile seri olarak A.A. hattına bağlarsak, lâmbadan akım geçtiği zaman, Şekil 26-8 de gösterildiği gibi kondansatör levhaları şarj olur. Kondansatörün üst levhasındaki elektronlar lâmbadan geçerek A.A. hattına gittiklerinden bu levha pozitif şarjlı duruma gelir. Eşit miktardaki elektronlar da alt taraftaki levhaya gelirler.

A.A. hattının polaritesi ters olduğu zaman, hat gerilimi lâmbanın içinden elektronları anottan katoda doğru geçirmeğe çalışır fakat hiç bir elektron akışı olmaz. Çünkü lâmba bu yönde iletkenlik özeliği göstermez. Böylece kondansatörün üst levhası pozitif şarjlı olarak kalır. Alt levhadaki elektronlar hat tarafından çekilir, fakat onlar da yerlerinde kalırlar. Elektronlar (+) şarjlı levha tarafından çekildikleri için alt levhadan ayrılmazlar. Yahut diğer bir görüşle, lâmba kısa bir müddet



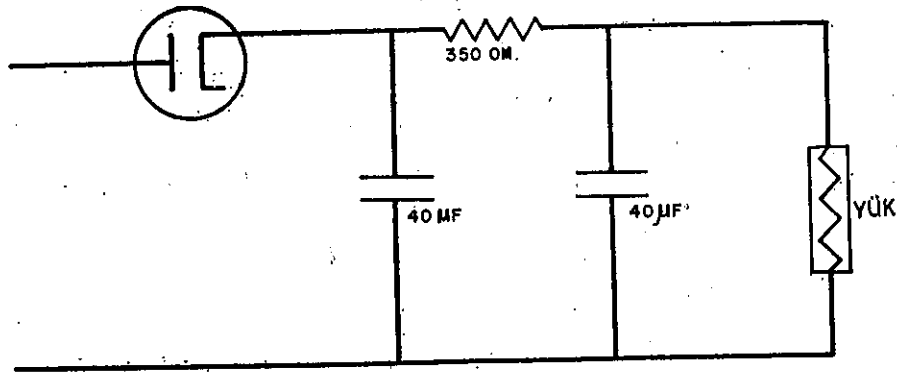
Şekil 26-9.

açık anahtar durumunda olduğundan elektronlar için kapalı bir devre yoktur. Böylece kondansatör lâmba yoluyla şarj edildiği halde, lâmba vasıtası ile deşarj edilemez.

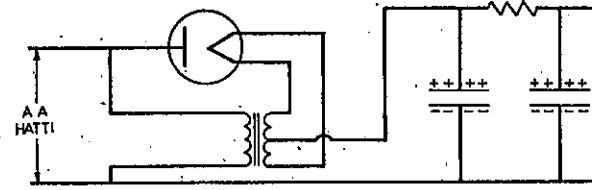
Kondansatöre paralel bir yük (direnç) bağlandığı zaman, lâmba iletken durumunda kondansatörü şarj ederken yükü de besleyebilir.

Lâmba akım geçirmediği zaman, kondansatöre depo edilmiş

olan şarj yükü besler. Negatif şarjlı levhadaki elektronlar dirençten geçerek kondansatörün pozitif plâğına doğru akarlar. Şekil 26-9'daki oklar lâmbadan ve şebeke hattından geçen doğrultulmuş dalgali akım ile yükten geçen devamlı akımı gösteriyor. Kondansatörün bağlantı hatlarından geçen akım alternatifdir; kondansatör şarj edilirken elektronlar yukarıya doğru, kondansa-



Şekil 26-10.



Şekil 26-11.

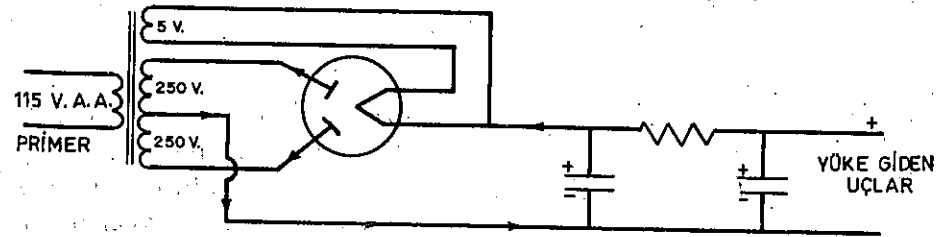
tör yük üzerinden deşarj olurken elektronlar aşağıya doğru akarlar.

Devamlı bir akım temin edebilmek için kondansatör yeterli büyüklükte olmalıdır ki, lâmbanın akımı iletmediği kısa zamanda şarjın hepsi kaybedilmesin. Kondansatör büyük olsa da, elektron akışı, tam manası ile muntazam değildir. Kondansatör biraz deşarj olunca akım düşer ve gerilim de azalır.

Radyolar için çok düzgün doğru gerilime ihtiyaç vardır. Bu gerilim Şekil 26-10'da görüldüğü gibi iki kondansatör kullanmakla elde edilebilir. İki kondansatör ile bir dirençten ibaret devreye «süzgeç devresi» denir. İki kondansatör ve direnç için verilen değerler yükün akım ve gerilimine bağlıdır. Diğer doğrultmaçlarda

benzer süzgeç devreleri kullanılabilir. Süzgeç devrelerinde umumiyetle kullanılan kondansatör tipi «elektrolitik» kondansatördür. Kitabın sonundaki ekte elektrolitik kondansatör hakkında bilgi verilmiştir.

Şekil 26-10'daki devre diyagramında katodun, endirekt olarak filâmandan geçen akım tarafından ısıtıldığını kabul edelim. Isıtıcı katottan yalıtılmıştır. Böylece ısıtıcının akımı tamamen doğrultmanın akımından ayrılmıştır. Umumiyetle ısıtıcı düşük gerilimli A.A. la beslenir. Bu A.A. transformatörün alçak gerilim sargısından elde edilir. Yahut diğer lâmbaların ısıtıcılarının filâmanları ile seri bağlandıktan sonra uygun bir A.A. gerilimi tatbik edilir.

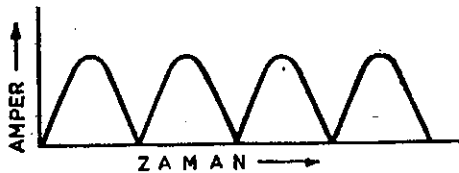


Şekil 26-12.

Birçok doğrultmaç lâmbalarının «direkt ısıtılan» katot kullanır. Yani ısınan filâmanın kendisi katot ödevini görür. Düşük (100-300 volt) gerilimlerde filâman elektron neşreden bir madde ile kaplanır. Filâmandan kendisini ısıtan A.A. ile dalgalı doğrultulmuş akım geçer. Şekil 26-11 transformatörün orta uçlu ikinci devre sargısından filâmanın beslenişini gösteriyor. Eğer orta uç yoksa, kondansörün pozitif levhasından gelen iletken, filâmanın uçlarından birine direkt olarak bağlanabilir.

Doğrultmaç lambası yalnız yarım periyotta akım geçirirse «yarım dalga» doğrultmacı denir (Şekil 26-11). Büyük radyolar, amplifikatörler ve televizyonlarda ekseriya iki anot plâkalı doğrultmaç lâmbaları kullanılır. Lâmbaların anotları sıra ile akım iletirler ki bu doğrultmaçlara «tam dalga» doğrultmacı denir (Şekil 26-12).

Katot direkt olarak bir güç transformatörünün 5 voltluk sekonder sargısı tarafından ısıtılır (5Y3, 5U4G gibi lâmbalar için). Yüksek gerilimli sekonder sargısının iki ucu (sıra ile pozitif ve negatif olur) iki anot levhasına



Şekil 26-13. Tam Dalga D.A.

bağlanır. Hangi anot pozitif olursa, elektronları o çekecektir; transformatörün orta ucu süzgeç kondansatörünün pozitif levhasına bağlıdır; eşit sayıda elektron pozitif levhayı terkeder. Katodun neşrettiği elektronlar önce plâğın birine sonra diğerine doğru akarlar. Fakat elektron akışı muntazam değildir.

A.A. voltajı yön değiştirirken sıfıra düştüğünden; birinci süzgeç kondansatörüne kadar olan iletkenlerden geçen akım dalgalı D.A. dır ve Şekil 26-13 de görüldüğü gibi değişir. Yüke muntazam bir doğru akım temin edebilmek için hâlâ süzgeç devresine ihtiyaç vardır.

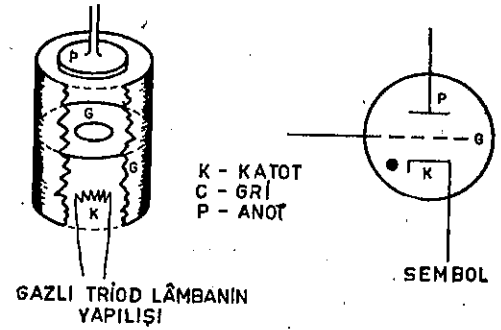
110 volttan birkaç bin volta kadar olan gerilimlerde küçük akımları (1 amper veya daha küçük) doğrultmak için yüksek vakumlu lâmbalar bilhassa kullanışlıdır. Bu lâmbaların mahzuru verimlerinin düşük olmasıdır. Toplam güçle mukayese edildiğine göre lâmbada oldukça büyük güç kaybı vardır. Küçük akımlar için, güç kaybı da oldukça küçüktür. Fakat yüzde olarak değeri büyük olabilir.

