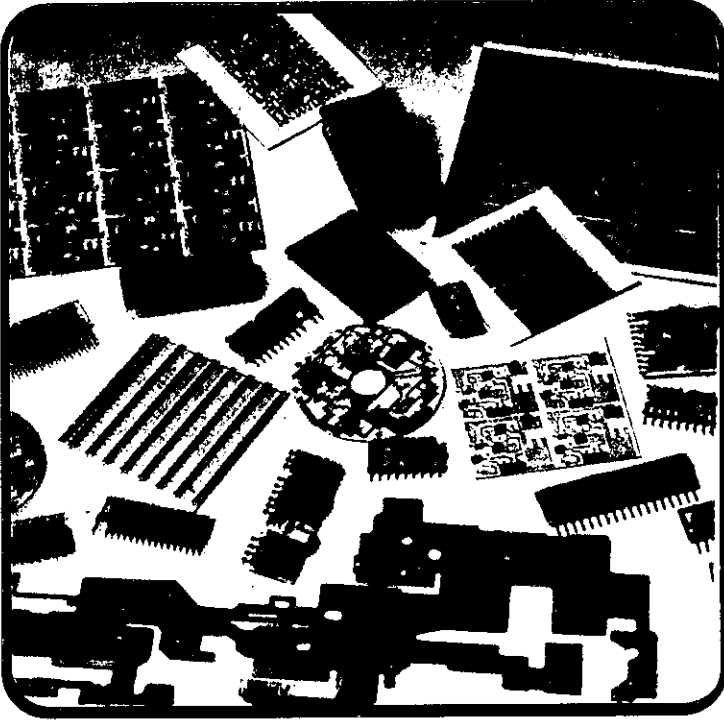


ENDÜSTRİ MESLEK LİS. İÇİN

URAMSAL BALKIÇIK

ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK

di elektronik baly



661

244

Ferit Baltacı
09.03.02

ORTA DERECELİ ENDÜSTRİYEL TEKNİK ÖĞRETİM OKULLARI

ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK

YAZANLAR

Alpgün ÇOLPAN

Hüseyin GÜÇLÜ



DEVLET KİTAPLARI

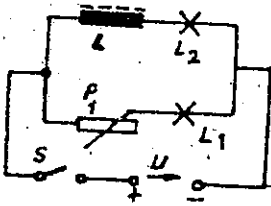
SEKİZİNCİ BASKI

Millî Eğitim Basımevi - Ankara 2001

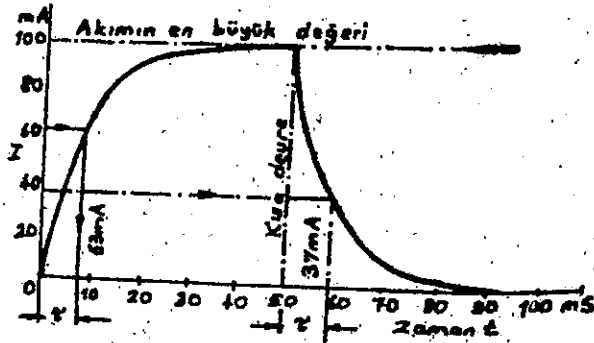
1 — ZAMAN GEÇİKMELİ DEVRELER

A — "RL" zaman sabitesi hesapları :

Deney : 300 sarımlı "U" çekirdekli bir bobinin sargılarına anma gerilimi 4,5 volt olan bir ampulü seri olarak bağlarız. Bobinin "U" çekirdeğini takırız. Bu devre uçlarına bir potansiyometreye anma gerilimi 4,5 volt olan ampul ile seri bağlı devreyi paralel olarak bağlarız. Anahtarı kapatarak şekil 1-1 de görülen bu devreye bir doğru gerilim



Şekil: 1-1. Doğru akım devresinde bobin.



Şekil: 1-2. Anahtar kapandıktan ve kısa devreden sonra bir bobindeki akım.

uygulayınız. P1 potansiyometresi ile kendisine seri bağlı L1 ampulünün parlaklığını L2 ampulü ile aynı parlaklığa ayarlayınız "S" anahtarını açınız ve tekrar kapatınız. Bu anda ampullere bakınız. Bu deneyi 600 ve 1200 sarımlı bobinlerle tekrarlayınız.

Bobine seri bağlı L2 ampulü anahtarın kapanması sırasında diğer L1 ampulünden daha geç ışık verir. Bu gecikme sargı sayısı ile değişir.

Devrenin kapanması sırasında bobindeki akım selfindüksiyondan ötürü kendi en büyük değerine yavaş ulaşır. Bu durum şekil 1-2'deki karakteristikten kolayca görülmektedir. Akımın en büyük değeri akım devresinin doğru akım direnci ve devreye uygulanan gerilimle sınırlanır.

Deney : Yukarıdaki deneyi 1200 sarımlı bobin ile tekrarlayınız. Fakat bobine seri olarak önce 20 om, sonra da 100 omluk bir direnç bağlayınız. Gecikme duruma göre küçüktür.

Zaman sabitesi endüktans değerine göre değişir ve dirençli devrede küçülür.

Devre kapandıktan sonra, bobinin endüktansı ne kadar büyük ve devredeki direnç ne kadar küçükse, bobindeki akım o kadar yavaş yavaş seilir. Bir "RL" devresinde zaman sabitesi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\tau = \frac{L}{R} ; 1 S = \frac{1 H}{1 \Omega} \quad \text{Bu formülde :}$$

τ : Zaman sabitesi.

L : Bobinin endüktansı.

R : Devredeki doğru akım direnci.

Örnek : Endüktansı 2 milihenri ve DC direnci 50 om olan bir bobinin zaman sabitesi nedir?

Çözüm :

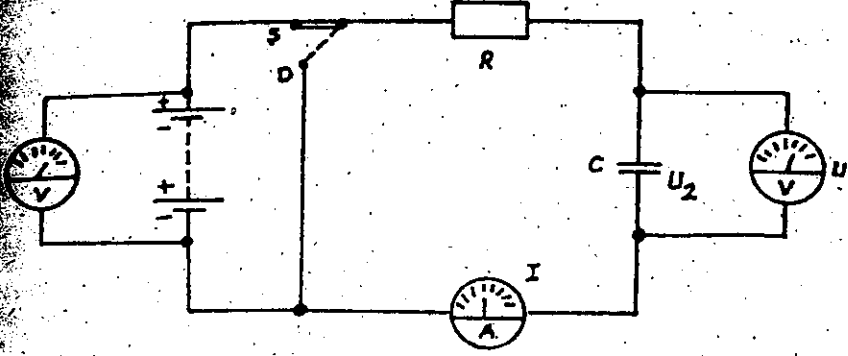
$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{50} = 0,4 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ saniye.}$$

Selfendüksiyondan ötürü akımın azalması sırasında, bobin kısa devre olursa, gerilim şekil 1-2 de görüldüğü üzere hemen sıfır olur.

B — "RC" zaman sabitesi hesapları :

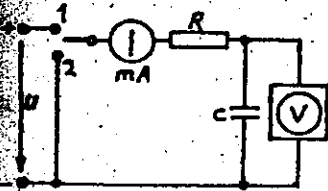
Birbirlerine seri bağlı bir "C" kondansatörü ve bir "R" direnci uçlarına şekil 1-3 te görüldüğü gibi bir "U1" doğru gerilimi uygulayalım. "R" direnci tarafından smurlanan bir doldurma akımı kondansatörü "U2" gerilim değerine doldurur. Kondansatör dolar dolmaz artık devreden bir akım akmaz. Bu durumda kondansatör doğru gerilimi yalıtır. Kondansatör dolmuştur ve kısa bir an için devrenin gerilim kaynağı olarak çalıştırılabilir.

Deney : 500 Kiloomluk bir direnç ile buna seri bağlı 4 MFd. değerindeki bir kondansatöre bir akım ölçü aleti üzerinden 100 voltluk bir doğru gerilim uygulayınız. Şekil 1-4 te buna benzer bir devre görülmektedir. Akım ölçü aleti olarak ortası sıfırlı, miliamper kademeli bir

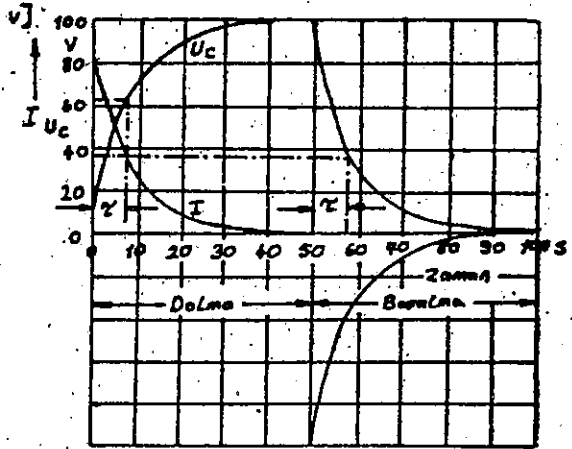


Şekil: 1-3. Kondansatöre doğruakım uygulanması.

Önce akım ölçü aleti kullanınız. Kondansatör gerilimini bir lambalı voltmetre ile ölçünüz. Devreyi kapatınız ve ölçü aletinin ibre sapmasını gözetleyiniz. Sonra kondansatörü direnç ve ölçü aleti üzerinden boşaltınız. Akım ölçü aleti ibresi bir miktar sapar ve yavaş yavaş tekrar sıfır durumuna dö-



Şekil: 1-4. Ön dirençli bir kondansatörün devre diyagramı.



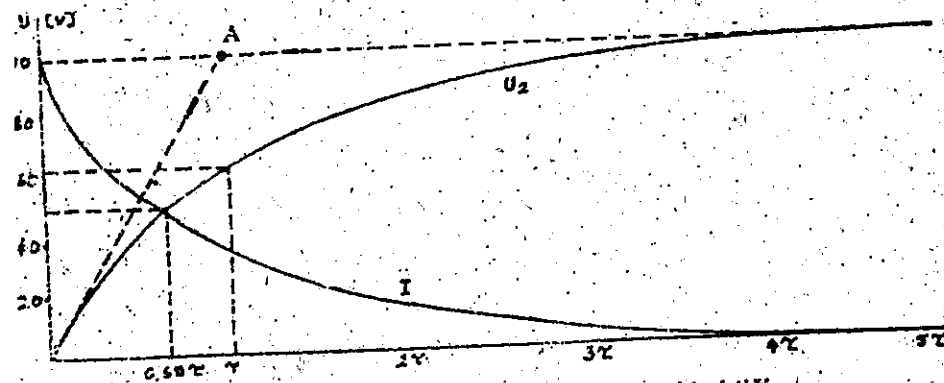
Şekil: 1-5. Ön dirençli bir kondansatörün dolma ve boşalma karakteristik eğrisi.

ğür. Aynı zamanda kondansatördeki gerilim önce hızla değişir. Sonra yavaş yavaş daha yavaş değişerek son değerine ulaşır. Boşalma sırasında akım ölçü aleti ibresi ters yönde sapar ve tekrar yavaş yavaş sıfıra

eri gelir. Aynı zamanda kondansatördeki gerilim önce çok hızlı azalır. Sonra da giderek daha yavaş sıfır değerine ulaşır. Ölçü aleti göstergesinin hareketi duruma göre yavaştır.

Bir kondansatörün dolma ve boşalma zamanı ön direnç ve kapasite değeri ne kadar büyükse, o kadar büyük olur.

Şarj (dolma): Şarj akımı "R" direnci üzerinden akar. Bu sırada "C" kondansatörü üzerindeki "U2" gerilimi aniden yükselmez. Bilakis



Sekil: 1-6. Bir kondansatörün dolma karakteristiği.

yavaş yavaş yükselir. Yani kondansatörün dolması için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. İlk anda gerilim çabuk yükselir. Kondansatör yüklenmeye, yani dolmağa devam eder. Buna göre de gerilim yavaş yükselir. Şarj akımı başlangıçta çok büyüktür. Sonra yavaş yavaş küçülür. Bunun sebebi şudur. Şarjdan ötürü kondansatörde bir gerilim meydana gelir. Bu gerilim şarj gerilimine zıt yöndedir ve şarj gerilimini azaltıcı etki gösterir. Bunun için etkili şarj gerilimi ne kadar küçükse, kondansatör dolmağa devam eder. Bu gerilim etkisi ile de şarj akımı azalır. Bu yüzden kondansatör daima yavaş dolar. Kondansatör kuramsal olarak kendisine uygulanan "U1" gerilimine sonsuz zaman sonra dolar.

Zaman sabitesi :

Kondansatörde yükselmekte olan gerilim, etkili şarj gerilimini azaltır. Eğer kondansatör sabit akımla dolsaydı, kondansatörde meydana gelen gerilim şekil 1-6 da görülen O-A eğrisi şeklinde, yani lineer (çizgisel) olarak yükselirdi. Kondansatörde meydana gelen gerilimin bu "A" noktasına gelineye kadar geçen yükselme zamanına RC elemanla-

ının zaman sabitesi (τ : tau) τ denir. Zaman sabitesinin büyüklüğünü "R" ve "C" belirler.

$$\tau = R \cdot C \quad (S, \Omega, F)$$

Halbuki kondansatörü dolduran akım şiddeti gerçekte sabit kalmaz, bilakis küçülür. Bunun için kondansatördeki gerilim yavaş yükselir ve

1.1. nolu tablo : Şarj geriliminin zaman sabitlerine göre durumu.

Zaman sabitesi	0	1	2	3	4	5
Şarj geriliminin yüzdesi olarak kondansatör gerilimi.	0	%63	%86	%95	%98	%100

bir zaman sabitesi sonra kondansatördeki gerilim, kendisine uygulanan gerilim değerinin % 63 üne ulaşır. Buna göre zaman sabitesi, boş bir kondansatörün tam geriliminin % 63 değerine çıkıncaya kadar veya dolu bir kondansatörün geriliminin % 37 sine düşünceye kadar geçen zamana denir.

5 zaman sabitesi sonra kondansatördeki gerilim kendisine uygulanan gerilimin aşağı yukarı % 99,8 ine ulaşır. Bu durum pratik olarak kondansatörün tam olarak dolduğunu anlatır.

$$t = 5 \cdot \tau = 5 \cdot R \cdot C$$

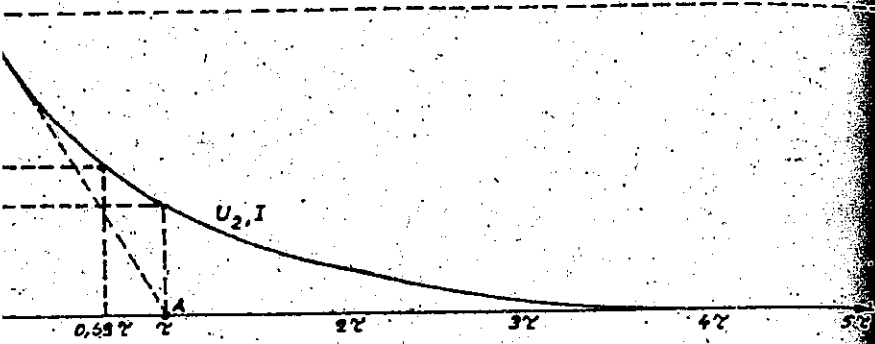
Örnek : 470 pF lık bir kondansatör 100 kiloohm bir direnç üzerinden bir doğru gerilim kaynağına bağlanmıştır. zaman sabitesini hesaplayınız.

Çözüm :

$$\begin{aligned} \tau &= R \cdot C = 100 \cdot 10^3 \text{ om} \cdot 470 \cdot 10^{-12} \text{ F} = \\ &= 47000 \cdot 10^{-9} \text{ S} = 47 \text{ mikrosaniye.} \end{aligned}$$

Deşarj (Boşalma) :

Kondansatör boşalırken de şekil 1-7 de görüldüğü gibi bir karakteristik çizer. Bir zaman sabitesi sonra "U2" gerilimi kendi başlangıç değerinin % 63 ünü kaybeder veya "U2" geriliminin değeri başlangıç değerinin % 37 si değerindedir.



Şekil: 1-7. Bir kondansatörün boşalma karakteristiği.

Deşarj (boşalma) akımı gerilimle birlikte azalır. 5 zaman sabitesi a kondansatör pratik olarak boşalır. Şekil 1-5 te bir kondansatörün (dolma) ve deşarj (boşalma) grafikleri bir arada gösterilmiştir.

D — Cebrik metotla zaman hesaplaması :

Bir mikrofaradlık bir kondansatör bir volt ile yüklenirse, bu kondansatörün yükü bir "Q" olur. Fakat bu elektriksel büyüklük As olarak adı edilir. Çünkü bir amperlik bir akım bir saniye müddetle bir kondansatörü doldurursa, bu kondansatörün taşıdığı yük bir Coulon olur. a göre :

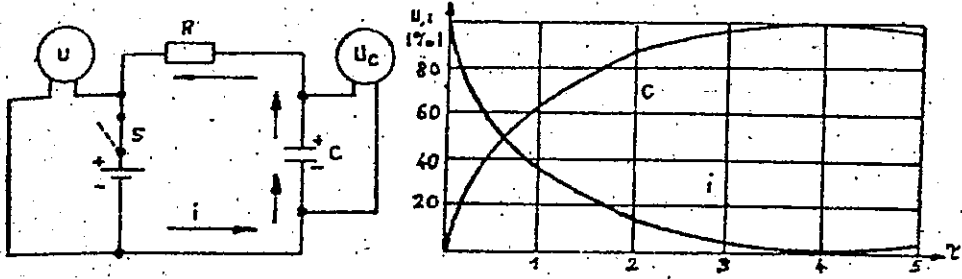
$$a.) C = \frac{Q}{E} \quad (F, C, V) \quad b.) Q = I \cdot t \quad (C, A, S)$$

(a) formülünde "Q" yerine (b) deki değeri konulursa, (c) formülü edilir. Buradaki $\frac{I}{E}$ yerine om kanunundaki direncin tersi olan $\frac{1}{R}$ olacak olursa, aşağıda gösterilen (d) ve (e) formülleri elde edilir.

$$c.) C = \frac{I \cdot t}{E} \quad d.) C = \frac{t}{R} \quad e.) \tau = C \cdot R$$

"C" kondansatörünün "R" drenci üzerinden "U" gerilimine, "U" gerilimi tarafından doldurulması gerekir. "U" ve "R" den "I" akımı ve "t" den zaman sabitesi ortaya çıkar. Bu akımın sabit olarak akması kondansatörü "U" gerilimine doldurması gerekir. Fakat gerçekte "U" gerilimi kondansatörü anahtar kapandığı anda tam akım "I" ya göre, tam

"U" gerilimine doldurmağa yetmez. Zamanla "I" akımı düşer. Çünkü "C" kondansatörü bir anlık " U_c " yüküne dolmağa hazır durumdadır. Zamanla " U_c " yükselmeğe devam eder. Fakat dirençte $U - U_c$ fark gerilimi elde edilir. Bu sırada " U_c " değişmeğe devam eder. Şarj akımının "i"



Sekil: 1-8. Bir kondansatörün doldurumkısı ve doluş karakteristiği.

ani değeri giderek azalır. Bunun için " U_c " değeri " t " saniye sonra " U " değerine ulaşmaz. Bilakis " U " değerinin % 63,2 sine ulaşır. " U_c " gerilimi, " U " gerilimine ulaşmak için geri kalan şarj geriliminin % 36,8 i oranında yükselmeğe devam eder. İkinci " t " zamanında, tekrar geri kalan gerilimin % 63,2 si kondansatöre eklenir. Böylece " t " saniye zaman diliminden oluşan " τ " ya zaman sabitesi değdiği daha önce görüldü. " R " direnci ve " C " kondansatörünün değerleri ne kadar büyükse, zaman sabitesi de o kadar büyük olur. Büyük bir kapasite değerine sahip bir kondansatörün büyük bir direnç üzerinden boşalma zamanı, küçük bir kapasite değerine sahip bir kondansatörün küçük bir direnç üzerinden boşalma zamanından daha büyüktür.

1-2 nolu tablo : Şarj akımı ve geriliminin " τ " ya göre durumu

I şarj akımının azalması	U şarj geriliminin kondansatör üzerinde yükselme değeri
1 τ sonra % 36,8	1 τ sonra % 63,2
2 τ sonra % 13,5	2 τ sonra % 86,5
3 τ sonra % 4,98	3 τ sonra % 95,02
4 τ sonra % 1,83	4 τ sonra % 98,17
5 τ sonra % 0,67	5 τ sonra % 99,33

Şarj geriliminin yükselmesi ve şarj akımının azalması bir "e" fonksiyonu veya çoğalma fonksiyonu denen gerilim ve akım eğrisine göre olur. Tabiattaki zamana bağlı muntazam değişen olaylar (Çoğalma, büyüme, ısınma, soğuma, radyoaktif parçalanma, bir bobindeki akımın yükselmesi, bir kondansatörün dolması ve boşalması v.b.) "e" fonksiyonuna göre olur veya "e" fonksiyonu ile anlatılır. "e" sayısı tabii bir sabitedir. Bunun değeri $e = 2,71828$ olup, kısaca 2,72 ile ifade edilebilir.

Şekil 1-8 de şarj gerilimi ve şarj akımı karakteristiği görülmektedir. Devre anahtarı kapandıktan sonra şarj geriliminin yükselmesi sırasında şarj akımı azalır. Aynı zaman aralıklarında " U_c " ve " I_c " nin değişimleri şarj devam ettikçe azalır. Buradaki değişkenlerin hareketleri exponansiyel kanuna uygun düşer. Kondansatördeki şarj geriliminin değeri şu formül ile ifade edilir.

$$U_c = U_s \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Bu formüle :

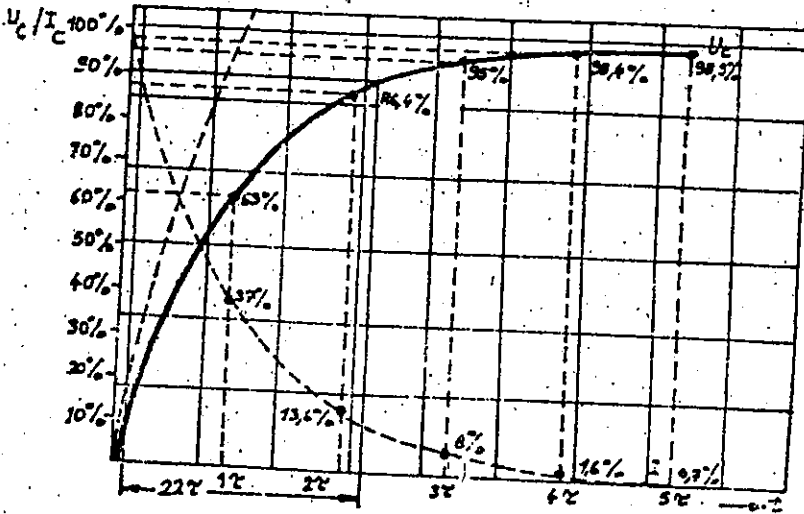
U_c : Kondansatörün şarj gerilimi.

U_s : Devreye uygulanan şarj gerilimi.

t : Şarj zamanı.

τ : R.C zaman sabitesi.

e : Sabit sayı, 2,72. Bu sayıya Euler sayısı da denir.



Şekil: 1-9. Şarj akımı ve şarj gerilimi karakteristiği.

Daha önce kondansatörün 1τ sonra uçlarına uygulanan gerilimin % 63 üne dolduğu söylenmiştir. Bunun ispatı aşağıda gösterilmiştir.

$$U_c = U_s \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}). \text{ Burada şarj zamanı } t = \tau \text{ dur.}$$

$$U_c = U_s \cdot (1 - e^{-1}) = U_s \cdot \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$U_c = U_s \cdot \left(1 - \frac{1}{2,72}\right) = U_s \cdot (1 - 0,37)$$

$$U_c = U_s \cdot 0,63.$$

Örnek : 100 MFd. lık bir kondansatör 20 Kiloomluk bir direnç üzerinden 10 voltluk bir doğru gerilim kaynağına bağlanmıştır. Bir zaman sabitesi sonunda kondansatör uçlarında meydana gelen gerilimi hesaplayınız.

Çözüm : $\tau = R.C = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^3 = 20 \text{ saniye.}$

$$U_c = U_s \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = 10 \cdot (1 - e^{-\frac{20}{20}})$$

$$U_c = 10 \cdot (1 - e^{-1}) = 10 \cdot \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$U_c = 10 \cdot \left(1 - \frac{1}{2,72}\right) = 6,32 \text{ volt.}$$

Kondansatör, anahtar kapandığı anda akan akım t zaman süresinde sabit kalmış olsaydı, şekil 1-9 daki grafikte görülen kesik çingirlerdeki gibi tam olarak dolardı.

Örnek : $R = 100 \text{ Kiloom, } C = 4 \text{ MFD.}$

$U_s = 60 \text{ volt, } t = 0,6 \text{ saniye}$ olduğuna göre "t" zaman sonra " U_c " geriliminin değerini hesaplayınız.

Çözüm :

$$\tau = R.C = 100 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,4 \text{ saniye.}$$

$$U_c = U_s \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{t}{\tau}}}\right) = 60 \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{0,6}{0,4}}}\right)$$

$$U_c = 60 \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{1,5}}\right) = 60 \cdot \left(1 - \frac{1}{4,48}\right)$$

$$U_c = 60. (1 - 0,223) = 60.0,77$$

$$U_c = 46,62 \text{ volt.}$$

Yukarıdaki formül "t" için logaritmik olarak yazılacak olursa.

$$t = R.C. \ln \frac{U_B}{U_B - U_C} \text{ elde edilir.}$$

Örnek : R = 100 Kiloom, C = 4 MFd.

$U_B = 60$ volt , $U_C = 46,6$ volt olduğuna göre kondansatörün 46,6 volt ile dolması için ne kadar zamana ihtiyaç vardır?

Çözüm :

$$t = R.C. \ln \frac{U_B}{U_B - U_C} = 100.10^3.4.10^{-6} \ln \frac{60}{60 - 46,6}$$

$$t = 0,4.1 \ln \frac{60}{13,4} = 0,4.1 \ln 4,49 = 0,4.1,5 = 0,6 \text{ saniye (1. örnekte}$$

verilen zamana bakınız).

Kuramsal (teorik) olarak kondansatörün tam olarak dolması için, yani, $U_c = U_B$ olması için, "t" zamanının sonsuz olması gerekir.

Kondansatörün boşalması sırasında direnç üzerinden ilk anda büyük bir deşarj akımı akar. Artmakta olan deşarj akımı ile kondansatör gerilimi " U_c " küçülür ve bununla birlikte deşarj akımı da azalır. Hem kondansatördeki gerilim, hem de şarj akımı azalan bir "e" fonksiyonuna uygun olarak hareket eder. Boşalma zamanına τ zaman sabitesi tesbit eder. Direnç ve kondansatör ne kadar büyükse, deşarj zamanı da o kadar uzar. 5τ sonra kondansatör pratik olarak tamamen boşalır.

Eğer deşarj başladığı andaki deşarj akımı büyüklüğü $t = \tau$ zamanda aynı büyüklükte, yani sabit kalsaydı, kondansatör şekil 1-10 da görülen grafikte kesik çizgilerle çizildiği üzere $t = \tau$ zaman sonra tamamen boşalır. Kondansatördeki deşarj gerilimi aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$U_c = U'_c. e^{-\frac{t}{\tau}}$ dur. Bu formülde:

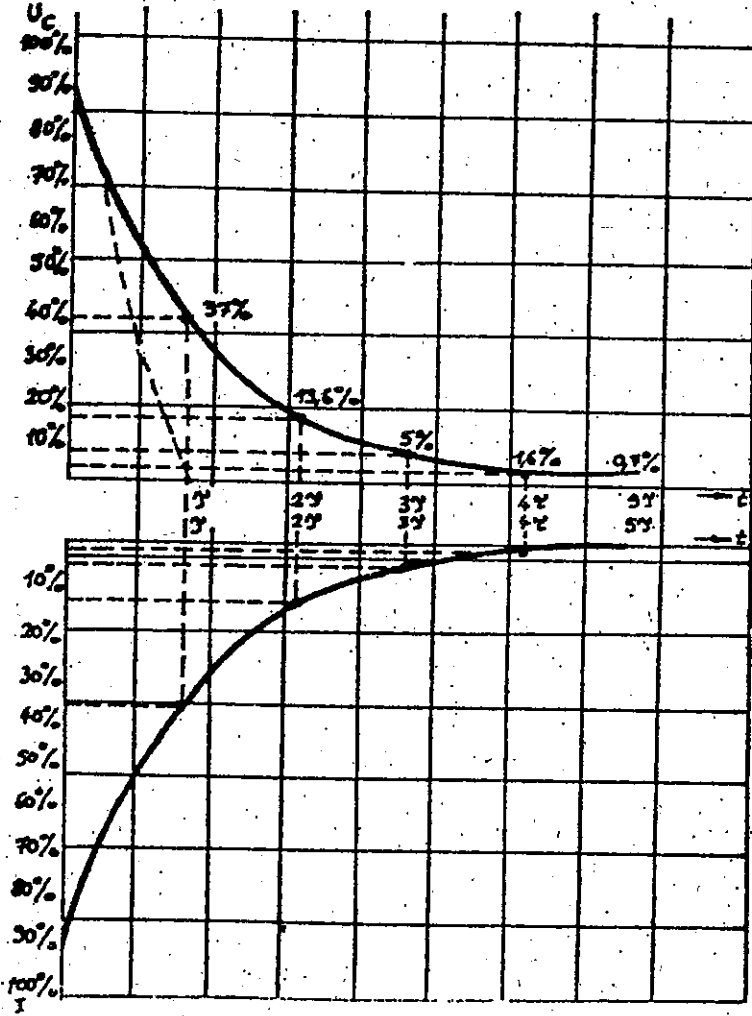
U'_c : Kondansatörün tam olarak dolduğu andaki gerilimi.

U_c : Kondansatörün deşarj sırasında belirli bir zaman sonra kondansatör uçlarında bulunacak olan gerilim.

t : Boşalma zamanı.

τ : R.C zaman sabitesi.

e : 2,72 sabit sayısıdır.



Sekil: 1-10. Bir kondansatörün boşalma karakteristiği.

Örnek : $C = 1000 \text{ MFd}$ lık bir kondansatör 10 voltluk bir gerilimle doldurulmuştur. Bu kondansatör 20 kiloohmluk bir direnç üzerinden 20 saniye zaman süresince boşaltılmıştır. 20 saniye sonra kondansatör uçlarındaki gerilimin değeri nedir?

Özet:

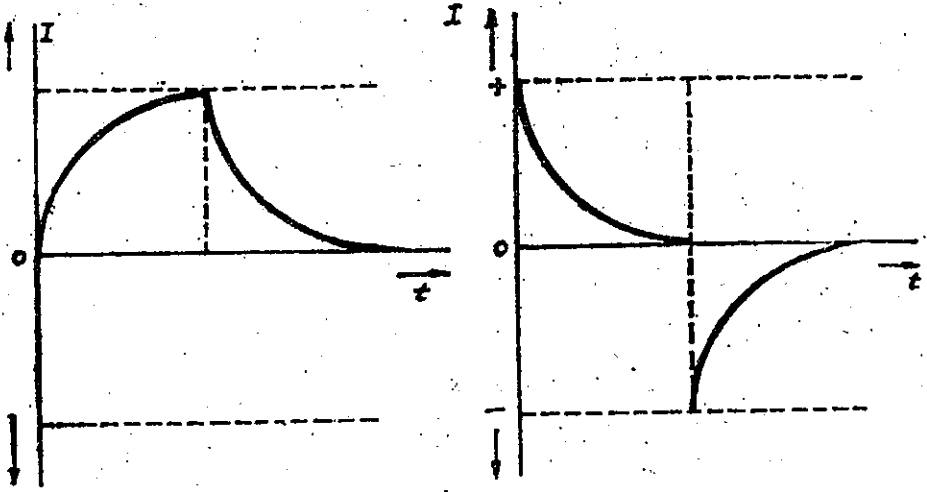
$$\tau = R.C = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^3 = 20 \text{ saniye.}$$

$$t = 20 \text{ saniye.}$$

$$U_c = U_c \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 10 \cdot e^{-\frac{20}{20}} = 10 \cdot e^{-1} = 10 \cdot \frac{1}{2,72}$$

$$U_c = 3,68 \text{ volt.}$$

Dolma ve boşalma işleminde akımların durumu: Bir kondansatördeki akımların dolma ve boşalma olaylarında "e" fonksiyonu çizer. Bunlar aşağıdaki şekilde ifade edilir.



Sekil: 1.11. Bir kondansatörün dolması ve boşalması sırasında akımların durumu.

$$\text{Dolma: } i_c = I e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{Boşalma: } i_c = -I e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ dur. Bu formüllerde:}$$

i_c : Amper olarak ani dolma ve boşalma akımı.

I : Amper olarak dolma ve boşalma akımının ilk değeridir

e : 2,72 sabit sayısı.

Boşalma formülündeki eksi işareti, boşalma akımının yönünün dolma akımının yönüne ters olduğunu gösterir.

Kontrol soruları:

1 - "RL" zaman sabitesi ne demektir? Açıklayınız ve bununla ilgili üç problem düşünerek çözünüz.

2 - "RC" zaman sabitesi ne demektir? Açıklayınız ve bununla ilgili üç problem düşünerek bu problemleri çözünüz.

3 - "RL" ve "RC" zaman sabiteleri ile ilgili devrelerden nerelerde yararlanır? Araştırınız ve açıklayınız.

BÖLÜM 2

ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK LAMBALARI

A — Gazlı lambalar :

Radio, televizyon, radar gibi elektronik devrelerde genel olarak vakumlu lambalar kullanılır. Bu lambaların anot akımları çok küçüktür. Genel olarak bu akım 1 ile 250 miliamper arasında değişir. Halbuki endüstriyel elektronik devrelerinde 1 ile 100 amper taşıyan lambalara ihtiyaç vardır. Bu tip lambalarda akım şiddeti bir an için 5000 ampere kadar çıkabilir. Yüksek akım geçiren bu lambaların içine, havası boşaltıldıktan sonra gaz doldurulmuştur. Lamba sembollerinin içinde bulunan nokta o lambanın gazlı lamba olduğunu belirtir.

Gazlı lambaların iki elemanlı olanlarına gazlı diyot (fanotron lamba), üç elemanlı olanlarına gazlı triyot (tayratron lamba), soğuk katotlu olanına ignitron lamba, cıvalı olanına, cıva arklı lambalar denir. Bu lambaları sırası ile inceliyelim.

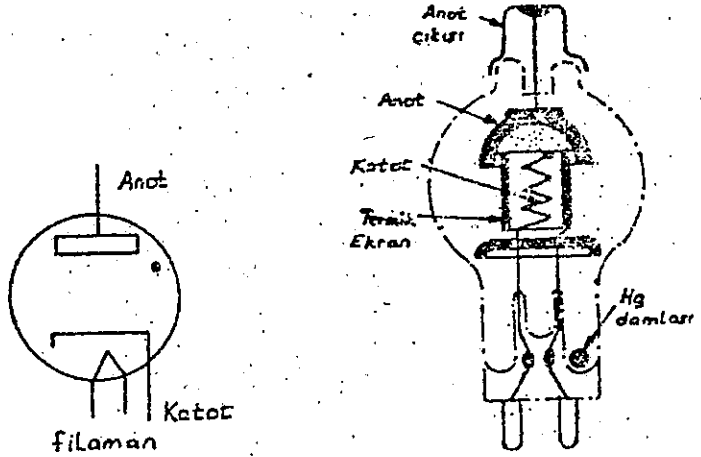
1 — Gazlı diyot (fanotron)

Fanotron lamba biri anot diğeri katot olmak üzere iki elemanı olan bir diyottur. Cam tüpün havası tamamen boşaltıldıktan sonra içerisine bir damla cıva veya helyum, argon gibi asal gazlardan birisi konmuştur. Gazlı lambanın vakumlu lamba gibi ısıtılan bir katodu vardır. Anodu pozitif olduğunda katottan anoduna doğru bir elektron akışı olur. İçerisinde kumanda grisi olmadığında bir redresor lambasıdır. Lamba içinde bulunan gaz bu lambanın içinden daha çok akım geçmesini sağlar.

Fanotron lambalar genellikle doğrultmaç olarak ve doğru akım motorlarının alan sargılarını besleyecek kadar büyük akım verecek şekilde yapılırlar. Lambanın büyük akım vermesi katodun çok elektron yayması sonucu olur. Katot fazla elektron verecek şekilde yapılırsa bu lambanın direk ısıtılması zorlaşır. Bu sebepten fanotron lambalar indirek ısıtmak olarak yapılırlar. Fanotron lambanın ısınması için uzun zamana ihtiyaç vardır. Eğer katot iyice ısınmadan lambadan akım çekilirse, lambanın

ömürü azalır. Bu sakıncayı gidermek için, büyük güçlü fanotron lambaların devrelerine zaman rölesi konur. Bu röle katot ısınmadan devreden akım çekilmesini önler.

Fanotron lambanın katodundan çıkan elektronlar anoda giderken yolu üzerinde bulunan gaz atomlarına çarpırlar. Bu çarpma esnasında elektronlar, gazların elektronlarını koparır. Bu elektronlar da anot tarafından çekilirler. Dolayısıyla anoda giden elektron sayısı artmış olur. Ayrıca elektron kaybeden gaz atomları pozitif olarak yüklenirler. Bunlara pozitif yüklü iyon denir. Pozitif yüklü iyonlar katot tarafından çekilirler. Bu iyonlar katot etrafında bulunan boşluk şarjındaki elektronlarla birleşerek nötr hale gelirler. Bu sebepten katot etrafındaki boşluk şarjı kalkar. Elektronlar da hiç bir zorluk görmeden katottan anoda kolayca giderler. Buradan da anlaşılacağı gibi aynı büyüklükteki lambalar dan gazlı olanlar vakumlulardan daha fazla akım geçirirler. Gazlı lambanın tahrip olmaması için lambadan çekilen akımın katodun verebileceği elektron sayısından daha büyük olmaması gerekir. Bu akım dış devre direnci ile sınırlanır. Şekil 2—1 de bir gazlı diyot lambasının yapısı ve çalışma prensibi şeması görülmektedir.

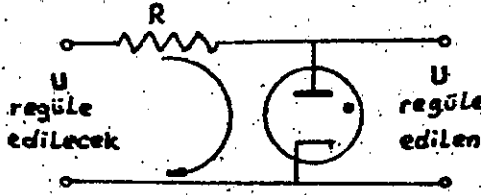


Şekil: 2-1. Gazlı diyot lambasının yapısı.

Hassas bir voltmetre ile cıva buharlı birlambanın anot - katot arası gerilimi ölçülürse, bu değer 15 ile 20 volt arasında olduğu ve anot akımı ile gerilim düşümünün çok az değiştiği görülür. Bu nedenle gazlı veya cıva buharlı lambaların anot - katot gerilimleri sabit kabul edilir. İçleri

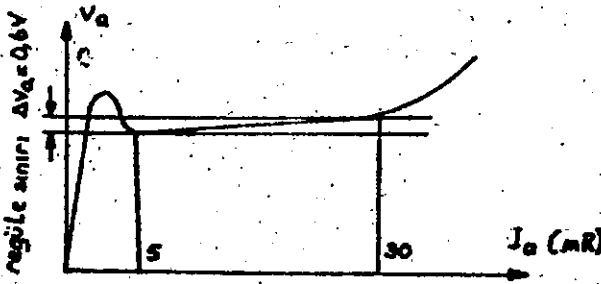
örneğin buharı bulunan lambanın uçlarındaki gerilim düşümü 15 volt civarındadır. Eğer bir yüke 220 voltluk gerilim uygulanırsa, lamba uçlarındaki gerilim 15 volt, yük uçlarında 205 voltluk gerilim bulunur. Bu değer anod geriliminin değişimine bağlı kalmaksızın sabit kalır. Anot akımı sıfır olursa anod gerilimi düşmeyeceği için bütün gerilim lamba uçlarında bulunur. Soğuk katotlu gazlı lambalarda gerilim düşümü azdır. İçine neon gazı konmuş soğuk katotlu bir lambada sabit gerilim düşümü 75 voltur. Lamba içine konan gaz değiştirildiğinde lamba uçlarındaki sabit gerilim düşümü 90-105-110-150 volt gibi değerler alır. Bu nedenle soğuk katotlu lambalar zener diyot gibi gerilim regülatörü olarak kullanılırlar. Şekil 2-2 de gazlı soğuk katotlu bir lambanın geriliminin sabitleştirilmesinde kullanılması görülmektedir.

Sabitleştirilecek gerilim tüpe bir R direncinden sonra uygulanır. Tüp, $V_a - I_a$ karakteristiği içerisinde kendi deşarjını başlatır. Bu deşarjda küçük bir gerilim değişimi tüpten belirgin bir akımın geçmesine neden olur.



Şekil: 2-2. Soğuk katotlu lambanın gerilimi sabitleştirilmesi.

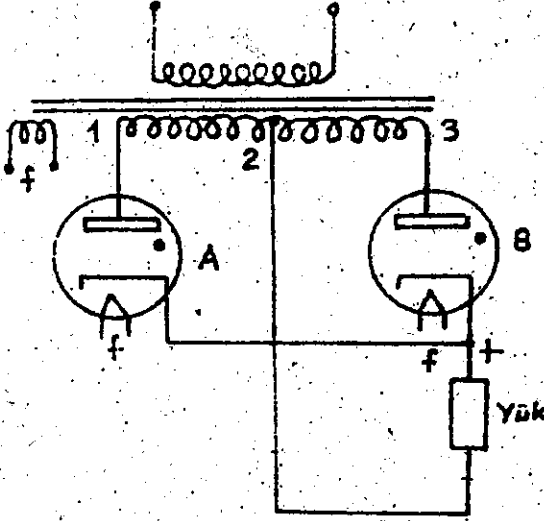
Örneğin giriş gerilimi ± 10 volt değişirse, tüpten geçen akım artar, fakat uçlarında düşen gerilim çok az ($\pm 0,3$ volt) değişir. Bu durumda gerilim değişimi 0,6 voltur. Şekil 2-3 de soğuk katotlu bir diyot lambada gerilim değişimi eğrisi görülmektedir.



Şekil: 2-3. Soğuk katotlu diyodun gerilim eğrisi.

Şekil 2-4 de iki tane gazlı diyot lambanın redresör olarak bağlanması görülmektedir.

Şekilde transformatörün sekonder uçları A ve B lambalarının anotlarına bağlanmıştır. Sekonderin 1 nolu ucu pozitif olduğunda A lambası çalışır. Katottan çıkan elektronlar anoda, buradan 1 nolu uçtan geçtikten sonra 2 nolu uç, yük ve katottan devrelerini tamamlarlar. Sekonderin 3 nolu ucu pozitif olduğunda B lambasının katodundan çıkan elektronlar anoda, buradan 3 ve 2 nolu uçlardan, yükten geçerek devrelerini tamamlarlar. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi sekonderde akım yön değiştirdiği halde yükten aynı yönde akım geçiyor.



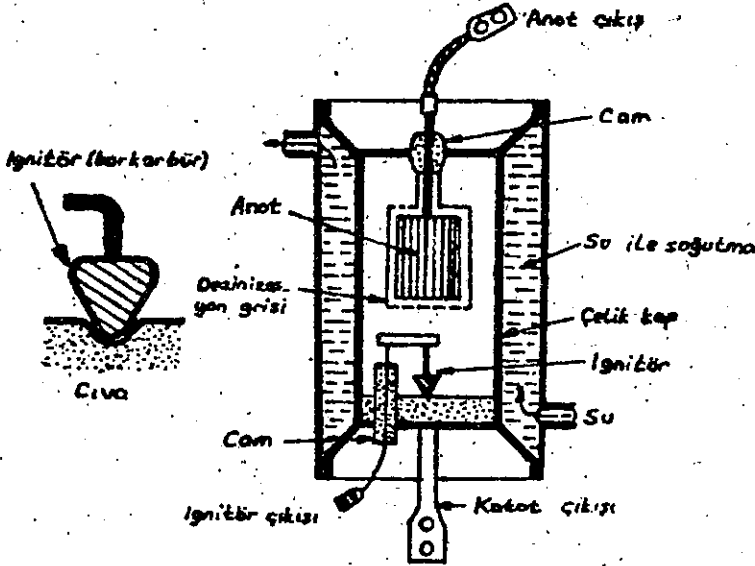
Şekil: 2-4. Gazlı diyotların redresör olarak bağlanması.

2 — İgnitron lambalar

Fanotron lambalar 1 ile 40 amper arasında akım geçirirler. İgnitron lambalar ise 40 ile 10000 amper arasında yüksek akımları geçirirler ve kontrol etmektedir. Endüstride bazı cihazlar bekmeden çok büyük akım çekerler. Üstelik bu cihazlar sık sık çalışır dururlar. Bu sebepten bu devreyi kontrol etmek iyice güçleşir. Bir kaynak makinesi bu cihazlar için bir örnektir. Bu makine devrede yük akım çektiği gibi sık sık devreye girer ve devreden çıkar. Bu makine 2-3 sayıkl çalışarak kaynak yapar, sonra 4-5 sayıkl durarak devre dışı kalır. Bir iş gününde bu çalışma ve durma

tekrar edilir. Bu ve buna benzer makinelerin akımını kontaktörlerle vermek ve kesmek çok zordur. Bu nedenle bu makinelerin akımı ignitron lambası ile kontrol edilir. Şekil 2-5 de ignitron lamba görülmektedir.

Şekilden de anlaşıldığı gibi bir cam kap içine anot, katot ve ateşleme elektrodu denen ignitor konarak ignitron lamba meydana getirilmiştir. Anot karbondan yapılmıştır. Katot, cıva konmuş bir kap ve bunun elektriki bağlantısını sağlayan iletkenden meydana gelmiştir. Ignitor ise bor karbürden yapılmıştır. Bu lambalarda, diğer lambalarda olduğu gibi filaman bulunmaz. Bu sebepten sıcak katotlu bir lamba değildir. İçinde cıva buharı bulunduğu için soğuk katotlu gazlı lamba gurubuna girer. Lambanın ignitoru katot tarafından dışarı çıkan ucu ile bağlantısını sağlar.

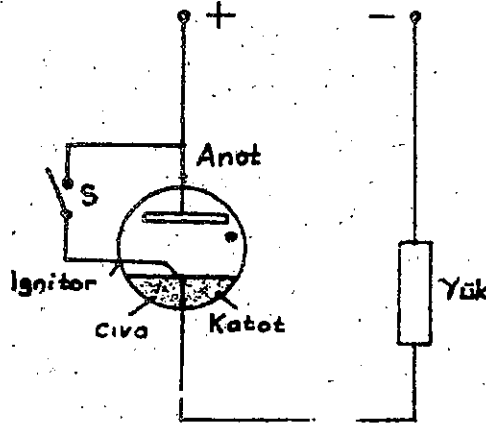


Şekil: 2-5. Ignitron lamba.

Eğer ignitron lamba devresinden 1000 amper geçiyorsa ve lamba çabırken uçları arasında 15 volt civarında bir gerilim düşüyorsa, lambadaki enerji kaybı 15.1000 15000 watttır. Bu kayıp ısı şeklinde lambada bulunur. Bu ısının dışarı atılması gerekir. Bu sebepten lambanın dışına ikinci bir kap konur. Bu kabun bir tarafından su girerek diğer tarafından çıkar. Suyun doluşumu ile lambanın soğutulması sağlanır.

Lambanın anot ucuna pozitif, katot ucuna negatif kutup gelecek şekilde bir akım kaynağı lambaya bağlanırsa, devreden akım geçmez. Buna sebep katodun emisyon yapmaması ve lamba içinde elektron ve iyon olmamasıdır. Lamba içinden akım, ignitor ile geçirilebilir. Ignitor koni şeklinde yapıp ucu cıva içine batırılmıştır (Şekil 2-5 de soldaki şekil). Ignitor ile cıva birbirine kaynaşmadığı için geniş bir temas yüzeyi meydana gelmez. Bor karbürden yapılan ignitor burada 10 ile 600 om arasında direnç meydana getirir.

Şekil 2-6 da görülen devrede olduğu gibi ignitor pozitif, katot negatif olmak üzere bu iki elemana bir gerilim uygulanırsa ignitor ile cıva arasında bir ark meydana gelir. Arkın ısı cıvayı buharlaştırır. Anot-katot arasındaki gerilim bir ark meydana getirmek için çok küçüktür. Yalnız ignitor ile cıva arasındaki mesafe küçük olduğu için bu gerilim bir atlama meydana getirir. Başlangıçta ignitor civarında başlıyan iletim sonra cıva ile ignitor çubuğu arasına geçer. Cıvadan

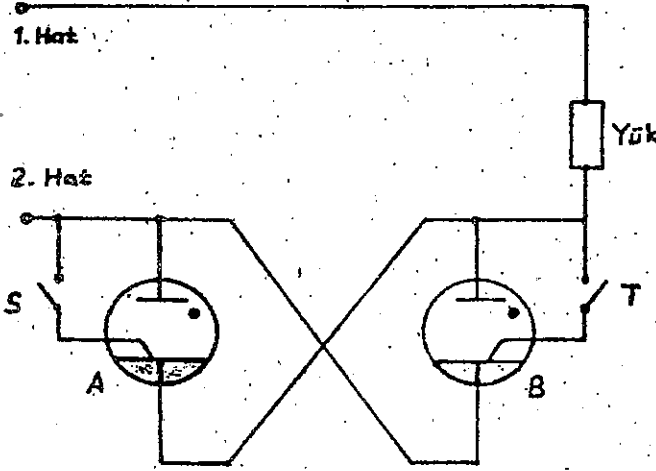


Şekil: 2-6. Ignitron lambanın ignitor ile ateşlenmesi.

çıkan elektronlar pozitif yüklü ignitor çubuğu tarafından çekilirler. Hareket eden elektronlar gidiş yollarında bulunan cıva atomlarına çarparak onlardan elektron koparırlar. Kopan elektronlar da anot gibi çarpan ignitor tarafından çekilir. Elektron kaybetmiş olan cıva atomları pozitif iyon durumuna geldiğinden katot tarafından çekilirler. Katoda çarpan iyonlar katottan elektron kopararak (sekonder emisyon) anodun çektiği elektronların artmasına sebep olurlar. Bunun sonucu lamba içinde katottan ignitora doğru büyük bir elektron akışı başlamış olur. Bu akışta elektronların büyük bir çoğunluğu lambanın daha çok pozitif

tasıyan elektrodu olan anot tarafından çekilir. Anot devresinin diğ-
er ignitor devresinin direncinden çok daha azdır. Lamba içinde bir
ateşleme başladıktan sonra ignitorun devamlı devrede kalması ge-
çmez. Anot pozitif kaldıkça lambanın akımı devam eder.

Şekil 2-7 de iki ignitron lamba ile yapılmış bir anahtar devresi gö-
rülür. Şekilde, 1. hattın pozitif 2. hattın negatif olduğunu düşü-
nelim. Bu alternansta S ve T anahtarları kapatılırsa A ignitronu akım
geçirmeye başlar. Bu lamba alternansın sonuna kadar akım geçirir. B
lambasından ise bu durumda akım geçmez. Şekil incelendiğinde S anah-
tarı ve ignitron devresinin A lambasının anot katot devresine paralel
olduğu görülür. S anahtarı kapatıldığında akım devresini ignitor ve a-
notlardan tamamlar. Bu akım A lambasındaki cıva buharını iyonize
eder. İyonizasyondan çıkan elektronlar lamba içinde katottan anoda
doğru hareket ederler. ignitor devresinin direnci anot-katot devresi
dirençinden daha büyük olduğu için ignitor devresinden daha az akım,



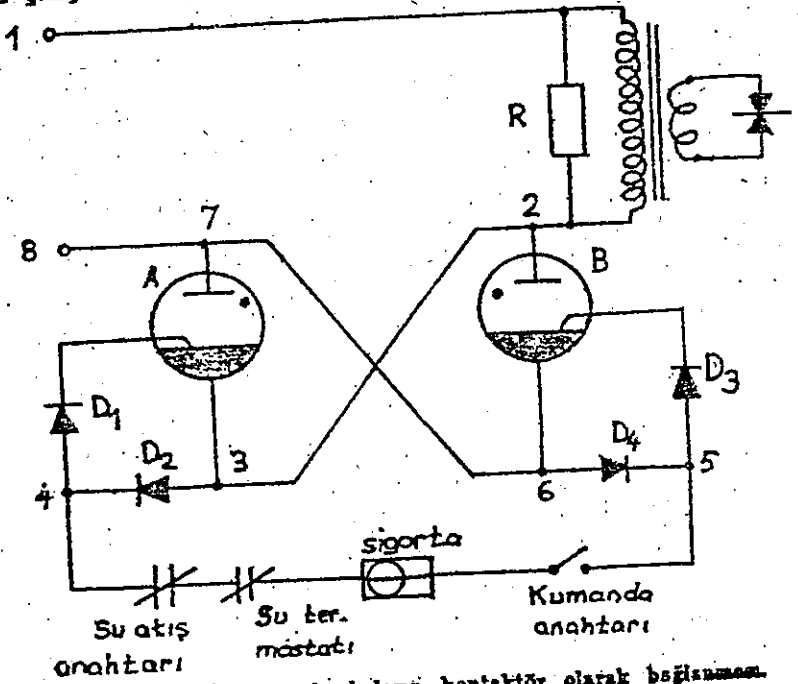
Şekil: 2-7. İki ignitron lambalı anahtar devresi.

anot devresinden daha çok akım geçer. Alternansın sonunda A lamba-
sının akımı sıfır olunca B lambasının anodu pozitif olmaya başlar. A
lambasında olduğu gibi B lambası kendi ignitoru tarafından ateşlenir.
İgnitordan geçen akım B lambasındaki cıva buharını iyonize eder. İyonize
sonunda lambanın katodundan anoduna doğru elektron geçmiye başlar.
Lambadan geçen akım alternansın sonuna kadar devam eder. Eğer S ve
T anahtarları açılırsa alternansların başlangıcında ateşleme olayı olma-

yacağı için devreden hiç bir akım geçmez. Buradan anlaşılacağı gibi S ve T anahtarlarından geçen küçük akımlarla lamba devresinin büyük akımı kontrol edilmiş olur.

Endüstride öyle işler vardır ki bunların devresinden geçen akım sık sık kesilip tekrar devreye verilmektedir. Bu gibi yerlerde akımları kesik vermek için galter kullanmak mümkün değildir. Bunun yerine kontaktör elektronik galter veya elektronik kontaktör denen ignitron lambalar kullanılır. Örneğin iki sac levhanın birbirine kaynatılmasında kullanılan (punta) kaynak makinesinde olduğu gibi. Burada, iki sac levhadan geçen akım saçları ergime sıcaklığına kadar ısıtır. Sonra parçalar elektrotlar arasına sıkıştırılarak kaynatılır. İyi bir kaynak devreden yüksek akım geçirilerek kısa zamanda yapılır. Bu kaynak işlemi bir saniyede bir kaç defa yapılırsa bir günde ve bir ayda yapılan kaynak adedi büyük sayılara ulaşır. Bu işlemi kontaktörle yapmak mümkün değildir. Bu sebepten bu tip cihazlarda ignitron lambalar kontaktör gibi kullanılır.

Şekil 2-8 de ignitron lambalarının kontaktör olarak bir kaynak makinesini çalıştırması görülmektedir.



Şekil: 2-8. İgnitron lambalarını kontaktör olarak başlatma.

Şekildeki devrede kaynak yapılacak parçalar transformatör çıkışındaki elektrotların arasına sıkıştırılır. Sonra kumanda kontağı kapatılarak kaynak yapılır. Kumanda kontağı açılınca kaynak yapma işlemi durur. Devrenin çalışmasını ve elemanların görevlerini kısaca inceliyelim.

Şekildeki D_1 , D_2 , D_3 , D_4 diyotları ters akımları geçirmezler. Bu diyotlar bir lamba çalışırken diğer lambanın ignitorunun gereksiz yere çalışarak ısınmasını ve ömrünün azalmasını önlerler. Devrede kullanılan sigorta ignitor devresinin korunmasını sağlar. Su akış anahtarı lamba soğutma suyu kesildiğinde devreyi açarak lambanın çalışmasını dolayısıyla tahrip olmasını önler. Su termostatı ise soğutma suyunun sıcaklığı yükselince devreyi keserek lambaların çalışmasını önler.

Devre şu şekilde çalışmaktadır: 1. hat pozitif diğeri negatif olsun. Bu durumda A lambasının anodu negatif, katodu pozitiftir. Bu lamba ateşlenmeye hazır değildir. B lambasının anodu pozitif katodu negatiftir. Bu lamba ateşlenmeye hazırdır. Kumanda kontağı kapatıldığı zaman 8 nolu uçtan gelen elektronlar 7, 6, B lambasının katodu, ignitoru, buradan D_2 diyodundan, 5 nolu noktadan kumanda kontağı, sigorta, termostat ve su akış anahtarından 4 nolu noktaya gelir. D_1 diyodundan elektronlar yoluna devam ederek 3, 2 ve kaynak makinesi primerinden 1 nolu uçtan devresini tamamlarlar. B lambası ateşlenerek yük akımı, 1, primer sargı, 2, B lambası 6, 7, 8 nolu uçtan akıma devam eder. Bu alternansta D_1 ve D_2 diyotları yalıtıkandır. Alternans yön değiştirince yani 1. hat negatif, diğeri pozitif olunca elektronlar şu yollardan (1, primer sargı, 2, 3, A lambasının katodu, ignitoru, D_1 diyodu, su akış anahtarı, su termostatı, sigorta, kumanda kontağı, 5, D_2 diyodu, 6, 7, 8) devresini tamamlayarak A lambasını ateşler ve yük akımı 8, 7, A lambası 3, 2, primer sargı, 1 nolu hattan geçerek devre meydana getirir. Her iki alternansta da transformatörden dolayısıyla kaynak makinesinden geçen akım kaynağın yapılmasını sağlar. Devrenin çalışması kumanda kontağının açılmasına kadar yukarıda açıklandığı gibi devam eder. Transformatörün primerine bağlı R direnci "tayrit, VDR, varistör" denen bir devre elemanıdır. Devrenin açılıp kapanmasında primerde meydana gelen yüksek gerilimi bu değişken R direnci yardımıyla söndürülür. Silisyum karbürden yapılan bu elemanın direnci gerilim değişiminin köpü veya dördüncü kuvvetiyle ters orantılı olarak azalır.

Ignitron lamba çalışırken uçlarına bir voltmetre bağlanıp gerilimi ölçülecek olursa bu değer 15 volt civarında olduğu görülecektir. Bu gerilim ne kadar küçük olursa lambanın verimi o oranda artacaktır.

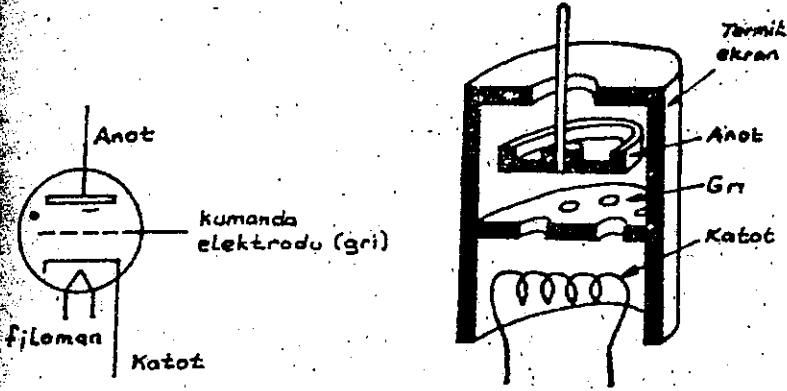
İgnitron lambalar endüstride nokta kaynağı, büyük güçlü redresör güç iletimi gibi işlerde kullanılırlar. İgnitronlar kaynak işlerinde 220, 440, 1100 ve 2300 volt gerilimli şebekeden kaynak transformatörünü primerine verilen akımı kontrol etmek için kullanılırlar. Bu lambalar kaynak kontrolünü bugüne kadar kullanılan devrelerden çok daha iyi sağlarlar. İgnitronlar bir anahtar gibi çalışırlar. Elektronik kontrol yolu ile bir kaç sayıklık akımı, verilen kaynak konumları için, lambaların iletkenlik aralıkları değişmeden çok sayıda tekrar ettirebilirler. Bunun için elektronik kaynak makineleri ile yapılan kaynaklar daha homojen ve eşit aralıklı olurlar. Tek üniteden elde edilebilen güç değeri, çalışma gerilimine bağlı olarak 40 ile 1000 kilovat arasında çıkış gücünü doğrultabilecek ölçüde ignitronlar yapılmıştır. Bunlarda normal doğru akım gerilimleri, 125, 250, 600, 900 ve 1500 voltur. Bu gibi redresörler makineler atelyelerine, galvanoplasti atelyelerine, asansörlere, kömür ve maden ocaklarına, alüminyumun ve magnezyumun elektrolitik olarak arıtılmasına, arıtma kaynağına, elektrikli tren, tranvay, trolleybüs ve bunlara benzer yerlerde güç vermekte kullanılırlar.

3 — Tayratron lambalar

Daha önce açıklanan sıcak katotlu fanatron lambalar genel olarak redresör yapımında kullanılırlar. İgnitron lambalar büyük redresör ve elektronik kontaktör olarak kullanılırlar. Tayratron lambalar ise endüstriyel elektronikte ayarlı redresör ve anahtar devresi meydana getirmek için kullanılırlar.

Bir tayratron lamba genel olarak bir vakumlu triyot lambaya benzerdir. Bir cam tüp içine anot, katot, kumanda elektrodu ve filaman yerleştirilerek tayratron lambalar meydana getirilir. Vakumlu lambalardan farklı olarak tayratron lamba içinde gaz (argon, hidrojen, xenon vs) ve cıva buharı olduğunu, ayrıca yukarıdaki elemanların özel olarak yapıp, yerine yerleştirildiğini belirtmek gerekir. Şekil 2-9 da tayratron lambanın sembolü ve yapısı görülmektedir.

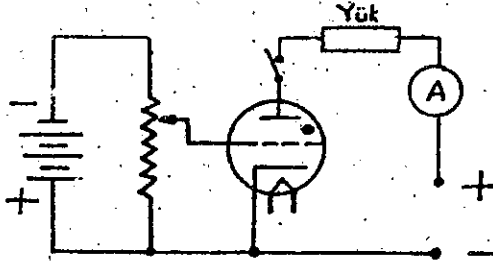
Yukardaki şekil incelenirse triyot lamba ile gazlı triyot (tayratron) lambanın yapısının farklı olduğu görülecektir. Vakumlu triyot lambalarda anot ile katot arasında bulunan gri, elektronların serbestçe geçebilmesi için, spiral, basamaklı, şeritli spiral şeklinde yapılmıştır. Gazlı triyotta ise anot ile katot arasında levha şeklinde gri bulunur. Bu grinin ortasında elektronların geçebilmesi için pencere veya yuvarlak delikler vardır. Bu grinin yapısı katottan anoda gidecek kaçak elektron-



Şekil: 2-9. Tetratron lambanın sembolü ve yapısı.

önlüyebilecek şekildedir. Aksi halde gri kontrolunun dışında kalarak kaçak hareket eden elektronlar lambanın ateşlenmesini sağlayabilir. Bunun sonucu lambanın kontrolü ve ayarlı olma özelliği ortadan kalkar.

Gazlı triyot lambanın çalışma prensibi vakumlu triyot lambanınkinden farklıdır. Arada bazı farklar vardır. Bu farklar gazlı triyotun özelliklerini belirleyene getirir. Bir tetratron lambayı Şekil 2-10 da görüldüğü gibi devreye bağlayalım.



Şekil: 2-10. Tetratron lambanın akım kaynaklarına bağlanması.

Anot pozitif, katot negatif olacak şekilde bir doğru akım kaynağı ile devresine bağlanın. Yine diğer bir doğru akım üretici gri negatif olacak şekilde lambanın kumanda devresi ile katot ucu arasında bağlanın. Lambanın filamanı iyice ısıdıktan sonra S anahtarı kapatılsın. Gri'nin negatifliğine bağlı olarak katottan çıkan elektronlar ya geri döneceklerdir veya anoda gideceklerdir. Eğer grinin negatifliği az ise katottan çıkan bir kısım elektronlar anota gelecek veya anot tarafından çekilecek-

44

dir. Devreye bağı yükten ve ampermetreden belirli bir değerde akım geçecektir. Gri gerilimini pozitif veya daha negatif olacak şekilde ayarlanarak bir direnç ile değiştirilebilir. Bu durumda anottan geçen akımın değiştiği görülecektir. Hatta gri devresine bir anahtar koyup gri gerilimini keserek dahi lambanın anottan akım geçirmeye devam ettiğini göreceğiz. Olay şu şekilde açıklanabilir. Katottan çıkan elektronlar negatif yükli griyi geçtikten sonra anot tarafından çekilirler. Elektronlar yollarına devam ederken gaz atomlarına çarparak gazların elektronlarını koparırlar. Gazlardan koparılan bu elektronlar katot elektronları ile birlikte anot tarafından çekilirler. Elektron kaybeden gaz atomları pozitif yüklü iyon durumuna geçerler. Bu olaya iyonlaşma veya iyonizasyon denir. Pozitif yüklü iyonlar katot tarafından çekilerek katottan elektron alır ve tekrar atom özelliğini kazanır. Bu atomlar aldıkları elektronlarla nötr duruma geçerler. Bu olaya iyonlaşmanın nötrleşmeye dönüşmesi veya deiyonizasyon denir. Pozitif yüklü iyonlar katot tarafından çekildiği gibi, negatif yüklü gri tarafından da çekilirler. Bu iyonlar grinin elektronlarını alarak grinin negatifliğini ortadan kaldırırken kendilerini yüksüz (nötr) gaz durumuna getirirler. Griyi ne kadar negatif yaparsak yapalım etrafındaki pozitif iyonlardan dolayı bu işlem gerçekleşmeyecektir. Bunun sonucu olarak ateşlenmiş bir tayaratron lambanın gri gerilimini değiştirmekle lambanın iletkenliğinin önlenemeyeceği anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki açıklamadan sonra vakumlu triyot lamba ile gazlı triyot lamba arasındaki fark daha iyi anlaşılır.

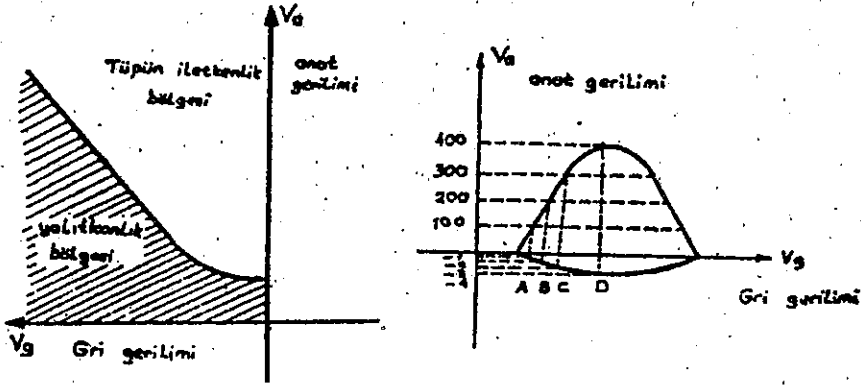
Tayaratron lambanın grisi, pozitif iyonlardan dolayı, lamba ateşlendikten sonra çalışmasını durduramaz. Pozitif iyonların katot tarafından çekilmesi ve katot etrafındaki negatif yükün bu iyonlar tarafından yok edilmesi katottan daha çok elektron emisyonunun yapılmasını kolaylaştırır. Bu sebepten aynı büyüklükteki gazlı triyot, vakumlu triyotta çok fazla akım vermektedir. Vakumlu triyotta anot akımını kesmek için gri geriliminin negatifliği artırılır. Gazlı triyotta ise bu işlem sonuç vermez. Ancak anot gerilimi kesilirse lambanın çalışması durdurulabilir.

