

537
K48
1984

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROGRAM: ELEKTRİK-ELEKTRONİK
KONU : ZAMAN DEVRELERİ

YÖNETEN: PROF. DR. ATIF URAL
HAZIRLAYAN: Şemsettin KILIÇARSLAN

İSTANBUL
HAZİRAN-1984

Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı



T00220

ÖNSÖZ

Bir zamanlar, yalnız okumuşların amatör mesleği olan bilim bugün, keşiflerin ve teknolojinin bir insan, grup veya enstitü tarafından planlı, amaçlı ve yoğun araştırmaları altındadır. Bunlardan her biri; fiziksel dünyayı, insan ihtiyaçlarını karşılamak için şekillendirerek kontrol ve tadil ederler.

Kainat ve insan hakkında temel bilgiler elde etmek için yapılan araştırmada: ilim adamı tahkik eder, öğrenir ve eski bilgilerini tazeler. Bu yeni bilgiler, teoriyi gerçeğe çeviren içatçı tarafından yararlı hale getirilir. Bundan sonrası ise, bu bilgi ve buluşun teknikçiler tarafından pratige intikaline kalır.

Öğrencisi olduğum Marmara Üniversitesi bünyesinde bulunan Fen Bilimler Enstitüsü'nde yukarıda belirttiğim amaçlar paralelinde Zaman Devreleri'ni (Elektronik) tez konusu olarak üstlendim. Bu tezimin esas amacı, zaman devreleri konusu altında, tüm sayısal elektroniği ve endüstride kullanım alanlarını incelemektir. Gözlemlerimde, elektronik teknolojisinin 19.yy. ikinci yarısından itibaren büyük ilerlemeler kaydettiği, hatta projelerin bir kısmının daha imalat resimleri çizilirken bir kenara atıldığı, çünkü projeler yeni buluşların ışığında yapımları tamamlanmadan eskidiği saptanmıştır.

Konular kolaydan zora doğru bir sıra izleyerek düzenlenmiştir. Temel prensipler verildikten sonra ileri uygulamalar ele alınmış, bu uygulamalar anlatılırken dayandığı prensipler tekrar edilmiştir. Bu bakımdan sonuç yazılmamıştır. Son kısımda konuları içeren ve yapımı gerçekleştirilen prototip zaman devresinin açıklanması ve ek olarak APPLE II komputeri ile yapılan birkaç örnek program verilmiştir.

Tez çalışmalarında kıymetli görüşlerinden istifade ettiğim danışman hocam Prof. Dr. Atif URAL, ayrıca diğer master hocalarım Doç. Dr. Erol YARIZ, Doç. Dr. Nesrin TARKAN ve Doç. Dr. İlhami ÇETİN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

M.Ü.
Fen Bilimleri Enstitüsü

Şemsettin KILIÇARSLAN

Haziran 1984

İÇİNDEKİLER

Sahife

	BÖLÜM 1. TIMER (ZAMANLAYICI) ELEMANLARI	1
	1.1 (R)-DİRENÇ	2
	1.2 (L)-BOBİN	2
	1.3 (C)-KONDANSATÖR	4
	1.4 TİREK DEVRESİ	7
	1.5 INTEGRAL DEVRESİ	7
	1.6 NEON LAMBA	8
	1.7 RÖLE	10
	1.8 LAMBALAR	15
	1.9 TRIOT LAMBA	16
	1.10 TAYRATRON	18
	1.11 DİYOTLAR	22
	1.12 ZENER DİYOT	27
	1.13 TRANSİSTÖRLER	29
	1.14 TEK BİRLEŞMELİ TRANSİSTÖR (UJT)	37
	1.15 ALAN ETKİLİ TRANSİSTÖR (FET)	39
	1.16 YALITILMIŞ GEÇİTLİ FET	41
	1.17 TRİSTÖR	43
	1.18 İKİ YÖNLÜ TRİSTÖR TRİYOTLAR (TRIAC)	45
	1.19 ENTEGRE DEVRELER	47
	BÖLÜM 2. İKİLİ SAYI SİSTEMİ (BINARY)	51
	2.1 BINARY SAYILARIN TOPLANMASI	55
	2.2 BINARY SAYILARIN ÇIKARILMASI	56
	2.3 BINARY SAYILARIN ÇARPIMI	56
	2.4 BINARY SAYILARIN BÖLÜMÜ	58
	2.5 BINARY SAYILARIN DÜZENİ	59
	BÖLÜM 3. MANTIKSAL ANALİZLER	60
	3.1 MANTIKSAL NİCELİKLER	61
	3.2 MANTIKSAL KURALLAR	63
	BÖLÜM 4. MANTIK DEVRELERİ	65
	4.1 VE (AND) KAPISI	66
	4.2 VEYA (OR) KAPISI	66
	4.3 İNVERTER-EVİRİCİ	67
	4.4 VE DEĞİL (NAND) KAPISI	68
	4.5 VEYA DEĞİL (NOR) KAPISI	68
	4.6 EXCLUSIVE-OR KAPISI	69
	4.7 COINCIDENCE KAPISI	71
	4.8 ELEKTRONİK MANTIK DEVRELERİ	72
	4.8a DİYOTLU KAPI DEVRELERİ	72
	4.8b VE KAPI DEVRESİ	73
	4.8c EVİRİCİ	74
	4.8d DİYOT-TRANSİSTÖR KAPI DEVRELERİ	77
	4.8e DİRENÇ-TRANSİSTÖR KAPI DEVRELERİ	81
	4.8f TRANSİSTÖRLÜ KAPI DEVRELERİ	82

BÖLÜM 5.	MÜLTİVİBRATÖRLER	84
5.1	TEK DENGELİ MULTİVİBRATÖR	85
5.2	DENGESİZ MULTİVİBRATÖR	87
5.3	ÇİFT DENGELİ MULTİVİBRATÖR	89
5.4	SCHMITT TETİKLEYİCİ DEVRESİ	92
BÖLÜM 6.	MANTIK DEVRELERİNDE MULTİVİBRATÖR	97
6.1	DENGESİZ MULTİVİBRATÖR	98
6.2	TEK DENGELİ MULTİVİBRATÖR	99
6.3	ÇİFT DENGELİ MULTİVİBRATÖR	102
6.4	D-TİPİ FLİP-FLOPLAR	111
6.5	T-TİPİ FLİP-FLOPLAR	112
BÖLÜM 7.	555 TİMER ENTEGRESİ	114
7.1	555	115
7.2	555 UYGULAMALARI	121
BÖLÜM 8.	MODERN TİMER ENTEGRELERİNE GİRİŞ	137
8.1	MC 14536 PROGRAMLANABİLİR TİMER	138
8.2	MC 14536 İLE YAPILAN TİMER DİZAYNLARI	143
BÖLÜM 9.	PROGRAMLANABİLİR DİJİTAL GÖSTERGELİ TİMER DİZAYNI	150
BÖLÜM 10.	FILTER-MEDIA	163
	YARARLANILAN KAYNAKLAR	172
EKİ:	ÖRNEK PROGRAMLAR	

BÖLÜM 1

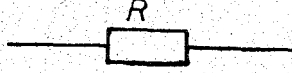
TİMER (ZAMANLIYICI) ELEMANLARI

TİPİK (ZAMANLIYICI) ELEMANLARI

Temele indirilirse R-L-C devrelerini basit zamanlıyıcı elemanları olarak görürüz.

1.1

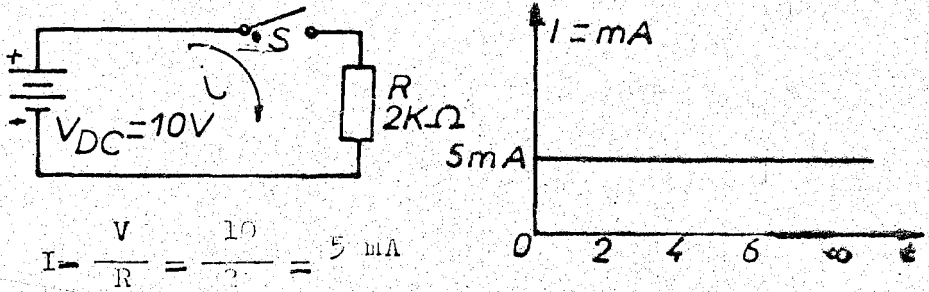
(R)-DİRENÇ



Yukarıda sembolü görülen direnç elektrik akımına karşı zorluk gösteren bir elemandır. Elektroninin temel elemanlarından olan direnç Ohm kanununa göre şöyle ifade edilir:

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

Direnç üzerinden akım geçtiği anda üzerinde gerilim düşümü olur. Biz bu özelliğinden zamanlıyıcılarda yararlanırız. Direnç için aşağıdaki gibi bir devre kuracak olursak $I = f(t)$ eğrisini şöyle gösterebiliriz



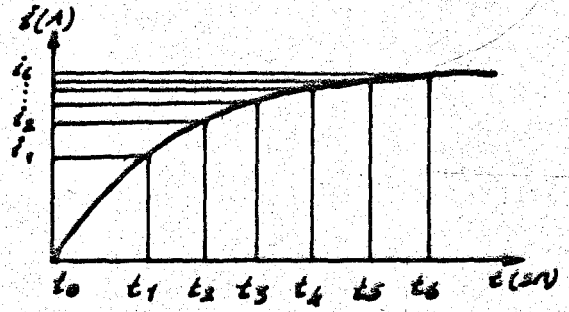
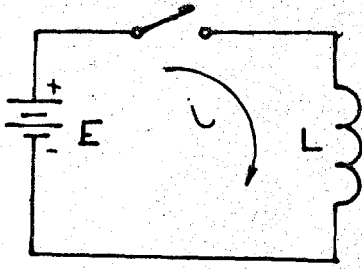
Devreye t_0 anında gerilim verildiği anda akım birden başlar. Dolayısıyla devreden akan akım 0 anında habilsa ∞ da durur.

1.2

(L)-BOBİN

Zamanlıyıcılarda kullanılan gerilim genellikle DC olduğundan biz tüm sistemlerimizi DC gerilime göre düşüneceğiz. Bir bobin DC'ye tatbik edilirse, Lenz kanununa göre akım birden maksimuma çıkmaz. Çünkü kendisine ent yönünde bir EMK oluşur, maksimuma ulaştıktan sonra devrenin omik direnci haricinde bir yük kalmaz. Akım kesilirse yine minimuma birden düşer, zira EMK bu sefer çoğaltıcı yönde olacaktır yine bir zaman geçmesi olacaktır. İşte bu özelliklere "geçirgen rejim" denir.

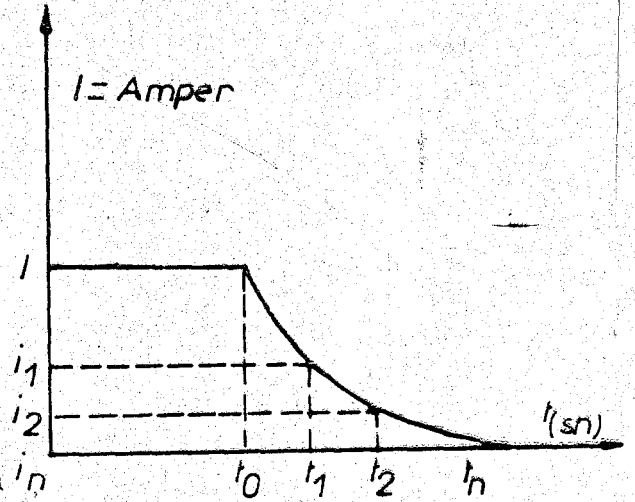
Aşağıda DC'ye uygulanan bir bobinin devre akımı ve $I = f(t)$ eğrisi görülmektedir.



$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right) \quad \text{Burada}$$

- i- t_0 anından sonraki akımın anı değeri (Amper)
- E- DC gerilim (Volt)
- R- Bobinin omik direnci (Ohm)
- L- Bobinin endüktansı (Henry)
- e- Neper logaritma tabanı (2,71828)
- t- Zaman (Sn)

Şimdi de akımın kesilmesi esnasındaki durumu inceleyelim.



$$i = I \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$$

Burada

- e- Neper logaritma tabanı (2,71828)
- i- Anı akım değeri (Amper)
- I- Devrenin max. sabit akımı (Amper)
- R- Bobinin omik direnci (Ohm)
- L- Bobinin endüktansı (Henry)

Endüktif devrede zaman sabiti $T = L/R$ ile tayin edilir. Burada L/R 'nin büyük olması zamanın büyümesini sağlar. Bu da büyük demir nüve ve kalın bakır tel ile sağlanır. Biz bir zaman sabitelik süredeki akımın aldığı değeri bulalım.

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \quad \text{de} \quad T = \frac{L}{R} \quad \text{olursa}$$

$$-\frac{R}{L} \cdot \frac{L}{R} = -1 \quad \text{olur. Dolayısıyla}$$

$$i = \frac{E}{R} (1 - \frac{1}{e}) = \frac{E}{R} (1 - \frac{1}{2,718})$$

$$i = 0,632 \frac{E}{R} \quad \frac{E}{R} = I \quad \text{olduğuna göre akım bir zaman}$$

sabitinde max. akımın % 63,2'sine yükselir. Anahtar açıldıktan sonraki bir zaman sabitesindeki akımın değeri

$$i = \frac{E}{R} (e^{-\frac{R}{L}t}) = \frac{E}{R} (e^{-\frac{R}{L} \cdot \frac{L}{R}}) = \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{e}$$

$$i = 0,368 \frac{E}{R} \quad \frac{E}{R} = R \quad \text{olduğuna göre akım bir zaman}$$

sabitinde max. akımın % 36,8'ine düşer.

1.3

(C)- KONDANSATOR

Kondansatöre DC gerilim uygulandığında üzerine enerji depo eder, AC gerilim uygulandığında AC'yi geçiren bir elementtir. Üzerine depo edilen gerilim formülü

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} \quad \text{ve} \quad dQ = C \cdot dUc \quad \text{dir.}$$

O halde $\frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dUc}{dt}$ yazılabilir.

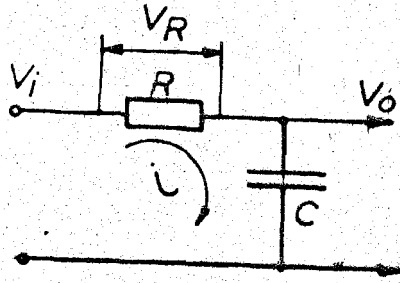
I_{t_0} anında $I_{t_0} = \frac{E}{R}$ olur. Başlangıç $\frac{dQ}{dt}$ deki

sarj değişim hızında E/R dir. $\frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dUc}{dt}$ olur.

Başlangıçta $\frac{dQ}{dt} = \frac{E}{R}$ olacağından $\frac{E}{R} = C \cdot \frac{dUc}{dt}$ olur. Buradan

$$E = RC \frac{dUc}{dt} \quad \text{yazılabilir.}$$

R.C zaman sabitidir. Buna T dersek, aşağıdaki R-C devresinde Kirşof kanunu uygularsak



$E = U_C + U_R = U_C + R \cdot i$ dir. Herhangi bir anda $i = \frac{dQ}{dt}$ idi

$U_C = \frac{Q}{C}$ değerinden, $E = \frac{Q}{C} + R \cdot \frac{dQ}{dt}$ olur. Bu diferansiyel denklem çözülürse $Q = E \cdot C \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$ den $U_C = \frac{Q}{C}$ den

$U_C = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$ 'ye eşittir.

Bir zaman sabitelik süre içerisinde devrenin alacağı durum şöyle olur,

$$t = R \cdot C = 1$$

$$U_C = E(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}) = E(1 - e^{-1})$$

$U_C = 0,632E$ olur. Yani bir zaman sabiti süresinde kondansatör geriliminin % 63,2'sine şarj olur. $t = R \cdot C$ 'yi 5 zaman sabitelik süre alırsak şöyle olur,

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

$$U_C = E(1 - e^{-5}) = E(1 - \frac{1}{e^5})$$

$U_C = 0,99326 E$ olur. Dolayısıyla U_C 5 zaman sabitelik bir sürede E 'nin % 99,326'sına şarj olur. Bu da yaklaşık olarak % 100 demektir.

Deşarj zaman sabitesi:

U_C eğrisinin $t = 0$ anındaki eğimi:

$$\left(\frac{dU_C}{dt}\right)_{t=0} = \frac{U_{C \text{ ilk}}}{R \cdot C} \text{ bu deşarj eğrisinin eğimidir.}$$

$$\left(\frac{dU_C}{R dt}\right)_{t=0} = \frac{U_{C \text{ ilk}}}{R \cdot R \cdot C} \text{ dir, } \left(\frac{dU_C}{R dt}\right)_{t=0} = \frac{di}{dt} \text{ ye eşittir.}$$

$$\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{U_{C \text{ ilk}}}{R^2 \cdot C} \text{ dir. Devreye kirşhof'un gerilim}$$

kanunu uygulanırsa, $R \cdot i + U_C = 0$ olur.

Hernangi bir anda değarj akımı,

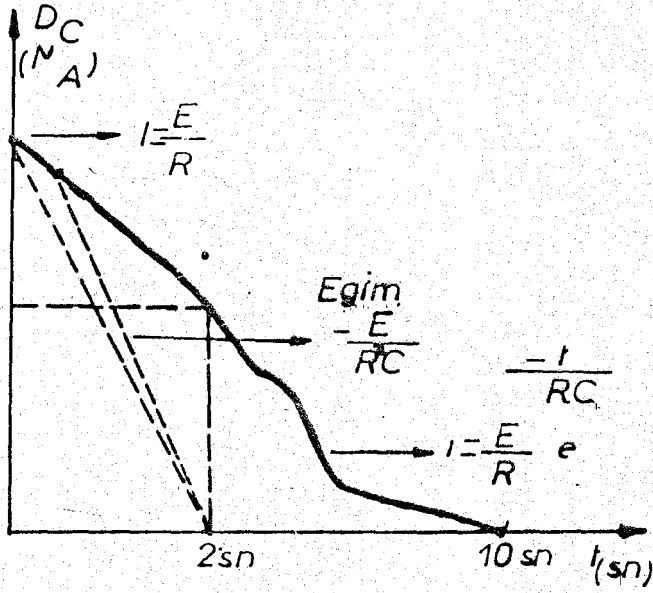
$$i = \frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dU_C}{dt} \text{ dir. } i\text{'yi yerine koyarsak,}$$

$$R \cdot C \cdot \frac{dU_C}{dt} + U_C = 0 \text{ diferansiyel denkleminde}$$

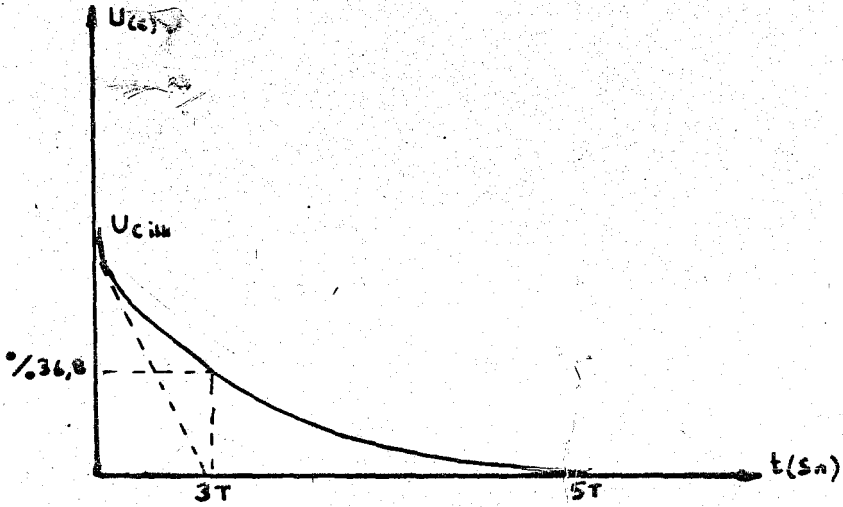
$$U_C = U_{C_{ilk}} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \text{ elde edilir. Bu denklem ile herhangi}$$

Bir anlık değarj gerilimi bulunur.

Kondansatörün değarj eğrisi



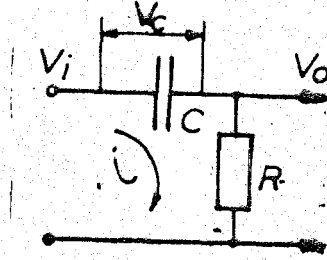
Kondansatörün değarj eğrisi



1.4

TÜREV DEVRESİ

Bir yüksek geçiren filtre olan türev devresinin matematiksel ifadesi şöyledir,



$$V_O = i \cdot R, \quad i = C \cdot \frac{dV_C}{dt}, \quad V_i = V_C + V_O,$$

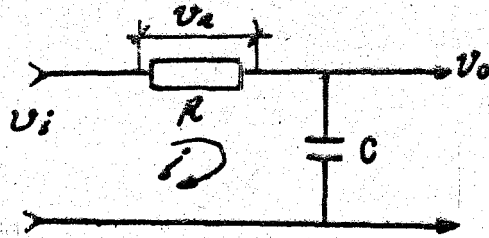
$V_O = C \cdot \frac{dV_C}{dt} \cdot R = R \cdot C \cdot \frac{dV_C}{dt}$ burada yüksek geçiren filtre olduğundan $V_C \gg V_O$ tutulur. Bunun için C kapasitesi çok küçük tutulur. Bu halde $V_i \cong V_C$ alınır,

$V_O = R \cdot C \cdot \frac{dV_i}{dt}$ elde edilir. O halde çıkış fonksiyonu giriş geriliminin zamanına göre türevidir.

1.5

İNTEGRAL DEVRESİ

Bir alçak geçiren filtre olan integral devresinin matematiksel ifadesi şöyledir,



$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \quad dq(t) = i(t) dt \quad \int dq(t) = \int i(t) dt$$

kondansatörün yükü olur.

$$dq(t) = C \cdot dV_C \quad \text{ve} \quad i = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{C \cdot dV_C}{dt} = C \cdot \frac{dV_C}{dt} \quad \text{olur.}$$

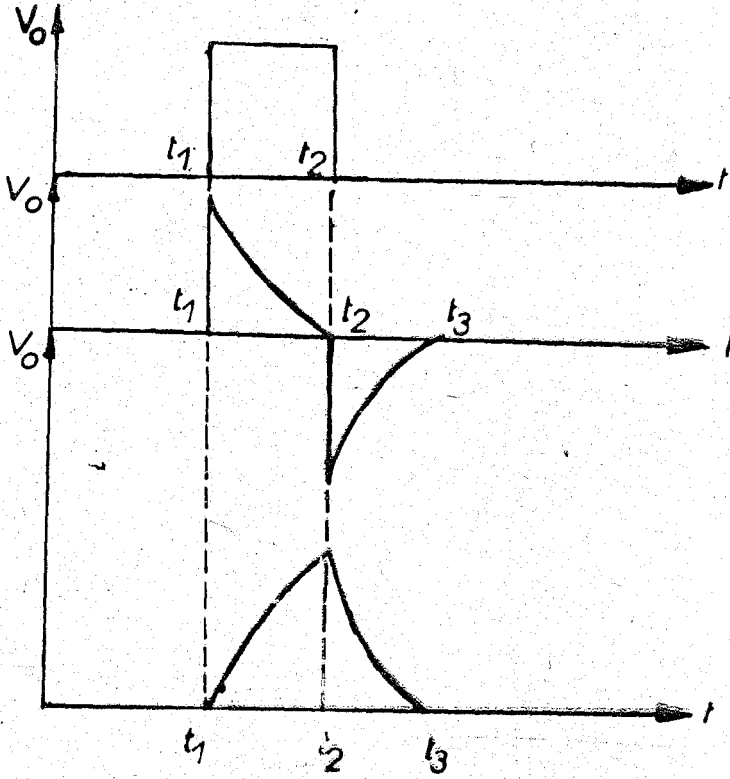
Buradan $V_O = V_C$, $i = C \cdot \frac{dV_O}{dt}$ ve $V_i = V_R + V_O$ dan

$V_O = 1/C \int i dt$ olur. C kondansatörü büyük seçildiğinden kısa devre kabul edilir. Dolayısıyla $i(t) \cong V_i/R$ olur. Buradan

$$V_O = 1/C \int \frac{V_i}{R} dt \quad V_O = 1/C \int i(t) dt \quad \text{olur. Dolayısıyla}$$

çıkış gerilimi girişin zamanına göre integraline eşittir.

Türev ve integral devreleri girişine bir kare dalga uygulanırsa çıkışta şu sinyal alınır,



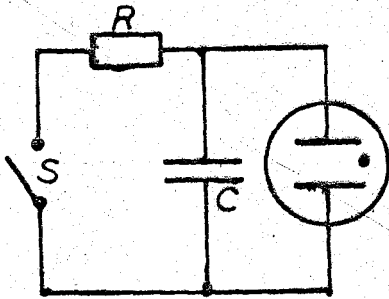
1.6

NEON LAMBA

Neon lambaları düşük katotlu gazlı lambalar sınıfına girer. Katot ve anot aynı yapıda olduğu için, ikisinde anot olarak söylenir. Lamba üzerinden iki yönde de akım geçer. Lamba içindeki elektronların birbirinden mesafesine göre ateşleme gerilimi değişir. Çeşitli gerilimlerde çalışan, birçok çeşit neon lamba vardır. Lambadan akım geçtiği lambanın ışık vermesiyle anlaşılır.

Neon lambalarının verdiği ışık, gazın cinsine göre değişir. Fakat hepsine genel olarak neon lambası ismi verilir. Kuvvetli bir R.F. alanı, neon lambası içindeki gazı iyonize edeceğinde, R.F. nin mevcudiyeti neon lambası ile anlaşılabilir.

Neon lambalı Vibratör devresi:

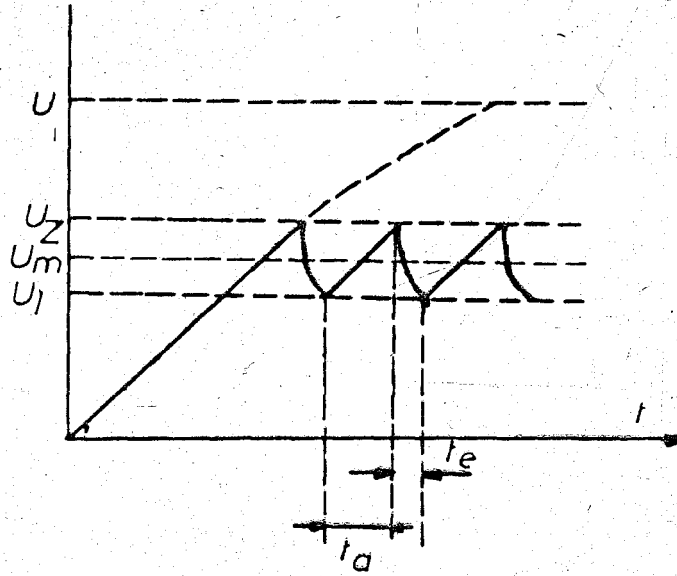


$$T = t_a + t_e$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_a + t_e}$$

$$t_a = R \cdot C \cdot \ln \frac{U - U_1}{U - U_2}$$

$$t_c = R_1 \cdot C \cdot \ln \frac{U_Z}{U_L}$$



Testere diği dalgenin diğ kenarları düzün kabul edilirse (alışılmıg neon lambalarda neta %1'in altındadır) durum:

$$f = \frac{U - U_m}{C \cdot R \cdot (U_Z - U_L)}$$

$$U_m = \frac{U_Z + U_L}{2}$$

Şarj direnci halinde şarj periyodunun kullanılmasıyla vibratör devrelerinde:

$$t_a = \frac{C(U_Z - U_L)}{I_L}$$

$$f = \frac{I_L}{\frac{C \cdot (U_Z - U_L)}{I_L} + R_1 \cdot C \cdot \ln \frac{U_Z}{U_L}}$$

Tahmini hesaplar içindir (deşarj zamanı ihmal edilmiştir).

$$f = \frac{I_L}{C \cdot (U_Z - U_L)}$$

T - Bir vibrasyon periyodunun süresi

t - Şarj zamanı

t^a - Deşarj zamanı

U^e - Tatbik edilen voltaj

U - Ateşleme voltajı

U^Z - Ortalama voltaj

U^m - Söndürme voltajı

f^L - Vibrasyon frekansı

R - Şarj direnci

C - Şarj kondansatörü

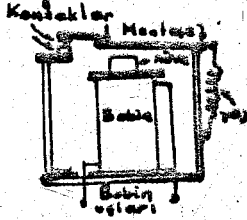
R₁ - Lambanın iç direnci

I_L - Yük direnci olarak çalıyan periyottan geçen şarj akımı.