GAZLI DİYODLAR

Büyük akımlar (1/2 A. den 75 A. e kadar) için gazlı diyodlar kullanılabilir. Lâmbanın içindeki gaz umumiyetle argon veya cıva buharıdır. Helyum, neon, ksenon gibi

gazlar da kullanılabilir. Bu lâmbaların verimi vakum lâmbalarınkinden daha yüksektir. Çünkü gazın iyonlaşması elektronları serbest bırakır ki lâmbadan geçen akımın artmasına sebep olur. Yani lâmbayı iyi bir iletken yapar. Gazlı lâmbalardaki gerilim düşümü umumiyetle 10 ilâ 25 volt arasında değişir ve akıma bağlı değildir. Gazlı doğrultmaçlar düşük ve orta gerilimlerin (440 volta kadar) doğrultulmasında kullanılır. Birkaç tipi 20,000 volta kadar yüksek gerilimlerde kullanılabilir. Ekseri lâmbaların katotları direkt olarak ısıtılır, bazılarında endirekt ısıtmalı katot kullanılır. Çok değişik cihazlar için D.A. besleme şebekelerinin elde edilmesinde bu doğrultmaçlar kullanılır. Bu cihazların bir kısmı şunlardır: İş makinelerindeki manyetik ayırıcılar, manyetik kavramalar, motor kontrol devreleri vb. Bu lâmbalara bazan fonotron denir. İçlerinde çok düşük basınçlı (takriben 1/100,000 atmosfer basınçlı) gaz bulunur.

Gazlı diyodun bir tipine «Rektigon» yahut «Tungar» denir ki, % 15 atmosfer basıncında argon gazı ihtiva eder. 3 ilâ 15 amperlik Tungar lâmbası akümülatör şarj cihazlarında kullanılır. Tungsten filâmanı önceden ısıtmağa lüzum yoktur. (bazı fonotronlarda olduğu gibi) Anot plâkası grafit bir diskidir.



Şekil 26-14. Gazlı Triod Lâmba

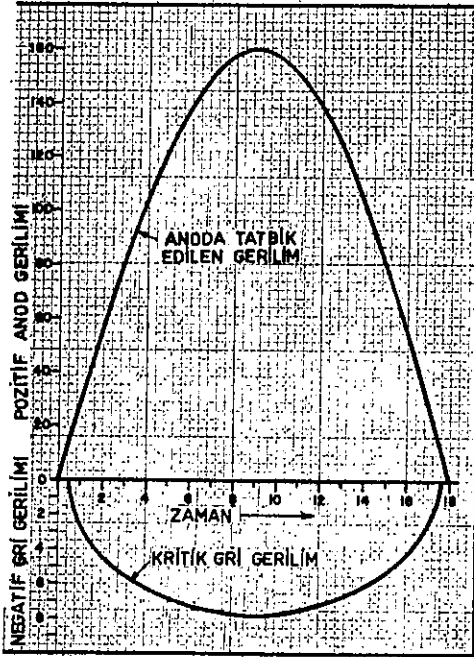
Gazlı lâmbalardan «soğuk katotlu» lâmbalarda katodu ısıtmağa lüzum yoktur. Lâmbaya yüksek gerilim tatbik edilince akım geçmeğe başlar. Akım geçmeğe başladıktan sonra iyon bombardımanına maruz kalan katot ısınır. Eski model otomobil radyolarında kullanılan doğrultmaç lâmbası «OZ 4» soğuk katotludur.

GAZLI TRIYODLAR

Bir triyod lâmbada anot ve katot arasına elektron akışını kontrol eden üçüncü bir eleman konur. Bu elemana gri adı verilir. Gazlı triyodlara gri kontrollü doğrultmaçlar, yahut grili gaz deşarj lâmbaları adı da verilir. Şekil 26-14 de görülen doğrultmaç lâmbasının «gri» si ortası delik mâdeni bir disk gibidir. Gri silindir şeklindeki gövdenin kenarları ile temas halindedir.

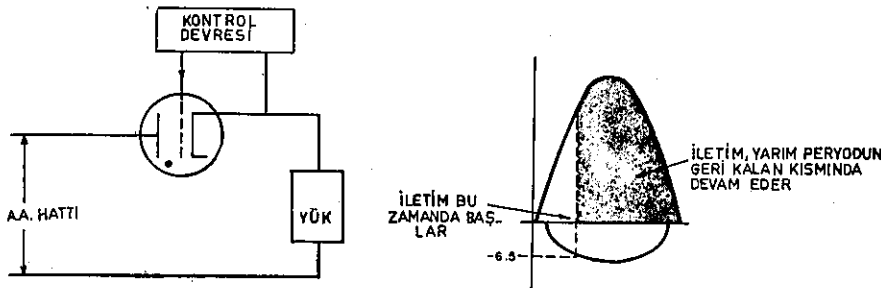
tik motor kontrol devrelerinde, kaynak kontrollerinde, fotoelektrik rölelerinde ve çok değişik kontrol cihazlarında kullanılır.

Bu lâmbanın grisi yeter derecede negatif olduğu zaman elektronları katoda doğru kuvvetle iteceğinden anot plâkası pozitif olsa dahi lâmbanın içinden elektron akışı başlamaz. (pozitif ve negatif gerilimlerin mukayesesinde katot referans noktasıdır.) Griddeki negatif şarjı azaltmak suretile elektron akışının başlamasına müsaade edilebilir. Elektron akışı başladıktan sonra, çok sayıda iyonlar meydana gelir ki, grinin elektron akışı üzerinde hiçbir tesiri kalmaz. Eğer akımı azaltmak için griye daha fazla negatif gerilim tatbik edilirse, gri pozitif iyonları toplayarak negatif tesirini nötrleştirir. Anot gerilimini azaltarak akımın geçişi kesildikten sonra gri tekrar kontrol görevine başlar. Akım kesildikten sonra, saniyenin binde birinden daha az bir zaman zarfında pozitif iyonlar tekrar elektronlarla birleşirler, bö-

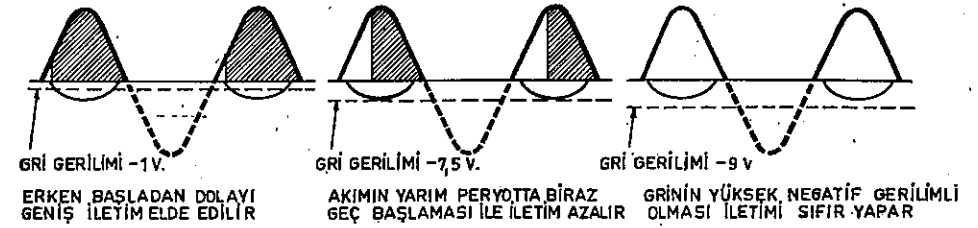


Şekil 26-15. 2A4G Argon Gazlı Tiratronun Geri Kontrol Geriliminin Grafiği

Grinin lâmbanın içinden geçen akımı başlatabilme özeliği bu lâmbayı çok arzu edilen bir tip doğrultmaç haline getirmiştir. Otoma-



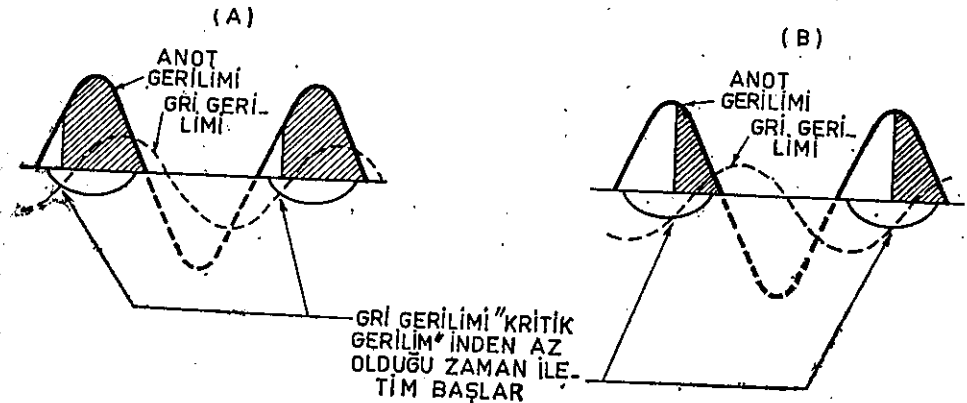
Şekil 26-16.



Şekil 26-17.

lece elektron akışının kısa bir an durması griye kontrol imkânını yeniden kazandırır.

Şekil 26-15 «uygulanan gerilim» eğrisinin 60 per/sn. lik A.A. hat geriliminin yarım periyotta (1/120 sn.) nasıl maksimum değere yükseldiğini ve tekrar sıfıra düştüğünü gösteriyor. Eğer A.A. hat gerilimi 113 volt ise, gerilimin yükselceği maksimum değer 160 V. olur. 113 voltluk doğru gerilimini vereceği güce eşit ortalama güç ($I^2 \cdot R$) verir. Kolaylık için zaman eksenine yuvarlak rakamlar yazılmıştır.