Tayaratron lambalar daha çok alternatif akım devrelerinde kullanılırlar. Şekil 2-10 daki lambanın anot ve katot uçlarına alternatif akım verilirse alternansın durumuna göre anot pozitif olabilir. 1. alternansta anot pozitif olsun. Lambanın grisi bu alternansta lambayı ateşleyebilir. Ateşlemeden sonra alternansın sonuna kadar lambaya akım geçer. Gri bu akımı kesemez. Diğer alternansta anot negatif olduğundan elektronları iter ve lambanın akımı kesilir. Bu arada lambada iyonize olan gaz

lambaları yüklerini kaybederler ve nötr duruma geçerler. Bundan dolayı lampa yalıtkanlığını kazanır. 3. alternansta anot pozitif olur ve gri lambayı tekrar ilettime geçirir.

Tayratron lambada gri geriliminin değişimi ile lambadan akımın çıkışı arasındaki zamana "iyonize zamanı" denir. Lambaların iyonize zamanı yaklaşık olarak 10 mikrosaniye kadardır. Anot akımının kesilmesi ile sonra iyon yüklerinin sıfır olacağı ana kadar geçen zamana "deziyone zamanı" denir. Bu zaman tayratron lambalarda 100 ile 1000 mikrosaniye arasında değişir. Bu sebepten tayratron lambalar 500 sayısının üstündeki alternatif akım devrelerinde kullanılmazlar. Bununla beraber hidrojen doldurulmuş tayratronlarda deziyone zaman oldukça azaltılmıştır. Bu sebepten hidrojen gazlı tayratronlar daha yüksek frekanslı devrelerde de kullanılırlar.

Şekil 2-11 de bir tayratron lambanın kritik gri gerilim eğrisi verilmiştir. Kritik gri gerilimi, lambanın ateşlenmesini sağlayan polarma gerilimidir. Örneğin gri polarma gerilimi -4 volt iken eğer anot gerilimi 200 V. ise lampa ateşlenmez. Anot gerilimi 400 volta yükseltirirse lam-



Şekil: 2-11. Kritik gri gerilimi eğrisi.

banın ateşlendiği görülür. Bu eğriye göre anot gerilimi 400 volt olan bir lambanın kritik gri gerilimi -4 volttür. Eğer anot gerilimi sabit tutulmuş ise örneğin 300 volt, gri gerilimi -3 volta düştüğü zaman lampa ateşlenir, diğer gerilimlerde -6, -5, -4 voltta ateşlenmez. Çeşitli anot ve gri gerilimleri alınarak lambanın çalışma sınırları yani iletkenlik ve yalıtkanlık bölgeleri buunur.

Lamba devresinde anot gerilimi olarak doğru akım yerine alternatif akım kullanılmış ise lambanın çalışma gerilimi eğrisi şekil 2-11 de gö-

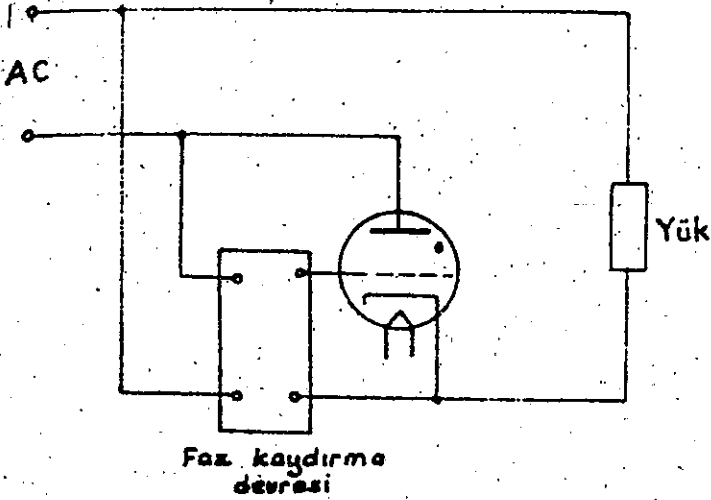
rüldüğü gibi düzgün değil, şekil 2-12 de görüldüğü gibi sinüs eğrisi şeklinde bir değişim gösterir.

Yukardaki eğrinin çiziminde de doğru akım eğrisindeki değerle alaklı. Anot geriliminin 100 volt olduğu anda -1 voltluk polarma gerilimi lambayı ateşler. Bu değer eğride A noktasını verir. Anot gerilimi arttıkça bunun 200 volt olduğunu düşünelim, -1 volt polarma geriliminden daha küçük olan -2 voltta lamba ateşlenir. Bu işlemlere devam edersek şekil 2-12 deki eğri A, B, C, D, E, F, noktaları ve devamı elde edilir. Dikkat edilirse bu eğrinin de sinüs eğrisine benzediği görülür.

Buraya kadar verilen eğrilerde tayratron lambaların negatif gri gerilimi ile ateşlendiği ve ilettime geçtiğini inceledik. Tayratron lambaların özel yapısına göre bir çok lamba pozitif gri gerilimi ile ateşlenmekte ve lamba ilettime geçmektedir. Eğer bir lambanın grisinde bulunan delikler büyük ise bu lambalar negatif gri geriliminde ateşlenirler. Gri negatif olduğu halde delikler geniş olduğu için katottan çıkan elektronlar deliklerden geçerek anoda gelirler. Bu delikler küçük yapılırsa, gri gerilimi negatif değil sıfır olsa dahi lamba ateşlenmez. Lambanın ateşlenebilmesi için küçük deliklerden elektronların geçmesi gerekir. Bunun için gri pozitif gerilimle beslenir ve elektronların geçişi, dolayısıyla lambaların ateşlenmesi sağlanır. Bu tip lambalara pozitif gri gerilimli lambalar denir. Endüstride genel olarak bu tip lambalar kullanılır.

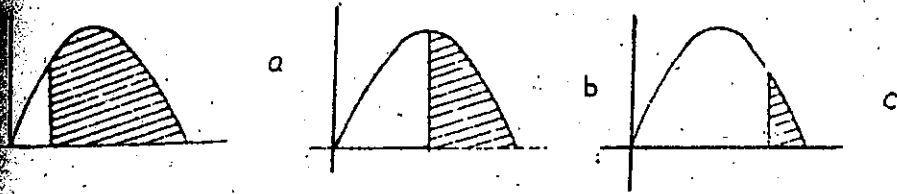
Tayratron lambaların kontrolü: Tayratron lambalar ignitron lambaları gibi elektrik devresinde anahtar görevini yaparlar. Sabit yükli bir elektrik devresinde yüke akım veren anahtar kapatılınca, devreden geçen akımı azaltıp çoğaltamayız. Devreden geçen akım ohm kanununa göre devre direncini ve devre gerilimini değiştirmekle değişebilir. Tayratron lamba devreyi açıp kapatılarak bir anahtar gibi çalışır, ayrıca bir reosta gibi devre akımını kontrol eder. Devre akımının kontrolü şekil 2-13 de görülen devre ile yapılır.

Lambadan geçen akımın miktarı, lambanın pozitif alternansa göre iletkenlik müddetine bağlıdır. Bir alternansın lambadan geçebilmesi lambanın ateşlenme anına bağlıdır. Şekil 2-13 de görülen devrede lambanın anodi-katot gerilimi ile kumanda elektrodu-katot arasındaki gerilimler faz değiştirme (faz kaydırma veya faz geciktirme) devresi ile birbirlerine göre kaydırılır. İki gerilim arasında ileri faz, geri faz durumları meydana getirilir. Şekil 2-13 deki faz değiştirme devresi ile gri gerilimi 30 derece geciktirilirse, alternansın başlamasında lamba uçlarında 40 beke gerilimi olduğu halde lamba ateşlenmez. 30. derecede ise gri gerilimi



Şekil: 2-13. Tıratron lambanın kontrolü.

aktif olur, lambayı ateşler ve lamba bu anda iletme geçer. Bu iletken alternansın sonuna kadar devam eder. Şekil 2-14 a da bu durum görülmektedir. Eğer faz değiştirme devresi lambayı alternansın tam ortasında ateşlerse, şekil 2-14 b. de görüldüğü gibi lamba yarım alternanstan itibaren akım geçirir. Şekil 2-14 c. de görüldüğü gibi faz kaydırma devresi lambayı alternansın sonuna doğru ateşlerse iletim zamanı daha kısa olur. Şekillerden anlaşılacağı gibi alternansların iletilen kısımlarının ortalama değerleri annırsa faz kaydırma açısına göre değişik değerler elde edilir. Yük direnci değişmediği halde ortalama yük gerilimi yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi değiştirilirse devreden geçen akım değeri de değişir.

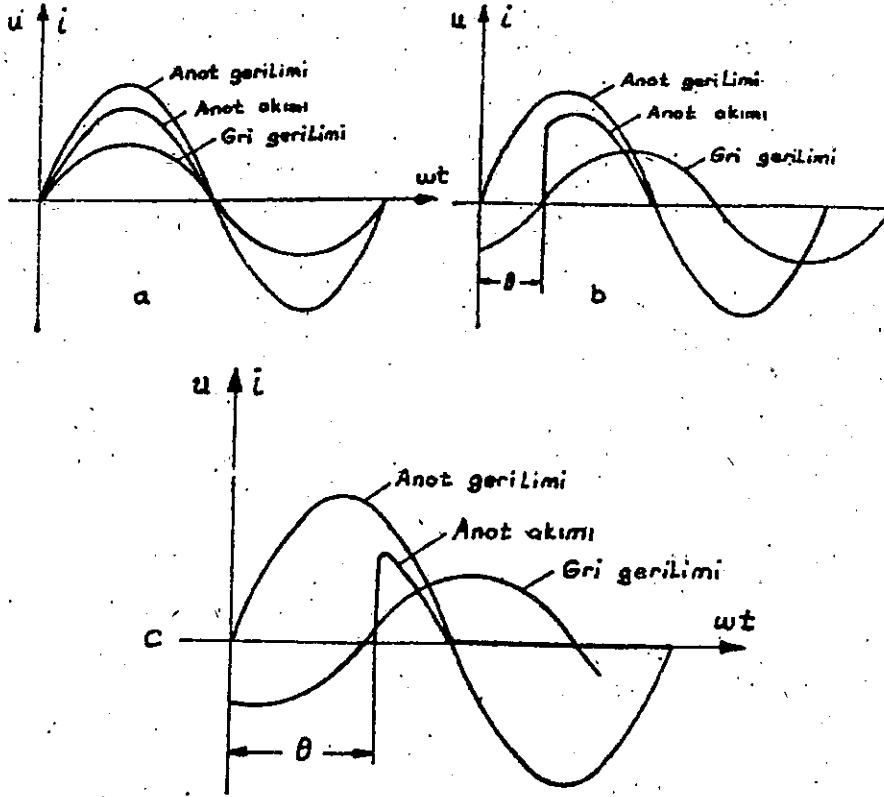


Şekil: 2-14. Değişik açılarda alternansın kesilmesi.

Şekil 2-15 te anot gerilimi, gri gerilimi ve anot akımı arasındaki bağlantı eğrileri gösterilmiştir. Eğriler kritik gri gerilimi sıfır olan bir

lambaya göre çizilmiştir. Kritik gerilimin sıfır olması demek gri potansiyel olur olmaz lamba anodu pozitif ise lamba ateşlenir ve iletme geçer olur demektir.

Şekil 2-15 a. da anot gerilimi sıfır iken gri gerilimi de sıfırdır. A anot gerilimi sıfırdan pozitive geçince gri gerilimi de pozitif olur. Bu a anot lamba ateşlenerek iletme geçer. Devreden anot akımı akmağa başlar. Anot akımı alternansın sonuna kadar yani alternans sıfır oluncaya kadar devam eder. Anot gerilimi negatif olunca gri gerilimi de negatif olur. Bu alternansta lamba yalıtkanlığını devam ettirir. Alternans pozitif olunca anot ve gri aynı anda pozitif olacağı için lamba iletken olur. Burada anot gerilimi ile gri gerilimi arasında faz farkı yoktur. Bu şekilde ten pozitif alternanslarda devreden akım geçer.



Şekil: 2-15. Anot, gri gerilimi ve anot akımı eğrileri.

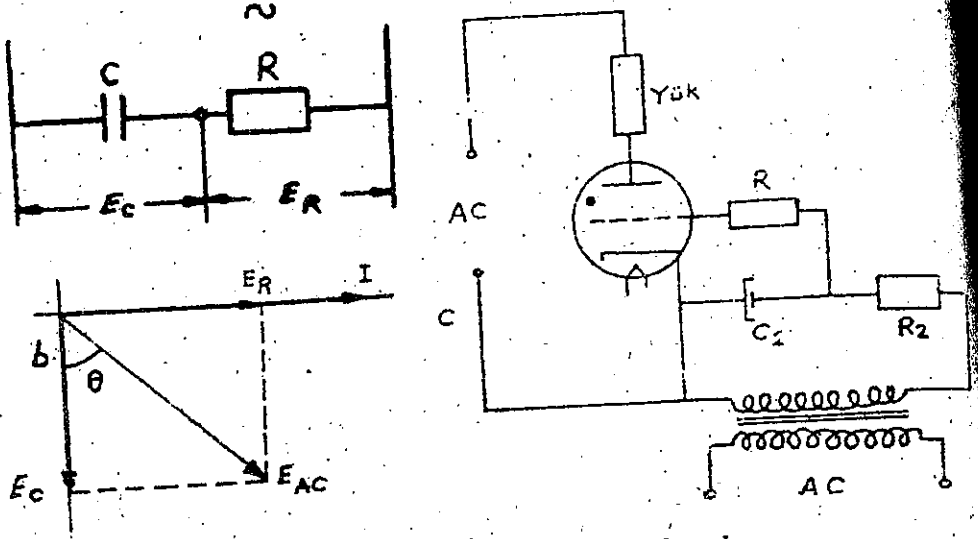
Şekil 2-15 b. de ise anot gerilimi ile gri gerilimi arasında θ açısı ka-
faz farkı vardır. Burada anot gerilimi ilerdedir. Anot gerilimi sıfır-
pozitive geçerken gri gerilimi negatiftir. Lamba ateşlenmez ve dev-
akım geçmez. θ açısı kadar zaman geçtikten sonra anodun poziti-
devam ederken gri pozitif olur ve lamba ateşlenir. Lamba bu an-
tibaren ilettime geçerek alternansın sonuna kadar devreden akım ge-
Anot gerilimi sıfır olduğu zaman gri gerilimi pozitif olduğu halde
devreden akım geçmez. Anot gerilimi tekrar pozitif olduktan θ açısı
lamba ateşlenir.

Şekil 2-15 c. de ise anot gerilimi gri geriliminden θ açısı kadar iler-
Burada iki gerilim arasındaki faz farkı bir önceki eğriye göre
farklıdır. Bu sebepten lamba ilk saykılın sonuna doğru ateşlenir. An-
bu anda anot gerilimi ile gri gerilimi birlikte pozitif olmuşlardır.
devreden kısa bir an için akım geçer ve bu akım alternansın sonunda
olur.

Yukarıda incelenen eğrilerden b ve "c" eğrilerinde faz farkını değiş-
mekle anot akımının değiştii görüldü. Bu durumda bir Thayratron
lambaya kumanda etmek için anot gerilimi arasında faz farkı yaratmak
gerekir. Üstelik bu faz farkında gri geriliminin daima anot geriliminden
önde olması gerekir.

Anot gerilimi ile gri gerilimi arasındaki faz farkı faz değiştirme dev-
leri ile elde edilir. Şekil 2-16 da bir dirençle bir kondansatörden olu-
faz değiştirme devreleri ile kontrol edilen bir Thayratron verilmiştir.
devrede bir direnç ve bir kondansatör seri olarak bağlanmışlardır.
onların ortak uçları düşük gerilimli bir alternatif gerilim kaynağına
bağlanmıştır. Şekilde bu elemanlar R2 ve C2 olarak gösterilmiştir. R ise
akımını sınırlayan dirençtir. Direnç ve kondansatörün seri bağlı oldu-
devreye bir alternatif akım verilirse, devreden geçen akım direnç uç-
rındaki gerilimle aynı fazdadır. Kondansatörün uçlarındaki gerilim ise,
kondandan 90° derece geridedir. Bu iki gerilimin vektöryel toplamı faz de-
ğ iştirme devresine uygulanan gerilimdir.

Şekil 2-16 a. bir dirençve bir kondansatörün seri bağlanmasını, şe-
kel 2-16 b. bu devrenin vektör diyagramını, şekil 2-16 c. ise faz kaydırma
Thayratron devresini göstermektedir. C2 kondansatörünün uçları Thay-
ratron lambanın katodu ile grisi arasına bağlanmıştır. Buradaki gerilim şe-
keke geriliminden θ açısı kadar geridedir. Dolayısıyla anot gerilimi ile gri
gerilimi arasında θ açısı kadar fark meydana gelir. Devredeki R2 veya



Şekil: 2.16. Faz değitirme ve devresi.

C_2 nin değerleri değistirilirse, θ açısı da değişir. Açının değişmesi ateşlemc zamanını değiştirir ve devre akımını ayarlar.

Cıva arklı lambalar

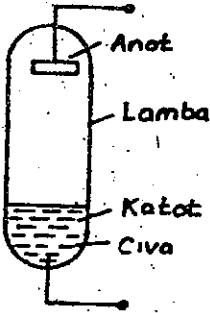
Bu lambalar büyük güçlü redresör yapımında kullanılmaktadır. Cıva arklı lambalarla yapılan redresörlere cıva buharlı redresörler denir. Bir cıva arklı lambanın yapısı şekil 2-17 de görölmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere metal veya camdan yapılmış bir kap içersine bir miktar cıva konmuştur. Buradaki cıva katot denen elektrodu meydana getirmektedir. Katodun karşısına grafitten yapılmış bir elektrod konmuştur. Bu elektroda anot denir. Lamba kabı metalden yapılmış ise iç kısmı bir yalıtkanla kaplanır. Camdan yapılmış ise camın ani ısı değişimlerine ve küçük darbelerle dayanıklı olacak özellikte seçilmesi gerekir.

Cıva arklı bir lamba şu şekilde çalışır. Lambanın elektrotlarına anot pozitif, katod negatif olacak şekilde bir gerilim uygulanır. Bu durumda devreden herhangi bir akımın geçmediği görülecektir. Eğer katot (cıva ısıtılacak olursa bir elektron emisyonu (yayılması) ortaya çıkacaktır. Bu elektronlar anot ve katottaki elektrik alanı içinde kalacak ve pozitif yüklü anot elektronları kendisine doğru çekecektir. Anottan katota doğru

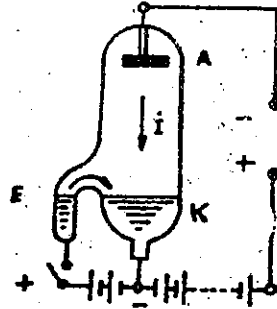
Elektrik akışı olacaktır. Aynı zamanda katottan çıkan elektronlar giderken civa buharı atomlarına çarparak iyonlaşmalarını sağlar. Katottan çıkan elektronlarla bombardıman edilen civa, elektronu bırakacak ve pozitif iyon durumuna geçecektir. Civa atomunun bu elektronlar anot tarafından çekilecek ve anodun toplam elektron miktarı artacaktır. Pozitif iyonlar ise anot tarafından itilip katot tarafından çekilecektir. Katoda gelen pozitif iyonlar katot elektronu olarak nütürleşecek, yani civa atomunu meydana getirecektir. Bu atomlar tekrar bombardıman edilecek ve açığa çıkan elektron miktarı artacaktır. Buradan anlaşılacağı gibi gazlı bir lambanın geçireceği akım vakumlu lambanınkinden çok üstündedir.

İyonların hızı elektron hızından 500-600 defa daha azdır. Yalnız miktarları daha fazladır. İyonlar katoda dönerken civanın yüzeyine çarparak bir ısı meydana getirirler. Bu ısı katodun sıcaklığını devam ettiren elektron emisyonunun devamını sağlar.

Civa arklı lambaların çalışabilmesi için katotlarının ısıtılması gerekmektedir. Bu durum belirtilmişti. Bunun için bir yardımcı elektroda veya ateşleme anoduna ihtiyaç vardır. Bu elektrotların yapısı ve çalıştırılması ateşleme yöntemine göre değişmektedir. Bunlardan en çok kullanılanları şunlardır.



Şekil: 1-18. Civa arklı lambanın çalışma ve ısıtılması.



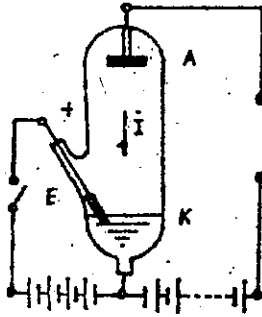
Şekil: 2-17. Civa arklı lambanın prensip şeması.

a.) Lambada civalı bir ateşleme elektrodu varsa: Şekil 2-18 de görüldüğü gibi iki ayrı bölmede, "K" kısmında ana elektrod, "E" kısmında ateşleme elektrodu bulunmaktadır. Lamba çalıştırılacağı zaman mekanik bir düzen ile tüp eğilmekte ve "E" ile "K" nin civaları birleşmektedir. Bu anda ark meydana gelmekte ve katod ısıtılmaktadır. Katod

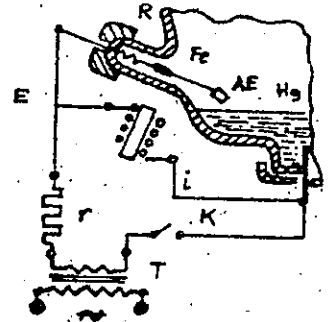
andıktan sonra anod-katod arasından elektrik akımı geçmeğe başlamakta ve tüp tekrar eski durumuna getirilerek "E", "K" arasındaki birleşme ortadan kalkmaktadır. Ateşlenen lamba kendi kendine ısıyı devam ettirmektedir.

b.) Lambada bir ateşleme anodu varsa: Şekil 2-19 da görüldüğü gibi tüpün içine "A" ve "K" elektrodlarından başka bir de "E" anodu konur. Buna ateşleme anodu denir. Lamba çalıştırılacağı zaman anahtar kapatılır. Doğru akım kaynağının pozitif ucu "E" yardımcı anoduna, negatif ucu katoda bağlanmıştır. Devreden geçen akım yardımcıelektrod ile katod arasında bir ark meydana getirir. Bu ark civarının buharlaşmasını ve katodun ısınmasını sağlar Üretici kısa devre olmaması için yardımcı elektrod bor karbün gibi direnci büyük olan yarı iletkenmalzemelerden yapılır.

Cıva arklı lambadan devamlı akım çekildiği zaman katod devamlı olarak iyon hareketinden ötürü ısınmaktadır. Devrenin yükü olmadığı zaman devreden akım çekilmeyecek, dolayısıyla lambanın arki sönecektir. Bu durumda lambayı tekrar çalıştırmak gerekecektir. Bu sakıncayı önlemek için lamba uçlarına yüke paralel bir direnç bağlanır. Bu direnç lambayı çalışır durumda tutma direnci denir. Bazen bu olmadığı veya iş görmediği zaman devre çalışmaz. Bunu önlemek için lambalara otomatik uyarım anodları ve devresi eklenmektedir. Şekil 2-20 de böyle bir devre görülmektedir. Şekil 2-20 deki devrenin girişine bağlı bir "T" trans



Şekil: 2-19. Ateşleme anotlu lamba.

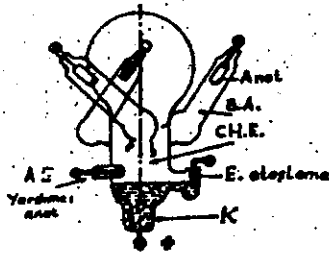


Şekil: 2-20. Otomatik ateşleme anotlu lamba.

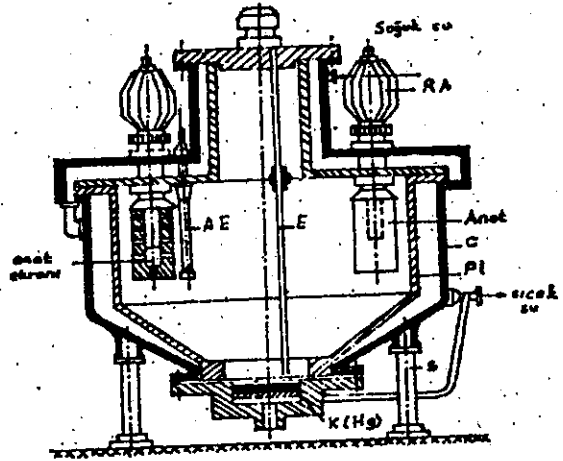
ormatoru ile ateşleme gerilimi elde edilir. Lamba içine "R" yayına bağlı "F" demiri ile "AB" ateşleme elektrodu konmuştur. "E" elektromikna

demirinin yanma konmuşdur. "M" anahtarı kapatıldığı zaman sekonderinden elde edilen akım "I" yoluyla "E" bobininden geçirilerek devreye getirir. Elektromıknatis "F" demirini çekerek devrenin civaya değmesini sağlar. Bu durumda yardımcı anot devresine devre olur. Bunun sakıncasını önlemek için devreye bir "r" diyor. Bu devre konmuşdur. Devre kısa devre olunca "E" elektromıknatisinin akımı "R" yayı ile "AE" eski durumuna gelir. Devre açılınca "E" tekerleğini çekerek "AE" yi tekrar civaya temas ettirir. Olayı bu şekilde tekrar ettirerek yardımcı elektrodun devamlı ark meydana getirmemesi için katodun sıcak kalmasını sağlamış oluruz. Devreyi durdurmak için "M" anahtarı açılır.

Civa arkli lambalar endüstride kullanılacağı güce göre ya cam tüp (Şekil 2-21) veya metal kaplı tüpten (Şekil 2-22) meydana gelir. Bu lambalarda arkın dolaylı 20-30 voltluk bir gerilim meydana getirmektir. Bu sebepten hafif akım devrelerinde bu lambalar kullanılmaktadır. Cam tüplü lambalar 800 amper 600 volt, 500 kilowattlık devrelerde redresör olarak kullanılmaktadır. Metal tüplü olanlar ise 7000 amper, 3 kilovoltluk değerlerde tek ünite veya seri, paralel bağlanarak daha büyük devrelerde kullanılmaktadır.



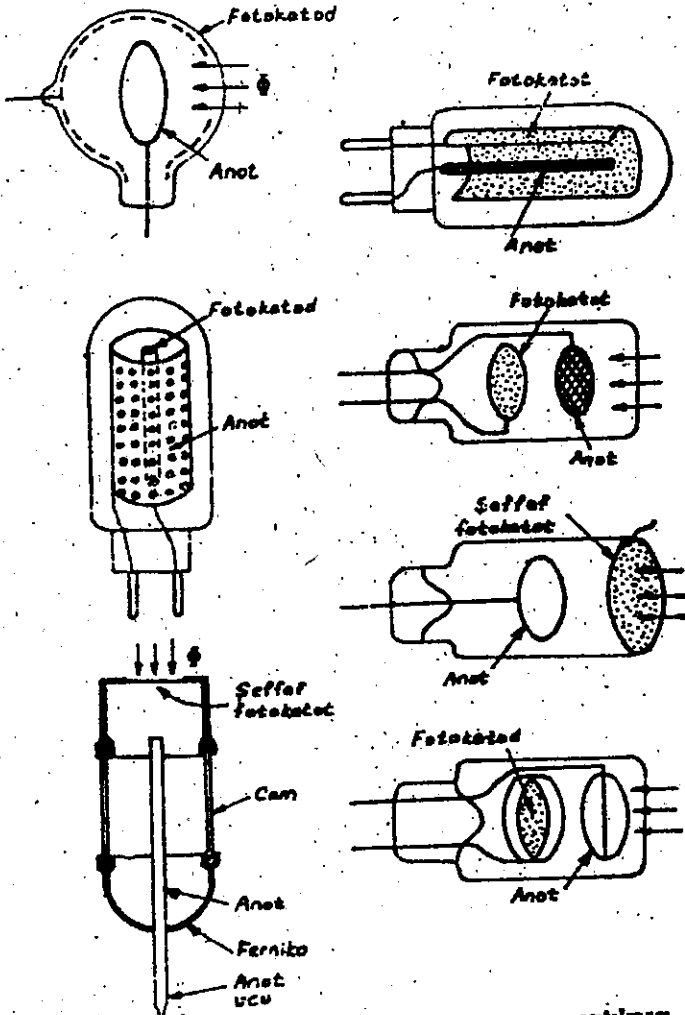
Şekil: 2-21. Cam tüplü lamba.



Şekil: 2-22. Metal tüplü lamba.

Civa arkli lambalarla yapılan redresörlerin avantajları şunlardır. Mekanik parçaları olmadığı için bakımı kolaydır. Ağır yüklerde çalışabi-

Fototüplere ait birkaç deneysel çalışma aşağıda anlatılmıştır. Uygulamalara ait devre diyagramı Şekil 2.23. te görülmektedir. Şekil 2.23.a da fototüpe 1 Megaohm'lık bir direnç seri olarak bağlanmış bir "U" gerilim kaynağı uygulanmıştır. Bu gerilim kaynağının değeri değiştirilebilen "U" gerilim kaynağı uygulanmıştır. Bu tür uygulamaların doğru gerilim değeri 90 volt olduğunda emisyon yüzeyi aydınlatılacak olursa, mikroampermetreden 3 mikroamperlik bir akım geçtiği görülebilir. Anot ve katot arasında elektriksel bir bağlantı vardır.



Şekil: 2-18. Civa arklı lambanın çalışma ve ısıtılması.

İr. Kısa devrelere çok kısa bir an için dayanabilir. Aynı akım değeri çeşitli gerilimler de çalışabilir. Örneğin 110, 220, 380 volt gibi.

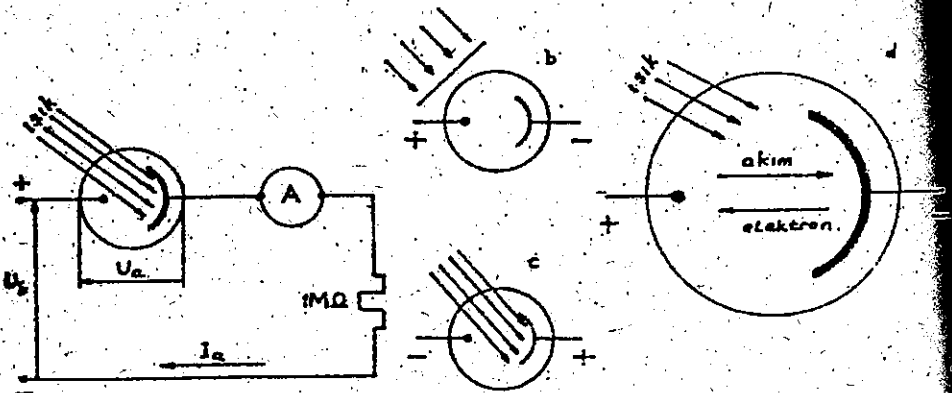
Sakıncaları, cam tüpten yapıldığı için kırılgandır. Ömrü bir hayli sadır. 6000 ile 12000 saat arasında değişmektedir. Elde edilen akım gün doğru akım değil, dalgalı akımdır. Tüpteki elektrot sayısı arttıkça akım düzgünleşmektedir. 30 voltluk gerilim düşümü meydana getirmek için alçak gerilim ve hafif akım devrelerinde kullanılmazlar.

Cıva arklı lambalar elektrik akımını bir yönlü iletirler. Anot pozitif katod negatif olduğu zaman, katod ısıtılarak lamba ateşlenirse akım anottan katoda doğru gider. Bunun aksine anot negatif, katod pozitif olduğu için devreden akım akmaz.

B — Fotosel lambalar

Buraya kadar incelenen konularda vakumlu ve gazlı lambalar görüldü. Bu lambalardan başka bir de ışık ile çalışan veya ışıktan etkilenen elemanlar vardır. Bu elemanlara ışıktan etkilenerek enerji değişimini yapan anlamına gelen fotosel lambalar, fotoselül elemanlar denir. Bu elemanlar fototüp, fotoiletken, foto-voltaik pil, fotodiyot, fototransistör, fototristör gibi isimler almaktadırlar. Bunlardan birkaçı aşağıda kısaca anlatılmıştır.

1 — Fototüp : Bunlara fotoemisyona tüpler de denir. Tüpün içi 10 mm cıva basıncına kadar boşaltılmıştır. Tüpün iki elektrodu vardır, bunlar anot ve katoddur. Katodun üzerine elektron emisyonu yapan potasyum, sezyum gibi maddeler sürülmüştür. Anot ise metal bir telde



Şekil: 2-17. Cıva arklı lambanın prensip şeması.

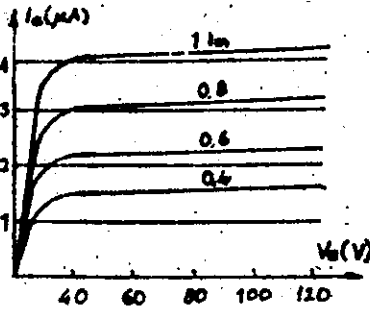
tı (iletken yol) olmadığı halde devreden bir akım aktığı böylelikle görülmüş olur. Katodu Şekil 2.23.b'de görüldüğü üzere siyah bir kağıt ile kapalıdır. Bu anda akımın sıfır olduğu görülür. Şekil 2.23.c. de olduğu gibi bir katod ile anot arasındaki gerilimin kutuplarını değiştirelim. Katoda ışık düşse de düşmese de akımın sıfır olduğu görülür.

Selül (katod) aydınlatıldığı zaman, üzerine gelen ışıklı elektromagnetik radyasyonları alır. Bu radyasyonlar emisyon yapan yüzeyde bir foton (ışık enerjisi) bombardımanı yaratır. Bu enerji elektronları koparabilecek değerde ise katoddan elektronlar ayrılır ve anot tarafından çekilerek bir devre meydana getirirler. Bu duruma göre elektronlar katoda değil anoda, elektrik ise anottan katoda doğru akar. (Şekil 2.23.d.).

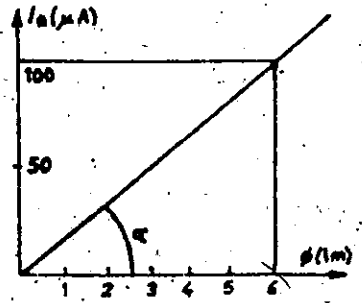
Şekil 2.24.a., b., c., d., e., f. ve g. de çeşitli foto-tüpler görülmektedir.

Foto-tüplerin Ia-Va karakteristiği: Şekil 2.25. deki karakteristik eğriler, ışık şiddetlerinin çeşitli değerleri için akımın değişimini, anot geriliminin fonksiyonu olarak verilmiştir. Anot geriliminin belirli bir değerinde (20 ile 40 volt) doyma meydana geliyor ve akım birkaç mikroamperde sabit kalıyor.

Şekil 2.26. da ışık şiddetleri ile anot akımının nasıl değiştiği görülmektedir. Anot akımının ışık şiddetine oranına statik duyarlık denir. Statik duyarlık; $S = I_a / \phi$ sabittir. I_a akımı aydınlatmaya bağlı olarak duyarlı yüzeyin ölçüleri ile sınırlanmıştır. Şekil 2.27. de iki foto-katod akımının, ışık dalga boyunun fonksiyonu olarak değişimi görülmüştür. Foto-katodun duyarlığına göre, göz ile görünmeyen ışınlar olan enfraruz,

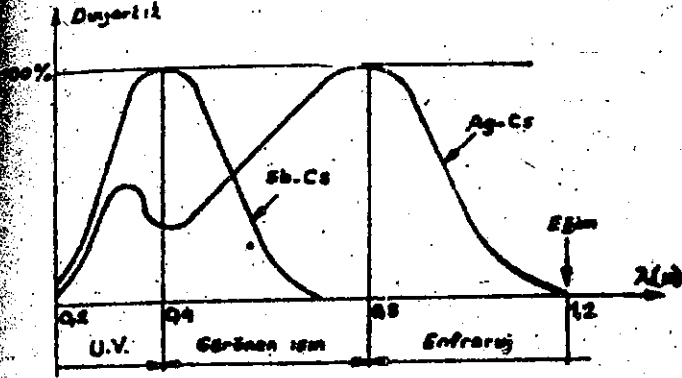


Şekil: 2-25. Bir Ag-Cs foto-katodu için I_a (V_a) karakteristiği.



Şekil: 2-26. Işık şiddetleri ile I_a arasındaki değişimi karakteristiği.

ışınlar) ve ultraviyole (mor ötesi ışınlar) ışınlarında da işe alınabilir. Dolayısıyla gözlerimiz görmediği halde bu ışınlarla kuşakları oluşturulabilir.



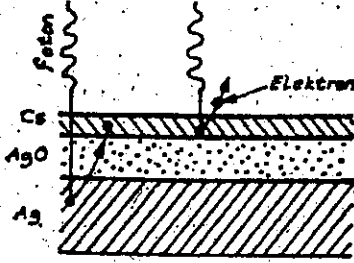
Şekil: 2-37. Foto-katodlar ve ışık şiddetleri karakteristiği.

İnsanın karanlık (karartma) akımı 0,1 mikroamperin altında bulunur. İşılatma akımı ışık şiddetine göre değişir. Foto-katodların yüzey alanına göre, 0,2 ile 8 cm arasında değişir. Anot gerilimi bir kaç yüz voltta kadardır. Çalışma sıcaklığı 50°C ile 100°C arasında

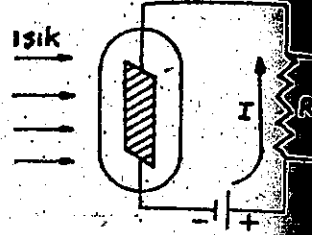
bulunmaktadır. En çok kullanılan foto katodlar şunlardır: Gümüş-ses-
yum foto-katod, bunların maksimum duyarlığı 0,8 mikrondur. Duyarlığı
görünen ışın dalgasından daha ileri uzanır (1,2 mikron).

Sesyum foto-katod, bunun duyarlığı insan gözününküne
benzerdir. Frekans eğrisi 0,65 mikron ve maksimum duyarlığı 0,42
mikrondur. Beyaz ışıpta akımı 60 mikroamper/lümen'e ulaşır. Şekil 2.28.
Foto-katodta fotonların elektronları nasıl açığa çıkardığı görülmek-

tedir. Kullanıldıkları yerler: Ölçü aletlerinde (fotometre, kolorimetre,
fotometre), sonor sinema, sayıcı, güvenlik cihazlarının çabuk-
kuvvet kontrolünde, duman detektöründe duman detektörü olarak,
alarmı, ışığın kontrolü, ayarı gibi yerlerde kullanılırlar



Şekil: 2-28. Gümüş-sezyum foto-katodu.



Şekil: 2-29. Fotodirenç.

2 — Fotodirenç (iletken) Sellüler (Fotosel) :

a.) Prensipte : Fotodirenç (foto-iletim de denir) sellülerin iletkenliği ile değişen maddeler ihtiva ederler. Sellülerin omik radyasyon dalgı boyları ve ışık şiddetinin fonksiyonu olarak özellik sadece yarı iletkenlere aittir.

Eğer şekil 2-29 daki üreteç ve foto-sellül devresine seri direnci bağlanırsa, sellülün aydınlatılmasıyla orantılı olarak değişen akımı, "R" direnci uçlarından değişik değerli gerilim elde edilebilir.

Fotonlar yarıiletkenden (sellüle konan aktif maddeler yapıyor) oyuk-elektron çiftlerini serbest bırakırlar. Sellüde katoda geçen elektron sayısı, oyuk sayısının çokluğu oranında artmaktadır. Yarıiletkenin saflığı çok önemlidir.

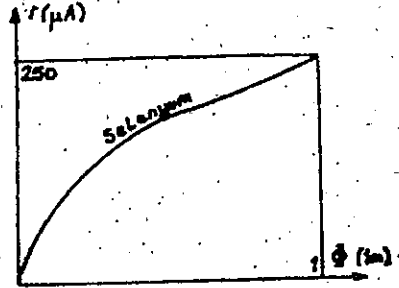
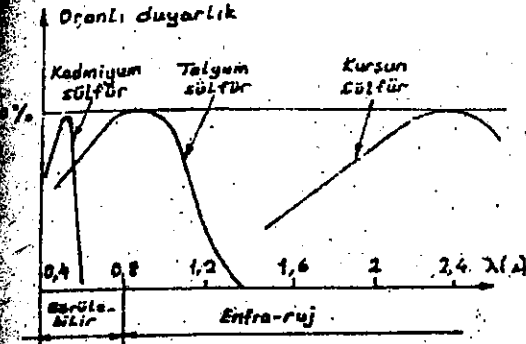
b.) Materyaller : Önceleri sellül yapımında selenyum kullanılırdı. Birkaç seneden beri duyarlılığı selenyumdan on kat yüksek olan tellür kullanılıyor. Aşağıdaki tabloda sellül yapımında en çok kullanılan maddeler görülmektedir.

Talyum (Thallium) sülfür daha duyarlı olduğu için ve tellürün ışıkla teması nedeniyle daha iyi olduğu için selenyumun yerini almıştır. Bismüt sülfür selenyuma nazaran 1000 defa daha duyarlıdır ve frekanslı devrelerde bile kullanılabilir. Kurşun bileşikleri en duyarlı olanlarıdır. Kurşun sülfür 3,5 mikron, kurşun selenyum 5 mikron, tellür 7 mikrona kadar duyarlıdır.

Tablo 2-1 Foto-direnç selül yapımında kullanılan maddeler

	Maksimum duyarlık için	Eğimi	Ortalama duyarlık
Selenyum	0,4 mikron	0,8 mikron	1 mA/Lümen
Sodyum sülfür	0,9 mikron	1,3 mikron	10 mA/Lümen
Kadmiyum sülfür	0,52 mikron	0,6 mikron	10 mA/Lümen
Kurşun sülfür	2,5 mikron	3,5 mikron	3 mA/Lümen

c.) Kullanılma karakteristikleri: Foto-emisyonlu tüplerde olduğu gibi bu karakteristikler şunlardır. Statik ve dinamik duyarlık ile tayf eğrisi, karanlık akımı, duyarlı yüzeyin besleme gerilimi, selülün çalışma sıcaklığı v.b. dir. Şekil 2-30 şekil 2-31 ve şekil 2-32 de görülen selenyum



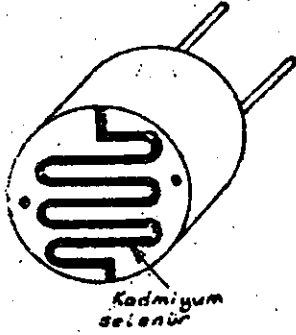
Şekil: 2-30. Foto-selülün duyarlık eğrisi. Şekil: 2-31. Foto-selülün tayf eğrisi.

Selül, selenyum buharı cam üzerindeki altın veya platin şerit üzerine püskürtülerek elde edilir. Akım bir elektrottan diğerine geçebilmek için şeritleri takip etmek zorundadır.

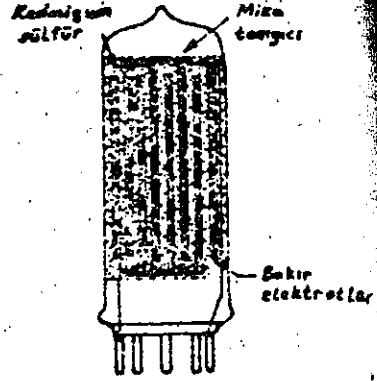
Şekil 2-33 de bir kadmiyum seleniürlü selül görülmektedir. Kadmiyum seleniür camın altında buhunan helis şeklindeki karbon yatağı üzerine konur.

Şekil 2-34 de bir minyatür ampul üzerine konan kadmiyum sülfürlü selül görülmektedir. Ana ve ara elektrotlar bakırdan yapılmıştır.

Şekil 2-35 de kurşun sülfürlü selül görülmektedir.



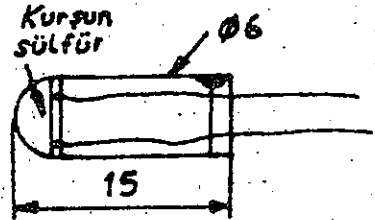
Şekil: 2-32. Selenyum selül.



Şekil: 2-33. Kadmium sülfürlü selül.



Şekil: 2-34. Kadmium sülfürlü selül.



Şekil: 2-35. Kurşun sülfürlü selül.

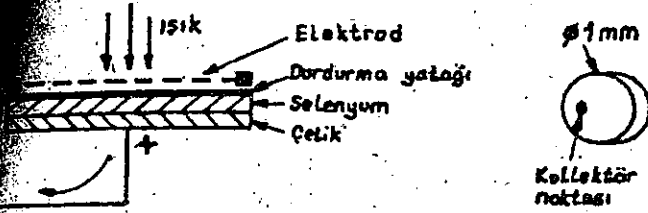
f.) Foto-direnç selüllerin kullandıkları yerler : Foto-direnç selüllerin az yer isgal etmesi, yardımcı elemanlarının basit olması ve çıkış akımının yüksek olması nedeniyle çok önemli uygulama yerleri vardır. Bunlardan birkaçı şöyle sıralanabilir.

Yürüyen merdivenlere ve otomatik kapuların açılmasına kumanda
Aydınlatmaya kumanda etmek için,
Işık ve aley kontrolünde,
Duman kontrolünde,
Bazı cisimlerin sayılmasında,
Otomatik kameralarda,
Televizyonda kontrast ayarında kullanılır.

3 — Foto-voltaik elemanlar :

a.) Prensibi : Şekil 2-14 deki bağlantıyı ele alalım, bunun alt tarafına bir çelik levha, çeliğin üzerine yarıiletken olarak selenyum, selen-

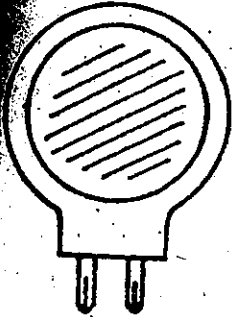
Yarı saydam bir altın veya platin elektrot ile devre devredeki elektriksel olayı görebilmek için devreye elektrot konsun. Elektrot üzerine ışık gelmediği zaman ampermetre ibresi sıfır gösterir. Işık geldiği zaman ampermetre ibresi hareket eder. Foto-pile ışık çarpınca fotonlar yarıiletkenden elektronlar sınır yüzeyini geçerek elektroda ulaşırlar. Elektronlar akarak diğer tarafındaki metali (çelik levhayı) doldurur (doldurur). Böylece bu elemanın bir tarafında pozitif, diğer tarafında negatif kutup oluşur. Bu olaya foto-voltaik olay denir.



Şekil 2-36. Fotopil ve fotovoltajik olay.

Şekil: 2-37. Minyatür selül.

Fotopillerin çeşitleri: Selenyum selül, şekil 2-36 da görüldüğü gibi, genellikle çelik bir levha üzerine 0,1 mm kalınlığında bir selenyum katmanı, bunun üzerine yarı saydam platin levha konur. Gümüş bir elektrot dışarı çıkartılır. Selenyum selül, saydam özel bir vernikle kaplanarak kaplanır.



Şekil: 2-38. Normal selül.



Şekil: 2-39. Çoklu selüller.

Şekil: 2-39. Çoklu selüller.

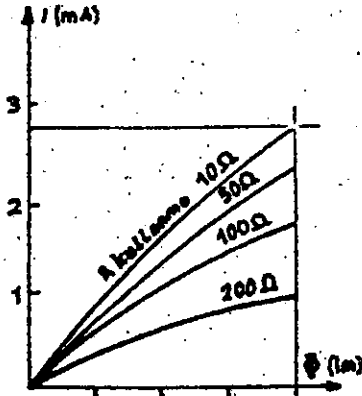
Minyatür selüller, şekil 2-37 de görüldüğü gibi, bunların dış çapı 1 mm. den çok küçüktür. Üzerlerinde bir veya bir çok elektrot ucu bulunur.

Normal selüller, şekil 2-38 de görüldüğü gibi, bunlar dikdörtgen daire şeklinde yapılırlar. Bir veya iki ucları bulunur. Selüller, fleks sentetik kauçuk gibi koruyucu bir kutu içine konurlar. Kullanılacağı göre broş veya akort vidası ile tutturulurlar.

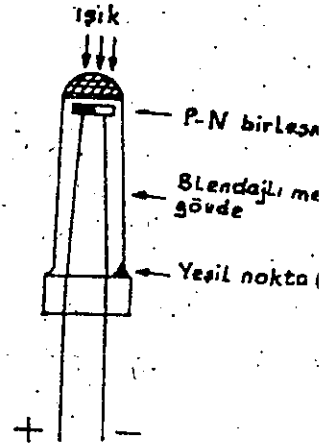
Çoklu selüller, şekil 2-39 da görüldüğü gibi, bu selüller yalıtkan bir yıcı üzerine konan seri bağlı baskı devreli (emprime) elemanlardan dana gelir. Bunların verdiği gerilim oldukça yüksektir. Sinek gözü de 144 elemandan oluşan bir selülün uçlarından 80 volta yakın gerilim a

Kurşun sülfürlü selüller, büyük bir duyarlığa sahiptir. Tayf ka teristiğine enfraruj ışınları da dahildir. Bu tip selüller bilhassa a nomide kullanılır.

c.) Foto-pillerin karakteristiği : Şekil 2-40 ta bir selenyum pilinin akım-ışık karakteristiği görülmektedir. Işık şiddeti ile elde e akım kullanılan devre direnci ile ters orantılı olarak değişir. Selül yü leri genel olarak büyük yapılır. Selenyumlu foto-pillerin duyarlığı 14 600 mikroamper/lümen arasında değişir. Foto-piller 70°C tan yukar cakhıklarda iyi çalışmazlar. Daha yüksek sıcaklıklarda bozulurlar. F pilin ışık ile temas etme zamanına bağlı olarak duyarlı tabakanın e azalır. Işığın kesilmesi ile selül yeniden eski özelliğini kazanır. Selül şiddetli ıskta çalışırsa ömrü kısılır.



Şekil: 2-40. Bir selenyum foto-pilinin akım-ışık karakteristiği.



Şekil: 2-41. Foto-diye.

Foto-pillerin kullanıldıkları yerler : Bu selüllerin çalışması için bir ışık kaynağına ihtiyaç olmadığından kullanılmaları çok kolaydır. Lüks-metre ve pozmetre gibi taşınabilir cihazlarda kullanılır. Tristörlerin kumanda elektroduna bağlanarak devre açıp, kapatabilirler.

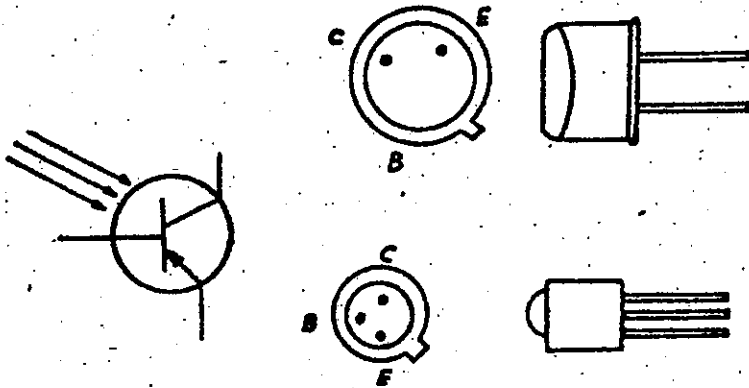
Foto-diyot : Foto-diyotlar bir metal üzerine konan NP birleşimindedir. Burada kullanılan yarıiletken germanyum ve silisyumdur. Foto-diyodun çalışabilmesi için bir doğruakım kaynağına bağlanmalıdır.

Foto-diyot mikro NP birleşmesi koruyucu metal bir kutuya konur. Bu kutu ışıkta blenda görevinde yapar. Işık üst taraftan mercekli bir delikten girer. Şekil 2-41 de bir foto-diyot görülmektedir. Foto-diyot çok duyarlıdır. Foto-diyodun ölçüleri çok küçüktür.

Foto-diyotların randımanları yüksektir ve % 10 civarındadır. Bu randıman germanyumda % 1 dir. Silisyum diyotların duyarlığı kırmızı ışıkta yüksektir, yani yaklaşık olarak 0,75 mikrondur. Germaniyum selüllerin yeşil ışığında duyarlılıkları 1,5 mikrondur. Etki zamanları biraz uzundur. Bu değer birkaç saniyedir. Duyarlılıkları 50 mA/Lümen'e kadar olabilir.

Foto-diyotlar, filmlere kaydedilen sesin okunmasında, tristörlere kumanda etmekte kullanılırlar.

Fototransistörler : Foto-transistörlerde ışık yarıiletkene taban tarafından çarpar. Buradan elde edilen akım transistör tarafından yükseltilir. Bir foto-transistörün duyarlığı çok yüksektir. Foto-transistörün duyarlılığı çok yüksektir. Foto-transistörün duyarlılığı çok yüksektir. Foto-transistörün duyarlılığı çok yüksektir.



Şekil 2-42. Çeşitli foto-transistörler.

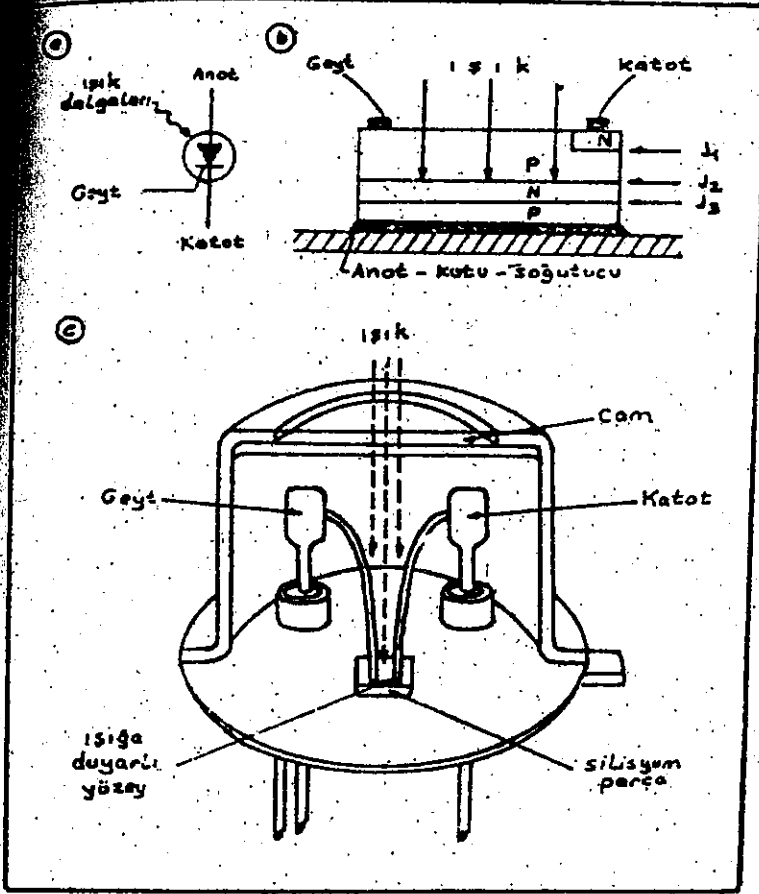
sistörde duyarlık yaklaşık olarak 3 A/Lümen'dir. Foto-transistörler herce vatlık bir güçte kumanda edebilirler. Şekil 2-42. de foto-transistör örnekleri görülmektedir.

6 — Foto-tristörler : Yukarıdaki konularda incelenen foto-tüp, iletim, foto-voltaik pil, foto-diyot denen elemanların görevleri fototristör tarafından yapılabilmektedir. Dolayısıyla fototristör yukarıda adı geçen elemanların yerini kolayca almaktadır. Foto-tristörler alarm devrelerinde, koruma devrelerinde, röle devrelerinde, lojik devrelerde ve optoelektronik (elektronik optiğinde) devrelerde büyük bir avantajla kullanılmaktadırlar.

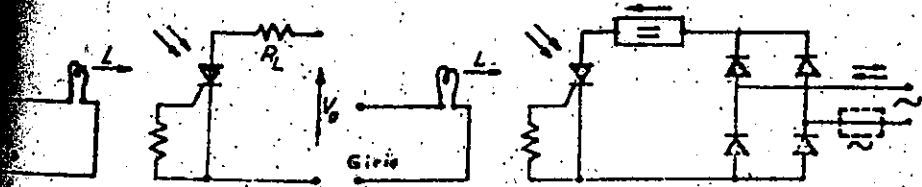
Foto-tristör klasik bir tristör gibi imal edilmektedir. Aynı karakteristik değerlere (büyüklüklere) sahiptir. Özellikle kapısı (geyti) tarafından kolayca ilettime geçirilmektedir. Bundan başka foto-tristörün üst kısmının üst tarafına ışık geçiren bir pencere konmuştur. Pencereye ışık ve enfraruj ışınlar geçerek foto-tristörü uyartır. Işınların fotonları silisyumda elektron-oyuk çiftleri oluşturur. Bunlar birleşme yüzeyinin iki tarafında ayrı ayrı bulunur. Tıpkı bir transistörün tabanı (beyaz) polarize edilmiş gibi elektron ve oyuk akışı başlayarak foto-tristörün ilettime geçer. Klasik tristörde kapı (geyt) ucuna verilen iletim akımı, foto-tristörde fotonlar tarafından oluşturulur. Şekil 2-43 a. da foto-tristörün sembolü, şekil 2-43 b. de yapısı, şekil 2-43 c. de ise genel görünümü verilmiştir.

Bir foto-tristörün duyarlığı 1 m. lik dalga uzunluğuna kadar artar. Bunun dışındaki değerlerde azalır. Böylece görünen ışınlarla ve enfraruj ışınlarla daha duyarlıdır. Ultraviyole ışınlarla ise duyarlığı azdır. Normal gerilimde çabşan tungsten flemanlı bir lambanın ışık tayfı maksimumu 1 ile 1,2 mikrometrelik bir dalga uzunluğu meydana getirmektedir. Bu değer bir foto-tristörün kumandası için yeterlidir, iletimi sağlayan minimumum aydınlatma, santimetre kareye birkaç milivattır. Bir foto-tristörün penceresinin aydınlanması, aydınlatın lambanın ışık şiddetine bağlıdır. Bu durumda lambanın uzaklığına bağlıdır. Bu durumda lambanın uzaklığını iyi seçmek gerekir. Eğer zayıf bir ışık kaynağı kullanmak gerekiyorsa, ışığı bir mercek ile foto-tristörün penceresine toplamak gerekir.

Foto-tristörlerin uygulama alanlarına bir örnek olarak foto-tristörli röle verilebilir. Işık ile ateşleme (ilettime geçirme) sistemi kullanıldığında zaman kapı (geyt) -k atod arasında bir direnç bağlanır. Giriş devresi ile yük devresi elektriksel olarak ayrılır (yalıtılır). Şekil 2-44 te böyle bir devre görülmektedir. Eğer "V" doğru gerilim ise, röle çalışmayacaktır. "T"



Şekil: 2-43. Foto-tristör.

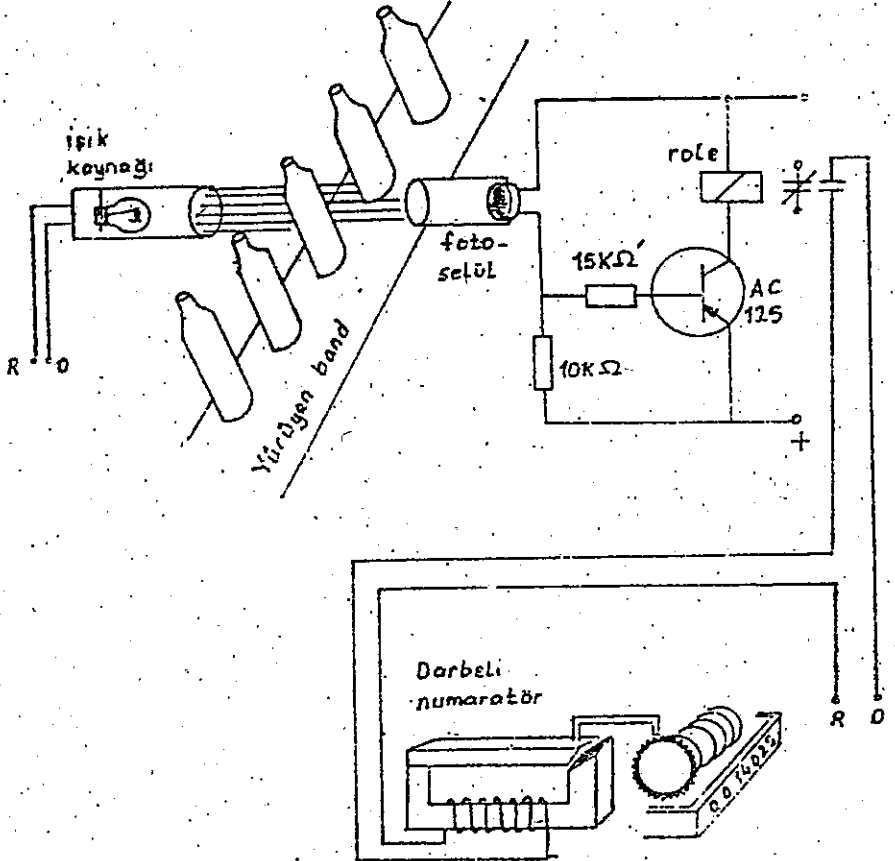


Şekil: 2-44. Foto-tristörlü röle devresi.

görülmektedir. Eğer "V" doğru gerilim ise, röle çalışmayacaktır. "L" ışınları foto-tristöre verince iletim başlayacak ve "V" gerilimi röle uçlarında bulunarak röleyi çalıştıracaktır. Eğer, "Ve" alternatif gerilim ise, her periyotta bir defa iletim sağlanır. Bir alternansta foto-tristöre iletime geçer, diğerinde yalıtkan duruma geçer. Alternatif akım kaynağına bir doğruakım diyot köprüsü bağlanırsa, röle uçlarında şekil 2-4-b. de görüldüğü gibi doğru gerilim bulunacaktır. Buradaki röle bir koluma, bir sayıcı veya bir açma ve kapama devresine otomatik kumanda da edebilir.

Işıkli seküllere alt uygulamalar :

a.) Elektronik sayıcı : Şekil 2-45 te bir elektronik sayıcı şeması ve bağlantı devresi görülmektedir. Sayılacak imalat maddesi foto-selül il

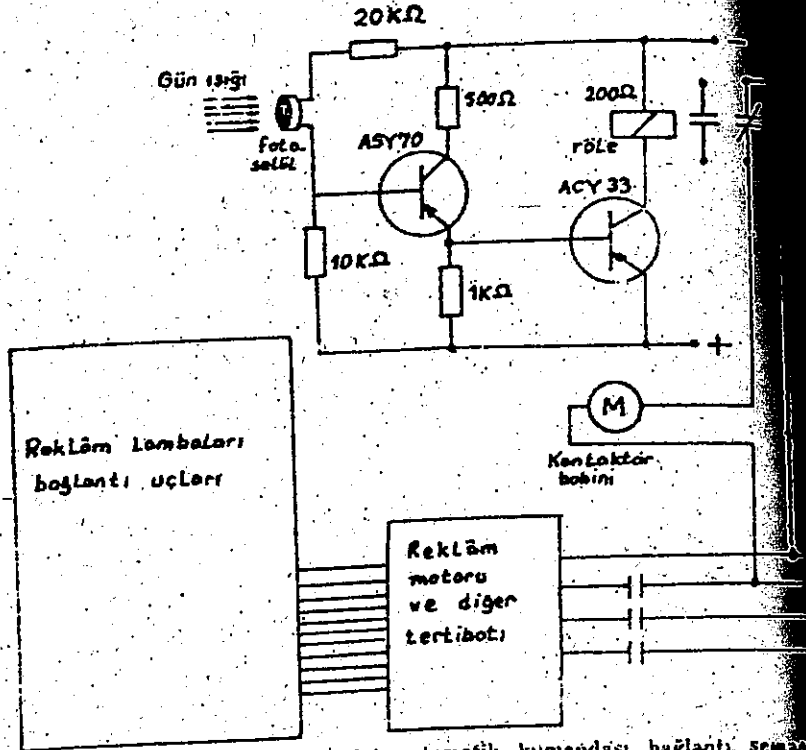


Şekil: 2-45. Elektronik sayıcı devresi.

ışık kaynağı arasındaki geçirilir. Bu tesis kurulurken hiç bir zaman bandından geçen seri imalata dokunulmaz. Sadece selül ve selüle ışık gönen akım kaynağı imal edilen malzemeyi taşıyan bandın iki tarafına olur. Işık kaynağından çıkan ışınlar, önünde imal malzemesi yok ise, selüle çarpar, onun direncini azaltır ve T1 transistörünün taban (beyz) akımını artırır. Buradan geçen akım T2 transistöründe yükseltilir. Rôle paletini çekerek röleden akım geçer. Rôle paletini çekerek numaratorö (sayıcıya) akım verir. Numaratorö bobini paletini çekerek sayıcı diskine çarpar ve bir rakamın kaymasına sebep olur. Işık kaynağı ile selül arasındaki sayılacak cisim girerse, selülün direnci ışık görmediği için çok yüksektir. Dolayısıyla T1 transistörünün tabanından akım akmayacaktır. Bundan dolayı rölenin akımı kesilecek, röle çektiği paleti bırakacak ve numaratorö giden akım kesilecektir. Sayılacak cisim yürüyen bandı durdurmasıyla yer değiştireceği için ışık selüle çarpacak, yükseltecin rölesi röle paletini çekerek numaratorö akım ve bir sayı daha yazılacaktır.