Röleler sanayide bir anahtar olarak kullanılır. Küçük akım ve gerilimler ile büyük akım ve gerilimlerin kontrolunu sağlarlar. Ayrıca doğru akım devreleri ile alternatif akım devrelerinin de kontrol edilmesini sağlarlar. Bilindiği gibi lamba, transistör gibi elektronik devre elemanları doğru akım altında çalışırlar. Röleler ile, yüksek A.C. akım ve gerilim ile çalışan bir devrenin elektronik olarak kontrolu yapılabilir.

Yine devrede bir anahtar gibi çalışan, tristör ve triyakların imali ile röleler önemini kaybetmişse de, bazı devrelerde bu elemanlara tercih edilirler. Triyak ve tristör bir tek yük akımını kontrol edebildiği halde, üzerinde çok sayıda anahtar grubu bulunan bir röle ile çok sayıda yük akımı aynı anda kontrol edilebilir. Yanlış kullanıma sırasında bu elemanlar kolayca bozulabildiği halde röleler daha dayanıklıdır. Çoğu zaman tamirleride mümkündür. Bozulan röle kontakları değiştirilebilir. Kontaktarı aşındığında zımpara ile temizlenir. Yanan röle bobini yeniden sarılabilir.

Bir röle başlıca iki kısımdan meydana gelir. Bunlar 1-Röle bobini, 2-Röle kontaklarıdır. Röle bobinleri genellikle yuvarlak bir makara üzerine sarılır. Makaranın ortasından, yumuşak demir bir nüve geçirilir. Nüvenin yumuşak demirden olmasının sebebi üzerinde artık mıknatıslık kalmaması içindir.



Röle bobini devrede elektro mıknatıs gibi çalışır. Bobin üzerinden akım geçtiği zaman nüve mıknatıslanarak, karşısında bulunan madeni kapağı çeker. Kapağın hareketi ile röle kontakları kapanır. Burada röle kontakları bir anahtar gibi çalışır.

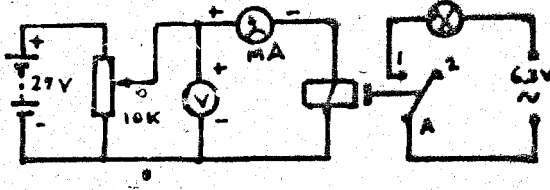
Röle bobini, bir elektronik devrede yük olarak çalışır. Yükten akım geçmesi ile bobin mıknatıslanır, kapağı çekerek kontakların kapanmasını sağlar. Elektronik devre: Isı, ışık, radyo dalgası, zaman gecikmeli, periyodik olarak ve benzeri bir çok şekilde, röle akımı ile kontrol edebilir. Elektronik devre alçak D.C. gerilim ve akımla çalıştığı halde, kontaktardan geçen akım A.C. olabildiği gibi yüksek gerilim ve akım değerlerinde de olabilir. Kontaktların yapısı ve büyüklüğü, taşınacak akıma uygun olarak yapılmalıdır. Akım büyüdükçe kontak yüzey alanınının geçen akımı taşıyacak şekilde büyük yapılması gerekir.

Devamlı açılıp kapanan röle kontaklarının, hem sert olması hem de ark ile bozulmaması için iyi iletken bir malzemeden yapılması gerekir. Platin ismi verilen röle kontakları, aslında gümüş, nikel, kobalt alaşımıdır. Bazen bakır üzerine gümüş kaplanmış kontaklara da rastlanır. Kontak yüzeyinin çok düzgün ve temiz olması arki önler. Ancak yüksek gerilimle çalışan veya büyük akım taşınan kontakların

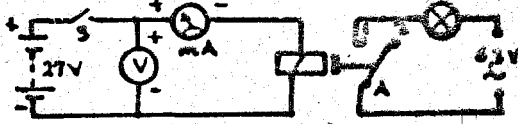
yüzeyle yinede ark ile bozulabilir. Kontaktardan D.C. akım geçiyorsa, arki önlemek maksadıyla, kontak uçlarına 0,05 μ F ile 0,1 μ F arasında bir kondansatör bağlamak uygun olur.

Aşağıda bir röle bobinine iki değişik akım uygulanış şekli görülmektedir. (A) şeklinde akım bir potansiyometre üzerinden bobine uygulanıyor. Potansiyometrenin orta ucunun, alt uçtan, yukarı doğru hareketiyle, röle 0'dan 27 Volta doğru artan bir gerilim uygulanır. Uygulanan gerilimin yavaş yavaş artışı sırasında röle bobininden geçen akım da yavaş yavaş artmaktadır. Bobinden devamlı akım geçtiği halde, akımın küçük değerlerinde elde edilen elektromanyetik kapağı çekmeye yetmez. Kritik akıma ulaştığında, kapağın titreştiği görülür. Bu arzu edilmeyen bir durumdur. Röle anahtar devresinde bulunan ampul, bu titreşime bağlı olarak yanıp söner. Bobinden geçen akımı arttırarak bu noktaya geçtiğimizde, kontaklar tamamen kapanır ve lamba devamlı yanar. Görüldüğü gibi röleye, bir potansiyometre üzerinden akım uygulamak, istenmeyen bir çalışmaya sebep olmaktadır.

Sekil A



Sekil B



(B) şeklinde ise S anahtarı

birleştire büyük bir akım geçer. Transistör ve lamba gibi elemanlardır. Yükten geçen akım yavaş yavaş artıp ani olarak düşer. Bu gibi devre akımını bir potansiyometre ile kontrol etmek mümkün değildir. Keskin bir şekilde artıp sonra yavaş yavaş düşer. Ancak röle bobininde kullanılan akımın yavaş yavaş artması istenir. Bu nedenle yüksek gerilimden geçen akımın yavaş yavaş artması için potansiyometre kullanmak daha uygundur.

Rölenin bobin uçlarındaki gerilim önemlidir. Yüksek gerilimde çalıştırıldığında dirençleri yüksek olur.

gerilim altında çalışan röle bobinlerinin ise, belli bir güç elde edebilmeleri, yüksek akım geçirmeleri ile sağlanır. Buna karşın kalın telden daha az sızırli olurlar ve dirençleri de düşüktür.

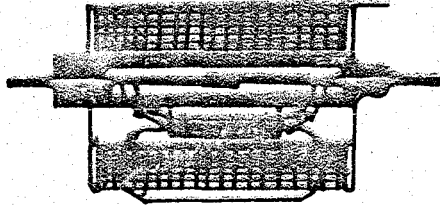
Röleler doğru akımda çalışırlar. Çünkü, alternatif akımda elde edilen manyetik alan, devamlı yön değiştirir. Aslında N-S kutuplarının değişmesi kapağın devamlı çekilmesini etkilemez. Kapağı titreten geçen akımdaki değişimdir. Doğru akımda çalışan bir bobinin endüktansı ve endüktif reaktansı sıfır olarak düşünülür. Bobinin üzerine ohm olarak direnci yazılır. Bazı bobinlerde ise, çalışma gerilimi belirtilmiştir.

Rölelerin yapım şekilleri:

Kuru dil kontaklı röleler, örneğin: Reed röle, Herken röle aşağıda görüldüğü gibi bir uyarıcı bobin ve bir dil kontak veya dil kontaktardan meydana gelmiştir. Kuru dil kontaktlar bir cam muhafaza içine konmuş demir nikel alaşımından dil çek içindeki çubuktan oluşur. Dillerin kontak uçları genellikle altın kaplıdır. Böylece kontak görevini daha iyi yapar ve kontaktlar birbirine yapışmaz. Cam muhafaza basınçlı olarak % 95 Azot ve % 3 Hidrojenle doldurulmuştur. Böylelikle kontaktlar arasında normal havadakinden daha yüksek iletkenlik yönündeki gerilim sağlanır.

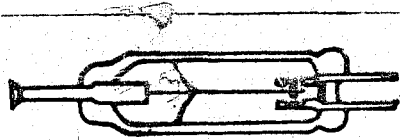


Dil kontak



Açıklı dil kontaklı röle

Civalı dil kontaklı röleleri ömürleri bir milyardan fazla anahtarlama sayısına sahiptir. Aşağıda görüleceği gibi bu ömür kontaktlarda civa kullanmakla sağlanmıştır. Civa kontaktların üst yüzeyini devamlı olarak koruyarak yeniler. Civa kontaklı röleler dik olarak imal edilmelidirler.



Universal kontak



Kelebek kontak

Zaman Röleleri:

Bobini enerjiledikten veya bobinin enerjisi kesildikten belirli bir süre sonra kontaktları durum değiştiren rölelere zaman rölesi adı verilir.

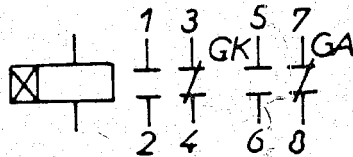
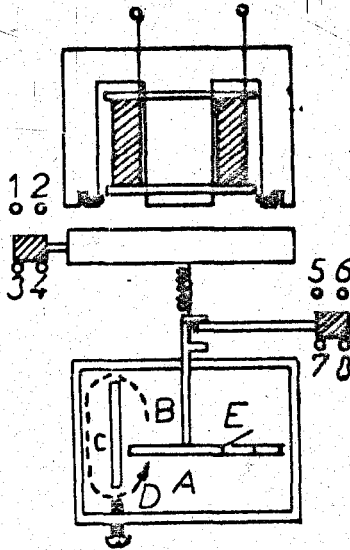
Düz zaman röleleri: Bobini enerjiledikten sonra gecikme yapan zaman rölelerine, düz zaman rölesi adı verilir. Düz zaman rölelerinde bobin enerjiledikten bir süre sonra, rölenin normalde kapalı kontağı açılır, normalde açık kontağı kapanır. Düz zaman

rölelerinde bobinin enerjisi kesildiğinde, kapanmış olan kontak ani olarak açılır, açılmış olan kontak ise ani olarak kapanır.

Ters zaman röleleri: Bobinin enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan zaman rölelerine, ters zaman rölesi adı verilir. Ters zaman rölelerinde bobin enerjilenince, normalde açık kontak ani olarak kapanır, normalde kapalı kontak ise ani olarak açılır. Ters zaman rölelerinde bobinin enerjisi kesildikten belirli bir süre sonra, evvelce kapanmış olan kontak açılır, evvelce açılmış kontak ise kapanır.

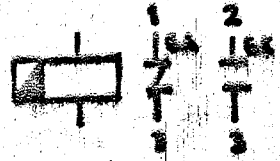
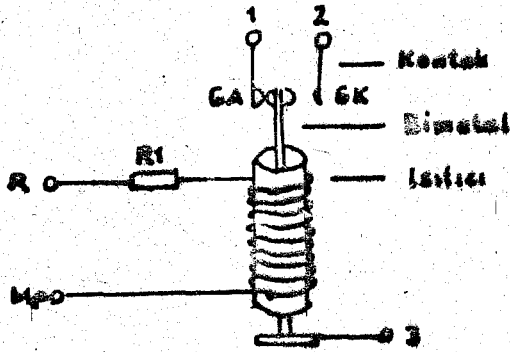
Pistonlu zaman röleleri: Zaman gecikmesini bir pistonla sağlayan zaman rölelerine, pistonlu zaman rölesi adı verilir.

Aşağıdaki şekilde yapısı verilen düz zaman rölesinin bobini enerjilendiğinde, rölenin paleti yukarı doğru çekilir. (3-4) nolu normalde kapalı kontak hemen açılır ve (1-2) nolu normalde açık kontak hemen kapanır. Palet yukarı çekildiğinde, palete bağlı olan yay pistonu yukarı çeker. Yalnız piston çok yavaş hareket eder. Çünkü (B) boşluğundaki akışkanın (C) kanalı ve ayarlı (D) deliği yoluyla (A) boşluğuna geçmesinde karşılaştığı direnç, pistonun hareketini yavaşlattırır. Bu nedenle (5-6) ve (7-8) nolu kontakların durum değiştirmeleri gecikir. Belirli bir sürenin sonunda yani piston belirli bir yol aldıktan sonra, (7-8) nolu kontak açılır ve (5-6) nolu kontak kapanır. Düz zaman rölesinin bobin akımı kesildiğinde, palet ve piston ani olarak aşağıya düşer. Piston üzerinde bulunan (E) klapesi, pistonun aşağı hareketinde hemen açılır. (A) boşluğundaki akışkan klapenin deliğinden (B) boşluğuna kolayca geçer. Bu nedenle piston paletle birlikte hızla aşağı doğru hareket eder. Bu durumda kapanmış olan kontaklar hemen açılır ve açılmış olan kontaklarda hemen kapanır. Buradaki zaman ayarı (D) deliğinin büyültüp küçültülmesiyle sağlanır.

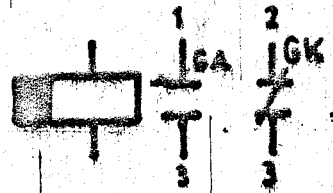
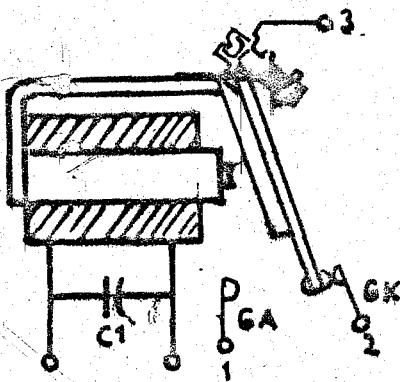


Düz zaman rölesi

Termik zaman röleleri: Zaman gecikmesinin ısı ile sağlandığı zaman rölelerine, termik zaman rölesi adı verilir. Aşağıda görüleceği üzere bir termik zaman rölesi ısıtıcı, bimetal ve kontak olmak üzere üç parçadan oluşur. Isıtıcı eleman seramik tüp üzerine sarılır. Isıtıcının çekeceği akım (R_1) direnciyle sınırlanır. Bimetal seramikten yapılmış tüp içinde bulunur. Isıtıcı şebekeye bağlandığında ısıtıcının sıcaklık derecesi yükselmeye başlar, seramik tüpde doğan ısı bimetale geçer. Bimetalin sıcaklık derecesi yavaş yavaş yükselir. Bi metal ısındıkça sağa doğru eğilmek ister. Mekaniki bir düzen bimetalin yavaş hareketini engeller. Bimetalde doğan eğilme kuvveti uygun bir değere yükseldiğinde, bimetal ani olarak sağa doğru hareket eder. Normalde kapalı (1-3) nolu kontak açılır. Normalde açık (2-3) nolu kontak kapanır. Böylece ısıtıcının devreye bağlanmasından bir süre sonra kontaklar durum değiştirmiş olur.



Doğru akım zaman röleleri: Bir röleyle yardımcı elemandan oluşan ve yalnız doğru akımda çalışan zaman rölelerine, doğru akım zaman rölesi adı verilir, bu tip zaman röleleri de basit yapıları nedeniyle kumanda devrelerinde çok kullanılırlar. Doğru akım zaman rölelerinin çok çeşidi vardır. Aşağıdaki kondansatörlü zaman rölesi bunlardan biridir. Bu zaman rölesi, bir doğru akım rölesille bir kondansatörün paralel bağlanmasından oluşur.



Kondansatörlü zaman rölesi şebekeye bağlandığında, röle enerjilenir. Normalde kapalı (2-3) nolu kontak açılır. Normalde açık (1-3) nolu kontak kapanır. Kondansatör kısa bir zaman içinde üretilen gerilimine şarj olur. Kondansatörlü zaman rölesi şebekeden ayrıldığında, röle bobininden geçen üretilen akımı sıfır olur. Fakat şarj olmuş

kondansatör bobin üzerinden boşalmaya başlar.Kondansatörün deşarj akımı,paleti bir süre daha çekik tutar.Kondansatörün deşarj akımı sıfır olmadan palet açılır.Kontaklar normal konumlarına dönerler. Böylece kondansatörlü zaman rölesinin şebekeden ayrıldığı an ile kontakların normal konumlarına döndükleri an arasında,bir gecikme sağlanmış olur.

1.8

LAMBALAR

Radyo,televizyon,radar gibi elektronik devrelerde genel olarak vakumlu lambalar kullanılır.Bu lambaların anot amakları çok düşüktür.Genel olarak bu akım 1 ile 250 mA 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,havaşı boşaltıldıktan sonra gaz doldurulmuştur.Lamba sembollerinin içinde bulunan nokta o lambanın gazlı lamba olduğunu gösterir.

Vakumlu Lambalar:

Elektron teorisi:Atom,bir elementin kendi özelliklerini koruyan en küçük parçasıdır.Atom (-) yüklü,hafif ve hareketli elektronlar,(+) yüklü ağır ve hareketsiz protonlar ile yüksüz ağır ve hareketsiz nötronlardan oluşmuştur.Elektronlar (+) yüklü çekirdek çevresinde elips şeklinde bir yörünge üzerinde dönerler.En yakın yörüngede en fazla 2 ,en son yörüngede ise en fazla 8 elektron bulunabilir.Ara yörüngelerde $2.n^2$ (n:yörünge no) formülü ile elektron sayısı bulunabilir.

İletkenler:Atomun en son yörüngesindeki elektron sayısı 4'den az ise genel olarak bu madde iletkendir.4'den fazla elektron varsa bu madde genel olarak yalıtıcıdır,yada ameteldir.4 elektron varsa bu malzeme genel olarak metal veya yarı iletkendir.

Elektron akışı:Elektronlar (-) yüklü parçacıklar olduklarından,elektron akışı elektronların fazla (-) yük tarafından itilmesi ve (+) yük tarafından çekilmesi şeklinde olur.Yani elektron akışı (-) yükten daha az (-) yüke doğru olur.

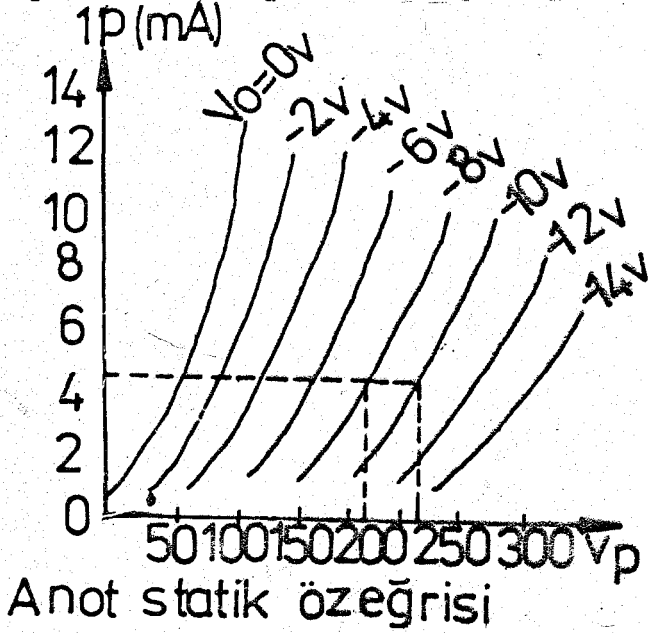
Çekirdek etrafında dönen elektronlar çekirdeğe gevşek olarak bağlı iseler bunların çekirdeğin çekiminden kurtulup açığa çıkmaları ve başka bir atomun çekim alanına girmesi olası olur.Elektronların bu yer değiştirmesine elektron akışı denir.

Emisyon:Elektron tüplerinde genellikle akım taşıyıcılar elektronlardır.Bu nedenle bu akım taşıyıcılarını elde etmek önemlidir.Madde içindeki elektronlaratom çekirdeği etrafında büyük bir hızla dönerler.(Aynı zamanda kendi etraflarında da dönerler).Bu iki hareket sonunda birbirleriyle çarpışan elektronlar bağlı buldukları yörüngeden koparlar ve madde (-) yüklenmiş olur.Elektronlar boşlukta tekrar (+) yüklü maddeye dönerler,yani normal şartlarda elektronlar madde yüzeyini terketmezler.Bu nedenle bir maddenin elektronlarını bu maddenin yüzeyinden dışarıya çekebilmek için bu elektronların kinetik enerjilerini arttırmak gerekir ve bu enerjinin düzeyi,cismi terkedem elektronların tekrar geri dönmeleri için belirli bir miktar enerjiden fazla olmalıdır.İşte elektronların madde dışına çıkarılmasına elektronikte emisyon denir.

kumanda gri gerilimi arttıkça anot akımı artmaz. Kumanda gri (+) olduğunda bir kısım elektronları kendisine çeker. Buda kumanda grinin ısınmasına neden olur. Gerek kumanda gride gerek anotda doğacak ısı lambanın aşırı derecede ısınmasına neden olacağından darbe devreleri hariç triyot lambalar (+) kutuplamada geliştirilmez.

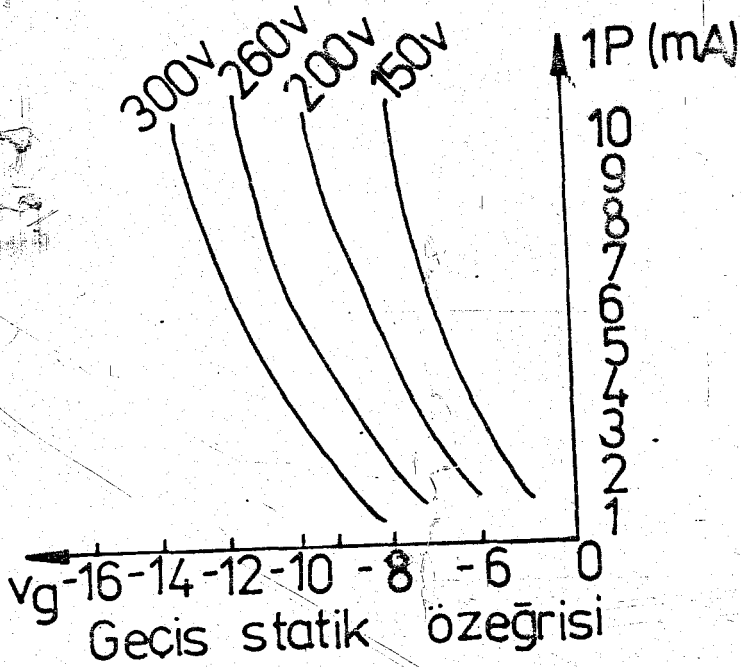
Anot statik öz eğrisi:

Anot gerilimi ile anot akımının arasında gri gerilimi sabit tutularak elde edilen öz eğrilerdir. Bu öz eğriler incelendiğinde grinin negatifliliği arttıkça eğrilerin sağa doğru kaydığı görülür.



Geçiş (transfer) statik öz eğrisi:

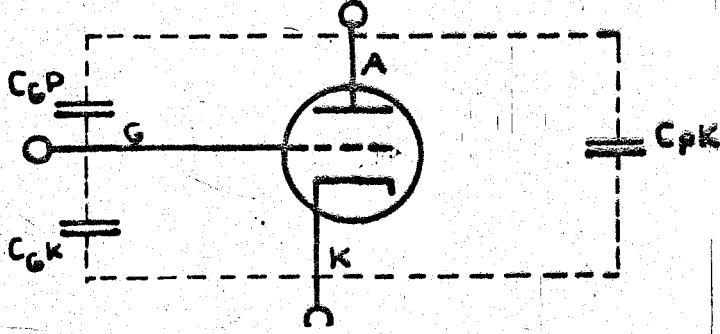
Anot akımı ile gri gerilimi arasında anot gerilimi sabit tutularak elde edilen öz eğrilerdir. Kumanda grinin (-) liği arttıkça, belirli bir noktada anot akımının sıfır olduğu yani kesime girdiği görülür. Ayrıca eğrilerin kesime yakın kısımlarının düz olmadığı, doğrusal kısımlarının ortalarında ve üstlerde olduğu görülür.



Triyot lamba iç kapasiteleri:

Bir triyot lambada elektrotlar arasında iletken bir bağ bulunmadığından, daha doğrusu elektrotlar arasında yalıtkan bir ortam bulunduğundan iki elektrot adeta bir kondansatör oluşturur. Şekil 1.92'de görüldüğü gibi bir triyot lambanın 3 elektrotu arasında yalıtkan bir ortam bulunduğundan üç kapasite oluşur. Anot ızgara arasındaki kapasite C_{GP} ile anot katot arasındaki kapasite C_{GK} ile gösterilir. Bu kapasitelerin değerleri 2-10 pF gibi çok küçüktür. Yalnız yüksek frekanslarda reaktansları çok azalacağından istenmeyen iletimlere neden olurlar. Özellikle C_{GP} kapasitesi çıkıştan girişe beşleme yapar ki buda kararsız çalışmaya veya devrenin osilasyon yapmasına neden olur. Bu kapasite ile devrenin salınım yapması bazen istenebilir.

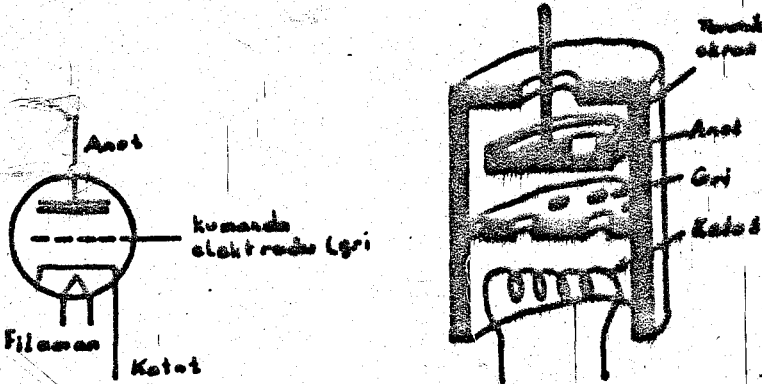
Şek: 1.92



1 10

TAYRATRON

Bir tayratron lamba genel olarak bir vakumlu triyot lambaya benzemektedir. Bir cam tüp içine anot, katot, kumanda elektrodu ve fileman yerleştirilerek tayratron lamba meydana getirilir. Vakumlu lambalardan farklı olarak tayratron lamba içinde gaz (argon, hidrojen, xenon, vs.) ve cıva buharı olduğunu, ayrıca yukardaki elemanların özel olarak yapılıp yerine yerleştirildiğini belirtmek gerekir. Şekil 1.101'de tayratron lambanın yapısı ve sembolü görülmektedir.

