

# A. C gücün D. C güce tahvili

Çeviren:

**Selçuk AYGİL**

Y. Müh - ETİBANK

Dr. B. K. PRASAD

Kimya sanayiinin kollarından biri olan Elektro - Kimya, elektrik enerjisine en fazla ihtiyaç gösteren endüstri bölümüdür. Bazı ileri memleketlerde kin<sup>a</sup>, endüstrisi tarafından sarfedilen total enerjinin % 50 sinden fazlası, elektrolitik veya elektro - termik maksatlar için kullanılmakta ; bundan böyle takriben 3 milyon kW mertebesinde büyük bir güç alternatif akımdan doğru akıma tahvil edilmektedir. Misal olarak, A. B. Devletlerinde sadece elektro - termik maksatlar için gereken güç takriben 2 milyon k<sup>a</sup>. mertebesindedir

Doğru akım, ya doğrudan doğruya fretilmek veya alternatif akım redrese edilmek suretiyle elde edilir Son senelerde, - redresör cihazlarının yüksek verimleri ve kolaylıkla tatbik edilebPme hassaları dolayısıyla - gerekli gücün büyük bir kısmı, alternatif akımın doğru akıma tahvil edilmesi suretiyle temin olunmaktadır. İlk önceleri umumiyetle kullanılan tahvil cihazı, - gayet emniyetli o'uşi'na ve alternatif akım kaynağına tabi olmaksızın geniş sınırlar içinde değiştirilebilen doğru gerilim verebilmesine binaen - bir Motor - Generator grubu idi. Böyle bir grup, takriben 15 - 200 V. doğru gerilim ve büyük akım değerleri için ekonomiktir.

Bundan maada 40 seneden beri, 300 V. ve daha yüksek doğru gerilimler için, senkron konvertisorler (diğer adıyla rotary konvertisorler) kullanılmaktadır. Bun'ar 300 V. mertebesinde yüksek verim, düşük montaj maliyeti, küçük yer işgal etme ve mevcut alternatif akım şebekesine kolaylıkla intibak ettirebilme avantajlarını haizdirler ve takriben 6000 kW güçlere kadar imâl edilebihr'er. Cıva tuharlı redresörlerin tatbikatı ehemmiyet kesbedinceye kadar Elektro - kimya sanayiinde kullanılan başlıca tahvil ediciler, Senkron konvertisörler ve motor-generator grupları idi

## TİPLER ve TATBİKATTAKİ TERLERİ

Herhangi bir redresör elemanı genel olarak anod ve katoddan müteşkil olup, yalnız bir yönde akımı geçiren ve fakat aksi yönde yüksek rezistans gösteren bir karakteristiği haizdir. Fakat komple bir redresör, umumiyetle müteaddit tahvil edici elemanların bir araya gelmesinden müteşkildir ve muhtelif yardımcı cihazları, transformatörleri ve şalterleri ihtiva eder.

En genel olaark redresörler şu tiplere ayrılırlar :

(1) Cıva buharlı, (2) bakır oksitli, (3) Selenyum, (4) Germanyum, (5) Silikon, (6) Sıcak ve soğuk katodlu tüp, (7) Mekanik redresörler.

Cıva buharlı redresörlerle sıcak ve soğuk katodlu tüp redresörlerinde tek yönlü geçirgenlik, akımın sadece anoddan katoda doğru akabilmesinden dolayıdır. Plâkalı redresörlerde - 2 den 5 e kadar olan tipler - akım için tek yol, metal veya oksitten karşıt elektrota doğrudur. Mekanik redresörlerde ise senkronize bir kontak vardır ve bu, senkronize edildiği şebekeye tabi olarak devreyi açar kapar. Görülüyor ki, mekanik tipten maada hiçbirinde müteharrik bir kısım yoktur ve çalışmaları «farklı elemanlardan müteşkil sistemlerin tek yönde akım iletmesi» esasına dayanır. Bütün redresörler bir su klapesine benzetilebilirler.

Redresörlerin voltaj mertebeleri şu şekilde sınıflandırılabilirler.

Alçak gerilim : 0<sup>a</sup>-250 V. Akım 50 amper kadar veya daha fazla.

Orta gerilim: 250<sup>a</sup>-2 veya 3 kV. Akım 10 amper kadar veya daha fazla.

Yüksek gerilim : 2 veya 3 kV. ve daha

yüksek. Akım 0.25 ampere kadar veya daha fazla.

Alçak ve orta gerilim; kimya sanayiinde metal istihsalı tasviyesi ve kaplama işleri ile elektrikli nakil vasıtaları için kullanılır. Yüksek gerilim ise; radyo ve televizyon vericilerinde, frekansla ısıtma cihazlarında, elektrotip aletlerinde ve elektrostatik tutucularda (fabrika bacalarında kurumların tutulması gibi) kullanılır.

T/p	Volf											
	6	12	21	100	100	250	300	550	500	600	700	900
Verim %												
Plow» tip rai.	73	79	66	«0								
M.& gurubu				8T5	W	85.2	8as	30	90	50		
Senkron k-onvertiür				88	91.5	92.4	93	»	9*	96		
Çok anodlu redresör				76	87.5	» 4	91.3	92	Stl.2	949	94.5	
Tek ft nodlu ignitron				80	93.5	91.3	9a	929	94.5	95.5	» 8	J*4

Tablo : I Muhtelif redresörlerin 100 Amper akım altında Terimlerinin mukayesesi

Hiçbir redresör için; «Akımın akış yönünde mükemmel bir iletken» veya «akımın ters akış yönünde ideal bir yalıtıcıdır» denemez. Fakat her redresörün, emniyetle tatbik edilebileceği bir maksimum ters gerilimi vardır, dolayısıyla bu maksimum değerden küçük gerilimlerde çalışmaları maksada kifayet eder. Kayıplar bilhassa normal akış yönündeki gerilim düşümünden ileri gelir ve bu değer plakalı redresörlere nazaran cıva buharlı tiplerde daha yüksektir. Mamafih cıva buharlı redresörlerde de emniyetli ters gerilim değeri daha yüksektir. Cıva buharlı redresörlerde iyi bir kontrol sisteminin olmasına mukabil plakalı tiplerde daha basit transformatör vardır ve yardımcı cihazları yoktur. Cıva buharlı ve plakalı tip redresörlerin tatbikatta ne miktarlarda kullanıldığını belirtmek üzere misal olarak, 1951 de İngilterede cıva buharlı tiplerle takriben toplam 500 MW. h.k gücün, plakalı tiplerle ise 50 MW. lık gücün redrese edilmiş olduğunu zikredebiliriz. Bu her iki tip alçak ve orta gerilim için kullanılır. Yüksek gerilim için ise, soğuk ve sıcak katodlu (Vakum veya gazlı) tipler kullanılır.