Elektronik sayıcılar sadece fabrikalarda imal edilen malzemeyi değil, fabrika, tren, stadyum, spor gösterileri gibi yerlerde içeriye giren insanları da sayar. Ayrıca köprü ve karayollarından geçen araçların sayımını da kullanırlar. Buralarda veya istenen bir yerde sayıcı tesisi kurulmak istenirse, yukarıdaki montaj aynen yapılabilir. Yalnız sayılacak cismin tek tek selül ve ışık kaynağının arasından geçmesi gerekir.

b.) Işıklı reklam tesisinin otomatik kumandası : Foto-selüller şekil 146'da görüldüğü gibi reklam tesislerini otomatik çalıştırma ve durdurma işlemlerinde kullanılırlar. Diğer uygulamalarda olduğu gibi devreye konan ışığa duyarlı bir foto-selül, yükselteç, röle, kumanda devresi ve güç kaynağı devresi esas devreyi meydana getirmektedir. Gündüz olduğu zaman selüle gelen ışık selülün direncini azaltarak yükseltecin çalışmasını sağlar. Böylece devrenin röle paletini çekerek reklam tesisinin kumanda devresini keser. Kumanda devresi kesik olan reklam çalışmaz. Akşam olup, hava karardığı zaman selüle ışık gelmeyeceği için selül ve yükselteç çalışmayacaktır. Rölenin akımı kesildiği için röle paletini bırakacaktır. Bırakılan palet reklam tesisinin kumanda kısmını çalıştıracak ve reklam tesisi çalışmaya başlayacaktır. Tesisin çalışması selüle gün ışığı gelinceye kadar devam edecektir. Sabah olduğu zaman her taraf aydınlandığı için röle selül ve devresi yardımıyla reklam tesisini durduracaktır. Bu şekilde otomatik çalışan reklam tesisier bazan gündüzleri de çalışmaktadır. Bu çok yağmurlu havalarda hava kapalı iken olmaktadır. Bilindiği gibi hava kapalı olunca selüle ışık gelmeyecektir. Selüle ışık gelmediği için yükselteç rölenin akımını keser.



Sekil: 2-46. Işık reklam tesisinin otomatik kumandası bağlantı şeması

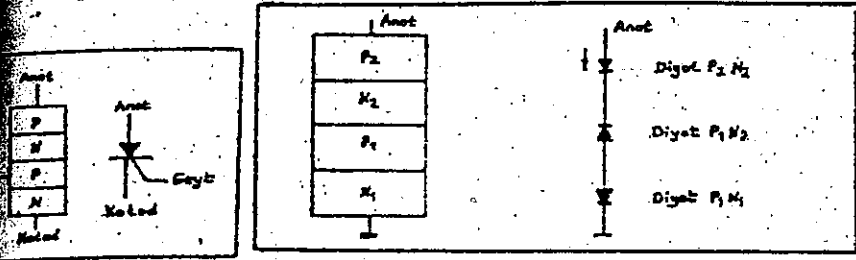
Akımı kesilen röle paletini bırakarak reklam tesisine akımın geçmesini sağlar. Bu şekilde yağmurlu ve karanlık havada çalışan tesis, hava düzeldikten sonra tekrara durur.

C — Silikon kontrollü redresör

Silikon'a tristör de denir. Tristör, gazlı lambaların thyratron civa buharlı redresörlerin yerini alan yarıiletkenlerdir. İlk yapıldığı yıldan beri büyük bir gelişme göstererek 600 amper 1800 voltluk tristörler yapılmıştır. Tristörler elektrik ve elektronikte çok geniş bir uygulama alanına sahiptirler. Örneğin, kumandalı redresörler, elektrikli kontaktörler, zaman röleleri, DC ve AC motorlarının hızlarının ayarlanması ve dönüş yönlerinin değiştirilmesi gibi.

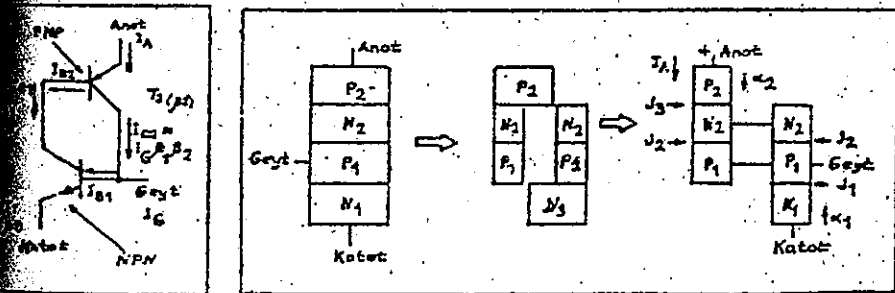
Tristörler sırasıyla birbirini takip eden "P" ve "N" tipi silisyum yapılmış dört tabaka yarıiletkenlerden meydana gelmiştir. Bu dört ta-

En dışındaki "P" tabakası anot, diğer dıştaki "N" tabakası katod yapar. Bu uçlardan geçecek akım kontrol elektrodu (geyt, kapı) üçüncü uç ile kontrol edilir. Şekil 2-47 a. da tristörün sembolü, 2-47 b. de yapısı, şekil 2-47 c. de ise üç diyota denk eşdeğer devresiyülmektedir.



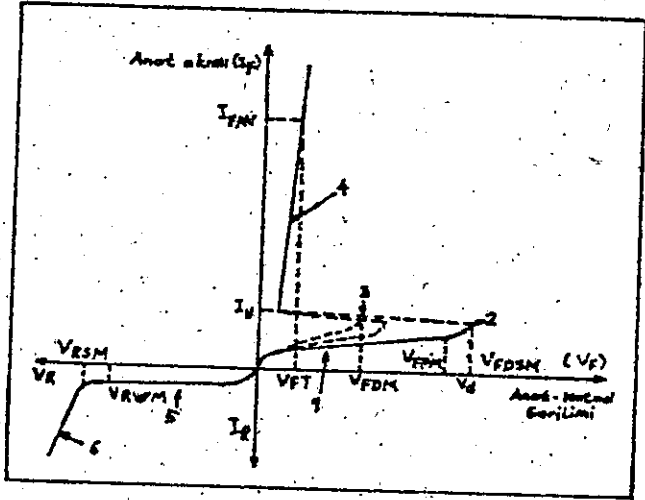
Şekil: 2-47. Tristörün yapısı ve sembolü.

Şekil 2-47 de görüldüğü gibi anot-katod arasına uygulanan gerilimin polaritesi ne olursa olsun her durumda tristör içinde bulunan PN birleştirmelerinden biri ters yönde polarizmiştir. Bu sebepten kapı devresine uygulanan ateşleme gerilimi uygulanmadığı sürece normal çalışma geriliminin etkisinde tristör her zaman yalıtıktır. Anot pozitif, katod negatif olacak şekilde bir tristöre gerilim uygulanacak olursa şekil 2-47 c. de 1 ve 3 nolu diyotlar ileri yönde, 2 nolu diyot ters yönde polarizmiş olur. Buna göre 1 ve 3 nolu diyotlar iletken, 2 nolu diyot yalıtık duruma geçer. Polarite ters olursa, yani anot negatif, katod pozitif olursa 1 ve 3 nolu diyotlar yalıtık, 2 nolu diyot iletken duruma geçer. Tristörün iletken olabilmesi için kapı (G) nin pozitif olarak polarize edilmesi gerekir. Şekil 2-48 a. ve b. de tristörün birbirine paralel bağlı iki transistöre benzetilişiyülmektedir.



Şekil: 2-48. Tristörün transistöre benzetilişi.

Doğru akım kaynağının pozitif ucu anoda, negatif ucu katoda lanır. Eğer "G" pozitif olacak şekilde katod ile kapı (gayt) arasında işaret (sinyal) uygulanırsa, "B" den "E" ye doğru ufak bir il akımı a Bu taban (beys) akımından dolayı T1 transistörünün kolektörün (toplayıcısından) i_c akımı akar. Bu akım T2 transistörünün taban a olacağından T2 iletken duruma geçer. T2 transistörünün i_c toplayıcı a geri besleme yaparak T1 transistörünün taban akımını sağlar. Böyle her iki transistör, dolayısıyla tristör iletme geçmiş olur. Eğer "G" uygulanan pozitif işaret kaldırılacak olursa, transistörler yani, tri yalıtkan olmaz. Çünkü bir transistör diğer transistörün taban akı sağlayarak her iki transistör de iletimde kahr. Böylece büyük bir a akımı çok küçük (birkaç miliamper) bir kapı (geyt) akımıyla kon edilmiş olur. Tristörün bu özelliği aynen thyatrona benzer. Ya thyatrona işaret (sinyal) gerilimi uygulandığı halde, tristöre işa (sinyal) akımı uygulanır. Şekil 2-49 da tristörün akım-gerilim karak ristik eğrisi görülmektedir.



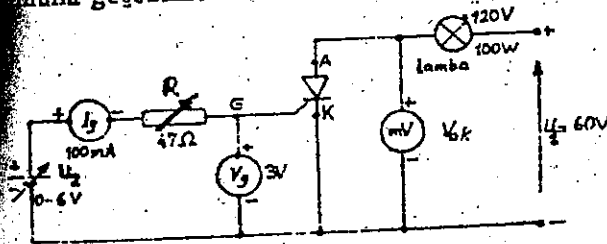
Şekil: 2-49. Tristörün karakteristik eğrisi.

Tristör yalıtkan iken devresinden ufak bir sızıntı akımı akar. Eğer tristöre uygulanan düz gerilim yavaş yavaş artırılırsa, belirli bir değerde (V_{BO}) tristör iletme geçer. Genel olarak tristör bu gerilimin ço altında çalışır. Bu durumda ufak bir kapı (geyt) akımı tristörü iletme geçirir. Tristörün iletim durumunda kalabilmesi için içinden geçe

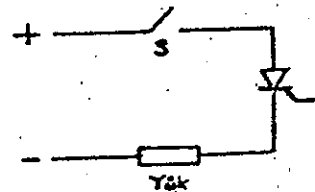
değerinin altına düşmemesi gerekir. Tristör akımı I_H değeri düşerse, tristör kesime gider. Tristöre uygulanan gerilimin değiştirilirse, yani tristörün anoduna akım kaynağının negatif pozitif ucu bağlanırsa tristör ters polarize edilmiş olur. Ters iken devreden akım geçmez. Gerilim artırılmağa başlanırsa bir sızıntı akımı geçer. Gerilim artışı V_{RMS} değerine gelince en yükselir. Buna tristörün ters devleme gerilimi denir. Tristör gerilimi hiç bir zaman bunun üzerine çıkmamalıdır. Tristör düz ilettime geçtiği zaman üzerinde bir volt kadar bir gerilim düşer. Bu gerilim aynı özellikteki thyratron lambaya göre hayli azdır. İletimdeki tristöre ters bir anot gerilimi uygulanırsa 10 mikrosaniye içinde tristör kesime gider. Bu değer thyratronunkine göre çok azdır. Bu sebepten tristörler daha yüksek frekanslarda da kullanılır.

Doğru akım devresine bağlanmış düz polariteli bir tristör ilettime geçtikten sonra "G" ucunun akımı kesilirse, tristörün iletkenliği devam eder. Tristörün iletimini kesmek için devreden geçen akımı I_H akımının altına düşürmek yani, anot devresini kesmek gerekir.

Tristörlerin DC devrelerinde çalıştırılması : Şekil 2-50 deki bağlantıdır. Burada U_1 doğru akım yük gerilimi, U_2 doğru akım kaynağı kapı gerilimi, R ayarlı direnç. R ayarlı direncinden ötürü kapı gerilimi sıfır iken tristör, düz polarize edildiği halde yahtkandır. R direnci yavaş yavaş artırılınca devreden çıkarırsak "G" gerilimi bir volt ve akımı 20 miliamper olunca Y87 tristörü için) tristör ilettime geçer. Kapı (geyt) gerilimi sıfıra düşürülürse tristörün ilettime devam ettiği görülür. Doğru akım kaynağına bağlı bir tristör ilettime geçtikten sonra şu yollarla yahtkanlık durumuna geçebilir.



Şekil: 2-51. Tristörün anahla durdurulması.

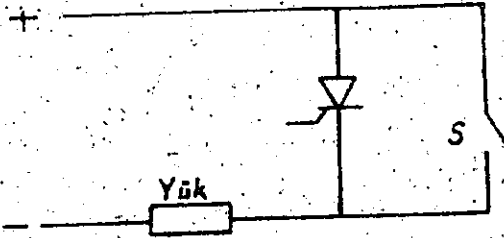


Şekil: 2-50. Tristörün çalıştırılması.

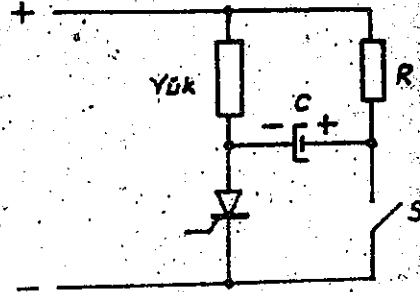
Seri anahtarla durdurma : Şekil 2-51 de görüldüğü gibi "S" anahtarını açılarak devreye uygulanan gerilim kesilir. Bu durumda tristörün

uçlarındaki gerilim sıfırdır. "S" anahtarı kapatılırsa, tristörün yalıtkan duruma geçtiği görülecektir. Tekrar iletken duruma geçmesi için "G" ucuna kontrol geriliminin uygulanması gerekir.

Paralel anahtarla durdurma : Şekil 2-52 deki devrede triatöre paralel olarak konan bir anahtar çalışmayı durdurmak için kullanılır. Tristör iletimde iken anahtara basıldığı zaman bütün akım anahtar üzerinden geçer. Tristör üzerindeki akım ve gerilim sıfır olur. Tristörde gerilim olmadığı için tristör yalıtkanlık durumuna geçer. Tristörün yalıtkanlık durumuna geçmesi için anahtarı en az 100 mikrosaniye kapalı tutmak gereklidir.



Şekil: 2-52. Tristörün paralel anahtarla durdurulması.



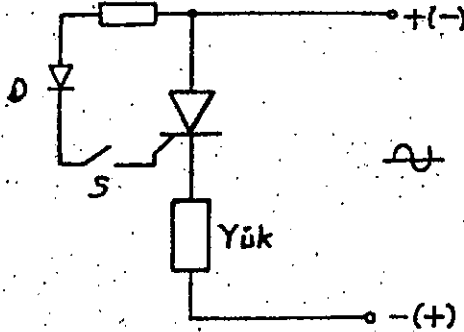
Şekil: 2-53. Tristörün kapasitif olarak durdurulması.

Kapasitif durdurma : Şekil 2-53 te bir DC devresini kontrol eden tristörün bir kapasitif devre ve anahtar yardımı ile durdurulması görülmektedir. Devre normal çalışırken "R" şarj direnci üzerinden "C" kondansatörü dolar. Bu anda "S" anahtarı açık durumdadır. "S" anahtarı kapatıldığı zaman kondansatör tristör üzerine ters yönde bir gerilim uygular. 10 mikro saniye gibi kısa bir zaman içinde tristörün çalışması durur. Anahtar açılıp, tristör tekrar ateşlendiği zaman çalışma tekrar ateşlendiği zaman çalışma tekrar başlar ve devam eder.

AC devrelerinde tristörlerin çalıştırılması ve durdurulması :

Dirençli bir devre ile çalıştırmak : Şekil 2-54 teki bağlantı yapılır. Devreye alternatif akım verilir. 1. durumda anot pozitif, katod negatiftir. Düz (doğru) polarıma olduğu için tristör iletime hazırdır. Anottan alınan pozitif gerilim "R" direncinde kapı (geyt) gerilimi değerine düşürüldükten sonra "D" diyodunda doğrultularak, "S" anahtarına gelir.

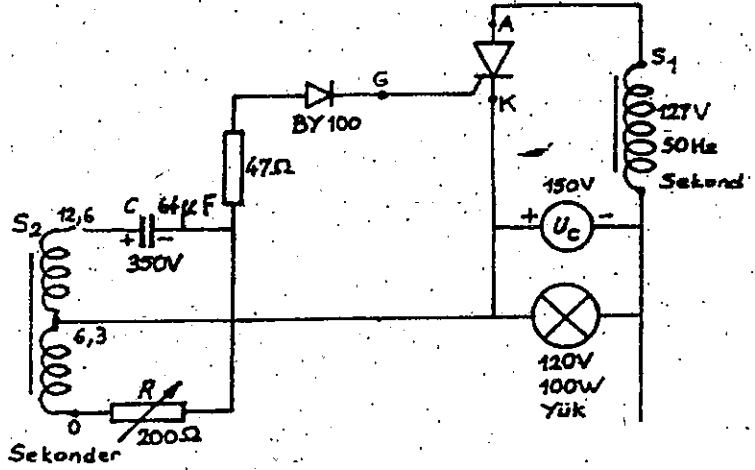
Tristörün tetiklenmesi (çalıştırılması) için "S" anahtarı kapatılır. "D" diyodundan gelen kapı gerilimi tristörün "G" ucuna uygulanır. Tristör ilettime geçer. Tristörün iletkenlik durumu pozitif alternansın sıfır olmasına devam eder. Alternans sıfır olunca devre akımı kesilir. Tristör yalıtkan duruma geçer. Alternans yön değiştirince yani 2. durumda anot



Şekil: 2-54. Tristörün dirençli bir devre ile çalıştırılması.

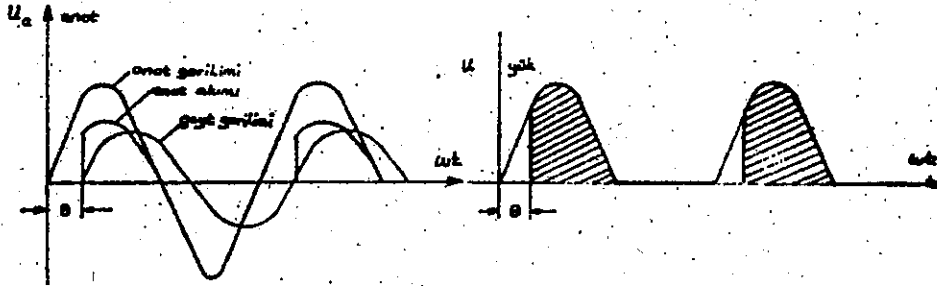
negatif, katod pozitif olacaktır. Tristör ters polarmalı olduğu için yalıtkanlığı devam eder. Ayrıca "G" ucuna bağlı "D" diyodu ters yönde akımı geçirmeyeceği için tristöre kapı gerilimi de uygulanmaz ve ateşleme (tetikleme) akımı akmaz. Alternans yön değiştirince tristör tekrar 1. duruma geçerek düz polarize olur ve "G" akımı ile ilettime geçer. Bu devrede yükten sadece pozitif alternanslar geçer. Diğer alternanslar geçmez. Tristörü durdurmak için "S" anahtarını açmak gerekir.

Faz değiştirme devresi ile çalıştırma : Bunun için şekil 2-55 teki bağlantı yapılır. Şekil 2-54 teki devrede faz değiştirme devresi olmadığı için anot ile kapı aynı fazdadır. Anot pozitif iken kapı da pozitiftir, anot negatif iken kapı da negatiftir. Bu durumda fazın alternansını bir kısmının kesilmesi çok zordur. Direnç değeri biraz büyütülerek tristörün gecikmeli ateşlenmesi sağlanabilir. Yalnız burada yapılan faz kesmesi çok sınırlıdır. Bu sebepten faz kesmesinin çeşitli ve istenilen açılarda gerçekleşmesi için thyatron lambalarda olduğu gibi, faz değiştirme devresi ile tristör çalıştırılır. Faz kaydırma devresi kapı ucuna bağlanır. Anot pozitif olduğu halde kapı negatif veya sıfır gerilimde ise, tristör yalıtkan durumdadır. Kapı pozitif olur olmaz tristör ilettime geçer ve iletkenliği alternansın sonuna kadar devam eder. Alternansın kesilmesi ile tristörden çıkan gerilimin ortalama değeri düşer. Dolayısıyla tristörler gerilimi kademeli düşürmek veya yükseltmek için kullanılmaktadır. Faz de



Şekil: 2-55. Tristörün faz değiştirme devresi ile çalışması.

ęiřtirme ve gerilimin ayarlanması komşu thyratron lambalarda ince-
lendi. Şekil 2-56 da faz kaydırma devresi ile tristörden elde edilen ge-
rilim dalga şekilleri görülmektedir.

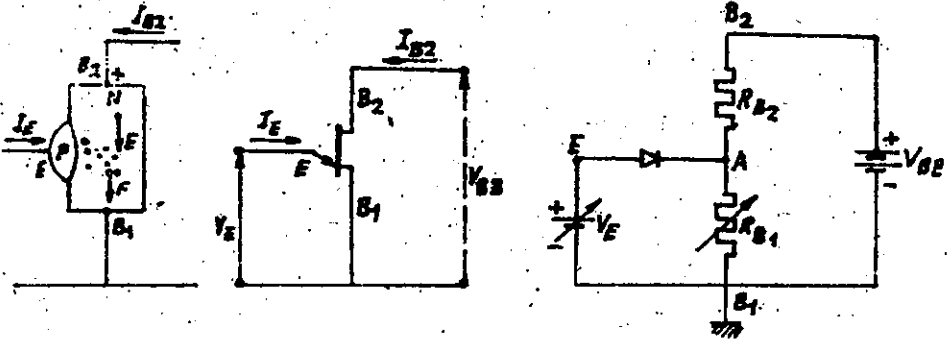


Şekil: 2-56. Faz kaydırma devresi ile tristörden elde edilen çeşitli gerilim dalga şekilleri.

Tristörlerle thyratron lambalar aynı yerlerde ve aynı düşünceler için kullanılmaktadırlar. Yalnız tristörlerin çalıştırılması ve endüstriye uygulanması thyratron lambaya göre çok kolay ve daha avantajlı olduğu için thyratron lambaların yerini almıştır. Tristörler radyo, televizyon ve benzeri elektronik devrelerde kullanıldığı gibi endüstriyel elektronikte su devrelerinde de kullanılır. Elektronik kontaktör, ayarlı redresör, alternatif akımda faz ayarı, konvertisör v.b.

Tek bileşimli UJT (Unijonction) transistör : Tristörlerin kısa süreli bir pals le ateşlenmesi için genellikle tek bileşimli transistör kullanılır. Şekil 2-57 a. da bu transistörün yapısı, şekil 2-57 b. de sembolü, şekil 2-57 c. de ise prensip şeması görülmektedir.

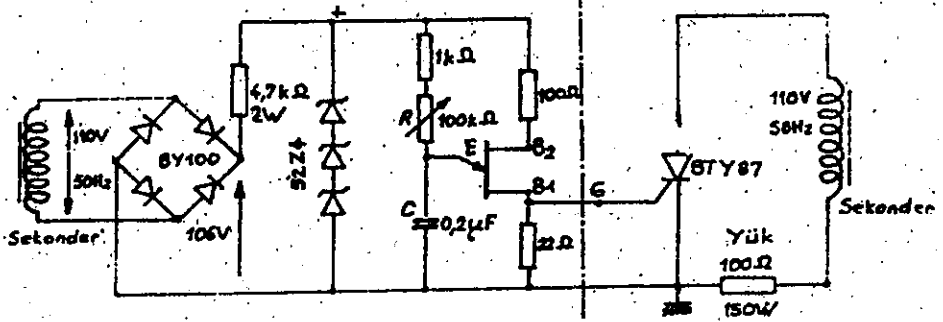
Şekil 2-57 nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi UJT de biri "P" tipi diğeri "N" tipi olmak üzere iki yarıiletken kristal vardır. Bu sebepten buna iki tabanlı diyot ta denir. "N" tipi silisyumdan yapılan yarıiletken kristal çubuğun iki ucundan dışarıya iki bağlantı iletkeni çıkarılmıştır. Bunlara 1. taban (B1) ve 2. taban (B2) adları verilir. "N" tipi kristal çubuğun ortasına yakın bir yere "p" tipi yarıiletken birleştirilmiştir. "P" tipi yarıiletkene yayıcı (emiter) "E" denir. Şekil 2-57 deki prensip



Şekil: 2-57. Tek bileşimli transistör.

şemasında görüldüğü gibi E1 ve E2 uçlarına V_{BB} gerilimi uygulanırsa, "N" den çok küçük bir akım geçer. Bu akım nedeniyle "E" ile B1 arasında " V_E " gerilim düşümü olur. Eğer "E" ile "B1" arasına "E" pozitif, "B1" negatif olmak üzere dışardan bir gerilim uygulanırsa, bu gerilim " V_E " den küçük kaldıkça UJT nin içinde hiç bir elektriksel olay olmaz. Dışardan uygulanan gerilim " V_E " geriliminin bir miktar üzerine çıkarsa, "E" ile "B1" arası doğru yönde polarize edilir. Doğru polarizada "E" ile "B1" arasındaki direnç çok küçülür. Bu nedenle "E" den "B" ye büyük bir akım akar.

Yukarda çalışma prensibi açıklanan UJT ile bir tristörün tetiklenmesine ait bir devre şekil 2-58 de görülmektedir. Bu devrede "S" anahtarı kapatıldığında 20 voltluk bir gerilim "R3" potansiyometresi ile "C1" kondansatörüne uygulanır. "C1" kondansatörü "R3" üzerinden yavaş yavaş dolmağa başlar. "C1" doldukça uçlarındaki gerilim büyür. Bu ge-

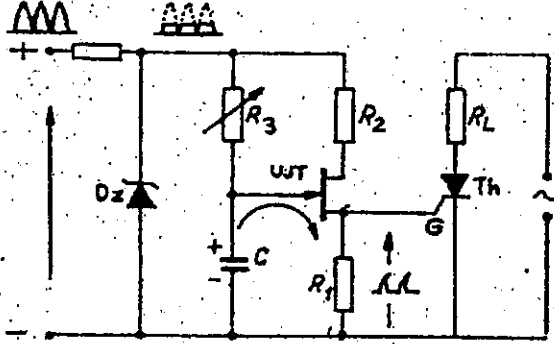


Şekil: 2-58. UJT ile tristörün tetiklenmesi.

rilimin değeri UJT nin yayıcısı (emiteri) ile 1. tabanı "B1" arasındaki gerilim değerinin üzerine çıktığı zaman "E" ile "B1" arasındaki direnç küçülür. "C1" kondansatörü "E" den "B1" e doğru hemen boşalır. Bu boşalma akımı "B1" direnci üzerinde kısa süreli bir gerilim düşümüne sebep olur. Bu gerilim tristörün kapı (geyt) ucuna bağlı olduğu için tristörü iletime geçirir.

UJT ile tetiklemede kumanda devresi ile tristör devresinin senkronize olması istenir. Bunun için AC gerilimi bir transformator ile düşürüldükten sonra diyotlarla doğrultulur. Doğrultulan bu gerilimin sinüs eğrilerinin tepeleri zener diyot ile kırılır. Sonra bu gerilim "R3"- "C1" devresine, oradan da UJT ye uygulanır. UJT den bu gerilim daha önce de açıklandığı gibi pals şeklinde çıkarak tristörün kapı ucuna verilir. ve tristörün tetiklenmesi sağlanır. Dolayısıyla tristörün iletimi boyunca kapısından akım geçmesine gerek kalmaz. Kapının ısınması bu şekilde önlenmiş olur. "R3" ayarlı direnci ile faz farkı yaratılarak gecikmeli ateşleme yapılır. Şekil 2-59 da senkronizeli (hem zamanlı) tristör tetikleme devresi görülmektedir.

Zener diyot: Zener diyotlar diğer yarıiletken diyotlar gibi yapılırlar. Zener diyotların silisyum ve germanyum maddesinden "P" ve "N" olmak üzere iki kristali vardır. Bu kristaller birleştirilince PN den bir zener diyot meydana gelir. Zener diyodun "P" tarafında oyuklar, "N" tarafında elektronlar, ikisinin arasında ise boş bölge bulunur. Zener diyodun yapıldığı germanyum maddesinin saflığına göre boş bölge büyük veya küçülür. Zener diyot uçlarına bir gerilim uygulanırsa, bir elektrostatik alan ortaya çıkar. Bu alan, boş bölgenin genişliğine göre elektron ve oyuklara etki eder. Eğer boş bölge dar ise, elektron ve oyuklar hare-

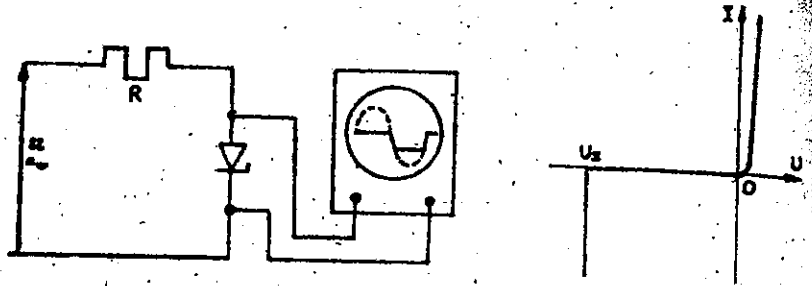


Şekil: 2-59. Senkronizeli triştör tetikleme devresi.

ket ederek diyottan akım geçer. Boş bölge geniş ise, meydana gelen elektrostatik alan elektronları ve oyukları hareket ettiremez. Diyoda uygulanan gerilim arttırılırsa boş alan geniş olduğu halde elektron - oyuk hareketi meydana gelir. Gerilim düşüncü elektrostatik alan zayıflar. Dolayısıyla elektron - oyuk hareketi durur. Bu sebepten iletimdeki diyot yalıtkan duruma geçer. Fazla gerilimde ilettime geçen diyot tekrar yalıtkan duruma geçince özelliğini korur ve bozulmaz. Bu tip diyotlara zener diyot denir. Diyodu ilettime geçiren gerilime zener gerilimi denir. Uygulamada kristallerdeki yabancı madde oranı değiştirilerek değişik gerilimli zener diyotlar yapılır. Şekil 2-60 a. da bir zener diyodun karakteristik eğrisi, şekil 2-60 b. de alternatif akım devresine bağlanması ve uçlarındaki gerilimin osiloskaptaki görünüşü görülmektedir.

Şekil 2-60 taki zener diyot uçlarına bir doğru akım verilirse, doğru polarmada (üretecin pozitif ucu diyodun anoduna bağlı) zener diyot normal diyot gibi akım geçirir. Doğru akım kaynağının uçları değiştirilirse, diyot ters polarmalanır. Bu durumda "Uz" gerilimine kadar diyottan akım geçmez. Gerilim "Uz" nin sınırını geçince diyot iletken olur ve devreden akım geçer. Devreden akım geçince diyot uçlarındaki gerilim sıfır değil, "Uz" değerindedir. Akım ne kadar artarsa, artsın "Uz" sabit kalır.

Zener diyoda alternatif akım verildiğinde devreye uygulanan "U" geriliminin maksimum değeri olan "Um" < "Uz" ise, doğru polarma olan alternansta diyot iletken, ters polarma olan alternansta ise, diyot yalıtkindir. Eğer "Um" > "Uz" ise doğru polarma olan alternansta diyot iletkindir. Uçlarındaki gerilim düşümü pratik olarak sıfırdır. Bu



Şekil: 2-60. a. Bir sener diyodun karakteristiği, b. Zener diyodun alternatif akım kaynağına bağlanması.

Şekil 2-60 b. de osiloskop ekranında görülen dalga şeklindedir. İki yönlü akımı ise: $i = U/R$ dir. Ters polarmada $u = "U_z"$ de diyot yalıtık uçlarındaki gerilim " U_z " = u dur, akım ise sıfırdır. $u = "U_z"$ de diyot küçük bir dirençle iletkenlidir. Uçlarında " U_z " sabit bir gerilim düşüğü vardır. Akımı:

$$i = \frac{u - U_z}{R} \text{ dir.}$$

Zener diyotların kullanıldığı yerler: Gerilimin kararlı tutulması, gerilim kırılması (kesilmesi), gerilim ayarı, ölçü aletlerinin korunması, ölçme yapan aletlerin ölçme alanlarının genişletilmesi v. b.

Kontrol Soruları:

- 1 - Vakumlu lambalarla gazlı lambaları karşılaştırınız.
- 2 - Gazlı diyot lambasının içinden niçin daha çok akım geçer?
- 3 - Soğuk katodlu lamba gerilimi nasıl sabit tutar?
- 4 - İgnitron lambalar hangi akımlarda kullanılır, niçin?
- 5 - İgnitron lambasının yapısında bulunan elemanlar ve bunların görevleri nedir?
- 6 - İgnitron lambalar endüstride hangi işlerde kullanılırlar?
- 7 - Tıvratron lamba nedir? Nasıl çalışmaktadır?
- 8 - Tıvratron lambada "İyonize Zamanı" ve "deiyonize zamanı" ne demektir? Bu zamanların lambaya uygulanan gerilimin frekansı ile bir ilişkisi var mıdır?

1. Elektron lambada kritik gri gerilimi ne demektir?
2. Elektron lamba devresinde faz kaydırma devresi ne iş görür?
3. Elektron lambalarla gerilim nasıl değiştirilir (kontrol edilir)?
4. Farklı lambanın yapısı ve çalışma prensibi nasıldır? Açıklayınız?
5. Farklı lambada otomatik ateşleme nasıl yapılır?
6. Farklı lambalar nerelerde kullanılmaktadır?
7. Foto tüp nedir? Işık foto-tüpten elektriği nasıl geçirir? Açıklayınız.
8. Foto direnç nedir, hangi maddelerden yapılmaktadır?
9. Foto dirençler nerelerde kullanılırlar?
10. Foto-pil nedir, karakteristik eğrisi nasıldır?
11. Foto-diodyot nasıl çalışmaktadır, ışığa duyarlılığı nasıldır?
12. Foto-transistörler nasıl çalışırlar?
13. Foto-tristörlerin yapısı nasıldır? Kısaca açıklayınız.
14. Bir elektronik sayıcı çizerek, fabrikadaki bir üretim malzemesini sayma mekanizmasını kurunuz.
15. Tristörün yapısı nasıldır? Sembolünü ve elemanlarını gösteriniz.
16. Tristörün karakteristik eğrisi denince ne anlaşılır? Bu eğriden nasıl faydalanılır?
17. Tristörler nasıl çalıştırılır? (ateslenir) ve nasıl durdurulur?
18. UJT ile tristörlere nasıl kumanda edilir, bu kontrolün faydaları nelerdir?
19. Zener diyodun yapısını anlatınız ve kullanıldığı yerleri açıklayınız.
20. Thyatron lambaları, tristörleri karşılaştırınız.

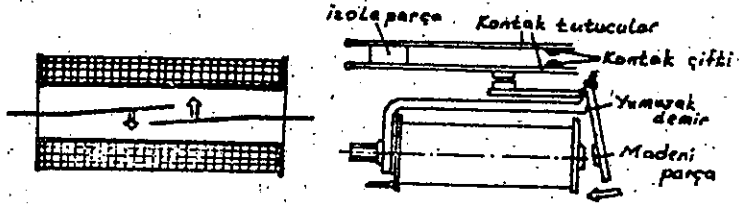
III — ELEKTRONİK RÖLE DEVRELERİ

A — Giriş

Endüstride ve hastahanelerde kullanılmakta olan elektronik tesis ve cihazların büyük çoğunluğunda ve çağımızı simgeleyen bilgisayarlar elektronik devreler tarafından kontrol edilen röleler bulunmaktadır. Röle olmaksızın bu tesis ve cihazların fonksiyonlarını yerine getirmeleri olanaksızdır. Bunlar uzaktan kontrol ve otomatik kontrolların temel elemanlarıdır. Elektronik mesleğinde ister en basit isterse en karmaşık devrelerde uğraşan kişilerin röleyi ve bunu kontrol eden elektronik röle devrelerini iyi bilmeleri ve tanımları zorunludur. Aksi takdirde başarıları büyük ölçüde gölgelenmiş olacaktır.

B — Röle ve kontaklar













Röleler küçük anahtarlama güçleri için elektromagnetik anahtarlardır. Röleler iletişim tekniğinde, işaretin taşınması için devre açıp, kapatmada kullanılırlar.



Şekil: 3-1. Röle kontakları üzerine magnetik alanın etkisi.

Elektromagnetik rölede bobin içinden akan, magnetik alanın sebebi olduğu akım kontaklara şekil 3-1 de görüldüğü üzere ya doğrudan doğruya veya dolaylı olarak etki eder.

Doğrudan doğruya etki : Bir bobin içersinden bir akım aksın. Böylece bobinde bir magnetik akı meydana gelir. Bu sırada birbiri arkasından bulunan demir parçalar çekilir ve bunlar mıknatıslanır.

Tablo 3.1 Temel Kontak Çesitleri				
Anlamı	Tanıtıcı Sayı	Sembolü		Kontak Sekü
		1. Sekil	2. Sekil	
Kapatıcı	1			
Açıcı	2			
Değiştirici	21			
Sıralı Değiştirici	32			

ayılı etildi : Bir elektromıknatısta demir parçalar çekilmiş durumda uygun bir mekanik düzen tarafından kontaklar açılır veya ka-

kontak şekilleri : Bütün elektromagnetik röleler uyarıma akımı taşıyan kapayıcı veya açıcı olarak çalışacak şekilde yapılırlar. Kapatıcı uyarıma sırasında bir akım devresini kapatırlar, açıcılar ise bu devresini açarlar. Açıcılar ve kapatıcılar bir araya getirilirse, Tablo 3-1 tablodan da görüleceği üzere bir değiştirici ortaya çıkar.

Kapatıcı, açıcı ve değiştiriciler temel kontaklama metodları veya kontak şekilleridirler.

Değiştirici : Kısa bir anlık ters anahtarlama sırasında üç kontak birbirini ile bağlanırsa buna sıralı (seri) değiştirici (değiştirme)

Tablo 3-1 den görüleceği üzere, kontaklar üzerine magnetik alanın etkisi olan rölelerde, üzerinde birçok kontak bulunan, birbirini üzerlerine birçok röle çubuğu bulunacak şekilde düzenlenebilir. Bundan başka farklı şekilde kontak çubuk takımları da yan yana düzenlenebilir. 3-2 nolu Tablo 3-1 den görüleceği üzere, mümkün olan bütün kontaklar, mekanik kısımların yapın şekline göre aynı anda veya birbirini arkasına çalışırlar.

Arka arkaya bağlanan, kontakları aynı şekilde çubuk takımları elektrikli bakımdan açık olan röleye arka arkaya kontaklar denir. Röle tanıtıcı sayıda + işareti ilgili kontak sayısının bağlantısını gösterir. Aynı röledeki elektrikli olarak birbirinden yalıtılmış olan ve aynı anda kapanan kontaklar ilgili kontakların sayısını göstermek üzere birbirini ikili işareti ile bağlantılıdır. Birbirinden elektrikli olarak yalıtılmamış kontaklar arasında tanıtıcı işaretler bulunmaz. Örneğin ikiz açıcıda, tanıtıcı sayılar arasında işaret yoktur. Örnek : 22.

Elektromagnetik rölenin teknik özellikleri : Teknik karakteristiklerden bir kısmı kontakları, bir kısmı uyarıcı sargıyı ve bir kısmı kontaklar ve uyarıcı sargının birlikte çalışmasını anlatır.

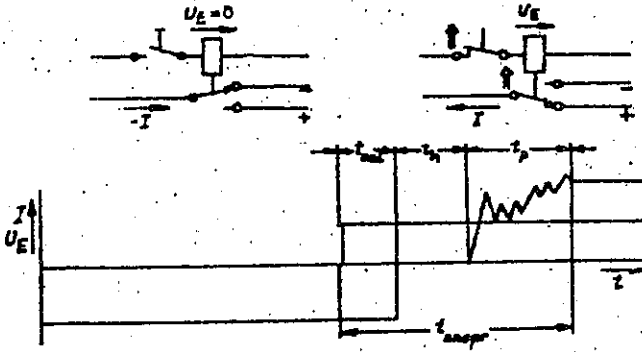
Tablo 3.2. Çeşitli Kontaklar

Tanıtıcı Sayı	Sembolü	Kontak Şekli
11		
22		
1-1		
1+1		
121		
212		
1-21		
2-21		
2-32		
2-11		
22-2		
2121		

Kontakların teknik karakteristikleri: Anahtarlama tarafından ortaya çıkan endüktif gerilimin tepe değerleri ortadan kalktıktan sonra kapandıktan veya açıldıktan sonra kontakları geçerli gerilime anahtarlama gerilimi denir. Anahtar kapasitesi tarafından belirlenen, anahtarlama tepe değeri ortadan kalktıktan sonra, açılmadan önce veya kapandıktan sonra geçerli akıma anahtarlama akımı denir. Kontakların anahtarlama durumuna göre, almam (yükün) geçerli gücüne anahtarlama gücü denir. Kapanmadan önce veya açıldıktan sonra kontak parçacıkları arasındaki uzaklığa kontak açıklığı veya kontak aralığı denir. Kontaklama garantisi veya anahtarlama sayısına kontak ömrü denir.

Uyarıcı bobin tanıtma değerleri: İstenen akım, röle paletini çeken en küçük uyarıcı akım değeridir. İstenen güç, istenen akımın karesi ile uyarıcı bobin sargıları direncinin çarpımına eşittir. Bırakma akımı, röle paletini tekrar bırakan en büyük uyarıcı akımdır. Çalışma akımı ve

ama gerilimi, istenen akım veya istenen gerilimin tavsiye edilen değeridir.

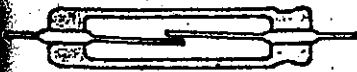


Şekil: 3-2. Röle karakteristikleri.

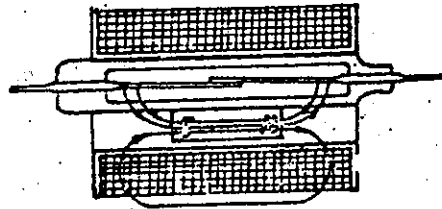
Röleyi tanıtan değerler: Çalışmaya başlama zamanı (t_{anl}); kare uyarıcı gerilimdeki, kontak çalışmaya başlayıncaya kadar gerilimden sıfırdan geçiş zamanıdır. Bu zaman şekil 3-2'deki grafikte görülmektedir. Tutma zamanı; bir kontakın açılmasından diğer kontakın kapanmasına kadar geçen zamana (t_a) denir. Çarpma zamanı; bir kontakın birinci kapanışından sonuncu kapanışına kadar geçen zamana (t_p) denir. İstenecek zaman; kare dalgalı uyarıcı gerilimde, uyarıcı gerilimden sıfırdan geçişinden, bir kontakın kesinlikle kapanmasına kadar geçen zamana (t_{anap}) denir. Burakma zamanı; uyarıcı akımının kesilmesinden, kontakların ayrılmasına kadar geçen zamandır.

Rölelerin yapım şekilleri

Kuru dil kontaklı röleler, örneğin, Reed röle, Herkon röle, şekil 3-3'te görüldüğü üzere bir uyarıcı bobin ve bir dil kontak veya dil kontak-



Şekil: 3-3. Dil kontak

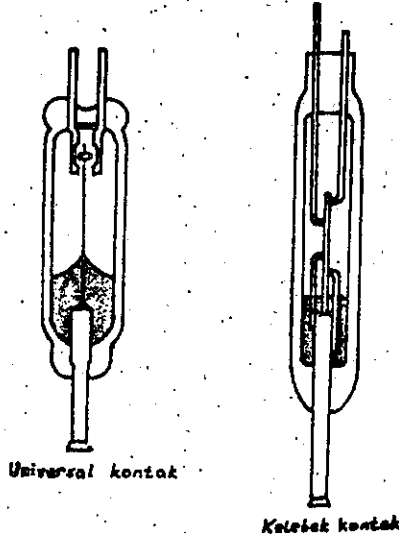


Şekil: 3-4. Açıklı dil kontaklı röle.

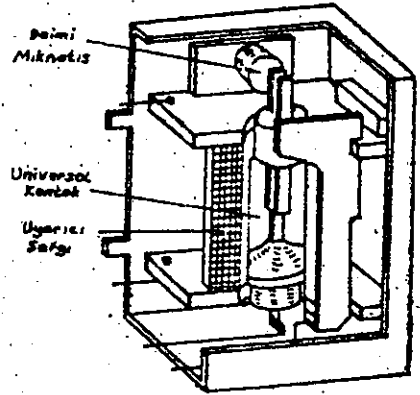
lardan meydana gelmiştir. Kuru dil kontaklar bir cam muhafaza için konmuş demir-nikel alaşımından dil şeklinde iki çubuktan oluşur. Dilleri kontak uçları genellikle altın kaplıdır. Böylelikle kontak görevini daha iyi yapar ve kontaklar birbiri ile yapışmazlar. Cam muhafaza birkaç kp/cm^2 basınçta % 97 azot ve % 3 hidrojenle doldurulmuştur. Böylelikle kontaklar arasında normal havadakininden daha yüksek iletkenlik yönünün deki gerilim sağlanır. Dil kontaklar genellikle kapayıcı olarak imal edilirler. Şekil 3-4 te görüldüğü üzere röle içine bir daimi mıknatıs konarak kapayıcılardan açıcı yapılır.

Şekil 3-3 te görüldüğü üzere dil kontaklar, bir ampere kadar akımlarda çalışacak şekilde imal edilirler. Anahtarlama gerilimleri 220 volt AC değerindedir. Anahtarlama güçleri 60 VA dir. İstenen uyarma 50-100 A. dir. İstenen zaman 0,5 milisaniyedir. Bırakma zamanı da bunun gibi 0,5 milisaniyedir. Çarpma zamanı çok küçüktür. Ömrü 100 milyondan 200 milyona kadar anahtarlama sayısındır. Fakat bu sayı anahtarlama gücüne çok bağlıdır.

Cıva dil kontaklı rölelerin ömürleri bir milyardan fazla anahtarlama sayısına sahiptir. Şekil 3-5 te görüldüğü gibi bu ömür kontaklarda cıva kullanmakla sağlanmıştır. Cıva, kontakların üst yüzeyini devamlı olarak koruyarak yeniler. Cıva kontaklı röleler dik olarak imal edilirler.



Şekil: 3-5. Cıvalı kontaklar.

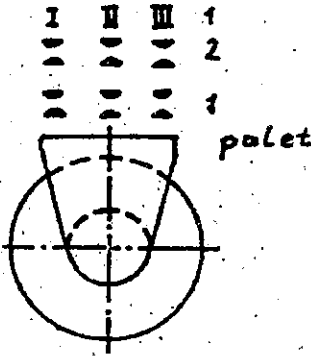


Şekil: 3-6. Universal kontaklı röle.

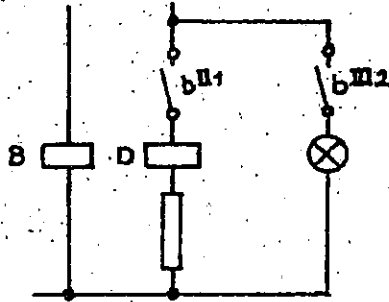
Universal kontakta, kontak dilimi orta durumdan diğerine veya diğer tesbit edilmiş kontak parçasına hareket ettiren magnetik alan, uyarrıcı akım meydana getirir. Bunun için kontak dilimlerinin daimi muknatis tarafından diğer bir kontak parçasına geçmesine engel olunur. Universal kontak bununla doğru yön kutuplu uyarımda bir değıştirci özelliği taşır.

Şekil 3-5 te kelebek (butterfly) kontak görölmektedir. Kelebek kontakta, kontak dili mekanik olarak korunmuştur. Bu mekanik korunma, sabit kısa kontak parçaları için uygundur. Magnetik alanın etkisinde, kontak dilleri tesbit edilmiş kontak parçasına hareket ettirilir. Bütün üç kontak bir an için civa tarafından çekilerek birbirleri ile bağlanır. Kelebek kontak bir takip edici değıştircidir.

Yaylı rölede palet kuvveti kontakları çalıştırmak için kullanılır. Mekanik yapım şekline göre röleler, yuvarlak röle, yüzeyel röle ve tarak röle gibi çeşitlere ayrılır. Kontak yay gruplarını bir araya getirmek içindir. Şekil 3-7 de görüldüğü gibi bir röle üç kontak grubuna kadar yapılır.



Şekil: 3-7. Yaylı rölede kontakların numaralanması.



Şekil: 3-8. Bir rölenin devre şeması (plânı).

Yay grupları Roma rakamları ile numaralanarak gösterilir. Bu sırada, yay gruplarının kontak parçacıklarına bakılacak şekilde tutulur. Her yay grubunda genellikle iki çeşit kontak bulunur. Bunlar örneğin, aktif ve kapayıcı olabilirler. Bu kontaklar bir yay grubunun parçalarıdır. Kontak parçaları Arap rakamları ile numaralanarak gösterilirler ve aynı zamanda bunlar Roma rakamı yay grupları ile de bağlantılıdır. II2 veya II² anlamı: 2 kontaklı II ci yay grubu demektir.

Rölenin uyarma sargısı devre sembollerinde genellikle şekil 3-8 de görüleceği üzere büyük harfle gösterilir. Bu uyarıcı sargının çağıştırdığı kontaklar, kontak numarası görevi de yaparak aynı küçük harfle gösterilir.

Röleler çok sargılı olabilir. Bu sargı çeşitleri; magnetik etkili uyarıcı sargılar, magnetik etkisiz direnç sargıları ve zaman uzatma sargılarından Şekil 3-9 da görüleceği üzere röle etiketinde, sargılar hakkında önemli bilgiler bulunur.

2 kat - 0,5 - Cu bk	- Uzatma sargısı
I (12) - 100 - 4200 - 0,2 Cu L	- 1. Uyarım sargısı
II (34) - 100 - 530 - 0,1 Cu L	- 2. Uyarım sargısı
III (56) - 1500 - bif - 0,1 Wd L	- Direnç sargısı

Şekil: 3-9. Röle sargılarının görevi.

Rakamla rakkamlı sargı numaralarından sonra gelen parantez içinde yazılı sayılar lehim yapılacak yer olan terminal numaralarını göstermektedir. Terminaller, röle paleti sağda kalacak şekilde tutulduğunda yukarıdan aşağıya doğru sayılırlar. I (12) nin anlamı, I ci sargı (içteki sargı) 1 nolu terminal ile başlar, 2 nolu terminalde son bulur. Bundan başka parantezden sonra gelen rakam adı geçen sargının direncini, dirençten sonra gelen rakam da sargı sayısını verir. Sonra da yapım şekli belirtilir. Direnç sargıları bifilar (birbirine paralel olan, fakat içinden ters yönde akım geçen bobin) olarak sarılırlar ve bu bobin magnetik etkisiz direnç olarak kullanılır. Bu bobin örneğin, rölenin çeşitli uyarma gerilimlerinde kullanılmasında izin verir.

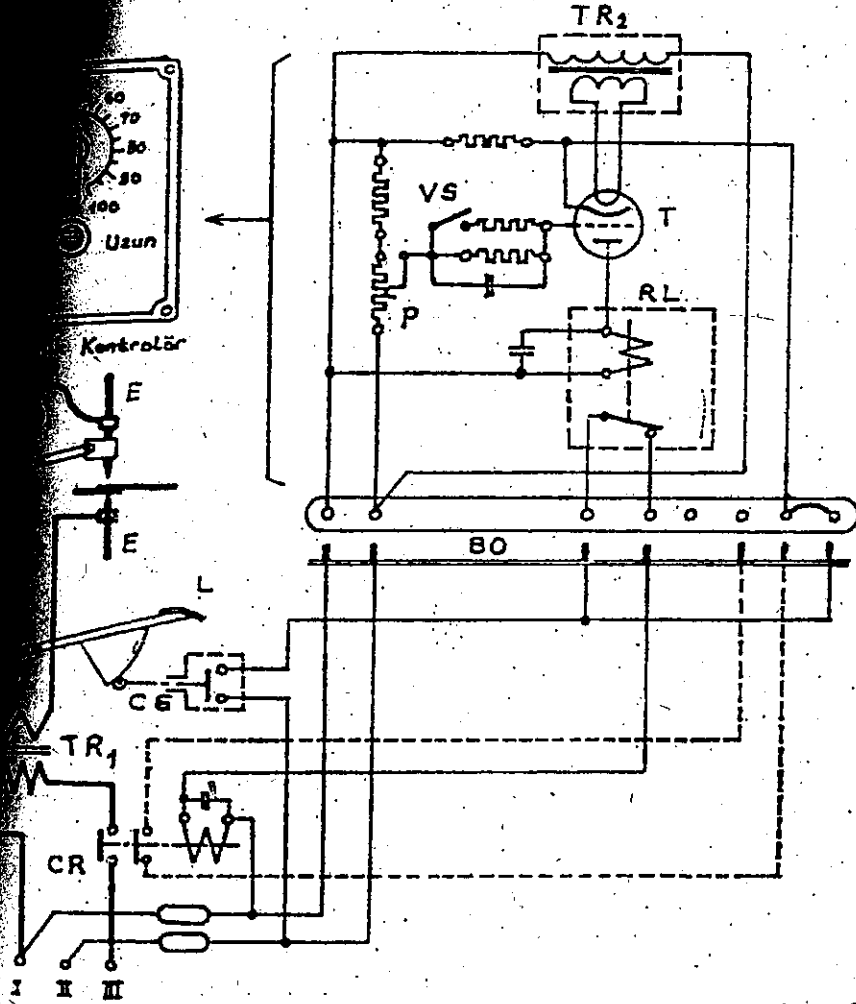
Uzatma yani geciktirme sargısı; sargı iç kısmında birkaç durumda kısa devre edilmiş çiplak bakır telden meydana gelmiştir. Devre açıldığı sırada, eğer uyarıcı gerilim ortadan kalkarsa, kısa bir an için akan akımın da sebep olduğu bu bakır telde endüksiyon gerilimi meydana gelir. Bu sırada açmanın gecikmesi elde edilir ve böylelikle de kapanmanın gerçekleştirilmesi elde edilir. Rölelerde büyük gecikme RC-Devreleriyle elde edilir.

Kontrol Soruları:

- 1 - Bir rölede hangi temel kontak şekilleri (metodları) vardır
- 2 - Cıvahlı dil kontaklı bir rölenin yapısını anlatınız.
- 3 - Röle etiketindeki bilgiler neleri anlatır?
- 4 - Röle sembolik olarak nasıl gösterilir?
- 5 - Ünsersal kontaklı röleyi anlatınız.

Şekil 3-10 Bir punta kaynak makinasının vakum lamba ile kontrolü

Şekil 3-10, bir punta kaynak makinasının vakum lamba ile kontrolü için bir devre diyagramıdır. Bu devre, vakum lamba, transistör, tristör v.b. elemanları ile kontrol edilerek, makine lambaları da kontrol edilebilirler. Şekil 3-10 ve 3-11, bu kontrol uygulamasına ait örnekler verilmiştir. Şekil 3-10 ve 3-11, bu devre diyagramları zaman rölesinin vakum lamba ile kontrol edilmesini göstermektedir.

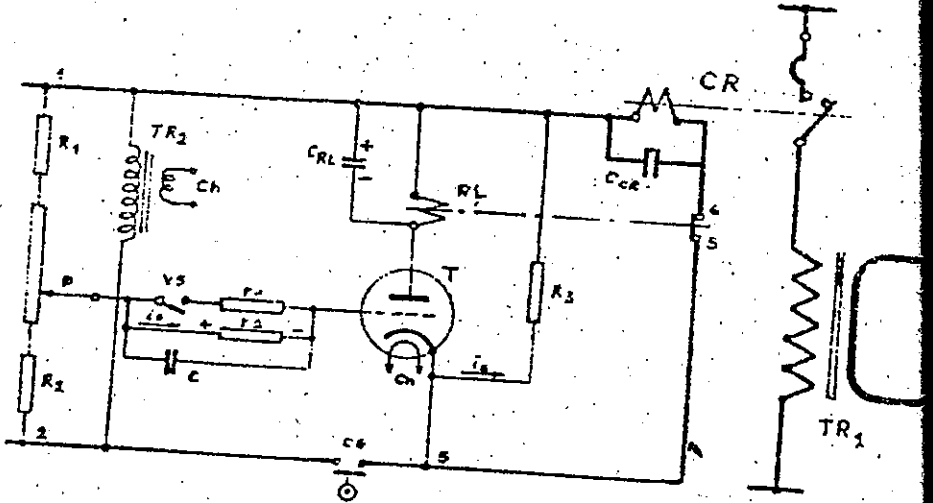


Şekil 3-10 Bir punta kaynak makinasının vakum lamba ve zaman rölesi ile kontrol edilmesi.

Şekil 3-10 ve şekil 3-11 deki devrelerde kullanılan harflerin
ları aşağıdaki gibidir:

- E : Kaynak elektrotları.
L : Pedal.
CG : Kollu kontak.
CR : Kontaktör.
F : Fişli komutator.
TR1 : Güç transformatoru.
TR2 : Fleman besleme transformatoru.
T : Vakumlu triyot lamba.
RL : Kontaktöre kumanda eden röle.
VS : Duyarlık anahtarı.
P : Potansiyometre.
BO Geçmeli çubuk tipi fiş pirinç.

Şekil 3-10 ve şekil 3-11 de ana devreler kalın çizgilerle, kumanda devreleri ince çizgilerle çizilmiştir.



Şekil: 3-11. Punta kaynak makinasına zaman röleli vakum lambası ile kontrolunun prensibi.

Sistemin çalışması : TR2 transformatoru ile "T" triyot lambasının
flemansı ısıtılır. R1, P ve R2 den oluşan direnç elemanları ile "P" potan-

potansiyometresinin durumuna göre "1" ve "2" nolu noktalarda "P" nin orta konumuna göre U1 ve U2 gerilimleri elde edilir. Gri pozitif olduğu için, gri katod yönündeki diyot U1 gerilimini doğrultarak Ia akımı akıtır. Bu akım "C" kondansatörünü doldurur. Bu şarj geriliminin değeri r_2 uçlarındaki gerilim değerindedir. Bu gerilim "P" potansiyometresinin orta konumunun konumuna göre griyi negatif te yapabilir.

Kaynak yapılacağı zaman, kaynatılacak elemanlar kaynak makinesinin elektrodları arasına konur ve hemen pedala basılır. Pedal CG butonunu yardımıyla CR kontaktörünü çalıştırır ve kaynak başlar. Kontrol eri gerilimi negatif olduğu için "T" triyot lambası yalıtkan duruma gelir. "C" kondansatörünün r_2 üzerinden boşalması, kontrol grinin negatif polarmasını lamba iletken oluncaya kadar azaltır. Lamba iletken duruma geçince RL rölesi çalışarak, CR bobininin akımını keser. Bu durumda kaynak akımı kesilmiş olur. Kontaktör açılır açılmaz pedal bırakılmaz. Pedal kaynak yapılan kısım soğuyuncaya kadar basılı kalır. Pedal bırakılınca CG açılır ve "RL" nin akımı kesilir. "C" kondansatörü "R3" direnci tarafından tekrar doldurur. 5-6 kontakları birleşerek "CR" yi çalışmaya hazırlar.

Kaynak yapma zamanı "P" potansiyometresi yardımı ile ayarlanır. Ayrıca bir VS anahtarı ile kısa ve uzun zamanlı olmak üzere kaynak zamanını ayarlamak da mümkündür. VS açık iken yukarıda anlatılan şekilde kaynak yapılır. VS kapalı iken "C" kondansatörünün $r_1, r_2/r_1 + r_2$ üzerinden boşalması kısa zamanda olur. "C_{RL}" kondansatörü rölenin kararlı olarak çekkis yapmasını sağlar. "C_{cr}" kondansatörü 5-6 kontaklarını koruyarak aşınmasını önler.

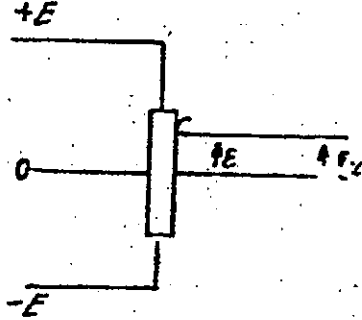
Kontrol Soruları:

- 1 - Vakum lamba ile röle nasıl kontrol edilir? Kısvaca açıklayınız.
- 2 - Vakum lamba ile kontrol edilen çeşitli röle devreleri araştırınız ve bildiğiniz bu devrelerin çalışma şekillerini açıklayınız.
- 3 - Vakum lamba ile kontrol edilen röleli devreler nerelerde kullanırlar?

D - Soğuk katodlu gazlı lambalı röle devresi

Gazlı röle lambası : Şekil 3-12 gazlı röle lambasının sembolü görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere böyle bir lamba; soğuk katod, anod ve starter'den, yani kontrol elektrodundan oluşur. Bu lambaya alçak basınçlı gaz doldurulmuştur. Bu gaz soğuk katoddan akım geçmesini sağlar.

Lamba içindeki gazın ışık vermesi, lambadan akım geçtiğini gösterir. Anod, katoda göre yeterli büyüklükte bir pozitif gerilimde ise uygun bir starter-katod gerilimi altında lamba iletken duruma geçerek akım iletir. Starter-katod akımının sağlanmasına, starter-katod yönün ateşleme denir. Starter-katod gerilimine starter ateşleme gerilimi denir. Ateşleyici, starter-katod yönü ile lambanın erişilen asıl yön (katod-anod yönü) elde edilirse, katod ile anod arasındaki gaz akımı ateşleme etkisiyle



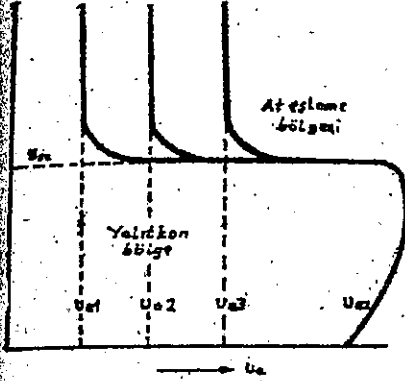
Şekil: 3-12. Bir gazlı röle lambasının sembolü.

gösterir. Bu akım lamba, devresine seri bağlı direnç üzerinden, örneğin bir röle sargıları direncinden de geçer. Asıl lamba yönündeki gerilim, buradaki besleme gerilimi değerini asıl yön geriliminin parlama değerine düşürür. Asıl yön geriliminin parlama değeri lambayı karakterize eden bir değerdir. Lambadan geçen akım değeri şöyle hesaplanır:

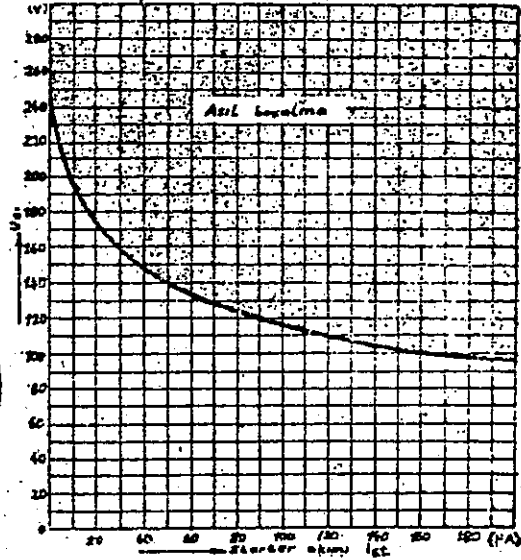
$$\text{Akım} = \frac{\text{Besleme gerilimi} - \text{Parlama gerilimi}}{\text{Dış devre direnci (yük)}}$$

Katod ile anod arasında starter yardımıyla akım akıtılabilir. Fakat starter lambayı yalıtkan duruma getiremez. Gazlı röle lambasının iletken durumundan yalıtkan duruma da getirilmesi gerekir. Buna göre katod ile anod arasındaki gerilimin aynı lambanın parlama değerinin altına düşürülmesi gerekir. Buna lambanın söndürülmesi denir. Gazlı röle lamba devresinin alternatif gerilim veya duruma göre iki gerilim palsı (veya iki yarım dalga gerilimi) arasında sıfır olan palslı bir gerilimle beslenmesi sırasında, hiç bir şey yapmaksızın iki durum arasında lamba daima yalıtkan duruma geçmeğe devam eder. Doğru gerilimle beslenme durumunda bilhassa söndürme devresi kullanılmıdır.

Gazlı röle lambası, soğuk katodlu gazlı röle lambası veya soğuk katodlu anahtar lambası olarak ta bilinir. Bazan kısa ve hatalı olarak sadece soğuk katodlu lamba şeklinde gösterilir.



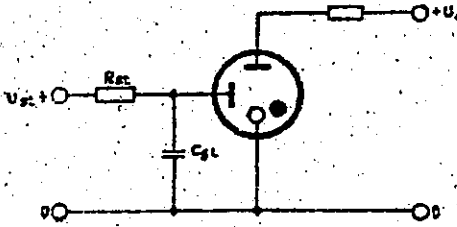
Şekil 3-13 Gazlı röle lambasının ateşleme karakteristiği.



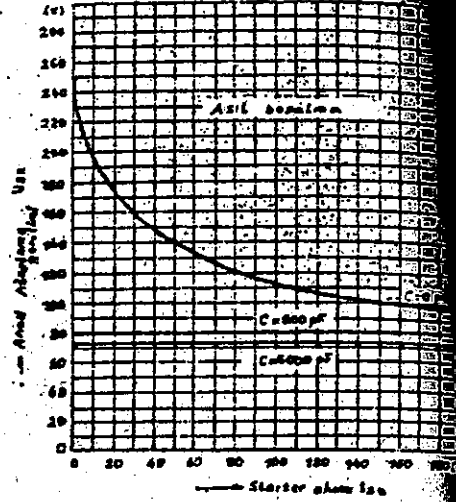
Şekil 3-14 Gazlı röle lambasının Ua-Ist karakteristiği.

Şekil 3-13 te soğuk katodlu gazlı röle lambasının ateşleme ve şekil 3-14 te ise, Ua — Ist karakteristikleri görülmektedir. Şekil 3-13 teki karakteristik eğriden görüleceği üzere, eğer, her anod gerilimi için gerekli pozitif Ust starter gerilimi değeri ateşleme noktasında ise, anod-katod arasında bir ateşleme meydana gelerek lamba ilettime geçer. Eğer anod-katod gerilimi Ua2 değerinde ise, Ust = 0 voltluk starter geriliminde anod-katod yönü ateşlenir ve lamba ilettime geçer. Starter gerilimini pozitif yönde artırılabilir. Bunun değeri anod ateşleme değerine yükselir. Starter gerilimini Ua4 değerine, yani starter ateşleme gerilimi değerine yükseltilir. Bu suretle hem starter-katod, hem de anod-katod yönlerinin her biri birden ateşleme değerine yükselirler ve aynı zamanda anod gerilimi Ua4 den daha az olur. Fakat bunlar Uan (n = 1, 2, 3) değerlerinden büyüktürler. Bu Uan nin büyüklüğü starter devresindeki Ist akımı tarafından belirlenir. n=1 en büyük starter akımını anlatır. Yani en küçük direnç demektir. n = 3 küçük starter akımını anlatır ve starter devresinde en büyük direnç vardır.

Şekil 3-15 te görüldüğü üzere, starter ile katod arasında paralel olarak "Cst" kapasitesi bağlayalım. Starter-katod yönündeki ateşleme sırası



Şekil 3-15 Starter-katod yönüne paralel olarak bir kapasite bağlanmasıyla karakteristik düşelir.



Şekil 3-16 Starter-katod arasında paralel olarak bağlanan kondansatörün karakteristik üzerine etkisi.

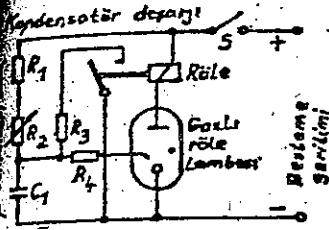
sında kondansatörün boşalmasıyla startere doğru bir akım akar ve bu yüzden starter akımı yükselir. Bu etki karakteristik eğride görünür bir düşmeye sebep olur. Kondansatörün kapasitesinin büyüklüğünün etkisi şekil 3-16 da görüldüğü gibidir. Kondansatörün kapasite değeri 5000 pF'ten daha büyük olmamalıdır. Çünkü, kapasitenin büyük olması, alternatif akımı çalışmalarında faz farkı yaratır.