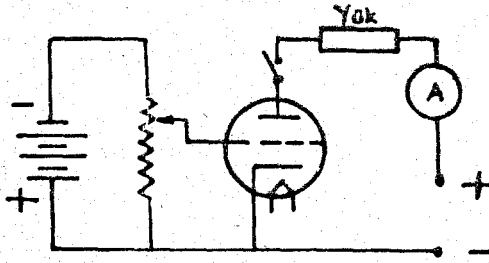


Tayratron lambanın sembolü ve yapısı

Şek: 1.101

Yukarıdaki şekil incelenirse triyot lamba ile tayatron lamba arasındaki yapı farkı olduğu görülecektir. Vakumlu triyot lambalarda anot ile katot arasında bulunan gri, elektronların serbestçe geçebilmesi için, spiral, basamaklı, geritli spiral şeklinde yapılmıştır. Tayratronda ise anot ile katot arasında levha şeklinde gri bulunur. Bu grinin ortasında elektronların geçebilmesi için pencere veya yuvarlak delikler vardır. Bu grinin yapısı katotdan anoda gidecek kaçak elektronları önleyebilecek şekildedir. Aksi halde gri kontrolünün dışında kalarak kaçak hareket eden elektronlar lambanın ateşlenmesini sağlayabilir. Bunun sonucu lambanın kontrolü ve ayarlı olma özelliği ortadan kalkar.

Tayratron lambasının çalışma prensibi triyot lambasınınkinden benzer. Arada bazı farklar vardır. Bu farklar tayratronun özelliklerini meydana getirir. Bir tayratron lambayı şekil 1.10.2'deki gibi akım kaynaklarına bağlayalım.



Tayratron lambasına akım kaynaklarına bağlanması

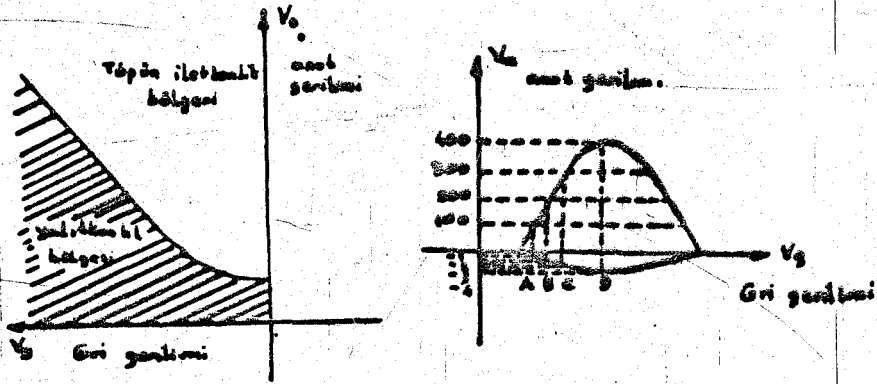
Şek: 1.10.2

Anot (+), katot (-) olacak şekilde bir doğru akım kaynağı bir devreye bağlanırsın. Yine diğer bir doğru akım üretici gri (-) olacak şekilde lambanın kumanda devresi ile katot ucu arasına bağlanırsın. Lambanın filemanı iyice ısandıktan sonra S anahtarı kapatılırsın. Grinin negatifliğine bağlı olarak katotdan çıkan elektronlar ya geri dönerler veya anoda gideceklerdir. Eğer grinin negatifliği az ise katotdan çıkan bir kısım elektronlar anoda gelecek veya anot tarafından çekilecektir. Devreye bağlı yükten ve ampermetreden belirli bir değerde akım geçecektir. Gri gerilimi (+) veya (-) olacak şekilde ayarlı bir direnç ile değiştirelim. Bu durumda anottan geçen akımın değişmediği görülecektir. Hatta gri devresine bir anahtar koyup gri gerilimini kessek dahi lambanın anottan akım geçirmeye devam ettiğini göreceğiz. Olay şu şekilde açıklanabilir. Katotdan elektronlar çıkar, bu elektronlar (-) yüklü griyi geçtikten sonra anot tarafından çekilirler. Elektronlar yollarına devam ederken gaz atomlarına çarparak gazların elektronlarını koparırlar. Gazlardan kopan bu elektronlar katot elektronları ile birlikte anot tarafından çekilirler. Elektron kaybeden gaz atomları (+) yüklü iyon durumuna geçerler. Bu olaya iyonlaşma veya iyonizasyon denir. (+) yüklü iyonlar katot tarafından çekilerek katottan elektron alır ve tekrar atom özelliğini kazanır. Bu atomlar aldıkları elektronlarla nötr duruma geçerler. Bu olaya iyonlaşmanın nütürleşmeye dönüşmesi veya deiyonizasyon denir.

Pozitif yüklü iyonlar katot tarafından çekildiği gibi (-) yüklü gri tarafından da çekilirler. Bu iyonlar grinin elektronlarını alarak grinin negatifliğini ortadan kaldırırken kendilerini yüküzlü gaz durumuna getirirler. Griyi ne kadar (-) yaparsak yapalım etrafındaki (+) iyonlardan dolayı bu işlem gerçekleşmeyecektir. Bunun sonucu olarak ateşlenmiş bir tayratron lambanın gri gerilimini değiştirmekle lambanın iletkenliğinin önlenemeyeceği anlaşılmaktadır.

Tayratron lambada gri geriliminin değişimi ile lambadan akımın geçişi arasındaki zamana "iyonize zamanı" denir. Lambaların iyonize zamanı yaklaşık olarak 10 μ s kadardır. Anot akımının kesilmesinden sonra iyon yüklerinin sıfır olacağı ana kadar geçen zamana "deziyone zamanı" denir. Bu zaman tayratron lambalarda 100 ile 1000 μ s arasında değişir. Bu sebepten tayratron lambalar 500 saykılın üstündeki alternatif akım devrelerinde kullanılmazlar. Bununla beraber hidrojen doldurulmuş tayratronlarda deziyone zaman oldukça kısaltılmıştır.

Şekil 1.103'da bir tayratron lambanın kritik gri gerilimi eğrisi verilmiştir. Kritik gri gerilimi, lambanın ateşlenmesini sağlayan polarma gerilimidir. Örneğin gri polarma gerilimi -4 V iken eğer anot gerilimi 200 V ise lamba ateşlenmez. Anot gerilimi 400 V'a yükselirse lambanın ateşlendiği görülür. Bu eğriye göre anot gerilimi 400 V olan bir lambanın kritik gri gerilimi -4 V'dur. Eğer anot gerilimi sabit tutulmuş ise, örneğin 300 V, gri gerilimi -3 V'a düştüğünde zaman lamba ateşlenir, diğer gerilimlerde ateşlenmez.



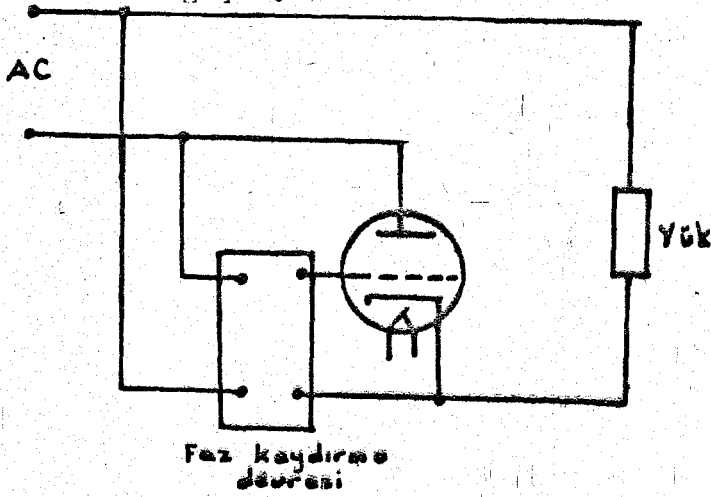
Kritik gri gerilimi eğrisi
Sek: 1.103

Tayratron lambaların kontrolü:

Tayratron lambalar elektrik devresinde anahtar görevi yaparlar. Sabit güçlü 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 kapatarak bir anahtar gibi çalışır, ayrıca bir reosta gibi devre akımını kontrol eder. Devre akımının kontrolü şekil 1.104'deki devre ile yapılır.

Lambadan geçen akımın miktarı, lambanın (+) alternansına göre iletkenlik müddetine bağlıdır. Bir alternansın lambadan geçebilmesi lambanın ateşleme anına bağlıdır. Şekilde görülen devrede lambanın anot katot gerilimi ile kumanda elektrodu katot arasındaki gerilimler faz değiştirme devresi ile birbirine göre kaydırılır. İki gerilim arasında ileri faz, geri faz durumları meydana getirilir. Şekildeki faz değiştirme devresi ile gri gerilimi 30° geciktirilirse, alternansın

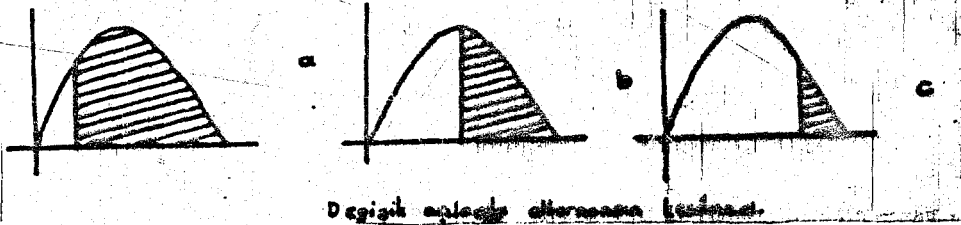
başlamasında lamba uçlarında şebeke gerilimi olduğu halde lamba ateşlenmez. 30 derecede ise gri gerilimi (+) olur, lambayı ateşler ve lamaba bu anda iletme geçer.



Sek:1.10.4

Faz kaydırma devresi

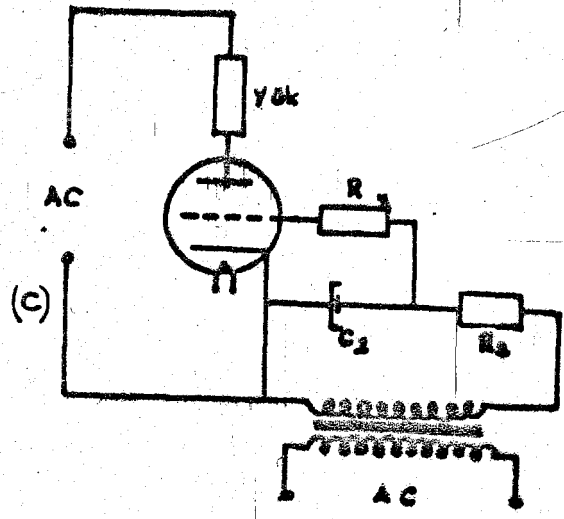
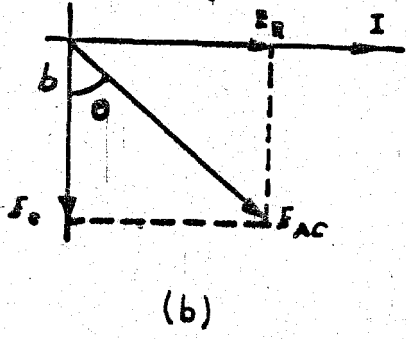
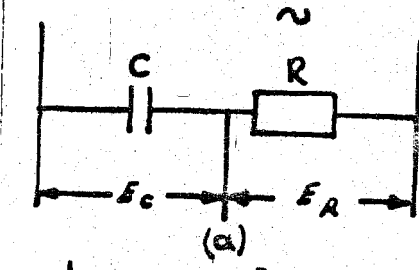
Bu iletkenlik alternansın sonuna kadar devam eder. Şekil 1.10.5a'da bu durum görülmektedir. Eğer faz değiştirme devresi lambayı alternansın tam ortasına ateşlerse, şekil 1.10.5b'de görüldüğü gibi lamba yarım alternansta devreden akım geçirir. Şekil 1.10.5c'de görüldüğü gibi faz kaydırma devresi lambayı alternansın sonuna doğru ateşlerse iletim zamanı daha fazla azalır. Şekillerden anlaşılacağı gibi alternansların iletilen kısımlarının ortalama değerleri alınırsa faz kaydırma açısına göre değişik değerler elde edilir. Yük direnci değişmediği halde ortalama yük gerilimi yukarıda görüldüğü gibi değiştirilirse devreden geçen akım değeri de değişir.



Değişik açılarda alternansın iletimi.

Sek: 1.10.5

Anot gerilimi ile gri gerilimi arasındaki faz farkı faz değiştirme devreleri ile elde edilir. Şekil 1.10.6'da bir direnç ile bir kondansatörden oluşan faz değiştirme devreleri ile kontrol edilen bir tayartron verilmiştir. Bu devrede bir direnç ile bir kondansatör seri olarak bağlanmışlardır. Bunların ortak uçları düşük gerilimli bir alternatif gerilim kaynağına bağlanmıştır. Şekilde bu elemanlar R2 ve C2 olarak gösterilmiştir. R ise gri akımını sınırlıyan dirençtir. Direnç ve kondansatörün seri bağlı olduğu devreye bir alternatif akım verilirse, devreden geçen akım direnç uçlarındaki gerilimle aynı fazdadır. Kondansatörün uçlarındaki gerilim ise, akımdan 90° geridedir. Bu iki gerilimin vektöryel toplamı faz değiştirme devresine uygulanan gerilimdir.



Faz değiştirme ve devresi

Şekil 1.10.6

Şekil 1.10.6a bir direnç ve bir kondansatörün seri bağlanmasını, Şekil 1.10.6b bu devrenin vektör diyagramını, Şekil 1.10.6c ise faz kaydırmalı tayatron devresini göstermektedir. C2 kondansatörünün uçları tayatron lambanın katodu ile gri arasına bağlanmıştır. Buradaki gerilim şebeke geriliminden θ açısı kadar geridedir. Dolayısıyla anot gerilimi ile gri gerilimi arasında θ açısı kadar fark meydana gelir. Devredeki R2 veya C2'nin değeri değiştirilirse, θ açısında değişir. Açının değişmesi ateşleme zamanını değiştirir ve devre akımını ayarlar.

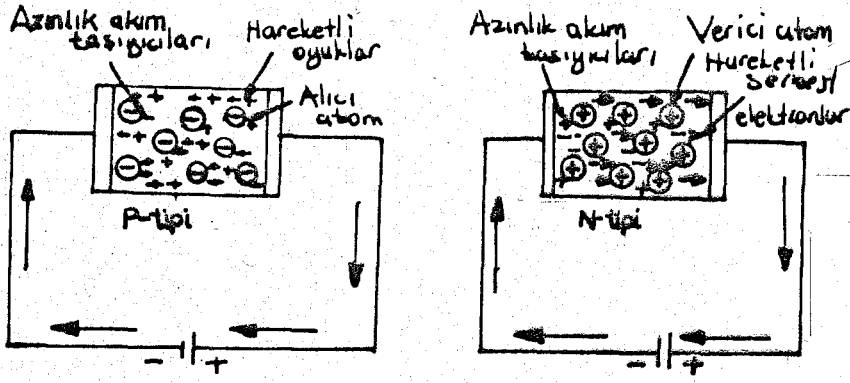
1.11

DIYOTLAR

Diyot, bir yönde kolayca akım geçiren fakat aksi yönde önemli şiddetle akım geçirmeyen elektronik bir tertiptir. Böyle bir tertip, bir N tipi yarı iletken parçası ile bir P tipi yarı iletken parçasının birleştirilmesiyle teşkil edilir. Gerçek imalatta, yarı iletken alan katkı maddesi diğer yarısına da veren katkı maddesi katılmış olan tek bir kristal halinde meydana getirilir.

N ve P, tipi germanyumda iletkenlik:

Şekil 1.11'da oklu (-) işaret serbest elektrona, oklu (+) işaret oyuğa tekamül etmektedir. Bunlar hareket edebilirler ve elektrik yükünün taşınmasında rol oynarlar. Daireler içindeki (-) ve (+) işaretler ise (-) ve (+) olarak iyonlaşmış hareketli yabancı madde atomlarını göstermektedir. (+) iyonun yanındaki artı işaret, yabancı atomun bir elektron kaybetmesiyle bir oyuğa sahip olduğunu gösterir. Aynı şekilde (-) iyonun yanındaki eksi işaret de yabancı atomun ortandan bir serbest elektron aldığını gösterir.



Sek:1.11.1

N tipinde akımın iletilmesi:

Serbest elektronlar, bataryanın (+) kutbuna bağlı (+)

elektroda doğru giderler, ve bataryanın (+) elektrik etkisi altında (+) kutba çekilirler. Serbest elektronların çekilmesi ile nötrülükleri bozulan (-) elektrot civarındaki sabit atomlar, bataryanın (-) kutbuna bağlı, (-) elektrodan fazladan elektronları çekerler. Böylece germanyum içinde elektronlar vasıtasıyla taşınan bir akım geçmiş olur.

P tipinde akımın iletilmesi:

Bu defa oyuklar, bataryanın (-) elektrik tesiri altında

(-) elektroda doğru giderler. (-) elektroda erişen oyuklar bu elektrodan birer elektron olarak nötrleşir ve yok olurlar. Bu esnada oyukların çekilip bitmesiyle nötrülükleri bozulan (+) elektrot civarındaki (-) yüklü sabit yabancı atomlardaki fazla birer elektron, (+) elektrot tarafından çekilip alınır. Bu atomların her biri, civardaki germanyum atomlarından birer elektron kaparak yeni oyuklar meydana gelmesine sebep olurlar. Meydana gelen oyuklar yeniden (-) elektroda doğru harekete başlarlar. Böylece germanyum içinde oyuklar tarafından taşınan bir akım akar.

Çoğunluk ve azınlık taşıyıcıları:

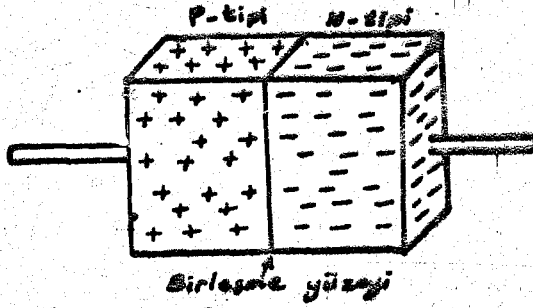
N tipi yarı iletkenlerde hiç bir oyuk veya artı akım

taşıyıcısı ve P tipinde de hiç bir serbest elektron yada eksi akım taşıyıcısı olmadığı düşünülmemelidir. Isı veya ışık enerjisi arı bir yarı iletkendeki ortak valans bağlarını koparabilir ve böylece bir miktar serbest elektron ve oyuklara sebep olur. Bu etki arı yarı iletkenlere küçük bir miktar alıcı veya verici yabancı madde eklenmesiyle de meydana gelir. Bu sebepten hem oyuklar ve hemde serbest elektronlar ortak valans bağlarının kırılması sonucu ortaya çıkarlar. N tipini teşkil eden verici yabancı madde, çok fazla sayıda serbest elektron meydana getirir. P tipini teşkil eden alıcı yabancı madde de çok sayıda artı akım taşıyıcılar meydana getirir.

Bu sebepten N tipi yarı iletkenlerdeki elektronlara "çoğunluk taşıyıcıları" ve oyuklarda "azınlık taşıyıcıları" denir. P tipi yarı iletkenlerde ise oyuklar çoğunluk taşıyıcıları ve elektronlar azınlık taşıyıcılarıdır.

P-N Birleşmesi:

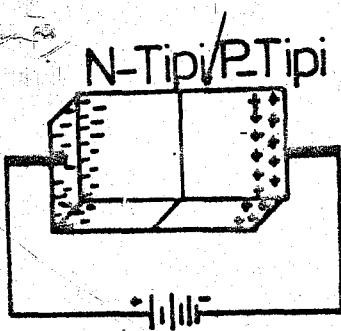
P tipi ve N tipi hazırlanmış iki germanyum parçasını şekil 111.2'de görüldüğü gibi yüz yüze birleştiririz. İlk bakışta akım taşıyıcıların birleşme yüzeyini geçerek birbirlerini yok edecekleri düşünülebilir. Fakat bu şekilde düşünmek doğru değildir. Çünkü bir elektron N bölgesinden P bölgesine geçecek olursa, N bölgesindeki yük dengesi bozulacak ve bu bölge (+) yüklü gibi tesir yaparak karşıya geçen elektrona çekmeye çalışacaktır. Karşı tarafa geçmek isteyen taşıyıcılara etki eden bir kuvvetin varlığından dolayı P ve N bölgeleri arasında elektron dyuk birleşmesi olmayacaktır. Böylece iki bölge arasında bir tabaka teşkil eder. Bu tabakaya P-N birleşme yüzeyi adı verilir. Birleşme yüzeyinde akım taşıyıcıları yok denemek kadar az olduğundan, bu yüzeyin direnci büyüktür. Uygun yönde bir gerilim tatbik etmek suretiyle elektrik akımı ancak bir yönde geçirilebilir. Aksi yönde çok az akım geçer. Yarı iletkenlerin bu özelliğinden yararlanılarak kristal diyotlar yapılmıştır.



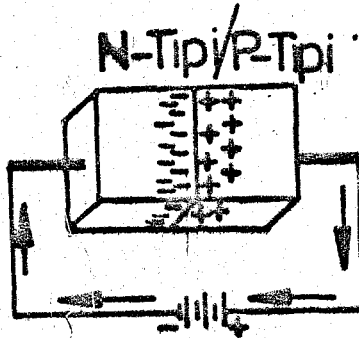
Şek: 111.2

Kristal diyotun çalışma prensibi:

Kristal diyotun çalışma prensibini anlayabilmek için şekil 111.2'in uçlarına bir DC gerilim uyguluyalım. Şekil 111.3'de görüldüğü gibi elektronlar ve oyuklar P-N birleşme yüzeyinden, bataryanın kutupsal tesiri altında uzaklaşarak uçlara çekilirler. Bu surette P-N birleşme yüzeyi üzerinde hiç bir elektron ve oyuk birleşemeyecek dolayısıyla devreden hiç bir akım geçmeyecektir. Bu durumda birleşme yüzeyi bir yalıtkan gibidir. Bunun için bu yüzeye ENGEL yüzeyi adı verilir.



Şek: 111.3



Şek: 111.4

Şimdide şekil 1.11.4'de görüldüğü gibi bataryaya uçlarını ters çevirelim. Görülürki bu defa elektronlar ve oyuklar bataryanın kutupsal tesiri altında P-N birleşme yüzeyine doğru itilirler. Birleşme yüzeyi üzerinde elektronlarla oyuklar birleşerek devreden kolaylıkla akım geçmesine sebep olurlar. Bu olayı iyice anlayabilmek için durumu biraz daha açıklayalım.

Yukarı da ifade edildiği gibi birleşme yüzeyi üzerinde bir elektron ile bir oyuk birleşsin. Bu taktirde N bölgesi, bir elektron kaybederek nötrlüğü bozulup, bir (+) oyuk fazlalığı ile (+) elektrik tesiri gösterecektir. Dolayısıyla bataryanın (-) kutbundan bir elektron alacaktır. Aynı şekilde P bölgesi bir oyuk kaybederek nötrlüğü bozulacak bir elektron fazlalığı ile (-) elektrik tesiri gösterecektir. Bu elektron bataryanın (+) elektrik tesiri altında P bölgesini terk ederek (+) kutba gelecektir. Böylece dış devreden elektronlar vasıtasıyla taşınan bir elektrik akımı meydana gelecektir. Bu yöndeki akıma "doğru yön akımı" adı verilir. Şekil 1.11.4'de görüldüğü gibi N bölgesine bataryanın negatif P bölgesine bataryanın pozitif bağlanacak olursa, bu şekildeki polarıma doğru yön polarıması adı verilir.

Şekil 1.11.3'de görülen polarıma şekline de ters yön polarıması adı verilir. Kristal diyotların ileri yöndeki dirençleri çok azdır ters yöndeki dirençleri ise çok yüksektir. Fakat hiç bir zaman sonsuz değildir.

Kristal diyotların yapımı:

Kristal diyotlar iki çeşittir,

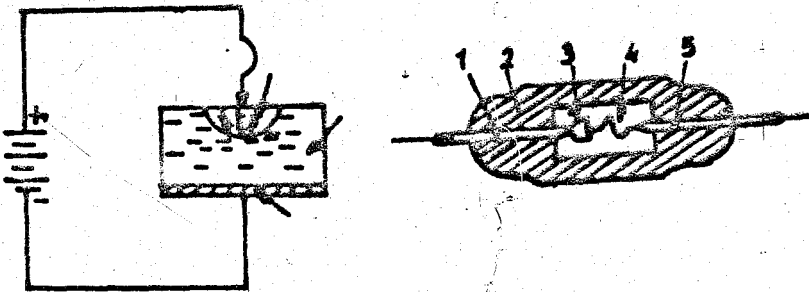
a-Yüzey temaslı diyotlar

b-Nokta değmeli diyotlar

Yüzey temaslı diyotlar, yukarıda izah edildiği gibi P ve N tipi yarı iletkenlerin çeşitli usullerle yüzyüze getirilmesi ve aralarında bir P-N yüzey teması meydana getirilmesiyle imal edilirler. Bu tip diyotlar, bazı sakıncalarından dolayı, uygulamada fazla yer bulamamıştır. Bunun yerine nokta değmeli kristal diyotlar kullanılır.

Nokta değmeli diyotlar iki çeşit yapılıdır. Birincisi N tipi bir yarı iletken alınır, buna kedi bıyığı tabir edilen ince bir tel değdirilir ve üzerinden büyükçe bir akım darbesi geçirilir. Bu darbe akımın etkisiyle kristalin içinde ve değme noktasının hemen altında bir P tipi yarı iletken tabakası teşekkül eder (Şekil 1.11.5).

İkincisi ise, bir P tipi yarı iletken alınır ve yukarıdaki aynı işlem yapılır. Bu defa değme noktası altında N tipi yarı iletken tabakası oluşur. Böylece yüzey birleşmede olduğu gibi kristal kütle içerisinde bir P-N birleşme yüzeyi teşekkül eder ve doğrultma işlemi bu tabakada olur. Halen uygulamada kullanılan germanyum diyotun kesiti şekil 1.11.5'de görülmektedir. Şekilde 1 ve 5 iletken telleri, 2 cam muhafazayı, 3 germanyum kristalini, 4 kedi bıyığı ince teli göstermektedir.

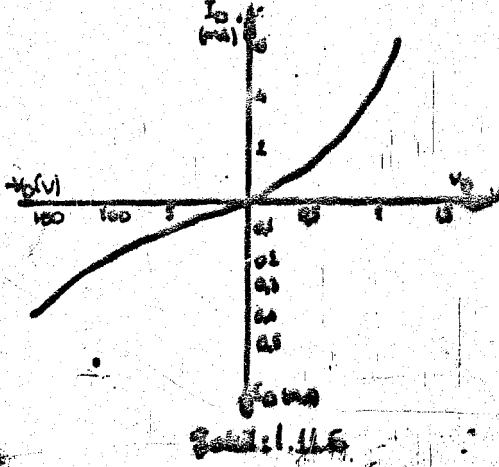


Şek: 1.11.5

Kristal diyotun karakteristiği:

Kristal diyotun çalışma şartlarına öğrenebilmek için karakteristik özelliklerini iyi anlamak lazımdır.