Şekil 26-18. Faz Kaydırması ile Kontrol

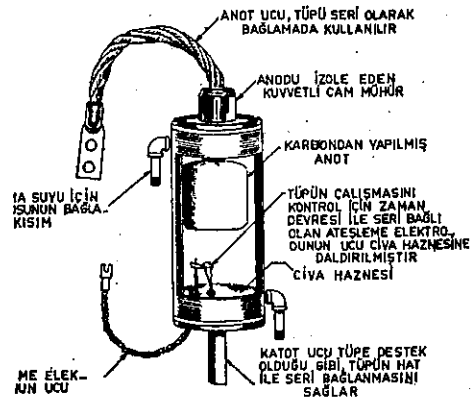
«Kritik gri gerilimi» eğrisinin manası sayısal örneklerle gösterilebilir: 0 ilâ 2 zamanında anota tatbik edilen hat gerilimi 56 volta yükselir ki akımı başlatması için yeterli bir değerdir. Akımın başlaması gri gerilimine de bağlıdır. 2 zamanının altındaki kritik gri gerilimi eğrisinden negatif gri geriliminin 4,4 volt olduğunu buluruz. Bunun manası şudur: Eğer 2 zamanında gri gerilimi -4,4 volttan daha az negatif ise (0, veya -1, yahut 1), lâmbadan akım geçecektir. Eğer gri gerilimi «kritik» değerden daha fazla negatif, -4,4 v

ise, elektronların akışına müsaade edilmez. 3 zamanında, anot gerilimi 72 V. a yükselir, bu anda gri -5,5 volt veya daha fazla negatif olursa elektron akışının başlamasına mani olabilir.

Eğer gri gerilimi sabit—6,5 volt olursa, 4,4 anında elektronların akışı başlar. Bu anda 112 volt olan anot gerilimi grinin tesirini yenebilecek yeterli bir değerdedir.

Uygun bir gri gerilimi ile lâmbadan geçecek akımın birinci çeyrek periyodun hangi anında başlayacağı bu «tetik hareketi» ile tayin edilebilir. Böylece lâmbadan geçen ortalama akım ayarlanabilir.

Akımı kontrol için kullanılan seri reostalarda büyük güç kayıpları meydana gelir. Bir tiratron kullanmak suretile akım fazla kay-



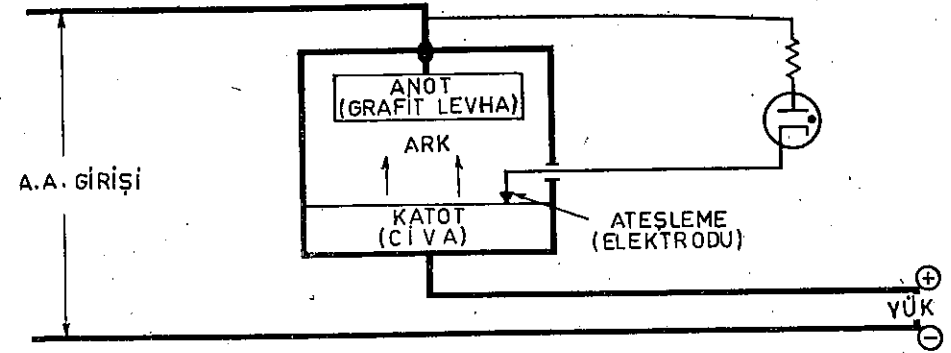
Şekil 26-19.

ba uğramadan kontrol edilebilir. Işık, devir, duruş, ısı vesaire değişimlerine hassas elektronik cihazların çıkışını grinin kontrol devresine bağlamak suretile gri geriliminde gerekli ayarlamalar otomatik olarak yapılabilir.

Griye bir alternatif gerilim tatbik ederek akımın hassas olarak bütün yarım periyot boyunca ayarlanması mümkün olur. Lâmbanın anot devresine tatbik edilen alternatif gerilimin zamanla değişimine uygun olacak şekilde griye tatbik edilen gerilimin değişimi ayarlanabilir.

Şekil 26-18 A da, gri gerilimi, anot gerilim değişimleri ile hemen hemen aynı fazdadır. Pozitif yarım periyodun ilk anlarında, gri gerilimi kâfi derecede düşük olduğundan elektron akışı başlar. Yarım periyodun geri kalan zamanında elektron akışı devam eder. Anot gerilimi sıfıra düştüğü zaman akım kesilir. Şekil B de, gri gerilimi yarım periyotta oldukça uzun müddet yüksek negatif değerde tutulduğundan akım, alternansın yarısından sonra yani geç olarak başlar. Gri gerilimini anot gerilimine 180° faz farklı yani gri gerilimi pozitif olduğu zaman anot gerilimini negatif yaparak lâmbadan geçen akım tamamen kesilebilir.

Şekil 26-18 de görülen metoda «faz değişimi ile kontrol» adı verilir. Bu metod otomatik kontrol



Şekil 26-20.

cihazlarında çok kullanılır. Tam dalga doğrultmacı iki lâmba kullanmak suretile elde edilebilir.

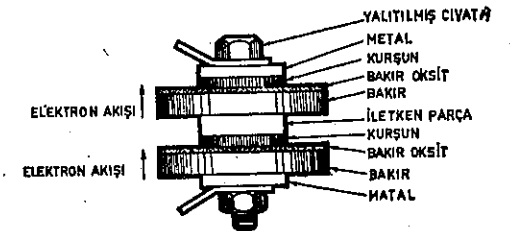
İGNİTRON

Gazlı tiratronların akımlarından daha büyük akımları (birkaç bin amper) taşıyabilen değişik tip-te cıva buharlı doğrultmaçlar yapılmıştır.

İgnitron tip doğrultmaç lâmbasının su ile soğuyan çelik bir tüpü vardır. Tatbik edilen alternatif gerilim 25 voltayükseldiği zaman, küçük bir ark meydana getirerek küçük ateşleme doğrultmaçından akım geçer. Silisyum karbid ateşleme elektrodu cıva haznesine daldırılmıştır. Ateşleme elektrodu ile cıva arasında meydana gelen ark iyonlar meydana getirerek, cıva katot ile esas anot arasındaki direnci düşürür. Böylece katottan esas anoda doğru elektronlar akmağa başlar. Esas ark-tan dolayı düşen gerilim 15 volt-

tur. Bu gerilimde ateşleme elektrodu ile katot arasındaki akım akmaz. Esas ark A.A. geriliminin yarım periyodunun sonuna kadar devam eder. Akım kesildikten sonra, ateşleme doğrultmacı tarafından müteakip pozitif yarım periyotta akım tekrar başlatılır.

Tam dalga doğrultmacı olarak da ignitronlar kullanılabilirler. Ateşleme doğrultmacı olarak bir tiratron kullanmak suretile ignitronun yarım periyot zamanda arzu edilen anda ateşlemesi temin edilebilir, böylece güç kaybı olmadan akımın hassas olarak kon-



Şekil 26-21. Seri Bağlı İki Bakır Oksitli Eleman

trolu yapılabilir. Kaynak cihazlarında, elektrokimyasal işlemlerde ve D.A. motorlarında ignitronlar kullanılır.

YARI-İLETKEN DOĞRULTMAÇLAR (KURU DOĞRULTMAÇLAR)

Birçok yeni uygulamalarda lâmbalı tip doğrultmaçların yerini germanyum, selenyum, silisyum doğrultmaçlar almaktadır.

Kısaca, bu doğrultmaçlar birbirine sıkı temasta bulunan iki değişik madeni levhayı ihtiva ederler. Bu madenler aralarındaki temas yüzeyinden elektronların bir yöne doğru akmasına müsaade ettiği halde diğer yönde elektronların akmasına büyük zorluk gösterirler.

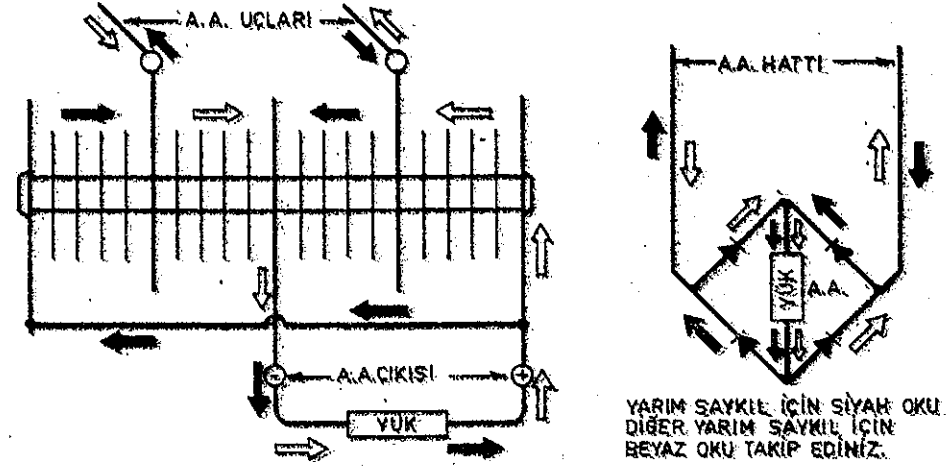
Bakır oksitli doğrultmaç en eski ve en çok kullanılan bir doğrultmaçtır. Elektronlar bakırdan bakır okside doğru kolayca akarlar. Bakır oksitli yüzeye temas eden kurşun disk yardımı ile elektriksel temas temin edilir. Elektronlar bakır oksitten bakıra doğru büyük zorlukla akarlar. Bakır oksitli elemanların birkaç tanesi-

ni seri bağlayarak doğrultmacın ters gerilimi arttırılabilir. Bakır oksitli doğrultmaçlar 70°C nin üstündeki sıcaklıklarda çalıştırılırsa bozulurlar.