Gaslı lambalı röle devresi

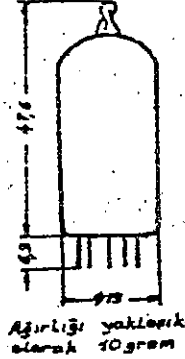
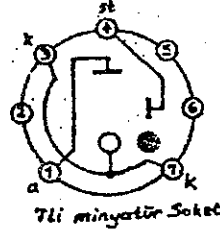
Şekil 3-17 de gazlı röle lamba devresi görülmektedir. Bu devrede gazlı lamba, ayarlanan bir zaman aralığında anahtar olarak çalışacak şekilde görev yapar.

Devrenin çalışma şekli: Şekil 3-17'deki devrede "S" anahtarı kapatıldıktan sonra lambanın anodu ile katodu arasında besleme gerilimi uygulanır. Bununla beraber aynı anda starter ile katod arasındaki gerilim yavaş yavaş yükselir. Bu gerilim C1 kondansatöründeki gerilime bağlıdır. Yani buradaki gerilim C1 kondansatörünün dolmasını takip ederek yükselir. C1 kondansatörü birbirine seri bağlı R1 ve R2 dirençleri üzerinden dolar. Starter besleme gerilimine çıkıncaya kadar geçen za-

C_1 kondansatörünün kapasitesi ve R_2 ($R_1 + R_2$) değerine, çok az besleme gerilimine bağlıdır. C_1 kondansatöründeki gerilim yükselmesi ölçü, besleme gerilimi yanında, istenen zaman sabitesine göre R_2 değerinin ayarlanacağı değerdir.



Şekil 3-17 Gazlı röle lambası devresine bağlı zaman rölesi.



Şekil 3-18 5823 gazlı lambasının ayak bağlantısı ve ölçüleri.

Zaman sabitesi: $C_1 \cdot (R_1 + R_2)$ dir.

Örnek : $C_1 = 2 \text{ Mfd}$, $R_1 + R_2 = 5 \text{ Megaom}$. Buna göre zaman sabitesi nedir?

$$\text{Çözüm : } C_1 = 2 \text{ Mfd} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ A/V.}$$

$$R_1 + R_2 = 5 \text{ Megaom} = 5 \cdot 10^6 \text{ om} = 5 \cdot 10^6 \text{ V/A.}$$

$$C_1 \cdot (R_1 + R_2) = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 5 \cdot 10^6 = 10 \text{ saniye.}$$

10 saniyelik zaman sabitesinin anlamı şudur : Besleme gerilimi uygulandıktan 10 saniye sonra kondansatördeki gerilim aşağı yukarı besleme gerilimi değerinin 0,63 üne ulaşır. 10 saniyelik zaman sabitesi ile aşağı yukarı anahtar kapandıktan 7 saniye sonra röle çeker. Yani röle paleti çekilir. Röle kontağı ile bağlantılı olan R_3 direnci kondansatör boşalma akımını sınırlar. R_4 direnci starterin başlangıçtaki akımının yükselmesini önler. R_1 direnci yüksek starter akımlarının önüne geçerek starteri korur. Bununla aynı zamanda ($R_1 + R_2$) nin altındaki ayarlama bölgesine geçmesi engellenir. Röle paleti çekildiği zamanki kontakma bağlı C_1 kondansatörünün R_2 nin ayarlanan değerine göre, devreyi tekrar çalışma durumuna hazırlar. Buna tekrar hazırlık zamanı veya dinlenme zamanı denir.

Örnek : R2 direnci fotoğrafçılıkta resmin çekilmesi sırasında poz verme zamanı için istenen belirli bir zamana ayarlanabilir. Bunun için rölede, röle bobini dışında çalışan ve çalışmayan kontaklar bulunur. Bu röledeki "S" anahtarı iki kutuplu bir anahtardır. Bu anahtarın ikinci kontakta pozlandırmaya yardımcı olan lambalara bağlanır. Lambaların akımı rölenin ikinci çalışmayan kontakları üzerinden akar. Pozlandırma zamanı anahtarın kapanması ile başlar ve röle paletinin çekilmesiyle sona erer.

Gazlı röle lambasının önemli özellikleri :

1.) Gazlı röle lambası soğuk katodlu gazlı bir lamba olup, lambaya yeterli pozitif anod-katod gerilimi uygulandığında, anod ile katod arasında bir starter yardımıyla gaz akımı akar.

2.) Eğer starter-katod gerilimi ateşleme değerine ulaşırsa (starter ateşleme gerilimi değerine çıkarsa), yeterli değerde gaz akımı akar.

3.) Anod-katod gaz akımı starter vasıtasıyla değil, bilakis yalnız yeterli anod-katod gerilimi azalmalarıyla kesilir. Yani lamba söner.

4.) Anod-katod gaz akımının akmasıyla anod-katod gerilimi, besleme değerinden, aşağı yukarı 110 voltluk parlama değerine gelir.

5.) Lamba ancak, dış devresine seri bir direnç bağlandığı zaman görev yapar. Şekil 3-17 de görülen devrede lamba dış devresindeki direnç röle sargıları DC direncidir. Bu direnç lambadan geçen gaz akımını yeterli ölçüde sınırlar.

6.) Giriş, yani starter direnci gazlı röle lambasında çok büyüktür. Bu oldukça iyi bir avantajdır.

7.) Gazlı röle lambaları tiplerine göre, doğru gerilim, palsli gerilim veya alternatif gerilimle çalışır.

8.) Alternatif gerilimli beslemede, besleme gerilimi hemen hemen 220 voltluk şebeke gerilimidir.

9.) Doğru gerilimde aşağı yukarı 300 voltluk bir doğru besleme gerilimi gereklidir. Bu doğru gerilim, bir doğrultucu diyot yardımıyla besleme transformatorsuz olarak 220 voltluk şebekeden sağlanır.

10.) Lambadan akım geçtiği zaman gaz ışık verir. Lambanın ışık vermesi devrenin çalışmasını göstermiş olduğundan bu büyük bir avantajdır.

Şekil 3-18 de örnek olarak verilen 5823 gazlı röle lambasının teknik karakteristikleri aşağıda verilmiştir. Bu teknik karakteristikler lambanın karanlık durumda çalışması gözönünde bulundurularak verilmiştir.

Ust : 0 volt iken anod-katod yönündeki ateşleme gerilimi :

$$U_{az} + 200 \dots + 300 \text{ volt.}$$

Anod parlama (anod-katod yönü) gerilimi :

$$U_{aB} \text{ aşağı yukarı } 65 \text{ volt.}$$

Starter ateşleme (starter-katod yönü) gerilimi :

$$U_{stz} + 70 \dots + 90 \text{ volt.}$$

Starter (starter-katod yönü) parlama gerilimi :

$$U_{stB} \text{ aşağı yukarı } 60 \text{ volt.}$$

Ateşleme iletimi için starter akımı :

$$*I_{st} \text{ aşağı yukarı } 50 \text{ mikroamper.}$$

U_a : + 140 voltta iyonlaşma zamanı (anod-katod yönü) :

Geri iyonizasyon zamanı :

$$t_i \text{ 20 mikrosaniye.}$$

$$t_a \text{ 1 milisaniye.}$$

Entegrasyon zamanı :

$$T \text{ maksimum } 5 \text{ saniye.}$$

*Katod ile starter arasındaki kondansatör yokken geçerlidir. Kondansatör starter akımını azaltabilir.

5823 lambasının anahtar lambası olarak çalışması :

Anod gerilimi :

$$U_a \text{ 110 V}$$

Starter ön gerilimi :

$$U_{st} \text{ maksimum } + 45 \text{ volt.}$$

Starter tepe gerilimi (Ust + kontrol puls) :

$$U_{stsp} \text{ minimum } + 105 \text{ volt.}$$

Sınır değerleri :

110 miliamper.

Anod tepe akımı :

I_{asp}

Anod akımı :

I_a maksimum 25 miliamper.

minimum 5 miliamper.

Starter tepe akımı :

I_{stsp} 500 mikromaper.

Çevre sıcaklığı :

t_{max} + 75°C

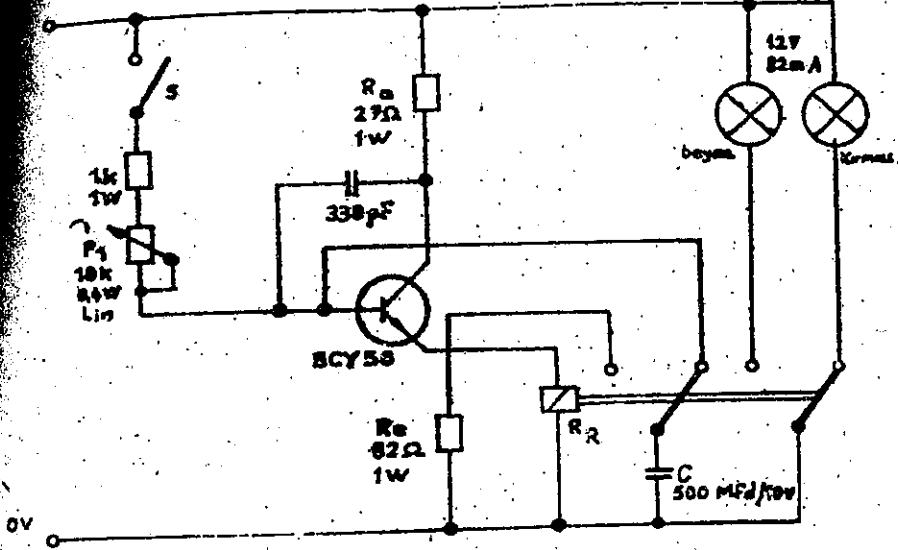
t_{min} - 60°C

E — Zaman gecikmeli röle devreleri :

Zaman gecikmesi dendiğinde, elektrik devrelerinin belirli zamanla göre açılıp, kapanması anlaşılmalıdır. Zaman gecikmesi yarıziletken devre elemanları veya gazlı lambalar kullanılarak elektronik devrelerle yapılabılır. Bu devrelerle belirli zamanlar elde etmek için RC devre elemanları kullanılır. Bu RC devre elemanları bir direnç ve kondansatörden oluşur.

Ekseri zaman gecikmeleri, bir anahtarın açılması, kapanması biçiminde çalışan anahtarlardır. Zaman gecikmeli devreler, bir anahtar veya kontrol pulsı ile tetiklenebilecek devreler periyodik veya öngörülen bir programa göre otomatik olarak çalışırlar. Bu uygulamalara ait iki örnek şekil 3-19 ve 3-20 de verilmiştir.

Bir rölenin tutma zamanının uzatılması : Bir rölede tutma zamanı kondansatör yardımıyla uzatılabilir. Böylece uzun zaman veya ayarlanabilen istenen zaman kadar rölenin tutması sağlanır. Bu iş için, transistör tarafından kontrol edilen rölede transistör tabanına (beyzine) RC-Elemanları bağlanmalıdır. Basit bir şekilde transistörün taban gerilimi değiştirilir, böyle devrelerde rölenin tutma (veya bırakma) zamanı, rölenin tutma gerilimine etki edilerek uzatılır.



Sch. 3-19. Rölede tutma zamanının uzatılması.

Röle tutma zamanını uzatmak üzere, kontrol kontağı "S" anahtarı kapandıktan sonra taban (beyaz) akımını yükselten bir kondansatör rölenin çalışmayan kontağı üzerinden transistörün taban-yayıcı (emiter) devresine bağlanır. Rölenin tutma zamanı P1 potansiyometresi yardımıyla, rölenin tutma zamanı istendiği kadar uzatılabilir. Böylelikle "S" kontağının açılması sırasında röle paleti bırakmaz. Röle paleti çekildikten sonra ters bağlayıcı kontak yardımıyla "C" kondansatörünün taban bağlantısı transistörden ayırır. Kondansatör küçük değerli Ra direnci üzerinden boşalır. Bunun için devre tekrar hemen çalışma durumuna geçer. Ra direnci güç kaybının bir kısmı üzerine çıkar ve bu yüzden transistör biraz zarar görür.

Eğer besleme gerilimi U_s , kondansatörün kapasite değeri "C", akım yükseltme katsayısı "B" ve gerekli tutma zamanı verilmişse, buradan rölenin çalışma gerilimi ve sargılarının direnci hesaplanabilir. Böylelikle de istendiği kadar büyük zaman ayarı yapılabilir. Bu zaman da zaman sabitesidir. Bu devre için zaman sabitesi şöyle hesaplanır.

$$\tau = C \cdot (P_{max} \parallel B \cdot R_R)$$

Rölenin besleme gerilimi, devre besleme geriliminden az küçük seçilir. P1 potansiyometresinin en büyük değeri yeterli taban akımını akı-

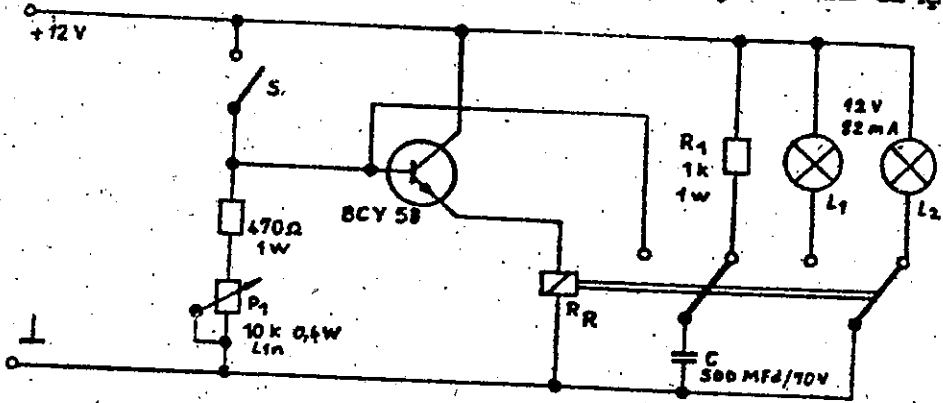
tabilecek izarı en küçük değerde olmalıdır. Röle çalışma gerilimi besleme geriliminden küçük olacağına göre, röle sargıları direnci küçük olmalıdır. Böylelikle gerekli tutma gücü elde edilir. Her durumda paralel devrenin değeri $P_{1max} \parallel B \cdot R_R$ küçüktür. Bundan ikinci durumda devrenin etkisi de çok küçüktür. Eğer, rölenin besleme gerilimi, devre besleme geriliminin $2/3$ si ise tutma zamanı en küçük değerine ulaşır. Buna göre; $P_{1max} = B \cdot R_R / 2$ ve $R_a = R_R / 2$ olmalıdır. Rölenin tutma gerilimi kendi çalışma geriliminin % 30' unun bulunduğu zaman maksimum uzatma zamanı yukarıda verilen zaman sabitesine eşit olur.

Şekil 3-19 da verilen devredeki devre elemanları değerleri ile neticelere ulaşılabılır.

$$P_{min} = 0,4 \text{ saniye ; , } P_{1/2} = 3,0 \text{ saniye}$$

$$P_{max} = 6,0 \text{ saniye.}$$

Bir rölenin bırakma zamanının uzatılması : Şekil 3-20 de görülen devrede "S" anahtarının kapatılması sırasında uzatma olmaksızın röle bırakır. Bunun üzerine ters çevirici kontak üzerinden transistörün tabana kondansatör bağlanır. Bu kondansatör daha önce küçük kontak üzerinden R1 direnci üzerinden besleme gerilimi değerine dolmuş bulunmakta. Eğer kondansatör boşalma durumuna geçerse, büyük kapasite nedeniyle besleme kaynağına zarar verir. Bu da röleyi kısa bir an için



Şekil: 3-20. Rölenin bırakma zamanının uzatılması.

titreştirir. "S" anahtarı açıldıktan sonra kondansatördeki gerilim P1 potansiyometresi yardımıyla ayarlanan zaman süresince transistörün tabana

Belirler. Uzatma zamanını, "C" kondansatörünün kapasite değeri, direnci P1, röle sargıları direnci R₂, besleme gerilimi U akım katsayısı B tarafından belirlenir. Bu uzatma zamanını tanımlayan sabitesi şöyle hesaplanır.

$$\tau : C. (P1 \parallel B. R_2).$$

Şekil 3-20 de verilen devredeki devre elemanı değerleriyle şu netice elde edilebilir.

$$t_{uzatma} = 0,75 \text{ saniye}; P_{1/2} = 5,00 \text{ saniye};$$

$$t_{bırakma} = 9,00 \text{ saniye}.$$

Kontrol Soruları:

1 - Bir rölede tutma zamanı ne demektir? Nasıl uzatılır?

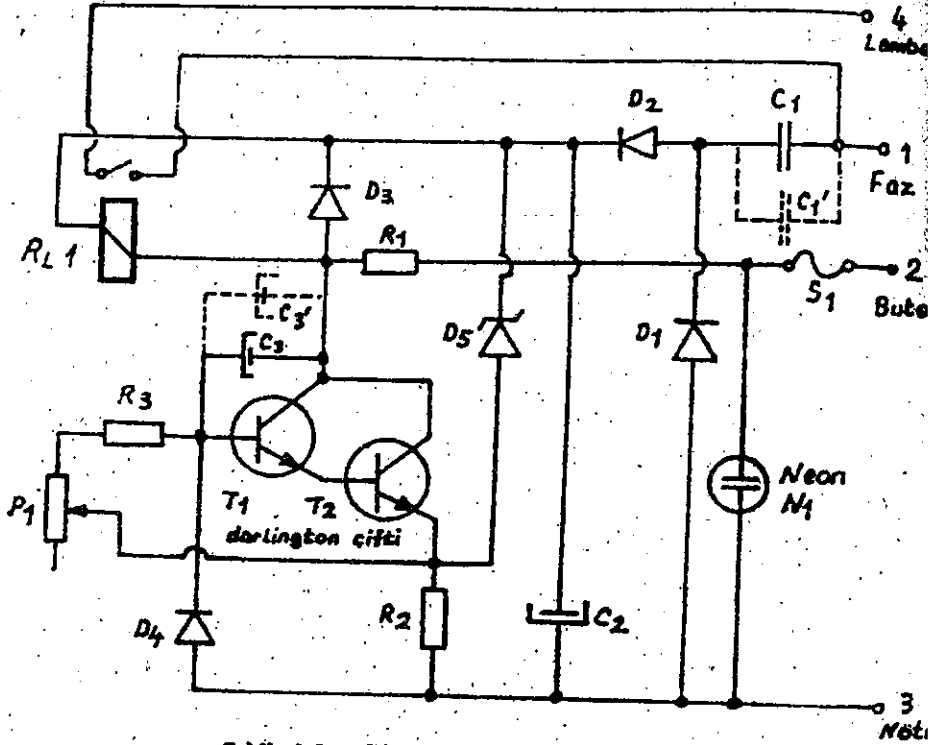
2 - Bir rölede bırakma zamanı ne demektir? Nasıl uzatılır?

3 - Kondansatör deşarj zaman gecikmeli röle:

Kondansatörün bir direnç üzerinden dolması ve boşalması esasına çalıştırılan kondansatör deşarjlı röleye "Elektronik merdiven otomat" örnek olarak verilebilir. Şekil 3-21. de bir elektronik merdiven otomatı görülmektedir. Devrenin çalışması şöyledir.

C1 ve C1' kondansatörleri gerilim bölücü olarak çalışmakta olup, 220v AC ve C1 + C1' ise 110v AC çalışmaları için hesaplanmıştır. Kondansatörlerin gerilim bölücü olarak çalışabilmesi için devrelerinden geçen akım geçmelidir. Bu akımı D5 zener diyodu ile D1 diyodu blokajına (yalıtkanlık) yönü akımı oluşturmaktadır. C2 kondansatörü röle ödevi görmektedir. D2 diyodu ise doğrultucu olarak çalışmaktadır. Lamba devreye koruyucu olarak konmuştur. Bundan amaç yanlış çalışmada devrenin zarar görmesini önlemektir ve sigorta ile kontrol edilmektedir.

Kontrol kısmının çalışması: Butona basıldığı zaman, RL1 ve R1 üzerinden bir akım akacak ve röle paleti çekilerek röle kontağı kapanacaktır. Böylece kontrol edilen lambalar yanar. Buton açıldığı halde lambalar yanmağa devam eder. Lambaların yanma zamanı C3 ve C3' kondansatörleri ile R 3 direnci ve P1 potansiyometresi tarafından belir-



Şekil: 8-21. Elektronik Merdiven Otomatığı.

lenir. Lambalar yandığı sürece C3 ve C3' kondansatörleri, darlington çifti oluşturan T1 ve T2 transistörlerini iletimde tutan taban gerilimi sağlar. Transistörler kesime gittikten sonra bunların tekrar iletime gelmeleri için butona basmak gerekir. Devredeki D3 diyodu röle uçları da ortaya çıkan endüktif gerilimi söndürmek için kullanılmıştır. E direnci transistörlerin toplayıcı (kollektör) akımlarını sınırlamak için konmuştur.

Eğer buton ucuna yanlışlıkla faz bağlanırsa, neon lamba içinde mikrosaniye mertebesinde yüksek bir akım akacak ve bu akım sigortayı atırarak devreyi koruyacaktır.

Şekil: 3-21. deki devrenin parça listesi aşağıya çıkartılmıştır.

T2 : BC237B	R1 : 150 om 1/4 W
D2 : IN4001	R2 : 220 om 1/4 W
D4 : IN4001	R3 : 22 Kiloom 1/4 W
D5 : 36v 1W Zener	P1 : 250 Kiloom lineer
L1 : 48v DC 30 mA	C1 : 1 MFd 250v AC
0 A 1,5 KVA C1' : 0,47 MFd 250v AC	
Neon lamba	C2 : 100 MFd 50v DC
Sigorta 100-125 mA	C3 : 47 MFd 50v DC
	C3' : 33 MFd 50v DC

kontrol soruları:

Başka elektronik merdiven otomatığı devre şemaları bularak çalışma şekillerini açıklayınız.

Şekil: 3-21. deki devrede D5 zener diyodunun görevini açıklayınız.

Başka kondansatör değerli zaman gecikmeli röle devreleri araştırınız ve bunların çalışmalarını açıklayınız.

— Zaman gecikmeli AC röleler:

Elektro-mıknatısların teorisinden bilindiği gibi, bir rölenin çekme kuvveti, akımın karesi ve yönü ile orantılıdır. Çünkü:

$$F = \frac{(0,4\pi \cdot N \cdot I)^2}{8\pi} \cdot S \cdot \frac{1}{\Delta^2} \text{ çekme kuvveti formülünde;}$$

N, S, Δ , 8π değerleri belirli bir röle için sabittir. F çekme kuvveti ancak, I akımının karesi ve yönüne bağlı olarak değişir. Bunun için AC ve DC armatür rölelerinin arasında esasta pek fark yoktur. Çekme prensibi birbirinin aynıdır. Ancak, AC ve DC armatür rölelerinin arasında yapım bakımından şu farklar vardır.

AC armatür rölesinin paleti, çekirdeği sac paketlerinden yapılmıştır. Fukolt ve histerisiz kayıpları AC magnetik alanlarda daha çok görülür.

AC armatür rölelerinin çekirdeklerinin kutup uçlarında titreşimi (titreşim) azaltmak için şekil 3-22. de görüldüğü gibi gölge kutup kullanılır.

AC akımında bir periyotta akım iki defa maksimum ve iki defa sıfır olur. Bu nedenle sinüs dalgası şeklindeki bir gerilim ile çalıştırılan AC armatürün faydalı (ortalama) çekme kuvveti (F_p);

$$F_p = F_m \cdot \sin^2 W \cdot t = \frac{F_m}{2} (1 - \cos 2 \cdot W \cdot t) \text{ dir.}$$

Burada F_m : Maksimum çekme kuvvetidir. Bu nedenle armatür AC akımında çekme kuvveti akım ve gerilime bağlı olarak değişecektir. Netice olarak

Şekil: 3-21. deki devrenin parça listesi aşağıya çıkartılmıştır.

T2 : BC237B	R1 : 150 om 1/4 W
D2 : IN4001	R2 : 220 om 1/4 W
D4 : IN4001	R3 : 22 Kiloom 1/4 W
D5 : 36v 1W Zener	P1 : 250 Kiloom lineer
RL1 : 48v DC 30 mA	C1 : 1 MFd 250v AC
0 A 1,5 KVA C1' : 0,47 MFd 250v AC	C2 : 100 MFd 50v DC
Neon lamba	C3 : 47 MFd 50v DC
Sigorta 100-125 mA	C3' : 33 MFd 50v DC

kontrol soruları:

- Başka elektronik merdiven otomatığı devre şemaları bularak çalışma şekillerini açıklayınız.
- Şekil: 3-21. deki devrede D5 zener diyodunun görevini açıklayınız.
- Başka kondansatör deşarjlı zaman gecikmeli röle devreleri araştırınız ve bunların çalışmalarını açıklayınız.

G -- Zaman gecikmeli AC röleler:

Elektro-mıknatısların teorisinden bilindiği gibi, bir rölenin çekme kuvveti, akımın karesi ve yönü ile orantılıdır. Çünkü:

$$F_p = \frac{(0,4\pi \cdot N \cdot I)^2}{8\pi} \cdot S \cdot \frac{1}{\Delta^2} \text{ çekme kuvveti formülünde;}$$

π , N , S , Δ , 8π değerleri belirli bir röle için sabittir. F çekme kuvveti ancak, I akımının karesi ve yönüne bağlı olarak değişir. Bununla birlikte AC ve DC armatür rölelerinin arasında esasta pek fark yoktur. Çalışma prensibi birbirinin aynıdır. Ancak, AC ve DC armatür röleleri arasında yapım bakımından şu farklar vardır.

1- AC armatür rölesinin paleti, çekirdeği sac paketlerinden yapılmıştır. Fukolt ve histerisiz kayıpları AC magnetik alanlarda daha çok meydana gelir.

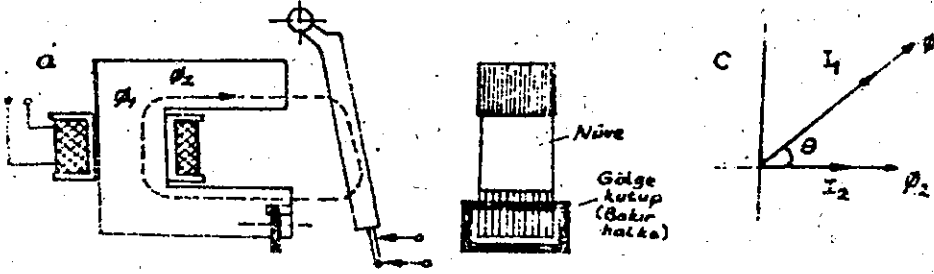
2- AC armatür rölelerinin çekirdeklerinin kutup uçlarında titreşimi (vibrasyonu) azaltmak için şekil 3-22. de görüldüğü gibi gölge kutup halkaları kullanılır.

AC akımında bir periyotta akım iki defa maksimum ve iki defa sıfır değerinden geçer. Bu nedenle sinüs dalgası şeklindeki bir gerilim ile beslemede armatürün faydalı (ortalama) çekme kuvveti (F_p);

$$F_p = F_m \cdot \sin^2 W \cdot t = \frac{F_m}{2} (1 - \cos 2 \cdot W \cdot t) \text{ dir.}$$

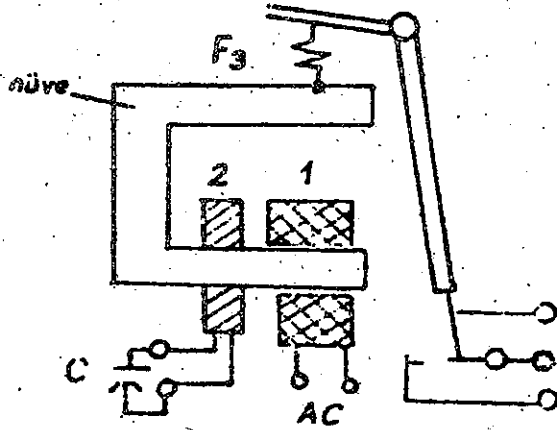
Burada F_m : Maksimum çekme kuvvetidir. Bu nedenle armatür AC rölelerinde çekme akım ve gerilime bağlı olarak değişecektir. Netice ola-

rak AC röle armatürü titreşir yani vibrasyon yapar. Bu titreşme sonucunda açılıp, kapanan kontaklar ark yapar. Bu durum kontrol devrelerinde hiç istenmez. Alternatif akım rölelerinde armatürün bu titreşiminin önlemek için başlıca iki metod kullanılır.



Şekil: 3-22. AC armatür röle.

1 — Bir röleye iki bobin koymak: Şekil: 3-23. deki 1inci bobin AC besleme kaynağına bağlanır. Bu bobinden geçen akımın yönü ve şiddetine göre röle çalışır. İkinci bobin uçlarına bir kondansatör bağlanır.

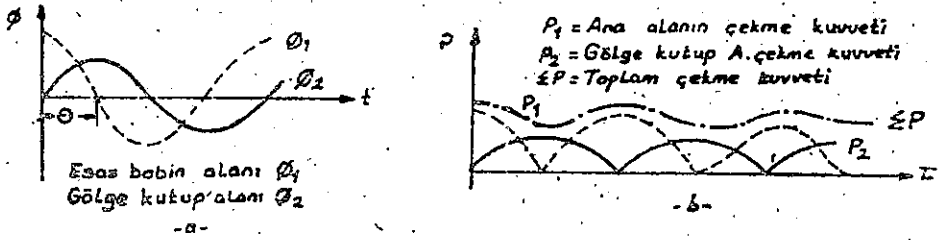


Şekil: 3-23. Kararlı çekmeli röle.

muştur. Birinci bobine uygulanan AC geriliminin ani değeri maksimuma erişince 2nci bobinde, bir transformatorun sekonderi gibi bir gerilim indüklenir ve bu gerilim kondansatörü doldurur. Birinci bobin gerilimi sıfıra düştüğünde, rölenin armatürü zayıflamak ister. Ancak kondansatör 2 nolu bobin üzerine boşalır ve böylece armatür çekmesi kararlı

olarak kalır, zayıflamaz. Bu metod bir rölenin fiziki boyutlarını büyüt-
tüğü ve masrafı arttırdığından pratikte pek kullanılmaz.

2 — AC armatür röle çekirdeğine gölge kutup koymak: En çok kullanılan, kararlı çekme sağlayan metoddur. Kutup yüzeyinin $1/2$ ile $1/3$ ünü kaplayan bir oyuktaki bir bakır halka, bir transformatörün se-
konderi gibi bir gerilim indüklenir ve bu gerilim halkadan bir akım akıtır. Bu akım esas röle bobininin tersine bir Φ_2 alanı yaratır. Φ_2 Φ_1 esas alandan Φ kadar geridedir. Şekil 3-22. C ye bakınız. Φ_2 alanı Lenz kanununa göre kendisini yaratan esas alan Φ_1 in tersine etki eder. Böylece ortaya çıkan $F_1 = 0$ iken, gölge kutuptaki çekme kuvveti F_2 sıfırdan büyüktür ve F_1 çekme kuvvetini çoğaltmağa çalışır. Böylece ar-
matürün çekme kuvveti, gerilimin sıfır olduğu hallerde sıfır olmaz. Ar-
matür kararlı olarak çekilir.



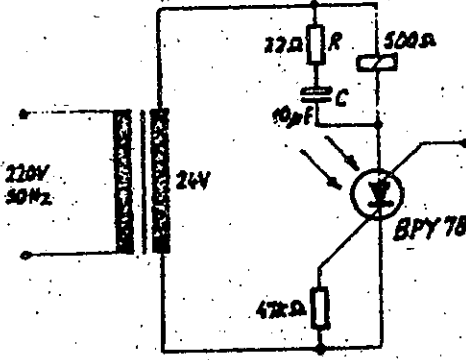
Şekil: 3-23. Gölge kutuplu AC rölede alan ve kuvvetler.

III — Foto elektrik röle devreleri:

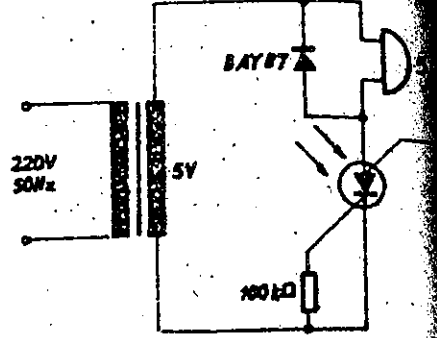
İkinci bölümde Foto-elektronik devre elemanları hakkında geniş bilgi verildi. Bu bölümde foto elektrik röle devrelerine örnek olarak foto tristörle yapılmış birkaç basit endüstri uygulaması anlatılmaktadır.

İşık kontrollü röle: Şekil 3-25 deki devre alternatif akımla çalışmaktadır. Foto tristöre ışık geldiği zaman röle paleti çeker ve rölenin çalışan kontaklarındaki devre böylelikle ışıkla kontrol edilmiş olur. Foto tristördeki ışık kaybolduğu zaman röle tekrar bırakır. Röle uçlarındaki "C" kondansatörü rölenin titreşmesini önlemek için konmuştur. Kondansatör bağlı "R" direnci kondansatör şarj akımını sınırlamak için kullanılmıştır.

Foto-tristörlü çağırma tesisatı: Şekil: 32-25. deki devrede röle yerine bir zil ve serbest çalışmalı diyot konacak olursa, şekil 3-36 daki ışık duyarlılık basit bir çağırma tesisatı elde edilir.



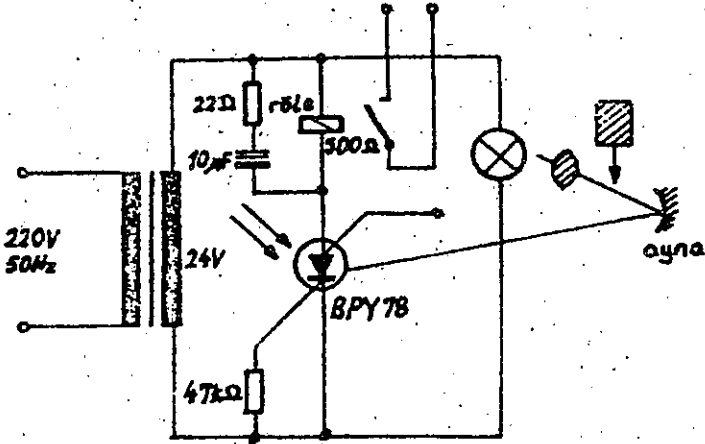
Şekil: 3-25. Işık kontrollü röle.



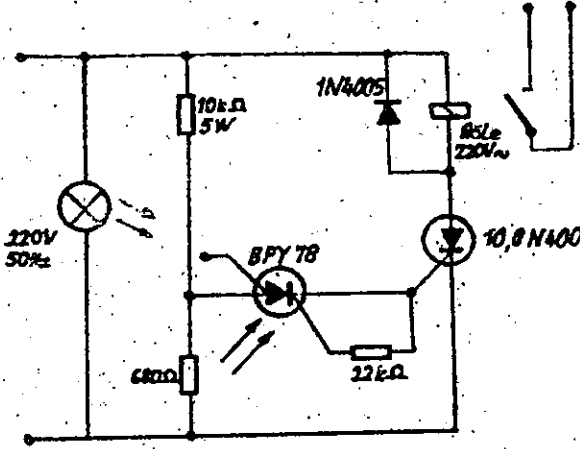
Şekil: 3-36. Foto triştörlü çağırma tesisi.

Işıkli kontrol: Şekil 3-27 de çok az devre elemanı kullanılarak yapılan bir ışıkli kontrol devresi görülmektedir. Normal durumda foto triştöre ışık gelir ve foto triştör iletken durumdadır. Işık kesildiği zaman foto triştör alternatif gerilimin ilk gelen sıfır geçişinde söner. Röle çekilir ve çalışmayan kontak kapanır.

Besleme transformatorsuz ışıkli kontrol: BPY78 foto triştörünün yalnızca gerilimi 220 voltluk bir röleyi şebekede açıp, kapatmağa yetmez. Bunun için bu triştör, şebekeye bağlı normal bir triştör tarafından kontrol edilir. Şekil 3-28. de böyle bir besleme transformatorsuz ışıkli bir kontrol devresi görülmektedir.



Şekil: 3-27. Işıkli kontrol.



Şekil: 3-28. Besleme transformatorsuz ışıklı kontrol.

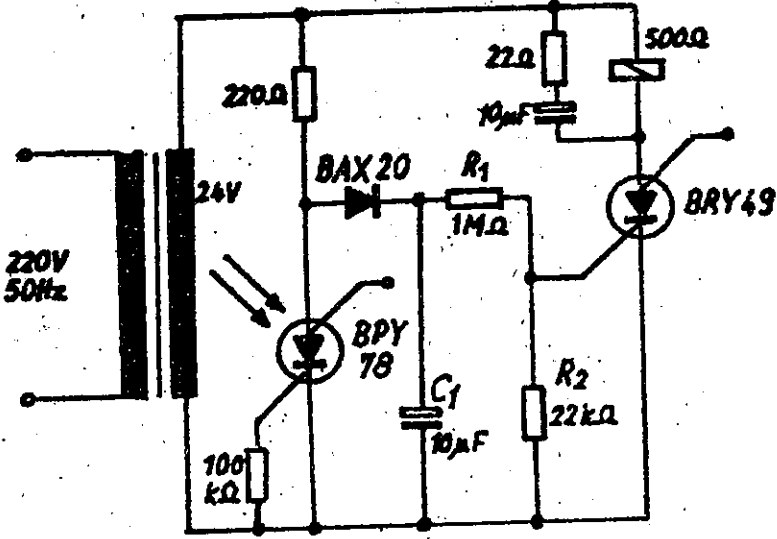
Uzun zamanlı ışıkta kontrol: Şekil 3-29. da görülen ışık kontrollü devre örneğin mağazaların ve asansörlerin kapılarının otomatik olarak açılıp, kapatılmalarında kullanılır.

Normal durumda bir ampulün ışığı foto tristöre gönderilir. Bu durum tristörü açarak iletken durumda tutar. C1 kondansatörü R1 ve R2 üzerinden boşalır. Bu sırada küçük güçlü BRY49 tristörü alternatif gerilimin sıfır geçişinde yalıtkan duruma geçer. Röle akımsız kalır ve kapı kapanır, yani kapalı kalır.

Kısa bir an için foto tristörün ışığı, örneğin birisinin geçmesi neticesinde kesilsin. Böylece C1 kondansatörü diyot üzerinden aşağı yukarı 34 voltluk bir gerilime dolar. Bu gerilim BRY49 tristörünü ateşleyerek devresindeki röleyi çalıştırır ve röle paleti çeker. Çekilen röle paleti rölenin çalışan kontağını kapatarak kapının mekanik sistemini harekete geçirir ve kapı açılır. Şimdi C1 kondansatörü R1 ve R2 üzerinden boşalır. R2 deki gerilim birkaç saniye sonra yuvarlak olarak 0,6 voltun altına düşerse, tristör bunu takip eden alternatif çalışma geriliminin sıfır geçişinde tristör yalıtkan duruma geçer. Röle bırakır ve kapı kapanır.

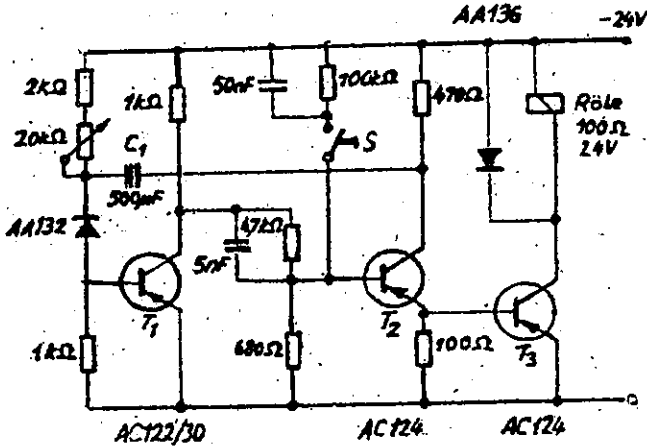
1 — Transistör kontrollü röle devreleri:

Bu konuya örnek olmak üzere aşağıda yüksek güç çıkışlı monostabil multivibratör devresi ile büyük zaman gecikmeli multivibratör devresi incelenerek verilmiştir.



Şekil: 3-29. Büyük zamanlı ışık kontrolü.

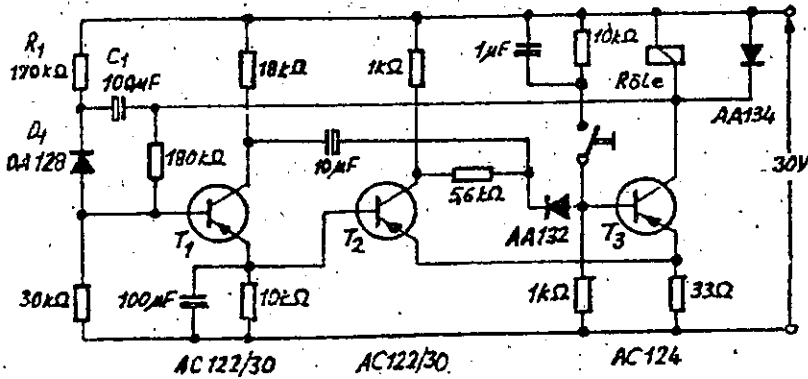
Yüksek güç çıkışlı monostabil multivibratör: Şekil 3-30. da çalışma zamanı 0,7-8 saniye arasında ayarlanabilen bir multivibratör devresi görülmektedir. Bu devrede çıkış katı 240 miliamper akım çekmekte olup, güçlü 5,7 Wattır. Böylelikle bu devre ile büyük güçlü röle devreleri tetiklenebilir.



Şekil: 3-30. Yüksek güç çıkışlı monostabil multivibratör devresi.

"S" düğmesine basılmamış iken, yani multivibratör çalışmaz durumda iken her iki T2 ve T3 transistörü yalıtkan, T1 transistörü ise, iletken durumdadır. "S" düğmesine basıldığı zaman T2 transistörü 50 nF'lık kondansatör tarafından kısa bir an için açılır. Bu sırada T1 transistörü, T2 transistörü kolektörüne bağlı C1 kondansatörü üzerinden ani gerilim yükselmesi ile yalıtkan duruma geçer. Aynı zamanda T2 transistörü ile T3 transistörü de iletken duruma geçer ve röle çeker. Bu suretle C1 kondansatörü potansiyometre üzerinden boşalır. T1 transistörü tekrar iletken ve T2 transistörü ile T3 transistörü tekrar yalıtkan duruma geçerler. Röle bırakır ve ancak "S" düğmesine tekrar basularak tetiklendikten sonra röle tekrar çeker.

Büyük zaman gecikmeli multivibratör: Devreden büyük bir zaman gecikmesi istendiğinde zamanı belirleyen RC elemanlarının büyük olması zorunluluğu vardır. Buna göre sükunet (çalışmaz, durgunluk) durumunda iletken transistörün taban (beyz, baz) akımı RC elemanlarının direnci üzerinden aktılır. Yalnız bu direnç, "B" doğruakım yükseltme katsayısı civarında toplayıcı (kolektör) direncinden büyük olacak şekilde seçilir.



Şekil: 3-31. Büyük zaman gecikmeli multivibratör.

Büyük kapasite değerlerinde büyük ısı katsayısı civarında toplayıcı (kolektör) direncinden büyük olacak şekilde seçilir. Büyük kapasite değerlerinde büyük ısı katsayısı olan elektrolitik kondansatör kullanılması ve uygulanan gerilimin dalga şekli düzgün olmalıdır. Bunun için kurala uygun olarak devrede küçük kapasiteler ve büyük dirençler kullanılabilir. Şekil 3-31'de böyle bir devre görülmektedir. Bu devredeki T2 ve T3 transistörleri monostabil bir multivibratör oluşturur. Stabil durumda T2 transistörü iletkenidir. Bu transistörün taban akımı doğrudan doğruya bir

direnci üzerinden değil, bilakis T1 transistörü üzerinden akar. T1 transistörünün akım yükseltme katsayısından ötürü, bu transistörün taban gerilimi çok yüksek değerde olmalıdır. Böylelikle küçük kapasite değerinde büyük zaman sabitesi sağlanır. Bu devrede bundan başka olan büyük zaman belirleyen kondansatör ısı katsayısı ve kararlılık elde eder. Sıcaklık (ısı) yükseldiğinde her iki yalıtkan T1 ve T2 transistörleri yayıcı (emiter) ön gerilimleri sızıntı akımlarından ötürü yükselir. Böylece yüksek sıcaklıklarda T1 transistörünün taban (beyz, baz) gerilimi düşük sıcaklıklardaki taban geriliminden daha negatif duruma gelir. Böylelikle devre tekrar geriye stabil duruma geçer. D2 diyodu, T1 transistörünün sızıntı akımının kapatma (anahtarlama) zamanına etki etmesini engel olur. Devrede seçilen R1 ve C1 değerleri ile 20 saniyeye kadar kapanma zamanı elde edilebilir.

Kontrol Soruları:

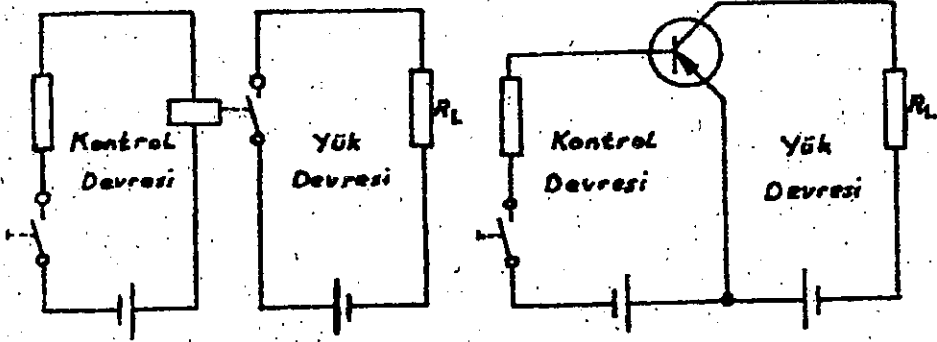
- 1 - Elektronik metotla hız nasıl ölçülür? Anlatınız.
- 2 - Elektronik metotla sıcaklık nasıl ölçülür? Açıklayınız.
- 3 - Elektronik metotla sıvıların seviyeleri nasıl ölçülür? Açıklayınız.
- 4 - Elektronik metotla başka büyüklüklerin ölçülüp, ölçülemeyeceğini araştırınız ve bir örnek veriniz.

IV — YARIİLETKEN ANAHTARLAR

A — Transistörün anahtar olarak kullanılması:

Mekanik anahtarlar yerine şekil 4-1 de görüldüğü gibi elektronik anahtarlar kullanılabilir. Elektronik anahtarlar, bir yük akımı devresini kontakları hareket etmeden açıp, kapayan devre elemanlarıdır. Bu "kontaksız" anahtarlar örneğin; diyotlar, transistörler, tristörler, triyaklar, foto-elektrik yarıiletkenler veya lambalarla yapılabilirler.

Elektronik anahtarların mekanik anahtarlara karşı olan üstünlükleri; hızlı ve gürültüsüz çalışmaları, kıvılcım aralığının bulunmaması ve eskimemeleridir. Bunlar doğrudan doğruya elektriksel büyüklükler, gerilim veya ışık şiddetine bağlıdır.



Şekil: 4-1. Mekanik anahtarların elektriksel eşdeğer devresi.

Küçük kontrol işareti (sinyali) çıkış devresi üzerindeki büyük bir gücü anahtarlar, yani kontrol eder. Bu sırada devre elemanı olarak kullanılan, örneğin transistör yalıtık durumdan iletken duruma geçer veya bunun tersi olur.

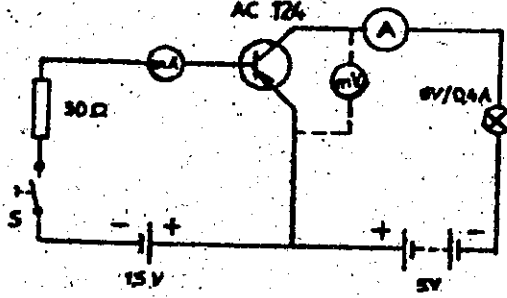
Yalıtık durumdan iletken devre durumuna geçme olayı için belirli bir anahtarlama zamanına gerek vardır. Bu anahtarlama zamanı, elektronik anahtarların önemli bir teknik karakteristiğidir ve bu dış devredeki devre elemanı ve kontrol işareti (sinyali), aynı zamanda da çıkış devresindeki yük direncinin kapasitif, omik veya endüktif olmasına bağlıdır.

Transistörün anahtar olarak kullanılması:

Deney: Şekil 4-2. deki devreyi kurunuz. Anahtarı açınız ve kapatınız. Bu sırada ölçü aleti ibre sapmasını ve ampulü gözleyiniz. Anahtar kapalı iken toplayıcı (kollektör) -yayıcı (emiter) gerilim ölçünüz.

Anahtar açık iken ampul ışık vermez. Yani sönmüştür. Ampulden yalnız birkaç mikroamper akım geçer. Anahtar açık iken toplayıcı uçlarındaki gerilim çok küçük olup, 0,2 volt civarındadır.

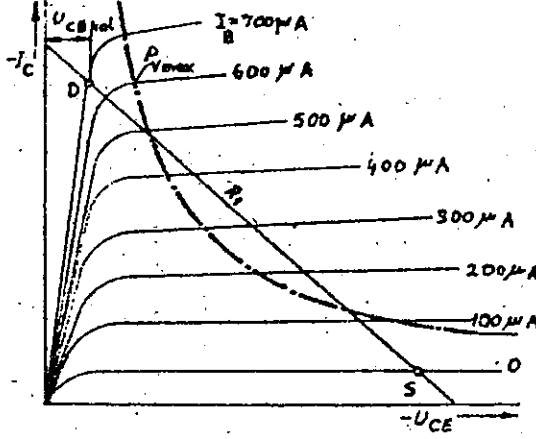
Transistörden taban (beyz) akımı aktığı zaman toplayıcı akımı ve transistör kapalı bir anahtar gibi etki gösterir. Yani kapalı bir anahtar gibi çalışır. Transistörde yalnız toplayıcı-yayıcı üzerinde düşen çok küçük



Şekil: 4-2. Transistörün anahtar olarak kullanılması.

bir U_{ce} kalan gerilimi bulunur. Taban akımı akmazsa, toplayıcı akımı akmazsa, toplayıcı akımı hemen hemen sıfırdır ve transistör hemen hemen açık bir anahtar etkisi gösterir. Yani transistör açık bir anahtar olarak çalışır. Toplayıcı devresinden akan çok küçük akım, sızıntı akımıdır. Bu akımın mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir. Bunun için de iyi bir anahtar transistörünün iletken yöndeki direncinin küçük olması gereklidir. Küçük iletken yön dirençleri olan transistörlerin üzerlerinde düşen toplayıcı-yayıcı gerilim düşümü de küçüktür. Bu tip transistörlerin yalıtkan yön dirençleri yüksek ve sızıntı akımları çok küçüktür.

Şekil: 4-3. te bir transistörün $I_C - U_{ce}$ karakteristik eğri grubunda R_L yük çizgisi üzerinde iletkenlik yönü için "D" çalışma noktası ve yalıtkanlık durumu için "S" noktası görülmektedir. Kısa bir anahtarlama zamanı, kararlı bir devre durumu ve her şeyden önce küçük bir U_{ce} kal kalan (kalıcı) gerilimi elde etmek için, transistör aşağı yukarı uygun bir toplayıcı akımı için 2-5 katı taban akımı ile ağır olarak kontrol edilir.



Sekil: 4-3. I_C-U_{CE} anahtarlama karakteristiği.

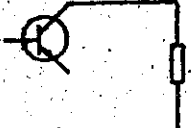
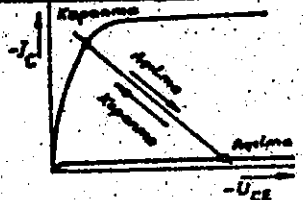

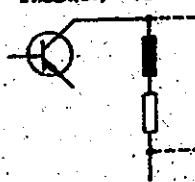
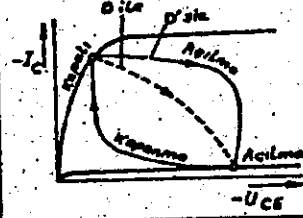
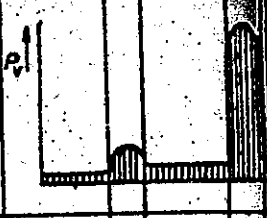
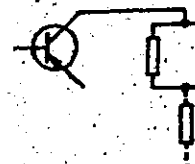
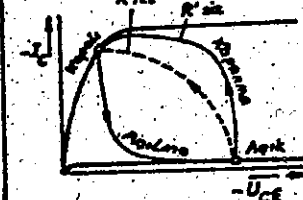
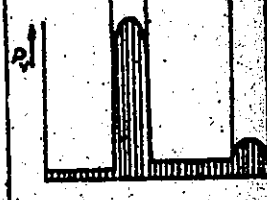
Burada "D" noktasındaki gerilim ve "S" noktasındaki akım çok küçüktür. Transistörde meydana gelen kayıp güç hem yalıtkan devre durumunda hem de iletken devre durumunda oldukça küçüktür.

Bir devre durumundan diğer devre durumuna geçerken çalışma noktası, yük çizgisi boyunca güç hiperbolünün üst yarısının bir kısmına (çalışma dışı) da geçer. Bu sırada çalışma devamında oldukça yüksek bir güç kaybına rastlanır. Yani geçiş çabuk olur ve genellikle tekrarlanmaz. Geçiş yeteri kadar hızlı olur ve genellikle o kadar sık tekrarlanmaz. Transistör buna dayanır. Çünkü en yüksek kayıp güce çok kısa bir an için rastlanır. 8 Watt'lık anma gücü olan bir transistörün puls gücü, yani kısa bir anlık kayıp gücü 200 Watt'tır.

Bir anahtar transistörünün açılıp, kapanması sırasında rastlanan kayıp güç 4-1. nolu tablodan görüleceği üzere devrenin durumuna ve genellikle dış devredeki yükün çeşidine bağlıdır.

Omik dirençli bir devrenin açılıp, kapanması sırasında, çalışma noktası, transistörün yük çizgisi boyunca hareket eder. Yani kayıp güç, açma ve kapama sırasında aynı büyüklüktedir. Yük çizgisinin eğimi yük direncinin büyüklüğü tarafından belirlenir.

Endüktif yük, anahtarın kapanması sırasında çok az bir gerilim yükseltme etkisi yapar. Benzer şekilde, bir endüktif yükün bir transistör tarafından anahtarlama sırasında açma ve kapama için aynı çalışma

Tablo 4.1. Çeşitli Yüklerde Transistörün Kayıp Gücü		
Yük Çeşidi	Akım Şekli	Transistördeki Güç Kaybı
<p>Omik Yük</p> 		
<p>Endüktif Yük</p> 		
<p>Kapasitif Yük</p> 		

eğrisi geçerli değildir. Transistörde açılma sırasında büyük bir güç kaybı ortaya çıkar. Bu sırada burada aynı zamanda büyük bir toplayıcı akımı ve yüksek bir toplayıcı-yayıcı gerilimi de ortaya çıkar. Bu ağır gerilim büyüklüğü endüktansın değerine, endüktans sargılarının DC direncine ve anahtarlama hızına bağlıdır.

Eğer endüktans sargılarına 4-1 nolu tablodan görüleceği üzere paralel olarak bir diyot bağlanacak olursa, açma sırasında ortaya çıkan ağır gerilim küçültülebilir. Bu serbest çalışmalı diyot, toplayıcı akımına göre yalıtılma yönünde bağlanmalıdır. Bu durumda diyot endüksiyon gerilimleri yönünde bağlanmalıdır. Bu durumda diyot endüksiyon gerilimleri için hemen hemen kısa devre gibidir.

Kapasitif yük, kapanma sırasında ağır akım yükselmesine sebep olur. Bir transistöre kapasitif bir yük bağlayalım. Transistörün kapanması sırasında içinde yükselmekte olan büyük bir akım akar. Bu sırada transistör

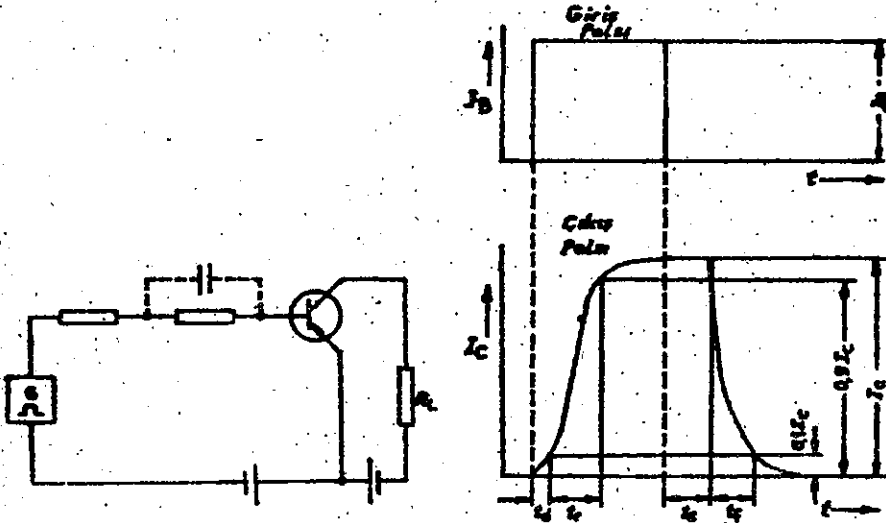
ne uygulanmış olan toplayıcı-yayıcı gerilimi yükselir. Yani bu transistörde büyük bir güç kaybına sebep olur. Kapasitif yük açılma sırasında akımı hızla azaltır. Bu yüzden burada bu anda çok az güç kaybı ortaya çıkar.

Akımın yükselme büyüklüğü kondansatörün kapasitesine ve anahtarlama hızına bağlıdır. Akımın yükselişini azaltmak için, örneğin 4-1. nota tablodan da görüleceği üzere, devreye seri olarak akım sınırlayıcı emik bir direnç bağlamak gerekir.

Bir transistörde, bir kapasitif yük devresinin kapanması ve endüktif yük devresinin açılması sırasında büyük bir güç kaybı ortaya çıkar.

Bir transistörün bir devre durumundan, diğer devre durumuna geçmesi için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. Transistörün bu ataletinin sebebi kristal yapıdaki akım taşıyıcılarının sınırı hızlarıdır. Bu yüzden çıkış pahası, giriş pahasına göre gecikir ve dalga şekli değişir. Yani giriş pahası ile çıkış pahası arasında faz farkı vardır.

Bir transistör girişindeki bir kare dalga pahası ile kontrol edilsin. Çıkış pahası olarak akan toplayıcı akımı gecikir. Yani giriş pahası ile çıkış pahası arasında faz farkı ortaya çıkar. Şekil 4-4. te her iki pahasın karşılaş-



Şekil: 4-4. Transistörün anahtarlama zamanı.

tırılması suretiyle bir transistörün anahtarlama zamanı görülmektedir. Genel olarak anahtarlama bilgisinin verildiği 4 çeşit anahtarlama zamanı

tesbit edilmiştir. Bu anahtarlama zamanı her transistör için başka baş olup, transistörlerin teknik karakteristiklerini gösteren el kitaplarında verilmiştir.

Gecikme zamanı (t_d ; Ing. delay time): Anahtarlama zamanı sonra kontrol edilen toplayıcı akımının en büyük değerinin % 10 una çıkıncaya kadar geçen zamandır.

Yükselme (çıkış) zamanı (t_r ; Ing. rise time): Toplayıcı akımının en büyük değerinin % 10 u ile % 90 değerleri arasında geçen zamandır.

Tutma zamanı (Ing. stroge time): Kontrol palsının (taban akımının kesilmesinden sonra, toplayıcı akımının en büyük değerinin % 90 na düşüncüye kadar geçen zamandır.

Bırakma zamanı (Ing. fall time): Toplayıcı akımının en büyük değerinin % 90 ından % 10 una düşüncüye kadar geçen zamandır.

Tutma zamanı ile bırakma zamanının toplanmasından transistörün açma zamanı ortaya çıkar.

Transistörün bunun dışındaki özelliği kontrolunun da anahtarlama zamanına bağlı olduğudur. Aşırı kontrol ile kapatma zamanı kısaltılır. B sırada taban-toplayıcı yalıtkan yüzeyi akım taşıyıcıları sürüklenir. Aynı zamanda açma zamanı da uzatılır. Bu sırada tutma zamanı sırasında tutulan (depolanan, silkonan) akım taşıyıcıları, akım tekrar azalınca kadar yeniden akarlar. Eğer, örneğin taban direncinin bir kısmı bir kondansatörle köprülenirse, şekil 4-5. de görüleceği üzere dik bir pals çıkışı ve pals düşüşü de elde edilebilir. Kapanma sırasında kondansatör kus devre etkisi gösterir ve transistör büyük bir taban akımı tarafından aşırı bir şekilde kontrol edilir.

Transistörün anahtar olarak çalışmasına, ısıya bağlı sızıntı akım akım yükseltme katsayısı ve artı kalan gerilimin etkisi vardır. Akım yükseltme katsayısının değişmesi (akım yükseltiminin değişiklikleri sırasında ve ısı yüzünden ortaya çıkan kalıcı (kalan) gerilim değişiklikleri sırasında da genellikle önemli değildir. Isı değişmelerinden ötürü ortaya çıkan sızıntı akımlarının anahtarlama zamanları üzerine büyük etkisi vardır. Çevre sıcaklığı transistörün anahtar olarak çalışması sırasında yalıtkan yön de çalışırken etkilidir. Bunun için bilhassa güçlü anahtar transistörlerin de soğutucuya ihtiyacı vardır.

Anahtar transistörleri hızlı ve güvenilir anahtarlama yapılması istenen yerlerde, örneğin, multivibratörlerde, yalıtılmış salınım devrelerinde sayıcı devrelerde, lojik devrelerde ve hesaplayıcı cihazlarda kullanılırlar.

Tekrarlayıcı Sorular:

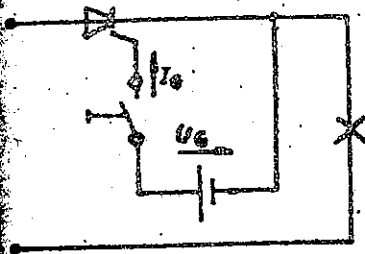
- Elektronik anahtarların, mekanik anahtarlara göre üstünlükleri nelerdir?
- Bir elektronik anahtarın anahtarlama zamanı neye bağlıdır?
- Kütüktanalı devrede anahtar kapandığı zaman düşük tutuş nasıl olur?
- Transistörlü kapasitif ve endüktif yükün anahtarlama sırasında nelere dikkat edilmelidir?
- Bir anahtarlama transistörünün tutma zamanı nasıl belirlenir?
- Transistör hangi devrelerde anahtar olarak kullanılır?

Tristörün anahtar olarak kullanılması:

Deney : Bir tristöre ileri yönde bir doğru gerilim uygulayınız. Bu da kontrol devresi için şekil 4-5. te görüldüğü üzere gerilim üretici olarak bir pil kullanınız. Kısa bir an için düğmeye basarak anahtarı kapatınız.

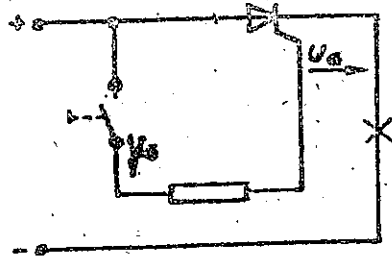
Ampul, düğmenin kısa bir an için basılması, yani anahtarın kısa bir süre için açılıp, kapanması sırasında ve bundan sonra ampul ışık verir.

Ateşlemeden sonra kontrol akımına artık gerek kalmaz ve yalnız tristörün ısınmaması için ateşleme mümkünse ateşleme pısları ile yapılmalıdır. Eğer tristörün katodu ile anodu arasında U_c değerinde bir



Devamlı ateşleme

(Kontrol akımı bataryadan)



Pıslalı ateşleme

(Kontrol akımı batarya kaynağından)

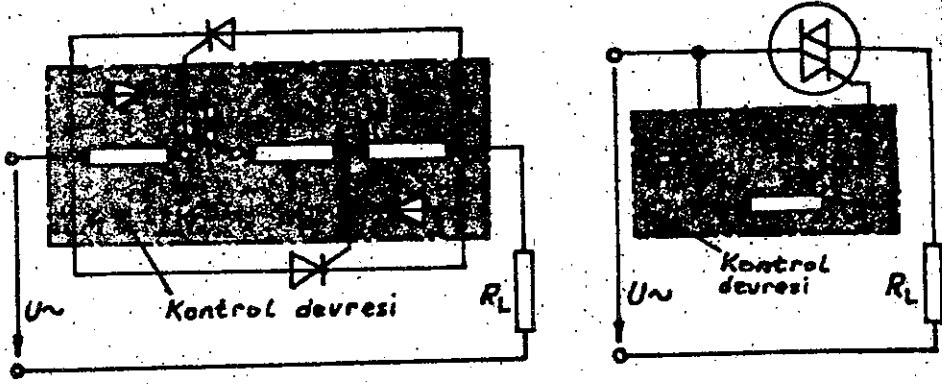
Şekil: 4-5 Tristörün anahtar olarak kullanılması.

Ateşleme gerilimi elde edilirse, pıslarla ateşleme kendiliğinden yapılır. Özellikle bu ateşleme pıslası devamındaki gerilim çok küçüktür ve bunun değeri yalnız ateşleme zamanına bağlıdır.

Tristörün alternatif akım anahtarı olarak kullanılması: Tristörün alternatif akım anahtarı olarak kullanılması için her yarım periyot sırasında.

bir kontrol akımına ihtiyaç vardır. Bu akım, gerilimin kutupları değiştiği zaman ortadan kalkar. Tristörün alternatif akım anahtarı olarak kullanılması sırasında tristörü söndürmek için bir söndürme ünitesi veya bir söndürme devresine gerek yoktur. Bu iş için iki tristör birbirine karşı ters gelecek şekilde paralel olarak bağlanır veya bir triyak kullanılır. Her iki bağlantı şekil şekil 4-6. da görülmektedir.

Bilhassa triyakta kontrol devresi çok basittir. Tristörlerin birbirine karşı ters paralel bağlı oldukları devrede, bilhassa tristör geri yöne dönmünceye kadar kontrol akımının akmaması gerekir. Aksi takdirde yalıtkanlık akımı çok büyüür. Bunun için bir tristörün kontrol akımı yolu



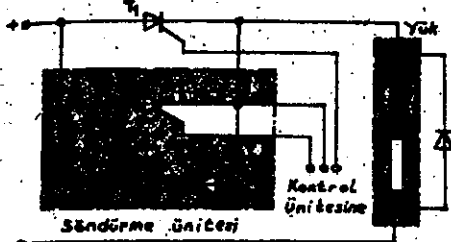
Şekil: 4-6. Tristörün alternatif akımı anahtarı olarak kullanılması.