Bilindiği gibi, katodu fleman tarafından ısıtılmış bir diyot lambanın anot katot arasına her hangi bir gerilim uygulanmasa dahi, bu diyot lambadan çok küçük, mikro amper değerinde bir akım geçer. Aynı şekilde diyot lambanın anodu katodu arasına ters bir gerilim uyguladığımızda bu lambadan hiç bir akım geçmez. Buna mukabil kristal diyotlarda ters gerilim altında zıt yönde μA veya mA değerinde bir akım geçer.

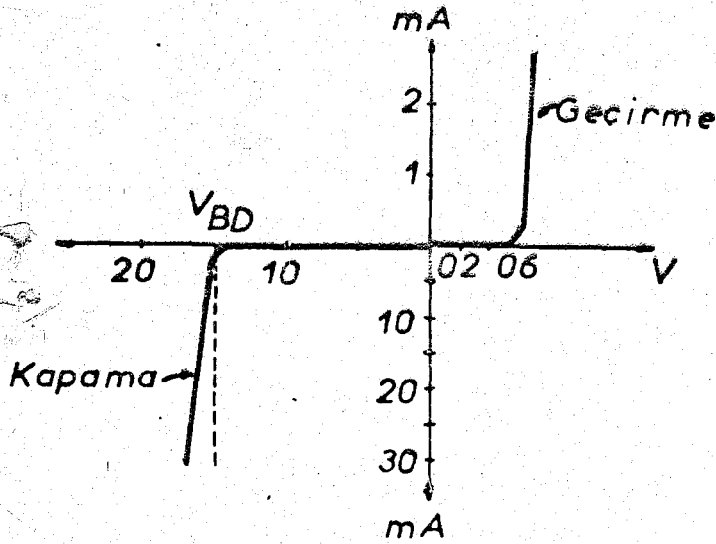


Şekil 1.11.6'da bir kristal diyotun doğru ve ters akım karakteristiği görülmektedir. Elektronik devrelerde kullanılacak diyotların doğru ve ters akım karakteristikleri fabrikalar tarafından belirtilmiştir. Gerek germanyum gerek silisyum diyotların doğru ve ters akım karakteristikleri birbirinden farklıdır. Buna göre diyot eğrilerinin koordinatlar sistemindeki apsise paralel olan kısımlarındaki tg açısı küçük olur.

Dolayısıyla doğru yönde küçük bir polarizasyon gerilimi altında çalışmasıyla rağmen bu diyotlar büyük bir direnç gösterirler. Bu eğrilerin apsise nispeten dik olan kısımlarındaki açılarının tangentleri büyük, doğru yöndeki dirençleri ise küçük olur. Bu durumda diyot iyi bir doğrultma veya dedeksiyon yapıyor denir. Bunun için elde edilen doğru ve ters akım eğrilerinin orta kısımlarında çalışma noktası seçilmelidir.

Zener diyotlar diğer yarı iletken diyotlar gibi yapıları 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 diyotun P tarafında oyuklar, N tarafında elektronlar, ikisinin arasında ise boş bölge bulunur. Zener diyotun meydana geldiği germanyum maddesinin saflığına göre boş bölge büyük veya küçüldür. 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 hareket ederek diyottan akım geçer. Boş bölge geniş ise, meydana gelen elektrostatik alan elektronları ve oyukları hareket ettirmez. Diyota uygulanan gerilim arttırılırsa boş alan geniş olduğu halde elektron oyuk hareketi meydana gelir. Gerilim düşünce elektrostatik alan zayıflar. dolayısıyla elektron oyuk hareketi durur. Bu sebepten iletindeki diyot kalıktan duruma geçer.

Şekil 1.12.1'de bir zener diyota ait tipik I-U karakteristiği görülmektedir. Karakteristiğin geçirme yönündeki kısmı normal silisyum diyottaki gibidir. Kapama yönündeki gerilim, normal diyotlardaki dolanma gerilimine isabet eden zener devrilme gerilimi U_{BD} 'ye erişinceye kadar akım yaklaşık sıfırdır. U_{BD} değerinden sonra akım aniden büyüdüğü halde gerilim çok yavaş yükselir. Hatta yaklaşık hesaplar için gerilimin U_{BD} değerinde kaldığını kabul edebiliriz. Bu özelliğinden dolayı zener diyottan sabit doğru gerilim elde etmek amacı ile yararlanılır. Diyot akımı, müsaade edilen max. değer I_{zm} 'yi aşmayacak şekilde dış devrede gerekli önlem alınmalıdır. Bu maksatla akım sınırlayıcı bir direnç devreye seri olarak bağlanır.



Şek: 1.12.1

Zener diyot içinden I_Z akımı geçerken uçlardaki zener gerilimi,

$$U_Z = U_{BD} + r_Z \cdot I_Z \quad \text{olur.}$$

r_Z 'ye zener direnci denir. Her zener diyota ait r_Z değeri imalatçı firma kataloğunda verilmiştir. Aslında karakteristik tam doğru olmadığından her I_Z akımına,

$$r_Z = \frac{U_Z - U_{BD}}{I_Z}$$

olmak üzere farklı bir zener direnci isabet eder. Kataloğlarda verilen r_Z değeri ,

$$I_{ZT} = \frac{I_{Zm}}{4} \quad \text{akımındaki zener direncidir.}$$

r_Z I_Z gerilim düşümü, U_Z 'nin yanında çok küçük olduğundan yaklaşık hesaplar için $U_Z \approx U_{BD}$ alınabilir.

Zener diyotun gerilimi U_Z ve zener direnci r_Z 'nin yanında, yüklenebileceği max. güç P_{Dm} de kataloğda belirtilmiştir. Diyottan geçirilebilecek max. akım,

$$I_{Zm} = \frac{P_{Dm}}{U_Z} \quad \text{den bulunabilir.}$$

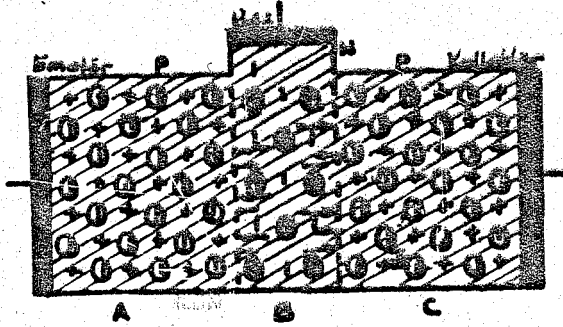
Halen 2,4 V'dan 200 V'a kadar gerilimde ve 250 mW'dan 50 W'ta kadar güçte zener diyot imal edilmektedir. Sabit doğru gerilim istenen hemen her yerde bu diyotlardan yararlanılmaktadır.

Transistörler, elektronik uygulamalarda lamba görevini yapabilen, katı ve çok küçük bir elemandır. Elektronik ilim adamları 1948 yılında kristal diyota üçüncü bir eleman ekliyerek lambalar gibi amplifikasyon, osilasyon, dedeksiyon vesair işleri yaptığını görmüşlerdir. O zamandan bu yana bir çok cins ve tiplerde transistör imal edilmiştir.

Transistörler genel olarak, yüzey ve nokta temaslı olmak üzere ikiye ayrılır. Nokta temaslı transistörlerin bazı sakıncaları vardır. Yüzey birleşmeli transistörler ise kendi aralarında enas olarak ikiye ayrılırlar. Bunlar germanyumdan yapılan PNP ve NPN tipi transistörler ile silisyumdan yapılan PNP ve NPN tipi transistörlerdir.

PNP tipi yüzey birleşmeli transistörler:

Yapısı ve çalışma prensibi: 0,025 mm kalınlığında N tipi bir germanyum parçası, iki P tipi germanyum parçası arasına sandviç gibi bakiştirilirse PNP tipi transistör meydana gelmiş olur. P tipi madde içerisinde (-) iyon halinde indium atomları ve aynı sayıda oyuklar ile çok az sayıda elektronlar mevcut idi. Oyukların hareketi elektronların hareket yönünün tersine doğrudur. N tipi germanyum ise (+) olarak iyonize olmuş arsenik atomları ile hareketli serbest elektronlar ve çok az miktarda oyuklardan meydana gelmiştir. Serbest elektronlar (-)'den (+)'ya doğru hareket ederler. Şekil 1.13.1'de görüldüğü gibi A ve C parçaları P tipi germanyum, B parçası ise N tipi germanyumdur. Her üç parça kesik çizgilerle ayrılmıştır.



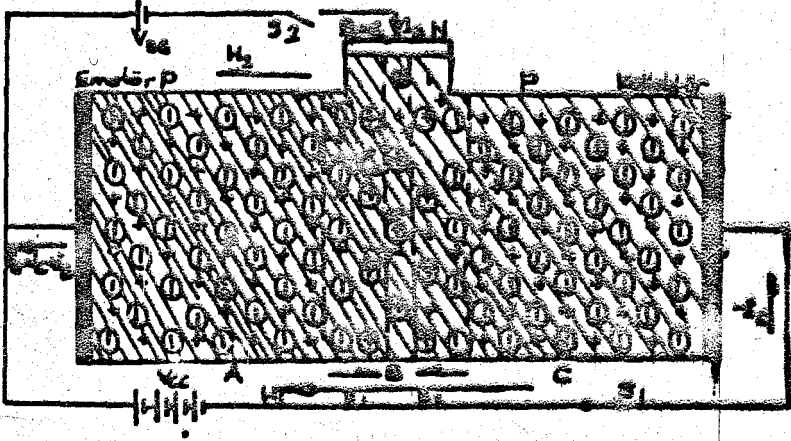
Şekil 1.13.1

PNP tipi bir transistörde P maddelerindeki oyuk sayısı, N tipi germanyumda bulunan elektron sayısından yaklaşık olarak yüz defa daha fazladır. Zira baz kalınlığı çok küçüktür. Bunun için DC bir gerilim altında A ve C bölgelerindeki oyukların yarattığı akım şiddeti, B bölgesindeki elektronların yaratacağı akım şiddetinden daha büyük olur. Çünkü PNP tipi transistörlerde devreye oyuklar hakim, NPN tipinde ise devreye elektronlar hakimdir. Şekildeki A bölgesine EMETÖR (Neşredici), B bölgesine BAZ (Taban), C bölgesine ise KOLLEKTÖR (Toplayıcı) adları verilir.

a.PNP tipi bir transistörün doğru polarizasyonda elektriki olarak çalışması:

Şekil 1.13.2'da PNP bir transistörün iç yapısı görülmektedir.

Bu transistörün emiterine nazaran bazı ve kollektörüne (-) bir gerilim uygularsak bu transistörü doğru yönde polarize etmiş oluruz. Böylece transistör normal olarak çalışmaya başlar. Bu devredeki S_1 ve S_2 anahtarları açık iken, yani devreye hiç bir gerilim uygulanmamış ise transistör içinde e_1 ve e_2 gibi birbirine zıt çok küçük gerilim setti meydana gelir. e_1 geriliminin bulunduğu bölgeye B_1 , e_2 geriliminin bulunduğu bölgeye de B_2 gerilim setti bölgesi denir.



Şekil 1.13.2

Şu halde bu transistörün uçları arasına iki bataryaya yardımcı ile birer gerilim uyguluyalım. Bir an için önce S_1 anahtarı yardımıyla V_{CC} bataryasını devreye bağlıyalım, S_2 anahtarı yardımıyla da V_{BB} bataryasını devreden çıkaralım. Bu esnada V_{CC} bataryası transistör uçları arasında H_1 yönünde büyük bir elektriki alan yaratır. Bu alan B_2 birleşme bölgesinde e_2 gerilim setti alanını daha da kuvvetlendirir. Bu sebepten B bölgesinde çoğunluktaki elektronlar C bölgesine doğru hareket edemezler. Çünkü V_{CC} 'nin (-) kutbu tarafından bu elektronlar B bölgesine geri itilirler. Aynı şekilde C bölgesindeki oyuklarda B bölgesine hiçbir zaman geçemezler. Çünkü V_{CC} 'nin (-) kutbu C bölgesindeki oyukları kendisine çeker.

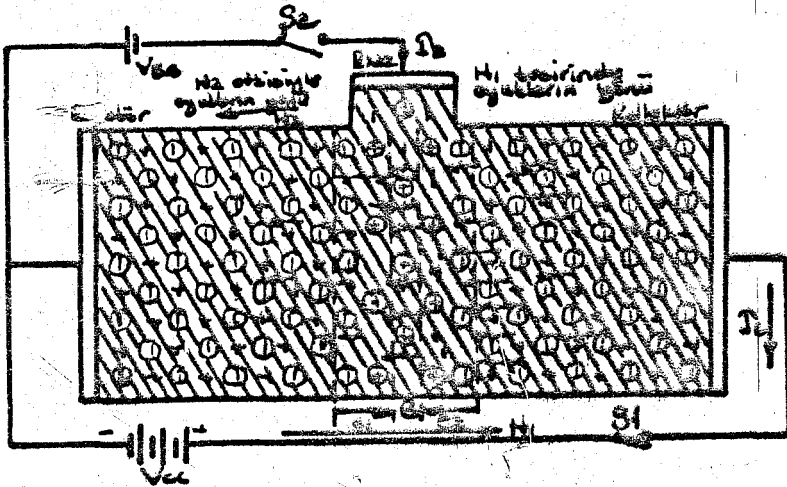
Böylece B_2 bölgesi yalıtkan duruma geçerek transistörden hiçbir akım geçmez. Çünkü emiter kollektör arasına ters bir polarizasyon uygulanmıştır. Şimdide S_1 ve S_2 anahtarları yardımıyla V_{BB} ve V_{CC} bataryalarını devreye bağlayalım. Burada V_{BB} bataryası baz emiter arasında H_2 yönünde elektriki bir alan yaratır. Böylece V_{BB} yardımıyla B_1 bölgesindeki e_1 gerilim setti ortadan kalkar. Çünkü V_{BB} baz emiter arasına doğru polarizasyon uygulanmıştır. V_{BB} yardımıyla baz bölgesindeki elektronlar emitere, emiterdeki oyuklarda V_{BB} baz bölgesine geçebilir. Bu hale göre B_1 geçiş bölgesi iletken olmuş olur. Her ne kadar N maddesi elektron bakımından zengin sayılsada, baz kalınlığı çok ince olduğundan emiterdeki oyuk sayısına nazaran, bazdaki elektron miktarı az kabul edilir. Bundan dolayı emiterdeki oyuklarla, bazdaki elektronların birleşme oranı az olur. Bu anda B_2 bölgesine bakarsak çok sayıda oyuk görürüz. $V_{CC} > V_{BB}$ ve baz kalınlığı az olduğu için V_{CC} 'nin (-) kutbu emitere gelen bu oyukların % 95'ini kollektöre çeker. Çünkü emitere gelen oyuklar, H_1 elektrik alanının tesiri altındadır. Böylece B_2 bölgesi otomatikman iletken olur.

Netice olarak V_{CC} ve V_{BB} bataryaları devrede iken emiterden kollektöre devamlı bir oyuk akımı geçer. Bu oyuk akımının şiddeti emiter ve kollektör bölgesindeki oyukların sayısına bağlıdır. Kollektöre geçen bu oyuklar V_{CC} 'nin (-) kutbundan gelen elektronlar tarafından doldurularak nötr hale gelirler. Emiter bölgesi oyuklarının % 95'i kollektöre geçtiğine göre emiter içindeki elektron çiftleri bağlarından koparak, aynı çoklukta emiter içinde serbest elektronları çoğaltır. Bu serbest elektronlar V_{CC} bataryasının (+) kutbu tarafından çekilir. Bu elektronlar V_{CC} üzerinden geçerek V_{CC} 'nin kaybettiği elektronları telaffi etmek için kollektöre girerler. Böylece transistör içinde kollektörden emitere büyük bir akım geçmiş olur. Buna I_C kollektör akımı denir.

Şimdide emetör bölgesi oyuklarının % 5'ini inceliyelim. Oyuklar baz bölgesine geçerlerken, yaklaşık % 5'i bu bölgenin az bir elektronu tarafından doldurularak nötr hale gelirler. Nötr hale gelen oyuklar kadar emiterdeki elektron çiftleri bağlarından koparlar. Emiter içinde % 5 oranında elektronlar çoğalır. Bu serbest elektronlar V_{BB} bataryasının (+) kutbu tarafından çekilir ve V_{BB} üzerinden geçerek bazın kaybettiği % 5 oranındaki elektronları telaffi etmiş olur. Böylece V_{BB} 'nin doğru yönünde, bazdan emitere doğru bir elektron akımı geçmiş olur. Buna I_B baz akımı denir. Bu açıklamalardan anlaşılacağı gibi emiter üzerinden kollektör ve baz akımları toplamı geçecektir. $I_E = I_B + I_C$.

b. Ters polarizasyon:

PNP tipi bir transistörün ters polarizasyon durumunu iki türlü incelemek gerekir. Önce şekil 1.13.3'de olduğu gibi, emiter baz arasına V_{BB} bataryasını doğru yönde, emiter kollektör arasına V_{CC} bataryasını ters yönde bağladığımızı kabul edelim. Bu transistör devresine ilk anda hiç bir gerilim uygulanmadığına göre, transistör içinde birbirine zıt yönde e_1 ve e_2 gerilim setleri var demektir. Önce S_2 anahtarı yardımıyla V_{BB} bataryasını devreden çıkartıp S_1 anahtarı vasıtasıyla da V_{CC} bataryasını ters yönde emiter kollektör arasına uyguluyalım. V_{CC} bataryası transistörün uçları arasında (-)'den (+)'ya H_1 yönünde elektriki bir alan yaratır. V_{CC} 'nin (+) kutbu kollektör içindeki oyukları B_2 bölgesine iter, (-) kutbu ise emiterdeki oyukları kendine çekerek e_1 gerilim settini dahada büyütmüş olur. Dolayısıyla transistörden akım geçmez.



Şek: 1.13.3

Vcc devrede iken S_2 yardımıyla V_{BB} 'yi de doğru yönde emiter baz arasına bağlayalım. V_{BB} bataryası B-A bölgesi arasında (-)'den (+)'ya H_2 yönünde elektrik bir alan yaratır. Bu harici H_2 elektrik alanı B₁ bölgesindeki e_1 geriliminin elektrik alanına karşı koyar, böylece e_1 'in etkisi ortadan kalkar. Dolayısıyla A bölgesindeki oyuklar B bölgesine, B bölgesindeki elektronlar ise A bölgesine geçerler. Bunun için B₁ bölgesi iletken olur. Bu anda Vcc'nin H_1 yönündeki kuvvetli elektrik alanı ise, e_2 geriliminin yarattığı elektrik alana karşı koyar. Yani onu zayıflatır.

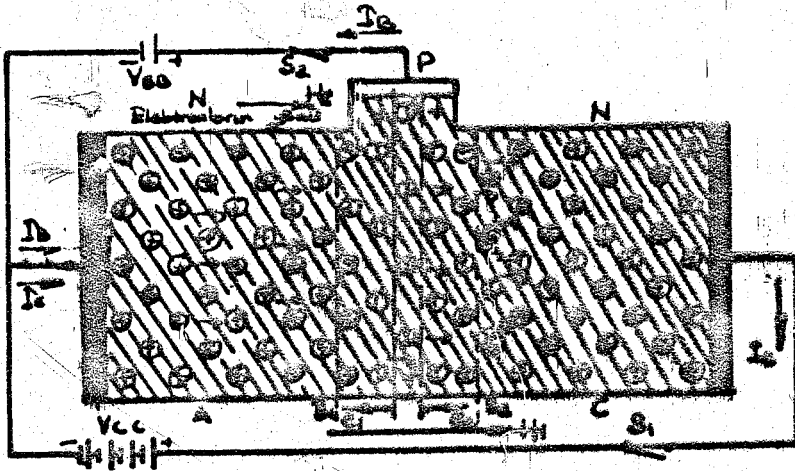
Bu esnada C bölgesindeki oyuklar B bölgesine hızla geçerler. Aynı zamanda oyukların büyük bir kısmı kalınlığı az olan baz üzerinden A bölgesine ulaşırlar. Vcc'nin (-) A bölgesi olan emitere bağlandığı için A bölgesine giren oyukların hızları aşırı derecede artar. Çünkü Vcc'nin (-) kutbu (+) yüklü oyukları daima kendisine çeker. Bu esnada transistör içinde oyukların hızını kesen herhangi bir etki olmadığına göre, transistör derhal bozulacak demektir. Ters polarizasyon altında transistörün emiter kollektör arasının kısa devre olması, Vcc'nin V_{BB} 'den çok büyük olması ile mümkün olur.

NPN tipi yüzeysel birleşmeli transistörler:

Doğru polarizasyon altında NPN tipi transistörün çalışması:

PNP tipinde olduğu gibi, iki N tipi madde arasına çok ince P tipi bir madde sandviç benzer şekilde yerleştirilirse NPN tipi bir transistör meydana gelir. Şekil 1.13.4'de olduğu gibi transistör uçlarına hiçbir gerilim uygulanmazsa, emiter baz birleşme bölgesinde e_1 kollektör baz birleşme bölgesinde de e_2 gibi bir gerilim setti meydana gelir. Bu iki gerilim setti birbirine zıt yöndedir. NPN tipinde V_{BB} ve Vcc bataryalarının kutupları PNP tipine göre zıt yönde bağlanmıştır.

Şekildeki NPN transistör devresinde S_2 anahtarı açık iken S_1 anahtarı ile Vcc bataryasını emiter kollektör arasına bağlayalım. Bu anda Vcc'nin (-) kutbu, emiterdeki serbest elektronları B₁ birleşme alanı içine iterek B₁ bölgesini iletken yapar. Vcc'nin (+) kutbu da kollektördeki elektronları kendine çekerek e_2 gerilim settini daha da kuvvetlendirerek B₂ bölgesini yalıtkan hale getirir. Bu şartlar altında transistörden teorik olarak akım geçmez. Aslında μA değerinde küçük bir sızıntı akımı emiterden kollektöre geçer.



Şek: 1.13.4

Vcc bataryasını devrede iken, S_2 yardımıyla V_{BB} bataryasını da devreye sokalım. Bu esnada Vcc'nin (-) kutbu tarafından V_{BB} birleşme alanına içine itilen serbest elektronlar V_{BB} 'nin (+) kutbu yardımıyla çekileceklerinden serbest elektronların hızları artacaktır. Baz kalınlığı çok ince olduğundan ve aynı zamanda bazdaki oyuk miktarı, emiter ve kolektördeki elektron miktarlarına nazaran az olduğu için, baz içinde elektron oyuk birleşmesi daha az olacak demektir. Fakat Vcc, V_{BB} 'den çok büyük olduğu için, baz bölgesinde hızları artmış olan elektronların % 95' Vcc'nin (+) kutbu tarafından çekilerek B_2 bölgesini iletken hale getirir. Böylelikle NPN tipi transistörün emiterinden kolektörüne büyük bir elektron akımı geçmiştir olur.

B_2 bölgesi iletken olduğunda emiterden gelen elektronların % 95'i kolektöre geçiyor, geriye kalan % 5'i ise baz bölgesindeki oyuklara dolduruyor. Bu anda oyuklar nötr olurlar. Nötr olan oyuk kadar baz içinde elektron çiftleri bağlarından koparak hem yeni oyuklar ve hem de serbest elektronlar meydana getirirler. Bu serbest elektronlar V_{BB} 'nin (+) kutbu tarafından çekilirler. Çekilen bu elektronlar, dış devreden I_E yönünde V_{BB} üzerinden geçip emitere girerler. Emiter içinden geçtikten sonra bazda devrelerini tamamlarlar. Buna I_B baz akımı denir. NPN tipi bir transistörde I_C ve I_B akımları (-) olarak kabul edilirler. Emiterde I_C ve I_B akımlarının toplamı geçer.

Yüzey birleşmeli transistörlerde gerilim, güç, akım kazancı
Yüzey birleşmeli transistörlerde $I_E = I_C + I_B$ dir.

Akım amplifikasyonu ise $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ dir.

I_E 'yi α 'da yerine koyarsak $\alpha = \frac{I_C}{I_C + I_B}$ olur.

Yüzey birleşmeli transistörlerin akım kazancı daima birde küçük olduğundan, gerilim ve güç kazancı olmaz diye düşünülmemelidir. Gerilim ve güç kazancı nokta değerlerine nazaran çok büyüktür. Çünkü yüzey birleşmeli transistörlerin giriş direnci çok düşük, çıkış direnci ise çok büyüktür. Buna göre gerilim kazancı,

$$R_1 = 300 \Omega \quad R_2 = 600 K\Omega$$

$$E_G = \frac{E_C}{E_E} = \alpha \frac{R_2}{R_1} = 0,95 \frac{600000}{300} = 950 \cdot 2 = 1900 \text{ olur.}$$

Yani bir μV 'lık bir giriş, 1900 μV ' a yükseliyor demektir. Güç kazancı ise,

$$P_G = \frac{P_C}{P_E} = \alpha^2 \frac{R_2}{R_1} = 0,95^2 \frac{600000}{300} = 0,9025 \cdot 2000 = 1805 \text{ olur}$$

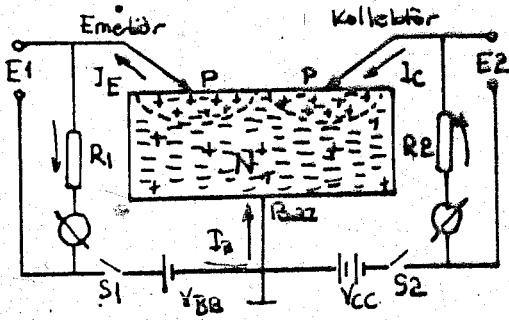
Buna göre giriş gücü, 1805 defa yükselerek çıkışta elde ediliyor demektir.

NOKTA TEMASLI TRANSİSTÖRLER

Yapısı, çalışma prensibi, akım, gerilim ve güç kazancı:

Nokta temaslı transistörler, yüzey temaslı transistörlerden çok önce yapılmalarına rağmen bazı sakıncalarından dolayı yerlerini yüzey temaslılara bırakmışlardır. Nokta temaslı bir transistörün çalışma prensibi, yüzey temaslı transistörlerin çalışma prensibine tıpatıp uymaktadır. Nokta temaslı transistörlerde emiter ve kollektör uçları kedi bıyığı olarak adlandırılırlar. Bu uçlar birbirinden yaklaşık 0,05 mm uzaklıkta, 2,8 mm uzunluğunda, 0,12 mm kalınlığındadırlar. Kollektör ucu ekseriya fosforlu bakır veya bronzdan, emiter ucu ise bakır veya berilyumdan yapılmıştır. Bu ince uçların transistör dışına çıkacak kısımları kalaylı bakırdan yapılmıştır.

Baz N veya P tipi bir germanyumdur. Bu kristal parçanın alanı 1,5 - 2 mm² 'dir. Bu parça ısı yayan bir metal üzerine tutturulmuştur. Nokta temaslı bir transistörde N tipi baz maddesi, kollektöre nazaran çok büyüktür. Nokta temaslı transistörler bilhassa yüksek frekanslarda çok iyi netice verdikleri için bazı topraklı mone-taj şeklinde kullanılırlar. Kedi bıyığı tabir ettiğimiz emiter ve kollektör uçları ile ayrı ayrı, baz arasından kısa bir an için DC akım geçirmek suretiyle bu uçların baza değen kısımlarının çevresinde çok ince bir tabaka halinde ayrı ayrı P maddeleri meydana gelir. Bu durum şekil 1.135'de görülmektedir.