En son inkişaf ettirilene tek kristalli yarı iletken redresörlerdir ki bunlarda germanyum ve silikon tiplerdir. Başlıca üstünlükleri; basitlik, küçük hacim, yüksek verim, uzun ömür ve geniş bir voltaj bandıdır. Mamafih bu arada selenyum redresörlerinde verimi,, çalışma sıcaklığını, emniyetli ters ge-

rilimi yükseltmek ve ömrü uzatmak için yapılan çalışmalar terakki etmektedir. Keza, cıva buharlı redresörlerin verim ve küçük hacim kaplama problemi muntazaman inkişaf ettirilmektedir. Mekanik redresörler ise 100-150 V mertebelerinde kullanılabilirler.

2000 Volttan daha yüksek değerler için hem metal ve cıva buharlı, hemde sıcak katodlu (Vakum ve gazlı) redresörler kullanılır. Bu tiplerin mertebeleri 2000 Voltta 1 imperden, — radyo ve endüksiyon ısıtıcısında o'duğu gibi— 15000 Voltta 20 amper kadar değinir. Televizyon vericilerinde 7000 V. ta 10 anıp, radarlarda da 5000 V. ta 250 mA ve 15000 Voltta 3 amp. merteleri kullanılmaktadırlar.

Bu tip redresörlerin verimleri;

a) Tahvil edici elemanlarının mükemmeliyet dacieelerine ve maksimum ters gerilim değerlerine,

b) Komple redresörle birlikte olan yardımcı cihazlar ve transformatördeki güç kayıplarına tabidir.

Belli bir maksat için hangi tip redresörün kullanılmasının uygun olduğunu tayınen ekonomik faktörler şunlardır : (1) Redresörün ve elektriki teçhizatının maliyeti, (2) Bu maksat için tesis edilecek binanın, vantilyasyon tertibatının ve soğutma teçhizatının maliyeti, (3) Bakım ve işletme masrafı, (4) Alternatif akımdan doğru akıma devilde genel verim, (5) redresör cihazının tahvil serviste kalabilme süresi ve tamirat vs. için servisten tahmini çıkarılma müddeti.

Tablo: I Muhtelif tip redresörlerin, mevzu bahis olabilecek bütün yardımcı cihazlarındaki kayıplarda nazarı itibara alarak, mukayeseli verimlerini; Tablo. II, kW. başına takribi maliyetlerini; Tablo: III ise bazı teknik teferruatlarını vermektedir.

Tip	Volf ö t											
	6	12	21	100	200	» 0	300	350	300	600	700	900
D oltlar /kW												
Plaka f ip red	210	225	210	170								
M-G gurubu	230	150	85	65	56	55	52	45	45			
Senkron Konvertiör			10t	60	60	4B	«S	40	«S7			
Çok anodlu redresör			1A0	91	60	56	50	40	1T	34	» u	
Tek ft nodlu ignitron			«O	9*	60	56	50	40	VF	34	34	

Tablo: II. Doğru akımda beher kW. için telif tip redresörlerin maliyeti (1955)

#### CIVA BUHARLI REDRESÖRLER:

Cıva buharlı redresörün çalışma prensibi ilk o' arak Cooper Hewitt (1903) tarafından bulundu ve ilk yapılan cihaz, dibinde cıva

havuzu (katod) olan ve bunun üstünde bir kömür gurubu (anod) bulunan havası boşaltılmış kabtan ibaretti. Cıva havuzu yüzeyinde sıcaklık 500 - 700 °C mertebesinde yüksek bir değere varınca cıva buharlaşacak ve katod lekesinden itibaren hızla fıskıracaktır. Aynı zamanda ark, elektron intişar ettirecek ve dolayısıyla lekenin hemen üstünde negatif elektrik yükleri husule gelecektir. Eğer anod kafi derecede pozitif ise, katoddan intişar eden elektronları kendine çekecektir. Bu zaman hareket halinde olan elektronlar yolların üstünde bulunan cıva buharı, moleküllerine çarparak iyonize edecek ve dolayısıyla; a) elektron çıkını büyütecek, b) - mavimtrak ışık halinde görülen - pozitif iyonları husule getirecektir.

Elektronlar anoda doğru ilerlerken iyonlar da katod yüzeyindeki sıcak lekeye doğru gidecek, bu noktayı bombardıman edecek ve toylece katod lekesinin aynı sıcaklık ve parlaklıkta kalmasını temin edecektir. Bundan sanraki olay artık kendi kendini besleyen bir durum arzeder ve katod ile anod arasında bir potansiyel farkı devamlı olarak müşahade edilir. Yani yukarı doğru akan elektronlar ve aşağı doğru akan iyonlar, anoddan katoda doğru bir elektrik akımını tevlit eder. Bu olay tersinir değildir, zira eğer katod pozitif, anod negatif olacak olursa elektron emisyonu mevzubahis olamayacağından akım husule gelemeyecektir. Anodun sıcaklığı katod lekesi sıcaklığına eşit olabilir; fakat bu, karbon olan anod'da elektrtron emisyonu için kafi sıcaklık değildir. Eğer karbonun sıcaklığı elektron intişar edebileceği bir değere yükseltirse cihaz iki yönde akım iletir. Bundan böyle pratikte anod, elektron emisyonu yapabilme sıcaklığına varmaması için, gerekli miktarda sohitulur. Böylece redresörün tek ta-

rafı iletme özelliğinin bozulmasına mani olunur.

Cıva buharlı redresörlerin çalışması için gerekli arkın teessüs ettirilmesi için, ilk önce yardımcı bir tertibatta katod lekesinin teşekkülü-ü icap eder. Bu, (ignitron adı verilen) küçük yardımcı bir anod ile esas katod arasında bir ark teessüs ettirmekle temin olunur. Mamafih redresör akımı çok küçük (1 veya 2 amperden küçük) ise, ark kendi kendini besleyemez. Bundan böyle, eğer redresör akımı değerinin bu miktardan daha aşağıya düşmesi mevzubahis ise, devamlı ikaz anodları kullanmak gerekir. Böylece müstakil küçük ikaz devreleri aktif katod lekesinin devamlılığını sağlar.

Bir cıva buharlı redresörün arkındaki gerilim düşümü umumiyetle 20 ilâ 30 Volt arasındadır. Eğer  $V_d$ : çıkış gerilimi,  $e$ : volt olarak arktaki gerilim düşümü ve  $i_d$ : çıkış akımı ise;

$$\text{Verim} = \frac{\text{alınan güç}}{\text{verilen güç}} = \frac{V_d \cdot i_d}{(V_d + e) i_d} = \frac{V_d}{V_d + e}$$

olur.

Buradan görülüyor ki, cıva buharlı redresörlerin iç verimi, yük akımına tabi olmayıp sadece gerilime bağlıdır.

Bu tiplerin maksimum ters gerilimi takriben 25 Volttur, ömürleri uzun ve yüksek aşırı gerilimlere mukavimdirler. Tatbikatta tek anodlu, çok anodlu veya grid kumandalı şekillerde bulunurlar.