Şekil 26-22 bir selenyum doğrultmaç elemanını gösteriyor. Bu elemanların 6 tanesi seri bağlanarak radyolarda kullanılan küçük selenyum doğrultmaç meydana getirilir. Temel levha nikel ve bizmut kaplı demir yahut alüminyumdan yapılmıştır. Temel levhanın üzerine ince bir selenyum levha kristalleştirici ısı işlemi ile kaplanmıştır. Zıt elektrodu meydana getirmek için eritilmiş bir alaşım selenyum levhanın üzerine sürülmüştür. Doğrultma işi zıt elektrod ile selenyum arasında meydana gelir.

İki tip germanyum doğrultmaç yapılmıştır. Elektronik cihazlardaki çok küçük akımları doğrultmak için yıllardanberi «nokta kontaklı» diyotlar kullanılmaktadır. Böyle bir diyodu dedektör olarak kullanmak suretile bir «kristalli radyo» yapılabilir.

Germanyum «yüzey temaslı doğrultmaçlar» selenyum doğrultmaçlara benzer, bunlar ince germanyum levhaları ihtiva eder. Germanyum levhanın bir tarafına elektronca fakir bir madde zerkedilir; bunun miktarı çok azdır ve çok hassas olarak kontrol edilir. Germanyum levhanın diğer yüzüne elektronca zengin bir madde



Şekil 26-22.

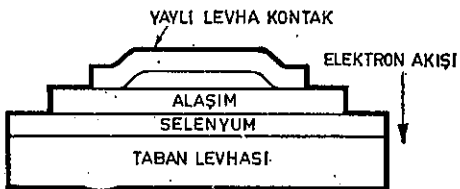
zerkedilir. Böylece P-N yüzey temaslı germanyum teşkil edilir. Germanyum levhanın elektronca zengin N bölgesindeki elektronlar kolayca elektronca fakir P bölgesine akarlar. Fakat elektronlar P den N ye doğru (ters yönde) büyük zorlukla akabilirler.

Selenyum doğrultmaçlar, akümülatör doldurma cihazlarında, kaynak makinelerinde, manyetik cihazlarda, elektronik güç kaynağında, maden kaplamada ve küçük D.A. motorlarının beslenmelerinde çok kullanılırlar. Tekli doğrultmaç elemanları 100 A. e kadar yapılırlar. Germanyum yüzey temaslı doğrultmaçlar 500 A. e kadar yapılırlar ve özellikleri düşük gerilimli, yüksek akımlı cihazlarda verimlerinin yüksek olmasıdır. Bu tip germanyum doğrultmaçlar

maden kaplamacılığında kullanılır.

Tam dalga doğrultmacı için selenyum elemanlar paket yapılmıştır. Şekil 26-23 böyle bir doğrultmacının nasıl bağlandığını gösteriyor. Bu şemada doğrultmaç sembolü olarak (→) kullanılır. Şemaların okunmasında önce siyah okun elektronların çıkış yönünü mü veya ters yönü mü gösterdiği tesbit edilmelidir ki, her ikisi de kullanılabilir (Bu kitapta elektron yönü, akım yönü olarak alınmıştır).

Son zamanlarda silisyumlu güç doğrultmaçlarının geliştirilmesi, bunları orta gerilim (50-600 volt) ve 1 ilâ 250 A. akım sınırında en fazla kullanılan doğrultmaç haline getirmiştir. Bazıları devamlı olarak 190°-200°C sıcaklıklarda bir hasara uğramadan çalışabilirler.



Şekil 26-22. Selenyum Doğrultmaçın Kesiti

Bu doğrultmaçlar çok sağlam ve ucuz olup küçük bir hacimde büyük bir doğrultma kapasitesine sahiptir. Halen yüksek akımlı kaplamacılıkta, ark fırınlarında, motorlar için D.A. kaynağı olarak, manyetik cihazlarda, akümülatör doldurma cihazlarında ve diğer birçok uygulamalarda silisyumlu güç doğrultmaçları kullanılır.

Son zamanlarda geliştirilen «kontrollü silisyumlu doğrultmaçlar» güç doğrultmaçları olarak emniyet, verim ve sağlamlık bakımından tiratronlarla, kontrol cihazı olarak mukayese edilebilir. Bu doğrultmaçlar sıra ile dizilmiş 4 tane P ve N tip silisyumdan yapılmışlardır. Üçüncü uca tatbik edilen gerilim doğrultmaçtan akımın geçişini başlatabilir.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- A.A. ın enerji iletiminde kullanılmasının sebebi :
a) Hattaki güç kaybı akımın karesi ile orantılıdır. b) Transformatörler , yüksek akım ve düşük gerilimli gücü, yüksek gerilim ve düşük akımlı aynı güce çevirirler, böylece hatlardaki enerji kaybı düşük olur.
c) D.A. enerjisinin aynı şekilde değiştirilmesi henüz mümkün değildir.
- A.A. motor-generatör gurupları

- ile ve daha verimli olarak doğrultmaçlarla D.A. a çevrilebilir.
- Doğrultmaçlar, vakum lâmbaları, gazlı lâmbaları ve yarı iletkenleri ihtiva ederler.
- Doğrultmaçlarda kondansatörler elektron depo edilen aygıt durumundadır ve devamlı elektron akışını temin etmede yardımcı olurlar.
- Otomatik cihazlarda lâmba akımının ekonomik ve hassas kontrolü gri ile yapılır.

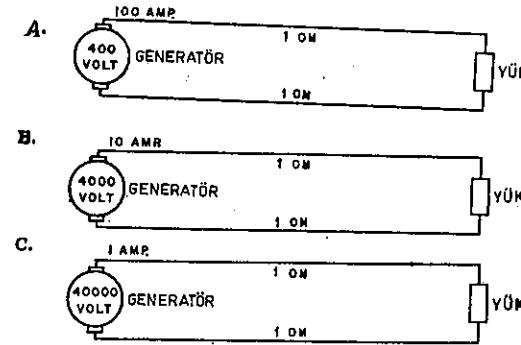
TEKERLEME SORULARI

1. 400 voltluk gerilim altında $20 \mu f$ (mikrofarad) lık kondansatörün aldığı şarjı hesaplayınız.
2. Eğer yukarıdaki kondansatör saniyenin onda birinde tamamen boşalırsa, akımını hesaplayınız.
3. Eğer yukarıdaki kondansatör saniyenin yüzde birinde tamamen boşalırsa, ortalama akımı hesaplayınız.
4. $500 \mu f$. lık bir kondansatör yarım kulonluk şarjı kaç voltluk gerilim altında alır.
5. Bir A.A. motoruna giren güç 1000 wattır. Motorun verimi % 75 dir. Motor, verimi % 78 olan bir D.A. generatörünü döndürüyor. Generatörün çıkış gücünü ve motor-gene-

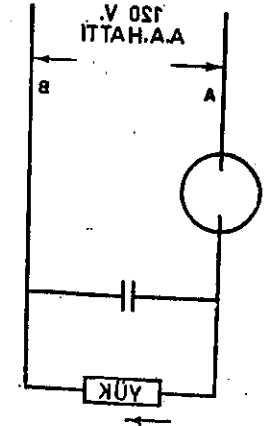
ratör gurubunun verimini hesaplayınız.

6. Şekil 26-24 deki şemaların herbiri için şu hesaplamaları yapınız.
1. Generatörün çıkış gücünü,
2. Hattaki güç kaybını,
3. Yüke verilen gücü.
7. a. Yükteki elektron akışına göre Şekil 26-25 deki lâmbanın anot ve katot sembollerini işaretleyiniz.
- b. Kondansatör levhalarındaki (+) ve (-) şarjı gösteriniz.

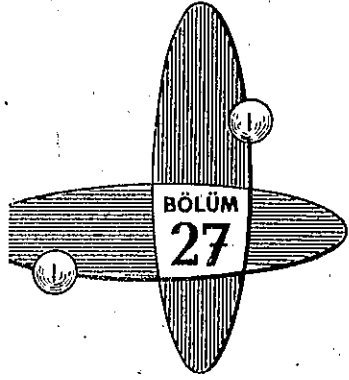
- c. A pozitif, B negatif olduğu zaman ne olur, açıklayınız.
- d. A negatif, B pozitif olduğu zaman ne olur, açıklayınız.
8. Orta uçlu bir transformatörden beslenen tam dalgalı bir yüksek gerilim doğrultmacının şemasını çizerek çalışmasını anlatınız.
9. Tam dalga köprü tip doğrultmacın şemasını çiziniz ve çalışmasını anlatınız.
10. Gazlar iletken olarak mı yoksa yalıtkan olarak mı sınıflandırılırlar?
11. Tayratron nedir ve nerede kullanılır?



Şekil 26 - 24.



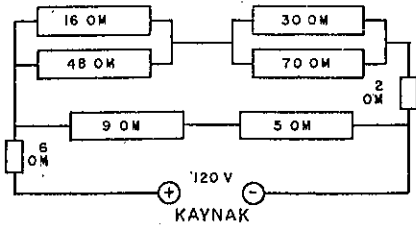
Şekil 26 - 25.



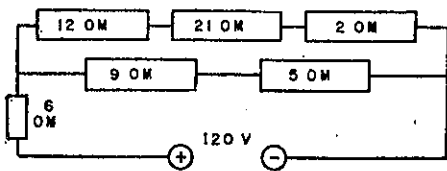
D.A. Devre Problemlerinin Çözümü

Bir devre, dirençlerin yahut devre elemanlarının herhangi bir şekilde karışık bağlanmalarından meydana gelir.

Bazı devreler seri ve paralel devrelerin tatbik edilebileceği açık bir duruma gelebilmeleri için tekrar çizilebilirler.