Şek: 1.135

Burada emiter baz devresine V_{BB} yardımıyla doğru polarizasyon, baz kollektör devresine de V_{CC} yardımıyla ters bir polarizasyon uygulanmıştır. Önce S_1 anahtarı açık iken S_2 anahtarı yardımıyla V_{CC} bataryasını baz kollektör arasına uyguluyalım. Bilindiği gibi baz kollektör arası bir diyot gibidir. Baz kollektör arasına ters bir polarizasyon uygulandığı için kollektör devresinden çok küçük bir akım geçecek demektir. Şayet V_{CC} bataryası çok büyük olursa, ters polarizasyon altında kollektör baz arasından ters yönde büyük bir akım geçer ve transistör derhal bozulur.

V_{CC} bataryası devrede iken S_1 yardımıyla V_{BB} bataryasını emiter baz arasına doğru yönde bağlarsak, emiterden bir akım geçer aynı anda kollektör devresinden geçen akım yükselir.

Şayet emiter direnci R_1 uçlarına, AC bir gerilim uygularsak, bu AC gerilimin (+) yarım alternatiflerinde emiter gerilimi artacak dolayısıyla kollektör akımı çoğalacaktır. Diğer (-) yarım alternatifinde ise emiter gerilimi azalacak, otomatikman kollektör akımında azalacaktır. Emiterden geçen akım, kollektörden geçen akımdan daha büyüktür. Baz akımı ise emiter ve kollektör akımlarının farkına eşittir.

Bir transistörün akım kazancı, kollektör gerilimi sabit kalmak şartıyla kollektör akımındaki değişmelerin, emiter akımındaki değişmelere oranıdır. Nokta değmeli bir transistörün akım kazanç katsayısı 2 ilâ 3 arasındaadır. α ile gösterilir. Bu ifademizi formül ile belirtecek olursak,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \quad (E_C \text{ sabit}) \text{ olur.}$$

Burada 2 ilâ 3'dür, bu demektir ki emiter baz akımı 1 mA değişirse kollektör baz akımı 2 ilâ 3 mA değişir.

Nokta değmeli transistörlerde, akım kazancının 2 ilâ 3 arasında olması çok küçük bir kazanç gibi görünüyorsa da, oldukça yüksek gerilim ve güç kazancına sahiptirler. Çünkü emiter devresi ileri yönde polarize edildiğinden, emiter baz direnci küçüktür. Emiter baz direnci ise bazı topraklı transistörlerin giriş empedansıdır. Giriş empedansı takriben 300 ilâ 500 ohm arasındaadır. Buna karşılık kollektör devresi ters yönde polarize edildiğinden, kollektör baz direnci yani çıkış empedansı çok büyüktür. Değeri yaklaşık olarak 20 % civarındaadır. Şimdide bu değerlerle transistörün gerilim kazancını bulalım.

$$R_1 = 400 \text{ ohm} \quad R_2 = 20000 \text{ ohm} \quad \alpha = 2,5 \text{ olduğuna göre,}$$

$$E_G = \frac{E_C}{E_E} = \frac{I_C}{I_E} \cdot \frac{R_2}{R_1} = \alpha \cdot \frac{R_2}{R_1} = 2,5 \cdot \frac{20000}{400} = 125$$

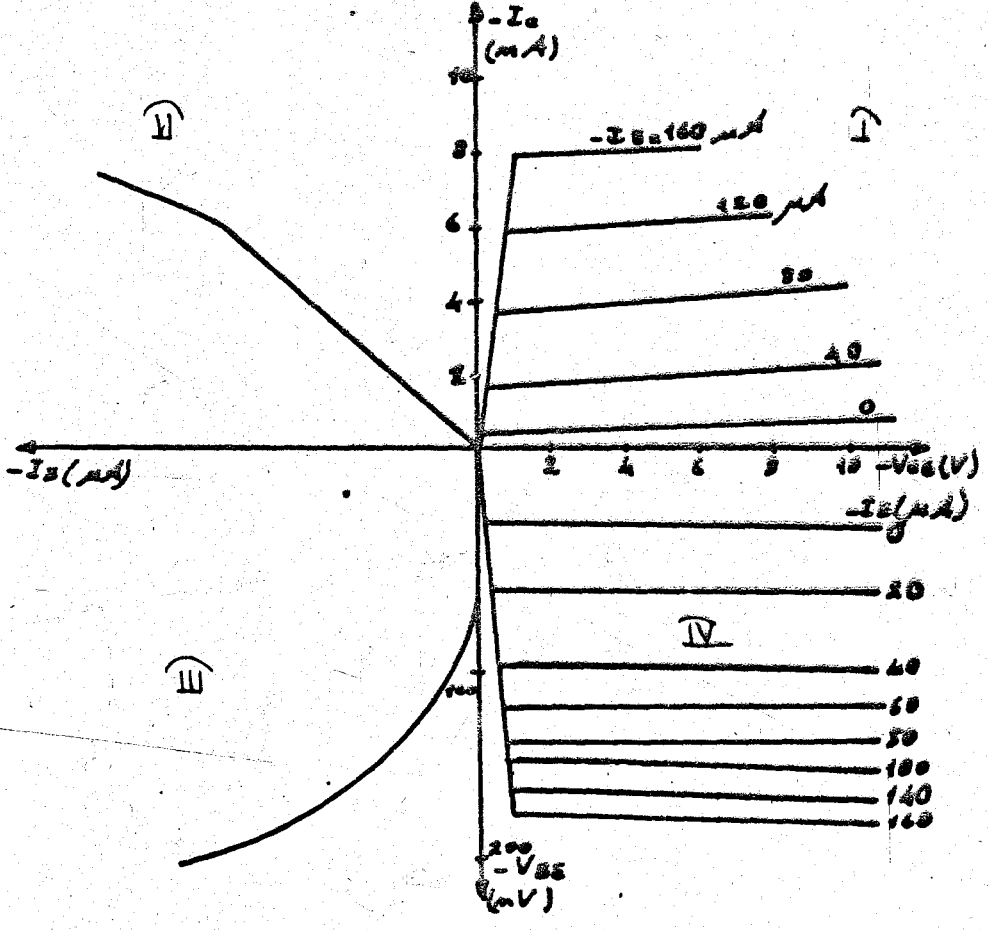
bulunur. Buna göre bazı topraklı ve nokta değmeli bir transistörün gerilim kazancı, bir triyot lambanın gerilim kazancından büyüktür.

Yukarıda verilen değerlere göre transistörün güç kazancı hesap edilirse,

$$P_G = \frac{P_C}{P_E} = \alpha^2 \cdot \frac{R_2}{R_1} = (2,5)^2 \cdot \frac{20000}{400} = 312,5 \text{ elde edilir.}$$

Nokta değmeli transistörlerin en büyük sakıncaları güç seviyesinin alçak, gürültü seviyesinin yüksek olmasıdır. Bu da nokta değmelerde, özellikle kollektör değme noktasında akım yoğunluğunun büyük olması ve dolayısıyla sıcaklığın artmasından ileri gelmektedir.

TRANZİSTÖR ÖZELLİKLERİ



Birinci bölgedeki eğrileri elde etmek için I_B baz akımını çeşitli değerleri için emiter kollektör V_{CE} gerilim değişmelerine isabet eden kollektör akımı I_C değerlerini göstermektedir.

İkinci bölge eğrilerini elde etmek için, emiter kollektör aramızdaki V_{CE} gerilimi sabit kalmak şartıyla, baz akımı değişmelerine isabet eden, I_B akım değerlerini göstermektedir.

Üçüncü bölge eğrilerini çizmek için, emiter kollektör gerilimleri sabit kalmak suretiyle, baz emiter gerilimi değişmelerine tekabül eden, I_B gerilim değişmelerini göstermektedir.

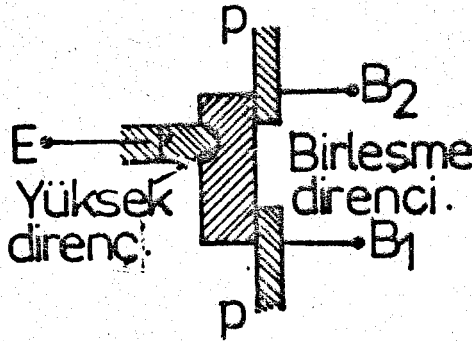
Dördüncü bölgedeki eğrileri elde etmek için, baz akımı çeşitli değerlerde sabit kalmak şartıyla, emiter kollektör gerilim değişmelerine tekabül eden V_{BE} gerilim değişmelerini göstermektedir.

TEK BİRLEŞİMLİ TRANSİSTÖR
UNİJUNCTION TRANSİSTÖR (UJT)

UJT'nin yapısı:

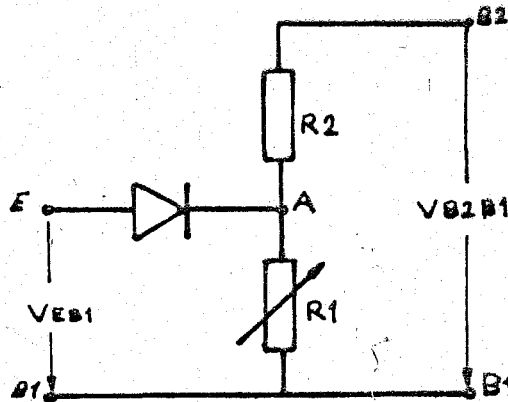
N tipi germanyum yada silisyumun bir tarafına, P tipi B_1 ve B_2 baz elemanları, diğer tarafında ise yine P tipi emiter elemanı, çekme yada birleştirme yoluyla oluşturulmuş UJT'nin yapısı şekil 1.14.1'de görülmektedir. Eleman uçlarından emiter ucu giriş, B_1 ucu ortak uç, B_2 ucu ise çıkış ucudur. Uygulamada emiter ile B_1 uçları arasında giriş pulsı yada sinyali verilir. B_2 ile B_1 arasında pil yada DC güç kaynağının (+) ucu B_2 'ye, (-) ucu B_1 'e bağlanır. Şekil 44'de görüldüğü gibi B_2 ile B_1 arasında toplam direnç, UJT'nin yapısına bağlı olarak 4 K ile 12 K arasında değişir. Bu uçlara 40 V'a kadar gerilim uygulanabilmektedir. Buradaki toplam direnç sözcüğünün anlamı UJT'nin B_1 ve B_2 arasındaki R_1 ve R_2 dirençleridir. R_1 direnci gerilimle değişebilmekte azalıp çoğalabilmektedir.

Şek: 1.14.1



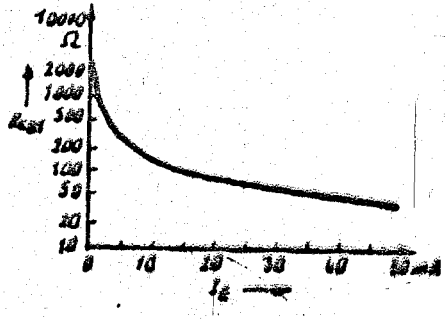
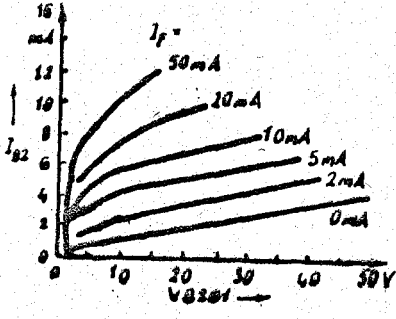
UJT'nin çalışması:

B_2 - B_1 uçlarına uygulanan gerilim, şekil 1.14.2'de görüldüğü gibi B_2 -A ve A - B_1 arasında eşit olarak ikiye bölünür. A noktası B_2 'ye göre (-), B_1 'e göre (+) değerdedir. Aynı polaritede E- B_1 uçlarına uygulanacak gerilim, A- B_1 uçlarına düşen gerilimden küçük ise E-A diyotu ters yönde gerilim alır. Bu anda diyot üzerinden ters yönde uA cinsinden çok küçük, bir I_{EO} akımı akar. Eğer V_{EB1} gerilimi V_{AB1} geriliminden büyük olursa E-A diyotu doğru yönde polarlanacağından, doğru yön I_E emiter akımı R_1 üzerinden akmaya başlayacaktır.



Şek: 1.14.2

UJT'nin $I_{B2}-V_{B2}$ ve $R_{BE}-I_E$ karakteristikleri



Bir n kanallı alan etkili transistörün yapısı şekil 1.15'de görülmektedir. n tipi malzemeden bir yarı iletken çubuğun (p tipi silisyum kullanılırsa, düzene p kanallı FET denir) iki ucuna metal bağlantılar yapılmıştır. Gerilim kaynağı bu uçlar arasına bağlandığından bu çubuk boyunca akar. Akım, çoğunluk taşıyıcıları, bu durumda elektronlar tarafından taşınır. Aşağıda kullanılan FET notasyonu standarttır.

Emiter (S): Çoğunluk taşıyıcılarının yarı iletken çubuğa girişleri uçtur. Çubuğa S ucundan giren akım I_S ile gösterilir.

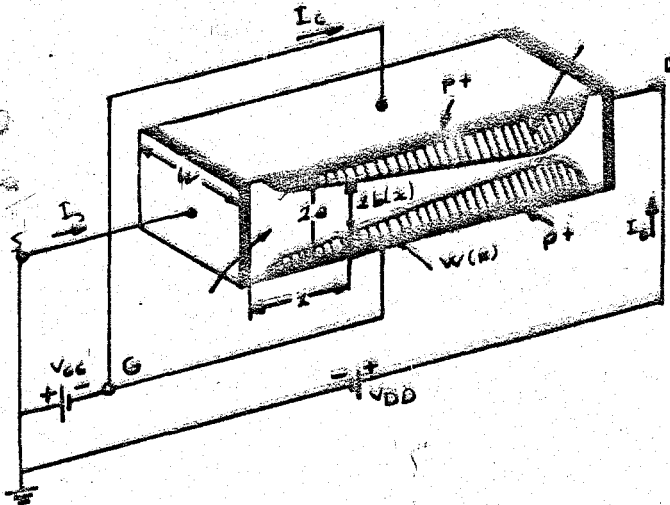
Kollektör (D): Çoğunluk taşıyıcılarının yarı iletken çubuktan çıktıkları uçtur. Çubuğa D ucundan giren akım I_D ile gösterilir. Kollektör emiter gerilimine V_{DS} denir ve bu gerilim, D ucu S ucundan daha pozitifse pozitifdir.

Geçit: Şekil 1.151'deki n tipi çubuğun her iki yanında alaşım, difüzyon veya p-n jonksiyonunu meydana getirecek bir başka uygun yöntemle, alan atom yoğunluğu fazla (p^+) olan bölgeler meydana getirilmiştir. Bu katkılanmış bölgelere geçit (G) denir. Geçit ile emiter arasına, p-n jonksiyonunu tikama yönünde kutuplayacak bir V_{GS} gerilimi uygulanır. Çubuğa G ucundan giren akım I_G ile gösterilir.

Kanal: Şekil 1.151'de iki geçit bölgesi arasında kalan n tipi bölgeye kanal denir. Çoğunluk taşıyıcıları kanal içinde emiterden kollektöre doğru hareket ederler.

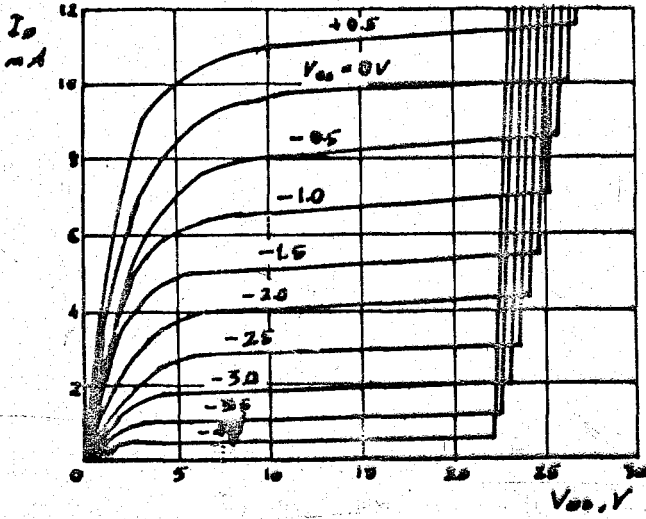
FET'in çalışması:

Tikama yönünde kutuplandırılmış olan bir p-n jonksiyonunun geçiş bölgesinin her iki yanına, fakirleşmiş bölgelerin bulunduğu hatırlamak gerekir. Akım taşıyıcıları, n tarafından sadece hareketsiz (+) iyonlar ve p tarafında hareketsiz (-) iyonlar bırakarak jonksiyon üzerinden difüzyonla sazırlar. (+) iyonlardan (-) iyonlara doğru yönelen elektriksels alan, jonksiyon uçları arasında bir gerilim farkı meydana getirir. Jonksiyon uçları arasındaki tikama yönü gerilimi arttırıldıkça, hareketsiz yüklerin bulunduğu bölgenin genişliği de artar. İçinde akım taşıyıcıları bulunmadığından, bu bölgenin iletkenliği hemen hemen sıfırdır. Dolayısıyla tikama yönünde uygulanan gerilim arttırıldıkça şekil 1.151'deki kanalın etkin genişliğinin gittikçe azaldığı görülür.



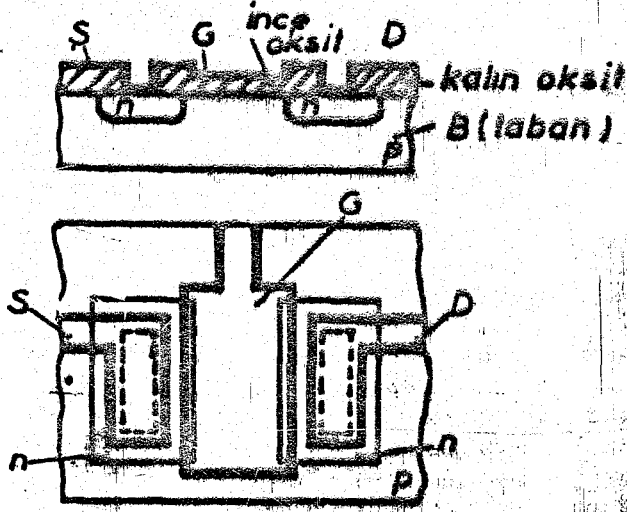
Şekil 1.15.1

Buna göre belirli bir kolektör emiter geriliminde, kolektör akımı, geçit jonksiyonu uçlarına uygulanan tıkama yönündeki gerilimin bir fonksiyonu olacaktır. Bu düzeni açıklamak üzere alan etkili terimi kullanılmaktadır. Çünkü akım kontrol mekanizması, tıkama yönündeki gerilimin artması ile, hareketsiz yüklerin bulunduğu bölgedeki alanın etkisinin yaygınlaşması esasına dayanır.



Bir n kanallı JFET'in ortak emiter çıkış eğrileri.

Daha çok MOS transistör adı ile anılan yalıtılmış geçitli bir transistörün kesiti ve üstten görünüşü şekil 1.16.'da verilmiştir. p tipi bir yarı iletken taban yüzeyinde iki bölge difüzyon yolu ile katkılanarak n tipine dönüştürülmüştür. Biri emiter öteki kollektör seviye görecek olan bu bölgeler arasında kalan p tipi yarı iletken yüzeyi üzerinde çok ince bir yalıtkan tabakası oluşturulmuştur. Yüzeyin geri kalan kısmı, daha kalın bir yalıtkan tabaka ile kaplanmıştır. İnce oksit tabakanın üst yüzeyi üzerine bir iletken film oluşturulmuştur. Emiter ve kollektör bölgelerinde birer bağlantı ucu çıkarılmıştır. Bu yapıda ince yalıtkan tabakasının yüzeyindeki iletkene geçiş elektrodu adı verilir.



Mos transistörün yapısı

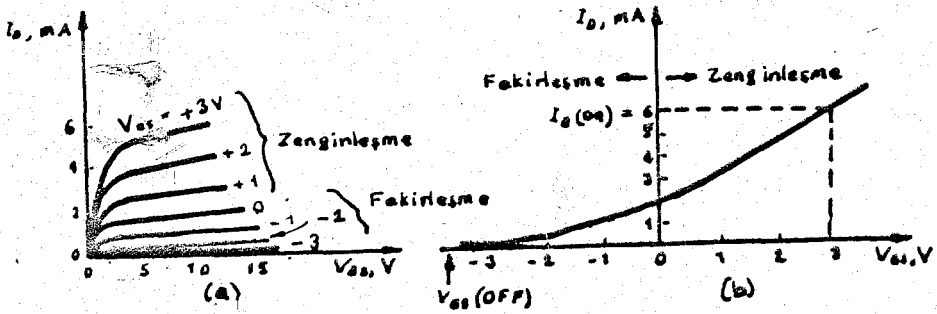
Sek: 1.16.1

Elemanın emiteri ile kollektörü arasında bir gerilim uygulandığında emiter-taban yahut taban-kollektör jonksiyonlarından biri yahut öbürü tıkama yönünde kutuplanmış olacağından devreden pratik olarak bir akım akmaz. Şimdi p tipi tabanla geçit elektrodu arasında geçiti tabana göre (+) yapacak yönde bir doğru gerilim uygulandığını düşünelim. Meydana gelen alanın etkisi ile yarı iletken tabanın oksit tabakasına yakın yerlerinde (+) taşıyıcılar itilerek bu bölgeden uzaklaştırılırken, elektronlar oksit-yarı iletken geçiş yüzeyine doğru çekilirler. Uygulanan gerilimin bir değeri için bu bölgedeki elektron yoğunluğu delik yoğunluğunu aşar. Yani geçit elektrodu altında kalan bölgede ince bir yarı iletken tabakası, p tipinden n tipine dönüşmüş olur. Böylece zaten n tipi olan emiter ve kollektör bölgeleri arasında bir iletim yolu oluşmuş olur. Kanal n tipi olduğundan böyle bir MOS'a n kanallı MOS denir.

Geçide uygulanan (+) gerilim arttırılırsa n tipine dönü-
 şen tabakanın kalınlığı artar, yani kanal direnci küçülür. MOS tran-
 zistörde bu şekilde geçit elektrodunun altında kalan bölgede cins
 zayıfıren yarı iletken tabakasına evirtim tabakası ve bu olaya evir-
 tim denir. Evirtimin meydana gelebilmesi için gerekli min. geçit ge-
 rilimine de eşik gerilimi denir ve genellikle V_{th} sembolü ile gösteri-
 lir. Buraya kadar anlatılan MOS yapısındaki n türü, yani tabanı n ti-
 pi, S ve D bölgeleeri p tipi olan bir MOS'da iletimi sağlayacak p tipi
 bir kanalın oluşması için geçide, tabana göre (-) bir gerilim uygulan-
 ması gerekir. Böyle bir MOS'a p kanal MOS denir.

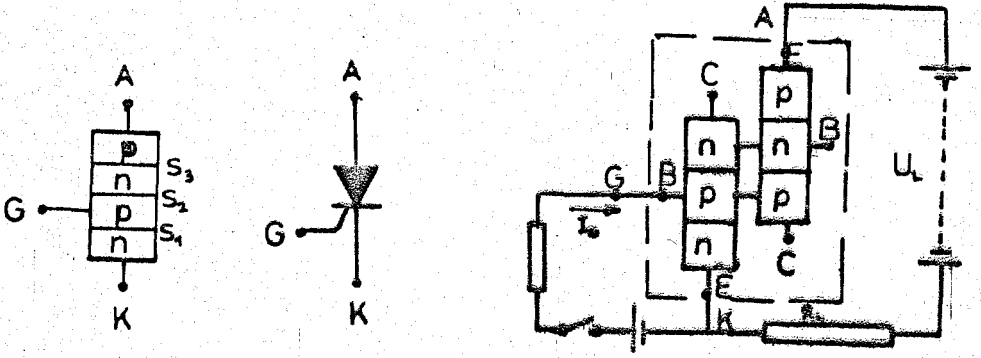
Yeteri kadar büyük bir gerilim uygulanarak kanalı oluştu-
 rulan bir MOS'da S ucu ile D ucu arasına bir gerilim uygulandığında
 kanal boyunca bir akım akar. Akımın değeri V_{DS} gerilimi ile orantılı
 olarak artar. S ucu tabana bağlanmış bir n kanallı MOS'da D ucu S'e
 göre (-) olacak şekilde bir gerilim uygulanırsa çok küçük V_{DS} geri-
 limi değerleri için akım gerilim bağıntısı yine lineerdir. V_{DS} geri-
 liminin değeri arttırılırsa, kanalın S ucuna yakın noktalarından ge-
 çit taban gerilimi, uygulanmış olan V_{GS} gerilimine eşit olduğu halde
 kanal içinde D'ye doğru gidildikçe akımda olan akımın kanal diren-
 ciyle meydana getirdiği gerilim düşümü sebebi ile geçit ile taban
 arasındaki gerilim azalır ve bir noktadan sonra V_{th} eşik geriliminin
 altına düşer. Böylece kanal kısılır. V_{DS} gerilimi arttırılırsa da akım
 daha artmaz.

Buraya kadar anlatılmış olan MOS'larda geçite bir geri-
 lim uygulanması süreci bir iletim kanalı yoktur. Kanalı, geçite uy-
 sulanan gerilim oluşturur. Bu yüzden bu tipten bir MOS'a kanal oluş-
 turmalı MOS denir. Mantık devrelerinde kullanılan MOS transistörler
 bu tiptendir. Bazı uygulamalarda geçide gerilim uygulanmamışken MOS'un
 belirli bir ölçüde iletken olması, V_{GS} geriliminin bir yönde değişimi
 ile akımın artması, öteki yönde değişimi ile ise akımın azalması ist-
 tenir. n kanallı MOS transistörlerde bu durum tabanın katkı yoğunluğu-
 na bağlı olarak, genellikle kolayca sağlanır. p kanallı yapılarda kanal
 kalınlığının katılmasını gerekir. Bu tipten bir MOS'a kanal ayarlanmalı
 MOS denir.



Şekil 1.1. n kanallı MOSFET'in drain current (a) ve p kanallı MOSFET'in drain current (b) grafiği.

Tristör 4 farklı dozdaki silisyum kristalin yanyana gelmesinden oluşmuştur. Tabakalar anottan (A) katoda (K) doğru PNPN sırasını izler. Diştaki P tabakası Anot, N tabakası ise Katodu meydana getirir. P taban denilen içteki P tabakası kumanda ucu olan kapı (G) ile irtibatlıdır.



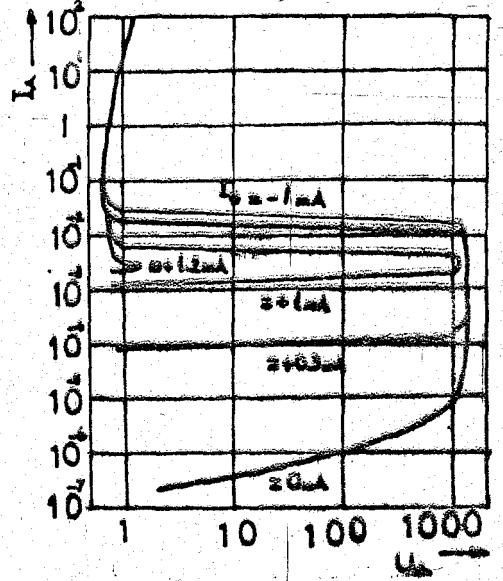
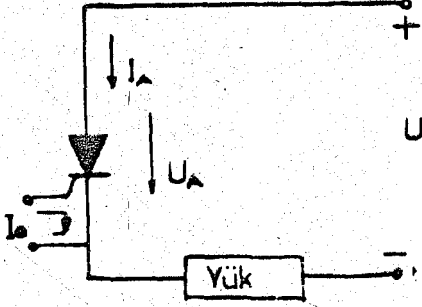
Tristörün yapısı, sembolü ve transistör eşdeğeri.