#### BAKIR OKSİTLİ REDRESÖBLER :

Bu tip redresör, Amerika Birleşik Devletlerinde Grondahl tarafından yapılmıştır. Bir yüzü  $Cu_2 O$  haline getirilmiş bir bakır plâkadan ibarettir. Bakır oksit, bir yüzün 1 mm. kalınlığındaki kısmının 1000-1030 °C ye kadar ısıtılması üe yapılır. Bu ameliye yapılırken diğer yüzün de oksitlenmemesi için gereken tertibat alınır. Soğutma iki kademe-de; evvelâ takriben 450 - 600 °C ye, sonrada oda sıcaklığına kadar olmak üzere yapılır. Tavlama esnasında  $Cu O$  teşekkül etmiş ise bunun mevcudiyeti kimyasal ameliye ile izale edilir (Sodyum siyanid, amonyum karbonat veya madenî asitler vasıtasıyla). İlk önceleri  $Cu O$  teşekkülüne mani olmak için, havası boşaltılmış bir yerde ön - tavlama usulüne başvuruluyordu.

Metal plâk üzerindeki oksit tabakasının direnci, akım oksitten metale doğru akarken çok küçük, fakat akım metalden okside doğru akarken çok yüksek olmaktadır. TaHatiyle, bir yüzü okside edilmiş böyle bir plâk bir

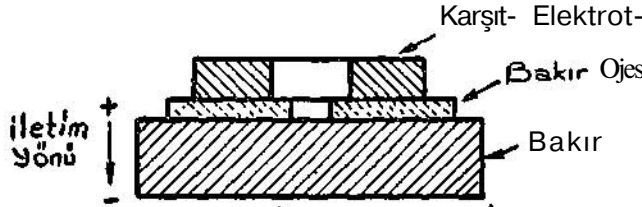
Özellik	3'calc KatoJlu VsVum	Sıcak Kstodlu CıVA	Sıcak Kttodlu Xenon	Uauualu	Selen- yom	Silikon
fışın akım kapasivtbi	OüSük	yoWstk	Yüksek	Sok ükseW	iJIVsck	OlcaW
Ömur (saal)	5000- 20000	10000- 20000	20 00- 10000	>10000	>20000	>20000
İlinma iin	30 5>	10 dak	30 wı	Sok	Yok	Sok
Önd kontrol imkanları	Güç.	si ar	Var	Mar	Yok	Yok
Ambarlanma burumu	iyi	ver«t»Mr	ı»	ai	V	iyi
çalışabilir Ö4 sınıfın	<20V	dar	çOk	dar	genis	çok genis
Cihazlar	-Isıt/	ı iran s form.	ikaz. «ki» ilazım		Yok	Yok

Tablo : III Solid ve sıcak katodlu redresörlerin genel özellikleri

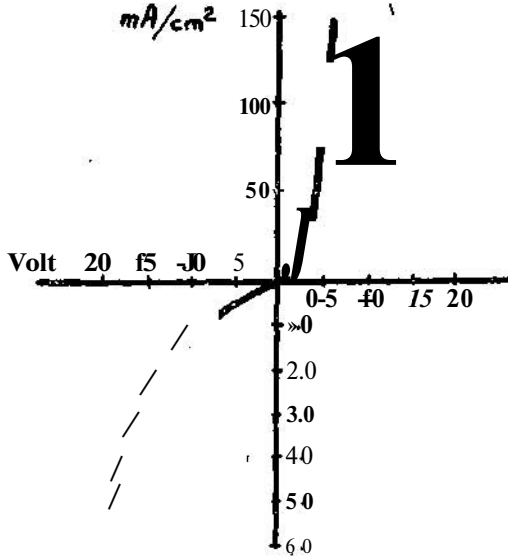
alternatif akım devresine ithal edilecek olursa, akıma yalnız bir yönde yol verecek yani redresör karakterini haiz olacaktır.

Tek bir oksit tabakasının dielektrik mukavemeti oldukça küçüktür, bundan böyle kullanılacağı gerilime göre müteaddit sayıda plâkaların seri halde bulunması elzemdir.

Doğru yönde akım iletimi 0.25 Volttan



Şekil: 1 Bakır oksit redresörünün konstrüksiyonuna ait prensip şeması



Şekil: 10 Bakır oksitli redresörlerin doğru ve ters karakteristiği

İtibaren başlar ve 10 Volta kadar ters yönde akım akışı çok cüzdür. Bu en alt ve en üst gerilim değerleri, ters akımı tahdid etmek maksadıyla, beher elemana tatbiki mümkün olan gerilimin en uygun olarak 7 ile 9 volt arasında olması gerektiği hakikatini ortaya koyar.

Ters yönde iletkenlik, sıcaklık artışı ile normal olarak azami 10 ampere kadar artar. Disk tipinde olanlar yüksek voltaj ve 10 ampere kadar olan akımlar için elverişlidir. Köşeli plak tipleri alçak gerilimlerde kullanılır.

Oksid filmi zayıf bir iletken ve mat satırlı olduğundan elektriki kontak, tazyik altında kurşun bir disk veya metalik tozlar vasıtasıyla temin olunur. Redresördeki kayıplar.

sıcaklığın yükselmesini tevlit eden ısı üretimine sebebiyet verir ve bundan böyle nihayi çalışma gerilimi, geçen akım ve soğutma şartları ile tayin edilir. Büyük akımlar büyük satırlı plâkaların ve vantilatör veya benzeri sun'î soğutma tertiblerinin kullanılmasını intaç ettirir.

Yüksek sıcaklıkla husule getirilen oksit tabakası çok serttir ve cihazın çalışması sadece elektrik esaslarına dayanır; Şu halde bu redresör de aşınmaya, kimyasal tesirlere veya zamanla bozılmaya maruz hiçbir kısım yoktur. Kaçak yapabileceği ortamda yoktur. Bundan böyle, eğer aşırı yüklerle karşı gereği şekilde korunma tertibatı alınmış ise, bu tip redresörlerin ömrü pratik olarak sonsuzdur. Çok geniş bir yüklemeye sınırında yüksek verimlerde çalışır. Tam yükte verimi % 85 civarındadır ve güç faktörü l'e çok yakındır.

Redresörün normal çalışması, intikaa uğramıyacak bir soğutma havası kaynağının bulunuşuna tabi olduğundan, bu maksat için kullanılacak vantilatörün santrafuj esasına göre yapılan bir kontakla teşhiz edilmesi gerekmektedir. Soğutma havası yolu üzerinde ekseriya bir hava filitresi kullanılır.

Şekil 1, bu tip redresörün prensip şemasını, şekil 1 a ise doğru ve ters karakteristiğini vermektedir.

#### SELENYUM REDRESÖRLER (") :

Herne kadar selenyum redresör elemanları bakır oksit elemanlarına nazaran daha önce keşfedilmişse de, sanayiye tatbikatları daha sonraları mevzubahis olmuştur. Bu tip redresörlerde tek yönlü iletkenlik, demir veya alüminyum üzerinde bir selenyum tabakası teşkil ettirilmeyle temin olunur. Alüminyumun kullanışı cihazın hafif olması icap eden yerlerde mevzubahistir. Karşıt elektrot ise selenyum tabakası altında, düşük erime noktasını haiz bir alaşımın zerrecikleri halinde püskürtülmesi ile teşkil olunur. Yalnız bu karşıt elektrot diskinin, selenyum diskinden daha küçük dış çapı ve ortada daha büyük iç çapı haiz olmasından dikkat edilir. Bu tedbir, karşıt elektrot ile temel elektrot arasında muhtemel yüzeyel elektriki deşarja mani olmak içindir, (şekil. 2. ye bak.)