DİYAGRAM A
Şekil 27-1



DİYAGRAM B

Şekil 27-2

Örnek 1: Diyagram A da verilen devrede her bir dirençten geçen akımı bulmak için devreyi basitleştirebilmede dirençleri gruplar halinde birleştiriniz.

a) 16 ve 48 om luk paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci 12 om, dirençlerin çarpımının toplamlarına bölümü usulü kullanılarak bulunur. Aynı usulle 30 ve 70 om luk dirençlerin eşdeğeri 21 om hesaplanır. Devre basitleşerek diyagram B elde edilir.

b) 12, 21 ve 2 om luk dirençler seri bağlıdır, toplamı 35 om dur. 9 ve 5 om luk seri dirençlerin toplamı da 14 om dur. Böylece devre diyagram C deki hale gelir.

c) 35 om luk kol ile 14 om luk kol paralel bağlıdır. 35 ve 14 om luk dirençlerin eşdeğer direnci 10 om luk bir dirençtir ve 6 om luk dirence seri bağlıdır. Şu halde devrenin toplam direnci 16 om dur. Besleme hattından çekilen akım $120/16 = 7,5$ A. dir.

d) 7,5 A. lik akım 6 om luk dirençten geçer ve 6 om luk direncin uçlarındaki gerilim $6 \cdot 7,5 = 45$ voltur. 10 om luk dirençle temsil edilen devrenin geri kalan kısmına tatbik edilen gerilim $10 \cdot 7,5 = 75$ voltur. Bu 75 volt paralel bağlı iki kola tatbik edilir. Diyagram D;

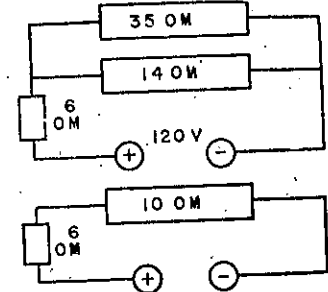
$75/35 = 2,14$ A. üst koldan geçen akım.
 $75/14 = 5,36$ A. alt koldan geçen akım.

Böylece 9,5 ve 2 om luk dirençlerden geçen akımlar bulunur.

Diyagram D deki 12 ve 21 om luk dirençlerde düşen gerilimler $12 \times 2,14 = 25,7$ volt ve $21 \times 2,14 = 45$ voltur. 12 om luk direnç, 16 ve 48 om luk paralel bağlı dirençlerin yerini tuttuğunda 16 om luk dirençten geçen akım $25,7 : 16 = 1,6$ A. ve 48 om luk dirençten geçen akım $25,7 : 48 = 0,54$ A. dir. Paralel bağlı 30 ve 70 om luk dirençlerin yerini tutan eşdeğer direnç 21 om dur. 30 om dan geçen akım $45 : 30 = 1,5$ A. ve 70 om dan geçen akım $45 : 70 = 0,64$ A. dir.

Bu tip problemlerin çözümünün uzun oluşuna ve Ohm kanununun tekrar tekrar kullanılmasına dikkat ediniz. Hiç bir yeni prensip ilâve edilmemiştir.

Örnek 2: Altı eşit direnç, herbiri 10 om, diyagram 2A da görüldüğü gibi bağlanmıştır. A ve D arasındaki direnci dışarıya çıkarak şekli tekrar çizdiğimizde, diyagram 2B haline gelir.

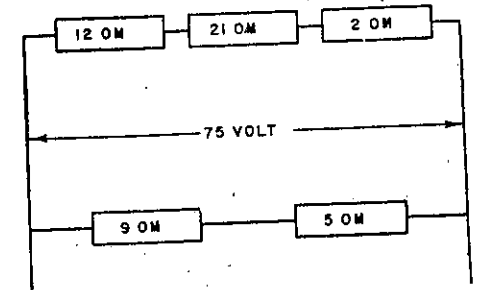


DİYAGRAM C

Şekil 27-3

ABCD karesi Veston köprüsünü hatırlatır. Bu durumda, dirençler eşit olduğu için B noktasının gerilimi C nin gerilimine eşittir. Yani B ve C arasındaki dirençten hiçbir akım geçmez. Şu halde bu direnç devreden çıkarılabilir. Netice olarak devre diyagramı 2C haline gelir.

Diyagram 2C paralel bağlı dirençler metodu ile çözülebilir. İki 20 om luk paralel kolun eşdeğer direnci 10 om dirençli bir koldur. 10 om luk bu kol ile 10 om luk pa-



DİYAGRAM D

Şekil 27-4

ralel direncin eşdeğer direnci 5 omdur.

Yukardaki çözümün sonraki soru şudur: Aynı şekilde bağlı dirençlerden meydana gelen devrede A ve D yerine A ve C noktaları arasındaki direnci bulunuz?

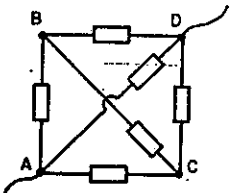
Diyagram 2D bu sorunun doğru bir bağlantısı mıdır?

Diyagram 3'deki devrede dirençlerden geçen akımları bulmak için genel görüş, cebir ve Ohm kanununu kullanmak lazımdır.

İki genel görüş prensibi şudur:

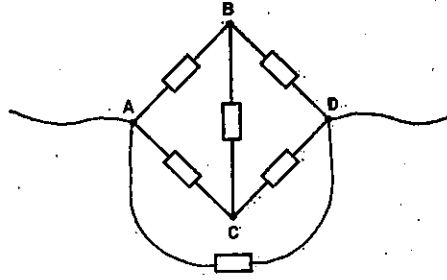
1. Bir devrede herhangi bir düğüm noktasına gelen akımların toplamına eşittir.
2. Herhangibir seri devrede, gerilim düşümlerinin toplamı tatbik edilen gerilime eşit olmalıdır.

Yukardaki iki ifadeye «Kirşof Kanunları» denir. Birinci ifadeyi paralel devre problemlerinde ve ikinci ifadeyi de seri devre problemlerinde kullandık.



DİYAGRAM 2A

Şekil 27-5



DİYAGRAM 2B

Şekil 27-6

Devredeki akımların bulunmasında, önce 10 omluk dirençten geçen akıma I_a , 25 omluk dirençteki akıma I_b ve diğerlerine de I_c , I_d , I_e diyeceğiz. Diyagramda gösterilen akım yönlerini kabul edelim ve birinci Kirşof Kanununu kullanalım,

B düğüm noktasında,

$$I_a = I_b + I_c, \text{ yahut } I_b = I_a - I_c$$

C noktasında,

$$I_c + I_d = I_e, \text{ yahut } I_d = I_e - I_c$$

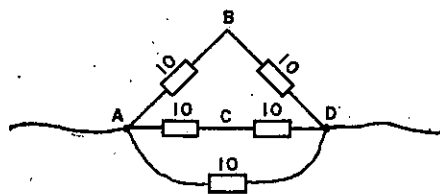
İkinci kanundan:

Elektronların yolunu A-B-D alalım,

$$V_a + V_b = 120$$

A-C-D yolu ile,

$$V_d + V_e = 120$$



DİYAGRAM 2C

Şekil 27-7

A-B-C-D yolundaki dirençlerde düşer gerilimleri toplayalım,

$$V_a + V_c + V_e = 120$$

Beş bilinmeyen akımı sabit cebir metotlarını kullanarak yukardaki beş denklemden çözebiliriz. Birinci olarak, Ohm kanununa göre $V_a, V_b, V_c, \dots$ gerilimlerini eşdeğerleri olan $I \times R$ lerle değiştirelimiz. V_a yı $I_a \times 10$ veya $10 I_a$ ile değiştiririz. Hemen yukardaki üç denklemden de aynı değişiklikleri yaparak şu denklemleri elde ederiz:

$$10 I_a + 25 I_b = 120$$

$$20 I_d + 25 I_e = 120$$

$$10 I_a + 5 I_c + 15 I_e = 120$$

Bu denklemleri basitleştirmede I_b yerine $(I_a - I_c)$ ve I_d yerine de $(I_e - I_c)$ yi koyarak bilinmeyenleri azaltalım. Üç gerilim denklemi şu hale gelir:

$$10 I_a + 25 (I_a - I_c) = 120$$

$$20 (I_e - I_c) + 15 I_e = 120$$

$$10 I_a + 5 I_c + 15 I_e = 120$$

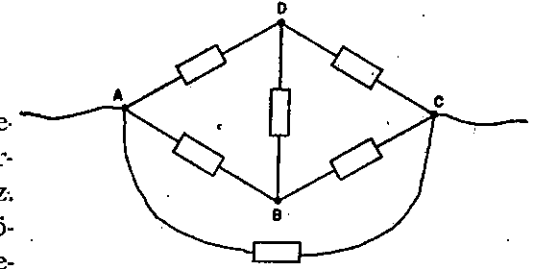
Terimleri birleştirdikten sonra, her denklemi 5'e bölünüz:

$$7 I_a - 5 I_c = 24$$

$$7 I_c - 4 I_e = 24$$

$$2 I_a + I_c + 3 I_e = 24$$

Şimdi üç bilinmeyen ve üç denklem var. İki denklemi bir denklem haline getirmek ve aynı zamanda bir bilinmeyenden kurtulmak için, son denklem 7 ile çarpılmalıdır.