üzerine şekil 4-6. da görüleceği üzere bir diyot bağlanır. Geri yöndeki tristör devrelerinde diyodun yalnız başlangıç değerlerine rastlanır. Tristör alternatif anahtarı olarak, örneğin patlayıcı tehlike olan tesislerin korunmasında, elektrikli trenlerde kullanılır. Her yarım periyot sırasında kapatma noktasının geciktirilmesi, alternatif akımı kontrol eder.

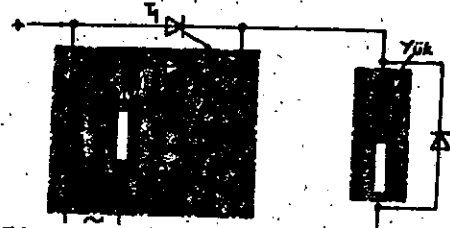
Tristörün doğru akım anahtarı olarak kullanılması: Tristör doğru akım anahtarı olarak kullanıldığı zaman bilhassa söndürme devresine gerek vardır. Bunun için tristör, tristörü geri yönde söndürecek olan bir gerilim uygulanır. Bu yüzden ileri yöndeki bir akımdan sakınmak gerekir. İleri yönde uygulanan pals gerilimi sona ermeden önce tekrar açılan bir yalıtkan yüzey vardır.

Tristör doğru gerilim uygulandığında, tristör geri yönde bir pals tarafından söndürülür.

Söndürücü pils, bir doğrultucu üzerinden, alternatif akım besleme gerilimi tarafından doldurulan bir kondansatörden sağlanır. Şekil 4-7 de böyle bir devre görülmektedir. Böylelikle yük açılmak istenir. Ateşleme



Şekil: 4-7. Bir triyotörün söndürme kondansatörü ile söndürülmesi.



Şekil: 4-8. Bir triyotörün söndürme bobini ile söndürülmesi.

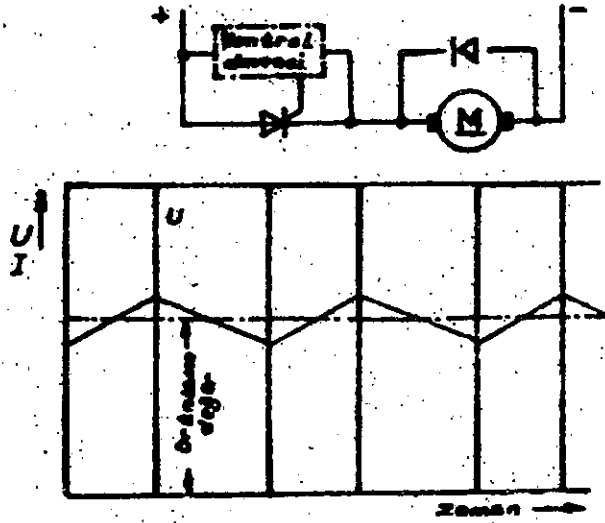
T2 yardımcı triyotörünün akım pils tarafından ateşlenir. Böylelikle asıl triyotör T1'e ileri yönde olacak şekilde kondansatör gerilimi uygulanır. Bu suretle T1 triyotöründe yeniden yalıtkan bir yüzey oluşturulur. T2 kendi kendine söner. Kondansatör boşaldıktan sonraki T2'nin akımı, tutma akımının altına düşer.

Anahtar açıldığı zaman, doğru akım devresindeki bobinde ortaya çıkacak indüksiyon geriliminin triyotörü bozmamasına dikkat etmelidir. Bu indüksiyon gerilimleri serbest çalışmalı bir diyot tarafından kısa devre edilir.

Söndürme için bir gerilim kaynağına gerek yoktur. Böylece bunun dışında şekil 4-8 de görüldüğü üzere, söndürme bobinli yardımcı triyotör ve yalıtkan duruma geçen bir diyota ihtiyaç vardır.

T1 ateşlemeden önce T2 ateşlenir. Böylelikle kondansatör uygulanan gerilime dolar. Kondansatörün dolmasından sonra T2 yalıtkan duruma geçer. Yalnız T1 ateşlenir. Böylece kondansatör "D" diyodu ve "L" söndürme bobini üzerinden boşalır. İndüksiyon gerilimi "L" söndürme bobini üzerinde bir gerilim yaratır. Bu gerilimle kondansatör ters polaritede dolar. Bunun için söndürme bobinine ters doldurucu bobin de denir. Yeni bir boşalmaya yalıtkan durumda olan diyot engel olur. T1'in kontrol akımının kesilmesinden sonra, T1'e, T2 tarafından ateşlenen, T1'i geri yöne getiren kondansatör gerilimi uygulanır. Böylece T1 söner.

Enerji elektroniklerinde bu söndürme şekli kullanılır. Küçük güçlerde, söndürme, kontrol devresindeki ateşleme pilsine ters yönde olan söndürme pilsinden elde edilir.



Şekil 4-9. Bir doğru akım motorunda akımın kontrolü.

Doğru akımda anahtar olarak kullanılan tristörler, örneğin, şekil 4-9 da görülen batarya (akümülatör) beslemeli çalgımda, devir sayısının kontrolünde, doğru akım devresinin güç kayıpsız kontrolü için kullanılır. Bu sırada, genişliği (puls modülasyonu genişliği) anma devir sayısına erişecek şekilde ayarlayan, puls tarafından doğru akım ortalama değeri elde edilir.

Tristörlerle hemen hemen güç kayıpsız olarak çalışan doğru akım ayarlayıcılar yapılabilir:

Bundan başka söndürme ünitesi için ana tristör ve yardımcı tristörü atışlamak üzere bir ritim vericisine (puls üretici) gerek vardır. Puls üretici olarak, yabancı uyarımlı gerilim çevirici puls üreticilerindekiné benzer devreler kullanılır. Genellikle puls frekansı sabit tutulur ve puls genişliği değiştirilir.

Tekrarlayan Sorular:

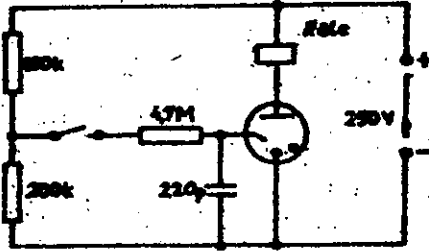
- 1 - Tristörler için mümkün olduğu kadar pulslarla atışlanırlar?
- 2 - Tristörler alternatif akım anahtarları olarak hangi tip devrelerde kullanılırlar?
- 3 - Geri yönde bağlanan tristörlerde kontrol akımının akmasına niçin izin verilmelidir?

- 4 - Triyotrler dogru akım devresinde anahtar olarak kullanılırken neye dikkat edilmelidir?
- 5 - Serbest çalışmalı diyot ne demektir? Ne işe yarar?
- 6 - Söndürme bobini ve yalıtkan diyot nasıl çalışır? Anlatınız.

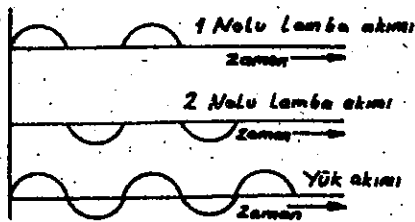
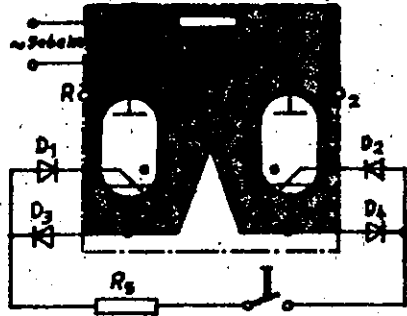
Gazlı diyot lambasının anahtar olarak kullanılması :

Gazlı diyotlar genellikle büyük iç dirençli gerilim üreticileri tarafından bir akımın söndürülmesi ve zaman geciktiren devrelerde kullanılırlar. Şekil 4-10 da görüldüğü üzere bir kontak koruyucu devrede, yüklenmeden duyarlılık bir kontrol tarafından açılır. Kapatıcı (başlatıcı) elektrot arasındaki kondansatör lambayı mutlak surette ateşleyen etki gösterir. Kondansatör kısa bir zaman süresince, kontrol gerilimi üretici olarak kuvvetli bir akım sağlar.

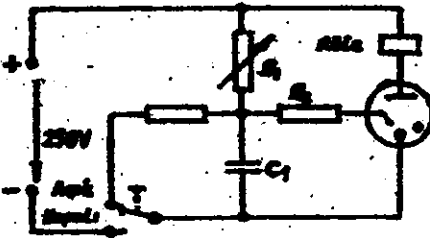
Şekil 4-11 de görülen zaman geciktirme devresi ile, zaman birkaç dakikaya kadar geciktirilir. Gecikme zamanını R1 direnci ve C1 kondansatörü belirler. R2 direnci açma (başlatma) elektrodu üzerinden yarımcı boğalma akımını sınırlar.



Şekil: 4-10. Gazlı triyotlu kontak koruyucu devre.



Şekil: 4-12. Kondansatörlü ışıklandırma koruyucu.



Şekil: 4-11. Zaman geciktirme devresi.

Thayratron lambanın anahtar olarak kullanılması :

Thayratron lambalar aslında tıpkı, gazlı triyot lambada olduğu gibi aynı devre maksatları için kullanılırlar. Bunlarda burada ateşleme gerilimine etki edilir. Genellikle böyle devreler, kontrollü doğrultucu olarak kullanılır.

İgnitron lambanın anahtar olarak kullanılması :

Çok yüksek akımları açıp, kapatmak için İgnitron kullanılır. Bunun temel bağlantısı aynen gazlı diyot lambada olduğu gibidir. İgnitron lambanın redresör olarak çalışması için iki İgnitron lambanın alternatif akım yükü olarak birbirine karşı ters paralel bağlanması gerekir. Şekil 4-12 de böyle bir devre görülmektedir. Bu devreye İgnitron koruyucu devre denir.

D1, D2, D3 ve D4 diyotları duruma göre yarım periyotlar sırasında lambaları ateşlerler. R5 direnci ateşleme akımını sınırlar. İgnitron lamba üzerinden sık sık yabancı ateşleme (dış ateşleme) de kullanılır. Bu yüzden akım akış zamanına etki yapmak mümkündür. Temel olarak bu devrede İgnitron direnç kaynak makinesinin akım kontrolü için kullanılır.

BÖLÜM 5

ELEKTRONİK KONTROLUN DİRENÇ KAYNAĞINA UYGULANMASI

A — Direnç kaynağının elektronik kontrolü :

Endüstride iki metal parçanın birleştirilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bir de kaynak işlemidir. Kaynak işlemi, metaller ergime derecesine kadar ısıtılarak yapılır. Metallere verilen bu ısı elektrik akımı ile elde edilir. Jül kanununa göre içinden elektrik akımı geçen bir malzemede meydana gelen ısı miktarı,

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \text{ dir.}$$

Burada :

Q : Meydana gelen ısı (kalori)

0,24 : Isıyı kaloriye dönüştürme katsayısı

I : Malzemedan geçen akım (amper)

R : Malzemenin direnci (om)

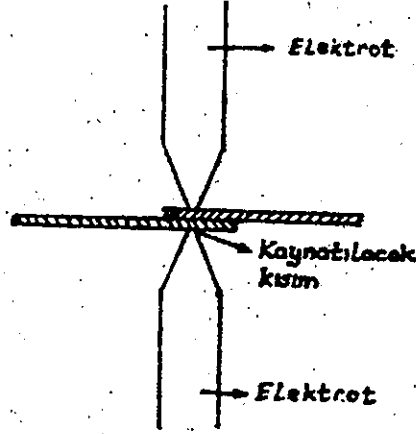
t : Akımın akma zamanı (saniye)

Formülde kaynak yapılan parçadan geçen akım I, kaynak yapılan parçaların direnci R, kaynak yapma zamanı t dir. Burada kaynak R di-kaynağı" ile yapılan birleştirme denir. Direncin değişmesi ile kaynak yapılan parçada ısının azalması veya artması da değişmektedir. Isının değişmesi, formüle göre, dirence bağlı olduğu gibi, devreden geçen akımın karesine ve akma zamanına da bağlıdır. Bu nedenle parçaları kaynak yapmadan önce, bunlara ait özellikleri iyi bilmek gerekir. Örneğin, demirin direnci büyük olduğundan kaynak yapacak ısı kolayca elde edilir. Demir ve sac parçalar kolayca kaynatılır. Alüminyuma gelince, bu metalin direnci küçük-

tür. Alüminyum parçaların kaynatılması için gerekli ısı kolayca elde edilmez. Bunlara benzer parçalarda direnç kaynağının yapılabilmesi için parçalardan yüzlerce, hatta binlerce amperlik akım geçirilir. İki parçanın kaynatılmasında kaynak müddeti, parçalardan geçen akıma, parçaların kalınlıklarına ve parçaların dirençlerine yani cinslerine bağlı olarak değişir.

Endüstride direnç kaynağı, genel olarak, üç şekilde yapılır. Bunlar nokta kaynağı, dikiş kaynağı ve alın kaynağıdır. Sırasıyla bu kaynak çeşitlerini ve bunların elektronik kontrolünü görelim.

a) Nokta kaynağı: Şekil 5-1 de üst üste konmuş iki sac parçasını nokta kaynağı ile kaynatılması görülmektedir.



Şekil: 5-1. Nokta kaynağı.

Şekil 5-1 de de görüldüğü gibi kaynak yapılacak parçalar iki elektrot arasına konur. Elektrotlara mekaniki bir kuvvetle bastırılarak parçaların sıkı tutulması sağlanır. Parçalar bu konuma getirildikten sonra kaynak makinesine akım verilerek kaynak yapılır. Kaynak işlemi bittikten sonra parçaların birbirine iyi kaynaması için parçalar bir müddet daha elektrotlar arasında kalır. Kaynak yeri soğuduktan sonra elektrotlar açılarak parça yerinden alınır. Kaynatılacak yeni parçalar yerine konur. Kaynak işlemi bu şekilde devam eder.

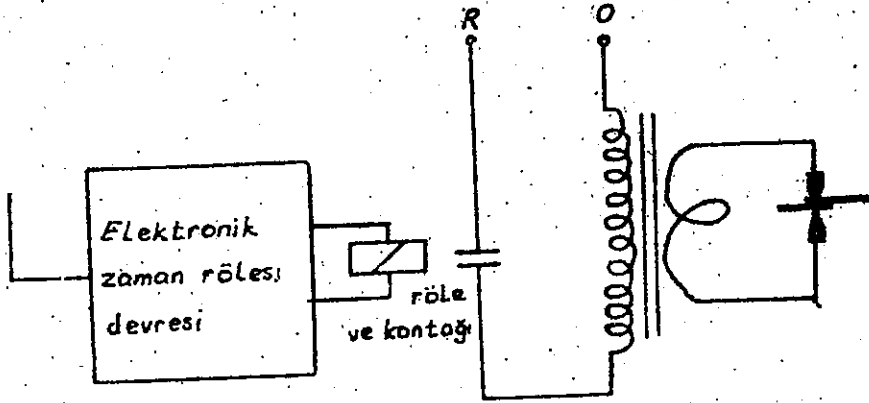
Kaynak makinesinin elektrotları açık iken elektrotlar arasında 10-12 voltluk gerilim vardır. Elektrotlar kaynatılacak parça üzerinden birleştirilince aralarındaki gerilim kaynatılacak parçaların direncine göre de-

değişmektedir. Genel olarak bu gerilim 1,5 volt ile 6 volt arasında değişmektedir. Elektrotlardan geçen akım ise 100 amper ile 200.000 amper arasında değişmektedir. Elektrotlardan geçen akım miktarı kaynak yapılacak parçaların özelliklerine yani kalınlıklarına, malzemenin cinsi ve enen kaynak şekline göre değişmektedir.

Kaynak yapılan parçaların kalınlıkları 0,30 mm ile 25 mm arasında değişmektedir.

3 mm kalınlığa kadar olan parçaların kaynatılmasında tek darbeli kaynak işlemi yapılır. Parça kalınlığı az olduğu için çok yüksek akıma gerek kalmadan kaynak yapılır ve kaynatılan kısmın çevresi fazla ısınmadan kaynak işlemi bitirilir. Kaynak makinelerinde kaynak zamanı kaynağı yapan kimsenin pratik alışkanlığına göre seçilmektedir. Bu usul her zaman iyi sonuç vermemektedir. Bu şekilde yapılan kaynakta bazen parçalar iyi kaynamamakta, bazen de parçalar delinmektedir. Bu sakıncayı gidermek için kaynak zamanı ayarı elektronik zaman röleleri ile yapılmaktadır.

Tek darbeli kaynak işleminde zaman gecikmeli röle kaynak makinesine kumanda etmektedir. Şekil 5-2 de bir kaynak makinesine elektronik zaman rölesi ile kumanda etme şeması verilmektedir.

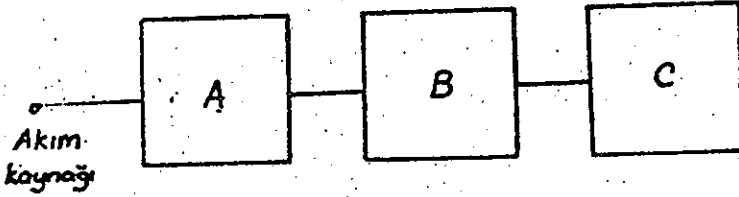


Şekil: 5-2. Elektronik zaman rölesi ile tek darbeli kaynak yapma şeması.

Şekil 5-2 de verilen şemada elektronik zaman rölesi bulunmaktadır. Bu röle bu kitabın 2. bölümünde açıklandı. Rölenin normalde açık mekaniki kontağına kaynak makinesinin primer sargısı bağlanır. Aynı makinenin sekonder sargısı uçlarına, elektrotlar arasına kaynak yapılacak

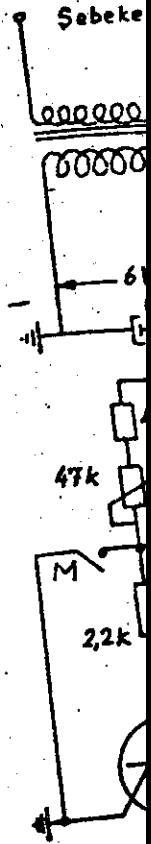
ar konur. Parçalar elektrotlar arasına sıkıca konduktan sonra elektronik zaman rölesi ile kaynak yapma zamanı ayarlanır. Örneğin bu zaman 1 saniye olduğunu düşünelim. Zaman rölesine akım verilince kontağını birleştirerek kaynak makinesinin primerini şebekeye bağlar. Bu anda sekonderden geçen akım parçaları kaynatır. Kaynak bitince röle kontağı açılır. Dolayısıyla kaynak makinesinin akımı durur. Kaynatılan parçalar soğuduktan sonra makineden çıkarılır ve diğer parçaların kaynak yapılacağı parçalar konarak işlemlere bu şekilde devam edilir.

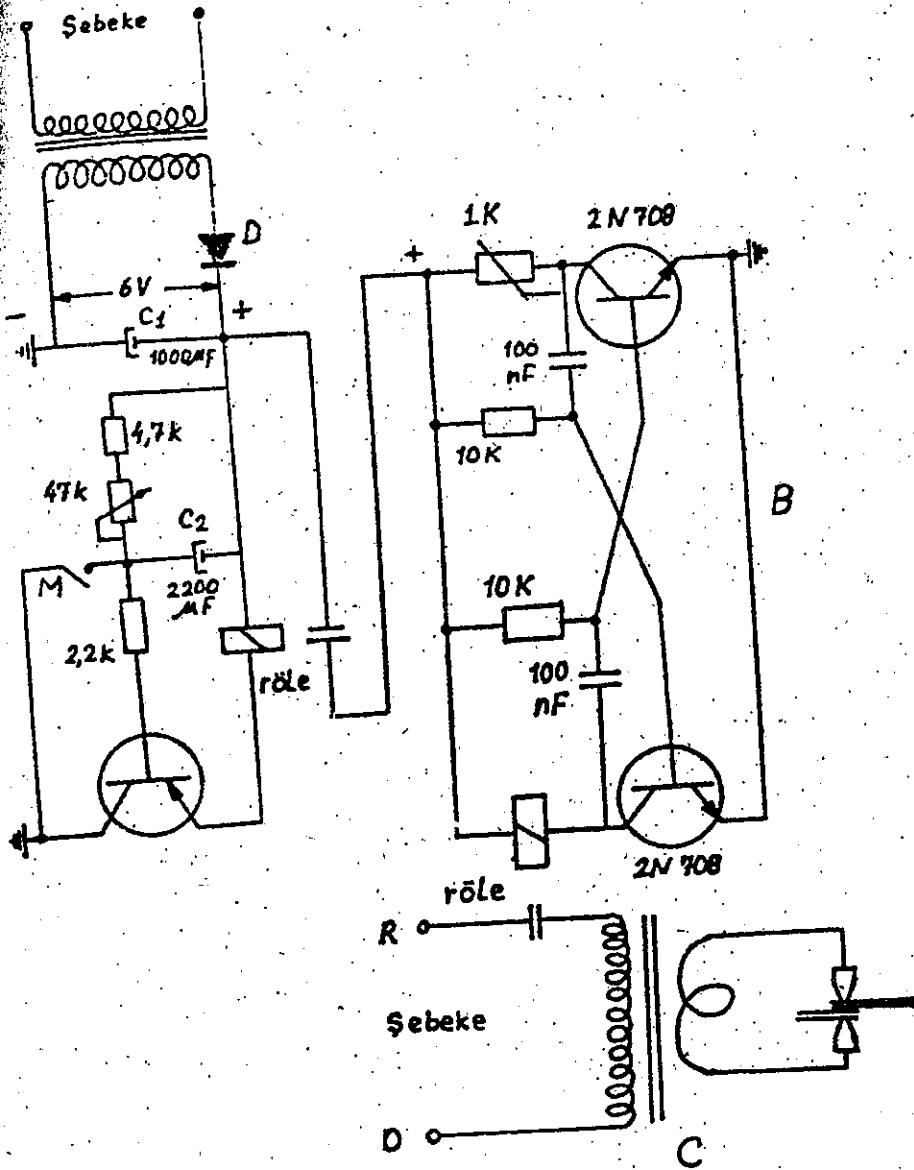
Eğer kaynak yapılacak parçaların kalınlığı 3 mm den büyük ise bu durumda da olduğu gibi tek akım darbesi ile kaynak yapmak sakıncalıdır. Kalınlığı arttığı için geçecek akım da artacaktır. Tek darbeye kaynak yapılsa devreden geçen yüksek akım elektrotları fazla ısıtır ve kalınlığı azaltır. Bu sebepten aynı parçanın aynı yeri kaynatılırken parçanın aynı yeri kaynatılırken parçadan bir keş defa akım geçirilir. Örneğin 4 parçalardan 4 defa 50 saykılık akım geçirilsin ve bunların arasında da 50 saykılık soğuma aralıkları bulunsun. Bu kaynak işlemi için 5-3 deki blok bağlantı yapılır.



Şekil: 5-3. Aralıklı kaynak yapma blok şeması.

Şekil 5-3 deki blok şemada A elektronik zaman rölesini, B elektronik mültivibratör, C ise kaynak makinesini ifade etmektedir. Şekilde belirtilen zaman rölesi kaynak yapma zamanına ayarlanır. Yukarıdaki örnekte kaynak yapma zamanı 4 defa 50 saykıldır. Şebeke frekansı 50 saykıl/saniye olduğuna göre 50 saykıl bir saniye eder. 4 defa 50 saniye 4 saniyelik zamanı verir. Bu zamanlamanın arasında 50 saykıl yani 1 saniyelik 3 defa ara verildiğine göre bunun toplamı 3 saniye eder. Kaynak yapma zamanları ile aradaki bekleme zamanları toplarsak 7 saniyelik toplam zamanı buluruz. Blok şemadaki A elektronik zaman rölesi bu zamana ayarlanır. Bu röle 7 saniye müddetle blok şemada B olarak belirtilen elektronik mültivibratöre akım verir. Mültivibratör ise 50 saykılık yani 1 saniyelik çalışma ve bekleme zamanına ayarlanır. Bu duruma göre çalışmaya başlayan mültivibratör 50 saykıl (1 saniye) kaynak makinesine akımın gelmesine izin verir.





Şekil: 3-4. Çok darbeli kaynak yapma devresi bağlantı şeması.

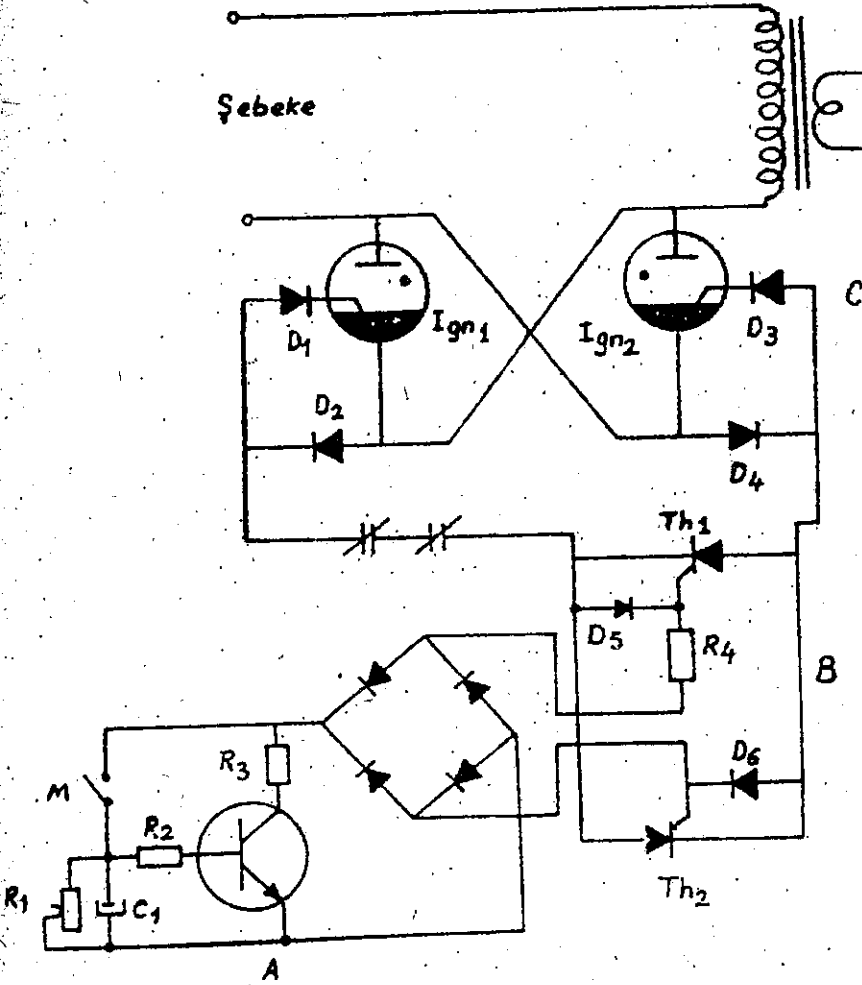
Sonra 1 saniye akımı keser. Daha sonra 1 saniye akım verir. İşlem A zaman rölesi mültivibratörün akımını kesme zamanına kadar (örnekte 7 saniye) devam eder. Mültivibratörün verdiği aralıklı akım ile çalışan kaynak makinesi aralıklı olarak aynı yeri kaynatır. A zaman rölesi akımı kesince kaynak yapma işlemi bitmiş olur. Şekil 5-4 de şekil 5-3 deki blok şemanın açık devresi verilmektedir.

Şekil 5-4 deki devrede kaynak yapılacağı zaman C kaynak makinesine kaynak yapılacak parçalar konur. A zaman rölesinin M butonuna basılır ve bırakılır. Yukarıda verdiğimiz örneğe göre zaman rölesi ayarlanan zaman müddetince mekaniki rölesini çalıştırarak röle kontağını kapalı (birleşik) tutar. Bu esnada röle kontağı ile zaman rölesinin akım kaynağına bağlı olan B mültivibratörü çalışır. Mültivibratör 1 saniyelik müddetle mekaniki rölesini çekerek C kaynak makinesinin primerini şebekeye bağlar. Belirtilen zaman müddetince parçalara kaynak yapılır. Bu zamanın sonunda B mültivibratörü rölesinin akımını 1 saniye keser. Bu zaman içinde kaynak makinesinin akımı kesilir ve kaynak yapılmaz. Mültivibratör tekrar makineyi çalıştırır ve durdurur. Aralıklı çalışma ve durdurma bu şekilde devam eder. A zaman rölesi B mültivibratörünün akımını ayarlanan zaman sonunda keser. Bu şekilde kaynak yapılmış olur.

Eğer kaynatılacak parçaların kalınlıkları 6 mm den fazla ise kaynak yapma zamanı çok kısadır. Kaynak zamanı kısaldığına göre kaynak yapacak gerekli ısıyı elde etmek için akımın miktarı artırılır. Kalın parçaların yüksek akımla çok kısa bir müddette tek darbeli kaynak yapılması gerekir. Kaynak yapma zamanı uzarsa elektrotlar çok ısınacağından tahrip olurlar. Bu sebepten bu tip parçalar bir kaç sayıklık bir zamanda kaynatılırlar. Bu kadar kısa bir zamanda mekaniki çalışan (devreyi açıp kapatan) kontaktörlerle ve rölelerle devreyi açıp kapamak mümkün değildir. Bu gibi yerlerde statik zaman rölesi ve ignitron lambalar kullanılır. Şekil 5-5 de statik zaman röseli ve ignitron lambalı (mekanik parçasız) tek darbeli kaynak makinesi şeması görülmektedir.

Şekil 5-5 üç kısımdan meydana gelmektedir. A transistörli statik zaman rölesidir. B ignitron lambaların tristörlerle çalıştırılıp durdurulması yani statik (mekaniki olmayan) kumanda devresidir. C ise ignitron lambalı kaynak makinesi devresidir.

Kaynatılacak parçalar makinenin elektrotları arasına konur ve elektrotların basıncı ile sıkıştırılır. Kaynak yapılmadan önce ignitron lambalar ateşlenmediği için devreden akım geçmez. A zaman rölesinin M bu-

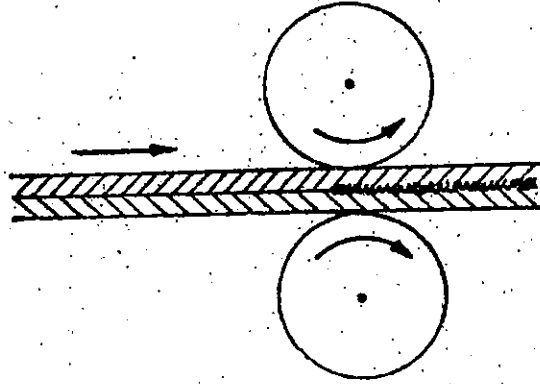


Şekil: 3-3. Statik zaman röleli, ignitron lambalı, tek darbelli kaynak makinesi şeması.

tonuna basıldığı zaman (bu butona elle basılır ve bırakılır veya ayak pedali ile basılır ve bırakılır) R₁ ayarlı direncinin (potansiyometrinin) miktarına göre C₁ kondansatörlü şebekeden gelip K köprüsünde dorultulan akımla şarj olur. Bu şarj R₁ in ayarına göre yarım saykılda veya bir kaç saykıldan sonra olabilir. Transistör hemen iletime geçer. Transistör-

den geçen akım alternansın yönüne göre D_1 veya D_2 diyodundan geçerek Th_1 veya Th_2 tristörünü ilettime geçirir. Tristörlerden birinin ilettime geçmesi, ignitron lambalar konusunda görüldüğü gibi İgn₁ veya İgn₂ (alternansın polaritesine göre) lambasını ateşler ve kaynağı başlatır. Ayanlanan zaman sonunda (2 sayıklı, 11 sayıklı, 18 sayıklı vs.) transistör yalıtıma geçer. Dolayısıyla tristör yalıtıma geçer ve ignitron lambaların kimisinde akımı kesilerek kaynak işlemi biter. Mekaniki röle olmadan (transistör ve tristörleri anahtar olarak kullanmak suretiyle) kaynak makinesi kısa bir müddet bu şekilde çalıştırılır ve durdurulur.

b) Dikiş kaynağı: Nokta kaynağında parçalar belirli aralıklarla nokta şeklinde kaynatılmaktaydı. Endüstride bazı parçalar vardır, bunların kaynatılması aralıksız yapılır. Kaynatılan yerden sıvı, bazen de havanın sızması olsa dahi geçmesi istenmez. Bu gibi yerlerde dikiş kaynağı ile kaynak yapılır. Şekil 5-6 da dikiş kaynağı elektrotları ve kaynatılan parçalar görülmektedir.



Şekil: 5-6. Dikiş kaynağı elektrotları.

Şekil 5-6 dan da anlaşılacağı gibi dikiş kaynağında çapları 15 cm ile 25 cm arasında değişen iki tane disk elektrot bulunur. Kaynak edilecek parçalar belirli bir hızda bu iki elektrodun arasından geçirilir. Parçalar diskler arasından basınç altında geçerken elektrotlara verilen yüksek akım parçaları kaynatır. Parçalar devamlı basınç altında olduğu ve devamlı yavaş yavaş hareket ettiği halde elektrotlara devamlı akım ve yük verilmez. Örneğin, 2 sayıklı elektrotlardan akım geçerse 2 sayıklı akım geçmez. Bu çalışma temposunda kesintisiz bir kaynak yapılmış olur.

e) Alın kaynağı : Bu kaynakla kaynak yapılacak parçalar üst üste uç uca yani alın altına konur. Alın altına gelen parçaların düz ol-
ve iyi bir temas meydana getirmesi gerekir. Diğer kaynaklarda
gibi alın kaynağında da parçalar elektrotlar arasına yerleştirilir.
kıştırlır. Daha sonra belirli bir müddet parçalardan akım geçirilir.
nak işlemi bitirilir. Alın kaynağı genel olarak tek darbeli yapılır.
nenin zaman rölesi bu durumda tek kaynağa göre ayarlanır.

B — Sıralı kaynak zamanlama devresi :

Yukarda dikiş kaynağında görüldüğü gibi, kaynak yapılacak saç par-
alar, teneke vs. ler belirli bir sıra ile periyodik olarak kaynatılır. Ör-
ğün dikiş kaynağı makinesine 5 periyot akım verilir ve kaynak yapılır.
sonra 5 periyot ara olmak üzere bu sıra ile kaynak yapılır. Bu gibi
devrelerde kaynak makineleri statik rölelerle ve mültivibratörlerle çalış-
tırılırlar.

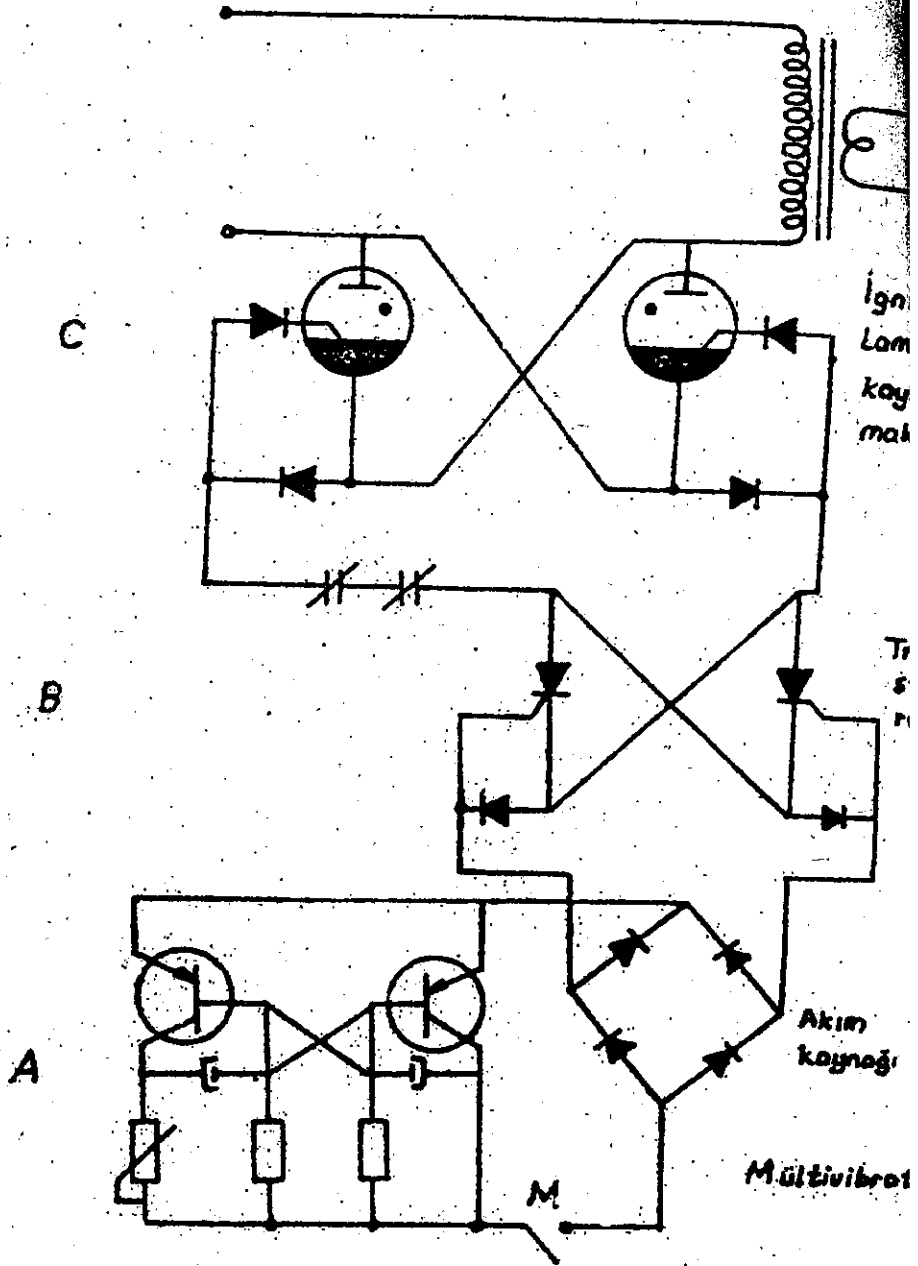
Şekil 5-7 de ignitron lambalı bir dikiş kaynağı makinesinin sıralı
kaynak zamanlama devresi görülmektedir.

Şekil 5-7 de A mültivibratördür. B tristörlü statik anahtar devresi;
C ise ignitron lambalı kaynak makinesi devresidir. A mültivibratörü
(astabl) ayarlanan zamana göre tristörleri iletme ve yalıtıma geçirir.

Tristörlerin açıp kapadığı ignitor devreleri ignitron lambaları ça-
hştırarak dikiş kaynağının elektrotlarından akımın geçmesini ve akımın
kesilmesini sağlar. Kaynak yapılacak şerit veya saç parçalar bittiği za-
man M butonu açılır ve kaynak makinesinin çalışması durur. M açılınca
tristörler devamlı yalıtımdadır. Dolayısıyla kaynak makinesi çalışmaz. Kay-
nak makinesini tekrar çalıştırmak için M butonunu basmak gerekir. Bu
butonun kaynak müddetince basılı kalması gerekir.

C — Zamanın senkronize edilmesi :

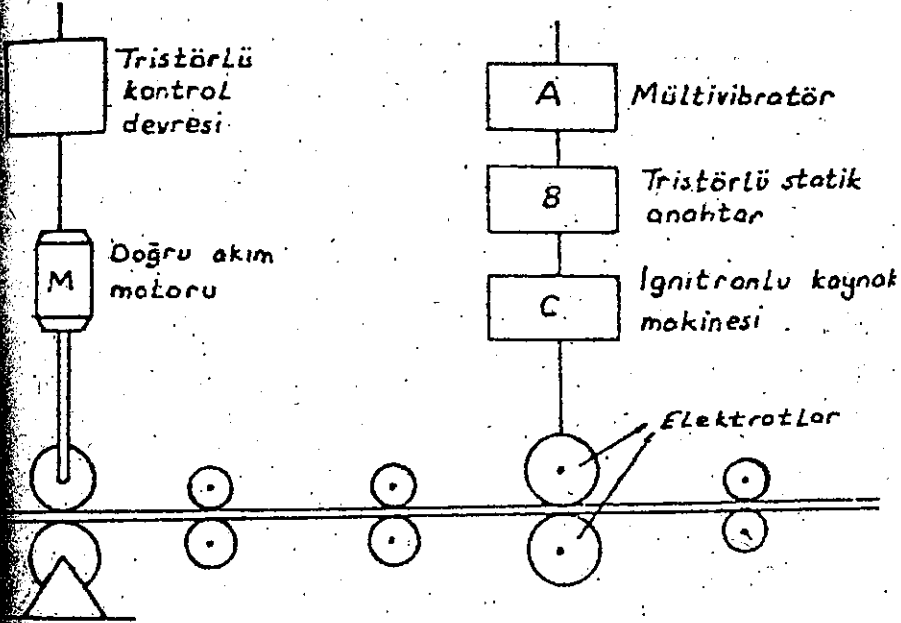
Dikiş kaynağı makinesinde kaynak makinesi sıralı kaynak zaman-
lama devresi ile kaynak yapmaktadır. Kaynak yapılan parçalar ise bir-
elektrik motoru ve bunun kasnak sistemi ile kaynak yapılan parçaların
mekte ve makineden alınmaktadır. Eğer kaynak yapılacak parçaların
makineye verilmiş hızı artarsa bazı kısımlar kaynatılmadan parça geç-
cektir. Bunun aksine parçaların makineye verilmiş hızı yavaşlatılırsa bu
defa parçanın bazı kısımları üst üste olmak üzere ikiser defa kaynatıla-
caktır. Bu nedenle her iki durumda da bazı sakıncalar meydana gel-



Şekil: 3-7. Koyak makinesinin elektrik şeması.

edir. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak için kaynak yapma zamanının parçanın gelme hızına veya parçanın gelme hızını kaynak yapma hızına denk getirmek gerekir. İki hareketin birbirine uyması için ya da bu işleme "senkronizasyon" denir.

Kaynak yapılacak parçaları kaynak makinesine veren kasnaklar doğru akım motoru ile hareket ettirilir. Burada doğru akım motoru kullanılır. Doğru akım motorlarına, tristörlerle kumanda edilir. Tristörlerin devresine konan gecikmeli ateşleme devresi ile motorun devir sayısı parçanın gelme hızı gibi kontrol edilir. Şekil 5-8 de dikiş kaynağı makinelerinde parçanın yapma aralıkları ile parçanın makineye gelme hızını ayarlayan tristör zamanının senkronize edilmesi devresi blok şeması görülmektedir (Şekil 5-8'de her blokta bulunan elektronik kısımlar daha önce incelediğimiz makine devrelerinde görüldü).



Şekil: 5-8. Kaynak makinesinde zamanın senkronize edilmesi.

Kontrol Soruları:

- 1 - Bir dirençte ısı nasıl meydana gelir, bu ısı nelere bağlı olarak değişir?
- 2 - Endüstride kaç çeşit direnç kaynağı vardır?
- 3 - Elektronik zaman rölesi ile bir nokta kaynağı makinasına nasıl çalıştırılır?
- 4 - Endüstride kullanılan çok darbeli kaynak yapma devresini çiziniz ve bu devrenin görevlerini açıklayınız.
- 5 - Statik zaman röseli. İgnitron lambalı kaynak makinası nasıl çalışır?
- 6 - Dikiş kaynağına elektronik olarak nasıl kumanda edilir? Açıklayınız.
- 7 - Kaynak makinasında zamanın senkronizasyonu nasıl yapılır? Açıklayınız.

BÖLÜM 6

ENDÜSTRİ REDRESÖBLERİ

A — Redresör çeşitleri :

Daha önceki bölümlerde görüldüğü gibi redresör, alternatif akımı doğru akıma dönüştüren cihazdır. Genel olarak bütün elektronik devrelerde redresör kullanılmaktadır. Yalnız bu devrelerde kullanılan redresörler vakum lambalı yapıldığı gibi, daha sonraları germanyum ve silisyum yarı iletkenlerinden yapılmaya başlanmıştır. Endüstri redresörleri ise hafif akım redresörlerinin aksine büyük güçlü ve yüksek akımlı yapılmaktadır. Büyük güçlü redresörler şu gruplara ayrılabilir :

1 — Lambalı redresörler

- a) Fanatron lambalı redresörler
- b) İgnitron "
- c) Cıva arklı redresörler

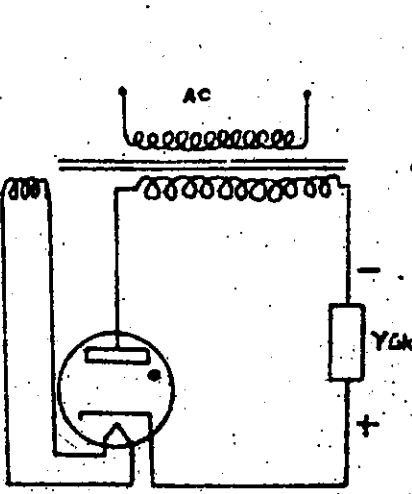
2 — Yarı iletken redresörler

Şimdi sırası ile bu redresörleri ve bağlantı şekillerini görelim.

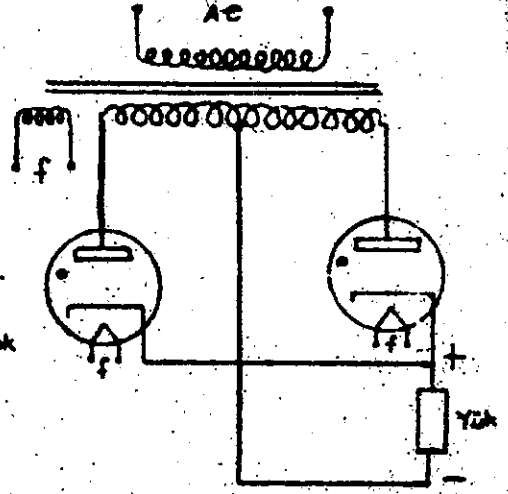
1 — Lambalı redresörler

a) Fanatron lambalı redresörler : Bu kitabın 2. bölümünde görüldüğü gibi fanatron lamba gazlı lamba grubuna girmekte ve sıcak katotlu olarak çalışmaktadır. Gazlı lambalar vakumlu lambalara göre daha yüksek akımı içlerinden geçirmektedir. Bu sebepten büyük endüstri redresörleri gazlı lambalı yapılmaktadır. Şekil 6-1 de bir fazlı yarım dalga fanatron, şekil 6-2 de bir fazlı tam dalga fanatron, şekil 6-3 de ise üç fazlı fanatron lambalı redresör bağlantıları görülmektedir.

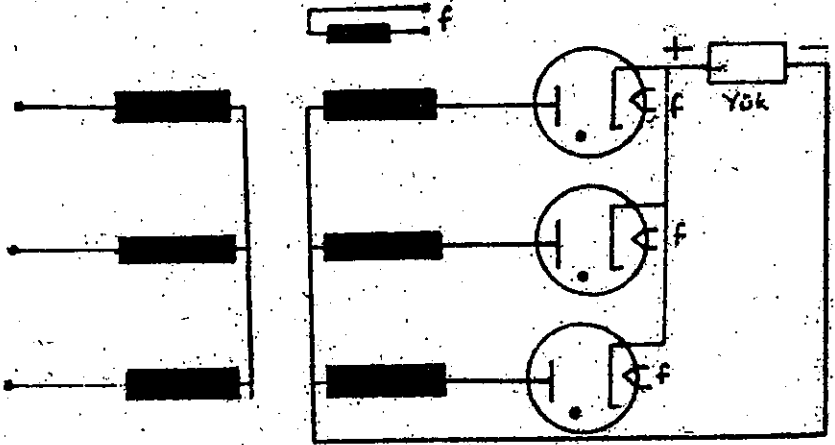
b) İgnitron lambalı redresörler : Bu lambaların çalışma prensibi ve özelliklerini ignitron lambalar konusunda inceledik. Şekil 6-4 de bir fazlı ignitron lambalı tam dalga bir redresör şeması görülmektedir.



Şekil: 6-1. Bir fazlı yarı dalga fanatör redresör.

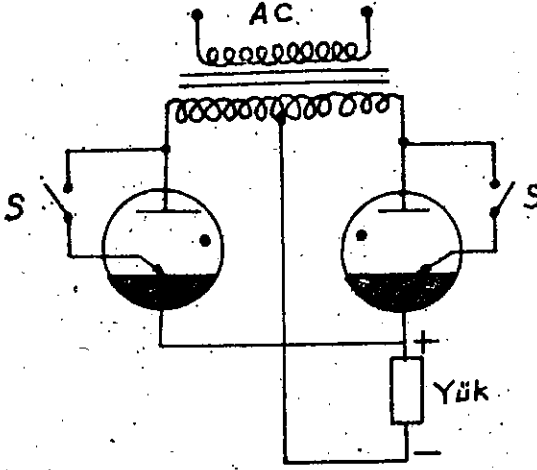


Şekil: 6-2. Bir fazlı tam dalga fanatör redresör.

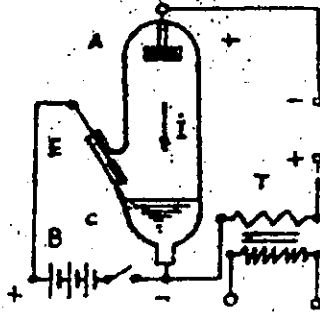


Şekil: 6-3. Üç fazlı fanatör lambalı redresör.

c) Cıva arkli redreörler : Cıva arkli lambaların çalışma prensibi ve özelliklerini cıva arkli lambalar konusunda inceledik. Şekil 6-5 de bir fazlı yarı dalga cıva arkli redresör görülmektedir.

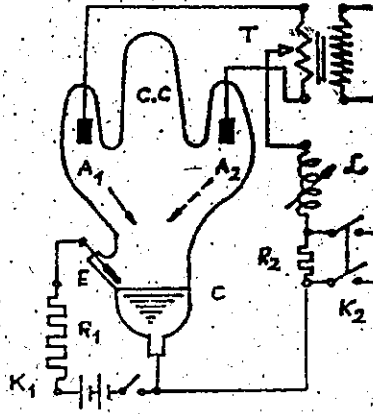


Şekil: 6-4. Bir fazlı iğnitron lambalı tam dalga redresör.



Şekil: 6-5. Cıva arklı bir fazlı yarım dalga redresör.

Şekil 6-6 da bir fazlı tam dalga cıva arklı lambalı redresör görülmektedir. Şekilde T transformatörü şebeke gerilimini düzeltmek veya yükseletmek için kullanılır. T'nin sekonderi üç uçludur. Orta uç negatif kutbu meydana getirir. Kenar uçları anotları yani A₁ ve A₂ ye bağlanmıştır. Elde edilen akımı biraz daha düzleştirilmek için devreye seri olarak bir L selfi konmuştur. R₁ direnci devredeki akımların hepsi aynı anda devre dışı kalırsa lamba arkını devam ettirmek için konmuştur. R₂ direnci ateşleme elektrodunun ateşleme akım kaynağının kısa devre olmasını önler. K₁ anahtarı ateşleme devresine, K₂ anahtarı yük devresine kumanda eder.

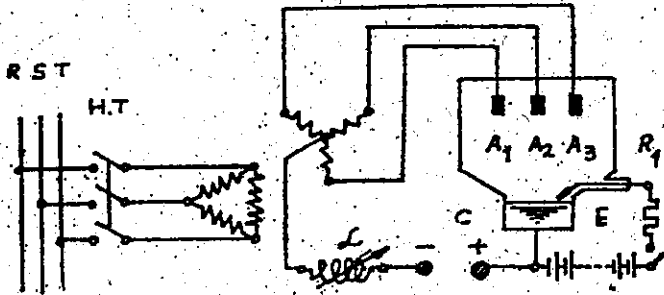


Şekil: 6-6. Bir fazlı tam dalga cıva arklı redresör.

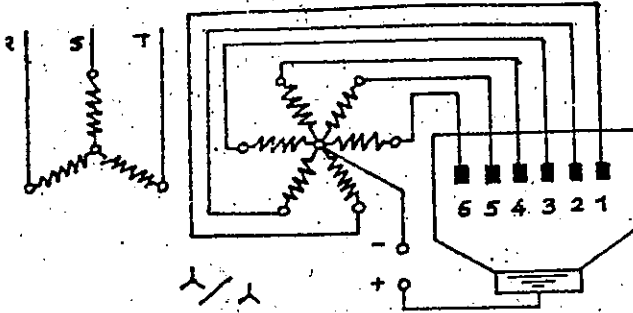
Şekilde görüldüğü gibi herhangi bir alternansta transformatorün sol tarafı pozitif, sağ tarafı negatif olsun. Bu durumda 1 nolu anot iletim olacak ve R_2 direncinden bir akım geçecektir. Geçen akım katodu pozitif orta ucu negatif yapacak yödedir. Alternans yön değiştirdiği zaman iletimde olacak, A_1 yalıtıma geçecektir. Bu alternansta da akım yön değişmeyecektir. Dolayısıyla her iki alternans ta doğrultulmuş olacaktır.

Redresörden elde edilen doğru akımın daha düzgün ve büyük güç olması istenen yerlerde üç fazlı üç anotlu veya altı fazlı altı anotlu lambalar kullanılır.

Şekil 6-7 de üç fazlı anotlu bir redresör, şekil 6-8 de ise altı fazlı altı anotlu bir redresör görülmektedir.



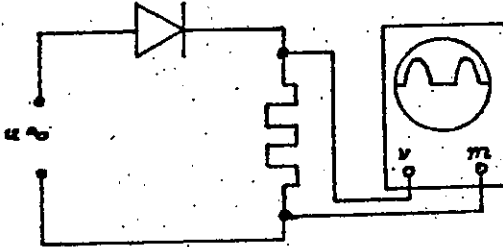
Şekil: 6-7. Üç fazlı üç anotlu redresör.



Şekil: 6-8. Altı fazlı altı anotlu redresör.

2 — Yarı iletken (silisyum) redresörler : Yarı iletkenler daha önceki derslerde görülmüştü. Silisyum yarı iletkeninden N ve P tipi kristaller elde edildikten sonra bunlar birleştirilerek yarı iletken diyot elde edilmektedir. Bu diyot elektrik akımına karşı bir yönde büyük bir direnç göstermekte ve bu yönde akımı iletmemektedir. Aynı diyot elektrik akımına karşı diğer yönde çok küçük direnç göstermekte ve bu yönde akımı iletmektedir. Diyotun bu özelliğinden faydalanarak redresör yapılmaktadır. Bu diyotlar küçük güçlerde yapıldığı gibi büyük güçlerde ve akımlarda da yapılmaktadır. Bu tip güçlü redresörleri endüstride kullanılmaktadır. Şimdi bu redresörlerle yapılan bağlantıları ve akım gerilim bağlantılarını görelim.

a) Bir fazlı yarım dalga silisyum redresörler : Eğer bir diyot bir alternatif akım devresine bağlanırsa (Şekil 6-9) diyodun anodu pozitif olduğu alternansta devreden akım geçmez. Bu geçiş durumunda akım tek yönlüdür. Alternatif akım kaynağı şebeke veya bir transformatörün çıkışı olabilir. Akımın geçtiği düz yönlü alternansa pozitif, ters yönlü alternansa negatif diyoruz.



Şekil: 6-9. Bir fazlı yarım dalga silisyumlu redresör.

PN birleşmeli bir diyotta u pozitif olduğu zaman diyodun gerilimi düşümü sıfır olduğu için, şebeke gerilimi olan $u = U_m \cdot \sin \omega t$ yük direnci olan R uçlarında bulunur.

Akım,

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \cdot \sin \omega t}{R} \text{ dir.}$$

u Negatif olduğu zaman, şebeke gerilimi diyot uçlarına ters olarak uygulanır. Bu durumda devre akımı ve R direnci uçlarındaki gerilim negatiftir. Diyoda uygulanan maksimum ters gerilim U_m dir. Doğrultulan akımın her anı değeri alternatif akım ile orantılıdır. Pozitif alternansın anı değeri,

$$i = \frac{U_m \cdot \sin \omega t}{R} = \frac{U \sqrt{2}}{R} \sin \omega t \text{ dir.}$$

Maksimum değer,

$$I_m = \frac{U_m}{R} \text{ dir.}$$

Bir kaç matematik işlemden sonra bulunan ortalama değer,

$$I_{or} = \frac{U_m}{\pi R} = 0,318 \cdot \frac{U_m}{R} = 0,318 I_m \text{ dir.}$$

Alternatif gerilimin efektif değeri,

$$U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ dir.}$$

Yük uçlarındaki ortalama gerilim,

$$U_{or} = R \cdot I_{or} = \frac{U_m}{\pi} \text{ dir.}$$

Örnek : Şekil 6-9 daki redresör bağlantısında transformatörün sekonder uçlarındaki gerilim (efektif gerilimi) 220 volt olarak ölçülüyor. Yük direnci $R = 100 \Omega$ olarak olduğuna göre,

- 1 — Maksimum ters gerilim U_m kaç voltur?
- 2 — Doğrultulan gerilimin ortalama değeri U_{or} nedir?
- 3 — Maksimum akım I_m nedir?
- 4 — Ortalama akım I_{or} nedir?

Çözüm :

$$1 - U_m = U_{ef} \sqrt{2} = 220 \cdot 1,41 = 310 \text{ volt}$$

$$2 - U_{or} = R \cdot I_{or} = \frac{U_m}{\pi} = \frac{310}{3,14} = 99 \text{ volt.}$$

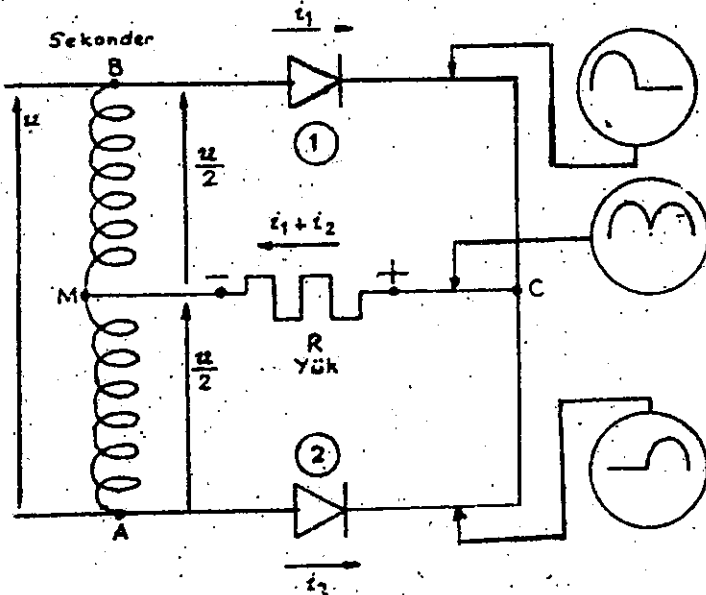
$$3 - I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{310}{10} = 31 \text{ amper.}$$

$$4 - I_{or} = 0,319 \cdot I_m = 0,318 \cdot 31 = 9,85 \text{ amper.}$$

Yukarda istenen U_{or} gerilimi şu formül ile de bulunabilir.

$$U_{or} = 0,45 \cdot U_{ef} = 0,45 \cdot 220 = 99 \text{ volt.}$$

b) Bir fazlı tam dalga (orta uçlu) silisyum redresör, diğer alternans kullanılıyor, diğer alternans kullanılmıyor. Her iki alternansın da kullanılması için iki alternans doğrultan bağlantılar yapılıyor. Bu şekilde yapılan redresörlere tam dalgalı redresör denir. İki alternansı bir redresörde doğrulturken yükün uçlarında devamlı fakat değişik değerli bir akım bulunur. Şekil 6-10 da PN birleşmeli diyotlardan yapılan orta uçlu tam dalgalı bir redresör montajı ve osiloskop eğrileri görülmektedir.



Şekil: 6-10. Orta uçlu tam dalga redresör.

Transformatörün primeri şebekeye, orta uçlu sekonderi ise iki diyot ile yüke bağlanmıştır. u pozitif olduğu zaman B noktası M noktasına göre pozitiftir. 1 nolu diyot ileten durumda olduğu için i akımı C noktasından gelip R yükünden geçerek M noktasına girer. C noktası B noktası ile aynı gerilimdedir. A noktası negatif olduğu için 2 nolu diyot akım geçirmez yani yalıtkan durumdadır.

u negatif olduğu zaman, iki diyodun rolleri değişir ve i akımı 2 nolu diyottan C'ye, oradan R yükü ve M noktasına gider. Bunun sonunda her iki alternansta da R yükünden akım geçer.

Her iki alternansta diyotlar tarafından doğrultulan gerilim u nun yarısıdır yani $u/2$ dir. u nun maksimum değerine U_m dersek, yükteki ortalama akım bir alternansınun ayıdır.

$$I_{or} = \frac{U_m}{\pi R} \quad \text{ve} \quad U_{or} = \frac{U_m}{\pi} \quad \text{dir.}$$

Örnek : Şekil 6-10 daki bağlantıda transformatörün orta ucu ile yük uçları arasındaki gerilim 220 volt olarak ölçülüyor. Yük direnci 10 ohm olduğuna göre,

- 1 — Maksimum gerilim nedir?
- 2 — Doğrultulan ortalama gerilim nedir?
- 3 — Maksimum akım nedir?
- 4 — Ortalama akım nedir?

Çözüm :

$$1 \text{ — } \frac{U}{2} = 220 \text{ V. } U_{ef} = 2 \cdot 220 = 440 \text{ V. (sekonder gerilim)}$$

$$U_m = U_{ef} \cdot \sqrt{2} = 440 \cdot 1,41 = 620 \text{ V.}$$

$$2 \text{ — } U_{or} = \frac{U_m}{\pi} = \frac{620}{3,14} = 197 \text{ V.}$$

$$3 \text{ — } I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{620}{10} = 62 \text{ A}$$

$$4 \text{ — } I_{or} = \frac{U_m}{\pi R} = \frac{620}{3,15 \cdot 10} = 20 \text{ A.}$$

c) Bir fazlı tam dalga köprü bağlı redresörler : Bu montaj için dört diyoda ihtiyaç vardır. Şekil 6-11 de bir fazlı tam dalga köprü bağlı bir

redresör montajı görülmektedir. B noktası pozitif olduğu zaman i akımı B ile C noktası, 1. nolu diyot, E noktası, H noktası, yük, G noktası, D noktası, 2. nolu diyot, D noktası ve A noktasından geçerek devresini tamamlar. Bu durumda 3 ve 4 nolu diyotlara yalıtandır. Birinci alternans bu şekilde doğrultulur. A noktası pozitif iken i akımı sırasıyla D noktası, 3. nolu diyot, E, H noktası, yük, G, F, noktaları, 4. nolu diyot, ve B noktasından devresini tamamlar. B durumda 1 ve 2 nolu diyotlar yalıtandır. İkinci alternans ta bu şekilde doğrultulur.

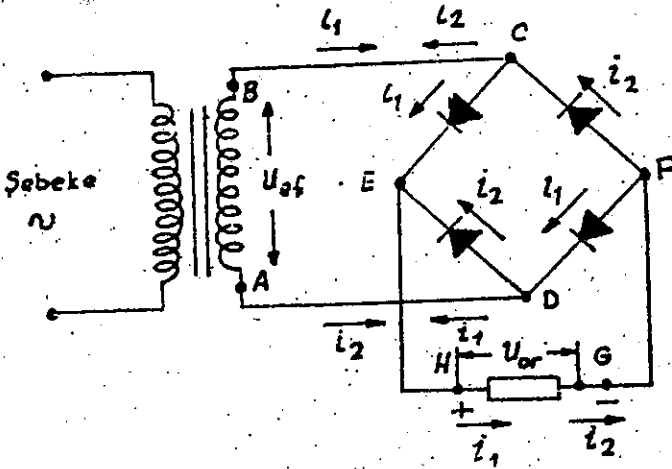
Köprü bağlı alternans tam dalga redresörlerde transformatör çıkış gerilimi redresör çıkış gerilimine yakındır. Ortalama değerler monofaze redresörlerde bulunan değerlerin iki katıdır.

Akım,

$$I_{or} = \frac{2 U_m}{\pi R}$$

Gerilim,

$$U_{or} = \frac{2 U_m}{\pi} = 0,637 U_m \text{ dir.}$$



Şekil: 6-11. Bir fazlı tam dalga köprü bağlı redresör.

Örnek : Şekildeki redresör bağlantısında transformatörün çıkış gerilimi 220 volt olarak ölçülüyor. Yük direnci 10 om olduğuna göre :

- 1 — Maksimum ters gerilim nedir?
- 2 — Doğrultulan gerilimin ortalama değeri nedir?
- 3 — Ortalam akım nedir?

Çözüm :

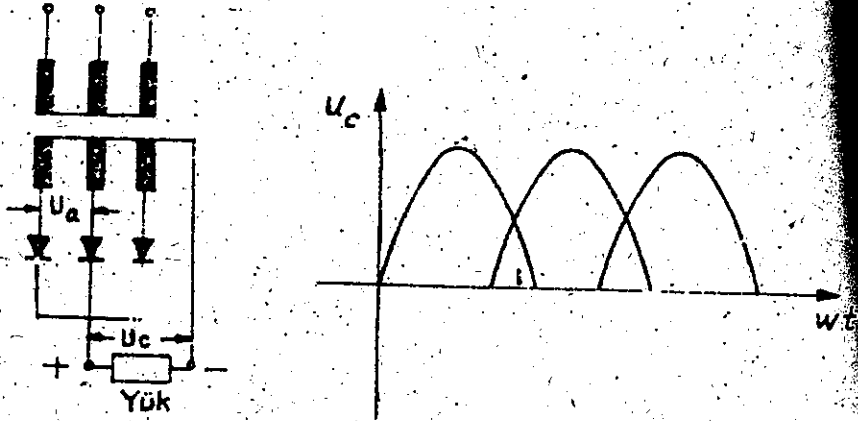
$$1 — U_m = U_{cf} \cdot \sqrt{2} = 220 \cdot 1,41 = 310 \text{ volt.}$$

$$2 — U_{or} = \frac{2 U_m}{\pi} = 0,637 \cdot U_m = 310 \cdot 0,637 = 198 \text{ volt}$$

$$3 — I_{or} = \frac{2 U_m}{\pi R} = \frac{2 \cdot 310}{3,14 \cdot 10} = 20 \text{ A.}$$

$$4 — I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{310}{10} = 31 \text{ A.}$$

d) Üç fazlı yarım dalga redresörler : Endüstride daha büyük elde etmek için bir fazlı devreler yeterli değildir. Fazların dengelenmesi ve daha fazla güç elde etmek için üç fazlı redresörler yapılmıştır. Şekil 6-12 de üç fazlı yarım dalga redresör şeması ve gerilim dalgası görülmektedir. Bu bağlantıda üç fazın birer alternansı doğrultmakta, diğer alternanslar ise doğrultulamamaktadır.



Şekil: 6-12. Üç fazlı yarım dalga redresör.

Üç fazlı yarım dalga redreörde gerilim,

$$U_a = 0,67 \cdot U_c$$

Burada,

U_a : Fazlar arası alternatif gerilim

U_c : Doğrultulan gerilim.

