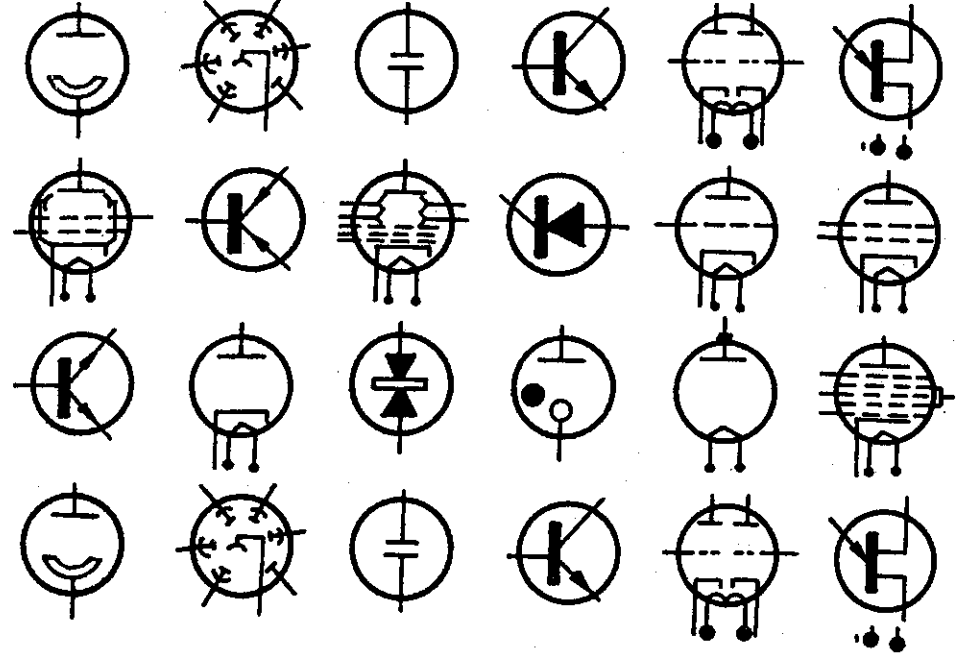


Ferit

MESLEKÎ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI

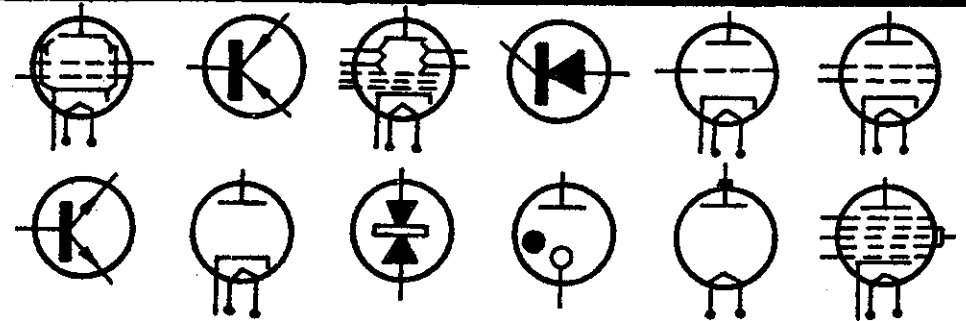


## ELEKTRONİĞİN ESASLARI

YAZANLAR :  
LAWRENCE A. JOHANNSEN  
RUSSELL P. JOURNIGAN

ÇEVİRENLER  
ADIL ÖZERDAL  
HASAN TEKÖZGEN

FIYATI: 100.00 TL.



# **ELEKTRONİĞİN ESASLARI**



MESLEKİ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI 22

# ELEKTRONİĞİN ESASLARI

*Not : Kitaptaki şekiller, İngilizce aslından küçültülerek alındığından şekil yazılarının daha kolay okunması için ilgili terim ve kelimeler şekil altına tekrar yazılmıştır.*

YAZARLAR :  
LAWRENCE A. JOHANNSEN  
RUSSELL P. JOURNIGAN

ÇEVİRENLER :  
ADİL ÖZERDAL  
HASAN TEKÖZGEN

# Öğretmene

Elektroniğin Esasları kitabı, elektrik ve elektronik alanındaki öğretime temel olmak üzere hazırlanmış bulunan üç ciltlik serinin üçüncü kitabıdır. Doğru ve alternatif akımın esaslarını kapsıyan bu serinin ilk iki kitabı ise, daha ileri öğrenim için gerekli temel bilgileri verecek şekilde tertip edilmiştir.

Öğretilen teori ne seviyede tutulursa tutulsun, en etkili program, l aboratuvara daha çok önem veren programdır. Ayrı  ğretmenler tarafından verildiği zaman tam bir iŐbirliđi mümkün olamayacağından teori ve l aboratuvar bir öğretmenin sorumluluğu altında bulunmalıdır.

**AMAÇ** Konular, iki veya dört yıllık programlarla, özellikle elektronik alanda en ideal teknik  ğretim kursları yapılacak Şekilde tertip ve tanzim edilmiştir. Bütün kitap boyunca ağırlık, daha çok, elektronik teknolojisi alanındaki temel kavramların pratik olarak öğretilmesine verilmiştir.

**ORGANİZASYON** Konular, ne mühendislik ne de aŐıŐtımsı sanat enstitüleri  ğretim programlarına benzemiyen bir Şekilde ele alınmıştır. Kitaptaki  niteler, takip edilebilecek bir kolaylık sırası, öğrencinin  ğretim tecrübesi ve ihtiyaçları göz önünde tutularak hazırlanmıştır. Buradaki elektronik teorisi ve l aboratuvar uygulamalarında, teorik kavramlarla, bunlarla ilgili uygulamalar arasındaki paralelliğin sağlanmasına bilhassa itina gösterilmiştir. Her konunun sonuna, konunun ana hatlarını belirten bir özel ile ünitelerde öğrenilen bilgilerin hatırlanıp uygulanmasını sağlamak maksadiyle sorular konmuştur.

**İÇİNDEKİLER** Kitabın ilk bölümü, elektronik teorisinin kısaca gözden geçirilmesi ve bunun vakumlu lâmbalara uygulanması ile başlamaktadır. Daha sonra gelen bölümlerde ise, vakumlu elektron lâmbaları, D.A. g c kaynakları, basit amplifika-

törler, lâmbalı osilatörler, katot ışınlı lâmba, ikonoskop, ortikon ve vidikon gibi özel maksatlarla kullanılan hayal tüpleri, gazlı ve buharlı elektron lâmbaları, manyetik amplifikatörler, transistörler, transistörlü amplifikatör ve osilatör, yarı iletken yapılmış özel elemanlar ve elektronikte kullanılan ölçü aletleri yer almaktadır. Bu kursa ait öğretim materyallerini tam manasıyla öğrenen bir öğrenci, elektronğin esas prensipleri ve elektronik endüstrisinde kullanılan devre elemanları ile ölçü aletleri hakkında yeterli bir bilgiye sahip olur.

**DENEYLER** Öğrencilerin kitaptaki konuları daha iyi öğrenmelerini sağlamak üzere, konularla paralel olarak ilerleyen bir laboratuvar deney kitabı da hazırlanmıştır. Bu deneyler, kitaptaki teorik konu ve kavramların gözle görülür hale gelmelerini ve bunlara ait ek bilgileri verecek bir şekilde düzenlenmiştir. «Elektronğin Esasları-Laboratuvar Deneyleri» adlı bu kitapta verilen deneylerin sayısı, konuların daha etkili bir şekilde öğretilmesini sağlamak ve sınıf çalışmalarını daha verimli bir hale getirmek maksadıyla arttırılabilir.

## İçindekiler

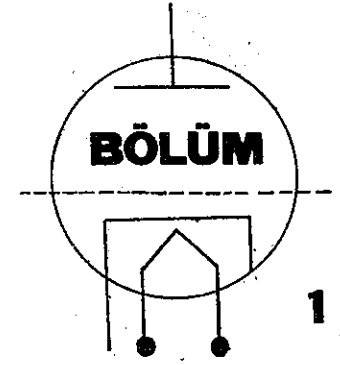
<b>BÖLÜM BİR : Giriş</b>	1
Atomun yapısı	1
Elektron akışı	4
Vakumlu lambanın gelişimi	5
Hatırda tutulması gereken noktalar	10
<b>BÖLÜM İKİ : Vakumlu Elektron Lambaları</b>	11
Triyot	14
Tetrod (Dört elemanlı lâmba)	24
Pentod (Beş elemanlı lâmba)	29
Huzmeli güç pentodu	33
Çok grili lâmbalar	34
Hatırda tutulması gereken noktalar	35
Tekrarlama soruları	36
<b>BÖLÜM ÜÇ : Doğru Akım Güç Kaynakları</b>	38
Doğrultma	39
Yarım dalga doğrultması	40
Tam dalga doğrultması	42
Filtre devreleri	47
D. A. güç kaynağı çıkış geriliminin dalgalanması (Ripıl)	53
Gerilim regülasyonu	55
Gerilim regülasyonlu D. A. güç kaynakları	62
Diyotların tanıtılması	69
Hatırda tutulması gereken noktalar	73

<b>BÖLÜM DÖRT : (Amplifikatör (Yükselteç Esasları) . . . . .</b>	<b>75</b>
Amplifikatör (Yükselteç) Esasları . . . . .	75
Amplifikatörlerin sınıflandırılması . . . . .	79
Sinyale göre sınıflandırma . . . . .	84
Distorsiyon . . . . .	87
Kuplaj . . . . .	88
Amplifikatör devre tipleri . . . . .	94
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	102
Tekrarlama soruları . . . . .	103
<b>BÖLÜM BEŞ : Vakum Lâmbaları Osilatörler . . . . .</b>	<b>105</b>
Armstrong osilatörü . . . . .	114
Multivibratör . . . . .	131
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	143
Tekrarlama soruları . . . . .	144
<b>BÖLÜM ALTI : Özel Gayeli Lâmbalar . . . . .</b>	<b>145</b>
Katot ışınli lambalar . . . . .	145
Pozisyon kontrolü . . . . .	149
Kamera resim alma lambalar . . . . .	152
İkonoskop . . . . .	152
Vidikon . . . . .	160
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	162
Tekrarlama soruları . . . . .	162
<b>BÖLÜM YEDİ : Gazlı ve Buharlı Elektron Lambaları . . . . .</b>	<b>164</b>
Tayratron . . . . .	176
Kritik gri gerilimli eğrisi . . . . .	182
Doğru akımla kontrol . . . . .	183
Foto elektrik lambalar . . . . .	186
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	193
İgnitronlar . . . . .	184
Tekrarlama Soruları . . . . .	199
<b>BÖLÜM SEKİZ : Manyetik Amplifikatörler . . . . .</b>	<b>201</b>
Ranvey devresi . . . . .	217
Lufey Devresi . . . . .	222
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	230
Tekrarlama Soruları . . . . .	231

<b>BÖLÜM DOKUZ : Transistörler . . . . .</b>	<b>232</b>
P-N Birleşimi . . . . .	237
Transistörlerin Karakteristik Eğrileri . . . . .	246
Minimum Çalışma Sınırları . . . . .	248
Transistörün Ömrü . . . . .	248
Lehimleme Tekniği . . . . .	249
Sıcaklığın Etkileri . . . . .	250
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	251
Tekrarlama Soruları . . . . .	252
<b>BÖLÜM ON : Transistörlü Amplifikatörler . . . . .</b>	<b>253</b>
Müşterek Emiterli Amplifikatör . . . . .	255
Çalıştırma Parametreleri . . . . .	259
Transistörlerin Sınırlı Olduğu Hususlar . . . . .	264
Kuplaj Metotları . . . . .	267
Tekrarlama Soruları . . . . .	272
<b>BÖLÜM ONBİR : Transistörlü Osilatörler . . . . .</b>	<b>272</b>
Sinüs Dalgalı Ses Frekans Osilatörleri . . . . .	275
Kararsız Multivibratör . . . . .	285
Bloke Edici Osilatör . . . . .	288
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	289
Tekrarlama Soruları . . . . .	290
<b>BÖLÜM ONİKİ : Yarı İletkenden Yapılmış Özel Elemanlar . . . . .</b>	<b>291</b>
Varaktör . . . . .	291
Zener Diyot . . . . .	293
Çok Elemanlı Transistörler . . . . .	294
Kontrol Edebilen Redresörler . . . . .	295
İki Yönlü Transistörler . . . . .	298
A-M Deteksiyonu . . . . .	299
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	302
Tekrarlama Soruları . . . . .	303
<b>BÖLÜM ONÜÇ : Elektronik Ölçü Aletleri . . . . .</b>	<b>304</b>
Lâmbalı Voltmetre . . . . .	305
Lâmpmetreler . . . . .	309
R. F. Sinyal Generatörleri . . . . .	312

Empedans Köprüsü . . . . .	316
Q Metre . . . . .	323
Katot Işınli Osilograf . . . . .	330
Katot Işınli Osilografın Bir Ölçü Aleti Olarak Kullanılması . . . . .	334
Gerilim Kalibratörü . . . . .	338
Tarayıcı (Sweep) Generatörü . . . . .	340
Yüksek gerilimli yük kaynağı . . . . .	341
Katot ışınli tüpe ait kontroller . . . . .	341
Ölçme işlemleri . . . . .	344
Lissajous Eğrileri . . . . .	345
Osilografın palsli devrelerde kullanılması . . . . .	347
Hatırda tutulması gereken noktalar . . . . .	354
Tekrarlama Soruları . . . . .	355
<b>EKLER :</b> . . . . .	357

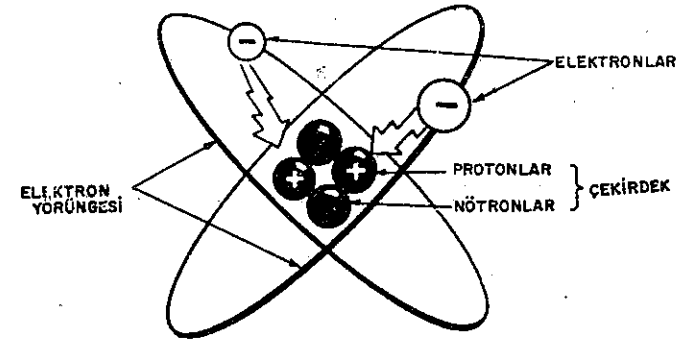
## Giriş



Daha sonraki bölümlere geçmeden önce elektronik alanındaki bazı temel terim ve anlamları kısaca gözden geçirmemiz gerekir. Bu temel teorileri daha derinliğine incelemek için LOPER tarafından yazılan «Doğru Akımın Esasları» kitabının ilgili bölümü okunabilir. Bu girişin gayesi, bundan sonraki bölümlerde görülecek esasların uygulamasını kolaylaştırmak içindir.

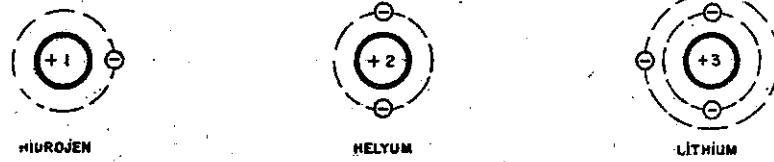
### ATOM YAPISI

Atom; bir elementin, kendi karakteristiklerini muhafaza eden en küçük parçasıdır. Atomlar; negatif yüklü, hafif ve hareketli elektronlar - pozitif yüklü, ağır ve hareketsiz protonlar ile; yüksüz, ağır ve hareketsiz nötronlardan ibarettir. Elektronlar, proton ve nötronlardan teşkil edilmiş çekirdek etrafında halkalar ya da yörüngeler (kabuklar) meydana getirerek dönerler. Pozitif yüklü çekirdek, negatif yüklü elektronları kendi yörüngelerinde muhafaza ve tutmayı sağlar.



Şekil 1-1. Atom yapısı - Elektron yörüngesi - Elektronlar - Protonlar - Çekirdek, Nötronlar.

Bütün maddeler aynı düzende olarak ve elektronlar, pozitif yüklü çekirdek etrafında dönecek şekilde yapılmışlardır. Maddenin yüksüz normal bir atomunda, negatif yüklü elektronların sayısı ile çekirdek içindeki pozitif yüklü protonların sayısı daima aynıdır. Çeşitli tipteki bütün elementlerde bu elektronlar mutlaka belli yörüngeler içinde bulunurlar. Eğer bir tek elektron kendi yörüngesinden ayrılırsa bunun yerini başka bir elektron alır.



Şekil 1-2. Hidrojen, Helyum, Lityum.

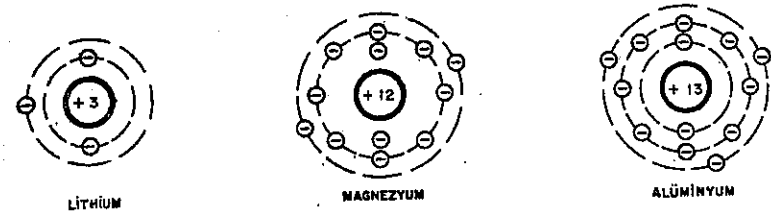
Atomların fazlaca kompleks olup, böylece elektriksel yükü dengelemek için daha fazla elektrona ihtiyaç gösterdiği durumlarda, birbirini izleyen öteki yörüngeler dolar ve bunun sonucu, ek olarak yeni yörüngeler meydana çıkar. Misal olarak hidrojen atomunda yalnız bir elektron bulunur ve bu elektron, verilen bir yörünge içindedir. Helyum atomunun iki elektronu vardır ve bunlar aynı yörünge içinde bulunurlar. Lityum atomunda üç elektron vardır. Bunların ikisi birinci yörüngeyi doldurur, üçüncü elektron ise ikinci yörünge içinde bulunur.

En basitinden en karışık olanlarına kadar bütün atomların elektron yörüngeleri tespit edilmiştir. Birinci, yani çekirdeğe en yakın yörünge en çok iki elektronu vardır. En son, yani çekirdeğe en uzak ve en dıştaki yörüngede ise en çok sekiz elektron bulunur. Çekirdeğe en yakın yörünge ile en uzak yörünge arasındaki yörüngelerde değişik sayıda elektronlar bulunabilir, fakat en dış yörünge-deki elektron sayısı hiç bir zaman sekiz elektronu geçmez.

Bir atomun fiziksel ve kimyasal özellikleri en dış yörüngede bulunan elektron sayısı ile tayin edilir. Bu elektronlar malzemenin kimyasal aktif, metal veya ametal, gaz veya katı olup olmadığını belirler. Adı geçen en dış yörüngedeki bu elektronlar aynı zamanda elektriksel özellik olarak malzemenin iletken, yalıtkan ya da yarı iletken olduğunu da gösterir.

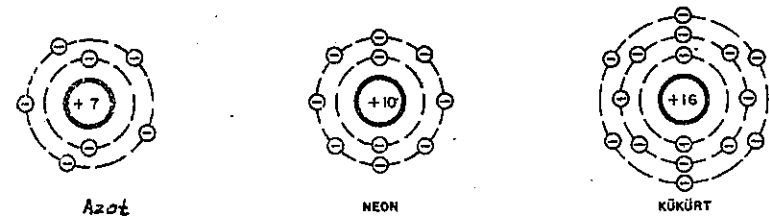
Malzemenin iletkenliği, genel olarak cisimleri metal ve ametal gibi bölümlere ayırarak aşağıdaki gibi incelenebilir.

1. Bir atomun en dış yörüngesinde, en çok bulunabilecek sekiz elektronun yarısından az elektron varsa, bu malzeme genel olarak metal ve iletkendir. Kendi en dış yörüngelerinde bir, iki ve üç elektron bulunan atomlara ait örnekler Şekil 1-3 de görülmektedir.



Şekil 1-3. İletkenleri temsil eden atomik yapı-Lityum, magnezyum, alüminyum.

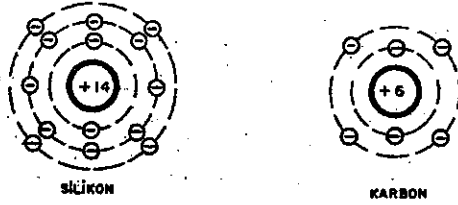
2. Bir atomun en dış yörüngesinde, en çok bulunabilecek sekiz elektronun yarısından fazla elektron varsa, bu malzeme genel olarak ametaldir ve iletken değildir. Kendi en dış yörüngelerinde beş, altı ve sekiz elektron bulunan atomlara ait örnekler Şekil 1-4 de görülmektedir.



Şekil 1-4. İletken olmayan elementleri temsil eden atomik yapı-azot, neon, kükürt.

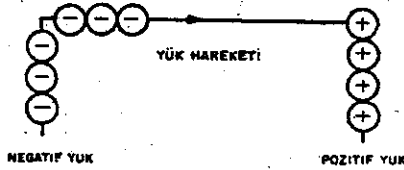
3. Bir atomun en dış yörüngesinde, en çok bulunabilecek sekiz elektronun tam yarısı kadar elektron varsa, bu malzeme hem metal ve hem de ametal cisimlerin özelliklerini gösterir. Böyle malzemeler genel olarak yarı iletkendirler. Bunların atomlarına ait örnekler Şekil 1-5 de görülmektedir.





### ELEKTRON AKIŞI

Pratik maksatlar için, elektron akışı ve elektrik akımı, aynı tip elektrik yüklerinin hareketi olarak kabul edilebilir. Elektronlar negatif yüklü parçalar olduklarından, elektron akışı; elektronların fazla negatif yük tarafından itilmesi ve fazla pozitif yük tarafına doğru çekilmesi ile olur. Başka bir deyim ile, elektronların akışı negatif yükten daha az negatif yüke doğrudur, diye de söyleyebiliriz. Şekil 1-6 bu akışı göstermektedir.

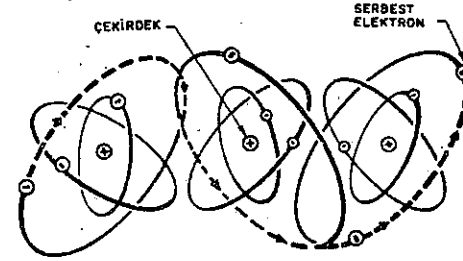


Şekil 1-6. Elektron akışı-negatif yük, pozitif şarj.

Eski fizik ve elektrik kitaplarının çoğunda, o zamanın geçerli akım yönü kullanılarak, akım pozitif uçtan negatif uca doğru akar diye ifade edilir. Thomas Edison dış devrede akımın, bataryanın negatif ucundan pozitif ucuna doğru aktığını 1883 de kendi elektrik ampulü deneyi ile izah etmişti. Bu buluş Edison olayı diye bilinir ve akım akışının elektron akışı olduğuna ait bir fikir değişikliği getirmiştir. Bu kitapta akım hareketi elektron teorisine göre düşünülecektir.

Eğer, pozitif yük ya da çekirdek etrafında dönen elektronlar çekirdeğe gevşek olarak bağlı iseler bunların o atomdan ayrılması mümkündür. Bir potansiyel farkı ile bu «serbest» elektronlar yer değiştirebilir.  $6,28 \times 10^{18}$  elektrona, miktar ölçüsü olarak bir kulon denir. Bu sayıda elektronlar verilen bir noktayı bir saniyede geçerse, buradan geçen elektrik miktarı saniyede bir kulondur ya da dev-

rededeği akım şiddeti bir amperdir. İki nokta arasındaki gerilim ya da potansiyel farkı arttığında, bununla ilgili olarak elektronların hızı da artar ve bu sebeple akan elektron sayısı çoğaldığından akım artmış olur.



Şekil 1-7. Serbest elektron yolu, Çekirdek, serbest elektron.

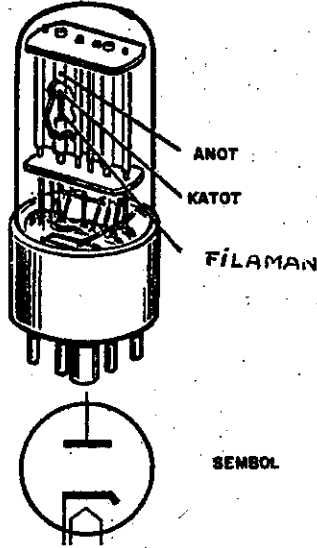
Malzemenin elektron akışına karşı gösterdiği bir elektrik direnci vardır. Bakır ve gümüş gibi iyi iletken madenlerin atomlarının gevşek bağlı çok sayıda serbest elektronu vardır ve bunlar atomlar arasında kolaylıkla hareket ederek akım geçirir ve iletkenliği temin ederler. Halbuki ağaç, seramik, lastik gibi yalıtkan maddelerin elektronları, kendi atomlarına çok sıkıca bağlı bulunurlar. Böylece akımı ve iletkenliği temin edecek serbest elektronları olmadığından akım geçirmezler ve bunun için yalıtkan adını alırlar. Yarı iletkenler ne iyi iletken ve ne de iyi yalıtkan malzemeyi temsil ederler. Bunlara ait bazı özellikler ilerdeki bölümlerde görülecektir.

### VAKUM LÂMBANIN GELİŞİMİ

Vakumlu elektron lâmbası elektrostatik yük kanunlarına göre çalışır ve verilen dış devre akımı bunlara göre tayin edilir. En basit vakum lâmba, havası hemen hemen tam boşaltılmış bir cam ya da madeni kılıf içine konmuş elektron yayan bir katot ve yayılan bu elektronları kendine çeken bir anot ya da plâktan ibarettir. Genel olarak katot bir flâman tarafından ısıtılır ve ısı katottaki elektronların hızının artmasına sebep olur. Böylece hızı artan elektronlar katodu terkederek boşluğa yayılırlar. Negatif yüklü elektronlar ancak pozitif yük (veya daha az negatif yük) tarafından çekilir. Bu sebepten anot, elektronları çekme işini yapabilmesi için, katoda göre mutlaka daha pozitif bulunmalıdır.

Katodu ısıtmak için ayrıca bir flâman kullanılırsa böyle katotlara indirekt ısıtmalı katot denir. Eğer flâman hem ısınır hem de elektron emisyonu yaparsa buna direkt ısıtmalı katot denir.

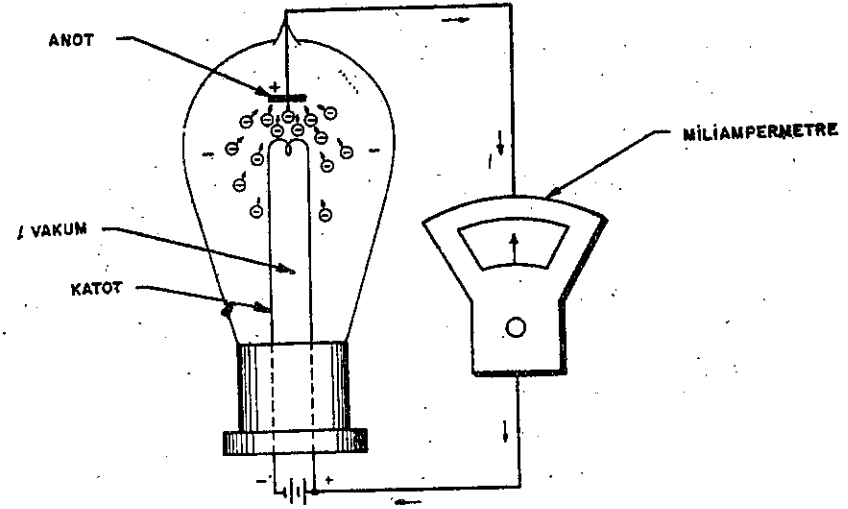
Bir vakum lâmba, bir katot ve bir anottan ibaret ise buna iki elemanlı lâmba ya da iki elemanlı anlamına gelen diyot lâmba denir. Böyle bir diyot lâmba Şekil 1-8 de görülmektedir.



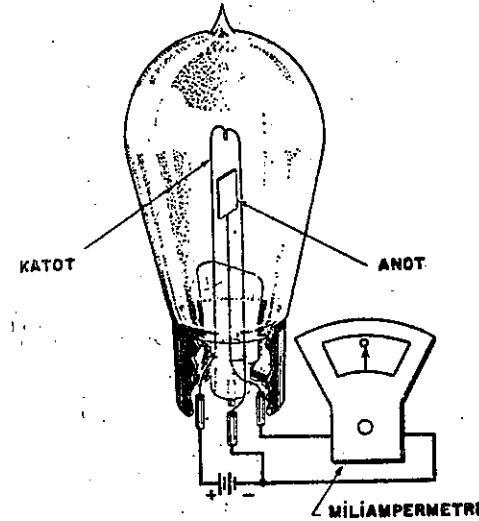
Şekil 1-8. Diyot (iki elemanlı) lâmba, sembol, plâk (anot) katot, flaman.

Edison, deneylerinde havası boşaltılmış cam fanus içindeki flâmanı ısıtıp ve gene cam fanus içindeki madeni anodu pozitif gerilime bağladığında dış devrede bir elektrik akımının meydana geldiğini tespit etmişti.

Fleming, 13 yıl kadar sonra buna benzer bir lâmba kullanmış ve anoda değişik şekilde pozitif ve negatif gerilimler verebilmek için alternatif gerilim uyguladığında yalnız pozitif alternans zamanlarında elektron akışı olduğunu görmüştür. Dikkat edilirse Şekil 1-10 da anot, gerilimin negatif ucuna bağlı olduğundan lâmba devresinde bir elektron akışı yoktur. Lâmba, elektronları ancak tek yönde hareket ettirdiğinden, Fleming bu lâmbaya süpâp ya da valf anlamına gelen «Valve» adını verdi. Fleming'in bu lâmbası radyo sinyallerini detekte etme işinde kullanıldı işe de deteksiyon çok iyi netice vermedi ve bu buluş 10 yıl kadar pek işe yaramadı.



Şekil 1-9. Edison'nun iki elemanlı vakum lambası anot, vakum, katot, miliampermetro.

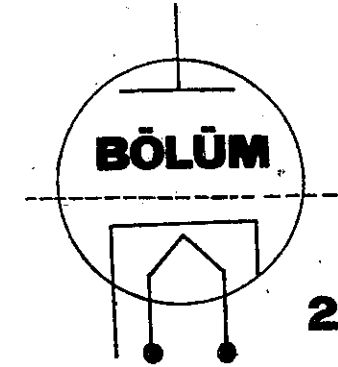


Şekil 1-10 Fleming lâmbası veya diyot. Katot, anot, miliampermetro.

1906 yılında Lee De Forest adında bir Amerikalı, bilinen vakum lâmbaya flâman ile anot arasındaki elektron akışını kontrol etmek için üçüncü eleman olarak kumanda grî'sini ekledi. De Forest tarafından geliştirilerek Western Electric Company firmasının imâl ettiği ilk triyot (üç elemanlı) lâmbalardan birisi Şekil 1-11 de görü-

**HATIRDA TUTULACAK NOKTALAR**

- Yüklerin hareketi elektron akışıdır ve buna akım denir.
- Atomlarda negatif ve pozitif olarak her iki yük de bulunur.
- Negatif yüklere elektron denir.
- Bir kulon  $6,28 \times 10^{18}$  elektrona eşittir.
- Bir kulonluk elektron miktarı, verilen bir noktayı bir saniyede geçerse o devreden geçen akım bir amperdir.
- Elektronlar bir noktadan öteki noktaya geçerse kaide olarak bu iki nokta arasında mutlaka bir gerilim ya da potansiyel farkı vardır.
- İki elemanlı bir lâmbaya diyot ve üç elemanlı lâmbaya triyot denir.
- Vakum içinde akım hareketinin, gerilimin negatif ucundan pozitif ucuna doğru olduğunu Edison buldu. Bu, Edison olayı diye bilinir.
- Fleming tarafından ispat edildiği gibi diyot lâmba içinde elektronlar negatiften pozitive doğru tek yönlü akarlar.
- Bir vakum lâmba içinde elektron akışının kontrol edilmesinin De Forest tarafından keşfedilip meydana çıkması elektroniğin gelişmesine önderlik etmiştir.

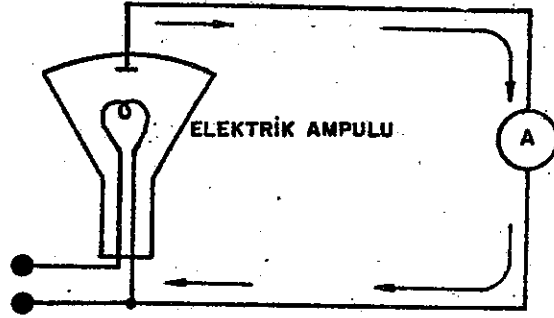
**Vakumlu Elektron Lâmbaları**

Edisonun büyük bir buluşu, tel flamanlı ampul üzerinde denemeler yaparak hiç olmazsa bir müddet dayanabilen bir flaman tipi bulmağa çalışırken meydana çıktı. O, çeşitli malzemeleri denedi ve flaman teli olarak karbonize edilmiş ipek üzerinde karar verdiğinde, bunun uygulanan akıma dayanması ve ısınarak gün ışığı vermesi gerekiyordu. Bu gayeye erişmesi zordu, çünkü flâman ısınıp havanın oksijeni ile temas eder etmez karbon çok çabuk oksitleniyordu.

Edison, denemeleri ile bunu anladı ve flâmanı, havası boşaltılmış bir cam fanus içine koymayı denedi. Bu şekilde bazı başarılar elde etti. Bu şekilde tel flâman bir kaç dakika dayanabildi. Çünkü cam fanusun havası tam boşaltılmadığı için içerde kalan oksijen, karbon flâmanı oksitleyip bozuyordu. Edison bundan sonraki denemelerinde havası boşaltılmış cam fanus içine, kalan oksijeni de bitirmesi için üzerinde ani ışık etkisi ile yanıcı fotografik tozlar bulunan madeni bir levha koydu. Bundan sonra uygun ampulü yapıp başarıya ulaşarak dünyayı ışıklandırma yolunu açtı.

Yanıcı toz ihtiva eden bu madeni levha bir defa iş görüp lüzumsuz duruma geçiyor fakat cam fanus içinde duruyordu. Edison, lâmba karakteristikleri için bunun üzerinde bir çok deneyler yaparken, flâman ısındığı zaman küçük bir akımın vakum içinden geçerek bu madeni levhaya gelip dış devredeki ölçü aletinden dolaşarak flâmana döndüğünü tespit ve ilân etti. Bugün «Edison olayı» diye bilinen bu buluş o vakit için fevkalâde bir olay idi ve on yılı aşkın bir zaman sonra İngiliz fizikçisi Fleming, Edison'un elektrik ampulü üzerindeki bu deneysel buluşlarını okuduğunda çok ilginç buldu ve etkilendi.

Fleming, Edison'un yaptığı deneyleri tekrarlarırken bu madeni levha (plâk) devresindeki akımın, devreye uygulanan gerilime göre değiştiğini gördü. Bundan sonraki deneylerinde bu akımın, plâk'a uygulanan gerilim kutuplarının değişmesi ile de değiştiğini tespit etti. Eğer flâmana göre anoda pozitif gerilim verilirse akımın çok arttığını ve özellikle bu akım artışının gerilim değeri ile doğrudan doğruya ilgisi bulunduğunu da gördü. Ayrıca bu gerilimin kutupları değiştirilip, flâmana göre anoda negatif gerilim uygulandığında bu devreden hiç akım geçmediği anlaşıldı.

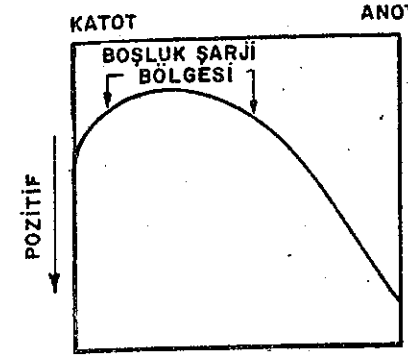


Şekil 2-1. Edison olayı-elektrik ampulu.

Bu buluşu anlatmak için akım taşıyıcı parçalar ya da elektronlar, sıcak soba üzerine konmuş bir kaptaki kaynayan suyun moleküllerine benzetilebilir. Daha ileri olarak, ısı şeklindeki enerji suyun yüzeyindeki moleküllere basınç yaparak kinetik enerjiyi, buradaki su moleküllerini birbirine yapışık tutan kuvveti yenecek seviyeye kadar artırır ve sonra bu moleküller sudan ayrılarak boşluğa yayılırlar. Aynı şekilde benzer olarak, ısıtılmış iletken flaman içindeki serbest elektronların kinetik enerjisi, elektronlar yüzey bağlayıcı kuvvetleri (elektronların boşluğa çıkmasına engel olucu bir zar gibi etki yapar) yeninceye kadar artar ve sonra boşluğa yayılırlar. Bu enerjiye o malzeme yüzeyinin «iş fonksiyonu» denir.

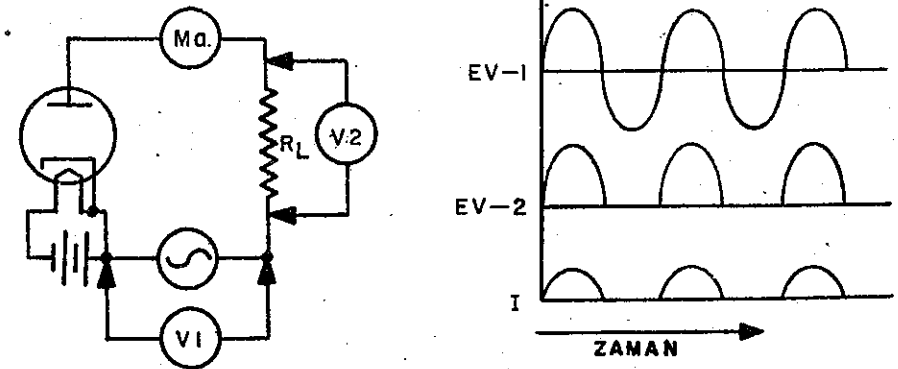
Elektronlar, elektron yayan bir eleman olan katottan ayrılarak boşlukta bir grup halinde negatif şarj meydana getirirler. Bu elektronlara «elektron bulutu» denir ve bunların bölgesi katoda göre oldukça yüksek negatif bir «boşluk şarjı» teşkil ederler. Bu bölgede meydana gelen şarj oldukça sabittir. Elektronlar katodu terketmeğe devam ederler ve bir önce çıkmış olanlar arkadan gelenleri

geri iterler ve böylece buluttaki statik elektron sayısı hemen hemen sabit kalır. Lâmba içindeki elektrostatik şarj dağılımı Şekil 2-2 de gösterilmektedir.



Şekil 2-2. Isıtılmış katot ile anot arasındaki elektrostatik şarj. Katot, anot, pozitif, boşluk şarjı bölgesi.

Katodu terketen elektronların değişik ve rastgele bir hızları olduğu kabul edilebilir. Bir elektronun kendi enerjisi, boşluk şarjı bölgesindeki potansiyel engeli yendiği durumda anoda doğru gider ve anot elektron toplamış olur. Başka bir elektronun enerjisi ancak boşluk şarjı bölgesine varacak kadar olabilir ve burada durarak kendi şarjını oraya ekler ya da enerjisi çok küçük olur ve boşluk şarjı tarafından itilerek tekrar katoda gönderilir. Dikkat edilirse bu zamanda anot, elektron bulutundan elektron çeker. (Katoda göre pozitif olduğu zaman). Tekrar elektron bulutu katottan elektron alır. Pozitif olduğu zamanlar anot, elektron çeker ya da elektron akışı olur ve böylece verilen alternatif akımın bir periyodunun yal-



Şekil 2-3. Fleming'in lâmba devresi-zaman.

nız  $180^\circ$  lik zamanında dış devreden akım geçer. Peryodun öteki  $180^\circ$  lik zamanında anot, katoda göre negatif olduğundan elektronları iter ve böylece dış devreden hiç bir akım geçmez. Katot ısıtılmadığı zaman elektronlar boşluğa çıkamaz ve dolayısıyla dış devrede de hiç bir akım bulunmaz.

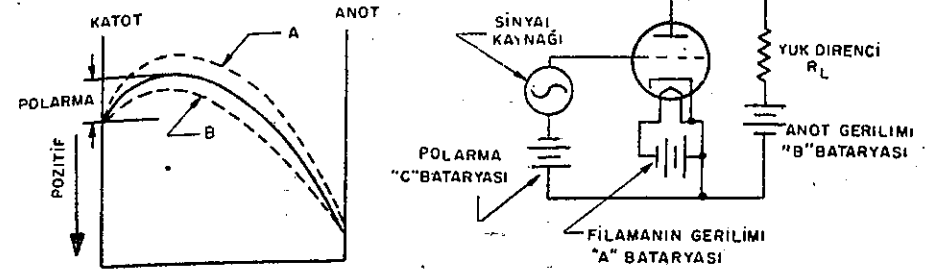
### Triyot

Fleming tarafından yapılan temel çalışmalardan yararlanan Amerikalı Lee De Forest, lâmba içi kontrol ile akımın değiştirilmesinin mümkün olabileceğini hissetti. O, anoda giden elektron sayısının, boşluk şarjı «potansiyel engeli» ya da tepesi yüksekliği ile doğrudan doğruya ilgili olduğunu idrak etti. Bu tepenin yüksekliğine, ayrıca bir potansiyel ekleme ya da çıkarma işi için ne yapılabileceğini düşündü.

De Forest, boşluk şarjının merkezine yakın bir yere pencere kafes teline benzer ve ayrı bir eleman olarak gri'yi koydu. Griye, boşluk şarjının merkezine yakın bu elektron bulutunda bulunan normal şarj değerine eşit bir statik şarj verildi. Bu statik şarj değeri, istenmeyen karakteristik durumu ortadan kaldıracak kadar gerekli bulunan değer idi ve adına polarma gerilimi dendi. Gri'ye uygulanan bu polarma gerilimi değerini, sinyal ya da kumanda gerilimi ile değiştirerek boşluk şarjı potansiyel tepesi değeri yükseltildi ya da düşürüldü. Bunun sonucu olarak lâmba içindeki akım, doğrudan doğruya griye uygulanan gerilime bağlı olarak değişimler gösterdi. Bu gri artık bundan sonra kontrol gri si oldu. Ve De Forest'in bu buluşu ile amplifikasyon (elektrik akımının güç seviyesini yükseltmek) ve osilasyon (alternatif akımların üretilmesi) işinin yapılması mümkün oldu.

Şekil 2-4, e bakılırsa boşluk şarjı potansiyel tepesi, normal olarak pozitif yüklü anoda giden elektron akışını kontrol eder. En yukarı «A» eğrisinde gösterildiği gibi boşluk şarjı bölgesi fazla negatif yapılırsa potansiyel tepenin ya da engelin yüksekliği artar ve ancak yalnız, çok enerjili elektronlarda bu engeli yenererek anoda gitme kabiliyeti vardır. «B» eğrisinde görüldüğü gibi boşluk şarjı bölgesi daha az negatif yapılırsa engel azalacak ve çok miktarda elektron anoda doğru akabilecektir.

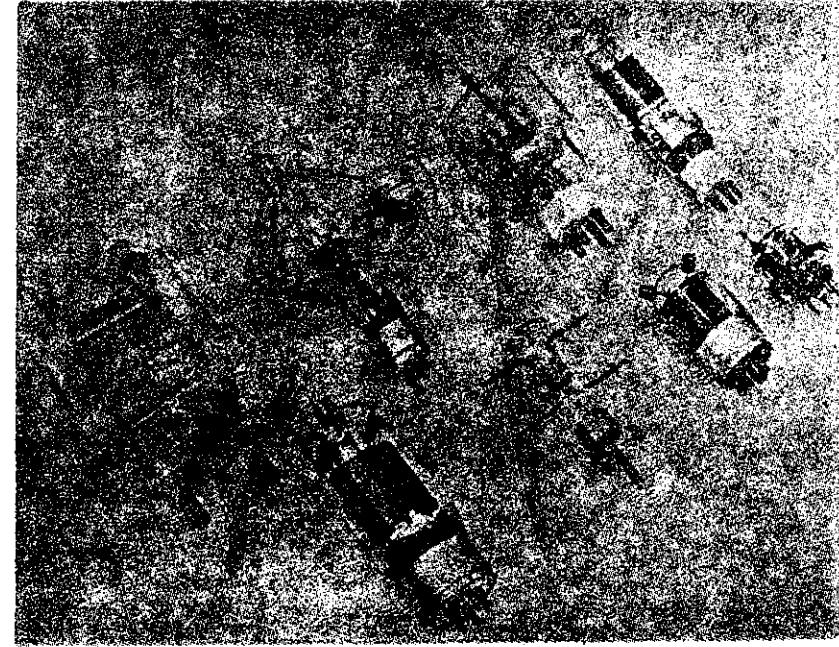
Lâmbayı aktif bir devreye koyarak, griye uygulanan kumanda ya da sinyal gerilimine göre  $R_L$  yük direncinden geçen anot akımı



Şekil 2-4. Potansiyel tepenin ya da engelin kontrolü. Katot-anot, polarma, pozitif.

Şekil 2-5. Triyot lambanın dinamik devresi. Sinyal kaynağı, polarma C bataryası, filamanın gerilimi A bataryası, yük direnci  $R_L$ , anot gerilimi, B bataryası.

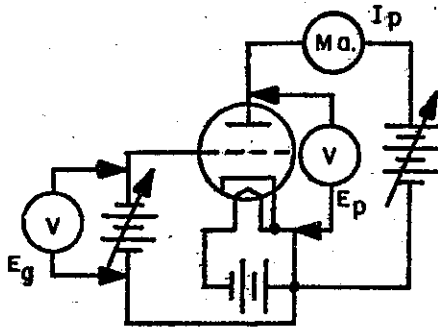
değiştirilir ve bu direncin uçları arasında griye uygulanan sinyal gerilimi karakterinde daha yüksek gerilim elde ederek amplifikasyon (yükseltme) işi yapılmış olur. Bu devre Şekil 2-5 de gösterilmektedir. Lâmba içindeki akım, griye milivolt ya da mikrovolt gibi



çok küçük sinyal gerilimi vererek ve kumanda edilerek değiştirilebilir. Bu akım değişimleri yük direnci uçlarında çok büyük gerilim değişimleri meydana getirir ve böylece devre, sinyali yükseltmiş olur. Görüldüğü gibi yük direnci uçları arasında griye uygulanan sinyal gerilimi karakterinde ve buna göre çok daha büyük gerilim değişimleri meydana gelir.

Bu devrenin nasıl çalıştığını ve yükseltme işinin mümkün olduğunu göstermek için lâmba karakteristiklerini ve yapabileceği işleri bilmemiz gerekir. Bunun daha iyi anlaşılması için fabrikaların aynı devre bağlantılarını kullanarak tespit ettiği lâmba karakteristik değerlerini ve bunlara ait karakteristik eğrilerini incelememiz gerekir.

Şekil 2-7 de okunan  $I_p$  değerleri aşağıdaki şekilde alınır. Gri gerilimi, çizelgenin sütun başlığında gösterilen çeşitli değerlerden birine ayarlanır ve bu değerde sabit tutularak gene çizelgede görüldüğü gibi plâk (anot) gerilimi çeşitli değerlere getirilir ve bu değerler altında okunan plâk akımları kaydedilir. Gri gerilimi, çizel-

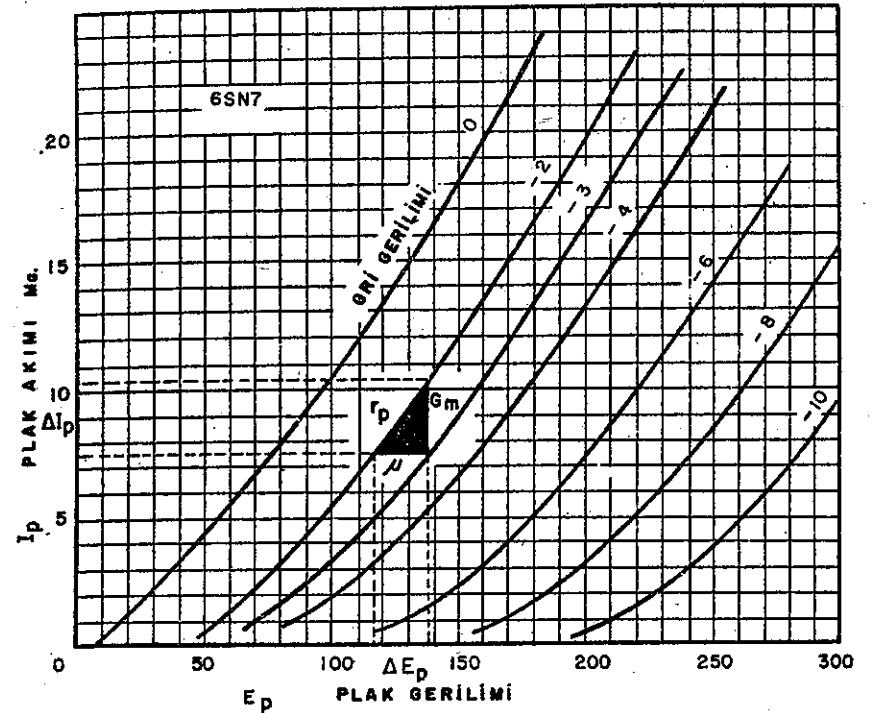


Şekil 2-7. Triyodu inceleme devresi.  
Okunan  $I_p$  değerleri  $E_g-E_p$  çizelgesi.

$E_p$	$E_g$					
	0	-2	-4	-6	-8	-10
0	—	—	—	—	—	—
20	1.2	—	—	—	—	—
40	3.2	—	—	—	—	—
60	5.5	1.2	—	—	—	—
80	8.0	3.1	.9	—	—	—
100	10.3	5.5	2	—	—	—
120	13.0	7.5	3.5	.6	—	—
140	16.5	10.5	5.5	1.7	—	—
160	20.0	13.5	8	3	.5	—
180	—	18.0	12	6	2.5	—
200	—	20.0	13	7.5	3	.5
220	—	—	16.0	10	5	1.5
240	—	—	19.5	12.9	7.5	3
260	—	—	—	15.5	10.0	5
280	—	—	—	18.5	12.5	7
300	—	—	—	—	15.5	9.5

OKUNAN  
 $I_p$  DEĞERLERİ

$E_g - E_p$



Şekil 2-8. Triyot lâmba için  $E_p-I_p$  karakteristik eğrileri. Plâk akımı, plâk gerilimi, gri gerilimi.

gede gösterilen başka bir değere ayarlanıp sabit bırakılarak ve aynı işlemi tekrar edilerek plâk akımı değerleri gene kaydedilir. Kaydedilen bu gri, plâk gerilimlerine ve plâk akımına göre Şekil 2-8 deki eğriler çizilir.

Her eğri, verilen gri gerilimi için çeşitli çalışma durumlarını temsil eder ve buna karakteristik eğri denir. Bütün eğriler bir grafik üzerine çizilerek toplanırsa bu şekilde karakteristik eğriler grubu adı verilir. Bir devre meydana getirilmeden önce, bunun hesapları ve plânlaması yapılırken, çok lüzumlu ve yardımcı olan karakteristik değerler bu eğrilerden bulunarak alınır. Statik durum değerleri olarak, bir lâmbanın değişmeyenleri (lâmba sabiteleri) diye bilinen amplifikasyon faktörü ( $\mu$ ) (veya yükseltme katsayısı); eğim (veya karşılıklı kondüktans,  $G_m$ ); ve iç direnç veya plâk direnci ( $r_p$ ) çok önemli yer tutar.

**Yükseltme Katsayısının Bulunması**

Bir lâmbanın yükseltme katsayısı, girişe verilen küçük sinyal geriliminin, teorik olarak çıkışta kaç katı yükseltileceğini gösterir. Bu değere, çalışan bir devrede hiç bir zaman erişilemez, fakat lâmba devrelerinde mümkün olan yükseltme için uygun bir ölçüdür ve özellikle başka lâmbalarla mukayese yapmayı temin eder. Yükseltme katsayısının formülü şudur.

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad (I_p \text{ sabit durumda})$$

Mü diye okunan ve bir sayı olan yükseltme katsayısı, plâk akımı sabit tutulmuş durumda iken, plâk geriliminde değişen değerlerin gri gerilimi değişen değerine oranıdır. Buna, belli bir plâk akımı değişikliğini elde etmek için gerekli plâk gerilimi değişiminin, gene aynı plâk akımı değişikliği için gerekli gri gerilimi değişimine oranıdır denebilir.

Karakteristik eğriler üzerinden bu değişme aşağıdaki gibi bulunur. İki  $E_g$  eğrisi arasına sabit  $I_p$  eksenine doğru yatay bir hat çizersiniz (grafik üzerinde  $\mu$  işaretli). Bu hattın  $E_g$  eğrilerini kestiği noktalardan aşağı  $E_p$  eksenine doğru dikey çizgiler çizersiniz. (Grafikte kesik çizgili hatlarda gösterilmiş). Bunların  $E_p$  eksenini kestiği noktalara göre  $E_p$  deki değişimi ya da fark değeri bulunuz ve bunu  $E_g$  eğrilerinin fark değerine bölünüz. Şekil 2-8 de görüldüğü gibi plâk gerilimi değişimi 138 ve 117 arasında olmaktadır, yani değişen plâk gerilimi 21 voltur. Gri gerilimi değeri -2 ile -3 volt arasında ve 1 voltluk değişme göstermektedir. Böylece  $\mu$  değeri  $21 \div 1$  e eşittir, yani yükseltme katsayısı 21 dir.

Tam doğru bir değer pek önemli değildir. Çünkü aynı şey, devredeki özel çalışma durumuna ve lâmbasına göre değişik olabilir. Yeter ki bulunan değer fabrikaların karakteristik cetvelleri ya da kataloglarında verdikleri değerlere yakın olsun.

**(Gm) Eğim (veya karşılıklı kondüktans)'ın Bulunması**

Transkondüktans denen eğim, lâmbada gri gerilimi değişiminin plâk akımı üzerinde yaptığı etkiyi gösterir. Başka bir deyimle eğim; plâk gerilimi sabit iken gri gerilimin de yapılan 1 voltluk de-

ğişmenin plâk akımında kaç miliamper ya da mikroamper değişme yaptığını gösterir.

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \quad (E_p \text{ sabit})$$

Görülüyor ki akım, gerilime bölünmüştür, dolayısı ile terim olarak kondüktanstır. Kondüktans =  $\frac{1}{R}$  dir ve buna MO denir (OM

tersine okunarak MO adını almıştır). Çünkü kondüktans direncin tersidir. Transkondüktans, plâk gerilimi sabit iken, gri gerilimine göre, değişen plâk akımı değerinin, değişen gri gerilimi değerine oranıdır.

Şekil 2-8 deki grafikte bu değişme aşağıdaki gibi bulunabilir. İki  $E_g$  eğrisi arasına sabit  $E_p$  eksenine doğru dikey bir hat ile birleştiriniz. (Grafik üzerinde  $G_m$  olarak işaretlenmiş) ve bunun  $E_g$  eğrilerini kesen iki noktasını  $I_p$  koordinat eksenine dikey olarak kesik çizgilerle birleştiriniz. (Grafikte bu kesik çizgiler görülmektedir). Bu kesik çizgilerin  $I_p$  eksenini kestiği noktalar yardımı ile  $I_p$  değişimini bulunuz ve bunu iki  $E_g$  eğrisi arasındaki fark değere bölünüz. Plâk akımındaki değişme 7,5 ile 10,3 ma arasındadır. Gri gerilimindeki değişme ise -2 volt ile -3 volt arasındadır.

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} = \frac{10,3 \text{ ma} - 7,5 \text{ ma}}{(-3V) - (-2V)} = \frac{2,8 \text{ ma}}{1V} = 2,8 \text{ ma/volt;}$$

2,8 milimo; ya da 2800 mikromo dur.

Daha önce söylediğimiz gibi tam doğru bir değer bulunması pek önemli değildir. Fakat çalıştığı devrede ne bekleniyorsa ona yakın bir değer olması yeter.

**( $r_p$ ) Plâk Direncinin (İç Direncin) Bulunması**

Plâk direnci ya da iç direnç deyimi, vakum lâmbanın değişken dirençli bir devre elemanı gibi etki yaptığından dolayı söylenmiştir. Bir reostada milin döndürülmesi ile toplam direnç değiştiği gibi, lâmbanın grisindeki gerilimin değişmesi de onun direncini değiştirmektedir. Bu sebeple lâmba iç direnci sabit değildir, normal çalışma durumunda iç direnç değişmesi oldukça fazladır.

İç direnç ya da plâk direnci, plâk akımındaki farka etki yapabilmek için plâk geriliminde yer alması gereken değişme miktarı olarak tarif edilir.

$$r_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \quad (E_g \text{ sabit})$$

İç direnç, aşağıda anlatıldığı gibi aynı karakteristik eğrileri içinde verilen bir  $E_g$  eğrisi üzerinden bulunabilir.  $I_p$  ve  $E_p$  değerleri ve bunlara ait değişmeler kendi koordinat eksenlerinden bulunur. Bunun için Şekil 2-8 de gösterildiği gibi bir  $E_g$  eğrisi üzerine  $r_p$  işaretli hat çizilmiştir. ve kesik çizgili hatlar,  $E_p$  için 138 den 117 ye kadar ve  $I_p$  değerleri içinde 7,5 dan 10,3 e kadar değer göstermektedir. Böylece :

$$r_p = \frac{138 \text{ V} - 117 \text{ V}}{10,3 \text{ ma} - 7,5 \text{ ma}} = \frac{21 \text{ V}}{2,8 \text{ ma}} = 7500 \text{ Om olur.}$$

Lâmba değişmeyenleri  $\mu$ ,  $G_m$  ve  $r_p$  formülleri ve birbiri ile ilişkileri aşağıdaki gibidir.

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad (I_p \text{ sabit ve } G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \quad (E_p \text{ sabit}) \text{ ve } r_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} E_g$$

Doğru bir sonuca ulaşmak için değişen miktarları gösteren ( $\Delta$ ) değerleri çok küçük alınmalıdır. Öyle ki tam ideale yaklaşmak için ve teorik olarak eğri üzerinde iki değer arasındaki fark bir noktaya kadar inebilmelidir.

$$G_m \text{ ve } r_p \text{ in çarpımı şöyledir: } G_m \times r_p = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \times \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g}$$

$$\text{Çarpımda } \Delta I_p \text{ ler birbirini götürüleceğinden: } G_m \times r_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \text{ olur}$$

Bu sonuç ise, daha önce verildiği gibi ( $\mu$ ) yükseltme katsayısına eşittir ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\mu = G_m \times r_p \text{ veya; } G_m = \frac{\mu}{r_p} \text{ veya; } r_p = \frac{\mu}{G_m} \text{ dir.}$$

#### Devre Elemanı Olarak Triyot

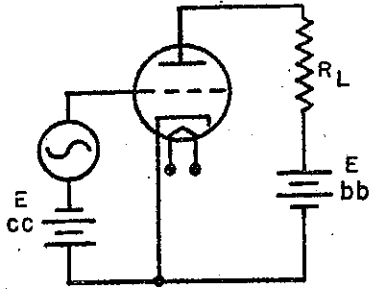
Şekil 2-7 deki esas devreye bir ( $R_L$ ) yük direnci eklenmesi ile Şekil 2-9 da gösterilen triyota ait pratik bir yükseltici devre meydana getirilmiş olur. Şekil 2-9 a ait karakteristik eğriler konuya açıklık getirmesi için konmuştur. Şekil 2-9 un Şekil 2-7 ye göre en büyük farklarından biri flâman kısmıdır.

Bir devrede güç, alternatif akım kaynağından beslendiği zaman flâman gerilimi için ayrı bir akım kaynağı kullanılmıyorsa güç transformatörü üzerine ve sekonderine ayrıca bir flâman gerilim sargısı sarmak daha pratiktir. Direkt ısıtmada A. A. kullanıldığında bu akımın dalga şekline bağlı olarak yayılan elektron miktarı da değişiklikler gösterir. Eğer bir yükselteç devresinde direkt ısıtma kullanılırsa, bu değişiklik doğrudan plâk devresine intikal edeceğinden çok şiddetli uğultu şeklinde kendini gösterecektir. Bu kötü etkiyi ortadan kaldırmak için endirekt ısıtma kullanılır ve bunda, flâman madeni bir boru içine konmuştur. Katot olarak kullanılan bu borunun üzeri elektron yayma kabiliyeti çok iyi olan bir oksit ve genellikle baryum oksit ile kaplanır. Bu şekilde, flâman sadece elektron emisyonu yapan boruyu ya da katodu ısıtma işi görür. Katot borusu ve flâman birbirinden iyi bir şekilde yalıtılmalıdır. Fakat flâmandaki ısı değişmelerinin katodu etkilememesi ve flâman ısısının katoda hemen intikali için bunların birbirine çok yakın olması gerekir. Böylece flâmanı ısıtan alternatif akımdan dolayı lâmba devresinde herhangi bir akım değişikliği olmayacağından uğultu da ortadan kaldırılmış olur.

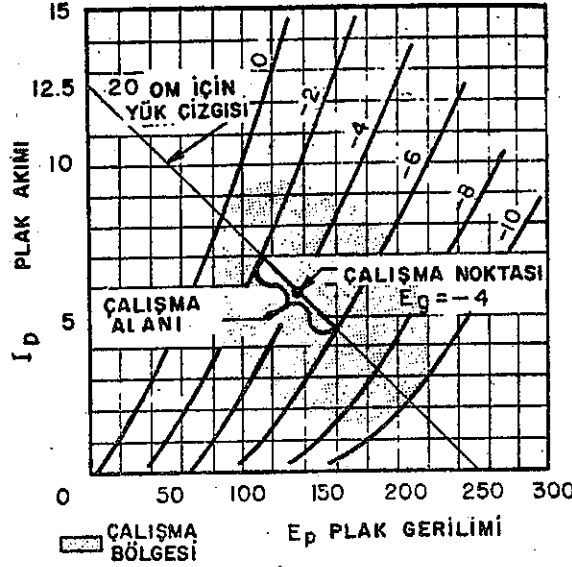
Her zaman yapıldığı gibi şemaların çok karışık olmaması ve dolayısı ile devre izlemesini ve okunmasını kolaylaştırmak için flâman bağlantıları gösterilmez. Fakat bilinir ki, devrelerin çalışması için flâmanlar mutlaka bir kaynaktan beslenerek ısıtılmaktadır.

Şekil 2-9 daki devrenin analiz ve hesapları en iyi sonuca göre değil, devreden istenen gerilim yükseltme derecesi göz önüne alınarak yapılır. Genellikle devre elemanı olarak lâmbanın istenen durumlara göre geniş bir çalışma alanı olacaktır. Unutulmaması gere-





Şekil 2-9. Bir triyot için dinamik devre ve eğriler. Plak akımı, 20 K. om için yük çizgisi çalışma alanı  $I_p$ , plak akımı, çalışma noktası, çalışma bölgesi  $E_p$ , plak gerilimi.



ken çok önemli bir notka olarak lâmba, karakteristik eğrilerde belli olan çalışma bölgesi merkezine yakın bir yerde çalışmalıdır. Bu durum Şekil 2-9 daki karakteristik eğrilerde gösterilmektedir. Gerilim yükselteçlerinin hesaplamalarında güç yükselteçlerinde olduğu gibi yük direnci değerinin çok önemi vardır. Bir gerilim yükseltecinde, çıkış akımını fazla düşünmeden ilk olarak verilen sinyal gerilimini azami derecede yükseltmesi istenir. Böylece en büyük yükseltmeye erişmek için ( $R_L$ ) yük direnci mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır. Devre kazancı, lâmbanın yükseltme katsayısı değerine yaklaşabilir fakat hiç bir zaman, bu değere eşit olamaz. Pratik bir ölçü olarak ( $R_L$ ) yük direnci değeri,  $r_p$  lâmba iç direncinin 3 ile 7 katı arasında olur.

Bir güç yükselteci için, maksimum enerji ya da güç transfer etmesi istenir. Bu sonuç, lâmba iç direnci ile yük direnci uygunlaştığı yani  $R_L = r_p$  olduğu zaman meydana çıkar. Bazı maksatlar için mevcut doğru akım kaynağının verebileceği plak gerilimi değerine göre değişen bir yük direnci kullanmak gerekir ve bu durumda lâmba gene karakteristik eğrilerin orta kısmında çalışır.

Farzedelim ki redresörden elde edilen gerilimin normal değeri 250 volt, seçtiğimiz yük direnci değeri 20 K., yük çizgisini  $I_p = 0$ ,  $E_p = 250$  V noktası ile  $I_p = 12,5$  ma,  $E_p = 0$  noktası arasını düz hat

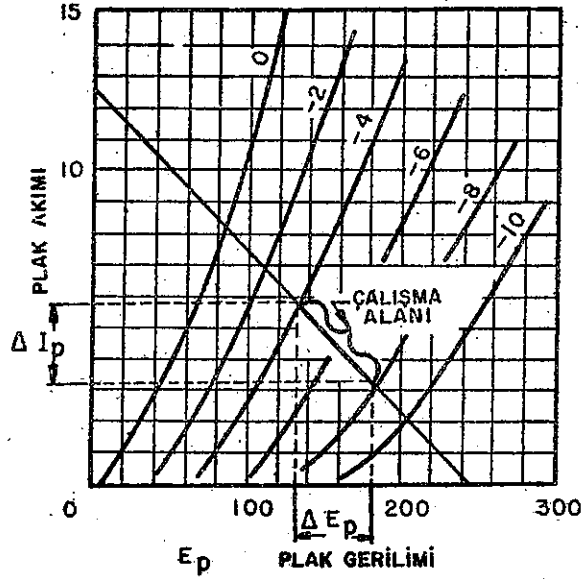
ile birleştirerek meydana getiriniz. Bu değerleri bulmak için lâmbanın gri geriliminin çok fazla olduğunu kabul ederek, plâğa giden elektron akışını tüm durdurup dolayısıyla plâk akımını sıfır yaptığını farzediyoruz. Plâk akımı ve gerilimi bu durum meydana geldiğine göre bulunur. Şüphesiz plâk akımı sıfır olursa lâmba açık bir devre olur ve bütün gerilim lâmba uçları arasında bulunur. Böylece yük çizgisi noktalarından birisi  $I_p = 0$ ,  $E_p = 250$  değerlerinin kesiştiği yerdir. İkinci durum olarak lâmba çok iletken kabul edilerek kısa devre olduğu farzedilir. Bu durumda akım yalnız yük direnci değerine göre sınırlanır, bu sebepten  $250 \div 20$  K.; plâk akımı  $I_p$  için 12,5 ma dır. Lâmba direnci olmadığından ya da sıfır olduğundan dolayı bunun plâk gerilimi sıfırdır. Bu duruma göre yük çizgisinin çizilebilmesi için gerekli iki nokta  $I_p = 12,5$  ma ve  $E_p = 0$  değerlerinin kesiştiği yerdir. Bu ikinci noktaya ait  $I_p$  ve  $E_p$  değerleri devrede meydana çıkmaz. Çünkü lâmbanın daima bir direnci olacaktır. Bu noktalar için değerler mutlaka hesap ile bulunur.

Bulunan bu iki nokta arası, Şekil 2-9 da gösterildiği gibi karakteristik eğriler üzerinde, doğru bir hat ile çizilebilir. Çizilen bu hatta yük çizgisi denir. Hatırda tutalım ki, aşağıdaki ( $E_p$  ekseninde) kesişen nokta gerilim kaynağı değeri ile bulunur ve yukarıdaki ( $I_p$  ekseninde) kesişen nokta ise yük direnci ve gerilim değerlerine göre  $I_p = E_p \div R_L$  ilişkisine göre tayin edilir. Bu yük çizgisi omik bir yük direnci ile devrenin mümkün olan çalışma durumlarını gösterir. Eğer yük çizgisi, karakteristik eğrilerin merkezine yakın bir yere isabet etmezse, bu iş mutlaka yeni ve başka değerde bir ( $R_L$ ) yük direnci ya da ( $E_{bb}$ ) gerilimi kullanmakla yerine getirilebilir. Bazı devreler, özel çalışma durumları icabı, bu bölgenin dışında çalışacak şekilde bilerek hesaplanabilir. Fakat amplifikatör devrelerinin çok büyük bir kısmı uygun bir sinyal elde etmek için normal durumu ister.

Bundan sonraki iş, lâmbanın uygun çalışma noktası için gri polarma gerilimini tespit etmektir. Bunun için normal çalışma bölgesinde kalan  $E_g$  eğrilerinden birisini seçebiliriz. Şekil 2-9 daki eğriler görülmektedir. Bu, griye uygulanması gereken polarma gerilimi ( $E_{cc}$ ) değeridir. Seçilen polarma gerilimine ait  $E_g$  eğrisi ile yük çizgisinin kesiştiği noktaya çalışma noktası denir. Bu, lâmbanın kumanda grisine hiç bir sinyal uygulanmadığı bir durumdur. Plâk gerilimi, kumanda gri gerilimi ve plâk akımının hepsi Şekil 2-9 daki grafikten bulunabilir.

## Sinyal Amplifikasyon

Sinyal gerilimine göre akım değişikliklerini incelemek için Şekil 2-9 da gösterildiği gibi gri polarma gerilimi ile seri bağlı bir sinyal generatörü konmuştur. Sinyalin tepeden tepeye maksimum amplitüd değeri 4 voltuttur. Bu değer, verilen çalışma alanı ortasına yani çalışma noktası üzerine uygulanır.



Şekil 2-10.  $I_p$  ve  $E_p$  değişimlerini gösteren eğriler. Çalışma alanı, plak

Şekil 2-10 da tekrar verilen karakteristik eğrilerden çalışma alanına ve  $E_p - I_p$  koordinatlarına göre değişen maksimum plak gerilimi ve plak akımı bulunabilir.

## Kat (Eta) Kazancı

Kat kazancı plak geriliminde meydana gelen değişimin gri gerilimine bölünmesi bulunur ve bunun sembolü genellikle A ya da G dir.

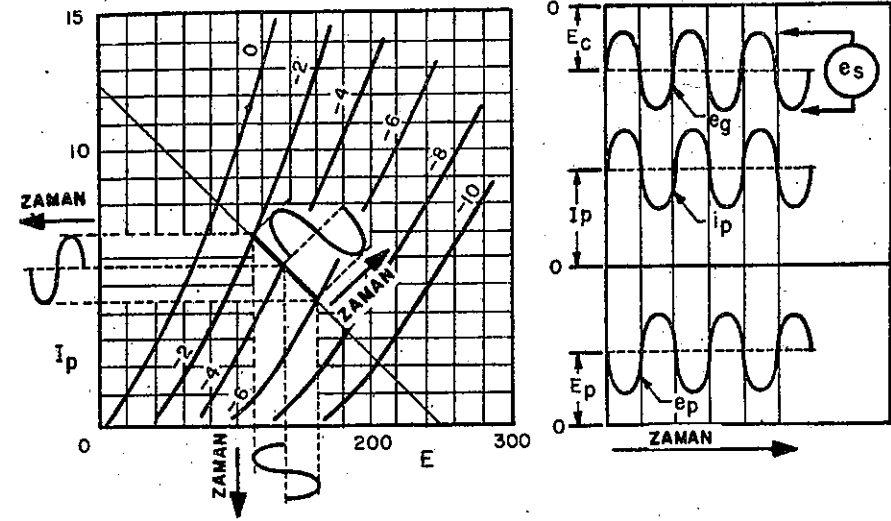
$$G = \frac{\Delta e_p}{\Delta e_g}$$

Eğriler üzerinden bu değer  $\frac{180-133}{(-8)-(-4)} = \frac{47}{4}$  yani  $G = 11,75$  dir.

Dikkat edilirse bu formülde gerilimi göstermek için küçük harf (e) kullanılmıştır. Büyük harf (E) doğru akıma ait gerilimler için küçük harf (e) ise alternatif akım ya da doğru akıma ait değişen değerleri göstermek için kullanılır.

Lâmbanın bir sinyali nasıl yükselttiğini, karakteristik eğriler yardımı ve bunlar üzerindeki şekillerle anlatma işi Şekil 2-10 A da gösterilmiştir.

Daha önce anlatıldığı gibi lâmba yük çizgisi boyunca ve çalışma alanı içinde çalışır, amplifikasyonun herhangi bir andaki durumunu göstermek için üçüncü ölçü olarak zaman faktörü gereklidir. Bu, yük çizgisinin  $E_g$  eğrileri ile kesiştiği üç noktadan yük çizgisi-



Şekil 2-10 A. Eğriden alınan sinyal.  
Zaman, zaman, zaman.

Şekil 2-10 B. Zamana göre  $I_p$ ,  $e_g$  ve  $e_p$  nin faz ilişkileri. Zaman.

ne dik çizgiler çizilerek yapılır. Bu kesişen noktalar, sinyal geriliminin sıfır, maksimum pozitif ve maksimum negatif noktalarıdır. Yükseltilecek sinyal gerilimi (örnekte sinüs dalgası şeklinde) yük çizgisine dik çizilen bu üç hat arasında çizilmiştir. Uygulanan sinyal gerilimi aynı şekilde osiloskopta görülebilir.

Katot polarma direnci için uygun değer, yukardaki gibi hesap edilir. Yükseltilecek sinyal devreye uygulanınca plâk akımı buna göre değişimler gösterecektir. Değişik bu plâk akımı katot direncinden de geçeceğinden, bu dirençte sinyale göre değişen bir polarma gerilimi meydana gelecektir. Bazan polarmadaki bu değişme istenirse de genel olarak katot direncinde, sinyal akımına göre meydana gelen gerilim değişimleri bertaraf edilerek sabit bir polarma geriliminin meydana çıkması gerekir ve istenir.

Şekil 2-11 D de, katot polarma direnci  $R_k$  uçları arasına bağlanmış bir  $C_k$  katot dekuplaj (Bypass) kondansatörü gösterilmektedir. Bu kondansatörü koymaktan maksat, plâk akımında sinyale göre meydana gelen değişimleri kendi üzerinden geçirerek dirençten sadece polarma noktasındaki sabit plâk akımının geçmesini temin etmek ve bu şekilde lâmba polarma geriliminin sabit değerde kalmasını sağlamaktır.

1

$C_k$  için uygun bir değer hesaplamak için, bunun  $X_c = \frac{1}{2\pi f C}$

formülüne ve yükseltilecek sinyalin en düşük frekansına göre bulunacak reaktansı,  $R_k$  değerinin  $\frac{1}{10}$  undan daha da küçük olmalıdır.

Bu sebeple, sinyalin en küçük frekanslı akımlarını dirence göre kendi üzerinden çok daha kolaylıkla geçirebilmesi için, katot kondansatörleri büyük değerli olurlar. Bu tip polarmaya «Otomatik gri polarması» denir ve vakum lâmba devrelerinin hemen hemen hepsinde pek çok kullanılır.

#### Triyot Lâmbanın Kullanılmasını Sınırlayan Sakıncalar

Bundan önce anlatıldığı gibi triyot lâmba faydalı işler görürse de bunun kullanma yerlerini sınırlayan bazı karakteristik durumları vardır.

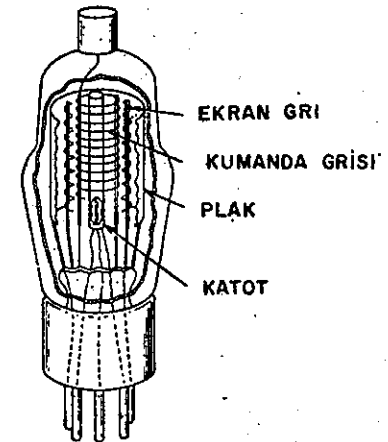
Bunlardan birincisi lâmba iç kapasiteleridir. Bu iç kapasiteler içinde en önemlisi de yüksek frekanslarda kısa devre gibi etki yapan plâk ile gri arasındaki iç kapasitedir. Ayrıca bu kapasite, yüksekteç olarak kullanılan lâmbada griye verilen sinyal gerilimi ile arasında  $180^\circ$  lik faz farkı meydana getirir.

Başka bir istenmeyen durumu da, plâk degenerasyonunun (negatif geri beslemesinin) meydana gelmesi ile katottan plâğa giden elektronları çekiş kuvvetinin sabit olmayışıdır. Başka bir deyimle plâk akımı arttıkça, plâk gerilimi azalır. Büyük miktarda elektron çekişi istendiği zamanda plâk akımı artar, bunun sonucu plâk gerilimi düşer ve dolayısıyla elektron çekici kuvvet azaltılmış olur. Plâk akımı küçük olduğunda, (Gri geriliminin fazla negatif oluşu dolayısıyla) plâk gerilimi artacak ve bu, plâk akımını artırmaya çalışacaktır.

#### Tetrot (Dört elemanlı lâmba)

Triyot lâmbanın bu istenmeyen kötü durumlarını düzeltmek için birinci gri ya da kontrol gri ile plâk arasına ekran gri denen ikinci bir gri konur. İçerisi bu düzende yapılmış vakum lâmbaya latince dört anlamına gelen tetra kelimesinden dolayı tetrot denmiştir. Lâmba içinde katot, kumanda gri, ekran gri ve plâk gibi dört tane iş gören eleman vardır.

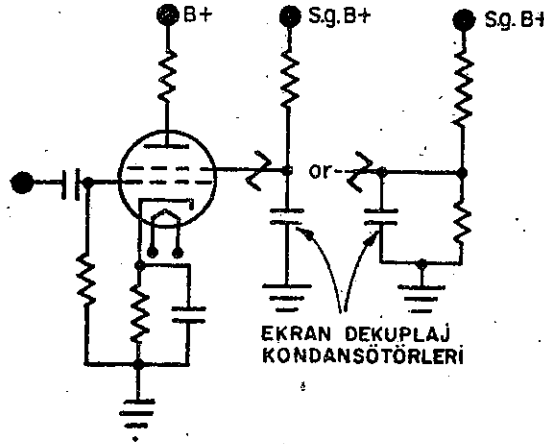
Bu ikinci grinin ek olarak konmasının başlıca iki faydası vardır. Birincisi, plâk ile gri arasındaki iç kapasitenin arasına girdiğinden bir ekran (perdeleme) etkisi yapar ve dolayısıyla bunun kapasitesini büyük ölçüde azaltır. İkincisi, ekran griye sabit bir pozitif gerilim uygulanması ile elektronlar üzerindeki çekici kuvvet lâmba içindeki elektron akışı değişikliklerine bağlı kalmaksızın sa-



Şekil 2-12. Tetrot lâmba. Ekran gri, Kumanda gri, plâk, katot.

bit kalır. Elektronların büyük kısmının ekran gri tarafından çekilmeden ve bunu geçerek plâğa gitmesini temin için ekran gri telleri arasındaki boşluk büyük yapılır.

Lâmba içinde, sinyal gerilimine göre meydana gelen elektron akışındaki değişimler ekrana çarpan elektron sayısını az da olsa değiştireceğinden, bunun sonucu, ekranda görülecek herhangi bir gerilim değişikliğinin önüne geçmek ve bu gerilimi sabit tutmak gerekir. Katot polarına direncinde olduğu gibi, bu küçük akım değişikliklerinin ekran direnci içinden değil de bu dirence göre çok daha kolaylıkla geçebileceği bir dekaplaj kondansatörü üzerinden katoda dönmesini sağlamak gerekir. Şekil 2-13 e bakınız.

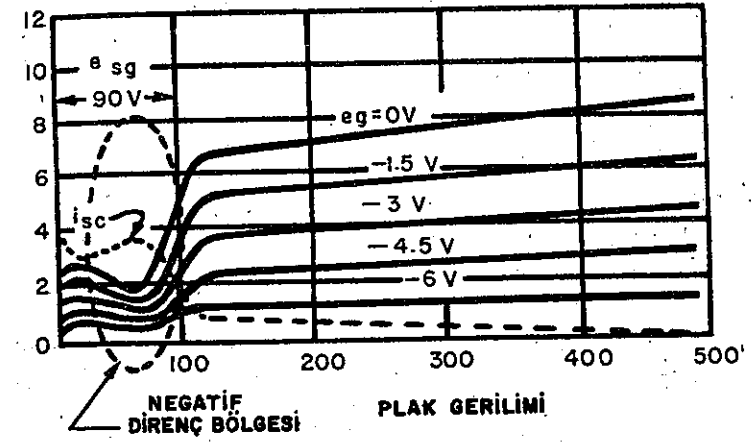


Şekil 2-13. Tipik bir tetrot devresi. Ekran dekaplaj kondansatörleri.

Elektronların üzerinde, sabit bir çekiş kuvvetinin olması ilginç bir yan etki meydana getirir. Tetrotun sinyal kazancı ya da yükseltmesi triyottan daha büyüktür. Triyodun devrelerdeki kazancı genellikle 15 ile 40 arası olmasına karşılık, tetrot ile bu kazancın şimdi, yüzler ile ölçülen bir değere çıkması mümkündür.

Tetrot lâmbaya konan ekran grisi sayesinde triyodun sakıncaları ortadan kaldırılmakla beraber tetrot lâmbanın da kendine göre sekonder emisyon gibi yeni bir sakıncası meydana çıkmaktadır.

Plâk geriliminin yükselmesi ile plâğa giden elektronların hızı ve buna bağlı olarak kinetik enerjileri artarak, çarpma etkisi ile plâk yüzeyinden bir kaç elektron koparacak seviyeye erişebilir.



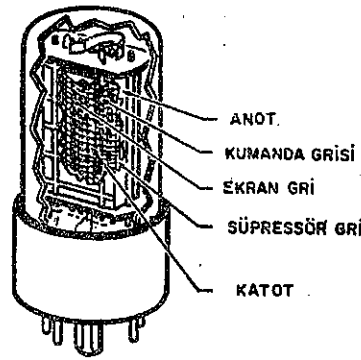
Şekil 2-14. Tetrot lambanın plâk karakteristik eğrileri negatif direnç bölgesi-plâk gerilimi.

Çarpma etkisi ile plâktan kopan bu elektronların hızı oldukça azdır ve bunlar plâk tarafından tekrar geri değil de bunun yerine ekran gri tarafından çekilir. Bu sekonder emisyon sonucu, plâk geriliminin yükselmesi ile plâk akımı azalmıştır. Bu sonuçla meydana çıkan negatif direnç etkisi, plâk geriliminin belli sınırları içinde, yükseltme işini imkânsız yapar. Şekil 2-14 deki eğriler üzerinde negatif direnç etkisi yapan bu kısımlara bakınız.

Plâk geriliminin daha da artırılması ile sekonder emisyonadaki elektronlar ekran griye gideceklerine gerisin geriye plâk tarafından çekilir. Bu noktanın yukarısında normal şartlar altında yükseltme işi mümkündür. Fakat yüksek gerilim ile ilgili olarak güç sarfiyatı, bu bölge için yükseltme işini çok verimsiz yapar.

#### Pentot (Beş elemanlı lâmba)

Yukarda konu edilen sekonder emisyonun arzu edilmeyen negatif direnç etkisi, ekran gri ile plâk arasına üçüncü bir gri koymak suretile giderilebilir. Bu üçüncü griye, genellikle içerden katoda bağlayarak gerilim verilir. Böylece katottan kopma suretile meydana gelen sekonder emisyonun ait elektronlar bu gri tarafından itilerek plâğa geri gönderilir. Üçüncü griye, sekonder emisyonun kötü etkisini ortadan kaldırma işini gördüğünden dolayı, bastırıcı ortadan kaldırıcı anlamına gelen supressör gri denmiştir.



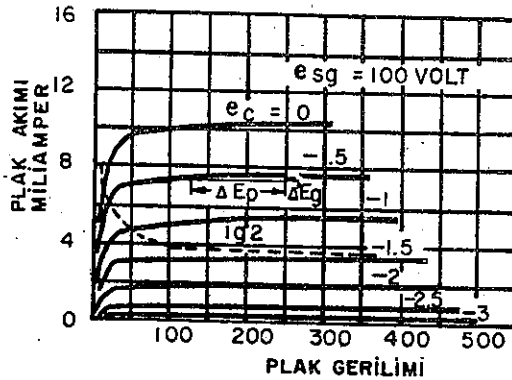
PENTODUN YAPISI

Şekil 2-15. Pentodun yapısı-anot, kumanda grisi, ekran gri süpressör gri, katot, ekran dekuplaj kondansatörü.

Pentot lâmbanın ekran grisi ile şase arasına tetrot lâmbada olduğu gibi ve aynı sebeplerle Şekil 2-15 de gösterildiği gibi bir dekuplaj (bypass) kondansatörü bağlanmıştır.

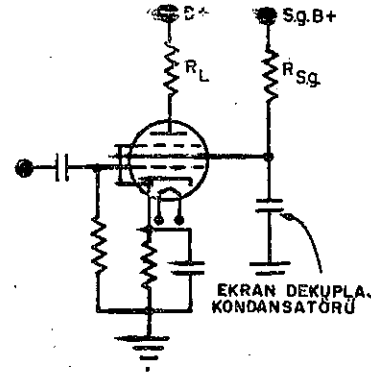
Şekil 2-16 da gösterildiği gibi pentot lâmbanın karakteristik eğrileri çok yatay durumdadırlar ve böylece büyük derecede sinyal yükseltmesi mümkündür.  $\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g}$  olduğundan küçük gri geri-

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g}$$



Şekil 2-16. Tipik bir pentodun plak karakteristik eğrileri plak akımı miliamper, plak gerilimi.

limi değişmesi ile çok büyük bir plak gerilimi değişikliği meydana çıkar. Tipik bir örnek olarak, gri gerilimindeki 0,1 voltluk bir değişme, plak geriliminde 20 ile 50 volt arasında bir değişme meydana getirir.

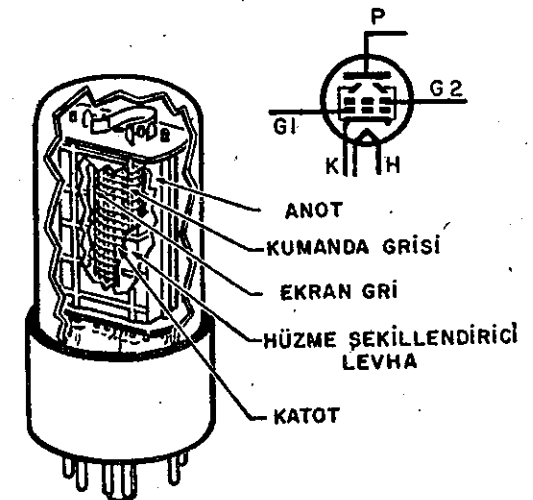


Lâmba imâl edilirken, bunun içinde plâk akımı ile meydana gelebilecek çarpışma ve yansımaları azaltmak için süpressör gri teli genel olarak ekran gri telinin arkasına konur. Lâmba içindeki öteki elemanların gördüğü işler gene aynıdır ve eklenen üçüncü süpressör gri ile lâmbada şimdi, iş gören beş eleman bulunur. Pentot ismi, latince beş anlamına gelen penta kelimesinden dolayı verilmiştir.

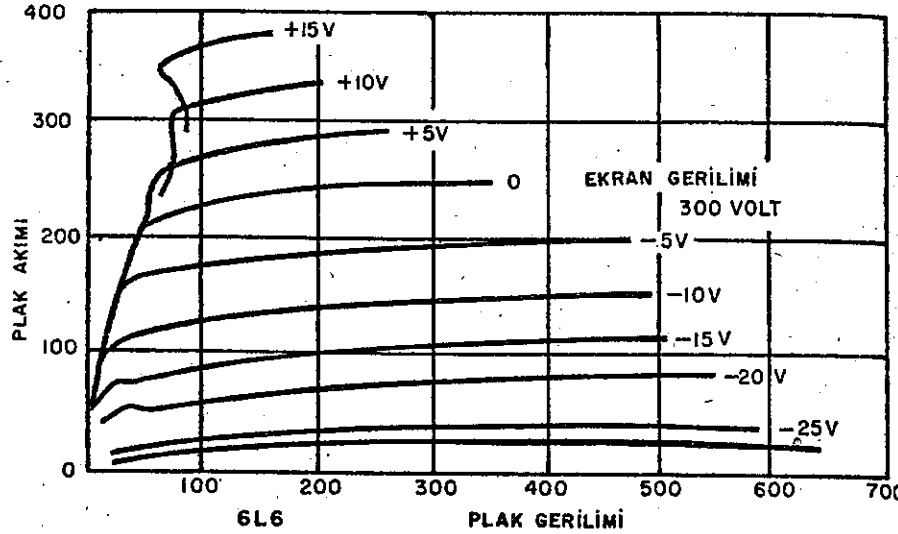
### HUZMELİ GÜÇ PENTODU

Pentot lâmba yapısında bir değişiklik yapılarak süpressör gri yerine, bunun gördüğü işi gören fakat elektronları bir araya toplayarak hüzmeye şekline sokan levhalar konmuştur. Bu levhalar, plâğa giden elektron akışına etki yaparak nispeten dar bir hüzmeye şekline sokarlar ve bunun sonucu süpressör grinininkine benzer bir elektrotatik şarj meydana getirirler. Kuvvet etkisi ile dar bir akış şekline sokulan elektronlar gerçekte, benzer yükler prensibi ile birbirini itererek, hortumdan çıkan su akışı gibi plâğa giderler. Bu şekilde plâktan elektron koparak sekonder emisyon meydana gelemez, çünkü yoğun şekilde birbiri arkasından gelen elektronlar, plâktan elektron kopmasına engel olurlar. Hüzmeye yapıcı bu levhalar içerden katoda bağlıdır ve bütün çalışmaları aynen pentotunkine benzer. Büyük güç elde etmek için huzmeli güç pentotlarının elemanları normal pentotlara göre daha kalın ve kuvvetli yapılıdır.

Bu lâmba, tetrot ile pentot arasında ve ikisine de benzer bir lâmbadır. Tetrot ile aynı sayıda griye sahip olduğu için huzmeli güç



Şekil 2-17. Hüzmeli güç pentodu yapım şekli. Anot, kumanda grisi ekran gri, hüzmeye şekillendirici levha. Katot.



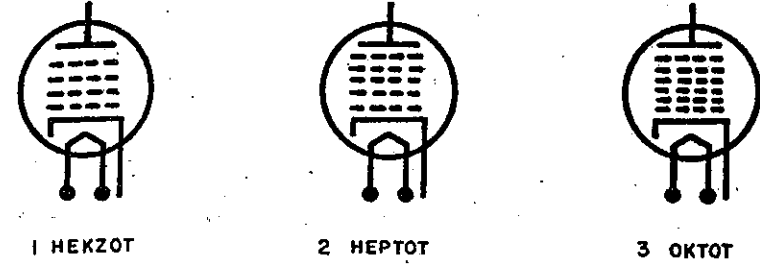
Şekil 2-18. Hüzmeli güç lambası plak karakteristik eğrileri, plak akımı, plak gerilimi, ekran gerilimi. 300V.

tetrodu olabilir. Huzme yapıtıcı plâkalar bir supressör gri gibi iş gördüğünden bu lâmbaya huzmeli pentot da denir.

Şekil 2-18, huzmeli güç pentodunun plâk karakteristik eğrilerini göstermektedir. Karakteristik eğrilerin şekli pentodunkine benzerdir. Lâmbada kuvvetli bir akım olduğundan bunların gerilim kazancı azdır.

### ÇOK GRİLİ LÂMBALAR

Lâmbalarda üçten fazla gri bulunursa bunlar çok grili lâmbalar sınıfına girer ve şematik sembolleri Şekil 2-9 da gösterilmiştir. Özel maksatlar için yapılan bu lâmbalar genellikle süper heterodin alıcıların osilatör ve karıştırıcı devrelerinde kullanılır. Ucuz alıcılarda, bir cam fanus içine konmuş iki lâmbayı kapsayan beş grili frekans değiştirici olarak tek lâmba vardır. Böyle bir cam fanus içinde bulunan iki lâmbadan birisi R.F. amplifikatörü, öteki de osilatör kısmında çalışabilir. Bu şekilde lokal osilatör lâmbası gibi, devrelerde bulunması gereken lâmbaların ayrıca tek olarak kullanılmasının önüne geçilmiş olur.



Şekil 2-19. Çok grili lâmbalar. 1 Heکزot, 2 heptot, 3 oktot.

Çok grili lâmbaların yapıları icabı olarak ve özellikle yüksek R.F. olanlarında çalıştıklarında, bunların gürültü oranları triyoda göre daha fazladır. Bu gürültü, elektronlar katottan anoda doğru bir griden ötekine çarparak ve sıçrayarak gitmelerinden dolayı meydana gelir. Çok grili lâmbalar çoğunlukla radyoların mikser (karıştırıcı) ya da frekans değiştirici (konverter) devrelerinde kullanıldıklarından ve çalıştıkları frekans değeri düşük olduğundan bu gürültü faktörünün pek önemi yoktur.

### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Fleming, Fleming Lâmbasını geliştirmek için Edison olayından faydalandı.
- Elektronlar, katodun yüzey kenetleyici kuvvetini yendikten sonra boşluğa çıkarlar.
- De Forest, Fleming lâmbasına kumanda grisi ekledi ve böylece yükseltme işi yapılabilir.
- Boşluk şarjı bölgesini fazla negatif yapınca, potansiyel engeli artar ve ancak bir kaç elektron plâğa gidebilir.
- Lâmbanın yükseltme katsayısı, teorik olarak yükseltmenin son sınırındır, fakat gerçek olarak devrelerde bu değere hiç bir zaman erişilemez.
- Amplifikasyon faktörü ya da yükseltme katsayısı  $\mu = \frac{\Delta E_a}{\Delta E_g} (I_p \text{ sabit})$  dir.
- Eğim, karşılıklı kondüktans ya da transkondüktans  $= \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g}$  ( $E_p$  sabit) dir.

- Kondüktans R nin ters değeridir ve mo, milimo ya da mikromo ile ifade edilir.

$$\Delta E_p$$

- Plâk direnci ya da iç direnç =  $\frac{\Delta E_p}{\Delta I_p}$  ( $E_g$  sabit) dir.

$$\Delta I_p$$

- Endirekt ısıtmalı katot alternatif akım ile ısıtılabilir ve hiç bir uğultu etkisi yapmaz.
- Gerilim yükseltecinde  $R_L$  yük direnci  $r_p$  iç direncinin 3 ile 7 katı kadar olmalıdır.
- Güç yükseltecinde  $R_L$  yük direnci  $r_p$  iç direncine eşit olmalıdır.

$$\Delta e_p$$

- Kat kazancı  $\frac{\Delta e_p}{\Delta e_g}$  ye eşittir.

$$\Delta e_g$$

- Plâk akımı azaldığında plâk gerilimi artar.

#### TEKRARLAMA SORULARI

1. «İş fonksiyonu» nu anlatınız.
2. Bir redresör çıkışının kutuplarını değiştirmek için ne gerekir.
3. Bir triyodun polarma gerilimi «potansiyel tepesi» ne nasıl etki yapar anlatınız.
4. Triyot lâmbanın yükseltme katsayısını çıkarırken hangi faktör sabit bırakılmalıdır.
5. Karşılıklı kondüktans ya da transkondüktansı tarif ediniz.
6. Pratik olarak, gerilim yükselteçleri için yük direnci değeri iç direnç değerine göre ..... kere büyük olmalıdır.
7. Değerleri belli bir kaç direnç için yük çizgisinin nasıl çizileceğini anlatınız.
8. Kat kazancı ..... diye tarif edilir.
9. Bir şema çizerek «otomatik gri polarması» nı anlatınız.
10. Triyot lâmbanın kullanılmasını sınırlayan sakıncalar nelerdir.
11. Tetrot lâmbanın kullanılmasını sınırlayan sakınca nedir.
12. Huzmeli güç lâmbasının ne işlerde kullanıldığını anlatınız.
13. Şekil 2-8 deki triyot lâmbaya ait karakteristik eğrilerden plâk gerilimi 200 V ve gri polarma gerilimi -8 volt için  $\mu$ ,  $e_m$ ,  $r_p$  değerlerini bulunuz.
14. Bu değerler ile örneklerde bulunan değerlerin farklı oluş sebeplerini münakaşa ediniz.
15. Şekil 2-9 ve 2-10 daki triyot lâmba dinamik devresinde gösterilen 20 K $\Omega$  yük çizgisi yardımı ile bu devrenin verimini hesaplayınız.

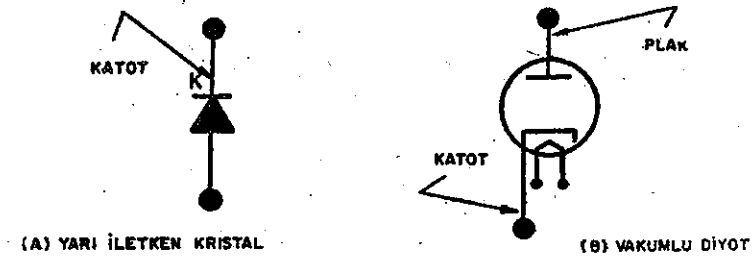
Alınan alternatif sinyal gücü

$$\text{Verim} = \frac{\text{Alınan alternatif sinyal gücü}}{\text{Verilen doğru akım gücü}} \times 100 \text{ dür.}$$

16. 15. problemdeki eğriler ve değerler ile 12,5 K $\Omega$  luk bir yük çizgisi kullanarak kazancı, sinyal genliğini, verimi ve çıkış gücünü hesaplayınız.
17. 3,7 ma lik plâk akımı ile 2,3 voltluk polarma gerilimi elde etmek için katot direnci  $R_K$  nın değeri ne olmalıdır ?
18. Eğer yükseltelen sinyal frekansının minimum değeri 20 saykıl ise 17. problemde degenerasyon (negatif geri besleme) olmaması için gerekli katot dekuplaj kondansatörü  $C_K$  değeri ne olmalıdır ?
19. Huzmeli güç lâmbasına ait Şekil 2-18 deki karakteristik eğrileri kullanarak ve plâk gerilimi 250V., polarma gerilimi -5V., sinyal geriliminin polarma geriliminde yaptığı değişme  $\pm 1V.$  olduğuna göre bu katın gerilim kazancını hesaplayınız.

## DOĞRULTMA

Doğrultma işinde, ancak tek yönlü akım geçiren iki tip eleman vardır ve kullanılır. Tek yönlü akım geçiren birinci tip eleman yarı iletken malzemeden yapılmış kristal diyotlardır. Bu kristal diyotlarda ısıtılması gereken katot olmadığından herhangi bir ısıtma akımına ihtiyaç göstermezler. Bunların anodu katoduna göre daha pozitif olduğunda çok küçük bir empedans gösterirler (bir kaç on-om gibi). Bu diyot Şekil 3-1 de görülmektedir. Plâk, katoda göre negatif olduğunda ise aynı diyot yüksek bir empedans gösterir. (Bir kaç yüz om gibi). Bu iş elektronların sadece tek yönde akması ile yapılmış olur. Redresör devresinde yapılan iki iş vardır. Birincisi, elektronların sadece bir yönde geçebilmesini temin işidir, ve buna doğrultma denir. İkincisi, tek yönlü duruma gelen bu akımın düzgün olabilmesi için alternansların tepe değerleri arasındaki boşluğu doldurma işidir ve bunada filtre etme denir. İkincisi, tek yönlü duruma gelen bu akımın düzgün olabilmesi için alternansların tepe değerleri arasındaki boşluğu doldurma işidir ve bunada filtre etme denir.



Şekil 3-1. Yarı iletken kristal, katot, vakumlu diyot plak katot.

Tek yönlü akım geçiren ikinci tip eleman ise gene Şekil 3-1 de gösterilen iki elemanlı vakum lâmba ya da diyot lâmbadır. Diyot lâmbalarda, elektron emisyonu yapabilmesi için katodun ısıtılması şarttır ve bunun içinde filâman gerilimine ihtiyaç gösterir. Bunun anodu katoduna göre daha pozitif olduğunda lâmba devrede bir kaç omluk bir empedans gösterir, dolayısıyla akımı geçirir. Anodu, katoduna göre daha negatif olduğunda ise diyot lâmba bir kaç milyon om gibi çok büyük bir empedans gösterir ve böylece akım geçirmez.

## BÖLÜM

## 3 Doğru Akım Güç Kaynakları

Radyonun bulunup kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarda filâman, plâk ve polarma için gerekli gerilimler «A», «B» ve «C» bataryaları gibi üç ayrı bataryadan temin ediliyordu. 1920 senesinden sonra «B» bataryası yerine redresör kullanılmaya başlandı ve bu bataryaya ihtiyaç kalmadı. Daha sonra katot yapısı ve ısıtma şekli geliştirilip endrekt ısıtma meydana getirilince bunun filâmanını ısıtmak için «A» bataryası yerine alternatif akım kullanılmaya başlandı ve «A» bataryası da kullanılmaz oldu. Otomatik gri polarma şekli bulunduktan sonra «C» bataryasına da ihtiyaç kalmadı.

Hemen hemen bütün elektronik vakum lâmbalar ve transistörler redresör denen doğru akım güç kaynağına ihtiyaç gösterirler. Bu redresör devreleri, elektronik cihazlar için geliştirilerek sabit ve tam bir doğru akım (D.A.) verecek şekilde yapılırlar. Şehir şebekesinin bulunmadığı yerlerde kullanılması gereken ve taşınabilir bazı cihazlar dışındaki cihazlarda plâk gerilimi için batarya kullanılmaz. Bu cihazların çalışması için gerekli plâk, ekran gri ve polarma gerilimleri, alternatif akım (A.A.) doğrultularak temin edilir ve bataryaların yerine alır. Filâman için de gerilim A.A. devresinden alınabilir. Bu D.A. gerilimlerini temin eden devreye D.A. güç kaynağı ya da redresör denir. Plâk gerilimini veren D.A. gerilimine «B» gerilimi denir ve bu (+ B) ile (—B) çıkış uçları arasından alınır. Bazı şemalarda (+ B) ucu işaretlenir fakat (—B) gösterilmezse de böyle bir ucun bulunduğunu anlaşılır ve kabul edilir.

Şehir şebekesi gerilimi sinüsoidal bir dalga şeklindedir. Bunun frekansı A.A. üretilmesine bağlı olarak bellidir. Redresör devresinde bu sinüsoidal akım doğrultularak doğru akım şekline sokulur.

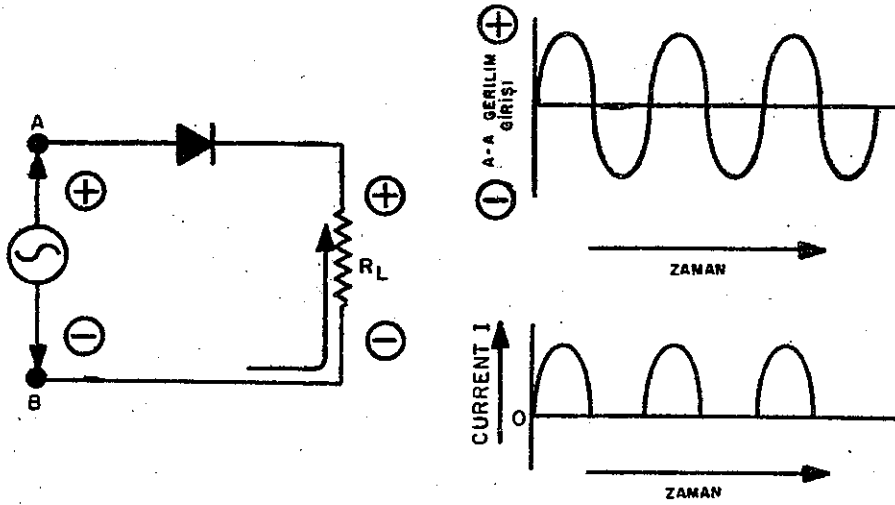


## YARIM DALGA DOĞRULTMASI

Redresör devrelerine alternatif akım uygulandığında, tek yönlü olarak bir periyodun yarısında ya da yalnız bir alternans zamanında elektron akarsa bu duruma yarım dalga doğrultması denir. Yarı iletken kristal diyotlar ile vakum diyot lâmbaların her ikisi de yarım dalga doğrultma işinde kullanılabilir.

## Redresör Elemanı Olarak Kristal Diyotlar

Germanium gibi yarı iletkenlerden yapılan kristal diyotlar elektronları yalnız bir yönde geçirme özelliğine sahiptirler. Şekil 3-2 deki şemada kristal diyodun sembolü görülüyor.  $R_L$  direnci yanındaki oklu hat, elektron akış yönünü göstermektedir.



(A) YARI İLETKEN İLE YAPILMIŞ YARIM DALGA REDRESÖR DEVRESİ

(B) ÇIKIŞ DALGA ŞEKLİ

Şekil 3-2. Yarı iletken ile yapılmış yarım dalga redresör devresi. A.A. girişi. Akım I. çıkış dalga şekli. Zaman, zaman.

Şekil 3-2 ye bakarak, A.A. üretici, B ucuna göre A ucunu pozitif yaptığında  $R_L$  yük direncinden geçen elektronların yönü bunun yanındaki oklu hattın gösterdiği yöndedir. A.A. üretici kutupları öncekinin tersi olduğu zaman elektronlar ters yönde akmak isterler, fakat kristal diyottan geçemezler ve böylece elektron akışı dur-

muş bulunur. Bunun sonucu olarak  $R_L$  den yalnız pozitif alternans zamanlarında elektron akışı olur ve negatif alternans zamanlarında ise hiç elektron akışı olmaz.

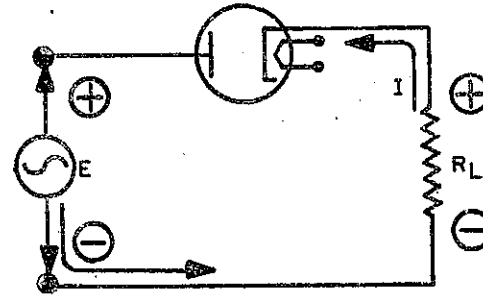
Dikkat edilmesi gereken en ilginç nokta  $R_L$  de meydana gelen gerilimin kutupları daima aynıdır ve hiç değişmemektedir.  $R_L$  den geçen elektronlar alternans eğrisine benzer şekilde azalıp çoğaldığından nabazanlı bir doğru akımı temsil ederler. Böylece kristal diyotlar, kendilerine uygulanan alternatif akımı doğrulttuklarından redresör elemanı olarak kullanılırlar. A ve B uçlarına uygulanan alternatif gerilim ile bunun sonucu  $R_L$  de meydana gelen elektron akışı Şekil 2-3 B de karşılaştırılarak gösterilmektedir. Elektron akışı, uygulanan alternatif gerilimin yalnız pozitif yarı saykılar ya da pozitif alternans zamanlarında olduğundan nabazanlı (palslı) dir. Bu palslar, tek yönlü olarak sıfırdan başlayıp pozitif yöne doğru artarlar.

Bu kristal diyot devresine, uygulanan alternatif gerilimin her saykılıının yalnız yarısında elektron akışına müsaade ettiğinden, yarım dalga redresör devresi denir. Bu palsların frekansı uygulanan alternatif akımın frekansına eşittir.

## Redresör Elemanı Olarak Vakumlu Diyot Lâmbalar

Vakumlu diyot lâmba da yalnız bir yönlü elektron akışına müsaade eder. Elektronlar katottan anoda geçebilir fakat anottan katoda geçemezler. Bu sebepten bir elektron lâmbası, kristal diyot gibi ve onun yerine geçerek redresör devrelerinde kullanılabilir.

Vakumlu diyot lâmba, devresine bir alternatif gerilim uygulandığında bunu, germanium kristal diyot gibi ve aynı şekilde çalışarak doğrultur. Uygulanan E gerilimi, anodu katoda göre pozitif



Şekil 3-3. Vakum diyot ile yapılmış yarım dalga redresör devresi.

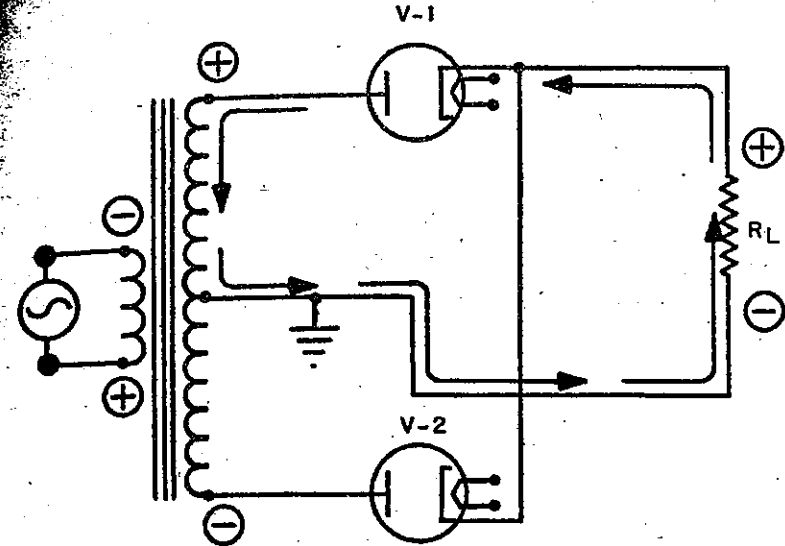
yaptığında elektronlar devreden, gösterilen yönde akarlar. Uygulanan alternatif gerilimin kutupları değişip ters olunca, anodu katoda göre pozitif yapacağından lâmbadan hiç bir elektron akışı olmaz. Bu tek yönlü elektron geçirme ile meydana gelen dalga şekilleri, kristal diyotunkine benzer olarak Şekil 3-2 de gösterildiği gibidir.

### TAM DALGA DOĞRULTMASI

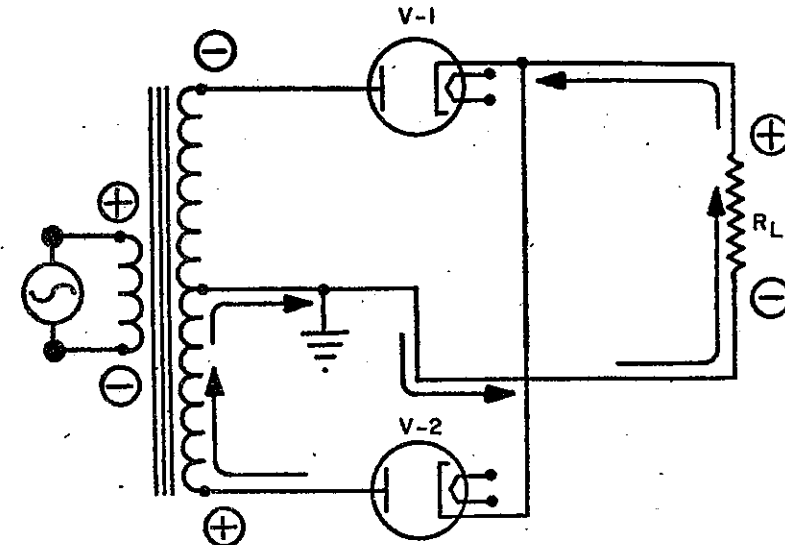
Tam dalga doğrultmasında, isminden de anlaşılacağı gibi uygulanan alternatif gerilimin pozitif ve negatif alternansları doğrultularak D.A. çıkışında ikisi de yan yana yer alırlar. Esasında, iki yarım dalga redresörünün her biri, doğrultulacak alternatif gerilimin yarısına simetrik olarak uygulanmıştır. Bunun sonucu, yarım dalga doğrultmasında olduğu gibi yalnız pozitif alternansların doğrultması yerine, tam dalga doğrultmasında hem pozitif hem de negatif alternanslar doğrultulmuş olur.

Şekil 3-4, tam dalga bir redresörün şematik diyagramını göstermektedir. İki yarım dalga redresörü kullanarak uygulanan alternatif gerilimin her iki yarım saykılında da elektron akışı meydana getirmek mümkündür. Bunlardan birisi üzerinde pozitif yarım saykıl bulunup elektron akışı olurken ötekinde negatif yarım saykıl vardır ve elektron akışı yoktur. Bu durumda her iki redresörün elektronları  $R_L$  yük direncinden aynı yönde geçmek zorundadır.  $u_B$  şekilde bir saykıldaki her iki alternans çıkış D.A. uçlarında doğrultulmuş olarak bulunur ve filtre devresinde filtre edilerek daha da düzgün duruma getirilir.

Tam dalga redresörü alternatif gerilimin her iki yarım saykılına, yarım dalga redresörü ise yarım saykılına kullanarak doğrultur. Tam dalga redresörde alternatif akım bir transformatöre uygulanır. İki diyodun plâkları sekonder sargılarının iki baş ucuna bağlanır. İki katot birbirine birleştirilir ve bu bağlı katotlar ucu  $R_L$  yük direncine, direncin öteki ucu da plâkların bağlandığı sekonder sargısı orta ucuna bağlı bulunur.  $R_L$  yük direnci iki katot ile de seri bağlı olduğundan her iki diyodun elektronları bu dirençten geçmek zorundadırlar. Bu lâmbalar tek yönlü iletkenliğe sahip olduklarından  $R_L$  den geçen elektronlar daima aynı yöndedir. Bu şekilde  $R_L$  uçlarında istenen D.A. çıkışı elde edilir.



(A) POZİTİF YARIM SAYKIL ZAMANINDAKİ İLETKENLİK DURUMU



(B) NEGATİF YARIM SAYKIL ZAMANINDAKİ İLETKENLİK DURUMU

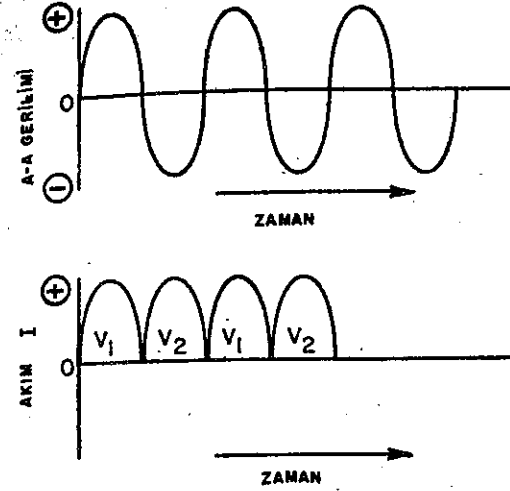
Şekil 3-4. Tam dalga redresör devresi pozitif yarım saykıl zamanındaki iletkenlik durumu. Negatif yarım saykıl zamanındaki iletkenlik durumu.

Tam dalga redresöründe filtresiz bir D.A. çıkışının frekansı, uygulanan alternatif gerilim frekansının iki katıdır. Şekil 3-4 deki tam dalga şemasına dikkat edilirse, transformatörün sekonder sargısı orta ucu şaseye bağlı, karşılıklı iki baş uçları ise iki diyodun plâklarına bağlıdır. Şüphesiz sekonder sargısının iki baş ucundan bir an için birisi pozitif iken öteki negatiftir. Şekil 3-4 A da gösterildiği gibi bu sargının pozitif ucu hangi diyoda isabet ederse yalnız o diyot bu zaman için iletkenidir ve öteki diyot anoduna bağlı uç negatiftir. Yarım saykıl sonra Şekil 3-4 B de gösterildiği gibi iki baş uçtaki gerilimin kutupları bir öncekinin tersi olarak değişir. Tam dalga redresöründeki lâmba, kendisine uygulanan alternatif gerilimin maksimum değerinin iki katına ya da sekonder sargısı iki baş ucu arasındaki gerilimin maksimum değerine dayanabilmelidir. Plâk ile katot arasına uygulanan gerilimin katot ucu plâk ucuna göre daha pozitif ya da anot negatif olduğu zaman lâmba iletken değildir. V-1 lâmbası iletken olduğunda, bunun katodu sekonder gerilimi tepe değerine göre pozitifdir ve V-2'nin katodu da aynı potansiyeldedir. Fakat bu aynı anda V-2'nin anodu çok negatiftir. Bu sebepten bir lâmbanın katodu ile plâğı arasında, her lâmbaya uygulanan sekonder geriliminin maksimum değerinin yaklaşık iki katı kadar gerilim bulunur. Buna tepeden-tepeye ya da ters gerilim değeri denir ve bir tam dalga redresör devresi düzeni ve plânlaması yapılırken düşünülmesi gereken bir husustur. Şekil 3-4 A ve B, uygulanan alternatif gerilimin pozitif ve negatif yarım saykılarında kendilerine ait akım durumlarını göstermektedir.

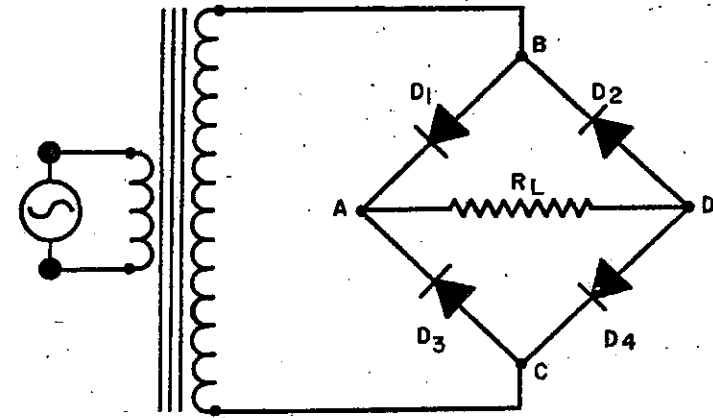
Şekil 3-5, uygulanan gerilimi ve buna göre çıkışta bulunan yarım dalga şekillerini göstermektedir. Uygulanan aynı gerilim için çıkış gerilimi, filtresiz yarım dalga redresörünün ortalamasının iki katı olur. Bu açıklamalar, tam dalga redresörünün yarım dalgaya göre niçin daha verimli bir akım kaynağı olduğunu anlatmaktadır. Tam dalga redresöründe yüksek akımların filtresi içinde, yarım dalgaya göre gerilim düşmesi daha azdır.

#### Kondansatörlü Filtre

Köprü tipi bir redresör Şekil 3-6 da gösterilmektedir. Bu tam dalga bir redresördür ve sekonder sargısı orta uçlu tam dalga redresörüne göre daha yüksek gerilime dayanabilir. Bu sonuç, tepeden tepeye maksimum gerilimin seri bağlı iki diyot uçları arasın-



Şekil 3-5. Yarım dalga redresör çıkışı. A.A. girişi E zaman Akım-zaman.

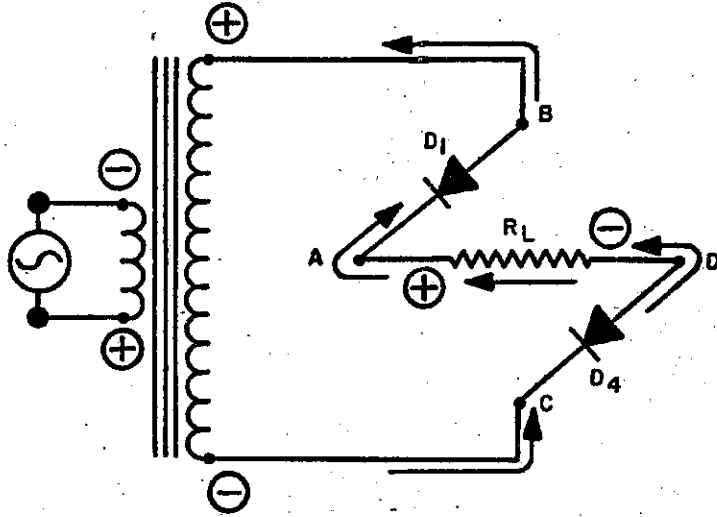


Şekil 3-6. Tam dalga köprü sistemi redresör devresi.

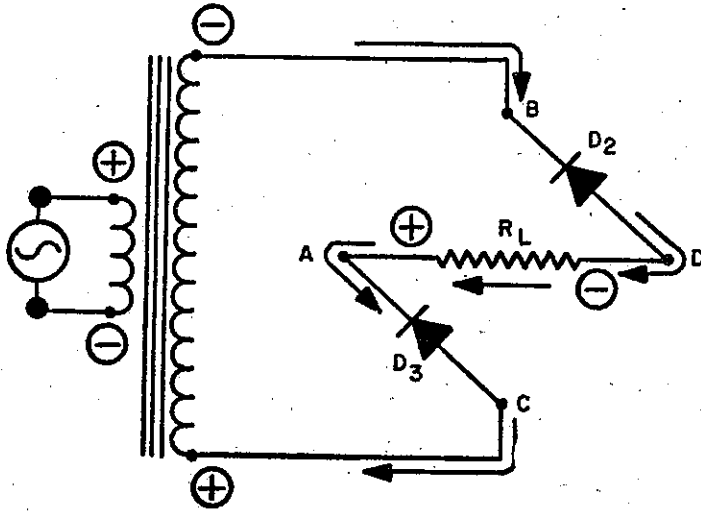
da bulunmasından dolayıdır ve böylece her diyot uçlarında, uygulanan gerilimin en fazla yarısı kadar bir gerilim bulunur. Şekil 3-7 A daki elektron akışı izlenirse, D<sub>1</sub> ve D<sub>4</sub> diyotları ile ve benzer olarak Şekil 3-7 deki D<sub>2</sub> ve D<sub>3</sub> diyotları da birbiri ile seri bağlı durumdadırlar.

Şekil 3-6 da gösterilen köprü tipi redresörde diyotların katotları ve A, B ve C noktalarında üç değişik gerilim görülmektedir. Şekil 3-7 A da A noktası pozitif C negatif olduğunda akım yolu gös-

terilmektedir.  $D_1$  ve  $D_4$  diyotları akım geçip iletken durumda iken,  $D_2$  ile  $D_3$  uygulanan gerilim kutuplarına göre ters bağlı olduklarından akım geçirmezler.  $R_L$  uç uçları arasında düşen gerilimin kutupları şemada görülmektedir.



Şekil 3-7 A. B Noktası pozitif olduğu zamanki akım yönü



Şekil 3-7 B. B Noktası negatif olduğu zamanki akım yönü.

Şekil 3-7 B de gösterildiği gibi C noktası pozitif ve B negatif olduğunda,  $D_1$  ve  $D_4$  diyotları elektronları geçirmeyecek,  $D_2$  ve  $D_3$  ise geçireceklerdir. Böylece, yarım saykılarda geçen akımlar  $R_L$  yük direnci uçları arasında, şebeke gerilimi her yarım saykılı için bir gerilim düşümü meydana getirecektir.  $D_1$  diyodu akım geçirdiğinde bütün E gerilimi  $D_2$  diyodu uçları arasında bulunur. (Şekil 3-6 da görüldüğü gibi bu anda  $D_2$  diyodundan akım geçemez).  $D_4$  diyodu akım geçirdiği zaman, yük direnci uçlarındaki bütün gerilim  $D_3$  diyodu uçları arasında bulunur. Şu noktaya çok dikkat etmelidir ki  $R_L$  yük direnci uçlarındaki gerilimin kutupları hiç bir zaman değişmemektedir. Böylece bu düzen alternatif akımı doğru akıma çevirme işinde kullanılabilir.

Bu devrenin bazı kötü tarafları vardır. Bir diyot uçları arasında gerilim düşümü olacağına iki diyotta birden olduğundan bu gerilim düşümleri dış devredeki gerilimin azalmasına sebep olur. Bu devrenin başlıca iyi tarafı sekonder sargısı orta uçlu bir transformatöre ihtiyaç göstermeyesidir ve eğer iki diyot ile yapılan tam dalga redresöründe kullanılan aynı transformatörü bunda kullanırsak ona göre iki katı gerilim elde etmek mümkündür.

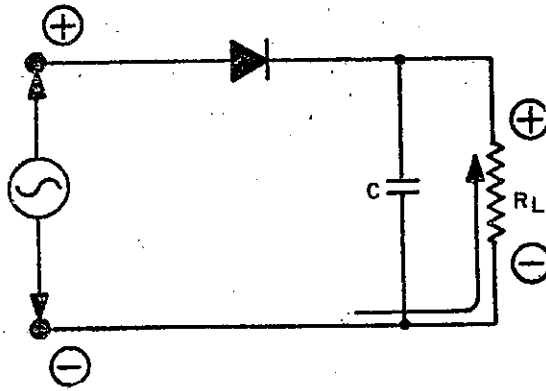
### FİLTRE DEVRELERİ

Biraz önce gördüğümüz redresör devrelerinde D.A. çıkış gerilimi dalga şekli palslı (nabazanlı) olduğundan lâmba ve transistör devrelerinin çoğunda kullanmaya elverişli değildir. Doğru akımdaki bu değişmeler onu dalgalı bir doğru gerilim şekline sokar. D.A. güç kaynaklarının çoğunda gaye olarak, bu dalgalı gerilimin toplam D.A. çıkış gerilimine göre oram ya da yüzde değerinin çok küçük olması istenir. D.A. kaynaklarında D.A. gerilimi üzerindeki bu dalgalı kısımları ortadan kaldırmak için kullanılan devreye filtre veya süzgeç devresi denir.

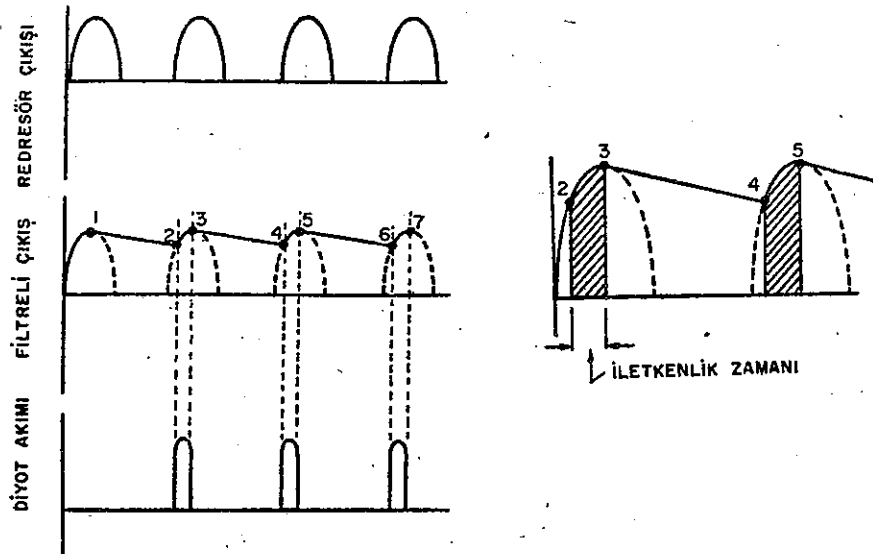
#### Kondansatörlü Filtre

Şekil 3-8, silisyumlu diyot ile yapılmış bir yarım dalga redresöründe kullanılan tek kondansatörlü filtre devresini göstermektedir. A.A. kaynağı gerilimi pozitif yarım dalga durumunda olduğunda elektronlar diyot ve  $R_L$  üzerinden akacaklardır.  $R_L$  uçları arasındaki gerilim C filtre kondansatörünü maksimum değerine göre şarj edecektir. Uygulanan A.A. besleme geriliminin değeri azalıp,

kondansatör şarj geriliminin aşağısına düştüğünde, diyot iletkenliği duracak ve  $R_L$  deki yük akımı kondansatörün deşarj akımı tarafından takviye edilip beslenerek  $R_L$  den geçen elektron akışı devam edecektir. Şekil 3-9 daki grafikte, A.A. besleme gerilimi tekrar artarak kondansatörde bulunan şarj gerilimine eriştiğinde (2, 4 ve 6 numaralı noktalar) diyot tekrar akım geçirmeğe başlayacaktır. Bu şekilde  $R_L$  uçları arasında yükselen gerilim, kondansatörü 1, 3, 5 ve 7 noktalarına kadar tekrar dolduracak ve bu işlem böylece de-



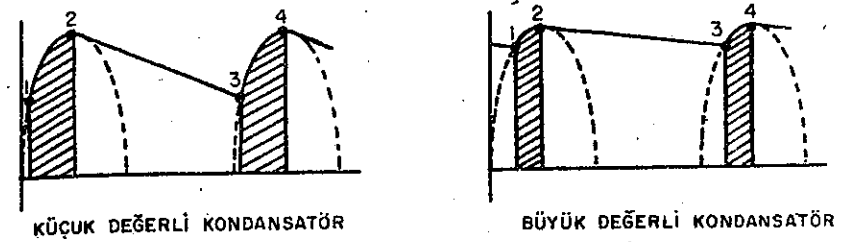
Şekil 3-8. Kondansatörlü filtre kullanılan diyotlu yarım dalga redresörü.