DİYAGRAM 2D

Şekil 27-8

Birinci denklem 2 ile çarpılırsa, İki denkleme çıkarma işlemi yapılırsa, $7 I_c - 4 I_e = 24$ denklemi, tekrar yazılır:

Çıkarılırsa,

$$14 I_a + 7 I_c + 21 I_e = 168$$

$$14 I_a - 10 I_c = 48$$

$$-12 I_c + 21 I_e = 72$$

$$17 I_c + 21 I_e = 120$$

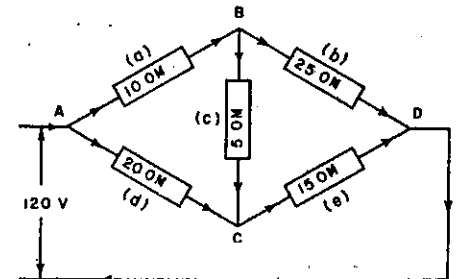
$$29 I_c = 48$$

edelim.

48

$$I_c = \frac{48}{29} = 1,655 \text{ A.}, 1,66 \text{ A. kabul}$$

I_e nin değeri $7 I_a - 5 I_c = 24$ denkleminde yerine konursa, $I_a = 4,61 \text{ A.}$ bulunur.



Şekil 27-9

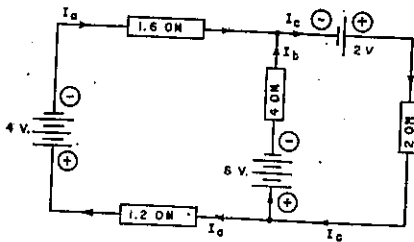
İlk denklemlerimizden biri olan $I_b = I_a - I_c$ den $I_b = 4,61 - 1,66 = 2,96$ A.

I_c nin değeri $7 I_c - 4 I_c = 24$ de yerine konursa, $I_c = 4,37$ A. bulunur.

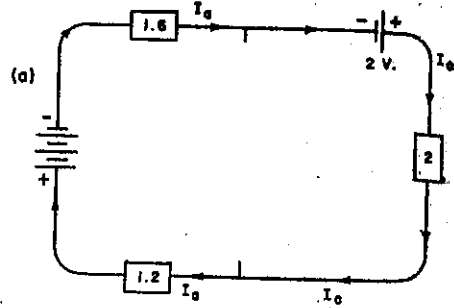
$I_d = I_c - I_e$ denkleminde, $I_d = 2,72$ A. hesaplanır.

Bu beş cevap, dirençlerin uçlarındaki gerilimleri hesaplayarak kontrol edilebilir: 10 omluk direncin uçlarında 46,1 V; 25 omluk dirençte 74 volt; 5 omluk dirençte 8,3 volt; 20 omluk dirençte 54,4 volt ve 15 omluk dirençte de 65,5 voltluk gerilimler vardır. Seri kollarındaki bu gerilimleri toplayınca beklenen 120 volta çok yakın değerler bulunur.

Dirençlerden geçen akımların yönlerine ait ilk tahminimizde C direncinden geçen akımın yönünü yanlış tahmin etmişiz, akım 1,655 A. bulundu; eksi işareti akım yönünün ters olduğunu gösterir.



Şekil 27-10



Şekil 27-11

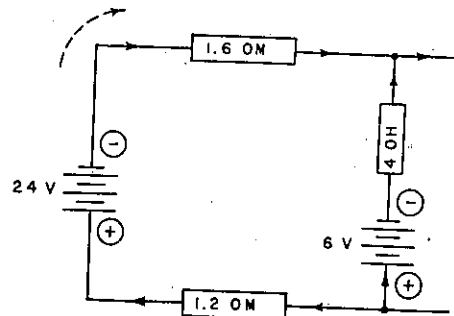
Diğer bir örnek: Dirençleri ve bataryaları ihtiva eden Diyagram 4 deki devrenin herbir elemanından geçen akımları hesaplayınız.

Bu devrede sadece üç çeşit akım vardır. Akımların yönlerinin devrede gösterildiği gibi olduğunu kabul edelim.

$I_a + I_b = I_c$ formülü akımlar için yeterlidir.

I_a ve I_c akım yolları için bir gerilim denklemi yazılabilir. (Diyagram 4 B) Bu devrede 2 voltluk 24 voltluk bataryaya zıt bağlandığından devreye tatbik edilen etkin gerilim 22 voltur.

$$a. \quad 22 = 1,6 I_a + 2 I_c + 1,2 I_a$$



Şekil 27-12

Diğer bir gerilim denklemi I_a ve I_b akım yolu için yazılabilir. (Diyagram 4 C).

Eğer bir elektron 24 voltluk bataryanın negatif ucundan itibaren saat ibresi yönünde bu devrede dolaştırılırsa, bir elektron 24 voltluk batarya gerilimi tarafından bu yönde itildiği halde 6 voltluk batarya ters yönde itecektir. Şu halde devreye tatbik edilen gerilim $24 - 6 = 18$ voltur.

1,6 omluk dirençte düşen gerilim $1,6 I_a$ dır. Bu gerilim düşümü, tepeden aşağıya doğru akan bir suyun potansiyel enerjisini kaybedişi ile mukayese edilebilir. 1,2 omluk dirençte de $1,2 I_a$ kadar bir gerilim düşümü vardır.

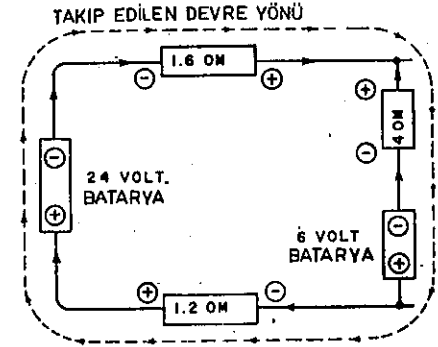
Bir elektronu 4 omluk direnç üzerinde kabul edilen akım yönüne ters olarak taşımak, bir çağlayanda bir parça suyu yukarıya doğru yani suyun akış yönüne ters olarak taşıma ile mukayese edilebilir. Gerilimde bir düşüm yerine, elektron enerji kazanır. Bu devre için toplam gerilim düşümü

$$1,6 I_a + 1,2 I_a - 4 I_b \text{ dir.}$$

$$b. \quad 18 = 2,8 I_a - 4 I_b$$

Birden fazla akım kaynağının bulunduğu devrelerde denklemleri kolayca yazabilmek için ikinci Kirşof kanunu bazan şu şekilde kullanılır:

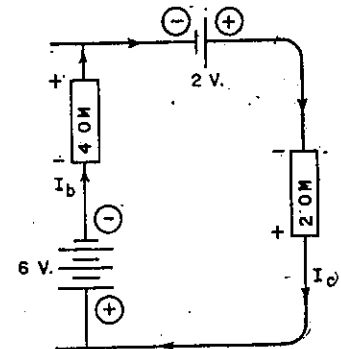
Kapalı bir devrede kaynak gerilimlerinin ve gerilim düşümlerinin cebirsel toplamı sıfırdır.



Şekil 27-13

«Kapalı devre», karışık bir devrede elektronlar yolunu tamamlasın veya tamamlamasın seçeceği herhangi bir yoldur.

Diyagram 4 D deki oklar kabul edilen akım yönlerini gösteriyorlar. Her bir direncin uçlarındaki gerilimin kutupları, içinden geçen akımın yönü ile bulunur. Bir dirençte elektronlar (—) potansiyelli ucundan (+) potansiyelli



Şekil 27-14

ucuna doğru akarlar. Devredeki kaynakların kutupları başlangıçta verilir.

Gerilimlerin «cebirsel toplamı» nı yazmak için saat ibresi yönünde devre diyagramını takip ederek «— den +» ya doğru olan gerilimlere bir işaret (meselâ +) ve «+ dan —» ye doğru olan gerilimlere de diğer bir işaret (meselâ —) verilir.

«— den +» ya olan gerilimler, 1,6 omluk ile 1,2 omluk dirençlerde düşen gerilimlerle 6 voltluk batarya gerilimini ihtiva eder. «+ dan — ye» olan gerilimler, 24 voltluk batarya gerilimi ile 4 omluk dirençte düşen gerilimdir.

$$1,6 I_a + 1,2 I_a + 6 - 24 - 4 I_b = 0$$

«— den + ya» olan gerilimlere (+) işareti verilmiştir.

«+ dan — ye olan gerilimlere (—) işareti verilmiştir.

Bu denklem sadeleştirilirse $2,8 I_a - 18 - 4 I_b = 0$ bulunur ki evvelce bulduğumuz denklem (b) dir, $y_8 = 2,8 I_a - 4 I_b$.

Eğer bütün «— den + ya» gerilimlerine eksi ve bütün «+ dan — ye» gerilimlerine artı işaretini verseydik bulacağımız denklem yine doğru olurdu.

Veya şöyle de söylenebilir:

«+ dan — ye» gerilimlerinin toplamı — den + ya» gerilimlerinin toplamına eşittir.

Gene problemimize dönelim. Diyagram 4 E deki devre parçası için üçüncü gerilim denkleminizi yazabiliriz.

«— den + ya» gerilimlerin toplamı = «+ dan —» gerilimleri toplamı

$$4 I_b + 2 + 2 I_c = 6$$

veya

$$c. \quad 4 I_b + 2 I_c = 4$$

Bu durumda, bir akım ve üç gerilim denkleminiz oldu.

$$\begin{aligned} I_a + I_b &= I_c \\ a. \quad 2,8 I_a + 2 I_c &= 22 \\ b. \quad 2,8 I_a - 4 I_b &= 18 \\ c. \quad 4 I_b + 2 I_c &= 4 \end{aligned}$$

Üç bilinmeyeni bulmak için üç denklem gerekli olduğuna göre, iki gelim denklemini, ihtiyacımızı karşılayabilir. (c) denklemini (a) denkleminde (b) nin çıkarılması ile elde edilir.