TRANSİSTÖR EŞDEĞER DEVRENİN İNCELENMESİ;

Yukarıda ki şekilde görüldüğü gibi pnp tipi transistörün tabanı, npn tipi transistörün kolektörü ile yanyana gelecek şekilde birleştirirsek, tristörün eşdeğeri olan bir sistem elde ederiz. pnp tipi transistörün emiteri tristörün anoduna, npn tipi transistörün emiteri ise katoduna tekabül eder. Taban ve kolektör tabakaları düşük dozlu olduğundan, tristörün iç tabakalarını oluşturmaktadır. pnp transistörün emiteri ile npn tipi transistörün emiteri arasında R_L yük üzerinden U_L gerilimini uygulayalım. npn transistör, tabanından emiterine doğru bir akım geçirilerek iletken hale getirilmediği sürece yük direncinden akım geçmez. Ancak I_G kumanda akımı geçirildiğinde, pnp transistörün emiter geçidi ve npn transistörü üzerinden bir yük akımı geçer. pnp transistörün emiter geçidinden geçen bu akım, taban akımı gibi etkilediğinden transistörü iletken hale getirir. Böylece yük akımı, pnp transistörü ve npn transistörünün emiter geçidi üzererindende geçmeye başlar. Artık npn transistörün emiter geçidinden I_G den başka I_G den çok daha büyük olan yük akımının bir kısmı geçmektedir. Bu transistörün kolektör akımı daha da artar ve kısa zamanda bütün sistem iletken hale gelir. I_G akımının önemi kalmamıştır. I_G kaldırılrsa bile yük akımı geçmeye devam eder.

Tristör davranışı bakımından gaz deşarjlı triyot tüplere benzer. Bilindiği gibi bu tüplerden akım geçmeye başladıktan sonra ızgara geriliminin önemi kalmaz. Esasen tristörler, bu cins tüplerin güç elektronığı yönünden en önemlisi olan cıva buharlı tüplerin yerini almıştır.

Bir tristörün geçirme yönünde anot akım-gerilim karakteristiğini aşağıdaki devrede ve egride inceleyelim.



Tristörün pozitif anot uygulama devresi ve anot-gerilim karakteristiği.

Tristörün uçlarına, bir yük üzerinden geçirme yönünde ayarlanabilen bir gerilim uygulayalım. I_g kapı akımı parametre olmak üzere U_A anot gerilimine bağlı olarak anot akımının değişimini inceleyelim. Egride $I_g = 0$ ve mühtelif kapı akımları için tipik bir tristörün anot akım-gerilim karakteristiği görülmektedir. Anot akımının büyük değerleri için I_g kapı akımının önemi yoktur. Karakteristiğin bu bölgesi, tristörün iletimdeki davranışını gösterdiğinden ((Geçirme Karakteristiği)) dir. Diyodun geçirme yönündeki karakteristiğine benzer. Karakteristiğin I_g akımına bağlı olan küçük anot akımları bölgesi ise ((Pozitif Kapama Karakteristiği)) dir. Zira bu bölgede tristörün anodunda pozitif bir gerilim bulunduğu halde, içinden geçen akım ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Geçirme ve pozitif kapama karakteristikleri bir negatif direnç doğrusu ile birbirine bağlıdır. Negatif direnç bölgesinde, anot akımı arttığı halde anot gerilimi azaldığından dU_A/dI_A negatiftir. Bu bölgede tristörün durumu stabil değildir. Anot gerilimi belirli bir değere ulaşınca tristör aniden pozitif kapama durumundan iletime geçer. Anot geriliminin bu değerine ((Devrilme Gerilimi)) denir. $I_g = 0$ halindeki devrilme gerilimine ise ((Sıfır Devrilme Gerilimi)) adı verilir. Aynı şekilde iletimde bulunan bir tristörden geçen anot akımı karakteristiğin negatif direnç bölgesine düşerse, tristör aniden pozitif kapama durumuna geçer, bu akıma ((Tutma Akımı)) denir.

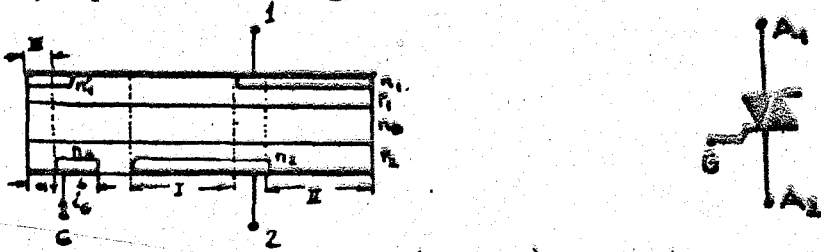
Egride görüldüğü gibi, tristör pozitif kapama durumunda iken I_g kapı akımı arttırıldıkça anot akımı da artar. Devrilme gerilimi ise azalır. Devrilme gerilimi anot gerilimine düşünceye kadar I_g akımı arttırılırsa tristör iletime geçer.

"Tristör tetiklendi" veya cıvalı bir tüp olan Thyatronlardan kalma bir alışkanlıkla "Tristör ateşlendi" denir. Kapı akımının bu değerine ise "Tetikleme akımı" veya "Ateşleme akımı" denir. Anot geriliminin her değeri için belirli bir tetikleme akımına ihtiyaç vardır. Diğer taraftan tetikleme akımı, tristör geçit (jonksiyon) sıcaklığına da bağlıdır.

1.18 İKİ YÖNLÜ TRİSTÖR TRİYOTLAR (TRIAC'LAR)

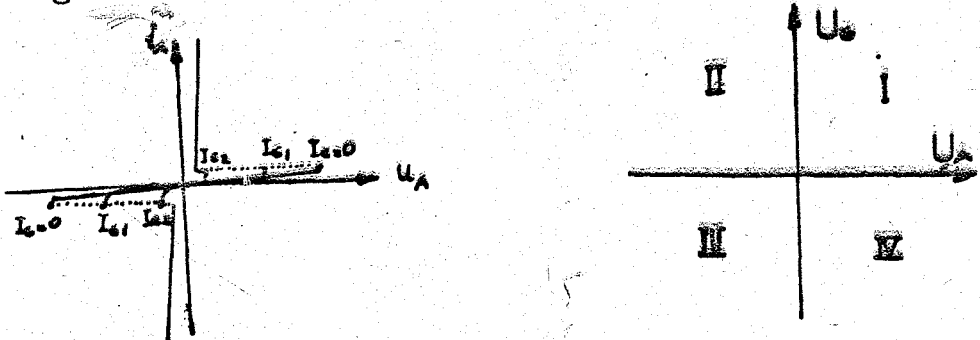
Ters paralel bağlanmış iki tristör gibi davranırlar. Bir tetikleme devresi ve soğutucu yeterlidir. Çoğunlukla şebeke frekanslı alternatif akımların kontrolü için kullanılırlar. Aynı kristal içinde iki ters paralel p-n-p-n zinciri gerçekleştirmek güç olduğundan, tristörler kadar büyük gerilim ve akımlar için imal edilemezler. Bu sebepten küçük akım ve gerilimlerde alternatif akım şalteri ve ayarlayıcısı olarak kullanılırlar.

Her iki yöndeki anot gerilimlerinde, kumanda akımının yönüne bağlı olmaksızın tetiklenen bir triac'ın kesiti aşağıda görülmektedir. (1) ucu (2)'ye göre pozitif veya negatif olduğunda, kapı akımı hangi yönde olursa olsun triac tetiklenir.



İki yönlü tristörün (triac) kesiti ve sembolü.

İletime geçmesinde ve sönmesindeki davranışı tamamen tristöre benzer. Akım iki yönde de aktığından ana uçlar, anot ve katot olarak adlandırılmaz. Birinci ve ikinci anot diye adlandırılır. Şekil 1.18.1'de triac'ın karakteristiği ve tetiklenme bölgeleri verilmiştir. Görüldüğü gibi karakteristik simetriktir. Anot gerilimi U_A ve kapı gerilimi U_G 'nin yönüne bağlı olarak triac'ın dört tetiklenme bölgesi vardır.



Triac'ın karakteristiği ve tetiklenme bölgeleri.

Şek. 1.18.1

I. Bölge: Anot gerilimi (U_A) ve kapı gerilimi (U_G) pozitiftir. Şekil 1.10.1 'de gösterilen (I) sütun vazife görür. Akım (1) den (2)'ye doğru $p_1-n_1-p_2-n_2$ zincirinden geçer. G uçu, kapı elektrodu vasıtasıyla p_2 tabakasıyla ile irtibatlıdır. Kapı akımı, p_2-n_2 tabakaları üzerinden (2) ucuna akar.

II. Bölge: Anot gerilimi negatif, kapı gerilimi ise pozitiftir. Ana akım, $p_2-n_1-p_1-n_2$ ve n_1 zinciri vasıtasıyla (2) den (1)'e doğru akar. Kapı akımı ise, I. çalışma bölgesinde olduğu gibi kapı elektrodunun (a) kısmından, p -n tabakaları üzerinden devresini tamamlar.

III. Bölge: Anot gerilimi (U_A) ve kapı gerilimi (U_G) negatiftir. Bu çalışma bölgesinde G kapı ucunu kristale irtibatlayan kapı elektrodunun (b) kısmı, II sütunu iletime geçerken yardımcı katot görevi yapar. Tetikleme akımı; 2ucu- p_2-n_G -G yolunu izler.

IV. Bölge: Anot gerilimi pozitif, kapı gerilimi ise negatiftir. Bu bölgedeki tetiklemede kumanda elektrodunun (b) kısmı, (I) sütunu iletime geçerken yardımcı katotluk yapar. Bu çalışma bölgesinde de tetikleme akımının yönü negatif olduğundan aynen III. bölgedeki yolu izler.

ENTEĞRE DEVRELER

Entegre devre fikri 1952'de ortaya atıldı. Burada, G.W.A. Trummer; "Genellikle yarı iletken ve transistörlerle geliştirilen, elektronik devrenin, bağlantı telleri kullanılmadan aynı bir blok içinde monte edilmesinin mümkün olabileceğini ve bu bloğun yalıtık, iletken, diyet ve aktif elemanların meydana gelebileceğini, elektriksel görev yapan bu elemanların değişik tabakaları bazı bölgeleri ile kesilip çıkarılarak doğrudan doğruya bağlanabileceğini" söylemişti.

Buna rağmen, şimdi entegre devreler diye isimlendirildiğimiz parçaların tam başlangıcının nasıl olduğu araştırılmaktadır. Caswell 1957'de "katı devreleri" (o zamanlar bu ifade biliniyordu) geliştirmeye başladı. Entegre devrelerin yapısının ilk adımları gerçekleştirildiği yıllara rağmen, 1960'lerde onlu eleman gruplarının meydana getirildiği entegrelerin imali düşünülmüştür. 1964'e kadar bile çok kıymetli lambalı-transistörlü devrelerde entegre devre kullanılmıyordu. Ancak bunun daha çok fiyat üzerinde etkili olabileceğini düşünülüyor. İlk başlangıçta başarılan kesit yekpare entegre devre serisinin yapılmıştır. Lambalı-transistörlü devreler bu tip devrelerin ayırt edilebilir için devreye, entegre devre veya "IC" adı verilmiştir.

İlk entegre devreler ayrı ayrı elemanlar an meydana gelen devrelerin doğrudan doğruya bir kopyası idi. Her iki tip devreyi ve tek devrenin limitlerini bilen, entegre devrelerin geliştirilmesine payı bulunan dizaynçıların yeni bir buluşu 1964'de olmuştur.

Karmaşık entegre devreler 1960'da üçtransistör ve bir dirençten, 1964'de yaklaşık 40 veya daha çok elemanlı hale getirilmesine rağmen, 1975'te onbinlerce elemanı kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. Transistör elektronikindeki bu gelişme şüphesiz transistörün icadından an çok büyük bir etki yapmıştır. Transistör, devre fonksiyonlarını yerine getiren aracı olarak lambadan daha ucuz, kullanışlı ve çok daha güvenilir bir eleman özelliğini sağlamıştır. Fakat entegre devre giderek artan bir hızla gelecek elektronik sistem dizaynının esasını teşkil edecektir. Gerçekten, bugünün pekçok elektronik sistemini yekpare hale getirmeye imkân etmek imkansızdır. Bu nokta, devredeki her elemanın ortak avantajlarının değerlendirme ve sistemin ekonomik çalışmasına bağlı olan sistem ve güvenilirliği bakımından da önemlidir.

BİR ENTEGREYİN İMALAT BASAMAKLARI

İmalat işlemlerindeki ardışık adımlar genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

1. Yüzey hazırlama,
2. Epitaksiyel oluşturma,
3. Difüzyon,
4. Metalizasyon.

Dilim üzerindeki her bir parçayı birbirinden izole etmek için öncelikle devre dizaynının yapılması gerekir. Epitaksiyel oluşturma özellikle elektrikli karakteristiklere sahip meteryallerin elde edilmesi, difüzyon damlları ise, direnç, diyot ve transistör elemanlarının imalatının yapılmasıdır. Son olarak, metalizasyon gelişmesi dilim üzerindeki her bir devre elemanının dahili olarak bağlanması işlemidir. Dilim üzerindeki parçalar test edildikten sonra parçalara ayrılır. Entegreler kılıflarına yerleştirilirler eğer gerek görülürse son bir testten geçirilir. Bu kısa açıklamalardan sonra imalat işlemlerini sırayla inceleyelim.

Yüzey Hazırlama: Temel dilim tipik olarak 1/4 inç x 6 mil (6/100 inç) boyutlarında silikon parçadır. Yüksek rezistanslı (5-10 Ω cm) p-tipi kristal halindedir. Silikon dilimin her iki tarafı düzeltilir ve sonra bir yüzeyi parlatılır. Birçok dilim bir silikon meteryalden kesilir ve hazırlanır. Her bir dilimin başarısı tüm dilim yüzeyinin meteryal karakteristiklerine bağlıdır. Birçok dilim aynı anda üretilişi için arzu edilen sonuca ulaşmak için gerekli kontroller yapılmalıdır.

Epitaksiyel oluşturma: Silikon dilimin parlatılmış yüzeyine ince bir ilave silikon kristal elde etme işlemidir. Arzu edilen yüksek direnci elde etmek için n-tipi madde ilave edilir. Epitaksiyel yüzey 0.5x2 mil kalınlığında ve yaklaşık olarak direnci 0.1-0.5 Ω cm'dir. Epitaksiyel tabaka bir transistörün kolektörü için güzel bir yüzey sağlar. Karşıt tip p-tipi madde n-tipi alanlardan imalat esnasında izole edilir. Epitaksiyel tabaka yapıldıktan sonra dilimin tüm yüzeyi SiO_2 tabakası ile kaplanır. Silisyum dioksit tabakası parçayı aş etkilerden korur.

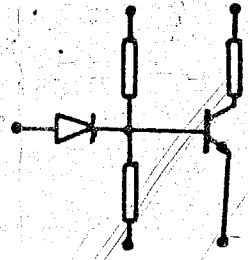
Maskelendirme: İmalat işleminin çok önemli ve karmaşık bir aşamadır. Foto-rezist olarak geliştirilen maskelerin kullanımı entegre devreye temel şekli verir. Bir imalat işlemi esnasında birçok mask kullanılır ve bunların hepsinin mükemmel olarak dizayn edilmiş olmaları gerekir. Maskler ilk önce mühendis tarafından büyük ebatta çizilirler ve sonra foto-rezist teknikleri kullanılarak 1/4 inç'e kadar küçültülürler. İşlemin bu kısmı çok dikkatli bir şekilde kontrol edilir. Mask tabakası silikon dilim üzerine yerleştirilir ve ultraviyole ışıktan korunarak foto-rezist maska ile kaplanır. İstenmeyen foto-rezist tabaka kimyasal yollarla uzaklaştırılır. Sonuçta arzu edilen şekil silikon parça üzerinde kalır.

Difüzyon : Şekil-1.9.1'de silikon çipin bir parçası görülmektedir. İzolasyon difüzyonuna, p-tipi madde p-tipi alt tabakaya ulaşana kadar n-tipi epitaksiyel katın oluşumuna izin verir. Kalan asacıklar birbirinden izole edilirler ve sonuçta direnç, transistör, diyot gibi yapılar elde edilirler. Yüzeyin üzeri yeni bir oksit tabaka ile kaplanır ve bir sonraki foto-eritme operasyonuna hazırlanır.

Beş. difüzyonunda: devre dirençler, diyot anotları, ve transistör boyaları yapılır. P-tipi katkı maddesi, maskler yardımıyla oluşturulan alanların içine yayılır. Dirençin değeri p-tipi meteryalin alan ve uzunluğu ile saptanır. Alanın büyüklüğüne bağlı olarak birkaç milimetre direnç değeri elde edilebilir. Dirençler diyot ve transistörlere oranla daha çabuk yer kaplarlar. Yüzey tekrar oksit tabakası ile

kaplanır ve emiter difüzyonuna hazırlık olarak foto-eritme gelişmesi yapılır.

- IC ÜRETİM ADIMLARI -

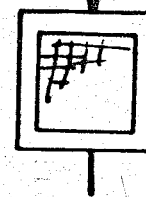
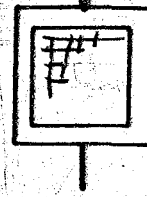


DEVRE DİZAYNI

Devre yayılımı

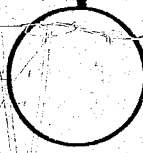


FOTOMASK İŞLEMLERİ

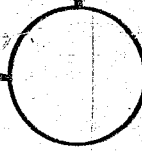


67

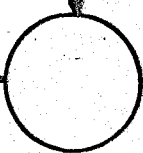
SİLİKON DİLİM



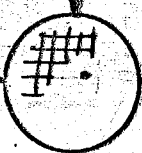
TENİZLEME VE PARLATMA



EPİTAXIAL DİFFÜZYON İŞLEMİ

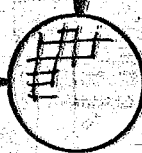


İZOLASYON MASK



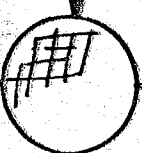
İZOLASYON DİFFÜZYON

BASE MASK



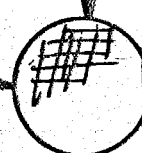
BASE DİFFÜZYON

EMİTER MASK



EMİTER DİFFÜZYON

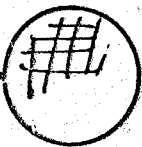
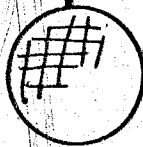
KONTAKLAR VE DAHİLİ BAĞLANTI MASKİ



KONTROL VE DAHİLİ BAĞLANTI

PROP TEST

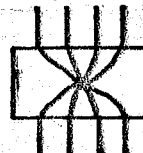
PARÇALARA AYIRMA



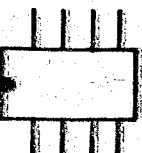
BİR DEVRE CİPİ



KILIFA YERLEŞTİRİLMESİ



SON TEST

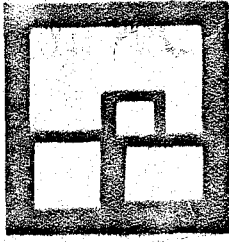


KILIFIN KAPATILMASI

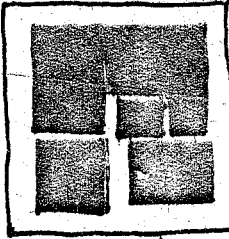


Emiter difüzyonu; diyot katotları ve transistör emiterle-
rinin yapılma aşamaları. I-tipi katkı maddesi ile boşluklar doldurulur.
difüzyon verimliliği dikkatli bir şekilde kontrol edilir. Her ne kadar
kondansatörden şimdiki değere ulaşmış olsa da, kondansatörler ters kutup-
lanarak diyotlarla oluşturulurlar. Bu teknikle yalnızca birkaç yüz
mikrometre kalınlıkta olan kondansatörler yapılabilir. Daha büyük değerkon-
dansatör ve direnç gerektiriyorsa ince film tekniği ile bunlar ayrı olarak
yapılırlar ve sonra diğer çipler birlikte tek kılıf içine konular.
Bu devrelere "hybrid" denir.

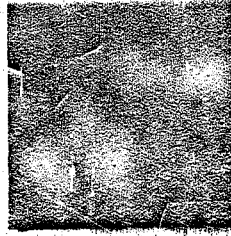
Faahel eleman olarak transistör ve diyottan oluşan devre
daha az kondansatör ve dirençle oluşturulabilir. Bu durum entegre devre
inhalat için önemlidir. Direnç ve kondansatörden daha ucuz olan ve az
yer kaplayan diyot ve transistörler devre dizaynında direnç ve kondan-
satörlerin yerine kullanılırlar.



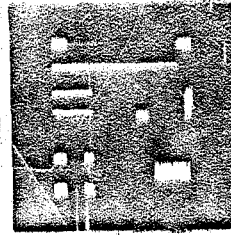
İZOLASYON ÇİP.



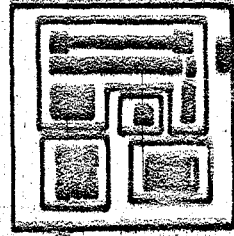
İZOLASYON ÇİP.



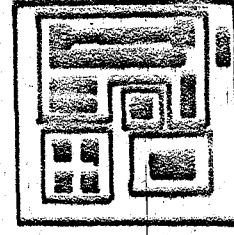
BASE ÇİP.



BASE ÇİP.



EMİTER ÇİP.



EMİTER ÇİP.

Metafizasyon: Bütün elemanlar kare şeklindesilikon parça içine
çok benzer şekilde yapılırlar. Bir sonraki operasyon tekrarı-
tır. Bu kez elemanlar arası bağlantıları sağlamak için pence-
neler açılır. İç bağlantılar parçayı valun altında alüminyum ile kapla-
nır. Son maskelene ve etlene işlemi istemeyen bağlantıları ortadan kal-
dırarak istenen bağlantı kalınlığının kalmasını sağlar.

İmalatçı tarafından sağlı olarak tüm kısımlar ya da örnekler
test edilir. Daha sonra silikon parça çiplere ayrılır. Şimdiki tek im-
alat masraflı bir silikon çipim için birkaç dolar gibi çok az bir miktar-
dır. Çiplerin test tekniği alınması, test edilmesi ve kılıfına yerleşti-
rilmesi maliyeti oldukça arttırır.

BÖLÜM 2

İKİLİ SAYI SİSTEMİ (BINARY)

İKİLİ SAYI SİSTEMİ (BINARY SYSTEM)

Bir sayısal sistemde, her sayı (digit) o sistemin tabanı ile belirlenmiştir.

Örneğin, onlu sayı sisteminde (decimal), taban 10'dur ve her sayı şu on durumdan birinde olabilir:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9

Sekizli sayı sisteminde (octal), taban 8'dir ve her sayı şu 8 durumdan birinde olabilir:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7

Aynı şekilde, ikili sayısal sistemde (binary) taban 2'dir ve her binary sayı şu iki durumdan birinde olabilir:

0 ve 1

1979 onlu sayısını şu şekilde gösterebiliriz:

$$(1979)_{10} = 1000 + 900 + 70 + 9 \\ = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0$$

aynı şekilde 739,54 sayısını aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$(739,54)_{10} = 7 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 4 \cdot 10^{-2}$$

Bunların yazılışını genel bir ifade ile aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$a_n b^n + \dots + a_2 b^2 + a_1 b^1 + a_0 b^0 + a_{-1} b^{-1} + a_{-2} b^{-2} + \dots + a_{-m} b^{-m}$$

Sayısal sistemde bu formüle göre b tabandır, a ise her tabanın çarpanıdır.

Bu formüle göre, ikili sayısal sistemde genel eşitliği aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$a_n 2^n + \dots + a_3 2^3 + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0 + a_{-1} 2^{-1} + \dots + a_{-m} 2^{-m}$$

Bu eşitlik şu şekilde de yazılabilir:

$$a_n 2^n + \dots + a_3 8 + a_2 4 + a_1 2 + a_0 1 + a_{-1} 0,5 + a_{-2} 0,25 + \dots + a_{-m} 2^{-m}$$

Burada a katsayısı ya 1 veya 0 olur.

Örneğin, 1011011 binary sayısını onlu sayıya çevirelim:

$$\begin{aligned} (1011011)_2 &= 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 \\ &= 64 + 0 + 16 + 8 + 0 + 2 + 1 \\ &= (91)_{10} \end{aligned}$$

Onlu sayısal sistemde olduğu gibi, binary sayısal sistemde de en büyük değerli rakam sol tarafta ve en küçük değerli rakam sağ tarafta bulunur.

En büyük değerli ve en küçük değerli rakamlar soldan sağa doğru küçülecek şekilde yazılır. Bir rakamın değeri, genellikle ağırlığı ile belirtilir ve 2'nin bazı katsayıları ile gösterilir. Aşağıda binary sistemdeki sayıların ağırlığı gösterilmiştir.

$$2^n \dots 128-64-32-16-8-4-2-1-0,5-0,25 \dots 2^{-m}$$

Örneğin (1101,01) binary sayısı $8+4+0+1+0+0,25$ onlu sisteminde 13,25 olacaktır.

Onlu sayıları, ikiliye çevirmek için, 2'nin en büyük üs değeri, onlu sayıdan çıkarılır ve bu işlem 2'nin üslerinin kalan sayıdan çıkarılması ile sonuç sıfır oluncaya kadar devam eder.

Örneğin 179 onlu sayısı, aşağıdaki gibi binary'e çevrilir:

179	51	51	19	3	3	3	1
<u>128</u>	<u>64</u>	<u>32</u>	<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
51	*	19	3	*	*	1	0

* ile belirtilen çıkarma işlemlerinde sayı değeri eksi olacağından bundan sonra gelecek daha küçük sayıdan çıkarma işlemi yapılır.

Bu durumda katsayı 0 kabul edilir.

$$1.128 + 0.64 + 1.32 + 1.16 + 0.8 + 0.4 + 1.2 + 1.1$$

Burada yalnızca 1 ve 0 katsayılarını yazarak 179'un eşdeğerini 1011001 olarak gösterebiliriz.

0,7109375 sayısının binary eşdeğeri aşağıdaki gibi bulunur.

<u>ÇARPMA</u>	<u>TAM KISIM</u>	<u>KECİRLİ KISIM</u>
0,7109375.2	1 En büyük değerli rakam	0,421875
0,421875.2	0	0,84375
0,84375.2	1	0,6875
0,6875.2	1	0,375
0,375.2	0	0,75
0,75.2	1	0,5
0,5.2	1 En küçük değerli rakam	0

Böylece 0,7109375 sayısının binary eşdeğeri 0,1011011'dir.

Onlu sayılarda tam ve kecirli kısımlar varsa, her biri ayrı ayrı binary sayısına çevrilebilir.

Binary sayılarını, onlu sayı sistemine çevirmek için, rakamlar ayrı ayrı onlu sayıya çevrilir ve onlu sayısal eşdeğerleri toplanır.