Şekil 3-9. Diyot iletkenlik zamanını gösteren kondansatörlü filtre çıkışı. Diyot akımı filtrelili çıkış redresör çıkışı, iletkenlik zamanı.

vam edecektir. Kondansatör 2 ile 3, 4 ile 5, 6 ile 7 noktaları arasında şarj olur ve 1 ile 2, 3 ile 4, 5 ile 6, noktaları arasında gerisin geriye devreye deşarj olur.

Şekil 3-10 da gösterildiği gibi devredeki kapasite büyüdükçe deşarj açısı daha düzgün ya da yatay olur ve diyodun iletkenlik zamanı kısalır. Diyod, kondansatörün yalnız şarj zamanlarında iletkenlidir. Böylece diyot akımı, dar ve uzun genlikli keskin pıslar şeklindedir. Eğer yük akımı sabit değerde tutulur ve kapasite artırırsa diyot akım pısları daha da dar olur.

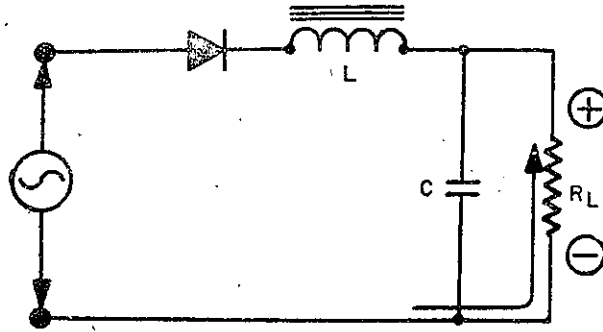


Şekil 3-10. Küçük ve büyük değerli kondansatörler için diyot iletkenlik zamanı (taranmış kısımlar)

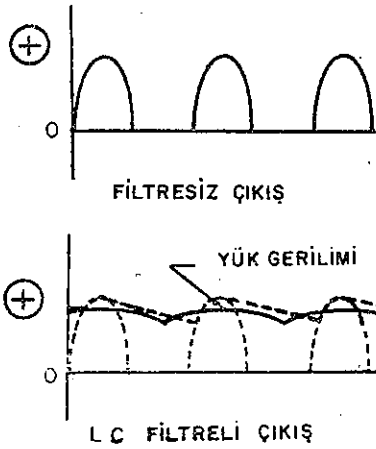
Devrenin akımı, katodun toplam emisyonu ile diyot ve transformator uçları arasındaki gerilim düşümlerine bağlıdır. Yükteki akımın çoğalması iletkenlik zamanını uzatır ve doğru akımın dalgalı kısmın derinliğini (ripil'i) artırır. Yük akımının azalması, iletkenlik zamanının ve ripil'i azaltır. C kondansatörü kapasitesinin artması ile ripil etkisi azalır ve böylece iletkenlik zamanının kısalması, diyodun maksimum akım değerini sınırlamış olur.

#### Şok Girişli Filtre

Genel olarak gazlı diyot lâmbalar ile yapılan redresörlerde kondansatör girişli filtre kullanılmaz. Çünkü kondansatörün şarj zamanlarında büyük tepe akımları meydana gelir ve bunlar lâmba içindeki gazın iyonizasyonunun kontrol edilmez duruma gelmesine sebep olur. Bu iyonizasyonun kontrol edilmez şekle girmemesi için Şekil 3-11 de gösterildiği gibi, bazan şok, yani endüktif girişli filtre kullanılır. Bu bir LC devresidir ve buna «L» ya da şok girişli filtre denir.



Şekil 3-11. Şok girişli filtre kullanılarak yapılmış diyotlu yarım dalga redresörü.



Şekil 3-12. Çıkış dalga şekli (ölçeksiz) L.C. filtrelili çıkış, yük gerilimi, filtresiz çıkış.

Bir bobinin özelliği olarak, içinden geçecek herhangi bir değişken elektron akışına karşı zorluk gösterme eylemi vardır. Bobinin manyetik alanı içinde enerji birikir ve bu enerji, redresör çıkışındaki gerilim, yük direnci uçlarındaki gerilimden daha aşağı düştüğü zaman serbest kalarak yük direncini besler. Şekil 3-12, filtresiz ve LC filtrelili çıkışların dalga şekillerini göstermektedir.

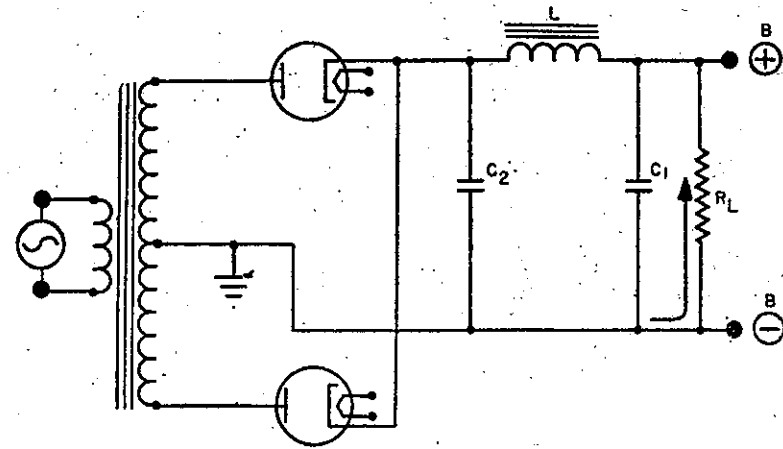
### $\pi$ (Pi) Tipi Filtre

Şekil 3-13, kapasitans girişli bir ( $\pi$ ) tipi filtreyi göstermektedir. Bunun dış görünüşü yunan harfi  $\pi$  ye benzediği için bu adı almıştır. Kondansatör girişli filtreler çıkışta yüksek gerilim ve küçük akım olan yerlerde kullanılır. Bu çıkış gerilimi yaklaşık olarak

her bir diyoda uygulanan sekonder geriliminin maksimum değerine eşit olur. Akım yükseldiğinde buna bağlı olarak gerilim hemen düşer ve tam yük akımı geçtiğinde ise 0,85 etkin değere kadar iner. Herhangi bir kondansatör girişli filtrenin karakteristik özelliği olarak bu, bir akım kaynağında, yüksek yük akımı sebebi ile büyük ripil ve fazla gerilim değişimleri gösterir. Bu devrenin önemli bir elemanı, devre anahtarı açıldığında filtre kondansatörlerinin deşarj olmasını sağlayan ve çok az da olsa çıkıştaki gerilim değişimlerini azaltıcı bir etki yapan  $R_L$  sızıntı direncidir. Bu sızıntı direnci, güç

kaynağı azami yük akımı değerinin takriben  $\frac{1}{10}$  u kadar akım

geçirecek şekilde hesaplanır. Bu tip filtre ortak olarak belki bütün elektronik devrelerde kullanılan bir filtre sistemidir.



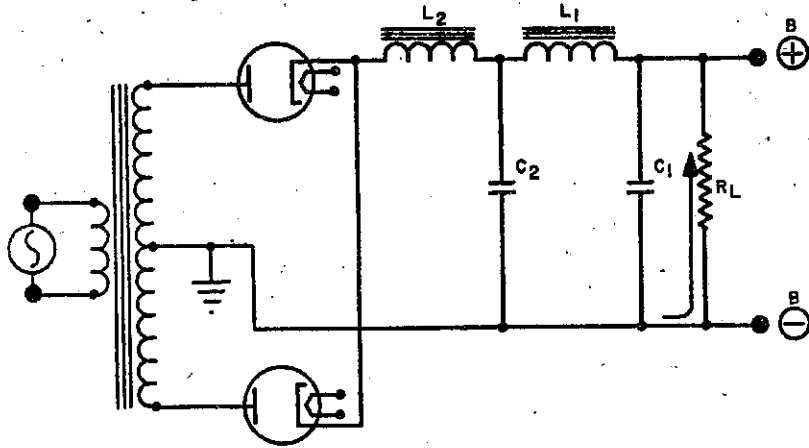
Şekil 3-13. Devreli kondansatör girişli filtrelili olarak yapılmış diyot lambalı tam dalgalı redresör.

### Şok Girişli İkili Filtre

Şekil 3-14 de, diyotların hatları ile kondansatör arasında seri olarak bir şok konmuştur. Bu tip filtrelere şok ya da endüktans girişli filtre denir. Diyottan dış devre akımı çekilmediği zaman çıkış uçlarındaki gerilim yaklaşık olarak kapasite girişli filtredeki aynıdır. Büyük derecede yük akımı çekildiğinde, önce tayin edilene kadar hemen bir gerilim düşümü olacaktır. İlk gerilim dü-

şüşü meydana geldikten sonra çıkıştaki gerilim regülasyonu ya da düzgünlüğü çok iyidir. Bobinler yük ile seri bağlı olduklarından ve özellikleri icabı akım değişikliklerine karşı zorluk gösterdiklerinden bu akım değişmelerini düzgünleştirici bir etki meydana getirirler.  $R_L$  yük direnci uçları arasına bağlı bulunan kondansatörler ise gerilim değişmelerine karşı zorluk gösterme özelliğine sahip olduklarından bu gerilim değişikliklerini düzgünleştirirler. Bobin ve kondansatörlerin her ikisinin de beraberce elektriksel ataletlerinin redresör gerilimi ve akımı üzerinde yaptıkları etki, filtrenin gördüğü iş için istenen ve ideal bir şeydir.

Bu iki tip, şok ve kondansatör girişli filtreler karşılaştırılırsa, şok girişli filtre kullanıldığında redresör akımı devamlı ve düzgündür, fakat kondansatör girişli kullanıldığında biraz dalgalıdır (di-yotların iletkenlik zamanında). Aynı D.A. yük akımı için, kondansatör girişlideki maksimum anot akımı tepe genişliği endüktans girişliye göre daha büyüktür.



Şekil 3-14. Çift şok girişli filtrelilik yapılmış diyot lambeli ve tam dalgalı redresör.

Diyot sınırlamaları sebebi ile yüksek akımlı devrelerde şok girişli filtre kullanılır. Endüktansın ölçü ve fiyatını düşürmek için küçük akımlarda büyük endüktanslı fakat yük akımı ile doyuma gelince küçük endüktanslı şoklar kullanılır. Böylece endüktans yük akımı ile değişebilir. Şok girişli filtrelerde normal yük altındaki D.A. çıkış gerilimi, yaklaşık olarak redresöre uygulanan A.A.

geriliminin ortalama yani,  $0,637 \times$  Maksimum gerilim değerine eşittir. Kondansatör girişli filtrelerde küçük yük altında D.A. çıkış gerilimi, yaklaşık olarak redresöre uygulanan A.A. geriliminin maksimum yani  $1,414 \times$  Etkin gerilim değerine eşittir. D.A. ın çıkış akımı arttığında gerilim seviyesi düşer. Bir endüktansın filtreleme etkisi yük akımının artması ile artar, oysa bir kondansatörün filtreleme etkisi yük akımının artması ile azalır. Endüktans ve kapasitansın ikisini de içine alan bir filtre devresi yapıldığında yük akımındaki büyük değişmeler, çok az bir ripil değişikliği meydana getirir.

#### D. A. GÜÇ KAYNAĞI ÇIKIŞ GERİLİMİNİN DALGALANMASI (RİPİL)

Ripil, D.A. çıkışının dalgalanmasıdır ve bu Şekil 3-15 de gösterildiği gibi genel olarak D.A. gerilimi üzerinde A.A. bileşenlerini ya da tepe noktalarını ihtiva eder. Ripil yani dalgalı kısmın miktarının D.A. çıkış gerilimine oranına ripil faktörü denir. Bu miktar yüzde değer olarak ifade edilirse buna ripil yüzdesi denir. Ripil yüzdesi küçük olursa D.A. güç kaynağı tam doğru akıma yakın gerilim verir. Yarım dalga doğrultmada frekans düşük ve iletkenlik yalnız yarım saykıl zamanlarında olduğundan ripil yüzdesini küçük değer-



Şekil 3-15.



(A) FİLTRESİZ YARIM DALGA ŞEKLİ



(B) FİLTRESİZ TAM DALGA ŞEKLİ



(C) FİLTRESİZ ÇOK FAZLI DALGA ŞEKLİ

Şekil 3-16. Doğrultulmuş çıkış dalga şekilleri. Dalgalı D.A. çıkışı, filtresiz yarım dalga şekli, filtresiz tam dalga şekli, filtresiz çok fazlı dalga şekli.

de tutmak zordur. Tam dalga ya da çok fazla doğrulmada küçük ripil yüzdesine erişmek daha kolaydır. Çünkü redresörün doğru akımı dalgalandıran (nabazanlı ya da palşlı yapan) frekansı yüksektir ve diyotlar devamlı iletken durumdadırlar. Bunlar Şekil 3-16 A, ve C de gösterilmektedir.

Kabul edilebilir ripil altında bir yük akımı meydana çıkması için filtre devresinde kullanılacak uygun ölçüde bir endüktans ve kondansatör değerini bulmak gerekir. Yük akımı ile ripil çoğalmakta ve minimum distorsiyon için sinyal gürültü oranının önemli olmasından dolayı Şekil 3-14 deki gibi çoklu bir filtre kullanmanın faydaları büyüktür.

Yük akımına göre ripil faktörü şöyle bulunur 
$$\sqrt{\frac{I_{et} - I_{DA}}{I_{DA}}}$$

Gerilim değerlerine göre ripil faktörü ise,

$$\frac{E_{A-A}}{E_{DA}} = \frac{0,47}{(4 \omega^2 LC - 1)} \text{ dir,}$$

Burada  $\omega = 2\pi f$  ve L henri, C ise farat cinsindedir.

Devre için önceden tayin edilen ve kabul edilebilir değerde bir ripil, bilinen yük direncine ve yük akımına göre gerilim ripili olarak bulunabilir. Önceden kabul edilen değerde bir gerilim ripili yukardaki gibi, akımlardan faydalanarak hesaplanabilir, bilinmesi gereken LC çarpımı, gerilim formülünden bulunarak aşağıdaki gibi yazılır.

$$LC = \frac{0,47 E_{DA} - E_{AA}}{4 \omega R_{AA}}$$

Eğer bir kısımdaki filtre elemanları pratik değerlerden daha büyük çıkarsa, ripili kabul edilebilir bir sınıra indirmek için buna yeni LC filtre devreleri eklenebilir.

Yarım dalga redresörlerinde filtre için yüzde ripil değerini küçük seviyede tutmak için gerekli olan kondansatör değeri 40 ile 100  $\mu$  F arasındadır. Tam dalga redresörlerinde ise yüzde ripil değerini

aynı seviyede tutmak için gerekli olan kapasite değeri şüphesiz daha küçüktür ve 8 ile 10  $\mu$  F arasındadır.

Bazı D.A. güç kaynaklarını beslemek için şehir şebekesi değil de 400 ve 800 saykılık A.A. kaynağı kullanılır. Bu, frekansı daha yüksek A.A. kaynağı, 60 saykılık şehir şebekesine göre, bakır kayıpları az, demir çekirdeği daha küçük transformatörlere ihtiyaç gösterir. Böyle, frekansı daha yüksek A.A. kaynağı kullanmakla, filtre kondansatör ve şokunun boyutları ve değeri küçültülerek kapladıkları yerden ve ağırlıktan tasarruf edilmiş olur. Bu faktörler, uçaklar ve öteki uzay araçlarında hafif cihazlar kullanabilmek ve yerden kazanmak için önemlidir. Burda konu edilen D.A. güç kaynakları şehir şebekesi ile çalışan güç kaynakları gibi aynı devrelerden teşekkül eder.

#### GERİLİM REGÜLASYONU

Regülasyonsuz bir güç kaynağında yük akımlarının değişmesi ile çıkış geriliminde değiştiğini görürüz. Bunun yüzde kaç olarak değiştiği şöyle bulunur.

$$\text{Gerilim regülasyonu yüzde değeri} = \frac{E_{TAM YUKLU} - E_{TAM YUKSUZ}}{E_{TAM YUKLU}} \times 100$$

Buradaki E değerleri ölçülerek bulunan gerilim değerleridir.

Bu regülasyon yüzdesi her redresör için hesaplanabilir ve çeşitli tip filtreler kullanarak değiştirilebilir. Bazı elektronik cihazlar gerilim regülasyonu çok iyi bir redresöre ihtiyaç gösterirler. İyi bir gerilim regülasyonlu akım kaynağına ihtiyaç gösteren elektronik cihazlar için regülasyonlu D.A. güç kaynakları denen redresörlerde, gerilim değişikliklerini çok dar bir sınır içinde tutmak için güç triyotları ve huzmeli güç lambaları kullanılarak yapılmış özel devreler kullanılır. Regülasyonlu D.A. güç kaynakları bu bölümün sonunda öğrenilecektir.

#### Kenetleme ve Sınırlama

Bir kenetleyici (clammer) ya da D.A. restore edici, transformatör kullanmadan, A.A. geriliminin D.A. referans seviyesini değiştiren bir diyot devresidir.



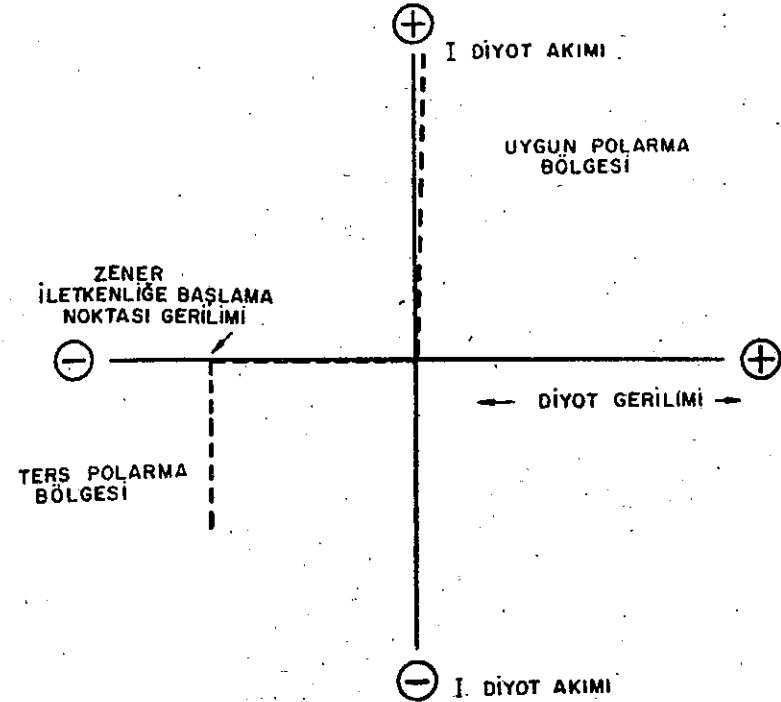
Giriş gerilimi pozitif 10 voltu geçtiğinde A diyodu iletken olarak çıkış gerilimini pozitif 10 voltta tutar. Giriş gerilimi negatif 10 voltu geçtiğinde B diyodu iletken olarak çıkış gerilimini negatif 10 voltta tutar. Eğer kırılarak arta kalan seviye giriş gerilimi maksimum değerinin % 10 unun altında tutulursa bu etki sonucu meydana çıkan dalga şekli iyi bir kare dalgadır. Bu şekildeki kırılarak arta kalan kısım bir amplifikatör girişine verilerek onun dalga şekli yükseltilebilir ve bunu önce görülene benzer başka bir diyot kırıcı devresine uygulayarak daha da iyi bir kare dalga şekli elde etmek mümkündür. Bu işlem sonucunda meydana çıkan dalga şekli çok iyi bir kare dalgadır.

#### Zener Diyotlar

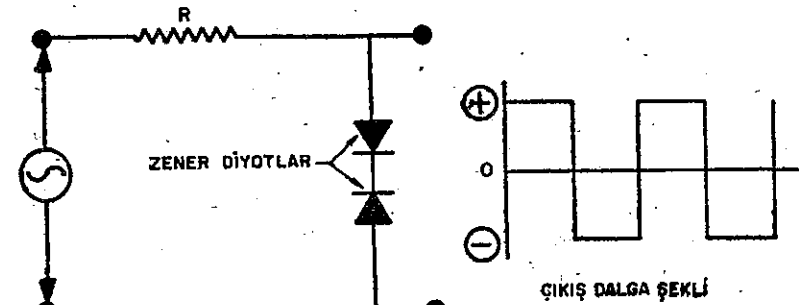
Bazı yarı iletkenler ya da kristal diyotlar, silisyumdan ve geniş yüzey birleşmeli olarak yapılır ve bunların bazı ilginç karakteristik durumları vardır. Bu şekildeki diyotlar plâk gerilimi katot gerilimine göre daha pozitif olduğu zaman düşük empedans etkisi gösterirler. Eğer plâk gerilimi katot gerilimine göre daha negatif olursa diyotların empedans etkisi yüksektir. Bu etkiler öteki diyotlar için de aynıdır. Eğer plâk katoda göre daha negatif yapılırsa bir «iletkenliğe başlama» noktasına erişilir. Bundan sonra, eğer plâk gerilimi biraz daha düşürülürse diyot iletken duruma geçerek kendi uçları arasında hemen hemen sabit bir gerilim düşümü meydana getirecek kadar ters yönde bir akım geçirir. Bir karakteristik eğri Şekil 3-19 da gösterilmektedir.

Girişlerine pozitif ve negatif maksimum tepe değerleri arası 4 ile 600 volt arasında gerilimler vererek çıkışlarından takriben 2 ile 300 volt kadar kare dalgalı gerilim alınabilen zener diyotlar bulunmaktadır.

Şekil 3-20, bir zener diyotlu kırıcı devreyi göstermektedir. Bu devre, çalışması için bir pozitif ve negatif referans gerilimine ihtiyaç göstermemektedir. İki zener diyot sırt sırta bağlı olduklarından çıkış uçları arasında çok büyük bir empedans gösterirler. Zener diyot iletkenliğe başlama gerilimine eriştiğinde, diyot uçları arasındaki direnç çok küçük olur ve R den geçen akım bu dirençte bir gerilim düşümü meydana getirir. Böylece zener diyot çalışma gerilimini aşan herhangi bir kaynak geriliminin fazla kısmı R direncinde düşürülmüş olur. Bu direnç diyodun sarfiyatını kendi



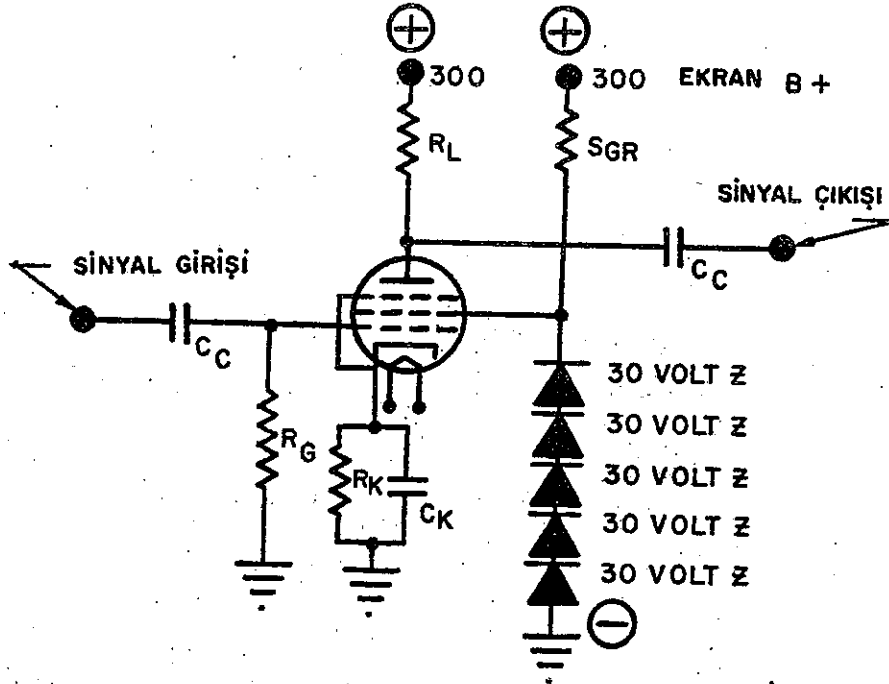
Şekil 3-19. Zener diyot karakteristik eğri, diyot akımı, ters polarma bölgesi, diyot gerilimi.



Şekil 3-20. Zener diyotlu kırıcı devre, zener diyotlar, çıkış dalga şekli.

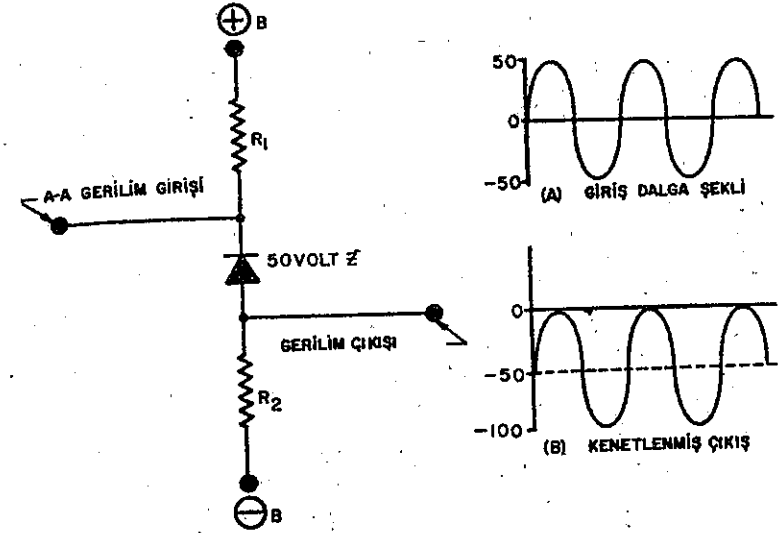
sınırları içinde tutmak için bunun akımını sınırlayarak emniyetli bir değerde kalmasını da sağlar. Bu etkiler ile meydana çıkan kare dalga şekli, Şekil 3-20 de gösterildiği gibidir.

Şekil 3-21 de iletkenliğe başlama ters gerilim değerleri 30 volt olan ve 30 diye işaretlenen beş zener diyot görülmektedir. Diyotlar, normal çalışma yönlerinde değil de içlerinden ters akım geçecek yönde devreye bağlanmışlardır. Bu bağlantı, pentot lâmbanın ekran gri gerilimini ekran akımındaki değişikliklere bağlı kalmaksızın 150 voltta sabit tutar.



Şekil 3-21. Zener diyotlu ekran gerilim regülatörü. Sinyal girişi ekran B, sinyal çıkışı.

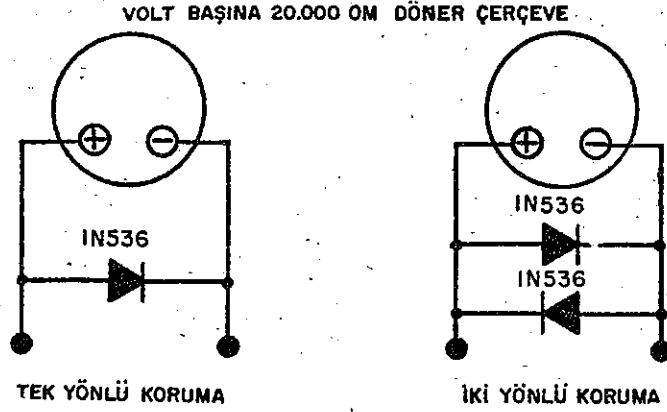
Zener diyodun başka bir çalışma yeri olarak sinyalde bir zayıflatma yapmadan bir A.A. geriliminin D.A. referans seviyesini değiştirir. Şekil 3-22 deki devrede 50 voltluk zener diyot uçları arasında sabit 50 volt düşerek çıkış geriliminin referans seviyesini, uygulanan giriş gerilimi referans seviyesinden her zaman tam 50 volt aşağı kaydırır. Şekil 3-22 B de bu aşağı kaydırılmış ya da kenetlenmiş dalga şekli gösterilmektedir.



Şekil 3-22. Zener diyotlu kenetleyici devre. A.A. gerilim girişi, gerilim çıkışı, giriş dalga şekli, kenetlenmiş çıkış.

#### Ölçü Aleti Koruyucu Elemanı Olarak Silisyum Diyotlar

Bir voltmetre kendi ölçme alanı değerinden yüksek bir gerilime bağlandığı zaman bir çok arızalar meydana çıkar. Her zaman rastlandığı gibi ibresi eğilebilir. İyi düzenlenmiş ve volt başına 20.000 omluk bir voltmetre çok kısa zaman için kendi normal akımının yedi katına dayanabilir. Ölçü aletini korumanın basit bir çaresi olarak Şekil 3-23 de gösterildiği gibi uçları arasında şönt olarak bir güç silisyum diyodu bağlamaktır. Bu uygulamada, diyot etkisi olarak ters yönde iletkenliğe başlama noktası ya da «ters polarma» ya benzer olarak uygun yönde iletkenliğe başlama noktasından istifade edilir. Uçları arasında verilecek doğru yönde bir gerilim, sıfırdan 0,1 volta yükselinceye kadar diyotun binlerce om iç direnci vardır. Bu 0,1 volt noktasında diyodun iç direnci hemen hemen sıfıra düşer ve doğru yönde kısa devre durumu meydana çıkar. 50 mikroamperlik bir aletin sonuna kadar sapması için gerekli gerilim yaklaşık olarak 0,1 volt olduğundan böyle ölçü aletleri için bu diyotlar uygun ve iyi bir koruyucu elemandır. Bu düşünce ile, Şekil 3-23 de gösterildiği gibi birbirine göre ters yönde bağlanmış iki diyot kullanarak ölçü aletini koruma işi daha da iyi yapılabilir.



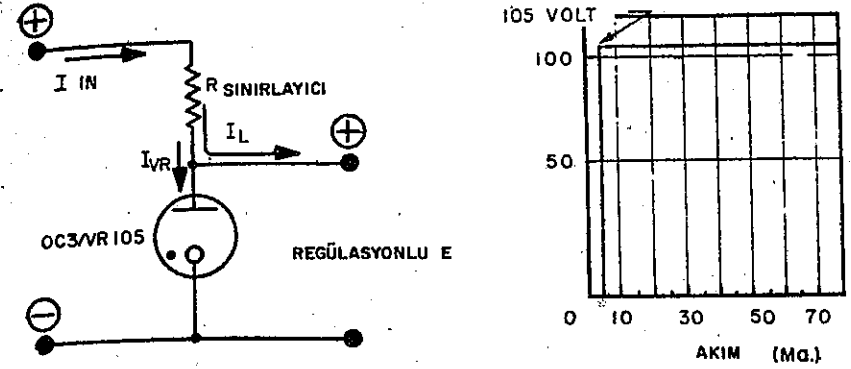
Şekil 3-23. Silikon diyot kullanarak yapılmış ölçü aleti koruyucu devreler.

**Diyot Bozukluğunun Tespiti.** Diyodun çalışması önceden bilinen doğru ve ters yön dirençlerine bağlıdır. Eğer bu dirençler değişirse, genel olarak devrelerindeki çıkış dalga şeklini distorsiyona uğrattırır ya da deforme ederler. Diyotların kontrolü ya da bozukluğunun bulunmasının en iyi metodu doğrudan doğruya uygun ve ters yöndeki direncini ölçmektir. Tipik değerlere ait bir tablo aşağıdadır.

Diyot Tipi	Doğru Yön Direnci	Ters Yön Direnci
GERMANIUM	150 Om	200 K. Om-400 K. Om
SİLİKON	10 Om	1 Mega Om.
Vakumlu Lâmba	250 Om	10 Mega Om

### GERİLİM REGÜLASYONLU D. A. GÜÇ KAYNAKLARI

D.A. ile beslenen bir elektronik cihazda yük değişimleri gerilimde bazı değişiklikler meydana getirir. Buna, girişe uygulanan A.A. kaynağı değişimleri ya da yükteki değişimler sebep olabilir. Bazı elektronik cihazların çalışmasına bu çıkış gerilimindeki değişimler kötü etki yapar. Şekil 3-24 sabit çıkış gerilimi elde edilen bir metodu göstermektedir. Bu devrede OC3/VR105 tipi bir gazlı regülâtör lâmbası kullanılmıştır. Bu gibi regülâtör lâmbaları uçları arasında, orta derecede bir akım değişme alanı içinde gerilim sabit



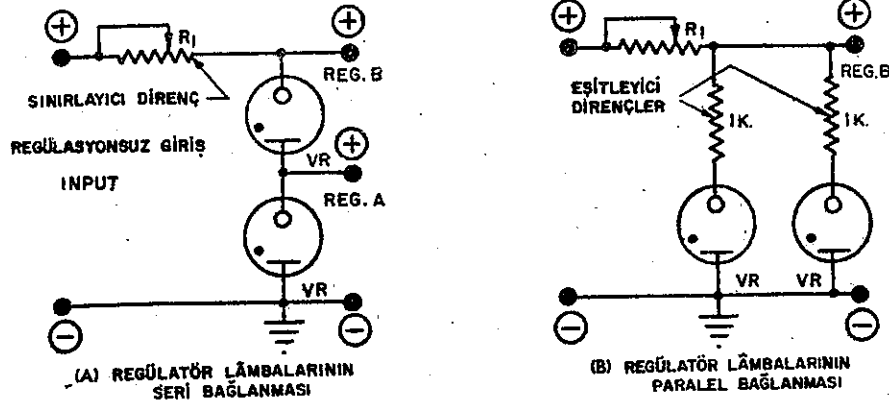
Şekil 3-24. Soğuk katotlu görülm regülâtör lâmbası. I. giriş E kaynağı, regülasyonlu E, sınırlayıcı, akım.

kalmır. Böyle regülâtör lâmbaları 150, 105, 90 ve 75 volta çok yakın regüle edilmiş ya da sabit bir gerilim verebilirler. Regülâtör lâmbası  $R_1$  akım sınırlayıcı bir direnç ile beraber akım kaynağı uçları arasında seri bağlanmıştır. Regüle edilmiş yük gerilimi lâmba uçları arasındadır. Gerilimi sabit bırakma işinde lâmba içinden en az 5 ma geçmelidir. Lâmba maksimum akımı hiç bir zaman 50 ma i geçmemelidir. Eğer geniş yük akımı alanı içinde bir gerilim regülasyonu yapılacaksa bunun sonucu olarak yük akımı 30-35 ma i geçmemelidir. Çıkış akımı 35 ma den büyük olursa lâmba, çıkış gerilimini uzun müddet sabit tutamaz. Akım sınırlayıcı  $R_1$  direncinin değeri, yük akımı olmadığı zaman lâmbadan minimum akım geçirecek şekilde hesap edilmelidir.  $R_1$  direnç değeri şu formül ile bulunur.

$$R_1 = \frac{(E_s - E_r)}{I_{VR}}$$

Burada  $R_1$  om olarak sınırlayıcı direnç,  $E_s$  birbirine seri bağlı, direnç ve lâmba uçları arasında uygulanmış kaynak gerilimi,  $E_r$  ise regülâtör lâmbası uçları arasındaki gerilim değeridir ve  $I_{VR}$  de amper olarak maksimum regülâtör lâmba akımıdır. Bu akım değeri genellikle 40 ma dir.

Şekil 3-24 deki grafik, lâmba akımında geniş değişiklikler altında bunun uçları arasında düşen gerilimin sabit kaldığını meydana çıkarmaktadır. Akım 5 ma in altına düştüğünde lâmba iyonize olmadığından gerilim regüle edilememektedir. Eğer akım 40 ma den büyük olursa lâmba iki kat iyonize olacak ve bununla orantılı olarak lâmba uçları arasında düşen gerilim azalacağından yükteki gerilimi artık sabit bırakamayacaktır. Şema, uygulanan E kaynak gerilimi 300 volt ve 105 volt altındaki  $I_L$  yük akımı 20 ma olduğunda  $I_{VR}$  lâmba akımının 20 ma olarak seçilmesi gerektiğini göstermektedir. Buradan  $R_1$  sınırlayıcı direnci, içinden I toplam akımı 40 ma geçtiğine göre uçları arasında 195 volt düşürecek şekilde hesaplanmalıdır. Ohm kanununa göre gerekli direnç değeri  $195 \div 0,45 = 4875$  ohmdur. Uygulanan giriş geriliminin değişmesi regülatör lâmba akımını da değiştirebilir, fakat lâmba uçları arasındaki ve yük gerilimi hemen hemen sabit kalacaktır.



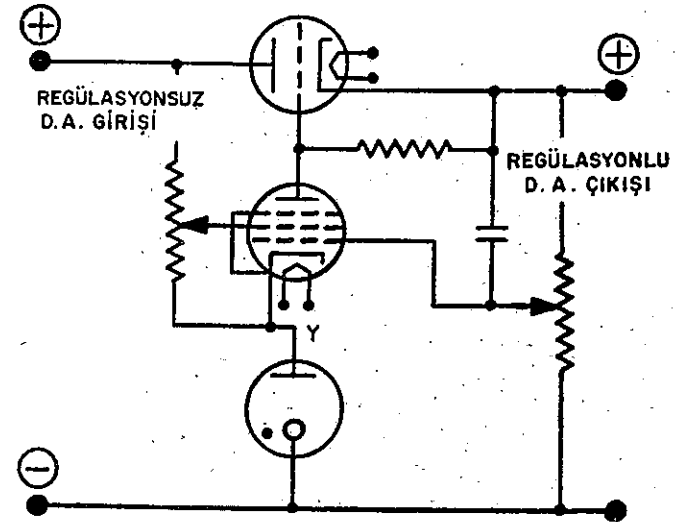
Şekil 3-25. Regülatör lâmbalarının seri bağlanması, regülatör lâmbalarının paralel bağlanması, regüstasyonsuz giriş sınırlayıcı direnci eşitleyici dirençler.

Farklı çalışma alanlarında iş görmelerini temin için gerilim regülatör lâmbaları seri ve paralel bağlanabilirler. Bu sebeple Şekil 3-25 A da gösterildiği gibi seri bağlanarak çalışmaları ile regüle edilen gerilim bir lâmba geriliminin iki katı yapılabilir ya da çıkıştan iki farklı değerde regüle edilmiş gerilim alınabilir. Çıkıştaki farklı iki gerilim ucundan çekilecek toplam yük akımı 35-40 ma i geçmemelidir. Şekil 3-25 B de gösterilen paralel çalışmada iki regülatör lâmbası kullanıldığında toplam akım iki kat yapılabilir, fa-

kat gerilim regülasyonu azalır. Böyle devreler kullanılarak yapılan gerilim regülatörlerinin bu akım değerleri altında gerilimi, yüzde bir değişme içinde sabit kalır.

#### Seri Lâmbalı Gerilim Regülatörleri

Gerilim kontrolü için uygulanmış bir metot Şekil 3-26 da gösterilmiştir. Bu devre önce anlatılan devrelerden daha geniş bir alan içinde gerilim ve akım değişimleri gösteren devrelerin regülasyon işinde kullanılır. Devreye seri bağlanan güç triyodundan yük akımı geçer ve lâmbanın iç direnci buna göre değiştirilerek gerilim kontrol işi yapılmış olur. Lâmba iç direncinin değişmesi ile bunun uçları arasında düşen gerilim de değişmiş olur. Sabit referans gerilimi soğuk katotlu gerilim regülatör lâmbası tarafından temin edilir. Regülasyon kontrolü, geri besleme devresinde elde edilen çıkışın bir kısmını, Y noktasındaki sabit referans gerilimi ile karşılaştırarak elde edilir. Eğer bir fark olursa yükselteç lâmbası, güç triyodu grisinin polarma gerilimini yeni bir değere ayarlar ve böylece güç lâmbasında düşen gerilimin değişmesiyle çıkış gerilimi tekrar normal değere ayarlanmış olur. Çıkış gerilimi yükseldiğinde pentot amplifikatör lâmbasının grisindeki gerilim artar ve anot akımı büyür. Pentodun katot gerilimi Y noktasındaki referans gerilim sevi-

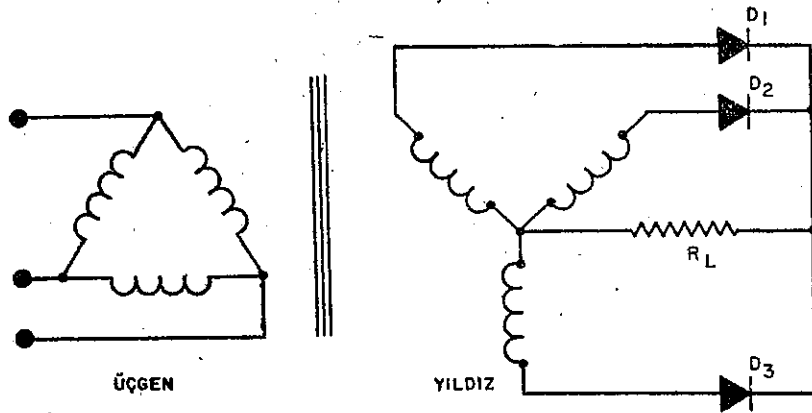


Şekil 3-26. Seri lâmbalı gerilim regülatörü, regülasyonlu D.A. çıkışı,

yesinde olduğundan değişmez. Gri polarına gerilimi, devrede çıkış gerilimi uçları arasına bağlanmış gerilim bölücü potansiyometre ile ayarlanarak artırılabilir. Önce söylendiği gibi yükselteç lâmbası pentodun anot akımı arttığında bu akım güç triyodu gri polarına gerilimini ters fazlı olarak azaltır. Böylece güç triyodunun iç direnci yükseltilmiş ve çekilen yük akımı için lâmba uçları arasında düşen gerilim artmış olur. Bu lâmba uçları arasındaki gerilim düşümü ve direncin artması çıkış gerilimini eski normal seviyesine döndürür. Regülasyonsuz giriş gerilimindeki ripil, çıkış geriliminin bir kısmının şimdi anlatılan geri beslenmesi işlemi ile herhangi bir ek filtre devresine ihtiyaç göstermeden azaltılmış yani düzeltilmiş olur. Bu prensip kullanıldığı zaman doğru akımda çok iyi bir gerilim regülasyonu meydana getirilmiş olur.

#### Çok Fazlı Redresörler

Burada, bundan önce anlatılan ve tek fazlı A.A. kullanılarak meydana getirilen çeşitli D.A. güç kaynaklarından faydalanılacaktır. Şimdi daha özel olan ve çok fazlı A.A. kullanılarak yapılan D.A. güç kaynaklarından bahsedilecektir. Şekil 3-27, üç fazlı bir güç redresörünün şemasını göstermektedir. Transformatorün primeri üçgen sekonderi ise yıldız bağlanmıştır. Sekonder sargıları arasında  $120^\circ$  lik faz farkı vardır.  $R_L$  yük direnci, sargıların ortak bağlı nötr ucu ile 1,2 ve 3 numaralı diyotların birbiri ile bağlanmış katot uçları arasına bağlanmıştır. Şekil 3-28 A, B, C ve D, uygulanan üç fazlı

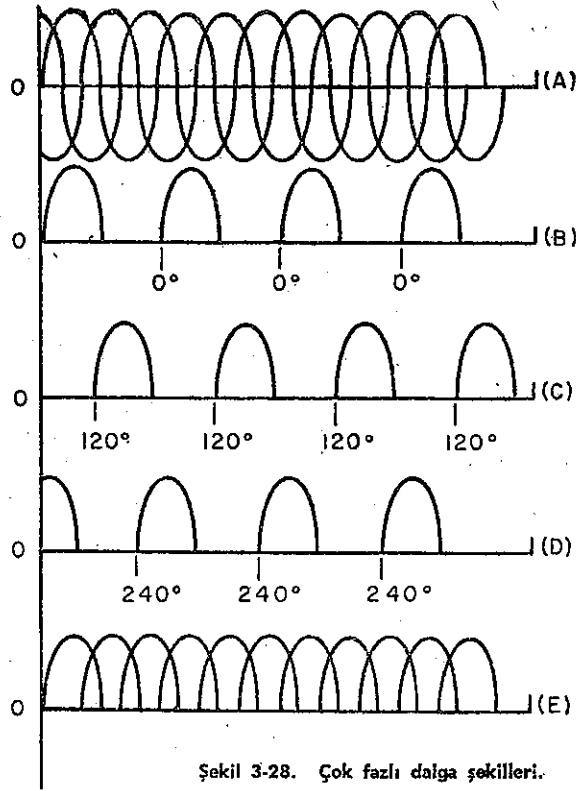


Şekil 3-27. Üç fazlı yarım dalga redresör devresi, yıldız, üçgen.

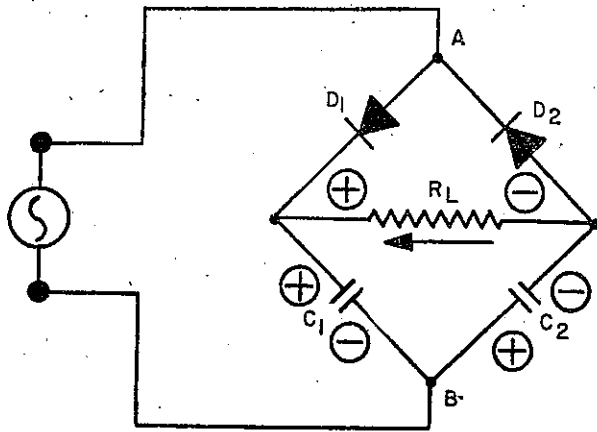
alternatif akım dalga şekli ile her diyot çıkışındaki doğrultulmuş yarım dalga şekillerini göstermektedir. Şekil 3-28 B, C, ve D, çıkıştaki ve birbirinden  $120^\circ$  faz farklı dalga şekillerini göstermektedir.  $R_L$  uçları arasındaki D.A. gerilimi dalgalıdır ve dalgalanma frekansı uygulanan alternatif akım frekansının üç katıdır. Böylece devrede uygun ve yeter bir filtre için tek fazlı sistemlerde kullanılanlardan daha küçük kondansatörler kullanılabilir. Çok fazlı devrelerde tek fazlı devrelere göre daha yüksek verim elde edilir ve böylece üç fazlı sistemlerin endüstriyel kaynak ve yüksek akım uygulamalarında kullanılması daha faydalı olmuştur. Çok fazlı redresör devreleri, radyo verici istasyonları D.A. güç kaynakları, dielektrik ve endüksiyon ısıtma sistemleri, kuvvetli elektronik güç kaynakları gibi yüksek güç isteyen endüstriyel cihazların beslenmesinde kullanılır. Yüksek güçlü redresör devrelerinde cıvalı ignitron lâmbaları da kullanılır. Bu lâmbalar daha sonraki bölümlerde anlatılacaktır.

#### Gerilim Katlayıcılar

Şekil 3-29, bir gerilim ikileyicisinin şemasını göstermektedir. Bir gerilim ikileyici, verilen alternatif giriş gerilimi maksimum değerinin iki katına eşit doğru gerilim verir. Gerilim ikileyici devre iki diyot ile çıkış gerilimine seri bağlı iki kondansatörden ibarettir. Bu devre esasında, iki diyot yerine iki kondansatör konmuş bir köprü tipi redresör devresidir. Bu kondansatörlerin konması, devreyi, çıkış gerilimi bu iki kondansatör uçları arasından alınan tam dalga ikileyici bir devre yapar. A noktası pozitif ve B noktası negatif olduğunda  $D_1$  diyodu  $C_1$  kondansatörünü şarj eder. B noktası pozitif ve A noktası negatif olduğunda ise  $D_2$  diyodu  $C_2$  kondansatörünü şarj eder. Bu ikinci şarj durumu A.A. girişinin bir sonraki yarım saykılında meydana çıkar. İki kondansatörün uçları arasındaki şarj geriliminin toplamı, giriş gerilimi maksimum değerinin iki katına eşit olur. Yani kondansatörler seri olarak şarj olduğundan bunların uçları arasındaki gerilim, A.A. giriş gerilimi etkin değerinin 2,82 ile çarpımına eşit olur. İki diyodun birbirine ters yönde bağlanması sebebiyle A.A. giriş gerilimi iki kondansatörü aynı yönde şarj eder. A.A. giriş gerilimi her saykılı için kondansatörleri şarj eden iki alternans vardır. Böylece bu tip gerilim ikileyicilerde çekilen akım kondansatörlerin deşarj akımına bağlıdır ve devreden çekilen akım miktarı gerilimin değerinin sınırlı kalmasını sağlar. Deşarj zama-

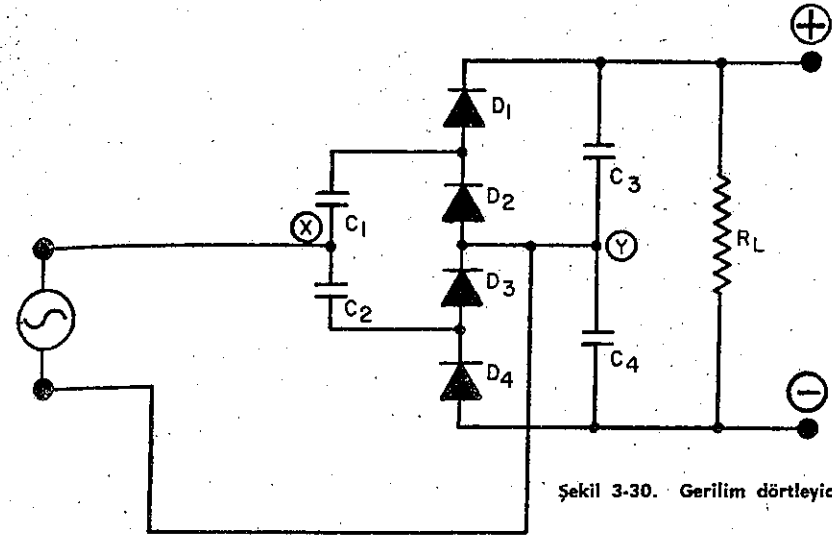


Şekil 3-28. Çok fazlı dalga şekilleri.



Şekil 3-29. Gerilim ikileyici devre.

nında yük akımı artarsa ripil yüzdesi ve gerilim düşümü de artar. Gerilim çoğaltıcılarda kullanılan prensip, A.A. giriş gerilimi her ayrı yarım saykılı üzerinde her kondansatörün şarj olmasıdır. Bu gerilimler; yük tarafından akım çekilmesi ile, seri bağlı iki bataryaya benzer olarak birbirine eklenecek şekilde kutuplanmış olan iki seri bağlı kondansatörden deşarj olurlar.



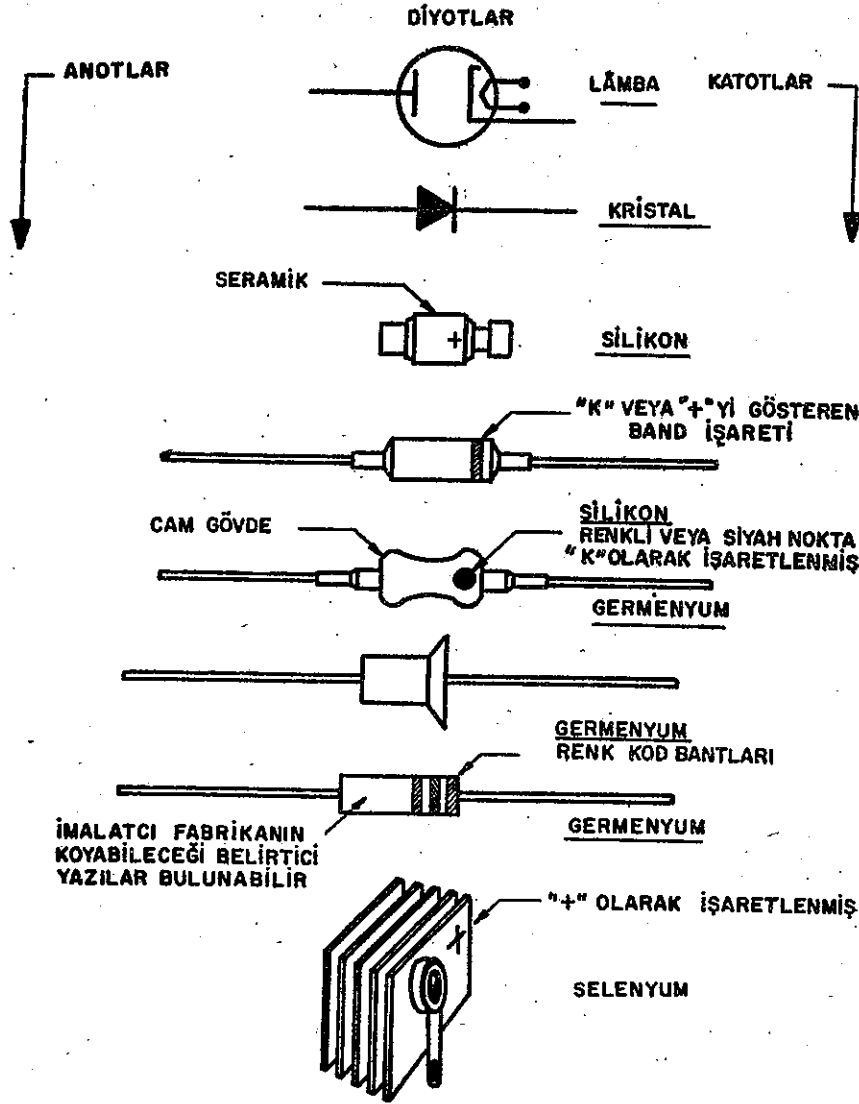
Şekil 3-30. Gerilim dörtleyici devre.

Bu prensip, giriş geriliminin daha fazla çoğaltılması işinde de kullanılabilir. Şekil 3-30 da gösterilen şema bir gerilim dörtleyici-dir. Y noktası pozitif olduğunda  $D_2$  diyodu  $C_1$  kondansatörünü ve  $D_4$  diyodu  $C_2$  deki şarj ile beraber  $C_4$  ü şarj eder. X noktası pozitif olduğunda ise  $D_1$  diyodu  $C_1$  deki şarj ile beraber  $C_3$  ü ve  $D_3$  diyodu  $C_2$  yi şarj eder. Bu şekilde  $C_3$  ve  $C_4$  ün çıkıştaki deşarj gerilimi, her birinin A.A. giriş geriliminin iki katına eşit şarj gerilimidir ve seri olarak bağlı  $R_L$  uçlarında bulunur.  $R_L$  uçları arasındaki bu çıkış gerilimi A.A. giriş geriliminin 1,414 ile çarpımının 4 katına eşit yani bunun etkin değerinin 5,64 katı kadardır. Bu gerilim çoğaltıcı devreler, küçük akım altında yüksek gerilim isteyen herhangi bir elektronik cihazda kullanılabilir.

#### DIYOTLARIN TANINMASI

Elektronik endüstrisinde kullanılan diyotların şekil ve tanıma işaretleri değişik özellikler göstermektedir. Şekil 3-31, kullanılan di-

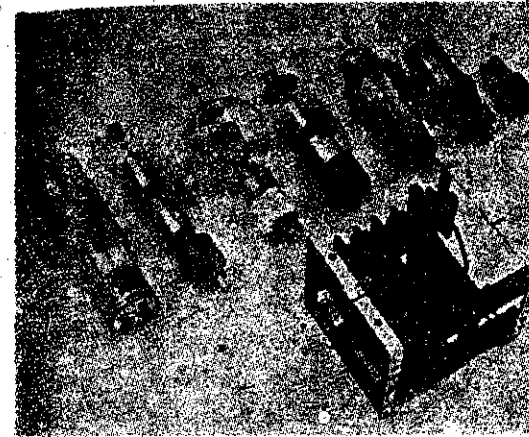
yotların değişik tiplerini göstermektedir. Bunların kutuplarının tanımlanması fabrikalar tarafından üzerlerine renk bandı, renkli noktalar ya da başka işaretler koymakla gösterilmektedir. Bunların bazıları Şekil 3-31 de gösterilmektedir.



Şekil 3-31: Ticari diyotların katot ve anotlarının belirtilmesi, anotlar, diyotlar, katotlar, seramik kristal cam gövde silikon, renkli ya da siyah nokta K olarak işaretlenmiştir. Germanyum renk kodları, imalatçı fabrikasının koyabileceği belirtici yazılar bulunabilir. Germanyum + olarak işaretlenmiş, selenyum.

### Silikon (Silisyum) Diyotlar

Silikon diyotlar yüksek akım uygulamalarında kullanılırlar ve fazla ısınmazlar. Silikonun doğru yön direnci çok küçüktür ve bir kaç on omdur. İletkenlik zamanlarında silikon diyotların uçları arasında düşen gerilim çok düşüktür. Bu küçük IR gerilim düşümü, yüksek akım geçirdiği zamanda onu soğuk tutar. Silikon diyotların bu özellikleri, yüksek akım uygulamaları için bunların oldukça küçük yapılmalarını mümkün kılar. İlk zamanlar bunların fiyatı yüksek olduğu için ancak askeri cihazlarda kullanıldı, fakat sonradan fiyatı herkesin alabileceği kadar ucuzladı ve üretimi artırıldı. Modern uydu ve füze sistemleri ile elektronik beyin ve elektronik sayıcılar gibi cihazlarda, ısınmadıkları ve az yer kapladıkları için çok sayıda kullanılmaktadır.

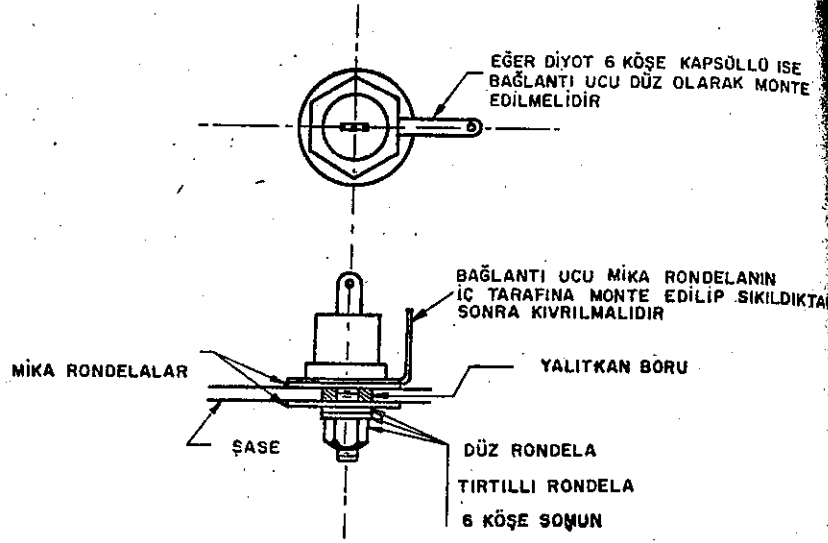


Şekil 3-32. Civalı ve yüksek vakumlu diyot redresör lambaları ile bir yarı iletken silikon redresör düzeninin mukayesesi için numuneler.

Şekil 3-33, silikon diyodun şaseye ya da ısı dağıtıcı madeni levhaya, doğru olarak montajını göstermektedir. Monte işinde tavsiye edilen iş sırası ve parçaların yerleştirme sırası ile ısı dağıtıcı şase ile elektriksel temasının olmaması temin edilmiş olur.

### Germanyum Diyotlar

Germanyum diyotlar küçük akımlarda kullanılan ve çalışması için sıcaklığı  $60^{\circ}\text{C}$  in altında tutulması gereken elemanlardır. Bu diyotların iyi bir frekans karakteristiği vardır ve bazıları yüzlerce megasaykılada çalışırlar. Bu tip diyotlar; Viedo (resim) detektörleri, gürültü gidericiler (kırpıcılar), kenetleme devreleri ve devre açıp kapama (anahtar) gibi yerlerde kullanılabilir.



Şekil 3-33. Silikon diyodun montajında parçaların yerleştirilmesi ve iş sırası, eğer diyot 6 köşe kapsüllü ise bağlantı ucu düz olarak monte edilmiştir. Bağlantı ucu mika rondelanın iç tarafına monte edilip sıkıldıktan sonra kıvrılmalıdır. Mika rondelalar, yalıtkan boru, düz rondela tırtıllı rondela, 6 köşe somun, şase.

Bu diyotları devrelere bağlamak için lehimlerken bağlantı uçlarının fazla ısınmamasına çok dikkat etmek gerekir. Isı, bağlantı ucundan içeriye geçerek diyodun tek yönlü akım geçirme özelliğini etkileyerek bozabilir. Uygun bir lehimleme için diyodun bağlantı telini dip taraftan uzun ağızlı bir kargaburun ya da timsah ağızlı maşa ile tutmak ve bu şekilde ısının diyot içerisine gitmeden kargaburun ya da timsah ağızlı maşaya geçerek dağılmasını sağlamaktır.

#### Selenyum Diyotlar

Selenyum diyotlar orta derecede bir akım ve yüksek gerilim uygulamalarında kullanılır. Bunlar için iyi bir havalandırma temin etmelidir. Bu diyotlar, birbirinden aralıklı radyatör şeklindeki levhaları, dik gelecek ve tabii hava akımı temin edecek şekilde monte edilmeliler. Selenyum diyotlarda ısı, doğrultma işinde çok büyük bir etkidir. Çabuk akü doldurma için kullanılan yüksek akımlı redresör gibi yerlerdeki selenyum diyotları bir vantilatör ile taz-

li hava üfleyerek soğutmalıdır. Aşırı yük ya da kısa devre etkisiyle sıcaklığı maksimum sınıra eriştiğinde selenyum diyot, akciğer kanserleri için çok zararlı bir gaz neşreder. Bu gazın meydana getirdiği zarardan korunmak için çalıştıkları alan uygun bir şekilde havalandırılmalıdır.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

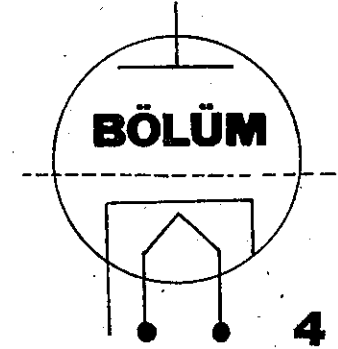
- Diyotlar tek yönlü akım geçiren elemanlardır.
- Yarım dalga doğrultmada çıkış gerilimi palslarının frekansı uygulanan A.A. geriliminin frekansına eşittir.
- Anot katoda göre pozitif olduğu zaman akım akar.
- Tam dalga doğrultmada A.A. giriş geriliminin iki alternansı da doğrultulur.
- Filtre devreleri, çıkıştaki palslı D.A. ın aralarını doldurarak tam D.A. durumuna getirirler.
- Kondansatör girişli filtre sisteminde kapasitenin artması diyodun iletkenlik zamanını azaltır.
- Tam dalga köprü tipi redresörde sekonderdeki orta uçlu transformatöre ihtiyaç yoktur.
- Gerilim ikileyciler esas olarak seri bağlı kondansatörler ile yarım dalga bir köprüdür.
- Zener diyotların çalışması için iletkenliğe başlama noktasına kadar ters yönlü polarıma uygulamak gerekir.
- Şok girişli filtreler çıkışında, kondansatör girişli filtreye göre daha iyi bir gerilim regülasyonu vardır.
- Kondansatör girişli filtrelerde, yüksek gerilim fakat kötü bir gerilim regülasyonu vardır.
- Regülatör lâmbaları iyi bir regülasyon için yük akımlarını sınırlarlar.
- Doğrultulmuş pals sayısı ya da frekansı yükseldikçe elverişli bir filtre için daha az kapasiteye ihtiyaç vardır.
- Yüksek akımlı güç redresörleri için çok fazlı devreler kullanılır.
- Silikon diyotların çalışma sıcaklıkları selenyum diyotlardan daha yüksektir.
- Germanyum diyotlar düşük sıcaklık ve yüksek frekans uygulamalarında kullanılır.



- Gazlı diyotların verdiği akım vakumlu diyotlardan daha yüksektir.
- Gerilim regülasyonlu D.A. akım kaynakları gerekli olandan daha az filtre eleman değerlerine ihtiyaç gösterirler.
- Şok girişli filtreler, gazlı regülâtör diyot lâmbalarının âni ve taşıyıcı iyonize olmasının önüne geçerler.

## TEKRARLAMA SORULARI

1. Edison olayının ne faydası olmuştur ?
2. A, B ve C, D.A. kaynaklarının gayelerini izah ediniz ?
3. Etkin değeri 117 volt bir A.A. ın maksimum değeri kaç voltur ?
4. Tek yönlü akım geçirmeye özelliği olan dört eleman ismi söyleyiniz ?
5. Kapasite nedir ?
6. Endüktans nedir ?
7. Cıva buharlı redresörlerde niçin şok girişli filtreler kullanıldığını anlatınız ?
8. Kapasite girişli filtre devresinde niçin kötü bir gerilim regülasyonu olduğunu anlatınız ?
9. Ters maksimum gerilimi nedir ?
10. Maksimum plâk gerilimini tarif ediniz, ya da D.A. yerine 50 sayıklık alternatif akım kullanılmasının beş faydasını söyleyiniz.
11. Bir D.A. güç kaynağında etkin değer olarak 0,4 voltluk ripil vardır. D.A. çıkış gerilimi 370 volt olduğunda ripil yüzdesi kaçtır ?
12. Yarım dalga redresöründe kullanılan bir filtre tam dalga redresöründe kullanıldığında daha elverişli sonuç almır mı ? Niçin.
13. Tam dalga bir redresör şeması çiziniz ve akım yönlerini gösteriniz ?
14. D.A. güç kaynaklarında L-C tipi filtre devresinin ne faydası vardır ?
15. Filtrelerde iki şok niçin kullanılır ?
16. Giriş şokunun gördüğü iki işi söyleyiniz ?
17. Redresör çıkış frekansının ripil gerilim yüzde değerine nasıl etki yaptığını anlatınız ?
18. Filtre kapasitansı azaldığında, diyodun iletkenlik zamanına ne gibi etkileri olacağını anlatınız ?
19. Tam dalga köprü tipi bir redresör şeması çiziniz ve girişe uygulanan alternatif akım sayıklımının her yarısı için akım yolunu gösteriniz ?
20. Metal ya da silikon diyotlarla yapılan redresörlerin vakum lâmbalı redresörlere göre üstünlükleri nelerdir ?

Amplifikatör (Yükselteç)  
Esasları

Elektronik cihazların başlıca gayesi insanların görme, işitme, tatma, dokunma ve koklama gibi esas duygularını genişletmek ve ölçme, hesaplama ve kontrol kabiliyetini artırmaktır. Çeşitli elektronik aletlerin insanların duygularını artırmak için kullanılması, Bölüm 2. de bahsedilen temel amplifikatör prensibinin uygulaması ile mümkün olmuştur.

Bölüm 2 de bulunan bazı bilgiler hatırlanırsa, amplifikatörlerin esasına ait daha ileri uygulamaları öğrenmek için orada gerekli temel bilgiler verilmiştir.

Şekil 2-5 deki esas amplifikatör devresinde çeşitli bataryaların ortadan kaldırılması aşağıdaki şekillerde gerçekleşmiştir. «A» bataryası ya da ısıtıcı batarya, güç besleme transformatörü üzerine ayrı bir sargı sarmak sureti ile kaldırılmıştır. «B» bataryası Bölüm 3 deki D.A. güç kaynaklarından birisini kullanmak suretiyle ve «C» bataryası ise Bölüm 2 de görülen katot direnci polarması kullanarak ortadan kaldırmıştır.

Yükün konması, giriş sinyali ve yükün tipi, amplifikatörlerin çeşitli çalışma sınıflarını plânlama ve tayin için kullanılır.

## KAZANÇ

Bir amplifikatör katının kalitesi, girişe göre çıkıştan alınan değerlerin büyüklüğüne göre tayin edilir. Kalite, Bölüm 2 deki  $\mu$  ( $\mu$ ) ye benzer olarak gerilim ya da akım kazancı olarak ifade edilir. Fakat  $\mu$ , devrenin statik ya da iş görmez durumdaki yükseltmesi, kazanç ise devrenin çalışır durumdaki yada amplifikatörün tümünün esas yükseltmesidir.

## Gerilim Kazancı

Normal bir amplifikatörün çıkış katı dışında bütün katları, giriş sinyalini mümkün olduğu kadar fazla yükselten bir gerilim amplifikatörüdür. Bölüm 2 de bir vakum lâmbanın yükseltme katsayısı (Amplifikasyon faktörü)  $\mu$  den bahsedilmişti. Bu katsayı, vakum lâmba yüksüz bir statik devre elemanı gibi düşünüldüğü zaman kullanılır. Vakum lâmbaya bir yük (genellikle omik direnç) uygulandığı zaman bu katın yükseltmesi lâmba yüksüz olduğu durumdan daha küçüktür. Lâmbadaki bir akım değişikliğinin sebep olduğu plâk gerilimi değişikliğine yük direnci kadar lâmba iç direnci de birlikte etki yaparlar. Çıkış gerilimindeki değişme (Yük direnci uçları arasında) gri gerilimindeki değişme etkisile meydana gelen, kat gerilim amplifikasyonudur. Bu amplifikasyon, yük direnci ile lâmba iç direnci (plâk direnci) nin meydana getirdiği gerilim bölücü devre uçları arasında meydana çıkan, lâmbanın kendi amplifikasyonudur. Bunun matematiksel ifadesi şöyledir :

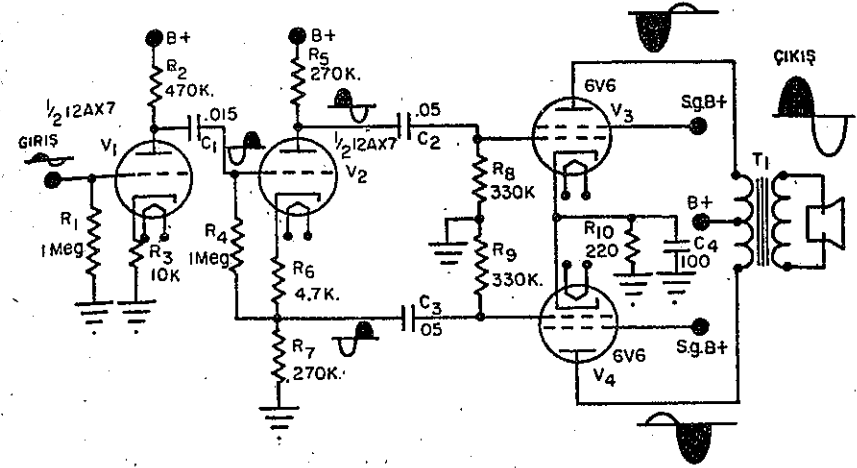
$$VA = \mu X \frac{I_p R_L}{I_p (R_L + r_p)}$$

$$VA = \mu \cdot \frac{R_L}{R_L + r_p} \text{ dir.}$$

Bu göstermektedir ki yük direnci ne kadar büyük olursa olsun katın yükseltmesi hiç bir zaman yükseltme katsayısına eşit olamayacaktır; fakat yük direnci büyüdükçe kazanç da artacaktır. Uygun bir kazanç için yük direnci genel olarak plâk iç direncinin üç ile yedi katı kadar olmalıdır.

Şekil 4-1 de gösterilen odyo (ses) amplifikatörü, evlerde kullanılan tipik bir amplifikatörü temsil etmektedir. İyi kaliteli bir çıkış transformatörü kullanıldığı zaman bu amplifikatörün gücü yüzde üç distorsiyon altında 20 vattır.

Bu devrenin çalışması şöyledir:  $R_1$  uçlarındaki giriş sinyali polaritesi şekilde gösterildiği gibidir. Bu sinyal,  $V_1$  lâmbasının grisi ile katodu arasında bulunan ve  $R_3$  direncinde meydana gelen normal A sınıfı polarma gerilimine eklenerek veya çıkarılarak onu azal-



Şekil 4-1. Tipik bir odyo (ses) amplifikatörü, giriş, çıkış.

tır veya çoğaltır. Bu direnç, sinyalin biraz negatif geri besleme yapmasını temin için bir kondansatör bağlanarak dekuple edilmemiştir. Bu negatif geri besleme, lâmbanın zamanla değişen karakteristiklerini mümkün olduğu kadar telâfi etmek için frekans karakteristiğine etki yaparak düzeltir. Sinyali  $V_1$  lâmbası yükseltir ve yükseltilen bu sinyal gri sinyaline göre ters fazda olarak plâk devresi üzerinde meydana çıkar  $V_1$  lâmbasının plâk sinyali  $C_1$  üzerinden kuple edilerek  $R_4$  uçları arasında bulundurulur ve  $V_2$  lâmbasının gri ve katot arası polarma gerilimine eklenerek veya çıkarılarak değerini değiştirir.  $V_2$  lâmbasının polarma gerilimi, sıfır sinyal altındaki plâk akımının  $R_5$  dan geçmesi ile meydana gelir.  $V_2$  üzerindeki yük, iki çıkış gerilimi elde etmek için plâk ile katot arasında bölünmüştür.  $R_6$  plâk yük direnci uçları arasındaki çıkış sinyali gri sinyaline göre ters fazdadır. Katot yük direnci  $R_7$  den alınan çıkış gerilimi ise gri sinyali ile aynı fazdadır. Bu iki çıkış sinyalinin genlikleri birbirine eşittir. Çünkü aynı akım aynı değerle  $R_6$  ve  $R_7$  dirençlerinden geçmektedir.

$V_2$  lâmbasının plâk sinyali,  $C_2$  ile kuple edilerek  $V_3$  lâmbası grisi üzerindeki  $R_8$  uçları arasına ya da griye uygulanır.  $V_2$  lâmbasının katot sinyali  $C_3$  üzerinden  $V_4$  lâmbası grisi üzerindeki  $R_9$  uçları arasına yani griye uygulanır.  $V_3$  ve  $V_4$  lâmbalarının gri polarma gerilimleri lâmbaların Katof (Cut off-negatif gri polarma gerilimi) ortak katot direnci  $R_{10}$  da meydana gelir.  $V_3$  lâmbası grisine pozitif

sinyal geldiğinde lâmbadan ve  $R_{10}$  dan geçen akım artar. Tam bu zamanda  $V_4$  lâmbası grisine negatif bir sinyal verilmiş olur. Katot üzerinde yükselmiş gerilim,  $R_{10}$  uçları arasında düşen gerilimdir ve gri üzerindeki negatif gerilimle beraber etki yaparak  $V_4$  lâmbasının katot noktasına getirirler. Gri sinyalinde yarım saykıl değişikliği durumu ters çevirir ve  $V_4$  lâmbası çok iletken  $V_3$  lâmbası ise Katot fa gelir ve akım geçirmez.

$V_3$  ve  $V_4$  ün plâk yükleri,  $T_1$  odyo çıkış transformatörünün bir birine zıt yöndeki primer sargılarıdır. Lâmbaların sıra ile gelen akım palsları her yarım saykıl için birbirine zıt yönlü olarak bu primer sargılarından geçerler. Bunun sonucu her lâmba yalnız yarım saykıl zamanında çalışır.  $T_1$  in primerindeki bileşke akım ve amper-sarım, saykılın tüm 360 derecesi için aynı fazdadır ve böylece minimum distorsiyon ve yüksek verim elde edilir.

Bölüm 2 de anlatıldığı gibi katın gerilim kazancı, plâk devresinde meydana çıkan maksimum sinyal gerilimi değişiminin, grideki maksimum sinyal gerilim değişimine oranı ile bulunabilir.

#### Güç Kazancı

Bir amplifikatörün çıkış katının sınıfı normal olarak güç amplifikatörü gibidir. Gerilim, genel olarak çıkış için gerekli ve yeter derecede yükseltilir. Fakat sinyal akımı ya da gücü, çıkıştan faydalı bir sonuç ve çalışma elde edinceye kadar yükseltilmelidir. Güç amplifikatöründe yük direnci lâmba ( $r_p$ ) iç direncine eşit yapılarak güç kazancı için gerilim kazancından fedakârlık edilir. Katın çıkış gücü, gerilim kazancı ile akım kazancının çarpımına eşittir.

Güç kazancını ifade etmek için kullanılan bir deyim desibeldir. Desibel, insan kulağını ses seviyelerini fark edebilme esasına göre kabul edilmiş güç değişikliklerini ifade etmekte kullanılan nispi bir ölçü birimidir. Kulak işitme hissini artırarak iki kat yapmak için ses seviyesine bağlı olmaksızın gerçek çıkış gücünü 10 misli artırmak gerektiği deney sonuçları ile bulunmuştur. Başka bir deyimle kulağın iki kat ses duyması için, bir amplifikatörün çıkış gücünü 10 vattan 100 vata yükseltmek gerekir ve üç kat ses duymak için ise 1000 vattlık güç ister. Bu ilişki güç oranlarının logaritmik bir fonksiyonudur ve desibel formülü aşağıdaki gibidir.

$$db = 10 \log_{10} \frac{P_L}{P_S} \text{ dir.}$$

Burada  $P_L$  en büyük ve  $P_S$  ise en küçük güçtür. Enerji artması veya enerji azalmasına bağlı olarak aradaki seviye, db kazancı ya da db kaybı olarak ifade edilir.

Gerilim kazancı da db deyimini ile ifade edilebilir ve db güç for-

mülünden çıkar. Om Kanunu ile ilgili olarak  $P = \frac{E^2}{R}$  dir ve sa-

bit bir R için bu formülde gerilimin karesi alındığından, gerilim db değeri güç desibelinin iki katına eşit olur.

$$db = 20 \log_{10} \frac{V_L}{V_S} \text{ dir.}$$

Burada  $V_L$  en büyük  $V_S$  ile en küçük gerilimdir. Çıkışın girişe göre fazla veya az oluşuna bağlı olarak aradaki seviye, db kazancı veya db kaybı olarak ifade edilir.

#### Ses Seviye Birimi (VU)

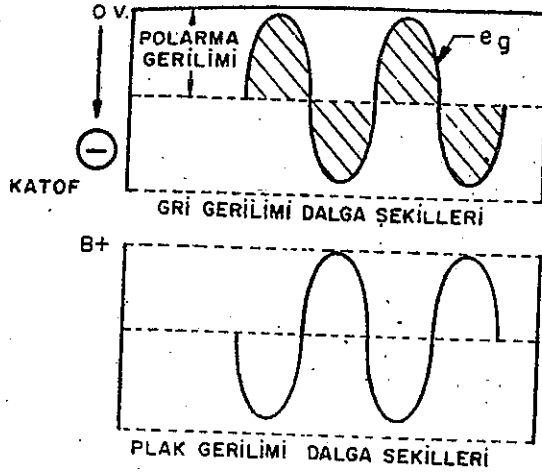
Seviye birimi odyo çalışmalarında çok kullanılır ve yukarıda gösterilen db güç formülünde bir milivat sabit değere göre güç oranını verir. Misâl olarak  $30 \text{ VU} = 1 \text{ Vat}$  ve  $3 \text{ VU} = 0,5 \text{ vattır}$ .

#### AMPLİFİKATÖRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Amplifikatörün esas olarak üç çalışma sınıfı vardır. Sınıflandırma, amplifikatörün kullanma yerine ve maksadına göre tayin edilir. Amplifikasyon katlarında kullanılan giriş sinyal genliği ve gri polarıma gerilimine göre meydana çıkar.

#### A Sınıfı

Bu sınıf çalışma amplifikatör katlarında çok kullanılır. Şekil 4-2 de gösterilen «A» sınıfı amplifikatör, giriş sinyaline tam uygun çıkış sinyali ve fazla güç istenmeyen yerlerde kullanılır. Bölüm 2 de anlatıldığı gibi negatif gri polarıma gerilim değeri, karakteristik eğrinin iki kıvrım arasındaki düz kısmın hemen hemen ortasına ge-

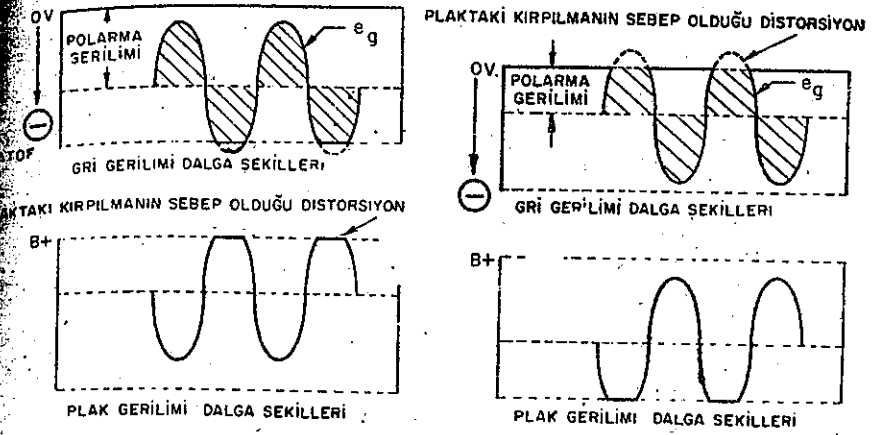


Şekil 4-2. A sınıfı yükseltme, polarma gerilimi, katof gri gerilimi dalga şekilleri, plak gerilimi dalga şekilleri.

lecek şekilde seçilir. Çalışma noktasına ait seçilen bu polarma, minimum distorsiyon ile birlikte büyük sinyal gerilimi temin eder.

Bu sınıfı tekrar iki sınıfa daha ayırmak mümkündür. «A<sub>1</sub>» sınıfından çalışma noktası ortadan biraz aşağıdır. («A<sub>2</sub>» sınıfından daha negatif) ve büyük genlikli giriş sinyalinin negatif tepe kısmı katof noktasında kesilir. Bu sebeple amplifikatör, giriş sinyalinin 360° den daha az kısmında iletkendir. Bu durum Şekil 4-2A da gösterilmektedir ve ayrıca plâk devresindeki sinyal dalga şeklinin de giriş sinyaline göre distorsiyonlu olduğu görülmektedir. Bu distorsiyon, plâk dalga şeklinin pozitif tepe kısmı kırılarak olmuştur. «A<sub>2</sub>» sınıfında çalışma noktası ortadan biraz yukarıdadır («A<sub>1</sub>» sınıfından daha pozitif) ve büyük genlikli giriş sinyalinin pozitif tepe değeri griyi katottan daha pozitive götürür. Bu durum meydana geldiğinde gri akım çeker ve gri plâğa daha fazla elektron akmasına müsaade etmeden önce pozitif tepe kıvrım kısmı kaybolarak düz şekle girer. Bu dalga şekilleri ve distorsiyonlar Şekil 4-3 de gösterilmektedir.

A<sub>1</sub> ve A<sub>2</sub> sınıfı çalışmanın her ikisinde de distorsiyon olduğundan bu tip çalışmalar amplifikatörlerde pek nadir olarak istenir. A<sub>1</sub> sınıfı, puş-pul amplifikatörlerde frekans karakteristiği çok iyi (HI-FI, High Fidelity) bir çıkış elde etmek için istenebilir. Böyle bir uygulama bu bölümün sonlarında puş-pul amplifikatör kısmında etraflıca anlatılacaktır.



Şekil 4-3. A<sub>2</sub> sınıfı yükseltme, plak gerilimi dalga şekilleri, grideki kırılmanın sebep olduğu distorsiyon, katof gri gerilimi dalga şekilleri, plaktaki kırılmanın sebep olduğu distorsiyon, gri gerilimi dalga şekli.

#### B Sınıfı.

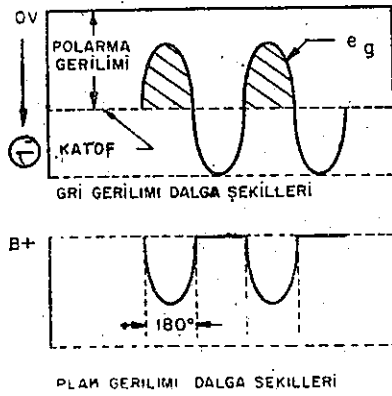
«B» sınıfı amplifikatör katları genel olarak, bu bölümün sonlarında anlatılacak olan puş-pul devrelerde kullanılır. Bu tip amplifikatöre, sinyal olmadığı zaman lâmbadan çok az ya da hiç akım geçirmeyecek şekilde katof (Cutoff) noktasına göre polarma gerilimi uygulanır. Griye pozitif bir sinyal uygulandığında lâmba çok iletkenliğe doğru gidecektir. Negatif bir sinyal griyi hemen katottan daha fazla negatif yapacak ve bu negatif sinyalin bir etkisi olmayacaktır. Bu etki sonucu meydana çıkan dalga şekli yarım dalga redresördekine çok benzer ve çıkışta, giriş sinyal saykılının yarısı yani 180° lik kısmı vardır. Bu katta büyük bir distorsiyon meydana gelecektir. Bu, detektör devrelerinde, lineer olmayan amplifikatör gibi giriş sinyalini yükselttiği kadar onu doğrultma işinde de kullanılabilir. Bu devre sonucunda elde edilen dalga şekli şekil 4-4 de gösterilmektedir. Gerçek plâk dalga şekilleri diyagramlarda gösterildiği gibi keskin olarak kesilmemiş fakat kenarları yuvarlatılmıştır.

«B» sınıfı da tekrar «AB<sub>1</sub>» ve «AB<sub>2</sub>» gibi iki sınıfa daha ayrılabilir. «AB<sub>1</sub>» sınıfı çalışma A<sub>1</sub> sınıfı çalışmaya benzer ve gri akımı olmadan lâmba bir saykıl 360° den az fakat 180° den fazla zaman

için iletken yapılıdır. «AB<sub>2</sub>» sınıfı çalışma hemen hemen «AB<sub>1</sub>» sınıfı gibidir fakat çalışma noktası daha az negatife kaydırılarak gri sinyal saykılının bir kısmında gri akımı çekilir.

### C Sınıfı

«C» sınıfı çalışan amplifikatör ötekilere göre daha verimlidir fakat bunda büyük miktarda distorsiyon vardır. Bu «C» sınıfının en çok kullanıldığı yer, çıkışın giriş osilasyon devresine geri besleme yaparak ve volan etkisi gibi bir etki ile dalga şekillerini geliştirdiği osilatör devreleridir. Başka çok kullanıldığı yer, distorsiyonun pek önemli olmadığı fakat verimin yüksek olması arzu edilen herhangi bir devredir.



Şekil 4-4. B sınıfı yükseltme, plak gerilimi dalga şekilleri, gri gerilimi dalga şekilleri, katof, polarma gerilimi. Katof, gri gerilimi dalga şekilleri, polarma gerilimi.

«C» sınıfı amplifikatörlere katoftan çok daha negatif olacak şekilde polarma gerilimi verilir ve çok büyük gri sinyal gerilimi uygulanır. Lâmba şekil 4-5 de gösterildiği gibi gri sinyali pozitif yarım saykılının sadece bir kısmı zamanda iletken olacaktır.

«C» sınıfının da kendi içinde tekrar sınıflara ayrılması, gri sinyal genliği griyi pozitif yapacak kadar büyük olması ile mümkündür. Bu durum altında «A<sub>2</sub>» ve «AB<sub>2</sub>» sınıfı amplifikatörler gibi gri akım çeker ve aynı şekilde harfin altına 2 rakamını koyarak «C<sub>2</sub>» sınıfı amplifikatör yapılmış olur.

### ÇIKIŞA GÖRE SINIFLANDIRMA

Gri polarma gerilimine göre sınıflandırmaya ek olarak bir amplifikatör çıkışını, gerilim akım ya da güç amplifikatörü gibi düzenlendiğine göre de sınıf adı alır.

### Gerilim Amplifikatörü

Bir gerilim amplifikatörü, normal olarak maksimum genlikli gerilim dalgalanması ve devrede çok küçük ya da hesaba katılmayacak kadar az bir akım olduğuna göre hesap edilir. Böylece akımın küçük olması devrenin veriminin büyük olmasını sağlar.

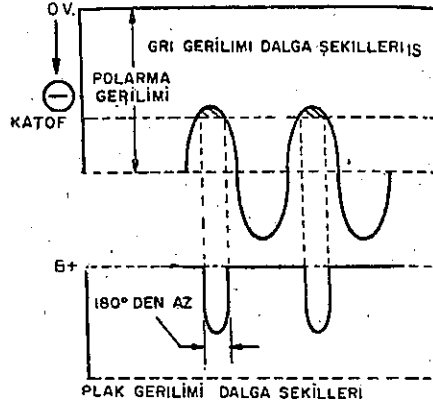
Bölüm 2 de söylendiği gibi bir normal amplifikatörün gerilim kazancı hiç bir zaman «μ» ye ya da yükseltme katsayısına eşit olmaz. Yük direnci büyüdükçe kazanç yükselir ve hemen hemen bu değere yaklaşılır. Verilen bir lâmbayı amplifikatör olarak kullanırken pratik olarak bunun yük direnci iç direncinin üç ile yedi katı kadar olmalıdır. Bu sadece lâmbanın plâk üzerindeki sinyal gerilimini yükseltmekle kalmaz, plâk D.A. ını da azaltır.

Devre plânlanması yanında lâmbanın kendisi de iyi bir gerilim yükseltme işi yapacak şekilde geliştirilmelidir. Fabrikalar gerilim yükseltici olarak yaptıkları lâmbalarda gri tellerini katoda çok yakın koyarlar ve bu tellerin kendi aralarındaki mesafeyi de küçük yaparlar. Bu şekilde çok küçük gri sinyal gerilimi anot akımına büyük ölçüde kumanda eder. Fabrikalar bu şekilde yapılmış lâmbalara yüksek μ lü lâmba derler ve yükseltme katsayısı triyot için 100 veya daha fazla, tetrot ve pentot lâmbada ise daha yüksektir. Şuna dikkat etmelidir ki bu tip lâmbalar yapıları icabı büyük akımları geçirmezler. Bu sebepten böyle lâmbalar ancak yüksek kazançlı gerilim amplifikatörü devrelerinde kullanılabilir.

Gerilim amplifikatörü sınıflamalarında şema ve hesaplamalar için şimdi anlatılan yük direnci dışındaki değerlerin hepsi Bölüm 2 nin amplifikatör esasları kısmında sıra ile anlatılmıştır.

### Akım Amplifikatörü

Genel olarak gerilim amplifikatörlerinde söylenenlerin tersi akım amplifikatörleri için söylenebilir. Akım amplifikatörlerinin esas gayesi küçük gri sinyalleri değişimi altında mümkün olduğu



Şekil 4-5. C sınıfı yükseltme plak gerilimi dalga şekilleri 180° de az.

kadar büyük sinyal akımı değişiklikleri elde etmektir. Bu tip amplifikatörler akıma karşı duyarlılık olan bobinlere ya da hoparlörün ses bobinine kumanda ederler. Bildiğimiz amplifikatörlerde kullanılan bu şekildeki yük direnci değeri lâmba iç direncinin yarısından azdır veya aşağı yukarı yarısı kadardır.

Akım amplifikatörleri için iyi bir işleyiş katot izleyici ya da anodu topraklanmış amplifikatörlerdedir. Bu tip amplifikatörlerle ait daha etraflı bilgi bundan sonraki bölümde verilecektir.

Lâmba imâl edenler, böyle devrelere yardımcı olsun diye lâmbaların gri tellerini katottan biraz uzak ve tellerin kendi aralıklarını da büyük yaparlar. Böyle düzenlenerek yapılmış lâmbalara küçük  $\mu$  lü lâmba denir. Verilen gri sinyal gerilimi değişmelerine göre lâmba içinden geçen akımda büyük miktarda değişmeler olur. Bu sınıfta çalışan lâmbaların gerilim kazancı çok küçüktür, hatta katot izleyicilerde birden daha aşağıdadır.

#### Güç Amplifikatörü

Güç amplifikatörü esas olarak akım ve gerilim amplifikatörlerinin ortalaması bir sonuç verir. Bunun başlıca gayesi kendine verilen enerjiyi maksimum olarak en son kullanılacak yere aktarmaktır.

Bu işi yapması için çıkışta gerekli sinyal gerilimi ve akımına göre orta veya küçük  $\mu$  lü tip lâmba kullanılır. Bunun için çok kullanılan bir lâmba tipi huzmeli güç lâmbasıdır.

Güç amplifikatörünün mevcut güç sinyalini maksimum olarak aktarması (transfer etmesi) için yük direnci ile lâmba iç direncinin uygunlaştırılması gerekir. Bu sınıf bir çalışma için en iyi devre bu bölümün sonlarında etraflıca anlatılacak olan puş-pul amplifikatör devresidir.

#### SİNYALE GÖRE SINIFLANDIRMA

Amplifikatör katları sınıflandırılmasının tamamlanması için sinyal tipine göre kullanılan amplifikatörlerin de anlatılması gerekir. Gerçi, burada esasları anlatılan sinyal yükseltme işlerinin dışında bu kitapta ek olarak doğru akım, odyo frekans ve radyo frekans sinyallerinin yükseltilmesi de gösterilecektir. Bu sinyallerin her bi-

değişik frekans alanları için değişik şekilde yapılmış fakat esasta aynı olan devre eleman ve aletlerine ihtiyaç gösterirler.

#### Doğru Akım

Doğru akım amplifikatörleri çok az değişen gerilimleri ya da çok düşük frekanslı ses sinyallerini yükseltmek için gerekli amplifikatörlerdir. Bu sinyaller termokupl, fotosel ya da durum potansiyometreleri gibi devre elemanlarından gelebilir. Eğer bir katta bütün bu sinyallerin yükseltilmesi istenirse biraz zorluk ile karşılaşılır. Birden fazla kata ihtiyaç olduğu zaman katlar arası kuplaj işi büyük hesaplama problemleri meydana çıkarır.

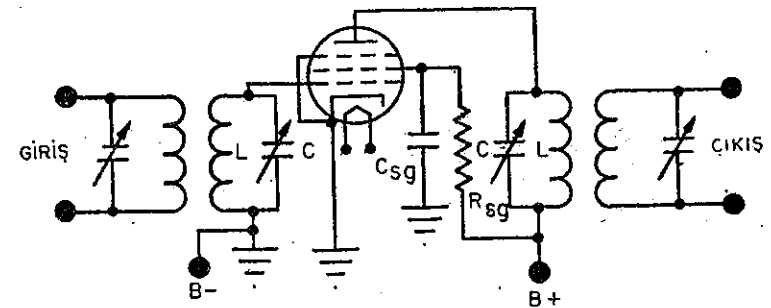
Doğru akım amplifikatörlerinin kuplajı için çeşitli tip çözüm yolları, bu bölümün «KUPLAJ» kısmında Loftin-White amplifikatörünün izahında bulunabilir.

#### Odyo (Ses) Frekans

20 sayıkl ile 20 KC arasındaki ses frekanslı sinyalleri yükselten odyo (ses) amplifikatörleri çok kullanılır. Uygun ve iyi plânlanmış bir odyo frekans amplifikatöründe bu frekans sınırı için hiç bir kazanç değişikliği olmaz.

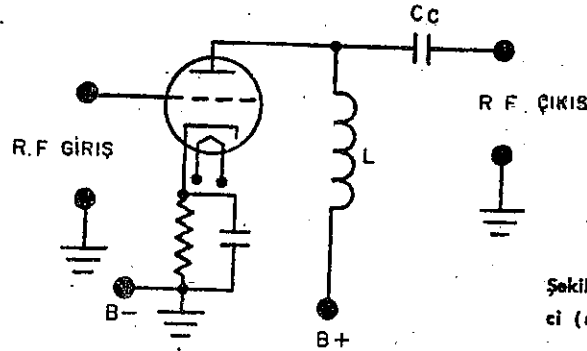
#### Radyo Frekans

Değişik tipte bütün amplifikatörlerin temel hesap ve plânlama işleri aynıdır. Fakat farklı frekans akımları farklı devre eleman değerlerine ihtiyaç gösterdiği gibi aynı şekilde, maksimum verimli çalışma için tamamen farklı devre elemanlarına lüzum gösterir.



Şekil 4-6. Radyo frekans yükseltici (akortlu), giriş, çıkış.

Radyo frekans amplifikatörü bu kuralın dışında değildir. Böylece değişik devre elemanı kullanan amplifikatörler için birinci örnek radyo frekans amplifikatörüdür. Bu radyo frekans amplifikatörlerine ait iki örnek Şekil 4-6 A ve Şekil 4-6 B de gösterilmektedir.



Şekil 4-6 B. Radyo frekans yükseltici (akortsuz) R.E. girişi, R.F. çıkışı.

Şekil 4-6 A yük verimi bakımından en iyi tip bir devreyi göstermektedir. Normal bir amplifikatörde söylendiği gibi sinyalin kumanda ettiği elektronlar yük direnci içinden geçerler. Yükte kaybolan güç, bu bir direnç olduğunda devrede kullanılan toplam gücün önemli bir parçasını teşkil eder.

Yük ile ilgili aynı etki yük olarak akortlu paralel rezonans devresi kullanıldığı zaman da meydana çıkar. Bu devre değişen akımlara karşı uygun miktarda zıt bir etki gösterdiğinden tank devresi uçları arasında yalnız sinyal gerilimi meydana çıkacaktır. Ne kapasitans ve ne de endüktansın hiç birisi büyük miktarda güç kullanmadıklarından bu devre, çok iyi verim altında büyük yükseltme yapar.

Akortlu yük devresinin belli özellikleri vardır: Çok iyi frekans seçiciliği (selektivite) vardır ve herhangi bir derecede yalnız bir tek frekans yükselmek mümkündür. Böylece giriş dalga şekli çok bozuk olsa bile çok iyi dalga şekilli çıkış elde edilir. Meselâ bu devre iyi bir verim için «B» sınıfı hatta «C» sınıfı çalışan bir kate kumanda ettiğinde çıkış gene de sinüs dalgası şeklinde olur. Radyo frekansta katlar arası kuplaj için kullanılması gereken transformator, ölçüsü itibarile ekonomiktir. Sirkülasyon akımı büyük olan paralel rezonans devrelerinde, sabit frekanslı R.F. (radyo frekans) amplifikatörlerinde bu devre çok kullanılır.

Geniş bir band içinde radyo frekansların yükseltilmesi gerektiğinde akortlu devre kullanılamaz. Böylece, Şekil 4-6 de gösterildiği gibi devre verimini artırmak için yük olarak direnç kullanan R.F. amplifikatörü yerine akortsuz bir R.F. amplifikatörü kullanıldığı görülmektedir. R.F. amplifikatörünün geniş bir giriş sinyal frekans bandı içinde çalışması, kuplaj devresinin  $X_L$  ve  $X_C$  değerleri ile sınırlanmıştır.

## DİSTORSİYON

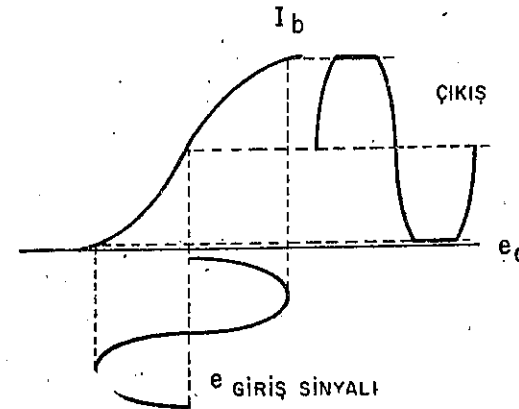
Bir amplifikatördeki distorsiyon esas olarak üç tiptir. Bunlar: Genlik, faz ve frekans distorsiyonudur.

### Genlik Distorsiyonu

Lâmbanın bütün çalışma alanı üzerindeki yükseltmesi sabit olmadığından dolayı genlik modülasyonu lâmba içerisinde meydana çıkar. Genlik distorsiyonunu azaltmak lâmbanın bütün çalışma alanına göre çok küçük genlikli giriş sinyali uygulamakla mümkündür. Genlik distorsiyonunda başlıca çalışma alanı dışına taşan sinyalin tepe (maksimum) değerleri kesilir ve yükseltilmez. Bu genlik distorsiyonu başlıca çift harmonikler olmak üzere harmonikçe çok zengindir. Şekil 4-7 A da genlik distorsiyonu grafik olarak gösterilmiştir.

### Faz Distorsiyonu

Faz distorsiyonu devrede bulunan çeşitli endüktans ve kapasitanslar sebebi ile meydana gelir. Bunlara ek olarak bağlantı ilet-

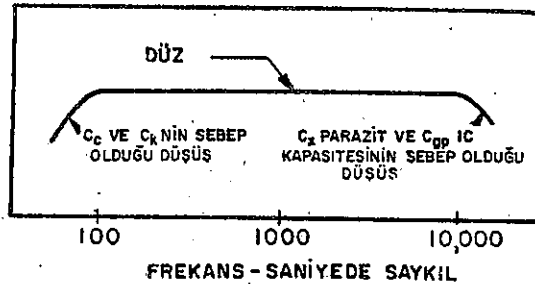


Şekil 4-7 A. Düzgün olmayan genlik distorsiyonu, giriş sinyali, çıkışı.

kenleri ve elemanlar arası iç kapasite etkisi ile lâmbanın kendisi, gri ile plâk arasında bulunması gereken  $180^\circ$  faz farkını kaydırarak da faz distorsiyonunu meydana getirir. Bu distorsiyon yalnız, frekans alanlarının yüksek kısımlarında faz kayması fazlaştığında ya da kazanç etki yapan negatif geri besleme olduğunda ve genlik sabitliğinin gerekli bulunduğu yerlerde zararlıdır.

#### Frekans Distorsiyonu

Frekans distorsiyonu bir amplifikatörün bütün frekansları aynı miktarda yükseltmediği zaman meydana gelir. Bu,  $C_c$  kuplaj kondansatörü ve Bölüm 2 de anlatılan katot polarması direnci üzerindeki  $C_k$  katot dekaplaj kondansatörü değerlerinin yanlış seçilmesi ile meydana çıkar. Değer seçmedeki bu yanlışlık alçak frekansları sınırlar ve lâmba elemanları arasındaki iç kapasiteler, özellikle plâk ile gri arasındaki kapasite yüksek frekanslarda kısa devre etkisi gösterir. Bu, Şekil 4-7 B de görülmektedir.



Şekil 4-7 B. Bir R-C kuplajlı amplifikatördeki frekans distorsiyonu  $C_c$  ve  $C_k$ 'nin sebep olduğu düşüş, düz,  $C_c$  parazit ve iç kapasitenin sebep olduğu düşüş.

Bir amplifikatörün, yükseltilmesi istenen bütün frekanslarda sabit bir kazanç altında çalışması için değerler çok dikkatle seçilmeli ve hesaplanmalıdır.

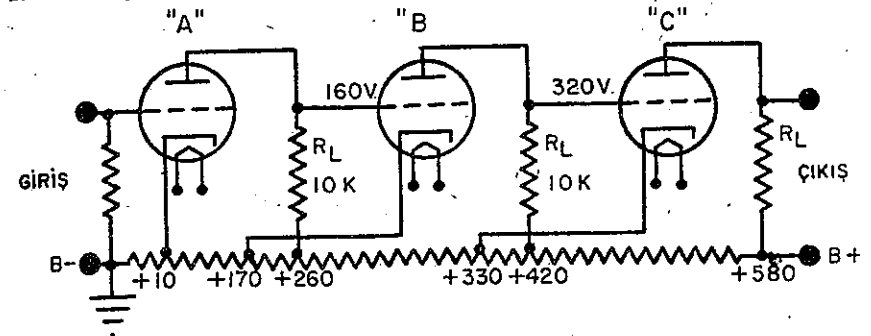
#### KUPLAJ

Şimdiye kadar gördüğümüz her sınıf amplifikatörde, yük için gerekli ve istenen çıkış gücünü genellikle bir katta elde etmek mümkün değildir. Sinyali istenen seviyeye çıkarmak için iki veya daha fazla katta yükseltmek gerekir. Bir katın çıkışındaki sinyali bir sonraki katın girişine uygulama işine kuplaj denir ve bu şekilde birbirine kuple edilen katlara kaskat bağlantı denir.

Genel olarak katlar arasında iki esas tip kuplaj vardır; direkt kuplaj ve A.A. kuplajı.

#### Direkt Kuplaj

Direkt kuplaj, yükseltilecek sinyal sabit polariteli ya da çok alçak frekanslı olduğu zaman istenir. Bunda bir lâmbanın anodunu bir sonraki lâmbanın grisine bağlamak gerekir. Bunun anlamı bütün katların grileri kendinden bir önceki katın çıkışındaki farklı D.A. gerilimini kullanacaktır ve katotlardaki uygun polarmalar böylece farklı D.A. seviyesinde olacaktır. Zorluğu artıran bir durum bütün lâmba plâklarının uygun bir plâk gerilimi temin etmesi için farklı değerlerde bulunmak zorunluğunda olmasıdır.



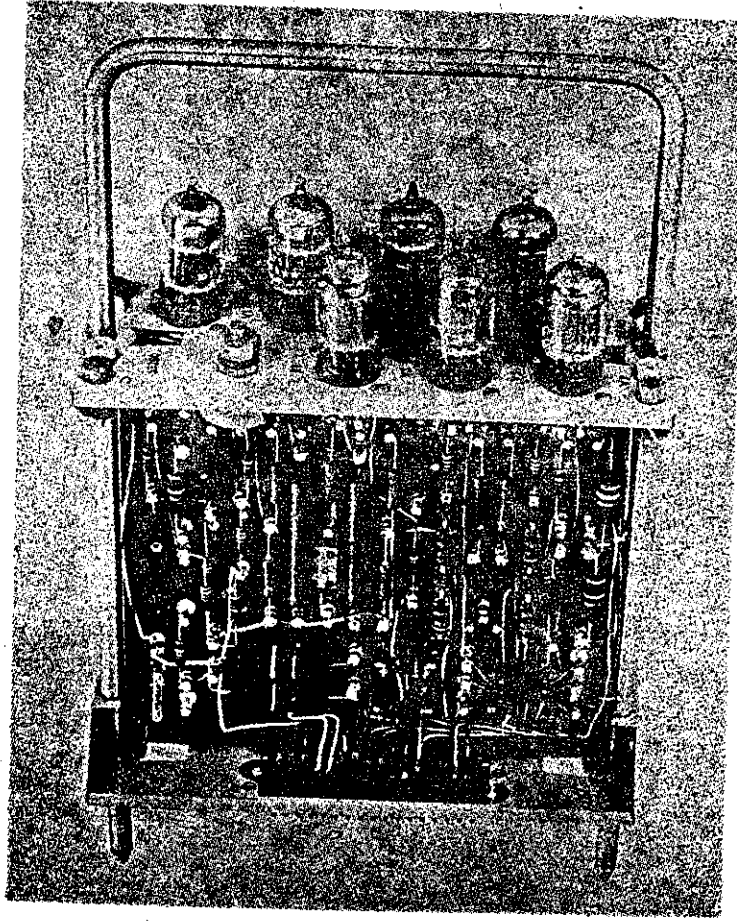
Şekil 4-8 bu tip yükseltmeyi göstermektedir ve böylece amplifikatörler, direkt kuplajlı ya da LOTFIN-White amplifikatörü olarak bilinir.

Bu şekil, bir D.A. amplifikatörü hesaplanmasında bazı zorlukları göstermektedir. Örnek olarak normal bir amplifikatör katının plâk gerilimi için 250 V, sıfır sinyalde 10 ma akım için gri polarma gerilimi 10 V ve yük için 10 K. omluk bir direncin gerekli olduğunu farzedelim.

«A» katının grisini D.A. da şase potansiyelinde olduğundan bunun katodundaki + 10 V griye de verilmiş olacaktır. Bu katın katoda göre, D.A. anot gerilimi (B+) 250 V daha pozitif yani 260 voltur. 10 ma. lik akım altında 10 K.Om.luk  $R_L$  direncinde 100 voltluk gerilim düşer, böylece lâmbanın anodundaki gerilim  $260 - 100 = 160$



V. olur. Bu 160 voltluk gerilim «B» katının grisine bağlandığında uygun polarma için katodu 10V daha pozitif olur. Görüldüğü gibi ikinci katın katodu +170 voltur. Aynı şekilde bu kat için (B+) gerilimi olarak 420 volta ihtiyaç vardır. 10 K. omukluk  $R_1$  yük direncinden 10 ma akım geçtiğinde uçlarında 100 V düşecek ve plâktaki gerilim  $420-100 = 320$  V olacaktır. «C» katı 10 voltluk polarma gerilimi ya da katodunda 330 volt isteyecektir. Plâğna 250 V gerekli olduğundan son lâmba için + 580 voltluk bir gerilime ihtiyaç vardır.



Bu metot daha çok sayıda katlar için de uygulanabilir. Fakat istenilen katlara uygun gerilim ve akım temin etmek, gerilim bölücü-lerindeki güç kaybı ile beraber bu tip devreyi bir ya da iki kattan fazla yükseltme için pratik olmayan bir duruma sokar.

Bu metot ile yapılabilecek olandan daha büyük miktarda D.A. sinyali yükseltmek istendiği zaman genel olarak sinyal gerilimi bir vibratör ile A.A. sinyali şekline çevrilir. Böylece bu sinyal daha kullanışlı olan A.A. kuplajı yolu ile yükseltilir. A.A. ın genliği uygun seviyeye geldiğinde sinyal doğrultularak ya da demodüle edilerek tutupluluğu ve genliği giriş sinyaline bağlı olarak tekrar gerisin geri büyük değerli D.A. şekline sokulur.

#### A. A. Kuplajı

Direkt kuplajın başlıca zorluğu olan farklı katlar için değişik gerilimlere ihtiyaç göstermesi, A.A. kuplajı kullanarak giderilir. Bu kuplajda esas fikir D.A. gerilimini durdurarak ya da bloke ederek bir sonraki katın girişine yalnız A.A. ı ya da sinyal gerilimini geçirmektedir. Bu şekilde D.A. ın bloke edilmesi, bir kondansatör ya da transformatör kullanmakla sağlanır.

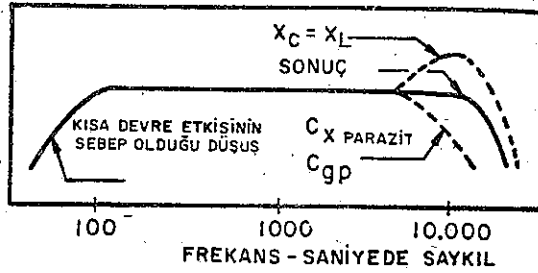
#### Kondansatör Ya Da Empedans Kuplajı

Kondansatör kuplaj; kapladığı yer küçük, bağlantısı kolay ve ucuz olduğundan dolayı çok kullanılır.

Değişen sinyal gerilimini bir katın plâğından bir sonraki katın grisine kuple etmek için, Şekil 4-10 da  $C_c$  diye işaretli kuplaj kondansatörünün bir ucu yük direncinin bağlı olduğu birinci katın plâk ucuna bağlanır. Kondansatörün öteki ucu bir sonraki katın doğrudan doğruya grisine bağlanır.

Kondansatörün vakum lâmba grisine bağlanması ile gri ile katot arasındaki D.A. elektron akış yolu kesilmiş olur. Bu kuplaj için ek devre elemanı olarak  $R_g$ , gri sızıntı direncine ihtiyaç vardır. Bu direnç vakum lâmba devrelerinde çok önemlidir. Çünkü normal olarak lâmba içinde katottan plâğa giden elektronların bir kısmı gri tellerine çarpar ve bu çarpma özellikle griye genliği değişen A.A. sinyali uygulandığı zaman olur. Griye çarpan bu elektronlar orada statik bir şarj meydana getirir ya da polarma gerilimi ile birleşerek

Şekil 4-11 de gösterildiği gibi transformatör kuplajında kullanılan transformatörün primer sargısı normal bir amplifikatördeki yük direnci yerine geçer. Dönüştürme oranı karesi ile sekonder empedansı çarpımı kadar primerde yük direnci etkisi görülür ya da aksi olarak primer yük direncinin dönüştürme oranı karesine bölünmüşü kadar sekonder empedansı meydana çıkar. Öteki kuplajlardan fazla olarak ara transformatörü ile nisbeten düşük empedanslı bir katın (5000 ile 25000 om arası), yüksek empedanslı bir sonraki katta (1megaom ya da daha fazla) empedans uygunlaştırması yapılarak kuplaj yapılabilir. Primerden sekondere pratik bir dönüştürme oranı 1/3 dür ve empedans uygunlaştırması buna göre yapılır. Böylece ikinci katın giriş empedansı; bir önceki katın plâk direncinin  $3^2$  kadar yani 9 misli fazla olacaktır. Transformatörün iki tarafının faz ilişkilerini aynı ya da ters fazda yapmak, bunların bağlantı uçlarını değiştirmekle çok kolay olur.



Şekil 4-12. Bir transformatör kuplajlı amplifikatörün frekans karakteristik eğrisi, sonuç, kısa devre etkisinin sebep olduğu düşüş, parazit.

Transformatör kuplajında küçük frekanslarda, frekans karakteristik eğrisi çizgisel değildir. Yüksek frekanslarda ise  $X_L = X_C$  olduğu zaman transformatör rezonans gelecektir. Frekans karakteristik eğrisi Şekil 4-12 de görülmektedir.

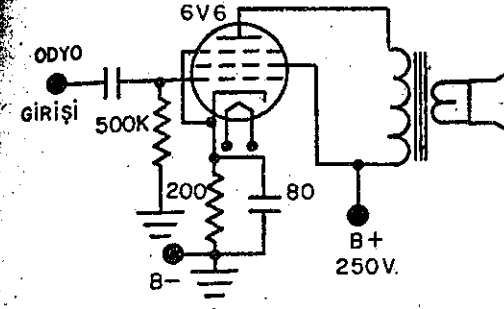
#### AMPLİFİKATÖR DEVRE TİPLERİ

Devrede gördükleri işe ve bunların gayelerine bağlı olarak çeşitli tip amplifikatör devreleri kullanılır. Devrenin A.A. veya D.A. yükseltici olarak hesaplanmasında bu devrelerin çeşitli özellikleri vardır fakat esaslar aynıdır.

#### Lâmbalı Çıkış Ya Da Güçamplifikatörü

Tek lâmbalı çıkış çok kullanılan bir tiptir. Bu tip devrenin bir kısımını anlatılmıştır. Şekil 4-13 deki biraz değiştirilmiş devre başka bir uygulamayı göstermektedir.

Şekil 4-13, pentot lâmba kullanılarak yapılmış bir tek çıkış lâmbalı güç amplifikatörü ile yük için empedans uygunlaştırması yapan bir çıkış transformatörünü göstermektedir. Bu devre, bilinen radyo çıkış katlarında ya da güç amplifikatörü devresinde çok kullanılmaktadır.



Şekil 4-13. Çıkışı tek lâmbalı güç amplifikatörü, odyo girişi.

Devre, bir önceki kattan gelen sinyalin kuplaj kondansatöründen geçerek gri tesbit direnci uçlarına geldiğinin ve kumanda griye uygulandığını göstermektedir. Ekran griye pozitif geriliminin doğrudan doğruya (B +) olarak redresörden verildiği görülmektedir ve bundan dolayı ekran dekuplaj kondansatörüne ihtiyaç kalmamıştır. Bölüm 3 de görüldüğü gibi redresör devresinde büyük ölçüde filtre kondansatörleri olduğundan sinyal akımlarının sebep olduğu A.A. bileşenleri bunlardan kolaylıkla geçerler. Süpresör gri de gösterildiği gibi katoda bağlanmıştır.

Gri sinyal gerilimine bağlı olarak meydana gelen plâk akımı değişimleri; kullanılan bir çıkış transformatörü tarafından hoparlör için gerekli gerilim ve akıma çevrilir. Çıkış transformatörü yaklaşık olarak 8000 omdan 4 oma empedans uygunlaşması yaptığından bunun primer ve sekonder sarguları dönüştürme oranının büyük olması gerekir. Dönüştürme oranı 1:3 gibi küçük olan ve bir sonraki katın grisine kumanda ederek katlar arası kuplajda kullanılan

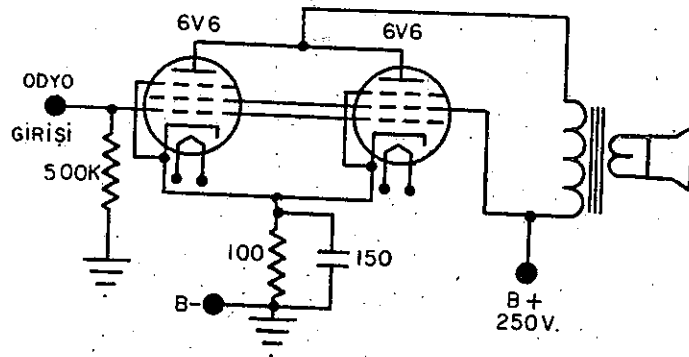
transformatöre de ara transformatörü denir. 6V6 lâmbasının uygun çalışması için gerekli polarma gerilimine göre tesbit edilen katot direnci 200 om'dur. Katot dekuplaj kondansatör değerleri Bölüm 2 de anlatıldığı gibi devrenin hesaplandığı en küçük çalışma frekansına göre bulunur ve seçilir. Katot için 80  $\mu$  F lık kondansatör kullanılır.

#### Paralel Çalışma

Paralel çalışma, bir lâmbanın, devrenin istediği akımı ya da gücü veremediği zaman kullanılır. Eğer büyük güçlü çıkış lâmbası kullanmak pratik değil ya da bulunmuyor ise yalnız bir çözüm yolu vardır: Verilen tipte iki ya da daha fazla lâmbayı paralel bağlayarak çalıştırmak.

Şekil 4-14, Şekil 4-13 deki gibi aynı esas prensibe dayanarak paralel çalışan iki 6V6 lâmbası göstermektedir. Bu devrenin akım ve gücü bundan önce anlatılan tek lâmba çıkışlı devresinin esas olarak iki katıdır. Bu problemin çözümü ve aynı gücü elde etme işi, bundan sonra anlatılacak olan puş-pul devrede lâmbaların daha iyi uygulanması ile mümkün olur.

Giriş devresi önceki tek çıkışlı devresinin aynıdır fakat katot polarma direnci ve yük direnci değişik olması gerekir. Katotların paralel bağlanması ile bir tek çıkışlı lâmbaya göre iletkenlik iki misli artacak ve katot direncinden iki lâmbanın da akımı geçtiğinden tek lâmbaya göre yarı değerinde konacak bir katot direnci aynı polarma gerilimini meydana getirecektir. Burada, tek lâmba çıkışlı



Şekil 4-14. Paralel bağlı güç amplifikatörü, odyo girişi.

de kullanılan değer iki katı olarak ve piyasada bulunabilen şekilde yaklaşık 150  $\mu$  F lık bir katot dekuplaj kondansatörü kullanılır. Yükten iki kat akım geçeceğinden tek lâmbaya göre yaklaşık yarı değerinde bir yük direnci kullanılır. Bu sebeple önce tek devrede kullanılan 8000 ile 4 omluk bir çıkış transformatörü yerine burada 4000 ile 4 omluk çıkış transformatörü kullanılır.

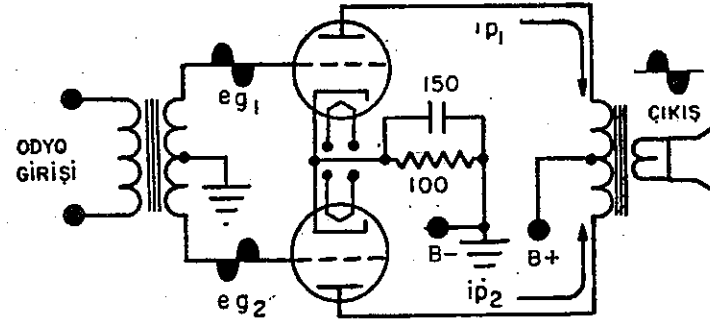
Genel olarak paralel bağlı lâmbalar, büyük akımlı D.A. güç kaynakları regülatör devrelerinde seri bağlanarak veya buna benzer devrelerde kullanılır.

#### Puş (Push-Pull) Çalışma

Devreden distorsiyonsuz büyük güç istendiği zaman tek lâmba çıkış katı yerine puş-pul çıkış katı düzenlenir.

Puş-pul devre normal tek lâmba çıkışlı amplifikatörden daha iyi verim sağlar, çünkü sinyalin yarım saykılık zamanlarında lâmbalar sırası ile iletken olup «B» sınıfı çalışabilirler. Lambaların «AB» sınıfı çalışması ile genel olarak verimde az bir artış fakat distorsiyonda büyük azalma olur.

Puş-pul çalışmada esas olarak güç, Şekil 4-15 de gösterildiği gibi grilere uygulanan 180° faz farklı sinyal gerilim kumandaları altında iki lâmbanın ortak yükünden alınır. Şekilde gösterildiği gibi grilere gelen  $e_{g1}$  ve  $e_{g2}$  giriş sinyalleri ara transformatörünün iki lâmba içinde ortak orta ucuna göre zıt kutuplu iki baş uçlarından alınmıştır, bu transformatör yerine daha önce görülen faz tersleyi-

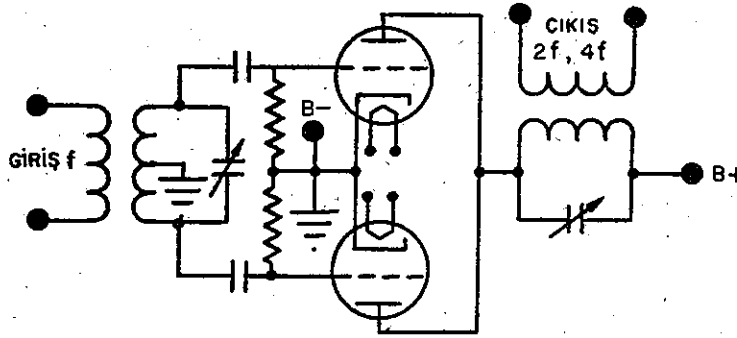


Şekil 4-15. Puş-pul odyo güç amplifikatörü odyo girişi, çıkışı.

ci ya da faz değiştirici devrelerden biri de kullanılabilir. İki lâmbanın  $I_{p1}$  ve  $I_{p2}$  plâk akımları da  $180^\circ$  faz farklı olduğundan birinin plâk akımı artarken ötekini plâk akımı azalır. Bu akımlar şekilde görüldüğü gibi puş-pul çıkış transformatörü primerinin orta ucuna göre geçtiklerinden normal transformatör etkisi ile sekondere enerji aktarırlar.

Devrenin puş-pul çalışması ile, lâmbanın kendisinin sebep olduğu büyük derecedeki genlik distorsiyonunun önüne geçilmiş kaldırılmış olur. Bunun sonucu devreden büyük ve nisbeten distorsiyonsuz güç almak mümkündür.

Ortalama bir verimle lâmbaların polarmaları «AB» sınıfı ve «B» sınıfı yapılabilir.



Şekil 4-16. Puş-pul R.F. amplifikatörü, (çift harmonikler frekansının katları kadar çoğaltılması) giriş, çıkış.

Katot polarlama direncini seçerken, unutmamalı ki iki plâk akımının ortalaması bu dirençten geçer ve bunun değerini bulurken plâk akımlarının toplamı kullanılır. Daha önce görüldüğü gibi katot dekuplaj kondansatörü değeri devrenin en düşük çalışma frekansına göre bulunur.

#### Puş-Puş Çalışma

Şekil 4-16 da gösterilen puş-pul amplifikatör, çift harmoniklere göre frekans yükseltici ya da frekans katlayıcı bir üreteç olarak kullanılır.

Şekil gösterilen devre bir puş-pul devrenin benzeridir. Farklı plâkları birbirine bağlanarak aynı yükten, giriş sinyalinin yarım saykılında aynı yönde plâk akımları akar. Puş-pul amplifikatörden farklı olarak bu devreye kuplaj kondansatörleri ve gri dirençleri eklenmiştir fakat her iki devrede de girişin empedans uygunlaştırmasını yapmak için bazan bunları koymak gerekir.

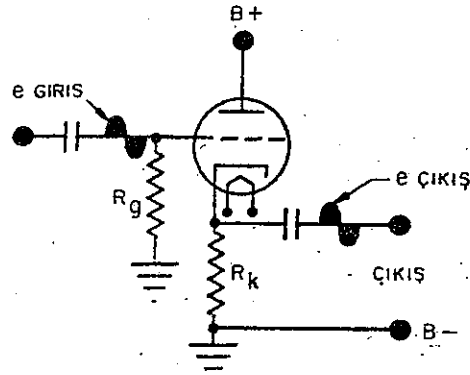
Giriş sinyali dalga şeklinin yükseltilmesinde plâk akımının da yarım saykıla (pozitif ve negatif yarım saykılın her ikisinde de) yükseldiği görülür. Bölüm 3 deki tam dalga redresör devresinde olduğu gibi aynı şekilde yükseldiği görülür. Tam dalga redresör devreleri puş-pul devrenin değişik bir şeklidir; yalnız bunlarda sinyal yükseltme işi yapılır. Bu devrenin çift harmonikler bakımından zengin olan çıkışı bilinen R-C kuplajı ya da akortlu rezonans ve transformatör kuplajı ile Şekil 4-16 da gösterildiği gibi bir sonraki devreye kuple edilebilir.

#### Katot İzleyici (Cathode Follower) Veya Plâğı Topraklanmış Amplifikatör

Plâğı topraklanmış ya da daha çok katot izleyici denen amplifikatörler akım ya da güç amplifikatörleridir. Bunlar en çok empedans uygunlaştırma ve izolasyon işinde kullanılır. Empedans uygunlaştırmada en önemli noktası transformatöre benzemekle beraber transformatörde D.A. sinyali kullanılmadığı halde burada kullanılabilir. İzolasyon için kullanıldığı zaman, yük direncindeki bir değişime giriş devresi üzerinde hiç bir etki yapmaz ve bu durum özellikle rezonans devrelerinde çok önemlidir.

Katot izleyici yük direnci  $R_k$  katot devresi üzerindedir ve plâk doğrudan doğruya redresör + ucuna yani (B + ) ye bağlıdır. Böylece plâkta yük direnci yoktur ve A.A. sinyalleri bakımından plâğı radyo frekans (RF) devrelerinde önemli olan lâmbanın elektrotları toprağa (şaseye) bağlanmış gibi etki gösterir. Bu devrede gri sinyal gerilimi pozitif yönde arttığında lâmba plâk akımını da artırarak  $R_k$  yük direnci uçları arasında düşen gerilimi de yükseltir. Elektronlar şaseden (topraktan) pozitif gerilime doğru aktıkları için katoda bağlı çıkış ucu, gri sinyali ile «aynı fazda» olarak pozitif olur.

Böylece pozitif gri gerilimine bağlı olarak plâk akımının artması ile gri polarlama geriliminin âni değeri ya da gri ile katot arasındaki gerilim azalmak zorundadır. Giriş sinyal gerilimi ya da plâk

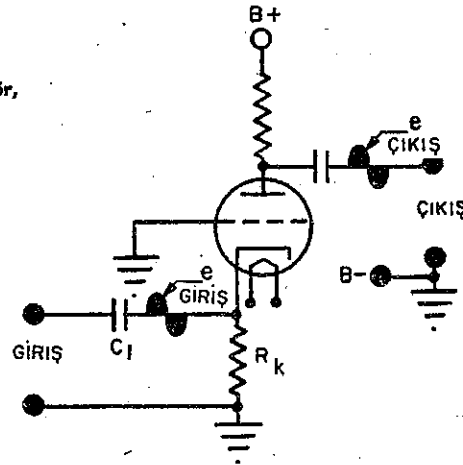


Şekil 4-17. Katot izleyici (topraklanmış plâk).

akımı değerine bakmadan katot sinyal gerilimi küçük genlikli olmak durumundadır. Böylece, katot izleyicinin çıkış sinyal gerilimi giriş sinyal geriliminden büyük olamaz. Fakat birbirine çok yakın değerlerde olabilirler. Özellikle küçük değerli yük direnci için çıkış sinyal akımı ve gücü çok büyük olabilir.