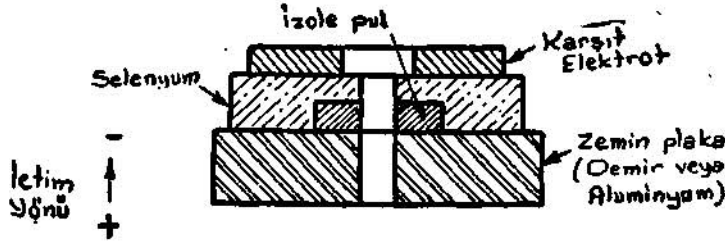
Böyle bir sistem alternatif akım şebekesine tatbik edilirse büyük miktarda akım selenyumdan karşıt elektroda doğru akacak, fakat ters yönde nispeten çok küçük akım akacaktır. Akıma bir yönde yol veren esas geçit, selenyum ile karşıt elektrodun temas ettikleri satırlıdır.

Bir selenyum redresörü hazırlanırken,

(\*) Selenyum . Sembol Se, Atom No 34, Atom ağırlığı • 79

ilkönce cam parçalarına benzeyen selenyum toz haline getirilerek temel metal elektrot üzerine yayılır. Sonra müteaddit tavlamalara tabi tutulur. Bu zaman cismin kristal yapısında değişme olur ve «p Selenyum» adı verilen selenyumun bir allotropu (\*) teşekkül eder. Artık bundan sonra karşıt elektrot, selenyum üzerine püskürtülerek teşkil olunur. Yalnız, imalatın bu safhasında, —emniyetli çalışma şartı için— ters yöndeki rezistans nispeten küçüktür ve bu mahzuru ortadan kaldırmak üzere redresör elemanından küçük bir ters akım geçirmek lüzumludur. Tamamlanmış bu tip bir redresör elemanının doğru ve ters karakteristiği şekil :3 de verilmiştir.

Tatbik edilen gerilimin 0.5 volt değerine kadar doğru yöndeki iletkenlik tahdid edilmiştir. Yani, bu gerilime kadar doğru yönde bir akım akışı mevzubahis olamaz. Bu değer bakır oksitli elemanından daha yüksektir. Doğru yöndeki gerilim düşümü 1,5 voltur. Maksimum ters gerilimi 40 voltur. Bu tip redresörler yüksek gerilim ve küçük akımlarda çalışabilirler. (8 kV. ta 8 amper.) Dayanıklı, emniyetli ve uzun ömürlüdürler. Herhangi bir ısıtıcı transformatör veya kumanda cihazına ihtiyaç göstermezler.

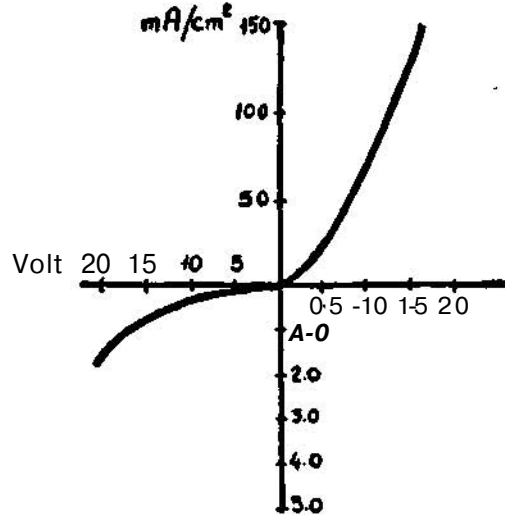


Şehil: 2 Bir selenyum redresör elemanının prensip konstrüksiyonu şeması

Omik bir direncin sıcaklık katsayısı pozitifdir, yani sıcaklık artarsa dirençte artar. Selenyum redresörün sıcaklık katsayısı ise negatifdir, yani sıcaklığın yükselmesi ile iletkenliğide yükselir. Fakat 60 °C sıcaklığa kadar ters yöndeki iletkenlik pozitifdir ve bu değerden sonra ters direnç azalmağa başlar. Mafih, ters rezistansın azalıp çoğalması, tatbik edilen gerilimde bağlıdır. Meselâ, tatbik edilen gerilim 2 veya 3 volt ise ve sıcaklık yükselirse, ters rezistansın diğeri düşebilir. Fakat normal çalışma sınırları içinde sıcaklıkla direncin değişimi küçüktür.

Selenyum redresörler, ters akan akımı arzu edilmeyen bir mertebeye yükseltmeksiz, bakır oksitli ere nazaran daha yüksek gerilimlere mütehammildirler Selenyum redresörlerin beher e'emanının mukavemet edebileceği

(\*) Allotrop : Bir kimyasal elemanın birden fazla mevcut olabilen şekillerden biri



ŞeMl: 3 - Bir selenyum redresör elemanının doğru ve ters karakteristiği.

nominal ters gerilim değeri 15 -18 volt arasındadır. Bu değer bakır oksitlilerdeki değerin iki mislidir. Emniyetli çalışma sıcaklıkları 65 °C dir, fakat birkaç saat için 80 °C de çalıştırılmaları mümkündür.

Ortası delik disk elemanlar, üzeri bakalit kaplı bir metal çubuk üzerine geçirilmiştir. Bu şekilde imalattan iki gaye vardır. (1) karşıt elektrotlarda gerekli temas temin edilir. Bu maksat için ; pirinçten veyahut yaylanma özelliğini haiz herhangi bir materyalden imâl edilen ince dairesel Levhanın çevresi, muhtelif yerlerde merkeze doğru lüzumu kadar yarılr ve sonra bunlar «basıcı tırnak» şekline sokulur ve bu tertip bakalit kaplı çubuk üzerine monte edilir. (2) İzole vernik vasıtasıyla selenyum diskinin merkezindeki delik çevresinde daha geniş çaplı bir halka teşekkül ettirilir ve bundan sonra karşıt elektrot, selenyum tabakası üzerine püskürtülür. Böylelikle selenyum, basıncın doğrudan doğru tatbik edildiği bölgede karşıt elektrottan izole edilmiş olur. Müteakip ikinci bir disk ile temas bir çelik veya alüminyum rondela kullanılmak suretiyle temin olunur. Şekil: 3. bu tip bir redresör e'emanının yapılışını prensib olarak vermektedir.