I_c yerine değeri ($I_a + I_b$) yi koyarak (a) denklemini tekrar yazınız.

$$\begin{aligned} a. \quad 2,8 I_a + 2 I_a + 2 I_b &= 22 \\ (a) \quad 4,8 I_a + 2 I_b &= 22 \\ 2,8 I_a - 4 I_b &= 18 \end{aligned}$$

(a) yı 2 ile çarptıktan sonra iki denklem toplarsak

$$\begin{aligned} 12,4 I_a &= 62 \\ I_a &= 5 \text{ A. bulunur.} \end{aligned}$$

Bu bulunan ($I_a = 5 \text{ A.}$) değeri (a) denkleminde yerine koyarsak,

$$\begin{aligned} 2,8 I_a + 2 I_c &= 22 \\ 14 + 2 I_c &= 22 \\ I_c &= 4 \text{ A. bulunur.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a + I_b &= I_c \text{ denkleminde;} \\ 5 + I_b &= 4 \\ I_b &= -1 \text{ A. bulunur.} \end{aligned}$$

Bu (—) işareti, I A. lik akımın devre diyagramında I_b için kabul edilen yöne zıt olduğunu gösterir.

Bu yanlış kabulün hiçbir mahzuru yoktur ve yeniden hesaplama yapmaya lüzum yoktur.

HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Karışık devreleri çözmek için : Devreyi, seri-paralel bağlantılar daha kolay görülebilecek şekilde yeniden çiziniz.
- Kirşof, kanunlarını kullanınız : Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı, düğüm nok-

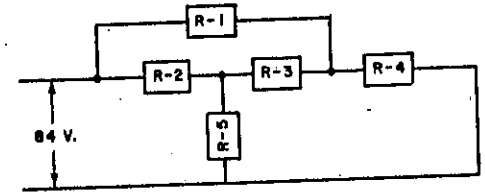
tasını terk eden akımların toplamına eşittir.

- Seri devredeki gerilim düşümlerinin toplamı devreye tatbik edilen gerilime eşittir.
- Yahut, «artıdan eksiye» gerilimlerin toplamı, «eksiden artıya» gerilimlerin toplamına eşittir.

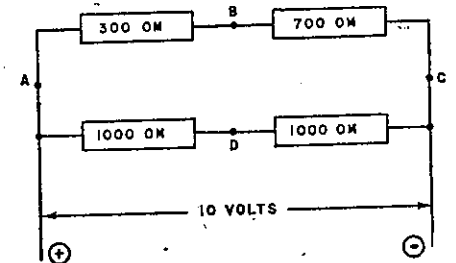
TEKRARLAMA SORULAR

1. Dirençler, Diyagram 5 deki gibi bağlanmıştır. Bu dirençlerin dört tane si 6 şar om ve R5 direnci de 2 om değerindedir. Her dirençten geçen akımı ve her direncin uçlarındaki gerilimi bulunuz.
2. Problem 1 deki devrede şebeke gerilimi 110 volttur. R_1 direnci 33 om, R_2 direnci 16,5 om, R_3 55 om, R_4 22 om, R_5 direnci de 11 omdur. Her bir dirençten geçen akımı ve her direncin uçlarındaki gerilimi bulunuz.
3. e.m.k. i 9 volt ve iç direnci 0,15 om olan bir D.A. generatörü paralel bağlı iki akü bataryasını dolduruyor. Batarya 1 in e.m.k. i 6 volt ve iç direnci 0,1 omdur. Batarya 2 nin e.m.k. i 6 volt, iç direnci 0,2 omdur. Her bataryadan geçen akımı ve generatörün uçlarındaki gerilimi hesaplayınız.

4. Diyagram 6 da verilen devrede aşağıda istenenleri hesaplayınız.



Şekil 27-15



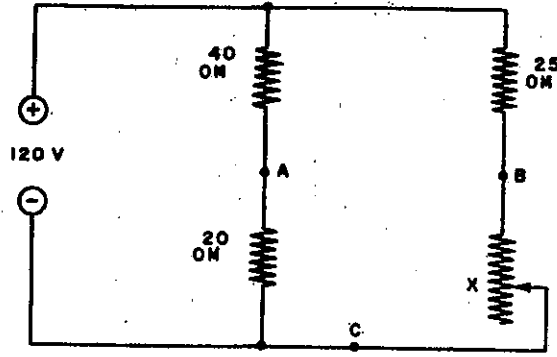
Şekil 27-16

- a. Devrenin toplam direncini
 b. A-B gerilim düşümünü
 c. A-D-C kolundan geçen akımı
 d. B ve D arasındaki potansiyel farkını.
5. Diyagram 7 deki devre A ve B noktaları arasında belki bir potansiyel

farkı meydana getirmek için kullanılır.

- a. A ve B noktaları arasındaki gerilimin sıfır olması için X direnci kaç om olmalıdır?

- b. A noktasının B ye göre 5 volt fazla pozitif olması için X direnci kaç om olmalıdır?



Şekil 27-17.

METAL VE ALAŞIMLARININ DİRENÇLERİ

Cetvelde verilen öz direnç, 20°C da, 1mm² kesitinde ve 1 metre boyunda iletkenin om cinsinden direncidir. Verilen sıcaklık katsayıları, 1°C artış içindedir.

Metaller	Özdirenç	Sıcaklık katsayısı	Metaller	Özdirenç	Sıcaklık katsayısı
Alüminyum	0,0283	0,004	Magnezyum (Mg)	0,046	0,004
Alumel	0,333	0,0012	Manganez (Mn)	0,05	
Alüminyum bronz (% 90 Cu, % 10 Al)	0,126,127	0,003	Manganin (% 84 Cu, % 12 Mn, % 4 Ni)	0,44-0,48	0,0000
Berilyum	0,10		Cıva	0,0958	0,0009
Bizmut	1,19	0,004	Molibden	0,056	0,03
Pirinç (Çeşitli karışım)	0,07 0,065-0,083	0,002	Monel (Cu, Ni)	0,42	0,002
Bronz (% 88 Cu, % 12 Sn)	0,18	-0,0005	Nikel	0,07	0,006
Kadmiyum	0,0755	0,004	Krom-nikel (Ni, Cr)	0,90-1,1	0,0002
Kalsiyum	0,046		Platin	0,1	0,003
Karbon	35	0,0005	Silisi çelik (% 4 Si)	0,62	
Kromel (Ni, Cr)	0,7-1,1	0,0001	Gümüş	0,016	0,004
Krom	0,13		Çeşitli çelik Alaş Piyano teli	0,25-1 0,119	0,002-0,003 0,003
Kobalt	0,097		Sodyum	0,044	0,004
Konstantan (% 60 Cu, % 40 Ni)	0,44-0,49	0,0000	Tantalyum	0,15	0,003
Bakır, tavllanmış Cu, sert çekilmiş	0,0172-0,0173 0,0177	0,004 0,0039	Tellür	2,000	
Alman gümüşü (Cu, Zn, % 18 Ni)	0,33	0,0004	Kalay	0,115	0,004
Altın	0,0244	0,0035	Titanyum	0,5	
Grafit	8		Tungsten 1710°C da 2750°C da	0,0551 0,6 1	0,0045
İnvar (% 65 Fe, % 35 Ni)	0,81		Uranyum	0,30	
Demir, saf dökme	0,097 0,6	0,005	Vanadyum	0,59	
Kurşun	0,22	0,004	Çinko	0,058	0,004

ÇIPLAK SOM BAKIR TELLERİN KESİT VE DİRENCİ

Kesiti mm ²	Çap mm	1000 metresinin ağırlığı (kg)	1000 metresinin direnci (om)
1	1,13	8,9	17,2
1,5	1,38	13,4	11,88
2,5	1,78	2,22	7,12
4	2,26	36	4,45
6	2,76	53	2,92
10	3,57	89	1,78
16	4,52	142	1,115

ÇIPLAK ÖRGÜLÜ BAKIR TELLERİN KESİT VE DİRENCİ

Kesiti mm ²	Çap mm	1000 metresinin ağırlığı (kg)	1000 metresinin direnci (om)
10	7 × 1,35	94	1,78
16	7 × 1,7	148	1,115
25	7 × 2,1	225	0,710
35	7 × 2,52	328	0,510
50	19 × 1,83	468	0,356
70	19 × 2,18	655	0,25
95	19 × 2,52	888	0,188
120	19 × 2,94	1122	0,149

MOTORLARA AİT FORMÜLLER

Akımın ve manyetik alan şiddetinin temel tarifelerinden, bir manyetik alan içinden geçen bir akıma tesir eden kuvvet :

$$F = \frac{B \times L \times I}{10} \text{ formülü ile}$$

Hesaplanır.

B. manyetik akı yoğunluğu (gaus/cm²)

L. iletkenin uzunluğu (cm)

I. akım şiddeti (amper)

F. kuvvet (din). Şekil 1 ve 2 ye bakınız.

981 din = 1 gram olduğundan;

$$F = \frac{B \times L \times I}{981 \times 10} \text{ gram.}$$

Kg. cinsinden kuvvet,

$$F = \frac{B \times L \times I}{9810 \times 1000} \text{ yazılabilir.}$$

Bir iletkene tesir eden dönme momenti; M = kuvvet (F) × yarıçap (r)

$$M = \frac{B \times L \times I \times r}{9810 \times 1000} \text{ kgm, burada}$$

r = yarıçap (m.)