#### Topraklanmış Grili Amplifikatör

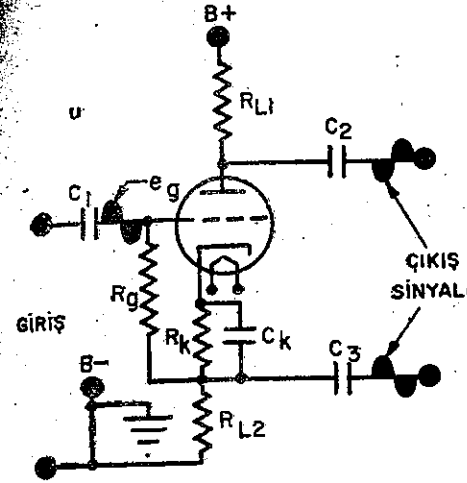
Topraklanmış (Şaseye bağlanmış) grili amplifikatör, grisi küçük dirençli; çıkışı büyük dirençli ve giriş ile çıkış arasında faz farkı olmayan bir amplifikatördür.



Şekil 4-18. Topraklanmış grili amplifikatör, giriş, çıkış.

Şekil 4-18 deki grisi şase yapılmış amplifikatörler genel olarak giriş kapasitesini azaltmak için kullanılır. Giriş devresini mümkün olduğu kadar çıkış devresinden izole etmekle pozitif geri besleme etkisi azaltılır ve amplifikatör lambasının yapabileceği osilyonlar kesilmiş olur.

Sinyalin katoda kuple edilmesi ile pozitif giden giriş sinyal gerilimi, lambanın iletkenliğini azaltır ve onun plâk gerilimini artırır. Bu kuplaj sonucu lambanın girişi ile çıkışı arasında faz tersliği olmaz.



Şekil 4-19. Triyot faz tersleyici, giriş, çıkış sinyali.

#### Faz Tersleyici Devre

Faz tersleyici devrenin birinde, tek giriş ve her biri aynı genlikte fakat  $180^\circ$  faz farklı iki çıkış vardır. Yük iki eşit değerli dirence bölünmüştür. Yükün yarısı plâk üzerine, öteki yarısı ise katot izleyicide olduğu gibi katot devresi üzerine konmuştur. Bu dirençler Şekil 4-19 da  $R_{L1}$  ve  $R_{L2}$  diye işaretlenmiştir.

Şekil 4-19 da iki dirençten de aynı plâk akımı geçeceğinden  $R_{L1}$  ve  $R_{L2}$  dirençleri uçları arasında aynı genlikte sinyal gerilimleri meydana gelir. Önce görüldüğü gibi plâğa bağlı yük direncinin plâk ucundan alınan çıkış ucu  $C_2$  ile, giriş ucu  $C_1$  arasında  $180^\circ$  faz farkı vardır. Katot üzerindeki  $R_{L2}$  uçları arasında meydana gelen sinyal gerilimi, katot izleyicide olduğu gibi giriş gerilimi ile aynı fazdadır.  $C_2$  ve  $C_3$  den alınan sinyal gerilimleri böylece eşit genlikte fakat bir-

biri ile 180° faz farklıdır. Bu devre başlıca, puş-pul ya da puş-puş amplifikatörden her hangi birisinin girişlerine eşit genlikte fakat ters fazda sinyal gerilimi uygulamak için kullanılır.

### GERİ BESLEME

Genel olarak bir amplifikatör ya da sistem çıkışının bir kısmını alarak bunu giriş devresine uygulamaya geri besleme denir.

#### Pozitif (Regenerative) Geri Besleme

Regeneratif ya da pozitif geri besleme, çıkıştan alınan sinyali, uygulanan esas giriş sinyali ile aynı fazda olarak geri besleme ile tekrar girişe vermek ile olur. Bunda, başka giriş sinyaline ihtiyaç duyulmadan uygun bir genlikte bir gerilim elde edilebilir. Bu gibi uygulamalar Bölüm 5 deki osilatörler üzerinde daha etraflıca anlatılacaktır.

#### Negatif (Degenerative) Geri Besleme

Degeneratif ya da negatif geri besleme, için, çıkıştan alınan yüzde miktarı sabit bir değer ile lâmba daha zayıf bir çalışmaya yönelir ve sonuçta az miktarda bir geri besleme meydana gelir. Devrenin toplam kazancı oldukça küçüktür, fakat devre elemanlarında bir bozukluk olmadığı müddetçe hemen hemen sabit kazançlı olarak çalışır ve kompüterler gibi kazancın sabit olması istenen birçok devreler ve cihazlar vardır.

Başka uygulama yeri olarak negatif geri besleme, devre ya da sistemin kendisinde meydana gelen distorsiyonu ortadan kaldırmak için kullanılır. Çıkıştan geriye ters fazda bir besleme ile devrede meydana gelen distorsiyon (gürültüden başka) giderilmiş olur. Geri beslemeye ait daha etraflı bilgi Bölüm 5 de verilecektir.

### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- İster gerilim, ister güçte olsun kazanç, çıkışın girişine oranıdır.
- Kazanç db olarak şöyle ifade edilir.

$$\text{Güç için } db = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_s}$$

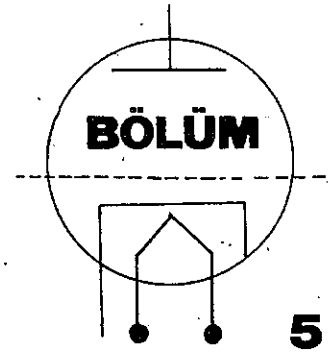
$$\text{Gerilim için } db = 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_s}$$

- Polarıma gerilimine göre bir amplifikatörde dört esas çalışma sınıfı vardır.
  - a. « A » sınıfı. Lâmba, saykılın tam 360° sinde iletkendir.
  - b. « B » sınıfı. Lâmba, saykılın 180° sinde iletkendir ve geri kalan zamanda katof olarak bekler.
  - c. « AB » sınıfı. Lâmba, saykılın 180° ile 360° arasında herhangi bir arada iletkendir, bunun dışında katof olarak bekler.
  - d. « C » sınıfı. Lâmba, saykılın 180° den az bir kısmında iletkendir, bundan sonra katof olarak bekler.
- Çıkışa göre üç sınıflandırma vardır. Bunlar : Gerilim akım ve güçtür.
- Sinyale göre dört esas sınıflandırma vardır. Bunlar : Doğru akım, odyo frekans, radyo frekans ve paldır.
- Gri polarıma gerilimini çeşitli metotlarla elde etmek mümkündür. Polarıma geriliminin gördüğü iş griyi katoda göre negatif yapmaktır.
- Kuplajda, yük üzerindeki D.A. bileşenleri bloke edilip yalnız sinyal gerilimlerinin bir sonraki kata gönderilmesi gerekir ya da ikinci kat girişinde gerilim yaratılarak bunun için gerekli uygun polarımanın meydana gelmesi temin edilir.

### TEKRARLAMA SORULARI

1. Bir amplifikatör devresi çiziniz, giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz ilişkisini gösteriniz.
2. Bir normal amplifikatörde, gri tesbit direnci uçları arasındaki gerilimi 0,1 volt değiştiren bir giriş gerilimi plâk üzerinde 2,3 voltluk bir gerilim değişikliği meydana getirmektedir. Eğer gri tesbit direnci 500 K.ohm ve yük direnci 15 K.ohm ise,
  - a. Gerilim db kazancını bulunuz.
  - b. Plâk akımı değişimini bulunuz.
  - c. Güç kazancını bulunuz.
  - d. Güç db kazancını bulunuz.
  - e. Çıkış VU değerini bulunuz.

3. Lâmbanın gri polarına gerilimi 10 V., sinüs dalgalı sinyal gerilimi maksimum değeri 6V ve katın katot noktası 15V olduğunda bunun çalışma sınıfı ve yaklaşık iletkenlik açısını bulunuz.
4. Lâmbanın iç direnci 7 K.ohm ise aşağıdaki çalışmalar için yük direnci değerini tayin ediniz.
  - a. Bir gerilim amplifikatörü olarak çalıştığında,
  - b. Bir güç amplifikatörü olarak çalıştığında,
5. Eğer bir kat için sıfır siyaldeki 6 ma. lik plâk akımı altında katot direnci ile 4 voltluk polarına gerilimi gerekiyor ve 20 saykıl ile 20 KC frekanslar arasındaki sinyalin yükseltilmesi isteniyorsa  $R_k$  katot direnci ile  $C_k$  katot dekuplaj kondansatör değerini bulunuz.
6. Eğer problem 5 de gri tesbit direnci 680 K.ohm ise  $C_c$  kuplaj kondansatörü değeri ne olur.
7. Bir puş-pul amplifikatörün şematik diyagramını çizerek bunun üzerinde sinyal gerilimi ve akımını gösteriniz. Özellikle faz ilişkilerine dikkat ediniz.
8. Problem 7 deki aynı işi puş-puş amplifikatör için de yapınız.
10. Problem 7 deki aynı işi faz tersleyici için yapınız.
11. «A» sınıfı amplifikatörün öteki sınıflara göre iyilikleri nelerdir?
12. Yük hattı ya da karakteristik eğrilerin ara kısımlarını bulmak için metot nedir, izah ediniz.
13. Gri tesbit direnci 250 K.ohm ise, frekans alanı 25 saykıl ile 15 kilo saykıl için kullanılacak kuplaj kondansatörü minimum değeri ne olmalıdır?
14. Eğer kuplaj kondansatörü değeri, 0,50  $\mu$  F ise, 1 megaohmluk gri sızıntı direnci için en küçük çalışma frekansı ne kadardır?
15. Çalışma noktası akımı 13 ma ve gri polarına gerilimi 6V ise, katot direnci değerini ve gücünü bulunuz.
16. «AB<sub>2</sub>» sınıfı ile «A<sub>1</sub>» sınıfı arasında ne fark vardır, grafik ile anlatınız?
17. Her katın kazancı 20 olduğunda ve kuplaj devreleri ile bir D.A. sinyalini 160 000 defa yükseltmek için mümkün olan metotları sıralayınız.
18. Problem 17 deki her çözümün blok diyagramını çiziniz.
19. Problem 17 için, mümkün olan çözüm yollarının her birinin iyi ve kötü taraflarını söyleyiniz.



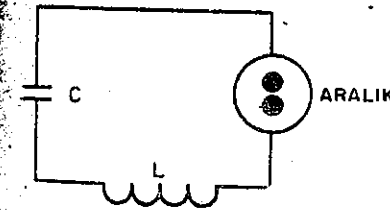
## Vakum Lâmbaları Osilatörler

### VAKUM LÂMBALI OSİLATÖRLER

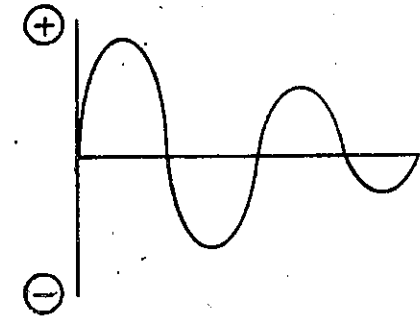
#### Yüksek Frekanslı Akımların Üretilmesi

Yüksek frekanslı akımların üretilmesi için en az dört metot vardır. 50-10 000 saykıl arasındaki frekanslar için döner makineler kullanılır.

19. asır ortasında kıvılcım aralıklı osilatörlerin geliştirilmesi ile frekans alanı saniyede yüzlerce kilosa yükseltildi. Şekil 5-1 de tipik bir kıvılcım aralıklı devre görülmektedir. Kondansatör dış bir kaynaktan uygun olarak şarj edildiğinde bunun uçları arasında kıvılcım meydana getirerek deşarj olacaktır. Bu tip osilasyon elektrikle haberleşmenin ilk zamanlarında kullanılmıştır.



Şekil 5-1. Kıvılcım aralıklı tipik bir osilatör, aralık.

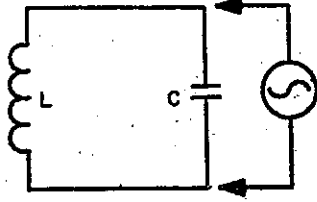


Şekil 5-2. Uyarma akımı kesildiğinde L-C-R devresinin sönümlü dalga şekli.

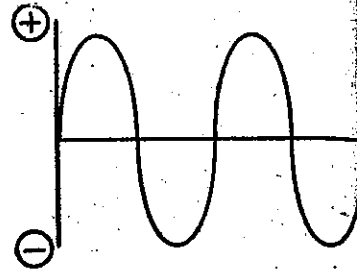
## VAKUM LÂMBALI OSİLATÖRLER

Fleming'in lâmbasına Lee De Forest tarafından kumanda eklendiğinde lâmba ile yükseltme işi mümkün olmuştur. Amplifikatör devresine geri besleme uygulamasının başlaması ile lâmba osilasyon (salınım) yapmıştır. Bu buluş, osilasyon frekans alanlarını, mekanik metotlarla mümkün olandan çok daha yüksek değere çıkarmıştır.

Yüksek frekanslı akımların osilasyon devresi, Şekil 5-3 de gösterildiği gibi, C kondansatörü ile L endüktansından ibaret rezonans devresidir.



(A) DIŞARDAN BESLENMELİ REZONANS DEVRESİ

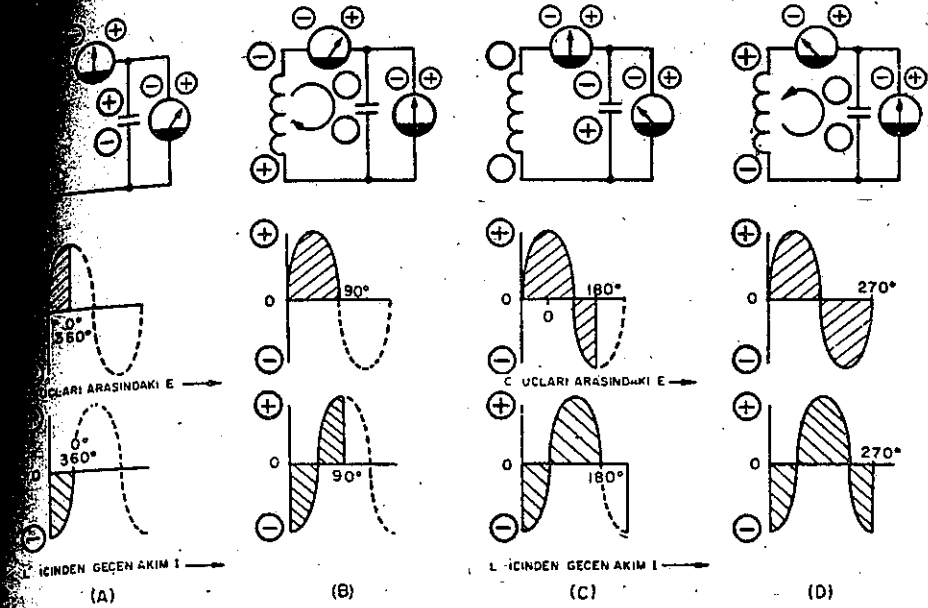


(B) SONUÇTA ELDE EDİLEN ÇIKIŞ DALGA ŞEKLİ

Şekil 5-3. Dışardan beslenmeli rezonans devresi, sonuçta elde edilen çıkış dalga şekli.

Derve de osilasyonların nasıl meydana geldiğini anlamak için Şekil 5-4 A da gösterilen paralel L-C devresini ele alalım ve önce bu devreden hiç bir elektron akmadığını farzedelim. Devreye şekilde gösterilen şekilde bir pozitif alternans uygulandığında bu gerilim C kondansatörünü maksimum değerine göre şarj eder.

Tam tepe değere şarjlı bulunan bu kondansatör bundan sonra L bobini üzerinden deşarja başlar ve Şekil 5-4 B de gösterildiği gibi bobinde bir manyetik alanın meydana gelmesine sebep olur. C kondansatörü tam olarak deşarj olduğu zaman Şekil 5-4 B grafiği üzerinde  $90^\circ$  noktasında gösterildiği gibi devredeki akım maksimum olur. Böylece kondansatörün deşarjı ile enerji, bobinde akımın yarattığı manyetik alana aktarılmış olur.



Şekil 5-4. Rezonansın analizi, L üzerinden geçen akım, C uçları arasındaki E.

Şekil 5-5. Rezonansın analizi L üzerinden geçen I. C uçları arasındaki E.

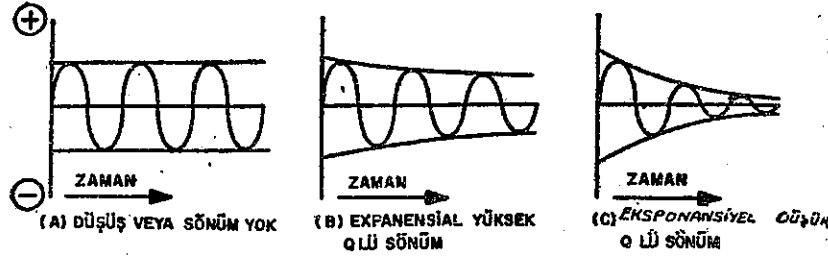
Bu akım azalması ile elektronlar kondansatör levhaları üzerine bastırılır ve Şekil 5-5 C nin  $180^\circ$  noktasında gösterildiği gibi kondansatör, ilk şarj durumunun aksi kutuplu olarak şarj edilir.  $180^\circ$  de I akımı sıfıra düşer ve C uçları arasındaki E gerilimi maksimumdur.

Manyetik alan tamamen yok olduğunda kondansatör bir öncekine göre ters kutuplu olarak şarj olur ve bu deşarj olarak 5-5 D nin  $270^\circ$  noktasında gösterildiği gibi bobinde bir manyetik alan yaratır ve bundaki akımı tekrar maksimum değere getirir.

Bu osilasyon devresinde bir yerden devamlı enerji beslemesi olmazsa meydana gelen osilasyonun (salınımın) dalga şekli sönümlüdür; yani genliği gittikçe azalarak sıfır olacak şekildedir. Bu durum Şekil 5-2 de gösterilmektedir. Sönüm düşüş açısı ya da zamanı devrenin direncine bağlıdır. Teorik olarak devre elemanlarının direnci yok farzedilirse sinüs dalgası şeklinde meydana çıkan osilas-



yonlar devamlı yani genişliği sabit ve sönümsüz olur. Fakat bu durum pratik olarak hiç bir zaman meydana gelmeyeceğinden böyle devrelerdeki osilasyonlar daima sönümlü olur.



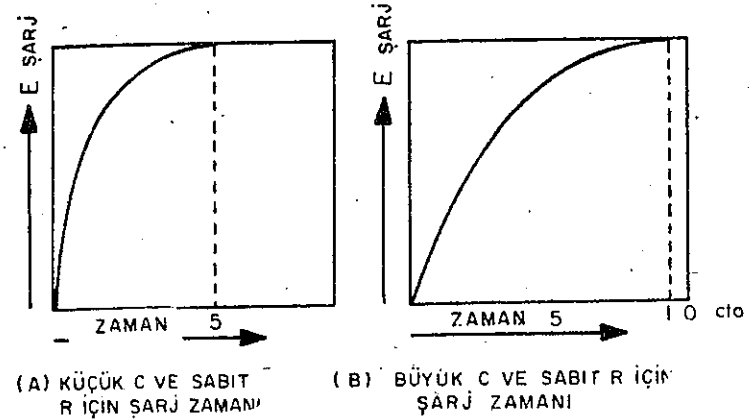
Şekil 5-6. Düşüş ya da sönüm yok, yüksek Q lü sönüm, zaman, düşük Q lü sönüm.

Devrenin «Q» sü, dışardan hiç bir besleme olmadığı durumda ki osilasyonun devam etme zamanı için onun kalitesini gösterir. «Q» sü küçük bir devrede sönüm zamanı Şekil 5-6 C de ve «Q» sü yüksek olanda ise bu durum Şekil 5-6 B de gösterilmektedir. Bu rezonans devresinde Şekil 5-6 A da gösterildiği gibi osilasyonun genliğini sabit tutmak için dışardan çok küçük bir enerjinin verilmesi gerekir. Mekanik bir benzetme olarak, duvar saati pandülünün kendi tabii rezonansındaki salınım genliğini sabit tutmak için zembek ile her defa çok küçük bir enerjinin verilmesi gerekir. Fakat burada şu nokta unutulmamalıdır ki sabit genlikli bir osilasyon için devreye yapılan enerji yardımı ya da itme etkisi, tam zamanında ve onun rezonans frekansı ile senkronize edilmiş bir şekilde olmalıdır.

Rezonans devrelerine bazan devrenin enerji depo etme yeteneği olduğundan dolayı «tank devresi» de denir. Şurasını açıklayalım ki; bir rezonans devresinde osilasyonun başlaması için dışardan uygulanan enerji frekansının rezonans frekansı ile aynı olmasına ihtiyac yoktur. Dolayısıyla bunun için D.A. kullanılabilir. Osilasyonun ilk başlangıcı için kondansatörün şarj edilmesi gerekir ve bu doğru akım sinyali ile yapılabilir. Osilasyon başladıktan sonra bunun sönümsüz ya da sabit genlikli olarak devam etmesi istendiği zaman devreye ayrıca beslenen enerjinin, osilasyon frekansı ile eş frekanslı ve onunla aynı fazda olarak uygulanması gerekir. Tank devresine yapılan ve osilatörü meydana getiren bu etkiye bazar

mekanikte mekaniksel ataleti yenmek için kullanılan volan'ın görüldüğü işe benzer bir iş gördüğünden dolayı «Volan etkisi» de denir.

L, C tank devreli bir osilatörün çıkış gerilimi sinüsoidal dalga şeklindedir. Bu dalga şeklinin frekansı, rezonans devresini teşkil eden endüktans ve kondansatör değeri ile tayin edilir. Kondansatör kapasite değeri küçük olduğunda maksimum değere şarj olması için gerekli zamanda küçük olur. Böylece devredeki osilasyon hareketi daha seri ve çıkış frekansı da yüksek olur. Şekil 5-7 de değişik değerli kondansatörlerin şarj zamanlarının karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 5-7. Kondansatör şarj zamanı, küçük C ve sabit R için şarj zamanı, büyük C ve sabit R için şarj zamanı.

Rezonans frekansını mekaniksel bir benzetme olarak saat pandülünün boyunun kısaltılması ile göstermek mümkündür ve boy kısaltılması ile pandülün her salınımı için geçen zaman aralıkları da kısalır. Rezonans frekansı tank devresindeki endüktans değerini değiştirmekle de değiştirilebilir. L nin C ye oranı da devrenin rezonansa gelmesine etki yapar. L ve C değerlerinin her hangi birini değiştirmekle rezonans frekansını değiştirmek mümkündür.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Burada L değeri henri, C değeri farat ve  $f_r$  ise sayıkl cinsindedir.

Tipik bir problem olarak 150 mikrohenrlik bir bobin ile 169 mikro-mikrofaratlık bir kondansatörün meydana getirecekleri rezonans frekansını bulalım.

$$L = 150 \mu\text{h} = 150 \times 10^{-6} \text{ h} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ henri}$$

$$C = 169 \mu\text{F} = 1,69 \times 10^{-10} \text{ Farat}$$

$$f_R = \frac{1}{2,8 \sqrt{1,5 \times 10^{-4} \times 1,7 \times 10^{-10}}} = \frac{1}{0,999 \times 10^{-6}} = 1 \text{ megasaykıl}$$

Yukarıda verilen rezonans frekans formülü yalnız sinüsoidal dalga şekilli akımlar için uygulanır. Sinüsoidal dalga şeklinden başka dalga şekilli akımlar için kullanılamaz.

Yüksek frekanslı devrelerde bobinin öz kapasitesi, montaj ve bağlantı tellerinin kapasite ve endüktansları, devre yakınındaki eleman ve parçaların durumu ve lâmba iç kapasiteleri rezonans frekansına etki yaparlar ve bunlar devre hesaplarını karışık bir problem durumuna sokarlar.

#### «Q» Katsayısı

Rezonansa ait devre şemalarının pek çoğu, omik direnci göstermeden yalnız kondansatör ve endüktansı gösterirler. Omik direnç herhangi bir devrede her zaman vardır ve sivri ya da keskin bir rezonans eğrisi istendiği zaman bu omik direnç, pratik olarak indirilebilecek en küçük değere indirilmelidir. Rezonans frekansındaki endüktif ya da kapasitif reaktans, devrenin omik direncine bölünürse devrenin kalitesini gösteren «Q» sayısı bulunmuş olur:

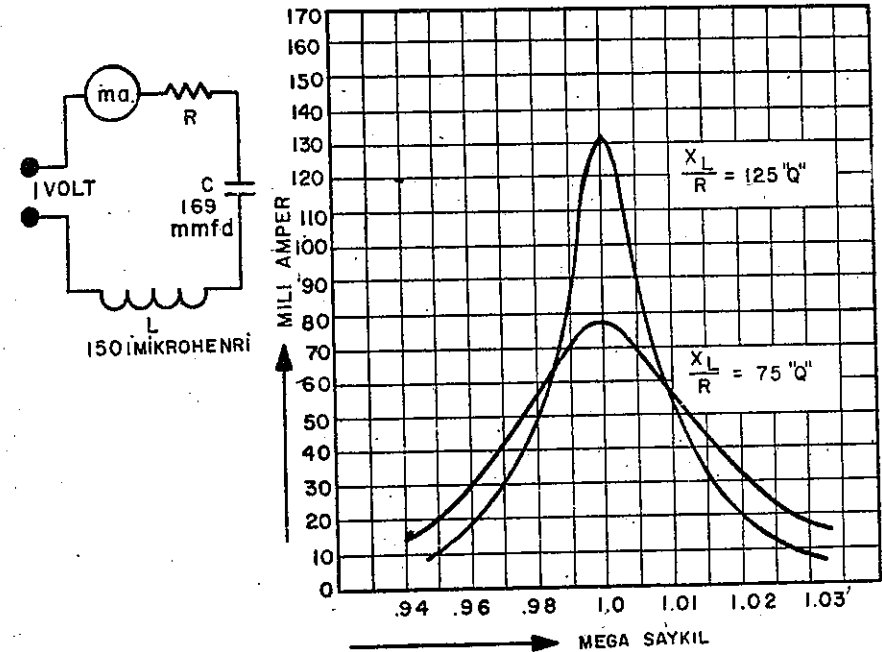
$$Q = \frac{X_L}{R} \text{ veya } Q = \frac{X_C}{R} \text{ dir.}$$

Q ye kalite faktörü diyebiliriz. R om olarak direnç ve  $X_L$  ya da  $X_C$  ise om olarak rezonanstaki reaktanslar olarak ifade edilir. Eğer rezonanstaki reaktans 75 om ve devrenin omik direnci 10 om ise  $Q = 75 \div 10 = 7,5$  dur.

Bu R direncinin akortlu seri rezonans devresi üzerindeki etkisi Şekil 5-8 de gösterilmektedir.

Akortlu seri rezonans devresi uçları arasında bir gerilim uygulandığı endüktans ya da kondansatör uçları arasında, uygulanan gerilimden daha büyük bir gerilim olabileceği düşünülmelidir. Rezonans durumunda  $X_C$  kapasitif reaktansı ile  $X_L$  endüktif reaktansı birbirini götüreceğinden toplam reaktans sıfır olur ve devre akımı yalnız devrede kalan D.A. direnci R tarafından sınırlanır. Bu akım, böylece büyük olarak L ve C reaktanslarından (Birbirini yok etmişlerdir), geçtiğinde bu devre elemanları uçları arasında büyük gerilim düşmelerine sebep olur. Meselâ bir devrede rezonanstaki endüktif ve kapasitif reaktans değerleri 400 om, D.A. direnci 10 om ve gerilim 25 volt olsun,  $X_C$  ve  $X_L$  in birbirini götürmesi sebebiyle devreden geçen akım 2,5 amper olduğundan endüktans ve kondansatör uçları arasında meydana gelen gerilim  $2,5 \times 400 = 1000$  voltur.

Reaktif gerilimin devreye uygulanan gerilime oranı, reaktansın devre R direncine oranına eşittir. Bu oran aynı zamanda «Q» ye de eşittir. Bu örnekte  $Q = X_L \div R = 400 \div 10 = 40$  dir. Reaktif gerilim Q kere uygulanan gerilime eşittir yani  $40 \times 25 = 1000$  voltur.



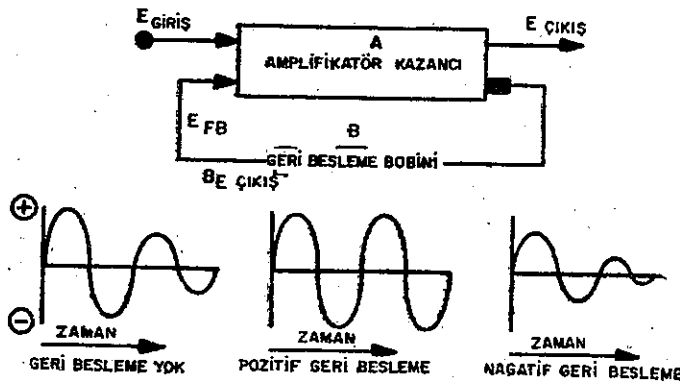
Şekil 5-8. Bir seri rezonans devresi üzerinde Q'nün etkisi.

tur. Kondansatör veya endüktansın uçları arasındaki gerilimin biri  $Q$  kere uygulanan devre gerilimine eşittir.

Şekil 5-8, farklı « $Q$ » faktörleri altındaki bir seri rezonans devresini göstermektedir. Yüksek « $Q$ » değeri için sivri ve yüksek tepede değerli ve küçük « $Q$ » değeri için ise geniş, yayvan ve küçük tepede değerli frekans eğrisi meydana çıkar.

### Geri Besleme

Bir amplifikatör kullanarak tank devresindeki osilasyonları bit genlikli ya da sönümsüz şekilde tutmak için griye, Şekil 5-9 gösterildiği gibi küçük miktarda bir ( $E_{FB}$ ) geri besleme (uygun frekansa da uygulayarak) yapılması gerekir. ( $E_{FB}$ ) geri besleme gerilimi verildiği suretile  $E$  giriş gerilimi takviye ya da yükseltilerek katın kazancı artırılmış olacaktır ve bunun için geri besleme (feedback) devresi, pozitif bir geri besleme yapmalıdır. Bir amplifikatöre geri besleme uygulanmadığı zamanki normal devre kazancı; çıkışta aynı fazda yüzde bir miktar pozitif geri beslemenin kumanda griye uygulanması ile büyük ölçüde artırılmış olur. Böylece, bazen regeneratif geri besleme denen pozitif geri besleme ile Şekil 5-9'de gösterildiği gibi bir amplifikatöre sönümsüz osilasyon yaptırılarak onun osilatör olarak çalışması sağlanmış olur. Pozitif geri besleme işleminde devre distorsiyona uğratılabilir. Çünkü geri beslenen çıkış kısmı esas çıkışı temsil etmez, fakat geri besleme bobini yoluyla tekrar kumanda griye geri besleme yapılması gerekir. Bu s



Şekil 5-9. Çıkış dalgası genliğine geri beslemenin etkisi zaman, geri besleme yok. Zaman pozitif geri besleme, zaman negatif geri besleme, Amplifikatör kazancı, geri besleme bobini

bepten pozitif (regeneratif) geri besleme yüksek sadakath ya da kazancı belli frekans sınırları içinde aynı (HI-FI, High fidelity) olması gereken amplifikatör devrelerinde kullanılmaz.

Teorik olarak, amplifikatörlerde, pozitif geri besleme kullanmakla kazanç yükselir ve böylece geri besleme gerilimi daha da yükselerek katın kazancını sonsuz yapmak mümkün olur denebilir. Fakat, bu durum pratik olarak bir amplifikatörde meydana gelemez çünkü, sonsuz kazanç varamadan önce devre, osilasyonu durduracaktır. Böylece osilasyonun sönümsüz ya da sabit genlikli olması için geri besleme mutlaka pozitif olmalıdır ve geri besleme olarak griye uygulanan gerilim değeri, devre osilasyonunu devamlı tutacak kadar olmalıdır. Bunu yapmak için bütün devre kayıplarının karşılanması şarttır.

Şekil 5-9 da, kazanç  $A = E_{çıkış} / E_{giriş}$  dir ve burada  $A =$  katın kazancı,  $E_{çıkış} =$  çıkış gerilimi, ve  $E_{giriş} =$  giriş gerilimidir.

Şekil 5-9 da geri besleme altında meydana çıkan kazanç şöyle bulunur  $A_t = E_{çıkış} / E_{sinyal}$  dir. Burada :

$A_t =$  Geri besleme uygulandığı durumdaki kat kazancı

$E_{çıkış} =$  Çıkış gerilimi

$E_{giriş} =$  Katın giriş gerilimi ( $E_{sinyal} + E_t$ )

$E_t =$  Geri besleme devresi çıkışındaki geri besleme gerilimi

$B =$  Geri besleme geriliminin çıkış gerilimine oranıdır.

$$(B = E_t / E_{çıkış})$$

$$E_{FB} = B \times E_{çıkış} \text{ ve}$$

$$E_{çıkış} = A_t \times E_{sinyal}$$

Eğer  $E_{FB}$ ,  $E_{sinyal}$  ile eklenecek şekilde olursa  $B$  pozitif bir geri beslemedir.  $E_{FB}$ ,  $E_{sinyal}$  den çıkarılacak şekilde olursa  $B$  negatif bir geri besleme olur  $E_{giriş}$  gerilimi,  $E_{sinyal}$  ile  $E_{FB}$  nin cebirsel toplamıdır.

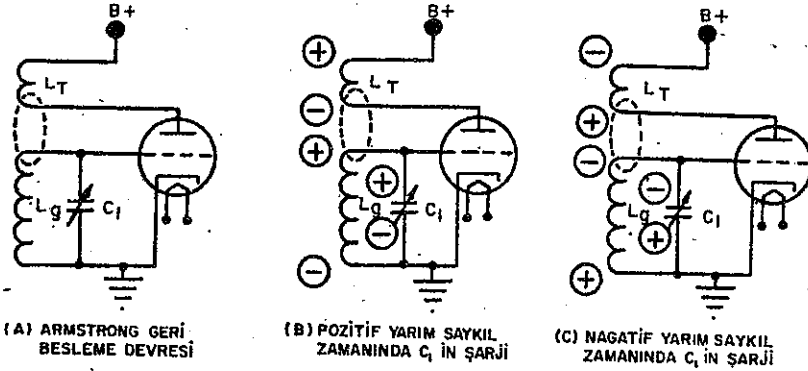
$B$  pozitif olduğunda ise, geri beslemeli olarak meydana gelen amplifikatör kazancı, geri beslemesiz kazançtan daha büyük olur.

Yeter bir pozitif geri besleme ile amplifikatör kazancı yaklaşık olarak sonsuza erişir ve dış giriş geriliminden bağımsız bir osilatör olur. Genel olarak pozitif geri besleme, kazancı artırır, frekans karakteristiğini kötüleştirir ve yüksek bir genlik distorsiyonu meydana getirir. Negatif geri besleme kazancı azaltır, frekans karakteris-

tiğini düzgünleştirir ve distorsiyonu azaltır. Negatif geri besleme ile, besleme gerilimi ya da lâmba değişmelerine bağlı kalmaksızın bir amplifikatörü iyi işleyecek şekilde hesaplamak mümkün olur.

### ARMSTRONG OSİLATÖRÜ

Şekil 5-10 bir Armstrong osilatörünün şematik diyagram'ını göstermektedir. Gri devresine pozitif geri besleme  $L_T$  endüktif kuplajı ile yapılmaktadır. Geri besleme miktarı  $L_T$  ve  $L_g$  arasındaki mesafe ile tayin edilir ve geri beslemenin kutupları yani doğru faz ilişkisi  $L_T$  nin bağlantı uçlarının değiştirmekle yapılır. Bu devrenin rezonans frekansı  $L_g$  ve  $C_1$  değerleri ile tayin edilir. Eğer  $L_T$  bağlantı uçlarını ters çevirirsek  $L_g$  de indüklenen enerji  $180^\circ$  faz farklı olacak ve devre osilasyon yapmayacaktır. Bu tip devre ilk montajda çalışmazsa yapılması düşünülecek ilk iş  $L_T$  sargıları bağlantı uçlarını ters çevirmektir ve böylece devre çalışmaya başlayabilir.

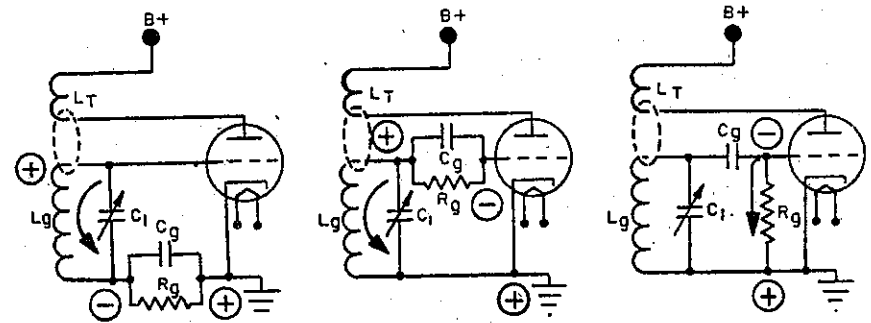


Şekil 5-10. Armstrong osilatör devresinin çalışması. Armstrong geri besleme devresi, pozitif yarım saykıl zamanında C şarjı negatif yarım saykıl zamanında C şarjı.

Bu devreye akım verildiği ilk anda  $L_T$  den geçen plâk akımı bir manyetik alan meydana getirecektir. Bu manyetik alan karşılıklı indükleme ile  $L_g$  gri bobini sargılarında bir gerilim meydana getirecektir. Şekil 5-10 B de gösterildiği gibi bu gri gerilimi pozitif olduğunda lâmba grisine pozitif bir kumanda gerilimi verdiği gibi aynı zamanda  $C_1$  i de şarj eder. Bu etki ile tank devresi rezonans frekansında osilasyona başlar. Bundan sonraki yarım saykıl zamanında

kondansatör kutupları Şekil 5-10 C de gösterildiği gibi değişir ve böylece kumanda griye verilen negatif gerilim, plâk akımını azaltarak manyetik alanın birdenbire düşmesine sebep olur. Bu etki  $L_T$  nin kutuplarını ters çevirir.  $L_T$  nin karşılıklı indükleme yolu ile  $L_g$  yi beslemek için meydana getirdiği gerilim, bundaki gerilim ile aynı fazdadır. Geri besleme ile gri üzerinde meydana gelen bu gerilim lâmbanın plâk akımı ile aynı fazdadır. Bu etki her saykılı takviye eder ve osilasyonun genliğini Şekil 5-9 da orta yerde gösterilen dalga şekli gibi tepeden tepeye aynı sabit değere yükseltir. Genlik, lâmbanın grisi çok negatif olduğunda lâmbanın katot noktası ile ve çok pozitive gittiğinde ise doyum noktası ile sınırlanmış olur. Lâmba karakteristik eğrisi üzerinde gri osilasyon gerilim dalgalanmaları çok pozitif ve çok negatife gittiğinden dolayı çıkış dalga şeklinde çok yüksek distorsiyon vardır. Lâmbanın belli sınırlar içinde çalışması için buna birkaç şekilde polarma uygulamak gerekir. Pek çok osilatör devreleri, uygun osilasyon yaptıklarında kendi polarma gerilimlerini gene kendileri meydana getirirler. Devrenin osilasyon yapıp yapmadığını anlamak için iyi bir metot, kendi kendine meydana gelen bu polarma gerilimini bir lâmbalı voltmetre ile ölçmektir. Devre osilasyon yapıyorsa, gride katoda göre negatif bir gerilim görülmelidir.

Şekil 5-11, çeşitli düzende gri sızıntı direnci ile yapılmış gri polarmalı bir kaç tipik Armstrong osilatörünü göstermektedir. Bu devreler incelenirse, osilasyonun pozitif yarım saykılında kumanda gri kotada göre pozitif olduğu zaman okun gösterdiği yönde bir gri akımı akar. Bu gri akımı ile  $R_g$  uçları arasında bir gerilim düşümü

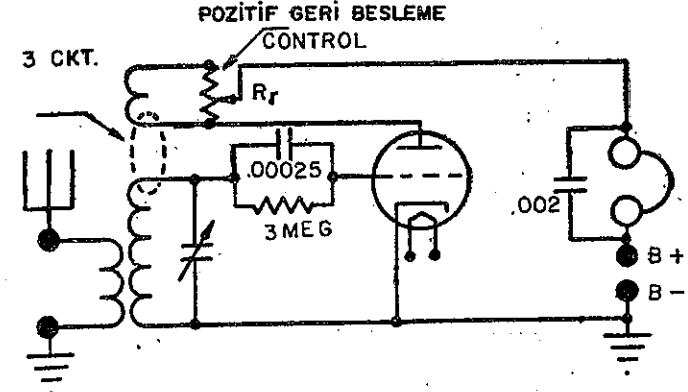


Şekil 5-11. Gri sızıntı polarmasının çeşitli düzeni.

meydana gelerek otomatik olarak griyi katoda göre negatif yapar ve böylece lâmbanın gri polarına gerilimi temin edilmiş olur. Bu polarına gerilimi, lâmba plâk akımını azaltarak tepeden tepeye değerin ortasına getirir.  $C_g$  kondansatörü, gerilim değişmelerini düzeltici etki yaparak polarmayı sabit değerde tutmaya yarar.  $C$  nin değeri osilatörün osilasyon frekansına bağlıdır; yüksek frekanslarda küçük değerli kondansatör kullanılır.  $R_g$  direnci genel olarak megaom değerlerindedir ve  $C_g$  kondansatörünü şarj eder. Osilasyonun negatif alternansında sızıntı akımı durduğunda kondansatör  $R_g$  üzerine deşarj olarak bu direnç uçları arasındaki polarına geriliminin aralıksız ve sabit kalmasını temin eder. Bu tip polarmaya gri sızıntı akımından dolayı gri sızıntı polarması denmiştir. Bu gri sızıntı akımı etkisi ile lâmba, karakteristik eğrisinde normal çalışma değerine getirilir. Osilatör, önce de bahsedildiği gibi, devrenin kayıplarını, lâmbanın çıkışından alınan A.A çıkış gücüne eşit olacak şekilde kararlı tutar.

Pozitif geri beslemenin çok önemli bir özelliği şudur: Osilatör kumanda grisine verilen giriş gücü, geniş devresine sokulmuş bir negatif direnç etkisi yapar. Bu etki, osilatör devresinde kaybolan enerji yerine geçen bir akım kaynağını temsil eder. Bu kaynak böylece birikmiş kayıpların yerini alır ve devreyi osilasyon yapar durumda tutar. Lâmba dışında, devre kayıpları; gri sızıntı direnci, gri sızıntı kondansatörü,  $L_T$  bobini, gri bobini ve gri tank devresi kondansatörüdür.

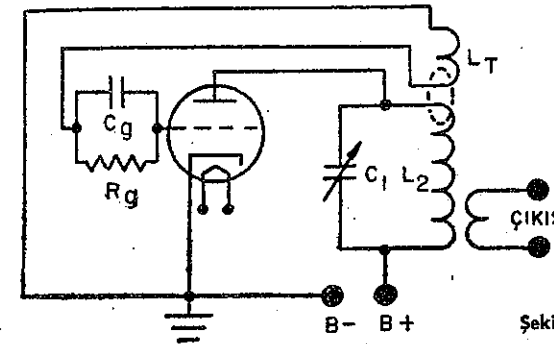
Şekil 5-12, Armstrong tipi ve tek lâmbalı bir reaksiyonlu (pozitif geri beslemeli) alıcıyı göstermektedir. Bu devre basit bir kısa dalga alıcısı olarak kullanılabilir. Çünkü uygun ayar yapıldığında çok iyi duyarlılığı vardır. Bu devrenin kötülüğü, kararsız oluşu ve pozitif beslemenin sebep olduğu ahıcılık kalitesinin fena oluşudur. Bu devrede, rezonans devresini, alınması istenen istasyon frekansına ayarlama işi L-C değerlerini ayarlamakla olur.  $R_g$  ile pozitif geri beslemeyi, kulaklıkta kuvvetli bir ses duyuncaya kadar ayarlamayı temin eder. Bu duyma işi devrede osilasyonun kesilmesinden biraz önce başlar. Bu durum devre kazancı çok büyük olduğu zaman vardır, fakat sesdeki kararsızlık kötü bir tarafıdır ve bu devre gerçek bir alıcı olarak kullanıldığı zaman distorsiyonların giderilmesi oldukça zordur.



Şekil 5-12. Armstrong pozitif reaksiyonlu ve detersüyonlu alıcı. Pozitif geri besleme kontrolü.

#### Plâğı Akortlu Osilatör

Şekil 5-13 de plâğı akortlu bir osilatörün şematik devre diyagramı gösterilmektedir. Bu devre esas olarak Şekil 5-10 da anlatılan Armstrong devresinin aynıdır. Fark olarak yalnız LC tank devresi, kumanda gri devresi yerine plâk devresindedir. Gri devresine  $L_T$  tikler bobini eklenmiştir. Bu devrenin bir kötülüğü, gerçek bir kullanma için montaj yaparken levhalarında pozitif gerilim bulunduğundan  $C_1$  kondansatörü şasesden yalıtılmalıdır.



Şekil 5-13. Anodu akortlu armstrong osilatörü, çıkış.

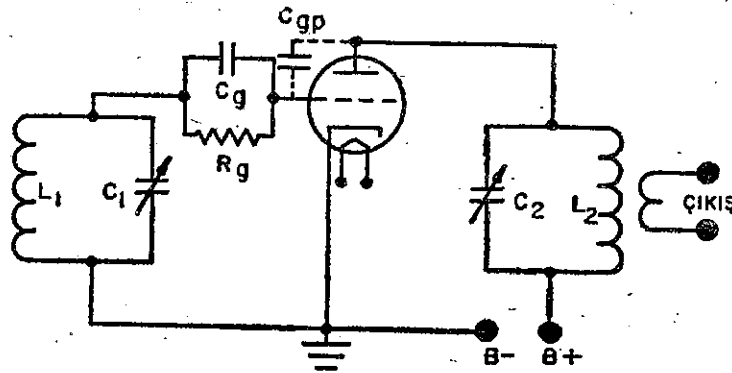
#### Hem Plâğı Hem de Grisi Akortlu Osilatör

Birden fazla rezonans devresi olan osilatörlerde LC devresinden biri, öteki LC devresindeki osilasyonu devamlı ve sönümsüz tutma işinde gerekli fazla enerjiyi ona beslemek içindir. Böyle bir

devre diyagramı Şekil 5-14 de gösterilmektedir. Gri devresindeki  $L_1C_1$  akortlu devre istenen frekansa ayarlanır. Gri devresi osilasyona başladığında lâmba bu değişimleri yükselterek osilasyona başlatmak için plâktaki  $L_2C_2$  devresine aktarır. Devredeki osilasyonu devam ettirmek için gerekli geri besleme, lâmbanın gri ile plâk arası ( $C_{gp}$ ) iç kapasite yolu ile meydana çıkar. Plâktan kumanda griye enerji kuplajı bu iç kapasite üzerinden olur. Eğer plâk devresi tam gri devresine göre akort edilirse, lâmba plâğı ile griyi arasındaki gerilimde  $180^\circ$  faz farkı bulunduğundan geri besleme fazı negatif geri besleme yapacak şekilde olur. Böyle sinyal griye beslenirse gri rezonans devresindeki enerjiyi yok eder ve lâmba osilasyon yapmaz. Böylece bu devrenin osilasyon yapması için, plâk devresindeki akortlu rezonans devre frekansını gri devresi frekansından biraz fazla yapmalıdır. Bu metotla faz kayması ortadan kaldırılmış olur. Bu durum devredeki osilasyonun kesilmesine sebep olur. Burada şunu belirtmek gerekir ki ister plâktaki, ister gri üzerindeki rezonans devresi olsun hangisi frekansı tayin ediyorsa onun LC tank devresi ötekine göre düşük frekansa akort edilmelidir. Bu, daha alçak frekansa ayarlanmış devre çalışma frekansını tayin ederken, bundan daha yüksek frekansa ayarlanmış devre lâmba iç kapasite ( $C_{gp}$ ) kuplajı ile osilasyonu takviye etmek ya da beslemek için buna enerji temin eder.

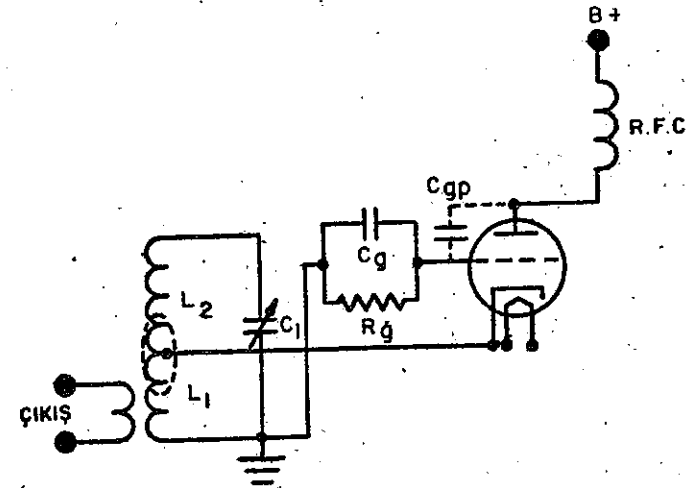
#### Hartley Osilatörü

İki tip hartley osilatörü vardır. Bunlar (1) Seri beslemeli Hartley ve (2) şönt beslemeli Hartleydir. Seri beslemeli Hartley Şekil



Şekil 5-14. Anodu ve plâk akortlu osilatör, çıkış.

de gösterilmektedir. Bu devre, esasında tank devresi iki kısma ayrılmış bir osilatördür. Bunun endüktansının  $L_2$  kısmı plâk devresinde, öteki  $L_1$  kısmı ise gri devresinde kullanılır. Katot, toplam endüktansın orta kısmına yakın bir yere bağlanmıştır. Katodun bulunduğu bu ucun değişik alınması ile osilasyon genliği kontrol edilmiş olur. Gri ile plâk devresi arasındaki bu endüktansın bölünmesi endüktif gerilim bölücü gibi etki yapar. Devre, çok zaman  $L_2$  ve  $L_1$  e oranı yaklaşık  $1 \div 0,6$  olduğu zaman iyi osilasyon yapar, bunun artırılması yükseltme katsayısı ile de olur. Griye uygulanan sinyal, kumanda gri ile katot arasında bulunan  $L_1$  uçları arasındaki sinyaldir. Gerekli geri beslemeyi yapan yükseltilmiş sinyalde uçları arasında meydana çıkar.

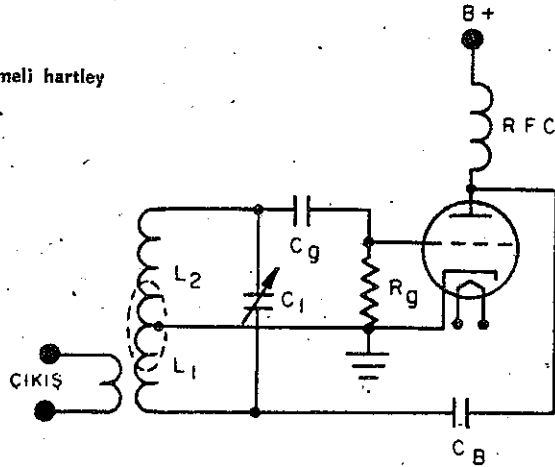


Şekil 5-15. Seri beslemeli akortlu hartley osilatörü, çıkış.

Bu devre Armstrong devresine çok benzer, yalnız fark olarak Armstrong devresinin  $L_T$  bobini griye, doğrudan doğruya değil de endüktif kuplaj ile bağlanmıştır. Hartley devresinde endüktans kütupları, bobinin plâk kısmı gri kısmına aynı fazda besleme yapacak şekildedir. Böylece devrede pozitif bir geri besleme meydana gelmiş olur. Frekansı ayarlayan değişken kondansatör gri ve plâk endüktanslarının ikisine birden paralel olduğundan radyo frekans şok (RFC) bobini yüksek frekansların akım kaynağına gitmesine engel olmak içindir.

Hartley osilatörü belli bir endüktans değeri için öteki osilatörlerden daha küçük frekans yaratır. İyi bir dalga şekli gerektiğinde bu osilatörler özellikle düşük ses frekansları üretilmesi için uygundur.

Şekil 5-16. Paralel beslemeli hartley osilatörü, çıkış.



#### Şönt Beslemeli Hartley Osilatörü

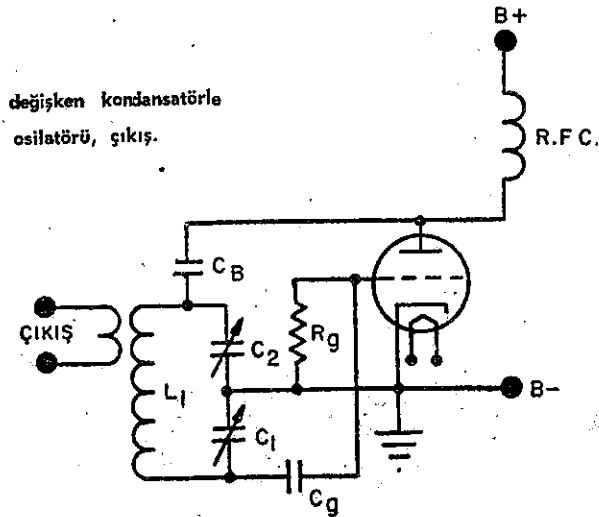
Şekil 5-16, paralel beslemeli bir hartley osilatörü şematik diyagramını göstermektedir. İki devre arasındaki farkı gösterebilmek için Şekil 5-15'deki devreye bakılırsa plâk D.A. besleme devresi tank devresi ile seridir. Böylece plâk akımı akortlu devreden geçerek katoda döner. Buna seri beslemeli devre denir. Plâk D.A. besleme devresi akortlu devre ile paralel beslemeli bir şekilde de yapılabilir. Böylece, Şekil 5-16'da gösterildiği gibi devre paralel beslemeli Hartley durumuna geçer.  $C_B$  kondansatörü RF gerilimlerini tank devresine geçirmek için ve güç kaynağı D.A. gerilimini bloke ederek tank devresine geçirmemek için kullanılır. Bu düzen ile  $C_B$  kondansatörü, plâk doğru akımının katoda dönüşünü tank devresi üzerinden yapmamasını sağlar. Plâk akımı yalnız D.A. kaynağına seri bulunan R.F.C. bobininden geçerek katoda döner. Yüksek frekanslara karşı R.F.C. bobininin büyük endüktif reaktansı olduğundan, yüksek frekanslı akımlar D.A. güç kaynağına gidemezler. Bu düzen ile D.A. güç kaynağı devresi, osilasyon yapan tank devresinden ayrılabilir. Aksi halde paralel beslemeli devre fonksiyonları seri beslemeli devrenin aynı olur.

#### Colpitts Osilatörü

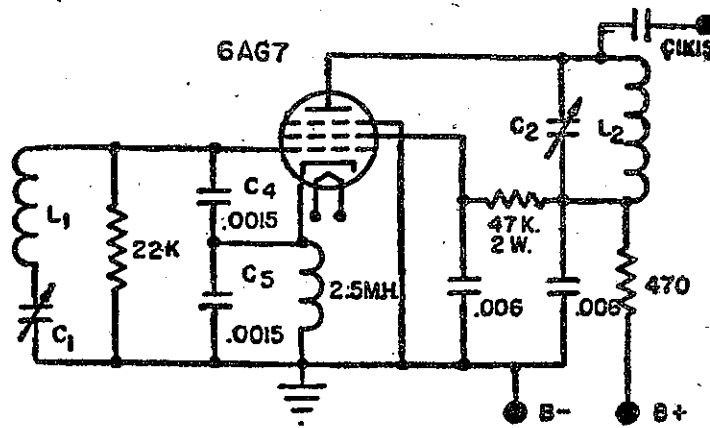
Hartley osilatörüne benzeyen akort kondansatörü ikiye ayrılmış bir Colpitts osilatörü Şekil 5-17'de görülmektedir. Tank devresinin  $C_1$  ve  $C_2$  kondansatörleri kapasitif gerilim bölücü şeklindedir.  $C_1$  gri sinyalini temin eder;  $C_2$  ise  $C_B$  yolu ile plâk devresinden geri beslemeyi sağlar.  $C_1$  ve  $C_2$  yi ayarlayarak osilasyon frekansını değiştirmek ve sabit genlikli osilasyon için gerekli miktarda geri beslemeyi temin etmek mümkündür.

Tank devresinin iki baş ucu bir biri ile  $180^\circ$  faz farklı olduklarından, osilasyonu devamlı ya da sabit genlikli tutmak için toplam kapasite, seri bağlı  $C_1$  ve  $C_2$  den ibarettir.  $R_g$  ve  $C_g$  devre için gri sızıntı polarma gerilimini temin ederler. Frekans kararlılığı bakımından Colpitts osilatörü Hartleyden daha iyidir. Colpitts osilatörü çok yüksek frekans devrelerinde çok kullanılır. Ayar kondansatörü ayarlı ve seri bağlı iki kısma ayrıldığından statoru ayrı düzenlenmiş durumda özel bir değişken kondansatör kullanmak gerekir. Bu değişken kondansatörün iki ayrı statoru (sabit levhalar) ve bir ortak kısmı ya da şaseye bağlanmış tek rotoru (hareketli levhalar) vardır. Rotor döndürüldüğünde ayrı kısımların ikisinde de kapasite değişir. Böyle kondansatör kullanmakla öteki bilinen değişken kondansatörlere göre aynı kapasite artması ya da azalması daha fazla hareket etmekle yaptığından devrenin ihtiyacı olan gerilim bölme özelliğini de daha hassas olarak yapar.

Şekil 5-17. İki ayrı değişken kondansatörle akortlu colpitts osilatörü, çıkış.



Colpitts osilatöründe ayarlı paralel rezonans devresi vardır. Bu devre yeniden düzenlenerek seri rezonans devresi kullanılırsa Şekil 5-18 de gösterildiği gibi, bir CLAPP osilatörü şekline gelmiş olur. Bu devre frekans kararlılığı iyi olan bir osilatördür. Çıkış enerjisi 6-A G 7 lâmbasının plâğından elektron kuplajı ile alınır. Osilatörün osilasyon devresi bobin ve  $C_1$  den ibaret bir seri rezonans devresidir ve rezonans ayarı  $C_1$  ile yapılır. Rezonans durumunda rezonans devresinden geçen yüksek akım aynı zamanda  $C_4$  ve  $C_5$  den de geçer. Bu rezonans akımı,  $C_4$  ve  $C_5$  in kapasitif reaktansları uçları arasında küçük gerilim düşmelerine sebep olur. Bu nispeten küçük gerilim 6 AG 7 lâmbasının kumanda grisine uyarma gerilimi olarak uygulanırken lâmbanın katodu, akortlu devrenin osilasyonunu devamlı ve sabit genlikli yapmak için akortlu devreye akım besler. Bu osilatör, bilinen öteki paralel rezonans devreli osilatörlerden farklı bir çalışma yapar. Çünkü onun seri rezonans devresi dolayısı ile meydana gelen rezonanstaki yüksek akımı, alçak empedanslı Clapp osilatörünü lâmba içinde besler. Devrede alçak empedans noktası uçları arasına gevşek bir kuplaj yapıldığında lâmba, kendi karakteristik değer ve sabiteleri değişikliklere uğrarsa da gene çok iyi bir frekans kararlılığına sahiptir. Fakat dikkat edilecek bir nokta  $C_1$  akort kondansatörünün kapsadığı frekans alanı içinde Clapp osilatörü, çıkış gücünde değişiklik yapmak eylemindedir.  $C_1$  maksimum değere ayarlandığında çıkış en büyük değeri alacaktır. Frekans

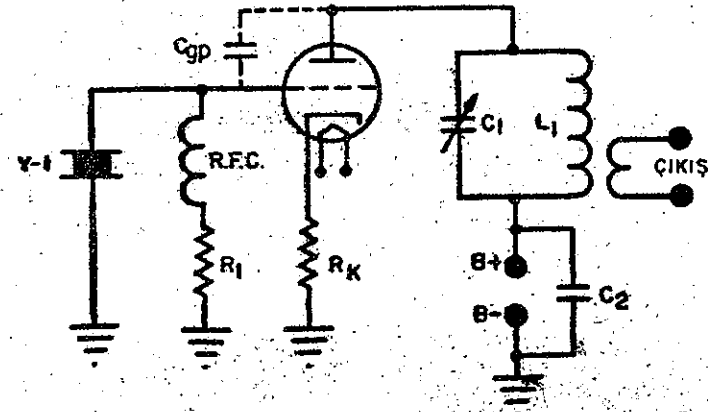


Şekil 5-18. Elektron kuplajlı Clapp osilatörü.

değişmesini azaltmak için  $C_4$  ve  $C_5$  in sıcaklık ile kapasite değişmesi çok az olmalıdır.  $C_1$  ve  $L_1$ , mekanik titreşimlerden dolayı meydana gelecek frekans değişmelerinin önüne geçmek için sağlam olarak monte edilmelidirler. Bu osilatör, istisna olarak kristal osilatör dışında, alçak frekans çalışmaları için frekans kararlılığı en iyi bir osilatördür. Fakat buna karşı kristal osilatörün yapılışı icabı bir tek çalışma frekansı olduğu halde, elektron kuplajlı Clapp osilatörünün frekansı değiştirilerek istenen değere ayar edilebilir.

#### Kristal Kontrollü Osilatör

Çok kararlı ve sinüsoidal bir çıkış temin etmek için piezoelektrik kristal kontrollü osilatör kullanılır. Şekil 5-19, böyle bir devrenin şematik diyagramını göstermektedir. Kristal kontrollü osilatörler genel olarak frekans alanı 50 CK ile 15 MC arasındaki uygulamalarda kullanılır. Frekansı 30 MC a çıkarmak için bazı kristaller öğütülerek yapılmıştır. Fakat bunlar çok incedir ve fazla yüklenirse kristal çatlar veya kırılır.



Şekil 5-19. Kristal kontrollü osilatör, çıkış.

#### Kristal Karakteristikleri

Kristalin çalışması, «piezoelektrik etkisi» diye bilinen bir olaya dayanmaktadır ve bu olay osilatör devrelerinde kullanılan bütün kristallerin karakteristik bir özelliğidir. Bu devrelerden temin edilebilecek güç, kırılmadan kalabileceği sıcaklık ile sınırlanmıştır. Piezoelektrik etkisi, kristale bir eksen boyunca mekanik bir ba-



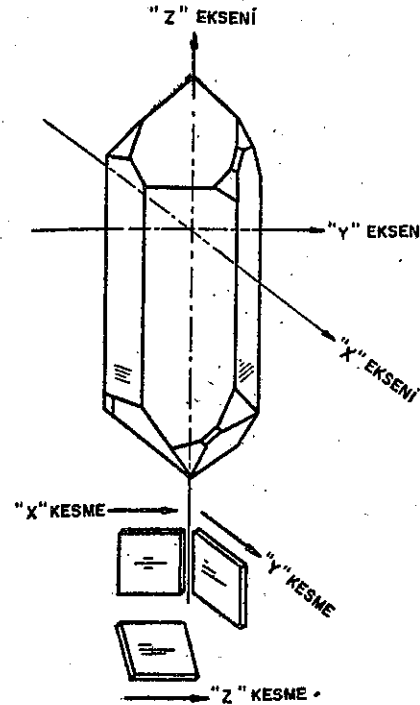
sinç yapıldığı zaman meydana gelir. Bunun sonucunda öteki eksen boyunca bir elektrik basıncı yani bir gerilim meydana çıkar.

Şekil 5-15, bir kristalde kullanılan çeşitli kesilmeleri göstermektedir. Kristalin titreşim (vibrasyon) yapacağı rezonans frekansı, onun ölçü ve kalınlığı ile ters orantılıdır. «X» kesme eksenine elektrik eksen denir. «Y» eksenine mekanik eksen ve «Z» eksenine de optik eksen denir. Eğer X eksen uçları arasına bir gerilim uygulanırsa Y eksen boyunca mekanik bir basınç ya da deformasyon (şekil bozukluğu) meydana gelecektir. Belli bir frekansta meydana çıkan tabii mekanik titreşim ya da basınç, kristalin kendi kesime ya da öğütülerek yapılma ölçü ve kalınlığına bağlıdır. Kristalde titreşiminin en düşük frekansını, mekaniksel arızaları olmayan büyük kuartz kristallerini bozmadan, keserek ve öğütürerek elde etmenin zorlukları sınırlar. Frekansın yüksek değerlerini ise yüksek frekans osilasyonları için kristalin çok ince kesilmesi ve öğütülmesi zorunluluğunun meydana getirdiği mekaniksel zayıflık sınırlar. Kristal yapıları ham madde ya da külçe kristalden elektriksel ve optik eksenlere göre önceden tayin edilen yönde kesilir. Kristalin uygulamaları için bu eksen yönlerinin tayini çok önemlidir. Frekans sabitliği, frekans alanı ve ısı katsayısı gibi faktörler bazı devre uygulamaları için önemlidir.

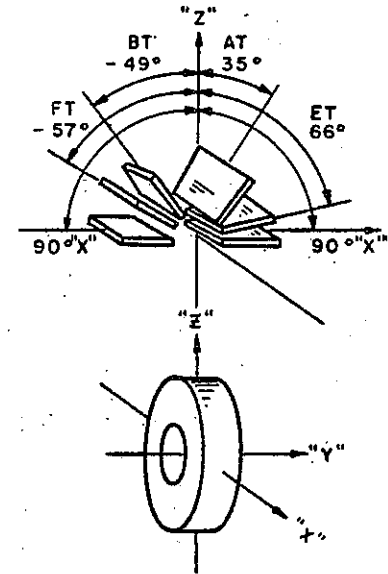
İlk zamanlar kristaller «Y» veya «X» eksenine göre kesilirdi. Y eksenine göre kesilmiş kristalde çok yüksek bir ısı katsayısı vardır ve kristaldeki sıcaklık değişmesi onun frekansının kararsız olmasına sebep olur. X eksenine kesilmiş kristal, sıcaklığı sabit değerde tutulan bir kristal fırını içine konduğunda frekansı tam olarak sabit kalır.

Şekil 5-21 de gösterildiği gibi «AT» dereceleri arasından kesilmiş kristal 500 KC ile 6 MC arasındaki frekanslar için bugün çok olarak kullanılmaktadır. Sıcaklık değişimleri altında böyle kesme ile elde edilen kristalin çok iyi bir frekans kararlılığı vardır. 6 MC m üzerindeki frekanslarda «AT» bölgesinden kesilmiş kristal çok ince olacağından fazla yüklendiğinde çatlayabilir. 6 MC ile 12 MC arası çalışma için «BT» bölgesinden kesilmiş kristaller çok kullanılır. «FT» ve «DT» bölgelerinden kesilen kristaller küçük frekanslı güç osilatör uygulamalarında kullanılır.

Kristal önce, son yapım ölçülerinden biraz büyük olarak kesilir. Bundan sonra kristal traş edilerek ve asitle aşındırılarak normal frekansından biraz yüksek frekansta osilasyon yapacak duruma getirilir. Daha sonra gümüş kaplanarak elektrik bağlantı uçları için elektrotlar teşkil edilir. Bu işlemler kristalin tabii frekansını çok az düşürerek istenen normal çalışma frekansı değerine getirir.



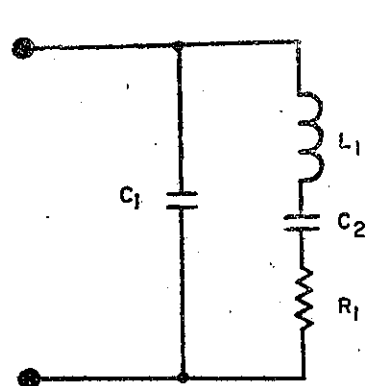
Şekil 5-20. Ortak kristal kesmeleri Z akseni, Y akseni, X akseni, Y kesme, X kesme, Z kesme.



Şekil 5-21. Ortak kristal kesmelerinin ayrımı.

#### Kristalin Devreye Uygulanması

Bir kristalin eşdeğer devresi Şekil 5-22 de verilmiştir. C<sub>1</sub>, kristalin osilasyon yapmadığı durumda, iki yüzeyine kaplanmış plâkalar arası kapasitedir. L<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> ve R, kristal titreşim yaptığı zaman meydana çıkan özellikleridir. Bu devreyi kristal ile, grisi akortlu veya plâğı ve grisi akortlu devrede yer alacak şekilde yapmak mümkündür.

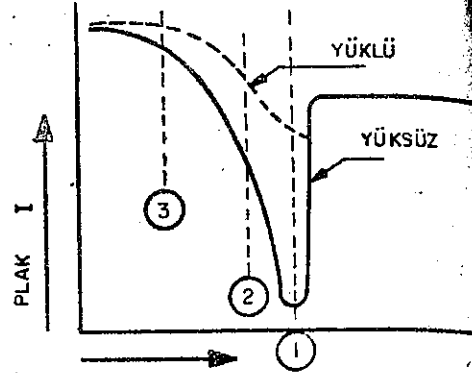


Şekil 5-22. Bir kristalin eşdeğer devresi.

Kristalin normal olarak yüksek bir çalışma frekansı vardır. Bu frekans, devrenin montaj tipine, kristalin kesiliş şekline ve onun kalınlığı gibi faktörlere bağlıdır.

Şekil 5-19 daki şematik diyagrama bakalım. (daha iyi anlaşılması için tekrar edilmektedir). Lâmba akım geçirmeye başladığında kristal, plâktan, plâk ile gri arasındaki iç kapasite  $C_{gp}$  yolu ile yapılan geri besleme ile deforme olacaktır. Devrenin osilasyon yapması için plâk tank devresi, kristal rezonans frekansından daha yüksek bir rezonans frekansına ayar edilmelidir ve plâk devresi böylece kristal frekansına göre endüktif olur. Bu iş, gri gerilimine göre uygun fazda geri besleme temin etmek için gereklidir.

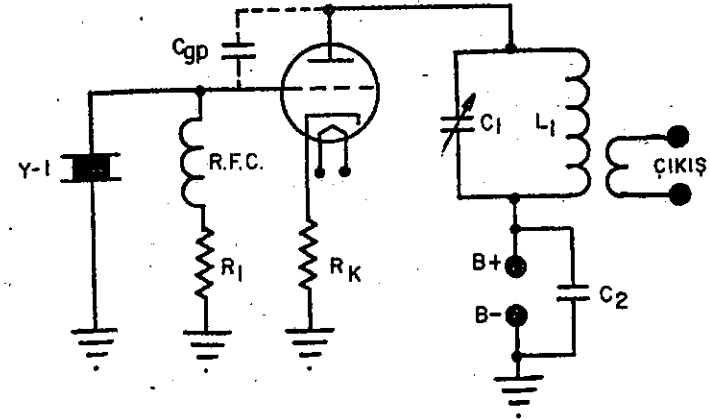
Plâk devresi osilasyonunda gerekli faz kaymasını temin için lâmba içinden plâk tank devresine uygulanan kristal frekansı plâk tank devresi rezonans frekansından düşük olmalıdır. Kristal frekansına göre plâk devresinin daha endüktif olması daha çok faz farkına sebep olur. Eğer plâk devresi daha da yüksek frekansa ayar edilirse geri beslemenin genliği azalır. Normal olarak gri ve plâk gerilimleri  $180^\circ$  faz farklıdır. Elektrotlar arası iç kapasite üzerinden plâktan griye gelen geri besleme sinyalinin faz farkı yaklaşık olarak  $90^\circ$  azalarak griye, gri gerilimi ile takriben  $90^\circ$  faz farklı olarak erişir. Bu kadar faz farkı, devamlı ya da sabit genlikli osilasyon için yetmez. Fakat plâk devresinin gri devresine göre endük-



AKORT YAPICI KONDANSATÖR (ARTMA)

Şekil 5-23. Kristal osilatör için doğru ayar düzeni, akort yapıcı kondansatör (artma) yüklü, yüksüz.

olması, geri besleme geriliminde ayrıca  $90^\circ$  daha faz kayması ya da toplam faz farkının  $360^\circ$  olmasına sebep olur ya da bunun gerilimi ile aynı fazda olmasını sağlar. Bu iş ile, gri sinyali plâk rezonansından aynı fazda bir geri besleme ile takviye edilerek osilasyon, devamlı ya da sabit genlikli yapılmış olur. Bu uygulama ile devre, plâğı ve grisi akortlu osilatör olarak çalışır.



Şekil 5-19

Şekil 5-23 de, dikkat edilecek nokta kristal osilatör osilasyon yapmağa başlarken plâk akımında bir düşüş meydana çıkar. Bu zamanda maksimum çıkış meydana gelmesi için kristalin, karakteristik eğride 3 ve 2 noktaları arasında çalışması şarttır. Devre 1 noktasında çalıştığı zaman osilatör çok kararsız çalışma durumuna geçer; osilasyon durabilir ya da arasıra çalışabilir.

Kristal osilatörler kendi esas frekansının harmonikleri üzerinde çalıştırılabilirler. Bu osilatör devreleri frekans ikileyici, üçleyici ya da dörtleyici gibi frekans katlayıcı olarak çalışabilirler. Bu durum için kristalin tayin edilmiş bazı yönleri vardır ve kristal bu yönde kesildiğinde harmonikler bakımından çok zengin olur. Bu kristallerin kendileri harmonik üretici olarak kullanılmağa çok elverişlidirler.

Kristal osilatör yüke güç verdiği zaman geri besleme miktarının ayarı osilatör devresinin yüklenme derecesine bağlıdır. Eğer geri besleme miktarı yeter değil ya da grinin uyarılması çok küçük

olursa yükteki küçük bir artma devre osilasyonunun kesilmesine sebep olur. Çok fazla bir geri besleme yapıldığında gri fazla uyarılarak lâmbanın gri sarfiyat sınırını geçebilir. Böylece griyi uyarma enerjisi osilatörün kendisi tarafından temin edilirse fazlalaşmış geri besleme, devrenin toplam verimini düşürür. Osilasyonun devamlı ya da sabit genlikli yapılması için ideal durum yalnız yeter miktarda uyarma geri beslemesinin yapılması ile meydana gelir.

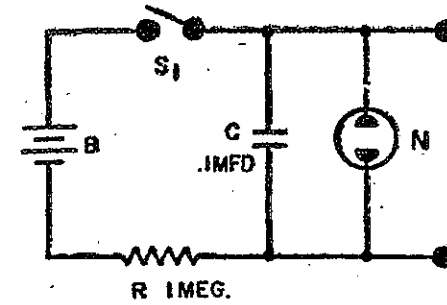
Şekil 5-19, yukardaki izahı kolaylaştırmak için tekrar ele alınırsa,  $C_2$  kondansatörü yüksek frekanslı akımların B plâk besleme devresi içinden geçerek meydana getireceği gerilim düşümlerini önlemek ve bu yüksek frekanslı akımları kendi içinden geçirmesi için kaynak uçları arasına bağlanmıştır.  $R_1$  ve RFC ise şaseye D.A. gri dönüşünü sağlarlar ve lâmba için gri sızıntı polarma gerilimini meydana getirirler. Kristalin kendisi gri sızıntı kondansatörünü teşkil eder.  $R_k$  ise kristal bozulup osilasyon yapmadığı durum için devreyi koruyucu eleman olarak kullanılır.

Kristal osilatörlerde en çok raslanan arıza gri devresine uygun geri beslemeyi temin için plâk devresi ayarının yanlış yapılmasından meydana gelir. Bu C, in ayarlanması ile kontrol edilir. Devrede osilasyonun tamamen durması, genel olarak kristaldeki bir çatlama ya da bozulma ile olur. RFC ya da  $R_1$  in bozulması, gri akımının şase yolunu keser ve dolayısıyla polarma ortadan kalkarak devrenin osilasyon yapmasına engel olur.

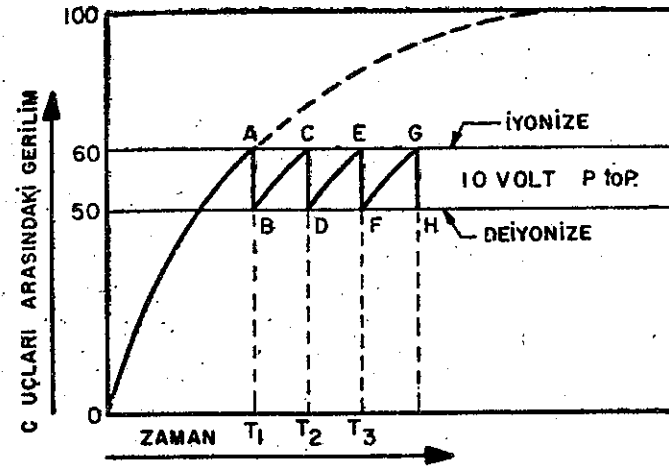
Isı, çok sık olarak kristal frekansının kendi tolerans sınırı dışına çıkmasına sebep olur. Bu sebeple kristal fırınında ısı değişimleri karşılanarak çalışma sıcaklığı sabit tutulmuştur. Kristal bu şekilde sıcaklığı sınırlı olarak muhafaza edilen bir kristal fırını içine konmuştur. Kristali tam olarak belli bir derecede muhafaza etmekle daha iyi bir frekans sabitliği elde edilir.

#### Dalga Şekli Sinüsoidal Olmayan Osilatörler

Bu bölümde anlatılmış olan osilatörlerin esas olarak çıkış dalga şekli sinüsoidaldir. Fakat çalışma prensipleri tamamen farklı olan bir kaç değişik osilatör devresi vardır. Bu prensip üzerine çalışan en basit bir osilatör, neon lâmba uygulanarak yapılan relaksasyon (gevşemeli) osilatörüdür. Gerçi gazlı lâmbalara ait Bölüm



(A) NEON LÂMBALI RELAKSASYON OSİLATÖRÜ



(B) TESTERE DİŞİ DALGA ŞEKLİ

Şekil 5-24. Neon lâmbalı relaksasyon osilatörü testere dişi dalga şekli deiyonize, C uçları arasındaki gerilim.

de görülen gazlı gerilim regülatör lâmbalarından başka bir bilgi verilmemişse de neon lâmbalı relaksasyon osilatörünün çalışma prensibini anlamak için herhangi bir zorluk yoktur.

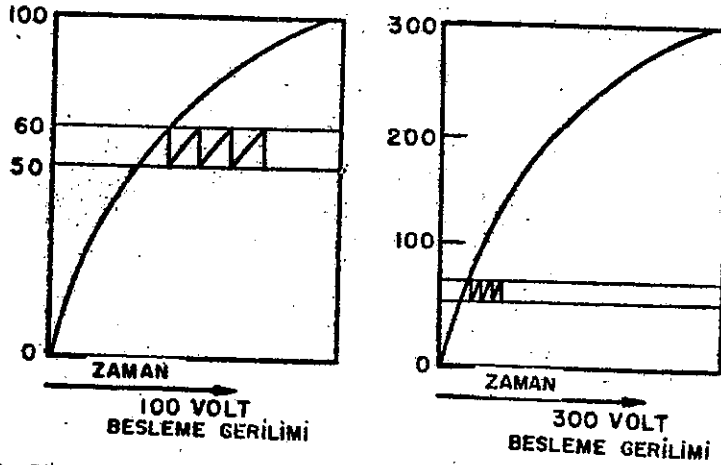
Şekil 5-24 A ya bakılıp dikkat edilirse bu devre, C kondansatörü uçları arasına bağlanmış N neon lâmbası ile yapılmış bir RC zaman sabitli devredir (Alternatif Akımın Esasları kitabında Bölüm 5 e bakınız).  $S_1$  kapandığında kondansatör şarj olacaktır. Şekil 5-24 B nin A noktasında gösterildiği gibi bu şarj zamanında şarj gerilimi neon lâmbasını iyonizasyona getiren bir değere erişene kadar bu N lâmbası, kondansatör uçları arasında sonsuz bir di-

renç gösterir. Bu zamanda lâmba, kondansatör uçları arasında yüksek direnç etkisi gösterir ve şarjlı bulunan kondansatör lâmba rinden B noktasına kadar deşarj olur. Deşarj gerilimi 50 voltına düştüğünde iyonizasyon kesilir. R direnç değeri büyük akım sınırlanarak, gazlı lâmba içinde iyonizasyonu tekrar ettirecek kadar gerekli aşağı değere düşürür. Bundan sonra kondansatör tekrar bir defa daha şarj olur. Çıkış dalga şekli «testere dişi» biçiminde meydana çıkar. Eğer neon lâmbası devreye başlamamış ise kesik hatlar şarj zamanlarını göstermektedir. Kondansatör uçlarındaki gerilim, neon lâmbasının iyonize ve deiyonize (iyonizenin durduğu) noktaları arasındaki değişen gerilimdir.

Çeşitli tip gazlı lâmbaların çeşitli iyonize ve deiyonize gerilimleri vardır ve neon lâmbaları için bu gerilim alanı 45 ile 70 volt arasındadır. Gerilim regülatör lâmbaları için yüksek gerilimli olanlar tercih edilir.

Şekil 5-24 B de devreye uygulanan besleme gerilimi 100 volt iyonize gerilimi 60 V ve deiyonize gerilimi 50 volt farzedilmişdir. Kondansatörün kapasite değeri 0,1 mikrofara ve direnci 1 megaohm olsun. Zaman sabitesi,  $T = RC = 0,1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^6 = 0,1$  saniyedir.

Kondansatör veya direnç değeri artırıldığında şarj olma işi yavaşlar ve osilasyon frekansı düşer. Besleme gerilimi arttığında



Şekil 5-25. Düzgün olmayan testere dişi, zaman besleme gerilimi, düzgün testere dişi, 300 volt besleme gerilimi.

arasındaki zaman azalır ve osilasyon frekansı yükselir. Besleme gerilimi deiyonize zamanı arasındaki şarj eğrisi Şekil 5-25 B de görüldüğü gibi besleme gerilimini artırmakla daha doğrusal (lineer) hale gelir. Yüksek besleme geriliminin sebep olduğu doğrusal dalga şekli daha çok istenen bir «testere dişi» dalga şeklindedir ve 300 volt besleme geriliminde gösterildiği gibidir. Besleme gerilimini artırmakla osilasyon frekansı yükselirken, C veya R in artırılması ile devrenin osilasyon frekansı azalır.

Devre düzenli ve sabit bir çalışma için gazlı lâmba ile yapılan relaksasyon osilatörü frekans karakteristiği en yüksek değer sınırı 100 kHz'dir. Lâmbada iyonizasyon için gaz molekülleri kullanılmış olduğundan ve bunların ağırlığı sebebi ile frekans karakteristiği sınırlanmıştır. Bu özelliği dolayısıyla relaksasyon osilatörü alçak frekans çarj zamanlarında kullanılır.

Relaksasyon (gevşemeli) osilatöründe kullanılan herhangi bir gazlı lâmbası mutlaka bu lâmbanın çalışma akımının maksimum değeri altında çalışmalıdır. Bu iş, akım sınırlamasını elde etmek için hesap edilerek devreye seri bağlanmış bir sınırlayıcı direnç kullanılır.

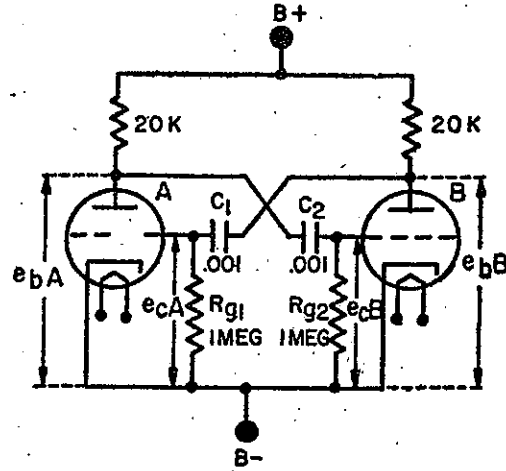
Bir relaksasyon osilatörünün osilasyon frekansını bulmak için Şekil 5-25 B'deki örnekte 0,1 saniye bulunarak gösterildiği gibi devrenin zaman sabitesini bilmek gerekir. Fakat, devrenin toplam RC zaman sabitesinin bir yüzdesi gibi hesaplanması gereken değerler için, şarj eğrisinin yalnız iyonize ve deiyonize bölgesi kullanılır.

$T_1$  ile  $T_2$  arası zamanı ortalama bir değer olarak toplam şarj zamanının 0,25 i kadardır. Bu çıkan zaman, kullanılacak devre elemanları için osilasyon frekansını tayin etmek gerektiği zaman düşünülmek zorunludur.

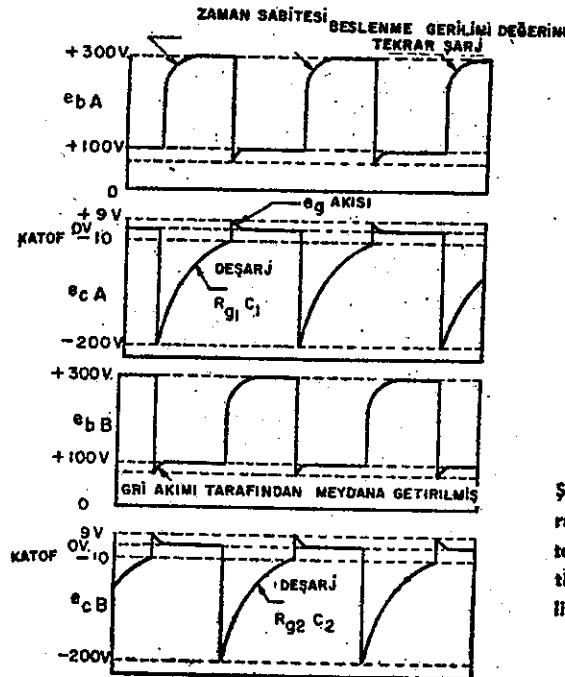
#### Mültivibratör

İki direnç kuplajlı amplifikatör Şekil 5-26 A da gösterildiği gibi bağlandığında, karşılıklı birbirini geri besleyerek devreye osilasyon yaptırabilirler. Her devrede  $180^\circ$  faz farkı olduğundan ikinci katın çıkışı birinci katın girişine uygulandığında geri besleme pozitif olur. Bu devre sinüs dalgalı çıkış vermez, yani mültivibratör sinüsoidal dalgalı olmayan bir osilatördür. Devre çıkışının genliği devrede kul-

lanılan lâmbanın iletkenliğinin yalnız en yüksek ve en düşük noktaları ile sınırlanır. Bu noktalardan birisi lâmbanın katod noktası, diğeri ise lâmba grisine katoda göre pozitif kumanda geldiği zaman doyum noktasıdır. Meydana gelen dalga şekli kırpılarak kare dalga çıkışı şeklinde olacaktır.



Şekil 5-26 A. Plak kuplajlı multivibratör esas devresi.

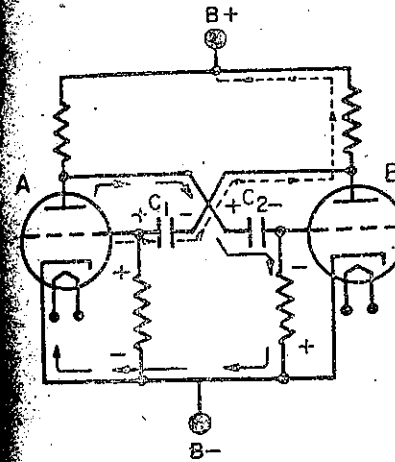


Şekil 5-26 B. Plak kuplajlı multivibratör esas devresi dalga şekilleri. Katod, gri akımı tarafından meydana getirilmiş zaman sabitesi, beslenme gerilimi değerine tekrar şarj katod,deşarj

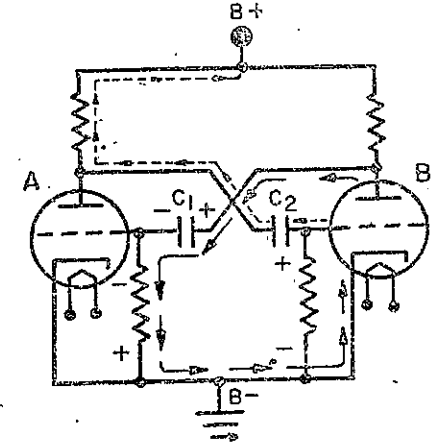
Multivibratörün pek çok kullanma yeri vardır. Fakat, serbest çalışma frekansı kararsız ya da sabit değildir ve bu karakteristiği sayesinde devre, dış bir kaynaktan kolayca tetiklenir. (trigger'lenir) Bu multivibratör senkronize edildiği ya da trigger'lendiğinde, sinüs frekans standartları olarak kullanılabilen pek çok yüksek frekans harmonikleri meydana getirir.

Ayrıca uygulanan trigger (tetikleme) ya da senkronize sinyalin frekansı multivibratörün esas frekansının bir harmoniği olduğunda, frekans bölücü devre şekline gelir. Bir tipik multivibratör frekansının frekans karakteristiği 0,5 saykıl ile 200 kilosaykıl arasındadır.

Serbest çalışan multivibratörler genellikle kare dalga generatörleri olarak kullanılır. Bu devreler hemen hemen bütün harmoniklerde aynı değerde kare dalga çıkışı verebilirler. Öteki tip osilatörlerde olduğu gibi serbest çalışan multivibratörlerin frekansı bütün gerilimler ve devreyi teşkil eden elemanların değerlerine göre azalıp çoğalmalar gösterir.



Şekil 5-27. Şarj yolu,deşarj yolu.



Şekil 5-28. Şarj yolu,deşarj yolu.

Şekil 5-26 A, bir serbest çalışan multivibratörün şematik diyagramını, 5-26 B ise buna ait, bir arada toplanmış dalga şekillerini göstermektedir. Devrenin esas çalışma prensibi şöyledir :

A lâmbasının grisine senkronize edici bir pozitif pals uygulanırsa bu lâmbanın iletkenliği artar ve plâk gerilimi azalır. Azalan bu

gerilim  $C_2$  üzerinden B lâmbasının grisine kuple edildiğinde lâmbanın iletkenliğini düşer. B lâmbasının plâk gerilimi artar. Bu gerilim yükselisi,  $C_1$  üzerinden tekrar geriye, A lâmbası grisi kuple edildiğinden bu lâmbanın iletkenliğini yükseltir. Saykıl gerilimi, A lâmbası kendi en büyük iletkenliğine ya da doyum akımına gelinceye kadar artar ve B lâmbası katof oluncaya kadar azalır. İş çok âni olarak meydana gelir. Bu saykıl zamanında A lâmbasının grisini pozitif eder ve gri akımını çekerek  $C_1$  kondansatörünü Şekil 5-27 de gösterildiği gibi şarj eder. Daha önce aynı şekilde şarj olmuş olan  $C_2$  kondansatörü şimdi, B lâmbasını katof tutmak için deşarj olur. A lâmbasının maksimum iletkenlik zamanından sonra  $C_2$  kondansatörü  $R_2$  üzerinden yeter derecede deşarj olmuş bulur ve A lâmbası, B lâmbasının grisini katofun üzerinde bir değere düşürür. Tam bu zamanda Şekil 5-28 de gösterildiği gibi B lâmbasının iletkenlik başlar. Yukarıda anlatılanlar gibi aynı şekilde B lâmbası hemen ani olarak tam iletkenliğe giderek A lâmbasını katof yapar. Bu durum,  $C_1$  kondansatörü  $R_1$  ve B üzerinden yeter derecede deşarj oluncaya kadar ya da pozitif bir senkronize edici pals, A lâmbasını tekrar iletkenliğe başlatıncaya kadar devam eder. Eğer senkronize edici pals kullanılmazsa kare dalga çıkış frekansı, devrenin sabitelerinin etkisi ile değişimler gösterecektir.

Devre çalışmasını adım adım izlersek bir saykıl için geçen zamanda dört farklı durum meydana çıkar :

1. A lâmbası iletkenliğinden B lâmbası iletkenliğine olan değişim çok ani bir zamanda meydana gelir.
2. Uzun bir zaman içinde A lâmbası katofdur ve devrede potansiyel hareket yoktur.
3. İkinci âni değişimde A lâmbasının hemen iletken oluşu B lâmbasını katofun daha da ötesine götürür.
4. Uzun bir zaman içinde B lâmbası katofdur ve devrede potansiyel hareket yoktur.

Saykıl; 1. durumdan 4 duruma kadar gelecek şekilde tekrarlanır. Bu âni değişimlerin dalga şekilleri Şekil 5-26 B de görülmektedir. Bu ani değişimler çalışma durumunda mikrosaniyenin küçük bir kısmında meydana gelir. Hareketsiz kısım, hemen hemen sabit gerilimli olarak bu ani değişiklikler arasında meydana çıkar.

olarak bu devrenin çalışması şöyle anlatılabilir: Zamanın bir kısmında birinci lâmba yüksek akım altında iletken iken, ikinci lâmba katofdur. Bunu izleyen çok ani bir değişimle birinci lâmba katof olduğunda ikinci lâmba iletken duruma geçer. Kondansatörlerin yavaş deşarj olması, deşarj devresinin büyük zaman gecikmesi ile ilgilidir. Şekil 5-26 B de gri geriliminin çok kısa zaman için pozitif olduğu görülmektedir. Bu, öteki lâmbanın katofundaki gerilim, besleme gerilimi seviyesine yaklaşırken meydana gelir. Kondansatörün tekrar şarj olması ve onun gri direnci üstüne bağlı bulunması griyi bir an için pozitif yapar. Kondansatörün deşarj olduğunda gri geriliminin üst kısmında şekilde gösterildiği gibi keskin bir pozitif iniş çıkış olur. Gri üzerinde bu pozitif gerilim, griyi bir diyot lâmba plâğı gibi çalıştırır ve gri akımını meydana getirir. Bu akım, kapasitif şarj durumunda kısa bir RC zamanı teşkil ederek, kondansatörü hızlı bir ölçüde şarj eder. Gri üzerindeki bu pozitif şarj plâk gerilimi üzerinde fazladan kısa ve sivri bir yükseliş meydana getirerek bu zamanda öteki lâmbanın grisini bir miktar daha negatif yapar.

Dalga şekillerine başvurarak B lâmbasının katof zamanı,  $R_2$  ve  $C_2$  nin zaman sabitesi ile tayin edilir. A lâmbasının katof zamanı  $R_1$  ve  $C_1$  in zaman sabitesi ile tayin olunur. Devre yüksek frekanslı çalışmaları için hesaplandığında, lâmba elektrotlar arası kapasiteleri zaman sabitesi için mutlaka gözönüne alınmalıdır. Mültivibratörün temel frekansının bir saykıl zamanı, iki deşarj zamanının toplamına eşittir, çünkü yükselme zamanı, lâmbadaki iletkenlik değişiminin çok çabuk olması sebebiyle hemen hemen ani olmaktadır.

#### Arıza Analizi

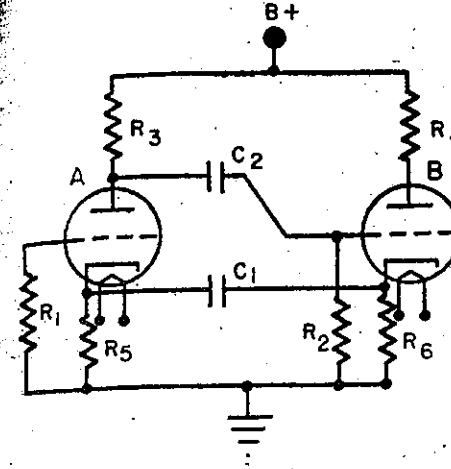
1. Eğer plâk ya da filaman gerilimi kesilirse devre çalışmaz.
2. Lâmbada olan bozukluklar (katodun düşük emisyonu, gri ve katot arasında kısa devre, ya da lâmbanın hava alması) devrenin yüksek veya düşük iletkenliğe sebep olacaktır.
3. Eğer gri direnci devresi açılırsa yarım saykıl için geçen zaman çok uzun olacağından devre işe yaramaz hale gelir.
4. Eğer  $C_1$  veya  $C_2$  kısa devre olursa, böyle kondansatörün bağlı bulunduğu gri büyük akım çekerek lâmbayı bozar.

5. Plâk yük direnci bozularak devresi açılırsa 1. numarada görüldüğü gibi lâmbanın plâk gerilimi kesileceğinden devre çalışmaz.

#### Katot Kuplajlı Mültivibratör

Şekil 5-29, katot kuplajlı bir mültivibratörün şematik diyagramını göstermektedir. Bundan önce plâk kuplajlı mültivibratörde görüldüğü gibi osilasyonu devamlı tutmak için uygun fazda bir geri besleme, A lâmbası katodunu, B lâmbası katoduna bir kondansatörle bağlamak suretiyle de elde edilebilir. Bu değişimleri izlemekle sinyallerin aynı fazda olduğu görülür ve dolayısıyla devamlı bir osilasyon meydana gelir. Eğer A lâmbasındaki plâk akımının azaldığını farzederek buna bağlı olarak plâk gerilimi daha fazla pozitif olur, böylece B lâmbası grisi de daha fazla pozitif olacağından B lâmbasında akım artacaktır. Bu, B lâmbası katodunu  $R_6$  dan geçen akımın yükselmesinden dolayı daha pozitif yapar. A lâmbası katodu B lâmbasının katoduna bağlı olduğundan A lâmbası katodu da daha fazla pozitive gider. Katodun pozitive gitmesi, grinin negatife gitmesi gibi aynı şeydir ve böylece A lâmbasındaki akım azalacaktır. A lâmbasının esas akımı azalmış olduğundan katot geri beslemesi aynı fazdadır yani pozitif geri beslemedir. Böylece osilasyon devamlı olacaktır.

Dalga şekilleri plâk kuplajlı mültivibratörün tamamen aynı olduğu için tekrar anlatmaya ihtiyaç yoktur. Bu devre serbest çalışma yaparken eğer sabit frekanslı olarak çalışması isteniyorsa dış bir kaynak ile senkronize edilmelidir. Plâk kuplajlı mültivibratör gibi bu devre de eğer plâk, gri ya da katottan her hangibirisine uygun fazda senkronize edilmiş bir sinyal uygulamakla senkronize edilebilir. Eğer belli bir zamanda iletkenliğin B lâmbasında başlaması istenirse, pozitif bir gerilim B lâmbası grisine ya da A lâmbası plâğı ile katodundan birine uygulanmalıdır. Aynı şeyin yapılması için negatif bir palsın A lâmbası grisine ya da B lâmbası plâğı ile katodundan birine uygulanması gerekir. Bu devre normal olarak çalışmaz durumda ve yalnız tetikleme (trigger) yapıldığında iş görür şekilde yapılabilir gibi her tetikleme palsı için bir kere çalışır durumda da yapılabilir.

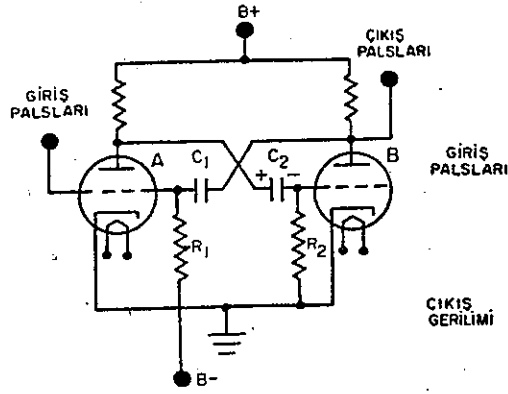


Şekil 5-29. Katot kuplajlı mültivibratör.

#### Tek Atımlı Mültivibratör

Tek atımlı mültivibratör eğer bir giriş palsı ile tetiklenirse kare dalganın bir saykılımlı üretir. Tek atımlı mültivibratörler senkronize yapmak için palsların zamanını uzatmak ve genliği yükseltme işinde kullanılırlar. Tek atımlı mültivibratör Şekil 5-30 da gösterildiği gibi serbest çalışan mültivibratöre benzer, yalnız fark olarak bir lâmbanın grisine negatif polarma gerilimi uygulanmıştır. Bu negatif polarma gerilimini temin için katot direncini de içine alan çeşitli usuller vardır. Tetikleme ya da trigger girişi uygulanmadığı zaman bu polarma gerilimi A lâmbasını katofa tutar, B lâmbasını iletken yapar ve  $C_2$  kondansatörünü şekilde gösterilen kutuplar altında şarj eder. Pozitif bir tetikleme girişi; A lâmbasının iletkenliğini başlatır, onun plâk gerilimini artırır ve dolayısıyla B lâmbası gri geriliminide artırarak bunun iletkenliğini kaldırıp katofa getirir. B lâmbası,  $C_2$  kondansatörü  $R_2$  direnci üzerinden deşarj oluncaya kadar katofa kalır ve bundan sonra tekrar iletkenliğe başlar. Bu durum, serbest çalışan mültivibratördeki gibi aynı şekilde A lâmbasını katof yapar. Fakat  $R_1$  direnci dönüş devresi (B-) ucuna bağlı olmasından dolayı A lâmbası ikinci pozitif tetikleme (trigger) palsı gelinceye kadar katofda durur.

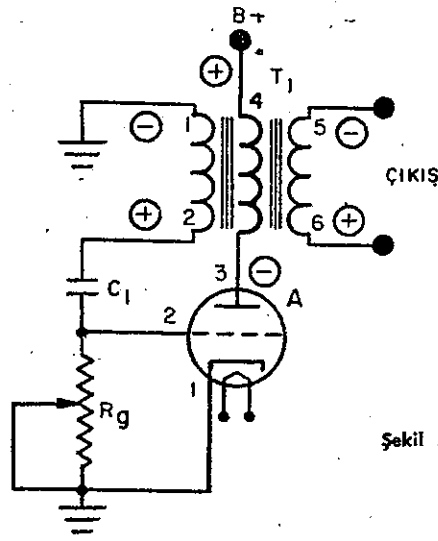
Tek atımlı mültivibratörde arıza bulma yolları serbest çalışan mültivibratörlerdekinin aynıdır. Basitleştirilmiş dalga şekilleri, Şekil 5-31 de gösterilmektedir.



Şekil 5-30. Tek yönlü kararlı mültivibratör giriş pısları çıkış pısları.

#### Bloke Edici Osilatör

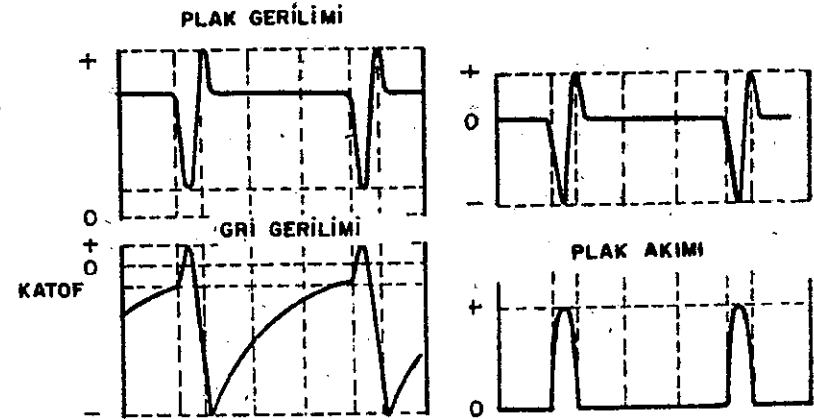
Bloke edici osilatör, elektronik devrelerinin zamanlanması için tetikleme ya da trigger pıslarının üretilmesinde kullanılan relaxasyon (gevşemeli) osilatörünün başka bir şeklidir. Şekil 5-32 buna ait bir devreyi göstermektedir.



Şekil 5-32. Bloke edici osilatör esas devresi, çıkış.

Bir bloke edici osilatör, gri kondansatörünün negatif şarj de-po etmesi sebebi ile bir sayıklık bir çalışmadan sonra kendi osilasyonunu bir müddet kendi kendine kesmesi ile çalışan bir osilatördür ve bunun dışında her hangi bir osilatörden farkı yoktur. Böylece gri katoda göre pozitif bir dalgalanma yaptığında elektronlar griye doğru çekilir ve gri kondansatörü üzerinde bir şarj birikir. Bu elektronlar lâmba üzerinden katoda dönemeyeceklerinden  $R_g$  gri direnci üzerinden dönmek zorundadırlar. Eğer bu  $R_g$  direnci uygun büyüklükte olursa, elektronları tamamen katoda sızdırmadan daha önce ve çabuk olarak bu elektronlar  $C_1$  kondansatörü üzerinde birikebilir. Böylece gri üzerinde meydana getirilen negatif şarj, lâmbanın polarına genilimini katofun daha ötesine götürebilir. Lâmba katof olduktan sonra gri kondansatörüne hiç bir elektron gitmez. Fakat gri kondansatörü kendi üzerinde kalan şarjı, lâmba üzerindeki polarına gerilimini daha az negatif yapıp, lâmbanın tekrar iletken olmasını sağlayana kadar bir zaman gri direnci üzerinden deşarj etmeğe devam eder. Bu işlem tekrarlanır ve lâmba, bir durup bir çalışan durum alır yani fasılahlı osilatör olarak çalışır. Bu durma aralıkları, devrenin RC zaman sabitesi ( $R_g C_1$ ) ile tayin edilir.

Çıkış sinyali, her peryot tekrarlanışının başlangıcında meydana gelen lâmba iletkenliği sebebi ile oldukça yüksek sönümlü bir osilasyon şeklindedir. Bloke edici osilatör için dalga şekilleri Şekil 5-33 de gösterilmektedir. Bu devre, bir dış kaynaktan kolayca te-



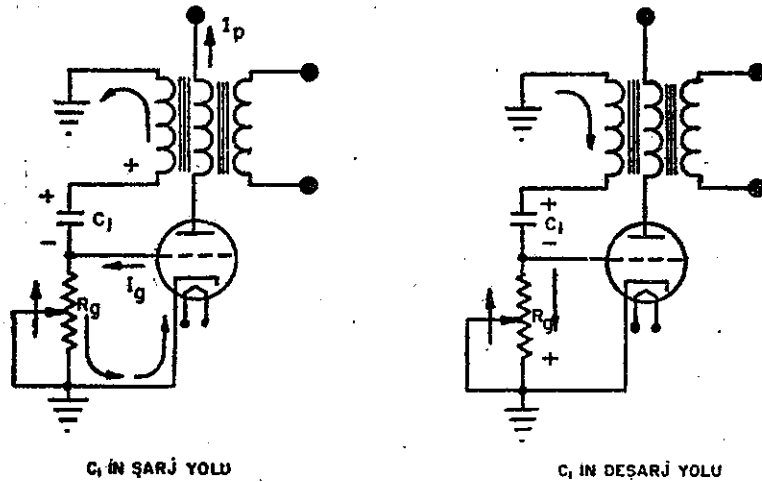
Şekil 5-33. Bloke edici osilatör için dalga şekilleri çıkış plak gerilimi, gri gerilimi, katof.



tiklenir ya da senkronize edilir. Çıkış dalga şeklinin pals genişliği esas olarak, bloking osilatör transformatörünün özellikleri ile tayin edilir.

#### Çalışma Esası

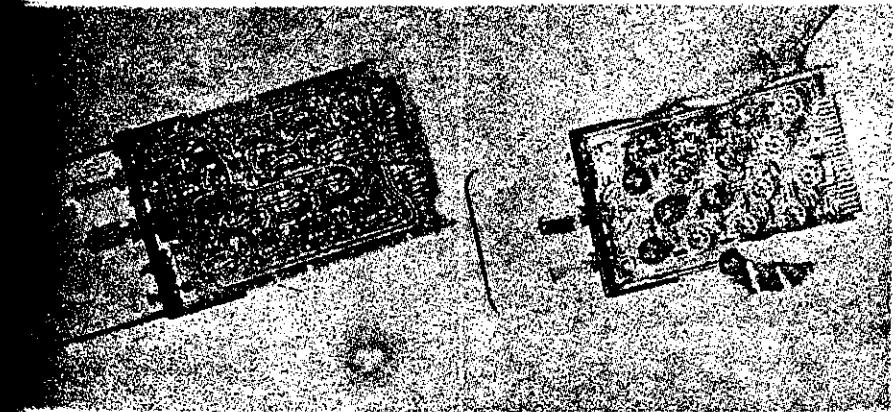
Serbest çalışan bloke edici osilatör, gri devresinde RC polarması ile meydana gelmiş bir transformatör kuplajı osilatörden ibarettir. Devreye akım verildiğinde, transformatörün primerinden geçen plâk akımı onun gri ve çıkış sargılarında bir gerilim indükler. Şekil 5-32 de gösterildiği gibi gri sargısı kutupları plâk sargısı kutupları ile ters durumdadır. Böylece plâk akımı artarak plâk gerilimi azalırken gri devresinde pozitif giden bir gerilim indüklenir. Grinin daha pozitive gelmesi ile plâk akımı yükselttikten sonra daha da pozitif yapılmış olur. Bu sonuç ile gri akımı  $C_1$  kondansatörünü şarj ederek  $T_1$  transformatörünün 2 numaralı ucunda bir gerilim meydana getirir. Pozitif geri besleme etkisi, plâk transformatörü doyuma gelinceye kadar devam eder ve böylece plâk akımında her hangi bir daha fazla yükselme önlenmiş olur. Transformatör doyuma geldiğinde gri sargılarında indüklenen gerilim de sıfır olur. Miknatıs akısının birden yok olması gri üzerinde



Şekil 5-34. Bloke edici osilatörün şarj ve deşarjı  $C_1$  şarj yolu,  $C_1$  deşarj yolu.

negatif bir gerilim indükler. Bu negatif gerilim plâk akımını azaltır. Plâk gerilimi artar ve gri üzerinde yüksek bir negatif gerilim indükler. Bu negatif geri besleme lâmba katofa gelinceye kadar devam eder ve  $C_1$  kondansatörünü şarjlı tutar. Bundan sonra  $C_1$  kondansatörü  $R_g$  üzerinden deşarj olur ve bu olayların sayımları plâk akımı akmağa başlar başlamaz tekrar edilir.

Çıkış sinyali bir saykılının devam zamanı, transformatörün reaktans frekansı ya da devrenin kendi öz kapasitesi ile sönümlenmiş olan sargı endüktansı ile tayin edilir. Küçük değerli bir sargı endüktansı, dar bir sinyal meydana getirir. Çıkış palslarının tekrarlama zamanı (sinyal aralarındaki zaman) esas olarak  $R_g$  ve  $C_1$  in zaman sabitesi ile tayin edilir. Eğer  $R_g$  ayarlı direnci, değeri azaltılırsa plâk şeklide saat ibresi yönüne döndürülürse tekrarlamaları artar ve aradaki zaman kısalmış olur. Frekans kararlılığı ya da sabitliğini sağlamak için devre dışardan bir sinyal verilerek senkronize edilebilir. Eğer pozitif bir senkronize edici pals kullanılırsa bu palsin küçük bir dirence ya da gri devresinde böyle bir direnç varlığına ona uygulanmalıdır. Negatif bir senkronize edici pals kullanıldığında o, katot devresine uygulanmalıdır. Bu durumda senkronize edici uca bağlı olan direnç katot devresi içine sokulur ve transformatördeki gri sargısının üst ucu şasedir.

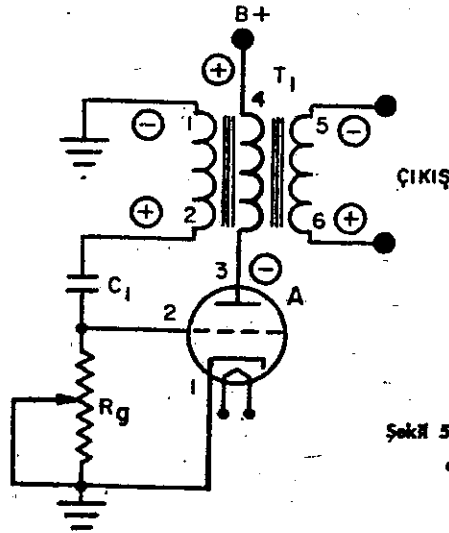


Şekil 5-31. Tek yönlü kararlı mültivibratörün dalga şekilleri palsları, çıkış palsları, zaman.

## Arıza Analizi

Aşağıdaki devre işleyişi ve sonuçları kendi durumuna göre dikkate alınacaktır. Şekil 5-32 ye müracaat ederek aşağıdakileri verilen bilgilere göre tekrarlayınız.

1. Eğer  $T_1$  transformatörü 1 ve 2 uçları açık olursa,  $C_1$  açılı devre ise, ya da lâmbadaki 1 ve 2 uçları veya A lâmbası kısa devre olursa bunların hepsi A lâmbasını çok iletken yapacaklardır ve  $T_1$  primeri yanacaktır. (Bazı devrelerde sigorta işi görüp transformatörü yanmaktan korumak için  $T_1$  primerine seri olarak 1 K.Om ve 1/4 vatlık direnç konur).
2. Eğer  $C_1$  kısa devre olmuşsa, devre transformatör kuplajlı osilatör durumuna gelecektir.
3. Eğer  $R_g$  kopuk ya da bozuk olup açık devre ise, lâmba uzun zaman aralıkları için katof olacaktır  $C_1$  tam deşarj olduğu zaman (sızıntı yaparak), bunun sonucu lâmba iletken olacaktır ve onu öteki uzun bir zaman için katofa tutacaktır.
4.  $T_1$  transformatörü primer sargılarından bir kısmının (3 ve 4 uçları arasında bir kısım) kısa devre olması sonucunda  $T_1$  ısınır ve osilasyonun tekrarlanma sayısı artar.
5. Eğer  $T_1$  in 5 ya da 6 numaralı ucu açılırsa osilasyonun tekrarlanma sayısı artar fakat çıkış bulunmaz.
6. Eğer plâk ya da flaman gerilimi olmazsa devre çalışmaz.



Şekil 5-32. Bloke edici osilatör esas devresi, çıkış.

## HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

Osilatör, esas olarak grisine pozitif besleme uygulanan bir amplifikatördür.

Gerilim geri beslemenin durması sönümlü bir osilasyona sebep olur.  $Q$  katsayısı devrenin kalitesini gösterir ya da magnefikasyon faktörüdür.

Elektronik bir devrede «volan etkisi» mekaniksel atalet benzer bir etkidir.

Rezonans frekansı, devredeki kapasite ve endüktans değerleri ile tayin edilir.

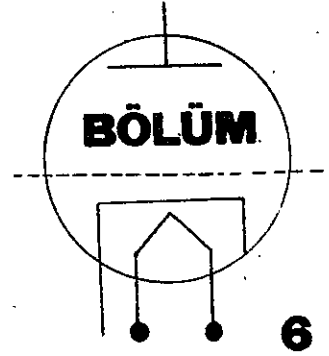
Pozitif geri besleme; çıkışı artırır, frekans karakteristiğini kömüleştirir ve distorsiyonu artırır.

Negatif geri besleme; çıkışı azaltır, frekans karakteristiğini düzeltir ve distorsiyonu azaltır.

- Osilatörde geri besleme; endüktif kuplaj, direk kuplaj ve kapasite ile de uygulanabilir.
- Triyot lâmbada elektrotlar arası iç kapasite, bazı osilatör devrelerinde gerekli geri beslemeyi temin edebilir.
- Kristal kontrollü osilatörler bütün osilatörler içinde frekans kararlılığı ya da sabitliği en iyi osilatördür.
- «Piezoelektrik» olayında elektrik enerjisi uygulanması ile mekaniksel vibrasyon ya da titreşimler elde edilir.
- Kristal osilatörler öteki osilatörlere göre özel bir ayarlama ya da akort tekniğine ihtiyaç gösterir.
- Testere dişi dalga şekli relaksasyon osilatörleri ile meydana getirilir ve elde edilir.
- Relaksasyon (gevşemeli) osilatörlerinde besleme geriliminin artırılması ile daha düzgün «testere dişi» dalga şekli temin edilir.
- Mültivibratör esas olarak bir birine geri besleme yaparak çalışan iki katlı ve RC kuplajlı bir amplifikatördür.
- Mültivibratör çıkış dalga şekli frekansı, dışardan uygulanan senkronize edici sinyaller ile tetiklenebilir ya da senkronize edilebilir.

## TEKRARLAMA SORULARI

1. Aşağıdaki terimleri tarif ve izah ediniz :
  - a. Seri besleme
  - b. Şönt ya da paralel besleme
  - c. Aynı statorlu kondansatör
  - d. V.O.F. (Değişken frekanslı osilatör)
  - e. Pozitif geri besleme
  - f. Negatif geri besleme
  - g. «Q» faktörü.
2. Dalga şekilleri yardımı ile rezonansı anlatınız.
3. Uyarma akımı kesildiği zaman bir tank devresinin dalga şekli nasıldır?
4. Osilasyon için gerekli ve şart olan iki durum hangileridir?
5. Bir osilatör devresinin gördüğü işi anlatınız?
6. Armstrong osilatöründe gri sızıntı direncinin gördüğü iş nedir?
7. Geri besleme devreleri nasıl sınıflanır? Bunlar arasındaki farklar nelerdir?
8. Bir osilatör devresinde frekans alanını ne sınırlar?
9. Bir osilatör devresinin çalışıp çalışmadığını anlamak için bir voltmetrenin kullanılması nasıldır?
10. Bir, plâğı ve grisi akortlu osilatörde osilasyon frekansını ne tayin eder.
11. Bir osilatörde «C» sınıfı çalışma durumu için sabit polarına kullanılması nasıl geyesi nedir?
12. «C» sınıfı osilatörün faydası nedir?
13. Bir osilatörde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
14. Tampon ya da «Buffer» katı nedir?
15. Genlik sabitliği deyimi neyi anlatır?
16. Frekans sabitliği neyi anlatır?
17. Osilatörlerin niçin nadir olarak büyük güç vermesi istenir?
18. «Piezoelektrik» olayını izah ediniz?
19. Aşağıdaki şekilde kesilmiş kristallerin farklarını anlatınız?
  - a. AT Kesiş, b. BT kesiş, c. X kesiş, d. Y kesiş
20. Kristal çatlamasına neler sebep olur?
21. Bir kristal osilatörün ayar işlemlerini anlatınız.
22. Negatif direnç nedir?
23. Bir neon lâmbalı relaksasyon osilatörünün çalışmasını anlatınız?
24. Bir relaksasyon osilatörünün frekans sınırını ya da responsunu neler tayin eder?
25. Bir plâk kuplağı ve serbest çalışan mültivibratörün çalışmasını anlatınız?
26. Bir mültivibratör devresinde niçin gri akımı akar?
27. Bir bloke edici osilatöre, pozitif bir trigger (tetikleme) ya da senkronizasyon palsının uygulanması nasıl olur?
28. Bir bloke edici osilatörde yavaş deşarj zamanı nelere sebep olur?

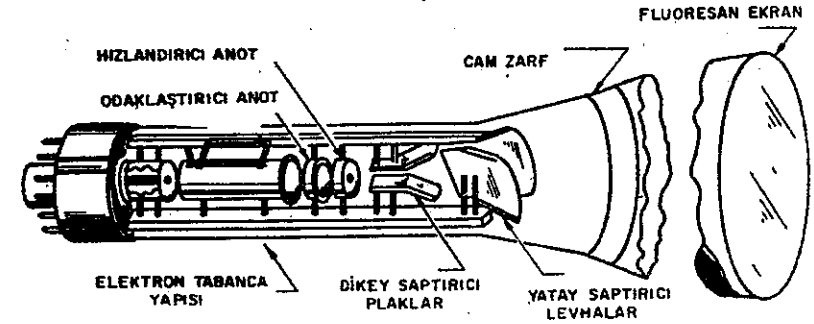


## Özel Gayeli Lâmbalar

6

## Katot Işınlı Lâmbalar

Elektronikte en önemli gelişmelerden biri de katot ışınlı lâmba prensiplerinin bulunmasıdır. Bu prensiplerin, televizyon alıcı ve verici cihazlarında, ölçü aletlerinde, osilaskoplarda, emniyet ya da koruma düzenlerinde ve radar gibi milli savunma cihazlarında günlük yaşantımızda gördüğümüz daha birçok alanlarda uygulama yeri bulunmaktadır. Ayrıca, sonar, fatometre ve Loran gibi cihazların yapılması bu prensipleri kullanmadan zor veya imkânsızdır.



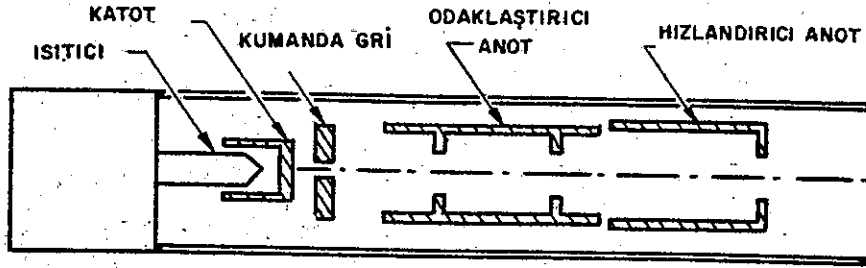
Şekil 6-1. Katot ışınlı lâmba esası. Elektron tabanca yapısı hızlandırıcı anot, odaklaştırıcı anot, cam zarfı fluoressan ekran, yatay saptırıcı levhalar, dikey saptırıcı plaklar.

Katot ışınlı lâmbaların çalışma esası oldukça basittir. Bir çok vakumlu lâmbalarda olduğu gibi bunda da filaman ve katot elektron kaynağı olarak kullanılır. Bu elektronların akışı, triyot lâmbada kumanda gri ile yapıldığı gibi bunda da bir gri ile kontrol edilir. Katot ışınlı lâmba ile triyot lâmba arasında bu bakımdan bir fark vardır. Bunda, kumanda grisi ile hem akan elektron miktarı

kontrol edilir, hem de gri üzerinde yapılmış bir tek yuvarlak delik ile elektronlara yön verilir. Elektronların triyotta olduğu gibi bütün gri teli boyunca akması yerine bunda, ışığın mercekle odaklaştırıldığı gibi ve ona benzer şekilde elektronlar daraltılıp bir araya demetlenerek ince kurşun kalem ucu gibi bir şekle sokularak akıtılır. Elektronlar böylece ince bir çubuk gibi hüzmeye sokulduktan sonra hızı takriben ışık hızının 1/10 una kadar artırılarak lâmbanın ekranı üzerine yöneltilir. Elektronları dar bir hüzmeye sokan ve hızını artıran düzene elektron tabancası denir. Bu düzen Şekil 6-1 de gösterilmiştir.

Normal durumda cam zarfın ekranı, düzgün görüntü temin edecek şekildedir. Cam zarf ekranının iç yüzeyi, elektron çarpması ile nokta nokta görünür ışık verecek şekilde flüoresan bir madde ile kaplanmıştır.

Katot ile ekran yüzeyi arasına elektron hızlandırıcı ve saptırıcı olarak çeşitli elemanlar konmuştur. Elektron saptırıcı bu elemanlar, elektron demetini, üzerindeki elektrostatik şarj miktarına göre saptıran levhalar ya da kendi manyetik alanına bağlı olarak onu saptıran bir saptırıcı bobin olabilir. Bu saptırıcı elemanlar ile saptırılarak yönü sinyal gerilimine göre değiştirilen elektron demeti ile ekran üzerinde şekiller meydana çıkmış olur.

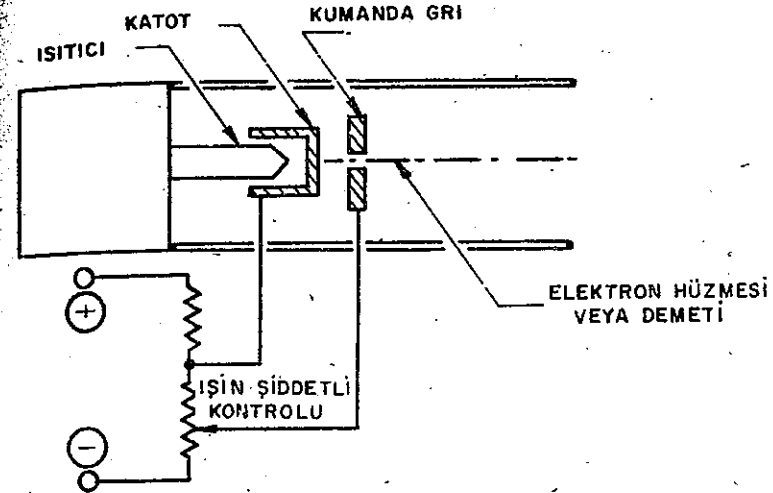


Şekil 6-2. Elektron lamba yapısı, hızlandırıcı anot odaklaştırıcı anot, kumanda gri, katot, ısıtıcı.

Elektron tabancasındaki çeşitli elemanların konuş ve yapılışı Şekil 6-1 de görülmüştür. Şekil 6-2 de ise bu, daha büyütülmüş olarak gösterilmiştir.

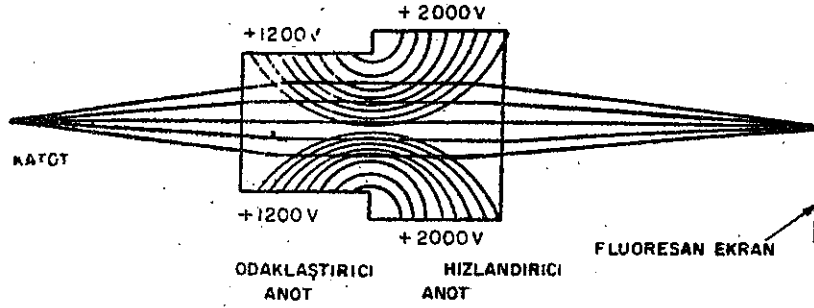
Bildiğimiz vakum lâmbalardaki filaman üzerine geçirilen silindirik katot yerine bunlarda üzerine emisyon yapıcı madde kaplanmış ve yalnız bir yönde elektron yayan çok küçük levha ya da diskten ibaret bir katot bulunur. Katodun nisbeten küçük olan emisyon

alan yüzeyi, sağlam ve bütün bir metalden yapılan kontrol gri tarafından kontrol edilir. Bu gri üzerindeki küçük delikten yalnız katodun emisyon yapan yüzeyinden yayılan elektronlar geçebilir. Gri deliğinden geçen elektron miktarı griye uygulanan negatif gerilim ile kontrol edilir. Gri üzerindeki gerilimi, bir potansiyometre ile ayar edilir. Şekil 6-3 e bakınız.