#### GERMANYUM RFDRESÖRLER :

Bv t'n re^resor elemanı çok ufak olup, beher inch karelik satışı birkaç yüz amperle 1 ukjenci ılır, ve bu durumda dahi mükemmel çalışır. Bir kristal dedektörün yapısına benzer yapısı vardır İçinde, çapı 3 mm. ye kadar değişen ve kalınlığı umumiyetle 0.6 mm. olan ince bir di'im halinde germanyum elemanı vardır Germanyumun cilalı yüzü ile konmak, umumiyetle tungstenden yapılan takriben 75 mikron çapında ve 2,5 mm. uzun-

luğunda «kedi bıyığı» adı verilen bir tel ile temin olunur. Germanyum kristali ve tungsten teli, yaklaşıncı çubukları haiz iki küçük piring elektrot üzerine tespit edilir. Telin ucu, umumiyetle 28° tepe açısı altında konikleştirilmiş ve ayrıca elektrolitik usullerle sivritimiştir.

Bazen bu redresör elemanının bütün boşluğu, kontak telini vibrasyondan ve rutubetten korumak gayesiyle, mum ile doldurulur. Böyle bir redresör elemanın prensip şeması • şekil 4. de görülmektedir.

İlk önceleri germanyum doğrudan doğruya bakır üzerine prese ediliyor ve böylece sistemin ısı iletme karakteristiği daha elverişli hale sokuluyordu. Şimdi ise muhtelif soğutma metodları kullanılmaktadır, bunlardan en çok rastlanılan şekiller; küçük güçlerde direkt tazyikli hava, büyük güçlerde ise sıvı ile olanlardır. Su ile soğutma ilk önceleri tercih edilen şekildi. Bazende soğutma için, bir radyatör üzerinden sirküle edilen herhangi bir dielektrik kullanılır. Radyatöre su sevkedildiğinden, dielektrik sıcaklığını suya verir. Modern imâlatta redresör elemanı hücresi, seramik izolasyon maddeleri ile hava geçirmeyecek şekilde kaplanır.

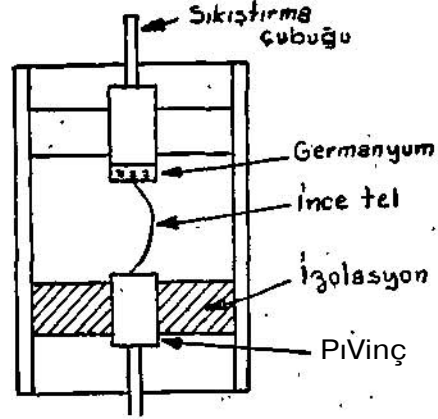
Germanyum redresörler yüksek verimi ve çok iyi bir regulasyon sistemini haizdirler. Hacimleri ufak, doğru yöndeki dirençleri küçük ve fakat ters yöndeki dirençleri büyüktür. Normal çalışma geriliminde (65-75 Volt) verimleri % 95 civarındadır. Isınması tahdid edilmiştir. Düşük ısı iletim katsayısını haiz olup akım ve gerilim tahavvülâtına karşı hassastır.

Nominal geriliminde 200 amperde doğru yöndeki gerilim düşümü 0.63 volt civarındadır. Doğru yönde kısa devre akımı maksimum 200 amper olarak tahdid edilmiştir. Kısa bir müddet için dahi olsa nominal gerilimler hiçbir surette tecavüz edilmemelidir. Bundan başka germanyumun sıcaklığının 65 °C nin üstüne çıkmamasına dikkat etmelidir.

Bu tip bazı redresörlerde, redrese edici eleman beş tabaka materyalden mürekkeptir. En alt ve en üst tabaka Molibdenden yapılmıştır. Bunun termik uzama kat sayısı germanyumunkine eşittir ve ısıyı mükemmel iletir.

Merkezdeki tabaka tek bir germanyum limidir. Bu dilim alttaki molibden tabakasına saf kalay, üstündeki tabakaya ise saf indium ile lehimlenir.

Molibden - kalay - germanyum gurubu tabaka tabaka halinde kalır fakat indium, germanyuma nüfuz eder. Böyle bir gurub



Şekil 4. Bir germanyum redresör hücrenin prensip olarak konstrüksiyon şeması

topyekün bakır bir zemine lehimlenir. Ayrıca örgülü bir bakır kablo da üstte molibden kaynatılır. Bu sistem cam bir mahfaza içine alınır ve ek yerleri, hava almıyacak şekilde sıkıca kaynatılır. Bu şekilde hazırlanan yarı - iletken sisteme «Semitron» denilir, içindeki havanın tardedilmesi ameliyesinde helyum gazı kullanılır ve kaçak tecrübesinde helyum gazı dedektörü ile yapılır. Eğer herhangi bir kaçak müşahade edilmezse semitron'a 1 atmosfer tazyik altında kuru asal gaz dplöürülür. Elektro - kimya ve galvanoplasti endüstrisinde, ark fırınlarında ve alçak gerilim endüstriyel kuvvet şebekelerinde kullanılır.

Bu tip redresörün diğer bir şekli şöyledir, saf tek germanyum kristalleri alınır ve 20 mm. çapında 0.02 inch kalınlığında bir dilim halinde hazırlanır. Diğer ayrı bir yerde P ve n tipi alaşımlar hazırlanır; bunlardan ilki indiumlu,, ikincisi antimonlutfur. Germanyum dilimi bu indium ve antimon tabakaları arasına alınır. Böyle bir gurub, arzu edilen atomik yapı elde edilinceye dolayısıyla akımın p den n e doğru kolaylıkla akışı temin edilinceye kadar ısıtılır. Bu şekilde elde edilen germanyum elemanı, bakır oksitli elemana nazaran 1000 misli akım yoğunluğunda çalıştırılabilir. Hattâ, iyi soğutma şartları tahakkuk ettirildiği takdirde, çok küçük bir gurub bile 3 kW mertebesindeki güçler için mükemmel çalışır. Doğru yöndeki kayıplar yük akımının, ters yöndeki kayıplar ise ters gerilimin fonksiyonudur. Her iki tip kayıp sıcaklık yükselmesine, dolayısıyla eleman direncinin değişmesine sebebiyet verirler. Sıcaklık yükselirse ters yöndeki kayıplar süratle yükselir, zira ters yöndeki akım değişimi eksponansiyeldir. (Murat sıcaklığı 35 °C olarak kabul edilirse, tam yükte sıcak-

NOT • Germanyum	: Sembol Ge,	Atom sayısı 32,	A Ağırlığı 72,6
Molibden	»	Mo,	» 96,0
Indium	»	in,	» 114,76

lık bu değerden itibaren normal olarak 30 °C daha fazla olur. Daha yüksek sürekli çalışma sıcaklıkları için, nominal çalışma akımından daha aşağı mertebelere inmek lâzımdır. Bu redresörler tek veya üç fazlı şebekelerde yarı dalga veya tam dalgayı redrese edecek şekilde gurublandırılabilirler. Aynı güç mertebesinde olan diğer metalik tip redresörlerin çalışma gerilimlerinden daha yüksek voltajlarda çalıştırılabilirler.