Aynı redresörde akım,

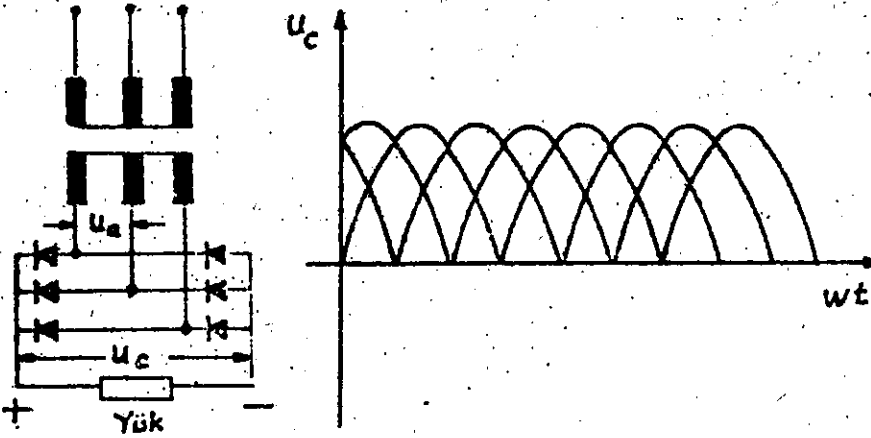
$$I_c = 1,73 \cdot I_a$$

Burada,

I_c : Yüksekte geçen doğru akım

I_a : Her fazın alternatif akımı.

e) Üç fazlı tam dalga redresörler : Bu redresörler köprü bağlı maktadırlar. Bu bağlantıda üç fazın her iki alternansı da doğrultulmaktadır. Şekil 6-13 de üç fazlı tam dalga köprü redresör ve gerilim eğrisi görülmektedir.



Şekil 6-13. Üç fazlı tam dalga köprü bağlı redresör.

Üç fazlı tam dalga köprü bağlı redresörlerde gerilim,

$$U_c = 1,35 \cdot U_a \text{ dir.}$$

Akım,

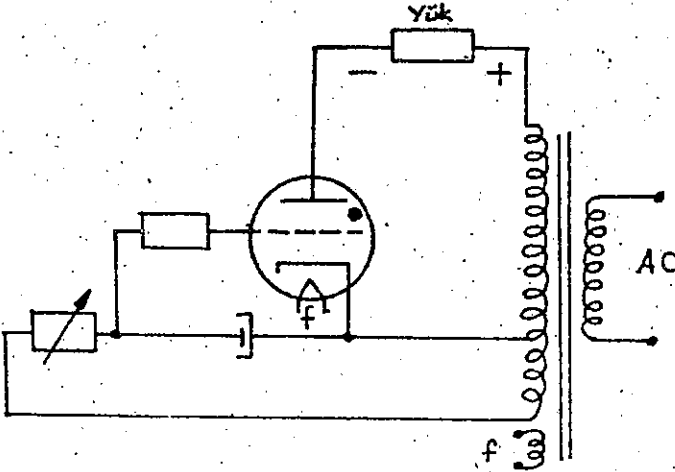
$$I_c = 1,22 \cdot I_a \text{ dir.}$$

B — Kontrollü redresörler :

Kontrollü redresörler tayatron lambalı ve tristörlü olmak üzere iki şekilde yapılmaktadırlar. Kontrollü redresörlerde çıkış gerilimi istenildiği şekilde değiştirilebilmektedir. Bu sebepten bunlara kontrollü redresörler denmektedir. Bu redresörlerden bazılarını görelim.

1 — Tayatron lambalı redresörler

Tayatron lambaların çalışma prensibini ve özelliklerini tayatron lambalar konusunda görmüştük. Şekil 6-14 de yarım dalga bir fazlı tayatron lambalı ayarlı redresör görülmektedir.



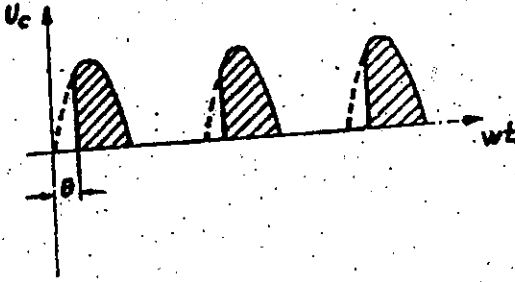
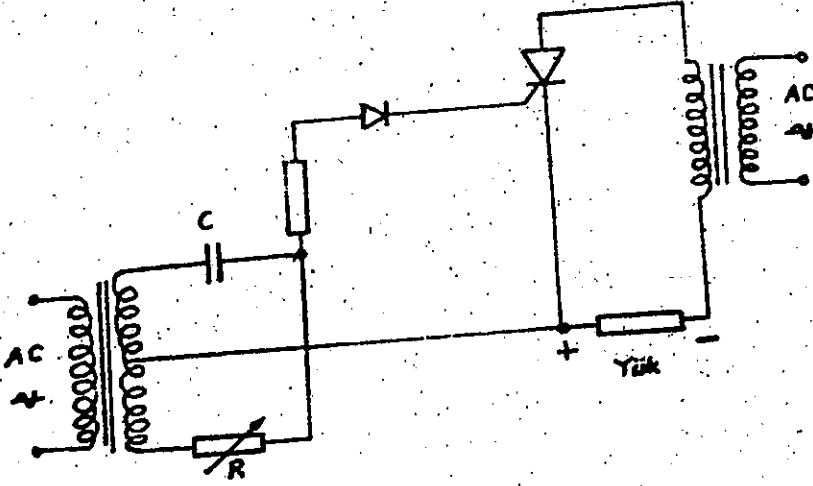
Şekil: 6-14. Bir fazlı yarım dalga tayatron lambalı ayarlı redresör.

2 — Tristörlü redresörler

Tristörlerin çalışma prensibi ve özellikleri tristörler konusunda incelendi. Bu kısımda endüstride kullanılan tristörlü kumandalı (ayarlı) redresörleri göreceğiz.

Tristörlü ayarlı redresörler klasik redresörler gibi gruplara ayrılır ve devreye bağlanırlar. Bunlardan bazılarını kısaca inceleyelim.

a) Tristörlü ayarlı yarım dalga redresör : Şekil 6-15 de faz kaydırma devresi ile ateşlenen yarım dalga tristörlü ayarlı redresör şeması ve çıkış gerilimi eğrisi görülmektedir.



Şekil: 6-15. Triyörlü yarım dalga ayarlı redresör ve eğrisi.

Triyörlerde faz kaydırma devresi ile ateşleme yapılmakta ve alternansın ateşlemeden sonraki kısmı kullanılmaktadır. Kullanılan bu kısım aynı zamanda doğrultulan kısımdır. Doğrultulan gerilimin ortalama değeri şu formülle bulunur,

$$U_c = U_{co} \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

Burada,

U_c : Doğrultulan ortalama gerilim (volt)

U_{co} : θ açısı sıfır iken doğrultulan gerilim

θ : Ateşleme açısı

Örnek: Bir tristöre, uygulanan gerilim 110 volt, ateşleme açısı $\theta = 83$ derece ise doğrultulan gerilim nedir?

$$U_{co} = 0,45 \cdot U_{ef} = 0,45 \cdot 110 = 49,5 \text{ V.}$$

$$\cos \theta = \cos 83 = 0,122$$

$$U_c = U_{co} \frac{1 + \cos \theta}{2} = 49,5 \frac{1 + 0,122}{2} = 49,5 \cdot 0,61 = 30,2 \text{ V.}$$

Eğer θ açısı 30 olsaydı gerilim,

$$\cos \theta = \cos 30 = 0,86$$

$$U_c = 49,5 \frac{1 + 0,86}{2} = 49,5 \cdot 0,93 = 46 \text{ V.}$$

Eğer θ açısı 141 olsaydı gerilim,

$$\cos 141 = -0,777$$

$$U_c = 49,5 \frac{1 - 0,777}{2} = 49,5 \cdot 0,111 = 5,5 \text{ V.}$$

b) Tristörlü ayarlı tam dalga redresör: Şekil 6-16 da tam dalga ayarlı redresörün seması ve gerilim eğrisi görülmektedir.

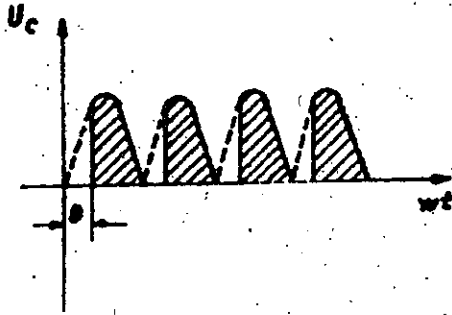
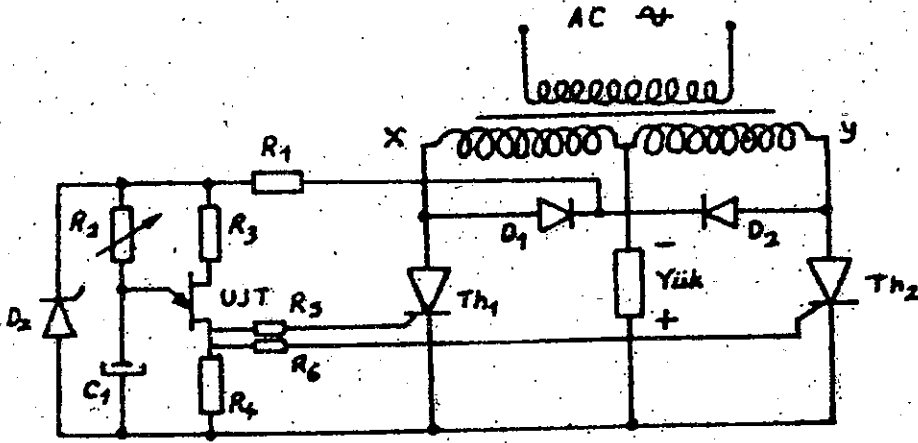
Şekilde görüldüğü gibi tristörler UJT tipi tristör ile ateşlenmektedir. İlk durumda transformatörün sekonderinin x ucu pozitif y ucu negatif olsun D_1 den geçen akım R_1 gerilim düşürücü dirençten geçtikten sonra R_1 ayarlı direnci ile C_1 kondansatörünü yavaş yavaş şarj eder. UJT iletime geçince R_1 uçlarındaki gerilim R_1 ve R_2 dirençlerinden tristörlere gelerek geyt gerilim ve akımlarını sağlar. Tristörlerden düz polarlı olanı (Th_1) ilettime geçer, diğeri yalıtımda kalır. Alternans yön değiştirince D_2 diodyu ilettime geçerek yukardaki olaylar tekrarlanır ve Th_2 ilettime geçer. Bu şekilde her iki alternans da doğrultulmuş olur.

Tristörlü yarım dalga ayarlı redresörlerdeki örneği burada tekrar edersek şu sonuçlar alınır: Tristörlerden elde edilen doğrultulmuş ortalama gerilim her iki alternansta da doğrultulduğu için, yarım dalga-
daki gerilimin iki katı olacaktır. Bu sebepten yukardaki örnekte bulunan değerler iki ile çarpılır.

$$\theta = 30 \text{ için} \quad U_c = 46 \cdot 2 = 92 \text{ V.}$$

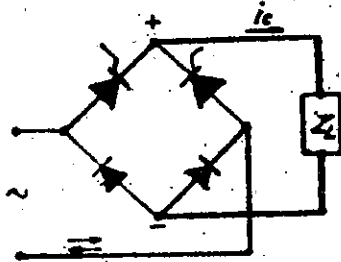
$$\theta = 83 \text{ için} \quad U_c = 30,2 \cdot 2 = 60,4 \text{ V.}$$

$$\theta = 141 \text{ için} \quad U_c = 5,5 \cdot 2 = 11 \text{ V. olacaktır}$$



Şekil: 6-16. Triştörlü ayarlı tam dalga redresör ve eğrisi.

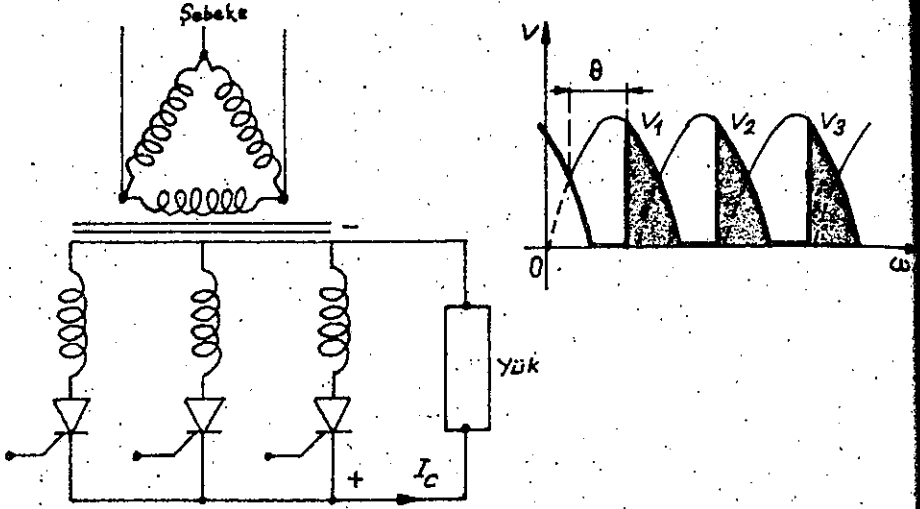
c) Triştörlü ayarlı tama dalga köprü bağı redresör : Şekil 6-17 de köprü bağı ayarlı redresör görülmektedir. Burada iki tane diyot iki tane de triştör kullanılmıştır.



Şekil: 6-17. Triştörlü ayarlı tam dalga köprü bağı redresör.

Köprü bağlantıda diğer iki tristör yerine aynı akım ve gerilim değerini taşıyan iki diyot kullanılmakla montajın maliyeti düşürülür. Buradaki iki diyot gerilimin ayarlanmasında tristörün ayarladığı gerilim devre tamamlama görevini yapmaktadır. Bu sebepten köprü bağlantı dört tristör ile yapılabildiği gibi iki diyot ve iki tristör ile de yapılabilmektedir.

d) Üç fazlı yarım dalga ayarlı redresör : Şekil 6-18 de üç fazlı yarım dalga ayarlı redresör bağlantısı ve gerilim eğrisi görülmektedir.



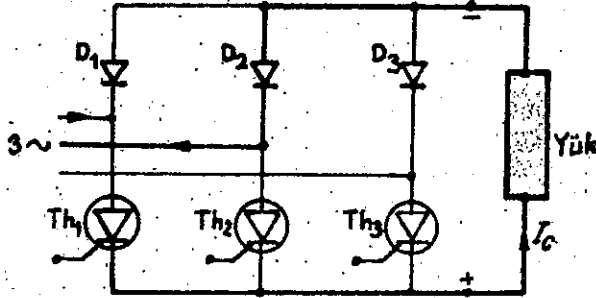
Şekil: 6-18. Üç fazlı yarım dalga ayarlı redresör ve eğrisi.

Bu bağlantıda üç tristör kullanılır. Her tristör bir fazın pozitif alternansını doğrultur, negatif alternansını doğrultmaz.

e) Üç fazlı tam dalga köprü bağlantılı ayarlı redresör : Şekil 6-19 da üç fazlı köprü bağlantılı ayarlı redresörün bağlantı şeması görülmektedir. Bu bağlantı da bir fazlı köprü bağlantıda olduğu gibi birer diyot ve birer tristör her faz için kullanılmıştır.

C — Gerilim redresörleri :

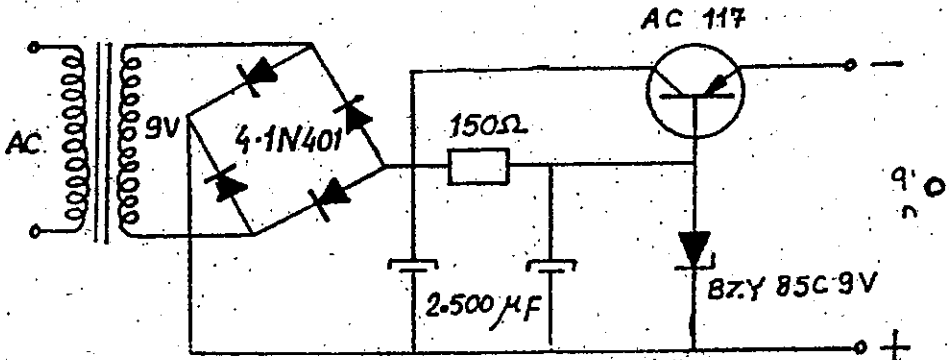
Elektrik ve elektronikte genel olarak bütün cihazlar güçleri, akımları ve gerilimleri ile anılırlar. Bazı cihazlarda ise güç ve akım önemli değildir. Bunlarda sadece gerilim değeri önemlidir. Elektronikte redresörler doğru akım güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bir çok güç



Şekil: 6-18. Üç fazlı köprü başlı ayarlı redresör

kaynağının kaç vattlık güce sahip olduğu veya kaç amper verebileceği önemli olmakta, bunun yerine kaç voltluk olduğu önem taşımaktadır. Örneğin bir alicının 4,5 V. 7,5 V. 9 V. gerilimle çalışması veya bir televizyon tüpünün 18 KV. luk gerilimle çalışması gibi. Belirttiğimiz bu gerilimleri veren redresörlere regüleli redresör veya gerilimi sabit güç kaynağı denir. Bu güç kaynakları düşük gerilimli ve yüksek gerilimli olmak üzere ikiye ayrılabilir.

1 — Düşük gerilimli regüleli redresörler : Şekil 6-20 de radyo, pi-kap, teyp, elektronik hesap makinesi gibi elektronik cihazlarda güç kaynağı olarak kullanılan bir gerilim redresörü görülmektedir. Burada, primeri 220 volt, sekonderi 9 volt olan bir transformator, bir silisyum di-yot, bir transistor, bir zener di-yot ile direnç ve kondansatörler kullanılmıştır. 9 voltluk çıkış gerilimi 1N401 di-yodu ile doğrultulup 500 mik-rofaratlık kondansatör ile filtre edilmiştir. Kondansatör doğru akım geriliminin maksimum değeri ile şarj olur. Çıkış gerilimi zener geriliminden küçük ise zener ters bağlandığı için yalıtıkandır.

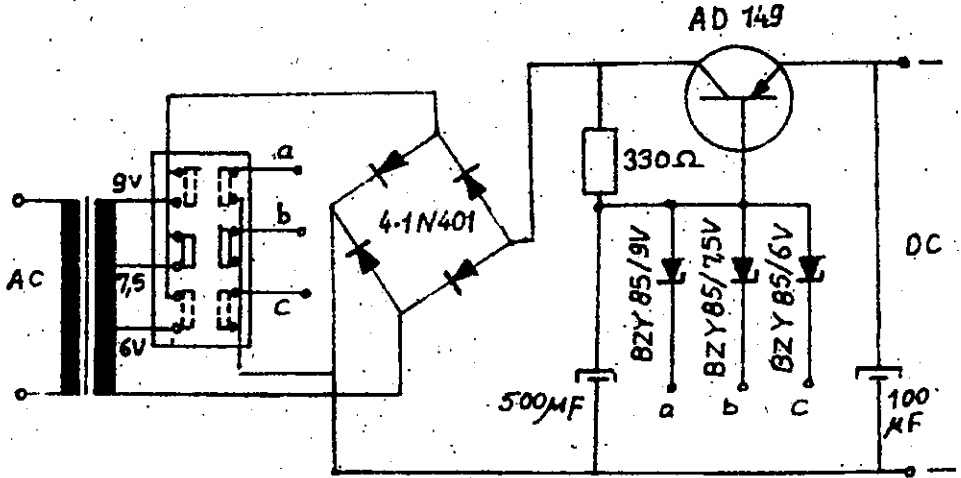


Şekil: 6-20. Düşük gerilimli regüleli redresör.

Bu durumda PNP tipi AC 117 transistörünün beyzi negatiftir. Transistör iletimde olduğu için çıkış gerilimi yük uçlarında bulunur. Çıkış gerilimi yükselince, örneğin 12 volt olsun, zener geriliminden fazla olduğu için zener diyot iletime geçer. Zener uçlarında 9 voltuk referans gerilimi bulunurken geriye kalan 3 volt 150 omluk direnç uçlarında düşer. Bu direncin geriliminin kutupları transistörün beyzini önceki duruma göre az negatif yapar. Transistörün iletimi azalır direnci çoğalır. Transistör direncinde düşen gerilim ile yük uçlarında 9 voltluk gerilim bulunur. Diyot çıkış geriliminin azalması ve çoğalması durumuna göre yukarıdaki işlemler devam eder. Zener diyot ile gerilim bu şekilde sabitleştirilerek sabit gerilimli redresör yapılmış olur.

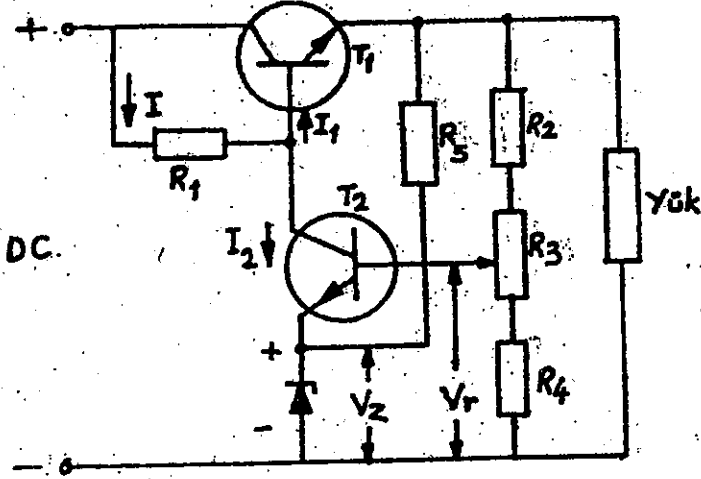
Şekil 6-21 de 6 - 7,5 - 9 voltluk değişik gerilim verebilen bir güç kaynağı şeması görülmektedir.

Şekildeki devrede transformatörün çıkışından üç ayrı gerilim elde edilmektedir. Buraya konan bir anahtar ile istenen gerilim alınabilmektedir. Bu anahtarın diğer tarafında bulunan kontak uçları ile çıkış gerilimine tekabül eden zener diyot devreye bağlanmaktadır. Örneğin transformatörün çıkışı 6 volt ise devreye BYZ 85/6 V. zener diyodu bağlanır. Bu şekilde gerilimin sabitleştirilmesi gerçekleştirilmiş olur.



Şekil: 6-21. Üç değişik gerilimli gerilim redresörü.

Şekil 6-22 de üç transistörlü bir gerilim güç kaynağının şeması görülmektedir.

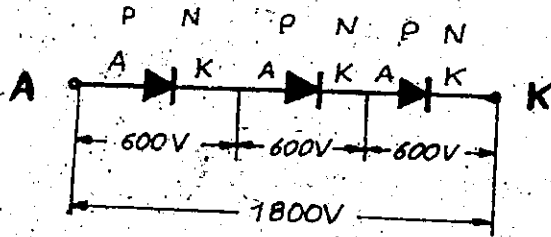


Şekil: 6-22. İki transistörlü güç kaynağı.

DC uçlarına bir doğru gerilim uygulandığında zener diyot uçlarında V_z gerilimi, R_5 potansiyometresinin hareketli ucu ile şase arasında V_r gerilimi bulunur. Bu gerilimler birbirlerine ters seridir. Bu sebepten T_2 transistörünün emetör ile beyzi arasında $V_r - V_z$ gerilimi bulunur. Transistör giriş gerilimine göre kollektör emetör devresinden I_1 akımı geçer. Bu akım R_5 direncinden geçer. R_5 direnci T_1 transistörünün polarma direncidir. I_1 akımı T_1 in beyz akımıdır. Bu durumda R_5 den $I = I_1 + I_2$ akımı geçer. Giriş gerilimi artarsa V_r gerilimi de artar. Bunun artması T_2 nin iletkenliğini artırır. I_2 akımı da bu iletimle artar. I_2 akımı da bu iletimle artar. I_2 artınca I_1 azalır ve T_1 iletkenliği de azalır. T_1 in direnci büyür, bunun sonucu çıkış gerilimi düşer. Çıkış gerilimi azalmca V_r azalır. T_2 nin iletkenliği azalır, I_2 artar ve T_1 in direnci azalarak çıkış gerilimi artar. Gerilim iki transistörlü akım kaynağı ile daha iyi sabitleştirilir.

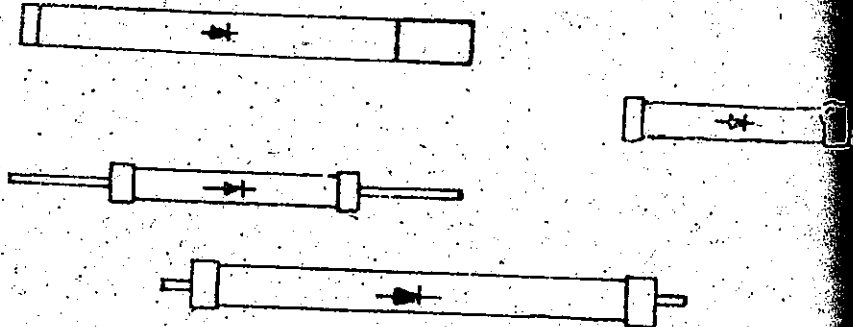
Çıkış gerilimini artırmak için R_3 potansiyometresinin orta ucunu aşağıya kaydırmak gerekir. Bu durumda V_r azalır, T_1 daha az iletken olur ve I_2 düşer. I_2 düşünce I_1 artar, çıkış gerilimi yükselir. Çıkış gerilimini düşürmek için R_3 ün orta ucu yukarıya kaydırılır. Bu durumda V_r artarak I_2 yi artırır, I_1 i azaltır. Dolayısıyla T_1 in direnci artar ve çıkış gerilimi düşer. R_3 ün yaptığı gerilim değişimini sıfırdan itibaren değil, belirli değerler arasındadır.

— Yüksek gerilimli redresörler : Silisyum ve germanyum
 İletken diyotlar birleşme yüzeylerine göre belirli bir gerilime gö-
 pırlar. Bu gerilimin üstündeki değerlerde diyotlar delinmekte ve
 rultma görevini yapamamaktadırlar. Televizyon, radar, özel ışın
 lamba tüplerinde 10000 - 18000 - 25000 - 40000 - 100000 ve daha
 voltluk doğru akım anot gerilimine ihtiyaç vardır. Bu gibi yerlere
 celeri yüksek gerilim lambaları kullanılmaktaydı. Şimdi bu lamba
 yerini yüksek gerilim redresörleri almıştır. Yüksek gerilim redresör
 mak için yarı iletken diyotlar birbirine seri bağlanmaktadır. Redre-
 kullanıldığı yere göre ya yeteri kadar diyot birbirine seri bağlan-
 şekil 6-23 a da görüldüğü gibi, veya aynı miktar diyotların yarı
 kristalleri bir kutu içinde birbirine seri bağlanmakta ve kutudan
 dışarıya çıkarılmaktadır. Şekil 6-23 b de bu tip bir diyot görülmek-



Şekil: 6-23. Yüksek gerilim redresör diyotları.

Diyotların birbirine seri bağlanabilmesi için mümkün olduğu kadar
 özelliklerinin birbirine eşit olması gerekir. Örneğin, anot gerilimi
 tepe gerilimi, ters polarmada içinden geçen ters akım vs. gibi. Şekil
 de 7500 ile 200000 volt arasında gerilimlerde yapılan silisyum diyot
 görülmektedir.



Şekil: 6-24. Çeşitli yüksek gerilim diyotları.

Kontrol Soruları:

- 1 — Redresör nedir? Çeşitlerini sayınız.
- 2 — Bir fazlı tam dalga (anotca lambalı redresör şeması çiziniz.
- 3 — İgnitron lambalı redresörlerle, civa arkli redresörleri birbiri ile karşılaştırınız.
- 4 — Redresör yapımında kullanılan yarıiletken (silisyum, germanyum, v.b.) diyotların özellikleri nelerdir, lambalara göre ne gibi avantajları vardır?
- 5 — Bir fazlı yarım dalga bir redresörde transformatorun çıkış gerilimi 30 voltur ve yük direnci 5 omudur. Buna göre:
 - a — Maksimum ters gerilim kaç voltur (U_m)?
 - b — Doğrultulan gerilimin ortalama (U_{or}) değeri nedir?
 - c — Maksimum akım (I_m) nedir?
 - d — Ortalama akım (I_{or}) nedir?
- 6 — Bir fazlı tam dalga orta uçlu bir redresörde, transformatorun orta ucu ile yan uçları arasındaki gerilim 300 voltur. Yük direnci 20 om olduğuna göre:
 - a — Maksimum ters gerilim (U_m) kaç voltur?
 - b — Doğrultulan gerilimin ortalama (U_{or}) değeri nedir?
 - c — Maksimum akım (I_m) nedir?
 - d — Ortalama akım (I_{or}) nedir?
- 7 — Yarım dalga ayarlı bir redresörde tristöre uygulanan gerilim 250 voltur. Tristörün ateşleme açısı 65° ise, doğrultulan gerilim kaç voltur?
- 8 — Tam dalga ayarlı bir redresörde (orta uçlu) tristöre uygulanan gerilim 300 voltur. Tristörlerin ateşleme açısı sırasıyla 50° , 100° ve 150° olduğuna göre, her derecede redresörden doğrultulan gerilimler kaç voltur.
- 9 — Bir fazlı köprü bağlı ayarlı bir redresörde kaç diyot ve kaç tristör kullanılır? Ayarlı redresörden 45° lik ateşlemede 200 volt elde etmek için, redresöre uygulanan gerilim kaç volt olmalıdır. Diyotların dayanabileceği maksimum gerilimi bulunuz.
- 10 — Üç fazlı yarım dalga bir ayarlı redresörün bağlantı şemasını ve eğrisini çiziniz.
- 11 — Regüleli tek transistörlü bir akım kaynağı şeması çiziniz, çalışma prensibi açıklayınız.
- 12 — Regüleli bir akım kaynağından üç ayrı gerilim elde etmek için ne gibi bir işlem yapmak gerekir?
- 13 — Normal gerilimli bir yarıiletken diyot ile yüksek gerilimli bir yarıiletken diyot arasında ne fark vardır?

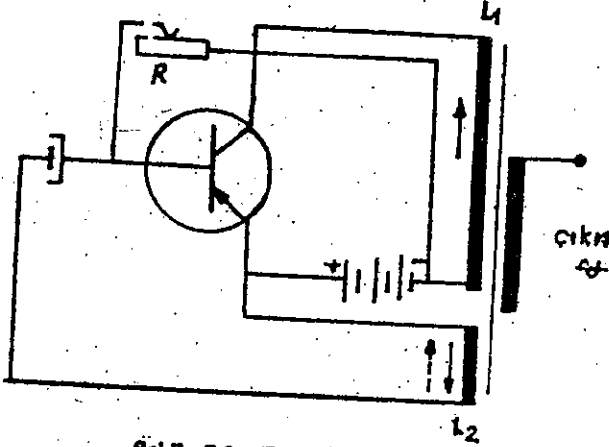
BÖLÜM 7

ENDÜSTRİDE GÜÇ ÇEVİRME

A — DC-AC Konvertörler :

Endüstride öyle yerler vardır ki doğru akımı vardır alternatif akımı yoktur. Alternatif akım kaynağı vardır doğru akım kaynağı yoktur. Veya doğru akımı vardır fakat daha büyük gerilimli doğru akıma ihtiyacı vardır. Bu gibi yerlerde akımlar birbirlerine çevrilebilmektedir. Güç çevirme işleminde kullanılan elemanlara konvertör denir.

Doğru akımı alternatif akıma dönüştüren konvertörlere DC-AC konvertörü denir. Şekil 7-1 de bir DC-AC konvertörü görülmektedir.



Şekil: 7-1. DC-AC konvertörü.

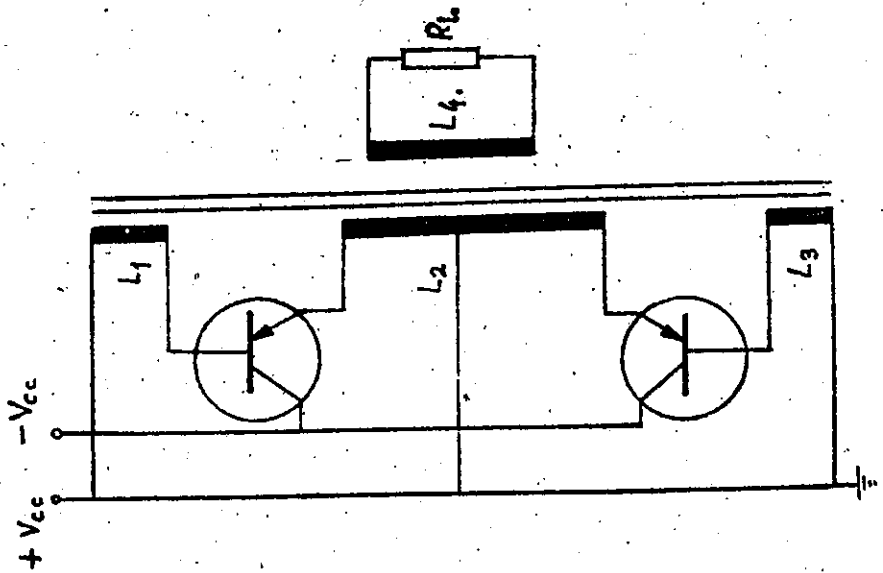
Şekildeki devreye doğru gerilim uygulandığı zaman transistör DC akım kaynağına göre düz polarize olacak ve beyzinden bağlı olduğu R direncinin miktarına göre bir akım geçecektir. Transistörün beyzinden akım geçince kollektör akımı da sıfırdan itibaren yükselmeye başlar. Transistörün kollektör akımı transformatörün L_1 sargısından geçer. L_1 sargısından geçen ve değeri değişen kollektör akımı transformatörde değişik

bir
buh
kan
man
yun
artı
düş
azal
ğı
içer
akı
da
bir
dev
geri
olur

Şek
kon

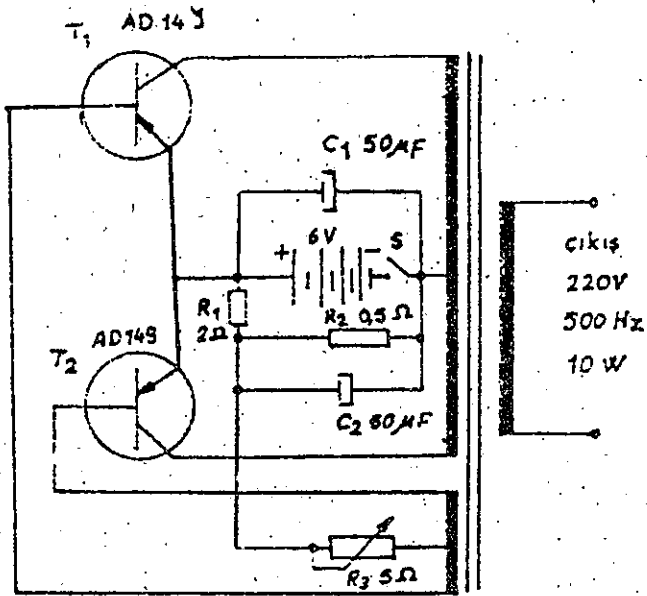
bir manyetik alan meydana getirir. Bu değişken manyetik alan içinde bulunan transformatorün L_2 sargısında zıt yönlü bir gerilim doğar (Lenz kanunu). Şekilde görüldüğü gibi bu akım beyz akımını artırır. Beyz akımına bağlı olarak kollektör akımı da artar. Bu olay transformator doyumuna gelinceye kadar devam eder. Transformator doyumuna gelince akım artışı durur. Belirli bir zaman sonra kollektör akımı düşmeye başlar. Bu düşme R direncinin sağladığı beyz akımından dolayıdır. Kollektör akımı azalarak bir değişme gösterdiğinden bu akımın transformatorde yarattığı manyetik alan da azalarak bir değişme gösterir. Aynı manyetik alan içersinde bulunan L_2 bobininde aynı yönde bir akım doğar. Bu akım beyz akımını azaltır. Beyz akımı azalınca, azalmakta olan kollektör akımı daha da düşmeye başlar. Bunun sonunda kollektör akımı sıfır olur. Böylece bir saykılık çalışma sona erer. Diğer saykılar yukarıda açıklandığı gibi devam eder. Transformatorün sekonderinde yönü ve şiddeti değişen bir gerilim elde edilir. Bu şekilde doğru akım alternatif akıma dönüşmüş olur.

Uygulamada genel olarak konvertörler iki transistörlü yapırlar. Şekil 7-2 de doğru akımı alternatif akıma çeviren iki transistörlü bu konvertörün prensip şeması görülmektedir.

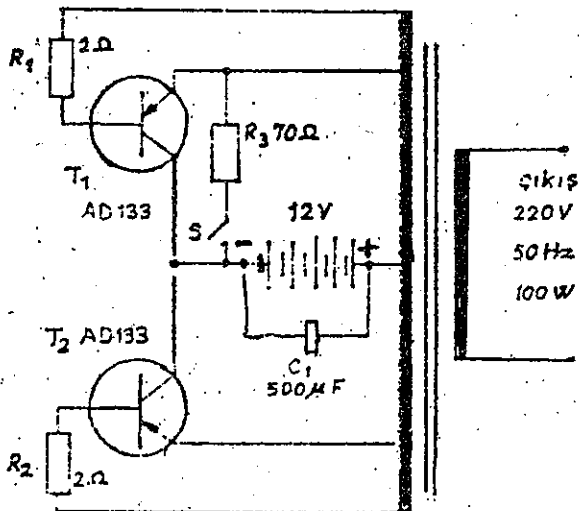


Şekil: 7-2. İki transistörlü konvertör.

Şekilden anlaşılacağı gibi bu iki transistör devreye simetrik olarak bağlanmıştır. Devreye gerilim verildiğinde her iki transistör de ilettime geçmek ister. Uygulamada birbirinin tam benzeri iki transistörü bulmak mümkün değildir. Bu iki transistör aynı anda ilettime geçer, yalnız biri diğerine nazaran devreden daha çok akım çeker. Örneğin şekilde T_1 transistörü T_2 transistöründen daha fazla akım çekmiş olsun. Bu akım, akım kaynağının negatif kutbundan T_1 transistörünün kollektör-emetör ucundan L_2 sargısının üst yarısından geçerek devresini tamamlar. Sıfırdan itibaren yükselerek değişen bu akım transformatörde yükselerek değişen bu akım transformatörde yükselerek değişen bir manyetik alan meydana getirir. Bu manyetik alan içerisinde bulunan L_1 , L_2 sargılarında ters yönde bir akım indükler. L_1 sargısında indüklenen akım T_1 transistörünün beyz akımını artırır. Buna bağlı olarak kollektör akımı da hızla artar. Bunun sonunda T_1 transistörü tam ilettime geçer. L_2 sargısında indüklenen akım ise T_2 transistörünün beyz akımını, dolayısıyla kollektör akımını azaltır. T_2 transistörü yalıtıma geçer. En sonunda T_1 transistörü doyuma gelir. Bu anda transformatörün demir nüvesi de doyuma ulaşır. Transformatör doyuma geldiğinde manyetik alanda bir değişme olmaz. Bu nedenle T_1 transistörünün beyz akımını sağlayan L_1 bobininde artık gerilim indüklenmez. T_1 transistörünün beyz akımı ortadan kalkar, dolayısıyla kollektör akımı da düşüme başlar. L_2 sargısından geçen ve azalarak değişen bu akım, transformatörde azalarak değişen bir manyetik alan meydana getirir. Bu manyetik alan içinde bulunan L_1 , L_2 sargılarında bu defa L_2 sargısındaki akımla aynı yönde olan bir akım doğar. Bu akım T_1 transistörünün beyz akımını azaltır. Dolayısıyla kollektör akımı da azalır. Bunun sonunda T_1 transistörü yalıtıma geçer. L_2 sargısındaki akım T_2 sistörünün beyz akımını, buna bağlı olarak kollektör akımını artırır. Bu akım artışı sonunda T_2 transistörü ilettime geçmiş olur. Bu transistörün akımı doyuma kadar artmaya devam eder. Transistör doyuma gelince transformatörün demir nüvesi de doyuma gelir ve değişik manyetik alan ortadan kalkar. Bunun sonucu T_2 transistörünün akımı azalmaya başlar ve yalıtıma kadar devam eder. Olay bu şekilde tekrarlanır. Bir defa transistörün biri ilettime geçer, sonra bu yalıtıma geçerken diğer transistör ilettime geçer. Bu transistörlerin emetör-kollektör akımları L_2 sargısında birbirlerine göre ters yönde akarlar. Bu sargulardan bir çeşit alternatif akım geçmiş olur. Yalnız bu akımın şekli sinüsoydal değil kare şeklindedir. Bu akım L_2 sargısından dışarı alınır. Şekil 7-3 de 6 voltu 220 volt 10 vata dönüştüren DC-AC konvertörü getirmesi görülmektedir.

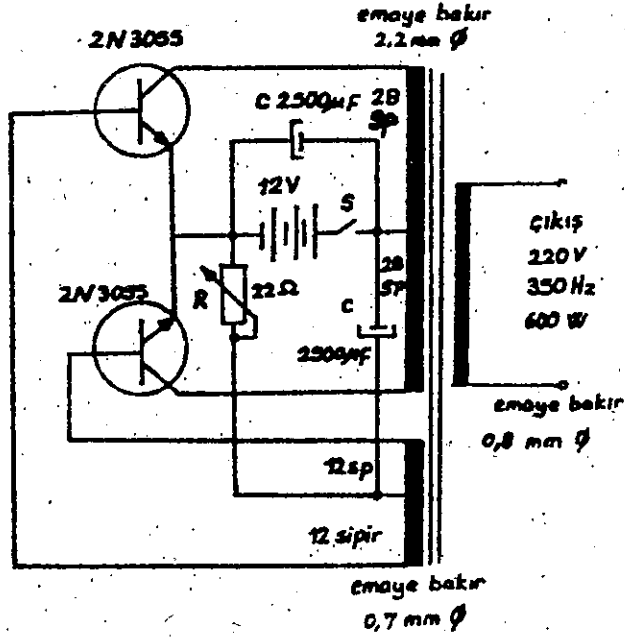


Sekil: 7-3. 6V/220V, 10 Wattlık DC/AC konvertör.



Sekil: 7-4. 12V/220V, 100 wattlık DC-AC konvertör.

Şekil 7-4 de 12 V/220 V, 100 vattlık bir DC - AC konvertörün şeması görülmektedir.



Şekil 7-5. 12V/220V, 600 vattlık bir DC-AC konvertör.

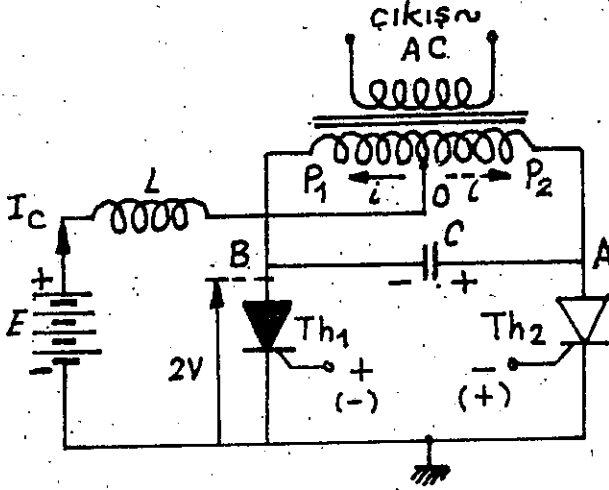
Şekil 7-5 de 12 V/220 V, 600 vattlık bir DC - AC konvertörün şeması görülmektedir.

Tristörlü konvertörler

Tristörlü konvertörler tristörlü konvertörlerin yaptığı işleri yaparlar. Transistörlü konvertörlerin güçleri çok küçüktür. Büyük güçlü konvertör yapmak için devrede mutlaka tristör kullanmak gerekir.

Şekil 7-6 da doğru akımı alternatif akıma çeviren bir tristörlü konvertör şeması görülmektedir.

Tristörlü konvertör şemasında iki tane tristör, bir tane kondansatör ve primeri orta uçlu bir tane transformator kullanılmıştır. Şemada geyt elektrotlarına kumanda akımını veren devre gösterilmiştir. Küçük güçlü transistörlü bir DC - AC konvertörünün çıkış sargısı orta uçlu yatarsa bu sargının uçlarından alınan akımla transistörler ateşlenebilir.



Şekil 7-6. Tristörlü DC-AC konvertör.

Bu sargının orta ucu tristörlü konvertörün tristörlerinin katot çıkışına, yan uçları da tristörlerin geyt uçlarına bağlanır. Bu uçlar sırası ile bir defa pozitif, bir defa negatif olacaktır. Biri pozitif olduğu zaman, ona ait tristör iletme geçecek, diğer tristör yalıtımda olacaktır. Sonra uçların işaretleri değişince iletimde olan tristör yalıtıma, yalıtımda olan tristör iletme geçecektir. Geytleri ateşlemek için kullanılan tristörlü konvertörün çıkış gerilimi ve akımı tristörlerin geyt değerlerine uymalıdır.

Tristörlü konvertörde doğru akım kaynağının pozitif ucu transformatorün primerinin orta ucuna (0), tristörlerin anotları primer sargının yan uçlarına (A ve B), katotları birleştirilerek doğru akım kaynağının negatif ucuna bağlanmıştır.

Üreteç devreye bağlandığı zaman, pozitiften gelen I_c akımı 0 noktasından iki kola ayrılarak primerin yarımşar sargılarından geçtikten sonra A ve B uçlarından her iki tristörün anotlarını pozitif, katotlarını negatif olarak polarmalandırır. Bu anda tristörlerden birisinin geytine pozitif bir kumanda sinyali (akımı) verilirse bu tristör iletme geçer. Örneğin Th_1 tristörüne pozitif bir akım verilsin. Bu tristör iletme geçecektir. Üreteç gerilimi E, Th_1 uçlarında iken bu durumda (iletimde) Th_1 uçlarında 2 volt civarında bir gerilim bulunacak, gerilimin gerilim bulunacak, gerilimin geri kalan kısmı 0 noktası pozitif, B noktası ne-

gatif olmak üzere P₁ yarım sargısı uçlarında bulunacaktır. Devre akımı Ic devre temas direncinden ve bobinin zıt, e, m.k. inden dolayı sıfırdan maksimuma doğru değişik bir şekilde yükselecek ve transformatörün sekonderinde bir gerilim indükleyecektir. Bu esnada C kondansatörü şarj olacaktır. Bu durumda kondansatörün sağ levhası pozitif, sol levhası negatif yükü yüklenecektir. Th₁ tristörünün geytine bu anda pozitif bir kumanda sinyali verilirse bu tristör ilettime geçecektir. Kondansatör akımı Th₁ den geçerek Th₂ uçlarında ters polarıma meydana getirecektir. Th₂ C tarafından ters polarize edildiği için yalıtıma geçecektir. Th₂ ilettime devam edecektir. Deşarj olan kondansatör tekrar şarj olacaktır, Bu defa Ic akımı O noktasından A noktasına doğru gittiği için kondansatörün sol levhası pozitif, sağ levhası negatif yükü yüklenecektir. P₂ yarım sargısından geçen değişik değerli akım nüvede değişen bir manyetik alan meydana getirecek sekonderde alternatif akımın indüklenmesine sebep olacaktır. Bu esnada Th₁ in kumanda akımı geytine gelerek Th₁ i ilettime geçirirken, kondansatör gerilimi Th₂ yi ters yönde polarize ederek yalıtıma geçirecektir. Konvertörün çalışması bu şekilde devam edecektir.

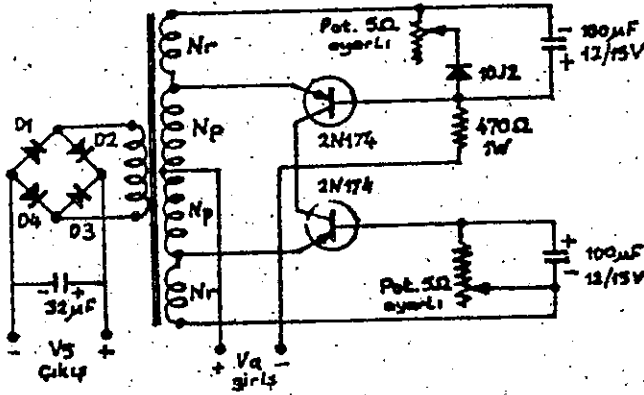
Eğer doğru akım üreteç gerilimi 48 volt ise bunun 2 voltu iletimde olan tristörün uçlarına düşecektir. 48 volt ise primerin bir yarısında olacaktır. Ototransformatörün iki yarım sargısı birbirine eşit olduğu için ototransformatör olayından dolayı kondansatör uçlarında 2E yani 92 voltluk gerilim bulunacaktır.

Transformatörün primerindeki yarım sargılarında bulunan, yönleri ve giddetleri değişen akımlar, sekonderde yönü ve giddeti değişen bir akım indükler. Bu akım AC akımı olarak dış devreye alınır ve gerekli yerlerde kullanılır.

Burada kullanılan transformatörün primér ve sekonder sargıları devre gerilimlerine göre sarılmaktadır. Tristörler transistörlere nazaran çok büyük akım taşıdıkları için istenen güçte tristör kullanarak büyük güçlü konvertör yapmak mümkün olacaktır.

DC-DC Konvertörler : Elektronikte bazen bir doğru akım kaynağının gerilimi istenen değerde değildir. Eğer daha düşük bir doğru akıma ihtiyaç varsa, büyük akımı küçük akım şekline dönüştürmek gerilim bölücüler kullanılır. Örneğin 24 voltluk doğru gerilimi olan bir yerde 6 volta ihtiyaç varsa kademeli dirençler seri bağlandıktan sonra 24 volta bağlanır. Ara uçlardan 6 V, 12 V veya 18 volt alınabilir.

Eğer doğru akım kaynağının gerilimi istenen gerilimin altında ise daha büyük gerilim elde etmek için ya gerilim katlayıcılardan faydalanır veya DC-DC konvertörlerinden faydalanır. Gerilim katlayıcılardan elde edilen güç çok küçük olduğu için her yerde bunu kullanmak mümkün değildir. DC-DC konvertörleri ise her yerde kullanılabilir. Üstelik bu konvertörler transistörlü ve tristörlü yapar. Şekil 7-7 de transistörlü bir DC-DC konvertör görülmektedir.



Şekil 7-7. DC-DC konvertör.

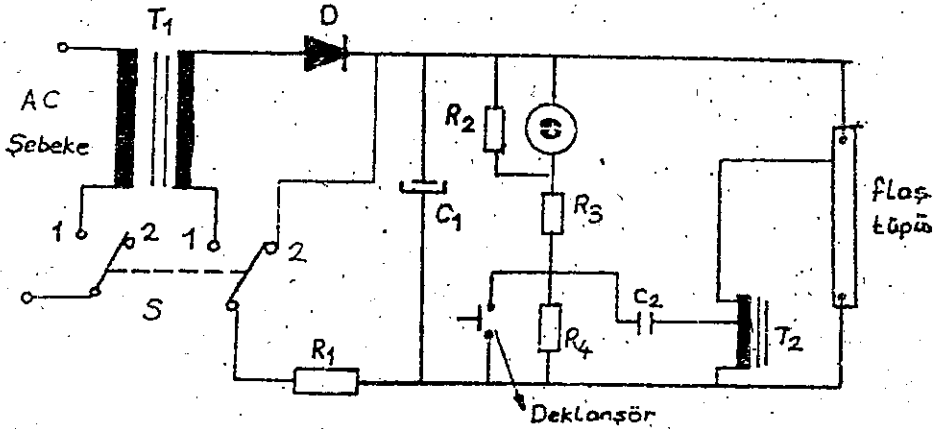
Bir DC-DC konvertörü ile doğru gerilimi alternatif gerilime çevirmeyi yukarıda gördük. Eğer bu tip bir konvertörün çıkışına bir redresör grubu bağlarsak elde ettiğimiz alternatif akımı doğru gerilime dönüştürmüş oluruz. Örneğin 6 volt doğru gerilim bulunan yerde 110 voltluk doğru gerilime gerek duyulsun. Önce 6 voltluk doğru gerilimden 110 voltluk alternatif gerilim elde edilir. Sonra bu gerilim redresörlerle doğrultularak 110 voltluk akım elde edilir. Bu şekilde 6 voltluk doğru gerilimi 110 voltluk doğru gerilime dönüştürmüş olur.

B — AC-DC Konvertörler :

Bu konvertörler alternatif akımın doğru akıma dönüştürülmesinde kullanılırlar. Alternatif akımı doğru akıma dönüştüren tertibatlara redresör demistik. Şu halde AC-DC konvertörleri bir redresörden başka bir şey değildir. Redresörler konusunda AC nin DC ye dönüşümüne bir çok örnek verildi. Bu sebepten bu tertibatlar burada tekrar edilmeyecektir.

D — Elektronik flaşların çalışma prensibi :

Fotoğrafçılıkta fotoğrafı çekilecek insan veya cismin iyi bir şekilde aydınlatılması gerekir. Bu aydınlatma gündüz ışığı ile açık yerlerde gündüzleri kendiliğinden olmaktadır. Bu tabii bir aydınlatmadır. Kapalı yerlerde yeterli gündüz ışığı olmadığı zaman veya geceleri fotoğraf çekmek gerektiği zaman elektrikli aydınlatmaya ihtiyaç vardır. Bu aydınlatma sabit yerlerde (stüdyo vs.) spot lamba veya cıva buharlı lambalarla yapılabilir. Sabit olmayan yerlerde ise taşınabilir aydınlatma cihazları kullanmak gerekir. Bu cihazlara flaş denir. Flaşlar tek bir lambadan meydana gelip her fotoğraf çekişte lambanın değiştirilmesi gereken tipte olduğu gibi, elektronik devre elemanlarından faydalanılarak yapılan ve lamba değiştirmeden defalarca kullanılabilen tipte de yapılmaktadır. Bunlara elektronik flaşlar denir. Şekil 7-8 de basit bir flaş devresi görülmektedir.



Şekil 7-8. Basit bir flaş devresi.

Fotoğrafçılıkta kullanılan flaşlardan iki ucunda iki elektrot olan havası boşaltılmış camdan yapılan lamba kullanılır. Lamba vakum olduğu gibi, içinde asal gazlar da bulunabilir. Lambanın elektrotlarına uygulanan gerilim 300 volt civarında olduğundan bu gerilim elektrotlar arasında bir atlama sağlayamaz. Lambada deşarj (boşalma) başlamadığı için lamba ışık vermez. Lambada deşarjı başlatabilmek için, tıpkı bazı elektrik ampullerinde olduğu gibi üçüncü bir elektrot vardır. Bu elektrot tüp boyunca uzanmakta ve diğer elektrotlara yakın bir mesafede bitmektedir. Bu elektrot lamba uçlarındaki elektrotlara yakın

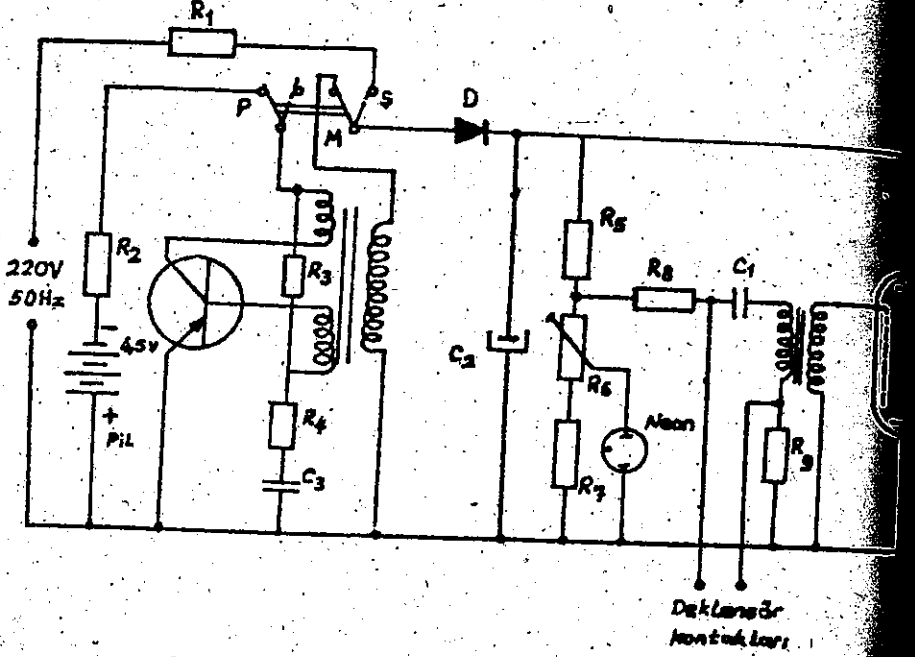
olduğu için onlardan elektron koparak deşarjı başlatmaktadır. Deşarj başlayınca iki ana elektron emisyonu hızlanmakta ve lamba kuvvetli bir ışık vermektedir.

Fotoflaşları devamlı olarak çalıştırılmazlar ve zaten çalışamazlar. Flaşın ışık verme zamanı fotoğrafın çekileceği andır. Bu an objektifin açık kaldığı müddete eşit veya bundan biraz fazladır. Objektif açık kaldığı müddetçe (1/5 - 1/25 - 1/50 - 1/100 vs. saniye) fotoğrafı çekilecek cisme ışık verebilir. Bu ışığı kısa zaman içinde flaş verir. Flaş lambasının bu kadar zaman çalışabilmesi için lambaya enerji şarj edilmiş bir kondansatörden verilir. Bu süre içinde kondansatör deşarj olduğundan flaş söner.

Şekil 7-8de S anahtarı 1 nolu konumda iken T₁ transformatörü tarafından 300 volta yükseltelen gerilim, D diyodu ile doğrultulur. Doğrultulan akım C₁ kondansatörünü şarj eder. Kondansatör çok kısa bir zamanda şarj olur ve şarj sonunda uçlarındaki gerilim en büyük değerine yükselir. Kondansatör uçlarına bağlı olan neon lamba şarj sonunda yanar. Bu lambanın yanması flaşın kullanılma hazır olduğunu gösterir. C₁ kondansatörü şarj olurken C₂ kondansatörü de R₁ ve R₂ dirençleri üzerinden aldığı akımla şarj olur. Flaş tüpünün iki elektrodu C₁ kondansatörüne bağlı olduğu ve uçlarında 300 voltluk gerilim bulunduğu halde tüp yanmaz. Bu gerilim tüpte de şarjı başlatamaz. Fotoğraf çekilirken makine üzerindeki denkleşöre basıldığında burada bulunan bir kontak objektif açılırken birleşir ve C₂ kondansatörünü T₂ transformatörünün alttaki sargısı üzerinden kısa devre eder. C₂ kondansatörü sargı üzerinden aniden boşalır ve bu anda aynı transformatörün üst sargısında bir yüksek gerilim meydana getirir. Bu gerilim tüpün üçüncü elektroduna uygulanır. Bunun sonucu tüpte deşarj başlar. Deşarjın meydana getirdiği elektron hareketi iki eciroto arasında kuvvetli bir ışığın doğmasını sağlar. Bu ışıktan faydalanılarak fotoğraf çekilir. C₁ kondansatörü flaş tüpü üzerinden boşaldığı (deşarj olduğu) için flaşın ışığı söner. Bu ışıkla birlikte neon lamba da söner. Tekrar fotoğraf çekmek için C₁ kondansatörünün şarj olmasını ve neon lambanın yanmasını beklemek gerekir. Eğer fotoğraf çekilmiyeyse S anahtarı 2 nolu duruma getirilir. Bu durumda C₁ kondansatörü R₁ direnci üzerinden yavaş yavaş deşarj olur.

Fotoflaşları çeşitli şekilde yapılırlar. Bunlar, pil ve şebeke ile çalışırlar, şebeke gerilimi ile çalışan akümülatörlü flaşlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bunları sırası ile kısaca görelim.

Pil ve şebeke gerilimi ile çalışan flaşlar : Şekil 7-9 da görülen devresi 4,5 voltluk bir pil bataryası ve 220 voltluk alternatif akım bekesiyle çalışır.



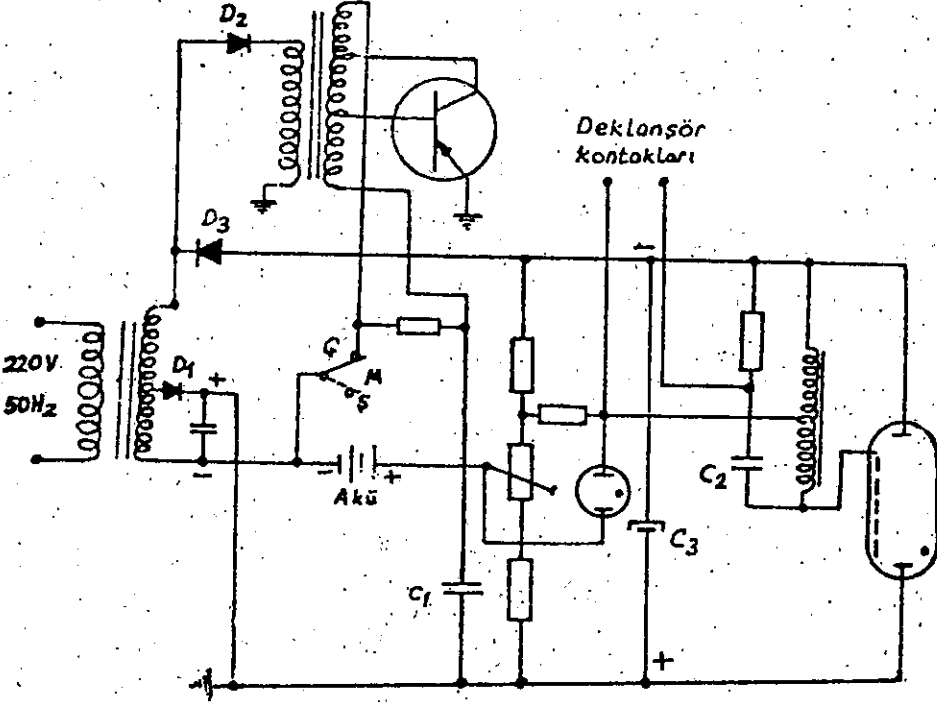
Şekil 7-9. Pil ve şebeke gerilimi ile çalışan flaş şeması.

Flaş üzerinde bulunan M anahtarı P durumunda iken piller devreye girer. Transistörli DC-AC konvertörü ile 4,5 voltluk pil gerilimi 220 voltluk alternatif gerilime çevrilir. Bu gerilim D diyodu ile doğrultulur. Doğrultulan akım C_2 kondansatörünü şarj eder. Kondansatörün gerilimi tüp gerilimi değerine çıkınca neon lamba yanar. Bu durumda flaş lambası yanmaya hazırdır. Bu esnada C_1 kondansatörü R_5 , R_6 dirençleri üzerinden şarj olur. Fotoğraf makinesinin denktaşörüne bağlanınca C_1 kondansatörü bağlı olduğu transformatörün primer sarjı üzerinden deşarj olur. Primerden geçen akım, bu transformatörün sekonderine bir gerilim indükler. Bu gerilim flaş tüpünü ateşler ve kısa bir an tüp ışık verir.

Eğer flaşın M anahtarı S durumuna getirilince piller devreden çıkar ve şebeke gerilimi devreye girer. Şebeke akımı D diyodunda doğrultulur. Yukarıda belirtildiği gibi flaş tüpü çalıştırılır.

Şemada şebeke devresi üzerinde bulunan R_2 direnci kondansatörün ani şarjını önler, dolayısıyla diyodu yanmaya karşı korur.

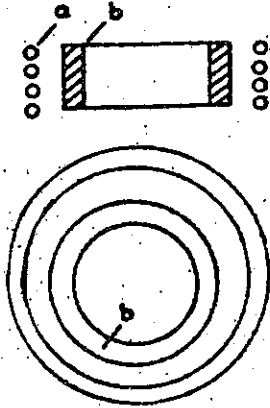
Şebeke gerilimi ile çalışan akümülatörlü flaş : Şekil 7-10 da akümülatörlü bir flaş devresi görülmektedir.



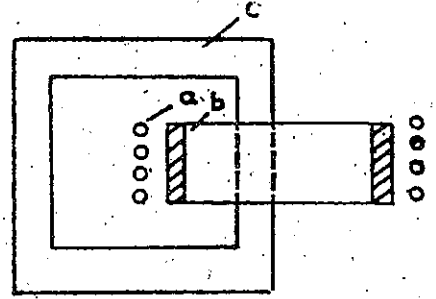
Şekil 7-10. Akümülatörlü flaş devresi.

Şebekeye bağlanan transformatörden elde edilen gerilim D_1 diyodu ile doğrultulur. Buradan elde edilen gerilimle, M anahtarı $\$$ durumunda iken, akümülatör şarj edilir. Aynı anda transformatörün üst ucundan alınan gerilim D_2 diyodu ile doğrultularak C_1 kondansatörü şarj edilir. Bu kondansatörün gerilimi flaş tüpü uçlarında da bulunur. C_2 kondansatörü de şarj olur ve neon lamba yanar. Fotoğraf çekilmek istendiği zaman makinenin denklansörüne basılır. Denklansöre basılır basılmaz buradaki transformatörün yarım sargısı üzerinden C_3 kondansatörü ani den deşarj olur. Transformatörün çıkışından alınan gerilim flaş tüpünü ateşler ve fotoğraf çekilir.

Primer sargının manyetik flüksleri sekonderi kesmekte ve burada bir elektromotor kuvveti indükliyerek bir akımın metal içinde dolmasına sebep olmaktadır. Bu akıma fukolt akımı denir. Elektrik akımı parça içinde dolurken parçanın direnci ile kargulaşır ve bunun sonucu parçada ısı meydana gelir. Bu ısı parçayı ergitme, menevişleme ve tavlama işlemlerinde kullanılır. Bu ısı endüksiyon yoluyla meydana geldiği için buna endüksiyon ısıtma denir.



Şekil: 8-1. Manyetik devresiz endüksiyon ısıtma. a-) bobin, b-) yük.



Şekil: 8-2. Manyetik devreli endüksiyon ısıtma. a-) bobin, b-) yük, cc) manyetik devre.

Şekil 8-1 ve şekil 8-2 de görüldüğü gibi endüksiyon ısıtmalı cihazlar manyetik devreli ve manyetik devresiz olmak üzere ikiye ayrılırlar. Manyetik devre manyetik flükslerin geçişine karşı koyan direnci azaltır. Genel olarak akım kaynağının frekansı yükseldikçe manyetik devrenin önemi azalmaktadır. Yalnız düşük frekanslı devrelerde manyetik devre önemlidir. Bu frekans saniyede 100 periyot veya altındaki değerlerdir.