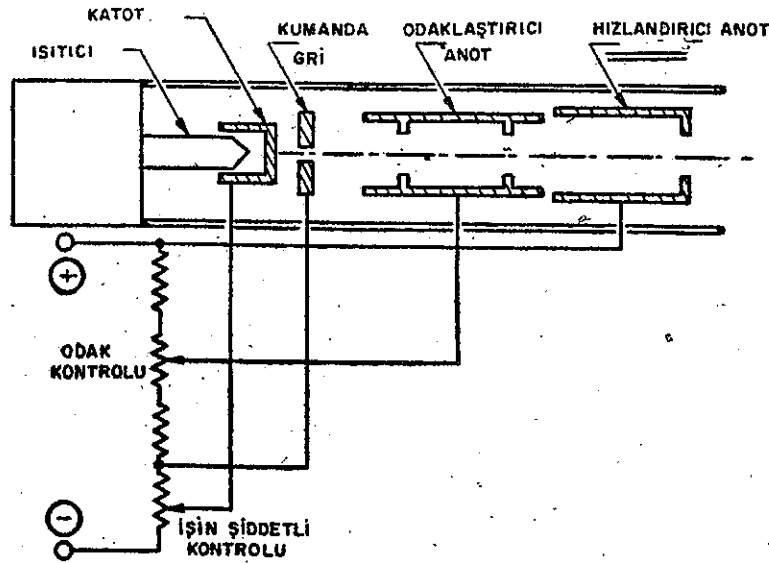
Şekil 6-3. Işın şiddeti kontrol devresi, elektron hüzmeleri ya da demetleri, kumanda gri, katot, ısıtıcı, ışın şiddetli kontrolü.

Elektronlar katottan yayıldıktan ve gri tarafından miktarı sınırlandırdıktan sonra, bunlar odaklaştırıcı ve hızlandırıcı anotların etkisinin birden etkisi altında, konveks bir mercekten geçen ışınlar gibi daralıp odaklaşarak uzun ve sivri bir kalem ucuna benzer şekilde demetlenirler. Elektronların odaklaşma noktasının mesafesi, odaklaştırıcı anot üzerindeki pozitif gerilim değerini ayarlamakla değiştirilebilir. Geriliminin daha negatife gitmesi odak noktasının mesafesini kısaltır. Bu etki ile elektronlar ekran yüzeyine varmadan odaklaşarak yüzeye nokta şeklinde değil de tekrar yayılarak vururlar. Odaklaştırıcı anot üzerindeki gerilimin daha pozitif gitmesi elektron demetinin ekran yüzeyine keskin uç gibi düşürür ya da odaklaşmayı ekran yüzeyinin dışarısında bir noktada yaptırarak bulanık ve silik bir görüntüye sebep olur. Uygun gerilim uygulamalarıyla odaklaştırma etkisi Şekil 6-4 de gösterilmektedir.



Şekil 6-4. Elektrostatik odaklaştırma etkisi, odaklaştırıcı, hızlandırıcı, flüoresan ekran, katot.

Elektronlar ekran yüzeyi üzerinde odaklandıktan sonra flüoresan maddeye çarptığında, ışık vermesi için gerekli kinetik enerji, bunların hızları artırılarak temin edilir. Bu hızlandırma işi, Şekil 6-5 de gösterildiği gibi yüksek gerilim pozitif (B+) ucuna bağlı hızlandırıcı anot tarafından yapılır. Şekil 6-5 de gri, odaklaştırıcı anot ve hızlandırıcı anot gibi elemanların eksen boyunca kesilmiş durumlar göstermektedir. Bu elemanlar görevlerini yapabilmeleri için gerekli elektrostatik alanı meydana getirirler ve elektron



Şekil 6-5. Elektron tabancası besle emgerilimi ışın şiddeti kontrolü, odak kontrolü, ısıtıcı, katot, kumanda gri odaklaştırıcı anot, hızlandırıcı anot.

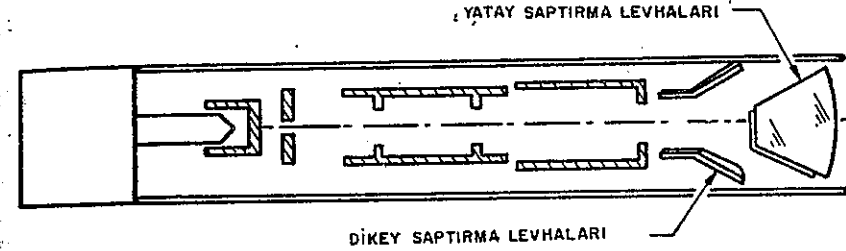
hızlanmasına engel olmayacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Böylece bu elemanların herhangi birine bir kaç elektron gidabilir. Yüksek enerjili elektronların miktarı ve kaynağı kontrol edilip ekran üzerinde odaklaştırılarak elektron tabancasının işi tamamlanmış olur. Nokta şeklindeki bu ışının pozisyonu dışardan uygulanan sinyalin dalga şekline göre değiştirilip kontrol edilerek istenen şekiller görülmüş olur.

### POZİSYON KONTROLÜ

Lâmbanın yüzeyinde elektron demetinin odaklaşarak meydana getirdiği nokta şeklindeki ışının hareket ettirilmesi için başlıca iki metot vardır. Bu iki metodun sonucu aynı fakat yapılar farklıdır. Bunlar, elektrostatik ve elektromanyetik saptırmadır.

#### Elektrostatik Saptırma

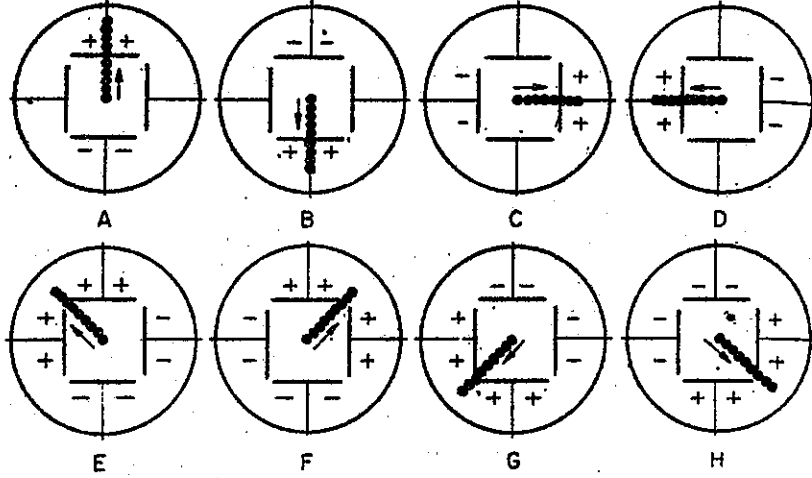
Elektrostatik saptırma küçük ve dar ekranlarda ve en çok Şekil 6-6 gösterildiği gibi osiloskop ve radarlarda kullanılır.



Şekil 6-6. Elektrostatik saptırma sistemi, dikey saptırma levhaları, yatay saptırma levhaları.

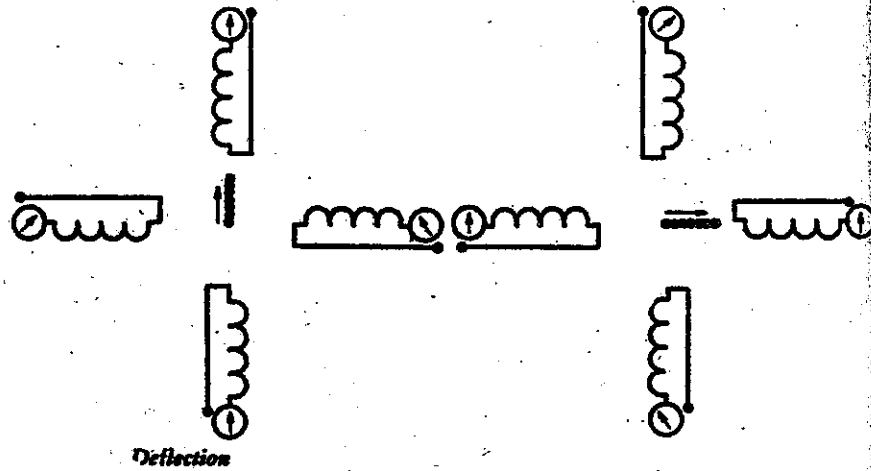
Bu saptırma; kendilerine uygulanan gerilime göre itme ve çekme etkisi yaparak iş gören dikey ve yatay saptırıcı levhaların, lâmbanın ekranı üzerine düşürülen elektron demetinin pozisyonunu değiştirmesi ile yapılır. Elektronlar pozitif gerilim tarafından çekildiği gibi negatif gerilim tarafından da itilir. Dikey sapma, Şekil 6-7 A da gösterildiği gibi üst dikey saptırıcı levha negatif yapıldığı zaman olur. Bu misâlde elektron demeti yukarı doğru sapar. Gerilim kutuplarını ters yaparsak Şekil 6-7 B de gösterildiği gibi nokta, aşağı doğru hareket eder. Aynı şekilde elektron demeti, Şekil 6-7 C ve D de gösterildiği gibi yatay saptırıcı levhalara gerilim uygulamakla bu defa sağa ve sola hareket ettirilebilir. Elektron deme-

tinin sapma derecesi saptırıcı levhalara uygulanan gerilimin büyüklüğü ile tayin edilir. Ters sapma, saptırıcı levhalara uygulanan gerilimin kutupları değiştiğinde meydana gelecektir.



Şekil 6-7. Saptırıcı levhalardaki şarjın elektron üzerine etkisi.

Şekil 6-7 E, F, G ve H de gösterildiği gibi sinyal, dikey ve yatay saptırıcı levhaların her ikisine birlikte verilerek bu birleşik düzene göre de saptırma yapılabilir ve kontrol edilebilir.



Şekil 6-8. Elektromanyetik saptırma.

Sol-yukarı doğru saptırma, Şekil 6-7 E de gösterildiği gibi üst yatay saptırıcı ve sol yatay saptırıcı levhalara pozitif gerilim uygulanırken alt dikey ve sağ yatay levhalara negatif gerilim uygulanarak elde edilir. Bu şekilde değişik sapma açısı ve genliği, değişik saptırıcı levhalara değişik değerlerde gerilimler uygulama ile meydana gelebilir.

#### Elektromanyetik Saptırma

Daha önce gördüğümüz motor prensibini hatırlarsak, manyetik alan içindeki akım taşıyan bir iletken bu manyetik alan ve iletken içindeki akımın yönüne bağlı olarak manyetik alana dik bir kuvvet etkisi ile hareket eder. Aynı kural, elektromanyetik sapma işleminde uygulanabilir. Burada, fark olarak elektron demeti akım taşıyan bir iletken gibi etki yapar. Böylece her elektrona, manyetik alana dik bir kuvvet etkisi meydana gelir. Dolayısıyla yatay ve dikey saptırıcı bobinler elektron demetinin sapma yönüne göre dik olarak yerleştirilmesi gerekir.

Şekil 6-8 de, galvanometrelerde gösterilen bobin akımlarına göre lâmba ekranındaki elektron demetinin sapması görülmektedir. 15°, 30° gibi ara açılar altındaki saptırma elektrostatik saptırma olduğu gibi ve benzer şekilde yatay ve dikey saptırıcı bobinlerin her ikisine birden çeşitli akımlar uygulamakla meydana getirilir.

#### Fosfor Kaplanmış Ekran

Ekran, lâmbada şekillerin görüldüğü yüzeyi, elektron demeti gibi bir enerji uygulandığı zaman görünür ışık vermesi için fosforla kaplanmıştır. Enerji uygulandığı zaman molekül yapısı ışınla kaplan fosfora flüoresan madde denir. Elektron demetinin ekranın herhangi bir kısmına yöneltilmesi ile fosfor, ekran üzerinde elektron demetinin değişik hareket durumlarını izleyen bir ışık verecektir.

Katot ışınlı lâmba ekranına kaplanan fosfor içinde katık madde olarak, çinko silikat ( $ZnSiO_4$ ), kalsiyum tungstat ( $CaWO_4$ ) ve çinko sülfid ( $ZnS$ ) gibi maddeler kullanılır. Bu maddeler sırası ile yeşil, mavi-mor ve mavi-beyaz renkli ışık verirler. Bu üç madde arasında en uzun müddet ışık izi bırakan çinko sülfat ve en kısa bırakan ise kalsiyum tungstattır.

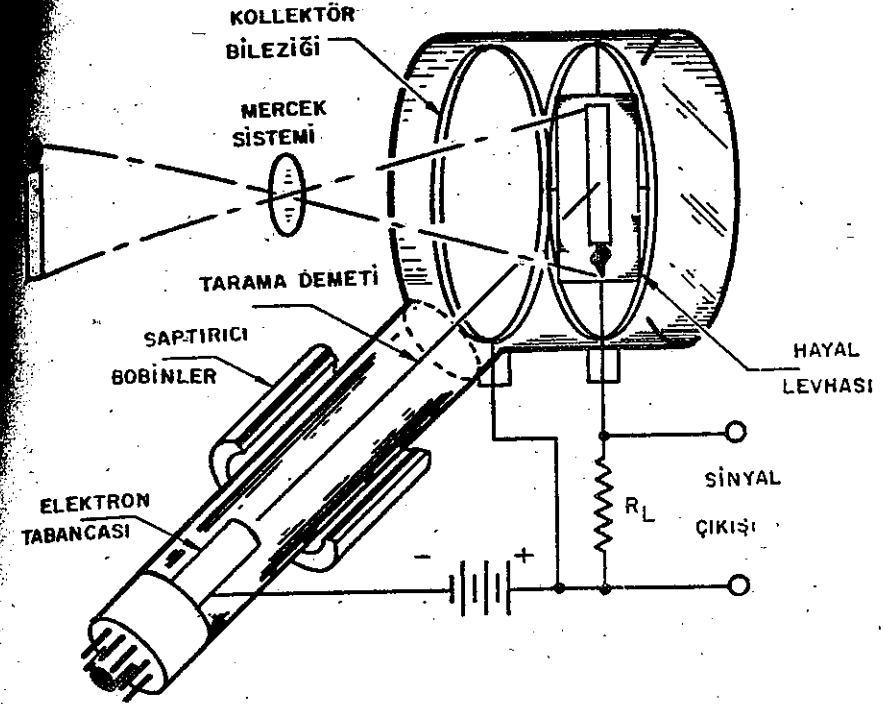
## KAMERA (RESİM ALMA) LÂMBALARI

Kamera lâmbalarını ve içindeki elemanların görevini anlamak için bazı bilgilere ihtiyaç vardır. Televizyon elektronuğindeki illeme kamera lâmbalarındaki geliştirmelere bağlı olmuştur.

İkonoskop (iconoscope), basit mekaniksel tip resim tarayıcı diskten sonra geliştirilmiş ilk kamera lâmbalarından birisidir. Kamera lâmbaları gördükleri iş itibarile radyo istasyonlarında mikrofonun yaptığı iş ile mukayese edilebilir. Mikrofonlar kendilerine gelen ses dalgalarına göre mekaniksel titreşim yaparak bunu elektrik dalgaları şekline çevirirler. Kamera sistemlerinde ise kamera lâmbaları, ışıklandırılmış resim ya da şekilleri alıp bunları elektrik palsları şekline çevirirler. Burada tüm bir resim ve şekli ani bir sinyal şekline sokmak mümkün değildir. Dolayısıyla uzaktan alınan bu şekiller, birbirini izleyen paralel hatlarla düzenli olarak tarama birleştirilerek aynen kopya edilir. Net ve açık bir resim elde etmek için kamera lâmbasındaki ile alıcıdaki tarama ynt ve senkronizasyonunun aynı olması şarttır. Tarama metotları ve sistemleri hakkında daha fazla bilgi bir televizyon esasları kitabında bulunabilir. Bu kitapta bu metotlar üzerinde daha fazla durulmıyacaktır. Kamera lâmbaları elektronik alanında bir çok yerlerde uygulanmaktadır ve bunların en çok kullanılan tiplerinden bahsedilecektir.

## İkonoskop (iconoscope)

İkonoskop lâmbası 1923 de V.K.Zworykin tarafından yapılmıştır ve televizyon alanında kullanılan kamera lâmbalarından birisidir. şekil 6-9 da gösterildiği gibi lâmba boyunlu olarak yapılmıştır ve bunun içinde odaklaştırılmış elektron demeti meydana getirmek için uygun geometrik şekilde yerleştirilmiş elektron tabancası ve hızlandırıcı anotlar bulunur. Bu elektron demeti optik resim hattı ile aynı ekseninde bulunan mozaik resim levhasını (fotokatodu) tarama. İkonoskop lâmbası şekil görüntüsü mozaik levha üzerine odaklaştırılacak şekilde yapılmıştır. Bu levha, mika yaprağın bir tarafına, ışığa karşı duyarlı bir madde olan sezyum oksit kaplanmış gümüş kreciklerle döşenerek yapılmıştır. Bu kürecikler çok sık ve birbirinden mika ile yalıtılmış olarak döşenmiştir. Küreciklerin genişliği yaklaşık olarak 0,025 milimetredir. Her kürecik, üzerine düşen ışık derecesine göre kendisinde meydana gelen şarjı gene kendi-



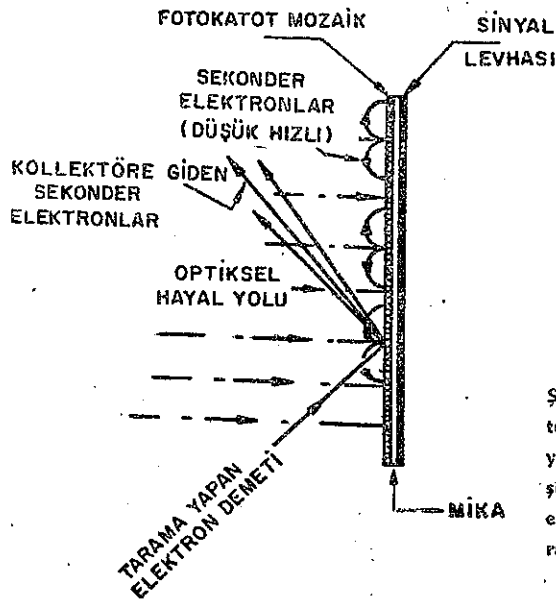
şekil 6-9. İkonoskop yapışı şekli kollektör bileziği hayal levhası, mercek sistemi, saptırıcı bobinler, elektron tabancası, sinyal çıkışı, tarama demeti.

si muhafaza eder. Grafit kaplanarak iletken bir yüzey yapılmış olan mikanın öteki tarafına sinyal levhası ya da elektrodu denir. Sinyal levhası içerden bir kollektör anoduna bağlanmıştır. Elektron tabancasının meydana getirdiği elektron demeti tarafından tarandığında, mozaikten (fotokatottan) kopan ya da sıçrayan sekonder elektronları bu anot toplar. Mika levhanın iki tarafında meydana getirilen iletken yüzeyler için mika dielektrik madde işi görür ve böylece her gümüş kürecik kapasitif olarak bir dış devreye kuple edilmiş olur.

Hafif ışım ile mozaikten yayılan fotoelektronlar, kollektör bileziği tarafından toplanacak kadar hızda değildirler, fakat elektron tabancasının meydana getirdiği tarayıcı elektron demetinin çarpması ile mozaikten, kollektör bileziği üzerinde toplanabilecek kadar uygun ve yeter hızda bir sekonder elektron emisyonu meydana gelir.

Optik imaj mozaik üzerine odaklaştırıldığı zaman bu mozaikte, üzerindeki şekle göre elektrik şarjları elde edilir. Mozaikin farklı ışılan kısımlarında elektron noksanlığı dolayısıyla yüksek pozitif şarj vardır. Bu elektron noksanlığı fotoemiyon prensibi ile meydana gelmiştir. Resme göre şarj dağılımı, mika dielektrik şarjı çabuk nütürleşmesine engel olması sebebiyle gerekli bir müddet sabit kalır. Mozaik, bir elektron tabancası ile tarandığı zaman, tarayıcı elektron demetinin çarpması ile mozaik kaplama üzerinde kuvvetli bir aydınlatmada bu bölgenin önünde bir boşluk şarjı ya da elektron bulutu meydana geldiğinden o bölgeden bir kaç elektron kopar.

Buna karşılık olarak tarayıcı elektron demeti donuk olarak aydınlanmış bir bölgeye geldiğinde boşluk şarjının eksik olması sebebiyle mozaikten yapılan sekonder elektron emisyonu çok olur. Mozaikten ayrılan bu sekonder elektronlar kollektör bileziği tarafından çekilir ve bunlar mozaik içinde meydana çıkan kapasitif bir akımı temsil ederler. Şekil 6-9 da gösterildiği gibi, çıkış genliğini genellikle mozaik sinyal devresine seri bağlı olan ( $R_1$ ) yük direnci uçları arasından alınır.



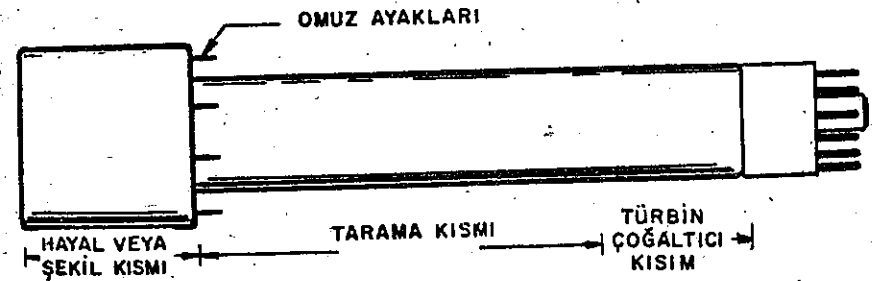
Şekil 6-10. İkonoskoptaki foto katot mozaik Foto katot mozaik, sinyal levhası, sekonder elektronlar (düşük hızlı) kollektöre giden sekonder elektronlar. Optiksel hayal yolu, tarama yapan elektron demeti, mika.

Bir ikonoskopun iyi olmayan tarafı, koyu benek yapan sinyal meydana gelmesidir. Mozaikten ayrılan elektronların gerçekte kollektör bileziğine varabilir ve arta kalanlar, Şekil 10-6 da gösterildiği gibi kendiliklerinden gerisin geri mozaik üzerinde farklı yerlere tekrar dağılırlar. Bu kötü tarafını gidermek için koyu benek sinyallerini nütürleyici, dışardan ayrı bir gölgeleme generatörü ihtiyacı gösterir.

İkonoskop, bilinen öteki kamera lâmbalarına göre optik imajı daha net olarak verir. Başlıca kötülüğü, ışık duyarlılığının düşük olması ve kabul edilebilir bir çalışma için 500-800 ayak-mumluk ışık şiddetine ihtiyaç göstermesidir. Film gösterme işinde ışıklandırmanın düşünmeye değer bir önemi olmadığından televizyon stüdyolarında film gösterme işinde çok iyi sonuç alınarak kullanılır.

#### Hayal Ortikonu (Orthicon)

Hayal ortikonoskopu (orthiconoscope) ya da hayal ortikonu, ikonoskop kamera lâmbası ve FARNSWORTH'un incelemelerine göre meydana getirilmiştir. Bu kamera lâmbasının yüksek bir ışık duyarlılığı vardır ve bu özelliğinden dolayı televizyon kameralarında çok kullanılır. Televizyon yayınlarının ilk zamanlarında resim alıcı lâmba olarak kameralarda ikonoskop lâmbası kullanıldı. Fakat kötü ışık duyarlılığı sebebiyle oldukça iyi bir resim alabilmek için televizyon stüdyolarında çok şiddetli ışıklandırma gerekiyordu. Hayal ortikon lâmbasının geliştirilip kullanılması ile iyi bir sahne aydınlatması, yalnız 10-12 ayak-mumluk bir ışık şiddeti ile temin edilebilir.



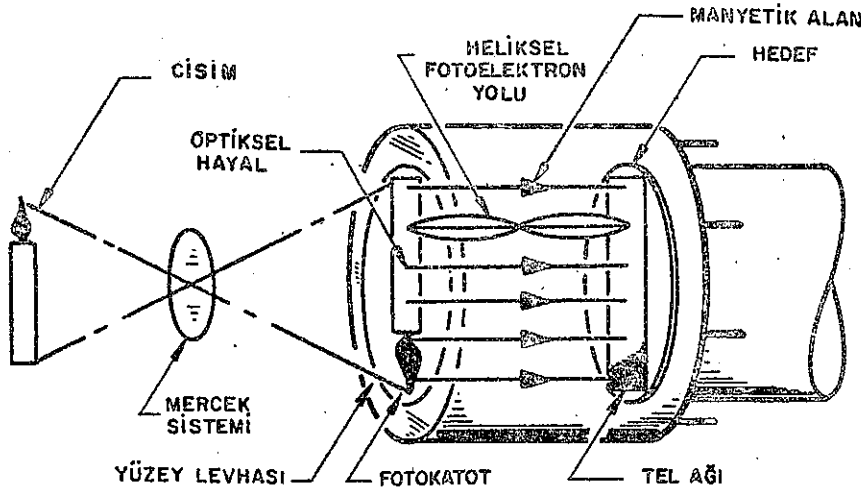
Şekil 6-11. Hayal ortikonu, hayal ya da şekil kısmı omuz ayakları, tarama kısmı, türbin çoğaltıcı kısım.



Şekil 6-11, bir hayal ortikon lâmbasını göstermektedir. Lâmbanın üç kısma bölünmüştür, bunlar: Kamera mercekler sistemi ile hayal görüntüsünü uygun olarak fotokatot üzerine odaklaştıran hayal ya da şekil kısmı, elektron hayalini satırlara benzer hatlarla tarayan tarama kısmı ve taranmış sinyali yükselten bir foto çoğaltıcı (fotomultiplier) türbin kısmından ibarettir.

#### Hayal Kısım

Lâmbanın baş tarafı, iç kısmı iletkenlik için toz halinde özel sezyum oksit püskürtülerek kaplanmış, düz bir camdan ibarettir. Bu malzeme fotokatot gibi iş görür. Bir hayal görüntüsü fotokatot üzerine odaklaştırılıp düşürüldüğü zaman, fotokondüktif (foto iletken) yüzeyden foton ya da elektron emisyonu olur ve bunlar pozitif şarjlı olan ve hedef (target) denen bir eleman tarafından çekilir. Fotokatot üzerinde her hangi bir noktadan ayrılan elektronların sayısı, ışık-mercek sisteminden gelerek fotokatot üzerindeki bu noktaya çarpan ışık ile doğru orantılıdır. Böylece hayal ya da şekil kısmı, optiksel mercekle sisteminden gelen ışık değişmelerini Şekil 6-12 de gösterildiği gibi esas şekli, elektron ya da elektrostatik olarak şarjlanmış bir sureti şekline çeviren düzendir.



Şekil 6-12. Hayal ya da resim kısmı, foto katot, yüzey levhası, mercekle sistemi, cisim heliksel foto elektron yolu manyetik alan, hedef, tel ağı, hayal ortikonu ve vidikon televizyon resim almakamera lambası.

Hedef (Target) elemanı üzerinde katoda göre 300-400 voltluk pozitif şarj bulunduğundan fotokatot üzerine optik sistemle düşürülen şekil sebebi ile ayrılan elektronlar elektrostatik olarak bu hedefe çekilir. Hedef elemanı, takriben bir buçuk inç karelik iletken bir cam parçasından ibarettir. Bu cam hedefin önüne ve lâmbanın uç tarafına doğru, iletken camdan 0,0015 inç aralıkla ince tellerle ağ gibi yapılmış bir ekran konmuştur. Tel ağında bir inçte 1000 ağ gözü vardır. Bu ağ ekranı, en iyi resim elde etmek için derinliği ayarlanabilen ayrı bir gerilime bağlanmıştır. Lâmbanın baş tarafında (omuzunda) şekil ya da hayal kısmındaki (Şekil 6-11 de gösterilen) ayaklar, lâmbanın bu bölümündeki eleman uçlarını kısımla yoldan dışarı çıkarmak için kullanılmıştır.

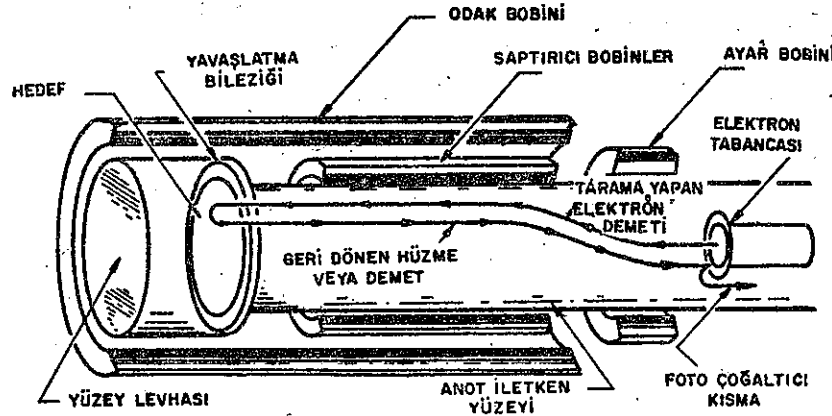


HAYAL ORTIKONU VE VIDIKON TELEVİZYON RESİM ALMA KAMERA LÂMBASI

#### Tarama Yapan Kısım

Tarayıcı kısım, kineskop resim lâmbasına benzer olarak bir elektron tabancasından ibarettir ve meydana getirilen elektron demeti lâmbanın ekranına doğru çekilir. Elektronları hedefe doğru hızlandırmak için değişik şekilde yapılmış hızlandırıcı elemanlara ihtiyaç vardır. Hızlandırıcı elektronlar bilezik şeklinde grilerdir ve lâmbanın iç yüzeyi metalize edilmiş iletken madde ile kaplanmıştır. Resim lâmbalarının ekran yüzeyine odaklaştırılarak düşürülen elektron demetine benzer şekilde, elektron tabancasından gelen

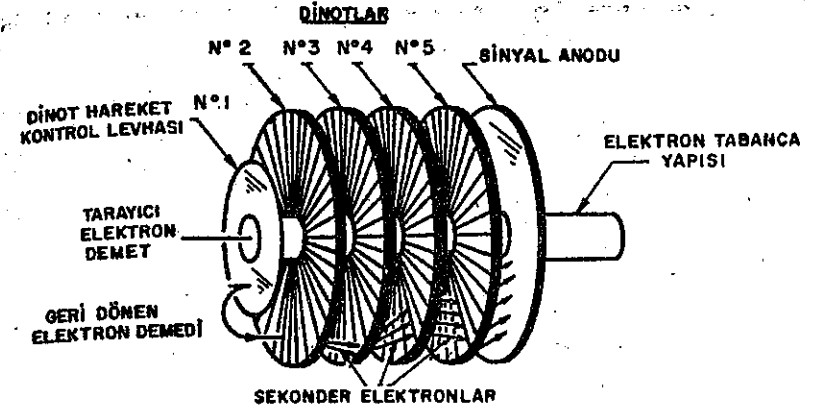
elektronlar manyetik olarak bir odaklaştırıcı bobin tarafında odaklaştırılmıştır. Şekil 6-13 de gösterildiği gibi elektron hüzmeye ya da demetinin tarama işi, lâmbanın dış kısmı üzerine monte edilmiş dikey ve yatay saptırıcı bobinlerle manyetik olarak yapılır. Bu lâmbalara has bir özellik olarak elektronlar iki yönde hareket ettirililer. Tarama yapan elektron demeti elektron tabancasından gelir ve cam hedefe doğru hızlandırılır. Bu hedefte yavaşlatıcı bilezik tarafından yavaşlatılır (burada elektronların ileri hareketi durur) ve geri döndürülerek ters yönde elektron tabanca yapısına doğru hareketine devam eder. Geri dönen elektronlar, lâmbanın içindeki anodun iletken yüzeyi ekseninin teşekkül tarzı ile bu ters yönde hızlandırılır.



Şekil 6-13. Tarama kısmı, yüzey levhası, hedef, yavaşlatma bileziği, odak bobini, saptırıcı bobin, ayar bobini, elektron tabancası, tarama yapan elektron demeti foto çoğaltıcı kısım geri dönen hüzmeye ya da demet anod iletken yüzeyi.

#### Foto Çoğaltıcı (Photomultiplier) Kısım

Şekil 6-14 de baş vurursak geri dönen elektron demeti elektron hareketini kontrol eden levhaya (Baffle) çarpar ve bu çarpma kuvveti ile sekonder elektronlar meydana çıkar. Bu sekonder elektronlar, sıra ile her biri, bir birine göre daha yüksek pozitif potansiyelde olan beş dinoda (dynode) yöneltilir. Bu durum sekonder elektronların çoğaltılmasına sebep olur ve böylece yaklaşık olarak 1000 misli kazanç temin eder. En sonda bu elektronlar bir yük direncine bağlı bir anod tarafından çekilir ve bu yük direnci ( $R_L$ ) uçları ara-



Şekil 6-14. Çoğaltıcı türbin kısmı, elektron tabanca yapısı, sinyal anodu, sekonder elektronlar, hareket kontrol levhası, tarayıcı elektron demeti, geri dönen elektron demeti, televizyon resim alma lambası vidikon.

sında meydana gelen gerilim daha fazla yükseltilmesi için bir VIDEO (resim) amplifikatörüne uygulanır.

#### Çalışması

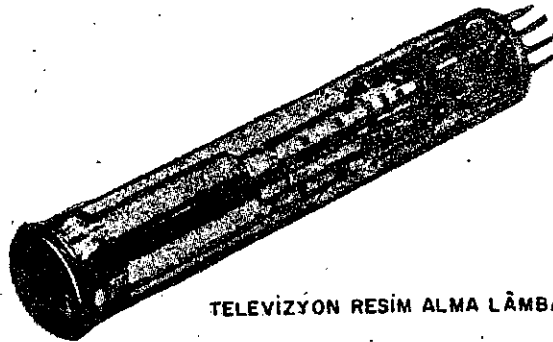
Bir manzara ya da sahne, uygun mercekle sistem ile fotokatot üzerine düşürüldüğü zaman fotokatodun çeşitli bölgelerinden fotoelektron emisyonu olur. Bu optiksel şekil görüntüsünün parlak ve karanlık kısımlarına tekabül eden farklı şarjların meydana çıkmasına sebep olur. Böyle fotoelektronlar yayıldığı zaman bunlar, pozitif şarjlı bulunması sebebi ile cam hedef elemanına doğru hareket ederler. Bu fotoelektronlar hedef elemanına çarptığında onun üzerinde sekonder emisyon meydana gelir. Bu sekonder emisyonun sebep olduğu elektron noksanlığı cam hedefin o kısmını kendi şarjına göre pozitif yapar. Optiksel görüntünün parlak kısımları fazla fotoelektron emisyonuna sebep olur ve bunun sonucu olarak cam hedef elemanında fazla sekonder emisyon meydana çıkar. Bu sekonder emisyon cam hedefin o bölgesinde, tüm cam hedef şarjına göre bir elektron noksanlığına ya da pozitif bir şarja sebep olur. ve bunun sonucu olarak cam hedef elemanında fazla sekonder emisyon meydana çıkar. Bu sekonder emisyon cam hedefin o bölgesinde, tüm cam hedef şarjına göre bir elektron noksanlığına ya da pozitif bir şarja sebep olur. Sekonder emisyon tel ağı şeklindeki ekranda üzerinde birikir. Ekran; fotokatottan yapılan primer emisyonun

zıt etkisi olmaksızın sekonder emisyonu çeker ve bunlar kendi yüksek hızlarından dolayı tel ağı şeklindeki ekrana doğru giderler. Bu etkiler sonucu olarak cam hedef (target) üzerinde, fotokatot üzerine düşürülen optiksel resme tekabül eden bir şarjlanmış elektron resmi meydana çıkar. Cam hedefin iletkenlik özelliğinden dolayı bunun iki tarafı üzerinde elektron resmi bulunur.

Cam hedefin arka tarafı, elektron tabancasından gelen ve en uygun bir saptırma sistemi ile saptırılmış olan elektron demeti tarafından taranır. Tarama işi yapılırken, cam hedefin öbür tarafı üzerinde sekonder emisyonun meydana çıkması ile bu cam hedefin negatifinin azaltılmış olduğu yerlere elektron demetinden bir kaç elektron girmeğe çalışır. Cam hedef üzerinde fazla pozitif olan bölgeler tarama yapan elektrondemetinden fazla olduğundan tarayıcı elektron demetinden elektron alamazlar. Bu alınmayan ya da kullanılmayan elektronlar geri dönecek ve foto çoğaltıcı türbün kısmına geri gidecektir. Cam hedef üzerindeki farklı şarjlar sebebi ile foto çoğaltıcıya döndürülen elektron sayısının değişik olarak meydana gelmesi, VIDEO SİNYAL denen taranmış resim sinyalinin teşkil edilmesini sağlar.

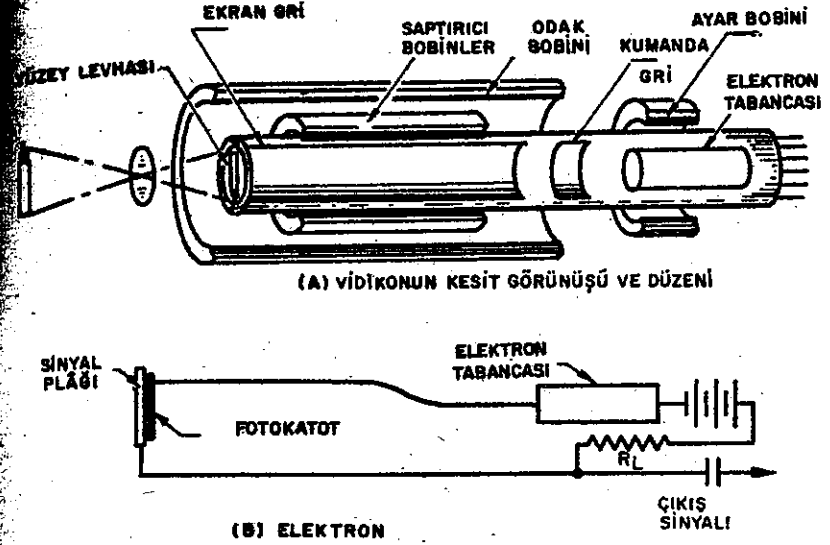
#### Vidikon (Vidicon)

Vidikon resim ya da kamera lambası, kapalı devre gibi küçük tip televizyon sistemlerinde kullanılır. Işık duyarlılığı hayal ortikon lambasından daha aşağıdır ve sahnede 100-500 ayak-mumluk kadar bir ışık şiddetine ihtiyaç gösterir. Vidikonun ölçüsü hayal ortikonundan çok düşüktür. Vidikonun uzunluğu 15 cm ve çapı ise 2,5 cm kadardır. İş görmesi için gerekli güç, hayal ortikona göre çok küçüktür ve ona göre çok basit olduğu gibi yapılışı da ucuzdur.



TELEVİZYON RESİM ALMA LÂMBASI VIDIKON

Hayal görüntüsü lambanın önündeki yüzey levhası üzerine taşınır. Cam yüzey levhasının içe bakan yüzeyi, şeffaf ve inatçı bir fotoiletken malzeme ile duyarlı yapılmıştır. Bu fotoiletken katman sonra ekran gri gibi iş gören ağ şeklinde örülmüş tel izlenir.



Şekil 6-15. Vidikon şekli, elektron, çıkış sinyali vidikonun kesit görünüşü ve düzeni, yüzey levhası, sinyal plâğı ekran gri, saptırıcı bobinler, odak bobini, kumanda gri ayar bobini, elektron tabancası.

Şekil 6-15 de görüldüğü gibi fotokatot, elektron tabancası tarafından gönderilen elektron demeti ile taranır. Resme ait ya da VIDEO çıkışı, içinden fotokatot ve sinyal plâğı tarafından şekillendirilmiş kapasitif sinyal akımı geçen yük direnci ( $R_L$ ) uçları tarafından alınır. Sinyal plâğı üzerine fazla ışık çarpması ile bu plâk daha pozitif olur. Bu, fotokatottan yapılan elektron emisyonu ile meydana gelir. Sonuç olarak, optiksel görüntüde ışımının artması ile sinyal plâğında pozitif bir şarj olur. Bu sinyal plâğı, elektron tabancasından gelen elektron demeti tarafından taranır. Sinyal plâğı üzerindeki şarj değişimleri, kapasitif etki ile  $R_L$  den geçen akımı temsil eder ve şekil 6-15 L de gösterildiği gibi bu akım elektron tabancasına geri döner. Çok aydınlatılmış sahne ile elde edilen sinyal gerilimi takriben 8000 mikrovolta yükselebilir.

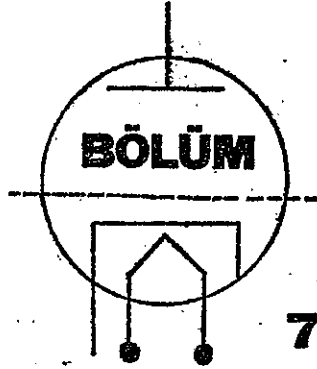
## HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Elektronlar, özel olarak plânlanmış elektronlara gerilim uygulanması ile saptırılabilirler, odaklaştırılabilirler, hızlandırılırlar bunların miktarı azaltılabilir.
- Katot ışınlı lâmbalarda elektrostatik ve elektromanyetik olarak iki tip saptırma kullanılır.
- Kumanda gri gerilimi ekrana giden elektron miktarını tayin eder ve bu gri gerilimi ışık şiddeti (intensity) kontrol potansiyomu resisi ile ayar edilir.
- Bir elektrostatik katot ışınlı lâmbada elektron tabancası; saptırıcı, katot kumanda gri, odaklaştırıcı ve hızlandırıcı anotları içerir.
- Elektronlar, pozitif şarjlı elektrotlara doğru çekilirler ve negatif şarjlı elektrotlar tarafından itilirler.
- Elektromanyetik saptırmada, elektronlar manyetik alan ile 90 derece açı yapacak şekilde saptırılırlar.
- İkonoskop lâmbası ışık görmesi için yüksek güç ister, fakat onun en büyük elverişsizliği düşük ışık duyarlılığı olmasıdır.
- Hayal ortikon lâmbası üç kısımdan ibarettir: (1) Hayal ya da odaklayıcı kısım (2) Tarama yapan kısım ve (3) çoğaltıcı türbin ya da fotoçoğaltıcı kısım.
- Hayal ortikon lâmbası içinde elektronlar iki zıt yönde hareket ederler.
- Vidikon lâmbası en çok kapalı devre televizyon kameralarında kullanılır. Bunda çok küçük ışık duyarlılığı vardır ve imalatı ucuzdur.

## TEKRARLAMA SORULARI

1. Bilinen vakum lâmbalar ile elektron tabancasındaki grilerin benzerliklerini sıralayınız.
2. Eğer katot ışınlı lâmbanın ön yüzeyi ya da ekranı elektron tabancasından büyük mesafede yapılırsa odaklaşma yapan anodun geriliminin daha pozitif mi ya da daha negatif mi olması gerekir, anlatınız.
3. Ekran boyunca, şekli odaklı muhafaza etmek için ekranın niçin bombelendirilmesi gerektiğini anlatınız.
4. Bir katot ışınlı lâmbada fosfor kullanılmasıyla ilgili olarak, fosforun kullanılmasının sebebini anlatınız.

1. Bir katot ışınlı lâmbanın kaplanmış ekranında ışığın bir müddet kalmasını neyi ifade eder?
2. Bir katot ışınlı lâmbada tarama ile meydana gelen ışık rengini ne tayin eder?
3. Bir katot ışınlı lâmbada, düz bir ekran üzerinde odaklaştırma ile nasıl durdurulur, blok diagramı ile anlatınız.
4. Katot ışınlı lâmbanın cam zarfı üzerine dışardan bir daimi mıknatıs-konuşma yapabiliriz. Bunun şekil hareketi üzerine etkisini anlatınız.
5. İçinde az miktarda mıknatıslanmış çelik tozları bulunan bir plastik parçasını ekran üzerine koyunuz. Sonuçları anlatınız.
6. Yatay ve dikey saptırıcı levhaların her ikisine de aynı sinyali uygulamak için ekran üzerinde meydana gelmesi gereken dalga şeklini çiziniz.
7. İkonoskop resim alma lâmbasında mozaik plâkasının fonksiyonu nedir? «Fotoelektrik etkisi»ni anlatınız.
8. Mozaikin çok ışık alan kısımlarında ne cins elektrostatik şarj vardır?
9. İkonoskop lâmbasında foto-katodun niçin taranması gerektiğini anlatınız.
10. Bir ikonoskop lâmbasının mozaiki üzerinde optik hayalin meydana gelişini nasıldır?
11. İkonoskop lâmbasının iki kötü ve bir iyi tarafını söyleyiniz.
12. Hayal ortikon lâmbasının üç esas parçası nelerdir?
13. Bir Hayal ortikon lâmbasının duyarlılığını tayin eden faktörler nelerdir?
14. Bir Hayal ortikonunda kontrol gri üzerindeki gerilimin azalması ne gibi bir etki yapar?
15. Bu lâmbada hedef elemanı ne için kullanılır?
16. Tarama yapmış elektron demetinin elektron tabancasına geri dönmesine sebep olan nedir?
17. Hayal ortikonunun ikonoskopa göre üstünlüğü nedir?
18. Foto çoğaltıcı (PHOTOMULTIPLIER) kısmını ve gördüğü işi anlatınız.
19. Işık duyarlılığı olarak vidikon lâmbasının ortikonuna göre mukayese ediniz.
20. Vidikondan çıkış sinyali nasıl elde edilir?



## Gazlı ve Buharlı Elektron Lâmbaları

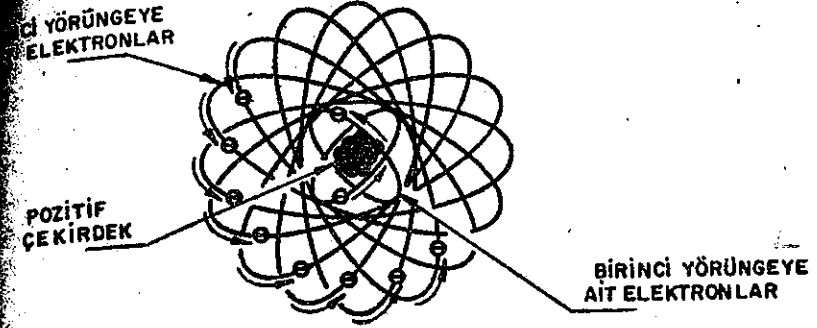
Gazlı lâmbalar üzerine yapılan deneyler, termiyonik emisyonun keşfinden yıllarca önceye rastladığı halde işe yarar lâmbaların özellikle gri kontrollü olanlarının meydana gelmesi yüksek vakumlu tiplerden çok sonraya rastlar.

Yüksek vakumlu bir lâmbanın içerisinde gaz bulunması, lâmbanın karakteristiğini değiştirdiği gibi onu devre içerisinde çalıştırma hale de getirebilir. Bununla beraber bazı özel devrelerde, özel mesafelerle kullanılmak üzere gazlı lâmbalarda yapılmıştır. Bu tip lâmbaların içerisinde neon, argon, hidrojen, azot ve cıva buharı gibi gazlar bulunur. Bunlardan cıva buharı, lâmba içerisine kondüğünü sıvı halindedir. Diğer bütün gazlar yapım sırasında gaz halinde enjekte edilirler.

Lâmba içerisindeki gaz iyonize hale gelinceye kadar elektrotlara uygulanan gerilimlerin lâmbadan geçen akım üzerine çok az etkisi yapması, gazlı lâmbaların en başta gelen karakteristiklerinden birini teşkil eder. Bir lâmbaya gazlı dediğimizde bu, gazın lâmba içi bir basınç altında doldurulduğunu ifade etmez. Tersine, lâmba içerisinde bulunan gazın basıncı düşük, miktarı azdır. Yani, bazı gazlı lâmbalar oldukça yüksek vakumlu ve gaz basınçları atmosferin çok altındadır.

### Gazların İyonizasyonu

İyon ihtiva etmeyen bir gaz veya buhar, emisyon yapmayan iyonize elektrot arasına kondüğünde iyi bir yalıtkan vazifesi görür. Çünkü iyonlar, elektrotlar arasına gerilim uygulandığında devreden bir akım



Şekil 7-1. Neon Gazı Atomu

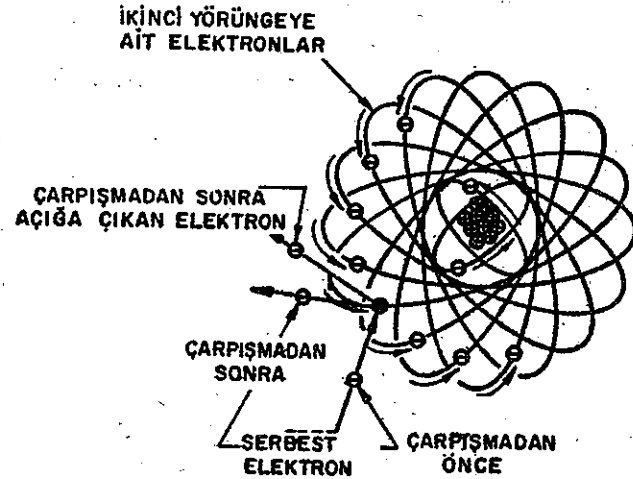
geçmez. Fakat bütün gazlar bir miktar iyon ihtiva ederler ve uygun gerilim lâmba içerisindeki gazı iyonize edecek değere ulaştığında lâmbadan bir akım geçmeğe başlar.

İyonize olan gaz; elektron, pozitif ve negatif iyonlar ile normal bir gaz moleküllerinin karışımından teşekkül eder. «Plazma» adını alan bu bölgedeki iyonizasyon, lâmba içerisinde katot elektrotundan anoda kadar uzanır. Bu plazma, lâmba içerisinde iletken yol vazifesi görür. Serbest elektronlar anoda doğru, pozitif iyonlar ise katoda doğru akarlar. Lâmba uçlarında düşen gerilimin büyük bir kısmını katot civarında meydana gelir.

Gaz molekülleri, elektrik bakımından nötr parçacıklar olarak kabul edilir. Bunlar, pratik olarak bütün ağırlığı teşkil eden pozitif yüklü bir çekirdekle bunun etrafında değişik yörüngelerde dönen negatif çekirdeğin pozitif şarjına denk sayıda birçok elektrondan meydana gelir. Şekil 7-1 e bakınız. Birim hacmündeki gaz molekülü sayısı ile bunların birbirine olan mesafesi, gazın basıncına bağlıdır. Çok iyi şekilde elde edilmiş bulunan bir vakumun 1 cm<sup>3</sup> ünde milyonlarca gaz molekülü bulunur. Bununla beraber, bunların kendi aralarında göre bir molekülün diğerine olan mesafesi çok fazladır. Bunun için, bir elektronun bir molekülden diğerine gitmek için uzun bir yol katetmesi gerekir. Normal atmosfer basıncında moleküller birbirine çok yakın durumda bulduklarından, bir elektronun diğer bir parçacığa yeter kuvvetle çarpıp herhangi bir elektronu açığa çıkarması çok küçük bir ihtimaldir. Elektronun bu işi görebilmesi için için hızının, dolayısıyla «Serbest Geçiş Yolu» elektronların sa-

yısının arttırılması gerekir. Bunun için ise gaz yoğunluğunun düşürülmesi şarttır. Bu şart yerine getirilirse, elektronun daha büyük bir hızla hareket etmesi mümkün olacağından, elektronun diğer bir elektrona yeteri kadar bir kuvvetle çarparak onu yörüngesinden dışarı çıkarması sağlanmış olur.

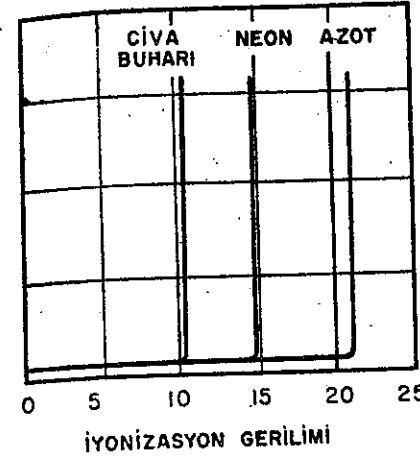
Yörüngeden çıkan elektron genellikle ışık emisyonu ile birlikte bulunduğundan, neon ve civa buharlı lâmbalar içerisinde gördüğümüz müz parlaklığı bundan başka bir şey değildir. Bir veya birkaç elektronu yörüngeden çıkan molekül negatif şarjının bir kısmını kaybettiğinden fazla bir pozitif şerj gösterir ki buna, gaz iyonize olduğunu denir. Şekil 7-2 ye bakınız.



Şekil 7-2. Neon gazı atomunun iyonizasyonu pozitif iyon haline gelmesi

Bir elektronun gaz içerisinde yeter bir hızla geçerek gaz moleküllerinden elektron koparması için gerekli gerilime o gazın iyonizasyon gerilimi denir. Şekil 7-3 de bazı gazların iyonizasyon gerilim değerleri görülmektedir.

Elektronlar arasındaki gerilim farkı bu değeri geçmezse iyonizasyonun meydana gelmeyeceği gayet açıktır. Gerilim bu değer üzerinde dahi bulunsa, elektron «serbest geçiş yolunun» serbest elektronların gerekli hız ve enerjiyi kazanarak diğer parçacıklarla çar-



Şekil 7-3. Ençok rastlanan gazların iyonizasyon gerilimleri, iyonizasyon gerilimi, civa buharı, Neon, Azot.

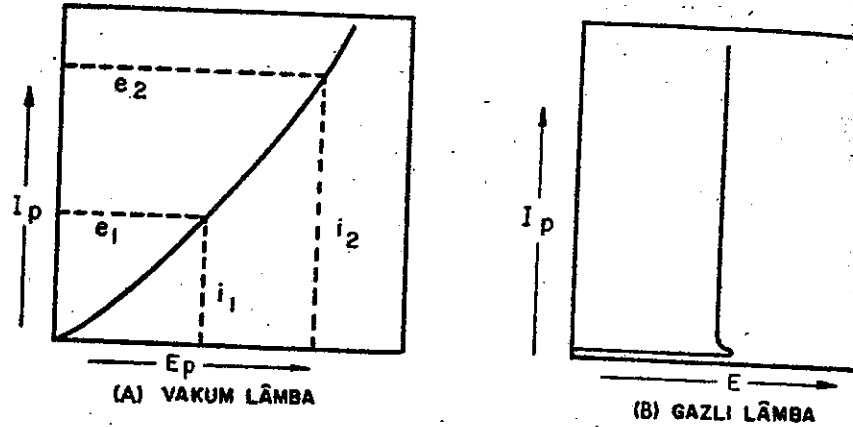
ışmasını sağlayacak uzunlukta olabilmesi için, lâmba içerisindeki gaz basıncının düşürülmesi şarttır.

Şekil 7-4 de, gazlı bir lâmba ile vakum lâmbasının volt-ampere karakteristiklerinin mukayesesi görülmektedir. Vakum tipi bir diyot lâmbaya belli bir gerilimin uygulanması daima aynı değerde bir akım doğurur. Meselâ,  $e_1$  gerilimi uygulanan vakum diyodun akım değeri  $I_1$  olacaktır. Akımı  $i_2$  değerine yükseltmek için gerilimin  $e_2$  ye yükseltilmesi gerekir. Bir vakum lâmbasında lâmba içerisinde geçen akımın değeri, elektrotlar arasında uygulanan gerilimle orantılıdır.

Bu karakteristik, Şekil 7-4 B deki gazlı lâmba karakteristiği ile mukayese edilebilir. Görüldüğü gibi, iyonizasyon başladıktan sonra volt-ampere karakteristiği yaklaşık olarak dik bir doğrudur. Çünkü, uygulanan gerilim gazın iyonizasyon gerilimini geçince akım derhal maksimum değere yükselir. Bu akım bir dış yük ile sınırlandırılmazsa lâmba harap olur. Diğer bir deyimle, geçen akımın lâmbanın çalışma akımı sınırları içerisinde bulunmasını sağlamak için, bir direnç ya da diğer bir yükün daima lâmbaya seri olarak bağlanması şarttır. Kendisi akımı sınırlayamadığı için, gazlı bir lâmba hiçbir zaman sabit bir gerilim arasında bağlanmamalıdır. Anahtar olarak çalışırken bile, lâmbaya seri olarak bağlı bir elemanın bulunması şarttır. Çünkü, lâmba iletken hale geldiğinde bu seri eleman uçlarında meydana gelecek gerilim düşmesi akımı sınırlar. Bir flüoresan ya da neon lâmbası buna örnek olarak gösterilir. Her iki du-

rında da önemli husus, elde edilen ışık olduğundan bunların beke uçları arasına direkt olarak bağlanabilmesi arzu edilir. Lâmbalar, Şekil 7-4B dekine benzer bir volt-ampere karakteristiği sahip olduklarından, devreye akım sınırlayıcı bir direnç ya da bobininin konması şarttır. Bu durumda, kullanılan direnç veya bobinine «Balast» adı verilir. Bu gibi elemanların uçları arasında meydana gelen gerilim düşmesi ise daima bir kayıptır.

Bir vakum lâmba içerisinde elektronlar yolu ile akım iletildiği bu kitapta daha önce açık olarak anlatılmıştır. Gazın iletkenliği buna göre daha karışıktır. Normal neon lâmbalarında, elektronun geçmesi için elektrotlardan herhangi birinin ısıtılmasına lüzum yoktur. Neon lâmbalarında ısıtılması gerekli bir katot elemanı bulunduğundan bu grupta lâmbalara «Soğuk katotlu lâmbalar» adı verilir.



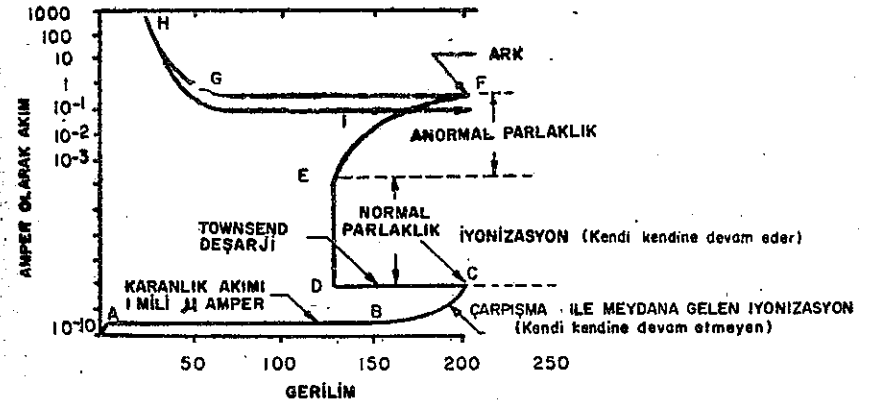
Şekil 7-4. Volt-ampere karakteristik eğrileri, vakum lâmba, gazlı lâmba.

Akım taşıyan hareket halindeki elektrik şarjları, ya elektroda ya pozitif iyon ya da negatif iyonlardan meydana gelirler. Gazlı lâmba içerisindeki elektronlara bir gerilim uygulandığında, lâmbada derhal küçük değerlerde bir akım geçmeye başlar. Bu akımın sebebi elektrotlar arasındaki gazın kozmik ışınlar, gama ışınları ve fotonlar gibi dış etkilerle iyonize olmasıdır. Bu iyonizasyon sonunda elde edilen parçacıklar kendilerini elektrotlar arasında mevcut bir elektrik alanı içerisinde bulduklarında, şarjlar ister elektron isterse iyon olsunlar kendilerine göre ters polaritedeki elektroda doğru

meğe başlarlar. Bunlardan birçoğu daha elektroda yetişmeden tekrar birleşirler. Elektrik şarjı artırılarak parçacıkların hızı yükselecek olursa bu tekrar birleşme ihtimali çok azalır. Bu sebepten, elektrik şarjı veya elektrotlar arasındaki gerilim değerinin yükseltilmesi akımda bir artma yaratır. Akım değerinin bu tip iletkenlik doğrudan doğruya dış iyonizasyon kaynağına bağlı olduğuna dikkat edilmelidir. Bu tip elemanların odacıklarında meydana gelen iyonizasyon değerini ölçmek suretiyle, dış enerjilerin değeri de ölçülebilir. Bu gibi odacıklarda elde edilen akımın değeri, çok küçük olup bir mikroamperin kesri kadardır. Bu akım ölçü yapmakta yararlanmak üzere, yüksek değerlerde bir dirençten geçirilerek bu direnç odacıklarındaki gerilim hassas bir lâmbalı voltmetre veya elektrometre ile ölçülür. Bu iyonizasyon odacıkları, kozmik ve X ışınları için çok yüksek duyarlılıklı radyasyon detektörleri olarak kullanılabilirler.

#### Kendi Kendine İyonizasyon

Elektrotlar arasındaki gerilim daha fazla arttırılacak olursa, akım değerinde bir artış görülür. Akımdaki bu artış daha önce de açıklandığı gibi, serbest elektronların hızının gerilim tarafından, gaz moleküllerini iyonize edecek seviyeye getirilmiş olmasındandır.



Şekil 7-5. Gaz deşarjına ait, volt-ampere karakteristik eğrisi, Amper olarak akım, Townsend deşarjı, karanlık akımı 1 mili amper, ARK, Anormal parlaklık, normal parlaklık, iyonizasyon (kendi kendine devam eden).

Şekil 7-5 de tipik bir gazlı diyottaki gaz iletkenliğine ait grafik görülmektedir. Bu grafikte, karanlık akım bölgesi A ile B noktaları arasında gösterilmiştir.

B noktası burada, ateşleme gerilimi noktasıdır. Meydana gelen gerilim düşmesi ve akım değerindeki yükselmeye, (gama ışınları, kozmik ışınlar, X ışınları vesaire) gibi dış kaynak radyasyonlarının elektronlarla çarpışması sebep olur. Bu çarpışma iyonizasyonu başlatması için yeterli değildir. C noktasında elektronlar çağırarak sayılamıyacak hale gelirler. Meydana gelen pozitif iyonlar yeteri kadar enerjiye sahip olduklarından katot yakınında yeni elektronlar doğururlar. Deşarj böylece normal bir ışık haline gelir ve kendi kendine devam eder. Bundan sonra devreden geçecek akımın akım sınırlayıcı bir dış devre direnci ile sınırlandırılması gerekir. Akımı arttırmak için balast direnci azaltılacak olursa, bütün katot iyonize ışıkla kaplı kaldığı sürece gerilim, geniş sınırlar içinde sabit kalır. Bu durum D ve E noktaları arasında meydana gelir. Akımın daha çok yükseltilmesi mümkünse eğri E ve F noktaları arasındaki anormal parlaklık bölgesine girer. Gerilim, F noktasında ani olarak düşer ve lâmba içerisinde bir ark meydana gelir. Bunun sonucu olarak akım değeri, G noktasından H ye yükselir. Çeşitli tipte birçok arklu, ışıklı ve diğer tip gazlı lâmbaların çalışmaları, gazların iletkenliğini gösteren bu eğrinin bir kısmı üzerinde bulunur. Gaz molekülleri bir kere iyonize hale geldikten sonra bu halin devamını sağlamak için minimum değerde bir akıma ihtiyaç vardır. Bunun «çalışmayı devam ettiren akım» adı verilir.

#### Sıcak Katotlu Gazlı Diyotlar

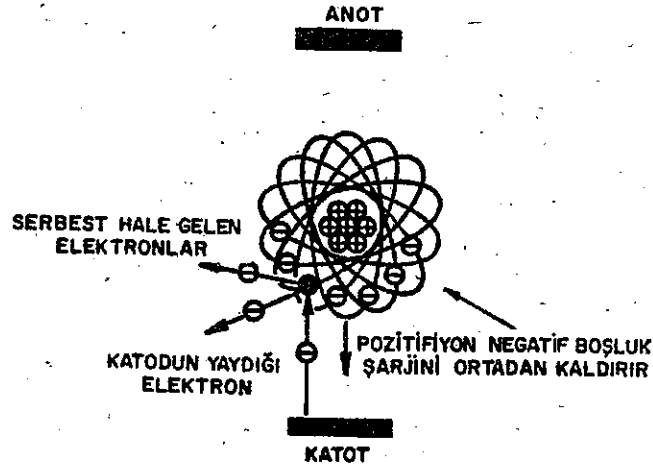
İçerisine cıva buharı konmuş «Fanotron» adı verilen sıcak katotlu bir redresör diyodunun, orta değerde akım ve gerilim elemanı olarak geniş bir uygulama alanı vardır. Batarya şarj cihazları, verici istasyonlara ait akım kaynakları, dielektrik ve endüksiyon yoluyla ısıtma cihazları, manyetik kaldırma ve manyetik toplayıcılar orta değerde akım ve gerilime sahip olan bu diyot lâmbalarının birçok uygulama yerlerinden birkaçını teşkil ederler.

Bu lâmbaları kullanan devreler, 3. Bölümdeki D. A. güç kaynakları kısmında verilmiştir.

Sıcak katotlu gazlı bir diyot lâmbasının çalışmasını daha iyi anlamak için, sıcak katotla anot arasındaki boşluğun nötr gaz molekülleri ile doldurulduğunu ve katot tarafından yayılan sel halindeki elektronları anot kendisine doğru çekerken bu elektronlardan herhangi birinin bir gaz molekülüne çarparak başka bir elektronu oluşturduğundan çıkardığını kabul edelim. Yörüngesinden çıkan negatif şarjlı bu elektron, pozitif şarjlı anot tarafından çekilir. Gaz moleküllerinden kopan bu elektronlar katodun yaymış olduğu ilk elektronlarla anoda doğru hareket ederler. Belli bir zaman içerisinde milyonlarca elektron anoda doğru gittiğinden ve aynı süre için boşlukta milyonlarca gaz molekülü bulunduğundan, adı geçen her milyonlarca defa tekrarlanıp durur. Şekil 7-6 da katot tarafından yayılan elektronların anoda giden elektron sayısını arttırmak için gaz moleküllerini bombardıman etmek suretiyle nasıl yeni elektronlar yarattığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak, sıcak katot tarafından yayılan normal elektronların sayısı, gaz moleküllerinin bombardımanı ile elde edilen serbest elektronlarla geniş ölçüde artmış olur. Böylece anot akımı da yükselir. Ayrıca, en önemli hususlardan biri de lâmba içerisindeki negatif boşluk şarjını azaltmak suretiyle anot akımının daha çok artırılmasının mümkün olmasıdır. Bu iş, katot tarafından yayılan elektronun nötr gaz molekülüne çarparak ondan bir serbest elektron çıkarması ile sağlanır. Bu ise molekülün pozitif iyon haline gelmesine sebep olur. Şarjlı iyon bir elektron kaybettiğinden pozitif duruma geçer. Oldukça ağır olan bu pozitif iyon kendisine göre ters polaritede bulunan elektrotta yani katoda doğru gider. İyonun bu hareketi sırasında negatif boşluk şarjı pozitif şarjlı iyon tarafından ya nötralize edilir ya da tamamen ortadan kaldırılır. Negatif boşluk şarjı nötralize edildiğinden, katottan çıkan elektronlar anoda doğru giderken çok daha az zorluk göreceklelerinden anot akımı daha da yükselir. Bu örnek, gazlı redresör lâmbalarının yüksek vakumlu lâmbalara göre üstünlüklerini açık olarak göstermektedir. Tipik elektronik cihazlarında kullanılan yüksek vakumlu redresör diyodu 50 ilâ 60 miliamperlik akım anoda güvenilir şekilde iletirken, lâmba içerisine gaz koymak suretiyle diyodun anot akımı 500 miliampere kadar yükseltilebilir. Bu işi yapabilmek için anot plâkası ile katodun yüz ölçümlerinin büyütülmesi gerekir. Gazlı diyodların katotları, yüksek vakumlu diyotlara göre çok daha yüksek verimli olarak yapılırlar. Sıcak katotlu

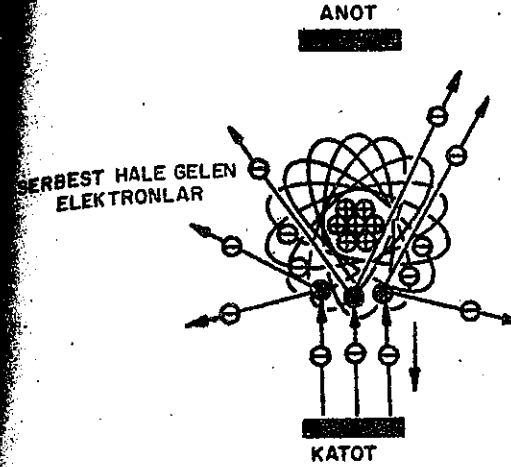


gazlı bir diyodun katodunun bütün yüzeyi elektron yayarken, yüksek vakumlu tiplerde katodun yalnız elektrik alanına bakan yüzeyi elektron emisyonu yapar. Yüksek vakumlu diyotlarda kullanılan katotların emisyonu elektrik alanı tarafından etkilenmek üzere düz şekilde yapılırken, gazlı diyot katotlarının siperi şeklinde ondule olarak yapılmasının sebebi bundandır. Gazlı bir diyodun 1 miliamperlik anot akımı çıkışı başına katoduna beslenmesi gereken güç yüksek vakumlu diyotlara göre çok daha azdır. Lâmba içerisindeki gerilim düşmesi çok az olduğundan cıva buharlı redresör diyodunun anot verimi, iyonizasyondan sonra % 98 e kadar yükselebilir. Bu gerilim düşmesi genel olarak, kullanılan gazın iyonizasyon geriliminin aynı olup, lâmba içerisinde geçen akımın değeri ile ilgili değildir. Bu lâmbalarda gerilim düşmesi yük akımı ile değişmediğinden, gazlı redresör diyodunun gerilim regülasyonu, yüksek vakumlu bir redresör diyodundan çok daha iyidir.



Şekil 7-6. Negatif boşluk şarjının pozitif iyon hareketiyle ortadan kaldırılması, ANOT, Serbest hale gelen Elektronlar, katodun yaydığı elektron, pozitif iyon negatif boşluk şarjını ortadan kaldırır, Katot.

Özet olarak gazlı diyot, uçlarına uygulanan gerilimle bağıntısı bulunmayan ve tek yönlü akım geçiren, lineer olmayan bir devre elemanıdır. Uygulanan gerilim, gazın iyonizasyonu için gerekli değere yükseltinceye kadar lâmbadan çok az bir akım geçer.



Şekil 7-7. Gaz atomunun birden fazla kere iyonize olması sonucunda elde edilen çok sayıda pozitif şarj, serbest hale gelen elektronlar.

Lâmbanın emniyetli olarak çalışması, kendisiyle seri bağlı bulunan akım sınırlayıcı diğer devre elemanlarına bağlıdır. Akım bir dış yükü sınırlanmazsa lâmba uçlarındaki gerilim aşırı bir değere yükselerek iki veya daha çok kere iyonizasyonun meydana gelmesine sebep olur. Bu ise Şekil 7-7 de görüldüğü gibi gaz molekülüne birden daha fazla elektronun çarpması demektir. Birden fazla elektron tarafından çarpılan iyon, daha çok pozitif duruma geleceğinden, katodun çok daha büyük bir kütle kuvveti ile çarpılmasına sebep olur. Katot veya iyon bombardımanı adı verilen bu kuvvetli çarpmalar, katot yüzeyini kuvvetli vuruşlarla parçalayıp harap edebilirler. Diyoda seri olarak bağlanan koruyucu dış direnç, katodun bu şekilde parçalanıp harap olmasının önüne geçer.

#### Gazların Çeşitleri

Sıcak katotlu gazlı diyotlarda en çok cıva buharı veya asal gaz kullanılır. Asal gazın üstünlüğü, sıcaklık değişmelerinden etkilenmemesidir. Cıva buharının karakteristiği sıcaklıkla büyük ölçüde değişir. Bu değişiklik, ya filaman geriliminin ya da oda sıcaklığının değişmesi ile meydana gelir. Cıva buharına göre daha yüksek iyonizasyon gerilimine ihtiyaç göstermeleri ve bunun sonucu daha yüksek bir gerilim düşmesine sebep olmaları, asal gazların başlıca sakıncalarını teşkil eder. Cıva buharlı diyotlarda yük altındaki gerilim düşmesi 10 volt iken, içerisinde argon gazı bulunan diyotlardaki gerilim düşmesi 16 voltur.

**Sıcak Katotlu Gazlı Lâmbaları Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar**

Katodun sıcaklığı, daima, anot gerilimi uygulanmadan önce laman gerilimi ile normal çalışma sıcaklığına getirilmiş olmalıdır. Bununla, katodun iyonlar tarafından bombardıman edilmesinin önüne geçilmiş olur. Gaz olarak cıva buharı kullanan lâmbaların katotları, lâmba içerisindeki buhar basıncı normal çalışma sıcaklığına gelinceye kadar ısıtılmalıdır. Lâmba, taşıma sırasında sarsılmaları içerisindeki cıva çeperele dağılmışsa daha uzun bir ısıtma zamanına ihtiyaç gösterir. Bütün gazlı lâmbaların anot akım değerleri lâmbanın çalışma sınırları içerisinde tutmak için mutlaka koruyucu bir anot yük direnci kullanılmalıdır.

**Ateşlemeli Lâmbalar**

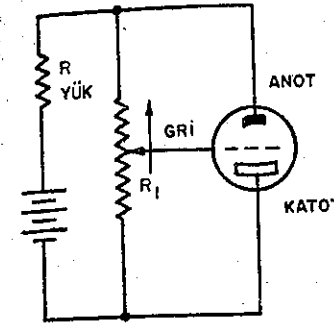
Diğer bir tip gazlı lâmba da soğuk katotlu ateşlemeli lâmbadır. Bu lâmbalar genellikle, gerilim regülatörü ve relaksasyon osilatörü olarak kullanılırlar. Ateşlemeli lâmba karakteristiğinin en başta gelen üstünlüğü, bu lâmbanın katot ısıtması için ayrı bir güce ihtiyaç göstermemesidir. Bu üstünlük, elektronik kontrollu taşıma cihazları için çok önemlidir. Ateşlemeli diyot lâmbalar, 3. ve 5. bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştır.

**Gri Ateşlemeli Lâmbalar**

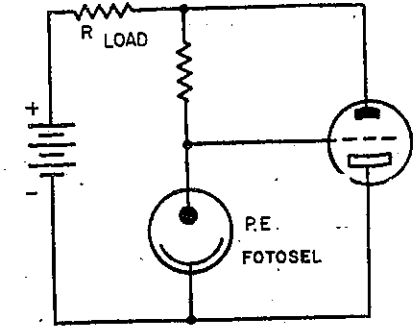
Şekil 7-8 de üç elemanlı soğuk katotlu «gri ateşlemeli» lâmba kullanan basit bir kontrol devresi görülmektedir. Bu devrede gri gerilimi  $R_1$  potansiyometresi ile kontrol edilir.  $R_1$  potansiyometresi ayarlanarak gri ile katot arasındaki gerilim, iyonizasyonu başlatmaya yeter duruma getirilir. Elde edilen bu gerilim, iyonizasyonu yer değiştirmesine sebep olarak lâmbayı ateşlemede tetik görevi yapar. Gri geriliminin, gri ile katot arasındaki ateşleme veya iyonizasyon gerilimine eşit hale gelmesi, anot yük devresinden bir akımın akmasına sebep olur. Aynı lâmba, uygulanan anot gerilimi artırılarak da ateşlenip iyonize duruma getirilebilir.

Şekil 7-9 da pratik bir fotoelektrik devresi görülmektedir. Bu devrede P.E. ile gösterilen fotosel üzerine düşen ışıktaki bir azalma, lâmba uçları arasındaki direnç değerinde bir yükselmeye sebep olur. Bu direnç artması, grinin tetik gibi lâmbayı ateşleyip iyo-

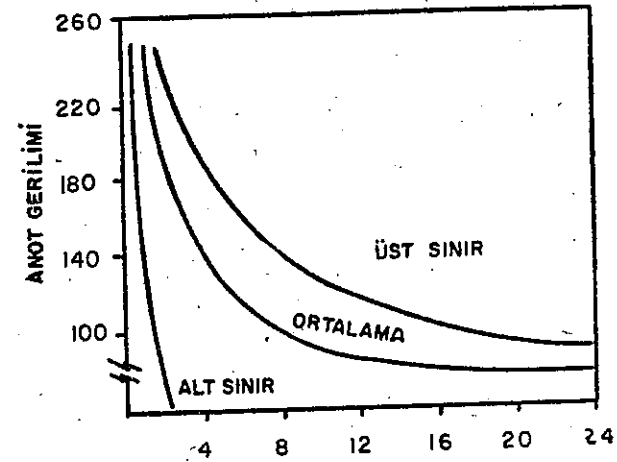
netmeye yeter değerinde bir gerilim düşümü meydana getirmesine sebep olur. Bu devre, P.E. fotoseli üzerine düşen ışık ortadan kalktığında çalışan koruyucu bir cihaz olarak kullanılabilir. Bu durumda, dış devrede kontrol eden duyarlı bir röle, yük olarak kullanılabilir. Gri ve anot aynı gerilim sınırları içerisinde çalıştıkları için, gri ateşlemeli lâmbalardan bir gerilim kazancının elde edilememesi, gri hatırdan çıkarılmamalıdır. Gri ateşlemeli lâmbanın değerini bir amplifikasyonu teşkil eder. Bu lâmbaların anot devresindeki



Şekil 7-8. Soğuk katotlu lâmbaya ait basit kontrol devresi, Yük, Gri, Anot, Katot.



Şekil 7-9. Soğuk katotlu kontrol devresi, Yük, fotosel.

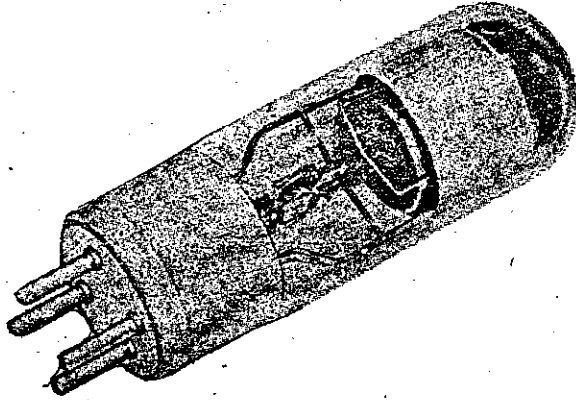


Şekil 7-10. Soğuk katotlu KP 96 tayatronuna ait mütüel karakteristik eğrisi, Anot gerilimi, Alt sınır, Üst sınır, ortalama, mikroamper olarak gri akımı, Hidrojen gazlı tayatron.

10-15 miliamper değerindeki akım, birkaç mikroamperlik gri geriliminin meydana getirdiği gri gerilimi değişikliği ile kontrol edilir. Gri devresindeki küçük bir gücün lâmbayı ateşleyip iyonizasyonu başlatabilmesi, gri ateşlemeli lâmbanın çeşitli operasyonları kontrol eden özel devrelerde kullanılmasını mümkün kılmıştır. Şekil 7-11'de, gri ateşlemeli KP96 lâmbasına ait bir karakteristik eğri görülmektedir.

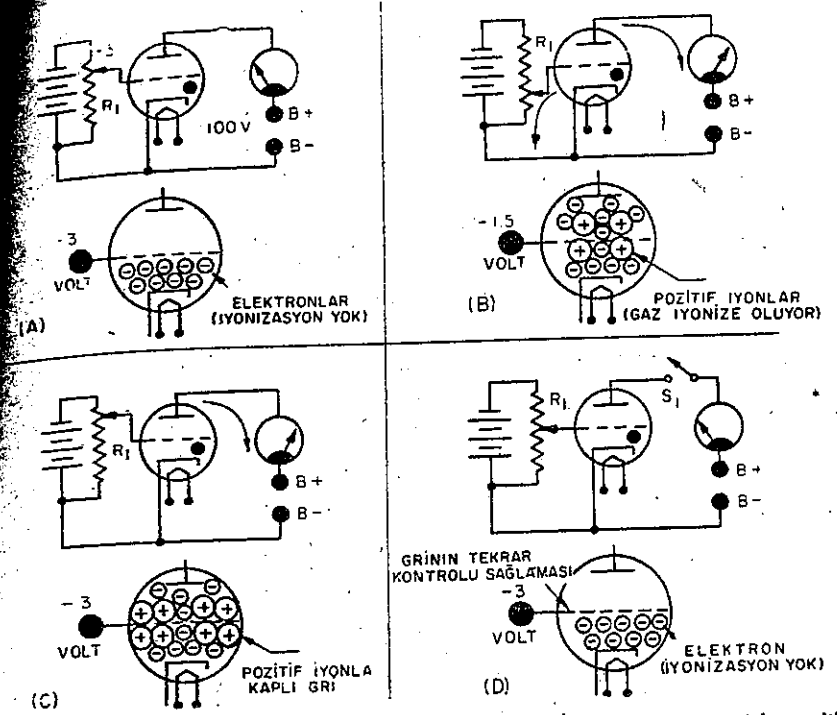
### Tayratron

Sıcak katotlu gazlı diyoda bir kontrol gri eklenecek olursa, bir tayratron lâmbası elde edilmiş olur. Bu lâmbalara GENERAL ELECTRIC ŞİRKETİ tarafından verilen Tayratron ismi, bugün endüstride «gri kontrollü redresör» veya «ateşlemeli triyot lâmba» olarak da söylenmektedir. Bu lâmba elektronikte birçok maksatlar için kullanılır. Tayratronun esasını anlamak için, bu lâmba ile yüksek vakumlu triyot arasındaki farkların açıklanması gerekir.



HİDROJEN GAZLI TAYRATRON

Şekil 7-11 de, anodunda 100 voltluk pozitif gerilim bulunan bir tayratron devresi görülmektedir. Burada, gri gerilimini besleyen bataryaya bağlı bulunan  $R_1$  potansiyometresinin hareketli orta ucu tayratronun kontrol grisine bağlanmıştır. Potansiyometrenin orta ucunun yer değiştirmesi tayratronun grisine uygulanan gerilimi kontrol eder. Orta ucun yukarı doğru çıkarılması griye uygulanan negatif gerilimin artmasına sebep olur. Şekil 7-11 A da, kontrol gri gerilimi



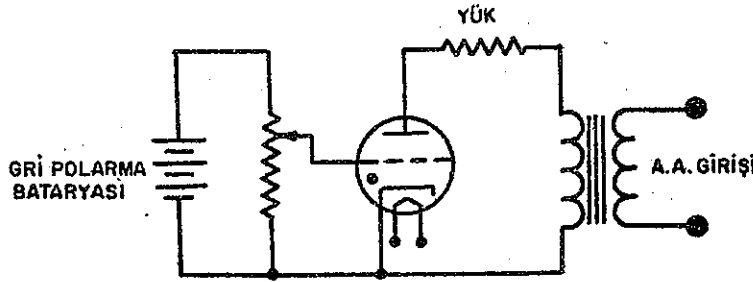
Şekil 7-11. Tayratronun kontrol sırası, Elektronlar, Volt, (iyonizasyon yok), Volt, pozitif iyonlar, volt, gaz iyonize oluyor) volt, pozitif iyonla kaplı gri, Grinin tekrar kontrolü sağlanması, elektron, iyonizasyon yok).

limi katoda göre eksi 3 volta ayarlanmıştır. Kontrol gri üzerinde bulunan bu negatif şarj, katottan gelen elektronları iterek bunların pozitif şarjlı anot tarafından çekilmelerine mani olur. Bunun sonucu olarak lâmba, katod durumunda bulunacağından miliampermetreden de görüleceği gibi lâmbadan hiçbir anot akımı geçmez.  $R_1$  potansiyometresi orta ucu aşağıya doğru hareket ettirilerek kontrol grinin daha az negatif olması sağlanırsa, kontrol gri gerilimi kritik bir değere geldiğinde lâmbada ateşleme başlar ve bunun sonucu olarak da lâmba iyonize hale gelir. Gri geriliminin itme etkisine rağmen anodun kendi üzerine elektron çekebildiği kontrol gri gerilimine, kritik gri gerilimi adı verilir. Bu kritik gerilimin değeri, lâmbanın tipine ve uygulanan anot gerilimine bağlıdır. Belli bir lâmbada, anot gerilimi yükseltilecek olursa, kritik gerilimin değeri daha çok negatif olur. Kontrol gri gerilimi, kritik gerilimden daha çok negatif olduğu sü-

rüldüğü gibi blende grili olarak yapılır. Burada, ayrı bir blende grinin yalnız katodu değil kontrol griyi de çevrelemiş olduğuna dikkat edin. Katodundan anoduna daha az akım geçiren bu lâmba aynı zamanda kontrol gri gerilim değişmelerine karşı çok daha yarlıklılırlar. Küçük bir tayratrondaki blende gri, lâmba ayağının bir pim'e bağlanır. Blende grisi, katot potansiyelinde bulunan lâmba tek grili tayratron gibi iş görür. Bununla beraber blende grilimi katoda göre daha negatif yapılırsa, lâmbada iletkenliği sağlamak üzere kontrol gri geriliminin pozitif bir değere çıkarılması gerekir.

Kontrol grinin lâmbayı ateşlenebilir hale getirmesi aşağıda gösterilen üç metotla sağlanır :

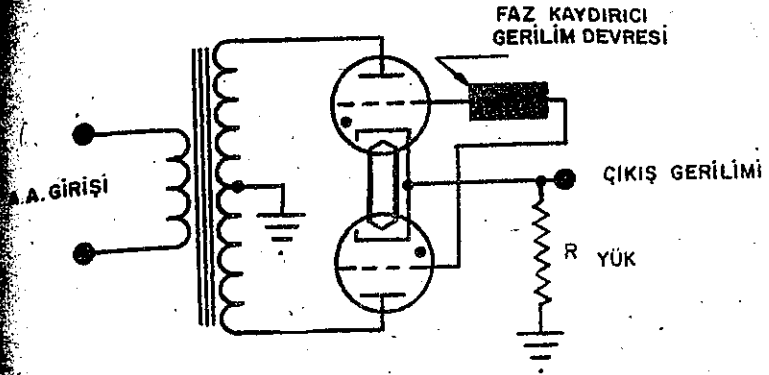
1. Gri ve anot A.A. gerilimleri arasındaki faz bağıntısını değiştirerek,
2. D.A. kontrol gri gerilim değerini A.A. sinyaliyle değiştiren bir devre uyar şekilde değiştirerek,
3. Lâmba grisinde ateşleyici olarak, sinüs dalgasından başka bir dalga şeklinde bir gerilim kullanarak.



Şekil 7-14. Ateşleme kontrol devresi. Gri polarma bataryası, A.A. Girişi, yük.

#### Tayratronlu Redresörler

Şekil 7-14 e göre, lâmbanın ateşlenebilmesi için potansiyomente grinin kritik kontrol gri gerilimini sağlayacak bir konumda bulunması gerekmektedir. Anot geriliminin değeri, negatif gerilim kontrol gri tarafından itilen elektronları çekecek kadar yüksek olmadıkça, ateşlemenin meydana gelebileceği hatırdan tutulmalıdır. En önemli noktayı teşkil eder.



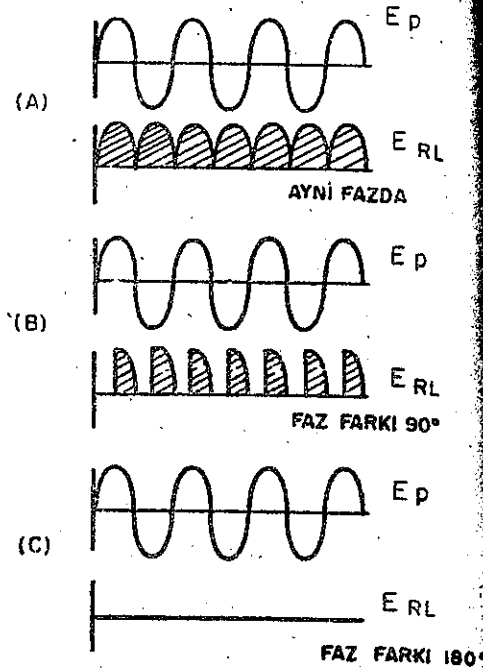
Şekil 7-15. Tayratron kontrollü redresör, A.A. girişi, faz kaydırıcı Gerilim devresi, çıkış gerilimi, yük.

Şekil 7-15 de, tam dalgalı tayratron redresör devresi görülmektedir. Bu devre, faz kaydırıcı gri ateşleme devresi hariç tutulursa, aynı şekilde yapılan tam dalga redresörünün aynısıdır. Adı geçen bu devre, tayratronun geçen akımın pozitif yarım saykılının hangi noktasında ateşleneceğini ayar etmeye yarar.

Şekil 7-16 da A.A. giriş gerilimi ile lâmbanın iletken bulunduğu zamanların karşılaştırılması görülmektedir. Şekil 7-16 A da, kontrol gri tutucu gri gerilimi bulunmadığı zamanki tam dalga iletkenliği gösterilmiştir. Lâmba burada, tam dalgalı bir diyot redresör gibi iş görür.

Şekil 7-16 B ise, grinin lâmbayı A.A. giriş sinyalinin normal olarak ateşlemesi gerekenden  $90^\circ$  sonra ateşlemesi ile elde edilen dalga şeklini göstermektedir. Şekilde taralı olarak verilen bölgeler iletkenlik ve dolayısıyla elde edilen çıkışı gösterirler.

Kontrol grinin ateşleme gerilimi, giriş sinyalinden  $180^\circ$  daha sonra ayarlanacak olursa, Şekil 7-16 C de görüleceği gibi, lâmbada hiç iletkenlik olmayacağından redrese edilmiş bir çıkış da bulunmayacak ve R<sub>1</sub> uçları arasındaki çıkış gerilimi de sıfır olacaktır. Gri ateşlemeyi kontrol eden geriliminin, dışardan kontrol edilerek lâmbayı pozitif yarım saykılın istenen herhangi bir kısmında iletken hale getirecek şekilde ayarlanması mümkündür. Böylece, griye uygulanan çok küçük bir gerilim değişmesi ile tayratron redresörün ayarlamada D.A. çıkış akımının kontrolü sağlanmış olur.

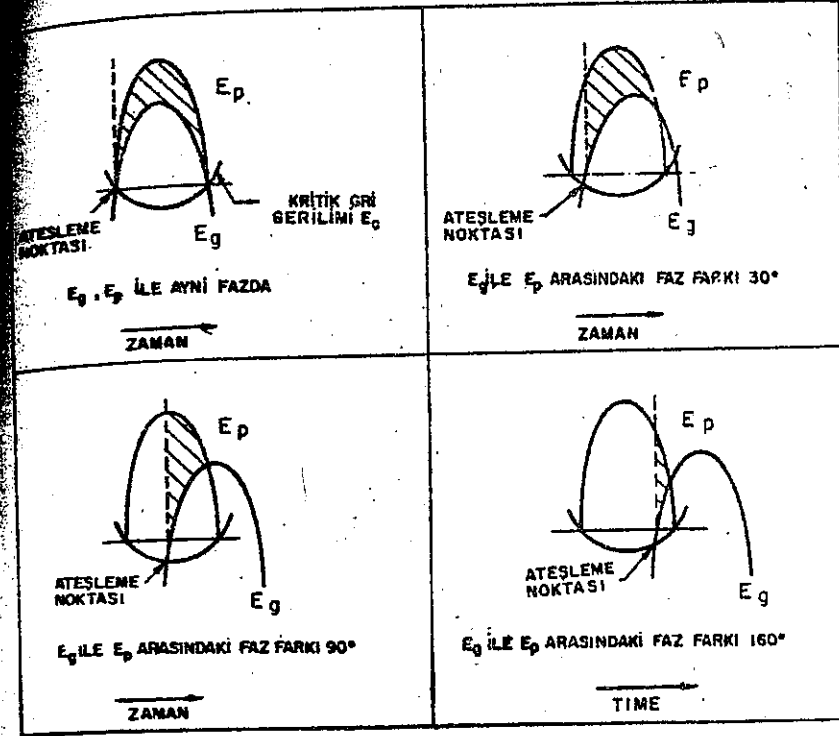


Şekil 7-16. Tıratron kontrollü redresörün çıkışındaki dalga şekilleri, Aynı fazda, Faz farkı 90°, faz farkı 180°

#### Kritik Gri Gerilimi Eğrisi

Şekil 7-17 de kritik gri gerilimi eğrisi görülmektedir. Eğriden de görüleceği gibi,  $E_p$  anot geriliminin yükseltilmesi, kritik gri gerilimi  $E_c$  nin negatifliğinin artırılmasını gerektirir.  $E_g$  ateşleme geriliminin değeri belli bir anda kritik gri gerilimi  $E_c$  ye eşit olduğunda lâmba ateşlenir ve iyonize hale gelir.

Kritik gerilim, lâmbanın ani anot gerilimine bağlı olduğundan, Şekil 7-17 A da görüldüğü gibi gri geriliminin herhangi bir anda bu değerden daha pozitif duruma geçmesi lâmbayı iyonize hale getirir. Anot üzerinde bir A.A. gerilimi görüldüğünde, anot gerilimi alternansın geri kalan kısmı boyunca lâmba içerisinde bulunan gazın iyonizasyon geriliminden yüksek değerde bulunacağından, lâmba iyonize halde kalır. Anot geriliminin bir sonraki yarım saykılı başladığında kritik gerilim eğrisinin gri gerilimi doğrusu ile çakıştığı anda lâmba tekrar ateşlenir.

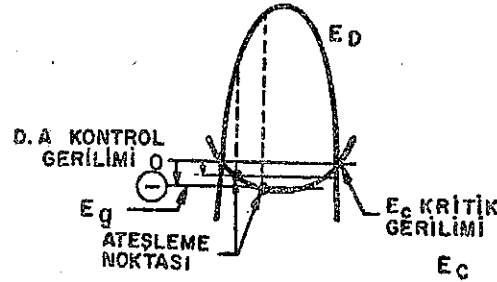


Şekil 7-17. A.A. ız kontrol edilen gri kontrollü bir tıratron redresörün iletkenlik açıları. Ateşleme miktarı, Kritik gri gerilimi  $E_c$ ,  $E_p$  ile aynı fazda,

#### Doğru Akımla Kontrol

Doğru akım geriliminin seviyesi ayarlanmak suretiyle, bir lâmbanın iletkenlik açısı, 180° den 90° ye kadar değiştirilebilir. Lâmbanın anot gerilimi kendi iyonizasyon geriliminin üzerine çıkmadıkça lâmba, iletken hale gelemeyeceğinden tam 180° de iletkenlik hiçbir zaman söz konusu olamayacaktır. Bunun olabilmesi için, anot gerilim eğrisi, referans noktasını kesmez kesmez lâmbanın iletken hale gelmesi şarttır. Bu, normal olarak büyük bir problem değildir. Doğru akımla yapılan kontrolde sabit değerde bulunan gri gerilimi, kritik gerilim eğrisini normal olarak bir defa 90° den büyük bir de 90° den küçük değerde olmak üzere iki yerde keser. Lâmba ilk kesişme noktasında iyonize hale gelerek bu durumunu yarım saykılın geri kalan kısmı boyunca ikinci kesişme noktasına kadar devam ettirir. Buna göre, gri üzerinde bulunan D.A. gerilimi ile, 90° den aşağı de-

gerilerde kontrol yapılamaz. 0 derece ile 180 derece arasındaki kenlik açısı içerisinde tam bir kontrol sağlamak için, gri gerilim doğrusu ile kritik gerilim doğrusunun istenen noktada kesişmesi şarttır. Böyle bir kontrol için, anot ve gride birbirinin aynı dalga şekli kullanılmalıdır. Ateşleyici gerilim,  $E_p$  anot geriliminin pozitif yarım saykılının fazı boyunca kaydırılmak suretiyle tayratronun iletkenlik açısı ile çıkışı, maksimum ve minimum değerler arasında değiştirilebilir.

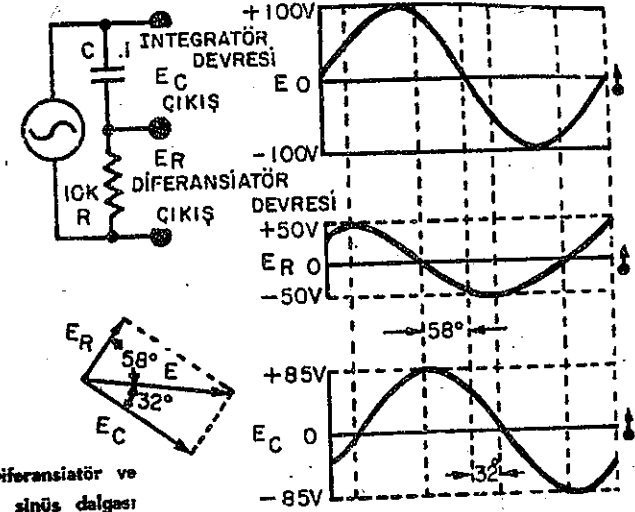


Şekil 7-17 A. D.A. Kontrollü tayratron, D.A. Kontrol Gerilimi,  $E_C$  Kritik Gerilimi, Ateşleme Noktası.

#### Faz Kaydırıcı Devre

Şekil 7-17 B de tayratron devresini ateşlemekte kullanılan faz kaydırıcı bir devrenin birleşik dalga şekilleri şematik diyagram halinde görülmektedir. Vektör diyagramında direnç-kondansatör devresindeki faz kaymasının integre  $E_C$  çıkışının fazını,  $E$  giriş gerilimine göre  $32^\circ$  ileri kaydırmaya sebep olduğu görülmektedir. Bu metotla, direnç-kondansatör değerlerini değiştirmek suretiyle yaklaşık olarak  $180^\circ$  ye kadar varan faz kaydırmalı bir kontrol elde edilebilir. Devredeki kapasitenin bir endüktansla değiştirilmesi, faz açısının  $E$  giriş gerilimine göre yaklaşık olarak  $180^\circ$  den  $360^\circ$  ye kadar kaydırılmasına sebep olur. Buradan, LR yada CR devrelerinden herhangi birinin faz kaydırıcı olarak kullanılabileceği açık olarak görülebilir.

Genel devrelerde, gri geriliminin zamanını kontrol etmek için faz değiştirici bir devre kullanılır. Şekil 7-17 C de tipik bir faz kaydırıcı devre görülmektedir. Genellikle bir potansiyometre olan  $R_1$  direncinin değeri, direnç ve kondansatör uçlarındaki A.A. gerilimler birbirine eşit olacak şekilde ayarlanacak olursa, gri gerilimi ile anot gerilimi arasında  $90^\circ$  lik bir faz farkı meydana gelir. Bu ise, A.A. devresinde bulunan bir kondansatörün uçlarındaki gerilimin, akıma

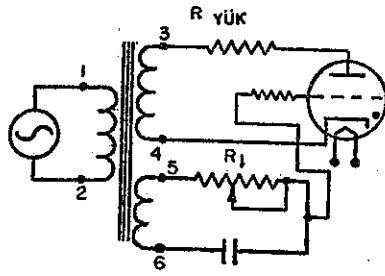


Şekil 17-17 B. RC Diferansiyatör ve İntegratör devrelerinin sinüs dalgalarına olan etkisi. İntegratör devresi, Çıkış, Diferansiyatör devresi, Çıkış.

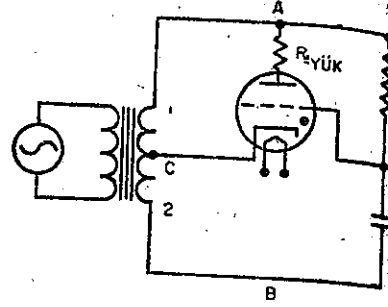
göre daima  $90^\circ$  geride bulunması sonucunu verir.  $R_1$  direncinin değeri arttırıldığında uçları arasındaki gerilim düşmesi de yükselerek kondansatörün uçlarında daha küçük bir gerilim düşmesi meydana getirerek faz kaymasında bir artmaya sebep olur.  $R_1$  in değerini düşürmekle de daha az bir faz kaymasının elde edileceği gayet açıktır.<sup>1</sup>

Redrese edilmiş çıkışın iletkenlik açısının kontrol edilmesi istenen hallerde, bazı özel faz kaydırıcı devrelerin kullanılması şarttır. Tayratron lâmbasının iletken bulunacağı zamanları kontrol etmek üzere, sinüs dalgalı, karışık fazlı veya sivri uçlu palşlı ateşleme zamanlayıcı devreleri kullanılıyorsa bu devreler LR veya CR den teşekkül ederler.

Şekil 7-17 D de, tayratronun  $180^\circ$  lik tam bir kaymaya kadar varan kontrolü için uygulanan metot görülmektedir. Burada, transformatorün 1 veya 2 nci sargıları ile  $R_1$  ve C bir veston köprüsü teşkil ederler. Bir yarım saykıl için 1 numaralı sargının üst ucu negatifse tayratron ateşlenemez. 1 numaralı bobinin üst ucunu pozitif yapan yarım saykıldan ise, gri gerilimi lâmbanın kritik geriliminden yüksekse tayratron ateşlenebilir. D ile C noktaları arasındaki faz



Şekil 7-17. C. Faz kaydırıcı kontrol devresi, Yük.



Şekil 7-17 D. 180° lik faz kaydırıcı kontrol devresi, Yük.

bağıntısı  $R_1$  direnci ile C kondansatörünün reaktansına bağlıdır.  $R_1$  in değeri çok büyütülerek faz açısı C ye yaklaştırılırsa, lâmba bir zaman ateşlenemez.  $R_1$  direncinin değeri düşürülecek olursa lâmba, saykılın başlangıç kısmında ateşlenir.  $R_1$  in  $X_c$  ye eşit olduğu değerde, lâmba, saykılın anot gerilimini pozitif yapan noktada derhal ateşlenir ve bu durum  $R_1$  nin çok düşük değerlerine kadar devam eder.

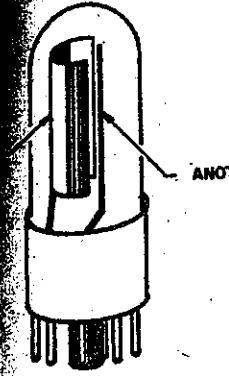
#### Foto Elektrik Lâmbalar

Vakum içerisinde bulunan bir katot yüzeyinden elde edilen normal elektron emisyonu, ancak elektronlar katodun tutucu enerjisine üstün geldikleri zaman meydana gelir.

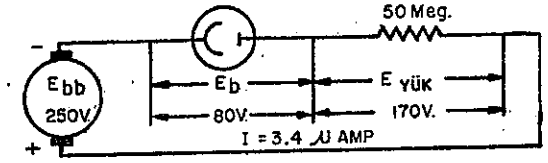
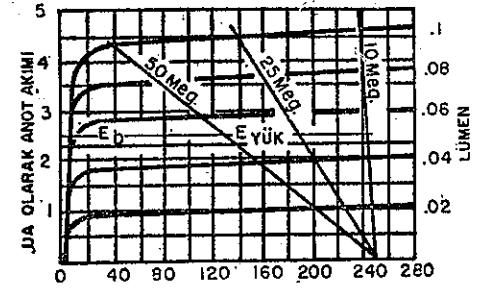
İşte lâmba içerisinde emisyon yapan yüzey için gerekli bu enerji, filamanı ısıtmak suretiyle sağlanır. Katodun bu tutucu enerjisini yenmek için, diğer bir çok enerji kaynakları vardır.

#### Emisyon Yapan Fotoseller

Emisyon yapan katodun yüzeyine çarpan ışık, enerji kaynaklarından birini teşkil edebilir. Değişik bazı maddeler, kullanılan ışığın hem şiddetinden hemde frekansından etkilenirler. Sezyum, litium, sodyum, potasyum ve rubidyum bunlara ait tipik misallerdir. İçerisinde bu maddeler kullanılan lâmbalar, emisyon yapan yüzeyin duyarlılık olduğu ışık spektrumuna göre, infrared, görünen ışık ve ultraviyole ışıkta çalışmak üzere karakterize edilirler.



Şekil 7-18 A. Fotosel Lâmba, Katot, Anot.

Şekil 7-18 B. Vakumlu bir fotosel diyodun karakteristikleri, A. olarak anot akımı, Y<sub>k</sub>, Y<sub>k</sub> gerilimi, Lümen, Y<sub>k</sub>, I = 3,4 A.,

Geniş bir katot yüzeyi kullanarak mümkün olduğu kadar fazla ışık enerjisi toplamak suretiyle daha çok sayıda elektron emisyonu elde edilebilir. Normal olarak katot ve anot şekil 7-18 A da görüldüğü üzere, yüksek vakumlu lâmbalarda olduğu gibi havası boşaltılmış bir cam muhafaza içerisinde konmuştur.

Anot katoda göre pozitif duruma getirilirse katodun yaydığı elektronlar normal vakumlu lâmbalarda olduğu gibi anot tarafından çekilir. Verilen bir ışık spektrumunu içerisinde lâmbanın karakteristiği, vakum pentodunun karakteristik eğrisine çok benzer. Karakteristik eğrisi pentod lâmbaya benzediğinden bu tip lâmbaların iç empedansları çok yüksektir. Bu sebepten, sabit akım kaynağı gibi iş gören bu lâmbanın bütün yükleri mega om değerindedir. Bir fotoselin duyarlığı, bir mikrovatlık radyasyon gücü başına düşen mikroamper cinsinden akım olarak ifade edilir. Bu radyasyon, insan gözünün görebileceği ışık ile insan gözü tarafından görülemiyen (Ultraviyole ve infrared) ışıklardan meydana gelir. Aydınlatma duyarlığı ise, ışık tarafından yaratılan anot akımıdır. Bir mumluk ışık şiddetinin kendisinden 1 m. uzaklıkta bulunan 1 m<sup>2</sup> yüzeyde meydana getirdiği toplam ışığa lümen denir.

Karakteristikleri 929 tipi lâmbaya benzeyen fotosel için aşağıya çıkarılmıştır:

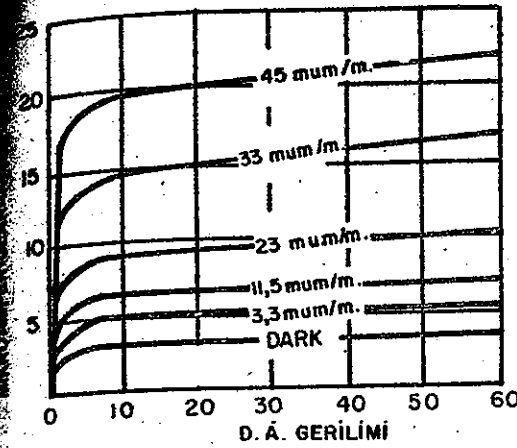
Maksimum anot gerilimi	250 volt
Karakteristik eğrilerin maksimum değeri	5 $\mu$ A
Teyf Responsu	Görülebilenden daha yüksek olup ultravioleeye kadar uzanır.
250 v da karanlıktaki akım	0,005 $\mu$ A
2870° K deki radyasyon duyarlığı Tungsten radyasyonu	45 mA/lümen
Maksimum katot akımı	20 $\mu$ A.

929 tipi fotosel için karakteristik eğriler ile bunlar üzerine çizilen 50, 25 ve 10 mega ohm yük çizgileri Şekil 17-18 B de görülmektedir. Ayrıca, bu lâmbaya ait 50 megaohm yük dirençli bir devreye de verilmiştir. Burada, 0,08 lümen daha az bir ışık enerjisinin lâmba ile yük devresi arasında meydana getirdiği gerilim dağılımı gösterilmiştir.

#### İletkenliği Değişen Fotoseller

İletkenlikleri yüzeylerine çarpan ışık enerjisinin değerine göre değişen foto detektörde, başka tipte ışık duyarlılık maddeleri kullanılır. Bu maddelerin direnç değişme oranları, aydınlık veya karanlık olduğuna göre 100.000 ile 1 arasında değişebilir. Yarı iletken özelliğini taşıyan silikon, germanyum ve selenyum gibi değişik maddeler hakkında ileride geniş bilgi verilecektir. Bunlarla aynı özelliğe sahip bulunan kadmiyum, kurşun sülfatlar ve selenidler gibi çeşitli bileşiklerden de bahsedilecektir.

İletkenliği değişen fotosellerin karakteristik dirençleri, emisyon yapan fotosellere göre çok daha düşüktür. Bunların dirençleri, ışık şiddetinin logaritmasına göre değişir. Şekil 7-18 C de iletkenliği değişen tipte bir germanyum fotoselin karakteristik eğrileri görülmektedir.



Şekil 7-17 C. Gerilim veren tipte Germanyum fotoselinin karakteristik eğrileri, Mikro amper olarak diyet akımı, 45  $\mu$ m/m., 33  $\mu$ m/m., 23  $\mu$ m/m., 11,5  $\mu$ m/m., 3,3  $\mu$ m/m., Karanlık, D.A. Gerilimi.

#### Gerilim Veren Fotoseller

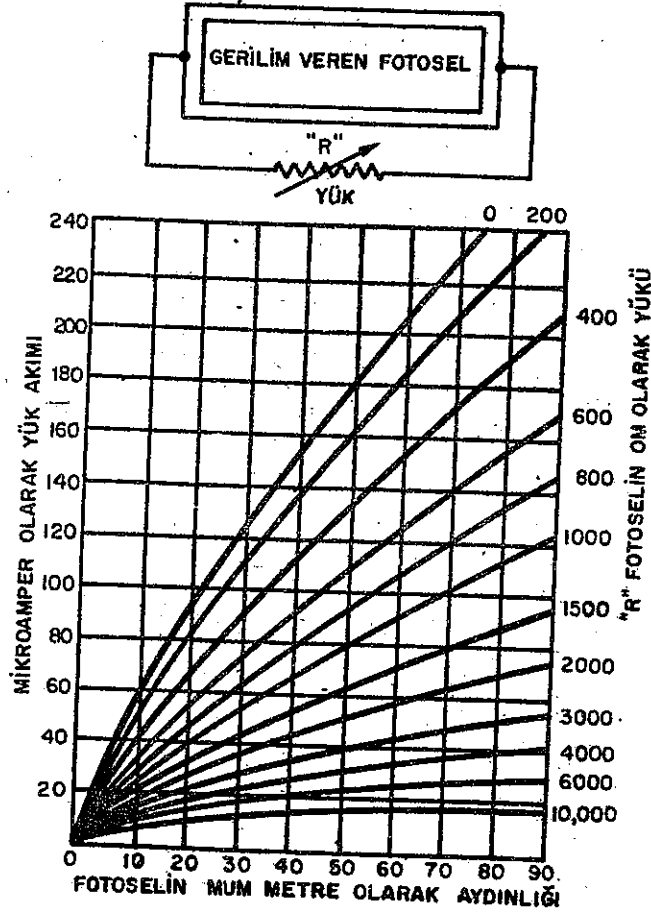
Bu tip fotoduyarlılık elemanları, genellikle güneş bataryası olarak tanınırlar. Bu fotoseller Şekil 7-18 D de görüldüğü gibi ışık şiddeti ile orantılı olarak bir gerilim verirler.

Gerilim veren bu tip fotosellerde silikon ve selenyum-demir bileşimli maddeler kullanılır. Ayrıca, germanyum ve bakır oksit gibi daha düşük verimli maddeler de bu maksat için kullanılabilirler. Yaratılan gerilim, maddelerin kimyasal reaksiyonu sonucunda elde edilir. Adı geçen maddelerin kimyasal reaksiyonları birbirinden farklıdır. Bu tip fotoseller seri veya paralel bağlanmak suretiyle akım ve gerilim değerleri artırılabilir.

#### Gazlı Fotosel

Gazlı fotoseller, emisyon yapan fotosellere benzer tipte yapılırlar. Yalnız, bu lâmbaların içerisine bir miktar asal gaz konmuştur. Lâmbanın karakteristiği gazlı diyodun karakteristiğine çok benzer. Burada da katottan yeter sayıda elektron emisyonu elde edildiğinde lâmba içerisindeki gaz iyonize hale gelir. Hiçbir zaman katot tarafından gazın tamamını iyonize etmeye yetecek değerde elektron emisyonu olmaz Fakat katottan çıkan her elektron anotla katot arasındaki boşlukta bulunan moleküllerin yüzde belli bir miktarını iyonize hale getirir. Bu sebepten çıkış akımı, katottan çıkan elektronların sayısı ile orantılı olur. Çıkış akımının değeri ayrıca, katot yüzeyine çarpan ışık enerjisinin miktarı ile de değişir.



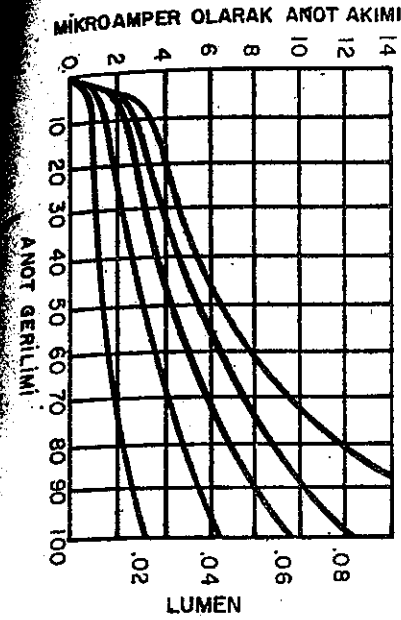


Şekil 7-18 D. Gerilim veren tipde selenyum-demir fotoselinin karakteristik eğrileri, Mikro amper olarak yük akımı, Gerilim veren Fotosel, Yük, Fotoselin mum metre olarak aydınlığı, Fotoselin ohm olarak yükü.

Gerilim veren tipde bir fotosel lâmbasının frekans duyarlılığı katodun emisyon yapan yüzeyinin oinsine bağlıdır. Anot geriliminin çok etkili olduğu bu tip lâmbalardan Şekil 7-18 E de görüldüğü gibi çok yüksek değerlerde akım elde etmek mümkündür.

#### Foto Elektrik Kontrollü Devreler

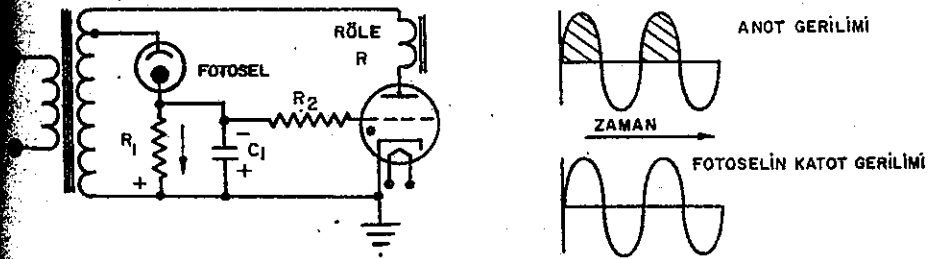
Tayratron kontrollü devreye ait bir örnek Şekil 7-19 da görülmektedir. Bir Fotoselle bir tayratronun A.A. güç kaynağı ile birlikte



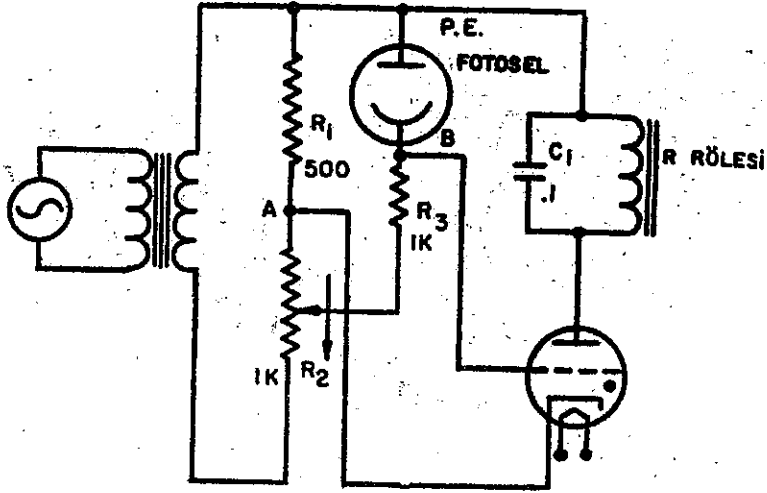
Şekil 7-18 E. Gazlı bir fotoselin karakteristik eğrileri, Mikro amper olarak anot akımı, Anot gerilimi, Lümen.

kullanıldığı bu devrede, tayratronun anoduna bir A.A. gerilimi uygulanmıştır. Sabit ışık kaynağı altında, katodu negatif durumuna geçen fotosel, iletken hale gelerek, tayratron için sabit bir katod polarması sağlar. Fotosel, katodunun pozitif olduğu veya tayratronun iletken bulunduğu durumlarda hiç bir zaman iletken hale geçemez. Dalga şekillerine bakınız.

Fotosel karanlıkta bulunuyorsa, katodu negatif olsa da iletken duruma geçemez. Tayratronun kontrol grisi toprak potansiyelinde bulunduğu için lâmba, anot geriliminin pozitif yarım saykılında



Şekil 7-19. Fotoelektrik tayratronlu kontrol devresi, Fotosel, Röle, Anot gerilimi, Zaman, Fotoselin katot gerilimi,



Şekil 7-19 A. Üzerine ışık düştüğünde çalışan fotoelektrik kontrol devresi, Fotosel, R RÖLESİ

ateşlenir. Bunun sonucu olarak meydana gelen anot akımı R rölesini çalıştırır. Fotosele ışık geldiğinde katot, anoda göre negatif ise bu eleman bir redresör gibi çalışarak A.A. giriş geriliminin yarım saykılarında sıra ile iletken hale geçer. Fotosel içerisinden geçen akım  $C_1$  kondansatörünü fotosele uygulanan A.A. geriliminin tepe değerine şarj eder. Bu şarj tayratron lâmbanın kontrol gri gerilimini katodun altında tutar. Fotosel, üzerine düşen ışık parlamaz, tayratronun kontrol grisini yeteri kadar negatif yaparak onun iletken hale gelmesini önlediğinden R rölesi açık olarak kalır.  $C_1$  kondansatörü  $R_1$  üzerinden deşarj olacağından, ışığın kesilmesiyle gri üzerindeki polarma ortadan kalkar. Gri polarmasındaki bu azalma tayratronu ateşliyerek röleyi kapatır. Anlatılmış bulunan fotosellerden herhangi birisi, bir tayratron devresini ateşlemek üzere kontrol elemanı olarak kullanılabilir. Şekil 7-19 A ve Şekil 7-19 B de bu uygulamaya ait iki tip devre görülmektedir. Şekil 9-19 A da katoduna ışık geldiğinde tayratronu çalışır hale getiren bir fotoelektrik kontrol devresi görülmektedir.

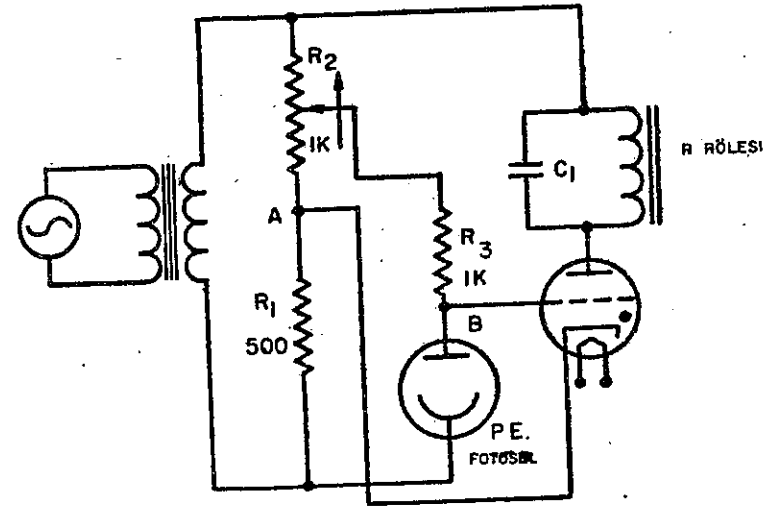
Transformatörün sekonder üst ucunu pozitif yapan alternans boyunca, fotosel ve tayratronun hiçbirisi anotlarında negatif gerilim bulunacağı için iletken hale geçmezler. Transformatörün sekonder üst ucunu pozitif yapan alternansta ise her iki lâmbanın anot-

pozitif duruma gelir. Bu devrede  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ve fotosel birlikte Weston köprüsü teşkil ederler.

Fotoselin katoduna ışık düşmediği zaman direnci (veya gerilim) fotoselin içindeki gerilim) çok büyük olduğundan, köprü başta dış duruma gelir. Bunun sonucu olarak, tayratron kendi kri- geriliminin altına polarma edildiğinden ateşlenemez. Bu durum her iki kolun gerilim bölücülük niteliği aynı olmadığından A noktasının gerilimi, B ye göre anot gerilimine daha yakın bir değer bulunur. A noktası, tayratronun katoduna, B noktası ise grisine bağlı olduğundan tayratron, grisi üzerinde katoduna göre meydana gelen negatif gerilimden dolayı ateşlenemez.

Transformatörün üst ucu pozitifken fotoselin katoduna ışık düşerse, fotoselin gerilim bölücü özelliğinden dolayı B noktası A ye göre daha pozitif olur. Bu gerilim tayratronun grisinin kritik noktasına geldiğinde lâmba ateşlenebilir. Transformatörün üst ucu negatifken tayratron bir sonraki alternansta da yine katod durumunda bulunacağından  $C_1$  kondansatörü devrede filtre olarak iş görecektir.

Rölenin kontakları, bir zili çaldırmakta, bir sayıcıyı çalıştırmakta, kilitleme sistemini hareket ettirmekte veya devrenin gerektirdiği herhangi bir işi görmek amacıyla kullanılabilir.



Şekil 7-19 B. Üzerine düşen ışık kesildiğinde çalışan fotoelektrik kontrol devresi, Fotosel, R RÖLESİ.

Şekil 7-19 B de üzerine düşen ışık kesildiğinde çalışan fotoelektrik kontrollü bir devre görülmektedir. Bu devre, transformotörün sekonder üst ucu negatif olduğunda tekrar çalışabilir. Bu durumda ışık gelmediği zaman fotoselin direnci köprüyü B noktasının gerimi A ya göre daha pozitif olacak şekilde denge dışı duruma getirir. Bu ise tayratronu normal olarak iletken durumda tutar. Katot yüzüne yine bir ışık düştüğünde bu denge dışı durum değişerek tayratron katot'a gelir.

Şekil 7-19 A ve 7-19 B nin her ikisinde de  $R_2$  potansiyometresi ışık şiddeti, gerilimin genliği veya diğer değişimlere göre ayarlanabilir bir duyarlık kontrolü gibi iş görür.  $R_2$  potansiyometresi okla gösterilen yönde çevrilirse, sistemin çalışması için yüksek şiddette bir ışığa ihtiyaç hasil olur.

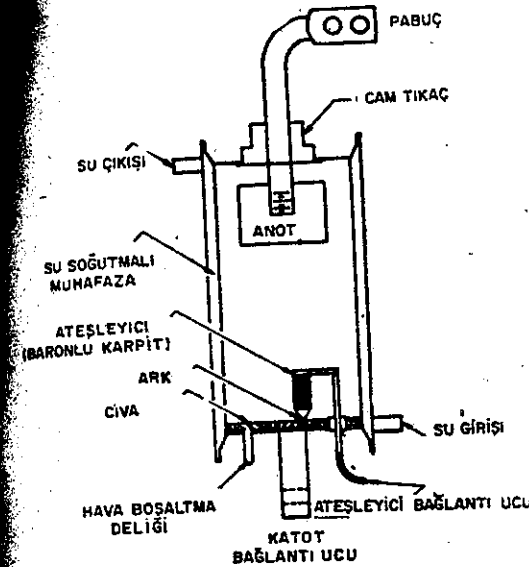
Röle üzerinde özel kontroller kullanmak suretiyle, bu devreler ters durumlar için de etkili olarak kullanılabilirler örnek olarak Şekil 7-19 A da, çalışması, ışığın kesilmesine bağlı olan bir kontrol devresi ; Şekil 7-19 B de ise karanlık bir odaya sızan ışığı haber veren devre görülmektedir.

#### Ignitronlar

Ignitron, 40 ilâ 10.000 amper arasındaki yüksek değerli akımları kontrol etmekte kullanılan gazlı bir diyottur. Değişik bir çok tipte ignitron imâl edilmektedir, bunlarla vakumlu küçük lâmbalar arasında çok az fark vardır. Yüzlerce amperlik akımları devamlı olarak taşıyabilecek nitelikte yapılan ignitron diyotlarla çok yüksek değerdeki A.A. ları redrese etmek mümkündür. Bu tip lâmbalar, kısa bir zaman için binlerce amperlik akım dalgalanmalarını taşıyabildiklerinden, A.A. şalterleri yerine çok kullanılırlar. Hareketli hiç bir kısmı bulunmayan ve çok az bakıma ihtiyaç gösteren ignitron, devrede mekanik bir şalter gibi iş görür.

Şekil 7-20 de tipik bir ignitronunun yapısı görülmektedir. Vakum lâmbalardaki metal filamanın yerini burada sıvı halde bulunan bir cıva birikintisi almıştır. Lâmbanın etrafı, içerisinden soğutucu su dolaştırılan bir zarfla kaplanmıştır. Görüldüğü gibi lâmba içerisinde ateşleme ya da starter görevini, cıva birikintisine temas eden küçük bir bor karbür parçası görür. Bor karbür ve ateşleyici üzerinde bulunan fırça şeklindeki nice tellerin cıva yüzeyine temas etmesiyle

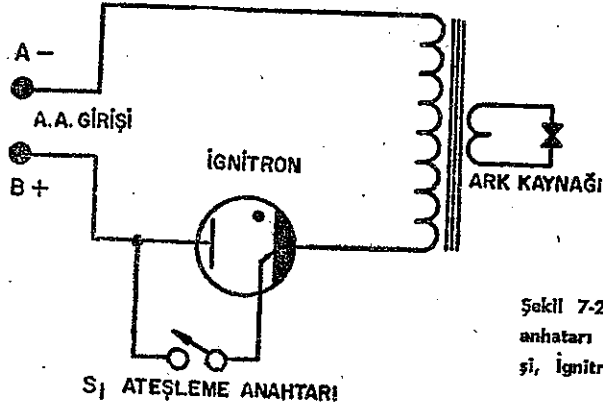
ak direnci 100 den 6000 om.a kadar yükselir. Bu değme noktasında 40-50 amperlik bir akım geçtiğinde, cıva birikintisi ile ateşleme arasında bir ark meydana gelir. Bu ark, cıva birikintisinden sıvı cıva yüzeyine serbest elektronun çıkmasına sebep olur. Böylece, ignitronun anodu ile katodu arasındaki kısım iletken hale gelerek lâmbalarda olduğu gibi elektron akışı başlar. İletkenlik başlandıktan sonra ateşleme devresi açılır. Bundan sonra anot, çok küçük bir akımla katodun çalışır durumda kalmasını sağlar.



Şekil 7-20. Ignitronun kesiti, Su çıkışı, Su soğutmalı muhafaza, Ateşleyici (Boronlu karpit), Ark, Cıva, Hava boşaltma deliği, Katot, bağlantı ucu, Ateşleyici bağlantı ucu, Su girişi, Cam tıkaç, Pabuç.

Şekil 7-21 de ignitronun tipik bir devrede bir yüksek akım şalteri olarak kullanılması görülmektedir. Besleme devresinin A ucu pozitif olduğunda, ignitron iletken hale gelemmez. A ucu negatif olduğunda katot, anoda göre negatif duruma geçer. Cıva birikintisi katodun, iletken hale gelmesiyle s<sub>1</sub> anahtarı kapanır. İletkenliğin başlaması cıva yüzeyinde ark meydana getirerek ignitronu bir yarım dalga redresörü gibi çalışmaya başlatır. S<sub>1</sub> anahtarı, transformatörden geçen akımı kontrol etmek suretiyle kaynak uçlarındaki arkın kontrolünü mümkün kılar.