Elektroliz endüstrisinde bu tip redresörün çalıştırılması için ilk anda nihayi tam yük geriliminin % 25 nin tatbik edilmesi lâzımdır. Böylece, akım akarken zıt elektromotor kuvvet husule gelir ve tatbik edilen gerilim değerine kadar yükselmeye başlar. Bu zaman ise akım sıfıra münce olur, dolayısıyla gerilim yükselir ve aynı anda zıt e. m. k te artar ve nihayi tam yük geriliminin % 80 değerine vasıl olur. Artık bundan sonra istenileif akım teşekkül ettirilinceye kadar gerilim sürekli olarak ayarlanır. Bu ayar şeklinin, motor - generatör gurubundakinden farklı olduğu görülmektedir.

#### SİLİKON REDRESÖRLER:

Silikon redresörlerin, güç redresesi için tatbikat sahasına girmeleri çok yenidir. Fakat nasıl kullanılacakları, kendisinden daha evvel olan redresör tipleri - yani germanyum ve selenyum - zamanından beri bilinmekteydi. -Tek silikon kristalleri, germanyuma benzeyen birçok karakteristikleri haizdir. Bu tip redresörlerin inkişafı daha büyük kristallerin imalatına tabi olmuştur.

Redresör elemanları şu şekilde yapılabilirler: Silikonun bir yüzünde P tipi silikon teşekkül ettirmek üzere Alüminyum ile, diğer yüzünde ise n tipi silikon için Altın ile alaşım yapılır. Neticede elde edilen böyle bir silikon redresöründe bazı hallerde germanyuma nazaran daha üstün olan elektriki ve termik karakteristikler müşahade edilir. Üstün vasıflarından en başta geleni; daha yüksek ters alternatif gerilime dayanabilmesidir. Bir germanyum redresör elemanının maksimum ters gerilimi 200 Volttur ve çıkış gerilimi 67 - 75 volt doğru gerilim olmak şartı ile köprü devrelerinde kullanılabilir. Halbuki silikon redresör elemanın maksimum ters gerilimi 500 Volttur ve köprü devrelerinde 165 volt doğru gerilimler için kullanılabilir. Hernekadar silikon tiplerde bu gerilimde doğru yöndeki kayıplar germanyumdakilere nazaran 1 3/4 misli fazla isede, 165 volttan daha yüksek doğru gerilimli redresör devrelerinin nadir bulunuşu dolayısıyla silikon elemanları bu gerilimlerle

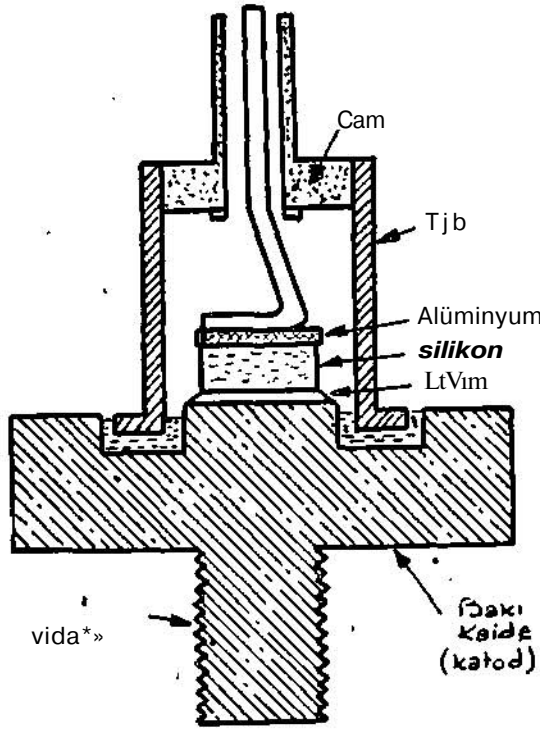
de çok az kullanıldığından, her iki tip redresörün verimi umumiyetle eşit kabul edilir.

Silikonun ters gerilim karakteristiğinde üstün bir termik vasıf vardır. Germanyumun maksimum ters gerilim değeri, sıcaklığın yükselmesi ile düşer. Halbuki silikonda bu değer, sıcaklık artışı ile yavaş yavaş yükselir. Bu vasfından dolayı haiz olduğu avantajlar şunlardır: (1) Silikon redresör elemanında daha az materyal kullanılır. Bu ise daha küçük hacim işgali ve daha az malzeme sarfiyatı demektir. (2) Aşın sıcaklıktan dolayı husule gelebilecek hasara karşı silikon elemanında daha müessir korunma tertipleri alınır.

Yüksek akımlı bir germanyum elemanın maksimum çalışma sıcaklığı 65 - 75 °C iken aynı mertebede olan silikonda bu 200 °C dir. (100 °C fazlası germanyum için tahripkârdır.) Bu termik limitleri tayin eden husus, redresör elemanını teşkil eden muhtelif materyallerin erime noktalarıdır. Germanyum 1000 °C de erir, bunun yanında germanyumun tretmanında kullanılan indium ise 150 °C de erir. Halbuki silikonda 1400 - 1500 °C ye kadar erime müşahade edilmez. Ayrıca silikon diliminin bir yüzünün tretmanında kullanılan alüminyum 580 °C de, diğer yüzü için kullanılan altın ise 360 °C de erir.

Silikon semitronlar 180 °C ve 200 amper kadar olan değerlerde çalıştırılabilirler. Hava ve su soğutmalı şekillerde imal edilirler. Germanyum gibi, alçak gerilimde 9 volttan takriben 130 volt doğru gerilime kadar kuşanılır (400 volta kadar yükselmekte mümkündür.)

Silikon redresörler % 99 gibi çok yüksek verime ve ayrıca mükemmel bir voltaj regülasyonuna sahiptirler. (Nominal gerilimde beher elemanda gerilim düşümü 1,1 volttdur.) Bundan- maada herbir elemanın 300 volt gibi çok yüksek maksimum ters gerilimi vardır. Depolanma ve çalışma sıcaklık mertebesi - 65 °C den + 170 °C ye kadar değişir. Kapasitif yük'e dahi 115 Volt alternatif şebekede 125 °C sıcaklıkta çalışabilir. Kombine sıcaklık 150 °C kabul edilebilir. Son zamanlarda endüstriyel silikon redresörler, beher eleman için 300 den 400 volta kadar değişen maksimum ters gerilimler altında kullanılmaktadır Ortalama doğru akım yoğunluğu 150 °C de ve % 97 verimde 1300 Amp/sq. in (= 2,04 Amp/mm<sup>2</sup>) dir. Bu elemanlardan teşkil edilen bir gurub, ortalama 70 kV ve 500 mA değerlerde çalışabilmektedir.



İçtim  
Sönü  
1

Şekil: 5 Bir silikon redresör elemanının konstrüksiyonuna ait prensip şeması.

Silikon redresörün germanyuma nazarsm bazı avantajları vardır: Daha yüksek ters gerilimi haiz olup, germanyumun 75 °C sıcaklığına mukabil 125 °C de çalışabilir. Yüksek voltajlı silikon redresör elemanları ile elektrokimya ve diğer endüstri kollarını besleyen şebekeleri teşkil etmek çok mümkündür. Doğru yöndeki düşük geriliminden dolayı galvanoplasti endüstrisinde tercih edilir.