I = iletkenin geçen akımı (I_a/m) dir.

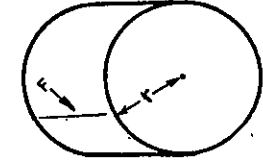
I_a = toplam endüvi akımı

m = endüvideki paralel kol sayısı

z = toplam endüvi iletken sayısı

Toplam dönme momenti

$$M = \frac{B \times L \times Z \times I_a \times r}{9,810,000 \times m}, \text{ kgm}$$



Şekil : 1

Endüviden geçen manyetik akı (Ø), akı yoğunluğu (B) cm² başına manyetik kuvvet çizgisi ile silindirik endüvi yüzeyinin yarı (cm²) alanı çarpılarak bulunabilir (endüvinin kutuplar tarafından çevrildiği kabul edilmiştir.)

Endüvinin yüzey alanı 2πrL cm² ve yarıısı πrL cm² dir.

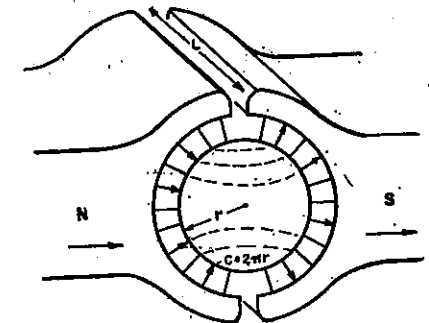
$$\begin{aligned} \text{Ø} &= \pi r L \times B \quad \left(\begin{array}{l} r = \text{cm} \\ L = \text{cm} \end{array} \right) \quad r = \text{metre} \end{aligned}$$

ise Ø = 100 π r × L × B dir.

$$r L B = \frac{\text{Ø}}{100 \pi} \text{ olduğuna göre:}$$

Dönme momenti

$$M = \frac{B \times L \times Z \times I_a \times r}{9,810,000 \times m}$$



Şekil : 2

yazılırsa;

$$M_d = \frac{Z \times I_a \emptyset}{9,810,000 \times 100 \pi m} =$$

$$= \frac{Z \times \emptyset \times I_a}{9,81 \times \pi m \times 10^3} \text{ kgm. bulunur.}$$

$$M = \frac{\emptyset \times Z \times I_a}{30,8 \times m \times 10^3} \text{ kgm.}$$

M — dönme momenti (kgm)
Z — toplam endüvi iletken sayısı
I_a — toplam endüvi akımı
m — endüvideki paralel kol sayısı
Ø — endüviden geçen toplam akı

ELEKTROLİTİK KONDANSATÖR

Elektrolitik kondansatör, yüzeyi okside edilmiş alüminyum levha silindirik olarak sarıldıktan sonra içinde sıvı veya hamur şeklinde elektrolit bulunan silindirik şeklindeki alüminyum kabın içine daldırılarak yapılır (Şekil 3).

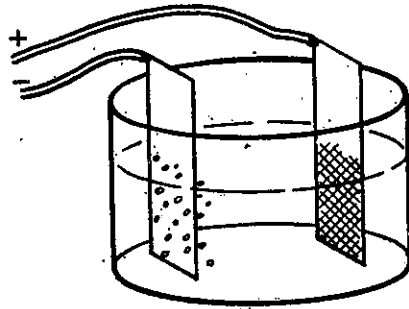
Herhangi bir kondansatör esas olarak bir yalıtkanla ayrılmış iki plakadan ibarettir. Elektrolit kondansatörde alüminyumun birini ve elektroliti diğersini teşkil eder.

7. Kondansatörlerdeki yalıtkanların yüzeyinde bulunan katmanlar, Kapasiteyi artırır.

95. Kondansatörlerin kapasiteyi artırma yöntemleri, Kapasiteyi artırır.

120. Kondansatörlerin kapasiteyi artırma yöntemleri, Kapasiteyi artırır.

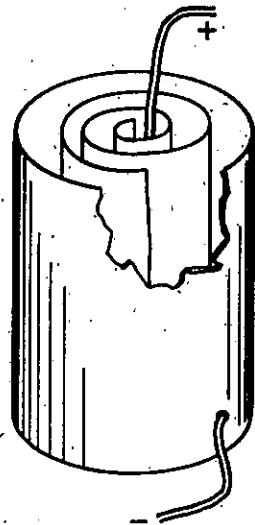
Kapasiteyi artırma yöntemleri, Kapasiteyi artırır.



Şekil 3

bilmek için bir elektrolit içindeki alüminyum elektrotları inceleme-miz gereklidir.

İki alüminyum levhanın iletken bir eriyik içine daldırıldığını ve bir D.A. kaynağına bağlandığını farzedelim (Şekil 4). Eriyik boraks veya diğer maden tuzlarını yahut sulandırılmış asit ihtiva edebilir. (Boraks kondansatörler-



Şekil 4

de kullanılır.) Birçok elektrolitler de olduğu gibi, elektrolitten geçen akım negatif elektrotta hidrojen ve pozitif elektrotta da oksijen gazını açığa çıkarır. Şekil 4 deki elektrolitik elemanda negatif elektrotta açığa çıkan hidrojen gazının negatif alüminyum levhaya hiçbir tesiri olmaz. Pozitif alüminyum elektrotta açığa çıkan oksijen gazı sudan veya elektrolitin negatif iyonlarından elde edilir. Bu oksijen gazı alüminyum ile birleşerek pozitif alüminyum levha üzerinde ince bir alüminyum oksit tabakası meydana getirir.

Alüminyumun elektrolitik işlemlerle oksitlenmesine anodizasyon denir. «Anot» terimi elektronların terkettiği elektrota denir.

Yukarıdaki elektroliz olayı devam ettikçe, alüminyum oksidin direncinden dolayı, elemanın direnci artar. Bu bir yönlü dirençtir, eğer bataryanın uç bağlantıları değiştirilerek alüminyum oksitli levha negatif elektrot yapılırsa elemandan büyük bir akım geçer. Açığa çıkan hidrojen gazı alüminyum oksitli yüzeyin oksijeni ile birleşerek su meydana getirir. Alüminyum oksidi de tekrar alüminyuma çevirir. Direncin bir yönlü karakteri şu yolla izah edilebilir: serbest elektronlar alüminyum levhadan oksit levhasına kolayca gidebilirler. Fakat elektronların oksitten saf alüminyuma

Geçmişte, alüminyum oksitin bir yönlü direnci çeşitli elektrolitik doğrultmaç cihazlarında kullanılmıştır. Bazı çok kullanışlı kuru doğrultmaçlar, elektronların madenden okside doğru kolayca aktıkları halde, ters yönde akmalarına karşı zorluk gösterilmesi prensibine dayanır.

Bu bilgiyi kondansatöre tatbik edelim, kondansatöre tatbik edilen doğru gerilimin doğru olan kuttupları değışmeden kaldığı müddetçe, ince alüminyum oksit yalıtkan tabakası muhafaza edilmiş olur. Eğer kondansatöre kısa bir müddet için tatbik edilen yüksek gerilim oksit izole tabakasını patlatsa dahi gerilim normal değerine düştüğünde, yalıtkan tabaka tekrar meydana gelir. Eğer kondansatör ters gerilimli devreye bağlanırsa, bir kondansatör iletken durumundadır. Geçen akım ince oksit tabakasını bozar ve aynı zamanda elektroliti buharlaştıracak kadar sıcaklık meydana getirebilir.

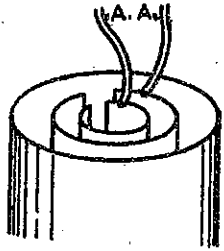
Elektrolitik kondansatörler bil-
hassa doğrultmaçların süzgeç dev-
relerinde dalgalı D.A.ı düzeltme-
de kullanılırlar. Elektrolitik kon-
dansatörlerin boyutlarına göre ka-
pasiteleri diğer tip kondansatör-
lerden daha yüksektir. Bir kon-
dansatörün kapasitesi plâklarının
yüzey alanı ile plâklar arasındaki

mesafeye bağlıdır. Plâkların alanları büyüdüğüçe kapasite büyür. Alüminyumun yüzeyini kimyasal olarak oksitlemek suretile geniş bir faal yüzey elde edilebilir. Plâklar arasındaki mesafe küçüldükçe kapasite büyür. Elektrolitik kondansatörde iletken plâklar (elektrolit ve alüminyum) çok ince alüminyum oksit tabakası ile ayrılmıştır.

A.A. devrelerinde (motorların ilk hareketinde) kullanılan elektrolitik kondansatörler seri bağlı iki kondansatör ihtiva eder. Her iki alüminyum levha okside edilmiştir. Hattın kutupları değiştik-

çe iki oksit tabakası sıra ile yalıtkanlık etkisini temin ederler. (Şekil 5)

Kondansatörü hiç hava almaya-
cak şekilde kapatmak imkânsız olduğundan, zamanla içindeki sıvının bir kısmı buha halinde kaptan kaçır. Bu da elektrolit miktarını azaltacağından kondansatörün kapasitesi azalır. Bir radyoda zamanla bir uğultu meydana gelirse bu süzgeç devresindeki elektrolitik kondansatörün yukarıda izah edilen sebepten kapasitesinin azalmasından ileri gelir. Bu durumda kondansatörü değiştirmelidir.



Şekil 5