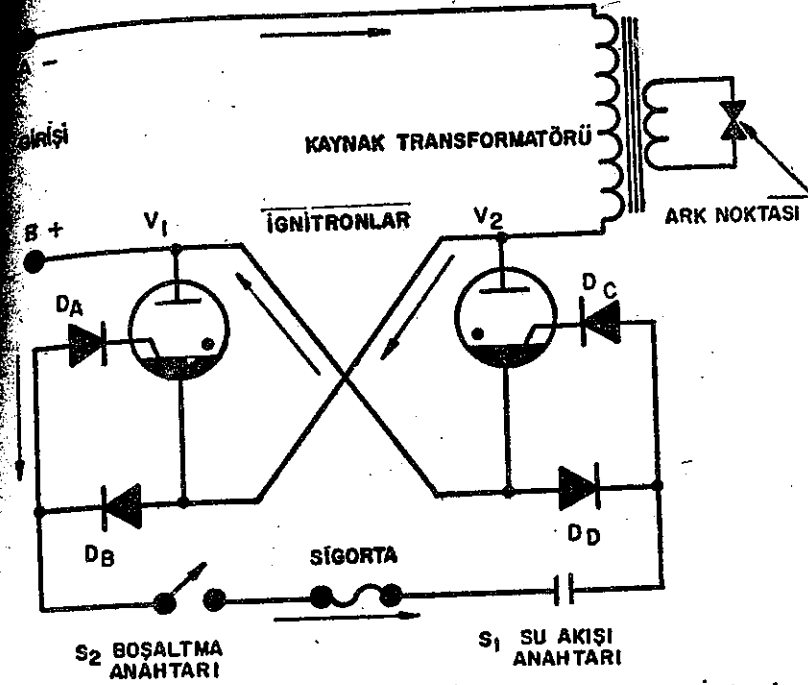
Endüstride kullanılan hakiki bir devre Şekil 7-22 de görülmektedir.



Şekil 7-21. İgnitronun yüksek akımlı anahtarı olarak çalışması, A.A. Girişi, İgnitron, Ark kaynağı, Ateşleme anahtarı.

Burada iki ignitron, art arda birinin katodu diğerinin anodu bağlanmış olarak görülmektedir. Devrede bulunan A, B, C ve D diyotları, her iki ignitrondan cıva birikintisi katoda tehlikeli te akımların geçmesini önler. Normal ateşleme akımı,, cıva birikintisi katottan ateşleyiciye doğrudur, bunun ters yönünde bir akıma m saade edilmez. A.A. şebekesine göre, A ucu negatif ve B ucu pozitif oluyorsa, devreden geçen elektron akışı, A ucundan transformatör buradan  $V_1$  lâmbasının katoduna doğru olur. Devrede dolaşan akım B diyodundan geçmez,  $V_1$  lâmbasının cıva birikintisi katodunda aynı lâmbanın ateşleyicisine doğru akar. Ateşleyiciye gelen akım, B diyodundan geçerek  $S_2$  anahtarına, sigortaya,  $S_1$  anahtarına dah sonra D diyodu üzerinden şebekenin B ucuna döner. Ateşleme devresinden geçen ani akım,  $V_1$  lâmbası içerisinde bir arkın başlamasına sebep olur. Bunun sonucu olarak,  $V_2$  lâmbasının anodunda şebeke üzerinden ve kaynak transformatöründen geçen yüksek değerdeki bir akım  $V_1$  in katodundan tekrar B noktasına döner.

A.A. şebekesi geriliminin bir sonraki alternansı esnasında, B noktası A ya göre negatif olursa ; devrenin çalışması değişir bu defa  $V_2$  lâmbası iletken hale geçer. Buradan da görüleceği gibi, bu devrede tam dalga redresöründe olduğu gibi, şebeke geriliminin her alternansında lâmbalardan birisi iletken hale gelir. Kaynatılacak malzeme için gerekli çıkış akımı, lâmbanın alternansın ne kadar kısmında iletken halde bulunacağı operatör tarafından ayarlanarak sağlanır.  $S_2$  anahtarı kapatılarak, iletkenliğin her alternansın hangi kısmında başlayacağı zaman regüle edilmek suretiyle akım için ge-



Şekil 7-22. İgnitronlu kaynak devresi, A.A. Girişi, Kaynak transformatörü, İgnitronlar, Ark noktası, Başlatma anahtarı  $S_2$ , Sigorta, Su akışı anahtarı  $S_1$ .

rekli kontrol sağlanmış olur. Devrede ayrıca bir de  $S_1$  su geçişi anahtarı vardır. Bu anahtar, su akışı her hangi bir sebeple kesilirse devreyi otomatik olarak kesmek içindir.

İgnitronlar endüstride başlıca nokta kaynağı, büyük güçlerin doğrultulması ve güç iletimi gibi işlerde kullanılırlar. İgnitronlar kaynak işlerinde 220, 440, 1.100 ve 2.300 volt gerilimli şebekeden kaynak transformatörünün primerine verilen akımı kontrol etmek için kullanılırlar. Bu devreler kaynak kontrolünü, bugüne kadar kullanılan devrelerden çok daha iyi sağlarlar. İgnitronlar, bir anahtar gibi çalışırlar ve elektronik kontrol yolu ile bir, iki veya bir düzine sayıklık akımı verilen kaynak konumları için lâmbaların iletkenlik aralıkları değişmeden sonsuz sayıda tekrar ettirebilirler. Bunun için, elektronik kaynak makineleri ile yapılan kaynaklar daha homojen ve eşit aralıklı olurlar.

Tek üniteden elde edilebilecek güç değeri, çalışma gerilimine bağlı olarak, 40 - 1000 kilovat arasında, çıkış gücünü doğrultabilecek

ölçüde ignitronlar yapılmıştır. Bunlarda normal D.A. gerilim 125, 250, 600 ve 900 voltur. Bu gibi redresörler, makina atelyelerine, galvanoplasti fabrikalarına, asansörlere, kömür ve maden ocaklarına, alüminyum ve magnezyumun elektrolitik olarak tasfiyesine, ark kaynağına ve buna benzer yerlere güç vermekte kullanılırlar. Uygun gerilim regülasyonlu cihazlarda çıkış gerilimi, yükün sınıfına göre maksimum değerleri için yaklaşık olarak sabit kalır.

Üçüncü çalışma yeri, yüksek gerilimli D.A. gücünün iletilmesi için belli bir frekanstaki gücü başka frekansta güce çevirmektir. Bu gibi uygulamalarda kullanılan ve esas olarak güç çevirme maksadıyla yapılan lâmbalar, 2000 ilâ 20.000 kilovat kapasiteli olarak gruplandırılırlar. Başka ünitelerle seri ve paralel bağlamak suretiyle daha yüksek kapasiteler elde etmek de mümkündür.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Lâmba içerisindeki gaz bir defa iyonize hale geldikten sonra elektrotlara uygulanan gerilimlerin lambadan geçen akım üzerinde çok az etki yapması, gazlı lâmbaların karakteristiklerinden birini teşkil eder.
- Gaz molekülleri, elektrik bakımından nötr parçacıklar olarak kabul edilir.
- İyonizasyon ancak, elektronlar diğer parçalarla çarpışacak hızı kazandıklarında meydana gelir.
- Bir atomdan çıkan serbest elektronlar, terk etikleri atomu pozitif şarjlı duruma geçirerek, bunların katot tarafından pozitif iyon olarak çekilmelerine sebep olurlar.
- Gazlı lâmbalarda iyonizasyondan sonraki gerilim düşmesi daha az olduğundan, aynı ölçüdeki vakum tipi lâmbaya göre daha yüksek değerlerde akım verirler.
- Lâmba içerisindeki gerilim düşmesi çok geniş akım sınırları için sabit kaldığından, lâmba devrelerindeki akımı emniyetli bir seviyede tutabilmek maksadıyla, dışardan her hangi tipte bir devre koruyucunun kullanılması şarttır.
- Birden fazla iyonizasyon sonunda meydana gelen pozitif iyonlar, gazlı lâmbaların katodunu harap edebilir.

İgnitronun anoda gerilim uygulamadan önce normal çalışma sıcaklığına getirilmiş olmasıdır.

İgnitronlar, gazlı triyot ve tetrot lâmbalar olup, bunlar sıcak katotlu olarak yapılırlar.

İgnitronlar, gaz buharlı tayratronlar, gaz iyonlarının ağırlığından dolayı çok düşük frekanslı uygulamalarda kullanılırlar.

İgnitronun ateşleme zamanına ihtiyaç gösteren radar uygulamalarında kullanılır.

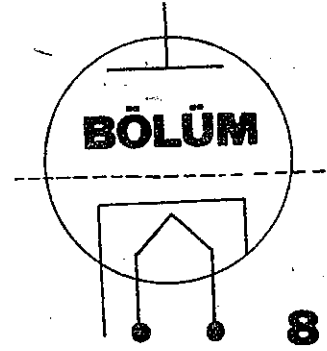
İgnitronun ateşleme zamanı, kritik gri gerilimi eğrisine göre belirlenir.

İgnitronlar yüksek değerlerdeki akımları kontrol ettiklerinden, elektrik kaynağı ve diğer büyük akımlı cihazlarda yüksek akım kaynağı olarak iş görürler.

#### TEKRARLAMA SORULARI

1. «Plazma» kelimesini açıklayınız ve bunun gazlı bir lâmba içerisindeki görevini anlatınız.
2. Gazlı bir lâmba içerisinde bulunan asal gaz basınca ne gibi bir etki yapar?
3. Gazlı bir lâmba içerisinde, elektronun «serbest geçiş» ini açıklayınız.
4. Gazlı bir lâmbayı normal çalışma sınırları içerisinde tutmak için ne gibi ön tedbir alınmalıdır?
5. Kendi kendinize iyonizasyonu anlatınız.
6. Fanatron nedir ve hangi işte kullanılır?
7. Gazlı bir lâmbada pozitif iyonun meydana gelmesine hangi olay sebep olur?
8. İyon bombardımanının sebebi nedir? Gazlı lâmba içerisinde ne gibi bir etki yapar? Bunu önlemek için nasıl bir ön tedbir alınmalıdır?
9. Tayratronda kritik gri gerilimi ne demektir?
10. Tayratronun anot gerilimi arttırılırsa, kritik gri gerilimi ne olur?
11. Pozitif gri gerilimi ile çalışmak üzere hangi tayratronlar yapılmıştır?
12. Bir tayratron devresinde, faz kaydırıcı devre ne iş görür?
13. Bir ignitronun çalışmasını; ateşleyici, cıva birikintisi, su zarfı, ve ateşleme akımı deyimlerini açıklayarak, izah ediniz.
14. İgnitronun akım sınırları nelerdir?
15. İgnitron endüstride hangi işlerde kullanılır?

16. Gazlı bir lâmbanın iç direnci, çok düşük akım seviyelerinde, akımları aynı olan vakum lâmbaya göre neden daha yüksektir?
17. Aşağıda gösterilen tipteki foto-elektrik elemanlarına ait değişik uygulamalarını liste halinde yazınız. Emisyon tipi fotosel, direnci değişken tip fotosel, gerilim veren tip fotosel ve gazlı fotosel.
18. 50. V.luk D.A. gerilimi altında bulunan bir fotoselin, 1 kilo ohmluk direnci uçlarından, 10 mum metre ve 100 mum metrelik ışıklar karşısında elde edilecek çıkış gerilimleri ne kadardır?
19. 18. problemde yük olarak 10 kiloohmluk bir direnç kullanırsa, 100 mum metrelik ışıklar karşısında çıkış gerilimleri ne kadar olur?
20. Şekil 7-18 B deki emisyon yayan fotosele ait diyagramda, yük olarak 10 megaohm ve 25 megaohmluk dirençler kullanıldığında göre yük direnci uçlarındaki gerilimler ne kadardır? Bulunan değerleri açıklayınız.



## Manyetik Amplifikatörler

Manyetik amplifikatörler, oldukça düşük frekanslarda, yüksek güç istenen yerlerde kullanılırlar.

Bu tip amplifikatörler özellikle, yüksek şoklar ve titremeye karşı dayanıklılık istenen yerlerde çok önem kazanırlar. Bunlar, sevro motorla döndürülen ve çevresel basınç altında bulunan cihazlarda geniş ölçüde kullanılır.

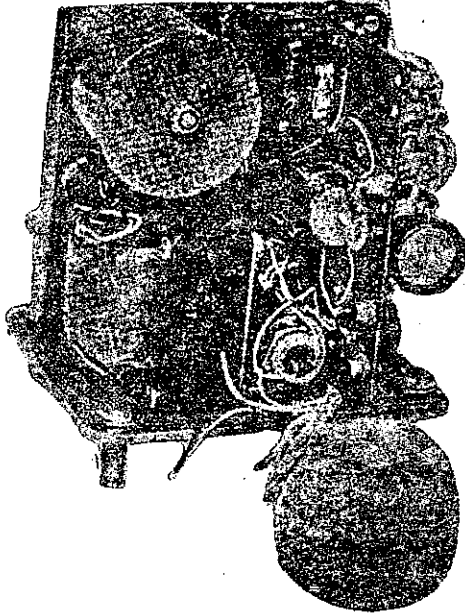
Manyetik amplifikatörler, elektronik ve dinamo-elektrik amplifikatörlerin her ikisinden daha üstün karakteristiklere sahiptirler.

1. Isıtılan bir katot bulunmadığından, devreye akım verildiği anda kullanılmaya hazır durumdadırlar.
2. Hareket eden bir kısmı olmadığından bakıma lüzum göstermezler.
3. Yüksek gerilimli bir D.A. kaynağına lüzum göstermezler.
4. Sarsıntılara karşı fevkalâde dayanıklıdırlar.

Sakıncaları ise :

1. Respons hızları oldukça düşüktür.
2. Sıcaklıkla karakteristikleri değişir.
3. Çalışma frekansları oldukça düşüktür.
4. Devre açılırken bir geçici rejim problemi vardır.

Sıcaklık değişimleri, bazı tip geri besleme ile azaltılabilir. Frekans bandı, yaklaşık olarak palsli çalışmalarda 1 megasaykıl'a, amplifikasyon için ise 10.000 C/S ye kadar genişletilmiştir. Belli bazı tip manyetik amplifikatörler 1 saykılık çalışma frekansında dahi iyi sonuç verirler.



Resimde, regüle güç kaynaklı bir manyetik amplifikatör görülmektedir. planda monte edilmemiş halde gelen manyetik amplifikatör, yarışase üzerine monte edilmiş olarak gösterilmiştir. (Resmin sol üst kısmına bakınız). Burada 250 V. 300 m A akım verecek kapasitede güç kaynağı kullanılmıştır.

#### Manyetik Nüveler ve B-I Eğrisi

Manyetik amplifikatörlerde kullanılan nüveler çoğunlukla, üzerinde endüktif etki bulunmayacak şekilde sarılmış (toroidal) bobinler bulunan «kare kesitli» nüveler olup, bunların B-H eğrileri Şekil 8-1 de görüldüğü gibidir. Bu amplifikatörlerde kullanılan her diyaferin ters yöndeki direnci, sonsuz olarak kabul edilir. İşleri daha da basitleştirmek için akım ve gerilimin ortalama değerleri ;

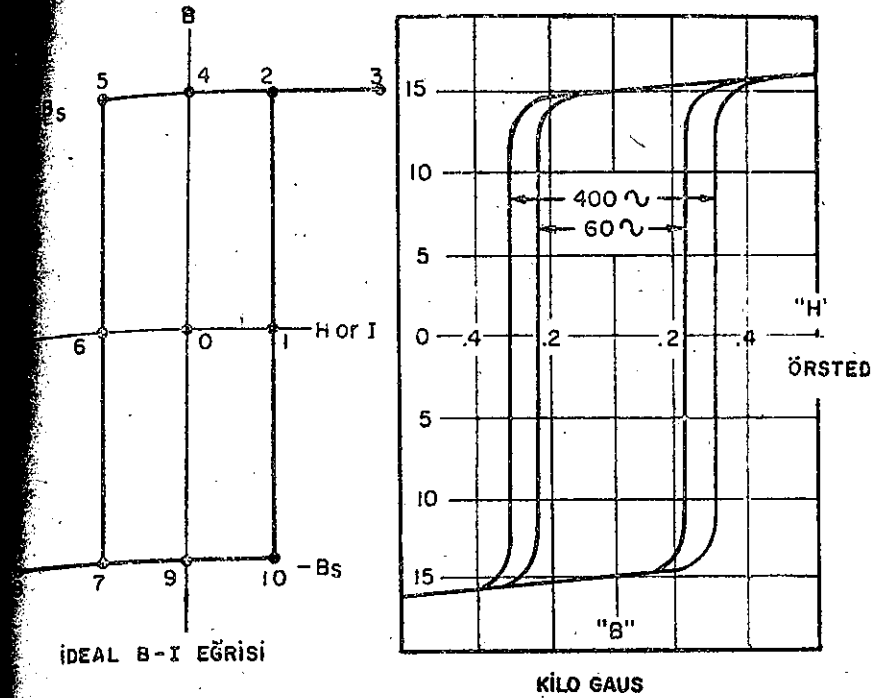
$$(E_{or} = E_{D.A} = E \div 1,11)$$

olarak kabul edilmiştir.

Sinüs dalgasının bir saykıl için ortalama değeri her ne kadar sıfır ise de, buradaki ortalama değer, bir alternans içindeki değerlerin ortalamasıdır.

Şekil 8-1 de  $-B_s$  den  $+B_s$  ye kadar değişen ideal bir kapalı B-H eğrisi görülmektedir. Burada,  $+B_s$  nüvenin taşıyabileceği maksimum akı yoğunluğunu ifade eder.

Nüveye gerekli zorlayıcı H alan şiddeti uygulandığında, akı yoğunluğunda bir değişiklik meydana gelir. Nüvenin reaktansı akıdaki değişmeye göre tayin edildiğinden, B-H eğrisinin doğru kısmı



(A)

(B)

Şekil 8-1. İdeal B-I eğrisi, Kilo Gauss, Örsted

üzerinde aşağı ve yukarı doğru, düzgün olarak değişen bir hareket için reaktans hep sabit kalır. Nüvenin pozitif ya da negatif yani  $\pm B_s$  için reaktansı hep sabit kalır. Nüve pozitif ya da negatif yani  $\mp B_s$  olarak doyuma gelirse bu durum ortadan kalkar.

$$\text{Yanyana sarılmış bir sargıda } H = \frac{0,4 \pi NI}{L_c} \text{ dir.}$$

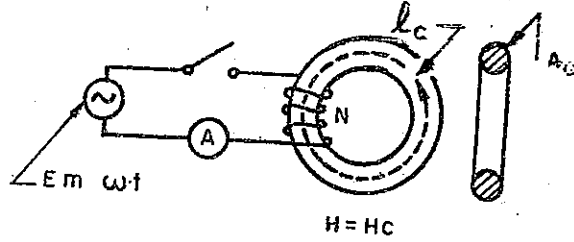
Burada H, örstet olarak alan şiddetini, I sargılardan geçen akıyı,  $L_c$  santimetre olarak manyetik yolu ve N ise sarım sayısını ifade eder.

Yukardaki formülde H, amper-sarımla orantılı olduğundan B-H eğrileri çoğunlukla bu değerler esas alınarak çıkarılır.

Bununla beraber, belli bir nüve ve sargı için I ile B arasında doğrusal bir bağlantı bulunduğundan, şekil 8-1 de görüldüğü gibi I ye göre çizilmesi de mümkündür.

Şekli 8-1 A daki numaralı noktalar devrenin münakaşası yaparken sırayı takip etmek için kullanılacaktır. O rakamı burada, akı ve akı yoğunluğunun sıfır olduğunu gösterir.

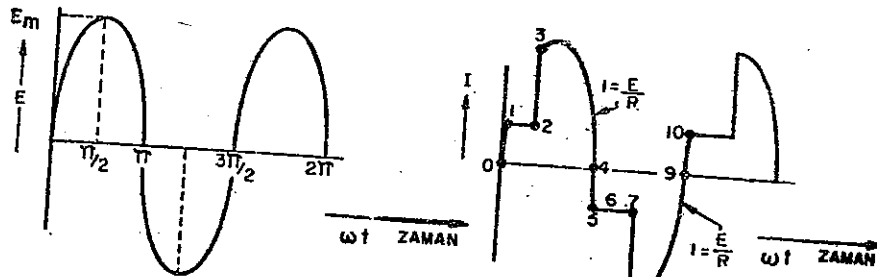
Şekil 8-1 B de ise mukayese için hakiki bir B - H eğrisi verilmiştir. Burada kapalı eğri genişliğinin frekansla nasıl değiştiğine değin kat ediniz. Amplifikatörün frekans spektrumu bu değişim tarafından sınırlanır.



Şekil 8-2.

Şimdi şekil 8-2 de görülen basit halka şeklindeki nüveyi ele alalım. Burada, nüve kesiti  $Cm^2$  olarak alındığında  $A_c \cdot H = H_c$  (uygulanan frekans ve nüvenin yapıldığı malzemeye bağlı akıyı  $lc$  ise  $cm$  cinsinden manyetik yolun boyunu gösterir).

Şekil 8-3 de ise, Şekil 8-2 deki devreye uygulanan giriş geriliminin zamana göre değişimi görülmektedir. Şekil 8-4 de yine, sargılardan geçen akımın zamana göre değişimi görülmektedir.



Şekil 8-3. Zaman.

Şekil 8-4. Zaman.

Önce kolaylık bakımından nüvenin doyuma gelmediği kabul ederek başlanacaktır. Buna göre, şekil 8-4de gösterilen noktalar 8-1 A daki noktalara uyacak demektir. Devreye gerilim uygulandıktan sonra akım, gerilim ve direncin müsaade edecekleri kadar kısa zamanda  $H_c \cdot lc$

değeri içersinde  $\frac{E}{R}$  değerine yükselir. Miknatıslayıcı akım  $4 \pi N$  değere yükseldiğinde, B - I eğrisi üzerindeki (1) numaralı noktaya gelmiş olur. Bu durumda, gerilim yükselmeye devam ederse, akı da bir değişim olmaz artırılan enerji nüvenin akı yoğunluğunu yükseltmeye yarar. B - I eğrisi üzerinde (2) No. lu noktaya geldiğinde nüve pozitif olarak doyuma gelmiş bulurur; akı değerinde artık bir değişim olmayacağından bobinin bir reaktansı bulunmaz. I akımı ani olarak (ideal durumdaki) (3) numaralı noktaya

ya yani  $\frac{E}{R}$  değerine yükselir.

E sıfıra doğru giderken, I de onunla birlikte azalarak E sıfır değerini aldığı anda I de (4) numaralı noktaya ulaşır.

E gerilimi yön değiştirdiğinde I akımı, E ve R değerlerinin müsaade ettiği bir hızla B - I eğrisi üzerindeki (5) numaralı noktaya gelir. Eğri negatife döndüğünde akımın değeri sabit kalır. Bu durumda, sıfır akı yoğunluğu ile başladığı kabul edildiğinden ve nüve doyuma gelmeden önce negatif yönde  $B_s$  değerinde beslenmiş bulunduğundan (6) numaralı nokta geçirilirken hiç bir değişiklik olmaz. Nüve (7) numaralı noktada negatif yönde doyuma geldiğinden I akımı ani olarak (8) numaralı noktaya geçer. +  $B_s$  den -  $B_s$  ye geçişteki akı yoğunluğu değişmesi, bir önceki alternansta 0 dan +  $B_s$  ye geçişteki değişmeden daha fazla olduğundan, (8) numaralı nokta, ilk alternansda elde edilen (3) numaralı noktada olduğu gibi, ikinci alternansın oldukça ileri kısmında bulunur.

I akımı yine E gerilimini takip ederek ikinci alternansı tamamlamak üzere (9) numaralı noktada sıfır olur. Üçüncü alternans, I akımı (10) numaralı noktaya doğru giderken başlar. Bu alternansın dalga şekli ikinci alternansın aynı olacaktır. (1) numaralı noktaya pozitif yönde doyum başlamadan erişileceğinden akımın çıkış pılsı tekrar, bir önceki alternansdakinden daha küçük olacaktır.



Mıknatıslayıcı akım ıskalası kolay okunabilmesi için yeterli dar genişletilmiştir. Hakikatte, pratik bir hesaplama durumunda, akımın değeri çok küçük olduğundan ekseriya ihmal edilebilir. Çıkışları pozitif ile negatif palslar arasında sıfır çıkış verecek şekilde düzenlenebilir.

Burada, çıkış akımının gerilim ve zamana bağlı olduğuna hassa dikkat edilmelidir. Besleme kuvveti ise volt-saniye olarak nazarı itibare alınmalıdır. Es gerilimi, akıyı B-I eğrisi üzerinde negatifle pozitif doyuma değerleri arasında değiştirmek için gerekli ortalama gerilim olarak kabul edilirse :

$$E_s = 4.N.f.B_s.Ac.10^{-8} \text{ olur.}$$

Burada,  $E_s =$  nüveyi  $-B_s$  ile  $+B_s$  arasında değiştirmek için gerekli ortalama gerilim.

$$N = \text{Sarımlar sayısı.}$$

$$f = \text{C/S olarak frekans.}$$

$$Ac = \text{Cm}^2 \text{ olarak nüvenin kesit alanını gösterir.}$$

Bu eşitlik şu şekilde de yazılabilir :

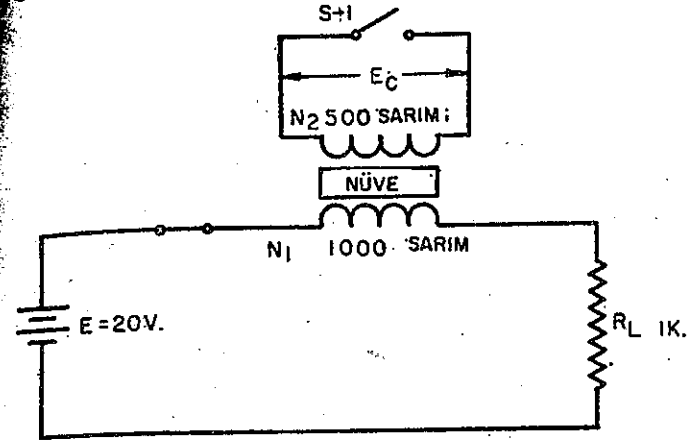
$$\frac{E_s}{f} = \frac{4 N B_s A_c \times 10^8}{1}$$

Burada,  $f = \frac{1}{T}$  olduğundan birimler volt — saniye cinsindedir.

Verilen her hangi bir nüve için,  $N$ ,  $B_s$  ve  $A_c$  sabit değerlerdir. Değişkenler ise  $E$  ve  $f$  dir.  $f$  yükseltilecek olursa,  $E_s$  de buna bağlı olarak mutlaka arttırılmalıdır.  $E_s$  azaltılırsa, akıyı daha uzun zaman da değiştiren düşük bir frekansa lüzum hasıl olacaktır.

Bu bize, nüvenin, alternansın her hangi bir yerinde niçin doyuma geldiğini anlatmaktadır. Doyuma başlama açısı  $\alpha$ , uygulanan gerilimin genliğine ve frekansına göre şekil 8-4 deki (1) numaralı nokta ile  $180^\circ$  arasında her hangi bir yerde bulunabilir. Düşük besleme geriliminde, devrede akıma karşı fazla bir endüktif zorluk gösterilmeyeceğinden nüveyi alternans esnasında doyuma getirmek için daha uzun zamana ihtiyaç olacaktır.

Şekil 8-5 deki devreyi düşünelim.  $S_1$  anahtarı açıkken nüve, başlangıçta sıfır doyuma durumunda (B-I eğrisi üzerinde (0) noktasında) bulunsun.



$$\begin{aligned} H_c &= 0,3 \text{ ÖRSTED} \\ l_c &= 4 \pi \text{ cm.} \\ A_c &= 1 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Şekil 8-5.  $N_2$  500 sarım, Nüve,  $N_1$  1000 sarım, Örsted.

$$H_c = 0,3 \text{ örsted.}$$

$$l_c = 4 \pi \text{ cm.}$$

$$A_c = 1 \text{ cm}^2.$$

$$N = 1000 \text{ sarım.}$$

olduğuna göre : B — I eğrisi üzerindeki (1) numaralı noktanın başlangıçtaki yerini değiştirmek için gerekli mıknatıslayıcı akımın değeri :

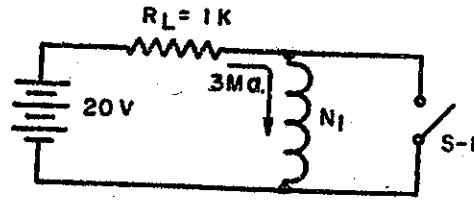
$$I_m = \frac{0,3 \times 4 \pi}{0,4 \pi N} = \frac{0,3 \times 4}{0,4 \times 1000} = \frac{3}{1000} = 3 \text{ mA. olur.}$$

Başlangıçta  $R_L$  yük direnci uçlarında düşen gerilim 3 voltur. Nüveyi doyuma getirmek için bobin uçlarında  $20 - 3 = 17$  volt kal-

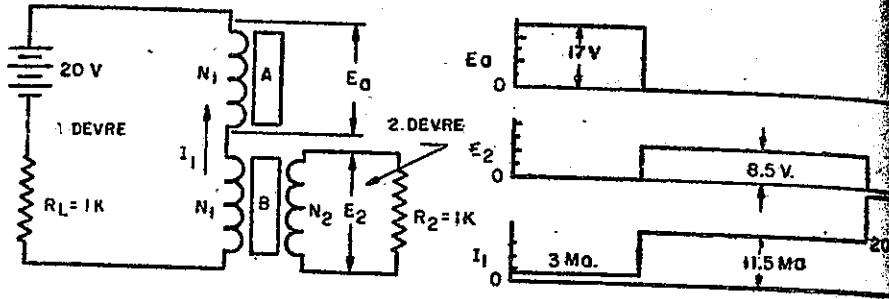
mış olur.  $E_c$  nin başlangıç değeri ise  $E_c = \frac{N_2}{N_1} \times 17 = 8,5$  volt

olarak bulunur. Nüve  $\neq B_s$  değerinde doyuma geldiğinde,  $E_2$  gerilimi sıfır olur ve 2- voltun tamamı  $R_L$  uçlarında belirir.

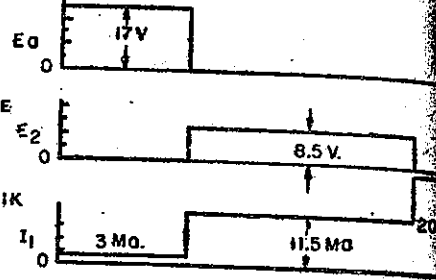
Transformatörün eşdeğer devresi şekil 8-6 da (endüktans sargı kayıpları ihmal edilerek) gösterilmiştir. Nüve doyuma geldiğinde,  $N_1$  sargıları kısa devre duruma geçer ve devrede mevcut gerilimin tamamı  $R_L$  uçlarında görülür.



Şekil 8-6.



Şekil 8-7. 1. devre, 2. devre.



Şekil 8-8.

Böyle olmakla beraber, şekil 8-5 deki devreye gerilim uygulandıktan sonra, nüve doyuma gelmeden  $S_1$  anahtarı kapatılırsa acaba ne olur?  $S_1$  anahtarının kapatılması, şekil 8-6 da görüldüğü gibi sargıları kısa devre edeceğinden, nüvenin doyuma gelmesinde olduğu gibi burada da 20 voltun tamamı  $R_L$  uçlarında düşecektir.

Şekil 8-7 de, A ve B nüveleri birbirinin aynı olup B üzerine ayrıca  $N_2$  sarımlı bir bobin sarılmıştır. Değerler şekil 8-6 dakinin aynı ise, her iki nüveden de 3 mA. lik manyetislayıcı bir akım geçecektir. (Devreden geçecek akımın A nüvesi tarafından 3 mA. de sınırlandırıldığına dikkat ediniz.) Bununla seri bağlı bulunan B nüvesi üzerindeki  $N_1$  sargılarından da aynı akım geçer. Bu ise B nüvesinin alanını B - I eğrisi üzerinde (her iki nüvenin şekil 8-1 e göre negatif doyumda ve (10) numaralı noktada bulunduğu kabul edilirse) değişmeye başlatır.

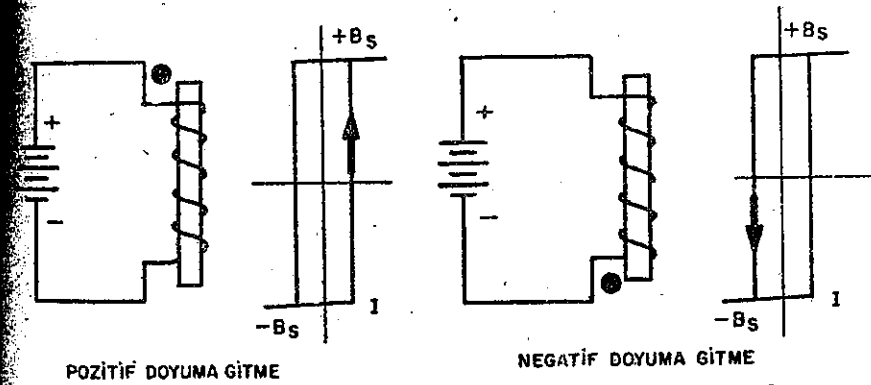
Bununla beraber, nüve içerisindeki akımın değişmesi, gerilim ve akımsızlık (volt-saniye) bağlıdır.

Bunun bir değer taşınması için, sekonder sargıları ile  $R_2$  direnci üzerinden bir miktar akımın geçmesi şarttır. İkinci devrede bir gerilim kaynağı bulunmadığından bu akımın  $N_1$  sargıları üzerinden endüktans yolu ile beslenmesi gereklidir.  $N_1$  sargılarından geçen 3 mA. lik akım bir akı değişikliği yaratmadığından endüktif bir etki yaratmaz. A nüvesi akımı 3 mA. de sınırlandırıldığından ve B nüvesinin akımını değiştirecek başka bir akım bulunmadığından ikinci devrede bir akım indüklenmez. Bunun için, A nüvesi ikinci devreyi besleyecek ek bir akım alıp pozitif doyuma doğru bir akı değişikliği yaratmaya kadar B nüvesi negatif doyumda kalır. Transformatörü dönüşüm oranlı olarak kabul edersek  $E_2$  geriliminin  $N_1$  üzerindeki gerilime eşit olması gerekirken, adı geçen ek akım  $R_L$  üzerinden de geçtiğinden  $E_2$  nin değeri 17 volttan daha düşük olur.

Verilen devre değerlerine göre, nüve uçlarındaki gerilim 8,5 volt olduğundan, B nüvesinin doyuma gelmesi, iki kat zamana ihtiyaç gösterecektir. Şekil 8-8 de, bu devreye ait zamana göre çizilmiş  $E_0$ ,  $E_2$  ve I eğrileri görülmektedir.

A nüvesi de bir yük direnci ile yüklenseydi, 17 voltluk gerilim bu iki nüve arasında yük dirençleri oranında bölüşülürdü.

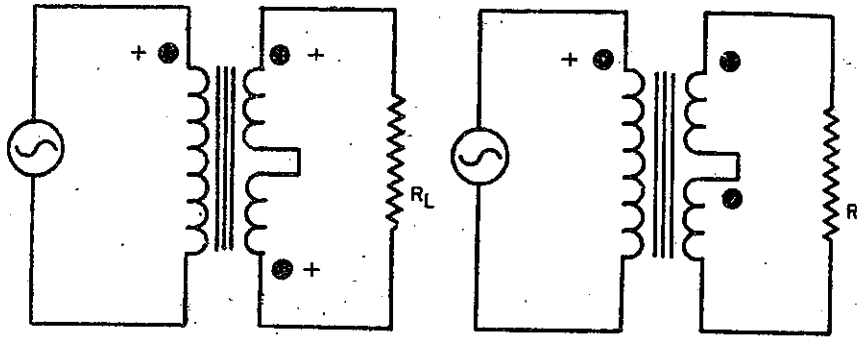
Buraya kadar söz konusu edilen devrelerde, polarite üzerinde durulmadı. Pratik uygulamalarda kabul edilen şekle uygun olarak bunlar şöyle tarif edilirler :



Şekil 8-9. Pozitif doyuma gitme, Negatif doyuma gitme.

Bir sargının polaritesini gösteren işaret üzerinde, pozitif gerilim bulunuyorsa bu, nüveyi pozitif doyuma ( $+B_s$ ), polarite işaretini üzerinde negatif bir gerilim bulunuyorsa bu da nüveyi negatif doyuma ( $-B_s$ ) doğru götürür.  $+B_s$  ye doğru gitmeye nüvenin çalışmaya konması,  $-B_s$  ye doğru gitmeye ise, nüvenin ilk hâline konması denir. Şekil 8-9 da bu tariflerin açıklanması göstermiştir.

Ayrıca, transformatör teorisine göre, bir nüvedeki polarite işareti üzerindeki pozitif bir gerilimin, aynı nüve üzerinde bulunan diğer polarite noktaları üzerinde pozitif bir gerilim indüklediği bilinen bir husustur. Sargılar «giriş» ve «çıkış» olarak işaretlenmişse «giriş» daima bir polarite işareti ile gösterilir. Renk kodlu sistemde, polarite işareti ana renklerden biri ile gösterilir.



İNDÜKLENEN GERİLİMLER ZIT YÖNDE

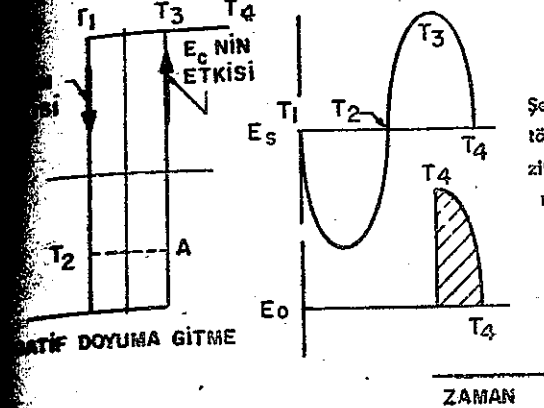
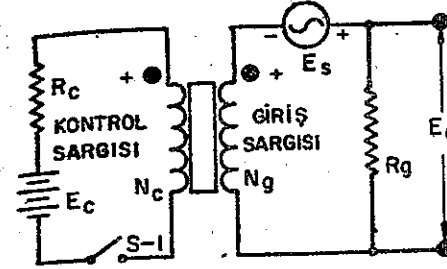
İNDÜKLENEN GERİLİMLER AYNI YÖNDE

Şekil 8-10. İndüklenen gerilimler zıt yönde, İndüklenen gerilimler aynı yönde.

### Doyumlu Reaktörler, Tek Nüveli Reaktörler

Manyetik amplifikatörün esası doyumlu reaktördür. Şekil 8-11 de basit bir doyumlu reaktör görülmektedir. Burada yük direnci ve A.A. güç kaynağı bulunan sargıya, «giriş» sargısı, değişken D.A. kaynağı bulunan sargıya da «kontrol» sargısı adı verilir.

Devreye uygulanan A.A. geriliminin,  $E_s$  gerilimine eşit olduğu kabul edilmiştir.  $S_1$  anahtarı açıkken hiç bir kontrol akımı bulunmayacağından, akı pozitif ve negatif doyumlar arasında bir ileri bir



Şekil 8-11. Tek nüveli doyumlu reaktör. Kontrol sargısı, Giriş sargısı, Pozitif doyuma gitme,  $E_s$  nin etkisi,  $E_c$  nin etkisi, Negatif doyuma gitme, Zaman.

eri değiştirerek reaktörün yüksek bir empedans göstermesine sebep olacaktır. Giriş sargısı reaktansına göre oldukça düşük bir  $R_g$  değeri için, mıknatıslayıcı akım ihmal edilecek olursa, hiç bir çıkışın elde edilemeyeceği söylenebilir.

Nüve pozitif doyumda (Şekil 8-1 de (5) numaralı nokta)  $S_1$  anahtarının kapatıldığını ve primerden geçen akımın gösterilen yönünde olduğunu kabul edelim. Bu durumda  $E_s$  nüveyi negatif doyuma,  $E_c$  ise nüveyi pozitif doyuma gelmeye zorlayacaktır.

Devrede  $E_s$  nin hakim olduğu kabul edilirse, nüve negatif yönünde doyuma gitmekte devam etmek isteyecek fakat  $E_c$  nin etkisinden dolayı tam doyum demek olan  $-B_s$  değerini âlternans sona ermeden alamayacaktır.  $E_s$  ve  $E_c$  nin birleşik etkilerinden dolayı nüvenin negatif doyuma  $B-I$  eğrisinin ancak A noktasında yöneldiği kabul edilmiştir. Nüvenin mıknatıslanmasını  $-B_s$  ile  $+B_s$  arasında değiştirmek için gerekli gerilim  $E_s$  olarak bilindiğine göre,  $S_1$  açılmış dahi olsa  $E_s$ , ikinci alternans esnasında nüvenin doyumu için gerekli değeri aşarak nüveyi tamamen doyuma getirir.  $S_1$  anahtarı kapalı ola-

rak bırakılırsa, nüve negatif polarizasyona doğru gitme durumu daha çabuk geçer ve yükün uçları arasında bununla orantılı olarak daha yüksek değerlerde bir  $E_s$  gerilimi elde edilir.

$S_1$  anahtarı kapalı iken, nüve Şekil 8-1 deki eğrinin (10) No noktası üzerinde bulunuyorsa  $E_s$  gerilimi nüveyi doyuma başlatarak noktasına getirdikten hemen sonra nüve,  $E_c$  nin etkisi ile daha alternansta hızla tam doyum haline geçer.  $E_c$  nin yönünün değiştirilmesi  $E_o$  nın da yönünü değiştirir.  $R_c$  nin değiştirilmesi ise nüve uçlarındaki D.A. gerilimini değiştireceğinden çıkış gerilimi de değişir. Buna bağlı olarak pozitif ve negatif doyumlar için kontrol sağısından gelen volt-saniye değerleri de değişir.

$N_c$

— oranı yüksek olan hallerde giriş devresi, kontrol devresinin

$N_g$

de, arzu edilmeyen bir gerilim indüklediğinden; tek nüveli doyumlulu reaktör pek kullanılmaz.

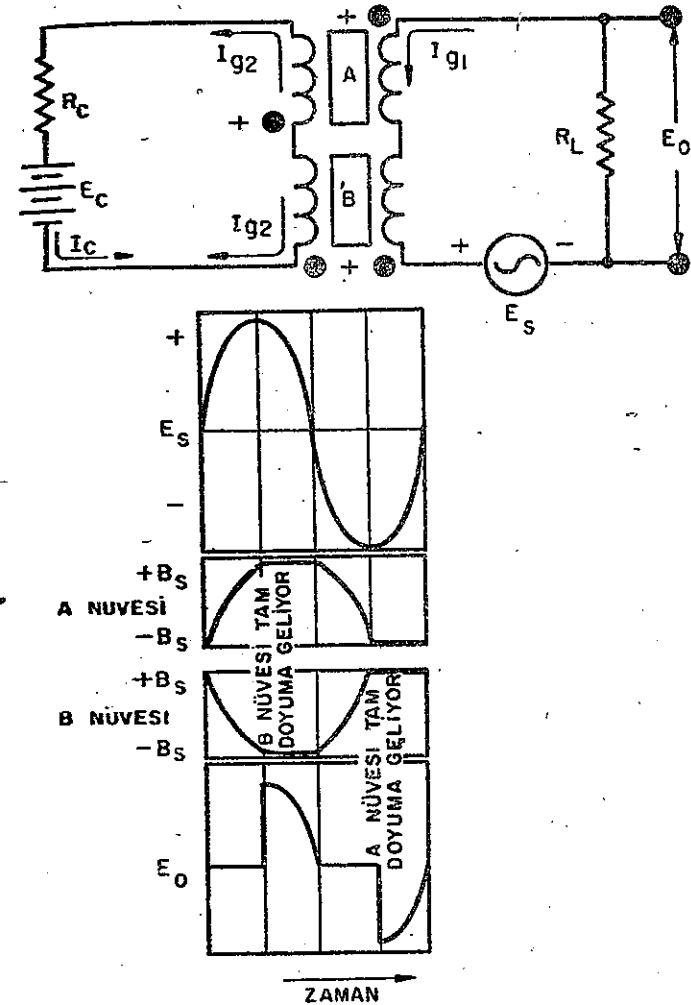
#### İki Nüveli Doyumlu Reaktör

İki nüveli doyumlu reaktör iki nüveli doyumlulu reaktör, respons zamanı kritik olmayan ve bol miktarda kontrol gücü mevcut bulunan yerlerde, büyük değerlerdeki güçleri kontrol etmeye çok elverişlidir.

Bu reaktörde, birbirinin aynı olan iki adet nüve ile iki sargı kullanılır. Şekil 8-12 ve Şekil 8-13 de görüldüğü gibi, sargılar seri veya paralel bağlanabilir. Bu sistem sargılar, indüklenen gerilimler birbirini yok edecek şekilde bağlanmak suretiyle, kontrol devresinde yüksek bir gerilim indüklenmesinin önüne geçerler. Gösterilen bu basit sistem, kontrolün polaritesi için duyarlılığı değildir.

Şekil 8-12 de A ve B işaretli iki nüvesi bulunan seri bağlı bir doyumlulu reaktör görülmektedir. Verilen polariteler için, kontrol sargısında indüklenen akımlar zıt yönde olduklarından birbirini yok ederler. Bu durumda, D.A. kontrol gerilimi her iki nüveyi negatif doyuma doğru getirmeye çalışır. Giriş gerilimi  $E_s$ , B nüvesini negatif doyuma A nüvesini ise pozitif doyuma getirir.

İlk alternans, tamamen negatif doyumda bulunan A nüvesini «Pozitif doyuma» doğru ve tamamen pozitif doyum halinde bul-



Şekil 8-12. İki nüveli, seri bağlı doyumlulu reaktör, B nüvesi tam doyuma geliyor, A Nüvesi, B Nüvesi, A Nüvesi tam doyuma geliyor, Zaman.

nan B nüvesini de «negatif doyuma» doğru hareket ettirmeye başlar. «negatif doyum» ve «pozitif doyum», yönbildiren terimler olup nüve, herhangi yönde doyuma gelirse gelsin, nüvenin mıknatıslığı sinyalle değiştirilemez.

Besleme gerilimi  $E_s$  ise B nüvesi  $E_c$  nin etkisinden dolayı (daha doğru deyimle, nüve içerisindeki akı değişmesini volt-saniyeler meydana getirdiğinden, burada da  $E_c$  den elde edilen volt saniyeler-

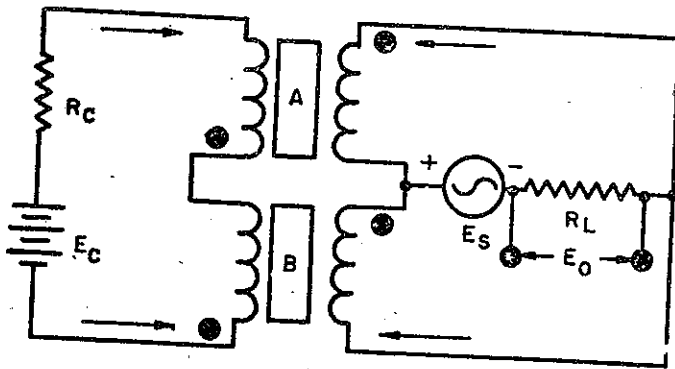
den dolayı) saykıl sona ermeden doyuma gelerek, sinyalle akışmaz duruma geçecektir.

B nüvesi, sinyalle akışı değişmez duruma geçince, kontrol kısmının reaktansı ve bu sargıda indüklenen akım ortadan kalkar. Bu durumda B nüvesi sinyalle akışı değişmez duruma geçmiştir bu uygulama için geri kalan bütün gerilim A nüvesi üzerine düşer. A nüvesinin sekonderi adeta kısa, devre durumuna geleceğinden, giriş devresinden gelecek akım için çok düşük bir direnç gösterir. Bu etki, A nüvesinin sinyalle akışı değişmez duruma geçmesi gibi bir etki yapar. B nüvesi daha alternans bitmeden sinyalle akışı değişmez duruma geçmiş olduğundan ve  $E_c$  pozitif doyum karşı geldiğinden A nüvesi pozitif yönde tam olarak doyuma geçemez.

İdeal durumda,  $R_c = 0$  olduğunda, A nüvesi alternans bitinceye kadar B - i eğrisi üzerinde aynı noktada kalır. Hakiki durumda ise, nüve biraz pozitif doyum tarafına geçer. Söz konusu ideal durum, Şekil : 8-12 deki eğrilerde görülmektedir.

Bir sonraki alternans başladığında A nüvesi,  $E_c$  nin yardımı ile negatif doyum tarafına geçer. B nüvesi ise,  $E_c$  ye göre zıt yönde olarak pozitif doyum doğru ilerler. Bu kez, A nüvesi alternans bitmeden sinyalle akışı değişmez duruma geçeceğinden  $E_c$  nin polaritesinin ters çevrilmesi hariç, işlem bir öncekinin aynı olacaktır.

Şekil 8-13 de doyuma gelebilen tipte iki nüveli reaktörün paralel bağlantısı görülmektedir. Her iki nüvenin bobinleri besleme



Şekil 8-13. İki nüveli, paralel bağlı doyumsuz reaktör.

devresinin tamamına bağlandığından,  $E_s$  gerilimi seri bağlı reaktörde kullanılan değer yarısına eşittir; Ve çalışması ise seri bağlı reaktörde olduğu gibidir.

İki nüveli doyumsuz tip reaktörlerin kullanılmasıyla kontrol devresindeki devre elemanı sayısı azaltılmış olmasına rağmen, nüveyi pozitif ve pozitif yönde doyuma getirmeye yardım etmek için, kontrol devresinden yine bir güç verilmesi gerekir. Zaman responslarına kazanç oranlarının az olması ve frekans responsunun da düşmesinden dolayı bu devreler oldukça yavaş çalışırlar.

#### Kendi Kendine Doyuma Gelebilen Reaktörler

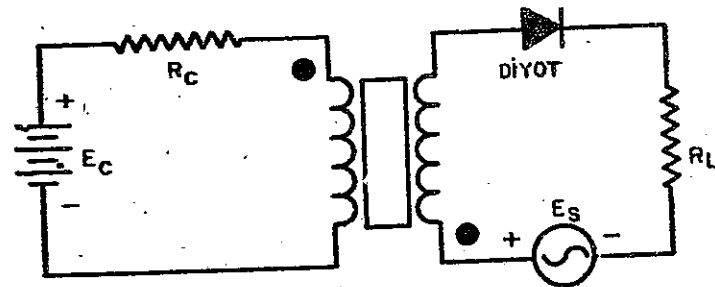
Daha basit bir akım kaynağı ve kontrol devresinde düşük bir indüklenme gerilimi ile çalışmayı temin için, kendi kendine doyuma gelebilen reaktörler kullanılır.

Manyetik amplifikatör uygulamalarının çoğunda, kendi kendine doyuma gelebilen reaktörler kullanılır. Bunlar, tek çıkışlı amplifikatörlerde tek kontrol polaritesine duyarlılık, çift çıkışlı amplifikatörlerde ise her iki polariteye duyarlılık olarak kullanılabilirler.

Kendi kendine doyuma gelebilen reaktörlerde, giriş ve kontrol sargılarını kendi kendine doyum yardımıyla dekode etmek için diyotlar kullanılır.

#### Kendi Kendine Doyuma Gelebilen Tek Nüveli Reaktörler

Doyuma gelebilen reaktörlerdeki yüksek kontrol gücü gerekliliğini ortadan kaldırmak için, devreye Şekil 8-11 de görüldüğü gibi bir diyot ilâve edilir. Bunun sonucu olarak elde edilmiş kendi kendine doyuma gelebilen basit bir reaktör Şekil 8-14 de gösterilmiştir.



Şekil 8-14. Kendi kendine doyuma gelebilen tek nüveli reaktör. Diyot.

Diyodun iletken bulunduğu alternans esnasında nüve, besleme gerilimi tarafından pozitif yönde doyuma getirilir. Bir sonraki alternans esnasında ise kontrol gerilimi, nüveyi negatif doyuma getirmek için serbest durumda bulunur. Herhangi bir çıkış isteniyorsa, nüve negatif yönde tamamen doyuma gelmemiş olur. Nüve negatif yönde tamamen doyuma gelme mişse bir sonraki alternans esnasındaki giriş gerilimi, nüveyi pozitif yönde doyuma getirir. Nüve, alternans sona ermeden iletken duruma geçerek bir sonraki alternansın geri kalan kısmında, yük direnci uçlarına bir çıkış gerilimi verir. Çıkış burada kontrol gerilimi tarafından önlenir ve bu şekilde bir dizi takibeden alternanslarda  $E_c \approx 0$  için çıkışın tamamı yük direnci uçlarında belirir. Kontrol gerilimi çıkışa yalnız bir yönde etki yapabiliyorsa buna, tek çıkışlı manyetik amplifikatör denir. Nüveyi, negatif yönde doyuma getiren alternans esnasında ters yük akımını demanyetize etkisinden korumak için, besleme gerilimi nüve tarafından bloke edilir. Böylece, münakaşası daha önce yapılmış olan diyodun doyuma gelebilen reaktörlerin en başta gelen sakıncası ortadan kalkmış olur.

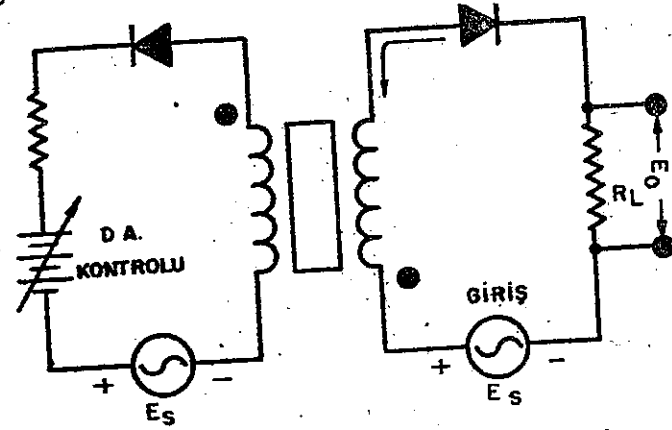
Bu tip reaktörlerin responsu (davranımı, reaksiyonu) oldukça çabuktur. Nüve giriş gerilimi esnasında iletken hale gelince, nüvenin endüktansı azalarak kontrol geriliminin daha çabuk meydana gelmesini sağlar. Kontrol gerilimi bir sonraki alternansın başında nüveyi negatif yönde doyuma başlatmaya hazır durumda bulunur. Negatif yönde doyuma götüren alternans esnasında kontrol gerilimindeki bir değişiklik, pozitif yönde doyuma götüren alternansın çıkış değiştirir. Pozitif yönde doyuma götüren alternans esnasında kontrol gerilimindeki bir değişme, çıkışı bir sonraki saykıl boyunca değiştirir. Böylece şebeke frekansının iki veya üç saykılında tam bir kontrol sağlanmış olur.

Kendi kendine doyuma gelebilen reaktörler çabuk respons gösterdiklerinden pek pratik değildirler. Giriş gerilimi alternansının pozitif yönde doyuma götüren kısmında sargılar arasında hâla bir kuplaj bulunur. Kontrol devresinde indüklenen gerilimin etkisini azaltmak için yüksek değerde bir dirence ihtiyaç vardır. Bu ise, kontrol devresi için gerekli güce eklenmiş olur. Kontrol devresi ise akı miktarını değiştirmek için gücün bir kısmını kullanır.

Devresi

Şekil 8-15 de bundan sonraki anlatılacakları açıklamak üzere tek nüveli basit bir Ramey Devresi verilmiştir. Bu devre, kontrol gerilimine bir A.A. kaynağı ve diyod eklendiğinden kendi kendine çalışmaya gelebilen tek nüveli reaktörden farklıdır. Hakiki devrede, giriş gerilimi ile çıkış gerilimi arasındaki dönüştürme oranını kompanse etmek için ayar direnci kullanılır.

Giriş sargısına bağlı bulunan diyod, Şekil 8-15 de görüldüğü gibi iletken hale geldiğinde, verilen volt-saniye nüveyi pozitif yönde doyuma getirir.  $E_c$  geriliminin yönü değiştiğinde giriş devresi bloke olur ve çıkış gerilimi sıfırdan kalker. Ve kontrol devresindeki A.A. gerilimi nüveyi negatif yönde doyuma getirir.



Şekil 8-15. Basit Ramey devresi, D.A. Kontrolü, Giriş.

Devreye negatif yöndeki doyuma karşı gelecek bir D.A. gerilimi eklenemezse, nüve negatif yönde tam doyuma gelemez, ancak pozitif yönde doyuma getiren saykıl veya girişte tamamen iletken hale gelir. D.A. kontrol gerilimi negatif yöndeki doyuma karşı gelecek şekilde arttırılırsa,  $R_L$  yük direnci uçlarında bununla orantılı olarak büyük bir  $E_c$  gerilimi meydana gelir.

D.A. kontrolünden beslenen volt-saniye A.A. kaynağından beslenen volt-saniyeye eşitse, sistemden maksimum çıkış elde edilir.

Kendi kendine doyuma gelebilen tek nüveli reaktör de oldu gibi, şebeke frekansına göre devrenin göstereceği respons en çabuk bir sayıkl geride bulunur. Çıkışı tek polariteli D.A. kontrol gerilimi ile değiştirildiğinden bu da yine tek çıkışlıdır.

Çıkış, yalnız yarım dalgalıdır. Ramey Devresinin faydası, nüveyi negatif doyuma getirmek için gerekli gücü besleme kaynağında almaktır. Bunlarda, giriş sargıları tarafından indüklenen gerilim D.A. kontrol gerilimi üzerine yaptığı ters etki yoktur. Bununla beraber, D.A. kontrolü esas A.A. gerilimine hâla direkt olarak kullanılmıştır.

#### Kendi Kendine Doymaya Gelebilen Çift Nüveli Reaktörler

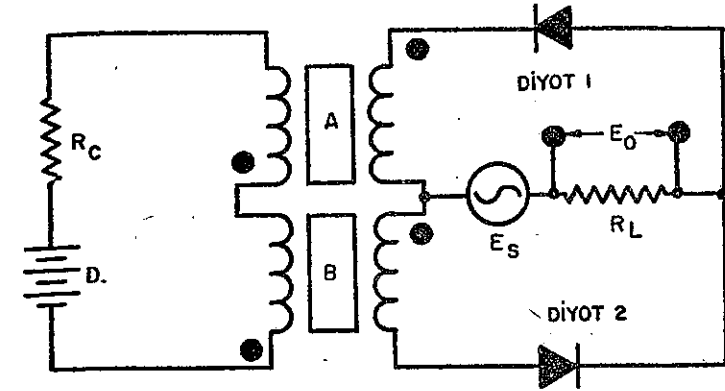
En çok kullanılan manyetik amplifikatör bu tipte olmaktadır. Bunlarda kontrol devresi için gerekli gücü azaltmak ve tam dalgalı çıkış elde etmek için çift reaktör kullanılır. Bunlar aynı zamanda kendi kendine doyuma gelebilen tek nüveli reaktörlerdeki sakıncaları yok etmek için de kullanılırlar.

Burada, önce tek çıkışlı bir amplifikatör oldukça detaylı bir şekilde incelenecek, çift çıkışlı amplifikatör ise daha sonra izaah edilecektir.

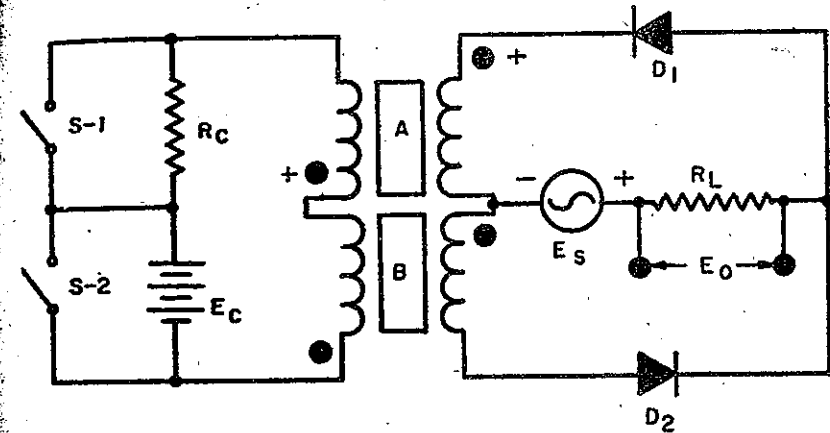
Şekil 8-16 da kendi kendine doyuma gelebilen A.A. çıkışlı basit bir reaktör görülmektedir. Şekil 8-17 de aynı devre her konumda ayrı çalışma yapacak şekilde anahtarlar eklenmiş olarak görülmektedir. Şekil 8-18 de ise besleme gerilimi, nüve içerisindeki akış seviyeleri, çıkış gerilimi ve zaman arasındaki bağıntı gösterilmiştir.

Şekil 8-17 ve Şekil 8-18 deki devreleri; A nüvesi Şekil 8-11 deki eğrinin (9) No'lu noktasında yani negatif yönde tamamen doyuma gelmiş; B nüvesi ise Şekil 8-1 deki eğrinin 4 No. lu noktasında yani pozitif yönde tamamen doyuma gelmiş olduklarına göre inceliyeceğiz.  $S_1$  ve  $S_2$  anahtarlarının kapatılarak  $R_c$  ve  $E_c$  nin kısa devre edilmiş olduğunu farzedelim.

Giriş sargılarına bağlı diyod, görülen yönde iletken hale geldiğinde, A nüvesi pozitif yönde doyuma doğru gider, B nüvesinin giriş sargısı diyod tarafından bloke edilir. A nüvesi pozitif yönde doyuma olduğunda kontrol sargısında görülen yönde bir gerilim indüklenir. Elde edilen bu gerilim, B nüvesini negatif yönde doyuma



Şekil 8-16. A.A. çıkışlı kendi kendine doyuma gelebilen tam dalgalı, tek çıkışlı reaktör, D.A., Diyot 1, Diyot 2.

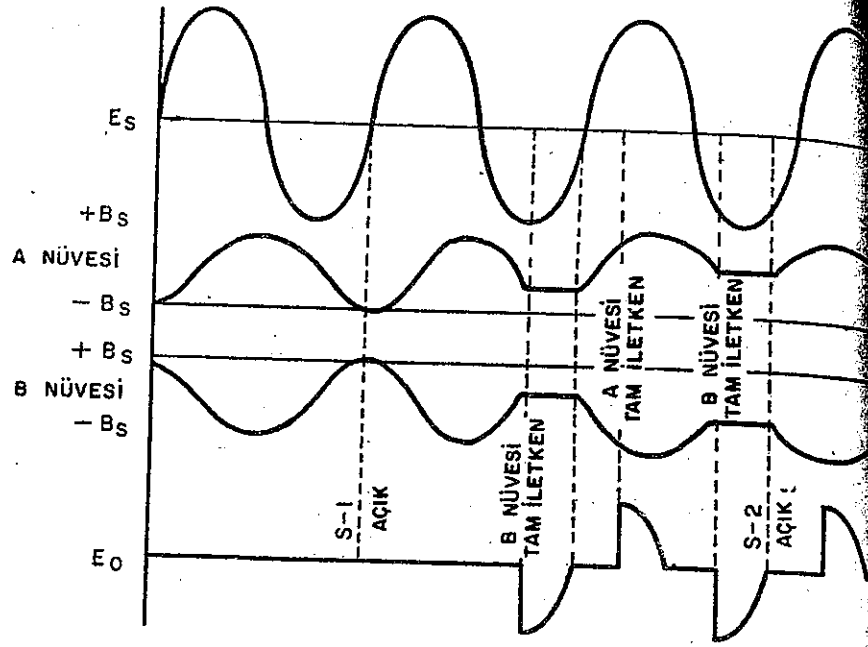


Şekil 8-17.  $S_1$ ,  $S_2$  anahtarları eklenmiş tek çıkışlı çift nüveli reaktör.

ma getirmek içindir. Destekleyici gerilim olan besleme gerilimi  $E_c$  ise, alternans sona erdiğinde A nüvesi pozitif yönde, B nüvesi ise negatif yönde yaklaşık olarak doyuma geleceklerdir.

Bu durumda hiçbir çıkış elde edilemez. Bir sonraki alternans ta ise işlem yön değiştirir. Sayıkl tamamlandığında A nüvesi negatif yönde doyuma, B nüvesi ise pozitif yönde doyuma sürülecek ve yine bir çıkış elde edilmeyecektir.

$R_c$  devrede kalmak şartıyla  $E_c$  nin kısa devre edildiğini ve sayıkl sona erdiğinde  $S_1$  anahtarının açıldığını kabul edelim. Üçün-



Şekil 8-18. Dalga şekillerinin analizi, A nüvesi, B nüvesi, Açık, B nüvesi tam iletken, Açık, B nüvesi tam iletken.

cü alternansta, kontrol sargısında indüklenen gerilimin bir kısmı  $R_c$  uçlarında düşecektir. B nüvesi uçlarında tam negatif volt - saniye elde edilmeyeceğinden nüve alternansın sonunda negatif yönde tam olarak doyuma gelemez. A nüvesi ise böylece pozitif yönde tam olarak doyuma gelmiş olur.

Bir sonraki alternansta, B nüvesi negatif yönde tam olarak doyuma gelmemiş olduğundan, alternans sona ermeden pozitif yönde tam olarak doyuma gelerek iletken hale geçer. Nüve, iletken hale gelmeden pozitif yönde doyum halinde bulunduğu anda, B nüvesi A nüvesinde negatif yönde doyuma ait volt - saniyeler indükler; indüklenen gerilimin bu kısmı yine  $R_c$  de harcanır. Ayrıca, B nüvesi alternans sona ermeden iletken hale gelerek A nüvesinin negatif yöndeki doyumunu daha çok sınırlar.

B nüvesi tamamen iletken hale geldiğinde  $R_c$  uçlarında bir çıkış gerilimi elde edilir. Bir sonraki alternans, A nüvesi hâlâ daha erken bir noktada tamamen iletken hale geldiğinden,  $R_c$  uçlarında

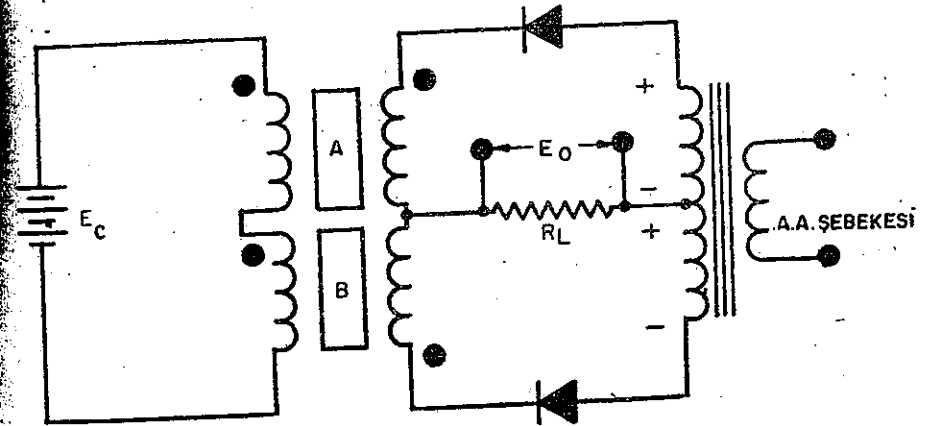
poleritede bir gelim meydana gelecektir. Çıkış gerilimindeki düşme,  $R_c$  uçlarında meydana gelen gerilim düşmesinden dolayı bir noktada durur.

$S_2$  anahtarı açılıp  $E_c$  gerilimi,  $R_c$  uçlarındaki gerilim düşümesini karşılayacak şekilde ayarlanırsa, çıkış gerilimindeki yükselme bir noktada kalır.

$R_c$  uçlarındaki gerilim düşmesini ortadan kaldıran  $E_c$  gerilimi değeri, çok az miktarda düşük olursa çıkış maksimum  $E_c$  bu gerilimden çok az yüksek olursa hiçbir çıkış elde edilemediğinden konusu devre kararsız bir devre olarak görülür. Bu ise, kare dalga geriliminde ideal bir eğrideki duruma uyar. Gerçek nüvelerde kararlılığı önleyen tutucu bir kuvvet mevcut olduğundan mıknatıslığı azaltmakta gerekenden daha fazla bir enerjiye ihtiyaç görülür. Kullanılan paralel devreden dolayı giriş sargılarındaki mıknatıslayıcı akım kontrol sargılarına da akseder. Doyuma gelebilen çift nüveli reaktörde, geçirgen halde bulunan nüve tam iletken duruma geçmediğinden çıkış gerilimi nasıl  $I_m R_L$  yerine  $2I_m R_L$  oluyorsa, burada da çıkış gerilimi minimum değerde bulunduğu için giriş sargılarındaki akıma bir akımın eklenmesi gerekir.

Maksimum çıkış değeri ise anlatılan diğer amplifikatörlerde olduğu gibi yine  $E_c$  ye eşittir.

Şekil 8-19 de, diyotlardan birinin yönü değiştirilmek ve besleme gerilimi orta uçlu bir transformatörden alınmak suretiyle



Şekil 8-19. D.A. Çıkışlı tam dalgalı Amplifikatör, A.A. Şebekesi.



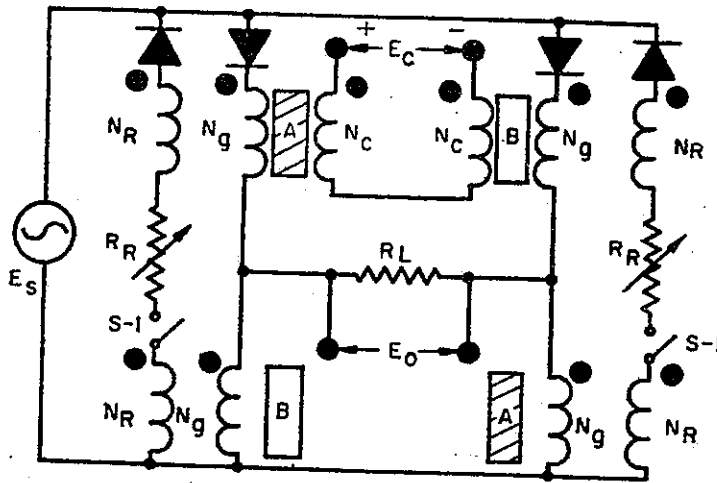
katörün çalışması Şekil 8-16 da verilenin aynı olup çıkışı, tam olarak redrese edilmiş D.A. dir.

Söz konusu basit amplifikatör, doyuma gelebilen reaktörün daha büyük bir kazanca sahiptir. Burada fazla olarak kontrol devresindeki İR gerilim düşmesini karşılamak üzere, kontrol güç kaynağından bir güç verilmesi gerekir. Beslenen bu gerilim, nüvelerinin pozitif ve negatif doyuma getirmeye yarar.

Bu devrenin en başta gelen sakıncası, kontrol sargılarının reaktörü değişik doyum derecelerinde kuple etmiş olmasıdır. Nüvelerden biri negatif yönde doyuma bulunurken diğer nüve pozitif yönde doyumdur. Pozitif yönde doyuma gelmenin kontrol devresinde indüklediği gerilim, negatif yöndeki doyuma etki yapar. Bu sebepten, amplifikatörün kontrol gerilimindeki değişmelere tam bir reaksiyon göstermesinden önce birçok sayıklık zaman geçebilir. Devre tek çıkışlıdır. Çıkış, D.A. kontrol gerilimlerine yalnız bir yönde reaksiyon gösterir ve ters çevrilemez. Bu ters çevrilmeme ve yavaş reaksiyon sakıncalarının önünde Lufey devresi kullanılarak geliştirilir.

#### Lufey Devresi

Fazı değiştirilebilir hızlı responslu bir çıkış elde etmek için Şekil 8-20 de görülen Lufey devresi kullanılabilir. Bunun çıkışı



Şekil 8-20. Lufey Devresi.

geriliminin yönüne bağlı olup, fazı değiştirilebilir yarım dalgalıdır.

Yarım dalgalı bu çıkış, büyük ölçüde bir esas bileşene sahiptir. Devre, fazla bir moment kaybı olmadan iki fazlı bir servo motoru kontrol etmek için tatmin edicidir. Burada D.A. bileşeni frekans olarak faydalı bir iş görür.

Şekil 8-20 de devre basitleştirilmiş ve genişletilmiş olarak çizilmiştir. Bu devrede A ve B olmak üzere yalnız iki nüve bulunmaktadır. Devrenin anlaşılmasını kolaylaştırmak için bunlardan her biri aynı yerde gösterilmiştir.

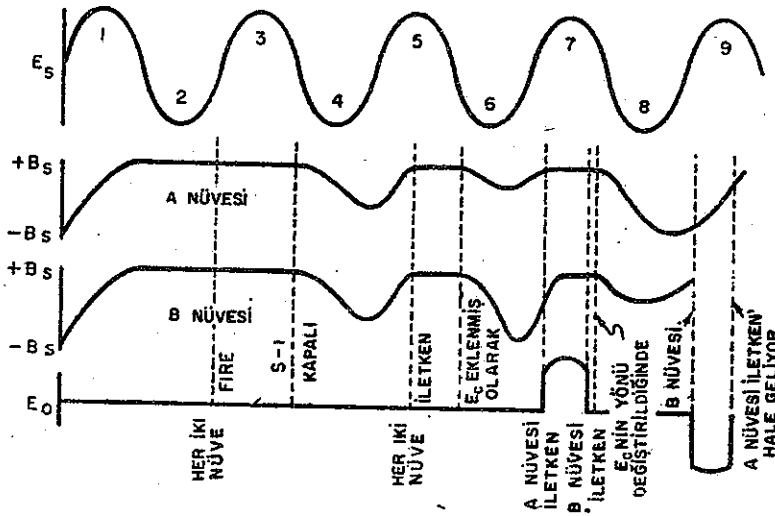
Bu devrede nüveyi negatif yönde doyuma getirmek maksadıyla Şekil 8-20 de gösterilen yeni bir sargı kullanılmıştır. Bu sargı, giriş sargısının nüveyi pozitif yönde doyuma getirerek yüke çıkış sağlamasını sağlar. Devreyi analize başlamak için, kontrol gerilimi  $E_o$  sıfır ve nüvelerin ikisine de negatif yönde doyuma getiren gerilim uygulanamaması için S-1 anahtarının açık olduğunda olduğunu varsayalım. İşe A ve B nüvelerinin ikisinin de tamamen doyuma gelmeden başlayalım. Es gerilimi alternansın sonunda A ve B nüvelerini tam doyuma getireceğinden hiçbir çıkış bulunmayacaktır. Bir sonraki alternansta  $N_c$  açık olarak kabul edildiğinde negatif yönde tam doyum olmayacak ve her iki nüve pozitif yönde tam doyum halinde kalacaktır. Her iki nüve üçüncü alternansın başında iletken hale gelecek fakat  $R_c$  nin her iki ucundaki gerilim birbirinin aynı olduğundan yine bir çıkış elde edilemeyecektir.

Üçüncü alternans esnasında S-1 anahtarının kapalı, negatif yönde doyumla getiren dirençlerin eşit değerinde ve her bobini dördüncü alternansın % 50 sinde negatif yönde doyuma getirecek değerde olduğunu kabul edelim. Nüvelerin ikisi de beşinci alternans boyunca iletken hale geçecek fakat  $R_c$  uçlarındaki gerilim gene aynı kaldığından çıkış elde edilemeyecektir.

Şimdi  $E_c$  kontrol geriliminin devreye gösterilen yönde uygulandığını kabul edelim. B nüvesinin işaretli ucu üzerindeki negatif gerilim B nüvesini negatif yönde doyuma getirmek için  $N_R$  ye yardım ederken, A nüvesinin işaretli ucu üzerindeki pozitif gerilim de A nüvesini negatif yönde doyuma getirmek için  $N_R$  ye karşı gelecektir. Bir sonraki alternansta A nüvesi pozitif doyuma gelerek B den önce iletken hale geçer ve A ile B nüvelerinin iletken hale geldikleri zaman aralığında  $R_c$  üzerinden sağdan sola doğru geçen akım, yük

direnci uçları arasında bir çıkış geriliminin elde edilmesine sebep olur. B nüvesi iletken hale geldiğinden bu çıkış, alternansın geri kalan kısmı için yine sıfıra düşer.

Alternans sona erdiğinde,  $E_c$  nin yönü değişecektir. Giriş geriliminin bir sonraki saykılında, B nüvesi A dan önce iletken hale gelecek  $R_l$  uçlarında ters yönde bir çıkış elde edilir. Şekil 8-12 de değişik saykılardaki çıkış gerilimleri ile nüve içerisindeki akış seviyeleri görülmektedir.  $E_c$  nin değişmesine tam reaksiyonun, A.A. besleme transformansının en çok bir tam saykılı içerisinde gösterilmiş olduğuna dikkat ediniz.

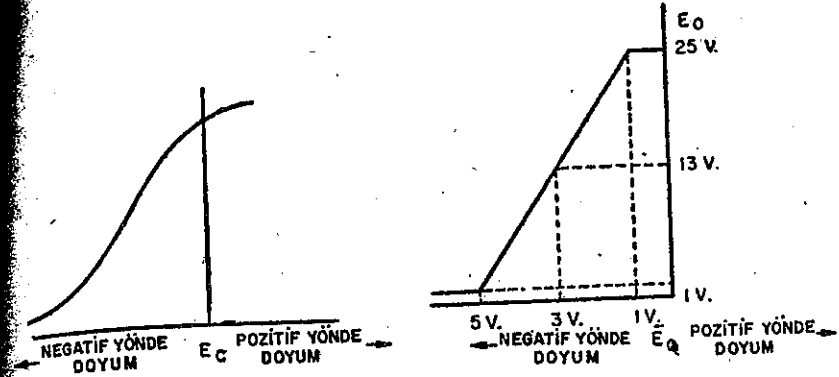


Şekil 8-21. Lufcy devresi dalga şekillerinin analizi.

### Kazanç, Polarma ve Geri Besleme

Kendi kendine doyuma gelebilen iki nüveli reaktöre ait Şekil 8-19 daki devrenin kontrol gerilimine göre çıkış gerilimi eğrisi, Şekil 8-22 de gösterilmiştir.

İncelemenin kolaylaşması için Şekil 8-22 ye değerler verilerek elde edilen ideal bir eğri Şekil 8-23 de gösterilmiştir. Ayrıca besleme olarak 25 voltluk bir D.A. gerilimi alınmış ve minimum bir gerilim çıkışı elde edileceği düşünülmüştür. Yükten mıknatıslayıcı bir akım geçtiğinden, çıkış minimum değerdedir. Kontrol sargularında, negatif yönde doyuma ait volt-saniye değeri olmadığından minimum çıkışı sıfıra getirecek bir kuvvet de bulunmaz.



Şekil 8-22. Negatif yönde doyum, Pozitif yönde doyum, Manyetik amplifikatör eğrisi, mütüel karakteristik.

Şekil 8-23. İdeal mütüel karakteristik eğrisi, Negatif yönde doyum, Pozitif yönde doyum.

Bu amplifikatörlerde, 1 voltluk kontrol gerilimi çıkışta hissedilir bir değişme yaratmaz. Negatif yönde doyuma götüren sinyalin 1 volttan fazla olması, çıkışı sınırlamaya başlar ve 5 volttan sonra nüveler negatif yönde doyuma geldiklerinden  $E_o$  çıkış geriliminde bundan sonra bir düşme olmaz.

Kontrol gerilimi - çıkış eğrisi, vakum lâmbasının yük çizgisi karakteristikleri ile mukayese edilebilir. Bu izah tarzı burada da kullanılabilir.

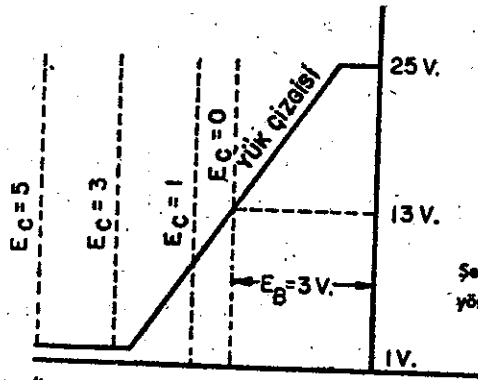
$E_c$  eksenini üzerindeki 1 ve 5 voltluk noktalardan yük çizgisine dikler çıkılarak bu diklerin yük çizgisini kestiği noktalardan  $E_c$  eksenine paraleller çizilirse; negatif yönde doyuma götüren 1 ve 5 voltluk gerilimlerin 4 voltluk bir  $E_c$  değişmesine tekabül ettiği ve bunun sonucu olarak çıkışta 24 voltluk bir gerilim değişmesi meydana geldiği görülür. Buna göre amplifikatörün kazancı:  $24/4 = 6$  olur.

Burada da yük çizgisi üzerinde bir çalışma noktası seçmek için, vakum lâmbalı amplifikatörlerde olduğu gibi sabit bir polarma uygulanır. Bu polarma, sabit bir D.A. kaynağına bağlanan bağımsız bir sargıdan elde edilir.

Nüveye uygulanan giriş, D.A. kontrol gerilimi ile polarma geriliminin toplamı olarak alınırsa, girişe göre çizilen çıkış eğrisinin sabit olduğu kabul edilebilir. Devrede polarma veya geri besleme varsa,  $E_c$ , kontrol gerilimi girişinden yalnız birini teşkil eder. Çıkış, bu gerilimlerin net etkileri ile sınırlı olduğundan, nüve bakımından bu

gerilimlerin nereden geldiği önemli değildir. Çünkü, nüve ne yönde tamamen doyuma gelmek veya bu yönde doyum önleyici çok volt-saniyelik enerji alır. Bu volt-saniyeler ister kontrol kağıdından, ister kontrol sargısı içerisindeki İR gerilim düşmesinden ya ek bir sargıdan alınmış olsun; çıkış gerilimi sabit kalır.

Negatif sabit polarmanın durumu Şekil 8-24 de gösterilmiştir.

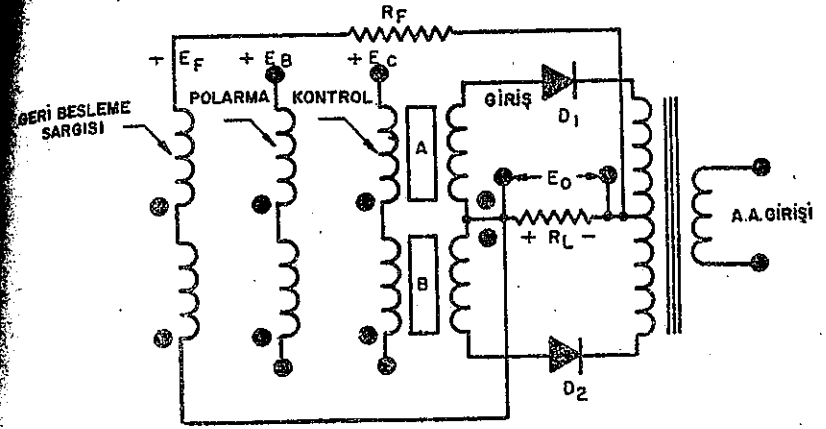


Şekil 8-24. Sabit polarma, Negatif yönde doyum, Yük çizgisi, Pozitif yönde doyum.

NEGATİF YÖNDE DOYUM  $E_C$  POZİTİF YÖNDE DOYUM  
NEGATİF YÖNDE DOYUM  $E_2$  POZİTİF YÖNDE DOYUM

Uygulanan  $E_B$  voltluk sabit polarmanın etkisi ile  $E_C = 0$  eksenini, görüldüğü gibi sola doğru kayar. Nüveye uygulanan D.A. gerilimlerinin toplamı olarak bilinen  $E_g$  eksenini ise, sabit olarak kalır. Kolay anlaşılması bakımından, devreye negatif yönde doyuma getiren 3 voltluk sabit bir polarma uygulanmıştır. Bu sebepten, belirli bir çıkış gerilimi elde etmek için negatif yönde doyuma getiren  $E_C$  değerinin 3 volt eksik olması gerekecektir. Polarma uygulanmadan önce  $E_C = 0$  iken çıkış gerilimi 25 volttu. Fakat söz konusu polarma uygulandıktan sonra  $E_C = 0$  için çıkış gerilimi 13 volt olacaktır. Yük çizgisi ve  $E_C$  doğrularının eğimleri değişmediğinden, doğrusal kısım içerisinde kalan küçük  $E_C$  değişimleri kazanç etkilemeyecektir.

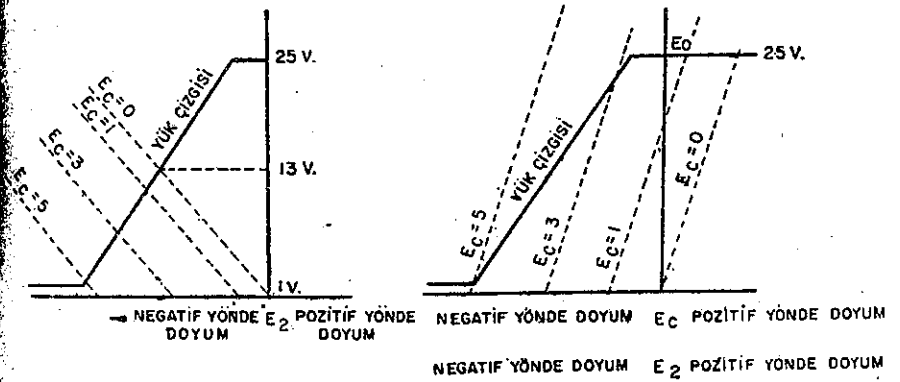
Geri besleme polarması aynı zamanda, devreyi stabilize etmek için de kullanılabilir. Şekil 8-25 de sabit ve geri besleme polarmasının her ikisi uygulanmış bulunan, D.A. çıkışlı doyuma gelebilecek tam dalgalı bir reaktörün şeması görülmektedir.



Şekil 8-25. Sabit ve negatif geri besleme uygulanmış D.A. çıkışlı tam dalgalı amplifikatör.

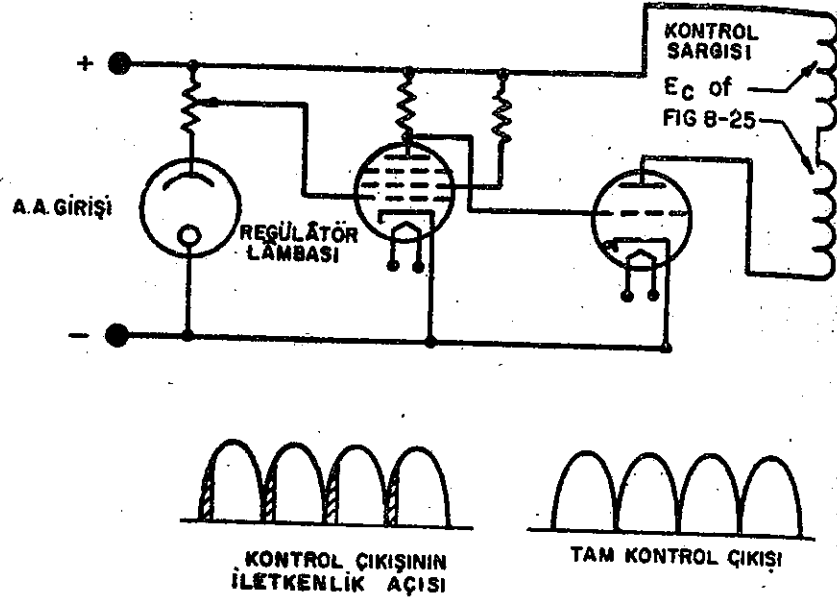
Şekil 8-26 da, negatif geri besleme polarmasının yalnız başına yaptığı etki görülmektedir.

Çıkış gerilimi yükseldiğinde nüveye, negatif yönde doyuma götüren daha fazla bir gerilim uygulanmış olur. Bu etki, bir lambanın anot karakteristiği üzerindeki  $E_C$  de olduğu gibi  $E_C$  doğrularının sola doğru yatıklaşmalarına sebep olur. Bu durumda 4 voltluk bir  $E_C$  değişmesi çıkışta, 12 voltluk bir gerilim verir ve kazanç yaklaşık olarak yarıya düşer.



Şekil 8-26. Negatif yönde doyum, Pozitif yönde doyum, Yük çizgisi,

Şekil 8-27. Pozitif geri besleme, Negatif yönde doyum, Pozitif yönde doyum, Yük çizgisi.



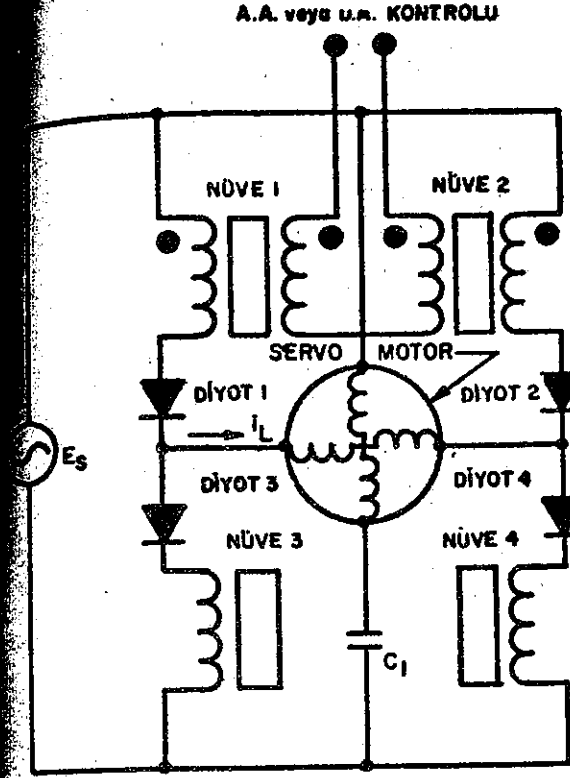
Şekil 8-28. Manyetik amplifikatöre alt gerilim regülasyon devresi, Kontrol çıkışının iletkenlik açısı, Tam kontrol çıkışı, D.A. Girişi, Regülâtör lâmbası, Kontrol sayısı.

Pozitif geri besleme, geri besleme sargısı üzerindeki polarite noktalarını ters çevirmek suretile de elde edilebilir. Kararlılıktaki bu azalma pahasına kazançta bir artma elde edilir ve Şekil 8-27 de görüldüğü gibi  $E_c$  doğrularının eğimi değişir.

Değeri 5 voltla 3 volt arasında değişen negatif yönde doyuma götüren 2 voltluk bir gerilim, çıkışta, kazancı iki katına çıkaran 24 voltluk bir değişme verecektir.

#### Manyetik Amplifikatör Devresine Ait Uygulama

Şekil 8-28 de regüle edilmemiş D.A. güç kaynağı kullanan bir manyetik amplifikatörün kontrol devresi görülmektedir. Bu devre Şekil 8-25 de verilen tam dalgalı manyetik amplifikatöre bağlanırsa iyi bir gerilim regülasyonu elde edilir ve tayatron kontrol devrelerinde kullanılan zaman kontrollu akıma benzer bir sonuç verir. Bununla beraber, bu cihazın çıkışı, tayatron devrelerinde olduğu gibi, lâmbaların akım sınırlarına bağlı değildir. Küçük amplifikatör lâmbaları,



Şekil 8-29. Yarım dalgalı manyetik servo amplifikatörün köprü devresi, A.A. yada D.A. kontrolü, Nüve 1., Nüve 2., Diyot 1, Diyot 2, Servo motor, Diyot 3, Diyot 4, Nüve 3, Nüve 4.

baları, transformatör çıkışındaki çok yüksek akım ve gerilimleri kontrol edebilir. Çıkıştaki bu büyük yük akımları,  $E_c$  kontrol bobinindeki küçük akım değişimleri tarafından kontrol edilir. Bunun için, bu sistem çıkış lâmbası büyük güçlü bir amplifikatör gibi iş görür. Bu devrenin sakıncalarından biri, yüksek frekans responslarının iyi olmamasıdır. Fakat, ekseri endüstriyel elektronik kontrol devrelerinde yavaş çalışmanın bir sakıncası yoktur.

Şekil 8-29 da yarım dalgalı bir manyetik servo amplifikatörün şematik diyagramı görülmektedir. Bu devre, esas olarak, çıkışı yönü değişebilen iki fazlı servo motora beslenen bir köprü devresidir. Ana bobinden geçen akımın yönü, uyarım sargılarında ki göre değiştirildiğinde, motorun devri de yön değiştirir. Bu durum, bazı tip servo mekanik cihazlar için çok önemlidir. Şekilde görüldüğü gibi, devredeki bütün nüveler aynı alternans esnasında beslenir ve iletken hale gelirler. Kontrol sinyali (1-4 veya 2-3) No. lu iki nüveyi yakla-

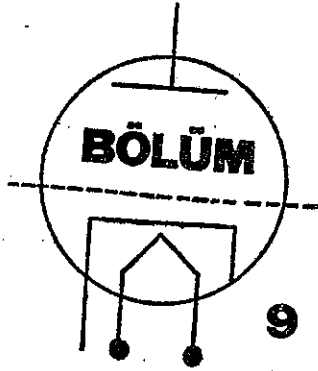
şık olarak alternansın orta kısmında simetrik bir şekilde doyuma getirir. Bu esnadaki polarma, alternansın ortasına göre nıve çiftine bağlı olduğundan yük akımı, alternansın ortasına nispeten  $90^\circ$  noktasında bir palstan ibarettir. Yük akımının faz değişimi, A.A. gerilim kaynağının bir alternansı ile bir sonraki alternansa tekabül eden zaman içerisinde yapılabildiğinden, bu devre yüksek hızla çalışma özelliğine sahiptir.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Manyetik amplifikatörlerin elektronik ve dinamo-elektrik amplifikatörlere göre şu üstünlükleri vardır :
  - a. Isıtma zamanına ihtiyaç olmadığından ani kullanımlar için hazır durumda bulunurlar.
  - b. Hareketli parçaları yoktur.
  - c. Sarsıntılara karşı çok dayanıklıdırlar.
  - d. Yüksek gerilimli D.A. kaynağına lüzum göstermezler.
- Sakıncaları ise :
  - a. Ancak düşük hızdaki çalışmalar için elverişlidirler.
  - b. Sıcaklık değişimleri çalışmayı etkiler.
  - c. Düşük frekanslarda çalışırlar.
- Bu tip amplifikatörlerde, manyetik direnci azaltmak ve B-H eğrisinin şeklini düzeltmek için dairesel nüveler kullanılır.
- Kontrol devresindeki geri beslemeyi ortadan kaldırmak için iki nüve kullanılır.
- Aynı manyetik amplifikatörden D.A. veya A.A. çıkışı elde edilebilir.
- Yüksek değerdeki güçler, küçük kontrol sinyalleri ile kontrol edilebilir.
- Pozitif ve negatif yönde doyuma getirme deyimlerinden ilki, nüve malzemesini pozitif doyum noktasına doğru götürmekte, ikincisi ise malzemeyi doyumdan çıkarmakta kullanılır.

#### TEKRARLAMA SORULARI

- Manyetik amplifikatörlerin, bilinen lâmbalı amplifikatörlere göre dört üstünlüğünü yazınız.
- Manyetik amplifikatörlerin, lâmbalı amplifikatörlere göre iki sakıncasını açıklayınız.
- İndüklenmiş akım nedir ?
- Ekseri manyetik amplifikatörde bobinler niçin dairesel nüveler üzerine sarılır ?
- Akı yoğunluğu nedir ?
- Zorlayıcı kuvveti açıklayınız. Bunun değeri, hangi ölçü birimi ile ölçülür ?
- Şebeke gerilimi kesildiğinde bir transformatörün içerisinde ne gibi bir olay meydana gelir ?
- Bir nüve pozitif yönde doyuma gelirse ne olur ?
- «Giriş» sargısı nedir ?
- Kontrol sargısı nedir ?
- Bir manyetik amplifikatörün kontrol sargısında niçin D.A. kullanılır ?
- Bir nüve doyum durumundan nasıl çıkar ?
- Ramey devresinin kendi kendine doyuma gelebilen tek nüveli reaktöre göre üstünlükleri nelerdir ?
- Kendi kendine doyuma gelebilen reaktörlerin çalışmasını anlatınız ?
- Bir manyetik amplifikatörün D.A. güç besleme sisteminde, gerilim regülasyonu işini nasıl yaptığını açıklayınız ?
- Şekil 8-29 daki motorun devir yönü nasıl değiştirilir ?
- Yük çizgisinin, kontrol gerilimi-çıkış gerilimi eğrisi üzerine nasıl çizildiğini anlatınız ?
- Bir manyetik amplifikatörü vakum lâmbalı güç amplifikatörü ile mukayese ediniz.



9

## Transistörler

Transistör, 10 yıldan biraz daha fazla zamandanberi elektronik endüstrisinde büyük gelişmelere sebep olmuştur. Transistör ve diğer yarı iletken elemanların kullanılması, devre hesap ve tertibinin yeni metotların uygulanmasını, devre elemanlarının çok küçülmesini ve güvenilir devrelerin meydana getirilmesini mümkün kılmıştır. 1948 de Bell Laboratuvarlarından bir grupla birlikte araştırma yapmak üzere anlaşmaya varan William Shockley, çalışmaları sırasında galen ve silikon kristellerinden daha iyi deteksiyon yapma ile kalmayıp, belli bağlantılar için amplifikasyon ve osilasyon da yapabilen germanyum kristaline rastladı. Daha ileri gelişmelerden sonra, bir direncin uçlarına gerilim transferi sağlanmasından dolayı bu elemana transistör adı verilmiştir.

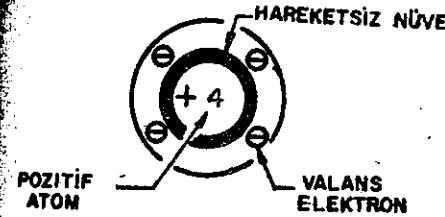
Bazı kristalli maddelerin elektriksel karakteristikleri, iletken ve yalıtkanlar arasında bulunduğundan, bu maddelere yarı iletkenler adı verilmiştir. Yarı iletkenler normal şartlar altında hem iletken hem de yalıtkanların elektriksel karakteristiklerini gösterirler. Yarı iletkenler arasında bu özelliği taşıyan; bakır sülfat, germanyum, kadmimiyum sülfat, bakır oksit, kurşun sülfat, silikon ve silikon karbidi (karborandum) elektronik endüstrisinde geniş ölçüde kullanılır.

### Transistörün Esasları

Transistörlerin çalışması, elektriksel iletkenliği, en yüksek olan metaller ile en düşük iletkenliğe sahip yalıtkanlar arasında bulunan ve yarı iletken adı verilen katı cismin özelliklerine bağlıdır. Transistör yapımında en çok kullanılan yarı iletkenler germanyum ve silikonudur. Bir yarı iletkenin dış yörüngesinde bulunan (valans) elek-

tronlar atomlarına, ne bir yalıtkandaki kadar sıkı, ne de bir iletkenindeki kadar gevşek olarak bağlıdır. A grafiğinde iletken, yarı iletken ve yalıtkan bölgelerde bulunan değişik maddelerin nisbi dirençlerini gösterilmiştir.

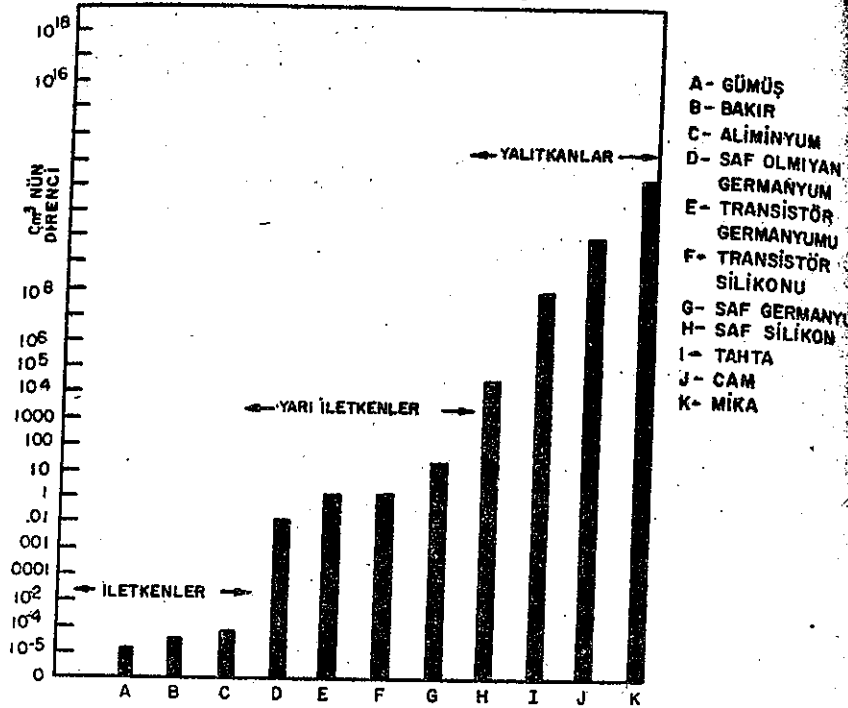
Transistör fiziği bakımından bir germanyum veya silikon atomu, çekirdeği pozitif dört elektron birimle yüklü ve bunun etrafında dört valans elektronla kuşatılmış olarak alınacaktır. Germanyum atomu, 32 pozitif elektron birimle şarjlı bir çekirdek ve buna sıkı olarak bağlı 28 elektrondan teşekkül eder. Bu elektronlar çekirdek tarafından sıkı olarak tutulduklarından, kimyasal reaksiyonlara girmezler. Şekil 9-1 de görülen dış yörüngedeki dört elektron, atoma dışarıdan bir enerji verilirse kimyasal reaksiyonlara girerler ve bir atomdan diğerine yer değiştirirler.



Şekil 9-1. Bir silikon yada Germanyum atomunun pozitif nüvesi ve dört valans elektronu, Pozitif atom, Hareketsiz nüve, Valans elektron.

Bir kristalde bulunan atomlar, kafes şeklinde ve muntazam bir sıra halinde dizilirler. Ve düzgün dört köşelinin her köşesinde bir atom bulunur. Bu atom yapısı, kolaylık olsun diye Şekil 9-2 de sembolik olarak iki boyutlu olarak gösterilmiştir. Bir germanyum veya silikon atomunun her valans elektronu tarafından komşu atomlar arasında meydana getirilen bağlayıcı kuvvet, germanyum veya silikon atomuna ait her valans elektronunun kendisine en yakın dört komşu atom arasında bölüşülmesiyle meydana gelir. Elektron çifti arasındaki bu bağ, Şekil 9-2 de her atomu kendi komşu atomlarına bağlayan hatlarla gösterilmiştir.

Saf germanyum veya silikona küçük bir miktar beş valans elektronlu katık madde eklendiğinde meydana gelecek durum Şekil 9-3 de gösterilmiştir. Bu katık madde atomları, kristal yapısı içerisinde germanyum veya silikon atomlarından bazılarının yerini alırlar. Şekil beş valans elektronlu katık madde atomu, merkezde gösterilmiştir.



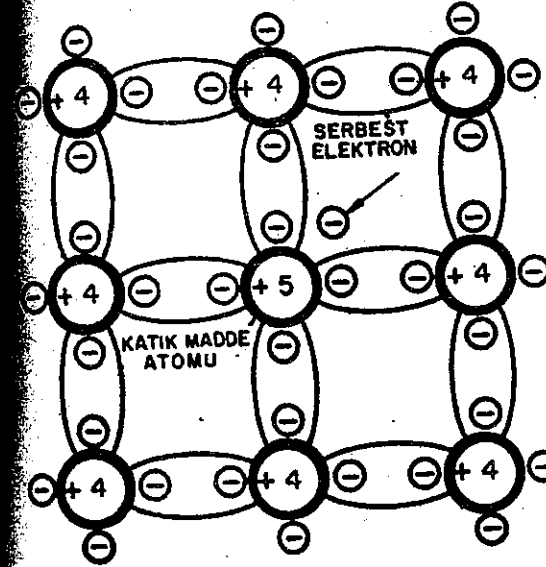
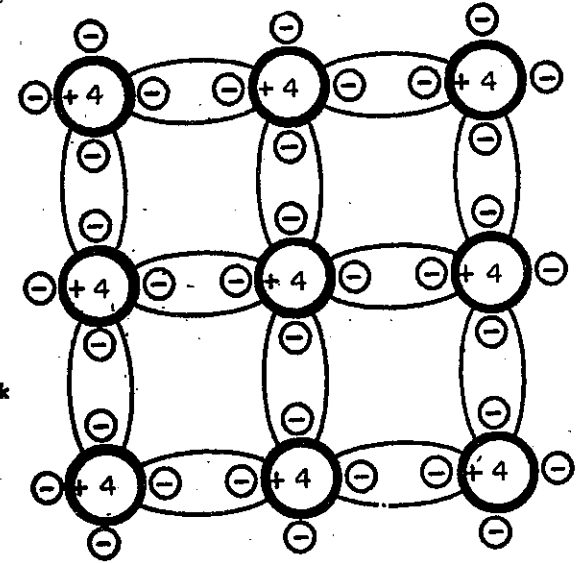
Grafik A  
En çok kullanılan maddelerin direnç Grafiği

Beş valans elektrondan dördü elektron çiftleri yolu ile atomlar arasındaki bağlantıyı teşkil ederken, beşinci elektron hiçbir yere bağlı olmadığından akım taşıyıcı olarak kullanılabilir. Bu iş için uygun beş valans elektronlu katık maddeler antimon, fosfor ve arseniktir. Çok miktarda negatif akım taşıyıcı elektron verebilen bu gibi katık maddelere donör yada N tipi katık maddeler adı verilir. Bu tip bir kristal ise N tipi yarı iletken olarak tanınır.

N tipi kristalin uçlarına bağlanan bir batarya, serbest elektronları pozitif gerilimli uca doğru iter. Kristal içerisinde ise pozitif uca doğru iter. Kristal içerisinde pozitif uca doğru ne zaman bir elektron akarsa kristale negatif gerilimli uçtan bir elektron girer. Böylece, kristal içerisinde devamlı bir elektron akışı sağlanmış olur.

Saf germanyum yada silikona bor, galium veya indium gibi üç valans elektronlu katık maddelerden birisi eklenecek olursa, elektron çifti bağlarından ancak üç tanesi teşekkül eder ve dördüncü bağ-

Şekil 9-2. Germanyumun atomik yapısının sembolik gösterilmesi.



Şekil 9-3. Bir iletkenlik elde etmek için saf maddeye beş valans elektronlu bir katık maddenin eklenmesi, Katık madde atomu, Serbest elektron.

daki elektron noksanlığından dolayı bir oyuk meydana gelir. Bu durum, Şekil 9-4 de gösterilmiştir. Oyuğun önemi, bunun serbest elektronlar gibi etkili bir şekilde elektrik taşıyıcısı olarak iş görmesinin-

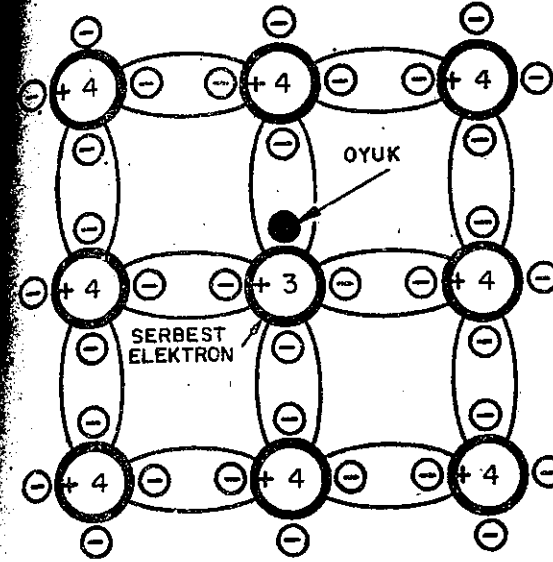
dendir. Bir oyuğun elektrik ileticisi olarak iş görmesi şöyle açıklanabilir: Atom yapısında elektron çifti bağlarından biri teşekkül etmezse, komşu atomların elektron çifti bağlarından birini terkederse herhangi bir elektronun gelip bu oyuğu doldurması gayet kolaydır.

Bir oyuğu doldurmak üzere elektron çifti bağını terkeden bir elektron, kendi yerinde bir oyuk bırakır. Bu sebepten, oyuğun elektrona göre zıt yönde hareket ettiği kabul edilir. Yeniden meydana gelen bu oyuk, diğer bir elektron çifti bağına ait elektron tarafından doldurulacağından oyuk, elektron hareketinin zıt yönünde bir kademede daha ilerlemiş olur. *Bu ise, bugüne kadar elektrik iletiminde serbest elektrondan istifade edilmeyen başka bir mekanizmadır.* Görüldüğü gibi, üç valans, elektronlu katık maddeler oyuklar yaratmak suretiyle elektronların kendi üzerlerine gelmesini sağladıklarından pozitif akım taşıyıcıları meydana getirmiş olurlar. Bunun sonucu olarak, bu gibi katık maddelere akseptör yada P tipi katık maddeler adı verilir. Bu tip bir kristale de P tipi yarı iletken denir.

P tipi kristalin uçları arasında bir bataryanın bağlanması, oyukların bataryanın negatif ucuna doğru hareket etmelerine sebep olur. Oyuklardan biri bataryanın negatif ucuna yetiştiğinde bu oyuk bataryanın aynı ucundan çıkan bir elektron tarafından yok edilir. Aynı anda elektron çifti bağlarından ayrılan bir elektron pozitif uçtan içeri girer. Ayrılan bu elektronun meydana getirdiği yeni oyuk ise tekrar negatif uca doğru hareket eder.

Batarya böylece, kristal içerisinde devamlı olarak bir oyuk akışının meydana gelmesine sebep olur. Buraya kadar elektron akışı esas olarak alınmış ise de, oyuğun, kristalin pozitif ucundan negatif ucuna doğru hareket etmesi de, elektronun negatif uçtan pozitif uca doğru hareketinin aynı etkiyi meydana getirmektedir.

Yarı iletkenlerin iletkenliği konusunda kullanılan diğer iki terim de, azınlıktaki akım taşıyıcılar ile çoğunluktaki akım taşıyıcılarıdır. P tipi bir yarı iletkeninde çoğunluktaki akım taşıyıcı, oyuk ve azınlıktaki akım taşıyıcı ise elektrondur. N tipi yarı iletkenlerde ise durum bunun tam tersinedir. Yani, çoğunluktaki akım taşıyıcılar elektronlar ve azınlıktaki akım taşıyıcılar ise oyuklar tarafından meydana gelirler. Burada germanyum veya silikonun iletkenliğinin tespitinde donör ve akseptör atomlarının oynadığı önemli role dikkat edilmelidir. Her 100.000.000 germanyum atomuna karşılık bir



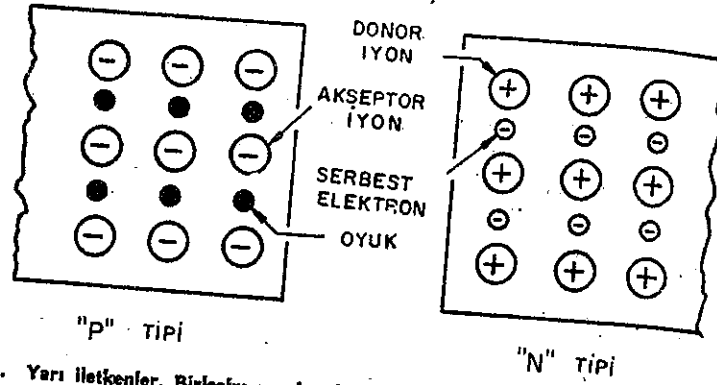
Şekil 9-4. Bir oyuk iletkenliği elde etmek için saf maddeye üç valans elektronlu bir katık maddenin eklenmesi, Katık madde atomu, Oyuk.

katık madde atomu eklenecek olursa, germanyumun iletkenliği 16 kere artar. Bu karışım germanyumun transistör işlerinde kullanılması için uygun bir değer teşkil eder. Her 10.000.000 germanyum atomuna karşılık bir katık madde atomu eklenecek olursa, iletkenlik 160 kere artar ki bu değer transistör işleri için çok yüksektir.

#### P-N Birleşimi

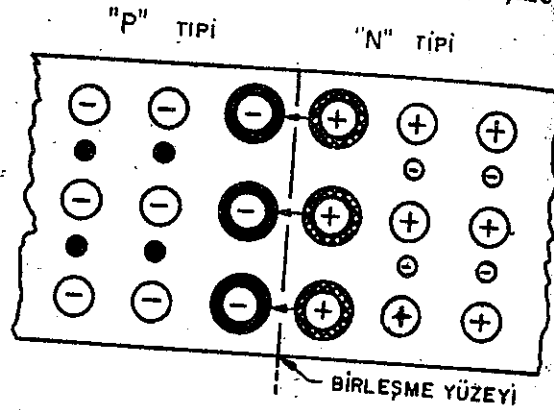
P tipi bir yarı iletkenle N tipi bir yarı iletken birleştirilirse, P-N birleşimi meydana getirilmiş olur. Bu birleşimi meydana getirmek için birçok yapım yolları vardır. Söz konusu birleşim yapma metodları genel olarak iki sınıfa ayrılabilir. Bunlardan ilki «çekme yolu ile birleşim» dir ki burada belli özellikteki katık madde kristalle çekme esnasında birleştirilir. Tek bir germanyum veya silikon kristalinin bir tarafına donör diğer tarafına akseptör katık maddelerini vermek suretiyle yapılan birleşim buna ait bir örnek olarak gösterilebilir. Diğer metotta ise, işleme tabi tutulan bir parça homojen kristal ikinci bir işlemle istenilen iletkenlik değerine getirilebilir. Eriterek birleştirme metodu buna ait tipik bir örnek olarak gösterilebilir. Burada birleşim, bu iş için gerekli küçük parçacıklar katık madde ile birlikte ısıtılarak sağlanır.





Şekil 9-5. Yarı iletkenler. Birleşim yapılmadan önce, Akseptör iyon, Oyuk, P tipi, Donör iyon, Serbest elektron, N tipi.

Elemanların değme yüzeyi etkisini daha açık olarak göstermek için, iki tipteki yarı iletken maddeler önce Şekil 9-5'de olduğu gibi ayrı ayrı gösterilmiştir. N tipi maddedeki (+) işaretleri



(A) DEĞME YÜZEYİNDEKİ PN BİRLEŞİM

(B) PN BİRLEŞİM YÜZEYLERİ ARASINDAKİ ŞARJ YOĞUNLUĞU

(C) PN BİRLEŞİM YÜZEYLERİ ARASINDAKİ GERİLİM

Şekil 9-6. Birleştirilmiş yarı iletkenler, «P» Tipi, «N» Tipi.

(A) Değme yüzeyindeki PN Birleşimi, (B) PN Birleşim yüzeyleri arasındaki şarj yoğunluğu, (C) PN Birleşim yüzeyleri arasındaki gerilim, Birleşme yüzeyi, Oyuk kaybı ile kazanılan elektronlar, Elektron kaybı ile kazanılan oyuklar.

ör iyonlarını ifade ederler. P maddesindeki «O» lar oyukları, «+» işaretler ise akseptör iyonlarını temsil ederler.

N tipi yarı iletkenin uçları arasındaki gerilim sıfır değerinde olduğundan net şarj da sıfır dır. Bu durum P tipi yarı iletken için de geçerlidir.

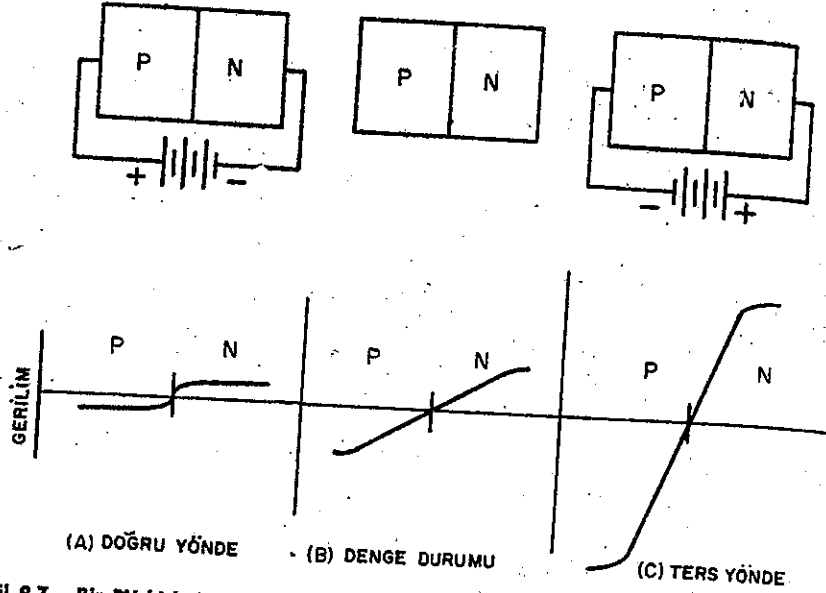
Bu iki yarı iletken Şekil 9-6 A'da görüldüğü gibi birleştirildiğinde, değme yüzeyleri arasındaki yoğunluk farkından dolayı değme yüzeyleri arasında ani bir şarj dağılımı meydana gelir. P tipi eleman içerisindeki oyuklar sağa ve N tipi eleman içerisindeki elektronlar sola doğru giderek dağılırlar. Bunun sonucu olarak değme yüzeyleri arasında bir elektrik alanı meydana gelir, bu alan yeteri kadar büyüdüğünde dağılmayı önler ve denge sağlanır.

Dengeli durumdaki şarj dağılımı Şekil 9-6 B'de gösterilmiştir. Değme noktasının hemen sol tarafındaki kısım, oyuk kaybedip elektron kazandığından bu bölgenin net şarjı negatif olmuştur. Değme noktasının sağ tarafı elektron kaybedip oyuk kazandığından bu bölgenin net şarjı da pozitifdir. Değme noktasının sağındaki pozitif şarjın artması bu kısmın potansiyelini yükseltirken, soldaki negatif şarj da bu kısmın potansiyelini azaltır. Bu ise, Şekil 9-5 c de görülen potansiyel farkını meydana getirir. Bu potansiyel farkı, oyukların P tipi maddeyi, elektronların ise N tipi yarı iletkeni terketmelerine mani olur. Denge sağlandığında bu gerilim farkının değeri, değme noktasının sıcaklığına bağlı olarak 0,1 ilâ 0,5 volt arasındadır.

PN birleşiminin en başta gelen elektriksel karakteristiği; akımın bir yönde geçmesine kolaylık, ters yönde geçmesine ise zorluk gösteren bir diyod teşkil etmesidir. Bu eleman çifti bir redresör gibi iş görür. PN diyoduna bir gerilim uygulanmadığında yani denge durumunda, değme yüzeyleri arasındaki engelleyici gerilim Şekil 9-6 C ve Şekil 9-7 de görüldüğü gibidir.

Diyoda, Şekil 9-7 C'de görüldüğü yönde bir gerilim uygulanacak olursa, engelleyici potansiyel enerjisinin seviyesi yükselir. Engelleyici potansiyel enerjideki bu seviye yükselmesi çoğunluktaki akım taşıyıcıların (P tipi maddedeki oyukların, N tipi maddedeki elektronların) akışını azaltır. Bunun sonucu olarak, eleman içerisinden geçen akım teorik olarak sıfırdır. Gerçekte, ısı enerjisi dolayısıyla kristalin yaydığı az sayıdaki oyuk-elektron çiftlerinden dolayı devreden

küçük bir akım geçer. Birleşme yüzeyi boyunca geliş güzel dolmakta olan azınlık akım taşıyıcıları (N tipi maddedeki oyuklar, P tipi maddedeki elektronlar) potansiyel enerji engelini aşarak demeye yüzeyini geçerler. İşte bunların meydana getirdiği küçük akım diyodun ters yöndeki akımı denir.



Şekil 9-7. Bir PN birleşimi arasındaki akım, Gerilim, Doğru yönde, Denge durumu, Ters yönde.

Şekil 9-7 A'da doğru yönde veya kolay yönde akım geçirmek için uygulanan bir dış gerilimin etkisi görülmektedir. Bu yöndeki bir gerilim, P tipi yarı iletkenin gerilimini artırırken N tipi elemanın gerilimini azaltır. Bu gerilim, yüzeyler arasındaki engelin seviyesini düşürüp çoğunluktaki akım taşıyıcıların birleşme yüzeylerine geçmelerini sağladığından devreden bir akım geçer. Geçen akımın değeri, uygulanan gerilimin engelleyici enerjisi azaltılmasına bağlıdır. Şekil 9-8 de bir P-N diyodundan elde edilen doğrultma karakteristik eğrisi görülmektedir. Ters yön deki akım ve gerilim ölçüklerinin değişik alındığına dikkat ediniz.

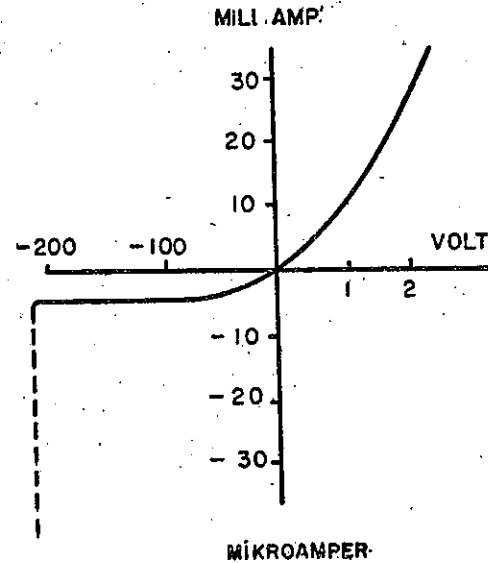
#### Transistörün Çalışması

Transistörler genel olarak, yüzey temaslı ve nokta temaslı olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Burada önce, yüzey temaslı transistörün çalışması ele alınacaktır. P-N diyodu nasıl iki uçlu bir yarı

iletken devre elemanı ise, transistör de yarı iletkenin geliştirilmiş olan üç uçlu bir devre elemanıdır. Transistör, katodu topraklı bir triot lâmba gibi çalışarak onun gibi kontrol ve amplifikasyon iş yapmaktan beraber birçok bakımlardan da ondan ayrılır. Örneğin transistörün giriş empedansı düşük, çıkış empedansı yüksektir. Vakum lambadaki durum bundan oldukça farklıdır. Transistörün bir giriş akımı ile, lâmba ise normal olarak bir kontrol gerilimiyle çalışır.

#### Yüzey Temaslı Transistör

Yüzey temaslı bir transistör, Şekil 9-9 da görüldüğü gibi yan yana getirilmiş üç tabaka yarı iletkeninden meydana gelir. Şekilde ortadaki N tipi yarı iletken tabakasının her iki yüzü P maddelerine bakan P-N-P tipi bir transistör görülmektedir. Beys adı verilen ortadaki kısmın kalınlığı diğer ölçülere göre çok ince olduğundan transistör, bir sandviçe benzer. Beys'in kalınlığı genellikle 0,025 milimetreden daha azdır. Bütün akım ve gerilim yönlerinin tersliği hariç, N-P-N tipi bir transistörün karakteristikleri P-N-P tipi transistörünkinine benzer. Kristalin diğer kısımlarında elektron kalmadığından Şekil 9-9 da görüldüğü gibi, her P-N birleşiminde teşekkül eden engelleyici potansiyel, ortadaki kısmın yani beysin oldukça yüksek

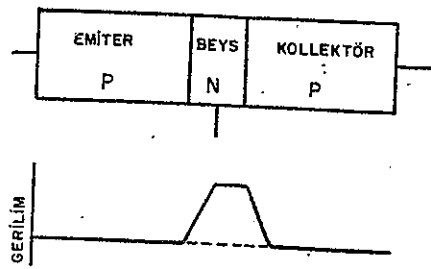


Şekil 9-8. P-N Birleşimli bir diyoda ait tipik doğrultma karakteristik eğrisi, Milliampere, Mikroamper, Volt.

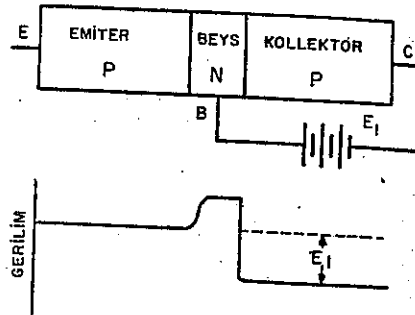
bir potansiyelde kalmasını sağlar. Bu birleşim noktası, P-N dundunda olduğu gibi incelenecek olursa, N tipi bölgedeki potansiyel yüksekliğinin sebebi kolayca anlaşılabilir.

Şimdi, bir bataryanın artı ucu transistörün orta kısmına ya beysine, eksi ucu da sağ taraftaki kollektör denene kısmına bağlanırsa; devreden çok küçük bir akımın geçtiği görülür. Uygulanan gerilim, engelleyici enerjinin seviyesini yükselttiğinden transistörün P-N diyodunun ters yönde polarize edilmesinde olduğu gibi çalışmaktadır. Şekil 9-10 da anlatılan şekilde polarize edilmiş bir transistör görülmektedir. Kollektör direnci genellikle 100.000 om daha fazla olduğundan ters yöndeki bu akımın değeri oldukça düşüktür.

Transistör kontrol özelliği ise, sol tarafta bulunan ve emiter adı verilen elektroda uygulanan küçük bir pozitif gerilimin kollektör devresinde bir akım değişikliği yaratabilmesinden ileri gelmektedir. Emiter'e uygulanan küçük bir pozitif gerilimin, kollektördeki bir akım değişikliğine sebep olduğunu anlamak için Şekil 9-11'e bakınız.



Şekil 9-9. Yüzey teması bir PNP transistörü ve denge durumundaki potansiyel, Emitör, Kollektör, Gerilim.



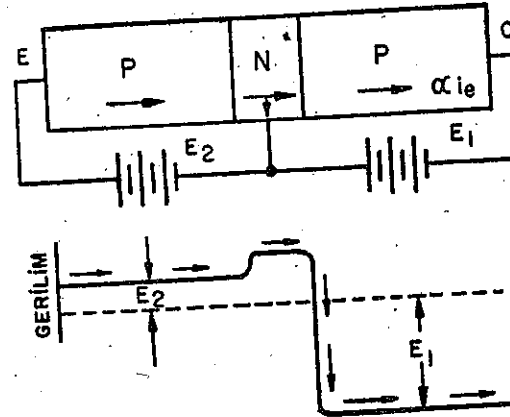
Şekil 9-10. Kollektörün negatif olarak polarize edilmesi engelleyicinin enerji, seviyesini, yükselttiğinden beys'ten elektron çekilemez. Emitör, Beys, Kollektör, Gerilim.

Emiter geriliminin Beys'e göre yükseltilmesi sol taraftaki engelleyici seviyesini azaltacağından; P tipi madde içerisindeki oyuklar emiterden beys'e doğru akarlar. Emiter doğru yönde polarize edildiğinden, akımın oldukça yüksek, emiter direncinin ise 30 ilâ 1000 om gibi düşük bir değerinde bulunduğu gözönünde tutulma-

faydalı olacaktır. Beys'e geçen oyuklar ya beysin B ucuna veya potansiyel engelini aşarak kollektör ucuna doğru giderler.