Konstrüksiyon: 1/8 mm<sup>2</sup> den daha küçük satırlı tek silikon kristalleri alınır. Bunlardan bir dilim husule getirilir. Bunun her iki yüzünde gerekli kontaklar hazırlanır. Böyle bir tertibin genel yapısı şekil 5 de verilmiştir. Silikon dilimi uygun bir zemine lehimlenir. Eleman, hava geçirmez şekilde kapalı bir hücre içine alınır.

İmâlat esnasında silikona yabancı maddelerin karışmamasına çok dikkat edilir. Isı iletim karakteristikleri çok mühim olduğundan, elemanın projesi soğutma sistemini nazarı itibara alacak şekilde hazırlanır. Soğutma için kullanılacak sistemin, zemin olarak kullanılan kısım ile tamamen temas etmesi lâzımdır.

SICAK VE SOĞUK KATODLU REDRESÖRLER:

- Sıcak katodlu tüpler (termo - iyonik tüpler), alternatif akımın doğru akıma tahvili

gayesiyle yapılmışlardır. Bu metod için tükenmez elektron kaynağına, - ısıtılmış katoda olduğu gibi - ve bir anoda ihtiyaç vardır. Bunlar ise iki elektrotta bir tübü veya diğer adıyla diod'u teşkil ederler. Bu sistem kapalı bir hücre içine alınır ve içindeki hava uygun şekilde tardedilir. Katod ile anoda bir alternatif gerilim tatbik edildiği zaman elektrik alan periyodik olarak değiştiğinden, anodun pozitif olduğu anlarda bir akımın aktığı müşahade edilir. Böylece elektron akışı, titreşim yapan bir akım haline inkılâp etmiş olur. Eğer devre omik bir yük üzerinde kapatılır ve titreşimler bir kapasite vasıtasıyla düzgünleştirilirse, yük içinden geçen akım titreşimsiz doğru akım olur. Böyle bir tüpten geçen akım, katoddan maksimum miktarda intişar edebilecek elektronlara tekabül eden akımdan umumiyetle daha azdır. Buna sebep; elektronların birbirini iterek katoddan intişarına mani olmasıdır. Mamafih, gerekli miktarda iyonizasyonu temin etmek gayesiyle az miktarda bir gaz tübe ithal edilirse akım miktarı yükseltilebilir. Fakat bu zaman süratli kumanda kaabiliyetinden kaybedilir. Eğer, - daha ziyade katoda yakın olmak üzere - katodla anod arasında metalik bir kafes konulursa tüp, triod adını alır.

Katodun ısıtılması ya direkt olarak veya



ayrı bir ısıtıcıdan radyasyon yolu ile yapılır. Katod, tungstenden veya oksit kaplı bir elemandan (Baryum veya strontium oksit) yapılır ve takriben 800 °C de elektron intişarına başlar. Katod akımları 120 - 300 mA arasında değişir. Katoddan intişar eden elektronları çekebilmek için yüksek anod gerilimine lüzum vardır. Bu tüplerin maksimum ters gerilimleri 50 kV veya daha fazla olabilir. Doğru yöndeki gerilim düşümü 1000 voltur. Güç redresesi için kullanılan tiplerin maksimum ters gerilimi 20 kV. tur. Mamafih vakum tüplü bu redresörler, X şuaları ile ilgili işlerde daima en başta tercih edilirler.

Bu tüplerin bir gaz ile de doldurulması mümkündür. Ekseriya cıva buharı veya Xenon seçilir. Elektronlar tüp içinde hareket ederlerken hızları gittikçe artar ve gaz atomlarına çarparak iyonize ederler. Bu şekilde huşu' e gelen pozitif iyonlar katoda doğru akarlar ve katod cıvanında bulunan elektronları nötrleştirirler. Böylelikle katoddan intişar eden bütün elektronlar, - mevzubahis gazın iyonizasyon geriliminden biraz daha küçük -, anod gerilimi ile çekilirler. Gerilim düşümü anod akımına bağlı değildir. Bu değer takriben 10 ilâ 13 volt arasında değişir. Katodu ısıtmak için gereken' güç, redresör akımının beher amperi başına takriben 10 Wattır. (10 W/Amp) Cıva buharlı olanlar 10° - 40 °C, Xenon gazlı olanlar ise - 50° ile + 70 °C-arasında değişen sıcaklıklar için kullanılabilir.

#### MEKANİK REDRESÖRLER:

İlk yüksek güçlü mekanik redresör Almanyada harp sıralarında imal edildi. (Koppelman). İngiltere, Amerika ve İsviçrede de bu tip redresörler imâl edilmektedir.

İlk önceleri imal edilen ünitelerin kapasitesi 400 Volt ve 8500 amper idi. Bugün en tatminkâr ve ekonomik hacimli üniteler 220-270 Voltta 15 kA olarak yapılabilmektedir.

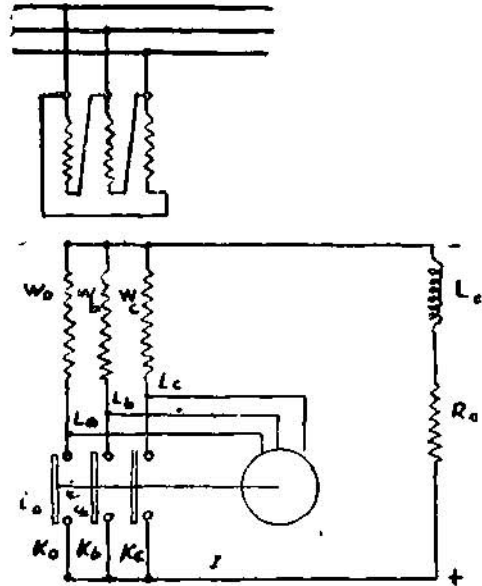
Bu tip redresör üniteleri ile" alternatif akımın doğru akıma tahvili, mekanik olarak tahrik edilen ufak kontakların senkron olarak kapanması ile temin olunur. Ayrıca yardımcı cihazlar olarak; hususî şekiMe imâl edilen magnetize edilmiş demir çekirdekli indirici reaktörler ve kontaklarla paralel bağlı bulunan aletler vardır Komreaktör adını alan bu indirici reaktörler, akımı küçük bir mertebeye düşürür. Bundan başka muvakkat temel yük ve yol verici rezistansları vardır Senkron kontaklarda ark olma halinde hususî bir tip kısa devre edici cihaz çalışarak muhtemel hasan asgariye indirir.

Bu redresörün kontakları, - meselâ cıva buharlı redresörde olan hususiyetin aksine - ters akan akımı bloke etme özelliğini

bizzat kendileri haiz değillerdir. Bundan böyle, kontak akımı tam sıfırdan geçerken derhal açılmak mecburiyetindedirler. Mutlak sabit bir yük üzerinde çalışmaları mevzubahis olsa bile bu durum, kontakların çok hassas olarak açılıp kapanması problemini ortaya atar, ki bunu pratikte tahakkuk ettirmek imkânsızdır. Mamafih, devrenin açılma şartlarını kolaylaştırabilmek gayesiyle komreaktörler seri olarak bağlanmıştır ve kontaklarla paralel bağlı cihazlarla irtibatlandırılmıştır.