Endüksiyon ısıtmada ısıtılacak parçanın her tarafı eşit miktarda ısı almamaktadır. Yalnız ısıtılacak parça ısıyı çok iyi ileten cinsten ise, parçanın her tarafı birbirine yakın miktarda ısıtılabilir. Endüksiyon ısıtma parçanın yüzeyinde çok yüksek, iç kısımlarda az, merkezde ise daha az bir ısı meydana getirmektedir. Bu ısıtma akım kaynağının frekansına ve deri olayına bağlı olarak değişmektedir. (Deri olayı: Alternatif akımda akım taşıyan iletken kendi merkezinde bir manyetik alan meydana getirir. Bu alan kendisini meydana getiren akıma zıt yönde

ların katılığı anot gerilimi ile doğru orantılı olmaktadır. Işınlama şiddeti elektronik bombardımanla artmaktadır. Ayrıca ışınlama şiddeti katot daha fazla ısıtılarak artırılmaktadır.

Elektronik demetin enerjisinin büyük bir kısmı ısıya dönüşmektedir. Bu sebepten bu cihazlarda randıman % 1 civarındadır.

x ışınlarının özellikleri

1 — Optik özelliği, aydınlatma ışınlarının özelliklerinin aynıdır.

2 — Fiziko-kimya özellikleri,

a) x ışınları elektronlar gibi bazı maddelerden floresans ışık çıkarırlar.

b) x ışınları gün ışığı gibi fotoğraf kağıtlarının hassas maddesine etki ederler.

c) x ışınları içinden geçtikleri gazları iyonize ederler.

3 — İçten geçme ve yutma özelliği : x ışınları donuk maddelerden geçerken kısmen yutulurlar. İçten geçme ve yutulma özelliğine etken hususlar şunlardır.

a) Kalınlık etkisi : Belirli bir zamanda, belirli bir maddede x ışınlarının yutulması, geçtiği madde kalınlığı ile büyümektedir. Kalınlık x ve maddeye giren ışınların şiddeti A_0 olsun, çıkış şiddeti :

$$A = A_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (\mu = 2,718)$$

μ katsayısı maddenin yapısına ve x ışınlarının dalga uzunluğuna bağlıdır.

b) Katılık etkisi : Katılık etkisi arttıkça radyasyonun geçebildiği kalınlık artmaktadır. Örneğin, ışınlama şiddetini % 50 azaltan alüminyum plakadan kalınlığa bağlı sertlik bulunabilir. Bu x kalınlığının küpünün tersi ile orantılıdır.

λ (pm)	1000	100	10
x_c	0,6 μ m	0,6 mm	0,6 m

c) Maddeye etkisi : Maddenin atom ağırlığı ile ışınları emme özelliği hemen artmaktadır. Aynı katılıktaki ışınlar maddelerin aynı plakaları tarafından emilmektedir. Bu plakaların kalınlığı, maddenin Z atom numarasının küpü ile ters orantılıdır.

dansatörün çalışma prensibini ve bunun meydana getirdiği kayıplara belirterek açıklayabiliriz. Genel olarak bir kondansatörün kayıplarının minimum olması istenir. Dielektrik ısıtmada kondansatör kayıpları istenen termik olayı meydana getirir. Bu sebepten bu termik olayın mümkün olduğu kadar büyük olması gerekir. Bu koşul endüksiyon ısıtma transformatörlerinde tam tersinedir. Endüksiyon ısıtmada kayıpların az olması istenir.

Bir kondansatör, iletken iki levha (elektrot) arasına konan ve dielektrik denen izole bir maddeden meydana gelmektedir. Şekil 8-3 de kondansatöre benzetilen dielektrik kayıplı yüksek frekanslı ısıtmanın prensip şeması görülmektedir. Burada kondansatör yüzeyleri istenildiği kadar büyük olabilir. Önce bir kondansatöre doğru akım verelim. Eğer elektrotlara uygulanan gerilim E ise kulon veya amper-saniye olarak dielektriğin enerji miktarını bulabiliriz. Aynı gerilim altında dielektriğin aldığı enerji malzemeye ve elektrot kalınlığına göre değişmektedir.

Kapasite,

$$C = \frac{Q}{E} \text{ ile bulunur.}$$

Burada,

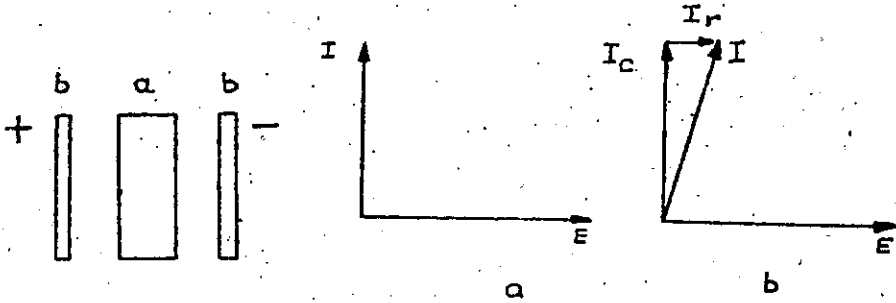
C : Kapasite (farad olarak)

Q : Enerji (kulon olarak)

E : Gerilim (volt olarak)

Bir kondansatör Q kulon ile şarj edilirse dielektriğin elektronları yer değiştirir. Kondansatör doyuma gelince kutupları değiştirilirse elektronlar tekrar yer değiştirir. Elektronların yer değiştirmesi dielektrik içinde bir akımın olduğunu belirtir. Kutupların değiştirilmesi daha sık yapılırsa elektron hareketi de buna uyacaktır. Kutupların yön değiştirmesi devreye alternatif akım vermekle kendiliğinden gerçekleşir. Devreye uygulanan gerilimin frekansına göre akım devamlı yön değiştirmektedir. Bu sebepten bu tip ısıtmaya dielektrik ısıtma denir. Kondansatör devresine bir ampermetre bağlanacak olursa, kondansatörün şarj ve deşarjında ampermetrede aynı değerin okunduğu görülür. Eğer kondansatör bir alternatif akıma bağlanacak olursa ampermetreden aynı akım okunmaz. Kondansatörün dielektrik kaybı azaldığı zaman ampermetreden okunan akım çok az değişir. İdeal bir kondansatörde akım gerilimden 90 derece ilerdedir. Bir kondansatörün akım, gerilim ve gücü

ölçülerek faz farkı bulunabilir. Şekil 8-4 de kondansatörün vektöryel diyagramı görülmektedir.



Şekil: 8-3. Dielektrik ısıtma prensip şeması. a-) ısıtılacak parça. b-) elektrotlar.

Şekil: 8-4. Kondansatörün vektöryel diyagramı. a-) ideal kondansatör, b-) gerçek kondansatör.

Pratikte şekil 8-4 b meydana gelmektedir. Burada E ile I arasındaki faz farkı 90 dereceden küçüktür. I akımı, E den 90 derece ileride olan I_C ve gerilimle aynı fazda olan I_r akımlarına ayrılır. I_r akımı dielektrik kayıplardan meydana gelmekte ve dielektrik ısıtmadan etken olmaktadır.

Dielektrik ısıtmada cismin her tarafı eşit olarak ısıtılmaktadır. Bu ısıtmada frekans 1 megasaykıl ile bir kaç yüz megasaykıl arasında değişmektedir. En çok kullanılan değerler 10 ile 30 megasaykıl arasında olanlardır.

Dielektrik ısıtma plastik endüstrisinde çok kullanılmaktadır. Plastik maddelerin yumuşatılarak şekillendirilmesi, yapıştırılması, eklenmesi gibi yerlerde kullanılır. Toz halindeki izole maddelerin ısıtılmasında da dielektrik ısıtma iyi sonuç vermektedir. Ağaç işleri endüstrisinde ağaçların kurutulması, yapıştırılması, bükülmesi işlemlerinde dielektrik ısıtmadan faydalanılmaktadır.

Tıpta metalik olmayan cisimlerin sterilizasyonunda, diatermiye dielektrik ısıtmadan faydalanılmaktadır. Tekstil endüstrisinde pamuk gibi dokuma mamülleri taranırken nem derecesi içten dışa doğru değişmekte ve her tarafta eşit olmamaktadır. Dielektrik ısıtma ile bu sakıncalı durum önlenmektedir.

Dielektrik ısıtma ile cisimlerin fazla nemi alınır ve nem derecesi sabit tutulur. Cam endüstrisinde cam ile plastik madde, ve yine cam

ile metaller arasında iyi bir ekleme yapmak için dielektrik ısıtma kullanılır. Kauçuğun vulkanizasyonunda, patlayıcı maddelerin kurutulmasında, döküm malzemelerin çekirdeğinin kurutulmasında, kauçuğun dikisinde, dondurulmuş yemeklerin çabucak çözülmesi gibi bir çok yerlerde dielektrik ısıtmadan faydalanılır.

Dielektrik ısıtmada cihazın gücü kullanılan gerilimin karesi ve devre frekansı ile orantılıdır. Bu sebepten frekansın ve gerilimin yüksek olması istenir. Bu sebepten gerilim değeri maksimum 15000 volt ve bazen de 20000 volta çıkmaktadır. Genel olarak gerilim değeri 10000 ile 12000 volt arasında değişmektedir.

C — Yüksek frekanslı enerji kaynakları :

Efildiği gibi alternatif akım şebekelerinin frekansı 25 - 50 ve 60 periyot/saniyedir. Endüksiyon ısıtmanın büyük bir kısmında ve dielektrik ısıtmanın tümünde yüksek frekanslı enerji kaynakları kullanılır.

Genel olarak endüstride çeşitli yüksek frekanslı enerji kaynakları kullanılmaktadır. İstenen maksimum frekans verebilecek akım kaynakları sırasıyla şunlardır : Transformatörler, cıva arklı konvertisörler, motor-jeneratör grupları, kıvılcımlı eklatörler ve lambalı osilatörlerdir.

Transformatörlerin kullanıldıkları yerler çok sınırlıdır. Transformatörler akım kaynağının frekansını 1/3 oranında değiştirilmekte ve bu sınırın dışına çıkamamaktadır. Transformatörler 50 periyotluk şebeke frekansını 150 periyotluk akıma çevirmektedirler. Bunlara frekans transformatörü denmekte ve randımanları düşük olmaktadır. Bu sebepten nadiren kullanılmaktadırlar.

Cıva arklı konvertisörler 100 ile 600 kilovatlık güçler için 1500 periyotluk frekansta yapılabilmektedirler.

Motor-jeneratör grupları 12000 periyotluk frekansa kadar imal edilmektedirler. Bunların güçleri Avrupa ve Amerikada 1250 - 2000 - 2500 kilovat olarak yapılmış ve daha sonraları büyük güçlü olmak üzere imal edilmişlerdir.

Dönen tip eklatörler ise küçük güçlü (40 kilovat) yapıldıkları halde frekansları 500000 periyota kadar yükselmişlerdir.

Lambalı osilatörlerde ise 100 ile 200 megasaykıl/sn lik frekanslar elde edilebilmektedir. En büyük güçlü lambalar 500 kilovat 50 megasaykıl değerindedir. Frekans yükseldikçe tüp başına düşen güç azal-

ma
gü
ve
ted
ji
ve
mil
ma
lar,
per
tipt
fak
Şekil:
many
veya
m

maktadır. Bu güç 50 Mc/sn için 25 kilovat civarındadır. Daha büyük güç elde etmek için lambalar paralel bağlanmaktadır.

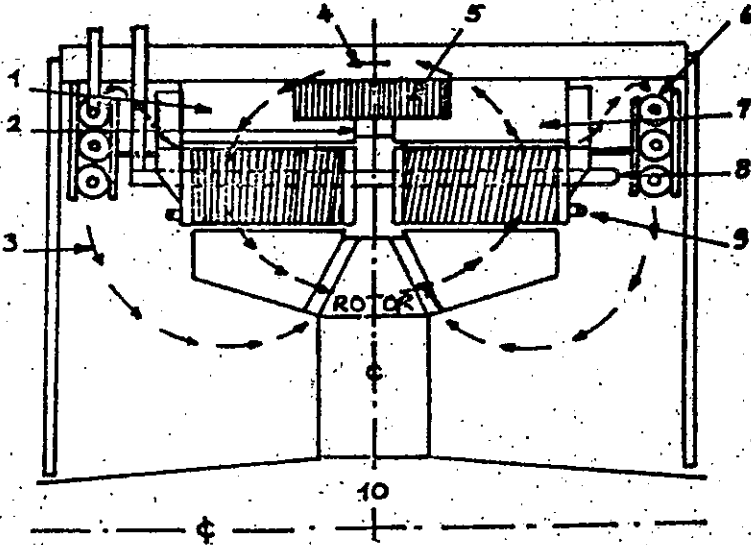
Uygulamada yukarıda adı geçen frekans kaynakları aynı frekansa verebilmekte, bu özellikten dolayı birbirlerinin yerine kullanılabilirler.

Endüksiyon ve dielektrik ısıtmada kullanılan yüksek frekanslı enerji kaynaklarından bazılarını kısaca burada görelim.

1 — Motor-jeneratör grupları

Motor-jeneratör grubu milleri birbirine akupleli bir elektrik motora ve bunun çevirdiği bir jeneratörden meydana gelmektedir. Jeneratörün miline bir uyarım dinamosu bağlanmakta ve bu dinamo ayrı çalıştırılmaktadır. Gücü 250 kilovattın altında olan gruplar için asenkron motorlar, büyük güçlü gruplar için senkron motorlar kullanılır. 25 - 50 - 60 periyotluk frekansı olan alternatif akımlarla beslenen motorlar klasik tipte yapılmaktadır.

Yüksek frekans jeneratörleri relüktanslı tipte rotoru sargısız olmaf yapılmaktadırlar. Şekil 8-5 de dönen tip yüksek frekans jeneratörü



Şekil: 8-5. Döner tip yüksek frekans jeneratörü. 1 — içerdeki manyetik devre, 2 — manyetik olmayan parça, 3 — soğutucu hava, 4 — ısının yayılması, 5 — alan sargısı veya endüktör, 6 — hava ile soğutma devresi, 7 — içerdeki manyetik devre, 8 — manyetik devre soğutma tüpü, 9 — rotor oyukları (anokları), 10 — mil.

görülmektedir. Rotor dişlere ayrılmakta, her diş statorun önünden geçerken bir flüks meydana getirmekte ve bunun indüklendiği akımın frekansı rotordaki diş sayısı ve rotor hızına bağlı olmaktadır. Statorun uyartımı doğru akımla beslenen bir bobin tarafından yapılmaktadır. Küçük güçlü gruplar 3000 devir/dakikalık, 250 kilovattın üstündeki güçlere sahip gruplar ise senkron motorlu ve 1500 devir/dakikalık hızda dönmektedirler.

Genel olarak bu gruplar çalışırken ısınmaktadırlar. Bu sebepten soğutulmaları gerekmektedir. Küçük güçlü gruplar su ile, büyük güçlü gruplar ise su, hava ve bazen de hidrojenle soğutulmaktadırlar.

2 — Cıva arklı konvertisörler

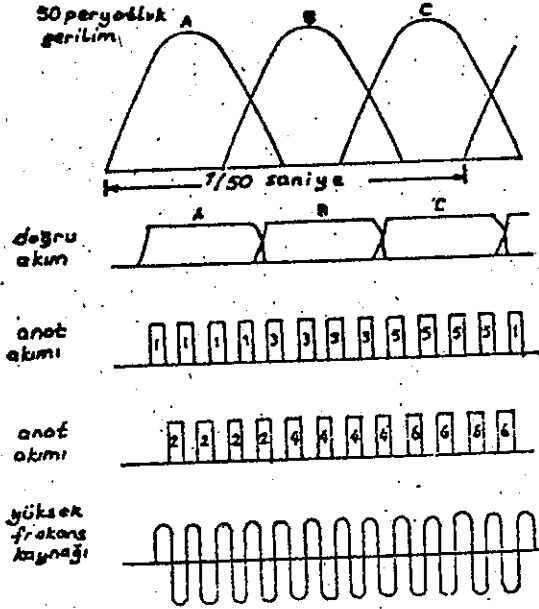
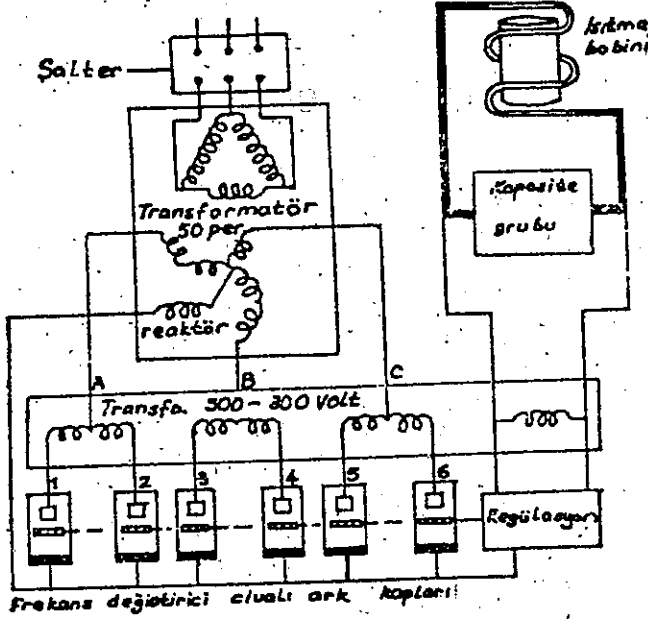
Cıva arklı konvertisörler üç üniteden meydana gelmektedirler. Bunlar, 25 - 50 - 60 periyotluk alçak frekans transformatorü, cıva arklı frekans değiştirici bir kap, ve bir yüksek frekans transformatorüdür. Bunların yanında kullanılan yardımcı cihazlar ise alternatif akım giriş kısmında bir salter, cıva arklı tüpün gri kumandasını sağlayan elektronik kumanda devresi ve soğutma için kullanılan su devresinden meydana gelmektedir. Her iki transformator, içinde soğutma yağı bulunan bir kaba konabilir. 500 kilovattın üzerindeki güçte sahip transformatorler ayrı kaplara konurlar. 500 kilovattın altındaki güçlerde yapılan cıva arklı konvertisörlerin elemanları aynı kabın içinde bulunur. Konvertisörde bulunan altı anot grafitten, bütün griller ise metalden yapılmaktadırlar.

Şekil 8-6 da cıva arklı bir konvertisörün prensip şeması görülmektedir. Alçak frekans transformatorünün primeri üçgen, sekonderi zigzag bağlıdır. Bir reaktans nötr hattı ile cıvadan meydana gelen katot hattı arasına bağlanmıştır. Yüksek frekans transformatorlerinin primer sargıları orta uçludur.

Cıva arklı frekans konvertisörleri çelik bir kap içersine konur ve bir soğutma devresi ile donatılır. Konvertisör kabı, içindeki arkta döreyi çok ısınır. Bu ısıyı soğutma devresi azaltır. Cıva, katot vazifesini görmektedir. Katottan izole edilen anotlar ise soğutma gayesiyle kanatlı yapılmaktadırlar. Çıkış gerilimi ve çıkış gücü, gri üzerine konan bir reosta ile ayarlanmaktadır.

Konvertisör soğuk iken hemen çalıştırılmamalıdır. Bunun için tesise özel ayarlı bir devre eklenmiştir. Bu konvertisörlerin lambalı osilatörlerden farkı, frekansının sabit olmaması ve elektrik yükü ile frekansın değişmesidir.

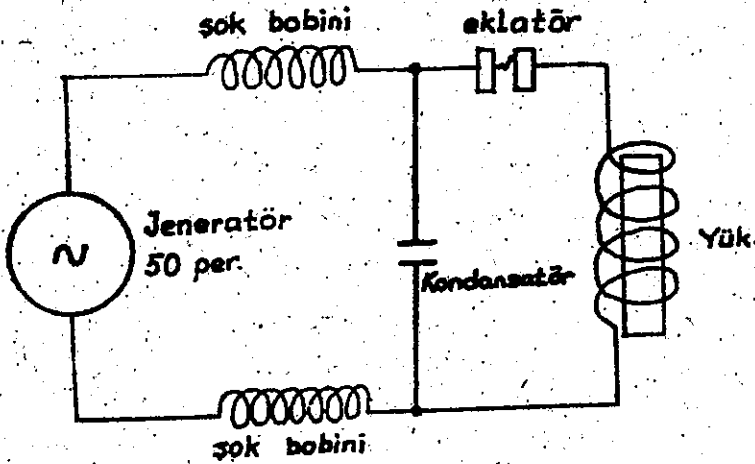
50 per/s. lik
3 fazlı şebeke



Şekil: 8-6. Cıva arklı konvertisör.

3 — Dönen ekletrörlü jeneratörler

Dönen ekletrörlü jeneratörlerin belirli bir frekansı yoktur. Onları çalıştıran bir devre bu montajda bir kıvılcım tarafından periyodik olarak uyartılmaktadır. Şekil 8-7 de dönen ekletrörlü jeneratör montajı görülmektedir. 50 periyotluk jeneratör 2000 ile 6000 volt arasında bir gerilim vermektedir. Jeneratör yüksek gerilimli bir transformatörden meydana getirilebilir.



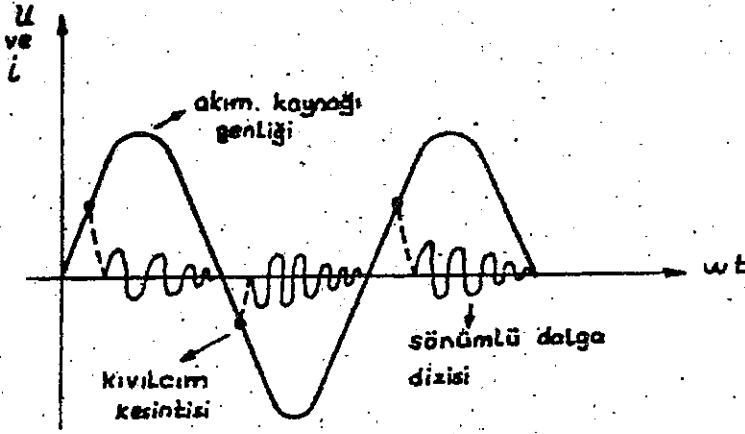
Şekil: 8-7. Dönen ekletrörlü jeneratör şeması.

Küçük güçlü jeneratörlerde elektrotlar karbondan, büyük güçlü olanlarda ise çıvadan meydana getirilir. Sistem hidrojen gazı içinde çalışır. Daha büyük güçlü cihazlar için elektrotlar tungsten madeninde çift olarak yapılır. Elektrotlar su veya hava ile soğutulur. Elde edilen frekans yapılan tertibata göre 15000 ile 300000 periyot/saniye arasında değişmektedir.

Şekil 8-8 de dönen bir ekletrörlü elde edilen sönümlü osilasyona bir örnek görülmektedir.

4 — Lambalı osilatörler

Isıtma işlemlerinde kullanılan lambalı osilatörler üç kısımdan meydana gelmektedirler. Bunlar, bir transformatör, bir redresör ve bir osilatördür. Isıtma devresinin frekansı yükün karakteristiğine bağlı olarak



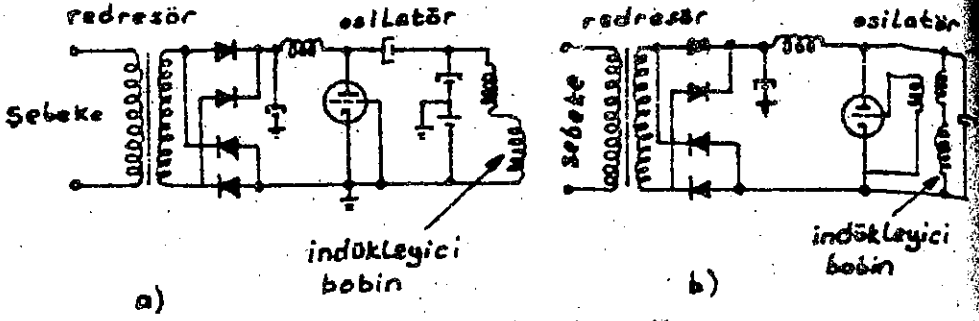
Şekil: 8-8. Eklatörlü jeneratörde sönümlü osilasyon.

ğişmektedir. Sistemin tam çalışması için yük devresinin rezonansa olması gerekir. Devre tam dalga bir redresör tarafından beslenmekte ve gri kumandalı vakumlu bir tüpte kumanda edilmektedir. Redresör gerilimi bir transformatör tarafından sağlanmakta ve redresör 7500 volt ile 15000 volt arasında bir yüksek gerilim ile beslenmektedir. Şebeke bir veya üç fazlı olabilir. Her faz için iki adet lamba kullanılarak altı tüplü üç fazlı bir redresör meydana getirilmektedir.

Şekil 8-9 da lambalı osilatörler devresinin prensip şeması görülmektedir. Genel olarak redresör devresi 4 veya 6 tüpten meydana gelmektedir (tüp yerine aynı özellikte olmak şartıyla silikon diyot konması daha avantajlıdır). Bunun çıkışına filtre kondansatörü ve bobini eklenir. Lambaların ısı su ile soğutma veya vantilatörle soğutma sistemi ile düşürülür. Tüplerde ısı birikimini önlemek için sistem durduktan sonra soğutma sistemi bir müddet daha çalışırılır.

Sistemin frekansı, gri uyarımı ile rezonans devresine bağlı olarak değişmektedir. Kolpitt (Colpitt) montajında (Şekil 8-9 a) katot-gri ayarlama gerilimi rezonans devresi kondansatörünün orta ucundan alınan bir ek ile elde edilmektedir. Gri kuplajlı devrede (Şekil 8-9 b) ayarlama gerilimi rezonans devresi bobinlerine bir bobinin uçlarından alınır. Hartley devresinde kolpitt devresindeki kondansatörler yerine endüktans bobinleri kullanılır. Bunların orta ucundan ayarlama gerilimi alınır.

Osilatörlerle ilgili daha fazla bilgi almak için elektronik dersinin osilatörler konusunu daha geniş incelemek gerekir.



Şekil: 8-9. Lambalı osilatörün prensip şeması.

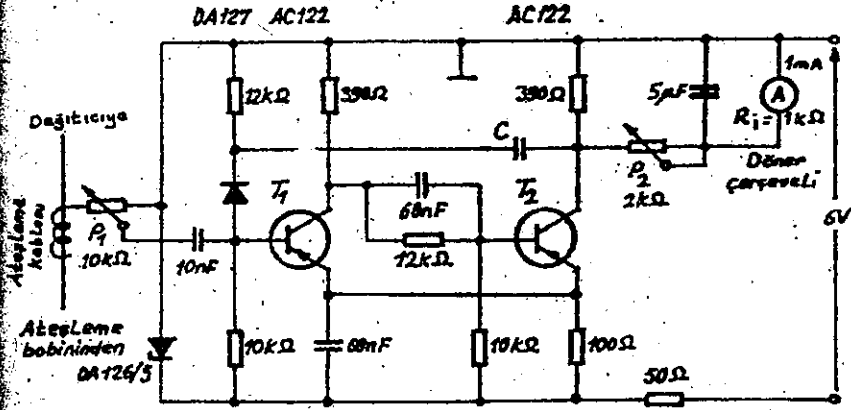
Kontrol Soruları:

- 1 - Endüksiyon ısıtma nedir? Hangi malzemelerin ısıtılmasında kullanılmaktadır?
- 2 - Dielektrik ısıtma nedir? Hangi malzemelerin ısıtılmasında kullanılmaktadır?
- 3 - Endüksiyon ısıtmada akım kaynağının frekansı artarsa, serileştirme derinliği artar mı, azalır mı, neden?
- 4 - Dielektrik ısıtma nerelerde kullanılır?
- 5 - Yüksek frekanslı enerji kaynakları nelerdir? Açıklayınız.

IX — ELEKTRONİK METOTLA BÜYÜKLERİN ÖLÇÜLMESİ

A — Hız ölçme :

Otomobil motorlarının devir sayısının (hızının) ölçülmesi : Ateşleme, yani yanmalı motorların devir sayıları basit ve doğru bir şekilde ateşleme pulsı yardımıyla şekli 9-1 de görülen devre yardımıyla ölçülebilir. Bu devre T_1 ve T_2 transistörlerinden oluşan monostabil bir multibratördür. Motor çalışmaz durumda iken T_1 transistörü iletkendir ve



Şekil: 9-1. Otomobil motorlarının devir sayılarının, yani hızlarının ölçülmesi.

Motor yanma zamanı	Silindir sayısı	Maksimumu devir sayısı için MFd cinsinden "C" kondansatörün değeri				
		3000	4000	5000	6000	8000
2	1	1,22	1,0	0,68	0,68	0,47
	2	0,68	0,47	0,33	0,33	0,22
	3	0,47	0,33	0,22	0,22	0,15
4	1	2,47	1,68	1,47	1,22	1,0
	2	1,22	1,0	0,68	0,68	0,47
	4	0,68	0,47	0,33	0,33	0,22
	6	0,47	0,3	0,22	0,22	0,15

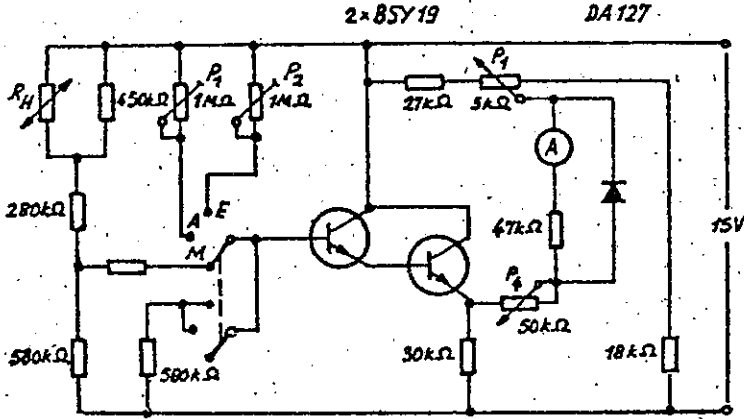
toplam emiter direnci ve taban gerilim bölücüsünden ötürü T_2 transistörü yalıtkan durumdadır. Ölçü aletinden hiç akım akmaz. "C" kondansatörü aşağı yukarı 4 voltluk gerilimle dolar. Motor çalıştığı zaman P_1 üzerinden, T_1 transistörünün tabanına bu transistörü kısa bir an için yalıtkan pozitif bir gerilim palsı gelir. Fakat bu yüzden T_2 transistörü akımından ileri gelen T_2 kollektöründeki gerilimin değişerek ani yükselişi "C" kapasitesi yardımıyla OA127 diyoduna aktarılır. Böylece bu ve bununla T_1 transistörü yalıtkan durumda kalır. Bu faz sırasında ölçü aletine paralel bağlı kondansatör P_2 üzerinden dolar. Ölçü aleti akımı karşılaştırarak ölçer. "C" kondansatörü 12 Kiloohmlik direnç üzerinden boşalır boşalmaz, diyot ve T_1 transistörü yeniden iletken duruma, T_2 transistörü yalıtkan duruma geçer. T_2 transistörünün iletken olarak kaldığı zaman süresi, yalnız "C" kondansatörünün kapasite değeri ve 12 Kiloohmlik direnç tarafından belirlenir. OA127 silisyum diyodu, yüksek çevre sıcaklığında T_1 transistörünün sızıntı akımı "C" kondansatörünün çabucak boşalmasına engel olur. Ölçü aletine paralel olarak bağlanan kapasite ve P_2 potansiyometresi palsı entegre ederler. Böylece ölçü aletinin ibresi yalnız motorun çok düşük devir sayılarında ateşleme palsı ritminde kararsızlık gösterir. Kondansatörün doluş miktarı doğrudan doğruya saniyede pals sayısı, yani motorun devir sayısı ile orantılıdır. Besleme gerilimindeki bir dalgalanma veya değişme ölçü aletinin içinden geçen akıma doğrudan doğruya etki eder. Bunun için besleme gerilimi bir zener diyotla kararlı tutulmalıdır. Cihazın motor ateşleme düzeninde yapılacak bir işlemle (sökme, takma gibi) bağlanmasına gerek yoktur. Motor ateşleme kablosu üzerine sarılacak birkaç sarımsık bir tel birinci transistörü kontrol etmek için yeterli işareti (sinyali) sağlar.

Giriş palsı P_1 potansiyometresi ile birinci transistörde aşırı kontrola rastlanmayacak şekilde ateşleme palsı, multivibratörü devirecek (çalıştıracak) büyüklükte bir işaret elde edecek şekilde ayarlanır. Bu ayar en kolay şekilde motor boşa çalışırken yapılmalıdır.

B — Sıcaklık ölçme :

Şekil 9-2 de bir elektronik sıcaklık ölçme cihazı devre diyagramı görülmektedir. Devredeki R sıcak iletkeni birkaç sabit dirençli ısı duyarlı gerilim bölücüdür. Bu gerilim bölücüsü gerilimine bağlı sıcak iletkendeki sıcaklık derecesinin yarattığı işaret, kollektörü topraklı bağlantılı iki silisyum transistörü tarafından yükseltilir ve bu işaret ölçü aletine verilir. Ölçü aleti sıcaklık derecesini gösterecek şekilde kalibre edilir.

tır. Ayar (kalibrasyon) bir anahtar veya P_1 ve P_2 potansiyometre-
den oluşan iki gerilim bölücü ile yapılır. Bu ayarlayıcı başlangıç ve
ölçü sınırları verecek şekilde sıcaklık bağımlı gerilim bölücünde ol-
duğu gibi, P_1 ve P_2 den oluşan gerilim bölücüler de eşit gerilim verecek
şekilde ayarlanır. Komutatorün veya anahtarın "A" başlangıç duru-
munda ölçü aletinin sıfır durumu P_1 ile, ölçü aleti son sahma sınırı için



Şekil: 9-2. Sıcaklığın elektronik devre ile ölçülmesi.

komutator veya anahtar "E" durumunda iken P_1 ile ayar yapılır. Dev-
renin güvenilir bir şekilde çalışması için besleme gerilimi kararlı olma-
lıdır. OA127 silisyum diyodu ölçü aletini aşırı yüklerle karşı korumak-
tır.

C — Çeşitli ölçmeler :

Kapasitif yağ ölçme aleti

Aletin teknik özellikleri :

Duyarlığı : 0,5 mA/pF (Ayar sırasında C_0 : 100 pF).

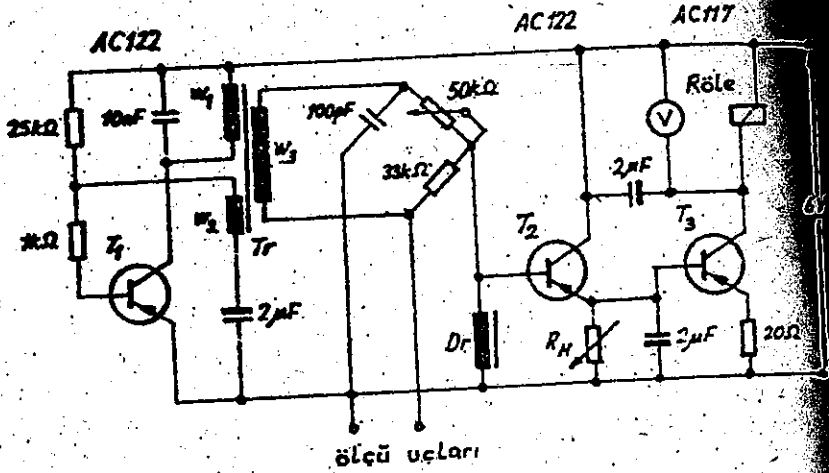
Maksimum çıkış akımı : 200 miliamper.

Ayar sırasındaki çıkış akımı : 0,2 milamper.

Köprünün ayarlanması sırasındaki batarya akımı : 0,4 mA.

Şekil 9-3 te görülen devre ile bir kap veya depodaki (tanktaki) yağ
durumu kontrol edilebilir ve bunun miktarı ölçülebilir. Bu iş için tank
(depo, kap) içine, tank duvarından (iç cidarlarından) birkaç cm uzak-
lıkta, tank duvarından ve tanktan yalıtılmış bir iletken çubuk veya lev-

ha konmalıdır. Bu iletken çubuğun muhafaza duvarına karşı ya muna bağlı kapasitesi değişen ölçü büyüklüğü olarak kullanılır, değişen büyüklük ölçü yapmak üzere bir yardımcıdır. İletken veya levhanın üzeri yalıtılan bir madde ile kaplanacak olursa,



Şekil: 9-3. Kapasitif yağ ölçümünün prensip şeması.

sel iletkenliği olan sıvılarda da seviye ve miktarlar aynı metotla ölçülebilir. Bundan başka cihaz kondansatörlerin kapasitelerinin ölçülmesi de kullanılabilir.

Şekil 9,3 teki devrede kullanılan devre elemanlarının teknik özellikleri :

Tr. transformatoru : Tabla (çanak) şeklinde Siferrit çekirdek 23×17 .

W_1 : 0,1 lik bakır telden 200 sarım.

W_2 : 0,1 lik bakır telden 80 sarım.

W_3 : 0,80 lik bakır telden 1000 sarım.

Dr. şok bobini : Tabla Siferrit çekirdek 14×8 .

W : 0,14 lik bakır telden 400 sarım.

R : Şeak iletken, R : 470 om (t : 25°).

Devrenin çalışması : T_1 transistörünün osilatör devresi titre frekansı 20 KHz. W_1 sargıları üzerinden beslenir. Köprü tam ve doğru olarak ayarlanmışsa, T_1 ve T_2 transistörlerinden hiç bir akım akmaz.

veya akıtılmamalıdır. Bu akımlar ayar sırasında da akmamalıdır. Fakat köprü ayarlandıktan sonra, T_2 transistörünün tabanına alternatif bir gerilim uygulandığında, transistör yarım dalga şeklinde bir akım çeker. T_2 transistörünün emiterinde bu yarım dalgalar doğrultularak yükseltilir. T_1 transistörünün çıkışındaki bu işaretler T_2 transistörü tarafından daha da yükseltilir. T_1 transistörünün kolektöründeki kondansatör gerilim dalgalanmalarını tam olarak süzer. Böylece voltmetre ve buna paralel röle uçlarında tam bir doğru gerilim bulunur.

Alternatif akım köprüsündeki çok küçük bir değişiklik T_2 transistörünün toplayıcı (kolektör) akımına etki eder ve bu akım doğruya ölçü yapılan uçlardaki kapasite büyüklüğü ile orantılıdır. Köprü, köprünün bir kolu üzerindeki potansiyometre tarafından 20 ± 500 pF kapasiteler arasında veya bu kapasiteler için ayarlanabilir.

Kontrol Soruları:

- 1 - Zaman gecikmeli "AC" röle ne demektir? Açıklayınız.
- 2 - Zaman gecikmeli "AC" röleler nerelerde kullanılır? Araştırınız ve açıklayınız.
- 3 - Foto-elektrik röle devresi denince ne anlaşılır? Açıklayınız.
- 4 - Transistörlü röle devresini içeren ve pratik uygulamaları olan bir elektro röle devresi çizerek, devrenin çalışmasını açıklayınız.

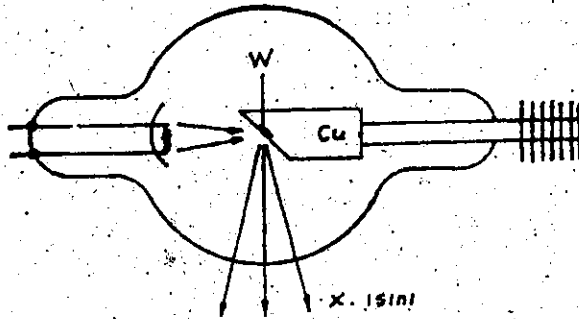
BÖLÜM 10

ENDÜSTRİYEL X IŞINLARI

1895 yılında Röntgen katot ışınlarını buldu. Bu esnada yüksek gerilim altında elde edilen elektron demeti katot tüpünün dışında etki meydana getiriyordu. Elektronlar tüp dışına çıkamadığına göre, ya bir ışınlanmanın varlığını kabul etmek gerekiyordu. Üstelik bu ışın katot ışınlarını kesmekte ve camın dışına çıkabilmektedir. Ne oldu bilinmiyen anlamına gelmek üzere o zaman bu ışınlanmaya x ışınlanma meydana gelen ışınlara da x ışınları dendi.

A — x ışınlı tüplerin yapısı :

Şekil 101 de Coolidge tipi modern bir tüp görülmektedir. Tüp boşaltılmış bir camdan meydana gelmektedir. Tüpün iç basıncı 10 mm cıva basıncı kadardır. Tüpün içine iki tane elektrot konmuştur. Bunlar katot ve anottur. Ayrıca filaman ve antikatot denen iki eleman da tüpün içine konmuştur. Katot tungsten madeninden yapılmıştır. Katot filaman tarafından ısıtılmakta ve termoelektronik emisyon yaparak elektron vermektedir. Anot bakırdan yapılmaktadır. Yüksek gerilim pozitif ucu bu elektroda bağlanmakta ve katottan çıkan elektronların çekilmesi sağlanmaktadır. Antikatot katottan çıkan elektronların defini meydana getirmektedir. Elektronlara antikatoda çarpılmaktadır.

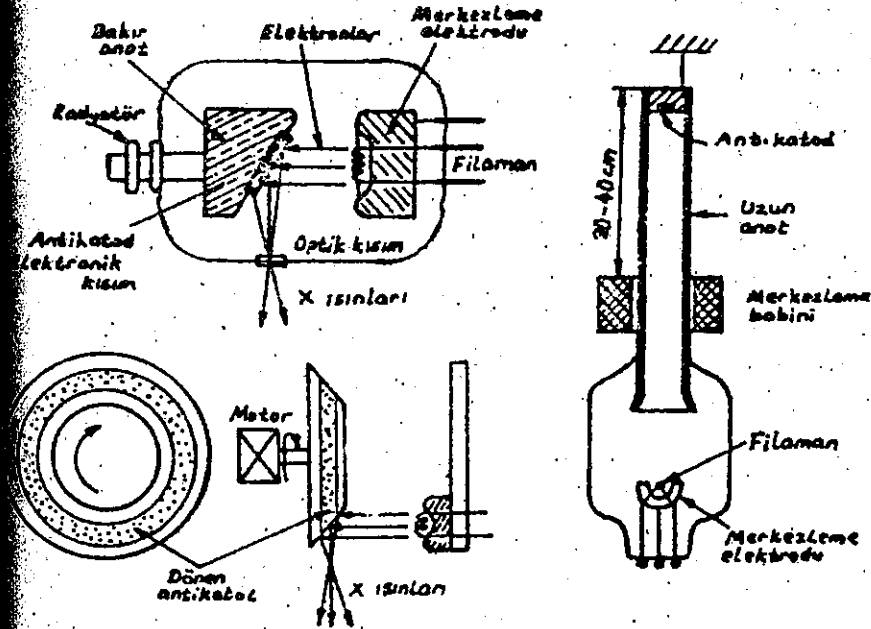


Şekil: 10-1. x ışınlı tüp.

Antikatot tungsten madeninden yapılmakta ve bakırdan yapılan anoda gömülmektedir. Antikatot, genel olarak dikdörtgen şekilde bazen de daire şeklinde yapılmaktadır.

Tüpün ampülü pyrex tipi dayanıklı camdan yapılmaktadır. Bu camın ısı değişimlerine dayanıklı ve x ışınlarını çok az yutan cinsten olması gerekir. Cama verilen ampul şekli gerilimin uygulanmasını kolaylaştırır. x ışınlarının kolayca dışarı çıkabilmesi için cam üzerine pencere yapılır.

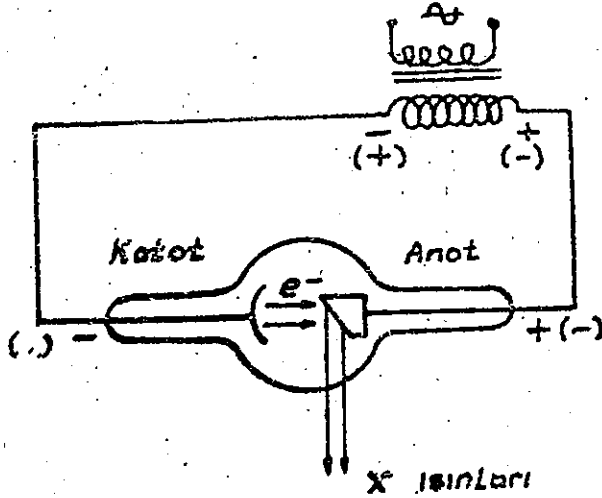
Pratikte bir x ışını demeti elde etmek için, antikatoda çarpan elektronlar merkezleme yoluyla daha ince ve sık demet haline getirilir. Bu demetin küçültülmüş yüzeyi bir kaç mm kareyi geçmez. Elektronların büyük enerjisi olduğu ve küçük yüzeyli antikatoda hızla çarptığı için burada ısınma meydana gelir. Isının dışarı atılması ve iyi bir soğutmanın yapılması için tüp dışına anotun devamı çıkarılarak ucuna alüminyum kanatçıkları takılır. Şekil 10-2 de çeşitli tipte yapılan x ışını tüpleri görülmektedir.



Şekil: 10-2. Çeşitli tip x ışını tüpleri.

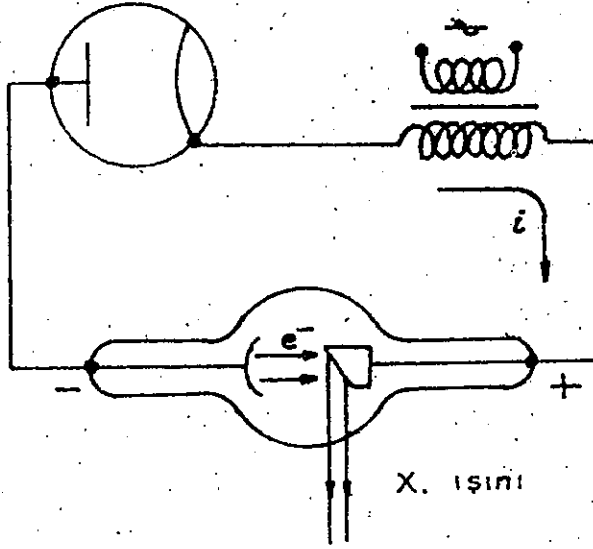
x ışını tüplerinin anot gerilimleri çok yüksektir. Tıp dalındaki uygulamalarda bu gerilim, 50 KV ile 300 KV arasındadır. Endüstriyel uygulamalarda ise bu gerilim megavoltu (milyon volt) geçmektedir. Küçük güçlü lambaların gerilimi bir yüksek gerilim transformatöründen elde edilir. Büyük güçler için "kenotron" denen yüksek gerilimli redresörler kullanılır. Bunun çıkışına filtre elemanları konarak gerilim nisbeten sabitleştirilir. Bu şekilde elde edilen yüksek gerilim, randımanın yükselmesini ve homojen bir x ışını demeti elde edilmesini sağlar. Bazı tesislerde ise besleme gerilimi bir kondansatörün ani deşarjı ile elde edilir. Bu sisteme bir anda çok büyük gücün elde edilmesini sağlar.

x ışını tüpünün alternatif akımla beslenmesinde kullanılan transformatörün sekonder gerilimi doğrudan doğruya katot ve anot arasına uygulanır. Tüp, bir alternansta redresör olarak, diğer alternansta, x ışını jeneratörü olarak çalışır. Anotun pozitif olduğu alternanstan faydalanılır. Bu tip beslenmede bir sakınca meydana gelmektedir. Bu sakınca, anot negatif olduğu zaman devreden akım geçmemekte dolayısıyla tüp, devre gerilimine dayanmak zorunda kalmaktadır. Anot pozitif olunca elektronlar tarafından bombardıman edilmekte ve ısınmaktadır. Anot sonra hemen negatif olmakta ve sıcak olduğu için elektron emisyonu yapmaktadır. Anotun emisyonu katodun bombardıman edilmesine ve tahribine sebep olmaktadır. Bu tip beslenme yukardaki sebepten dolayı tüpün kullanılmasını belirli bir sıcaklıkta sınırlandırmıştır. Şekil 10-3 de x ışını tüpün alternatif akım devresine bağlantısı görülmektedir.



Şekil: 10-3. x ışını tüpün alternatif akıma bağlanması.

x ışılı tüpler daha ziyade doğru akımla beslenmektedir. Bu tüpleri doğru akımını elde etmek için, yüksek gerilime dayanan ve kenotron adı verilen redresör tüpleri kullanılır. Doğrultma yarım dalga (şekil 10-4 de görüldüğü gibi), tam dalga veya başka bir şekilde olabilir.



Şekil: 10-4. x ışılı tüpün doğru akımla beslenmesi.

Manyetik alan ve elektrik alanı x ışınlarına tesir etmemektedir. Bu durumda x ışını hiç bir elektrik yükü taşımamaktadır. x ışınları, aydınlatma ışınlarının taşıdığı özellikleri taşımaktadırlar. Işının yayılması düz bir çizgi boyuncadır. Yansıma, kırılma yönünden x ışınları aydınlatma ışınlarının özelliklerini taşımaktadırlar. x ışınları saydara olmyan (mat) cisimlerden geçer, dolayısıyla aydınlatma ışınlarına sahiptirler. Bu özellik elektromanyetik dalgaların yayılmasına benzer, yalnız dalga uzunluğu çok daha kısadır.

$$1 \text{ pm} < \lambda < 20000 \text{ pm}$$

(Işık için bu değer 400000 ile 750000 pm dir.)

x ışınları çok yüksek enerjili fotonlardan meydana gelmektedirler. Kullanılan x ışınlarının dalga uzunlukları ile 100 pm arasındadır.

x ışınlarını elde etmek için antikatot atomları elektronik bombardıman yoluyla uyarılmaktadır. Daha önce görüldüğü gibi bir atom uya-

rıldığı zaman bir elektromanyetik radyasyon yaymaktadır. Bunun dalga uzunluğu ve frekansı uyartım enerjisine bağlıdır. x ışını elektronların serbest bıraktığı enerjiden çıkmaktadır. Bir elektronun taşıdığı enerji eU dur. Bir fotonun taşıdığı enerji ise hf dir. Eğer elektronun bütün

enerjisi ışın şekline dönüşseydi şu olacaktı : $\left(\lambda = cT = \frac{e}{f} \right)$

$$eU = hf = \frac{h}{T} = \frac{hc}{\lambda} \text{ gerek } \lambda = \frac{hc}{eU}$$

Formüldeki durum en avantajlı olanıdır. Gerçekte elektron, enerjisinin bir kısmını ısıya dönüştürdüğü için hf eU olmaktadır. Bunun sonunda formüller şu şekilde yazılabilir.

$$f < \frac{eU}{h} \text{ ve } \lambda > \frac{hc}{eU}$$

Burada,

e : $1,6 \cdot 10^{19}$ C (şarj)

U : Gerilim (volt)

h : Planck sabitesi ($= 6,6 \cdot 10^{-34}$ j . s)

c : Işık hızı ($= 3 \cdot 10^8$ m/s)

f : Frekans (hertz)

λ : Metre olarak

U = 25000 V olunca f ve λ yı hesaplayalım,

$$f = \frac{1,6 \cdot 10^{19} \cdot 250\,000}{6,6 \cdot 10^{-34}} = 6 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{19}} = 0,5 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 5 \text{ pm}$$

hc/e bir defa hesaplanırsa pratik bir formül elde edilmiş olur.

$$\frac{hc}{e} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{19}} = 424 \cdot 10^{-6} \text{ buradan}$$

$$\lambda = \frac{1,24 \cdot 10^{-6}}{U} \text{ metre gerek } \frac{1,24}{U} \mu\text{m}$$

$$\lambda_0 = \frac{1,24}{U} \quad U : \text{ volt}$$

$\lambda_0 : \mu\text{m.}$

x ışınlarının dalga uzunluğu kısaldıkça, cisimlerden geçebilme özelliği artmaktadır. Tüp gerilimi artınca λ küçülmekte, λ küçüldükçe ışın-

ların katılığı anot gerilimi ile doğru orantılı olmaktadır. Işınlama şiddeti elektronik bombardımanla artmaktadır. Ayrıca ışınlama şiddeti katot daha fazla ısıtarak artırılmaktadır.

Elektronik demetin enerjisinin büyük bir kısmı ısıya dönüşmektedir. Bu sebepten bu cihazlarda randıman % 1 civarındadır.

x ışınlarının özellikleri

1 — Optik özelliği, aydınlatma ışınlarının özelliklerinin aynıdır.

2 — Fiziko-kimya özellikleri;

a) x ışınları elektronlar gibi bazı maddelerden floresans ışık çıkarırlar.

b) x ışınları gün ışığı gibi fotoğraf kağıtlarının hassas maddesine etki ederler.

c) x ışınları içinden geçtikleri gazları iyonize ederler.

3 — İçten geçme ve yutma özelliği : x ışınları donuk maddelerden geçerken kısmen yutulurlar. İçten geçme ve yutulma özelliğine etken hususlar şunlardır.

a) Kalınlık etkisi : Belirli bir zamanda, belirli bir maddede x ışınlarının yutulması, geçtiği maddenin kalınlığı ile büyümektedir. Kalınlık x ve maddeye giren ışınların şiddeti A_0 olsun, çıkış şiddeti :

$$A = A_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (\mu = 2,718)$$

μ katsayısı maddenin yapısına ve x ışınlarının dalga uzunluğuna bağlıdır.

b) Katılık etkisi : Katılık etkisi arttıkça radyasyonun geçebildiği kalınlık artmaktadır. Örneğin, ışınlama şiddetini % 50 azaltan alüminyum plakadan kalınlığa bağlı sertlik bulunabilir. Bu x kalınlığının küpünün tersi ile orantılıdır.

λ (pm)	1000	100	10
x	0,6 μ m	0,6 mm	0,6 m

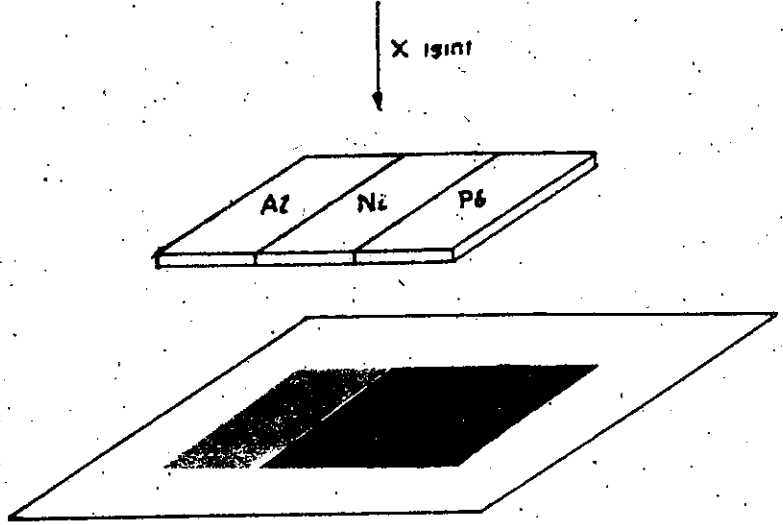
c) Maddeye etkisi : Maddenin atom ağırlığı ile ışınları emme özelliği hemen artmaktadır. Aynı katılıktaki ışınlar maddelerin aynı plakaları tarafından emilmektedir. Bu plakaların kalınlığı, maddenin Z atom numarasının küpü ile ters orantılıdır.

Aşağıdaki kalınlıklar için sı 100 pm olan ışınlarla emme (yutma) % 50 dir.

Elemanlar (1)	C (6)	Al (13)	Ni (28)	Pb (82)
x (μm)	6000	600	59	2,4

(1) Parantez arasındaki rakamlar maddelerin atom numarasıdır.

Aynı kalınlıktaki plakalar için maddenin atom numarası arttıkça x ışınlarının şiddeti azalmaktadır. Aynı kalınlıktaki plakalara aynı şiddet-
teki x ışını verilecek olursa, ışınlar atom numarası küçük olan maddelerden kolayca geçebilmekte, atom numarası büyük olan maddelerden ise geçememektedir. Şekil 10-5 de x ışınlarını aynı kalınlıktaki maddelerden geçişi görülmektedir.



Şekil: 10-5. x ışınlarının bazı maddelerden geçişi.

4 — Fizyolojik etki : x ışınlarının içine giren doku malzemesi ışın-
lardan zarar görür. Bir organizmanın bir yılda alabildiği radyasyon x
ışınlarında mevcuttur. Devamlı x ışını ile çalışan kimsenin cihazdan ken-
disini blendaj ile koruması gerekir. x ışınlarından korunmak için kur-
sun esasına dayalı elbise giymek başta gelir (iş önlüğü, eldivenler kris-
tal gözlükler vs.).

B — x ışınlarının kullanılması :

1 — Tıp :

a) Radioskopi : İnsanların üzerindeki dokuma giyecekler atom numarası küçük olan hafif elementlerden yapılmıştır. Bunlar, hidrojen (Z 1), karbon (6), azot (7), oksijen (8) vs. dir. Bunun tersine kemik çok ağır elementleri ihtiva etmektedir. Bunlar, fosfor (15) ve kalsiyum (20) dur. x ışınları insan vücudunu geçtikten sonra kemik tarafından yutulacaktır. Işınların kemik dışındaki bölgelerden geçişi fluoresant bir ekranda iskeleti çizecektir. Barsakların ve midenin filmi çekmek için, mide ve barsakların içine x yutan bir madde olan baryum sülfat (56) gönderilir

b) Radyografi : Fotoğrafçılıkta x ışınları, cismin negatifini elde etmek için kullanılır.

c) Radyoterapi : x radyasyonları, değişime uğrama özelliği olan maddeleri diğer ışılardan daha çabuk tahrip eder. Çok aktif olan kanser hücrelerini tedavi etmek için bilhassa x ışınları kullanılır.

2 — İlim : Optik özelliği ve her yerden geçebilmesi sayesinde x ışınları kristallerin yapısını daha iyi tanımak ve atomların arasındaki mesafeyi ölçmek için kullanılır.

3 — Endüstriyel : x ışınları malzemelerin iç yapılarını kontrol etmede ve çok ince üretim malzemelerinin kontrolünde kullanılır.

Kontrol Soruları:

- 1 — "X" ışını nedir? Ne zaman ve kim tarafından bulunmuştur?
- 2 — "X" ışın tüplerin yapısı nasıldır? Açıklayınız.
- 3 — "X" ışınları nerelerde kullanılmaktadır? Açıklayınız.
- 4 — "X" ışınları hangi maddelerden geçmemektedir? Açıklayınız.

BÖLÜM 11

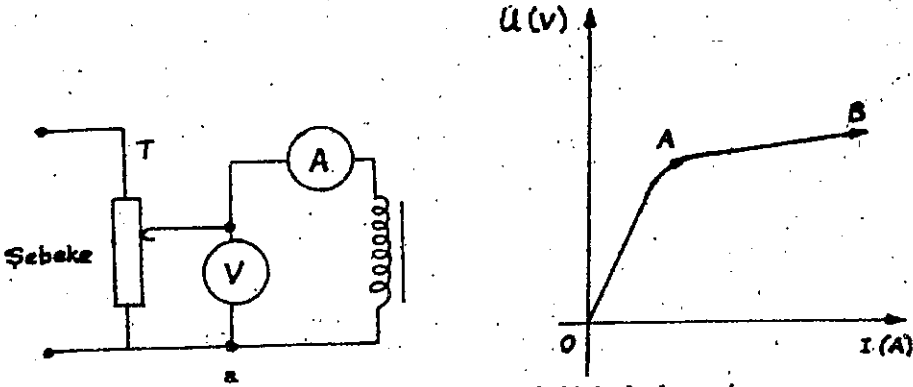
ELEKTRONİK MOTOR KONTROLLARI

A — Manyetik amplifikatörler :

Bir manyetik nüvenin üzerine iki tane sargı sarılır ve bir sargıya alternatif akım verilecek olursa diğer sargıdan bir alternatif akım alınır. Bu tertibata transformatör denir. Eğer bu nüvenin bir sargısına yük ile birlikte bir alternatif akım verilirse, diğer sargısına da bir doğru akım verilirse bu tip çalıştırılan tertibata doyumlu transformatör veya doyumlu reaktör denir. Doyumlu reaktörlerin alternatif akım devresine diyot konursa bu şekilde yapılan tertibatlara manyetik amperifikatör denir. Doyumlu reaktörler ve manyetik amplifikatörler çıkış geriliminin sıfırdan maksimuma kadar ince kademeli değiştirilmesi istenen yerlerde kullanılırlar. Yalnız buradaki gerilim değişimi varyabil transformatördeki (ayarlı transformatör) gibi büyük bir güçle değil, doğru akım devresine bağlanan küçük değerli bir potansiyometre ile yapılır. Dolayısıyla küçük bir güç ile büyük bir güç kumanda edilir.

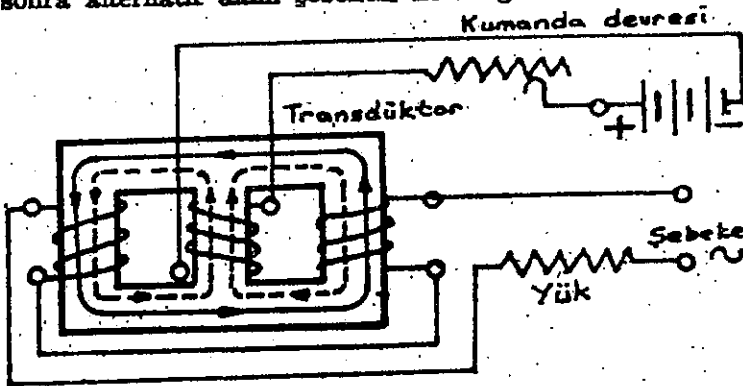
Demir nüve etrafına sarılmış bir bobine elektrik akımı verilecek olursa nüve elektromıknatıs özelliği gösterir. Şekil 11-1 a daki devreyi meydana getirelim. Ayarlı transformatör ile gerilimi sıfırdan maksimuma doğru artıralım. Voltmetreden okuduğumuz gerilim değeri artarken ampermetreden okunan akım değeri de aynı oranda artar. Bu artış (şekil 11-1 b) O ile Aa noktası arasında doğrusaldır. Ayarlı transformatör ile gerilim az bir miktar daha artırılırsa akımın çok fazla yükseldiği ampermetreden görülecektir. Bu durum eğride A ile B arası olarak verilmiştir. Eğride O noktasından A noktasına kadar akım ve gerilim arttığı halde A dan sonra akım çok artıyor, gerilim ise çok az değişiyor. Gerilimin çok az değiştiği A noktasına manyetik nüvenin doyum noktası denir. Nüve birim yüzeyinden belirli bir miktarda manyetik akı geçer. Bu akı maksimum değerine çıkınca nüve doyuma gelmiştir. Bunun üzerine bir akı ile nüvenin yüklenmesi mümkün değildir.

Şekil 11-2 de bir doyumlu reaktörün çalışma prensibi seması görülmektedir. Nüve doyuma gelmeden zıt e.m.k. (elektromotor kuv-



Şekil: 11-1. a) Nüveye sarılı bobinin beslenmesi,
b) Bobinin akım ve gerilim değişim eğrisi.

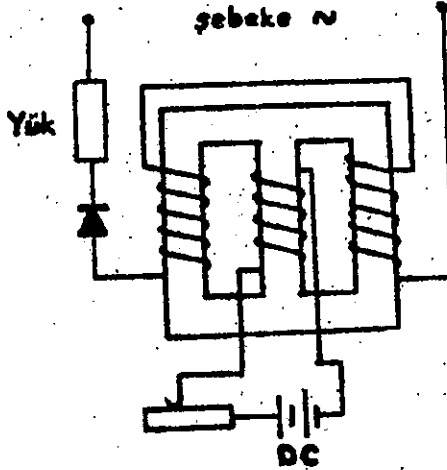
veti) den dolayı empedansı büyüktür. Nüve doyuma gelince empedansı küçülür ($Z = U/I$). Şekilde üç fazlı transformatörlerde kullanılan bir nüve görülmektedir. Nüvenin orta kolonuna kumanda sargısı sarılmakta ve uçlarına ayarlı bir direnç ile doğru akım kaynağı bağlanmaktadır. Dış kolonlara birbirine eşit sargılar sarılmakta, bu sargılar birbirine seri bağlanmaktadır. Bu sargıların meydana getirdiği manyetik akılar orta kolonda birbirine ters olduklarından (seri sargılar, bu husus dik-kate alınarak bağlanır) bu kısımdan hiç bir kuvvet hattı geçmez ve doğru akım sargısında bir gerilim indüklenmez. Doğru akım sargısında gerilimin indüklenmesi istenmez, aksi halde bu gerilim doğru akım kaynağını tahrip edebilir. Alternatif akım sargılarının devresine yük bağlandıktan sonra alternatif akım şebekesi ile sargılar beslenir.



Şekil: 11-2. Doyumlu reaktörün çalışma prensibi. Dış cisgiler şebekede akımı alan cisgileri, küçük cisgiler kumanda akımı alan cisgileridir.

Eğer kumanda devresinde akım sıfır ise nüvedeki manyetik alan da sıfırdır. Yüklün bağlı olduğu devrenin empedansı ise maksimumdur. Bu durumda yük uçlarındaki gerilim sıfırdır, yükten akım geçmez. Yük filamanlı lamba ise ışık vermez. Kumanda akımı yavaş yavaş artırılırsa, bu akımın meydana getirdiği manyetik alan orta kolondan yan kolonlara ayrılarak nüveyi doyuma doğru besler ve alternatif akım sargılarının empedansını azaltır. Bu sargının empedansı azalınca yükten geçen akım ve uçlarında düşen gerilim artar, lamba kızarmaya başlar. Doğru akım kaynağı ile buna ait sargı daha fazla beslenirse nüve doyuma gelir. Nüve doyuma gelince alternatif akım sargısının empedansı sıfıra yaklaşır. Buna bağlı olarak yük uçlarında şebeke gerilimi bulunur ve yük olarak bağlanan lamba parlak ışık ile yanar. Buradaki lamba yerine motor veya çok sayıda lamba grubu balanacak olursa doğru akım sargısı potansiyometresi ile bu büyük yükün akımını sıfırdan maksimuma, maksimumdan sıfıra ayarlamak mümkün olur.