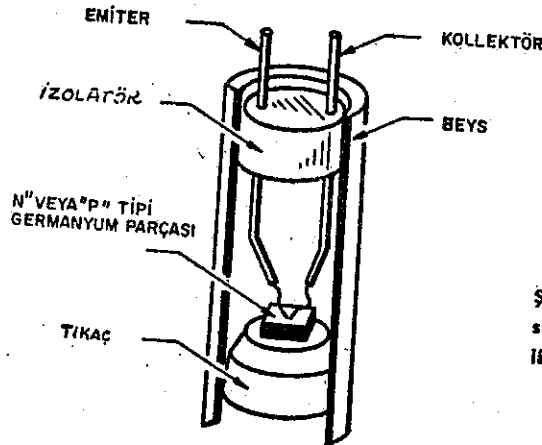
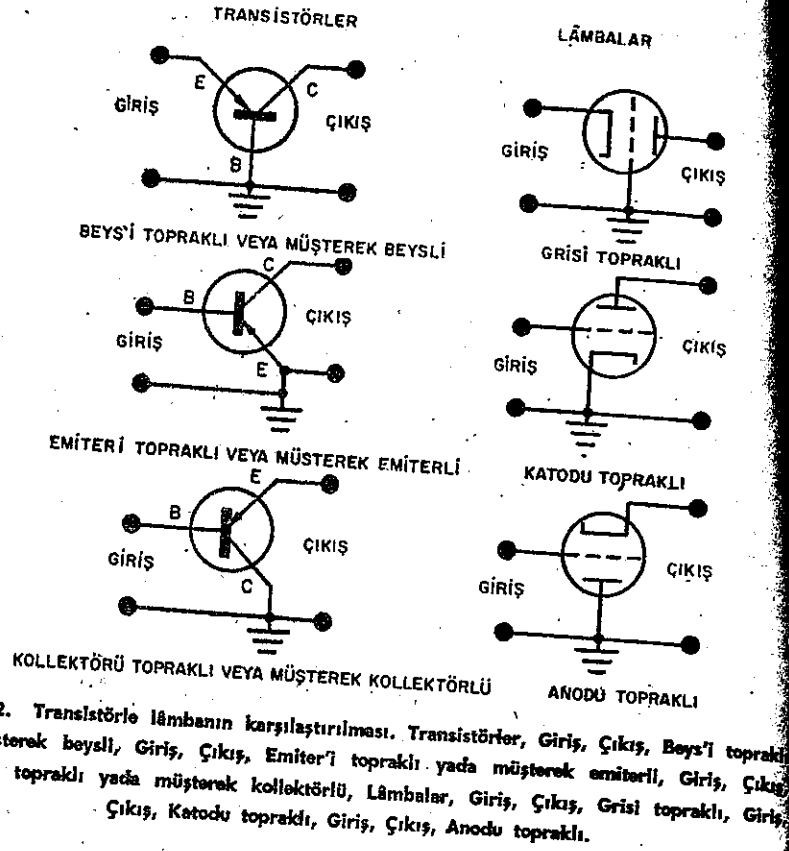
Kollektörle emiter arasında bulunan beysin ince bir tabaka halinde yapılmasının önemi şimdi daha iyi anlaşılabilir. Beysin kalınlığı diğer ölçülere göre çok ince yapılacak olursa emiterden geçen oyukların çoğu beys yüzeyi boyunca dağılarak kollektöre yetmezler. Kollektör akımı yaklaşık olarak emiter akımına eşit olduğundan, beys akımı bunlara oranla oldukça küçüktür. Yüksek empedanslı kollektör devresindeki büyük değerdeki akım, küçük empedanslı emiter devresinde bulunan buna yakın değerdeki bir akım veya beys devresindeki çok daha küçük bir akımla kontrol edilebildiğinden böyle bir sistemden gerilim ve güç kazancı sağlanabilir. Burada, emiter bir lambanın katoduna, kollektör anoduna, beys ise grisine benzetilebilir.

Şekil 9-11 de  $\alpha_{ie}$  kollektör akımı görülmektedir.  $\alpha$  burada, emiter akımının kollektöre ulaşan kısmını ifade eder. Yüzey temaslı bir transistörde  $\alpha$  nın değeri 0,9 dan daha büyüktür fakat bu değer hiçbir zaman birden daha büyük olamaz. Emiter her zaman için giriş sinyalinin uygulandığı elektrot, kollektör ise çıkış sinyalinin alındığı elektrot olarak kullanılmaz.



Şekil 9-11. Beys, kendisine gelen oyuklardan müteşkil bir emiter akımının büyük engeli aşarak kollektöre geçmesine müsaade eder. Gerilim.

Bir transistör, tek katlı bir devreye üç usulden birine göre bağlanabilir. Şekil 9-12 de bu üç usul, lamba devresi ile karşılaştırılmak üzere gösterilmiştir.



Şekil 9-13. Nokta temaslı bir transistörün kesiti, Emiter, Kollektör İzolatör, Beys, «N» yada «P» tipi Germanyum parçası, Tıkaç.

### Nokta Temaslı Transistör

Nokta temaslı bir transistör, N veya P tipi bir germanyum yapıyla buna 0,05 milimetre aralıkta temas eden zıt tipte ince uçlu parça yarı iletken den meydana gelir. Şekil 9-13 de bunun yapıya ait basitleştirilmiş bir kroki kesit gösterilmiştir. Emiterler ve kollektörün birbirine çok yakın konmalarının sebebi, oyuklardan birinin N tipi maddede bulunan serbest elektronlarla birleşip bunun yok etmelerinin önüne geçmektir. Oyuk, elektron birleşimini minimum değere indirebilmek için emiterle kollektör arasındaki geçiyolu mümkün olduğu kadar kısa tutulur.

Nokta temaslı P tipi bir transistör, emiter ve kollektör batarya polaritelerinin ters oluşu hariç, N tipi transistör gibi çalışır. Nokta temaslı transistörün hayret verici tarafı, belli bir  $I_e$  emiter akımının, daha büyük değerinde bir  $\alpha I_e$  kollektör akımının geçmesine imkan vermesidir. Bunun için de nokta temaslı bir transistörün  $\alpha$  faktörü 1 den büyük olup 2,5 civarındadır. Bu değer, yüzey temaslı transistörün  $\alpha$  değerinden çok farklıdır.

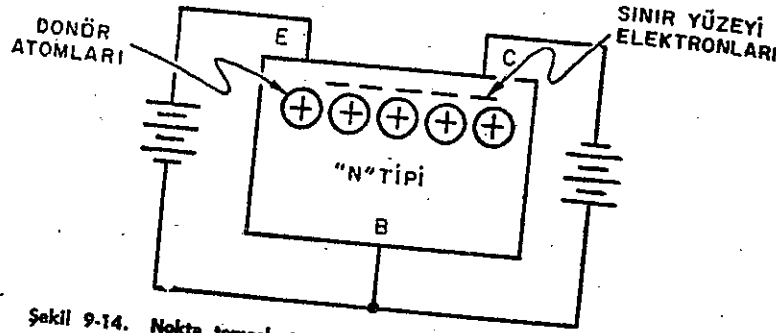
Bugün için nokta temaslı transistörler, yüzey temaslı tipler kadar kullanılmamaktadır. Bunun sebebi, yüzey temaslı transistörün daha kolay analiz edilebilmesi ve araştırmalara elverişli bulunmasıdır. Ayrıca, nokta temaslı transistörün devredeki kararlılığının sağlanması yüzey temaslıya göre daha zordur.

Nokta temaslı transistörden akım geçmesine ait esaslar Şekil 9-14 de gösterilmiştir. Fizikçiler, germanyumun yüzeyine dağılan elektronların geri dönüp germanyumun içine girme kabiliyetini kaybetmekle kalmayıp, bunların yüzeyi kaplıyan bir tabaka teşkil ettiklerini bulmuşlardır. Bu elektronlara bu olaydan dolayı sınır yüzeyi elektronları adı verilmiştir. Şekil 9-14 de görülen N tipi transistörde, bu yüzey sınırı elektronları potansiyel engelini teşkil etmek üzere, biraz aşağıda tabaka halinde bulunan donör atomları ile birleşirler.

Nokta temaslı transistördeki oyuk ve elektron akışını anlamak için Şekil 9-14 de emiter değme noktasına yakın bulunan sınır yüzeyi elektronlarının pozitif emiter elektrodu tarafından derhal çekilmesi olduğuna dikkat ediniz. Ayrıca, emiter alan şiddetinin artırılmasıyla, emiter civarındaki atomların elektron çifti bağları çözülür ve ser-

best kalan elektronlar derhal emiter tarafından çekilirler. Bu elektronlar, emiterin akım taşıyıcılarıdır.

Kitleyi terkeden her elektron, arkasında bir oyuk bırakır. Bu oyuklar, kolektöre enjekte edilir. Bu oyuklar, kolektörde negatif gerilim bulunduğundan derhal kolektöre doğru hareket ederler. Bu akım, sınır yüzeyi elektronlarının kolektöre elektrotuna da meydana getirdikleri potansiyel engeli tarafından sınırlanır.



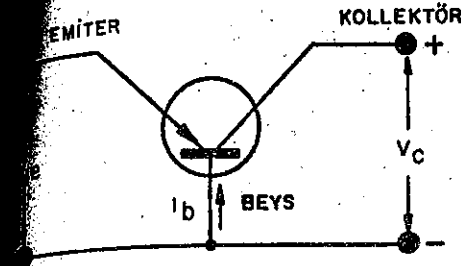
Şekil 9-14. Nokta temaslı transistörün çalışması. Donör atomları, n-tipi, Sınır yüzeyi elektronları.

Bununla beraber, kolektör bölgesine ulaşan oyuklar sınır yüzeyi elektronları ile birleşerek adı geçen potansiyel engelini etkisizleştirirler. Bu, kolektörden germanyuma fazla miktarda elektronun enjekte edilmesini mümkün kıldığından, kolektör akımı artar. Elektronlar kolektörden enjekte edilip emiter tarafından toplanacağından transistörden bir akım geçmiş olur.

#### Transistörlerin Karakteristik Eğrileri

Elektron lambasında olduğu gibi, transistörün akım ve gerilimleri arasındaki bağıntı da statik karakteristiklerle gösterilebilir. Şekil 9-15 de transistörlerde genellikle kullanılan sembol ve işaretler gösterilmiştir. Bu semboller tablo I'de ayrıca çizelge halinde verilmiştir.

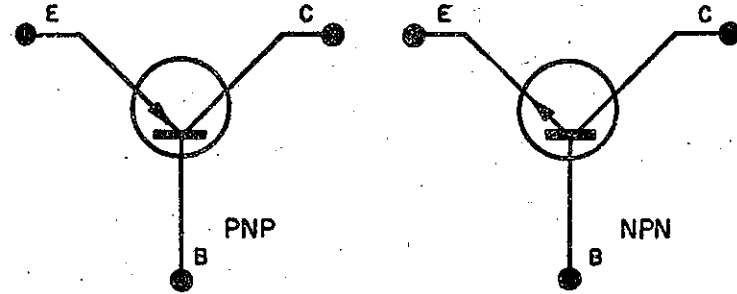
Şekil 9-16 daki semboller, bir P-N-P transistörünün N-P-N transistöründen nasıl ayırd edilebileceğini göstermektedir. P-N-P tipinde emiter okunun yönü içeri doğru iken, N-P-N tipinde bu okun yönü dışarı doğrudur.



Şekil 9-15. Sembolik olarak gösterilmesi, Emiter, Kollektör, Beys, Tablo I. Transistörlere ait semboller.

	A.A. ETKİN	A.A. ANİ	D.A.	TOPLAM
EMİTER AKIMI	$I_e$	$i_e$	$I_E$	$i_E$
KOLLEKTÖR AKIMI	$I_c$	$i_c$	$I_C$	$i_C$
BEYS AKIMI	$I_b$	$i_b$	$I_B$	$i_B$
KOLLEKTÖR GERİLİMİ (BEYS'E GÖRE)	$V_c$	$v_c$	$V_C$	$v_C$
EMİTER GERİLİMİ (BEYS'E GÖRE)	$V_e$	$v_e$	$V_E$	$v_E$

A.A. etkin, A.A. ani, D.A. toplam, Emiter akımı, Kollektör akımı, Beys akımı, Kollektör gerilimi (Beys'e göre), Emiter gerilimi (Beys'e göre).



Şekil 9-16. NPN ve PNP transistörlerini tanıtmaya yarayan semboller.

Transistörün pratik devrelerde kullanılabilmesi sınırlı bulunduğu hususların bilinmesini gerektirir. Transistör ilk olarak, taşıyacağı güç bakımından sınırlıdır. (bir transistörün maksimum güç değerleri imalatçılar tarafından verilir.) Bunların güçleri lambalara göre oldukça düşük ve çalışma, sıcaklıkları genellikle 50° C ilâ

60° C arasında tutulur. Germanyum ve silikon, sıcaklığa karşı hassas ve yüksek sıcaklıklarda kararsız olduklarından bunları oldukça düşük çevre sıcaklıklarında çalışmaları arzu edilir. Ayar çalışma alanları da uygulanabilecek maksimum kollektör gerilimi ile maksimum kollektör akımı değerleri ile sınırlanmıştır.

#### Minimum Çalışma Sınırları

Transistörlerin minimum çalışma sınırları pratik durumlarda kadar kritik değildir. Minimum kollektör gerilimi, karakteristiklerinin dirsek kısmı üzerinde ayarlandığından, kollektör gerilimi voltun 10 da bir kaçı değerine düşürülmeden bu noktaya erişilebilir. Yüzey temaslı transistörlerin çoğunda minimum kollektör akımı 100 mikroamperin üzerindedir. Minimum sınırların  $V_c = 0$  ve  $I_c = 0$  olarak kabul edilmesiyle yapılan hata miktarı, genellikle ihmal edilebilir.

### TRANSİSTÖRLERİN ÇEŞİTLİ KARAKTERİSTİKLERİ VE KULLANMA TEKNİĞİ

#### Transistörün Ömrü

Transistörün en göze çarpan özelliklerinden biri de ömrünün pratik olarak sonsuz uzunlukta olacağına ümit edilmesidir. Ömrünün uzun olması transistörün yapısında ve iletkenlik mekanizmasında eskiyip zayıflayacak bir kısmın bulunmamasından ileri gelmektedir. Transistör henüz çok yeni olduğundan, başlangıçtan bu güne kadar yapılan deneylerden elde edilen bilgiler, transistörün uzun ömürlü olacağını göstermektedir. Transistörün hatası normal olarak binlerce saatlik çalışmadan sonra yavaş yavaş meydana çıkmaktadır. SHOCKLEY tarafından yapılan ilk transistör 13 senedir devamlı olarak kullanıldığı halde hâlâ çalışmaktadır. Yalnız,  $I_{c0}$  sızıntı akımında bir miktar yükselme olmuştur. Sistemin kazanç ve veriminde bir düşme, distorsiyon miktarında ise dikkate değer bir artma olmuştur. Transistörün karakteristiğinde görülen diğer bir değişiklik de, çıkış direncinin tetrici olarak düşmesidir. Normal amplifikatör hesaplamalarında çıkış direnci, yük direncinin 20 ilâ 50 katı civarında alındığında  $R_o$  daki düşme,  $I_{c0}$  miktarındaki yükselme kadar önemli değildir. Transistörün durumunu anlamak için yapılacak en iyi kontrol, akım kazancının ölçülmesidir.

Yeni yapılan transistörlerde, emiter ve kollektör uçlarının kopması nadiren rastlandığından, transistörlerin normal şartlar altında çalışırken aniden arıza yapmaları söz konusu değildir. Böyle bir durumla karşılaşırsa, bunun fabrikasyon hatadan ileri geldiği kabul edilmelidir. Bugünkü imalat ve kalite kontrol tekniği, açık devre hatalarını pratik olarak ortadan kaldırmıştır. Buna mukabil, yüklenmenin sebep olduğu kısa devre arızalarına daha çok rastlanmaktadır. Transistörün taşıyacağı güç değeri aşırsa sıcaklığı ani olarak yükselir. Kollektör bölgesindeki katı madde bu artan sıcaklık etkisi ile beys kısmına dağılarak, beysle kollektör arasındaki değme yüzeyini harap eder. Transistördeki açık devre arızası çoğunlukla imalat hatasından, kısa devre arızası ise yanlış devre uygulamasından ileri gelir.

#### Transistörün Sağlamlığı

Yüzey temaslı transistörün nokta temaslı tipe göre olan sağlamlık üstünlüğü, bunların yapım detayları karşılaştırılarak anlaşılabilir. Nokta temaslı transistörde emiter ve kollektör elektrotlarının germanyum yüzeyi ile olan irtibatı nokta halinde iken; yüzey temaslı irtibat isminden de anlaşılacağı gibi yüzey teması halindedir.

Bugünkü transistörlerin çoğu hava sızdırmaz şekilde kapatılmışlardır. Birleşme yüzeyi, bu şekilde korunmazsa su buharı yada diğer maddelerle temas edip bozulabileceğinden transistörlerin hava sızdırmaz şekilde yapılmış olmaları çok önemlidir. Hava sızdırmaz şekilde yapılmamış transistörlerde yabancı madde temasının doyum akımı değerine olan etkisi bilhassa kayda değer. Meselâ, kuru hava içerisinde bulunan yüzey temaslı transistörün havası % 50 rutubetli hale getirilirse doyum akımı yüz kere yükselir.

Transistörün yapılan şok, vibrasyon ve sademe testlerine göre lambadan çok daha üstün olduğu anlaşılmıştır. Bununla beraber, arıza ile karşılaşmamak için transistörün dikkatli bir şekilde kullanılması daha iyi olur. Transistörün elektrot uçları genellikle karbon dirençlerin uçları gibi ince ve yumuşaktır. Bu sebepten, uçlar devamlı olarak eğilip bükülmemeli, ve 250 gramdan fazla bir kuvvetle çekilmemelidir.

#### Lehimleme Tekniği

Yüzey temaslı transistörlerin elektrot uçları çoğunlukla uzundur. Bu gibi transistörler devreye direkt olarak lehimlenebilirler.

Transistör, sıcaklığa karşı çok hassas olduğundan, uçların lehimlenmesi işi çok çabuk bir şekilde yapılmalıdır. Lehimlenecek uçların lehim noktası ile transistör arasındaki bir kısımdan sıcaklık dağıtıcı maşa yada kargaburunla tutulması daima faydalıdır. Bu iş krokodil ile de yapılabilir. Bu bile lehim yapılan noktadaki yüksek sıcaklık için bir dağıtıcı işi görür. Bu şartlar sağlanmadıkça, kısa uçlu transistörler devreye direkt olarak lehimlenmemelidir. Bunun önlemek için kısa uçlu transistörler için çeşitli tipte socketler yapılmıştır.

#### Sıcaklığın Etkileri

Transistörlerin montaj durumları, fiziksel konumları bakımından kritik olmadığından, bunlardan fazla sıcaklık yaymıyan birçoğu paket haline getirilebilir. Bununla beraber, transistör bulunduğu yerin sıcaklığına karşı duyarlılığı olduğundan, bunları lâmba ve güçlü dirençler gibi sıcaklığı fazla yerlere yakın koymaktan kaçınılmalıdır. Bu arada, kollektör güç değerinin geçilmemesine de dikkat edilmelidir. Maksimum kollektör güç sarfiyatı, genellikle belli bir sıcaklığa göre verilir. (Bu değer çoğunlukla 25° C civarındadır.) Çevre sıcaklığı bundan fazla ise, desipasyon değeri katalogta verileden aşağı bir değerde tutulmalıdır. Güç sarfiyatındaki bu azalma miktarı, çevre sıcaklığındaki sıcaklık artışının her 5° C için % 10 kadar olmalıdır.

Bir transistör maksimuma yakın şartlar altında çalışıyorsa bunun sıcaklık dağıtıcı bir pano yada şaseye monte edilmesi bir garanti sağlar. Bu şekilde yapılmış bir montaj geniş bir sıcaklık dağıtıcı yüzey meydana getirdiğinden, kollektör güç sarfiyatı daha yüksek seviyelerde tutulabilir. Bazı hallerde, böyle bir montajla transistörün güç disipasyonu % 25 den % 50 ye kadar yükseltilebilir.

#### Transistörlerin Ani Yükselmelere Karşı Korunması

Taşıyacağı yük sınırlı olmakla beraber, aşırı akım ve gerilim de transistörü bozabilir. Bu sebepten transistörün ani devre açılıp kapanmaları ve sinyal değişiklikleri tarafından meydana getirilen ani akım ve gerilim yükselmelerine karşı da korunması şarttır. Bu ani yükselme etkilerine, reaktif elemanların kapasiteleri tarafından

edilen enerjiden dolayı bilhassa osilatörlerde, IF katlarında ve yüksek frekans amplifikatörlerinde çok rastlanır. Birçok devrelerde bu etkiyi önlemek için bazı özel sınırlayıcı elemanlar kullanılır. Çalışan devreye bir transistör bağlanırken, daima önce beys bağlanmalıdır. Transistörü çalışan bir devreden çıkarırken de önce beys ucu sökülmelidir. Bu yapılmazsa, uygulanan polarmanın yanlışlıkla yön değiştirilir.

Transistörün bulunduğu 1948 yılından beri, amplifikatörlere çıkış gücü, gürültü oranı, sıcaklık kayması ve frekans responsu ilgili birçok engeller aşılmıştır. Hiç şüphesiz transistör ileride daha çok kullanılacak ve gelişecektir.

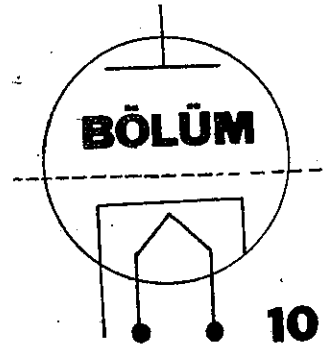
#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Transistör, bir dirençin uçlarından transfer edilmiş bir gerilimi ifade eder.
- Bir transistör, ne iyi bir iletken ne de iyi bir yalıtkandır.
- Saf germanyum yada silikona eklenen katık maddeler, esas maddede atom yapısı değişikliği meydana getirerek ya serbest elektron yada oyuk fazlalığı yaratırlar.
- Oyuğun önemi, içerisine komşu bir atomdan serbest elektron almak suretiyle elektrik taşıyıcısı olarak iş görmesindedir.
- P tipi bir yarı iletkende çoğunluktaki akım taşıyıcılar oyuk, azınluktaki akım taşıyıcılar ise elektronlardır.
- N tipi yarı iletkende ise, çoğunluktaki akım taşıyıcıları elektronlar ve çoğunluktaki akım taşıyıcıları da oyuklar teşkil eder.
- Yüzey temaslı bir transistör, tabaka halindeki üç yarı iletken sandviç haline getirilerek elde edilmiştir. Ortada bulunan beys kısmının kalınlığı diğer iki parçaya göre çok daha azdır.
- Transistörün kontrol özelliği, emitere uygulanan küçük bir gerilimin kollektörden akım geçmesine sebep olmasından ileri gelmektedir.
- Transistörler çalıştırılırken, kollektörün akım ve gerilim değerleri mutlaka imalatçının verdiği sınırlar içerisinde olmalıdır.
- Transistörlerdeki kısa devre genellikle, aşırı yüklenmenin meydana getirdiği sıcaklığın birleşme yüzeyini harap etmesinden ileri gelir.

- Bir transistörü devreye lehimlerken uçlarını aşırı derecede ısıtmaktan kaçınmalıdır.
- Bir transistörü çalışmakta olan bir devreye bağlarken, önce beysini söküp çıkarın. Transistörü böyle bir devreden çıkarırken de emiter beys sökülmalıdır.

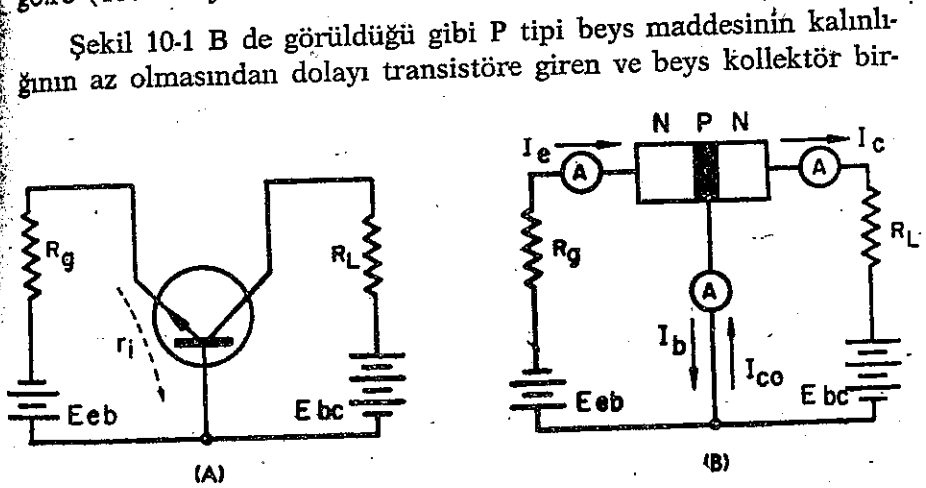
## TEKRARLAMA SORULARI

1. Bir yarı iletkenin özelliklerini anlatınız ve aşağıda verilen deyimleri tanımlayınız :
  - a) Valans elektronlar
  - b) Atomun kristal yapısı
  - c) Donör iyonlar
  - d) Akseptör iyonlar
2. İletken, yarı iletken ve yalıtkanın atom yapıları arasındaki farkı tanımlayınız.
3. Yarı iletken özelliği gösteren yedi maddenin isimlerini söyleyiniz.
4. Üç elektronlu olan üç katık maddenin isimlerini söyleyiniz.
5. Elektron ve oyuk akımları arasındaki fark nedir ?
6. P ve N tipi yarı iletkenler arasında ne gibi farklar vardır ?
7. Saf germanyum yada silikona katık maddeler ne maksatla eklenir ?
8. Transistör sembolündeki ok neyi ifade eder ?
9. Yüzey temaslı ve nokta temaslı transistörler arasındaki farkı açıklayınız.
10. Nokta temaslı transistörün sakıncası nedir ?
11. Sınır yüzeyi elektronu ne demektir ?
12. Transistörün sınırlı olduğu dört hususu açıklayınız.
13. Sıcaklığın yükselmesi bir transistörün çalışması üzerine ne gibi bir etki yapar ?
14. Sıcaklık dağıtıcı hangi mahsulla kullanılır ?
15. Bir transistörü voltmetre ile nasıl kontrol edeceğinizi anlatınız.
16.  $I_b$  ve  $I_c$  arasında ne fark vardır ?
17. Toplam emiter akımı hangi iki harfle ifade edilir ?
18. Polarizasyon yönünün ters çevrilmesi transistör üzerinde ne gibi etki yapar ?
19. N ve P tipi maddelerin çoğunluktaki akım taşıyıcıları nelerdir ?
20. Potansiyel engelli ne demektir ?
21. Bir transistörün maksimum kollektör akımını sınırlayan üç faktör hangileridir ?
22. Üç valans elektronlu ve beş valans elektronlu atomlar arasındaki fark nedir ?
23. Bir transistör devreye bağlanırken ne gibi koruyucu tedbirler alınmalıdır ?



## Transistörlü Amplifikatörler

Müşterek beysli bağlantı, transistörün bir amplifikatör katını oluşturan bir devreye çalışmasının kolay anlaşılması bakımından en iyi bağlantı şeklidir. Şekil 10-1.A ve B de müşterek beysli bağlantıya ait bir devre görülmektedir. Okla gösterilen transistörün emiteri ile beys arasında bulunan P-N birleşimi, doğru yönde polarize edilmiştir. Doğru yönde polarizasyon ile büyük değerde akım elde etmek için, oldukça küçük bir gerilime ihtiyaç vardır. Bu gerilimdeki küçük değişimler, emiter akım kaynağından emitere beslenen akımda büyük değişimler yaratır. Enerjinin verimli bir şekilde transfer edilebilmesi için kaynak empedansının yük empedansına eşit olması şarttır. Kaynak empedansı ( $R_g$ ) küçük değerde olduğundan giriş empedansında buna göre (100 om yada daha azdır.)



Şekil 10-1. NPN Tipi transistörle yapılmış müşterek beysli amplifikatör.



leşme yüzeyindeki kovalant bağı çözen çok sayıdaki bu elektronun emiter bataryası  $E_{eb}$  nin pozitif ucuna yakın bölgesinden kaçarak, yüksek gerilimli kollektör tarafından çekilirler.

Transistörler, Bölüm 9 da açıklandığı üzere, lâmbalar gibi gerilim duyarlı olmayıp akım duyarlıdır. Lâmbalarda amplifikasyon faktörü ne kadar önemli bir faktör ise, transistörlerde de doğru yöndeki akım kazancı  $h_{21}$  yada  $h_{fb}$  amplifikasyon değerini göstermesi bakımından o kadar önemlidir. Müşterek beysli bağlantı  $\alpha$  nın en büyük değeri 1'e yaklaşan ondalık bir sayıyı ifade eder.

Şekil 10-1 B ye göre,  $I_c = \alpha I_e$  ve  $I_b = I_e - \alpha I_e$  dir. Sıcaklığın engelleyici bölgesindeki kovalant elektronlar üzerine yapılmış etki ile beys kollektör birleşme yüzeyleri arasında meydana gelen ters yöndeki akım, şekilde  $I_{co}$  olarak gösterilmiştir. Bu  $I_{co}$  akımı normal beys akımı  $I_b$  ye göre ters yöndedir.

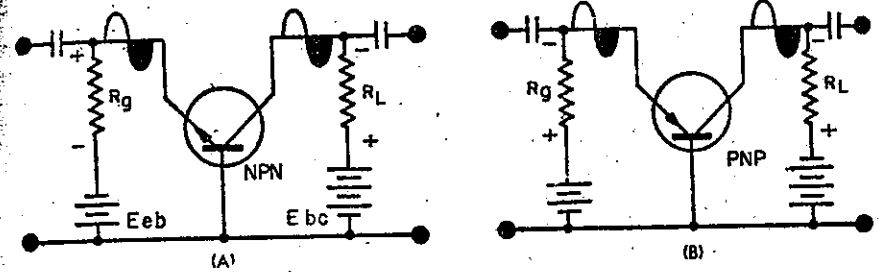
Buna göre, kollektör ve beys akımları için esas eşitlikler  $I_c = \alpha I_e + I_{co}$  ve  $I_b = I_e - \alpha I_e - I_{co}$  olarak yazılabilir. Madde içerisindeki  $I^2R$  kayıpları yada çevre sıcaklığı etkisi ile yükselen birleşme yüzeyi sıcaklığı önlenemezse artan değerle geçmeye devam edecek olan  $I_{co}$  akımı daha çok güç kaybı ile akımın daha da yükselmesine ve bunun sonucu olarak transistörün bozulmasına sebep olur. Bu etkiye, alabildiğine başıboş çalışma adı verilir.

Böyle bir transistörden elde edilebilecek akım kazancı, giriş ve çıkış arasındaki orandan dolayı hiçbir zaman 1'i geçemez. Giriş devresi, çok düşük bir direnç ve gerilime sahiptir. Çıkış devresi ise birleşme yüzeyindeki ters polarmadan dolayı çok yüksek değerlerde bir dirence (100 kom yada daha çok) sahip olduğundan daha yüksek bir gerilim kaynağına bağlanabilir.

Emiter ve kollektör akımları yaklaşık olarak birbirlerine eşit değerde olduklarından çıkıştaki ( $I_R$ ) gerilim düşmesi girişteki ( $I_R$ ) gerilim düşmesinden daha büyük olur. Bu bağlantı giriş ve çıkıştaki ( $I^2R$ ) güçleri için de doğrudur. Müşterek beysli bağlantıda çıkış akımı, giriş akımından biraz daha düşük olduğundan bu sistemden hem gerilim, hem de güç kazancı elde edilebilir.

Bu devredeki giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz bağlantıları Şekil 10-2 de gösterilmiştir. Şekil 10-2 A da ise NPN tipi transistörle yapılmış müşterek beysli devrenin şematik diyagramı görülmek-

tedir. Burada, giriş sinyali ilk (+) alternans boyunca doğru yönde normal polarizasyon ile zıt yönde bulunduğu için emiter akımı artar. Emiter akımı azalınca bulunan birlikte kollektör akımı da azalır. Giriş ve çıkış arasında daha az bir gerilim düşmesi meydana gelir. Bu az gerilim düşmesi ise kollektörü öncekine göre daha pozitif yapar. Giriş geriliminin negatif alternansında ise emiter akımının tersi bir olay meydana gelir. Buna göre, giriş ve çıkış aynı yönde demektir. Şekil 10-2 B de PNP transistörle yapılmış müşterek beysli bir devre şematik diyagram halinde gösterilmiştir. Devreye uygulanan giriş sinyali ilk (+) alternansı boyunca doğru yöndeki normal polarizasyona yardım edecek yönde bulunduğu için emiter akımı artacaktır. Artan emiter akımı ile birlikte kollektör akımı da artacaktır. Çünkü RL yükü uçlarındaki gerilim düşmesi de artar. RL uçları arasındaki artan bu gerilim düşmesi ise kollektörü öncekine göre daha çok negatif hale getirir. Giriş sinyalinin negatif alternansı esnasında bu olayın tersi meydana gelir. Burada da çıkış yine girişle aynı fazdadır.



Şekil 10-2. Müşterek beysli amplifikatörün Giriş ve Çıkış sinyalleri arasındaki bağlantı.

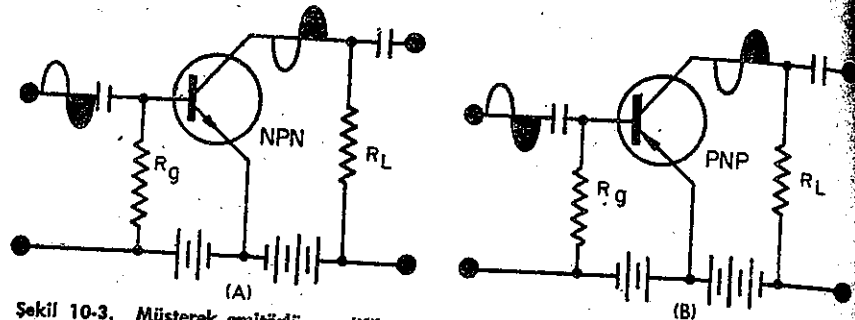
#### Müşterek Emiterli Amplifikatör

Müşterek emiterli amplifikatör, yüksek frekanslı ve empedans uygunlaştırıcı devreler hariç, transistörle teşkil edilen devrelerin verimi en yüksek olanıdır. Hemen bütün transistör uygulamalarının % 90 ilâ 95'inde bu tip devre kullanılır. Şekil 10-3 de müşterek emiterli devreye ait bağlantı ile giriş ve çıkış dalga şekilleri görülmektedir.

Şemada ilk göze çarpan husus, gerilimin elemanlar arasına gerekli yönde uygulanmış olmasıdır. Meselâ NPN (tipi transistörle yapılmış olan bu devrede beys geriliminin emitöre göre pozitif ol-

ması gibi. Kollektöre daha büyük bir pozitif gerilim uygulanırsa, kollektörü, beys ve emitörün her ikisine göre negatif duruma gelir. PNP transistöründe beys, emitöre göre negatif, kollektör beys ve emitörün her ikisine göre negatif durumda bulunur.

Müşterek emitörlü bağlantının, transistörle yapılan devrelerin verimliliği olmasının sebebi, giriş sinyalinin müşterek beysli sistemde emitere uygulanmasına karşılık burada, Beyse uygulanmasıdır. Müşterek beysli devrede görüldüğü üzere, emitere akımın çoğu kollektör tarafından çekildiğinden beys akımı çok küçük değerlerde bulunmaktaydı.



Şekil 10-3. Müşterek emitörlü amplifikatörün Giriş ve Çıkış sinyalleri arasındaki bağıntı.

Buna göre, müşterek emitörlü sistemde beyse uygulanan küçük bir sinyalin meydana getirdiği kollektör akımı değişikliğinin aynı müşterek beysli sistemde elde etmek için, emitör giriş devresine çok daha yüksek bir sinyal geriliminin uygulanması gerekir. Bu sebepten, müşterek emitörlü devreden, müşterek beysli devrede elde edilemeyen değerlerde bir akım kazancının sağlanması mümkün olur.

Daha önce çıkarılmış olan formüle göre :

$I_b = I_e - \alpha I_e - I_{co}$  idi.  $\alpha$  nın değeri 0,95 yada çoğunlukla olduğu gibi yüksekse,  $I_b$  nin değeri yaklaşık olarak,  $I_e$  nin 0,05 ine eşit olacaktır. Burada,  $I_{co}$  daha önce yapıldığı gibi dikkate alınmamıştır.  $I_b$  nin değeri  $I_e$  nin 0,05 ine eşitse beysteki 1 miliamperlik sinyal değişiminin kollektörde yarattığı etkiyi ancak, emitöre uygulanacak 20 miliamperlik bir sinyal gerilimi sağlayabilir. Müşterek emitörlü devrede akım kazancı  $\beta$  ile gösterilir. Buna göre girişten çıkışa kadar olan kazanç  $\beta = I_c/I_b = \alpha I_c/I_b = 0,95 \cdot 20/1 = 19$  olarak bulunur.

formüle katılırsa,  $I_{co}$  yükseldikçe akım kazancı da artar.  $I_{co}$  değeri sıcaklığa bağlıdır, sıcaklık yükseldikçe  $I_{co}$ 'da artar. Normal beys akımına eşit değere geldiği noktada, doğru akım kazancı sonsuza yükselir. Bunun sonucu olarak da devre yada başboş bir çalışma başlayabilir. Bu olay ileride, ayrı bir bölümde anlatılacaktır. Giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki bağıntısı Şekil 10-3 A da gösterilmiştir. NPN tipi bir transistörde, doğru yöndeki pozitif gerilimli bir polarlama emitörden kollektöre akımı yükseltir, beyse uygulanan negatif bir gerilim ise akım düşmesine sebep olur. Beyse uygulanan sinyalin pozitif alternansında emitörden kollektöre doğru daha büyük bir akım geçer. Değeri artan bu kollektör akımı,  $R_L$  yük direnci uçlarında daha büyük bir gerilim düşmesi yaratarak bataryadan kollektöre uygulanmış bulunan gerilimin pozitifliğini azaltır. Kollektör gerilimi böylece sükunet halinden daha çok negatife gittiğinden çıkışta negatif alternanslı bir sinyal elde edilir. Aynı şekilde, giriş sinyalinin negatif alternansı da doğru yöndeki polarlamayı azaltacağından emitörden kollektöre giden akım düşer. Bu düşük akım,  $R_L$  yük uçlarında az bir gerilim düşmesi yaratacağından kollektör geriliminde yaklaşık olarak bataryanın pozitif gerilimi bulunur ve çıkışta da pozitif alternanslı bir sinyal gerilimi alınır.

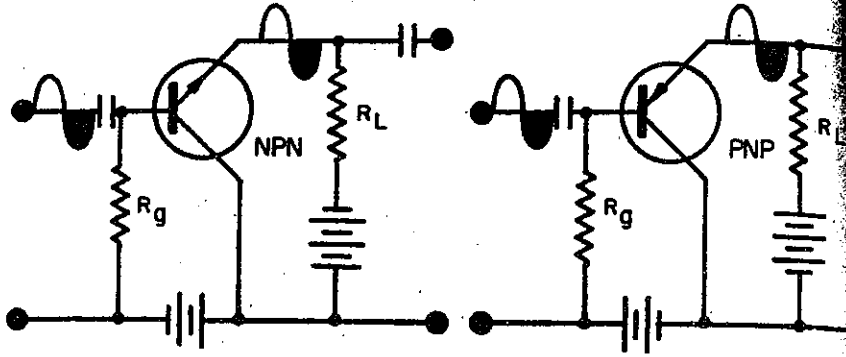
Şekil 10-3 B den görüleceği gibi, PNP tipi bir transistörden yukarıda söylenenlerin tamamen tersi bir sonuç alınır. Giriş sinyalinin pozitif alternansı esnasında, doğru yöndeki polarlama azalacağından, emitörden kollektöre giden akım azalır. Bunun sonucu olarak, yük direnci uçları arasındaki gerilim düşmesi azalacağından kollektör yaklaşık olarak uygulanan negatif batarya gerilimine düşer ve çıkışta negatif alternanslı bir sinyal elde edilir. Giriş geriliminin negatif alternansında ise, kollektör akımı dolayısıyla  $R_L$  uçları arasındaki gerilim düşmesi artacağından, çıkışta pozitif alternanslı bir sinyal alınır. Müşterek emitörlü sistemde hangi tip transistör kullanılırsa kullanılsın giriş ve çıkış sinyalleri birbirleriyle zıt fazda bulunurlar.

#### Müşterek Kollektörlü Amplifikatör

Müşterek kollektörlü yada emitör takipçi amplifikatör, lambalı devrelerde kullanılan müşterek anotlu yada katot takipçisi devresinin özelliklerini taşır ve aynı yerlerde kullanılır. Bu tip devrelerin

giriş empedansları yüksek, çıkış empedansları ise düşüktür. Bu bağlantı şekli en çok, güç besleme devresinin çıkış empedansını düşürmesine mani olmak üzere izolasyon maksadıyla veya yüksek empedanslı bir kaynaktan düşük empedanlı bir yükü besleyebilmek amacıyla empedans uygunlaştırıcı olarak kullanılır.

Şekil 10-4 de, müşterek kollektörlü devreyle buna ait giriş ve çıkış dalgaları gösterilmiştir.



Şekil 10-4. Müşterek kollektörlü amplifikatörün Giriş ve Çıkış Sinyalleri arasındaki bağlantı.

Burada da yine emiter, beys ve kollektör arasına gerekli değerde gerilimin doğru bir şekilde uygulanmış olmasına bilhassa dikkat edilmelidir. Müşterek kollektörlü devre ile müşterek emitörlü devre arasındaki en büyük fark, yükün bağlanmasındadır. Burada yük direnci emitör devresine bağlanır, besleme gerilimi ise direkt olarak kollektöre uygulanır.

Burada yine müşterek emitörlü devrede olduğu gibi giriş akımında meydana gelecek küçük bir değişiklik çıkış akımında müşterek beyslidekinden daha büyük bir değişime yaratır. Müşterek kollektörlü devreyi bir gerilim kaynağı ile sürerken beys gerilimi yükseldiğinden bununla birlikte emitör gerilimi de yükselir ve dolayısıyla  $R_L$  yükünden geçen akım da artar. Bundan dolayı, müşterek kollektörlü olarak bağlanmış bir transistörden gerilim kazancı sağlanması mümkün değildir. Bununla beraber, bu devreden müşterek emitörlü bağlantıda olduğu gibi akım kazancı sağlanabilir.

Müşterek kollektörlü devreye ait giriş ve çıkış dalgaları Şekil 10-4 de görülmektedir. NPN tipi transistörde giriş geriliminin pozitif alternansında emitörden kollektöre geçen akım değerinde

yükselme olur. Yükselen bu akım,  $R_L$  direnci uçlarındaki gerilim değerinin artmasına sebep olur. Yükün bir ucu toprağa bağlı olduğundan çıkış gerilimi yükselir. Uygulanan negatif bir gerilim ise, kollektör akımını, dolayısıyla direnç uçlarındaki gerilim düşmesini engellediğinden, giriş ve çıkış gerilimlerinin aynı fazda olmaları kenginden meydana çıkar.

PNP tipi transistörle yapılan devrede ise, giriş sinyalinin pozitif alternansı, transistörün yükten geçen akımını azaltacağından çıkışta az negatif yada çok pozitif olacaktır. Giriş sinyalinin negatif alternansı akımı arttırdığından çıkış daha çok negatif olur. Müşterek kollektörlü bağlantıda hangi tip transistör kullanılırsa kullanılsın giriş ve çıkış sinyalleri aynı fazda bulunurlar.

#### Amplifikatör Parametreleri

Transistörde girişle çıkış ve çıkışla giriş arasında belli bağlantılar vardır. Transistörü bir elektrik devresine aktif bir eleman olarak bağlayabilmek için bu bağlantıların bilinmesi gerekir. Bu işin yapılabilmesi için değişik yazarlar çeşitli metodlar ileri sürmüşlerdir. Fakat bu alandaki literatür ve transistör imalatçılarının verdiği bilgiler, en uygun metodun «h» parametreleri metodu olduğunu göstermektedir. Bu metod ayrıca, belli bir transistörden elde edilmiş değerlere göre, transistörün direkt olarak en kolay şekilde ölçülmesine imkân verdiği için seçilmiştir. «h» parametreleri terimi, Hybrid (melez) kelimesinden gelmektedir.

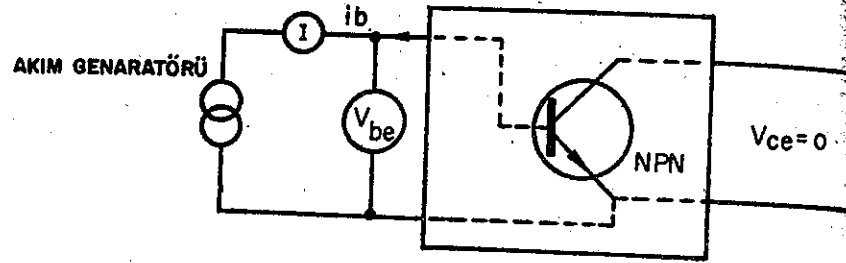
Devre bağlantı şekli ne olursa olsun, bir transistörün giriş devresi, çıkışından ayrılmış olarak düşünüldüğünde aynı transistöre, girişinden iki ve çıkışından da iki uç çıkan «kapalı bir kutu» gibi kabul edilebilir. Giriş ve çıkış devrelerinin şartlarındaki değişiklikler, giriş devresinde başka başka etkiler meydana getirir. Giriş devresine ait eşdeğer devrenin bir kısmı bu etkiler nazarı itibare alınmıyarak çizilir. Sonra, giriş ve çıkış devresi şartlarında yapılan değişikliğin, çıkış devresinde yaptığı etkiler, çıkış devresi eşdeğer devresinin bir kısmı olarak çizilir. Bu etkiler hassas bir şekilde tesbit edilirse, elde edilen bu değer transistör ileride hangi şartlar altında çalışırsa çalışsın uygulanabilir. Bu eşdeğer devreler, muhtelif şekildeki transistör bağlantıları için birbirine benzer olup yalnız deyim ve değerler değişik olabilir. En çok kullanılan bağlantı şekli müşterek emitörlü devre olduğundan, formüllerin çıkarılmasında

bu bağlantıdan faydalanılacak; müşterek beysli ve müşterek kolektörlü devrelere ait karşılıkları bu konunun sonunda tabloda verilecektir.

Giriş devresinin çıkış gerilimi ve giriş akımına bağlı bir çıkış gerilimi olan giriş gerilimi, formül olarak şöyle ifade edilebilir :

$$V_{g'riş}^1 = f_1 (i_{g'riş}, V_{ce'ıkis})$$

Eşdeğer giriş devresi eşitliklerini çıkarmak için bir devrede bu değişkenlerden biri sabit tutularak diğeri değiştirilir ; bir değişkenin giriş gerilimine yaptığı etki ölçülür. Sonra diğeri de sabit tutulmak suretiyle aynı işlem tekrarlanır ve bu etkiler bir araya eklenir.

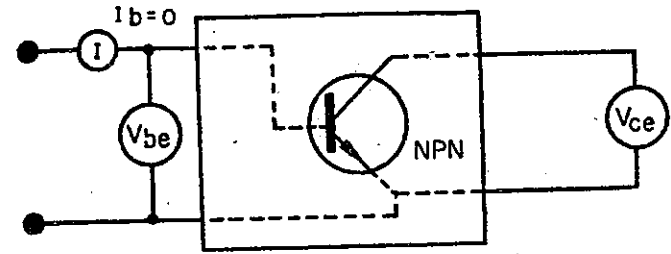


Şekil 10-5. Giriş akımı ( $h_{11}$ ) in, giriş gerilimine yaptığı etkiyi gösteren devre, Akım generatörü.

Şekil 10-5 de çıkış gerilimi sabit olarak tutulduğunda değişen giriş akımının giriş gerilimi üzerinde yaptığı etkinin incelenmesi görülmektedir. Söz konusu ölçü yapılırken, çıkışın uçları arasında bu durumda kollektörle toprak arasına düşük reaktanslı bir kondansatör bağlanır. Böylece, giriş akımı değiştirildiğinde, çıkış geriliminin sabit kalması sağlanmış olur.

Şekil 10-6 da ise, giriş akımı sabit olarak tutulduğunda değiştirilen çıkış geriliminin, giriş gerilimine olan etkisinin incelenmesi görülmektedir.

Bu ölçü, giriş akımının çıkış gerilimi değiştirildiğinde sabit kalmasını sağlamak üzere, giriş devresine seri olarak yüksek reaktanslı bir bobin bağlanarak yapılır. Çıkış devresinin, giriş akımı ve çıkış gerilimine bağlı değişkeni de çıkış akımıdır.

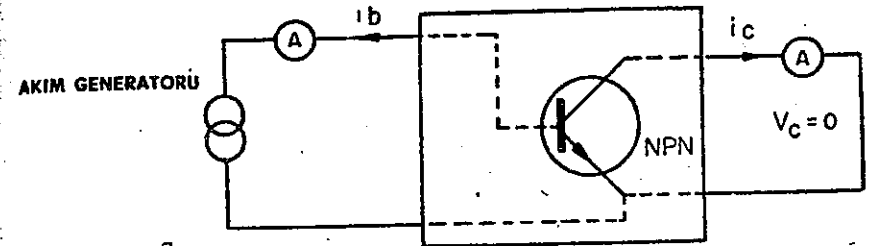


Şekil 10-6. Çıkış gerilimi ( $h_{12}$ ) nin, giriş gerilimine yaptığı etkiyi gösteren devre.

Çıkış devresi formül olarak şöyle ifade edilir :

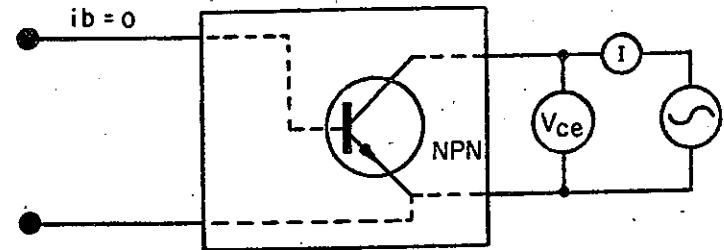
$$I_{cik} = f_2 (I_{gir}, V_{cik})$$

Burada da, bağımlı değişkeni, (fonksiyonu) bulmak için, bağımsız değişkenlerin çıkış akımına olan etkileri ayrı ayrı tesbit edildikten sonra birbirine eklenir.



Şekil 10-7. Giriş akımı ( $h_{21}$ ) in, çıkış akımına yaptığı etkiyi gösteren devre, Akım generatörü.

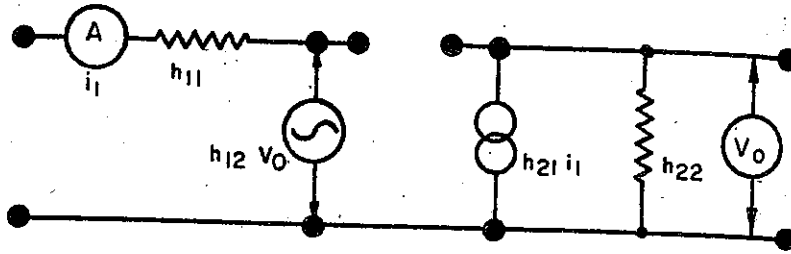
Şekil 10-7 de, değiştirilen giriş akımının çıkış akımı üzerinde yaptığı etkinin incelenmesi görülmektedir. Burada yine, çıkış gerilimini sıfır değerinde sabit tutmak için, çıkış devresi düşük reaktanslı bir kondansatörle şöntlenir.



Şekil 10-8. Çıkış gerilimi ( $h_{22}$ ) nin, çıkış akımına olan etkisini gösteren devre.

Şekil 10-8 de, giriş akımı sabit olarak tutulduğunda değişen çıkış geriliminin, çıkış akımı üzerindeki etkisinin incelenmektedir. Bu ölçüde yine, giriş akımını sabit olarak tutmak için, giriş devresine yüksek reaktanslı bir bobin seri olarak bağlandıktan sonra, değiştirilen çıkış geriliminin çıkış akımında yarattığı değişiklikleri kaydetmek suretiyle yapılır. Eşdeğer giriş ve çıkış devreleri, giriş ve çıkışa ait bağımlı değişkenler, giriş akımı ve çıkış geriliminin fonksiyonu olarak bulunduktan sonra kolaylıkla yazılır.

Şekil 10-9 da giriş ve çıkış eşdeğer devreleri ile eşitlikleri gösterilmiştir. Bu devre, transistör bağlantı devresinin olup yalnız parametrelerin değerleri değişmiştir.



Şekil 10-9. Giriş ve çıkış devrelerine ait eş değerleri.

Giriş devresindeki giriş gerilimi; genel olarak  $h_{11}$  ile, müşterek emiterli devrede  $h_{ie}$  ile gösterilen giriş direncinden ve çıkıştan geriye geri beslenen ters çıkış gerilimi tarafından etkilenir. Müşterek emiterli devrede, çıkış gerilimindeki değişimin giriş devresine geri beslenme oranı  $h_{12}$  yada  $h_{re}$  ile gösterilir.

Bu şekildeki göstermelerde genellikle ilk küçük harf yada ikinci büyük harf ekin altında kalan devreyi, ikinci işaret de etkileyen kaynak devreyi gösterir. Buna göre,  $h_{11}$ , giriş devresi tarafından etkilenen bir giriş devresi parametresidir. Aynı şekilde  $h_{12}$  de, çıkış devresi tarafından etkilenen bir giriş devresi parametresidir.

Özel parametrelerde, harf olarak kullanılan ilk işaret parametrenin ne olduğunu, ikinci harfli işaret ise devrenin bağlantı şeklini gösterir. Buna göre,  $h_{ie}$  müşterek emiterli bağlantıda giriş direncini,  $h_{ic}$  müşterek kollektörlü bağlantı şeklindeki giriş direncini,  $h_{ib}$  ise müşterek beysli bağlantıdaki direnci ifade ederler. Aynı şekilde

$h_{ie}$  ve  $h_{ic}$  de değişik bağlantı şekillerinin geriye beslenen ters beslenme oranlarını ifade ederler.

Şekil 10-9 da çıkış devresi, iletkenle şöntlenmiş bir sabit akım kaynağı ile ifade edilmiştir. Generatör akımı  $I_1$ , giriş akımının çıkış devresine aktarılma oranına yada giriş akımı kere doğru yönde çıkış akım kazancına eşittir. Müşterek emiterli bağlantıda, doğru yönde çıkış akım kazancı,  $h_{21}$   $i_{giris}$  veya  $h_{fe}$   $i_e$  olarak ifade edilir. Yine müşterek emiterli bağlantıda çıkışın geçirgenliği  $h_{22}$  yada  $h_{oe}$  ile ifade edilir.

$h$  parametreleri çoğunlukla transistör yapıcılar tarafından verilmekle beraber, bunların bir deneyle bulunması da gayet kolaydır. Bir transistörün giriş ve çıkışlarına olan etkiler; giriş ve çıkış gerilimleri ile akımları, kaynak ve yük gerilimleri ile empedanslar seri olarak bağlanmak suretiyle Ohm kanununa göre kolayca hesaplanabilir.

Aşağıdaki tabloda bir parametrenin diğerine nasıl çevrileceği gösterilmiştir.

Müşterek emiterli devrenin müşterek beysliye	Müşterek emiterli devrenin müşterek kollektörlüye	Müşterek beyslinin müşterek emiterliye
$h_{ib} = \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}}$	$h_{ic} = h_{ie}$	$h_{ie} = \frac{h_{ib}}{1 - h_{fb}}$
$h_{rb} = \frac{h_{ie} h_{oe}}{1 + h_{fe}} - h_{re}$	$h_{re} = 1 - h_{re} = I$	$h_{re} = \frac{h_{ib} h_{ob}}{1 - h_{fb}} - h_{rt}$
$h_{fb} = \frac{h_{fe}}{1 + h_{fe}}$	$h_{fe} = 1 - h_{fb}$	$h_{fe} = \frac{h_{fb}}{1 - fb}$
$h_{ob} = \frac{h_{oe}}{1 + h_{fe}}$	$h_{oc} = h_{oe}$	$h_{oe} = \frac{h_{ob}}{1 - h_{fb}}$

TABLO 2

$$\text{Giriş direnci } r_i = \frac{(h_{ie} h_{oe} h_{ie} - h_{ie} h_{re}) R_L}{1 + h_{oe} R_L}$$

$$\text{Gerilim kazancı } A_v = \frac{h_{fe} R_2}{(h_{ie} h_{oe} - h_{ie} h_{re}) R_L + h_{ie}}$$

$$\text{Dış Direnç } r_o = \frac{h_{ie} + R_G}{h_{oe} h_{ie} - h_{ie} h_{re} + h_{oe} R_G}$$

$$\text{Güç kazancı } G = \frac{(h_{fe})^2 R_L}{(h_{oe} R_L + 1) (h_{ie} h_{oe} - h_{ie} h_{re}) R_L + h_{ie}}$$

$$\text{Akım kazancı } A_i = \frac{h_{fe}}{h_{oe} R_L + 1}$$

Yukarıdaki formüller, müşterek emitörlü bağlantıya göre zımlıdır. Müşterek beysli yada müşterek kollektörlü bağlantılara ait direnç ve kazanç değerleri, aynı formüllerde kullanılan reye ait karşılıkları yerlerine konarak bulunur.

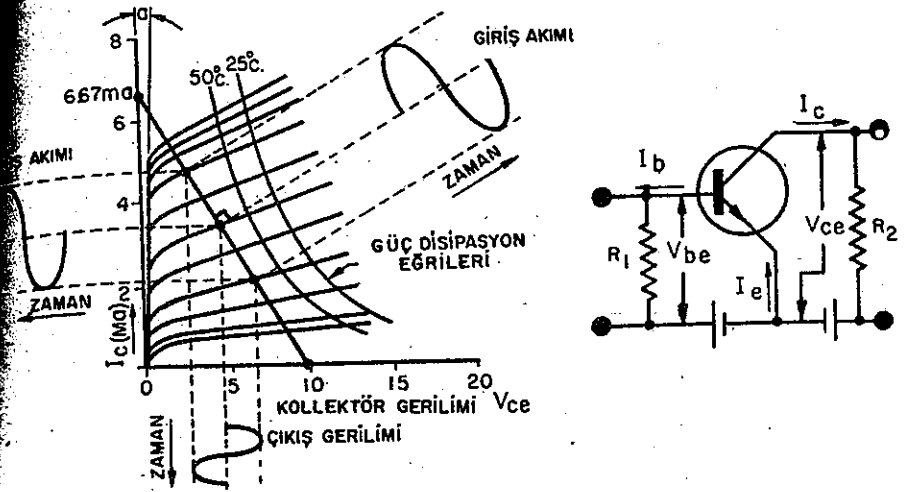
### TRANSİSTÖRÜN SINIRLI OLDUĞU HUSUSLAR

#### Karakteristik Eğriler Ve Yük Çizgisi

Bir transistörün karakteristik eğrileri, vakum lâmbalarında olduğu gibi bulunur. Bununla beraber, bu eğriler çoğunlukla ya sinyal trayser üzerinden ya da imalatçılar tarafından basılan broşürden elde edilir.

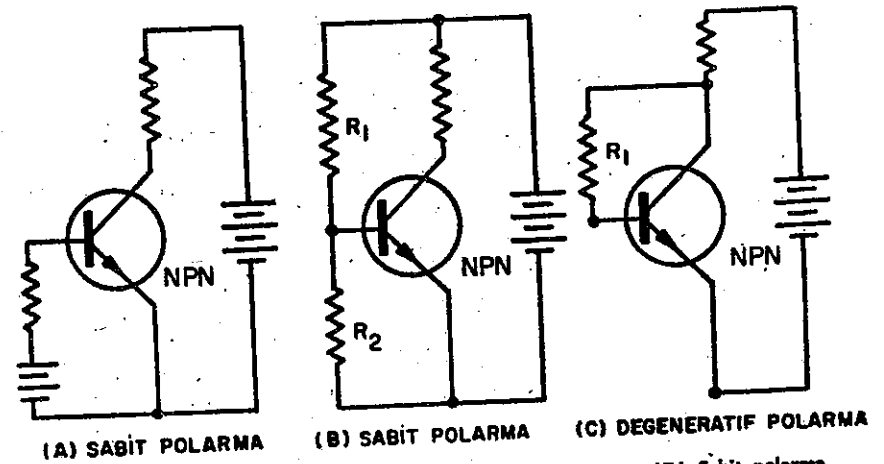
Transistörlü bir amplifikatörün kollektör besleme gerilimi 10 volt ve yük direncinin 1500 om olduğunu kabul edersek, en başta gelen işlem yük direncine ait yük çizgisini çizmektir. Bu iş için önce şekil 10-10 da görüldüğü gibi kollektör akımı eksenleri üzerindeki kesişme noktaları tesbit edilir.

Kollektör akımı sıfır olarak alındığında, kollektör gerilimi toplam besleme gerilimine eşit olacağından kesişme noktası 10 volt olacaktır. Kollektörün gerilimi sıfır olarak alınırsa besleme geriliminin toplamı yük direncinin uçları arasında düşeceğinden kollektör akımı  $I_c = I_c \text{ volt} \div 1500 \text{ om} = 6,67 \text{ mA}$  olur. Bu da bize yük çizgisinin diğer kesişme noktasını verir.



Şekil 10-10. Müşterek emitörlü amplifikatöre ait karakteristik eğriler ve yük çizgisi. Çıkış, akımı, Zaman, Zaman, Çıkış gerilimi, Kollektör gerilimi  $V_{ce}$  Güç disipasyon eğrileri, Zaman, Giriş akımı.

Bunların çalışma noktası ve çalışma sahası da lâmbalarda olduğu gibi tesbit edilir ve amplifikatörün giriş ve çıkış akımları ile çıkış gerilimi direkt olarak karakteristik eğrilerden okunabilir.



(A) SABİT POLARMA (B) SABİT POLARMA (C) DEGENERATİF POLARMA

Şekil 10-11. Değişik polarma bağlantıları, (A) Sabit polarma, (B) Sabit polarma, (C) Degeneratif polarma.

**Çalışma Polarması**

Bir transistörün çalışma polarması değişik birçok metotla elde edilebilir. En çok kullanılan bir metot şekil 10-11 de gösterilmiştir.

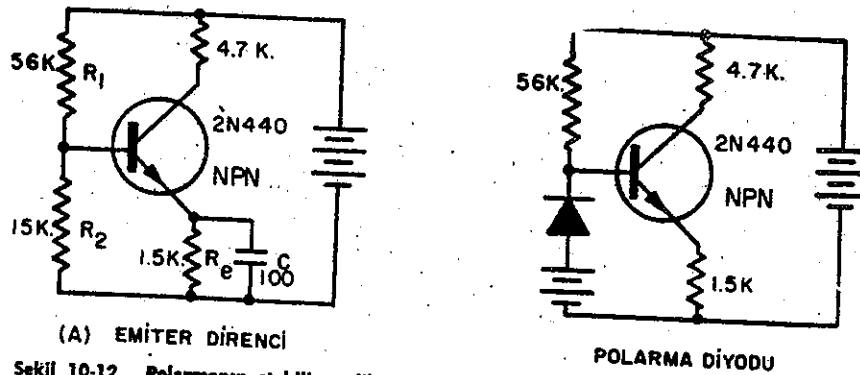
Şekil 10-11 A daki devrede, emtörle beys birleşme yüzeyini doğru yönde polarize etmek için dışarıdan ayrı bir gerilim kaynağı kullanılmıştır. Beys akımı ve karakteristik eğriler üzerindeki çalışma noktası, bu gerilim ile  $h$  parametrelerinde elde edilen giriş direncine göre tesbit edilir. Beys akımında bir değişiklik yaratabilmek için giriş sinyal gerilimine yük teşkil edecek bir dirence ihtiyaç vardır.

Şekil 10-11 B de, mevcut kollektör besleme geriliminden gerekli beys polarma gerilimini elde etmek için, gerilim bölücü devresi kullanılan sabit polarma bağlantısı görülmektedir. Elemanları ucuz ve hesaplanması kolay olduğundan bu tip bağlantı pek çok kullanılır.

Şekil 10-11 C de ise, polarma gerilimi, kollektör akımının devreden geçen değerine bağlı olan degeneratif polarma sistemi görülmektedir. Burada kollektör akımı yükselecek olursa, kollektör gerilimi ve dolayısıyla beys gerilimi de azalır.

**Transistörlü Amplifikatörlerin Stabilize Edilmesi**

Bir transistörün geniş sıcaklık değişimleri sınırları içerisinde güvenilir bir şekilde çalışması için, polarma gerilimi ve polarma akımının kararlı olması gerekir. Böyle olmakla beraber, beysle kollektör birleşme yüzeyindeki ters polarmadan dolayı geçen sızıntı akımı  $I_{co}$ , daha önce anlatıldığı gibi sıcaklıkla değişir. Kararlı bir



Şekil 10-12. Polarmanın stabilize edilmesi, (A) emiter direnci, (B) ters polarma diyodu.

çalışma durumunun elde edilebilmesi için, kompanse edici bir dış devrenin kullanılması şarttır. Şekil 10-12 de, polarma stabilize edilmesi için kullanılan iki metot gösterilmiştir.

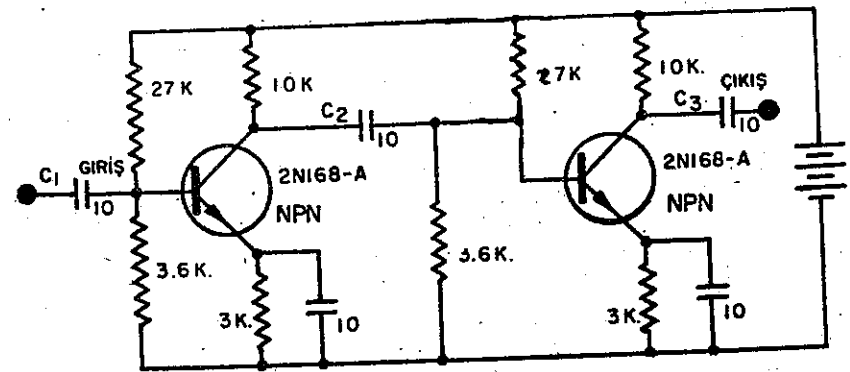
Şekil 10-12 A da ise, kararlı bir polarma sağlayabilmek için, bir emiter direnci kullanılmıştır. Burada,  $I_{co}$  da bir artış olursa, emiter akımı da yükselir. Bu direncin uçlarındaki artan gerilim düşmesi ise beysle emiter arasındaki doğru yöndeki polarmaya zıt yönde bulunacağından, çalışma noktasını daha aşağı bir değere getirmeye çalışacaktır. Kendi kendine ayarlama yapan bu metot, ucuz ve pratik olduğundan çok kullanılır. Sinyal akımını şaseye akıtıp sinyalin degenerasyon etkisini ortadan kaldırmak için, direncin uçları arasına bir baypas kondansatörü bağlanır.

Bu kondansatörün değeri, lambalı devrelerdeki katot baypas kondansatörlerinde olduğu gibi hesaplanır.

Şekil 10-12 B de, kararlı bir polarma elde etmek için bir diyotun kullanılması görülmektedir. Burada, diyot sızıntı akımının yaklaşık olarak transistör  $I_{co}$  akımına eşit olduğu kabul edilmiştir. Sıcaklık artacak olursa, gerilim bölücü tarafından beys üzerinde sağlanan polarma geriliminin değeri azalacağından transistörün çalışma noktası yine değişecektir.

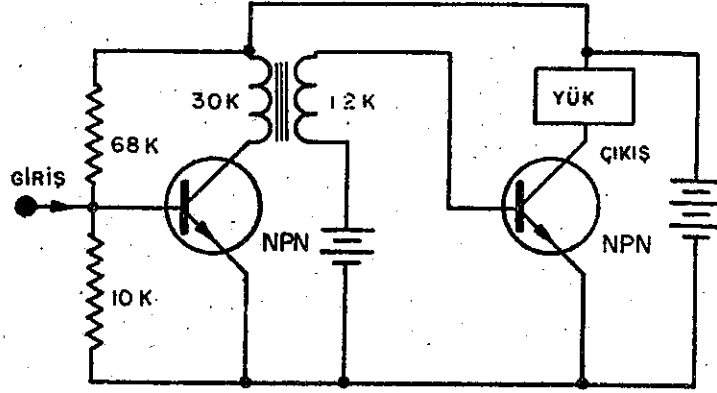
**Kuplaj Metotları**

Transistörlerde genel olarak, lambalardakine benzer kuplaj metotları kullanılır. Şekil 10-13 de, bilinen R-C kuplajı görülmektedir.



Şekil 10-13. Direnç kondansatör kuplajlı Amplifikatör, Giriş, Çıkış.

Kuplaj kondansatörü  $C_2$ , 10k om luk yük direncinin uçları arasında meydana gelen gerilimin. A.A. bileşeninin, ikinci katına geçmesini sağlar. Bu kuplaj kondansatörü aynı zamanda katın D.A. kollektör geriliminin ikinci kata geçerek bu katın polarizasyonunu değiştirmesini önler.



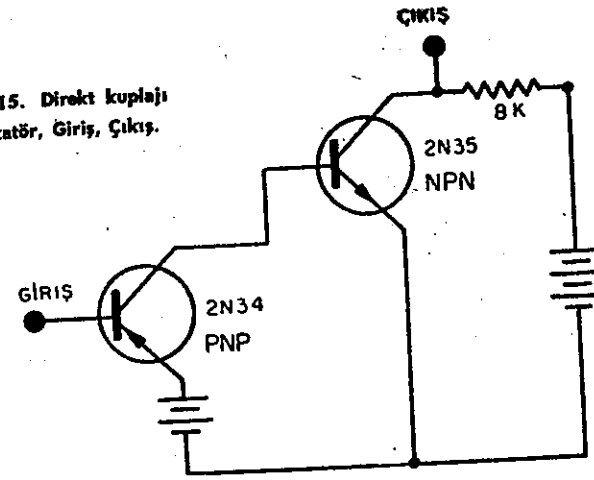
Şekil 10-14. Transformatör kuplajlı amplifikatör, Giriş, Yük, Çıkış.

Şekil 10-14 de ise, katlar arasındaki kuplajın transformatörle sağlanması görülmektedir. Bu metod, sargılar arasındaki dönüştürme oranını değiştirmek suretiyle ilk katın çıkış empedansını ikinci katın giriş empedansına uygunlaştırmayı mümkün kıldığından diğer tiplere göre üstünlüğe sahiptir. Transistör fiyatları yüksekken transformatör kuplajı kullanılmaktaydı, fakat transistör fiyatları düşünce normal amplifikasyon maksatları için transformatör kullanmak çok pahalı hale gelmiştir.

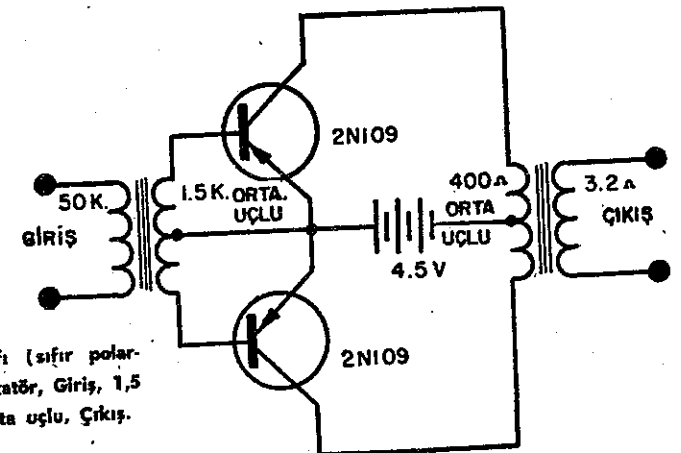
Transistörlerin direkt olarak kuple edilmesi şekil 10 - 15 de görülmektedir. Bu devrede, kuplajla ilgili elemanlar ortadan kaldırılmış ve ikinci transistörün giriş direnci, ilk katın yük direnci olarak kullanılmıştır. Bu tip devreler, A.A. kadar D.A. 1 da amplifiye ederler. Kullanılan transistörlerden biri PNP diğeri ise NPN tipindedir.

Şekil 10-16 da, lambaların B sınıfı puşpul çalışmalarına benzer şekilde çalışan transistörlü bir puşpul çıkış devresi görülmektedir. Bu devrede, orta uçlu bir transformatörden beslenmiş olan transistör beysleri, biri giriş gerilimi bileşeni ile aynı, diğeri zıt fazda gerilim veren iki sinyal kaynağı tarafından beslenir. Transistörlerden biri-

Şekil 10-15. Direkt kuplajlı Amplifikatör, Giriş, Çıkış.



nin beysine uygulanan sinyal ile diğeri beysine uygulanan sinyal arasında  $180^\circ$  faz farkı bulunur. Polarizasyon değeri sıfır olacak şekilde ayarlanırsa, giriş sinyalinin her alternansı esnasında transistörlerden yalnız biri iletken hale gelir. Fazları farklı olduğundan her alternansta birisi çalışan iki transistör müşterek yükü beslerler. Lambalı amplifikatörlerde olduğu gibi, transistörlü puşpul amplifikatörler de, yüksek verimli çıkışları ve katın ikinci harmonik distorsiyonunu yok etmekle karakterize edilirler.

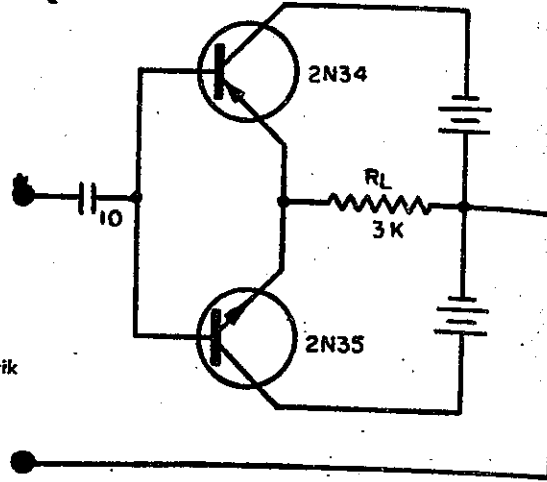


Şekil 10-16. B sınıfı (sıfır polariteli) puşpul amplifikatör, Giriş, 1,5 K orta uçlu, 400 orta uçlu, Çıkış.



Transistörün yapımındaki özellikten dolayı, bunlarla yapılabilecek bağlantı şeklinin aynini lâmbaya uygulamak imkânsızdır.

Şekil 10-17 de gösterilen tamamlayıcı simetri devresi bunlardan birisidir.

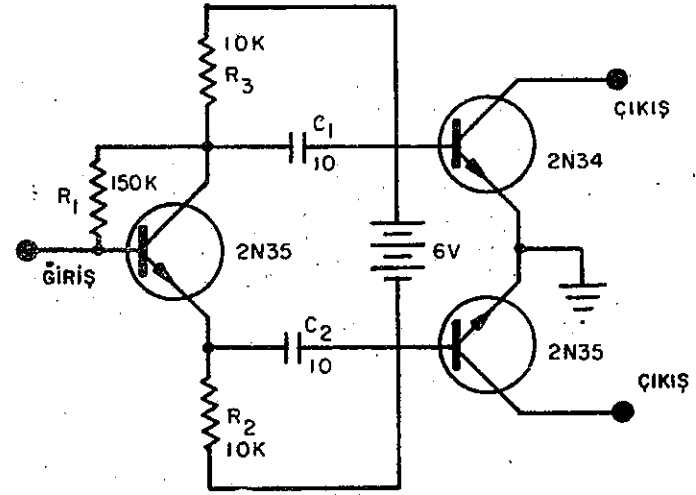


Şekil 10-17. Tamamlayıcı simetrik puşpul devresi.

Tamamlayıcı simetrik devre, puşpul bir kattan yukarıda bahsedilen özellikte bir çıkışı, tek giriş sinyali ile elde etmek için kullanılır. Bu devre, bir NPN transistör bir PNP transistörle şekilde görüldüğü gibi puşpul bağlanarak elde edilir. Giriş sinyalinin pozitif alternansında NPN tipi transistörün iletkenliği artarken PNP tipi transistörün iletkenliği azaldığından böyle bir devrenin teşkili mümkün olmuştur. NPN ve PNP tipi transistörlerin her ikisinin beysine giriş sinyali uygulanır ve sıfır polarmalı puşpul katlarında olduğu gibi her alternansta transistörlerden biri iletken hale gelerek aynı yükü beslerler.

Tamamlayıcı simetrik devrenin en büyük sakıncası, transistörleri beslemek için ayrı iki akım kaynağına lüzum göstermesidir. Bu durum pratik bulunmazsa, puşpul katı beslemek için, lâmbalı devrelerdekine benzer tipte faz değiştirici devreler kullanılır. Böyle bir devre Şekil 10-18 de görülmektedir.

Şekil 10-18 de, 180° faz farklı balanslı iki çıkış veren, tek transistörle yapılmış faz değiştirici bir devre görülmektedir. Burada,



Şekil 10-18. Giriş, Çıkış, Çıkış.

normal yük direnci,  $R_2$  ve  $R_3$  olmak üzere ikiye bölünmüştür. Çıkış da, emittördeki sinyal girişle aynı fazda, kollektör ise 180° faz farklı olacak şekilde eşit iki kısma bölünmüştür. Kat için gerekli kararlılık büyük değerdeki  $R_2$  direnci ile sağlandığından, polarma için yalnız  $R_1$  kullanılması yeterlidir. Sinyaller, sıfır polarmalı puşpul yalnız  $R_1$  direncinin kullanılması yeterlidir. Sinyaller, sıfır polarmalı pulpul çıkış katına  $C_1$  ve  $C_2$  kuplaj kondansatörleri ile kuple edilir. Gerek puşpul gerekse tamamlayıcı simetrik puşpul bağlantılar, minimum distorsiyonda yüksek verim istenen güç uygulamalarında kullanılır. Bu tip çıkış katlarında, sıfır polarma yerine, doğru yönde biraz polarma verilirse, çıkışdaki krosoner distorsiyonu büyük ölçüde azalır. Böyle bir devrenin verimi, sıfır polarma ile çalışanlara göre pek az düşük olmakla beraber frekans karakteristiği çok düzgündür.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

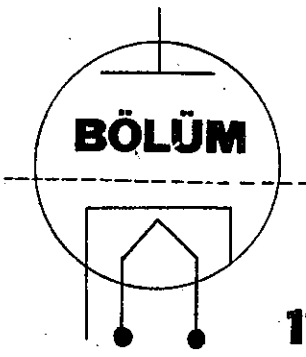
- Transistörler akım esasına, lâmbalar ise gerilim esasına göre çalışan devre elemanlarıdır.
- Müşterek emittörlü devre, verimi en yüksek bağlantı şekli olduğundan, transistör uygulamalarının % 90 ında bu tip bağlantı kullanılır.

- Giriş devresi tarafından etkilenen bir giriş devresi parametresi olan  $h_{11}$ , çıkış gerilimi sabit tutulduğunda değiştirilen giriş akımının, giriş gerilimine olan etkisini gösterir.
- Çıkış devresi tarafından etkilenen bir çıkış devresi parametresi olan ise  $h_{12}$  ise, çıkış gerilimi sıfırda sabit tutulmak suretiyle değiştirilen giriş akımının çıkış akımına olan etkisini gösterir.
- Giriş devresi tarafından etkilenen, bir çıkış devresi parametresi olan  $h_{12}$  ise, çıkış gerilimi sıfırda sabit tutulmak suretiyle değiştirilen giriş akımının çıkış akımı üzerine olan etkisini gösterir.
- $h_{22}$  yine, çıkış devresi tarafından etkilenen bir çıkış devresi parametresi olup, giriş akımı sabit tutulmak suretiyle, değiştirilen çıkış geriliminin, çıkış akımı üzerine olan etkisini gösterir.
- Sıcaklık değişmelerinin akım ve gerilimler üzerine olan etkilerini ortadan kaldırmak için polarma stabilizasyonuna ihtiyaç vardır.

### TEKRARLAMA SORULARI

1. Genel «h» parametrelerini sıra ile yazınız ve manalarını açıklayınız.
2. Transistörle vakum lâmbanın çalışmaları arasındaki en büyük fark nedir?
3. Emitör, transistör içerisinde ne işe yarar?
4. Müşterek beysli, müşterek emitörlü ve müşterek kollektörlü bağlantılar arasındaki farklar küçük harf yada rakamlarla nasıl belirtilir?
5. Parametrelerini kullanarak müşterek emitörlü bağlantıya ait eşdeğer devreyi çizin ve sembollerini üzerine yazınız.
6.  $I_{co}$  nedir ve müşterek emitörlü bir devrenin kazancına nasıl etki yapar?  $I_{co}$  sıcaklığı nasıl değiştirir.
7. Polarma stabilizasyonunu sağlamak için uygulanan iki metodu anlatınız.
8. PNP tipi bir transistör kullanarak, transistörle yapılan üç bağlantıya ait şemaları çizin.
9. Transistörle yapılan müşterek emitörlü bağlantı, lâmbayla yapılan hangi devreye benzer?
10. Müşterek kollektörlü ve emitör takipçisi amplifikatörleri arasında ne fark vardır?
11. Hangi tip transistörlü amplifikatör, düşük empedanslı bir devre elemanı- la beslenir?

12. 8. sorudaki transistör bağlantılarının giriş ve çıkışları arasındaki faz bağlantıları şema üzerine çizin.
13. NPN tipi bir transistör kullanarak, transistör devrelerine ait üç bağlantının şemalarını çizin.
14. 13. sorudaki her devrenin giriş ve çıkışları arasındaki faz bağlantılarını şemalar üzerine çizin.
15. Yük direncine ait bir yük çizgisinin nasıl çizileceğini açıklayınız.
16. Bir transistör devresinde sabit polarmanın nasıl elde edileceğini anlatınız.
17. Transistörü odyo amplifikatörlerinde tamamlayıcı simetrik devre niçin kullanılır?
18. Yüzey temaslı transistörün güç uygulamaları bakımından nokta temaslı transistöre göre olan üstünlüklerini açıklayınız.
20. Güç amplifikatörü transistörlerinde  $I_{co}$ , hangi faktörler tarafından sınırlanır?
21. Kazanç ,hangi transistör bağlantısında birden düşüktür?
22. Transistörlü amplifikatörlerin hangisi çift harmonikleri yok eder?



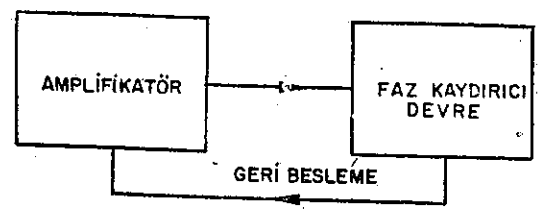
## 11 Transistörlü Osilatörler

Transistörlü osilatörler genel olarak, daha önce anlatılmış bulunan lâmbalı osilatördeki aynı devre şartlarının sağlanmasına ve aynı devre bağlantılarının kullanılmasına lüzum gösterirler. Bilgimizi tekrarlırsak, herhangi bir devrede osilasyon yaratmak için şu üç şartın sağlanması gerekiyordu :

Devre kayıplarını karşılayıp çıkış verecek değerinde bir amplifikasyon kaynağının bulunması, Osilasyonların devamını sağlamak için, regeneratif yada pozitif bir geri beslemenin bulunması,

Frekans ayarlayıcı yada faz kaydırıcı bir devrenin bulunması.

Bir devrenin osilatör olabilmesi için bu üç şartın sağlanmış olması gereklidir. Bu durum Şekil 11-1 de blok diyagram halinde gösterilmiştir.



Şekil 11-1. Basit osilatöre ait blok diyagramı, Amplifikatör, Geri besleme, faz kaydırıcı devre.

Bir osilatör devresinde transistör kullanılırken, devre lâmbalı osilatörlerde olduğu gibi bağlanır ve osilatöre lambalıdaki aynı isim verilir. Transistörlü osilatör devreleri, transistörlerde elemanlar birbirine çok yakın bulunduğundan ve bunun sonucu olarak bilhassa

kollektörle beys arasında meydana gelen büyük kapasiteden dolayı daha kolay osilasyon yaparlar. Bunun için bir amplifikatör dizaynı yaparken transistörün osilasyon yapmamasına çok dikkat edilmelidir.

Transistörün kolaylıkla osilasyon yapmasını sağlayan bu kapasite, yüksek frekans çalışmalarını yöünden karakteristiği sınırlayıcı bir etken olarak meydana çıkar. Devrenin frekansı yükseltildiğinde kapasitif geri besleme de artar.

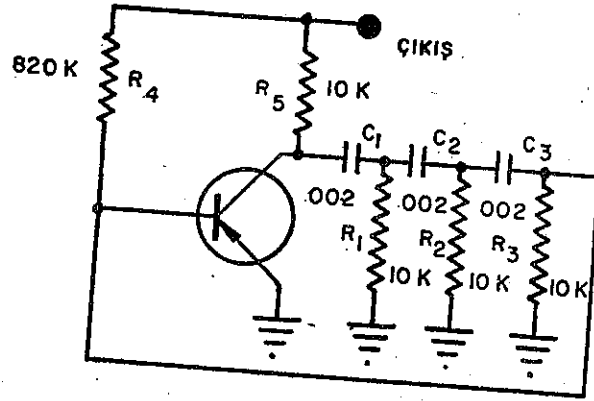
Devrenin frekans karakteristiğini düzgün hale getirmekte kullanılan nötralizasyon kondansatörleri bile UHF de yeterli olmaktan çıkarlar. Topraklanmış grili çalışmanın karşılığı olan topraklanmış beysli bağlantı kullanılmak suretiyle, çıkıştan girişe olan bu geri besleme miktarı büyük ölçüde azaltılır. Girişin, normal olarak uygulandığı gri veya beysin burada toprak potansiyelinde bulunması adı geçen geri besleme kapasitesinin bölünmesine sebep olur. Bunun sonucu olarak daha yüksek frekanslarda daha iyi bir kapasitif geri besleme kontrolü sağlanmış ve istenmeyen osilasyonlara meydan verilmemiş olur.

### SİNÜS DALGALI SES FREKANS OSİLATÖRLERİ

#### Faz Kaymalı Osilatör

Teorik olarak en basit osilatör belki de faz kaymalı osilatördür. Şekil 11-2 de gösterilen faz kaymalı osilatör için gerekli amplifikasyon,  $R_3$  in kollektör yükü ve  $R_1$  ün polarma direnci olarak kullanıldığı müsterek osilatörlü amplifikatörlerden elde edilmiştir. Osilatörün frekans ve regeneratif geri besleme değeri,  $R_1, R_2, R_3$  dirençleri ve  $C_1, C_2, C_3$  kondansatörlerinin değerlerine göre tesbit edilir.

Bütün direnç ve kondansatörlerin aynı değerinde oldukları kabul edilirse, her direnç-kondansatör sistemi  $60^\circ$  lik bir faz kayması yaratır. Buradaki  $C_1$  ve  $R_1$  sistemi bir diferansiyel devre teşkil ettiğinden,  $R_1$  direnci uçlarındaki çıkış gerilimi, direnç kondansatör sistemine uygulanan giriş gerilimine göre  $60^\circ$  ilerde bulunur. Empe-dans formülündeki vektöryel bağıntıya göre meydana gelen  $30^\circ$  veya da  $60^\circ$  lik üçgenden, kondansatör reaktansının,  $\sqrt{3}$  kare direnç değerine eşit olması gerektiği anlaşılır.



Şekil 11-2. Faz kaymalı osilatör, Çıkış.

$R_1, C_1$  sistemi için söylenen bağıntı, bütün direnç kondansatör sistemleri için de aynıdır. Buna göre, transistörün beysi ile kolektörü arasında  $180^\circ$  lik bir faz kayması yaratıldığında, kolektör beysi ile aynı fazda bulunacağından, osilatörlerin osilasyon yapması için gerekli ikinci şart sağlanmış olur. İkinci direnç-kondansatör sisteminin girişi birinci direnç-kondansatör sisteminin çıkışı olduğundan söylenenler doğrudur. Bu bağlantı her üç sistem için de aynı olduğundan, her biri  $60^\circ$  lik kayma yaratan üç sistemin toplam faz kayması  $180^\circ$  eder.

Devrenin frekansı, faz kaydırıcı devrede kullanılan aynı direnç kondansatör değerlerine göre tesbit edilir. Devrede, en büyük geri beslemenin sistemlerin herbirini tam  $60^\circ$  lik bir faz kayması yarattıklarında meydana geldiği ve çalışmanın en büyük geri beslemeli bir frekansta olduğu matematik olarak isbat edilebilirse de kitabın konusu dışında kaldığından buna burada yer verilmemiştir.

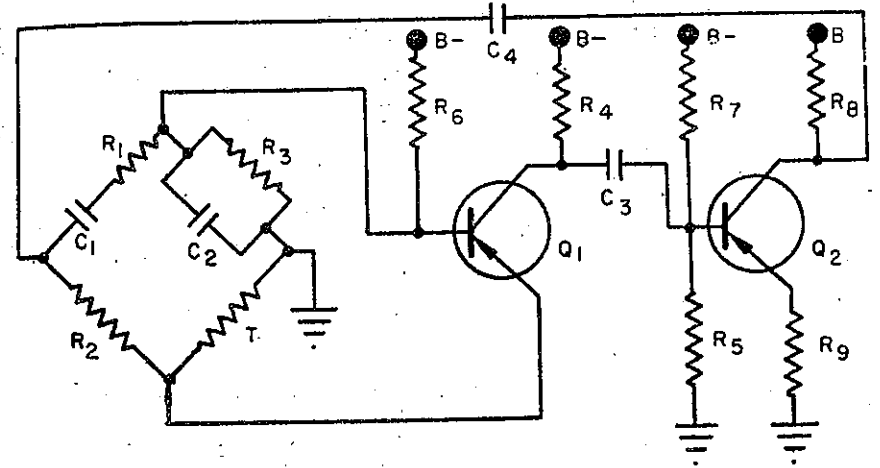
Çalışma frekansını bulmak için yapılan matematik işlemler devrenin kazanç değerini hesaplamak için de kullanılabilir. Direnç-kondansatör sistemleri birbirinin aynı olmazsa her sistemin faz kaydırması  $60^\circ$  den az veya fazla olmak üzere toplamı  $180^\circ$  yi vereceğinden osilatör daha düşük bir çıkışla çalışır. Her sistem, ideal durum olan  $60^\circ$  lik bir faz kayması ile çalışacak olursa, dirençlerin herbirinin uçlarından sistemlerin girişlerine uygulanan gerili-

ni yarısı kadar bir çıkış elde edilir. Devrede üç sistem bulunduğundan, sistemler üzerinde çıkıştan beysse olan toplam geri besleme, girişin  $1/8$  i kadar olur. Geri besleme sinyali verimi % 50 olan A sınıfı amplifikatörün kolektöründen alınmıyorsa, kullanılacak transistör beta değerinin osilasyonların devamını sağlayabilmesi için en az 16, osilatörden bir çıkış alınabilmesi için ise 16 dan büyük bir değerde olması gerekir.

Faz kaymalı osilatör, ses frekansında sinüs dalgası şeklinde tamamen simetrik bir çıkış verir ve anlaşılması diğer osilatöre göre çok daha kolaydır. Bu tip osilatörlerin çıkışı, kullanılan devreye, sıcaklık durumuna ve uygulanan gerilimlere çok bağlıdır.

### WEIN KÖPRÜSÜ OSİLATÖRÜ

Wein köprüsü osilatöründe çıkış geriliminin genliği, sıcaklık ve gerilim değişmelerinden çok az etkilendiğinden en fazla kullanılan sinüs dalgalı bir ses frekans osilatörüdür.



Şekil 11-3. Wein köprüsü osilatörü.

Wein köprüsü osilatörüne ait devre, Şekil 11-3 de görülmektedir. Burada, emiter dirençleri dekopple edilmemiş iki amplifikatör katı kullanılmıştır. Devrede T ile gösterilen sıcaklığa karşı duyarlılık direnç yada termistor'un direnç değerleri sıcaklığa göre değişir. Termistörden fazla elektron geçecek olursa, üzerindeki güç sar-

fiyatı arfar ve sıcaklıkla birlikte direnç değeri de yükselir. Değerindeki bu yükselme, degeneratif geri besleme değerini azalttığından çıkışın azalmasına sebep olur Bunun tersi de mümkündür. Termistordan geçen akımın azalması, direnç değerinin dolayısıyla regeneratif geri beslemenin düşmesine sebep olacağından daha yükük bir çıkış elde edilir. Bu sebepten, çıkış sinyalinin genliği çalışma şartları altında aşağı yukarı sabit kalır.

Kararlı iki amplifikatör katı ise osilatör için sinyal amplifikasyonu kaynağını teşkil ederler. Ayrıca her katın çıkışı girişi ile faz farklı olduğundan, çıkıştan girişe geri beslenen sinyal, girişten ni fazda bulunur.

Köprünün frekansı  $C_1$ ,  $R_1$  ve  $C_2$ ,  $R_2$  elemanlarının değerleri ile bağlıdır.

$Q_2$  transistörünün çıkışı, bu elemanlardan teşekkül eden seri-parallel devrenin uçlarına geri beslenir.  $R_1 - C_1$  ve  $R_2 - C_2$  devreleri de bulunan elemanların, birbirlerine eşit olmaları gerekmez. Fakat her iki devrenin zaman sabitlerinin birbirine eşit olması şarttır. Bu şart sağlandığında faz farkı ortadan kalkacağından devrenin osilasyon frekansı :

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \text{ ye eşit olur. Bu frekansın}$$

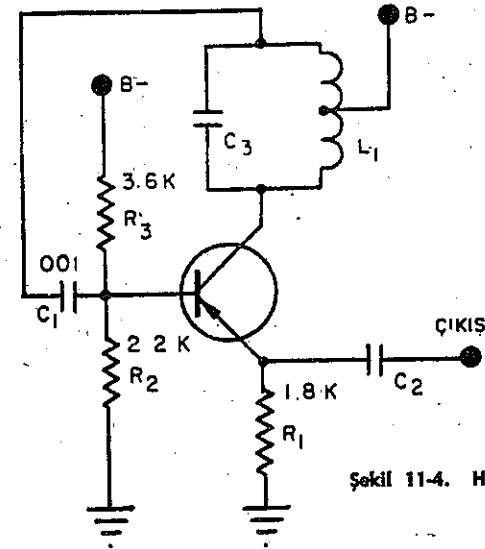
altında ve üstünde bulunan bütün frekanslarda meydana gelecek faz kayması,  $R_1 - C_1$  ve  $R_2 - C_2$  devrelerinin birleşme noktasından ilk transistörün beysine geri beslenen çıkışta bir azalma yaratır. O halde, bu formül bir osilatörün rezonans frekansını bulmak için kullanılabilir. Rezonans frekansı, diğer bütün osilatör devrelerinde olduğu gibi, frekansa etki yapan elemanların değerleriyle oynamak suretiyle değiştirilebilir. Genellikle ince frekans ayarı, aynı miktarda bağlanan  $C_1$  ve  $C_2$  kondansatörleri ile, kaba frekans ayarı da bir komütatöre bağlanan  $R_1$  ve  $R_2$  dirençlerini kademeli olarak değiştirmek suretiyle yapılır.

#### Sinüs Dalgalı R.F. Osilatörleri

Sinüs dalgalı R.F. osilatörleri de diğer transistörlü osilatörler gibi kolay çalışırlar ve frekans alanları sınırlıdır. Genel olarak, devrelere verilen isimler ve kullanılan deyimler, lâmbalı devrelerdekinin aynıdır.

#### Hartley Osilatörü

Hartley osilatörü özellikle, yer darlığının önem taşıdığı uygulamalar ile sabit frekanslı R. F. devrelerinde çok kullanılır. Bu tip osilatörlerde küçük frekans ayarları kolaylıkla yapılabildiği halde, geniş bir alan içerisindeki frekans ayarlamaları izolasyon bakımından oldukça güçlük yaratır.



Şekil 11-4. Hartley osilatörü, Çıkış.

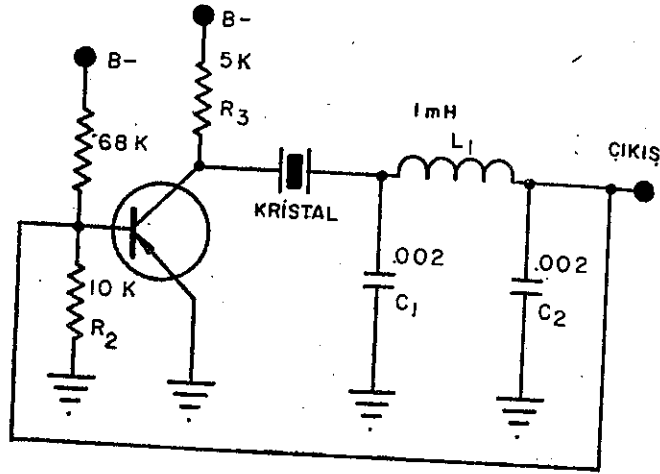
Şekil 11-4 de bir Hartley osilatör devresi görülmektedir. Transistör burada normal amplifikasyon kaynağı olarak kullanılmıştır. Devrenin rezonans frekansı  $L_1$  ve  $C_3$  elemanlarının değerlerine göre hesaplanır, regeneratif geri besleme ise orta uçlu  $L_1$  endüktansının oto transformator özelliğinden faydalanılarak sağlanır. Bobinin kollektöre bağlı ucu pozitif hale geldiğinde, diğer uç negatif olur. Böylece, transistörle bobin arasında meydana gelen  $180^\circ$  lik faz ile pozitif geri besleme için gerekli  $360^\circ$  lik faz farkı yada aynı fazda olma şartı sağlanmış olur.

Osilatörün frekansı, akort devresinin rezonans frekansını veren

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_3}}$$

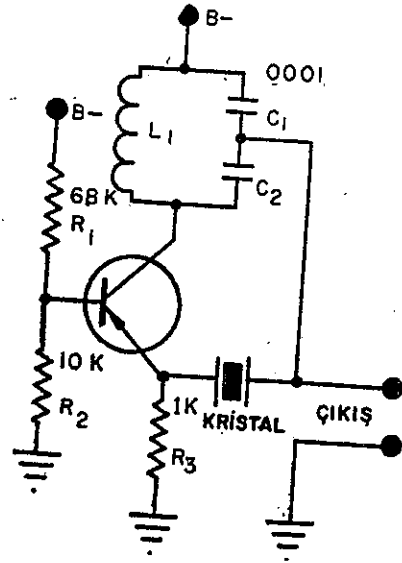
formülüne göre hesaplanır. Akort kondansatörünün iki ucu da toprak potansiyelinde bulunmadığından, frekans





Şekil 11-6. Alçak frekanslı kristal osilatör, Kristal, 1 mH, Çıkış.

Böyle bir devrede frekansın küçük sınırlar içinde ayarlanması bobin içerisindeki ferokal nüve ile yapılır. Devrenin çalışma frekansı, yüksek «Q» lü kristalin frekansına göre tesbit edilmiş olduğundan, frekans bu değer etrafında ancak çok az bir miktar değiştirilebilir. LC devresi kristalin harmoniğine ayarlanmak suretiyle osilatör daha yüksek frekanslarda da çalışabilir.

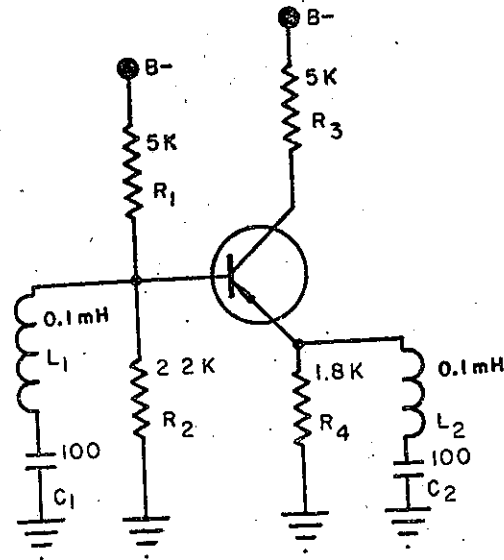


Şekil 11-7. Kristal osilatör, Kristal, Çıkış.

### Akortlu Beys, Akortlu Emiter Osilatörü

Transistörün beys kollektör arası kapasitesi, çıkışından girişine yapılan geri beslemeyi çok kolaylaştırır. Bir transistörün giriş ve çıkışına birer rezonanslı devre bağlanacak olursa, devre osilasyon yapacak duruma gelmiş olur. Bu rezonanslı devreler, akortlu beys, akortlu anot osilatöründe olduğu gibi beys ve kollektör devrelerine, emitör ve kollektör devrelerine veya Şekil 11-8 de görüldüğü gibi emitör beys devrelerine bağlanabilirler.

Adı geçen akortlu devreler, transistörün emitör yada beys devresine, empedans uygulama maksadiyle Şekil 11-8 de görüldüğü gibi seri rezonanslı devre olarak bağlanır. Fakat kollektör devresine bağlanan akortlu devreler genellikle paralel rezonanslı olur. Çıkış akort devreleri için kesin bir kaide olmadığından, bu devreler seri yada paralel beslemeli olabilirler.



Şekil 11-8. Akortlu emitör, akortlu beys osilatörü, 0,1 mH, 0,1 mH.

Giriş ve çıkış akort devrelerinin ikisi de aynı frekansa akort edilirse, böyle bir devre osilasyon yapmaz. Bu durum lâmbalı devreler için de aynidir. Aynı frekanslı çıkış dalgası girişe geri beslendiğinde osilasyonları devam ettirecek bir çıkış devresi elemanı mevcut olmadığından, çıkış akort devresi, bir geri besleme elde etmek için daima giriş devresinden biraz daha yüksek bir frekansa akort

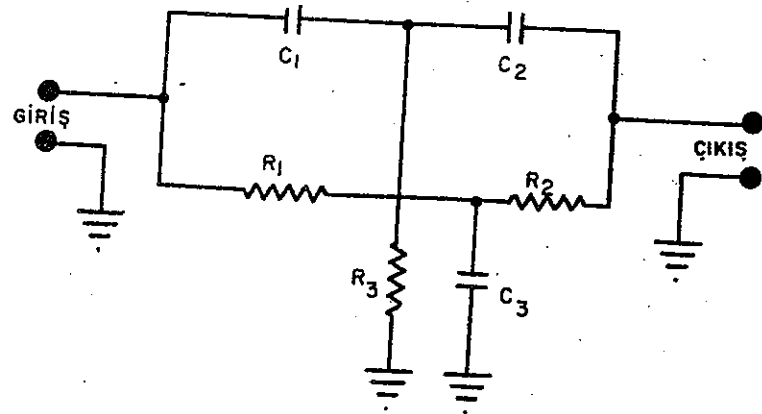
edilir. Devrelerin akort frekansları birbirinden çok farklı olabilir. Devrelerin geri besleme sinyalinde bir zayıflama olur. Bunun için, çıkış devresinin frekansı osilasyonların devamını sağlayacak kadar yüksek olmalıdır. Aksi takdirde çıkış azalır.

Devrenin çıkış frekansı akortlu devrelerde hiç birininkine eşit olmayıp, iki akortlu devrenin frekanslarının bir karışımıdır.

Genel olarak, bütün R. F. osilatörlerinde aynı devre elemanları kullanıldığından, bunlar, isimlerini bağlantı şekline göre alırlar. Bütün osilatör devrelerinin frekansı, geniş ölçüde içinde bulunduğu çalışma şartlarına, özellikle sıcaklığa bağlıdır. Kristalli osilatörlerin frekans değışikliğı az olmakla beraber sabit frekanslı bir çıkış alabilmek için, bunların dahi, sıcaklığı kontrol edilebilen özel kısımlar içerisinde bulunmaları gerekir.

#### Sinüsoidal Olmayan Osilatörler

Sinüsoidal olmayan osilatörler de genel olarak, daha önce anlatılan osilatörlerde olduğu gibi, bir amplifikasyon kaynağına, regeneratif geri beslemeye ve frekans ayarlayıcı bir devreye ihtiyaç gösterirler. Yalnız bunların çalışma sınıfları ve metotları oldukça farklıdır. Sinüsoidal osilatörler genellikle «A» sınıfında çalıştıkları halde, sinüsoidal olmayan osilatörler, çok aşırı iletkenlikten her sayı kadar katot'a kadar varan değişik şartlar altında çalışırlar.



Şekil 11-9. Çift T devresi, Giriş, Çıkış.

Bu tip osilatörler genellikle serbest rejimde çalışırlarsa da değişik devre kullanılmak ve palslarla senkronize edilmek suretiyle çalışma frekansları kontrol edilebilir.

Bütün odyo frekans osilatörlerinde kullanılabilen bir devre olan çift T devresi Şekil 11-9 da gösterilmiştir.

Burada rejeksiyonu sağlamak için, kondansatörlerin reaktansları çalışma frekansında direnç değerine eşit olacak şekilde seçilmiştir. Devrede, istenen frekansın üstündeki değerler  $C_1$ ,  $C_2$  Kondansatörleri üzerinden, daha düşük frekanslar ise  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri üzerinden geçerler, istenen esas frekans ise  $R_3$  yada  $C_3$  üzerinden şaseye akar. Devrenin çıkış bir osilatör devresine degeneratif olarak kuple edildiğinde, istenen frekansın dışındaki frekanslar elimine edilmiş olur. Böyle bir çıkış genellikle, osilatördeki müşterek emitör devresine geri besleme olarak verilir.

Osilatörlerin frekanslarını senkronize etmek için başka usuller de kullanılır. Meselâ asilatörler senkronizasyon sinyalinin kendisine, harmoniğine yada yarı harmoniklerine senkronize edilebilirler. Bütün bu sinyaller regeneratif palslar halinde transistörün beysine etkide bulunur.

Sinüsoidal olmayan osilatörlerin çıkışlarında bulunan çeşitli harmonikleri ve sesleri yok etmek için, muhtelif tipte filtreler kullanılır. Bunun en çok kullanıldığı yer elektronik orglardır.

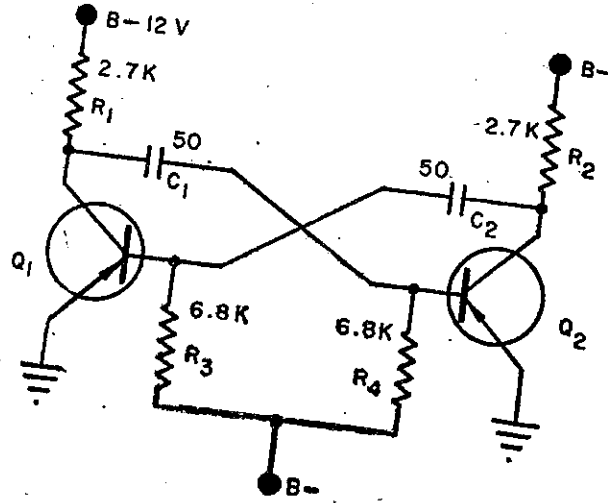
#### Kararsız Multivibratör

Sinüsoidal olmayan osilatörün en çok kullanılan tipi multivibratördür. Değişik tipte birçok multivibratör yapılmıştır. MV ile gösterilen kararsız multivibratör, diğer multivibratörler arasında osilatör sınıfına giren özel bir devredir.

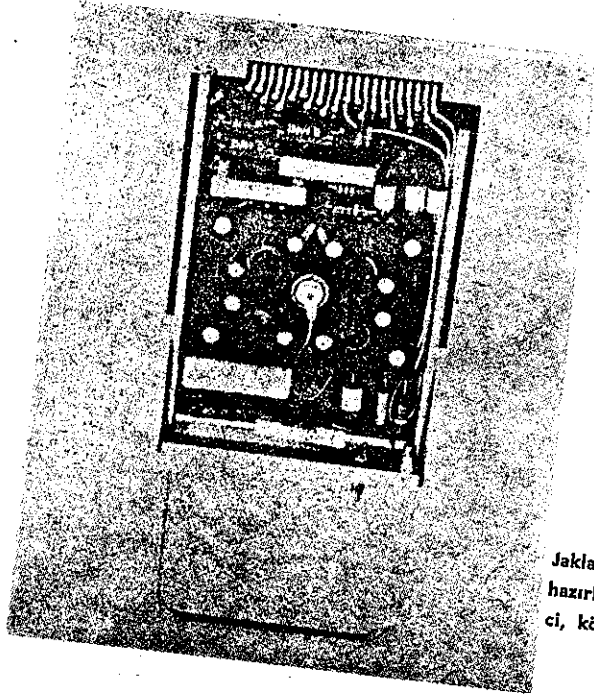
Şekil 11-10 da gösterilen transistörlü MV ün beys ve kollektöründe, Bölüm 6 da anlatılmış bulunan lambalı MV lerin anot ve grisindeki aynı dalga şekilleri bulunur.

$Q_2$  transistörünün katot'a gelmesi için geçer bir alternanslık zaman,  $R_4 - C_1$  elemanlarının RC zaman sabitesine göre bulunur.  $Q_1$  transistörünü katot'a getirmek için geçen diğer bir alternanslık zaman ise,  $R_3 - C_2$  elemanlarının zaman sabitesine göre hesaplanır. Bu





Şekil 11-10. Kararsız multivibratör.



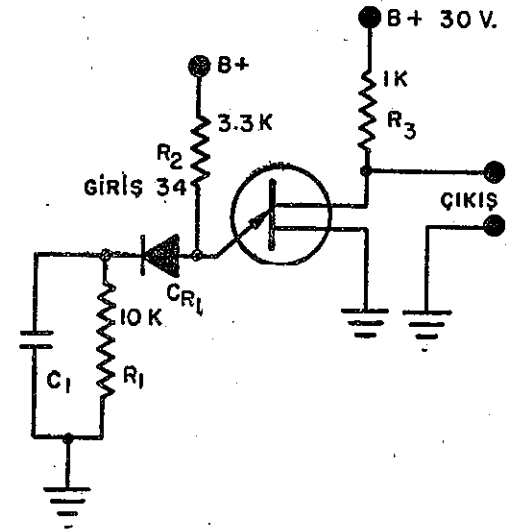
Jaklar yardımı ile takılacak şekilde hazırlanmış transistörlü faz değiştirici, köprü tipi, redresörü ile birlikte.

Zaman sabitesi birbirine eşit olursa simetrik bir dalga şekli elde edilir. Zaman sabiteleri eşit değilse, elde edilen dalganın şekli asimetrik olur. Beys dirençleri  $R_3$  ve  $R_4$  ün müşterek olarak bağlandıkları noktadaki gerilimin, bir sayıklık zaman üzerine olan etkileri çok önemlidir. Adı geçen müşterek bağlantı noktasına Şekil 11-10 da görüldüğü gibi negatif bir gerilim uygulandığında, devre derhal osilasyona başlar ve frekansı yükselir. Müşterek bağlantı noktası toprak potansiyelinde bulunursa, devrenin frekansı doğrudan doğruya RC zaman sabitesine bağlı olur. Müşterek bağlantı noktasına pozitif bir gerilim uygulanacak olursa, zaman sabitesi sonsuza kadar büyüyebilir. Bu durum devreyi kararlı bir MV. haline getireceğinden, alteransını değiştirebilmek için devrenin bir palsla harekete (triger) getirilmesi şarttır.

Multivibratörler genellikle, bir sayıklın çok altındaki değerlerden, megasaykıla kadar varan frekanslarda kare dalgali çıkış elde etmek için kullanılırlar.

#### Tek Birleşimli Transistörle Yapılan Kararsız Multivibratör

Tek birleşimli transistör, normal olarak kelimenin ifade ettiği manâda bir transistör olmayıp, küçük bir enerji ile daha büyük güçleri, sahip olduğu amplifikasyon sayesinde kontrol edebilen bir yarı iletkendir.



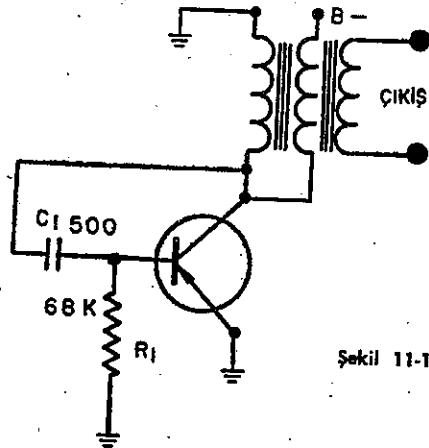
Şekil 11-11. Tek birleşimli transistörle yapılan kararsız Multivibratör, Çıkış.

Şekil 11-11 de görülen tek birleşimli transistörle yapılmış ola kararsız multivibratör, tayratran osilatörlerle aynı karakteristiğe sahiptir.  $C_1$  kondansatörünün şarjıyla kontrol edilen emitör direnci üzerindeki gerilim, ateşleme noktasına gelir gelmez başlayan iletkenlik, beysler arasındaki dirençleri yaklaşık olarak kısadevre durumuna getirir. Diğer bir deyimle direnç değerleri sıfır olur. İletken hale geçen tek birleşimli transistörün akımı,  $R_2$  tarafından sınırlandırılır. Tek birleşimli transistörün iletkenliği emitör gerilimi sıfıra düşüncüye kadar devam eder. Bu gerilimin değişme zamanı,  $R_1 - C_1$  elemanlarının zaman sabitesine bağlıdır. Devredeki  $CR_1$  diyodu kondansatörün, tek birleşimli transistörün emitörü üzerinden deşarj olmasına mani olur. Devrenin iletken bulunmadığı zaman aralığı ise, kondansatörün şarj zamanı ile  $R_1, R_2$  gerilim bölücüsünün direnç değerlerine bağlıdır.

Çıkış, şekilde görüldüğü gibi iki beys arasından alınır, tek birleşimli transistörle yapılan multivibratörden tam simetrik bir kare dalga elde edilir.

#### Bloke Edici Osilatör

Bloke edici osilatör, yükselme zamanı ve süresi çok kısa, pals halinde çıkış verip uzun bir zaman çıkış vermeyen osilatör olarak karakterize edilir.



Şekil 11-12. Bloke edici osilatör, Çıkış.

Şekil 11-12 de, bloke edici tipte transistörlü bir osilatör görülmektedir. Bu osilatörde, çıkıştan girişe uygulanması gereken regeratif geri besleme, bir transformatör yardımıyla sağlanmıştır.

Devreye gerilim uygulandığında, transistör iletken hale gelir. Transformatörün primerinden geçen akım yükselirken sekonderin çıkışlarında, transistörü daha çok iletken yapacak yönde bir gerilim indüklenir. Bu hal, transistör veya transformatörden biri doyuma gelinceye kadar devam eder. Geri besleme gerilimi ortadan kalktığı için transistörün iletkenliği azalır, dolayısıyla transformatörün primerinden geçmekte olan akım düşmeye başlar. Bunun sonucu olarak, sekonderde indüklenen ters yöndeki gerilim, transistörü katot'a getirir. Transistör tam iletken durumda iken beys akımı tarafından şarj edilen  $C_1$  kondansatörünün, bloke edici osilatörün bir sonraki saykılından önce deşarj olması şarttır. Kondansatördeki bu şarj  $R_1$  üzerinden deşarj olduğundan, osilatörün çalışma frekansı,  $R_1 C_1$  zaman sabitesine bağlı olur.

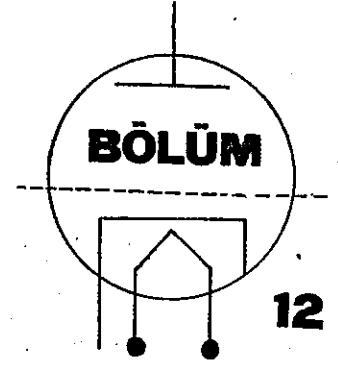
Bloke edici osilatörün çıkışı, devre elemanlarının herhangi birinden alınabilir. İzolasyon bakımından en basit metot çıkışın şekilde görüldüğü gibi transformatör üzerinde bulunan üçüncü bir sargıdan alınmasıdır. Çıkış bu noktadan alınır, genliği yüksek, süresi kısa, keskin dalga şekilli bir çıkış elde edilir. Çıkış uçlarında aşırı gerilim ve atlamalar meydana gelebileceğinden çok dikkatli olmak gerekir.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Transistörlü osilatör devrelerinin osilasyon yapmaları için, lâmbalı osilatör devrelerindeki aynı şartların sağlanması gereklidir.
- Wein köprü osilatörünün frekansı gerilim dalgalanmaları ve sıcaklık değişmelerinden etkilenmez.
- Multivibratör, sinüsoidal olmayan osilatör tipleri arasında en çok kullanılan bir osilatördür.
- Kararlı olmayan multivibratörün osilasyon frekansı, beys kolektör devrenin RC zaman sabitesine bağlıdır.
- Bloke edici osilatörler, yükselme zamanı çok kısıdan bir paldan sonra uzun zaman çıkış vermeyen keskin palslı osilatörlerdir.

## TEKRARLAMA SORULARI

1. Bir osilatör devresinin osilasyon yapması için gerekli üç şartı açıkla.
2. Transistörlerin yüksek frekansta çalışmalarını sınırlayan faktör nedir?
3. Kısım elemanları birbirine eşit olan faz kaymalı bir osilatörde  $R = 10 \text{ K}$  ve  $C = 5 \text{ MF}$  olarak alındığına göre, devrenin osilasyon frekansını hesaplayınız.
4. Faz kaymalı osilatörde, geri besleme sinyalindeki zayıflamayı vektör olarak ispatlayınız.
5. Wein köprüsü osilatöründe termistör ne maksatla kullanılır?
6. Wein köprüsü osilatörünün pratik üstünlükleri nelerdir?
7. Faz kaymalı osilatörün adyo frekanslardaki üstünlüğü nedir?
8. Hartley ve Kolpits osilatörleri arasında ne gibi bir fark vardır?
9. Bir kristal osilatör nasıl çalışır?
10. Transistörlü kristal osilatörün, emitörü ve beysi akortlu osilatöre göre ne gibi üstünlüğü vardır?
11. Piyezo elektrik olayını anlatınız.
12. Bir mültivibratörün bulunduğu hali değiştirmek için, bir RC zaman sabitesini gerekli olduğuna göre;  $R_4 = 33 \text{ K}$ ,  $C_1 = 4 \text{ MF}$ ,  $R_3 = 22 \text{ K}$  ve  $C_2 = 3 \text{ MF}$  olarak alırsa her alternans için geçen zaman ne olur?
13. Problem 12 deki osilatörün frekansı ne kadardır?
14. Tek birleşimli transistörü anlatınız.
15. Tek birleşimli transistörle yapılan kararsız mültivibratörden simetrik bir kare dalga nasıl elde edilir?
16. Bloke edici osilatörün dalga şeklinin ne gibi bir özelliği vardır?
17. Bloke edici bir osilatörden çıkış alırken ne gib hususlara dikkat edilmelidir?



## Yarı İletkenden Yapılmış Özel Elemanlar

## Yarı İletkenden Yapılmış Özel Elemanlar

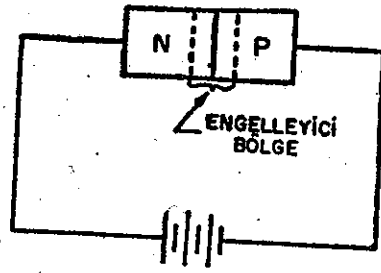
Yarı iletkenler fiziğinin daha iyi anlaşılması sonucunda, birleşim yüzeyi ve engelleyici gerilimlerin karakteristiklerinden faydalanılarak yeni tipte elemanlar bulunmuştur.

## Varaktör

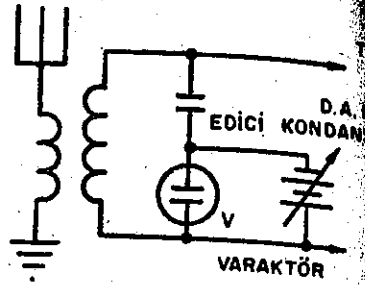
Yukarıda bahsedilen elemanların en basitlerinden birisi de varaktördür. Gerilimle kapasite değeri bir kondansatör olarak bilinen bu eleman ticarî alanda verikap ismiyle tanınır. Bu elemanı, ismini gördüğü işten almıştır.

Elektronikte kullanılan devre elemanlarının basit teorisine göz atılacak olursa, bir kondansatörün birbirinden yalıtkan bir madde ile ayrılmış iki iletken yüzeyden meydana geldiği görülecektir. Böyle bir kondansatörün kapasite değeri, iki iletken plâkanın yüz ölçüleri ile aradaki dielektrik maddenin cinsine ve kalınlığına bağlıdır. Yarı iletken bir diyot da Şekil 12-1 de görüldüğü gibi, ters yönde polarize edilecek olursa aynı özelliği gösterir. Burada, birleşim yüzeyinin iki tarafındaki engelleyici bölgede normal olarak hiçbir akım taşıyıcı kalmıyacağından «N» ve «P» madeleri içerisindeki kovalan bağ tamamlanmış olur. Buna göre, yarı iletkenin diğer kısımları kovalant bağları tamamlanmadığından iletken olmaktan devam edecek, engelleyici bölge fevkalâde bir izolâtör haline gelecektir.

Bu duruma göre, basit yarı iletken bir diyot; kondansatörün bütün özelliklerini taşıyor demektir. Engelleyici bölgenin genişlik yada kalınlığı, birleşim yüzeyleri arasında uygulanan gerilime bağlı



Şekil 12-1. Engelleyici bölge.



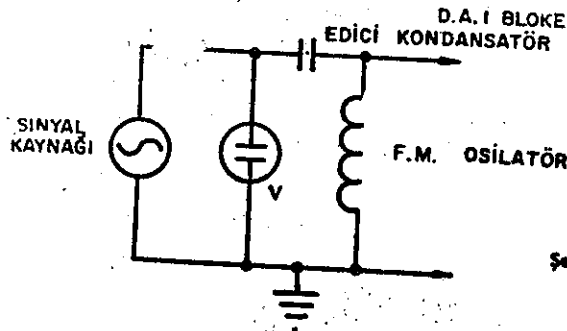
Şekil 12-2. Varaktör devresi. D.A. KAYNAĞI, EDİCİ KONDANSATÖR, VARAKTÖR, V.

bulduğundan; diyodun kapasitesi, yaklaşık olarak uygulanan gerilimle orantılı olacaktır.

Bütün yarı iletken diyotlar aşağı yukarı aynı özelliklere sahiptir. Bu özelliklerinden, varaktörde bu özelliğe daha çok önem verilmiştir.

Rezonans devresinde varaktör kullanılan RF lı bir devrenin rezonans frekansı, varaktöre uygulanan D.A. gerilimini değiştirme suretiyle ayarlanabilir. Radyo alıcıları da, Şekil 12-2 de görüldüğü gibi, varaktöre uygulanan D.A. gerilimi ayarlanmak suretiyle frekans istasyondan diğerine akort edilebilirler.

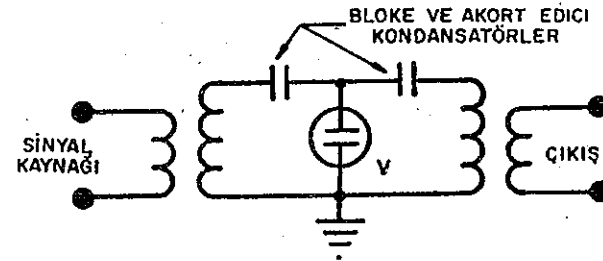
FM devrelerinde polarizasyon olarak alternatif gerilim kullanılır. Varaktör, uçları arasında radyo sinyali uygulanan FM osilatörünün akort devresine Şekil 12-3 de görüldüğü gibi bağlanırsa osilatörün frekansı, radyo frekansının dalga şekline göre değişme yapar.



Şekil 12-3.

Varaktör, aynı zamanda bir frekans katlayıcı olarak da kullanılabilir. Basit kondansatör formülü  $Q = CE$  veya  $C = \frac{Q}{E}$  ye

iki rezonans devresi arasına bağlanacak varaktörün kapasitesi sürücü devreden gelen gerilimin ani değerine göre değişir. Sürücü rezonans devresi, birinci devrenin harmoniğine akort edilecek olursa, birinci devreden ikinci devreye olan enerji iletiminde çok yüksek bir verim elde edilir. En çok kullanılan frekans dörtleyici devrelerde, 50 megasaykıl yada daha yukarı frekanslar için bu verim % 8 e kadar çıkar. Bu devreye ait basitleştirilmiş bir şema Şekil 12-4 de gösterilmiştir.

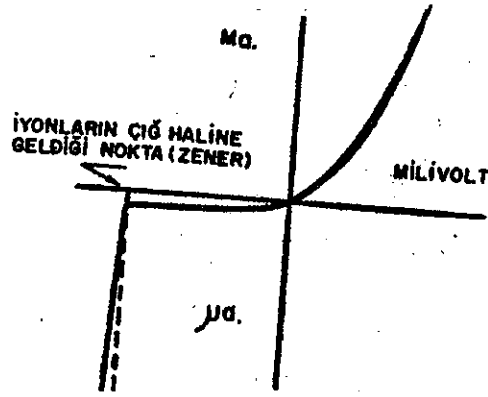


Şekil 12-4.

### Zener Diyot

Zener diyotta P-N birleşimli yarı iletkenin diğer özelliklerinden faydalanılır. Zener noktası yada zener diyot deyiminin nereden geldiği bilinmemektedir. Zener özelliği önceleri, yarı iletkenin izole durumunun bozulması olarak biliniyordu. Sonraları bunun birleşme noktasındaki iyonların çığ halinde artmasından ileri geldiği anlaşılmıştır. Böyle olmakla beraber, zener olayı yazarların çoğu tarafından birleşme yüzeyleri arasındaki yalıtkanlığın bozulması manasına gelen zener atlaması deyimini ile ifade edildiğinden, bu deyim esas olarak kabul edilmiştir.

Zenerde de P-N birleşimi, varaktörde olduğu gibi yine ters yönde polarize edilmek suretiyle kullanılır. Birleşme yüzeyinden ters yönde akım, polarmanın genliği yarı iletken maddenin kovalant bağına galebe çalacak duruma gelinceye kadar, düşük bir değerde tu-



Şekil 125. İyonların çığ haline geldiği nokta (zener), milivolt

tulur. Polarına söylenen değere gelince, söz konusu bağ ortada kalkar ve birleşme yüzeyinden ters yönde bir akım geçer. Atlama dan sonraki direnç çok düşük değerde olduğundan, elektronlar zener içerisinde hiç bir sınırlamayan bağlı olmadan geçerler ve zener uçlarındaki gerilim Şekil 12-5 de görüldüğü gibi, içerisinde geçen elektronlara bağlı olmayarak sabit kalır.

Zener diyot özellikle şu iki maksat için çok kullanılır. Zener atlama geriliminin hassas bir şekilde sabitliğinden dolayı güç bekleme ve amplifikatör devrelerinde referans gerilim kaynağı olarak ve atlamadan sonraki direncinin düşüklüğü dolayısıyla de devrelerin aşırı yüklemelere karşı korunması maksadıyla kullanılır. Zener aynı zamanda, bir modülün giriş uçlarına bağlanmak suretiyle, devrenin aşırı gerilim ve aşırı yükselmelere karşı korunmasını sağlar. Zenerin geliştirilmiş devreleri 3. Bölümde daha geniş bir şekilde incelenmiştir.