Mekanik veya elektrikî veyahut kombine bir cihaz vasıtasıyla faz kaydırılarak çıkış gerilimini ayarlamak mümkündür. Mekanik cihazın vazifesi, kontakların doğru zamanda açılıp kapanmasını temin etmek ve bilhassa, kontakların açık durumda «açılıp açılmadığını» kontrol etmektir.

Çekirdeği önceden magnetize edilmiş komreaktörlerin ve kontaklarla paralel bağlı devrelerin başlıca vazifesi; kontakların açılmasıyla kesilen akım ve gerilimi, takriben 0.5 amper veya 10 Volt değerlerinden daha aşağı bir değere düşürmektir. Bu tip redresörün çalışma prensibi Şekil: 6 ile izah edilmektedir.



Şekil: 6 Mekanik tip bir redresörün çalışma ve konstrüksiyon prensip şeması

Sekonder sargıların Wa, Wb, Wc ile gösterilen bir transformatörün sargıları yıldız bağlıdır. Ve nötr noktası, endüktansı Lo ve rezistansı Ro olan herhangi bir doğru akım cihazının negatif ucuna bağlıdır. Doğru akım cihazının pozitif ucu ise Ka, Kb, Kc kontakları vasıtasıyla transformatörün sekonder sargısına ait diğer uçlara bağlıdır. Herhan-

gi bir fazın gerilimi, o anda devreye tatbik edilmekte olan gerilime eşit olduğu an, o fazla ait kontak kapanır. Yük altında bulunan kontakların kafiye açılmaması şarttır. Bundan dolayı meselâ Ka açılmadan evvel Kb kapanmalıdır. Ka ve Kb kontaklarının kapalı bulunması anında, Wa ile Wb fazları arasında ik gibi bir kısa devre akımı akar. Bu akım ise, Ka kontağı üzerinden akan I yük akımına zıt yöndedir. Bu kısa devre akımının şiddeti; hem Wa ile Wb fazları arasındaki gerilim farkına, nemde kısa devre yolu üzerindeki La kaçak endüktanslarına bağlıdır. Bu esnada kısa devre akımı ile sıfıra münce olur ve bunun neticesi olarak, kontak teorik olarak açılabilir duruma gelir.

Komreaktörler; çok küçük akımlarda işbaa haline gelen ve histerezis eğrisi hemen hemen dikdörtgen şeklinde olan bir demir çekirdeği havıdır. Bundan dolayı normal olarak akan I akımına karşı bir mani teşkil etmezler. Fakat akımın sıfırdan geçmesi anın-

da endüktanslan ianiden çok yüksek değer alır ve bundan ötürü, miknatisiyetleri yön değiştirinceye kadar, akımın çok küçük bir değerde bir müddet için sabit kalmasını mümkün kılar. Bu küçük akım basamağında kontakların açılması artık pratik bakımdan mümkün olur. Kontaklara paralel bağlı devrede bulunan özel tüpler, açılma ameliyesinden sonra kalan küçük akımları üzerlerine alırlar.

Yüke tatbik edilen gerilim, transformtörün nötr noktası (negatif kutup) ile pozitif konumda bulunan faz arasındaki potansiyel farkıdır iki fazın pozitif uca aynı anda bağlı oldukları durumda, yüke tatbik edilen doğru genlim, her iki fazın nötr noktasına göre haiz oldukları potansiyellerin vektörel toplamıdır.

Pratikte bu tip redresörlerle üç fazlı bağlama yerine altı fazlı bağlama kullanılmaktadır.

## 1958 C. 1.0. R. E. TOPLANTISI

Necati TÜRKERİ  
Y Müh - San Vek

Beynelmîlel C. I. G. R. E. Konferansının 17 nci toplantısı Haziran ayı içerisinde Paris'te yapıldı. Böylece muhtelif memleketlerin bilhassa enterkonnekte şebekelerle ilgili çeşitli mevzulardaki ihtisas sahibi elemanları bir araya gelerek kaydedilen son teknik gelişmelerin ışığı altında birçok meseleleri tahlil ve müzakere etmek fırsatını buldular. Bu suretle muhtelif ve farklı görüşler, kazanılan yeni tecrübeler, akademik bir tartışma zemini içerisinde birbirleriyle çarpıştı ve neticede en iyi hal tarzını tefrik etmek ve bunlardan istifade etmek imkân dahiline girdi.

Fransız Sanayi Vekilinin başkanlığında açılan toplantıya dünyanın muhtelif yerlerinden gelen 1800 delege ve bu arada memleketimizde İ. T. Ü., Sanayi Vekâleti Enerji Dairesi Reisliği, Etibank ve E. I. E. İdaresi mümessilleri iştirak etmiş bulunuyordu.

Konferansta müzakere edilen raporları mevzulan itibarile aşağıdaki dört grupta toplamak mümkündür.

1. Elektrik enerjisinin istihsalı, transformasyonu ve içerisinde elektrik cereyanı geçen bir devrenin açılması,
2. Enerji nakil hatlarının ve yeraltı kablolarının; konstrüksiyonu, izolasyonu ve bakım ile ilgili hususlar,
3. Yüksek gerilimli elektrik şebekelerinin işletilmesi korunması ve enterkonneksiyonu,

4. Çok yüksek voltajlarla enerji nakli,

Fransız Sanayi Vekilinin kısa kitabesinden sonra ilk sözü alan Mosyo Ailbert Avrupanın 380 kV. luk şebekeleri mevzuunda umumî mahiyette bir konuşma yaptı.

Diğer hususlara geçmeden evvel bilhassa şu noktayı memnuniyetle kaydetmek istenir; CIGRE nin bu devresinde memleketimizden de iki rapor verilmiş bulunuyordu. Kıymetli hocamız Ord. Profesör sayın Cabır Sepen tarafından hazırlanan birinci tezde; seri ikaz arttırılmasının senkron makinaların performanslarına ne gibi bir tesir icra edeceği mevzu ele alınmış ve alâka ile karşılanan bu raporda mühim iki netice istihsal edilmiştir. Birinci netice; ilk 0,20 s. lık müddette dinamik stabilitede herhangi bir değişiklik olmayacağı hususudur. Bu duruma göre; umumiyetle Y. G. Şebekelerinde kullanılan disjunkturlerin açma müddetleri 0,20 s. den daha küçük olduğundan fazla ikaz müessir bir fayda sağlamıyacaktır. İkinci sonuç ise daha ziyade arıza müddetinin 0,5 s. yi tecavüz etmesi ile ilgilidir ve bu taktirde sağlanan fayda etraflı bir şekilde mezkûr raporda incelenmiştir.

Bir Alman Profesörü ile İ. T. Ü. Doçentlerinden Y. Müh. Muzaffer özkaya tarafından müştereken hazırlanan ikinci rapor ise yüksek gerilim ölçme tekniğine ilgilidir. Mev-