Doyumlu reaktörlerin daha iyi çalışması için alternatif akım sargısına diyot bağlanır. Diyot bağlamakla nüveyi doyuma getirmek için harcanan doğru akım miktarı düşürülür ve daha kararlı bir doyum elde edilir. Bu sebepten doyumlu reaktörlerin yerini manyetik amplifikatörler almıştır. Şekil 11-3 de tek diyotlu bir manyetik amplifikatör

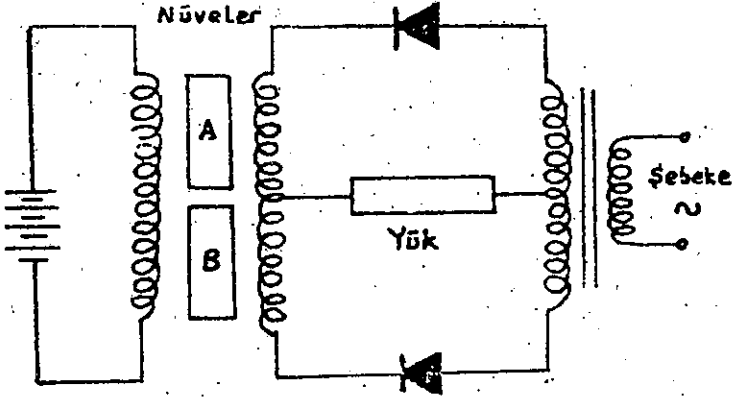


Şekil 11-3. Manyetik amplifikatör.

görülmektedir. Şekilde yük devresindeki redresör alternatif akımın yarım sayısında akım geçirir, diğer yarım sayılda akımın akmasına enge

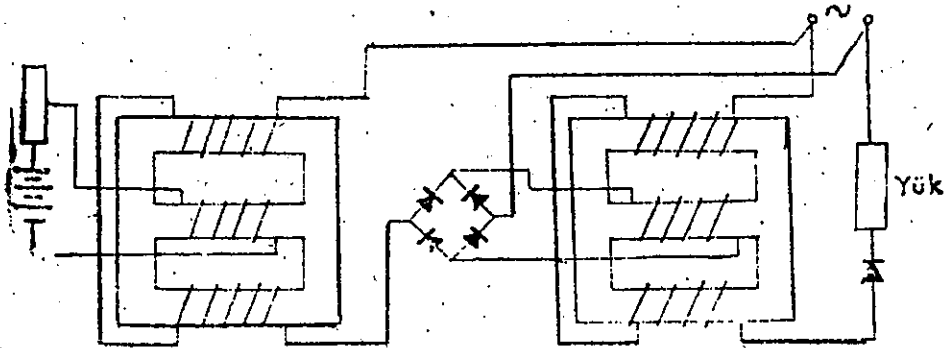
olur. Bu şekilde bir yönde geçen akım demir nüveyi daima doyuma getirmek ister. Bu sebepten bu amplifikatörlere kendi kendine doyuma gelen manyetik amplifikatörler de denir. Nüveyi doyuma getirmek için daha küçük bir doğru akım yeterlidir.

Şekil 11-4 de doğru akım çıkışlı tam dalgalı manyetik amplifikatörün prensip şeması görülmektedir. Şekilde iki tane diyot kullanılmıştır. Diyotlardan biri bir alternansta diğeri öteki alternansta nüveyi doyuma getirir. Bunun sonucu yük uçlarında yönü değişmeyen yalnız değeri değişen tam dalga doğru akım bulunur.



Şekil: 11-4. Tam dalga çıkışlı amplifikatör.

Şekil 11-5 de iki ayrı nüveli, amplifikasyonu daha yüksek bir manyetik amplifikatör şeması görülmektedir.



Şekil: 11-5. İki nüveli manyetik amplifikatör.

Manyetik amplifikatörlerin kullanılmasına sebep olan bazı özellikleri şunlardır.

Amplifikatör çıkışı düzgün olarak ayarlanabilir.

Küçük bir doğru akımla büyük bir alternatif akım veya doğru akım kumanda edebilir.

Transformatörlere benzediklerinden randımanları yüksektir ve arıza yapma olasılıkları azdır.

Mekanik ve otomatik olarak kumanda edilebilirler.

Çıkış ve girişleri elektrikli olarak bağlı olmadığından çok farklı gelişmelerin kontrolünde kullanılabilirler.

Manyetik amplifikatörlerin kullanıldıkları yerler.

Doğru akımın amplifikasyonu (yükseltilmesi),

Kontrollü gücün elde edilmesi,

Endüstriyel elektrik motorlarının kumandası,

Transdüktör adı ile kontaklı röle olarak,

Tristörlerin kumandası, vs.

B — Motorların elektronik kontrolü :

Motorların elektronik kontrolü deyince akla elektrik motorlarının devir sayılarının değiştirilmesi gelir. Ayrıca motor dönüş yönlerinin değiştirilmesi de düşünülebilir. Bilindiği gibi endüstride kullanılan elektrik motorları alternatif olarak iki gruba ayrılır. Bunlar, doğru akım ve alternatif akım motorlarıdır. Doğru akım kaynağından beslenen motorlara doğru akım motorları, alternatif akım kaynağından beslenen motorlara alternatif akım motorları denir.

Bir doğru akım motoru iki kısımdan meydana gelmektedir. Bünden önceki kısma endüvi, duran kısma endüktör denir. Doğru akım motorunun endüktörü bir doğru akım kaynağı ile uyartılır. Endüvi ise doğru akımla beslenir. Motorun özelliklerine göre rotordan belirli bir devir sayısı elde edilir. Bir motorun devir sayısı şu formül ile bulunur.

$$N = \frac{U - RI}{\frac{P}{a} \cdot n \cdot \phi}$$

Burada.

N : Devir/saniye

U : Endüviye uygulanan gerilim (volt)

Bu f
almazsak
sabit (fa
ğuna gör
leştirebili

Eğer
lemünde
ve sab
mek ki t
run endü
uygulana

Doğ
duğumuz
zonik ko

Ac
2

RI : Endivide düşen gerilim

$\frac{P}{a} n$: Endüvinin kutup, paralel kol ve sipir sayım

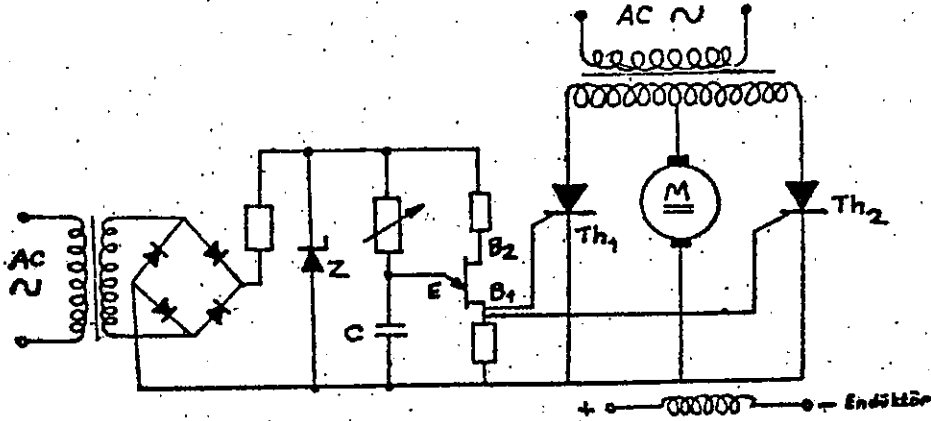
Φ : Uyarım akısı (endüktör flüksü)

Bu formüldeki RI değeri küçüktür. Bu sebepten bu değeri dikkate almazsak ve motorun kutup sayısı, paralel kol ve endüvi sarım sayısı sabit (fabrikanın bu değerlerini değiştirmek mümkün değildir) olduğuna göre bunları sabit k harfi ile gösterirsek formülü şu şekilde basitleştirebiliriz,

$$N = k \cdot \frac{U}{\Phi}$$

Eğer endüktör uyarım akımı sabit kalırsa (motor devir sayısı işleminde bu yapılır) Φ değişmeyecektir. Formülde son duruma göre k ve sabit olduğuna göre U gerilimi artarsa N devir sayısı düşer. Demek ki bir doğru akım motorunun devir sayısını değiştirmek için motorun endüktörünü sabit bir doğru akım kaynağı ile beslerken endüviye uygulanan U gerilimi değiştirilir.

Doğru akım motorlarının elektronik kontrolünde daha önce incelediğimiz tristörler kullanılır. Şekil 11-6 da tristörlerle bir motorun elektronik kontrolü (devir sayısının değiştirilmesi) görülmektedir.



Şekil: 11-6. Motorların elektronik kontrolü.

Her iki tristör alternatif akımın pozitif alternanslarını doğrultarlar. Motor endüvisinde tam dalga doğru akım bulunur. UJT ye bağlı ayarlı R direnci ile tristörlerin ateşlenme açıları değiştirilerek tristörlerde doğrultulan gerilimlerin ortalama değerleri değiştirilir. Motorun endüktörü ayrı bir doğru akım kaynağı ile sabit olarak beslendiği için endüvi gerilimini değiştirmekle motor devir sayısı değiştirilir.

Örnek : Tristörleri besleyen transformatörün orta ucu ile yan uçları arasındaki gerilimin efektif değeri 120 voltur. Ateşleme açısı θ rasiyle 0, 30, 75 derece ise endüvi uçlarında hangi gerilimler bulunur.

$$U_c = 0,45 \cdot U = 0,45 \cdot 120 = 54 \text{ V}$$

$$\theta = 0^\circ, \quad \cos 0^\circ = 1$$

$$U = U_c \cdot \frac{1 + \cos \theta}{2} = 54 \cdot \frac{1 + 1}{2} = 54 \cdot \frac{2}{2} = 54 \text{ V}$$

dalga gerilimi

$$\text{Tam dalga ise } 2 \cdot 54 = 108 \text{ V.}$$

$$\theta = 30^\circ, \quad \cos 30^\circ = 0,86$$

$$U = 54 \cdot \frac{1 + 0,86}{2} = 54 \cdot \frac{1,86}{2} = 54 \cdot 0,93 = 50,2 \text{ V.}$$

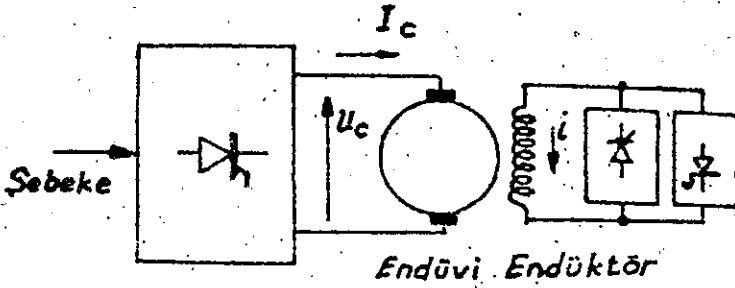
$$\text{Tam dalga için } 50,2 \cdot 2 = 100,4 \text{ V.}$$

$$\theta = 75^\circ, \quad \cos 75^\circ = 0,25$$

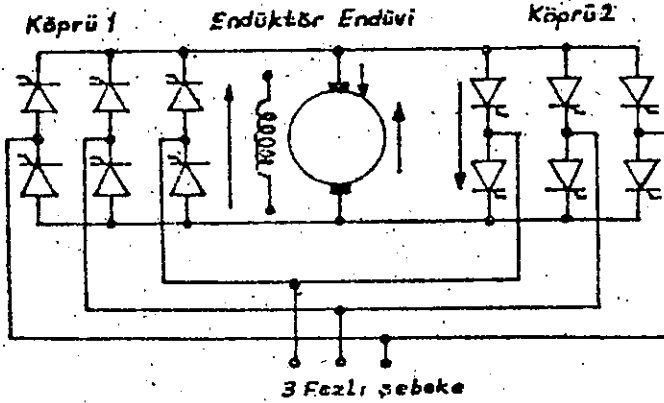
$$U = 54 \cdot \frac{1 + 0,25}{2} = 54 \cdot \frac{1,25}{2} = 54 \cdot 0,62 = 33,4 \text{ V.}$$

$$\text{Tam dalga için } 33,4 \cdot 2 = 66,8 \text{ V. bulunur.}$$

Doğru akım motorlarının dönüş yönünü değiştirmek için ya endüvi akımının yönünü, ya da endüktör akımının yönünü değiştirmek gerekir. Şekil 11-7 de endüktör akımının yönünü değiştirmekle motor dönüş yönünün değişmesi, şekil 11-8 de ise endüvi akımının yönünü değiştirmekle motor dönüş yönünün değişmesi görülmektedir. Tristörlerle birinden veya tristör gurubundan akım geçerken endüktör veya endüvi akımından bir yönde akım akmaktadır. İletimde olan tristörler yalıttırma ya da iletimde olan tristörler ilettime geçirilirse, endüvi veya endüktörden geçen akımın yönü değişir. Dolayısıyla motor dönüş yönü bu şekilde değişir olur. Eğer aynı zamanda motorun hem endüvi hem de endüktör akımlarının yönü değişirse motor dönüş yönü değişmez.

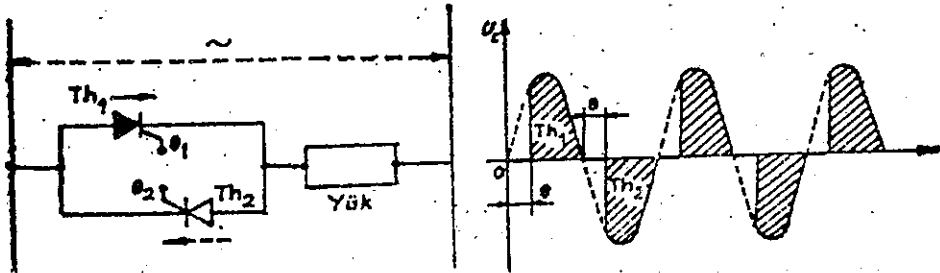


Şekil: 11-7. Endüktör akımının yönü değiştirilerek motor yönünün değiştirilmesi.



Şekil: 11-8. Endüvi akımının yönü değiştirilerek motor yönünün değiştirilmesi.

Tristörlerle alternatif akım da ayarlı gerilim elde edilir. Bunun için şekil 11-9 a daki bağlantı yapılarak b deki eğriler elde edilir.



Şekil: 11-9. a) Tristörlerle ayarlı alternatif akım elde etme şeması ve b) Gerilim eğrisi.

Şekilde 1. hat pozitif 2. hat negatif iken Th_1 tristörü θ_1 ile ateşlenerek iletme geçmektedir. Th_2 ise yalıtımdadır. Alternans yön değişince Th_2 tristörü θ_2 ile iletme geçmekte, Th_1 yalıtımda bulunmaktadır. Her tristör bir alternansta iletindedir. Dolayısıyla yük uçlarında her iki alternans (pozitif ve negatif) bulunmaktadır. Tristörler θ açısı kadar gecikmeli ateşlenince şekil 11-9 b deki kesik alternanslar yük uçlarında bulunmakta ve bunların efektif değerleri gecikme açısına bağlı olarak değişmektedir. Eğer kumanda açısı θ istenildiği kadar değiştirilirse yükte sıfır ile maksimum arasında ayarlanabilen ayarlı bir güç elde edilebilir. Buradaki yük yerine alternatif akım monofaze kollektörlü motor (üniversal seri motor) bağlanacak olursa motorun devir sayısı ayarlanabilir.

Örnek: Yukarıda verilen şekilde alternatif akım şebekesinin efektif gerilimi 300 voltur. Tristörler önce $\theta = 45^\circ$, sonra $\theta = 96$ derecelik bir gecikme ile ateşlense yük uçlarındaki gerilimin efektif değerleri kaç volt olacaktır?

Genel formül,

$$U_{ef} = U_{ef0} \sqrt{1 - \frac{\theta}{\pi} + \frac{\sin 2\theta}{2\pi}}$$

Burada,

U_{ef} : θ açısı kadar gecikmeli ateşlemede elde edilen efektif gerilim.

U_{ef0} : θ açısı sıfır iken, yani şebekenin efektif gerilimi.

θ : Ateşlemenin yapıldığı gecikme açısı.

Çözüm:

$\theta = 0$ iken $U_{ef} = U_{ef0} = 300$ voltur.

$\theta = 45^\circ$ iken

$$\sin 2\theta = \sin 2 \cdot 45 = \sin 90 = 1$$

$$U_{ef} = U_{ef0} \sqrt{1 - \frac{\theta}{\pi} + \frac{\sin 2\theta}{2\pi}} = 300 \sqrt{1 - \frac{45}{180} + \frac{1}{6,28}} =$$

$$U_{ef} = 300 \sqrt{1 - 0,25 + 0,15} = 300 \sqrt{1 - 0,4} = 300 \cdot 0,78 = 234 \text{ V.}$$

$$U_{ef} = 234 \text{ Volt}$$

$$\theta = 96^\circ \text{ iken, } \sin 20 = \sin 192 = -\sin 12 = -0,21$$

$$U_{ef} = 300 \sqrt{1 - \frac{96}{180} - \frac{0,21}{6,28}} = 300 \sqrt{1 - 0,57} = 300 \cdot 0,655$$

$$U_{ef} = 197 \text{ Volt.}$$

Alternatif akım üçfazlı motorların devir sayısını elektronik olarak değiştirmek laboratuvarlarda mümkün oluyor. Yalnız bu işlem henüz deneme safhasında olduğu için pratikte pek kullanılmamaktadır. Laboratuvarlarda yapılan deneylerde üç fazlı alternatif akım tristörlerle doğru akıma çevrilmekte, sonra bu doğru akım tristörlerle tekrar üç fazlı değişik frekanslı alternatif akıma dönüştürülmektedir. Değişik frekanslı akımla motorların devir sayısını değiştirmek mümkün olmaktadır. Üç fazlı alternatif akım motorlarında devir sayısı şu genel formül ile bulunur,

$$N = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Burada:

N : Devir sayısı devir / dakika olarak

f : Frekans

p : Motor kutup sayısı (N veya p kutup sayısı)

60 : Saniyedeki devir sayısını dakikadaki devir sayısına çeviren sabit sayıdır.

Yukarıdaki formülde kutup sayısını veren p değeri sabittir. Frekansı değiştirmekle N devir sayısı değişmektedir. Eğer frekans artırılırsa motor devir sayısı yükselir, frekans azaltılırsa motor sayısı düşer.

Alternatif akım motorlarının devir sayısını yukarıda açıkladığımız gibi değiştirmek henüz endüstride uygulanmamaktadır. Bu işlem hem çok pahalıya mal olmakta hem de çok parçayı gerektirmektedir.

C – Motorların tayratron ile kontrolü :

Tayratron lambaları incelenirken (bölüm 2) bu lambaların ayarlı redresör yapımında kullanıldığını belirtmiştik. Bu durumda tayratron lambalarla tirstörler arasında elde edilen akım yönünden büyük bir fark bulunmamaktadır. Tristörler tayratron lambalar gibi ısıtılmamaktadır. Tristörler kırılğan olmamakta, gerilim düşümü çok küçük olmakta, daha yüksek frekanslarda ve daha yüksek gerilimlerde kullanılmamaktadırlar. Bu sebeplerden tayratron lambalar yerlerini tristörlere bırakmıştır. Motorların tayratron lamba ile kontrolü tristörlerle kontrolünün aynıdır. Burada bu işlemi tekrar etmiye gerek duymuyoruz.

Kontrol Sorulara

- 1 - Doyumlu reaktör nedir Nasıl çalışmaktadır?
- 2 - Manyetik amplifikatör nedir? Doyumlu reaktörden farkı nedir?
- 3 - Bir doğru akım motorunun devir sayısını veren formülü yazınız. Formüle göre devir sayısını neleri değiştirerek değiştirmek mümkündür?
- 4 - Tristörlerle motor dönüş yönü nasıl değiştirilir?
- 5 - Tristörlerle motorların devir sayısı nasıl değişmektedir?
- 6 - Tristörlerle ayarlı alternatif akım nasıl elde edilir?
- 7 - Tristörler 60° gecikme ile ateşlendiğine göre, yük uçlarındaki gerilimin efektif değeri nedir?
- 8 - Tristörlerle alternatif akım motorlarının devir sayıları nasıl değiştirilir?

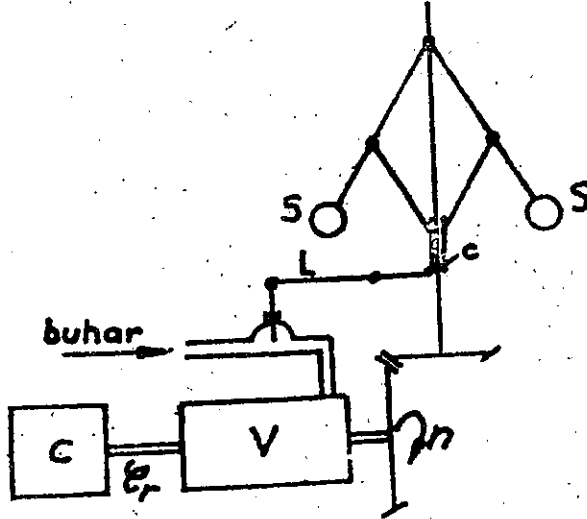
te
ti
li
8
re
te

BÖLÜM 12

SERVOMEKANİZM VE SENKRONİZASYON

Servomekanizm, insanların yaptığı işlemleri makineye yaptırma isteğinden doğmuştur. Aynı işi bir defa insana, bir defa da makineye yaptırarak olursa makinenin yaptığı hareketlerin önceden bilinen kararlılıkta devam ettiği, insanın yaptığı işin ise istenen kararlılıkta olamadığı görülmektedir.

Endüstride akla gelen ilk servomekanizm örneklerinden biri Watt regülatörüdür. Şekil 12-1 de bu regülatörün prensip şeması görülmektedir.



Şekil: 12-1. Watt regülatörü.

Watt regülatörü buhar makinelerinde hız ayarında kullanılmaktadır. Bu regülatör yapılmadan önce hız ayarını güvenilen bir kişi yapardı. Bu kişi makinenin hızını değiştiren buhar vanasına kumanda etmekteydi. Buhar makinesinin hız düşünce görevli kişi daha çok açmak-

ta ve buharın döndürme momentini yükseltmekte, hız yükselince bunun tersini yapmakta idi. Daha sonra Watt regülatörü yapıldı.

Şekil 12-1 de görülen regülatör şu şekilde çalışmaktadır. Borudan gelen buhar vananın açıklık durumuna göre vanadan geçerek V buhar türbinini çevirir. Mekaniki tertibat Cr bağlantı milini n devir sayısında döndürür. Dönen bilyeler santrifüj (merkezkaç) kuvvetle merkezden uzaklaşırlar. Bunlara bağlı olan C kovanını ve L lövyesini hareket ettirirler. Eğer makinenin devir sayısı yüksek ise S bilyelerinin mili daha hızlı döner ve bilyeler daha fazla açılırlar. Açılan bilyeler C kovanını yukarıya kaldırır ve L lövyesinin sol kolunu aşağıya indirir. Aşağı inen kol buhar vanasını bir miktar kapatır. Kapanan vanadan geçen buhar miktarı azalır ve türbinin devir sayısı düşer. Devir sayısı S bilyelerinin mili daha az hızla döner ve bilyelerin merkezden açılma mesafeleri azalır, dolayısıyla C kovanı aşağı inerek L lövyesinin sol kolunu yukarı çıkarır. Vana daha fazla açılarak çok buharın geçmesini sağlar. Sistemin devir sayısı bu şekilde otomatik olarak ayarlanmış olur.

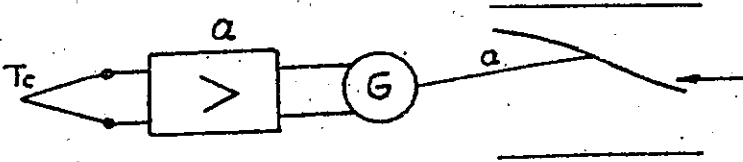
Bu örnek basitliğinden ve tarihi oluşundan dolayı verildi. Bu örnekle servomekanizmin ne olduğu basitçe anlaşılabilir. Klasik mekanizm ile servomekanizm arasında şu fark vardır: Klasik mekanizmde güç kaynağı bir iş yapar. Bu işin yapılışını değiştirmek mevcut tertibatla mümkün değildir. Servomekanizmde ise çıkış değeri kumanda tertibatına tesir ederek giriş değerini değiştirir. Yukardaki örnekte çıkış hız artınca kumanda tertibatı giriş değerine (buhar miktarına) tesir ederek çıkış değerini değiştirir. Bu sebepten servomekanizmde kapalı devre sistemi veya bağlama sistemi vardır. Klasik mekanizmde ise bu sistemler yoktur. Servomekanizme bağlama (bağlı değişim) sistemi de denir. Servomekanizm endüstride yalnız mekanik olarak, hidrolik olarak, pnömomatik olarak veya bunlarla birlikte gerçekleşmektedir. Biz burada daha ziyade elektroniğe bağlı olarak çalışan servomekanizm üzerinde duracağız.

Servomekanizme ait bir kaç örnek verelim.

a) Kaydedici potansiyometre (yazıcı ölçü aleti)

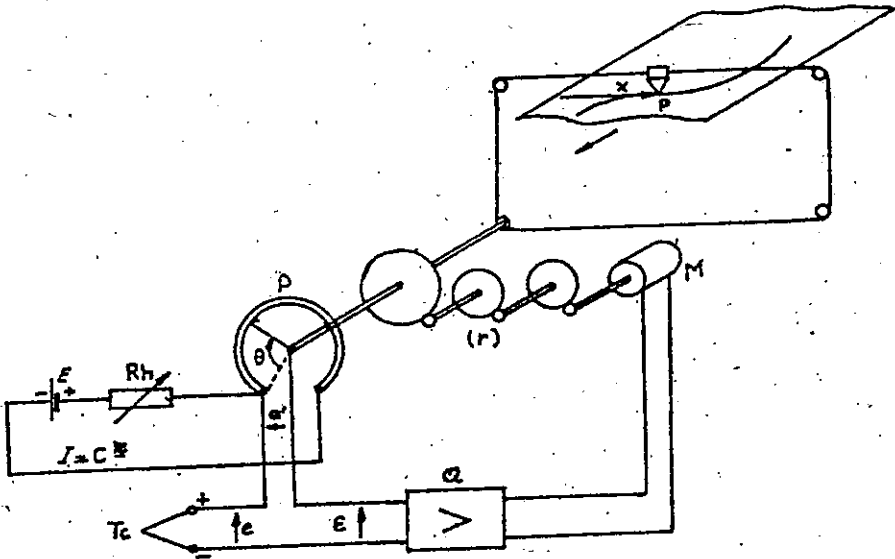
Bir termokupl elemanın milivolt değerindeki elektromotor kuvvetinin ölçülmesi istensin. Termokuplun verdiği güç (bir kaç mikrovat) yazıcı aletin kalemünü hareket ettirmeye yetmemektedir. Kalemın sürülmesinden dolayı harcanan güç en az vatın onda biridir. Bunun için

İlk akla gelen fikir elektronik bir amplifikatör yapmak, bundan çıkan gücü yükselterek yazıcı galvanometrenin kalemını hareket ettirmektir. Şekil 12-2 de bu tertibat görülmektedir. Şekildeki tertibatın sakıncası, amplifikatörün kazanç değişiminin yazıcı alete iletilmesi ve aletin yanlış değer kaydetmesidir.



Şekil: 12-2. Kaydedici.

Amplifikatörün kazanç değişimini alete iletmeyen bir tertibat geliştirilmiştir. Bu tertibat şekil 12-3 de görülmektedir. Bu tertibat ile yukarıdaki yanlış kayıt ortadan kalkmaktadır.



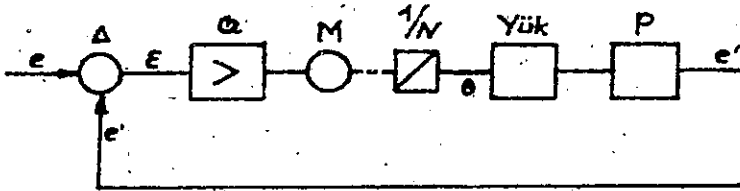
Şekil: 12-3. Potansiyometrik kaydedici.

Şekil 12-3 termokupl'dan elde edilen elektromotor kuvvet e , buna zıt e' gerilimi P potansiyometresinin uçlarından alınır. Hata veya fark

gerilimi ($\varepsilon = e - e'$) amplifikatörü ile yükseltir. Amplifikatör çıkışa bir M motorunu besler. Motorun devir sayısı r redüktörü ile düşürülerek kaydedicinin p kalemini ve P potansiyometresinin kursorünü hareket ettirir.

Devre dengede iken ε ve motor uçlarındaki gerilim sıfırdır. Bu durumda motor durmaktadır. Bağlantı o şekilde yapılsın ki, dengesiz durumda ($e \neq e'$) P kursorünün hareketi gerilim farkını azaltacak yönde olsun. Örneğin $e' > e$ ise P nin kursorü e' yü azaltacak şekilde yer değiştirsin. Eğer uygun bir tertibat P potansiyometresinde I akımını sabit tutarsa, e nin bütün değerleri P nin dönüşü ile belirlenen bir açığa tekabül eder. Aynı zamanda p kaleminin x ile belirlenen bir yer değişimi gerçekleşir. Eğer e nin değişimleri yeteri kadar yavaş ise (buradaki durum bunu gösteriyor) P lineer (düzgün doğrusal) olduğu taktirde, x e ye bağlı olarak hareket eder. a nm yükseltme değerinin denge durumunda etken olmadığı görülmektedir. Bu yükseltmenin daima yeterli seviyede olması gerekir ki sürtünmeler (motor, bağlama, puli, kalemin kağıda sürtmesi vs) önemli bir statik hata meydana getirmesin.

Kaydedici potansiyometrenin blok şeması bir çok şekilde çizilebilir. Bunlardan biri şekil 12-4 de görülmektedir. Şekildeki e' P nin kursoründen alınan çıkış gerimi değeridir. Bir Δ ayırdecisi aradaki farkı $\varepsilon = e - e'$ olarak belirler. e giriş gerilimi ile e' çıkış gerilimi farkı olan ε olay zincirine girer. Önce a amplifikatöründe ε yükseltir, sonra M motoru ile dönüşüme uğrar ve r redüktörü ile devir sayısı düşürülür. Daha sonra yine redüktörle bir θ açısına ve tekrar P potansiyometresi ile yeniden bir e' gerilimine dönüşür. Şemada görülen reaksiyon zinciri veya dönüş zinciri tek bağlantı olarak gerçekleşir,



Şekil: 12-4. Kaydedici potansiyometrenin blok şeması.

2 — Antene kumanda eden servomekanizma

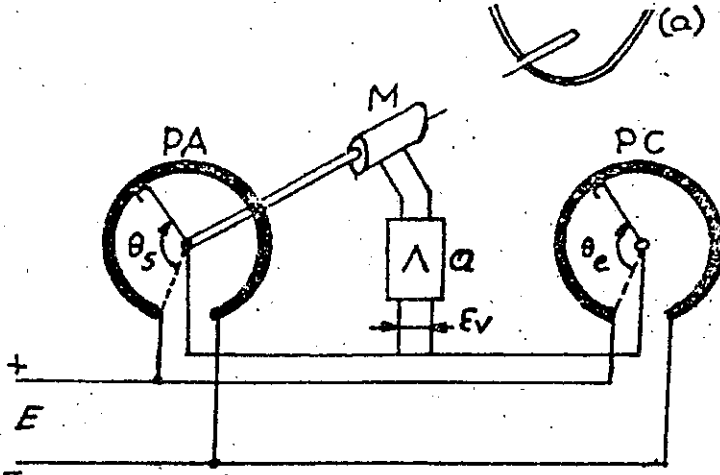
Bir dikey mile bağlı uzaktan kumanda edilecek (yönü değiştirilecek) bir anten olsun. Mili döndürme kuvveti aynı zamanda hem rüzgar

tur
kin
kay
ve
sinc
dım
ile

siyc
har
riliz
Açu

küçü
bilir
lifik
lirü

kuvvetini hem de milin sürtünme kuvvetini yenmek zorundadır. Bu problemi şekil 12-5 de görülen bir servomekanizm tertibatı çözebilir.



Şekil: 12-5. Bir antenin telekumandası.

PA ya bağlı potansiyometrenin kursorü a antenine tutturulmuştur. Pa ya eşit değerde bir PC potansiyometresi sistemi kontrol eden kimse tarafından hareket ettirilmektedir. PA ve PC ortak bir E akım kaynağına bağlıdır. Buradaki kaynak akımı, doğru akımdır. Eğer PA ve PC kursorleri aynı konumda (pozisyonda) değilse kursorler arasında bir e_v fark gerilimi bulunacaktır. e_v gerilimi a amplifikatörü yardımıyla yükseltilir ve M motoruna verilir. Motor kendine bağlı redüktör ile antene kumanda eder.

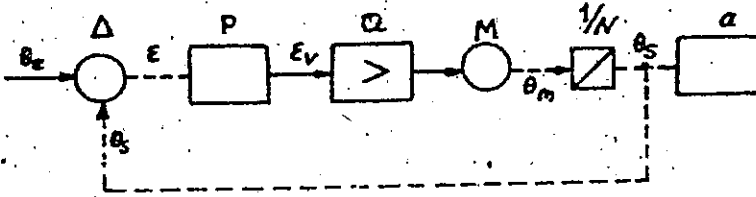
Eğer θ_e giriş açısını, θ_s çıkış açısını belirtirse PA ve PC potansiyometreleri birbirlerine göre aynı sabit noktadan hareket ederek aynı hareketleri yapacaklardır. Dolayısıyla e_v gerilimi (veya E alternatif gerilim ise faz geriliminin ifaz farkı) açının kaydırılmasına bağlı olacaktır. Açının kayması,

$$e_v = \theta_e - \theta_s \text{ dir.}$$

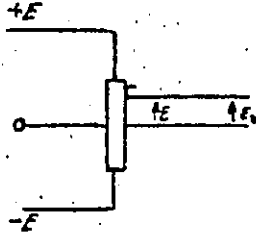
Motor bağlantıları o şekilde yapılmıştır ki, örneğin eğer θ_e θ_s den küçük ise, M öyle bir yönde dönmeli ki θ_e artsın ve bunun tersi de olabilir. e sıfır olduğu zaman gayet tabii e_v de sıfır olmaktadır. Eğer amplifikatöre giren gerilim sıfır ise çıkış gerilimi de sıfırdır. Motor gerilimi sıfır olacağı için motor durur.

$\theta_e = \theta_s$ karakteristiği dengededir. Bu bağıntı antene tesir eden rüzgar kuvveti ve tertibattaki sürtünme kuvvetleri sıfır kabul edildiği zaman teorik olarak doğrudur. Gerçekte ise $\theta_e - \theta_s$ de statik bir hata vardır. Bu hata a amplifikasyonunun yükseltilebildiği oranda azalmaktadır.

Bu tip bir servomekanizmaya "pozisyon servomekanizması" denir. Buna amplifikatörlü uzaklık (mesafe) tekrarlayıcısı da denir. Şekil 12-6 da uzaklık (telemekanda) servomekanizmasının blok şeması görülmektedir. Burada, $\Delta \varepsilon = \theta_e - \theta_s$ fark açısını meydana getiren ayırıcıdır. P, bir potansiyometredir. Bu potansiyometre şekil 12-5 deki PA ve PC gerilimlerine eşit aynı kaynaktan bir gerilimle beslenmektedir. Bunun milinden şekil 12-7 deki pozitif veya negatif duruma göre ε açısı elde edilecektir.



Şekil: 12-6. Bir antenin telekumandası blok şeması.



Şekil: 12-7. Şekil 12-6 daki P potansiyometresinin akım kaynağına bağlanması.

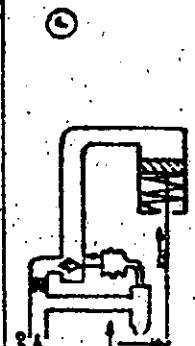
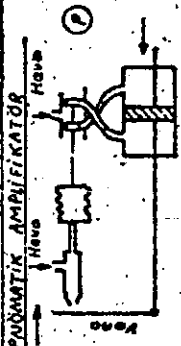
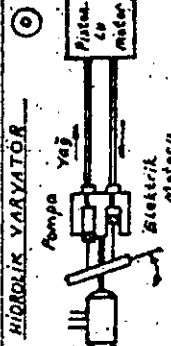
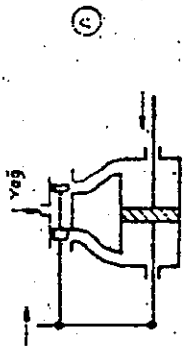
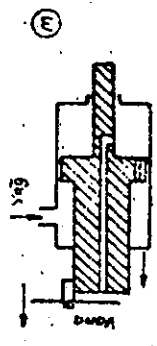
Servomekanizm elemanları

Bir amplifikatörde en önemli hususun çıkış katı veya gücü olduğu çok iyi bilinmektedir. Servomekanizm hareket zincirinde de aynı genel kural aranmaktadır. Tablo 1 de günümüzde en çok karşılaşılan servomekanizm güç katları elemanlarının prensipleri görülmektedir. Bu tertibatlara ait bilgileri kısaca tekrar edelim.

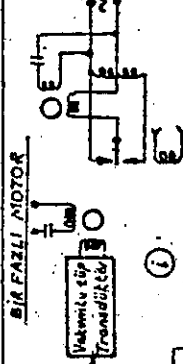
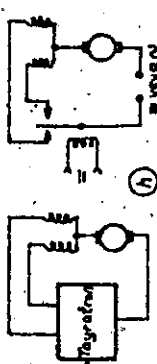
1 — Doğru akım elektrik motorları

Tabloda sol kolon tamamen yabancı uyartım doğru akım motorlarına ayrılmıştır. Bunların kumanda şekilleri çok değişiktir.

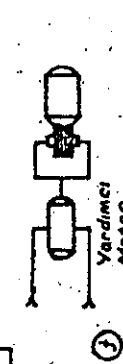
HİDROLİK AMPLİFİKATÖR



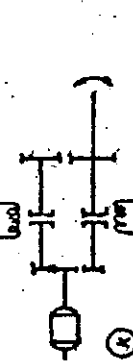
ÇİFT FAZLI SERİ MOTOR



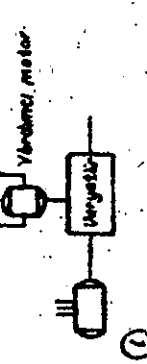
BİR FAZLI MOTOR



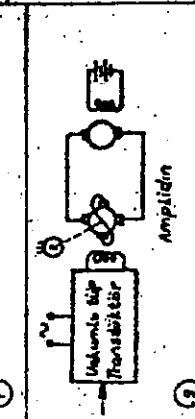
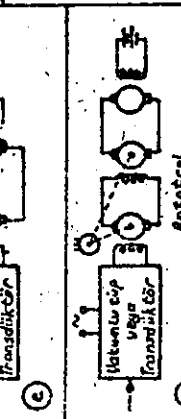
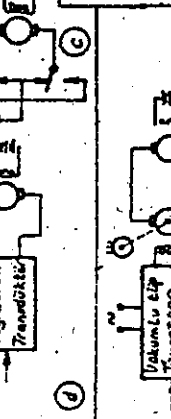
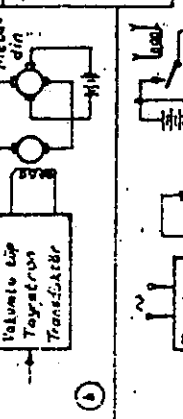
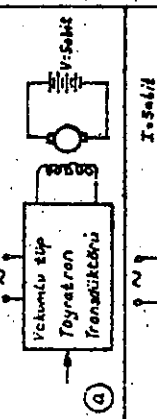
BİR FAZLI KAYDIRMALI MOTOR



ELEKTROMAĞNETİK KAVRAMA



AYRI AYRARTIMLI ÖÇÜRÜ AKIM MOTORU



Tablo 1. Servomekanizmada kullanılan güç katlarının prensip şemaları.

a) Endüktör akımı ile kumanda edilen sabit endüvi gerilimli motor. Önce endüvi sabit bir gerilimle beslenir. Endüktör akımı vakum katayatron lambalı, transdüktörlü (manyetik amplifikatör) veya lardan meydana getirilen bir tertibatla, bir amplifikatör vasıtasıyla değiştirilir (Şekil a). Transdüktörlerin en büyük avantajı güçlü olmaları ve bakıma gerek duyulmamasıdır. Bilindiği gibi burada endüktör akımı azalınca hız artar, flüks çoğalınca hız düşer. Bu tip kumanda genellikle nominal hız üstünde yapılmakta ve 1 e 2, 1 e 3 oranında elde edilmektedir. Milde, kullanılabilecek güç sabittir. Buna kısaca güçlü kumanda denir. Hız güç ile ters orantılıdır.

b) Endükör akımı ile kumanda edilen sabit endüvi akımlı motor. Tabloda şekil b de olduğu gibi endüvi sabit akımla beslenirken endüktör akımını devamlı değiştirelim. Elde edilen sonuç tıpa tıp bir motorun özelliklerine benzemektedir. Metadinin 4 fırçalı bir jeneratör çıkışı enerji dağıtımında sabit gerilimli bir dağıtımdan sabit akımlı bir dağıtıma dönüşüm yaptırmaktadır. Küçük güçlü motorlarda endüvi akımı endüviye seri bağlanan bir balast-direnç ile aşağı yukarı sabit tutulabilir. Bu koşullarda motor döndürme torqu endüktör akımı ile orantılıdır. Burada orta uçlu bir endüktör kullanarak iki yönlü çalışma sağlanabilir. Bu koşullarda motor tertibatı yapılabilir. Kumanda sinyaline göre bir pus-pul amplifikatör endüktör flüks yönünü değiştirebilir. Bu motor alternatif akımla beslenen bir universal motora uygulanabilir. Yalnız bu devrede endüktörü beslemek için bir alternatif akım amplifikatörü kullanmak gerekir. Devreye seri bir direnç veya reaktans bağlanmalıdır.

c) Endüvi akımı ile kumanda edilen sabit uyartımlı motor. Tabloda ilk kolonunda verilen diğer şemalarda endüktör akımı sabit, endüvi akımı ise değişkendir. Bu koşullarda motor kuplajlı endüvi akımı ile orantılıdır. Buna sabit kuplajlı kumanda denir. Bu tip kumanda nominal hızın altındaki hızlara kullanılır. Hız değiştirme oranı 1 e 50 dir. Bu tip hareket şekil c de görüldüğü gibi basit bir röle veya enversör şalterle yapılır.

Endüvi devresine kumanda grili bir redresör bağlanabilir. Şekil d de görüldüğü gibi Bu redresör tayratron veya ignitron lambalı olabilir. Bu redresörle motorların hızları istenildiği şekilde değiştirilebilir. Bu işleme elektronik hız kontrolü denir. Motor hızlarının bu şekilde kontrol edilmesi daha önce görülen konularda incelendi.

Tabloda şekil e de Ward-Leonard grubu görülmektedir. Grupta üç fazlı bir asenkron motor, bir doğru akım jeneratörü ve bir doğru akım motoru bulunmaktadır. Üç fazlı alternatif akım motoru alternatif akımla beslenmektedir. Bu motorun miline doğru akım jeneratörünün mili akıpla edilmiştir. Bu jeneratörün ürettiği akım bir doğru akım motorunun endüvisine verilmektedir. Bu motorun endüktörü endüvisinden izole edilmiş ve ayrı bir akımla uyarılmaktadır. Motor hızını değiştirmek için jeneratörün endüktör akımını değiştirmek gerekir. Bugün "Servodyne" denen ve servomekanizmde kullanılan özel jeneratör-motor grupları yapılmıştır. İyi bir yükseltici jeneratörün güç kazancı 100 civarındadır. Jeneratörün endüktör küçük güçler için vakum tüplü lambalı redresörlerden, büyük güçler için tayratron lambalı redresörlerden veya transdüktörlü redresörlerden elde edilir. Bunların yerine yarı iletken diyotlar ve tristörlerin kullanılması daha pratik ve daha kolay olmaktadır.

Şekil f de görüldüğü gibi kaskad bağlı iki jeneratörle güç kazancı 10000 e yükseltilmektedir. Bu tertibata "Rototrol" denmektedir. Üç fazlı bir asenkron motor iki tane doğru akım jeneratörünü çevirmektedir. Bu jeneratörlerden birisi diğer jeneratörün endüktörünün uyarım akımını vermektedir. İkinci jeneratör ise doğru akım motorunun endüvi akımını sağlamaktadır.

Şekil f de iki katlı yükseltici bir jeneratör de kullanılabilir. Bu tertibat bir amplidin jeneratöre benzemektedir. Bu tip makinelere "Metadin" denir. Tabloda şekil g de metadin görülmektedir.

d) Çift endüktörlü seri motor : Şekil h de görüldüğü gibi seri motorun iki tane endüktörü vardır. Bunların meydana getirdikleri fluksler birbirlerine ters yöndedir. Motorun gücüne göre sargulardan biri bir tayratron lambaya, diğeri başka bir tayratron lambaya bağlanır. Bir tayratron iletinde iken motor bir yönde döner. Diğer tayratron veya tayratron grubu ilettime geçince motor yönü değişmektedir. Küçük güçlü motorlarda tayratron lamba yerine polarize bir röle ile yön değiştirme yapılabilir. Seri motorların diğer bir avantajı momentinin çok büyük olmasıdır.

2 — Alternatif akım elektrik motorları

Servomekanizmde kullanılan elektrik motorlarının güçleri küçüktür. Bu sebepten bir fazlı endüksiyon motorları servomekanizmden lineer servomotor vazifesi görmektedir. Şekil i de alternatif akım motoru görülmektedir. Bu motorların kumandası ya kumanda geriliminin genli-

Genlik değişimi ile veya endüktör flikslerinin faz kaydırmasını değişimi ile yapılmaktadır. Genlik değişimi vakum lambalı bir lineer amplifikatörle veya transdüktörle yapılır.

Şekil j'de kaydırmalı fırçalı (repülsiyon) kollektörlü motorlar görülmektedir. Küçük güçler için repülsiyon motorlar, büyük güçler için Schrage motorları kullanılmaktadır. Fırçaların kaydırılması yardımcı küçük bir elektrik motoru ile yapılmaktadır.

3 — Elektromanyetik kavrama

Bazen elektrik motorunu doğrudan doğruya veya bir x redüktörle yük bağlama yerine değişik kavrama sistemleri kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de şekil k'de görüldüğü gibi elektrik kumandalı kavramadır. Kullanılan iki tane kavrama elemanı milin iki yönde dönmelerini sağlamaktadır. Elektromanyetik kavrama sistemi kumanda edeceği yükü ya tam devirle döndürür veya hiç döndürmez. Yalnız, kavrama sistemi ısınma ve mekanik aşınmadan dolayı kayma meydana getirir.

Bugün iki çeşit kavrama vardır. Bunlar, manyetik akışkanlı kavrama ve fuko akımlı kavramadır. Manyetik akışkanlı kavrama şu prensibe göre çalışmaktadır: Yağ içine demir partikülleri (zerrecikleri) konarak akıcılığı değişen bir karışım elde edilir. Karışımın akıcılığı kavramayı yapar veya bırakır. Akıcılık manyetik alan ile artar. Bu artış, akışkan katı bir cisme benzeyinceye kadar devam eder. Manyetik akışkanlı kavrama, karter içine konan manyetik akışkanda bir primer rotor ve bir sekonder rotor meydana getirir. Ayrıca, bu devrede, akışkanda değişik manyetik alan meydana getiren bir sargı vardır.

Fuko akımlı kavrama ise uzun zamandan beri fren olarak kullanılmaktadır. Bir kaç yüz vattık güçteki primer ve sekonder elemanların kavraması 1/1000 saniyede gerçekleşir. 10 HP güce kadar ise bu kavrama 1/100 saniyede gerçekleşir.

4 — Mekanik varyatör

Bu tip kavrama az kullanılır. Şekil l de mekanik varyatörler görülmektedir. Bunların da bir çok tipleri vardır. Devir sayısının düşürülmesi ve kavrama yardımcı küçük bir elektrik motoru ile veya hidrolik bir sistemle yapılabilir.

5 — Hidrolik güç tertibatları

Tablodaki son kolon pnömatik (hava sıkıstırmalı) ve hidrolik sı

temlere aittir. Hidrolik tertibat küçük güçlerde ideal lineer yer değiştirmeyi sağlar. Yağın basınç yapabilme özelliği tertibatın hareket gücünü azaltır. Şekil m de diferansiyel pistonlu ve yağ sızdırmalı tertibatlı kopya makinesi prensibi görülmektedir. Piston üzerindeki etki, yön ve hız değeri, yağ sızması değerine bağlıdır. Şekildeki pistonun vananın üst ucuna kadar hareket etmesi, pistonun iki yüzüne aynı basıncın gelmesini sağlar. Şekil n de ise ikinci bir bölmesi bulunan hidrolik sistem görülmektedir. Şekilde, gemayı basitleştirmek gayesiyle yağın dönüş çıkış) kanalı gösterilmemiştir. Şekil o da hidrolik varyatör görülmektedir. Devre, elektrik motoru ile döndürülen değişik debili bir pompadan ve bir motoru ile döndürülen değişik debili bir pombadan ve bir pistonlu motordan meydana gelmektedir.

6 — Pnömatik güçlü tertibatlar

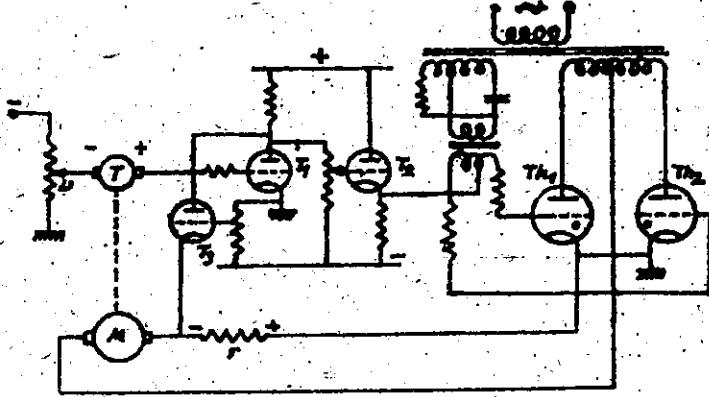
Şekil p ve q da iki tane klasik pnömatik amplifikatör görülmektedir. Üstteki pistonun durumu hava basıncına bağlıdır. Bunun kaçak havası jiklör ve vanaya girer. Buradan ana pistonu kumanda eder. İkinci amplifikatörde ise jiklör ve vana güç devresine kumanda eder. Güç devresi valfi güç devresi pistonunu çalıştırır. Basit bir könye ile piston vanaya hareket vererek mekanizmayı devam ettirir.

Servoamplifikatörler

Servomotorların devir sayılarının ayarlanması ve dönlü yönlerinin değiştirilmesi gibi kumanda işlemleri bu derste başka konularda görülen motorların kumandası işlemlerinin aynıdır. Bu sebepten bu konu üzerinde burada durulmıyacak, sadece bir iki örnek verilerek elemanların görevleri kısaca tanıtılacaktır.

Örnek 1. Takimetrik jeneratörlü varyatör-regülatör: Şekil 12-8 de takimetrik jeneratörlü bir varyatör regülatör devresi görülmektedir.

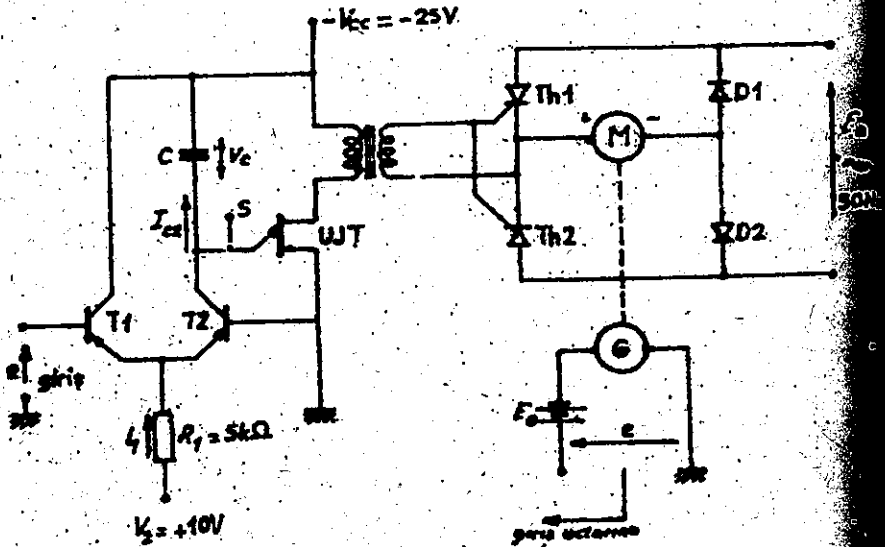
Şekil 12-8 de M servomotordur, doğru akımla çalışmaktadır. Bu motoru T_h ve T_h tayratronları beslemektedir. T servomotorun miline bağlı olarak çalışan takimetrik jeneratördür. Bu jeneratörün ürettiği doğru gerilimin değeri, servomotorun devir sayısına göre değişmektedir. U potansiyometresi motor hızına göre derecelendirilmiştir. Buradan alınan U gerilimi T takimetrik jeneratöründen alınan gerilimlere ters yönlüdür. İki gerilimin farkı T, lambası tarafından yükseltilerek T, lambasına verilir. T, lambası bu gerilimi 90 derece faz farkı sinüsoidal eğri şekline dönüştürür. Bunun çıkışı tayratronların faz kaydırma dev-



Şekil: 12-8. Takimetrik jeneratörlü varyatör-regülatör.

releriyle kumanda girilerine verilir. Motor devir sayısını ateleme duruma göre yükselir veya düşer. T, tüpü akım anırlayıcı olarak kullanılır. T, ün grisine bağlı direncin uçlarındaki gerilim belirli bir değere ulaşınca lamba iletken duruma geçer ve tayatronların ateşlenmesi gerçekleşir.

Örnek 2. Şekil 12-9 da yukarıda takimetrik jeneratörlü devir ayarlayıcının triistörlerle yapılmış göstermektedir.



Şekil: 12-9. Triistörlü varyatör.

Şekildeki harflerin anlamları şunlardır :

G: Takmetrik jeneratör.

E_0 : Referans gerilimi

e: Giriş (kumanda girişi)

S: Senkronizasyon girişi

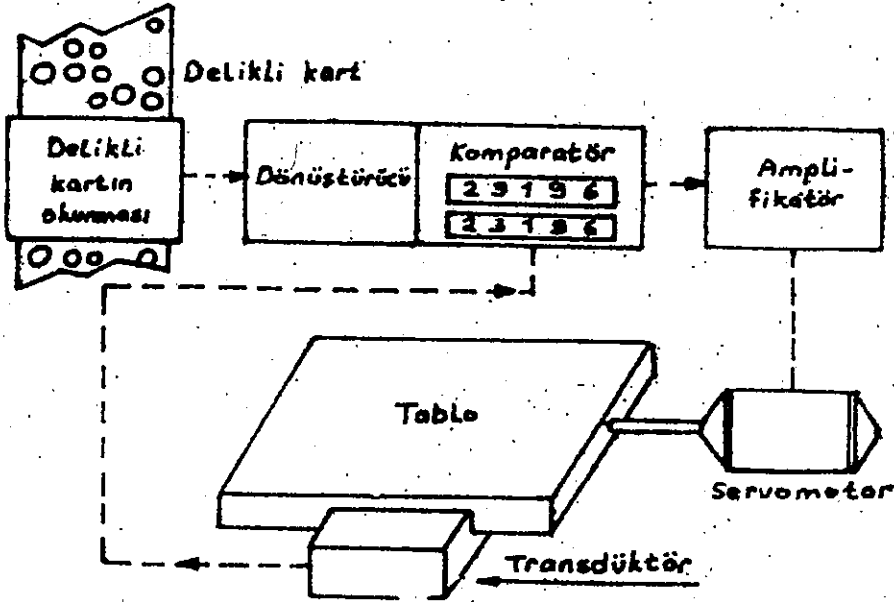
Th_1 : 1 nolu tristör

Th_2 : 2 nolu tristör

D_1 ve D_2 : Alternatif akımı tristörlerle birlikte doğru akıma dönüştüren yarı iletken diyotlar

M: Servomotor.

Şekil 12-10 da servomotorun otomatik bir devrede kullanışı görülmektedir.



Şekil: 12-10. Servomotorun otomatik bir devreyi çalıştırması.

Kontrol Soruları

- 1 - Servomekanizm nedir? Klasiik mekanikten ne farkı vardır . Belirtiniz.
- 2 - Watt regülatörü nasıl çalışmaktadır? Açıklayınız.
- 3 - Bir Televizyon Alıcısının anteni servomekanizm ile nasıl yönlendirilir?
- 4 - Potansiyometrik kaydedici nasıl çalışmaktadır? Açıklayınız.
- 5 - Servomekanizm elemanları nelerdir? Açıklayınız.
- 6 - Servo amplifikatör nedir? Açıklayınız.
- 7 - Takimetrejik jeneratörün varyatör-regülatör merceğinde kullanılmaktadır? Açıklayınız.
- 8 - Senkronizasyon nasıl yapılmaktadır? Açıklayınız.

İNDEKS

- A -

Aküple 153
Akümülatör 146
Alternans 19, 53
Alüminyum 22
Amplidın 191
Amplifikasyon 188
Amplifikatör 193
Ampul 1
Anahtar 19
Ankuş 153
Anti katod 164
Argon 22
Ark 22, 113
Armatür 81, 92
Asansör 20
Asenkron 191
Astabıl 109

- B -

Balast 171
Baryum 171
Blendaj 170
Blok 104
Bobin 1
Bombardıman 21
Bor 32
Boşluk zarfı 14
Buton 109

- C -

Çelik 1
Çihaz 126
Çıva 17, 18

- D -

Dalga 48
Darbe 103
Dektantör 146
Dejarj 5, 6
Dielektrik 147

Diraç 1
Doyma 36
Duyarlık 36

- E -

Effektif 116
Eklatör 134, 146
Elektromagnetik 37
Elektron 3, 13
Elektronik 12
Elektrot 30, 103
Emisyon 29, 173
E. m. k. 161, 171
Empedans 173
Endüksiyon 147
Endüktif 88
Endüktör 176, 179
Endüstri 16, 32
Endüstriyel 13
Endüvi 176
Enerji 16
Enfraruj 36, 37
Enversör 176
Ergitme 147
Euler 8
Exponansiyel 8

- F -

Fanotron 13, 16
Fall 29
Fas 21, 29
Film 43
Fizyolojik 170
Flaş 142, 143
Flüksiyon 42
Flümen 33
Flüks 147
Flüoresans 169
Fonksiyon 36
Formül 6
Fotograf 142, 143
Fotometre 37
Foton 36

Armatür
Anahtarlama
Antikatot

Ayırdedici
Amplidin

Akışkan
Blok diyagram

Bor karbür
Civa arklı lamba

Deziyone zamanı

Duman detektörü
Değiştirici

Dikiş kaynağı

Deri olayı

Dielektrik
Diatermi
Doyumla reaktör

Diferansiyel

KELİME VE TERİMLER SÖZLÜĞÜ

- Armatür** : Mekanik rölenin ana kontağı.
- Anahtarlama** : Bir devreyi veya elemanı anahtar olarak çalışmaya hazırlamak.
- Antikatot** : X ışınlı tüplerde, tungsten madeninden yapılmakta ve anodun yüzeyine gömülmektedir.
- Ayırdedici** : İki elektriki değeri alarak bunların farkını belirten tertibat.
- Amplidin** : Üç fazlı bir motor, bir doğru akım jeneratörü ve bir doğru akım motorundan meydana gelen gruba denir.
- Akışkan** : Su, yağ gibi akıcı sıvı maddelerdir.
- Blok diyagram** : Bir elektronik sistemin daha kolay anlaşılması için, cihaz içerisinde bulunan kat ve kısımları blok halinde (kapalı sembol) gösteren elektronik bir plandır.
- Bor karbür** : Sertleştirilerek direnci artırılmış bor madeni alaşımıdır.
- Civa arklı lamba** : İçerisinde civa bulunan ve ark sonucu tüpte deşarjı (ateşlemeyi) başlatan bir redresör lambasıdır.
- Deziyonize zamanı** : İyonların tekrar eski durumlarını yani molekül özelliklerini kazanması için geçen zaman.
- Duman detektörü** : Dumana karşı duyarlı eleman.
- Değiştirici** : Devreyi açıp kapatarak kontaklara bağlı uçları diğer devrelere bağlayıcı ve bağlantı-sökücü.
- Dikiş kaynağı** : Kaynak yapılacak iki parçayı aralıksız ve boylu boyunca kaynatma işlemidir.
- Deri olayı** : Alternatif akımdan akım taşıyan iletken kendi merkezinde bir manyetik alan meydana getirir. Bu alan kendisini meydana getiren akıma zıt yönde bir akım meydana getirir. Bu akıma bağlı olarak bir iletkende akım yoğunluğu yavaşça daha çok olmakta, merkeze doğru ise azalmaktadır. Buna deri olayı denmektedir.
- Dielektrik** : Kondansatörlerde iki levha arasına konan yalıtıcı maddedir.
- Diatermi** : Yüksek frekansla ısı meydana getirerek yapılan tedavi şekli.
- Doyumla reaktör** : İki sargılı bir transformatördür. Bir sargısına alternatif akım, diğerine doğru akım verilerek manyetik doyuma getirilir ve gerilimin ayarlanmasında kullanılır.
- Diferansiyel** : Sonuç derecede küçük ayrımlardan ileri gelen. Bir çarka iki devrimin toplamını veya ayrımını veren mekanizmadır.

Enfraraj	:	Kızılötesi ışıklara denir.
Ekletr	:	Araları açık iki iletkene elektrik yükü verilirse allama meydana gelir. Bu tertibata ekletr denir.
Endüvi	:	Doğru akım makinelerinde dönen kısımdır. Motorlarda akımla beslenir ve döndürme momentini meydana getirir. Doğru akım jeneratörlerinde ise akımın üretildiği kısımdır.
Endüktör	:	Doğru akım makinelerinin duran kısımlarıdır. Makinelerin mıknatıs kısımlarını meydana getirerek döndürmeyi sağlar ve endüviyi indükler.
Fanatron	:	Gaslı diyet lamba.
Faz değıştirme	:	İki gerilim arasında açt farkı meydana getirme işlemidir.
Fotoaal	:	İşık ile çalışan selül.
Fotoiletken	:	İşık ile direnci değışen eleman.
Fototüp	:	İşık ile içinden geçen akım miktarı değışen tüp.
Fotovoltajik pil	:	Metal ve yarıiletkenlerden meydana getirilen, ışıktaki elektrik enerjisinin kutuplarını oluşturan bir elemandır.
Fotodiyot	:	İşık ile çalışan yarıiletken diyottur.
Fototransistör	:	İşık ile çalışan transistördür.
Foton	:	İşık enerjisi.
Fototristör	:	İşık ile çalışan tristör.
Fotometre	:	İşık ölçen.
Fleksiglas	:	Camı tozundan yapılan levha.
Fuko akımı	:	Değışen bir elektromanyetik alanın iletken malzeme içinde indüklediği akım.
Flaş	:	Elektrik akımı ile kuvvetli ışık veren cihaz.
Geyt	:	Tristörlerin kontrol ucu (kapı)
Histeresiz eğrisi	:	Demir nüvedeki indüksiyon değışimi eğrisi.
Hidrolik	:	Yağ basıncına dayanan tertibat.
İyon	:	Elektron kaybetmiş atom.
İgnitron	:	Üç elektrotlu gazlı lamba.
Jikör	:	Mekaniki kumanda tertibatı
Kaydedici	:	Yazıcı

Karter	: İçinde yağ ve bulunan muhafaza kabı.
Kürsör	: Direnç ve bobin sargısına temas ederek istenen değeri veren sürtücü kol.
Kenetron	: Yüksek gerilimli lambalı redresör.
Kalibrasyon	: Ayar yapma.
Konvertisör	: Çevirici (hareketli)
Konvertör	: Çevirici (statik)
Kare dalga	: Sinüs eğrisinin elektronik devre ile kare şekline dönüştürülmesi.
Kontaktör	: Elektrik devresini bobin ile açıp kapatan şalter.
Kalorimetre	: Kalori ölçen alet.
Kulon	: Saniyede bir amperlik akımın taşıdığı elektrik miktarı.
Kritik gri gerilimi	: Devreyi çalıştırma ile durdurma sınırında bulunan gerilim değeri.
Lineer	: Düzgün doğrusal, çizgisel.
Lüksmetre	: Düzgün doğrusal, çizgisel.
Lojik devre	: Bilgisayar ve elektronik hesap makinelerinde kullanılan kumanda devreleri.
Lövye	: Kaldıraç şeklinde alttan destekliyen kol.
Minyatür	: Küçültülmüş.
Mültivibratör	: Kararsız çarşan, iki taraflı kumanda eden elektronik röle devresi.
Monostabi	: Bir yönlü durmuş, oturmuş.
Manyetik amplifikatör	: Doyumlu reaktörün yarı iletken diyotlarla çalıştırılış şekli.
Metadin	: Doğru akım jeneratörü üç dört fırçalı dıştan beslemeli doğru akım motoru grubu.
Menevişleme	: Saçlara ısı ile renk verme.
Moment	: Döndürme kuvveti.
Numaratör	: Rakamlı sayıcı.
Neon lamba	: İçinde neon gazı bulunan deşarj lambası.
Opto elektronik	: Elektroik optiği
Pozmetre	: Fotoğraf makinelerinde ışığa göre görüntüyü ayarlayan tertibat.

Punta	: Nokta.
Pyrex	: Isya dayanıklı cam.
Paömatik	: Hava basıncı tertibatı.
Puli	: Motor milinde bulunan yuvarlak kısım.
Partikül	: Bir cismin parçaları.
Radyografi	: X ışınları ile film çekme.
Radyoterapi	: X ışınları ile tedavi.
Redüktör	: Devir sayısını veya bir değeri düşürücü tertibatı.
Retrotrol	: Üç fazlı motora iki doğru akım jeneratörü, biri diğerini uyartacak şekilde bağlanması, sonuncu jeneratör ile bir doğru akım motorunun beslenmesi tertibatı.
Repülsiyon	: Fırçaları kaydırılarak devir sayısının değiştirilmesi.
Referans	: Kaynak, geldiği yer hakkında bilgi verme.
Senör	: Sen.
Spektrö-foto-metre	: Tayf ölçücü.
Senkronizasyon	: İki değeri birbirine denk getirme, ayar sağlama.
Starter	: Hareket ettirici.
Stabil	: Oturmaş.
Stabilizasyon	: Mikroptan arındırma.
Santrifüj	: Merkezkaç.
Servomekanizm	: Servis (hizmet) mekanizması.
Servodyna	: Servis dinamosu.
Servoamplifikatör	: Servomekanizm yükseltici.
Sarıltırma	: Çelge su verme.
Südürlme bobini	: Gerilimi üzerinde yok eden bobin.
Tayrit	: İm ile değeri değişen direnç.
Tayf	: Işınları renklere ayırma.
Tavlama	: Metalleri su ile yumuşatma.
Tetikleme	: Triötrileri ateşleme.
Transdüktör	: Deyimsel transformator.
Türbin	: Su, buhar, gaz gibi döndürücü kuvvetlerin çarptığı kanat tertibatı.

Takimetrik	:	Doğru akım motora milline bağlanan doğru akım jeneratörü..
Jeneratör	:	Moröteli ışıklar.
Ultraviyole	:	İki kullanımlık.
Üniversal	:	Üç fazlı motor, doğru akım jeneratörü ve doğru akım mo-
Ward-Leonard	:	tor grubu.
Watt regülatör	:	Buhar makinesine girce buharı ayarlayan regülatör..
Varyatör	:	Değiştirici.
Varyabl	:	Değişken.
Vibrasyon	:	Titreşim.
Variatör	:	Gerilimle değeri değişen direnç.

Nu: 12433

Satış fiyatı : 694.444 Lira
KDV (% 8) : 55.556 Lira

KDV'Lİ SATIŞ FİYATI : 750.000 Lira

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Ankara, İzmir, Adana,
Antalya, Samsun, Elazığ, Erzurum, Trabzon, Van, Sivas, Burdur
ve Zonguldak Bölge Şeflikleri

PERAKENDE SATIŞ

Millî Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık yayınları satıcı kitapçılar.