### ÇOK ELEMANLI TRANSİSTÖRLER

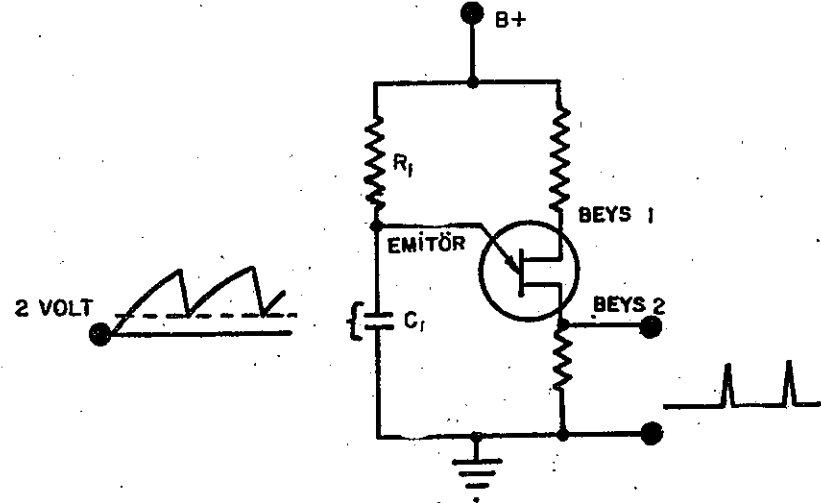
Çok elemanlı yarı iletkenler arasında başlıca iki tipin karakteristikleri faydalıdır.

#### Tek Birleşimli Transistör

Üç uçlu bir devre elemanı olan tek birleşimli transistör; emitör, beys 1 ve beys 2 elemanlarından meydana gelir. Böyle bir transistörde, (beys 1 in kontak gerilimi pozitifken) emitör gerilimi ateş-

leme geriliminin altında bulunursa, beys 1 ile beys 2 arasındaki ve beys 2 den emitöre olan direnç oldukça büyük değerdedir. Emitör gerilimi yeterli bir genliğe eriştiğinde,, 2 den emitöre olan direnç sifıra yaklaşır ve devredeki akım emitöre seri bağlı bulunan direnç tarafından sınırlanır.

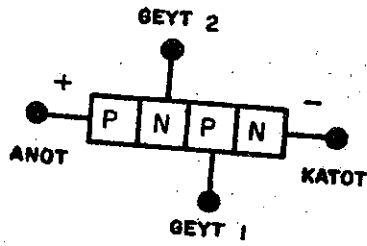
Tek birleşimli transistörler çoğunlukla, testere dişi yada pals generatörlerinin triger devrelerinde kullanılırlar. Bu tip dalga şekillerini veren serbest rejimli bir relaksasyon osilatörüne ait devre, Şekil 12-6 da gösterilmiştir. Emitör kondansatörü üzerindeki şarj  $R_1$  ve  $C_1$  in zaman sabitesine göre artarak emitörün ateşleme gerilim değerine kadar yükselir. Bu anda emitörden beys 1 e olan direnç değerinde ani bir düşme meydana gelir. Beys 1 den emitöre akan elektronlar kondansatörü hızla deşarj ederler. Emitör gerilimi yaklaşık olarak 2 volta düştüğünde transistör çalışmaz hale gelir ve kondansatör üzerindeki şarj tekrar yükselir. Kondansatörün deşarjıyla akımda meydana gelen pals, beys 1 direncinin uçlarında bir gerilim palsı olarak görülür.



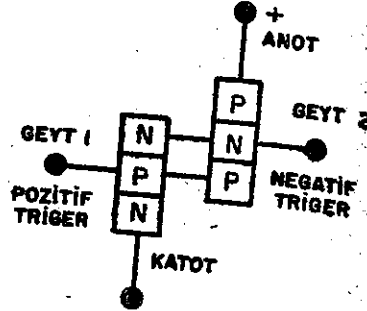
#### Kontrol Edilebilen Redresörler

Kontrol edilebilen redresörler silikonla yapıldığından bunlara çoğunlukla, silikon kontrollü redresörler denir. ve SCR sembolü ile gösterilirler. Silikon kontrollü redresörler bir «N» bir «P» olmak

üzere dizilen dört tabaka halindeki yarı iletkenlerden meydana gelirler. Şekil 12-7 de SCR nin nasıl yapıldığını gösteren basit bir görülmüyor. Şekilde iki geyt gösterilmiş olmasına rağmen belli bir SCR için yalnız biri kullanılabilir. Bunlar, çıkış uçlarından hangisi kullanılacaksa ona göre değişebilir. Geytleri kullanmak suretiyle yapılan kontrol işlemi en iyi şekilde, Şekil 12-8 de verilen çift transistörün çalışması incelenerek anlaşılabilir.



Şekil 12-7. Geyt 1, Geyt 2, Anot, Katot.



Şekil 12-8. Geyt 1, Pozitif Triger, Katot, Anot, Geyt 2, Negatif Triger.

Şekil 12-8 de görüldüğü gibi SCR, birinin beysi diğerinin kollektörüne birbirini tamamlayacak şekilde simetrik olarak bağlanmış iki transistöre benzemektedir.

Sükûnet halinde yada enerji verilmediğinde transistörlerden hiç birisi iletken halde bulunmaz. Geyt'in gerilimi pozitif olarak yüksektir, ilk transistör iletken olmaya başlar. İkinci transistör direkt olarak buna bağlı ve geçen akım kendisi için de doğru yönde bulunacağından bu transistör de iletken hale gelmeye başlar. Her iki transistör regeneratif etkiyle, hızla doyuma geldiklerinde, bütün sistemin uçları arasında tipik olarak 1 volttan daha az bir gerilim düşmesi meydana gelir.

Aynı durum, geyt 2 veya ikinci transistörün beysine negatif bir gerilim uygulandığında da meydana gelir. SCR pozitif geytli triger olarak çok kullanıldığından, imalatçıların çoğu bu tip yapıya önem vermişlerdir. Böyle olmakla beraber, negatif trigerli SCR ye rastlamak da mümkündür.

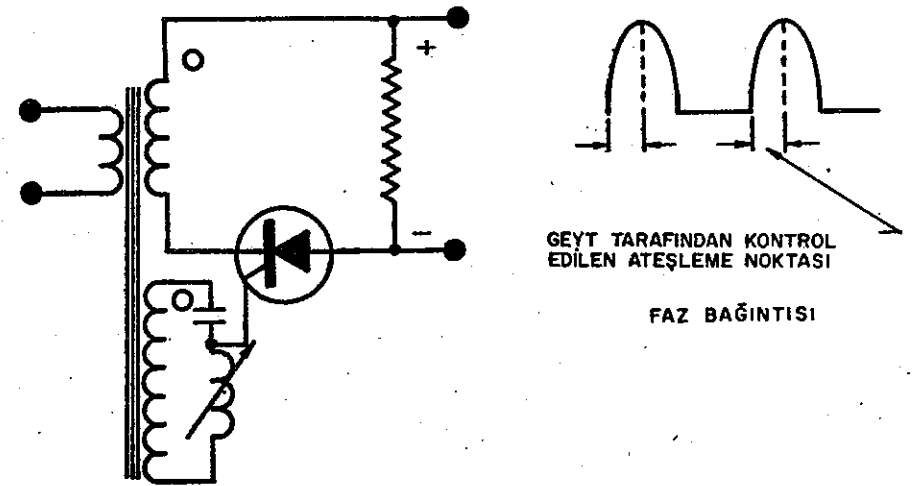
SCR, çalışması bakımından az benzemekle beraber katı bir tayratron gibi düşünülebilir. SCR çalıştırılıp bir kere ateşleme oldu-

ktan sonra geyt, iletkenlik üzerindeki kontrolünü tamamen kaybeder. SCR yi durdurmak için, anot gerilimi tayratronda olduğu gibi kesilmelidir. SCR yi durdurmak için anot geriliminin kesilmesi çok önemlidir ve unutulmaması gerekir. Bu yapılmaz, geyt devresi kapalı kalırsa geyt'in elektronları anoda geçirmesi mümkün olur.

Genel olarak SCR, kısa zaman için çok yüksek akımlara karşı dayanabilir. Bunlar normal tam yük akımlarının 10 katı kadar olan geçici akımları arıza yapmadan taşıyabilirler. Yalnız geyt devresine çok dikkat edilmelidir, çünkü gerek aşırı akım gerekse aşırı gerilimin bu elemanı yakması sonucu olarak anotla katot arasında kısa devre hali meydana gelir.

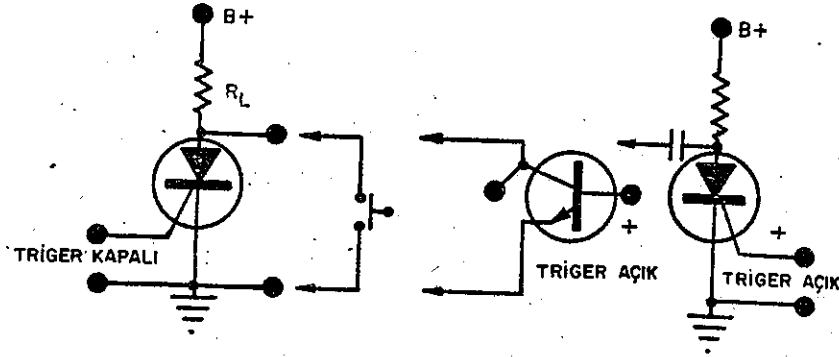
Tayratron ve ignitron için kullanılan aynı tipteki devreler SCR ler için de kullanılır. SCR yi çalıştırmak için, ani olarak pozitif bir pals uygulanır. A.A. devrelerinde geyt'e, katoda göre fazı kaydırılmış bir pals verilir. Anoda A.A. uygulandığında sistem, anot gerilimi sıfırdan geçerken otomatik olarak çalışmaz duruma gelir. Anoda D.A. uygulandığında, sistemin çalışmaz duruma getirilmesi oldukça güçtür.

Şekil 12-9 da A.A. kontrolüne ait tipik bir faz kaydırıcı devre, Şekil 12-10 da ise D.A. kontrolüne ait değişik metotlar gösterilmiştir.



Şekil 12-9. Silikon kontrollü redresör devresi, Faz bağıntısı, Geyt tarafından kontrol edilen ateşleme noktası.

Açma ve kapama zamanı çok kısa olduğundan SCR, düşük frekanslı devrelerde çalışırken dahi RF li geçici palslar yarar. Geçici palsların önemli olmadığı yerlerde SCR doğrudan doğruya, ya da yeteri kadar blende etmek suretiyle yüksek değerdeki güçleri kontrol etmek için çok elverişlidir. Küçük bir paket ölçüsündeki yüksek verimli bir SCR ile, 1000 volta kadar olan gerilimleri ve 40 amper yada daha yüksek değerdeki akımları kontrol etmek mümkündür.



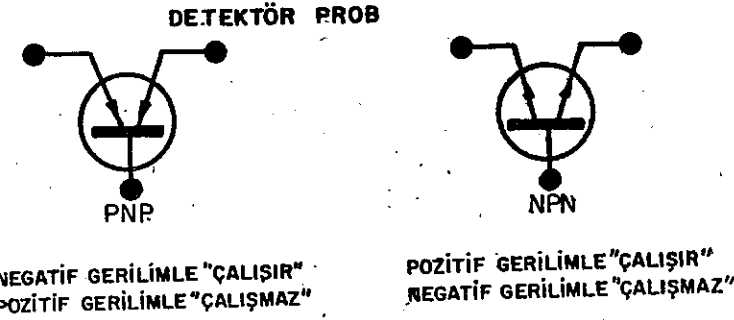
Şekil 12-10. Değişik durdurma metotları, Triger «kapalı», Triger «Açık», Triger «açık».

### İki Yönlü Transistör

İki yönlü transistör, belli bir geometrik yapının transistörlere uygulanmasından meydana gelmiştir. Bunlar da N-P-N ve P-N-P olmak üzere iki tip üzerine yapılmışlardır. Bütün transistörlerin emittörleri kolektör ve kolektörleri, emittör olarak iş görebilir. Fakat ekseriye transistörün emittör yüzeyi küçük ve sıcaklık yayma özelliği zayıf olduğundan, emittörün büyük güçlerde kolektör olarak kullanılması için, bu elektroda uygulanacak ters polarmanın meydana getirdiği yüksek direnç, transistörün yanmasına sebep olabilir.

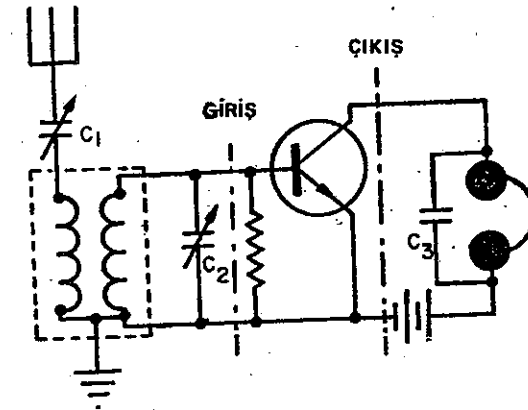
Şekil 12-11 de görülen iki yönlü transistör, emittör bileşimli olarak yapılmış, ve sıcaklık yayma bakımından emittörün yüz ölçümü kolektör eşit olarak tutulmuştur. Bu durumda elemanlardan her hangi birisi emittör veya kolektör olarak kullanılabilir.

İki yönlü transistör daha çok röle maksadiyle kullanılır. P-N-P transistöründe, beys'e uygulanacak negatif bir gerilim elektronların



Şekil 12-11. İki yönlü transistörler, Negatif gerilimle «çalışır», Pozitif gerilimle «çalışmaz», Pozitif gerilimle «çalışır», Negatif gerilimle «çalışmaz».

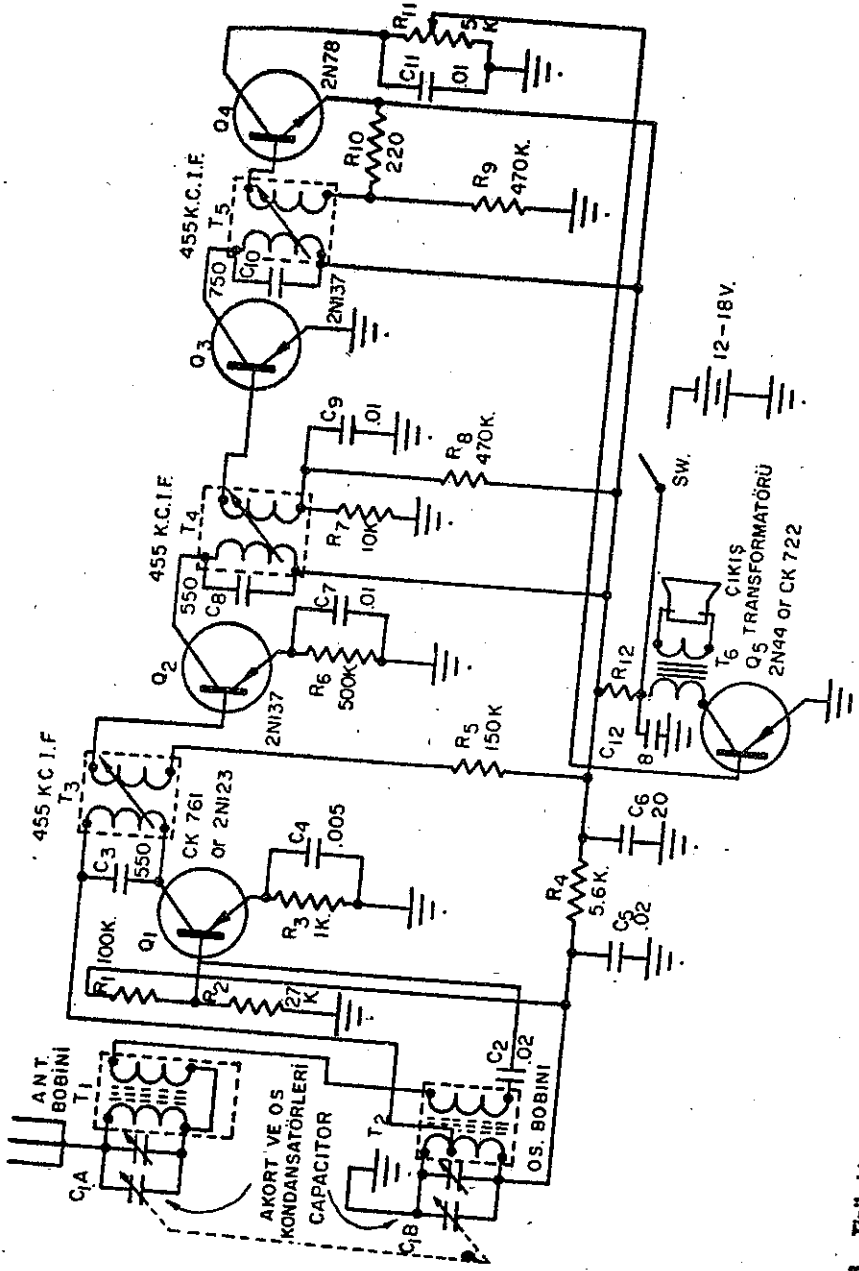
her iki yönde dış devreye doğru akımlarına sebep olur. Bunun yerine pozitif bir gerilim uygulanacak olursa, elektron akımı kesileceğinden devre açılır. N-P-N tipi transistörde ise bunun tamamen tersi bir çalışma olacağından; pozitif gerilim transistörü iletkene hale getirir, negatif gerilim ise transistörden geçen akımı keser.



Şekil 12-12. Transistörlü tipik bir alıcı, Giriş, Çıkış.

### A—M Deteksiyonu

Şekil 12-12 deki devrede, transistörün basit bir A—M detektör devresinde kullanılışı gösterilmiştir. Giriş devresi, şekilden de anlaşılacağı üzere, alınacak A—M sinyallerini detekte eden bir detektör devresidir. Bu sinyal bir önceki kattan, kondansatör veya transformator kuplajı ile alınabilir. Yukarıdaki devrede bir kısım, C<sub>2</sub> ile



Şekil 12-13. Tipik bir süperheterodin alıcı, Akort ve OS. kondansatörleri, Ant. bobini, OS. bobini, Çıkış

akort edilen normal bir orta dalga anten akort devresidir. Şemadan görüleceği üzere, devreye doğru yönde bir polarma uygulanmadığından transistör yaklaşık olarak katod durumunda bulunur. Antenden alınan bir sinyal beys'e geldiğinde, transistör bu sinyalin yalnız pozitif alternanslarında iletken hale geçer. Beys'e gelen bu sinyal, transistörde amplifiye edilerek y akulaklıa verilir yada daha çok kuvvetlendirilmek üzere bir dış amplifikatöre uygulanır. Devredeki C<sub>3</sub> kondansatörü, detekte edilmiş sinyal içerisinde bulunan yüksek frekanslı kısımları filitre etmek için kullanılmıştır.

Şekil 12-13 de, pahalı olmıyan tipik bir süperheterodin alıcı şeması görülmektedir. 540 ile 1620 kc. arasındaki normal orta dalga A—M bandını kavrayan bu alıcı, distorsiyonsuz olarak 500 milivatlık bir çıkış verir.

Bu alıcıyla lokal istasyonları dinlemek için, bir çerçeve anten yeterlidir. Uzak mesafeden gelen yayınları dinlemek için bir dış antenin kullanılması gerekir. Anten bobini burada, primer endüktansı ile akort kondansatöründen teşekkül eden paralel rezonans devresini, alıcının girişine adapte eden bir empedans uygunlaştırıcı devre olarak iş görür. Ayrıca T<sub>1</sub> transformatörünün sekonderi, osilatörün yükünü teşkil eden T<sub>2</sub> transformatörünün sekonder sargısına seri bağlanarak bloke edici C<sub>2</sub> kondansatörü üzerinden R.F. amplifikatörü Q<sub>1</sub> in beysine uygulanır. Q<sub>1</sub> transistörünün AB sınıfında çalışması için gerekli doğru yöndeki polarma, R<sub>1</sub> ve R<sub>2</sub> den teşekkül eden gerilim bölücüden sağlanır. R<sub>3</sub> ise Q<sub>1</sub> in polarma stabilasyonunu sağlamak için kullanılmıştır. R<sub>3</sub> direnci uçlarındaki gerilimin degeneratif etkisi C<sub>4</sub> baypas kondansatörü yardımıyla ortadan kaldırılır.

Q<sub>1</sub> in kollektör çıkışı T<sub>3</sub>, IF transformatörünün primerine uygulanmıştır. T<sub>3</sub> ün primerinde bulunan C<sub>3</sub> kondansatörü ise primeri, 455 kc. da rezonansa getirmeye yarayan akort kondansatörüdür. Q<sub>1</sub> in kollektörü aynı zamanda, regeneratif olarak, T<sub>2</sub> transformatörünün lokal osilatörü teşkil eden primer sargısına beslenmiştir. Lokal osilatör devresi, mili yukarıdaki C<sub>1</sub> A ya mekanik olarak bağlı bulunan C<sub>1</sub> B kondansatörü ile, sinyal frekansından 455 kc. daha yüksek bir frekansa akort edilir.

Primeri, C<sub>3</sub> kondansatörü ve ferokal nüve yardımıyla 455 kc. a akort edilen T<sub>2</sub> transformatörünün sekonder çıkışı, Q<sub>2</sub> nin beysine uy-



gulanır. Bu devrede  $R^5$  direnci, beys akımını sınırlamak,  $R^6$  ise polarma stabilizasyonunu temin etmek için kullanılmıştır. Kondansatörü burada yine  $R_9$  emitör direnci üzerindeki gerilimle degenaratif etkisini ortadan kaldırmak için baypas kondansatörü olarak iş görür.  $Q_2$  nin kollektör çıkışı lokal osilatör beslemesi için,  $Q_1$  de olduğu gibi  $T_4$  transformatörüne beslenmiştir.

Sekonderi  $Q_3$  e beslenen  $T_4$  transformatörünün primeri,  $C_8$  ve ferokal nüve yardımıyla 455 kc. a akort edilmiştir. Bu bölgede sinyal seviyesi yükselmiş olduğundan, transistöre uygulanan gerilimin de yükselmesi gerekir. Burada transistör için gerekli polarma gerilimi,  $R_7$  ve  $R_8$  dirençlerinin teşkil ettiği gerilim bölücünden elde edildiğinden, ayrı bir emitör direnci kullanılmamıştır. Devredeki  $C_9$  kondansatörü, hem degenaratif geri besleme devresiyle meydana gelecek osilasyonları ortadan kaldırmaya hem de istenmeyen sinyalleri toprağa akıtmaya yarar.  $Q_3$  ün kollektör çıkışı yine  $Q_1$  ve  $Q_2$  de olduğu gibi,  $T_3$  transformatörüne beslenir.  $T_3$  transformatörü yine  $C_{10}$  ve ferokal nüve yardımıyla 455 kc. a ayarlanmıştır.  $T_3$  transformatörünün sekonderi, polarması  $R_9$  ve  $R_{10}$  gerilim bölücüsüne katofa getirilmiş bulunan  $Q_4$  detektör transistörüne beslenmiştir.  $Q_4$  ün kollektöründen alınan detekte edilmiş sinyal  $R_{11}$  potansiyometresine uygulanır. Potansiyometreye paralel bağlı  $C_{11}$  kondansatörü redrese edilmiş 455 kc. lik IF sinyalini filtre eder ve geriye esas odyo gerilim kalır. Elde edilen bu odyo gerilim, potansiyometrenin orta ucu üzerinden  $Q_5$  güç amplifikatör transistörünün beysine uygulanır.  $Q_5$  in kollektör çıkışı ise  $T_6$  çıkış transformatörüne, dolayısıyla hoparlöre verilir.

$R_4$ ,  $R_{12}$  dirençleriyle  $C_5$ ,  $C_6$  ve  $C_{12}$  kondansatörleri, alıcının multitelif katlarını dekuple etmek için kullanılmışlardır.

#### HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Bir kondansatör, birbirinden yalıtkan bir maddeyle ayrılmış iki iletken levhadan meydana gelir.
- Ters yönde polarize edilen iletken bir diyot, kondansatörün sahip olduğu aynı özellikleri taşır.
- Yalıtkan madde özelliği gösteren engelleyici bölgenin kalınlığı, birleşme yüzeyleri arasında uygulanan gerilimin değerine bağlıdır.

Yarı iletken bir diyodun kapasite değeri, yaklaşık olarak uygulanan gerilimle orantılıdır.

Varaktörler özellikle, otomatik frekans kontrollü devrelerde kullanılır.

Zener diyot özellikle, referans gerilim kaynağı olarak ve devrelerin aşırı gerilimden korunması maksadiyle kullanılır.

Tek birleşimli bir transistör, bir emitör ve iki beys'den meydana gelir.

● Tek birleşimli transistörler daha çok trigger devrelerinde kullanılırlar.

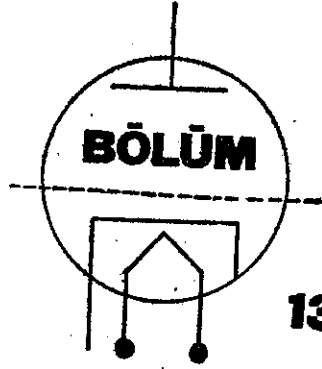
● Elektronik kontrollü devrelerde, yerden kazanmak için çoğunlukla tayratron yerine, silikon kontrollü redresörler kullanılır.

● Silikon kontrollü redresörler kısa süre için aşırı akımlara karşı dayanıklıdır.

● Silikon kontrollü redresörlerin devreyi açma ve kapama zamanları çok kısadır.

#### EMPEDANS KÖPRÜSÜ

1. Bir varaktöre değişik gerilim uygulandığında kapasitesi niçin değişir?
2. Varaktörler, otomatik frekans kontrollü devreler için neden iyi bir elemandır?
3. Zenerin atlama gerilimi nedir? Zener, bir devrenin neresinde kullanılır?
4. Tek birleşimli bir transistörle, normal tipte yüzey temaslı bir transistörü nasıl mukayese edersiniz?
5. Geytler, silikon kontrollü redresörlerde ne maksatla kullanılır?
6. Silikon kontrollü redresörün normal tayratrona göre üstünlükleri nelerdir?
7. İki yönlü transistör hangi devrelerde kullanılır, devre üstünlükleri nedir?
8. Gerilimle kapasite arasındaki bağıntının doğrusal olduğu kabul edilen bir varaktör tipi kondansatörün uçlarındaki gerilim, belli miktarda bir elektronla 0,5 oranında yükselirse, varaktörün kapasitesi nasıl bir değişme yapar?
9. Bir zener diyodun çalışma gerilimi 3,5 V. ve ateşleme için gerekli akım değeri 5 mikroamper olduğuna göre, 50 miliamperlik akımın yarattığı güç nekadardır?
10. Silikon kontrollü redresörün, tayratron ve ignitron'a göre sakıncaları ve üstünlükleri nelerdir?



### 13 Elektronik Ölçü Aletleri

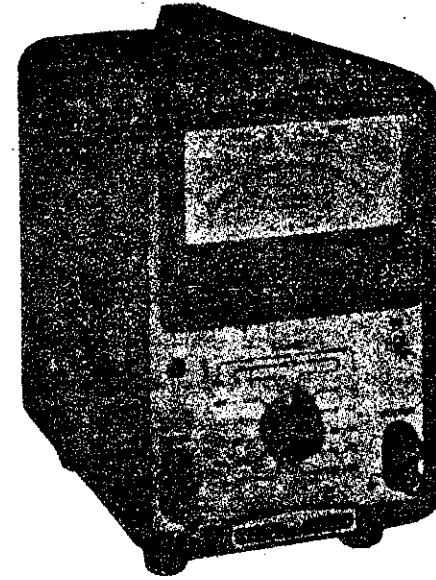
İlim ve teknolojiye, son yıllarda bilinmeyen çoklukların min edilmesi, hesaplanması ve ölçülmesi alanında büyük ilerler kaydedilmiştir. Bu ilerlemeler özellikle, denemeler yaparak ampirik metotlar kullanılarak elde edilmiştir. İleri yıllarda, aynı metotla bugün için elde edilmiş bulunan teorik sonuçların daha ilerisinde başarıların sağlanacağı muhakkaktır. Halen kullanılmakta olan ölçü aletleri, bilinmeyen çoklukların parametre karakteristiklerinin bulunmasında büyük faydalar sağlanmaktadır.

Bir teknisyenin, kullanmakta olduğu her ölçü aletinin ölçü sınırları ve kapasitesi hakkında tam bir bilgiye sahip olması gerekir. Teknisyen ayrıca, özel her ölçüde hangi aleti kullanacağını ve kullanılacak aletin doğruluk derecesini çok iyi bilmelidir. Mesela 10 megaomluk polarma direnci uçlarındaki gerilimin, duyarlığı volt başına 1000-omluk bir aletle ölçülmesi hiç bir zaman tavsiye edilmez. Çünkü yüksek değerdeki direnç ölçü duyarlığı az olan alet tarafından şöntleneceğinden gerilim doğru olarak ölçülemez.

Ölçü için, yalnız istenen aletin kullanılmış olması problemi hal etmez. Önemli olan o iş için gerekli aletin şahıs tarafından bilerek ve ehliyetli bir şekilde kullanılmasıdır. Hatırda tutulması gereken diğer önemli bir husus da, bir şahsı başarıya götüren şeyin, şahsın çok bilgili olmasından daha ziyade bildiklerinin ne kadarını iyi bir şekilde uygulayabildiğidir. Bu bölümde bazı önemli elektronik ölçü aletlerinden bahsedilecektir. Elektrik derslerinde öğrenilen basit ölçü aletlerinin burada ayrıca tekrarına füzum görülmemiştir.

#### LÂMBALI VOLTMETRE

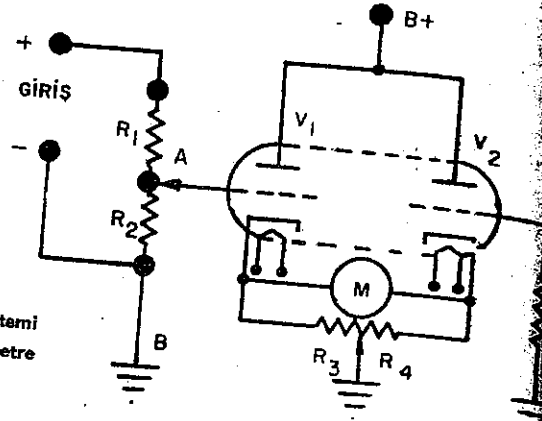
Lâmbalı voltmetre, alternatif gerilim, doğru gerilim ve direnç ölçümünde kullanılan bir elektronik ölçü aletidir. Bu ölçü aletini kullanmakla, diğer voltmetrelerin sakıncaları ortadan kaldırılmış olur. Lâmbalı voltmetrenin (L.V.) en başta gelen iki üstünlüğü, sabit ve yüksek giriş dirençli olmasıdır. Bütün lâmbalı voltmetreler standart olarak, 11 megaom giriş dirençli olarak yapılmışlardır. Giriş dirençleri yüksek olduğundan, lâmbalı voltmetre ile herhangi bir lâmbanın grisi ile katodu arasındaki gerilim kolaylıkla ölçülebilir.



LÂMBALI VOLTMETRE

Giriş direnci 11 megaom olduğundan, böyle bir alet yaklaşık değeri 1 megaom olan % 10 toleranslı bir direncin uçlarındaki gerilimi yeter doğrulukta ölçer, giriş dirençleri çoğunlukla megaom ya da daha düşük değerde olduklarından, aletin şöntleme etkisinden dolayı meydana gelecek yanlış ölçme miktarı çok az olur.

Şekil 13-1 de triyotla yapılan balanslı basit bir lâmbalı voltmetre şeması görülmektedir. Diğer bir çok tipleri olmakla beraber, günlük işlerde en çok kullanılan tip budur. A.A. ve D.A. gerilimlerini



Şekil 13-1. Dengeli köprü sistemi kullanan basit lâmbalı voltmetre devresi, Giriş.

negatif geri beslemeli amplifikatör yardımı ile ölçen bazı âletler yapılmıştır; fakat bunlar daha az kullanılır.

Triyotla yapılmış dengeli lâmbalı voltmetre basit olarak köprü prensibine göre çalışır. Devrede,  $R_3$  ve  $R_4$  köprüünün iki kolunu  $V_1$  lâmbasının anot direnci  $r_{p1}$  ve  $V_2$  lâmbasının anot direnci  $r_{p2}$  teşkil ederler. Burada  $R_3$  ve  $R_4$  dirençleri, sırasıyla lâmbaların polarma dirençlerini teşkil ederler. Bu âleti kullanırken yapılacak ilk iş, âletin sıfırlama ayarının yapılmasıdır. Bu iş,  $R_3$  ve  $R_4$  dirençleri arasındaki oranın değiştirmek suretiyle lâmbaların polarmalarını ayarlayarak yapılır. Lâmbaların triyot kısımlarının iletkenlikleri tamamen birbirine eşit olmadığından, polarmalar ayarlanarak, lâmbalardan akımların katot dirençleri üzerinde eşit değerde gerilim düşmesi yaratması sağlanır. Katot gerilimleri arasında bir fark kalmıyacak olursa, âletten hiç bir akım geçmez. Bu ayarlama işi, ölçü âleti gerekli süre ısınıp kararlı hale geldikten sonra yapılmalıdır.

Ölçülecek gerilimler yönlerine dikkat edilerek  $R_1$  ve  $R_2$  giriş dirençleri uçlarına uygulanır. Uygulanan bu gerilim,  $V_1$  lâmbasının pozitif yönde yükselmesine, dolayısıyla anot akımının artmasına sebep olur.  $V_1$  lâmbası içerisinde geçen bu fazla akım,  $V_2$  in polarmasını  $V_2$  ninkinden daha yüksek bir değere çıkarır. Bu şartlar altında, gerilimler arasındaki fark sıfır olmayacağından âlet üzerinden bir katotdan diğerine doğru bir akım geçer. Âletten

geçen akımın değeri lâmbalı voltmetrenin giriş uçlarına uygulanan gerilimin bir fonksiyonudur. Yani onun değerine bağlıdır.

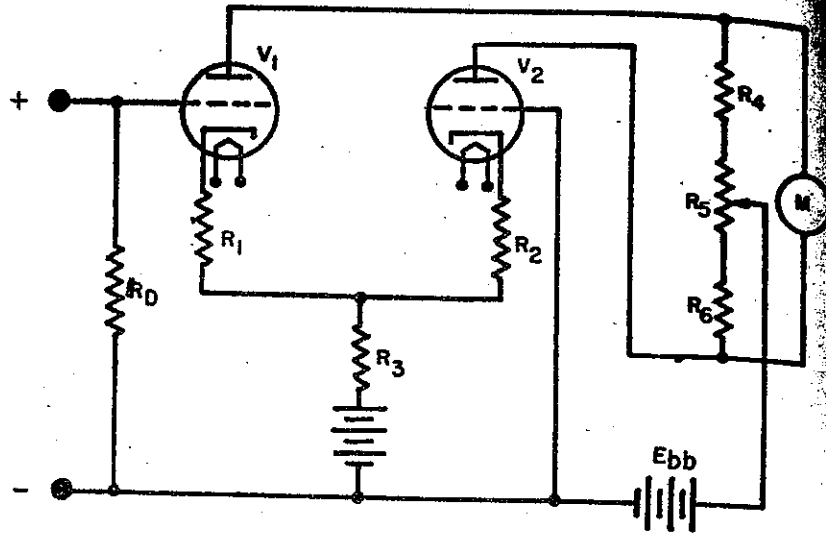
En düşük gerilim ıskalası 1,5 V ise, bu gerilim  $V_1$  in grisine doğrudan doğruya uygulanır. 1,5 volttan daha yüksek gerilimler  $V_1$  i giriş şeklinde yükleyeceğinden, bir gerilim bölücü yardımıyla ibreye tam sapma yaptıracak şekilde en düşük ıskala değerine indirildikten sonra uygulanır. Verilen devrede, A ile B noktaları arasında hiç bir zaman, ibreye tam sapma yaptıracak en düşük gerilimden daha fazla bir gerilim bulunmaz. Girişe daha büyük bir gerilim uygulanırsa, bunun fazla kısmı  $R_1$  direnci uçlarında düşer. Bu matematik olarak şöyle ifade edilebilir:  $E_T = E_{R1} + E_{R2}$ ,  $E_{R2} =$  tam sapma yaptıran en düşük gerilim değeri olduğundan  $E_{R2} = E_T - E_{R1}$  olur. Bu âlet için gerekli gerilim katlayıcı dirençlerin hesaplanması çok kolaydır. Şemada ayrıca gösterilmemiştir. Böylece bir âleti hesaplarırken göz önünde tutulması gereken, en önemli husus, uçlarında yüksek gerilim bulunacak dirençlerin gücüdür. Kit halinde verilen âletlerin dirençleri bazan üzerlerinde harcanan gücü taşıyacak vatta olmazlar.

Lâmbalı voltmetreler alternatif gerilimleri de ölçerler. Bu gibi gerilimler, âletin köprü kısmına uygulanmadan önce redrese edilmek suretiyle doğru akıma çevrilir. Bu iş, güç besleme devrelerinde olduğu gibi bir diyotla yapılır.

Lâmbalı voltmetreler direnç ölçmekte de kullanılır. Normal ommetreler en çok 10 megaohm kadar dirençleri ölçtüğü halde, lâmbalı voltmetrelerle 1000 megaohmuk dirençlerin ölçülmesi mümkündür. Şekil 13-2 de ticarî tipte bir lâmbalı voltmetrenin şeması gösterilmiştir.

#### Lâmbalı Voltmetre Devresi

Şekil 13-2 de gösterilen triyot lâmba ile yapılmış lâmbalı voltmetrede, sinyal yada giriş gerilimi,  $V_1$  lâmbasının girişine uygulanır.  $V_2$  ise devreyi nötralize etmeye yarar. Polarma bataryası ile  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri arasına seri olarak bağlı bulunan yüksek değerli  $R_3$  direnci, toplam katot akımını ayarlamaya yarar.  $V_1$  lâmbasının grisine uygulanacak pozitif bir gerilim bu lâmbadan geçen anot akımını artıracığından  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  uçlarındaki gerilim düşmeleri de artar.  $V_2$  nin katoduna, uygulanan bu artan gerilim,  $V_2$  lâmbasının gri



Şekil 13-2. Triyot lâmba ile yapılan lâmbalı voltmetre devresi.

polarmasını yükseltir. Bu ise,  $V_2$  lâmbasının anot akımının azalmasına sebep olur.  $V_1$ 'in içerisinde geçen anot akımı arttığından buna ait  $R_4$  yük direncinin anot tarafı daha çok negatif;  $V_2$  lâmbasının anot akımı azaldığından buna ait  $R_6$  yük direncinin anot tarafı ise daha pozitif bir hale gelir. Meydana gelen bu gerilim farkı, alet üzerinden giriş sinyaliyle orantılı bir akımın geçmesine sebep olur.  $R_3$  direnci ise, cihaza ölçülecek gerilim uygulanmadan önce aleti sıfırlamaya yarar.

Şemayı, basitleştirmek için giriş devresindeki seri atenuatör dirençleri devrede gösterilmemiştir. Yalnız,  $V_1$  lâmbasının aşırı yüklemelerden korunması için, giriş devresine uygulanacak gerilimin 3 volttan daha düşük değerinde tutulması gerektiği hiç bir zaman hatırdan çıkarılmamalıdır.

#### Lâmbalı Voltmetrenin Üstünlükleri

1. Lâmbalı voltmetreler ölçü devresinden akım çekmezler.
2. Lâmbalı voltmetreler, devrelerindeki amplifikasyon özelliğinden dolayı, daha az duyarlıklı metreleri, esas duyarlığı azaltmadan kullanma imkânını sağlarlar.
3. Lâmbalı voltmetrelerin frekans bantları çok geniştir.

4. Sıcaklık değişimleri aletin duyarlığını çok az etkiler.
5. Yanlışlıkla uygulanan yüksek bir gerilim aleti bozamaz.

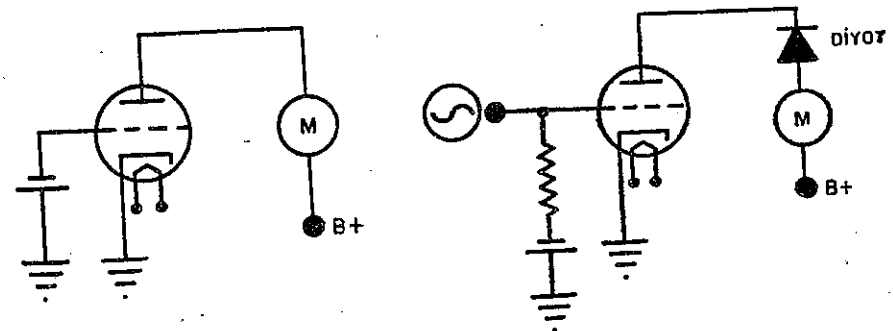
#### Lâmbalı Voltmetrenin Sakıncaları

1. Kararlı bir hale gelmesi için, bir ısınma zamanına ihtiyaç gösterir.
2. Direkt olarak akım ölçmezler.
3. Sinüs dalgası şeklindeki alternatif gerilimleri hassas, sinüsoidal olmayan ve kare dalgası şeklindeki gerilimleri hatalı ölçerler.

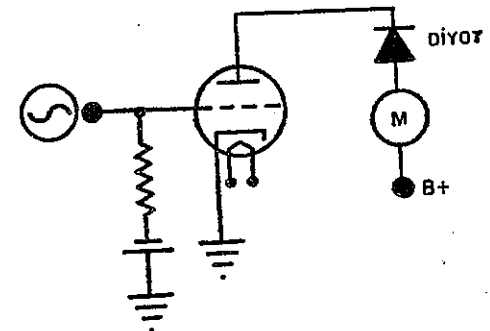
#### LÂMPERMETRELER

Elektronik bir cihaz olan lâmpmetre, genel olarak iki tip üzerine yapılır. Bunların en basiti emisyon tipinde yapılmıştır. Bu tip bir lâmpmetre lâmba emisyonunun yanında diğer çokluklar da ölçer. Böyle bir alet, lâmbaların durumunu tam olarak göstermez. Bir lâmba doğru olarak ancak, çalışma şartlarına yakın bir şart altında ölçülebilir. Emisyon tipi lâmpmetreler, lâmbayı, A.A. parametrelerine göre değil, D.A. parametrelerine göre ölçerler. Bu tip aletlerin % 90 nında griye bir sinyal uygulanmaz. Bu şartlar altında, aletten yalnız kararlı bir akım yada sukûnet akımı geçer. Şekil 13-3 de emisyon tipi lâmpmetreye ait basit bir devre görülmektedir. Depolarda lâmbaları kontrol etmekte kullanılan emisyon tipi lâmpmetreler, lâmba ölçme işini tam manâsiyle yapamazlar.

İkinci tip lâmpmetre ise, lâmbayı yaklaşık olarak çalışma şartları altında ölçer. Bu tip lâmpmetrenin, müttel kondüktans tipi



Şekil 13-3. Emisyon tipi lâmpmetre.

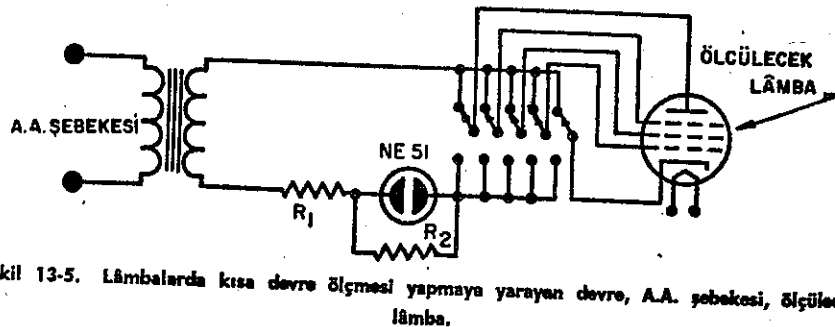


Şekil 13-4. Müttel kondüktans tipi lâmpmetre.

lâmpmetre, dinamik lâmpmetre ve transkondüktans tipi lâmpmetre olmak üzere bir çok ismi vardır. Bu isimlerin hepsi aynı ölçümleri ifade ederler. Esas devrede (genellikle 50 sayıklık) değişen sinyal bulunur. Bu, dinamik yada müttüel kondüktans tipi lâmpmetreye ait tipik bir devre şeması Şekil 13-4 de gösterilmiştir. Ayrıca, müttüel kondüktans tipi lâmpmetrenin neden tercih edildiği grafik olarak gösterilmiştir. Bazı lâmpmetrelerde, lâmpmetre elemanlarına, hakiki çalışma şartlarına yakın durumu sağlamak üzere ayrı gerilimler uygulanır. Bu tip lâmpmetreler, lâmpmanın normal çalışma olarak müttüel kondüktansını ölçmekle kalmayıp, ucuz ve kullanışlı âletlerin yapmadığı daha birçok ölçüleri de yaparlar. Örneğin, lâmpmanın elemanları arasında meydana gelen kısa devreleri kontrol ederler. Bazı lâmpmetrelerin kısa devre ölçme duyarlılığı yüksek, bazılarının ise çok daha düşük olur. Söz konusu kısa devre ölçme duyarlılığı, 50 kilo om ile 10 megaom arasında değişir. Bu şartlara, standart lâmpmetreler sınırına girmeyen daha yüksek duyarlılıklı lâmpmetrelerde rastlanır.

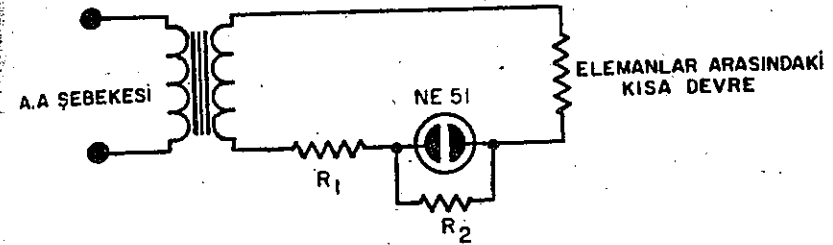
Televizyon işlerinde bazan 10 megaomluk duyarlılık dahi kâfi gelmez. Çünkü 10 megaomluk kısa devre direnci bu işlerde çok düşük kalır. Bu gibi hallerde normal lâmpmetreler istenen sonucu vermezler. Lâmpmetrenin bütün bu üstünlüklerine rağmen, tam ölçme yapmadığı kabul edilerek tolerans tanınmalıdır.

Bir lâmba üzerinde kısa devre kontrolü yapılırken, lâmpmetre lâmbayı bir kare kısa devre gösterdikten sonra tekrar tekrar ölçme yapmamalı, aksi takdirde lâmpmetre bozulabilir. Öğrenciler bunu bilmediklerinden, bilhassa okullarda buna daha çok dikkat edilmelidir. (Lâmpmetrelerin normal zamanından çok daha önce ölçme yapmaz duruma gelmesinin nedeni bu olabilir).



Şekil 13-5. Lâmbalarda kısa devre ölçmesi yapmaya yarayan devre, A.A. şebekesi, ölçülecek lâmba.

Kısa devre ölçüsü yapmaya yarayan tipik bir devre Şekil 13-5'te gösterilmiştir. Bu devrede, ölçü yapılan eleman hariç diğer bütün elemanlar birbirine bağlanır, ölçülecek eleman hakikatte NE51 neon lâmbası ile seri olarak transformatörün sekonder uçları arasında bağlanır. Devrede yada lâmbanın elemanları arasında bir kısa devre varsa devre, Şekil 13-6 da görülen şekli alır. Transformatör sekonderinden alınan gerilim uygun bir gerilim bölücü ile neon lâmpaya uygulanacak olursa, devreden yeteri kadar bir akım geçtiğinde neon lâmba iyonize hale gelerek ışık verir. Neon içerisinden geçecek akımın değeri ise, devreye seri olarak giren lâmba içerisindeki kısa devre direncine bağlı kalır.



Şekil 13-6. Eş değer kısa devre, A.A. şebekesi, Elemanlar arasındaki kısadevre.

Bir lâmpmetre satın alırken, lâmpmetrenin yüksek kısa devre duyarlılığı ve transkondüktans ölçer durumunda olmasına bilhassa dikkat edilmelidir. Bir teknisyenin bunları bilmesi ona ilerideki çalışmalarında, belli devrelerden ne gibi sonuçlar alması gerektiği hususunda faydalı olur.

Lâmpmetre esas olarak amplifikatör prensibine göre çalışır, hakikatte de lâmpmetre bir amplifikatörden başka bir şey değildir. Lâmpmetre üzerinde bulunan ölçü âleti, ya anot akımını veya katot akımını gösterir. Söz konusu ölçü âletinin ıskalası mikromho yada nisbi başka birimlere göre taksimatlandırılır. Lâmpmetre imalatçıları cihazlarını yeni bir çok lâmbanın ortalama değerine göre tanzim ederler. İskalada bu nokta, belli bir lâmba için «İYİ» yada «FENA» olarak işaretlenir. Bu işlem her lâmba için ayrı ayrı yapılmak suretiyle ortalama değer bulunur.

Teknisyenin başka bir lâmba ölçerken yapacağı iş, bu lâmbanın ortalama değerini, yeni lâmbanın ortalama değeri ile karşılaştırmaktır.

maktır. Bir lâmpmetrede fazla miktarda lâmba ölçmeden önce hazın lâmbayı hâla tam olarak ölçüp ölçmediğinin ve ibrenin gösterdiğinin esaslı olarak bilinmesi gerekir. Lampmetrenin içerisindeki lâmbanın eskimesi okumada hataya sebep olabilir. Bu anlamak için lâmpmetrede bir kaç tane yeni lâmba ölçüye tutularak sonucun, yeni lâmbalar için elde edilmesi gereken değeri uyup uymadığı kontrol edilir. Bu metotla bir lâmpmetrenin doğru ölçü yapıp yapmadığı anlaşılmış olur. Bütün bunlara rağmen lâmpmetrenin «iyi» olarak gösterdiği bir lâmba, kendi özel devresinde çalışmayabilir. Bunun için bir lâmbanın lâmpmetrede ölçmesini, o lâmbanın devrede çalışma durumunu gösteren kesin ölçü olmayacağı hiç bir zaman hatırdan çıkarılmamalıdır.

#### R. F. Sinyal Generatörleri

R. F. sinyal generatörü, herhangi bir devre yada cihaza kendi normal kaynağından geliyormuş gibi sinyal veren bir cihazdır. Buna göre, bir A-M alıcısının durumu, sinyal generatöründen alınan sinyali alıcının değişik noktalarına uygulamak suretiyle kontrol edilebilir. Böyle bir cihazla hem A-M hem de F-M alıcıları ayar edilebilir.

İyi kaliteli sinyal generatörlerinde geniş bir frekans bandını birbirini tamamlayan bantlar halinde kavrayan yüksek kararlılık R. F. osilatörleri kullanılır. Osilatör katı tampon katına, izolasyon maksadıyla elektron kuplajlı olarak irtibatlanır. Sinüs dalgası şeklinde 400 c/s lik çıkış veren tampon katı ise, endüktif bir osilatör olup R. F. lı çıkışı bu katta modüle etmeye yarar. Generatörün çıkışı, tampon katının katot devresine konan çok kademeli bir attenüatör ve potansiyometre yardımıyla R. F. osilatörü yüklenmeden kontrol edilebilir. Bir regülatör lâmbası kullanmak suretiyle, osilatörün frekansı, şebeke geriliminin 200-270 volt arasındaki değerleri için kararlı hale getirilebilir.

R.F. generatörlerinin çoğunda şu dört çıkış bulunur :

1. Geniş bir frekans bandında modüle edilmemiş R. F. lı çıkış.
2. 400 c/s ile modüle edilmiş R. F. lı çıkış.
3. Dışardan modüle edilebilen R. F. lı çıkış.
4. 400 c/s lik sinüs dalgalı odyo frekans çıkışı.

Şekil 13-17 de sinyal generatörüne ait blok diyagram görülmektedir.

Bu cihazla, hassas bir ayarlama yapabilmek için, cihazın en az dakika ısınmaya terk edilmesi gerekir. Aşağıda görülen maksat için kullanılacak çıkış bağlantı uçları ile kontrolların isimleri az üzerinde yazılı olarak bulunur.

**Bant Komütatörü :** R. F. osilatörünün bant komütatörü olup, frekans bantlarından birini seçmeye yarar.

**Attenüatör :** Çıkış uçlarına verilen R. F. li sinyalin ince ayarını sağlar.

**Katlayıcı :** R. F. lı çıkışı,  $\times 10 - \times 100 - \times 1000 - \times 10000$  kere katlamak suretiyle kaba olarak ayarlayan, mikrovolt cinsinden kalibre edilmiş çok kademeli bir atenüatördür.

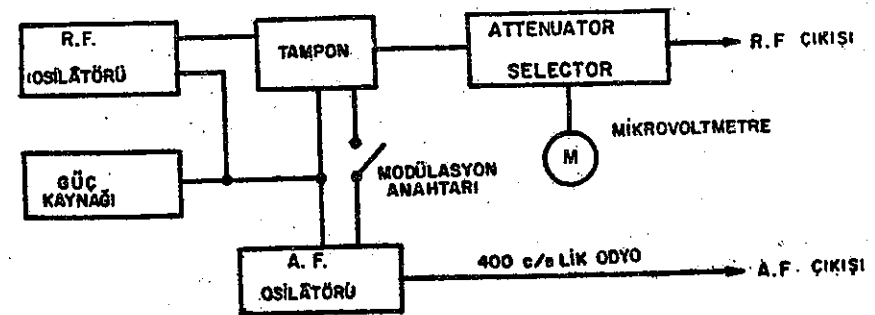
4. **İşletme Çeşidi Komütatörü :** Çıkışın, C. W.; 400 saykulla modüle edilmiş R. F. yada dışardan modüle edilebilen durumlarından birini seçmeye yarar.

5. **R. F. Çıkışı :** Modülesi ve modülesiz R. F. lı çıkış, cihazla verilen koaksiyal kablo Generatörde «R.F. Çıkış» işaretli yere takılarak sağlanır.

6. **Odyo Çıkışı :** 400 c/s lik odyo sinyali ve dış modülasyon, koaksiyel kablo «odyo çıkış» işaretli yere takılarak elde edilir. Dışardan modülasyon uygulanmak isteniyorsa, çalışma çeşidi komütatörü C. W. durumuna getirilir.

#### Not :

Hassas bir ayarlama için bantların, orta kısımları kullanılmalı ve bantlar değiştirildiğinde cihazda frekans değişikliği olmamalıdır.



Şekil 13-7. Bir R.f. sinyal generatörünün çalışmasına ait blok diyagram.

**R. F. Sinyal Generatörünün Kullanıldığı Yerler**

Sinyal generatörü, elektronik cihazların tamirinde başlıca yerde kullanılır.

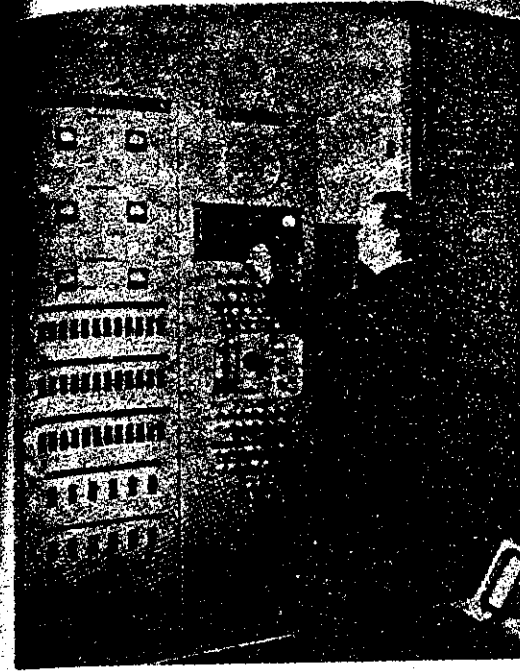
1. Bir katın normal olarak çalışıp çalışmadığını anlamak ve lar arasındaki kuplaj devrelerinin durumunu tesbit etmelerine yarar.
2. Teknisyene, radyo ve televizyon cihazlarını ayarlayabilme kânını sağlar.
3. Devrelerin kat kazancını hesaplamakta işe yarar. Bu iş, ölçü tâbi tutulan cihazın çıkışına bir ölçü aleti bağladıktan sonra girişine sinyal generatöründen alınan sinyal uygulanarak yapılır.

**Bakım**

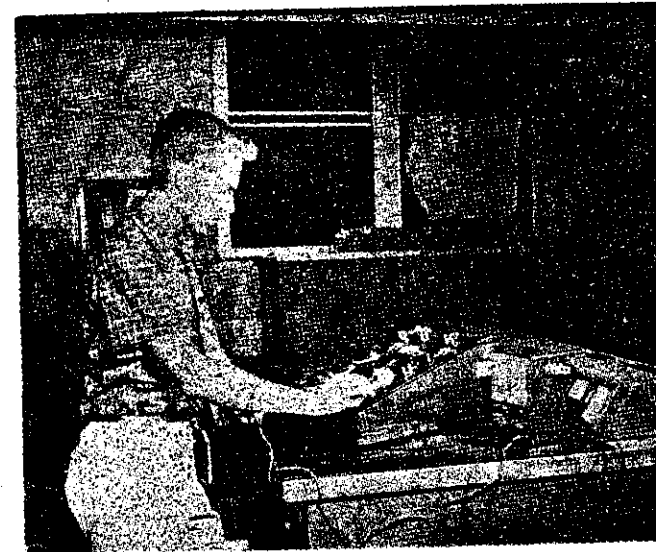
Bir teknisyen, deney yapan bir kimsé veya bir amatör, cihazların çalışmalarını ne kadar iyi bilirse bilsin, kendisini hiç bir zaman kendi sinyal generatörünü tamir edecek bir uzman olarak görmemelidir. Cihazın vermesi gereken değerlerde meydana gelebilecek herhangi bir değişiklikten imalâtçı sorumlu olduğundan, cihazı tamir edecek en yetkili müessese yine imâl edildiği fabrika olacaktır.

Bununla beraber toz, aşınma, lâmba eskimesi, sıcaklık ve sızıntıdan dolayı meydana gelecek basit arızalar teknisyen tarafından giderilebilir. Ayrıca, bir teknisyenin kendi cihazının normal çalışmasını kontrol edip anlaması; para ve zaman israfına mâni olmadığı gibi, kendi kendini tatmin bakımından da faydalıdır.

Sinyal generatörlerindeki kararsız çalışma, arızalı lâmbadan dolayı varyabil millerindeki pislikten, bilya ve yatak aşınmasından yada akort varyabil milindeki boşluktan meydana gelebilir. İskala okunan frekanslar bütün iskala boyunca hep bir tarafa kayık olarak çıkıyorsa, cihazı kalibre etmeden önce iskala kendi saplamasını gevşetilerek varyabil, mili üzerinde hatalı miktar kadar ters yönde kaydırıldıktan sonra tekrar sıkılmalıdır. İskala sabit olup ibre mili üzerinde dönüyorsa, bu kere iskala yerine ibre, kendi mili üzerinde hatalı miktar kadar kaydırılmalıdır. İbre yalnız belli noktalarda hataya sebep oluyorsa, o zaman da arıza bir soğuk lehimden, osilatör bobinindeki bir kısa devreden, arızalı bir trimer yada dekaplaj kondansatöründen ileri gelmiş olabilir. Bir sinyal generatörü kalibrasyonunun mutlaka fabrika spesifikasyonlarına göre yapılmasının gerekli olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır.



Okul elektronik laboratuvarlarında sinyal generatörü ile yapılan tipik bir sinyal dağıtım sistemi.



R.F. osilatörü tampon, Attenüatör, R.F. çıkışı Modülasyon anahtarı, mikrovoltmetre, Güç kaynağı

A.F. çıkışı.

## EMPEDANS KÖPRÜSÜ

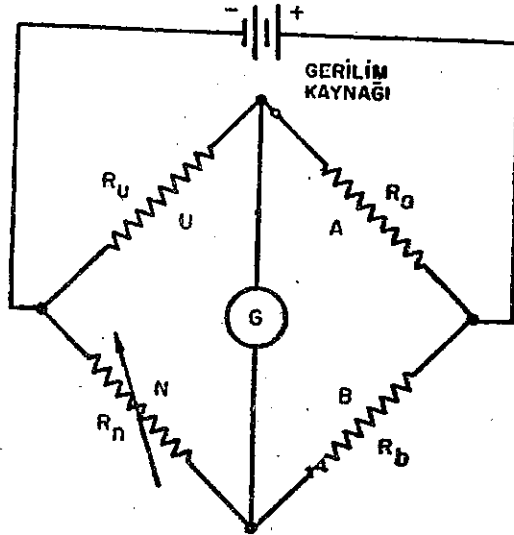
Empedans köprüsü D.A. direnci, A.A. direnci, kapasite ve endüktans değerlerini ölçmek maksadıyla kullanılır. Endüstri standartları tesbit etmeye yarayan bu elektronik cihaza, laboratuvar da kullanılan bir prezisyon ölçü aleti olması sebebiyle yeterince dar ihtimam gösterilmelidir. Yapılan işlerin çoğunun hassasiyeti bu alete bağlı olduğundan; laboratuvarın bütün yükü empedans köprüsü üzerinde toplanır.

Empedans köprüsü ile, disipasyon faktörü (D) ve gerilim yansıltma katsayısı (Q) değerleri de ölçülür. Bu çokluklar, kapasite ve endüktans değerleri doğru bir şekilde ölçülerek elde edilir.

## Çalışma Prensibi

Bir empedans köprüsü belli dört köprü devresine ayrılabilir. Bunlar :

1. Wheatstone köprüsü
2. Kondüktans (iletkenlik) köprüsü
3. Endüktans köprüsü
4. A.A. direnç köprüsü



Şekil 13-8. Wheatstone köprüsü, Gerilim kaynağı.

Bu köprü devrelerinin hepsi, bazı değişiklikler hariç, Wheatstone köprüsüne benzerler. Söz konusu farklar : dedekte eden bir eleman ile akım kaynağının kullanılmış olması ve köprü kollarında yapılan değişimlerdir.

Bu köprülerin en basiti olan Wheatstone köprüsü Şekil 13-8 de gösterilmiştir.

Galvanometre akımı sıfırken yani köprü denge durumundayken, şu eşitlik yazılabilir :

$$\frac{U}{N} = \frac{A}{B} \text{ veya } \frac{R_u}{R_n} = \frac{R_a}{R_b}$$

Burada U, ölçülecek olan bilinmeyen direnci, N standart bir direnç olan bilinen direnci, A ve B ise oran kollarını teşkil ederler.

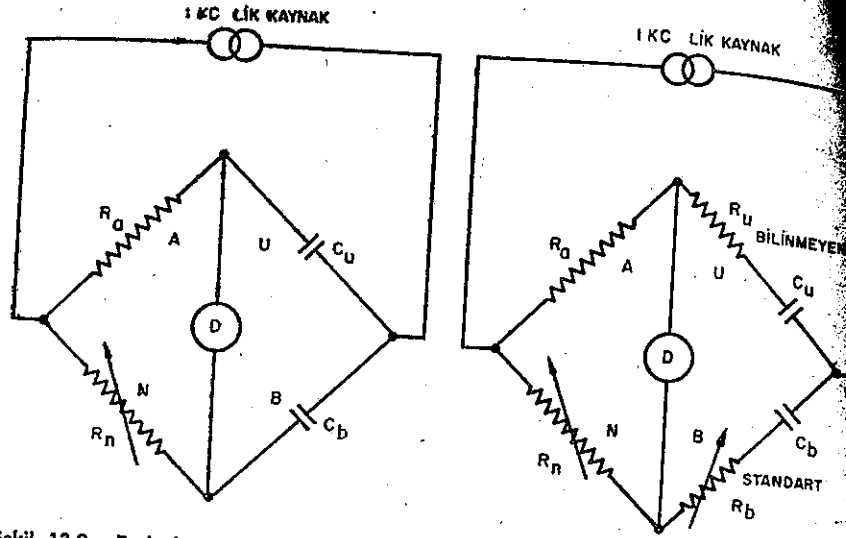
$$\text{Yukardaki eşitlikten } U = N \frac{A}{B} \text{ yada } R_u = R_n \frac{R_a}{R_b} \text{ olur.}$$

Buradan, A ile B arasındaki oran doğru olarak bilindikçe her değerde direncin böyle bir köprü ile ölçülebileceği açık olarak görülmektedir. Yapılacak ölçünün doğruluğu, A ve B kolları arasındaki oranın doğruluk derecesine, galvanometrenin duyarlığına ve iskala kalibrasyonunun doğruluğuna bağlıdır. En yüksek direnç kademesinde galvanometre içerisinde meydana gelen etkiden dolayı, düşük direnç kademelerinde yapılan ölçüler, yüksek kademelere göre daha doğru sonuç verirler. Bunu önlemek için besleme gerilimi yüksek kademelerde genellikle 45 voltta çıkarılır.

Yüksek direnç kademelerinde gerilimi yükseltmekle elde edilecek fazla akım, bu kademelerin de düşük kademeler kadar doğru ölçü yapmasını sağlar. Cihazı kullanacak kimsenin böyle yüksek bir gerilimin alete zarar vermemesini temin için alete ait kullanma kitabını okuması gerekir.

Kaliteli empedans köprülerinin çoğundaki hata miktarı, en yüksek kademe hariç diğer bütün kademelerde  $\pm$  % 1 kadardır. 6 voltluk bir batarya kullanılırsa hata miktarı  $\pm$  % 2 olur. Bu 6 voltluk gerilim 45 volta çıkarılırsa hata miktarı % 1 e düşer.





Şekil 13-9. Basit kapasite köprüsü,  
1 KC. lık kaynak.

Şekil 13-10. Geliştirilmiş kapasite  
köprüsü, 1 KC. lık kaynak, bilinme-  
yen, Standart.

Wheatstone köprüsü ile kapasite ölçebilmek için, köprü üzerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekir. Kapasite ölçme işi esas olarak, bir koldaki kapasitif reaktans ve direnci diğer koldaki kapasitif reaktans ve dirençle dengeye getirmek suretiyle yapılır.

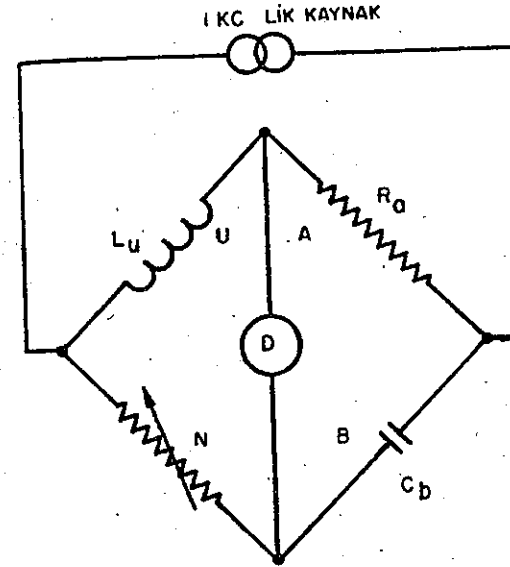
Şekil 13-9 da basit bir kapasite köprüsü görülmektedir. Devrede, gerilim kaynağı yerine 1 kc. lık bir osilatör ve direnç yerine de standart kondansatör kullanılmış olduğuna dikkat ediniz. Wheatstone köprüsünde denge durumunu gösteren galvanometre 1000 sayıklık A.A. kaynağından gelen akımı ölçemeyeceğinden bunun yerine bir kulaklık, bir A.A. lâmbalı voltmetresi yada bir osilograf kullanılır.

Bu devre, kondansatörlerin iç dirençlerinden dolayı hatalı ölçme yaptığından Şekil 13-9 da gösterilen şekle çevrilerek, operatörün AU ve NB kolları arasındaki faz farkını dengelemesi temin edilmiş olur. Değeri bilinmeyen kondansatörün doğru olarak ölçülebilmesi için kolların faz açılarının eşit olması şarttır. Fabrikalarda  $\pm$  % 1 hata ile kapasite ölçmekte kullanılan değişik bir kapasite köprü devresi şekil 13-10 da görülmektedir.

$R_b$  normal olarak, D birimi cinsinden kalibre edilir ve değeri bilinmeyen kondansatörün disipasyon faktörünü gösterir. Kondansatörün kapasitif etki derecesini gösteren D faktörü, o kondansatörde gerilimin, akımdan  $90^\circ$  ye ne kadar yakın bir miktar geride kaldığını gösteren bir ölçü birimidir. İdeal olarak, kondansatörün direncinin sonsuz olması arzu edilir. Fakat bu mümkün değildir, kondansatörlerin iç dirençleri daima sonsuzun altında bir değer taşır.

Endüktans ölçebilmek için, basit köprü devresinde başka değişikliklerin yapılması gereklidir. Basit bir endüktans köprüsü Şekil 13-11 de gösterilmiştir. Bu köprüde de galvanometre yerine bir dektör, akım kaynağı yerine de 1kc. lık bir osilatör kullanılmış olduğuna dikkat ediniz. Devrenin B kolunda bir endüktans kullanılması gerektiği düşünülebilirse de bunun yerine, ekonomik olduğundan bir kondansatör konmuştur.

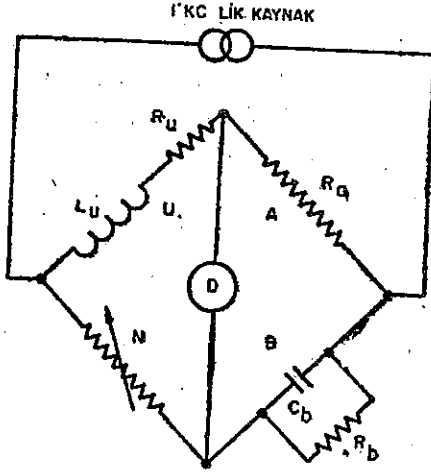
$$\text{Köprüye ait eşitlik ise: } \frac{U}{A} = \frac{N}{B} \text{ olur.}$$



Şekil 13-11. Basit endüktans  
köprüsü, 1 KC. lık kaynak.

Basit kapasite köprüsünde olduğu gibi bu devre de çok hassas bir ölçme yapmaz. Çünkü bu köprü de kolların faz açılarını eşitlemez. Yalnız reaktif elemanları dengeye getirir.

$Q \left( \frac{X_L}{R} \right)$  değeri 10 dan aşağı olan endüktanslar en  
şekilde, Maxwell endüktans köprüsü ile ölçülür. Bu köprüye  
devre Şekil 13-12 de görülmektedir.



Şekil 13-12. Maxwell endüktans köprüsü, 1 KC. lik kaynak.

Bu köprü de yine ancak (Q) değeri 10 dan aşağı olan endüktansları ölçer. (Q) değeri 10 ilâ 1000 arasında bulunan endüktanslar HAY köprüsü ile ölçülür. Bu köprüye ait devre şeması ise Şekil 13-13 de gösterilmiştir.

#### Empedans Köprüsü İle İlgili Deyimler

İmalâtçıdan imalâtçıya değişmekte olan parça isimleri esas olarak, aşağıda gösterilen deyimlerle ifade edilir :

1. *İşletme Çeşidi Komütatörü* : İşletme çeşidi anahtarı, cihazla yapılabilen ölçmelerden seçmeye yarar. Örneğin, cihazın Wheatstone, Maxwell yada birini Hay köprüsü olarak kullanılması için gerekli devreyi seçer.
2. *Akım Kaynağı Komütatörü* : Akım kaynağı komütatörü, su üç akım kaynağından birini seçmeye yarar : Wheatstone köprüsü

in D.A. kaynağı, A.A. köprüleri için 1000c/s lik akım kaynağını, 1000 c/s dışında bir frekansta ölçü yapmak için bir dış akım kaynağını.

*Detektör Komütatörü* : Detektör komütatörü, köprüler için gerekli şu üç detektörden birini seçmeye yarar : Kaba sıfırlama ayarı için kullanılan şöntlü galvanometreyi, son sıfırlama ayarında kullanılan direkt galvanometreyi yada lâmbalı voltmetre, kulaklık vesaire gibi bir dış detektörü. Empedans köprüleri dışında kalan bazı cihazlarda A.A. lâmbalı voltmetresi direkt olarak cihazın içerisine monte edilir.

*Kademe Komütatörü* : Kademe komütatörü, kullanılan cihazın hangi ölçü kademesinde çalışacağını seçmeye yarar.

5. *CRL İskalas* : Bilinmeyen direnç, kondansatör ve endüktans değerleri, kalibre edilmiş CRL ıskalası okunan miktar, kademe rakamı ile çarpılarak bulunur.
6. *«D» İskalas* : Disipasyon faktörü, kalibre edilmiş bulunan «D» ıskalası üzerinden direkt olarak okunur. Bazı cihazlarda okunan bu değeri, işletme çeşidi komütatörü üzerinde bulunan bir katsayıyla çarpmak gerekir.
7. *«DQ» İskalas* : Kalibre edilmiş olan «DQ» ıskalası, gerilim yükseltme katsayısı 1 ilâ 10 arasında bulunan bobinlerin Q değerini ölçmeye yarar.
8. *«Q» İskalas* : Kalibre edilmiş olan «Q» ıskalası ise, gerilim yükseltme katsayısı 0 ilâ 1 arasında bulunan bobinlerin Q değerini ölçmeye yarar.

#### Direnç Ölçerken İşlenecek İşlem Sırası

Direnç ölçmekte izlenecek esas işlem sırası imalâtçıdan imalâtçıya pek değişmezse de, cihazı kullanan kimsenin elindeki cihazdan en iyi bir şekilde faydalanması ve doğru bir ölçü yapabilmesi için, söz konusu cihaza ait broşürü dikkatle okumuş olması gerekir. Bir teknisyenin kullandığı cihazı tanıması ve ondan yeteri kadar faydalanabilmesi için bundan başka bir yol olamaz.

1. Detektör komütatörünü *Şöntlenmiş Galvanometre* durumuna getiriniz.
2. Generatör komütatörünü *D.A.* durumuna alınız.
3. İşletme çeşidi komütatörünü *DİRENÇ* durumuna getiriniz.
4. Değeri bilinmeyen direnci, *R* işaretli uçlar arasına bağlayınız.
5. Kademe komütatörü ve *CRL* ıskalasını kullanarak şöntlü durumdaki galvanometreyi sifira getiriniz.
6. Galvanometreyi direkt duruma alarak köprüyü tekrar dengeye getiriniz.
7. *CRL* ıskalasında okunan değeri kademe komütatörü üzerinde okunan katsayıyla çarpınız.

#### A.A. Direncini Ölçerken İzlenecek İşlem Sırası

Aşağıdaki işlem sırası hoparlör, şok bobini, transformatör ve bunlara benzer diğer bütün odyo frekans elemanlarının 1000 c/s deki empedanslarını bulmak için çok kullanışlıdır.

1. Detektör komütatörünü *Dışarı (Externa)* duruma getiriniz.
2. Değeri bilinmeyen direnci *R* uçları arasına bağlayınız.
3. İşletme çeşidi komütatörünü *R* durumuna getiriniz.
4. Generatör komütatörünü *I* kc. durumuna alınız.
5. Dış detektör uçları arasına bir kulaklık bağlayınız. (varsa, komütatörü dahili lâmbalı voltmetre durumuna getiriniz)
6. *CRL* ıskalası ile köprüyü, kulaklıktan minimum ses duyuncaya yada âletin ibresi minimum gösterinceye kadar ayarlıyarak dengeye getiriniz.
7. *CRL* ıskalasında okunan değeri kademe komütatörü üzerinde görülen katsayıyla çarpınız.

#### Kapasite Ölçerken İzlenecek İşlem Sırası

1. Değeri bilinmeyen kondansatörü *CL* uçları arasına bağlayınız.
2. İşletme çeşidi komütatörünü *C—DQ, DQ* ıskalasını ise *D* durumuna getiriniz.

3. Detektör komütatörünü *DIŞARI*, generatör komütatörünü ise *1 kc.* durumuna alınız.
4. Kulaklık yada lâmbalı voltmetre kullanarak köprüyü, kademe komütatörü ve *CRL* ıskalası yardımıyla dengeye getiriniz.
5. «*DQ*» ve *CRL* ıskalaları yardımıyla daha iyi bir minimum sapa yada ses elde ediniz.
6. *CRL* ıskalasında okunan değeri kademe komütatörünün gösterdiği katsayıyla çarpınız.

#### Endüktans Ölçerken İzlenecek İşlem Sırası

1. Değeri bilinmeyen bobini *CL* uçları arasına bağlayınız.
2. İşletme çeşidi komütatörünü *L—DQ, DQ* ıskalasını *10* durumuna getiriniz.
3. Detektör komütatörünü *dışarı*, generatör komütatörünü *1 kc.* durumuna alınız.
4. Kulaklık yada lâmbalı voltmetre kullanarak köprüyü *CRL* ıskalası yardımıyla dengeye getiriniz.
5. «*DQ*» ıskalası yardımıyla köprüyü daha iyi bir şekilde dengeleyiniz.
6. *CRL* ıskalasıyla köprüyü tekrar dengeye getiriniz.
7. *CRL* ıskalasında okunan değeri kademe komütatörünün gösterdiği katsayıyla çarpınız.

Buraya kadar anlatılanlar, empedans köprüsü ile yapılabilecek ölçmeleri genel olarak göstermektedir. Aynı köprüyle başka ölçmeler de yapılabilir. Böyle, bir durumda frekansın değiştirilmesi gerekirse buna bağlı olarak ıskala taksimatının da yeniden yapılması gerekir. Her hangi durum olursa olsun, yapılması gereken işlemler en iyi şekilde ancak cihazın kendi broşüründen elde edilebilir.

#### Q METRE

Elektronik laboratuvarlarında kullanılmaya başlayan yeni cihazlardan biri de *Q* metredir. Bu cihaz bir bobinin reaktansının di-

rencine olan oranı yani Q değerini ölçer. Aynı cihazla kapasite endüktans değerleri de ölçülebilir. Q metre aynı zamanda rezonans devresinin çalışma frekansındaki durumunu incelemek, devre eleman değerlerini ölçmek imkânını da sağlar. Diğer bir deyişle, Q metrelerle, devre elemanlarını kendi devre şartlarına yakın şartlarda ölçmek kabildir.

Cihaz basit olarak, frekans kalibrasyonlu bir R.F. osilatör kalibre edilmiş bir değişken kondansatör ve bir lâmbalı voltmetreden meydana gelir.

Bu üniteler normal olarak bobinlerin Q değerini ölçerken kullanılır. Diğer ölçmelerde ünitelerden biri yada bir kaç kullanılır.

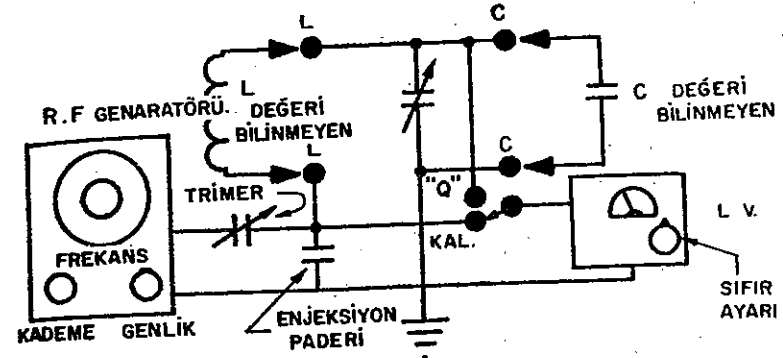
Bu cihazla yapılabilen özel ölçmelerden bazıları :

1. Bobinlerin Q değerini ölçmek
2. Bobinlerin sarımlar arası kapasitesini ölçmek
3. Endüktans ve kapasite ölçmek
4. Bir malzemenin dielektrik katsayısını ölçmek
5. Dielektrik bir malzemenin Q değerini ölçmek
6. Dielektrik malzemenin güç faktörünü ölçmek
7. Kuple edilmiş devrelerin arasındaki karşılıklı endüktans değerini ölçmek.
8. Kuplaj katsayısını ölçmek
9. Kuple edilmiş devrelerdeki kazancı ölçmek
10. Kritik kuplaj değerini bulmak
11. Bir şokun öz rezonans frekansını bulmak
12. Bir bobinin reaktansını bulmak
13. Bir bobinin çalışma frekansındaki direncini ölçmek
14. Bir bobinin empedansını bulmak

Yukarıda verilen liste bu cihazla yapılabilecek ölçmelerin tamamını kapsamıyor. R. F. la ilgili herhangi bir ölçme yapmak gerekirse akla ilk gelecek cihaz Q metre olur.

### Q Metre Prensibi

Q Metrenin yapısına ait basit bir şema Şekil 13-14 de gösterilmiştir.



Şekil 13-14. Basit Q metre devresi, R.F. Generatörü, Değeri bilinmeyen L, Frekans, Trimer, Kademe, Genlik, Enjeksiyon paderi, Kal., Değeri bilinmeyen C, L.V., Sıfır ayarı.

R. F. osilatöründe şu üç kontrol bulunur :

(1) kademe komütatörü, (2) değişken frekans kontrolü, (3) osilatör lâmbasının anot gerilimini değiştirmek suretiyle R. F. ılı çıkışın genliğini ayarlayan «genlik kontrolü».

Lâmbalı voltmetrede ise iki kontrol vardır :

(1) Lâmbalı voltmetreyi sıfırlamaya yarayan «sıfırlama» kontrolü, (2) kalibrasyon - Q komütatörü. Bu komütatör, kalibrasyon durumunda, ölçü devresine R. F. ılı osilatörden sabit ve belli değerde bir R. F. geriliminin uygulanmasını ; Q durumunda ise, rezonans devresindeki kondansatörün uçları arasındaki gerilimin ölçülmesini temin eder.

Ölçülecek bobinle seri duruma giren değişken kondansatörün düğmesine bağlı bulunan ıskala, kapasite değerleri cinsinden kalibre edilmiştir. «L» ile gösterilen uçlar ise, ölçülecek bobinin kalibre edilmiş değişken kondansatörle seri bağlanmasını temin eden uçlardır. «C» ile işaretlenen uçlar ise, ölçülecek kondansatörün kalibre edilmiş değişken kondansatörle pararel olarak bağlanmasını sağlarlar.

Devrede bulunan enjeksiyon trimer ve pader kondansatörleri, R.f. osilatörünün çıkış uçları arasında gerilim bölücü bir kuplaj devre-

si teşkil ederler. İçeride bulunan enjeksiyon trimeri, ayarlı olup, pader kondansatörü uçlarındaki gerilimi değiştirir. 5000 pf lık sabit bir kondansatör olan enjeksiyon paderi R. F. lı gerilimin ölçülmesinde seri LC devresine uygulanır. Sağlar. Ayrıca, R. F. osilatörünü kalibre etmek maksadıyla bir trimer kondansatör daha vardır. İç ayarlar fabrikaya yapıldığından bu ayarlara pek dokunulmaz.

Seri bağlı ölçü devresine paderle 1 volt gibi belli bir R. F. gerilimi uygulanacak olursa, rezonans durumunda C yada L uçlarındaki uygulanan gerilimin Q katı kadar bir gerilim elde edilir. Kondansatör uçlarında ölçülen gerilim doğrudan doğruya devrenin Q'sine eşit olduğundan, lâmbalı voltmetrenin ıskalası volt yerine Q katından kalibre edilir.

O halde, bir bobinin Q değerini ölçmek için, ölçüye tabi yapılacak bobin «L» işaretli uçlara bağlandıktan sonra devre, ya R. F. lı osilatörün frekansını değiştirerek yada kalibre edilmiş değişken kondansatör döndürülerek rezonansa (ibrenin maksimum sapma noktası) getirilir. Bundan sonra yapılacak iş, âletin ıskalısından Q değerini okumaktır. Bu durum osilatör kontrol düğmesi üzerindeki ıskala rezonans frekansını, değişken kondansatör ıskalasındaki değer de rezonansdaki kapasite değerini gösterir.

Cihazı, zaman zaman kontrol edebilmek için, (Q) ve sarımlar arası kapasite değerleri bilinen bir bobinin hazır olarak bulundurulması gerekir. Cihaz satın alınırken, fabrika tarafından yapılan böyle bir bobin cihazla birlikte verilir.

#### Bir Bobinin Q Değerinin Ölçülmesi

1. Cihazı kalibre ettikten sonra, ölçülecek bobini cihazın ilgili uçlarına bağlayınız.
2. Kalibre edilmiş değişken kondansatörü, devre rezonansa gelinceye (ibre maksimum sapma yapınca) kadar ayarlayınız.
3. Rezonans sağlanamazsa, osilatör kademe komütatörünün durumunu rezonans elde edilinceye kadar değiştiriniz.
4. Q değerini, lâmbalı voltmetre ıskalasından direkt olarak gerekirse katlayıcı ile çarparak okuyunuz.

#### Bir Bobinin Endüktansının Ölçülmesi

Buradaki gösterilen işlemleri sırasıyla yapınız. Frekans ıskalası üzerinden okunan frekans değerini kaydediniz.

Rezonansı elde etmek için kullanılan kapasite değerini, değişken kondansatörün ıskalası üzerinden okuyarak kaydediniz.

Artık, bilinmeyen endüktans değeri şu formüle göre hesaplanabilir :

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

Burada, L henri, C farad, f ise saykıl saniye cinsindedir. Bununla beraber, kapasite ıskalası üzerine ek bir L taksimatı yapılmak suretiyle bu hesaplama külfetinden de kurtulmak mümkündür.

#### Bir Kondansatörün Kapasite Değerinin Ölçülmesi

1. Cihazı, daha önce anlatıldığı gibi ayarlayınız.
2. Değeri daha önceden bilinen bir bobini L uçları arasına bağlayınız.
3. Değeri ölçülecek olan kondansatörü C uçları arasına bağlayınız.
4. Frekans ve kapasite kontrolleri yardımıyla devreyi rezonansa getiriniz. Bu durumda, (f) frekans değerini, frekans ıskalasından (C<sub>1</sub>) kapasite değerini de kapasite ıskalasından okuyarak kaydediniz.
5. Ölçülen kondansatörü yerinden çıkarmız. Değişken kondansatörle devreyi tekrar rezonansa getirdikten sonra, kapasite ıskalasından (C<sub>2</sub>) değerini okuyarak kaydediniz.
6. Bilinmeyen kapasite değeri : C<sub>2</sub> — C<sub>1</sub> e eşit olur.

#### Bir Bobinin Sarımlar Arası Kapasitesinin Ölçülmesi

1. Cihazı, daha önce anlatılan şekilde ayarlayınız.
2. Devreyi değişken kondansatörle rezonansa getirdikten sonra, (C<sub>1</sub>) ve (f) değerlerini ıskalalarından okuyarak kaydediniz.

3. Osilatör frekansını 2. işlemdeki frekansın yarı değerine laymız.
4. Değişken kondansatörle devreyi tekrar rezonansa getirdikten sonra, kapasite ıskalasındaki değeri ( $C_2$ ) olarak kaydediniz.
5. Sarımlar arası kapasite değerini şu formülle hesaplayınız :

$$\text{Sarımlar arası kapasite } C = \frac{C_2 - 4C_1}{3} \text{ olur.}$$

#### Karşılıklı Endüktans Ve Kuplaj Katsayısının Bulunması

1. Q metreyi kullanılan frekansa ayarlayınız.
2. Bobinlerden birinin endüktansını ( $L_1$ ) olarak ölçünüz.
3. Diğer bobinin endüktansını ( $L_2$ ) olarak ölçünüz.
4. İkinci bobin aynı yönde seri bağlı olarak ( $L_a$ ) endüktans değerini ölçünüz.
5. İki bobin ters yönde seri bağlı olarak ( $L_o$ ) endüktans değerini ölçünüz. Buna göre :

$$\text{Karşılıklı endüktans } M = \frac{L_a - L_o}{4},$$

$$\text{Kuplaj katsayısı ise } K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \text{ olur.}$$

#### Kuple Edilmiş Akortlu Devrelerde Kritik Kuplajın Bulunması

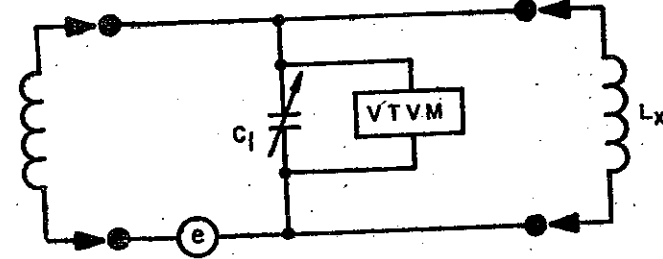
1. Q metreyi önceki şekilde ayarlayınız.
2. Sekonder devresi açıkken, primer uçlarını L işaretli uçlara bağlayarak ( $Q_1$ ) değerini bulunuz.
3. Kontrol düğmelerini 2. işlemdeki gibi bırakarak, sekonder uçlarını cihaza bağlayınız ve sekonder bobinini rezonansa ( $Q_2$ )

getiriniz  $\frac{Q_1}{Q_2} = 0,5$  değerini verirse, devre kritik olarak kuple

edilmiş demektir. Bu rakam 0,1 den düşükse kuplaj değeri kritikten daha büyük, 0,5 den daha büyükse kuplaj değeri kritikten daha azdır.

#### Kuple Edilmiş Bir Devrenin Kazancının Bulunması

Cihazı ayarladıktan sonra transformatörü cihaza Şekil 13-15 deki basit devrede görüldüğü gibi bağlayınız.



Şekil 13-15. Kazanç ölçmekte kullanılan devre, L.V.,

2. Değişken kondansatörle rezonans sağlandığında, Q metre X çarpı 1 ıskalasına getirilmişse devrenin gerilim kazancı, ıskaladan direkt olarak okunur. Q ıskalası X çarpı 2 durumundaysa gerilim kazancı, ıskalada okunan değer 2 ile çarpılarak bulunur. (Yalnız bu ölçüde, primer akortlu ise, Q metrenin bu frekansa rezonansa getirilmiş olması gerekir.) Bu ölçme prensibi, kat kazançlarını ölçmek için de kullanılabilir.

#### Bir Şok'un Öz Rezonans Frekansının Bulunması

1. Standart yada herhangi bir bobinini, cihazın L uçlarına bağlayarak Q metreyi ayarlayınız.
2. Devreyi değişken kondansatörle, rezonansa getiriniz.
3. (Şekil 13-15 de görüldüğü gibi)  $L_s$  yi farklı frekanlarda rezonansa getirerek, her defasında ölçülecek şoku cihazın  $L_x$  uçlarına bağlayıp sökünüz. Şok bobini  $L_x$  uçlarına bağlansa da, sökülse de rezonans durumunun bozulmadığı bir frekans buluna-

çaktı. Buna, ölçüye tâbi tutulan şok bobinin öz rezonans kansı denir.

#### Aranan Frekans Şu Basit Prensibe Göre de Bulunabilir

$L_x$  bobini rezonans frekansının üzerindeki frekanslarda pasitif, bu frekansın altındaki değerler için endüktif bir etki gösterir. Buna göre  $L_x$  devreye bağlandığında rezonansı tekrar sağlanma için değişken kondansatörün değerini arttırmak gerekiyorsa,  $L_x$  endüktif etki gösterdiği ve ölçü frekansının yükseltilmesi gerektiği anlaşılır. Bunun aksine,  $L_x$  devreye bağlandığında rezonansın tekrar sağlanması için değişken kondansatör değerini azaltmak gerekiyorsa, o zaman da  $L_x$  in kapasitif etki gösterdiği ve istenen frekansın bulunması için ölçü frekansının azaltılması lâzım geldiği kendiliğinden meydana çıkmış olur.

#### KATOT IŞINLI OSİLOGRAF

Elektronik endüstrisinde hiçbir ölçü âleti osilograf kadar kullanışlı olamaz. Genel olarak elektroniğin her alanında büyük faydalar sağlayan bu cihaz, kullanma alanının çok geniş olması dolayısıyla elektronik teknisyenin sahip olduğu bütün ölçü âletleri içerisinde en başta gelenlerden biri olmaya hak kazanmıştır. Şurası da muhakkak ki, teknisyenlerden birçoğu cihazın kullanılmasını iyi bilmediklerinden dolayı osilograf kullanmaktan kaçınırlar.

Modern osilograf, elektronik ölçü âletleri arasında en çok kullanılan tek cihazdır. Diğer ölçü âletlerinde olduğu gibi tahmine lüzum bırakmadan, arıza yerinin çabuk bir şekilde bulunmasını mümkün kılarlar. Bir osilograf tam manâsıyla kullanılacak olursa şu işleri yapar :

1. Radyo ve televizyon alıcılarının muhtelif radyo frekans ve odyo frekans katlarındaki bir sinyali, baştan sona kadar ölçer ve takip eder.
2. Frekans modülasyonlu alıcılar, geniş bantlı Hi — fi radyo frekans amplifikatörleri gibi radyo cihazları ile yüksek frekanslı akım kaynaklarını ve otomatik frekans kontrollü devreleri ayar etmekte kullanılır.

3. Özel karakteristik eğrileri bulunan geniş bantlı radyo frekans amplifikatörleri ve diğer devrelerin ayarlanmasından, eğrilerin noktalar halinde çıkarılmasını ortadan kaldırarak tek bir operasyonla ekranda görülmelerini mümkün kılar.
4. Odyo frekans devrelerindeki harmonik distorsiyon, faz distorsiyonu, frekans distorsiyonu ve istenmiyen diğer osilasyonları ölçmeye yarar.
5. Sinüs dalgası, kare dalga ve diğer bir çok birleşik dalga şekillerini tesbit etmeye yarar.
6. Resim elemanları dahil, senkronize edilmiş televizyon sinyallerinin ekranda görülmelerini temin eder.
7. Bir radyo vericisinin yaydığı amplitüd modülasyonlu sinyalin zarfını göstermeye yarar.
8. Frekans modülasyonlu çıkışın dalga şeklini göstermekte kullanılır.
9. Panoramik olarak alınan radyo frekanslı sinyallerin spektrum analizini göstermeye yarar.
10. Transistör eğrilerini göstermekte kullanılır.

Osilograf bilimsel araştırma ve mühendislik alanlarındaki aşağıda gösterilen ölçmelerin yapılabilmesinde çok büyük faydalar sağlar :

- Alternatif akım
- Doğru akım
- Alternatif akımda güç
- Doğru akımda güç
- Karışık dalga şekillerini görmekte,
- Histerezis, B — H eğrilerini çıkarmakta.

Diyot, triyot, tetrot, pentot, fotosel, tayratron, engitron ve heptot frekans değiştiriciler dahil bütün lâmba ve transistörlerin karakteristiklerinin çıkarılmasında.

Akım kaynaklarının filtre devrelerinin ölçülmesinde, vibratörlerin çalışmasının incelenmesinde.

Motorların kompresyon basıncını (motor analizatörlerinde) analiz etmekte.

Basınç, gerilme, tork, kopma, kompresyon, İvme, hız gibi çoklukları ölçmekte.

Zaman ölçmekte.

Transmisyon hatlarındaki duran dalganın ölçülmesinde dinamik dengelemede.

Eliptik olarak polarize edilmiş ışık deneylerinde,

Lissajous eğrileri yardımı ile frekans ölçmekte,

Antenlerin radyasyon deneylerinde,

Mikro dalgalı molekül spektroskopisinde,

Merceklerin ölçülmesinde kullanılan ışıkta,

İyonizasyon odaları ve gayger sayıcısı ile birlikte radrasyon ölçmekte.

Ultrasonik olaylarda,

Kompleks dalga şekillerini Fourier analizine göre daha kısa yoldan incelemekte,

Bunlar katot ışınlu osilografla yapılabilecek ölçmelerin ancak bir kısmını teşkil ederler.

#### Basit Prensiplerin Gözden Geçirilmesi

Katot ışını, 6. Bölümde incelendiği gibi, katot tarafından yayılarak belli elektrostatik alanlar yardımı ile ekran yada anoda yöneltilen bir elektron veya iyon demetidir. Anoda gerilim uygulanır uygulanmaz, katodun yaymış olduğu bu elektronlar, demet halinde anot tarafından çekilirler. Bunların katot ışınları olduklarını ve gözle görülemeyeceklerini biliriz. Böyle olmakla beraber, katot ışınlu lâmbanın iç yüzü flüoresan bir madde ile kaplanacak olursa elektron ışınının bu maddeye çarptığı yerde bir ışık meydana gelir. Bunun sonucu olarak elde edilen bu küçük parlak noktanın rengi, kullanılan kimyasal maddenin cinsine ve ekranın kararlılığına bağlı olur.

#### Elektron Topu

Osilograf lâmbasının kalbi demek olan elektron topu, havası boşaltılmış tüpün bir ucuna monte edilir ve 6. Bölümde incelendiği gibi; ışınların tüpün öbür ucunda bulunan ekrana doğru yöneltmelerini sağlar.

Elektron topu, sanıldığı kadar basit değildir. Isıtılan katottan yayılan elektronlar, katot yüzeyinden itibaren bir bulut halinde her yöne doğru dağılırlar. Dağılan bu elektronları toplayıp bir araya getirmek için katodun etrafını çevreleyen, silindirik şeklinde bir elektrot kullanılır. Bu durumda elektronlar ancak kontrol elektrodu- nun sonunda bulunan diskin ortasındaki bir delikten ışın demeti halinde geçebilirler. Buradan çıkan ışın, üzerinde yüksek gerilim bulunan silindirik şeklindeki ilk hızlandırıcı anottan kolaylıkla geçer. Bu anodun görevi, kendisine gelen elektronların hızlarını artırarak bunların ekrana doğru yöneltmelerini temin etmektir. Söz konusu anot, katoda göre pozitif bir gerilimde çalışır. Odaklaştırıcı elektrotla ikinci anot da oldukça daha yüksek değerlerde pozitif bir gerilimde çalışırlar. Pozitif şarjlı bu üç elektrot, elektronların büyük bir hız kazanarak katot ışınlu tüpün öbür ucunda bulunan ekran üzerine keskin bir nokta halinde düşmelerini sağlar. Ekran üzerine düşen noktanın parlaklığı, kontrol gri elektroduna uygulanan negatif gerilim değeri ayarlanmak suretiyle elde edilir.

Anotlara uygulanan gerilimler yeteri kadar yüksek değerlerde bulunduğundan tehlikeli olabilir. Katotla anot arasındaki gerilim farkı 1.500 ilâ 6.000 volt arasında değiştiğinde, osilograflar mecbur kalmadıkça kutusundan çıkarılmış olarak çalıştırılmamalıdır. Bazı hallerde, bu gerilimlere kaza eseri dokunmuş olmak, hayat için çok büyük bir tehlike teşkil edebilir.

#### Saptırıcı Anotlar

Tüpte elektron topu ve ekrandan başka bir eleman bulunmasaydı, ışın ekranın tam merkezine çarpar ve orada ışıklı büyük bir nokta meydana getirirdi. Böyle bir tüp gerek kontrol gerek ölçü işleri bakımından çok az işe yarardı. İşte, ışının ekran üzerinde sağa sola ve yukarı aşağı saparak değişik durumlar almasını sağlamak için saptırıcı anotlar kullanılır. Elektron ışınları flüoresanlı ekrana, tüp içerisine yerleştirilmiş ve birbirine göre 90° lik açı altında bulunan iki çift madeni plâka arasından geçerek giderler. Bu saptırıcı plaklar üzerine verilecek herhangi bir elektrik şarjı, elektron ışınının yolunu değiştireceğinden ışında bir sapma meydana gelir.

#### Duyarlık

Ekran üzerine düşen noktanın, bir santimetre yada bir inç saptırılabilmesi için gerekli sinyal gerilimine o tüpün duyarlığı denir.





Söz konusu amplifikatör kullanılmıyacak olursa, dü-  
limli sinyaller ekranda yeteri kadar yükseklik sağlayamıyaca-  
bu gibi küçük gerilimlerin ekranda incelenmesi mümkün  
Dikey amplifikatör üzerine, teknisyenin ekrandaki şeklin  
liğini istediği değere ayarlaması için bir genlik kontrolü ko-  
tur. Ekrandaki şeklin yüksekliği, dikey kazanç kontrollü adı  
bu potansiyometre ile ayarlanır.

Dikey saptırıcı amplifikatörler aşağıdaki iki sebepten  
genellikle D. A. amplifikatörü olarak yapılırlar :

1. Ekranda düşük frekanslı dalga şekillerini inceleyebil-  
için D.A. in da geçmesine ihtiyaç olmasından,
2. Devreye uygulanan gerilimle ışını istenen yöne saptır-  
mek için.

Bu iki özelliği birden taşıyan amplifikatör devresi, direkt kup-  
lajlı D.A. amplifikatörüdür. D.A. amplifikatörleri, D.A. gerilimler  
kadar alternatif gerilimleri de amplifiye ederler. Direkt kuplajlı bir  
amplifikatörün D.A. ve alternatif akımı amplifiye etmesini sağla-  
mak için, amplifikatörün hiç bir katında kuplaj kondansatörü kul-  
lanılmaz. Şekil 13-17 de yüksek verimli bir dikey amplifikatöre ait  
şema görülmektedir.

Saptırıcıya uygulanan gerilim, dengesiz tek çıkışlı bağlantılar-  
da, saptırıcı anotlardan birisi ile hızlandırıcı anot arasındaki po-  
tansiyelde bir değişmeye sebep olduğundan; saptırıcı ve hızlandırıcı  
anotlar arasında dengeli bir durum sağlamak için genellikle puşpul  
amplifikatörler kullanılır. Dengeli puşpul sistemlerde, anotlardan  
biri ne kadar negatif yapılırsa, diğeri de o kadar pozitif yapılır. Bö-  
ylece saptırıcı anotlarla etrafındaki değişik potansiyelli elemanlar  
arasında homogen bir alan elde edilmiş olur. Bununla, ışının bütün  
ekranı yüzeyindeki fokus durumunda, kararlılık sağlanmış olur. Bu-  
na karşılık, tek çıkışlı sistemlerde, ekranın köşelerinde ışının fokus  
durumunda bozulma meydana gelir.

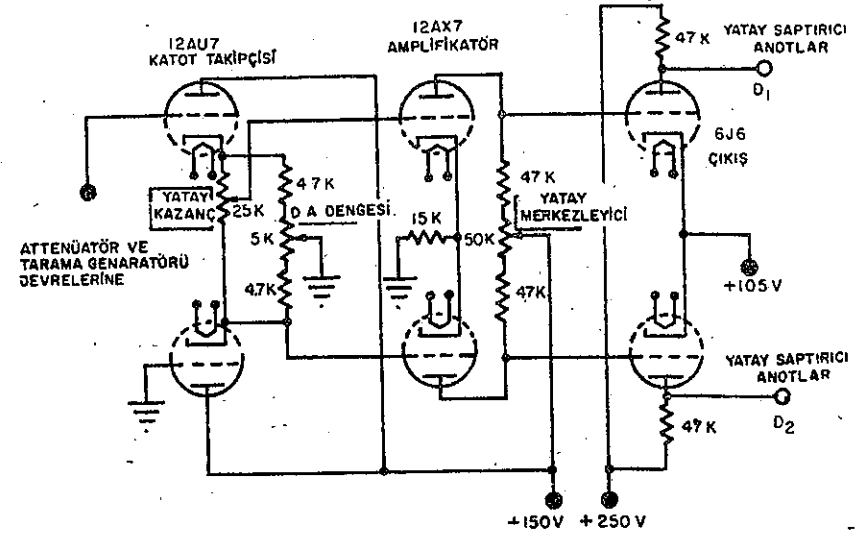
Dengeli saptırmanın diğeri bir üstünlüğü de, sapmada yüksek  
değerde bir doğrusallık elde edilmesidir. Her iki anot zıt işaretli  
gerilimle aynı değerde şarj edilecek olursa, elektron ışını her iki  
yönde aynı kuvvet etkisi altında bulunacağından tarama, sapmadan  
önceki durumuna göre daha doğrusal olur. Puşpul sistem ayrıca,

harmonik distorsiyonunu ve buna bağlı doğrusallık bozukluğu-  
da ortadan kaldırır. Puşpul amplifikasyon bu üstünlüklere ek  
olarak, tek lâmbadan aynı giriş gerilimi için, iki katı çıkış sinyali  
de edilmesini mümkün kılar. Bunun sonucu olarak, anotlardan  
biri ne kadar pozitive giderse, diğeri de aynı değerde negatife  
gidermesi sağlanmış olur. Çıkış sinyali ise bu iki gerilimin toplamına  
eşit olur.

Hemen bütün dikey amplifikatörlerin girişlerinde, frekans  
kompanzasyonlu kademeli atenuatörler kullanılır. D. A. girişleri, bu  
atenuatörün sağ kısmında, A.A. girişleri ise solunda yer alır. Bu ko-  
mpanizatörün orta durumu ise, gerilimlerin tepeden tepeye değerlerini  
 hassas olarak mukayese edebilmek için, kalibratörden değeri belli  
kare dalgalı bir gerilimi enjekte etmekte kullanılır.

#### Yatay Saptırıcı Amplifikatör

Yatay saptırıcı amplifikatör, tamamen dikey saptırıcı amplifi-  
katöre benzer. Yalnız burada, dikey saptırıcı amplifikatörlerdeki  
kat sayısından bir kat noksanına ihtiyaç hissedilir. Yatay saptırıcı  
anotlara uygulanan sinyalin değeri, bütün ekranında elde edilecek



Şekil 13-18. Direkt kuplajlı yatay amplifikatör devresi, Katot takipçisi, Attenüatör ve tarama  
generatörü devrelerine, Yatay kazanç, D.A. dengesi, Amplifikatör, Yatay merkezleyici, Yatay  
saptırıcı anotlar, Çıkış, Yatay saptırıcı anotlar.

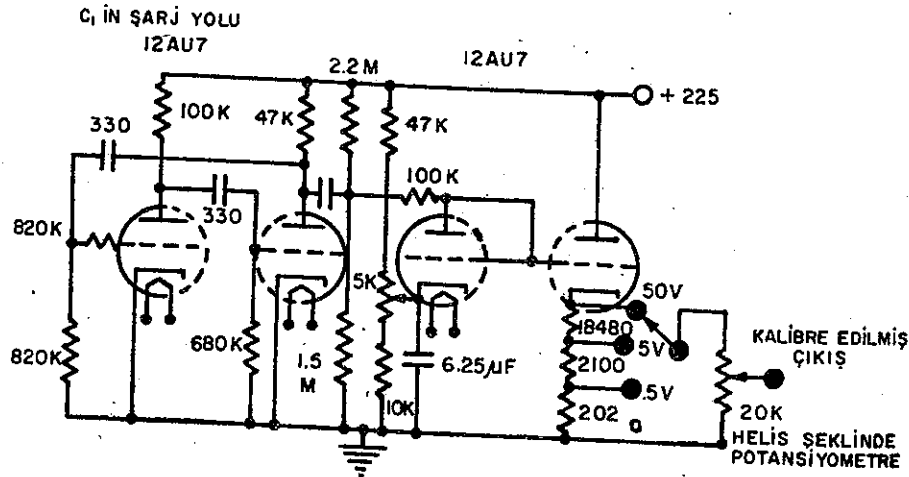
şeklin boyunu yatay olarak ayarlamak için ya artırılır yada azaltılır. Bu bakımdan yatay amplifikatör, dikey amplifikatörün gördüğü işin aynısını yapar. Şekil 13-18 de yatay amplifikatöre ait bir şema gösterilmiştir.

Bu amplifikatörün, dikey amplifikatörlerden farklı tarafı, girişinin osilograf içerisinde elektrik olarak başka kısımlara bağlanmış olmasıdır. Bununun manası, bu amplifikatör girişinin her zaman tarama osilatörüne bağlanması şart değildir. İleride detaylı olarak anlatılacağı gibi, Lissajous eğrilerini incelerken, tarama generatörü devreye hiç bağlanmaz. Bu durumda yatay amplifikatör dikey amplifikatör devresinin gördüğü işin aynısını yapar.

Tarama generatörünün frekans responsu genellikle, 100 kc. olarak sınırlandırıldığından, yatay amplifikatörlerin bant genişliği ve frekans responsu, dikey amplifikatörde olduğu kadar önemli değildir.

#### Gerilim Kalibratörü

Genlik elle ayarlanır şekilde olduğundan ve amplifikatör lâmbalarındaki değişmelerden dolayı, osilograf yapılırken ışının sapsması, hiç bir zaman gerilime göre kalibre edilmez. Bu sebepten, belli genlikteki bir sapsmayı genellikle gerilim cinsinden tesbit edecek bir sisteme lüzum görülür.



Şekil 13-19. Kare dalgalı gerilim kalibratörü, Kalibre edilmiş çıkış, Helis şeklinde potansiyometre.

Kaliteli cihazlarda, Şekil 13-19 da görülen çift triyotla yapılmış, geliştirilmiş tipte kare dalgalı generatörler kullanılır. Bu lâmbanın çıkışı, alternansların tepelerini kesmek üzere bir limitöre beslenir. Bu devrede yine çift triyot bir lâmba kullanılır. Bu lâmbanın ikinci triyotu gerilim kalibrasyonlu katot takipçisi olarak çalışır. Devresinde prezisyon dirençler kullanılan gerilim bölücünün doğruluğu, yüzde yarım civarındadır. Kare dalga generatörünün frekansı yaklaşık olarak 1000 saykıldır. Kalibrasyon için yalnız genlik değişmelerinden faydalandığından, frekans burada o kadar önemli değildir. Bunlarda enterpolasyona lüzum kalmadan dönmeyle direkt olarak orantılı bir kalibrasyon sağlamak üzere helis şeklinde 10 devir yapabilen potansiyometreler kullanılır. Bu potansiyometrelerin toleransı da yüzde yarımdır.

İstenilen nitelikte bir gerilim elde etmek için, özel bir sistemin geliştirilmesi şarttır. Bir güç kaynağının filtre sistemi ne kadar iyi yapılırsa yapılsın, güç kaynağından çekilen akım değiştiğinde, çıkış geriliminde de bir miktar değişme olur. Cihazın yük akımındaki değişme, bütün çalışma durumları için sabit olarak tutulamaz. İşte bu gibi istenmeyen durumları ortadan kaldırmak için gerilim regülatörleri kullanılır. Bunlar, otomatik olarak ayarlanan gerilim düşürücü değişken direnç gibi çalışarak, çıkış geriliminin sabit değerde kalmasını sağlarlar. Cihazdan çekilen akım artıp azaldıkça, regülatör uçları arasındaki gerilim düşmesi de buna göre artıp azalarak, güç kaynağının çıkış gerilimi sabit bir seviyede tutulur. Bu cihazlar 3. Bölümde daha ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

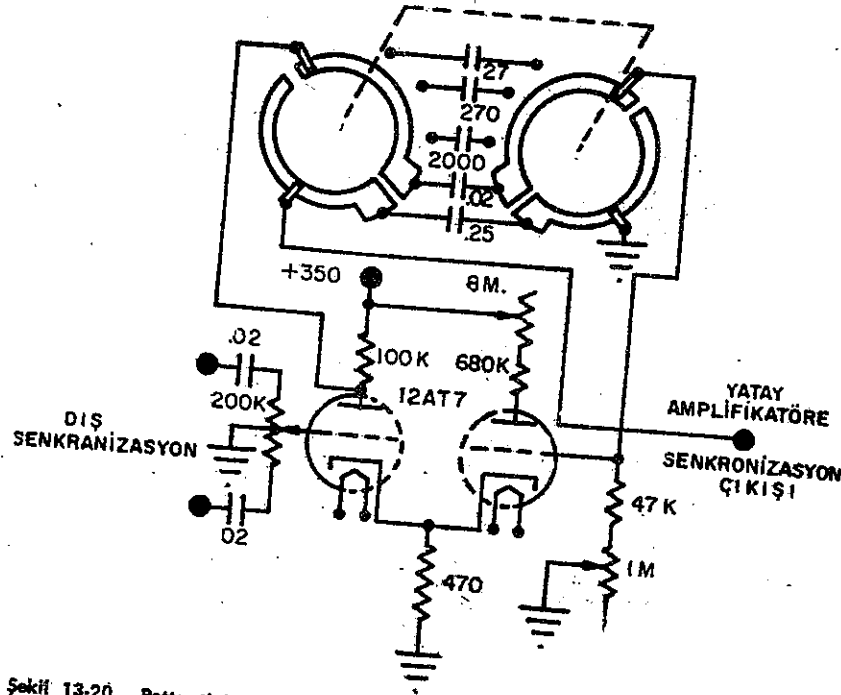
Regülatör olarak kullanılan lâmbaların verilen akım ve gerilim altında çalıştırılması gerektiğinden, iyi bir regülasyon elde edilebilmesi için, regülatörün belli sınırlar içerisinde çalışacak şekilde hesaplanmış olması gerekir.

Direkt kuplajlı amplifikatörleri besleyen akım kaynağının gerilim regülasyonu çok iyi olmalıdır. Bu gibi katlara beslenen gerilimdeki herhangi bir değişme veya dalgalanma, katlarda amplifikasyona uğrar. Direkt kuplajlı amplifikatörler zaten kararsız olarak çalıştıklarından, bunların bu şakıncaları ancak, iyi filtre edilmiş regüle güç kaynakları ile beslenerek önlenir.

Bu gibi güç kaynaklarının ripil faktörü, yüklü ve yüzüstü durumlarda 8 milivolttan az değişme yapacak şekilde olmalıdır. Bu değer, direkt kuplajlı dikey ve yatay saptırıcı amplifikatörler için normal bir değerdir.

## Tarayıcı (Sweep) Generatörler

Tarayıcı generatör devrelerinde çoğunlukla, potter tipi multivibratörler kullanılır. Katot kuplajlı olan bu devrenin seçilmesi sebebi, bu tipin alışılmış olan multivibratörlere göre, çok daha yüksek frekanslarda kararlı ve lineer (doğrusal) bir çalışma yapması, değişik durumlara uyabilmesi ve senkronize edilebilmesidir. Bu tip generatörlerde tarama tekrarlanabildiği gibi istenirse triggerle kontrol da edilebilir. Şekil 13-20 de böyle bir devre görülmektedir.



Şekil 13-20. Potter-tipi tarayıcı generatör, Dış Senkronizasyon, Yatay Amplifikatör, Senkronizasyon çıkışı.

Tarayıcı generatörlerin frekans ayarı çok kademeli bir kaba frekans komütatörü ve devamlı olarak değişen ince frekans ayarı potansiyometresi ile yapılır. Tarayıcı generatörlerin frekansları genellikle, 10 saykilla 100 kc arasında devamlı olarak değişecek şekilde yapılır.

## YÜKSEK GERİLİMLİ GÜÇ KAYNAĞI

Yüksek gerilim güç kaynağı, osilograf içerisinde bulunan kısımların başta gelenlerinden birisidir. Bu devre, katot ışın tüpünün çalışması için gerekli anot ve odaklayıcı gerilimleri besler.

## KATOT IŞINLI TÜPE AİT KONTROLLAR

**Intensity Düğmesi:** «off» durumundan sağa doğru çevrildiğinde cihaza gerilim uygulanmaya ve ekrandaki çizgilerin parlaklığını ayarlamaya yarar.

**Focu (odaklama):** Ekran üzerindeki çizgilerin keskinliğini ayarlar. Parlaklık potansiyometresinin durumu değiştirildiğinde normal olarak odaklayıcı potansiyometrenin de ayarlanması gerekir.

**Vertical, Y—Position.** Işın dikey eksen boyunca aşağı yada yukarı doğru kaydırmaya yarar.

**Horizontal, X—Position.** Işını yatay eksen boyunca sağa, sola kaydırmaya yarar.

## Amplifikatöre Ait Kontroller

1. **Vertical Gain.** Ekran üzerindeki görüntünün genliğini ayarlar.  
2. **Vertical Range.** Dikey amplifikatör girişi aşırı şekilde yüklenirse distorsiyon meydana geleceğinden giriş için uygun gerilim bu komütatörle seçilir.

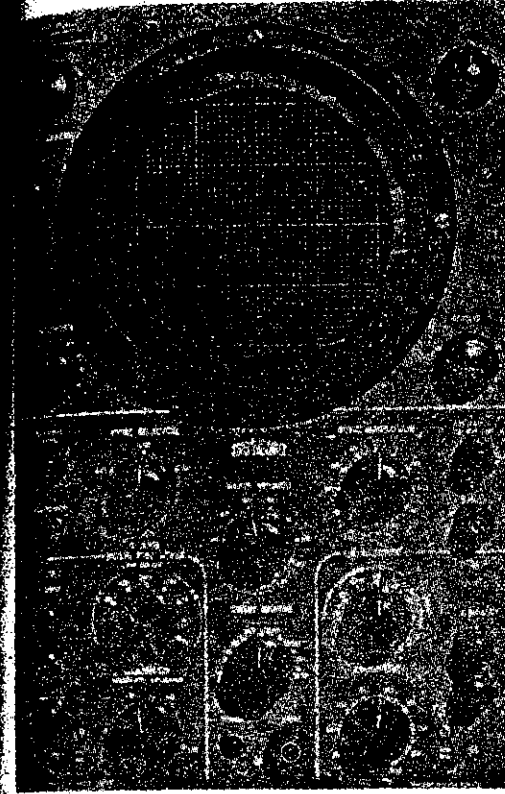
3. **Vertical, Y—Position.** Işını dikey eksen boyunca aşağı yada yukarı kaydırmaya yarar.

4. **Horizontal Select.** Yatay amplifikatörlere uygulanacak sinyali seçen çok kademeli bir komütatördür. AMP. olarak işaretlenen ilk pozisyonda sinyal, *Horizontal input* yada *Sweep* işaretli uçlara beslenir. Bundan sonra iki pozisyonda, frekans ayarı *Sweep select.* ve *vernier* işaretli düğmelerle yapılır. (İnternal pozisyonunda, senkronizasyon, Locking işaretli düğme ile ayarlanır. External pozisyonunda ise senkronizasyon gerilimi, *External Sync.* bağlama uçlarına bir dış kaynaktan beslenir. Line işaretli dördüncü pozisyonda cihaz içerisinde bulunan şebeke frekansındaki bir kaynaktan alınan yatay saptırıcı gerilimin faz durumu, *phasing* kontrolü yardımıyla yapılır. Burada söz konusu edilen şebeke frekansı genellikle 50-60 saykıldır.

5. *Sweep Range*. Tarayıcı osilatörün frekans bandını seçmeye yarar.
6. *Vernier*. Tarama frekansının, Sweep Range komütatörü tarafından seçilen frekans bandı içerisinde, ince ayarını yapmaya yarar.
7. *Locking*. Ekrandaki görüntüyü stabilize ederek, bunun sağa sola hareket etmesini önler.
8. *Phasing*. Bu kontrol, yalnız, *Horizontal Select* komütatörü *Line* durumunda bulunduğu zaman, ileri giden ve geri dönen ışınları üst üste çakıştırmak için kullanılır.
9. *Horizontal, X — Input*. Oldukça düşük empedanslı (100 k. om) ve yüksek duyarlılık olan bu giriş, yatay amplifikatörlere dış kaynaktan uygulanacak sinyalin bağlandığı uçlardır.
10. *Sweep input*: Yüksek empedanslı ve daha düşük duyarlılık olan bu giriş uçları, yatay amplifikatörlere bir dış kaynaktan örneğin, bir tarayıcı generatörden tarama gerilimi uygulamak için kullanılır. Bu yüksek giriş empedansı, tarayıcı generatörün *phasing* kontrolü üzerine etki yapmasını önler.
11. *External Sync*. Bu bağlantı uçları tarayıcı osilatörü dış kaynaktan alınan bir gerilimle kilitlemek için kullanılır.
12. *Vertical Y—Input*: Bu bağlantı uçları, dikey amplifikatörlere dışardan sinyal uygulamak için kullanılır.



Jak sistemi preamplifikatör kullanan profesyonel bir osilograf.



304-A tipi Dumont osilografın ön panosu.

### DİKKAT

Katot ışınli osilograf içerisinde meydana gelen gerilimler insan hayatı için çok tehlikelidir. Böyle bir cihazın şebekeye kutusundan çıkmış olarak bağlanması gerekiyorsa, çok dikkatli davranılmalıdır. Arıza ararken, özellikle yüksek gerilim devrelerinde ölçme yaparken dikkat edilmelidir. Osilografalarda ikinci anot devresine D. A. gerilimi beslemek için çoğunlukla yarım dalgalı redresörler kullanılır. Bu D. A. geriliminin değeri 1500 ilâ 6000 volt arasındadır.

## ÖLÇME İŞLEMLERİ

## Emniyet

Katot ışınli tüpü fazla sarsıntı yada sademeye maruz bırakılmayın. Tüpün kırılması halinde meydana gelecek cam parçaları yaralanmalara sebep olabilir.

Üzerinde yüksek gerilim bulunan elektrik cihazları üzerinde çalışırken, daima bir tehlikenin mevcut olduğu hiç bir zaman hatırdan çıkarılmamalıdır. Bunun için, tamiri yapacak teknisyenin daha işe başlamadan, üzerinde ölçü yapacağı cihaz hakkında esash bir bilgiye sahip olması gerekir. Aksi takdirde hiç beklemediği bir noktada tehlikeli bir gerilime maruz kalabilir.

Yüksek gerilim ölçerken, ölçü aletinin uçlarını ölçülecek noktalara bağlamadan önce, arızalı cihazın akımının kesilmesi çok isabetli olur. Böyle bir hal çaresi pratik bulunmazsa, teknisyen ölçü esnasında cihazın şasesine ve toprakla ilgili diğer kısımlarına dokunmaktan kaçınmalıdır. Yalıtkan bir zemin üzerinde durup bir el cepe sokulmak suretiyle çalışmak çarpılma ihtimalini azaltır.

Filtre kondansatörleri üzerinde kalacak şarj da tehlikeli olabilir. Bunun için, filtre kondansatörlerinin ölçü uçları bağlanmadan önce teknisyen tarafından deşarj edilmesi şarttır. Ayrıca, izolasyonu bozulmuş ölçü iletkenleri ile çalışmanın da tehlikeli olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır. Ölçüye başlamadan önce bu iletkenlerin izolasyon bakımından gözden geçirilmesi iyi bir ön tedbir olur.

Herhangi bir çarpılmaya meydan vermemek için, ölçü iletkenleri ölçme işi bittikten sonra yerlerinden derhal sökülmelidir.

Zayıf bir şok dahi teknisyen için bazan çok tehlikeli olabilir.

Parlak bir noktanın ekranda uzun bir süre aynı durumda tutulması tüp için iyi olmaz. Çünkü küçük bir yüzeye çarpan odaklaştırılmış elektronlar, ekranın o kısmındaki flüoresan maddeyi harap ederek orada karanlık bir leke meydana gelmesine sebep olurlar.

## Osilografın Çalışması

Bir osilograf doğru bir şekilde bağlanıp ayarlanacak olursa, devrenin herhangi bir noktasındaki genlik, frekans, faz ve dalga şeklinin teknisyen tarafından gözle takibi sağlanmış olur. Temel elektrik çokluklarını ölçen bu eşsiz cihazın asıl önemli olan tarafı,

bu çokluklardan üç taneye kadar olanlarının arasındaki bağıntıyı aynı anda gösterebilmesidir. Bu cihaz aynı zamanda, bir veya iki değişkene karşılık kontrol edebilen zaman referansı olarak da kullanılabilir. Bu sebepten, osilograf, frekans ve faz bağıntıları ile dalga şekillerini incelemek mümkündür. Bu kadar bilgiyi önümüze seren böyle bir cihazın, çok kıymetli bir ölçü aleti olacağı gayet tabiidir. Osilograf, elektroniğin bilhassa dizayn, ölçme ve tamir alanlarında büyük faydalar sağlar.

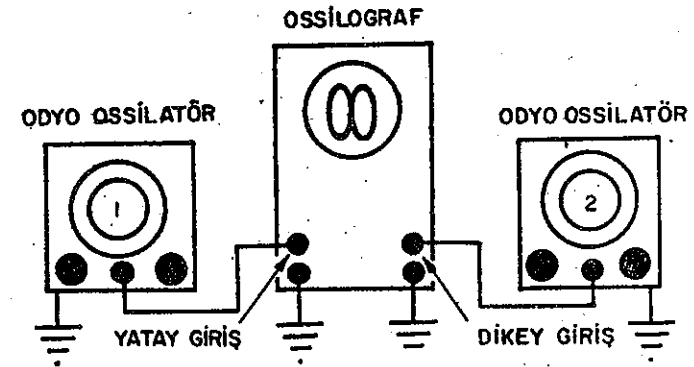
Osilografın transdüyser denen yardımcı elemanlarla birlikte kullanılması, fiziğe ait diğer bir çok olayların bu cihazla incelenmesini mümkün kılar. Transdüyser denen bu elemanlar ses, sıcaklık, basınç ve fiziksel hareketleri elektrik palsı haline çevirmek için kullanılırlar. Bu palslar, osilograf ekranında görülmek suretiyle incelenebilir.

Tarayıcı bir generatörle kullanıldığı takdirde, AM-FM ve TV akort devreleri gibi dar ve geniş bantlı devrelerin ayarı ekranda görülerek yapılabilir.

## LİSSAJOUS EĞRİLERİ

## Kullanıldığı Yerler ve Sebepleri

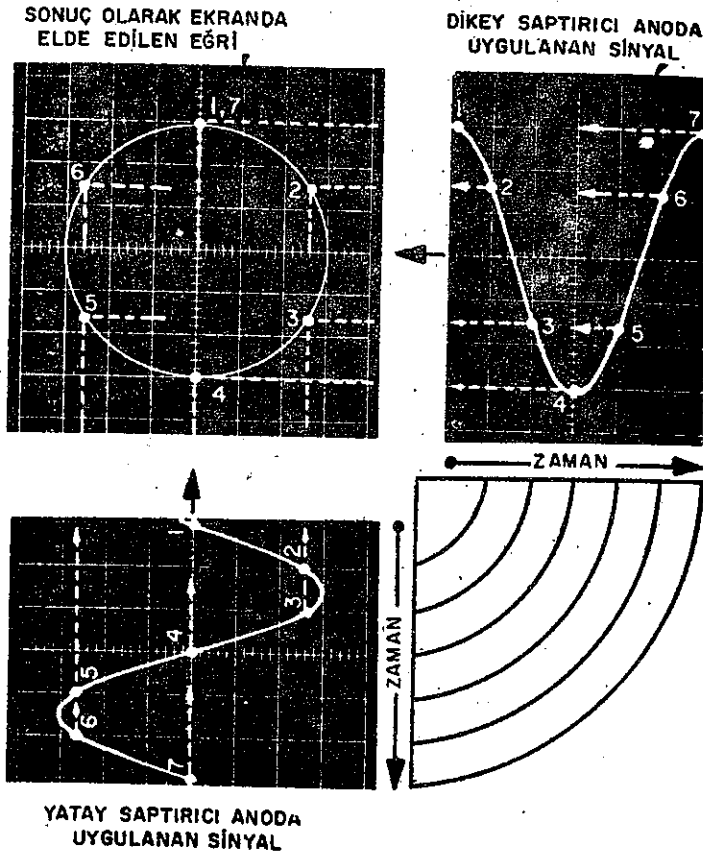
Bu eğrilere Lissajous ismi, bunları geometrik ve optik yoldan ilk olarak elde eden Fransız bilgininin adına izafeten verilmiştir. Katot ışınli osilograf, ilk uygulama alanlarını bu eğrilerin gösterilmesinde bulmuşlardır.