Örneğin 1011,011 sayısı şu şekilde onlu sayısal sisteme çevrilir:

$$1.8 + 0.4 + 1.2 + 1.1 + 0.0,5 + 1.0,25 + 1.0,125 = 11,375$$

2.1 BINARY SAYILARIN TOPLANMASI

Binary sayıların toplanması, onlu sayısal sisteme benzer. Yalnız bir ayrıcalık, toplam 1'i geçtiğinde binary sayısal sisteminde bir "elde" ye sahip oluruz. Onlu sayısal sistemde ise toplam 9'u geçtiğinde bir "elde"ye sahip oluruz. Örneğin, her iki sayısal sistemde de 1 ve 1'in toplamı aşağıdaki gibi olmaktadır:

	<u>BINARY</u>	<u>ONLU</u>
	1	1
	1	1
	<u>+</u>	<u>+</u>
Toplam	10	2
Ağırlık	..1	

Buradaki binary toplamı "bir, sıfır" okunur, on denmes. 3 ve 3'ün toplamı aşağıdaki gibi olur:

	<u>BINARY</u>	<u>ONLU</u>
	11	3
	11	3
	<u>+</u>	<u>+</u>
Toplam	110	6
Ağırlık	421	

Aynı şekilde 27 ve 30 onlu sayılarının binary eşdeğerlerinin toplamı aşağıdaki gibi olacaktır.

	<u>BINARY</u>	<u>ONLU</u>
	11011	27
	11110	30
	<u>+</u>	<u>+</u>
Toplam	111001	57
Ağırlık	32 16 8 4 2 1	

2.2 BINARY SAYILARIN ÇIKARILMASI

Binary sayılarda çıkarma, onlu sistemin benzeridir. Çıkarılan sayı, çıkandan küçük ise yandan ödünç alınır. Ödünç alınan bu sayı, onlu sistemde 2'ye eşdeğer, binary sistemde ise 10 olur.

Örneğin 101 (onlu sistemde 5) ve 11 (onlu sistemde 3) binary sayılarının çıkarılması aşağıdaki gibi yapılır:

<u>BINARY</u>	<u>ONLU</u>
101	5
11	3
<u> </u>	<u> </u>
010	2

Aynı şekilde 101101 (onlu sistemde 45) ve 10111 (onlu sistemde 23) binary sayılarının çıkarılması:

<u>BINARY</u>	<u>ONLU</u>
101101	45
10111	23
<u> </u>	<u> </u>
10110	22

2.3 BINARY SAYILARIN ÇARPIMI

Binary sayıların çarpımında aşağıdaki yol izlenir.

101 ile 11011 sayısını çarpmak için önce bu iki sayı şu şekilde yazılır.

BINARY

ONLU

11011

27

101

5

x

x

Sonra, iki sayının altına çarpanlardan her biri için çarpılan sonuç yazılır:

11011 → 27

101 → 5

x

x

11011 → 27

00000

11011 → 108

Son adımda sayılar toplanır:

11011 27

101 5

x

x

11011 27

11011 108

+

+

10000111

135

2.4 BINARY SAYILARIN BÖLÜMÜ

Binary sistemde bölme işlemi şu şekilde yapılır:
 Bölünenden bölenin çıkarılması işlemine sonuç sıfır oluncaya
 kadar devam edilir. Örneğin 110011 sayısını 101 ile bölelim:

$$110011 \overline{) 101}$$

101 Çıkarma var 1 En büyük değerli rakam

$$001011$$

101 Çıkarma yok 0

$$001011$$

101 Çıkarma var 1

$$000001$$

101 Çıkarma yok 0 Buradan sonra ondalık kısım gelecek

$$000001,0$$

10,1 Çıkarma yok 0

$$000001,0$$

1,01 Çıkarma yok 0

$$000001,0$$

0,101 Çıkarma var 1 En küçük değerli rakam

$$000000,011$$

Kalan

Bölme sonucu 101,001 olarak bulunur.

2.5 BINARY SAYILARIN DÜZENİ

Binary sayılar paralel ve seri düzen içinde olabilir. Binary sayılarını paralel düzende aktarmak veya iletmek için birkaç sinyal hattının eşit sayıdaki rakamları gerekir.

Binary sayıların ölçüsü yükseltildiğinde, sinyallerinin sayısı bu sayıları taşımaz, pratik olmayan hale gelir. Bu bu anda sert düzen düşünülmelidir. Seri düzende sayıların rakamları tek sinyal hattı üzerinden ardışıl olarak taşınır. Paralel düzen, seri veri taşımaya hızlıdır. Paralel taşımada pratik olarak bilgi akışı ve bilgi aktarılması arasında gecikme yoktur.

Sakıncası ise, her bilgi aktarılması için ayrı sinyal hattı gerektirmesidir.

Seri veri aktarılmasında yalnız bir sinyal hattı gerekir. Dolayısıyla seri aktarımın sakıncası aktarımın yavaşlatma oranıdır.

Paralel ve seri metotlar arasında veri aktarımı seçimi zaman ve madeni aksamaya bağlıdır.

BÖLÜM 3

MANTIKSAL ANALİZLER

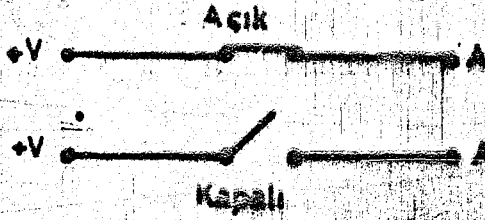
MANTIKSAL ANALİZLER

3.1 MANTIKSAL NİCELİKLER

Mantıksal devre iki değerden birine sahip olabilir.

1 veya 0. 1 olduğunda nicelik DOĞRU durumdur. 0 olduğunda nicelik YANLIŞ durumdur.

Bir mantıksal nicelik iki durumdan birinde olabilir. Bu AÇIK veya KAPALI bir elektrik anahtarına benzetilebilir; AÇIK duruma 1, KAPALI duruma da 0 denir. Şekil 3.1.1 de tek kutuplu bir anahtarın iki durumu görülmektedir. Anahtar AÇIK olduğunda A çıkışı +V olur. Anahtar KAPALI olduğunda A çıkışında gerilim olmaz.



Şek: 3.1.1

Mantıksal değerler, çarpım ve toplam biçiminde birleştirilmiştir.

Örneğin A ve B mantıksal nicelikler şu şekilde olabilirler:

$$A \cdot B \longrightarrow C \quad \text{veya} \quad A + B \longrightarrow C$$

A ve B nicelikleri yalnız yukarıdaki iki durumda olabilir. Bunlar 4 tane durumu oluşturur.

<u>A · B → C için</u>			<u>A + B → C için</u>		
<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1

A B'nin 1 olması için A ve B nicelikleri 1 olmalıdır. A B mantıksal çarpımına AND fonksiyonu denir. $A \cdot B$, "A VE B" diye okunur. Aynı şekilde ABC, A VE B VE C diye okunur. $A + B$ mantıksal toplamına OR fonksiyonu denir ve $A + B$, A VEYA B okunur. Benzer şekilde $A + B + C$, A VEYA B VEYA C okunur.

ABC mantıksal ifadesi seri bağlı üç anahtarla gösterilebilir.

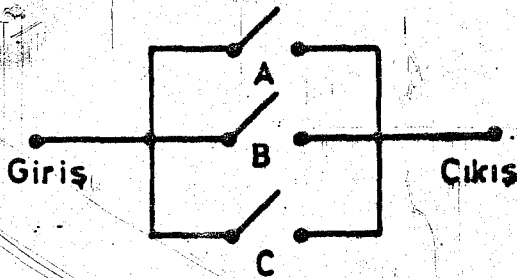


ABC mantıksal ifadesi aşağıdaki 8 durumdan birinde olabilir:

A	B	C	D
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Bu sekiz durumdan yalnız birinde çıkış 1'dir.

$A + B + C$ mantıksal ifadesi üç paralel bağlı anahtar ile gösterilebilir:



Bu gösterilişte bilgi için (Giriş) input'tan çıkışa geçmek yalnız bir anahtarın AÇIK olması ile olur. Eğer AÇIK 1 ise 0 da KAPALI' yı gösterir. Lojik niceliklerden A,B ve C veya daha fazlası 1 ise, bilgi girişten çıkışa geçer, A+B+C aşağıdaki sekiz durumdan birinde olabilir:

A	B	C	D
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	0	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Yukarıdaki işlem binary toplama değildir, mantıksal ifadelerde artı işareti "VEYA" diye okunur.

Boole cebirinde A niceliğinin tersi \bar{A} gibi yazılır ve "A bar" şeklinde okunur.

\bar{A} 'nin değeri "A"nın her zaman mantıksal karşıtıdır. A=1 iken $\bar{A}=0$, A=0 iken $\bar{A}=1$ dir.

$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$ mantıksal ifadesi A bar veya B bar veya C bar gibi okunur.

3.2 MANTIKSAL KURALLAR

Normal cebir kuralları Boole cebri için de geçerlidir.

KABULLER

- 1) $A = 1$ eğer $A \neq 0$ (A sıfır değilse mutlaka 1'dir.)
 $A = 0$ eğer $A \neq 1$ (A bir değilse mutlaka sıfırdır.)
- 2) $0.0 = 0$
 $1 + 1 = 1$
- 3) $1.1 = 1$
 $0 + 0 = 0$
- 4) $1.0 = 0$
 $0 + 1 = 1$
- 5) $\bar{\bar{0}} = 1$
 $\bar{\bar{1}} = 0$

KURALLAR

Kural 1: $A + 0 = A$

Kural 2: $A + 1 = 1$

Kural 3: $A + A = A$

Kural 4: $A + \bar{A} = 1$

Kural 5: $A \cdot 0 = 0$

Kural 6: $A \cdot 1 = A$

Kural 7: $A \cdot A = A$

Kural 8: $A \cdot \bar{A} = 0$

Kural 9: $A + B = B + A$

Kural 10: $A \cdot B = B \cdot A$

Kural 11: $(A+B) + C = A + (B+C)$

Kural 12: $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

Kural 13: $\overline{A \cdot B \cdot C} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$ }

Kural 14: $A + B + C = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}}$ }

De Morgan Kuralları

Kural 15: $A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C$

Kural 16: $\overline{A \cdot B + C \cdot D + E \cdot F} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} \cdot \bar{E} \cdot \bar{F} = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (\bar{C} + \bar{D}) \cdot (\bar{E} + \bar{F})$

Kural 17: $(A+B) \cdot (C+D) \cdot (E+F) = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{E} \cdot \bar{F}}$

BÖLÜM 4

MANTIK DEVRELERİ

MANTIK DEVRELERİ

En basit mantık devresi kapılardır. Kapı, iki veya daha fazla giriş ve girişin durumuna bağlı bir çıkıştan oluşur.

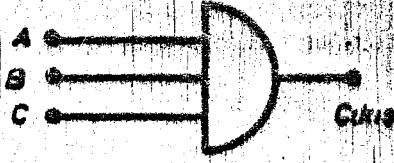
Kapılar, iki ana katagoride sınıflandırılır: VE kapılar, VEYA kapılar.

4.1 VE (AND) KAPISI

Bütün girişlerin durumu 1 olduğunda VE kapısının çıkışı 1 veya DOĞRU olur. Eğer VE kapısında üç giriş varsa, A, B ve C kapı çıkışı $A = 1$, $B = 1$ ve $C = 1$ olduğunda 1 olacaktır. Bu girişlerden herhangi biri 0 olsa çıkış sıfır olacak ve buna YANLIŞ durum deneccektir.

Aşağıda bir çizelge ile girişlerin bütün durumları için VE kapısının çıkışındaki sonucu gösteren DOĞRULUK TABLOSU verilmiştir.

A	B	C	VE Kapısı Çıkışı
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	1	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
1	1	1	1

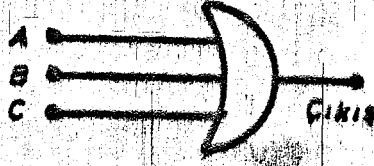


4.2 VEYA (OR) KAPISI

VEYA kapısının çıkışı girişlerden biri 1 olduğunda 1 veya DOĞRU durumda bulunur. VEYA kapısında A, B, C olmak üzere üç giriş varsa, bu üç girişten herhangi biri $A = 1$, $B = 1$ veya $C = 1$ olsun, çıkış 1 olur.

VEYA kapısının üç girişinin durumlarına göre çıkışın durumlarının sonucu DOĞRULUK TABLOSUNDA gösterilebilir:

A	B	C	VEYA Kapısı Çıkışı
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	0	1
0	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	1



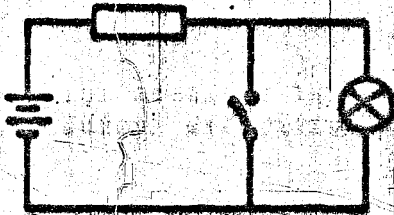
4.3 INVERTER-EVİRİCİ

Diğer bir mantık elemanı da eviricilerdir (inverter). Bu bir girişi ve bir çıkışı olan elemandır. Çıkış daima girişin mantıksal karşıtıdır. Yani, giriş 1 olduğunda, çıkış 0 olur veya giriş 0 iken çıkış 1 olur.

Sekil 4.3.1'de anahtar açık (0) olduğunda akım lambadan geçer ve lamba ışık verir. Eğer anahtar kapanırsa akım anahtardan geçer ve lamba söner. Burada çıkış girişin karşıtı olur ve böyle devrelere EVİRİCİ (inverter) denir.

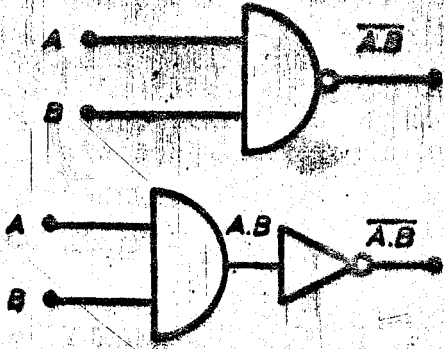
GERÇEK TABLOSU

GİRİŞ	ÇIKIŞ
0	1
1	0



Sek:4.3.1

4.4 VE DEĞİL (NAND) KAPISI

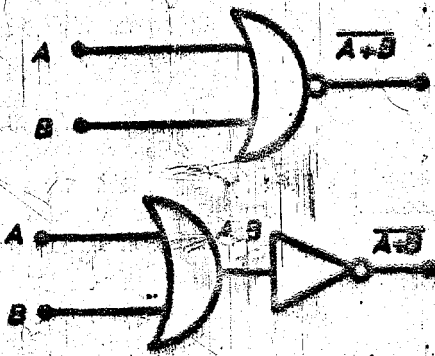


A	B	$\overline{A.B}$
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

VE (AND) kapısının çıkışı EVİRİCİ'nin girişine bağlandığında, EVİRİCİ'nin (inverter) çıkışı VE kapısının karşıtıdır. Bu düzenlemeye VE DEĞİL kapısı denir.

4.5 VEYA DEĞİL (NOR) KAPISI

VEYA kapısının çıkışı eviricinin girişine bağlanır. Evirici çıkışı VEYA kapısının girişinin karşıtıdır.



A	B	$\overline{A+B}$
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Kapıların girişi ile çıkışı arasında iki değişken ilişki vardır. Bunlardan biri voltaj düzeyi diğeri ise, voltaj düzeyinin özel anlamı.

Lojik Durum, bir kapının giriş veya çıkışında iki voltaj düzeyinde ifade edilebilir. En büyük pozitif seviye YÜKSEK, en küçük pozitif (negatif bile olabilir) seviye ALÇAK olur. Bazı lojik devrelerde 0 V YÜKSEK, -3 V ise ALÇAK olabilir. Diğerlerinde ise 5 V YÜKSEK, 0 V ise ALÇAK'tır. Yani, voltaj değeri diğerine bağlı olarak YÜKSEK veya ALÇAK şeklinde söylenebilir. Burada keyfi bir söyleme şekli yoktur.

Lojik sinyallerin lojik değeri 1 ve 0 terimleri ile gösterilebilir. YÜKSEK ve ALÇAK voltaj seviyeleri 1 ve 0 lojik değerleri ile aşağıdaki lojik kuralları meydana çıkarır.

- | | |
|------------|----------|
| 1 = YÜKSEK | |
| 0 = ALÇAK | 1. Kural |
| 1 = ALÇAK | |
| 0 = YÜKSEK | 2. Kural |

Birinci kurala POSİTİF LOJİK KURAL, ikincisine ise NEGATİF LOJİK KURAL denir.

Modern lojik sistemde, voltaj seviyesi mantıksal 1 ve 0 ile gösterilir. Buna göre, dijital sistemde lojik seviyelerinin belirtilmesi için kabul edilir kurallar vardır.

Pozitif lojik kuralı: Bunun anlamı, en pozitif lojik voltaj seviyesi mantıksal olarak 1 ile ve en negatif lojik voltaj seviyesi mantıksal olarak 0 ile tanımlanır.

Negatif lojik kuralı: Bu kuralda tam tersine olarak, en pozitif voltaj seviyesi 0, en negatif voltaj seviyesi ise 1 olmaktadır.

Buna göre VE kapısı OR kapısı olur, NOR kapısı ise NAND kapısı olur.

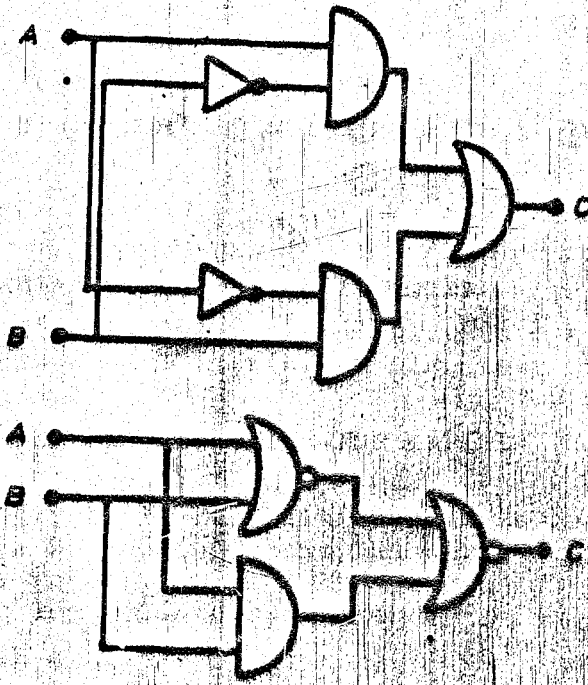
4.6 EXCLUSIVE-OR KAPISI

Bu kapı her iki giriş ayrı değerde olduğunda çıkışta 1 verir. Bu kapıda yalnız iki giriş kullanılır. Exclusive-OR kapısı sayılamayan düzenlemelerde \oplus işareti ile gösterilir.



DOĞRULUK TABLOSU

A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0



$C = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} = A \oplus B$ lojik diyagramına göre bağlantısı

Exclusive-OR için lojik ifadeyi aşağıdadır:

$$A \oplus B = A \bar{B} + \bar{A} B$$

$$A \oplus 0 = A \text{ Eğer } B = 0 \text{ ise}$$

$$A \oplus 1 = \bar{A} \text{ Eğer } B = 1 \text{ ise}$$

Eğer $A \oplus B = 1$ ise

$$A \oplus 1 = B \text{ ve}$$

$$B \oplus 1 = A \text{ olur.}$$

Aynı şekilde:

$$\text{Eğer } A \oplus B \oplus C \oplus D = 0 \text{ ise}$$

$$A \oplus C \oplus D \oplus B = 0 \text{ ve}$$

$$0 \oplus B \oplus A \oplus D = C \text{ olur.}$$

Örneğin $A = 1, B = 0, C = 1$ ve $D = 0$ ise sonuçta,

$$\begin{aligned} A \oplus B \oplus C \oplus D &= 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \\ &= 1 \oplus 1 \\ &= 0 \text{ olur.} \end{aligned}$$

Sonuçta exclusive-OR için şu söylenebilir:

Girişlerin ikisi birden 0 veya 1 olduğunda çıkışta yalnız 0 alınır. Girişlerden biri 0 diğeri 1 olduğunda çıkışta 1 alınır.

4.7 COINCIDENCE KAPISI (EXCLUSIVE-NOR KAPISI)

Bu kapıda ise girişlerin her ikisinde aynı değerde olduğunda çıkışta 1 verir ve bu kapıda yalnız iki giriş kullanılır. Bu kapı \odot işareti ile gösterilir.

Bu kapı için lojik ifade aşağıdadır:

$$A \odot B = A.B + \bar{A}.\bar{B}$$

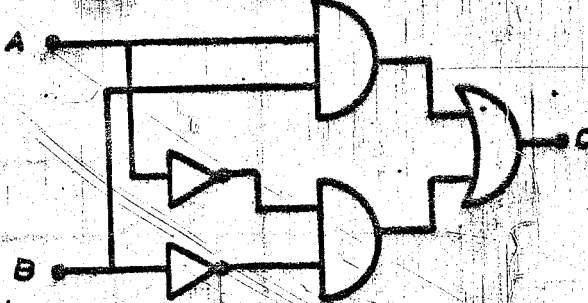
$$A \odot 0 = \bar{A}$$

$$A \odot 1 = A$$

Bazı yerlerde exclusive-NOR kapısı olarak da isimlendirilmiştir.

DOĞRULUK TABLOSU

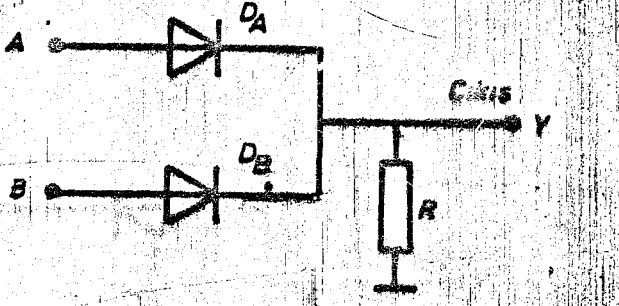
A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1



4.8a DİYOTLU KAPI DEVRELERİ:

Diyot kullanarak gerçekleştirilen kapı devreleri "VEYA" ve "VE" kapılarıdır.

"VEYA" kapı devresi: Şekil:4.8.1'de pozitif mantıkla iki diyotlu bir "VEYA" kapısı görülmüyor.

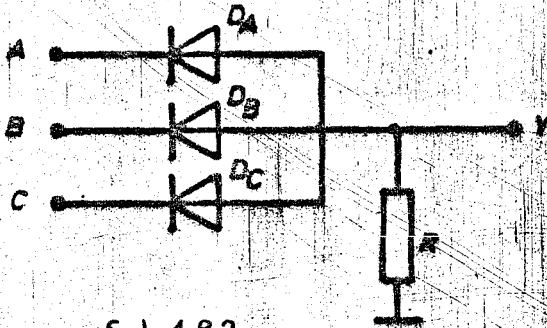


Sek:4.8.1

GİRİŞ		ÇIKIŞ
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Her iki giriş de "0" olduğunda diyotlar ters polarizedir. Bu nedenle iletken değildirler. O halde Y noktasındaki gerilim, toprak gerilimidir. Bu yüzden Y'deki mantık işareti "0" dir. Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda, o girişe bağlı diyot düz polarizedir. Çünkü devre pozitif mantığa göre çalışmaktadır. Ve buna göre de "1" pozitif bir gerilimdir. Diyot düz polarizede olunca iletkenleşir ve girişindeki "1" işareti Y noktasında da belirir. (R direnci üzerinde)

Negatif mantığa göre çalışan, 3 girişli bir "VEYA" kapısı Şekil:4.8.2'de, buna ait gerçeklik tablosu da Tablo: 1'de görülmüyor



Sek:4.8.2

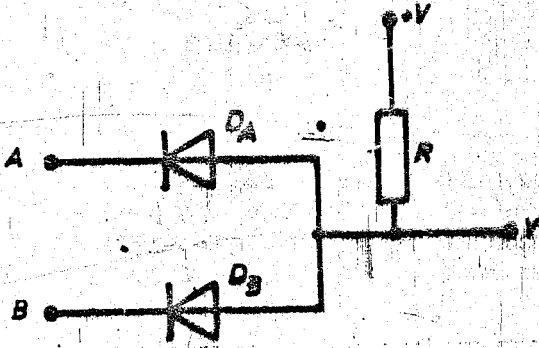
GİRİŞ			ÇIKIŞ
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tablo:1

Girişlerden hepsi "0" olduğunda tüm diyotlar ters polarmadadır. Ve bu nedenle Y de "0" belirir. Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda bu girişe bağlı diyot iletkenleşir. Çünkü negatif mantığa göre "1" negatif bir gerilimdir. Y noktasında "1" belirir.

4.8b "VE" KAPI DEVRESİ:

Bilindiği gibi, bir "VE" kapi devresinde girişlerden herhangi biri "0" olursa çıkış da "0", girişlerin hepsi "1" olursa çıkış da "1" oluyordu. Şekil:4.83'da iki girişli bir "VE" kapi görülmüyor. (Pozitif mantığa göre çalışır.)



Şekil:4.83

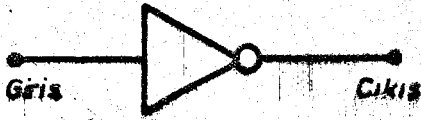
Her iki girişte de +V civarında gerilim varsa, diyotlar iletken durumda olacaklarından Y noktasında +V gerilimi görülür. Girişlerden herhangi biri "0" olursa, o diyot iletkenleşir ve "0" noktasında da belirir. Girişlerden herhangi birinin "0" olması halinde çıkışın da "0" olma özelliği bu şekilde sağlanmış olur.

Daha öncede belirtildiği gibi VEYA ve VE kapıları pasif elemanlardan oluştuklarından ve çıkış direnimleri oldukça yüksek olduğundan, bunları karışık mantık devrelerinde kullanabilmek hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle, VEYA ve VE kapılarının çıkışlarına bir transistör evirici olarak bağlanır. Böylece güvenilirlik artar. Bu tür kapılara VEYA DEĞİL ve VE DEĞİL kapıları denilmiştir.

VEYA DEĞİL ve VE DEĞİL kapılarının yapılarına girmeden önce, bu devrelerin çalışmasına önemli katkıda bulunan "evirici" devresini incelemek yerinde olur.

4.8c EVİRİCİ :

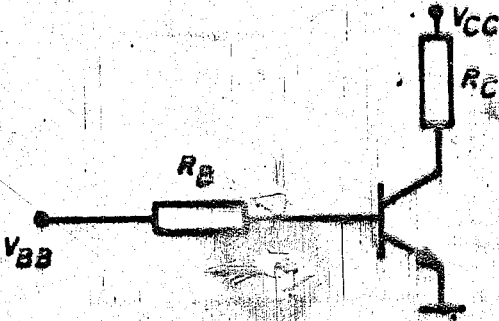
Evirici devresi; girişine "0" işareti uygulandığında çıkışında "1" girişine "1" uygulandığında çıkışında "0" beliren bir devredir. Sembolik gösterilişi Şekil:4.8.4 da görülmüyor. Şekil: 4.8.4 daki tabloda ise girişe uygulanacak sinyale göre çıkışta ne belireceği özetlenmiştir.