Şekil 13-21. Lissajous eğrilerini veren bağlantı düzeni. Odyo ossilatör, Ossilograf, odyo ossilatör, Yatay giriş, Dikey giriş.

Lissajous eğrileri, bilinen bir sinyalle bilinmeyen sinyali karşılaştırmak suretiyle frekansın doğru olarak ölçülmesinde kullanılır. Bilinen ve bilinmeyen sinyallerden birisi osilografın dikey girişine, diğeri ise yatay giriş uçlarına uygulanır. Aranılan frekans, Lissajous eğrileri olarak tanınan ekrandaki şekiller incelenerek bulunur. Eğrilerin diğer bir kullanma yeri de, odyo frekans osilatörlerinin kalibrasyonunda bilinilen bir sinyale göre kalibre etmektir.

Lissajous eğrileri ayrıca, faz ve frekans bağıntılarını incelemek için de kullanılır. Şekil 13-21 de Lissajous eğrilerini incelemek için hazırlanmış bir bağlantı düzeni görülmektedir.



Şekil 13-22. Genlikleri aynı aralarında  $90^\circ$  faz farkı bulunan sinüs dalgası şeklinde iki gerilimin osilografda Lissajous eğrisi olarak gösterilmesi.

Lissajous eğrilerinin en basiti bir dairedir. İki gerilimin frekans oranları eşit, aralarındaki faz farkı  $90^\circ$  olursa ekranda bir daire elde edilir. Aralarında  $90^\circ$  faz farkı bulunan sinüs dalgası şeklinde iki gerilimle, dairesel bir Lissajous eğrisi elde etmek için gerekli bağlantı düzeni Şekil 13-22 de gösterilmiştir.

Bu metotla bilinmeyen bir frekansı bulmak için aşağıda verilen formül kullanılır :

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{S_y}{S_x}$$

Burada ;

$f_x$  = Dikey anotlara uygulanan frekans

$f_y$  = Yatay anotlara uygulanan frekans

$S_y$  = Eğrinin yatay eksene teğet olma sayısı

$S_x$  = Eğrinin dikey eksene teğet olma sayısı

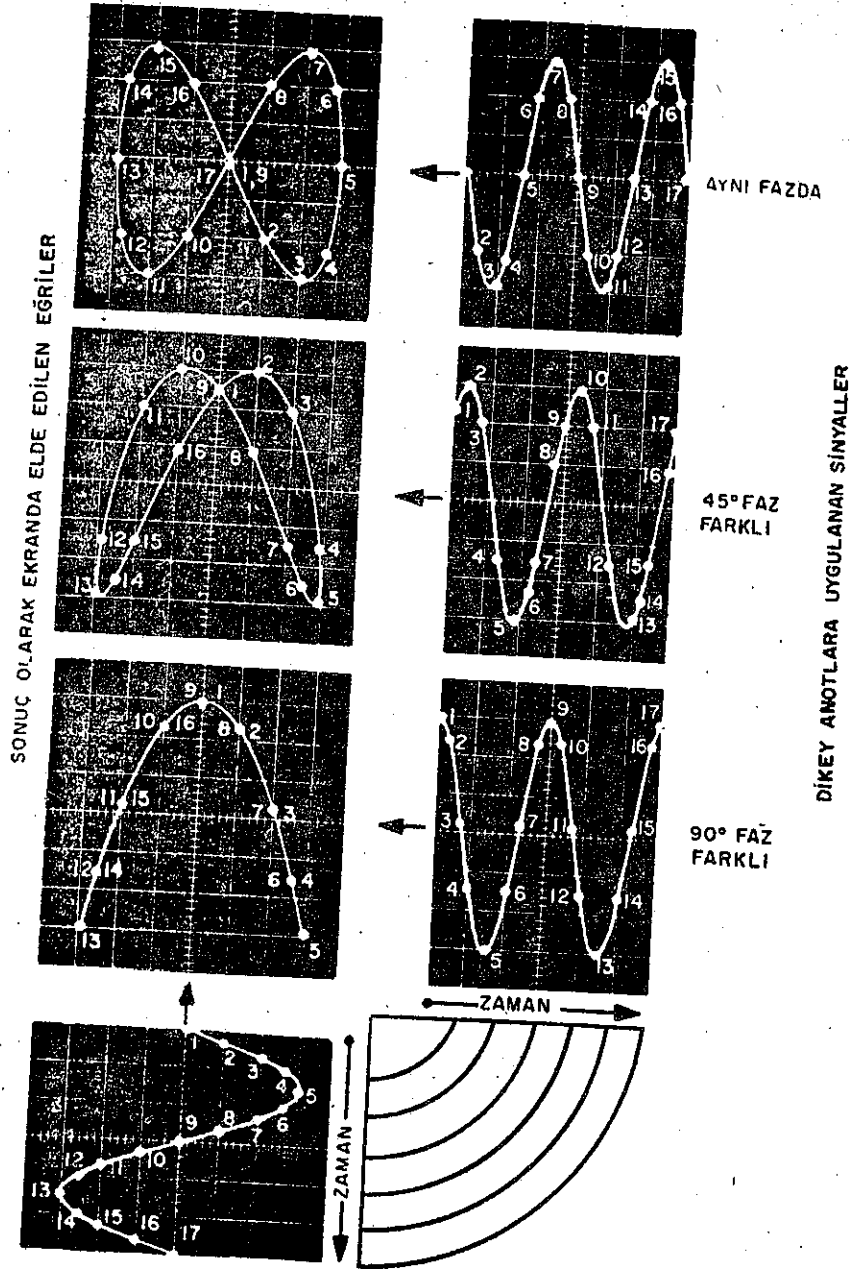
Osilografda herhangi bir görüntüyü seyrederken sinyallerden birinin fazında diğerine göre bir kayma olursa, ekrandaki şekilde bir hareket görülür. Şekil 13-23 de, bu faz kaymasının ekrandaki görüntünün frekansını iki bölü bir oranında nasıl değiştirdiği görülmektedir.

### OSİLOGRAFIN PALS LI DEVRELERDE KULLANILMASI

Kullanıldığı Yerler ve Sebepleri

Normal olarak, bir voltmetre gibi kullanılan osilograf, gerilimlerin tepeden - tepeye değerlerini ölçmekte, vibratör güç kaynakları ile filtre devrelerindeki ripil değerini ölçmekte ve odyo frekans respons ölçmelerinde kullanılır.

R. F. probu kullanılmakla osilografın uygulama alanı daha da genişletilmiş olur. Osilografalarda başlıca şu iki tip dış prob kullanılır.



Şekil 13-23. Faz farkları başka başka ve frekans oranları iki bölü bir olan Lissajous eğrilerinin ekranda gösterilmesi.

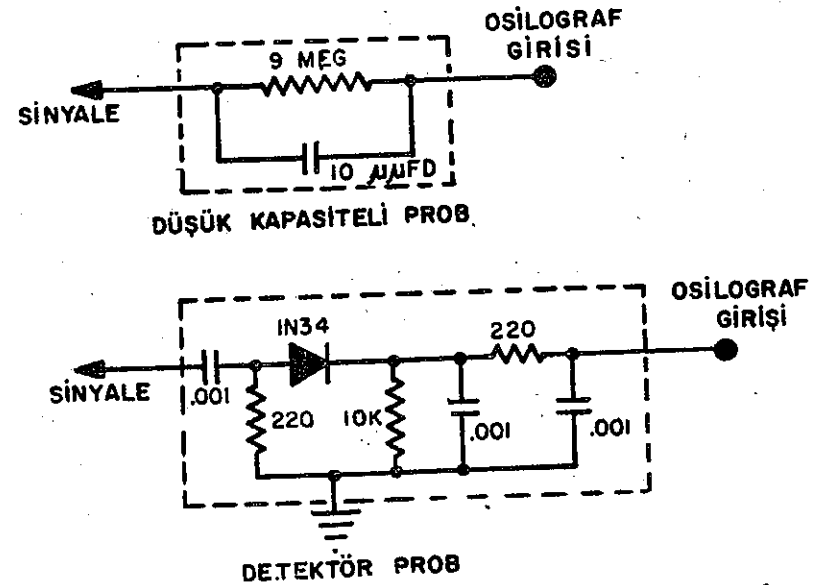
### Düşük Kapasiteli Prob

Düşük kapasiteli prob kullanmak suretiyle osilografın kullanma alanı genişletilmiş ve çok yüksek empedanslı devreleri yükleme etkisi azaltılmış olur.

### Detektör Prob

Detektör prob'u, osilografın çok yüksek frekanslı radar devrelerinde, yüksek frekanslı amplifikatörlerde ve odyo frekansla modüle edilmiş R. F. lı devrelerde kullanılmasını mümkün kılar.

Ölçülen gerilimi, kendi içlerindeki diyotla redrese ederek demodüle hale getirdiklerinden bu tip problara bazen, demodülasyon probu da denir. Bu iki tip prob'a ait şematik diyagramlar Şekil 13-24 de gösterilmiştir. Şekil 13-25 de ise palşlı ve modüle edilmiş muhtelif dalga şekilleri görülmektedir.



Şekil 13-24. Detektör prob, Sinyale, osilograf girişine, Düşük kapasiteli prob, R.f. probları, Sinyale, osilograf girişine.

### Yüksek Sadakathlı (Hi-Fi) Güç Amplifikatörü

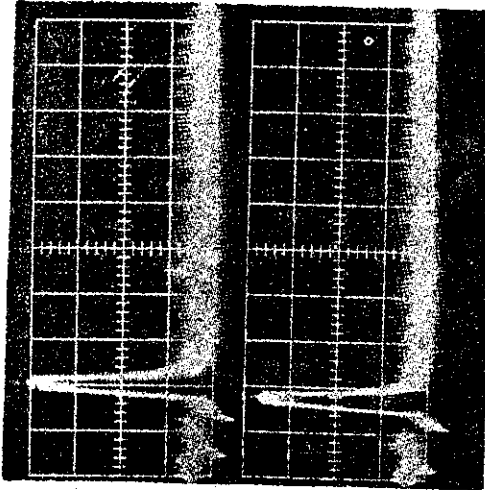
Elektronik, son yıllarda dünya çapında yeni bir branşın daha doğmasına yardımcı olmuştur. Seslerin aslına sadık kalarak yeni-



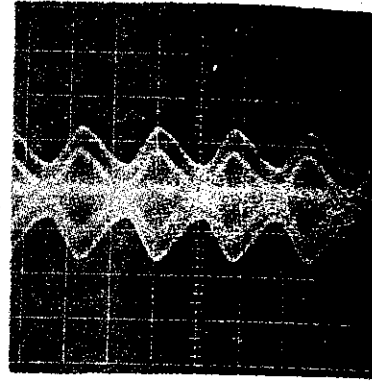
den elde edilmesi demek olan bu yeni branş, elektronik endüstri de geniş bir yer işgal etmeye başlamıştır. İnsanlar, bu alanda geliştirilen üstün kaliteli, yüksek sadakath cihazlar sayesinde bu güneye kadar erişemedikleri gerçek sese kavuşmuşlardır.

Yüksek sadakath (Hi-fi) amplifikatör ve tünelerde (albeni çoğunlukla vakum lâmbalı amplifikatörler kullanıldığından, aşağıda bu tip üstün kaliteli cihazların devreleri ve elemanları hakkında kısa bir bilgi verilmiştir.

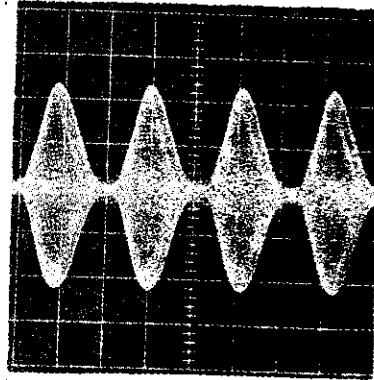
Şekil 13-26 da, uygun hoparlör sistemine 25 vat değerinde güç verebilen Williamson tipi güç amplifikatörüne ait şematik bir diyagram



Şekil 13-25 A. Radar pırsı şekilleri  
% 50 Modülasyon.

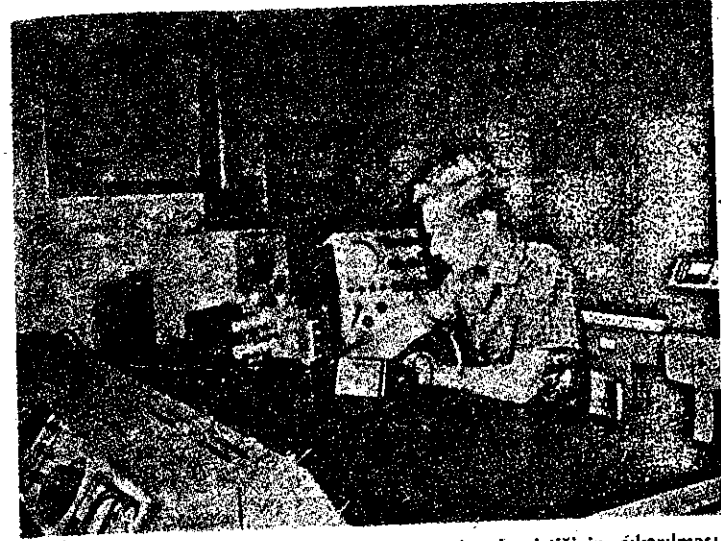


% 50 MODÜLASYON



% 50 MODÜLASYON

Şekil 13-25 B. Modüle edilmiş R.f.  
lı dalga şekilleri, % 90 Modülasyon.



Yüksek sadakath bir amplifikatörün frekans karakteristiğinin çıkarılması.

ram görülmektedir. Bu amplifikatör aşağıda gösterilen lâmbalar-  
dan meydana gelmiştir :

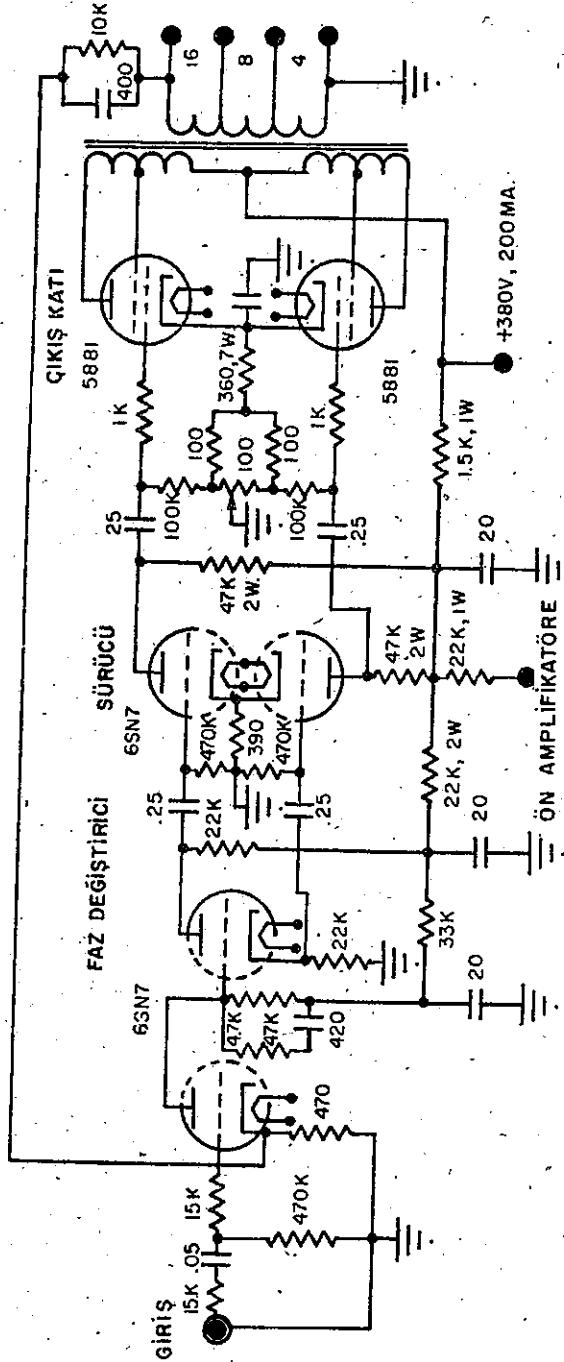
1/2 6SN7 — D.A. gerilim amplifikatörü

1/2 6SN7 — Faz değıştirici

6SN7 — Sürücü amplifikatör

2 — 5881 — Güç amplifikatörü

Devrenin tamamen simetrik ve açık bir konumda olduğuna dikkat ediniz. Bu devrenin en önemli kısmı çıkış transformatörü-  
dür. Çıkış lâmbalarının ekran gri gerilimleri, çıkış transformatörü  
primer sargısının orta ucundan itibaren her iki yönde % 41 mesa-  
feden alınmışlardır. Çıkış transformatöründe yapılan bu tip bir bağ-  
lantı, ekran gri akımlarını direkt olarak toprağa akıtacak yerde çı-  
kış transformatörü primerinden geçirmek suretiyle bundan sekon-  
derdeki güç bakımından faydalanmayı mümkün kılar. Bu devre  
için özel bir şekilde hesaplanmış olan bu transformatör, amplifi-  
katörün genel frekans responsunu genişletir ve intermodülasyon  
distorsiyon değerini azaltır.



VAKUMLU LÂMBALAR, Diyot, Triyot, Pentot, Yöneltilmiş ışınlı güç lâmbası, Hepstot, Çift-diyot triyot, Çift diyot, Yüksek gerilim redresörü, Gerilim regülatörü, Vakumlu Fotosel, İgnitron, Katlayıcı foto tüp, Katot ışınli elektrostatik tüp.

Yüksek seviyeli girişe sahip olan bu amplifikatörün normal bir şekilde çalışabilmesi için, girişine etkin değeri 0,75 ilâ 2 voltluk bir gerilimin uygulanması gerekir.

Mikrofon ve dinamik pikap gibi düşük çıkış seviyeli elemanlardan alınan küçük gerilimleri, güç amplifikatörünün giriş seviyesine çıkarmak için özel şekilde yapılan ön amplifikatöre ihtiyaç vardır.

Çıkış transformatörünün bir çok müzik âletleri tarafından meydana getirilen harmoniklere karşı göstermiş olduğu etkiye bağlı olan frekans karakteristiği, bu amplifikatörde, 10 saykilla 40.000 saykıl arasında  $\pm 2$  db. dir.

Şemada birçok RC filitre devrelerinin kullanılmış olması, devrede büyük ölçüde bir dekaplaja ihtiyaç olduğunu gösterir. Yeteri kadar filitre sağlanmazsa devrede, «motor bot» denilen alçak frekanslı osilasyonlar meydana gelir.

Çıkış katında birbirine eş lâmbaların kullanılmış olması çok önemlidir. Bu şart yerine getirilmezse, çıkış lâmbaları sinyalin aynı kısmında iletken hale gelmeyeceklerinden puş-pul çıkış katında dengesiz bir durum meydana gelebilir. Dolayısıyla elde edilen amplifiye edilmiş sinyal distorsiyonlu olur. Bunun önüne geçmek için, çıkış lâmbaları katot akımlarının dengeli olması gerekir. Bu iş, 100 omuluk telli katot potansiyometresi her iki lâmbanın katot akımları birbirine eşit oluncaya kadar ayarlanarak yapılır. Yüksek volümlerde distorsiyonsuz maksimum enerji transferi sağlamak için, hoparlör sisteminin çıkış transformatörü sekonderinde uygun empedanslı uçlara bağlanmış olması gerekir. Düşük volümlerde ise, 8 omdan 16 omâ kadar değişen ve birbirine göre % 100 adaptasyon dışı durum yaratan yükler, çıkış sinyalinde hissedilir bir distorsiyona sebep olmazlar.

Eskiyen lâmba ve elektrolitik kondansatörlerin değiştirilmesi hariç, normal olarak imâl edilmiş yüksek sadakath bir güç amplifikatörü uzun yıllar çalışıp tatmin edici bir çalışma yapabilir. Elektronik laboratuvarında böyle bir amplifikatörün yapılması çok iyi bir proje olabilir. Böyle bir proje hem yapım esnasındaki analiz, hem de cihaz bitikten sonra alınacak sonuçların analizi bakımından çok faydalı olur.

## HATIRDA TUTULMASI GEREKEN NOKTALAR

- Bir elektronik teknisyenin işlerini ehliyetle yürütülebilmesi için kullandığı ölçü aletlerini ve bunların ölçü kapasitelerini çok iyi bir şekilde bilmesi gerekir.
- Lâmbalı voltmetrelerin giriş empedansları standart bir şekilde mega om olarak kabul edildiğinden, yüksek empedanslı devrelerde normal voltmetre ile yapılan gerilim ölçmesindeki güçlükler bu alet sayesinde ortadan kalkmıştır.
- Lâmbalı voltmetre, uygun bir redresör elemanı (R. F. prob) ile birlikte kullanılmak suretiyle, mega sayıklı mertebesinde A.A. gerilimlerini ölçülebilir.
- Bu cihazlarda kararlı bir ölçme yapabilmek için, bir ısınma zamanına ihtiyaç vardır.
- Lâmpmetreler, başlıca iki kısma ayrılırlar :  
Elektron emisyonunu ölçen, emisyon tipi lâmpmetreler, Lâmbayı devrede çalıştığı şartlar altında ölçen, müttüel kondüktans tipi lâmpmetreler.
- R. F. generatörleri genellikle şu çıkışları verirler :
  - a. Geniş frekans sınırları içerisinde modüle edilmemiş R. F. sinyali.
  - b. Geniş frekans sınırları içerisinde modüle edilmiş R. F. lı sinyal.
  - c. Dışardan modüle edilen R. F. lı sinyal.
  - d. Sinüs dalgası şeklinde 400 sayıklılık ve diğer 10 frekansta sinyal verirler.
- Elektronik mühendisi ve teknisyeni tarafından en çok kullanılan ölçü aletlerinden biri de empedans köprüsüdür.
- Bir empedans köprüsü, değişik cinsteki çoklukları ölçmek üzere yapılmış bir çok basit köprü devrelerinden teşekkül eder. Söz konusu köprü devrelerinden istenen herhangi birisi bir anahtarla devreye sokulabilir.
- Endüktans ve kapasite ölçerken, alternatif akım çekici (mekanik osilatör) yada osilatörler kullanılır.

- Bir Q metre, kalibre edilmiş R. F. lı bir generatör, kalibre edilmiş bir değişken kondansatör ve bu devrenin uçlarına bağlı bulunan bir lâmbalı voltmetreden teşekkül eder.
- Katot ışınli, osilograf geniş uygulama alanından dolayı elektronikte kullanılan ölçü aletleri içerisinde en başta gelenlerden biridir. Teknik arıza aramadaki tahmini çalışmayı ortadan kaldıran bu ölçü aleti, arıza yerinin en kısa yoldan lokalize edilerek giderilmesini de mümkün kılar.
- Katot ışınli tüp devrelerinde bulunan yüksek gerilim, cihazı çalıştıran şahıs için tehlikeli olabilir.
- Katot ışınli tüpteki ışının sapma duyarlılığını arttırmak için, osilograf içerisinde amplifikatör devreleri kullanılır.
- LİSSAJOUS eğrileri, frekansın hasas olarak ölçülmesinde ve iki sinyal arasındaki faz bağıntısını tesbit etmekte kullanılır.
- Düşük kapasiteli problemlerin kullanılmasıyla, osilografın çok yüksek empedanslı devreleri yüklemeye etkileri azaltılmış ve uygulama alanları geniş ölçüde artırılmış olur.
- R. F. detektör problemleri ise, standart tip osilograf ekranında görülemeyen R. F. lı sinyalleri, görülür hale getirmek için kullanılır.

## TEKRARLAMA SORULARI

1. Lâmbalı voltmetrenin çalışma prensibini anlatınız.
2. Lâmbalı voltmetreye (L. V.) ait beş üstünlüğü yazınız.
3. Lâmbalı voltmetrenin üç sakıncasını açıklayınız.
4. Gri geriliminin düşük bir gerilim seviyesinde tutulması niçin gereklidir?
5. Lâmbalı voltmetre, alternatif gerilimleri nasıl ölçer?
6. Emisyon tipi lâmpmetre nasıl çalışır?  
Müttüel kondüktans tipi lâmpmetre ile aralarında ne fark vardır?
7. Kısa devre ölçüsü, normal lâmpmetrelerde nasıl yapılır?
8. Bir R. F. sinyal generatörüne ait, çalışma blok diyagramını çiziniz.
9. R. F. sinyal generatörü başlıca hangi üç işi görür?

10. Empedans köprüsünün dört kullanış yerini isimlerini yazınız.
11. Empedans köprüsü ile endüktans ve kapasite ölçülmek suretiyle hangi faktörler ölçülebilir?
12. Wheatstone köprüsü hangi maksat için kullanılır?
13. Empedans köprülerinde niçin, 1000 sayıklık mekanik elektronik bir osilatör kullanılır?
14. Endüktans ve kapasite ölçmekte kullanılabilen iki köprünün isimlerini yazınız.
15. Maxwell köprüsü hangi maksatla kullanılır?
16. DQ ıskalası ne maksatla kullanılır?
17. Bir Q metre, hangi basit kısımlardan meydana gelir?
18. Q metrenin 10 kullanma yerini yazınız.
19. Bir devrenin Q sünü ölçmek için yapılacak işlemleri anlatınız.
20. Katot ışınli osilografın 10 kullanışli yerini yazınız.
21. Katot ışınli osilografın çalışma blok diyagramını çiziniz.
22. Katot ışınli tüplerin duyarlılıkları nasıl ifade edilir, açıklayınız.
23. Katot ışınli tüpler için, dikey saptırıcı bir amplifikatöre niçin lüzum vardır?
24. Dikey saptırıcı amplifikatörlerde puş-pul amplifikasyon kullanmanın üstünlüklerini açıklayınız.
25. Osilografalarda gerilim kalibratörü ne maksatla kullanılır?
26. Direkt kuplajlı amplifikatörler kullanıldığında daha iyi regüle edilmiş güç kaynaklarına niçin ihtiyaç vardır?
27. Tarayıcı osilatör (sweep), osilograf içerisinde ne işe yarar?
28. Lissajous eğrileri nerelerde ve ne maksatla kullanılır?
29. Düşük kapasiteli probalar nerelerde ve ne maksatla kullanılır?
30. Williamson tipi amplifikatörlerde kullanılan özel çıkış transformatörünün faydalarını anlatınız.

## Ekler

Elektronik alandaki gelişmelerin tarih sıralarına göre özeti .....	359
Elektronik terimler sözlüğü .....	372
Transistörlere ait semboller ve kısaltmalar ...	396
Elektron lambalarına ait şematik semboller ...	402
Montaj işlerinde kullanılan renk kodları .....	403
Kondansatör renk kotuna ait işaretler .....	405
Direnç renk koduna ait işaretler .....	406

## Elektronik Alanındaki Gelişmelerin Tarih Sıralarına Göre Özeti

Elektronik endüstrisindeki gelişmeleri daha yakından tanımak isteyen kimsenin, elektronik teknolojisini bugünkü merhaleye ulaştırmak için yapılan uzun ve çetin deneyler, araştırmalar ile alınan patent vesaire hakkında yeteri kadar bilgi ve fikir sahibi olması gerekir. Bu bölümde, başlangıçtan bu güne kadar bu alanda meydana gelmiş bulunan olaylar tarih sıralarına göre verilecektir. Aşağıda gösterilen olaylar incelendiğinde, bu alandaki araştırma, keşif ve gelişmelerin özellikle bu yüzyılın başından itibaren büyük bir hız kazandığı görülecektir. Elektronik teknolojisindeki bu ilerlemenin gelecekte daha büyük bir hızla devam edeceğine şüphe yoktur. Açık olan bir şey varsa oda, her yeni buluş diğer bir buluşa yol açacak ve bu zincirleme reaksiyon devam edip gidecektir.

Tarihi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
M. Ö.	100 Magnesia (Manisa)	Baltık denizindeki Norveç ve Fin gemilerinde bir çeşit tabii miknatıs, pusula olarak kullanıldı.	
1266	Peter Peregrinus	Tabii miknatısın iki ucuna, güney ve kuzey kutupları isimlerini verdi.	İtalya
1599	William Gilbert	Bir bölümü elektrik hakkında olmak üzere, menyetizmaya ait bir kitap yazdı. Dünyanın, eski Yunandan beri bilinen elektrik bilgisine, bazı yenilikler ekledi. Demir çubukları arzın manyetik alanı içerisinde çekiçe döğerek bir sun'î miknatıs elde etti. Elektroskop'u geliştirdi.	İngiltere

Tarhi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1729	Charles Fay	Camı ipeğe ve reçineyi kumaşa sürmek suretiyle şarjlara ait Kanunu bir deneyle gösterdi.	Fransa
1745	Müşanbroeck	Leyden üniversitesinde Leyt şisesi adı verilen ve bu günkü kondansatörlerin ilkinin teşkil eden bir aparat yaptı.	Hollanda
1779	Benjamin Franklin	Elektriğe meraklı bir kimse olarak yıldırımın, çok büyük elektrik şarjlarından başka bir şey olmadığını deneyle gösterdi. Ve iki cins elektriğin mevcut olduğunu isbat etti.	Amerika
1792	Luigi Galvani	Tip doktoru olan Galvani bir kurbağın bacağından geçen elektriğin etkisini fark etti. Ölümünden sonra ismi galvanometreye verildi.	İtalya
1798	Henry Cavendish	Sonradan om Kanunu olarak isimlendirilen, elektrik birimleri arasındaki bağıntıyı buldu.	İngiltere
1799	Charles Coulomb	Coulomb kanunu olarak bilinen, kuvvetlere ait ters kare kanununu buldu.	Fransa
1800	Alessandro Volta	Elektriği metal ve asitle elde ettiğinden, Galvaninin elektrik teorisine itiraz etti. Böylece devamlı elektrik enerji kaynağı olarak ilk voltaik eleman ve batarya bulunmuş oldu.	İtalya
1802	John Dalton	Bütün maddelerin atomlardan meydana geldiğini düşündü ve atom teorisinin ilerlemesini sağladı.	İngiltere

Tarhi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1802	Sir Humphrey Davy	Elektrolizi keşfetti	İngiltere
1820	Hans Orsted	İçerisinden akım geçen tele yaklaştıran manyetik bir ibrenin tele göre 90° açı yapacak şekilde döndüğünü keşfetti. Manyetizma ile elektrik arasındaki bu ilk önemli bağıntı, üzerinde çalışılmakta olan elektromanyetik alan için de çok faydalı olmuş ve böylece elektromanyetizmayı bulmuştur.	Danimarka
1820	Johann Schweigger	Galvanometreyi geliştirdi.	Almanya
1827	George Ohm	«Galvanik devre matematik olarak ifade edildi» isimli bir broşür yayınladı. Elektrik direncini bulduğundan Ohm kanununa adı verildi.	Almanya
1830	Joseph Henry	Elektrik akımının endüktans etkisini keşfetti ve zamanın en büyük mıknatısını yaptı. Mıknatıslar üzerindeki çalışmalarıyla bunların prensiplerinin anlaşılmasını sağladı. Telgraf alanındaki ilerleme bundan sonra mümkün olmuştur. İlk elektromıknatısı buldu ve ilk transformator yine kendisi tarafından keşfedildi.	Amerika
1830	Karl Gauss	Bu bilgin daha çok, dünyanın manyetik alanı ve manyetik ölçmelerle ilgileniyordu. Sonra ismi manyetik alan şiddeti birimine verilmiştir.	Almanya

Tarihi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1831	Michael Faraday	Değişen manyetik bir alanın elektrik meydana getirdiğini ispatladı. Kendisi tarafından bulunan elektrik endüksiyon kanunu, bütün diğer elektrik çalışmalarını için esas olmuştur. «Kuvvet hatları», «kuvvet alanı» deyimlerini ortaya koydu. Bir kondansatörün plâkaları arasındaki yalıtıkana «dielektrik» ismi yine aynı bilgin tarafından verildi ve nihayet manyetik endüksiyonu keşfetti.	İngiltere
1833	Sir Charles Wheatstone	Elektrikli telgrafın İngilterede gelişmesine yardım etti. Sonra elektrik direncini ölçmekte kullanılan köprüye ismi verildi. Fakat kendisi bu keşfin H. Christie ye ait olduğuna inanıyordu.	İngiltere
1835	E. Munck	Tek yönlü iletkenliği keşfetti.	Almanya
1839	Henry Becquerel	Foto voltaik sel'i geliştirdi.	Fransa
1844	Joseph Hanry	İlk telgraf cihazını yaptı.	Amerika
1844	Samuel F. B. Morse	Washington D. C. ile Baltimore, arasındaki ilk ticarî telgraf sistemini kurdu.	Amerika
1865	James Maxwell	Faraday'ın kuvvet hatları hakkındaki bilgilerini matematik olarak çözdü. Maxwell denklemleriyle, ışığın tabiaten elektromanyetik olduğunu ve radyo dalgalarının elde edilebileceğini ispat etti.	İskoçya

Tarihi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1868	Georges Leclanché	Kuru pili geliştirdi.	Fransa
1874	William Crooks	Yüksek vakumlu bir tüp içerisine gaz doldurmak suretiyle iyonizasyonu elde etti.	İngiltere
1876	Alexander Graham Bell	Telefonu bularak patentini aldı.	Amerika
1876	William Kelvin	Atlantiği geçen ilk kablunun mühendisliğini yaptı. Birçok elektrik ölçü aletlerini geliştirdi. Isı hakkındaki bilgisi, modern termodinamiğe temel teşkil etmiştir. İyi bir manyetik pusula ilk olarak Kelvin tarafından yapılmıştır.	İngiltere
1876	James Joule	Isı içerisinde mevcut bulunan mekanik kuvvetlerin ölçülmesine ait araştırma ve geliştirmeler yapmıştır. İsmi ölümünden sonra enerji birimine verilmiştir.	İngiltere
1877	Thomas A. EDİSON	Hassas bir mikrofona yaptı.	Amerika
1879	Thomas A. EDİSON	Elektrik ampulünü yaptı.	Amerika
1880	Gustav Kirchhoff	Elektrik konusunda yaptığı işlerle tanınır. Çalışmaları sonunda Ohm Kanunu geliştirerek bugün Ohm Kanunu kadar önemli ve temel konulardan olan Kirşof Kanunlarını ortaya koydu.	Almanya
1880	Curie Kardeşler	Piezoelektrik etkiyi keşfetti.	Fransa

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1880	Brush Faure	Kurşun-asit akümülatör bataryasını geliştirdi.	Fransa
1881	Paristeki elektrik kongresinde	Aşağıdaki bilginlerin adlarına izafeten, gerilimin volt, akımın amper ve direncin om cinsinden ölçülmesine karar verildi.	
		Volta	İtalya
		Ampere	Fransa
		Ohm	Almanya
1883	Thomas A. EDİSON	Elektrik akımının, sıcak bir katedodun yapmış olduğu yayım yoluyla doğrultulabileceğini keşfetti. Bu olaya Edison olayı adı verilmiştir.	Amerika
1886	Paul Nipkow	Televizyonun temeli olan «Nipkow» tarayıcısını buldu.	Rusya
1887	Albert Michelson	Cleveland. O da ışığın hızını ölçtü.	Amerika
1888	Heinrich Hertz	Elektrik dalgalarının varlığını gösterdi. Maxwell bunların varlığını tahmin etmişti. Hertz ise bu dalgaların yansımaya ve kırılmaya uğradıklarını ve odaklaştırıldığını deneyle gösterdi.	Almanya
1889	Heinrich Hertz	Hava aralıklı ark devresinde foto elektrik etkisini müşahade etti.	Almanya
1892	Sir J.J. Thomson	Katot ışınlarını keşfetti.	İngiltere
1894	Guglielmo Marconi	Hertz dalgalarını keşfetti ve telsiz telgrafi geliştirdi.	İtalya
1895	Henry Becquerel	Uranyumdan yayılan radyo aktiviteyi keşfetti.	Fransa

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1895	Wilhelm Roentgen	Havası yüksek derecede boşaltılmış bir Crooks tüpü içerisinde elektrik deşarjından faydalanmak suretiyle elektromanyetik radyasyon elde etti. Böylece X ışınlarını keşfetti.	Almanya
1897	Chas. T. Wilson	Kendi yörüngelerinde hareket eden şarjlı parçacıklar üzerindeki çok küçük su damlacıklarını toplamak suretiyle, yüksek hızlı elektron ve iyonların izlerini görünür hale getiren Wilson buğu odasını keşfetti.	İskoçya
1897	Sir. J.J. Thomson	Elektronu keşfetti ve elektron teorisini geliştirdi. Pozitif ve negatif olmak üzere iki cins elektrik olduğunu kabul etti, ve elektronun kitesini ölçtü.	İngiltere
1897	Braum	İlk katot ışınlı lâmbayı yaptı.	Almanya
1898	Ernest Rutherford	Atomun çekirdeğini, Alfa ve Beta ışınlarını keşfetti.	İngiltere
1898	Pierre ve Marie Curie	Radyum ve diğer radyoaktif elementleri keşfettiler.	Fransa
1901	Guglielmo Marconi	Atlantiğin iki ucu arasında radyo dalgalarıyla bağlantı kurdu.	İtalya
1902	Kennelly - Heaviside	İyonosfere alt Kennelly - Heaviside tabakasından faydalanmak suretiyle radyo dalgalarını gökten yansıtmaya muvaffak olmuştur.	Amerika
1904	R. B. Wehnelt	İlk olarak, katot ışınlı tüpü fosforla kapladı.	İngiltere



Tarihi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1904	Gueglielmo Marconi	İki devreli tüpleri buldu.	İtalya
1904	Sir John Fleming	Edison olayını ilk olarak, içerisinde akımın tek yönde geçmesini sağlayan bir ışık ampule ait flâman ile anot bulunan özel yapıda vakumlu bir redresör lâmbasına uyguladı. «Fleming lâmbası» diye isimlendirilen bu ilk lâmba, daha sonra Lee De Forest tarafından gri elemanı eklenmek suretiyle, amplifikatör ve osilatör olarak kullanılacak duruma getirilmiştir. Fleming ilk diyodun patentini 1904 de almıştır.	İngiltere
1905	Albert Einstein	Işık etkisiyle meydana gelen elektron emisyonu hakkındaki kanunları, formül haline getirmiştir. Ayrıca, kütle ve enerjinin, aynı şeyin farklı şekillerde ifade edilmesi demek olduğunu ileri sürmüştür.	Amerika
1906	Greenleaf W. Pickard	Kristal detektörü keşfetti.	İngiltere
1906	Lee De Forest	Vakum lâmba içerisine bir gri elemanı ekleyerek, Edison etkisinin kontrol edilmesini sağlamıştır. Ayrıca, osilasyon ve amplifikasyon için imkân hazırlayarak yeni bir bilime yol açmıştır. Kendi yaptığı ilk vakum triyotun patentini 1906 yılında almıştır.	Amerika

Tarihi	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1907	Aubrey Fessenden	Atlantiğin bir ucundan diğerine radyo telefonla, konuşmayı ilettili.	Amerika
1910	Sir Oswald Mosely	Atom numaralarını keşfetti.	İngiltere
1913	William Coolidge	Coolidge adı verilen X - ışınlu tüpü geliştirdi.	Amerika
	Niels Bohr	Bir atomdan diğerine geçen elektronların sebep olduğu hidrojen atomu enerji radyasyonunu ve absorpsiyonunu keşfetti.	Danimarka
	Edward Armstrong	Regenerasyon prensibini buldu.	Amerika
1915	Carl Benedicks	Germanyumun nokta temaslı sistemle redresör olarak çalışabileceğini keşfetti.	İsveç
1919	Ernest Rutherford	Yüksek enerjili Alfa parçacıklarını kullanarak, bir elemanı diğer bir eleman haline çevirdi.	İngiltere
1920	Ernst Rutherford	Hidrojen atomunun çekirdeğine proton adını verdi.	Amerika
1921		Müzik ve konuşma yayını yapan KDKA isimli ilk radyo istasyonunu kuruldu.	Amerika
1921	Albert Hull	Magnetronu yaptı.	
1923	Kosma Zworykin	Kameralarda kullanılan ikonoskop tüpünü yaptı.	Amerika
1924	Dr Grondahl	Demir - selenit fotoselini geliştirdi.	Amerika
1926	Vitaphone Şirketi	Newyorkta, ilk sesli sinemayı kurdu.	Amerika

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1926	Philo Farnsworth	Hayal disektör kamera tüpünü yaptı.	Amerika
1927	Edward Armstrong	Süperheterodin prensibini buldu.	Amerika
1929	Hans Berger	Elektro enseflografi (beynin elektrik dalgalarını ölçen) keşfetti.	Almanya
1931	Ernest O. Lawrence	Atom yapısı üzerindeki deneylerde kullanılmak üzere, ilk sayklotronu yaptı. Atom parçacıklarına elektriksel yolla büyük enerjiler vererek elde ettiği şiddetli çarpışmalarla bir atomun çekirdeğini diğer bir atom haline çevirdi.	Amerika
1932	Harold C. Urey	Ağır hidrojeni buldu.	Amerika
1932	Carl Anderson	Pozitronu buldu.	Amerika
1932	Sır James Chadwick	Berilyum çekirdeğinden nötron elde etti.	İngiltere
1934	Irene Curie Joliot	Radyo aktivitenin yaptığı şekil değişmesini keşfetti.	Fransa
1934	Leif Tronstad	Ağır su ilk olarak seri halde imâl edildi.	Norveç
1935	Edward Armstrong	Frekans modülasyonunu keşfetti.	Amerika
1935	Vatson-Watt	Radyo ile yer bulmayı (radarı) geliştirdi.	İngiltere
1936	Carl Anderson	Mezon'un buldu.	Amerika

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1937	James Hillier	Elektron mikroskobunu geliştirdi.	Kanada
1937	Russel Varian	Klaystron lâmbasını geliştirdi.	Amerika
1939		Uranyumun parçalanması keşfedildi.	Almanya
1939	Erwin Mueller	Alan emisyonlu elektron mikroskobunu geliştirdi.	Amerika
1941	Lee De Forest	Radarı için, merkezden yapılan tarama sistemini keşfetti ve patentini aldı.	Amerika
1942	Mele Tuve	İlk olarak yaklaşık akım sigortasını buldu.	Amerika
1942	E. Fermi	Chicago'da ilk olarak, kendi kendine devam eden çekirdek zincir reaksiyonunun kontrolünü sağladı.	Amerika
1942	Edward Teller	Atom bombasını geliştirdi.	Amerika
1942		Dünyada ilk atom reaktörü kuruldu.	Amerika
1943	Luis Alvarez	Uçakların radarla yerden kontrol edilmesini geliştirdi.	Amerika
1945		Hanford'da ilk plutonyum santrali kuruldu.	Amerika
1946		Amerikada ilk ticarî televizyon istasyonu kuruldu.	Amerika
1946	Ernest O. Lawrence	Chromatron adı verilen renkli televizyon tübü keşfetti.	Amerika
1946		Pan Amerikan Hava Yolları, ilk olarak uçakları karadan kontrol etme sistemini kurdu.	Amerika

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1947		Atom enerjisi komisyonu kuruldu.	Amerika
1948	William Schockley	İlk transistörü yaptı.	Amerika
1950	Albert Einstein	Birleşik alan teorisini keşfetti.	Amerika
1950	D. R. Kerst	Betatronu geliştirdi.	Amerika
1951	J. N. Shire	Fototransistörü geliştirdi.	Amerika
1954	S. C. Collins	Yüksek akımlarla, çok soğutulmuş sıvı halkalar üzerinde çalışmalar yaptı. Üç yıl geçtikten sonra hâlâ halkadan akım geçmekte devam ediyordu. (Direnci sıfır)	
1954		Bell lâboratuvarlarında, güneş ışığını elektriğe çeviren silikon bataryası meydana getirildi.	Amerika
1954		Tektaş Instrument firması silikon transistörleri geliştirdi.	Amerika
1955	H. J. Zeiger ve C. H. Townes	Maser prensibini keşfettiler.	Amerika
1956		İlk renkli televizyon istasyonu kuruldu.	
1958		General Electric firması, silikon kontrollü redresörü yaptı.	
1958	Leo Esaki	Tunnel diyodu keşfetti.	Japonya
1959	Erwin Mueller	Alan iyonu mikroskopunu geliştirdi.	
1959	Lois Pensak	İntegre devre elemanı yapımını geliştirerek, mikro minyatürleşmeyi mümkün kıldı.	

Tarih	İsmi	Buluş ve Gelişmeler	Memleketi
1959	Dr. Donald Glaser	İkinci derecedeki atom parçacıklarının fotoğrafını almakta kullanılan sis odasını keşfetti.	
1960	Dr. George Feher	Çekirdeğin yapısını incelemek üzere «Endor» prensibini buldu.	Amerika
1960	Dr Theodore Maiman	Ruby Laser (hakiki ışık amplifikatörü) prensibini keşfetti.	

## Elektronik Terimler Sözlüğü

- Akortlu devre — Belli bir frekansta rezonansa gelebilen, bobin ve kondansatörden (sabit yada değişken) teşekkül eden bir rezonans devresi.
- Akselerometre — Bir taşıtın hızındaki değişme miktarını ölçmeye yarayan bir alet.
- Akseptör Katık madde — Atomunun dış yörüngesinde üç elektron bulunan bir madde, bir yarı iletken kristale katılacak olursa, esas maddenin kristal yapısında bir oyuk meydana getirir.
- Alternatif Akım — Yönünü muntazam aralıklarla değiştiren, periyodik olarak akan bir elektrik akımı. Frekansı, bu akımı veren alternatörün frekansına bağlı olup, birbirini takip eden alternansların şekil ve yüz ölçümleri birbirinin aynıdır. Endüstriyel frekanslar standart olarak 25 ile 60 saykıl arasındadır.
- Alternatör — Rotoru mekanik olarak döndürüldüğünde alternatif gerilim üreten, bir elektrik generatörü.
- Amper — Bir voltluk gerilim kaynağının, bir omluk dirençte meydana getirdiği akım yada elektrik akımı birimi.
- Ampermetre — Akım değerini amper cinsinden ölçen alet.
- A, sınıfı Amplifikatör — Giriş sinyali değişmeleri, karakteristik eğrinin düz kısmı üzerinde bulunan bir amplifikatör.
- AB Sınıfı Amplifikatör — Kollektör akımı yada gerilimini, giriş sinyalinin bir alternanslık zamanından daha az bir süre sıfır olarak muhafaza eden bir amplifikatör.

### B sınıfı Amplifikatör

- Kollektör akımı yada gerilimini, giriş sinyalinin bir alternanslık zamanı boyunca sıfır olarak muhafaza eden bir amplifikatör.

### C Sınıfı Amplifikatör

- Kollektör akımı yada gerilimini, giriş sinyalinin bir alternanslık zamanından daha uzun bir süre sıfır olarak muhafaza eden bir amplifikatör.

### Anahtar gibi çalışan lâmba

- Elektriksel gerilim ve sinyalleri kesmek için kullanılan, elektronik bir lâmba.

### Analog Kompüter

- Matematik işlemleri, aldığı bilgileri elektrik palsları yada bir milin dönmesi vesaire gibi fiziksel çokluklara çevirmek suretiyle yapan bir kompüter.

### Anot

- Katoda göre genellikle pozitif yüksek bir gerilimde bulunan ve esas elektron toplayıcısı olarak iş gören bir lâmba elektrodu.

### Apsis

- (x-y) kordinat sisteminde «x» yani yatay eksen olup, düzlem içerisinde bulunan bir noktanın yatay eksen üzerindeki yerini tesbit etmeye yarar.

### Aşırı kontrol- dan doğan ka- rarsız çalışma

- Bir kontrol sisteminin istenilen şartları aşarak yönünü ters çevirmek suretiyle diğer yönde aynı durumu yaratması hali.

### Atenüasyon (Zayıflatma)

- Radyo dalgası yada ses şiddetinde meydana gelen azalma; vericiden yayılan radyo dalgalarının alan şiddetinde, istasyondan uzaklaştıkça meydana gelen düşme.

### Atenüatör (Zayıflatıcı)

- Radyo yada ses dalgalarının şiddetini azaltmakta kullanılan bir cihaz.

### Azınlıktaki akım taşıyıcı- lar

- N tipi yarı iletken madde içerisindeki oyuklar ve P tipi yarı iletkende bulunan fazla elektronlar.

### Bağımlı Değişken

- Bir transistörde, bağımsız değişken olarak kabul edilen akım yada gerilimlerden her hangi birisi.

- Bant Geçirici filtre — Belli bir frekans bandını geçirip, bu bandın altında ve üstünde bulunan frekansları geçirmek, zayıflatmak veya şöntlemek üzere hazırlanmış iki yada daha fazla sayıda akortlu devresi bulunan bir filtre.
- Basit Mültivibratör osilatörü — İstenen çıkış sinyalini elde etmek için, anot devrelerinden alınan enerjilerin hesaplanan zaman ve fazda karşıt lâmbaların gri devrelerine beslendiği, iki lâmbalı bir osilatör.
- Baypas kondansatörü — Devrenin belli noktaları arasındaki akımlara karşı düşük empedans göstermek üzere bağlanan bir kondansatör.
- Beat-frekans osilatörü — İki radyo frekans sinyalini karıştırarak odyo frekans elde eden bir osilatör.
- Besleme Transformatörü — Primer sargılarının uçları alternatif akım şebekesine bağlanan, üzerinde redresör lâmbası anotlarını beslemek üzere yüksek gerilim sargısı ile lâmba filamanlarını A.A. la ısıtmak için bir yada daha çok sayıda düşük gerilim sargısı bulunan demir göbekli bir transformatör.
- Blok Diyagram — Bir elektronik sitemin daha kolay anlaşılması için, cihaz içerisinde bulunan kat ve kısımları bloklar halinde gösteren elektronik bir plân.
- Bloke edici kondansatör — Alternatif akımı geçirip, doğru akımın geçmesine mani olmak üzere kullanılan bir kondansatör.
- Bloke edici osilatör — Polarması, osilasyonları kesecek değere yükseldiğinde osilasyonları kesilen, polarması azaldığında tekrar osilasyona başlamak suretiyle fasıllı şekilde çalışan; lâmbalı yada transistörlü bir osilatör.
- Bobin — Başta gelen özelliği endüktans olmak üzere hesaplanıp yapılmış bir devre elemanı.

- Colpitts osilatörü — Tank devresi, birbirine seri bağlı gerilim bölücü iki kondansatöre paralel bağlı değişken kondansatörle akort edilen ve akort devresinin uçları griyle anot arasına bağlı bulunan bir osilatör. Gerekli geri besleme gerilimi, gri katot arasında mevcut bulunan iç kapasiteden sağlanır.
- Coulomb —  $6,28 \times 10^{18}$  elektronluk yada saniyede bir amperlik akımın taşıdığı elektrik miktarı.
- Çift kararlılık Multivibratör — Bir saykılın tamamlanması için, iki giriş palsına ihtiyaç gösteren ve kararlı iki durumu bulunan bir multivibratör devresi.
- Çoğunluktaki akım taşıyıcılar — P tipi yarı iletken içerisindeki oyuklar ve N tipi yarı iletkeninde bulunan serbest elektronlar.
- Çok Gayeli Ölçü Aleti — Volt-Om metre olarak bilinen ve üzerindeki bir âlet ile gerilim, akım ve direnç ölçmek üzere bir çok ölçme alanı bulunan bir ölçü aleti.
- Çoper — Bir akım yada ışık ışını muntazam aralıklarla kesen ve çoğunlukla amplifikasyon işini kolaylaştırmak için kullanılan bir cihaz.
- Damping — Sistemlerin aşırı fazlalıklarını normal değere düşürmek için kullanılan kontrol sistemleri içerisinde mevcut olan bir özellik.
- d'Arsoonval Galvanometresi — Sabit mıknatısın kutupları arasına taş yataklar üzerinde dönecek şekilde yerleştirilmiş, küçük bir bobinden teşekkül eden doğru akım ölçen bir âlet.
- Daynamotor (dinamotor) — D. A. gerilimini A. A. gerilimine yada daha yüksek gerilimli D. A. a çeviren, hem motor hem de generatör olarak çalışabilen dönen bir cihaz.
- Demagnetizör — Her hangi bir âlet üzerindeki manyetik alan yada etkiyi ortadan kaldırmak için kullanılan bir cihaz.

- Demodülatör — Modüle edilmiş bir sinyalden taşıyıcıyı ayırarak ses ve resim çıkışı elde etmek için, modüle dalgayı detekte yada redrese etmek için kullanılan bir devre. Bu, devre aynı zamanda detektör olarak da tanınır.
- Desibel (DB) — Gürültü yada ses seviyesini ölçmekte kullanılan bir ölçü birimi. 600 omda bir DB = 0,001 vat.
- Devre — Bir gerilim kaynağının negatif ucundan çıkan elektrik akımının, değişik katlardan geçerek aynı gerilim kaynağının pozitif ucuna dönmeye, manyetik alan yada akımın geçmesine imkân veren bir yol.
- Diferansiyatör — 1. Çıkışı, giriş sinyalinin bileşeni ile orantılı olan, elektronik kompüte a ait bir kısım.  
2. Çıkışındaki gerilimin genliğini, herhangi bir anda, giriş gerilimi genliğinin değişme hızıyla orantılı hale getiren bir devre.
- Dijital Kompüter — Sayıları, ondalık sistem içerisinde, daha çok aritmetik işleme benzer bir yolla hesaplama işlemine tabi tutan bir kompüter.
- Direnç — Elektrik akımının geçmesine karşı zorluk gösteren bir elektronik devre elemanı.
- Diskriminatör — 1. Faz yada frekans değişimleri responsundan, genlik değişimleri elde eden bir devre.  
2. Antenden gelen bir F.M. taşıyıcı dalgasından, arzu edilen sinyali elde etmek için; frekans değişmelerini, genlik değişmelerine çeviren, F.M. alıcı devresine ait bir kısım.  
3. Odyo frekans sapmalı bir faksimili sinyali, genlik modülasyonlu faksimili sinyali haline çevirmek için, radyo alıcısıyla rekorder arasında kullanılan yardımcı bir faksimili cihazı.  
4. Kontrol gerilimi, otomatik frekans kontrolü bir sistem tarafından yaratılan, çıkış geriliminin genlik ve polaritesi, uygulanan sinyalin frekansına göre değişen bir devre olup F.M. alıcılarda detektör olarak kullanılır.

Diyot

- Prensi olarak, alternatif akımı dalgalı doğru akıma çevirmek için detektör yada redresör olarak kullanılan katot ve anot olmak üzere iki elektrodu bulunan bir lâmba yada yarı iletken.

Doğru Akım

- Yalnız bir yönde akan bir elektrik akımı. Dalgalanmayan ve kararlı olarak akan bu tip akıma, «devamlı akım» yada zamanla bağımlı olmayan akım adı verilir.

Donör katık maddesi

- Atomunun dış yörüngesinde çok elektron bulunan, yarı iletken bir kristale katıldığında serbest elektron elde edilmesini sağlayan bir maddedir.

Sızıntı Akımı

- Emitör yada beys ucu açıkken, beysle kollektör yada emitörle kollektör arasından geçecek akımın ölçülen değeri.

Empedans

- Devrenin bir kısmının, belli frekanstaki bir alternatif akıma karşı gösterdiği direnç; değeri om cinsinden ölçülen, bir direnç reaktans kombinasyonu.

Empedans Köprüsü

- Direnç ve reaktansı birlikte ölçen bir cihaz.

Endüktans

- Değişen bir akım, içerisinde geçmekte olduğu yada yakınında bulunan bobinde, bir gerilim indükler. Bobinin elektrik devresindeki bu özelliğine endüktans denir. Gerilim kesildiğinde, akım ani olarak düşmediğinden elektrik devresinin bu özelliği aynı zamanda bir cismin ataletine benzetilebilir.

Endüktif Reaktans

- 1. Alternatif akım devresinde bulunan bir bobin yada diğer bir elemanın endüktansının sebep olduğu, om cinsinden zorluk.  
2. Bir devrenin sahip olduğu endüktansın, alternatif yada palsli akımın geçmesine, karşı koyma özelliği.

- Envertisör — Elektrikte, doğru akımı, alternatif akıma çevirmekte kullanılan herhangi bir cihaz yada makina.
- Eleman — Röle  
Lâmba  
Değişken kondansatör  
Sabit kondansatör  
Direnç  
Kadran Lâmbası  
Kaviti rezonatör  
Magnetron  
Klaysron  
Soket  
Fiş  
Sigorta  
Anahtar  
Düğme  
Kristal  
Transformatör  
Diyot  
Transistör  
Telli direnç  
gibi elektronik devre teşkil etmekte kullanılan sökülebilir parçalar.
- Elektriksel zorluk (direnç) — Bir maddenin elektrik akımına karşı göstermiş olduğu zorluk. Alternatif akımda, empedans olarak bilinen bu zorluk, yalnız dirençten yada dirençle reaktansın birleşmesinden meydana gelebildiği halde; doğru akım devrelerinde yalnız direnç etkisinden meydana gelir. Demir kayıpları ve deri etkisinden dolayı bir elemanın alternatif akım direnci, doğru akım direncinden daha yüksektir. Değeri om ile ölçülür ve genellikle «R» ile gösterilir.
- Elektro dinamik ölçü aleti — İbresi, içerisinde bulunan iki bobinin yarattığı alanların birbirine olan etkisine göre sapan, doğru akım ile düşük frekanslı alternatif akım değerlerini ölçmeye yarayan bir alet.
- Elektromekanik — Elektrikle kontrol edilen mekanik cihazlar. Tasnif ve matbaa makinaları gibi.
- Elektron-Çifti bağı — Komşu iki atoma ait bir çift elektronun kendi aralarında teşkil ettikleri bağ.
- Elektronik modüller — Üzerine transistör, diyot, direnç ve kondansatörler kimyasal olarak işlenmiş bulunan silikonlu yapılmış bir plaka.

Elektronik Siviç (anahtar)

- Yatay svip gerilimi trigerli bir (flip-flop) devresi. Aynı zamanda, durması ve çalışması doğru akımla yapılan transistör, tayatron yada vakum lâmbalı bir devre.

Ekstra gerilim (yada Akım)

- Bir eleman devresinin açılıp kapanması yada genellikle bir manyetik alanın ani olarak kesilmesi sonucunda, gerilim (yada akımda) meydana gelen büyük değerdeki ani değişme.

Eşdeğer devre

- İki veya daha çok sayıda elektriksel parametresi bulunan herhangi bir cihazın, devre diyagramı halinde gösterilmesi.

Farat

- Kapasite birimi, uçlarındaki gerilim, saniyede bir voltluk değişme yaptığında bir amperlik akım meydana getiren kondansatörün kapasitesi bir farattır.

Faz

1. Dönmekte olan bir nokta, osilasyon yada ilerliyen bir değişimin kabul edilen bir an'a veya standart duruma göre yapmış olduğu dönmenin, bir periyodun kesri cinsinden ifade edilmesi.
2. Herhangi elektriksel yada mekaniksel bir dalgaının başlangıç noktasına göre olan durumunun açı cinsinden ifade edilmesi.

Filaman Transformatorü

- Özellikle bir veya daha çok sayıdaki lâmbaya filaman akımı vermek için kullanılan küçük bir transformator.

Filtre

1. Belli bir frekans bandını geçirip, istenmeyen frekanslı diğer sinyallerin genliğini büyük ölçüde azaltmak üzere yapılmış seçici bir devre. Alçak geçişli bir filtre, kesme frekansının altındaki bütün frekansları geçirir. Bir geçirici bant filtresi, iki kesme frekansı arasında bulunan bir frekans bandını geçirir. Bant durdurucu filtre ise, iki kesme frekansı dışındaki frekansları geçirip arada bulunan frekansları geçirmez.

2. Belli renkteki ışığı absorbe yada bloke edip, diğer renkteki ışıkların geçmesine müsaade eden bir madde.
- Fotofaksimili cihazı — Faksimili yolu ile fotoğraf gönderen bir cihaz.
- Fotosel — Işık değişmelerini buna uyan gerilim ve akım değişmelerine çeviren, ışık duyarlıklı bir eleman.
- Frekans — Vibrasyon yapan bir cisim, bir ses dalgası yada alternatif akımının saniyedeki periyot adedi.
- Fuko Akımı — Değişen bir elektromanyetik alanın iletken malzemeler içerisinde indüklediği akım.
- Gauss — Santimetre kare başına, bir manyetik kuvvet hattı düşen, bir akı yoğunluğu birimi.
- Gazlı Deşarj tüpü — Uçları arasında yeter değerde gerilim uygulandığında; içerisinde elektrik akımını geçirecek şekilde düşük basınçlı gaz bulunan elektronik bir tüp.
- Geçen zaman — Kompüterlerde, daha önce saklanmış bir bilgiyi öğrenmek için, işleme başlama anı ile bilgiyi tam olarak elde edinceye kadar geçen zaman yada herhangi bir bilgiyi tam olarak saklamak için geçen zaman.
- Geçici durum (Transient) — Genellikle kontrol sistemlerinde olduğu gibi, bir sistemin içinde bulunduğu daha önceki sükunet yada çalışma durumundan, yeniden sükunet yada çalışmaya geçiş hali.
- Genlik — Bir sinyal yada olayın miktar veya büyüklüğü, bir sinyalin sıfır referans seviyesine göre yapılmış olduğu en büyük değişme.
- Geri besleme — Bir makina yada sistemin kendi kendini düzeltmesi ve kontrol etmesini sağlamak üzere çıkışının bir kısmını geriye besleme tekniği.

- Geri beslemeli osilatör — Osilasyonların devamını sağlamak için pozitif geri besleme uygulanmış, lâmbalı yada transistörlü tipte bir osilatör.
- Gerilim Bölücü — Üzerinden, direnç değeri ayarlanmak yada değiştirilmek suretiyle, uygulanan gerilimden farklı gerilimler alınabilen uçlarından ikisi sabit olan bir direnç.
- Geyt devresi — Bir sinyali vermek, kesmek, yada devreyi açıp kapamak maksadiyle kullanılan, anahtar gibi çalışan bir devre.
- Gilbert — Manyetomotor kuvvet birimi.
- Giriş — Sekonder yada bir dış saklayıcı üniteden, kompüterin iç saklama ünitesine aktarılan bilgi veya sinyaller.
- Gri — Katottan anoda giden elektronları kontrol etmek üzere katotla anot arasında konmuş, telden silindirik yada eliptik şekilde yapılmış bir elektrot.
- Güç Amplifikatörü — Büyük değerde güç vermek üzere yapılmış, bir yada daha çok sayıda çıkış lâmbası bulunan bir radyo frekans yada radyo frekans amplifikatörü.
- Halka şeklinde bobin — Halka şeklinde demir nüve üzerine sarılmış bir bobin.
- Hartley osilatörü — Akort bobininin orta ucu, katot yada beys'e; baş uçları ise gri ve anoda bağlı bulunan lâmbalı yada transistörlü bir osilatör devresi.
- Henry — Bir endüktans birimi.
- Hybrid Parametresi — Giriş akımı ve çıkış gerilimi bağımsız değişken olarak alındığında, bir transistör eşdeğer devresinden elde edilen parametreler.
- İntegratör — Kendilerini deşarj edecek devrenin, deşarj etme hızından daha yüksek bir hızla çalışan, giriş palslarının toplamını, alçak geçişli bir filtrenin çıkışına eşit hale getiren bir cihaz.



- İşleme Değeri — Sistem işleticisini, kontrol edilen değişken ve ya yükteki değişimin duyarlığına göre ayarlayan, otomatik kontrol sistemine ait bir hareket.
- İşletici Sinyal — Toplayıcı komparatörden sonra işletici kontrolöre yöneltilen sinyal yada analog kompüter ünitesine kumanda sağlayan bir geri besleme, diğer bir referans, kontrol yada değişkenliğe ait her hangi bir bilgi; toplayıcı ünitesinden, işletici amplifikatör yönünde alınan çıkış.
- Işık duyarlıklı yarı iletken — İçerisindeki akım taşıyıcıların hareketi, ışık enerjisi ile kontrol edilen yarı iletken bir madde.
- Jayroskop — Yüksek hızla döndürüldüğünde, boşluktaki durumunu sabit tutarak denizcilikteki kontrol sistemleri için sabit bir referans noktası teşkil eden, küçük bir disk.
- Kaçak (Stray) Kapasite — Devre elemanlarını bağlamak için kullanılan hat ve tellerin, devrede meydana getirdiği kapasite.
- Kafes (Lattice) yapısı — Bir kristal içerisinde bulunan atomlar ve bunlara ait lektron çiftleri arasındaki kararlı bir düzen.
- Kapasitans — 1. Kondansatörün, farat, mikrofara ve mikromikrofara cinsinden ölçülen, elektrik enerjisini depo edebilme yeteneği.  
2. Bir kondansatörün, belli gerilim altında üzerine alabileceği elektrik enerjisini bulmaya yarayan bir birim.  
3. Kondansatörün, gerilimde meydana gelecek herhangi bir değişikliğe karşı koyma özelliği.
- «Karanlık Kutu» — Genellikle elektronikte, iç yapısı detaylı olarak bilinmeyen ve daha geniş bir sisteme kolayca takılıp çıkarılabilen herhangi bir devre eleman grubunu, ifade etmek için kullanılan bir terim.

Kararlı hale getirme

Kararlılık

Kararsız mulivibratör

Karar verici

Karar verme

Karıştırıcı (mixer)

Katlayıcı

Katot ışınlı tüp

Kaydedici (Rekorder)

— Akım ve gerilimde, kararlaştırılmış şartlar dışında meydana gelecek değişimleri azaltmak.

— Bir kontrol sisteminin, kontrol sinyaline göre çalışıp diğer aşırı ve yetmez osilasyonlara karşı respons göstermeme özelliğidir. Bu aynı zamanda, rastgele yada gürültüye ait sinyallere karşı âletin gösterdiği direnme için bir ölçü teşkil eder.

— Serbest çalışmaya göre, iki yarı kararlı çalışma durumunun birinden diğerine hızla geçebilen bir mültivibratör.

— Vektöryel bir çokluğu, dikdörtgen bileşenleri halinde ayıran bir cihaz.

— Ayırt etme derecesi.

— İki veya daha çok sayıdaki mikrofona yada odyo frekanslı diğer kaynakların çıkış sinyallerini, odyo frekanslı ana amplifikatör girişine, istenen oranda karıştırarak vermekte kullanılan ve üzerinde birden fazla potansiyometre bulunan bir cihaz.

— Voltmetre olarak kullanılan bir âletin ölçü alanını yükseltmek için, âlete seri olarak bağlanan bir direnç.

— İçerisinde meydana gelen elektron huzmeleri ışık duyarlıklı bir ekrana çarptığında aydınlık meydana getiren havası boşaltılmış bir lâmba. Elektrostatik anot yada elektromanyetik sapıtıcı bobinlere uygulanan gerilim değiştirildiğinde; elektron topunu terkeden ışınlar, uygulanan gerilime bağlı olarak eğilmek suretiyle ekranda bir şekil yada görüntü yaratırlar.

— Zamana göre değişen çoklukların değerlerini grafik halinde kaydeden cihaz.

- Kesme Frekansı — Bir amplifikatörün kazancın maksimum kazancın 0,707 değerine düşüren frekans.
- Klamper — Bir sinyalin genliğinde meydana gelecek aşırı yükselmeleri uygulanan bir D.A. seviyesiyle istenilen gerilim değerinde sınırlamaya yarayan devre.
- Kliper — Çıkışın ani değerini, daha önceden kararlaştırılmış bir maksimum değere otomatik olarak sınırlayan bir cihaz. Genellikle, giriş dalgasının bir kenar bandının sınırlandırılması gereken vericilerde kullanılır.
- Kollektör — Çift birleşimli NPN yada PNP tipi transistörlerin beys'e göre normal olarak ters yönde polarize edilen yarı iletken maddeden yapılmış uç kısmı. Kollektör; vakumlu lâmbadaki anodun karşılığıdır.
- Komparatör — Herhangi bir çokluğa ait bilgiyi diğer biriyle mukayese etmeye yarayan elektronik olarak çalışan bir cihaz.
- Kompüter — Aritmetiksel ve mantıkî işlemleri otomatik olarak yapan bir makina. Bu makina, kendisine verilen bilgileri saklayabilme ve bunları matematik yada mantıkî işleme tâbi tutarak sonuçları verebilme niteliğine sahiptir.
- Kondansatör — Kondansatör, iki iletken yüzeyi birbirinden hava, yağ, kâğıt, seramik, mika gibi yalıtkan bir maddé ile ayrılmış ve elektrik enerjisini depolayabilme yeteneğine sahip bir devre elemanı. Bu eleman, alternatif ve palşlı akımları geçirip doğru akımı bloke etmek için kullanılır. Bir kondansatörün elektriksel ölçüsü yani kapasitesi; farat, mikrofariat yada mikromikrofariat olarak ifade edilir.
- Konvertör — 1. Genellikle, dönen bir elektrik generatörünü ihtiva eden ve alternatif akımı doğru akıma çevirmeye yarayan bir cihaz.

2. Kompüter lisanındaki bir malûmatı, bir şekilden diğerine çeviren; misal olarak delinmiş kartlar üzerindeki bilgileri olduğu gibi manyetik banda geçiren bir makina.

Köprü

- İçersinde çok küçük akım veya gerilimlerin varlığını gösteren bir âlet (galvanometre) bulunan; direnç, empedans, kapasite, endüktans gibi birçok elektriksel büyüklükleri ölçmek için kullanılan bir cihaz.

Köprü Devresi

- Dört direncin (yada empedans, diyot, transistör vesaire) bir kare teşkil edecek şekilde seri olarak bağlanmasından meydana gelen ve karşılıklı kolların birleşme noktalarından ikisi arasına bağlanmış akım kaynağı ile karşılıklı kolların diğer birleşme noktaları arasına bağlanan galvanometreden teşekkül eden bir devre. Devre, gösterge olarak kullanılan âletten akım geçirmeyecek şekilde ayarlanırsa, köprü dengeye getirilmiş olur.

Köprü Redresör

- Dört redresör elemanının, dört köşeli köprü tertibinde bağlanmasıyla elde edilen bir redresör devresi. A.A. gerilimi köprüünün karşılıklı kollarının birleşme noktaları arasına uygulanır, D.A. diğer birleşme noktaları arasından alınır.

Kristal detektör

- 1. Yapısı itibariyle, elektrik akımını tek yönde gayet kolaylıkla geçirme özelliğine sahip, alternatif akımı palşlı akım haline getirmeye elverişli mineral veya kristal bir madde.
2. Silikon, germanyum yada galen kristale temas eden bir telden teşekkül eden ve ters yönde geçen akıma, doğru yöndeki akıma göre çok daha fazla direnç gösteren bir devre elemanı.

Kristalli video redresör

- Düşük değerdeki radyo frekanslı gerilimleri redrese etme özelliğine sahip, elektriksel olarak iletken ve yarı iletken olabilen tabii yada sentetik bir madde.

- Kristal osilatör — Frekansı, bir kuartz kristal tarafından tesbit edilmiş, lâmbalı yada transistörlü bir osilatör katı.
- Kronometre — Üstün duyarlıklıklı bir elektronik saat yada taymer.
- Manyetik Amplifikatör — Kontrol ve amplifikatör sargılarının alanları arasında yaratılan faz farkı yardımıyla, büyük değişmeli çıkış akımlarını kontrol sargılarına uygulanan değişen küçük bir gerilimle kontrol edebilen yüksek duyarlıklıklı bir amplifikatör.
- Manyetik baş — Elektrik sinyallerini hassas bir şekilde manyetik alan değişimleri haline çevirerek, bu bilgilerin manyetik bir teyp, silindir yada mıknatıslanabilen diğer bir yüzeye kaydedilip saklanması ve silinmesi maksadıyla kullanılan bir eleman.
- Manyetik silindir — Dış yüzeyi, bir baş tarafından yaratılan manyetik alan içerisine girdiğinde, mıknatıslanabilecek madde ile kaplanmış bulunan dönen bir silindir. Kompüterlerin bilgi işlemleri sisteminde dijital bilgileri «saklamak» maksadıyla kullanılır.
- Manyetik bant (şerit) — Üzerindeki bilgiler elektrik palsları yardımıyla kaydedilmiş, yüzeylerinden biri manyetik madde ile kaplı, kâğıt, metal yada plâstikten yapılmış rule halinde bir şerit.
- Maxwell (Maksvel) — Değeri bir manyetik kuvvet hattına eşit olan, manyetik akı birimi.
- Megaohmmetre (meğer) — Sızıntı ve yalıtkanlık direnci gibi kiloom ve megaohm mertebesindeki çok yüksek değerlerde dirençleri ölçmeğe yarayan bir ohmmetre.
- Mikrodevre — Çok küçültülmüş (minyatürize edilmiş) bir elektronik devre.

- Modül — Komple bir cihaza ait yardımcı devrelerin, bir-biri ile ilgili parçalarının uygun bir şekilde dizilerek paket haline getirilmesinden teşekkül eden elemanlar topluluğu.
- Modülasyon — Taşıyıcı bir dalganın genlik, faz yada frekansında zamana göre meydana gelen değişme. Genlik modülasyonunda, modüle dalganın genliğinde, faz modülasyonunda, birbirini takip eden tepelerin fazlarında; frekans modülasyonunda ise modüle dalganın frekansında bir değişme olur. Pals modülasyonunda, modüle dalganın palsında, frekansına bağlı bir hızla genlik dalgalanmaları meydana gelir.
- Mültimetre — Gerilim, akım ve direnç ölçmek için farklı bir çok ölçme alanı bulunan bir ölçü aleti.
- Multipleks cihazı — Sinyalleri normal cihazlarla gönderebilmek için, bunların frekans yada zamanını bölen elektronik bir cihaz.
- Mültivibratör — Osilasyonların devamını sağlamak üzere, her iki katının çıkışları diğer katın girişine kuple edilmiş ve sinüsoidal oluşturan şekilde dalga yaratan bir relaksasyon osilatörü. Kararsız, tek kararlı ve çift kararlı multivibratörlere bakınız.
- Müşterek Beysli (CB) Amplifikatör — Beys elemanı, giriş ve çıkış devreleriyle müşterek bulunan transistörlü bir amplifikatör. Bu tip bağlantı, triyot lâmbayla yapılan grisi topraklanmış amplifikatörün karşılığıdır.
- Müşterek Emitörlü (CE) Amplifikatör — Emitör elemanı, giriş ve çıkış devreleri ile müşterek bulunan transistörlü bir amplifikatör. Bu tip bağlantı, triyot lâmba ile yapılan normal amplifikatörün karşılığıdır.
- Müşterek Kollektörlü (CC) Amplifikatör — Kollektör elemanı, giriş ve çıkış devreleriyle müşterek bulunan transistörlü bir amplifikatör. Bu tip bağlantı, triyot lâmba ile yapılan katot takipçisi amplifikatörün karşılığıdır.

- Nede Devresi — Fazı ters çevrilmiş pals kullanan bir geylefteyici ya da devresi.
- Nokta teması — Transistörlerde, bir yarı iletkenin yüzeyine madeni bir telle yapılan fiziksel bağlantı.
- Oda Sıcaklığı — Çalışan cihazın içinde bulunduğu çevrenin sıcaklığı.
- Om — Elektriksel direnç birimi veya uçlarına bir voltluk gerilim uygulanan bir devreden geçecek akımın, bir amper olabilmesi için gerekli direnç değeri.
- Ommetre — Elektriksel direncin ölçülmesinde kullanılan bir ölçü aleti.
- Onluk Direnç kutusu — İçerisinde bulunan dirençlerden herhangi birisi komütatörle seçilebilen, iki veya dah çok sayıda onar adetlik prezisyon direnç grubundan teşekkül eden direnç kutusu.
- Onluk kutu — Laboratuvar çalışmalarında kullanılan, bir tip değişken direnç veya kondansatör.
- Osilatör — 1. Devre elemanlarının değerlerine göre tesbit edilen bir frekansta, alternatif akım gücü yaratan elektronik bir cihaz.  
2. Vakumlu lâmba, şerrare ve ark generatörü gibi frekansı sistemin fiziksel değişmeyenleri ile tesbit edilen, osilasyonları başlatıp devam ettirebilme niteliğine sahip, dönen kısmı bulunmayan elektronik bir cihaz.  
3. Radyo ve odyo frekanslarda devamlı osilasyon yaratmak maksadiyle kullanılan bir cihaz.
- Osilograf — Zaman yada diğer bazı elektriksel çokluklara göre hızla değişen elektriksel çoklukların ani değerlerini, grafik olarak kaydetmeye yarayan bir cihaz.
- Osiloskop — Değişen ve değişmeyen akım ve gerilim dalga şekillerini (tüpün ekranında) görünür hale getiren bir cihaz.

- Oyuk — Bir yarı iletkenin elektronik bağ yapısı içerisinde bulunan hareketli bir boşluk. Bir oyuk, pozitif kütleli bir pozitif elektron şarjı gibi iş görür.
- Örsted — Değeri, santimetre başına bir jilberte eşit olan, manyetik şiddet birimi.
- Pals — Fazla miktarda distorsiyona uğramış dalga hariç, akım ve gerilimde meydana gelen periyodik olmıyan ani ve keskin değişmeler.
- Pals Limitörü — Elektromanyetik pals'ın dalgalanma zamanını tesbit eden bir cihaz.
- Pals Transformatorü — Kısa süreli akım palslarını geçirmek için özel olarak yapılmış bir transformator.
- Parametre — Hesaplamalarda kullanılmak üzere yapılan işi en uygun şekilde ifade eden, ölçülmüş yada hesapla bulunmuş bir değer.
- Pentot — Beş elektrotlu bir vakum lâmba.
- Pirometre — Özellikle, cıvalı termometrelerin ölçü alanı dışındaki yüksek sıcaklık derecelerini ölçmekte kullanılan bir âlet.
- Plâk — 1. Yayılan elektronları çekmesi için katoda göre genellikle yüksek bir pozitif gerilimde bulunan lâmbanın esas anodu.  
2. Kondansatörün iletken elektrotlarından birisi.  
3. Akümülatörün elektrotlarından birisi.
- Plançeteye montaj — Zaman ve işçilikten kazanmak için birçok elektronik devre elemanını bir tablo üzerine tutturmak.
- Plazma Akseleratörü — Elektronik olarak nötr halde bulunan iyonize edilmiş bir gaz kütlelerini şekillendirip, çok yüksek bir hızla hareket ettirmek için kullanılan bir cihaz.

- Prezisyon potansiyometre — Lineer bakımından çok hassas olan bir potansiyometre.
- Printit (Basma) Devre — Elemanlar arası bağlantı tellerini ortadan kaldıran ve arzu edilen devrenin üzerine asit işlemi ile madensel olarak işlenmiş bulunduğu bir plâket.
- Polarma — Bir lâmbanın katoduyla grisi arasına uygulanan sabit değerinde bir D.A. gerilimi.
- Potansiyometre — Dönen kontağı, direnç elemanı üzerinde istenen noktaya ayarlanabilen ve giriş gerilimi iki sabit uçlar arasına uygulanan, çıkış devresi ise sabit uçlardan birisi ile değişken uç arasına bağlanan değişken bir gerilim bölücü. Çıkıştan alınacak gerilimin oranı, hareket eden kontakla ayarlanır.
- Puş-pul osilâtör — Ters fazda çalışan denk iki lâmba yada transistörlerden meydana gelmiş dengeli bir osilâtör.
- Reaktans — Bir devrenin elemanları olan endüktans yada kapasitenin, alternatif akımın geçmesine karşı göstermiş oldukları zorluk. Reaktansın om cinsinden ölçülen değeri, içerisinde geçen alternatif akımın frekansına bağlıdır.
- Reaktör — Bir devreden geçen akımı sınırlamak üzere; devrenin reaktansını arttırmak, transformatörleri eşitlemek ve motorların ilk anda çektiği akımı düşük değerinde tutmak için kullanılan bir devre elemanı.
- Redresör — Alternatif akımı dalgalı doğru akıma çeviren bir cihaz.
- Reosta — 1. Değeri değişebilen bir direnç.  
2. Aktif bir devrede akımı ayarlamaya yarayan değişken bir direnç.
- Respons — Gerilim, frekans gibi herhangi bir uyarıya karşı devrenin reaksiyonu.

Rezonans

— Endüktans ve kapasiteden teşekkül eden bir seri yada paralel devrede; endüktif reaktansı, kapasitif reaktansa eşit yapan yada reaktif etkiyi ortadan kaldıran durum.

Röle

— Çok küçük bir akımla, başka bir devredeki akımı kontrol etmeye yarayan elektromanyetik bir anahtar.

Saptırıcı Bobin

— Katot ışınlu tüp içerisindeki elektron ışınlarını, yarattığı manyetik alanla saptıran bobin.

Saybernetik

— İnsanlar tarafından kontrol edilen makinalar yerine, kendi kendini idare eden makinaları meydana koyan kontrol ve iletişimasyon teorisi üzerinde yapılan çalışma.

Senkron Motor

— Yük değişmelerine bağlı olmadan sabit bir hızla dönen motor.

Sensör

— Kontrol edilmekte olan bir çokluk veya değişkeni, uygun bir sinyal haline çeviren hassas bir eleman.

Servomekanizm

— Herhangi bir cismi, değiştirilen bir sinyale göre uzaktan ve mekanik olarak hareket ettirmeye yarayan geri beslemeli bir kontrol sistemi.

Sıcaklık yoluyla takrik etme

— Yarı iletken bir kristal içerisinde bulunan elektron ve oyukların, ısı enerjisi etkisiyle yapmış oldukları rasgele hareket.

Sınırlayıcı (Limitör)

— Belli bir seviyenin üstündeki bütün girişler için, çıkışı sabit kalan cihaz.

Sinyalsiz çalışma durumu

— Devrenin, girişine sinyal uygulanmadığı zamanki çalışma durumu.

Spektrum Analizörü

— Elektromanyetik dalgaların genlik ve frekanslarını ölçmek için kullanılan cihaz.

Şematik diyagram

— Elektrik yada elektronik bir devrede bulunan değişik devre elemanları ile bunlar arasındaki bağlantıları sembol ve hatlarla ifade eden şekil.

- Şönt — 1. Ampermetre uçları arasına, akımın bir kısmını üzerinden geçirmek üzere bağlanan bir direnç.  
2. Herhangi bir şeye paralel olarak bağlanan kısım.
- Tamamlayıcı Simetrik devre — PNP ve NPN tipi transistörlerin tek giriş sinyali ile puş-pul olarak çalışmasını sağlayan bir bağlantı düzeni.
- Tank yada tank devresi — Endüktans ve kapasiteden teşekkül eden rezonans devresi.
- Tarama Devresi — Frekansı, ortalama bir frekansın altında ve üstünde sabit bir hızla çabuk olarak değişen tipte radyo sinyalleri veren bir generatör. Böyle bir sinyal alıcıya uygulanacak olursa, alıcının akort devresi radyo frekans responsu-osilograf ekranında görülebilir.
- Tarama osilâtörü — Katot ışınlu tüpteki ışınları zamana bağlı olarak periyodik bir şekilde saptırmak için kullanılan bir generatör.
- Tayratron — Soğuk yada sıcak katotlu olabilen, gri kontrolü ve gaz deşarjlı bir lâmba.
- Tek birleşimli Transistör — Elektrotlarından birinin bağlantısı yarı iletkenlerden birine diğer iki elektrotu ise öteki yarı iletkenine bağlı bulunan PN birleşimli bir transistör.
- Tek fazlı akım — Tek fazlı alternatif gerilimle beslenen bir devre yada cihazdan geçen akım.
- Tek kararlılık Multivibratör — Bir kararlı ve bir yarı kararlı durumu bulunan multivibratör. Kararlı duruma geçmeden önce belli bir süre yarı kararlı halde kalan cihazı harekete geçirmek için, bir triger sinyali kullanılır.
- Termistör — Sıcaklıkla direnç değişme katsayısı aşırı derecede yüksek ve negatif olan, sıcaklığa karşı duyarlılık bir eleman. Sıcaklığa göre direnci hızla değişen bir eleman.

Tetrot

— Dört elektrotlu lâmba veya transistör.

Transdüyser

— Değişen yada herhangi şekildeki uyarıya karşı duyarlılık ve bir sistemden aldığı uyarıyı başka bir sistemde kullanılacak çıkış haline çeviren bir eleman. Cisimlerin fiziksel konumlarında belli bir referansa göre meydana gelecek değişmeyi çıkış gerilimi olarak da verirler.

Transistör

— Filâman yada ısıtma gerilimine ihtiyaç göstermediğinden çok az güç harcayan, odyo ve radyo frekanslarda; amplifikasyon, deteksiyon, doğrultma ve osilasyon gibi birçok işler yapabildiği için, bu alanda lâmbanın yerini almış bulunan minyatür bir yarı iletken. Küçük bir parça germanyum yada silikondan teşekkül eden transistörün fiziksel yapısı :

(1) Elektronca zengin maddeden hazırlanmış ince bir dilimin, elektronca fakir maddeden yapılmış iki dilim arasına konmasıyla yada bunun tersi yapılarak meydana gelir. (yüzey temaslı transistörlerde olduğu gibi).

(2) Ucuna elektronca zengin maddeden küçük bir parça tutturulmuş ince bir telin, elektronca fakir bir maddeye nokta halinde temas etmesiyle yada bunun tersi yapılarak da meydana gelebilir. (nokta temaslı transistörlerde olduğu gibi)

Transistörlü Envertisör

— Doğru akımı, alternatif akıma çevirmek için, lâmba yerine transistör kullanan bir cihaz.

Transistörlü basma devrelerinde kullanılan transformatör

— Gücü ve fiziksel ölçüleri bakımından, transistörlü basma devrelere monte edilmeye elverişli bir transformatör.

transformatör

— Tek nüve üzerine sarılmış iki yada daha çok sayıdaki bobinlerden birisi içerisinden geçen alternatif yada dalgalı doğru akımın meydana

getirdiği manyetik kuvvet hatları tarafından kesilen diğer bobinlerinde, sarım sayılarıyla orantılı değerde A.A. gerilimi indüklenen bir devre elemanı.

### Triyot

— Üç elektrotlu bir lâmba yada transistör.

### Triger Devresi

- 1. Çıkış devresinde, lâmba yada transistör girişine uygulanan palslara benzer etki yaratan, röle gibi çalışan bir devre. Zaman ölçen diğer devrelerde kullanılırlar.
- 2. İçerisinde bulunan iki lâmba yada transistörden birine uygulanan trigerle diğerlerinin akımı kesilen bir multivibratör devresi. Bir lâmba yada transistörün gri yada beys'ine uygulanan triger palsıyla meydana gelen bu etkiye «flip-flop» adı verilir.

### Vakumlu cihazlar

— Çalışmaları için içerilerindeki havanın boşaltılmış olması gereken, lâmba yada vakumlu diğer elemanlar.

### Variyak

— Gerilimi sürekli olarak değiştirilebilen bir güç transformatörü.

### VE devresi (VE, geyt'i)

— Bütün girişlerin birlikte uygulandığı, geyt olarak çalışan ve emredici çıkış şartını taşımaya uygun bir devre.

### Verifayer (tahkik edici)

— Kompüterlerde kartlardaki delikler halindeki karakterleri sonuçla otomatik olarak karşılaştırmaya yada sağlama yapmaya yarayan bir cihaz.

### VE - YADA devresi (VE - YADA geyt'i)

— Mümkün olduğu kadar çok sayıda kombine giriş sinyali uygulandığında, emredici bir çıkış şartı yaratan, VE ile YADA geyt'lerinin karakteristiklerini veren bir geyt devresi.

### Volt

— Bir omluk dirençten, bir amper değerinde bir akım geçirebilmek için gerekli elektromotor kuvvet değeri.

### Yarı iletken

— Direnç değeri, metalle yalıtkan madde arasında bulunan, elektrik şarjlı akım taşıyıcılarının sayısı özel sıcaklık sınırları içerisinde artan bir madde.

### Yarım Dalgalı Redresör

— Elektrik akımını, her saykılın yalnız bir alternansı boyunca geçirmek suretiyle, alternatif akımı dalgalı doğru akıma çeviren bir radyo lâmbası yada yarı iletken.

### Yükselme zamanı

— Kontrol sistemleri sinyallerinde olduğu gibi, «Kademeli girişin» esas değerinin % 10 ilâ % 90 arasında bir yükselme yapabilmesi için geçen zaman aralığı.

### Yürüyen Dalga Lâmbası

— Ültra yüksek frekans ve mikro dalga frekanslarında amplifikasyon elde etmek için, içerisindeki elektron ışınları güdümlü bir elektromanyetik alan tarafından devamlı olarak etkilenen özel şekilde yapılmış bir elektron lâmbası.

### Yüzey temaslı Transisör

— P ve N tipi yarı iletken maddelerin değişik sırayla yanyana konmasından meydana gelen üç parçalı bir devre elemanı.

### Zaman sabitesi

— Elektriksel bir çokluğun, afabileceği son değerinin % 63,2 sine yükselmesi yada başlangıç değerinin % 36,8 ine düşmesi için geçen zaman.

### Zener Diyot

— Gerilimi sabit tutmak maksadıyla kullanılan ve atlama bölgesi içerisinde ters yönde polarize edilen, PN birleşimli bir diyot.

## Transistörlere Ait Semboller ve Kısaltmalar

Burada özellikle, elektrik ve elektronik endüstrileri tarafından genellikle kabul edilen sembol ve kısaltmalar gösterilmiştir. Aşağıda bu sembol ve kısaltmalara ait bir açıklama verilmiştir :

- Cihazların dahili parametlerine ait sinyal ile zamana göre değişen akım, gerilim ve gücü sembolle ifade etmek için küçük kitap harfleri kullanılır.
- Değişen eleman değerleri ile küçük sinyal parametreleri, esas sembolün sağ yanına yazılan küçük kitap harfleri ile ifade edilirler.
- Büyük kitap harfleri ise, dış devre parametrelerini, devre elemanlarını, büyük sinyalle çalışan cihazlara ait parametrelerle akım, gerilim ve gücün maksimum, ortalama ve etkin değerlerini ifade etmek için esas sembol olarak kullanılırlar.
- Esas sembolün sağ yanına yazılan büyük harfler ayrıca, statik değerleri, büyük sinyal parametrelerini, doğru akımı, ortalama, ani ve toplam değerleri ifade etmek için kullanılırlar.
- Elektriksel çokluklarda, esas sembolün sağ yanında bulunan ilk harf ölçünün hangi elektrot üzerinde yapılmış olduğunu gösterir.
- Esas sembolün sağ yanındaki ikinci harf ise, normal olarak referans elektrodu gösterir.

A	Amper (A.A. etkin, veya D.A.)
a	Amper (tepe değer)
A.A.	Alternatif akım
A <sub>aa</sub>	Amper (A.A. etkin)
A <sub>da</sub>	Amper (D.A.)
AQL	Kabul edilebilen kalite seviyesi
AVG yada avg	Ortalama değer
B, b	Beys elektrodu
BV	Atlama gerilimi

BV <sub>kjo</sub>	Açık devre, atlama gerilimi
BV <sub>kjr</sub>	Dönüş dirençli, atlama gerilimi
BV <sub>kjs</sub>	Kısa devre, atlama gerilimi.
bz	Küçük sinyal atlama empedansı.
BZ	Büyük sinyal atlama empedansı.
C, C	Kapasite ve kollektör elektrodu.
C (dep)	Tüketici plâkalı kapasite.
C (dif)	Plâka üzerine işlenmiş kapasite.
°C	Derece santrigrat.
C <sub>i</sub>	Giriş kapasitesi.
C <sub>L</sub>	Yük kapasitesi.
C <sub>o</sub>	Çıkış kapasitesi.
Cm	Santimetre.
C.P.S.	Saniyede periyot.
CRO	Katot ışıklı osilograf.
db	Desibel.
	Doğru akım.
Δ (delta)	Okunan, değişken değerli bir çokluk.
Δ BV	Atlama gerilimi regülasyonu.
E, e	Emitör elektrodu.
f	Frekans.
F (ref)	Referans frekansı.
Faj	Küçük sinyal, kısa devre normal yöndeki akımın transfer oranı, kesme frekansı.
F <sub>pe</sub>	Güç kazancı kesme frekansı.
fose	Maksimum osilasyon frekansı.
G	Yer çekimi ivmesi.
g <sub>M</sub>	Statik transkondüktans.
g <sub>mj</sub>	Küçük sinyal transkondüktansı.
	Büyük sinyal transkondüktansı.
H <sub>ej</sub>	Büyük sinyal, kısa devre normal yöndeki akım transfer oranı.
hfj	Normal yöndeki akımın statik transfer oranı.
hfj	Küçük sinyal, kısa devre normal yöndeki akım transfer oranı.
hij	Statik giriş empedansı.



- . . . Küçük sinyal, kısa devre giriş direnci.
- . . . Küçük sinyal, açık devre çıkış admitansı.
- . . . Küçük sinyal, açık devre ters gerilim transfer oranı.

I	. . . . . Akım.
i (aşırı)	. . . . . Ani aşırı akım.
$I_{K10}$	. . . . . Açık devre, katof akımı.
$I_{KR}$	. . . . . Direnç dönüşlü, katof akımı.
$I_{KS}$	. . . . . Kısa devre, katof akımı.
$I_{KV}$	. . . . . Ters gerilim, katof akımı.
$I_{KX}$	. . . . . Kararlaştırılan değerlerdeki, katof akımı.
f.F.	. . . . . Ara frekans.
$I_F$	. . . . . Doğru yöndeki D.A.
$I_f$ (aşırı)	. . . . . Doğru yöndeki aşırı ani akımın tepe değeri.
$I_n$	. . . . . İnç.
INV	. . . . . Ters
$I_o$	. . . . . D.A. cinsinden çıkış akımı.
$I_R$	. . . . . D.A. cinsinden ters akım.
$I_r$ (aşırı)	. . . . . Aşırı ani akımın ters tepe değeri.
$I_s$	. . . . . Doyum akımı.
J, j	. . . . . Genel olarak birleşim ve referans elektrodu.
K, k	. . . . . Ölçü elektrodu ve genel olarak kilo.
°K	. . . . . Kelvin derecesi.
KC	. . . . . Kilo saykıl/saniye
$L_c$	. . . . . Dönüşüm kaybı (elde edilen sinyal gücünün, elde edilen ara frekans gücüne oranı).
ma	. . . . . Miliamper (tepe değer)
$mA_{aa}$	. . . . . Miliamper (D.A. etkin).
$mA_{da}$	. . . . . Miliamper (D.A.)
Max yada max	. . . . . Maksimum.
mc	. . . . . Megasaykıl/saniye.
$\mu$	. . . . . Mikro (milyonda bir).
$\mu A$	. . . . . Mikroamper (tepe değer).
$\mu A_{aa}$	. . . . . Mikroamper (A.A. etkin).
$\mu A_{da}$	. . . . . Mikroamper (D.A.)
$\mu f$	. . . . . Mikrofarat.
$\mu h$	. . . . . Mikrohenri.

$\mu mho$	. . . . . Mikrommo.
$\mu sec$	. . . . . Mikrosaniye.
$\mu \mu f$	. . . . . Mikrofarat.
$\mu V_{aa}$	. . . . . Mikrovolt (A.A., etkin)
$\mu_{da}$	. . . . . Mikrovolt (D.A.)
$\mu W$	. . . . . Mikrovat.
m	. . . . . Mili (binde bir)
$m\mu sn$	. . . . . Mili mikrosaniye
mm	. . . . . Milimetre
msn	. . . . . Milisaniye
$mV_{aa}$	. . . . . Milivolt (A.A., etkin)
$mV_{da}$	. . . . . Milivolt (D.A.)
mW	. . . . . Milivat (max, ort. veya etkin).
$m\dot{w}$	. . . . . Milivat (tepe değer)
MIN yada min	. . . . . Minimum.
NF	. . . . . Gürültü miktarı.
$NF_o$	. . . . . Girişten çıkışa kadar olan gürültü miktarı (Güç oranı).
$NR_o$	. . . . . Çıkış gürültü oranı yada gürültü sıcaklık oranı (güç oranı)
N bölgesi	. . . . . Yarı iletken elemanlarda, çoğunluktaki akım taşıyıcıları, elektronların teşkil ettiği bölge.
$\Omega$	. . . . . Om.
P	. . . . . Güç (max., ort. veya etkin)
$P_g$	. . . . . Küçük sinyal güç kazancı.
$P_c$	. . . . . Büyük sinyal güç kazancı.
$P_j$	. . . . . Birleşim yapılan elektrotta harcanan gücün ortalama değeri.
P bölgesi	. . . . . Yarı iletken elemanlarda, çoğunluktaki akım taşıyıcıları, oyukların teşkil ettiği bölge.
PRE	. . . . . Güç doğrultma verimi.
$R_s$	. . . . . Beys'in dış direnci.
$r_b$	. . . . . Dağılmış beys direnci.
	. . . . . Doğrultma verimi (Gerilim)
$RE_{jn}$	. . . . . Küçük sinyal devresi kısa devre giriş empedansının reel kısmı.
$R_c$	. . . . . Kollektör'ün dış direnci.

Re	Gürültü oranı ölçmelerinde kullanılan referans direnci.
R <sub>E</sub>	Emitör'ün dış direnci.
R <sub>F</sub>	Radyo frekans.
R <sup>i</sup>	Yük direnci.
r.m.s.	Etkin.
r <sub>KJ</sub> (sat)	Doyum direnci.
SCD	Yarı iletken elemanı.
τ <sub>r</sub>	Isısal respons zamanı.
τ <sub>r</sub>	Isısal zaman sabitesi
T	Sıcaklık.
t	Zaman.
T <sub>A</sub>	Oda sıcaklığı.
T <sub>C</sub>	Kutu sıcaklığı.
TCBV	Atlama gerilimi sıcaklık katsayısı.
t <sub>d</sub>	Pals'ın gecikme zamanı.
t <sub>r</sub>	Pals'ın düşme zamanı.
t <sub>fr</sub>	Doğru yöndeki düzeltme zamanı.
T <sub>j</sub>	Birleşme sıcaklığı.
T <sub>max</sub>	Maksimum sıcaklığın mutlak değeri.
t <sub>p</sub>	Pals zamanı.
⊙ (teta)	Isısal direnç.
⊙ J—A	Birleşmenin oda sıcaklığındaki ısısal direnci.
⊙ J—C	Birleşimin kutu sıcaklığındaki ısısal direnci.
t <sub>r</sub>	Palsın yükselme zamanı.
t <sub>rr</sub>	Ters yönde düzelme zamanı.
t <sub>s</sub>	Palsı muhafaza zamanı.
T <sub>str</sub>	Muhafaza sıcaklığı.
t <sub>w</sub>	Pals'ın ortalama zamanı.
V	Gerilim (max., ort. veya etkin)
v	Volt (tepe değer)
V <sub>aa</sub>	Volt (A.A., etkin).
V <sub>BB</sub>	Beslenen beys gerilimi (D.A.)
V <sub>BJ</sub>	Beys gerilimi.
V <sub>CC</sub>	Beslenen kollektör gerilimi (D.A.)
V <sub>CJ</sub>	Kollektör gerilimi.
V da	Volt (D.A.)

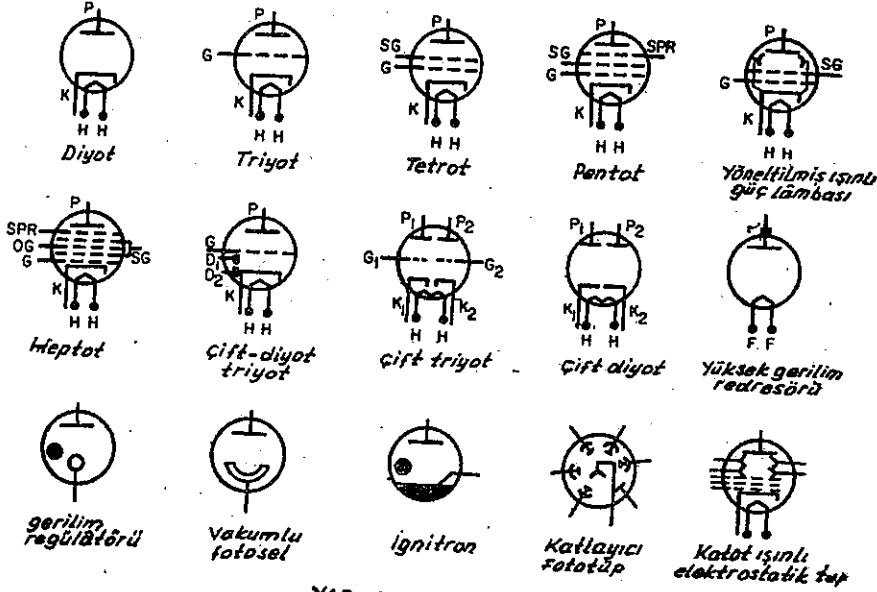
V <sub>EE</sub>	Beslenen emitör gerilimi (D.A.)
V <sub>EJ</sub>	Emitör gerilimi.
V <sub>I</sub>	Doğru yöndeki gerilim (D.A.).
V <sub>F</sub>	Giriş gerilimi (D.A.)
V <sub>JJ</sub>	Besleme gerilimi (D.A.)
V <sub>KJF</sub>	Floting potansiyeli.
V <sub>KJ</sub> (sat)	Doyum gerilimi (D.A.)
V <sub>O</sub>	Çıkış gerilimi (D.A.)
V <sub>R</sub>	Ters yönlü gerilim (D.A.)
V <sub>r</sub>	: Ters tepe gerilimi.
V <sub>RT</sub>	Değerine ulaşmış geçen gerilim.
W	Vat (max., ort. veya etkin).
w	Vat (tepe değer)
X <sub>xx</sub> (INV)	Elektriksel ters karakteristik.
Y <sub>ij</sub>	Küçük sinyal devresinin doğru yöndeki devre transfer admitansı.
Y <sub>ij</sub>	Küçük sinyal devresinin kısa devre giriş admitansı.
Y <sub>oj</sub>	Küçük sinyal devresinin kısa devre çıkış admitansı.
Y <sub>ri</sub>	Küçük sinyal devresinin, ters yöndeki kısa devre transfer admitansı.
Z <sub>F</sub>	Büyük sinyal devresinin doğru yöndeki admitansı.
Z <sub>f</sub>	Küçük sinyal devresinin doğru yöndeki admitansı
Z <sub>rf</sub>	Küçük sinyal devresinin doğru yöndeki kısa devre transfer empedansı.
Z (If)	Ara frekans empedansı.
Z <sub>ij</sub>	Küçük sinyal devresinin açık devre giriş empedansı.
Z <sub>oj</sub>	Küçük sinyal devresinin açık devre çıkış empedansı.
Z <sub>ri</sub>	Küçük sinyal devresinin ters yöndeki açık devre transfer empedansı.
Z (v)	Video empedansı.

# Elektron Lâmbalarına Ait Şematik Semboller

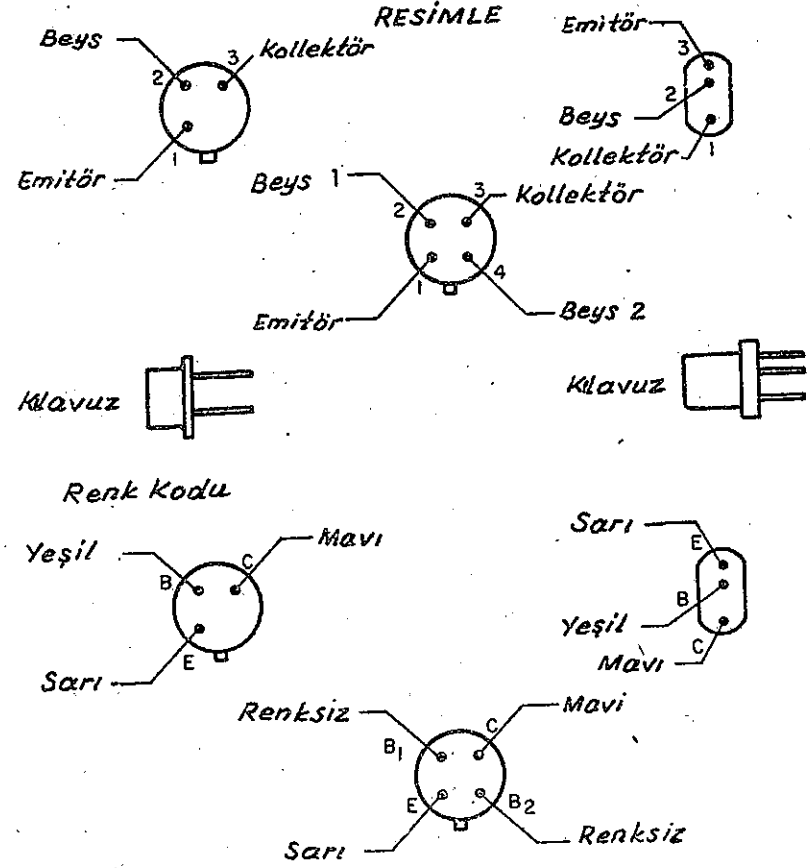
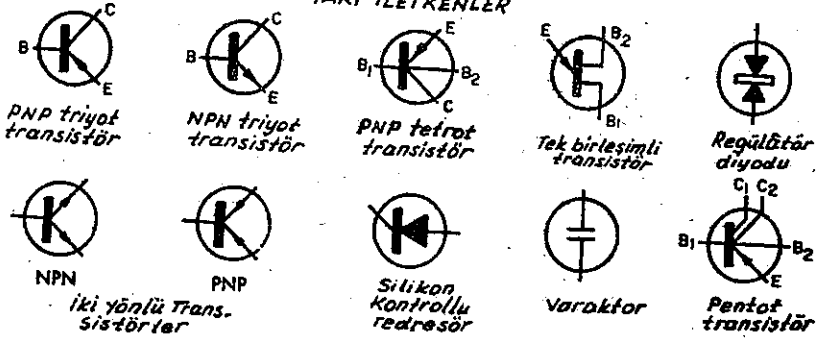
Elektronik cihazlarda kullanılan sembollerden en çok rastlanılardan bir kısmı aşağıda gösterilmiştir. Çift diyot, çift triyot, çift, diyot-triyot, triyot-pentot gibi; birden fazla sayıdaki lâmbalar aynı cam muhafaza içerisinde konabilirler. Gerilim regülâtörü yada tayartron lâmbaların sembollerinde görülen siyah nokta, o sembole ait lâmbanın gazla doldurulmuş olduğunu ifade eder.

P	Anot	K	Katot	H	Isıtıcı
SG	Ekran gri	F	Filaman	D	Diyot
SPR	Süpresör gri	C	Kontrol gri	OG	Osilatör gri

## VAKUMLU LÂMBALAR



## YARI İLETKENLER

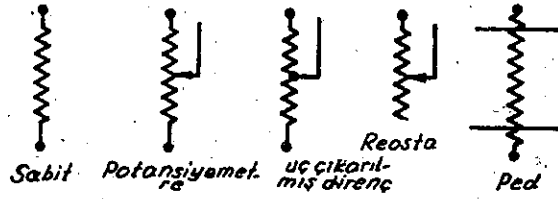


Şaseye yapılan montajlarda kullanılan renk kodu.

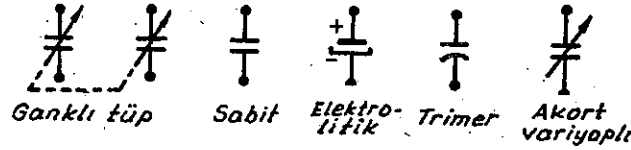
Şaseye yapılan montajlarda, cihaza ait devrelerin ayırt edilebilmesi için, aşağıda gösterilen renk kodları kullanılır:

Siyah	Toprak, topraklanmış elemanlar ve dönüşler.
Kahverengi.	Şebekeden izale edilmiş A.A., ısıtıcıları ve filamanlar. (24 V luk D.A. yada daha düşük gerilimler için).
Kırmızı	+ B güç besleme hattı.
Portakal rengi	Ekran griler.
Sarı	Katotlar.
Yeşil	Kontrol griler.
Mavi	Anotlar.
Menekşe	- B güç besleme hattı.
Gri	Alternatif akım şebeke hatları.
Beyaz	Toprak gerilimi altında ve üstündeki geri dönüşler, AVC ve saire.

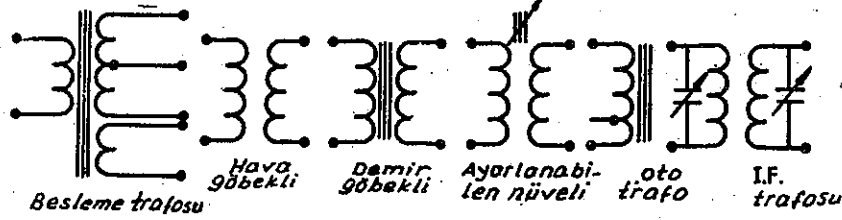
## DİRENÇLER



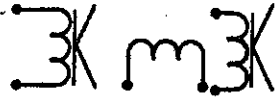
## KONDANSATÖRLER



## TRANSFORMATÖRLER

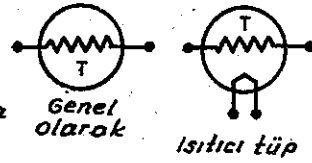


## AMPULLER



Neon Iskala

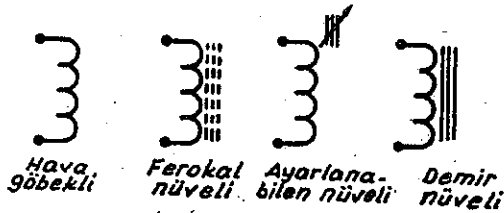
## TERMİSTÖRLER



Genel olarak

Isıtıcı tüp

## ENDÜKTÖRLER



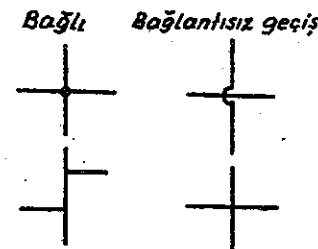
Hava göbekli

Ferokal nüveli

Ayarlanabilen nüveli

Demir nüveli

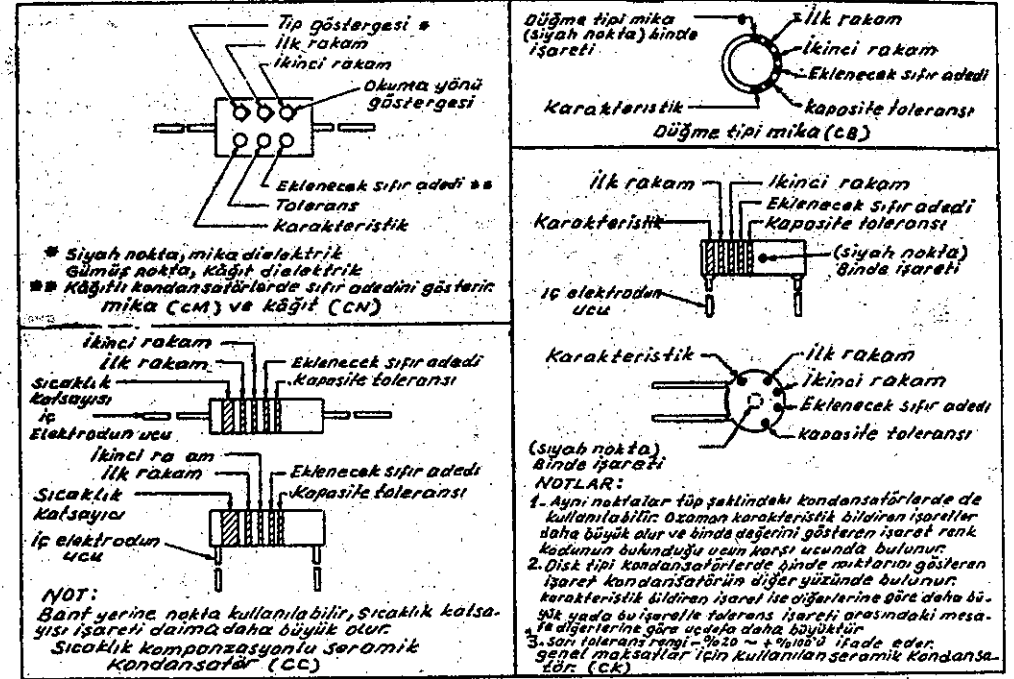
## MONTAJ



Bağlı

Bağlantısız geçiş

## Kondansatör renk kotuna ait işaretler

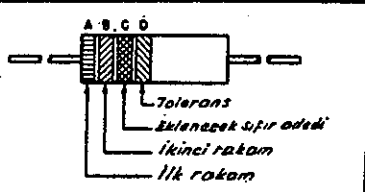


## Kapasite renk kotu

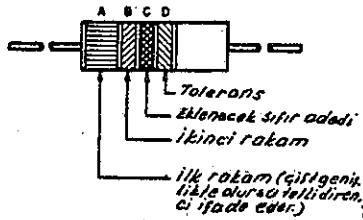
Renk	Rakam	Kotlayıcı				Karakteristik				Tolerans 2			Kapasitenin sıcaklıkla değişme katsayısı (uF/uF/°C)	
		Ondalık	Sıfır adedi	CM	CN	CB	CK	CM	CN	CB	CC			
Siyah	0					A			20	20	20	20	2	ZERO
Kahve	1	10	1	B	E	B	W					1		-30
Kırmızı	2	100	2	C	H		X	2		2	2			-80
Portakal	3	1,000	3	D	J	D			30					-150
Sarı	4	10,000	4	E	P									-220
Yeşil	5		5	F	R							5	0.5	-330
Mavi	6		6		S									-470
Menekşe	7		7		T	W								-750
Gri	8		8			X							0.25	+30
Beyaz	9		9									10	1	-350(±500) <sup>3</sup>
Altın		0.1						5		5				+100
Gümüş		0.01						10	10	10				

- 1- Büyük harflerle gösterilen işaretler kondansatörün özelliğini verir.
- 2- CC - Tipi Kondansatörlerde 10 uF 100 uF 1000 uF daha yukarı değerler için 0.1 Toleransı
- 3- Kompansasyona lazımlı devrelerde kullanılan.

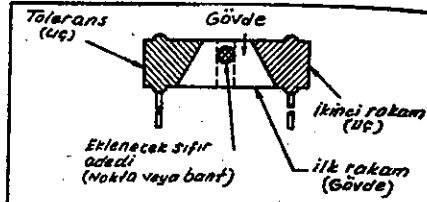
## Direncin renk koduna ait işaretler

Aksiyal - uçlu dirençler  
(izoleli)

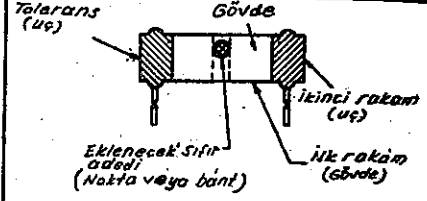
## RC - Karbon karışımı



## Ru - Telli Direnc

Radyal - uçlu dirençler  
(izolesiz)

## RZ - Karbon karışımı



## RZ - Karbon karışımı

## Direncin renk kodu

Banda veya gövde *		B Bandı veya uç *		C Bandı veya nokta *		D Bandı veya uç *	
Renkler	ilk rakam	Renkler	ikinci rakam	Renkler	Katı	Renkler	% Direncin Toleransı
Siyah	0	Siyah	0	Siyah	1	Gövde	± 20
Kahve	1	Kahve	1	Kahve	10	Gümüş	± 10
Kırmızı	2	Kırmızı	2	Kırmızı	100	Altın	± 5
Portakal	3	Portakal	3	Portakal	1.000		
Sarı	4	Sarı	4	Sarı	10.000		
Yeşil	5	Yeşil	5	Yeşil	100.000		
Mavi	6	Mavi	6	Mavi	1.000.000		
Mor	7						
Gri	8	Altın			0,1		
Beyaz	9	Gümüş			0,01		

İ dirençlerde A bandı çift genişlikte olur.  
A, B, C, D bandı veya uç rengi gövde renginde olursa,  
dirençler gölge durumlarına göre ayrılır.  
Aksiyal işaretli dirençlere ait misaller:  
Toleransı ± % 20 olan 10 ohmluk dirençte;  
B bandı kahve, C bandı siyah, D bandı  
siyah, D bandı ise yoktur.  
Toleransı ± % 5 olan 4,7 ohmluk dirençte ise;  
B bandı sarı, C bandı mor, D bandı altın ve  
D bandı ise altın olur.

Gövde işaretli dirençlere ait misaller:  
Toleransı ± % 20 olan 10 ohmluk dirençte;  
Gövde rengi kahve, uç rengi siyah, nokta  
rengi siyah. Tolerans gövde renginde.  
Toleransı ± % 10 olan 300 ohmluk dirençte ise;  
gövde rengi portakal, uç rengi siyah, nokta rengi  
kırmızı tolerans öbür uçta gümüş renkte.

## İNDEKS

## A

- A. A. da direncin ölçerken izlenecek işlem sırası 322.
- Akort 85-86.
- Akortlu beys, akortlu emitör osilatörü 283.
- Akseptör katık maddeler 236.
- Alüminyum 3.
- Alternatif 40-47
- Alternans 6.
- Alvarez 369.
- A-M deteksiyonu 299.
- Ametal 3.
- Amplifikatör 75.
- Amplifikasyon 17-75.
- Ampul 12.
- Analiz 142.
- Analog bilgisayar 373.
- Anderson 368.
- Anot 6.
- Armstrong 114-118-367-368.
- Atom 1-2-3.
- Atenuatör 373.
- Ateşlemeli lâmbalar 174.
- Ateşleme akımı 195.
- Ateşleyici 194.
- Azınlıktaki akım taşıyıcılar 236
- Azot 3.

## B

- Batarya 26.
- Baypas kondansatörü 374.
- Bell 363.
- Beys 243.
- B-H eğrileri 203.
- Bilezik 153.

## Bloke 138

- Bloke edici osilatörler 288.
- Boşluk şarjı 12, 171.
- Buharlı lâmbalar 164.

## C

- Calpitts 121.
- Cıva birikintisi katot 194.
- Clamper 55.
- Clapp 122.
- Coulomb 360.

## Ç

- Çekirdek 1.
- Çinko silikat 151.
- Çoğunluktaki akım taşıyıcılar 236.
- Çok elemanlı transistörler 294.

## D

- Dalga 40.
- Davy 361.
- Degeneratif 102.
- Dekuplaj 30.
- Demanyetizasyon 216.
- Desibel 79.
- Dijital bilgisayar 376.
- Dikey saptırıcı amplifikatörler 334.
- Dinamo-elektrik amplifikatörler 201.
- Dinot 159.
- Direnç 4.
- Direnç ölçmede izlenecek işlem sırası 321.
- Distorsiyon 87, 88, 102.
- Donör katık maddeler 234.
- Doyum 206.

**E**

Edison 4-11-363-364.  
Eğim 78.  
Einstein 366-370.  
Ekran 32.  
Elektron 1.  
Elektronik 1.  
Elektronik ölçü aletleri 304.  
Elektron topu 322.  
Emisyon tipi fotoseller 186.  
Emisyon tipi lampmetreler 309.  
Emitör 243.  
Empedans 39.  
Empedans köprüsü 316.  
Endüktans köprüsü 319.  
Endüktans ölçerken izlenecek işlem sırası 323.  
Enerji 12.

**F**

Faktör 110.  
Fanatron 170.  
Fanus 11.  
Faraday 362.  
Farat 54.  
Farnsworth 155.  
Faz 87.  
Faz kaydırıcı devreler 184.  
Faz kaymalı osilatörler 275.  
Feedback 112.  
Filtre 39-47.  
Flaman 5.  
Fleming 6-11.  
Fluoresan 145.  
Forest 366, 369.  
Fosfor 151.  
Foto-Elektrik lambalar 186.  
Foto-Elektrik kontrollü devreler 190.  
Foto elektron 153.  
Fotosel 85.  
Fotoselin aydınlatma duyarlığı 187.  
Fotoselin duyarlığı 187.  
Franklin 360.  
Frekans 32.

**G**

Galvani 360.  
Gauss 361.  
Gazların çeşitleri 173.  
Gazların iyonizasyonu 164.  
Gazlı fotoseller 189.  
Gazlı lambalar 164.  
Gaz molekülleri 165.  
Geçici rejim 201.  
Genlik 87, 101.  
Gerilim 8.  
Gerilim kalibratörü 338.  
Gerilim veren fotoseller 189.  
Germanium 62-71.  
Geyt 296.  
Gilbert 359.  
Gri 8-25-34.  
Gri ateşlemeli lambalar 174.  
Güneş bataryası 189.

**H**

Harmonik 87.  
Hartley 118.  
Hartley osilatörü 279.  
Hay köprüsü 320.  
Heaviside 365.  
Hedef 157, 160.  
Hekzot 35.  
Heliksel 156.  
Helyum 2.  
Henri 54.  
Henry 361.  
Heptot 35.  
Hertz 364.  
Hidrojen 2.  
H parametreleri 260  
Hüzme 33-147.

**I-I**

Işın 145-147.  
İç direnç 17.  
İgnatron 194.  
İki nüveli doyumlu reaktörler 212.  
İki yönlü transistör 298.

İkonoskop 152-154.  
İletken 2.  
İletkenliği değişen fotoseller 188.  
İmaj 154.  
İş fonksiyonu 12.  
İyon bombardımanı 173.  
İyonizasyon gerilimi 166.  
İzleyici 89.

**J**

Jayroskop 382.  
Joule 363.

**K**

Kalsiyum-Tungstat. 151.  
Kamera 152.  
Kapasite köprüsü 318.  
Karakteristik 123.  
sırası 322.  
Kapasite ölçerken izlenecek işlem  
Kararsız multivibratör 285.  
Karbon 11.  
Katık maddeler 233.  
Katlayıcılar 67.  
Katot 4.  
Katot ışınli osilograf 330.  
Katsayı 110.  
Kazanç 24-75.  
Kendikendine doyumla gelebilen çift  
nüveli reaktörler 218.  
Kendikendine doyumla gelebilen tek  
nüveli reaktörler 215.  
Kendikendine iyonizasyon 169.  
Kenetleme 55.  
Kinetik 12.  
Kirchhoff 303.  
Klipper 57.  
Kollektör 153-243.  
Kalpits osilatörü 280.  
Kompleks 2.  
Kondansatör 44-47.  
Kondüktans 17.  
Konverter 35.  
Kontrol edilebilen redresörler 259.  
Kovalant 291.

Köprü 44.  
Kristal 39-123.  
Kristal kontrollü osilatörler 281.  
Kulon 4.  
Kuplaj 85-88-93.  
Kuplaj metotları 267.  
Kükürt 3.

**L**

Lambalı voltmetreler 309.  
Lampmetreler 309.  
Leclanché 363.  
Lee de forest 6.  
Limiter 57.  
Lithium 2-3.  
Lissajous eğrileri 345.  
Lufcy devresi 222.

**M**

Mağnezyum 3.  
Maksimum 44-47.  
Maxwell 362.  
Maxwell endüktans köprüsü 320.  
Manyetik amplifikatörler 201.  
Marconi 364-365.  
Metal 3.  
Mercek 153.  
Mika 154.  
Mikromo 19.  
Mikser 35.  
Milimo 19.  
Morse 367.  
Mozaik 153.  
Multivibratör 132.  
Müşterek emitörlü amplifikatörler 255.  
Müşterek kollektörlü amplifikatörler  
257.  
Müttel kondüktans tipi lampmetreler  
310.

**N**

Neon 3-129.  
Nokta temash transistörler 240.  
Nötron 1.

lak 145.  
 lıyo 79-85-93.  
 m, George 361.  
 otot 35.  
 otik 154.  
 otikon 155.  
 otsted 361.  
 otilatör 102-105.  
 otilasyon 105-107.  
 otuklar 236.  
 metreler 323.  
 otalel 96.  
 otalel bağlanmış iki nüveli doyumlu  
 otreaktörler 214.  
 ototot 8-31-32.  
 ototomultiplier 158.  
 otok 12-13-114.  
 otzma 165.  
 otN birleşimi 239.  
 otarma 23.  
 otarma metotları 265.  
 otansiyel 4.  
 otar 340.  
 otasyon 149.  
 otitif ve negatif iyonlar 165.  
 otb, demodülasyon 349.  
 otb, detektör 349.  
 otb, düşük kapasiteli 349.  
 otton 1.  
 ot-pul 97.  
 ot-puş 98.

otrey devresi 217.  
 otksiyon 117.  
 otktans 110.  
 otktif 111.  
 otresör 22-39.

Referans 60.  
 R. F. sinyal generatörü 312.  
 Regeneratif 102-113.  
 Regülasyon 55.  
 Regülatör 65.  
 Relaksasyon 129.  
 Respons 390.  
 Rezonans 106-108-109.  
 Ripil 53-54.  
 Roentgen 365.  
 Rutherford 365-367.

## S

Sabit polarma 226.  
 Salınım 107.  
 Saptırıcı 145-147-149-150.  
 Saybernetik 391.  
 Saykıl 40.  
 Sekonder emisyon 31.  
 Selenyum 72.  
 Senkronize 133.  
 Seramik 4.  
 Seri bağlanmış iki nüveli doyumlu  
 otreaktörler 213.  
 Sıcak katotlu gazlı diyotlar 170.  
 Sınırlayıcı 57-63.  
 Silikon 62-71.  
 Sinüs 86.  
 Sinüs dalgah R. F. osilatörleri 278.  
 Sinüsoidal 128.  
 Sinüsoidal olmıyan osilatörler 284.  
 Sinyal 24.  
 Soğuk katotlu lâmbalar 168.  
 Sönüm 107.  
 Statik 24.  
 Stebilizasyon 266.  
 Süper heterodin alıcı 301.

## Ş

Şok 49.

## T

Tamamlayıcı simetri devresi 270.  
 Tarama 153-157.

Tarayıcı generatörler 340.  
 Target 157.  
 Tayratron 176.  
 Tayratronlu redresörler 180.  
 Tayratronun D. A. la kontrolu 183.  
 Tek birleşimli transistör 294.  
 Tek birleşimli transistörle yapılan ka-  
 rarsız multivibratörler 287.  
 Tek çıkışlı manyetik amplifikatörler  
 216.  
 Thomson 365.  
 Termokupl 85.  
 Tersleyici 101.  
 Tetikleme 133.  
 Tetrot 8-29.  
 Titreşim 124.  
 Transdüyser 345.  
 Transformator 93.  
 Transkonduktans 35.  
 Transistör 9.  
 Transistörler 232.  
 Transistörlü amplifikatörler 253.  
 Transistörlü osilatörler 274.  
 Trigger 133-138.  
 Triyot 8-23.

## V

Vakum 4.  
 Valans elektronlar 233.

Valye 6.  
 Varaktör (verikap) 291.  
 Vibrasyon 124.  
 Vidikon 160.  
 Volta 360.

## W

Wein köprüsü 277.  
 Wheatstone 362.  
 Wheatstone köprüsü 318.  
 Williamson amplifikatörü 350.

## Y

Yalıtkan 2.  
 Yarı iletken 39.  
 Yarı iletkenden yapılmış özel eleman-  
 lar 291.  
 Yarı iletkenler 233.  
 Yatay saptırıcı amplifikatör 377.  
 Yörünge 1-3.  
 Yük 54.  
 Yük çizgisi 264.  
 Yüksek sadakat 349.  
 Yüzey temaslı transistör 240.

## Z

Zener 58-63.  
 Zener diyot 293.