Şek:4.8.4

GİRİŞ	ÇIKIŞ
0	1
1	0

Evirici devresinin nasıl çalıştığı aşağıda anlatılmıştır. Şekil: 4.8.5 daki devrenin bazına uygulanan V_{BB} geriliminin $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değiştirilmesi halinde I_B , I_C akımlarıyla V_{BE} , V_{CE} gerilimlerinin V_{BB} gerilimine göre ne şekilde değiştiğini inceleyelim. Şekil: daki devrede V_{BB} geriliminin:



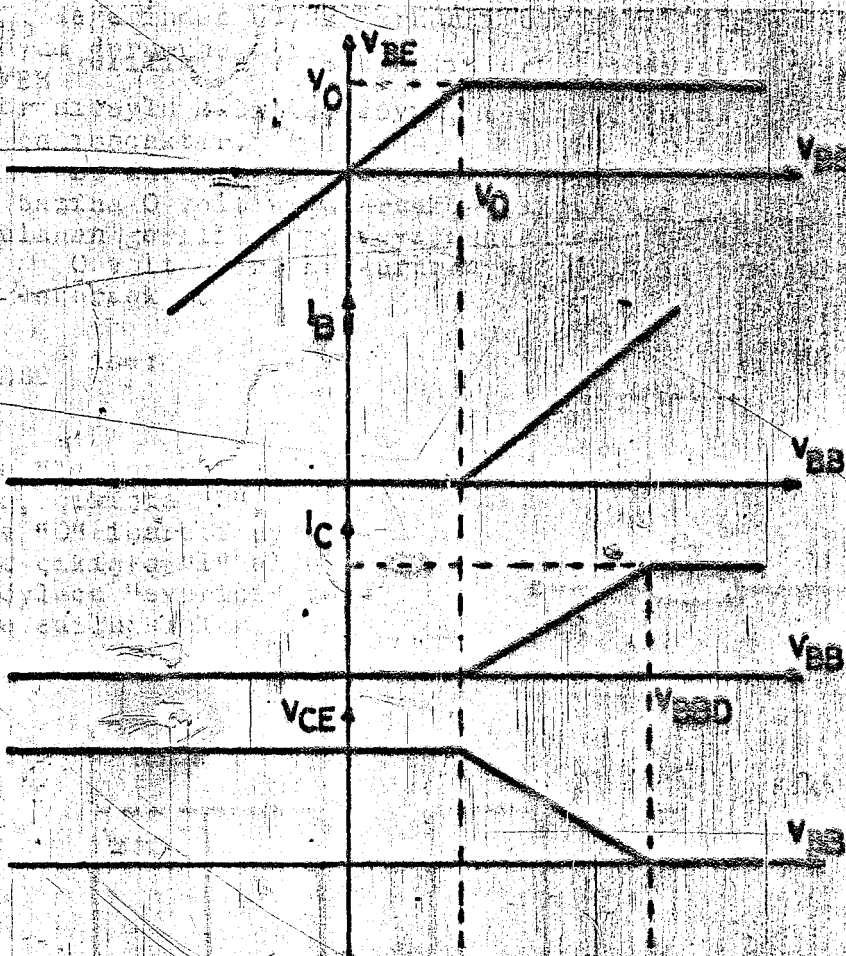
$V_{BB} < V_0$ değeri için
 $V_{BE} < V_0$
 $V_{BC} < V_0$
olacağından transistör kesilmeyecektir.

Şek: 4.8.5

0 halde V_{BB} geriliminin $V_{BB} < V_0$ koşulunu sağlayan her değerinde:

- Transistör kesilmemektedir.
- V_{BE} gerilimi V_{BB} 'ye eşittir.
- I_B ve I_C akımları sıfırdır.
- V_{CE} gerilimi V_{CC} 'ye eşittir.

Şekil: 4.8.6 a, b, c ve d de bu durum görülmektedir. V_{BB} gerilimi V_0 değerine ulaştığında Baz-Emiter birleşim yüzeyi düz polarma durumuna geçer. Bundan sonra V_{BB} 'nin $V_{BB} > V_0$ değerleri için düz polarma devam edeceğinden V_{BE} gerilimi V_0 değerinde sabit kalır.



Şek. 4.8.6

$V_{BB} = V_0$ olduğu anda, artık baz akımı akmaya başlar, V_{BB} gerilimi arttıkça, I_B akımı da artar. Transistör yanınca I_B akımı artırılabilir. (Şekil: 4.8.6)

I_B akımı akmaya başladığı anda, I_C akımı da var olur. I_B arttıkça I_C de artar. Fakat I_C nin artışı, I_B gibi sürekli değildir. Belirli bir değere ulaştığında, o değerde sabit kalır. I_B akımı ne kadar artarsa artsın, artık I_C bu sabit değerden oynamaz. Bu sabit değer I_C maksimumdur. (Şekil: 4.8.6)

I_C akımı arttıkça, kollektöre bağlı R_C direnci üzerindeki gerilim de artacağından V_{CE} gerilimi azalır. $I_C = I_C \text{ max}$ olduğu anda V_{CE} gerilimi yaklaşık olarak sıfır volt değerine ulaşır. $I_C = I_C \text{ max}$ olduğu sürece $V_{CE} \approx 0V$ olur. (Şekil: 4.8.6)

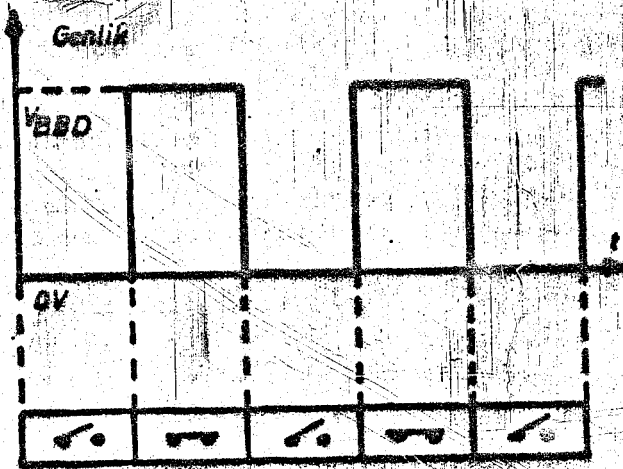
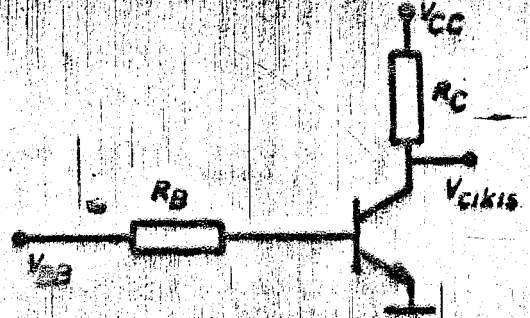
Şekil:4.8.6 de V_{BBD} gerilimi, V_{BB} geriliminin transistörü doyuma götüren değerini ifade etmektedir. Şu halde, Şekil: 4.8.6 deki transistörün bazına:

- V_0 değerinden küçük herhangi bir gerilim uygulanırsa, transistör kesilme durumunu alır.
 - V_{BBD} değerinden büyük herhangi bir gerilim uygulanırsa, transistör doyum durumunu alır.
- Eğer V_{BB} gerilimi V_0 ve V_{BBD} özelliklerini taşıyan bir kare dalga ise, transistör sırayla kesilme, doyum, kesilme, doyum..... şeklinde çalışacaktır.

Bu durumda aşağıdaki Şekil:4.8.7 deki devrede, transistörün bazına 0 volt uygularsak, çıkışta $V_{çıkış} = V_{CC}$ olur. Eğer baza uygulanan gerilim V_{BBD} veya bundan daha büyük değerler ise $V_{çıkış} = 0$ volt olur. Bu durumda eğer "1" işareti olarak V_{CC} gerilimini seçersek ve

$V_{CC} > V_{BBD}$ ise:

- Girişe "1" işareti uyguladığımızda, çıkışta "0",
- Girişe "0" işareti uyguladığımızda çıkışta "1" elde ederiz. Böylece "evirici" devresi elde edilmiş olur.

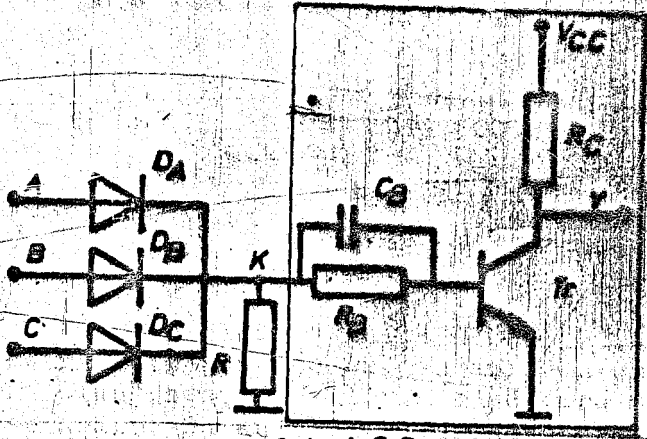


Şek: 4.8.7

4.8.8 DIYOT VE TRANSİSTÖRLÜ KAPI DEVRELERİ (DTL)

"VEYA DEĞİL" ve "VE DEĞİL" kapı devreleri, diyot ve transistör birlikte kullanılarak gerçekleştirilebilirler. Diyot kullanılarak yapılmış bir "VEYA" kapısının çıkışına bölüm incelenen "evirici" bağlandığında "VEYA DEĞİL", aynı evirici "VE" kapısının çıkışına bağlandığında ise "VE DEĞİL" kapı devreleri elde edilmiş olur.

DTL "VEYA DEĞİL" kapı devresi Şekil: 4.8.8 de pozitif mantık kullanılmış bir "VEYA DEĞİL" devresi görülmüyor. Tablo: 2 ise bu devreye ait gerçeklik tablosu gösterilmiştir.



Şekil: 4.8.8

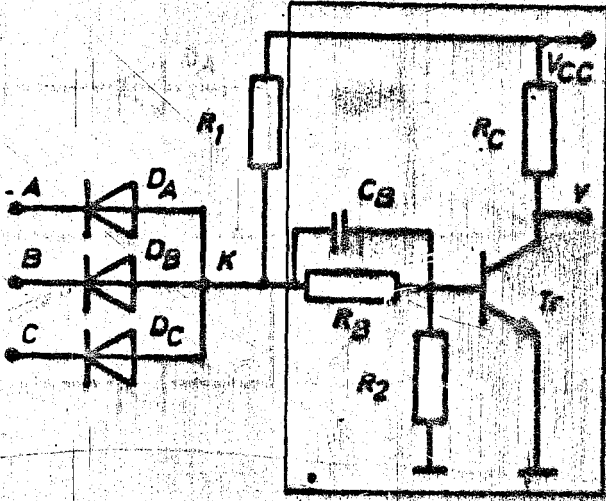
GİRİŞ			ÇIKIŞ
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Tablo: 2

Devrenin çalışması şu şekilde açıklanabilir: Girişlerden herhangi birisi "1" olursa ilgili diyot iletken duruma girer. K noktasında da "1" belirir. Bu durumda T_1 transistörünün bazında "1" olacağından doyuma girer. Y noktasındaki gerilim 0 volt'tur. Böylece çıkış "0" dir.

Girişlerden hepsi "0" olduğunda diyotların tümü yalıtkanlıdır ve K noktasında 0 volt vardır. Çünkü bu nokta R direnci üzerinden toprağa bağlanmıştır. Bu durumda T_1 transistörü keşilmez, çünkü bazında "0" vardır. Y noktasında VCC kaynak gerilimi görülecektir. Bu ise "1" dir. Böylece Tablo: 2 deki gerçeklik tablosu sağlanmış olur. Şekil: 4.8.8'de, R_B direnci baz akımını sınırlamak, C_B sigacı ise T_1 transistörünün durum değiştirme zamanını kısaltmak için konmuştur. T_1 transistörü ise evirici olarak çalışmaktadır.

DTL "VE DEĞİL" kapı devresi: Pozitif mantık kullanılmış bir "VE DEĞİL" kapı devresi Şekil:4.8.9 de, buna ait gerçeklik tablosu ise Tablo: 3 de görülmüyor.



Şek: 4.8.9

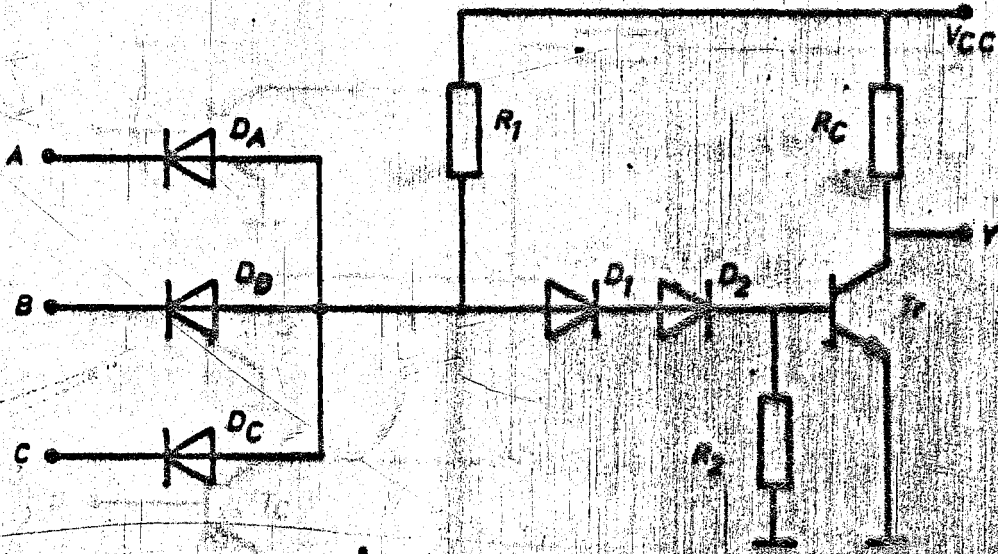
GİRİŞ			CIKIŞ
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Tablo: 3

Görüldüğü gibi "VE DEĞİL" kapı devresi, bir "VE" ile bir eviricinin peşpeşe bağlanmasından oluşmuştur. Girişlerden hepsi "1" olduğunda, diyotların tümü ters polarına nedeniyle yalıtkan olacaklardır. Bu durumda T₁ transistörünün bazında pozitif bir gerilim belirecektir. Çünkü, VCC tarafından R₁, R₃ ve R₂ üzerinden top-rağa akım sağlanmaktadır. Bu akımın R₂ üzerinde oluşturduğu gerilim aynı T₁ transistörünün bazında da mevcuttur. Bu pozitif gerilim transistörü doyuma götürür. Dolayısıyla Y'de 0 volt vardır. Bu ise "0" dir.

Girişlerden herhangi biri "0" olduğunda ilgili diyot iletkenleşir. K noktasında ve T₁'in bazında da "0" belirir. Transistör kesilmeye gireceğinden Y'de kaynak gerilimi, yani "1" belirir. Böylece, Tablo 3 deki gerçeklik tablosu sağlanmış olur.

Şekil: 4.8.9 deki devrede diyot ve transistörün baz-emiter birleşim yüzeyinde düşen gerilimleri (0,6 ya da 0,2'şer volt) göstermek için devre Şekil:4.8.10 deki gibi kurulabilir. Burada diyotlardan biri transistörün baz-emiter birleşim yüzeyindeki gerilim düşümünü diğeri ise iletken diyot üzerindeki gerilim düşümünü göstermektedirler.

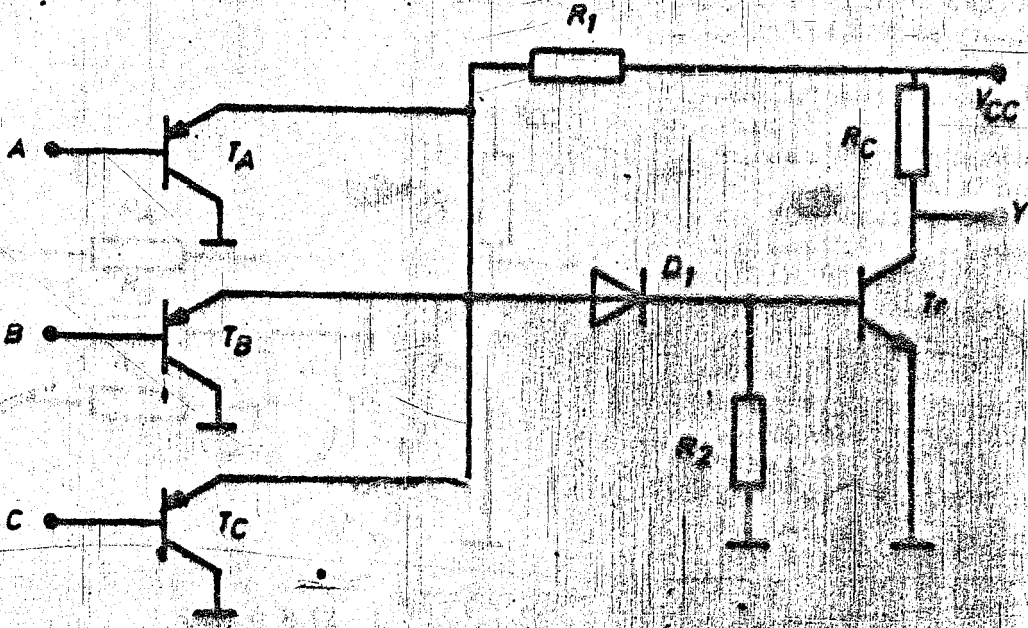


Şekil: 4.8.10

Burada R_B direncini koymaya gerek yoktur. Çünkü D_1 ve D_2 diyotlarının dirençleri yeterlidir.

Yukarıda anlatılan "VE DEĞİL" devresinde, D_A , D_B ve D_C diyotları yerine transistör kullanılabilir.

Böyle bir "VE DEĞİL" kapı devresi Şekil: 4.8.11'de görülüyor.



Sek: 4.8.11

Bu devrenin çalışması şu şekildedir:

Girişlerden hepsi "1" olduğunda T_A , T_B , ve T_C transistörleri kesilmezler. K noktasında V_{CC} 'den dolayı pozitif bir gerilim vardır. Bu gerilim T_1 transistörünü doyuma götürür ve çıkış "0" olur.

Girişlerden herhangi biri "0" olduğunda ilgili transistör iletkenleşir (takat doyuma gitmez). K noktasında "0" belirir. Bu ise T_1 transistörünü kesilmeye sokar. Y çıkışında "1" belirir. Bu devrenin Şekil:4.8.10 dekine olan üstünlükleri şunlardır.

- i) "0" girişi olduğunda, transistörler doyuma gitmeyecek şekilde ayarlandıklarından doyum değiştirme süresi oldukça kısalmıştır.
- ii) Giriş akımı oldukça azalmıştır. (Giriş "0" olduğunda)

DİRENÇ VE TRANSİSTÖRLÜ KAPI DEVRELERİ (RTL)

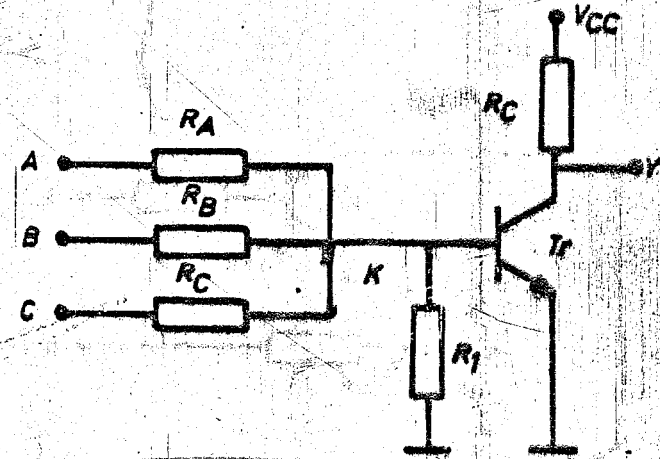
Şimdiye kadar anlatılan kapi devre türlerine ek olarak direnç ve transistör kullanılarak yapılanları ilave edebiliriz.

Şekil:4.8.12'de pozitif mantığa göre bir RTL "VEYA DEĞİL" kapisı görülmektedir.

Burada, girişlerden tümü "0" olduğunda K noktası da "0" dır. Buna göre T_1 kesilmeyeceğinden çıkış "1" dir.

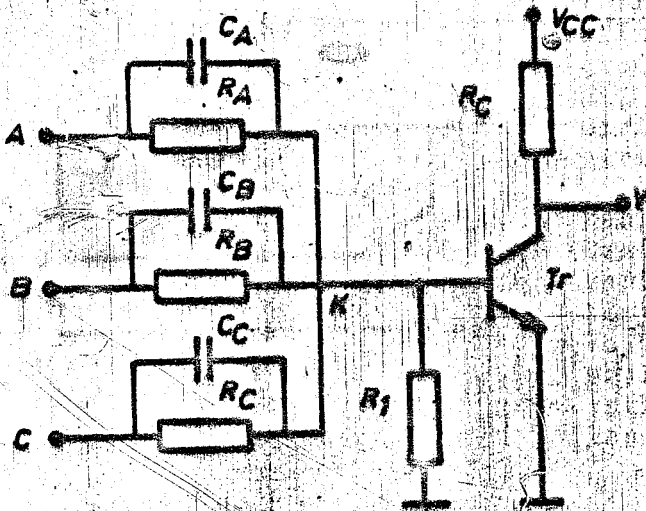
Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda K noktası da "1" olur. T_1 transistörü doyuma girer ve çıkışta "0" belirir. Böylece "VEYA DEĞİL" kapi özelliği sağlanmış olur.

Burada R_A , R_B ve R_C dirençleri birbirine eşit olmalıdır.



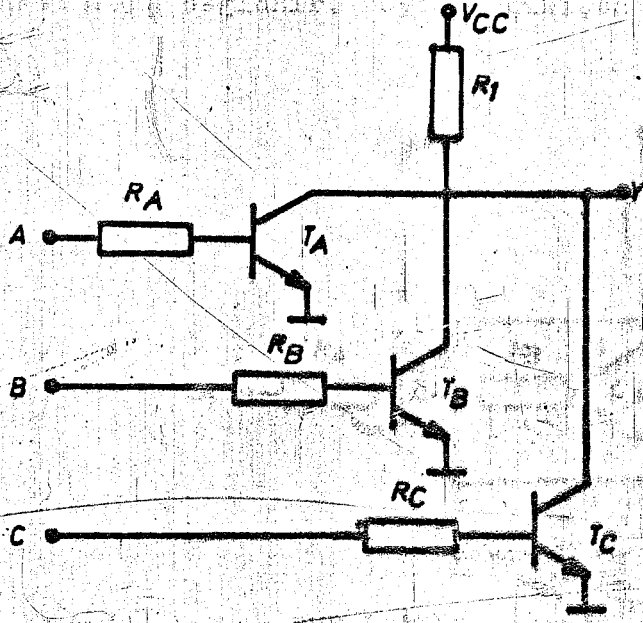
Şek: 4.8.12

Devrenin değişim zamanını kısaltmak için R_A , R_B ve R_C dirençlerine paralel sığaçlar bağlanmalıdır. (Şekil:4.8.13) Bu tür devrelere RCTL (direnç-sığaç-transistör mantık devresi) denilmektedir.



Şek: 4.8.13

RTL "VEYA DEĞİL" kapısına bir diğer örnek Şekil:4.8.14 de görülmekte-



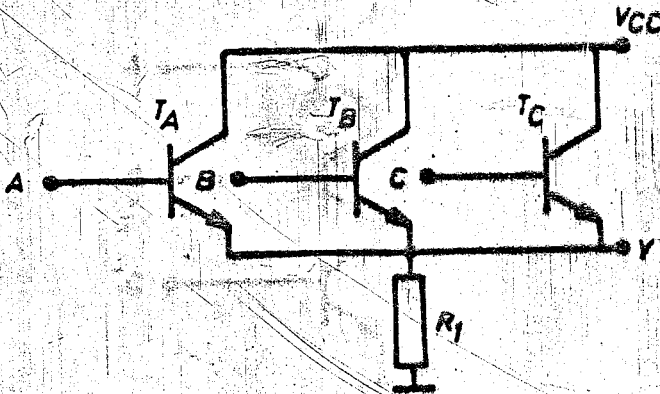
Şek:4.8.14

dir. Burada, girişlerden tümü "0" olduğunda transistörlerin hepsi kesilmeye olacağından çıkışta V_{CC} gerilimi belirir ki, bu da "1" dir.

Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda ilgili transistör iletkenleşir ve çıkış bu transistör üzerinden toprağa bağlanır. Dolayısıyla da çıkış "0" olmuştur. R_A , R_B ve R_C dirençlerine paralel olarak sigortalar bağlanarak, devrenin değişim süresini kısaltmak olanağı vardır. (Bir evvelki devrede olduğu gibi.)

TRANSİSTÖRLÜ KAPI DEVRELERİ (TTL):

Bu tür devrelere bir örnek Şekil:4.8.15 de görülmekte olan "VEYA" kapısıdır. Burada tüm girişler "0" olduğunda, transistörlerin hepsi de kesilmeye olacağından çıkışta toprak gerilimi, yani "0" görülür.

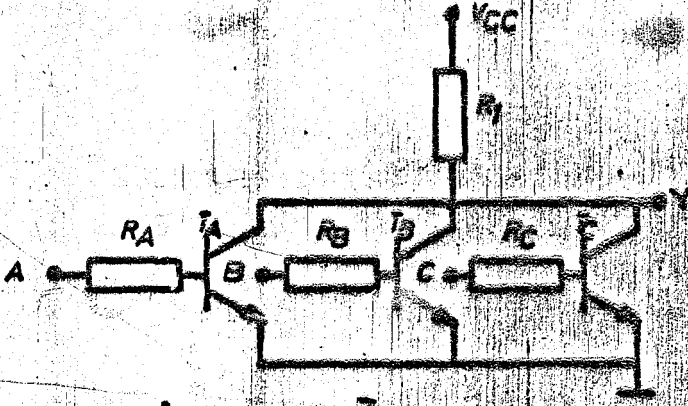


Şek:4.8.15

Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda ilgili transistör iletkenleşir ve R_1 üzerinden akım geçer. R_1 üzerinde beliren gerilim çıkış gerilimidir. Ve "1" dir.

Böylece "VEYA" kapı özellikleri tümüyle sağlanmıştır.

Şekil: 4.8.16' de ise bir "VEYA DEĞİL" devresi görülmektedir. Girişlerin hepsi "0" olduğunda Y'de Vcc gerilimi görüleceğinden çıkış "1" dir. Girişlerden herhangi biri "1" olduğunda ilgili transistör iletkenleşir ve çıkış bu transistör üzerinden toprağa bağlanır. Böylece çıkışta "0" görülür.

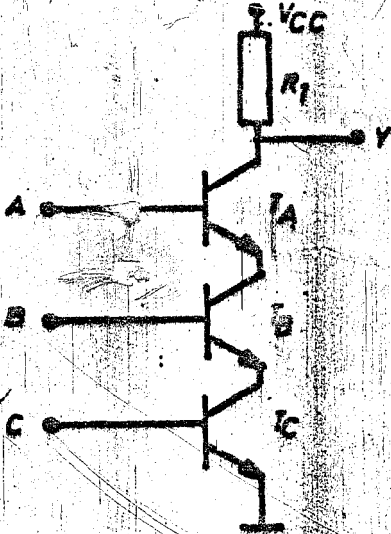


Şekil: 4.8.16

Şekil:4.8.17' de bir "VE DEĞİL" devresi görülmektedir. Bu devrede girişlerin tümü "1" olduğunda bütün transistörler iletkenleşeceğinden, çıkış bu transistörler üzerinden toprağa bağlanır. Böylece çıkışta "0" belirir. Girişlerden herhangi biri "0" olduğunda ilgili transistör ke-

silmeye olacağından çıkışın toprakla bağlantısı kopmuş olur.

Bu durumda çıkışta VCC gerilimi görülür. Bu ise "1" demektir. Görüldüğü gibi devre "VE DEĞİL" özelliklerini tümüyle sağlamaktadır.



Şekil: 4.8.17

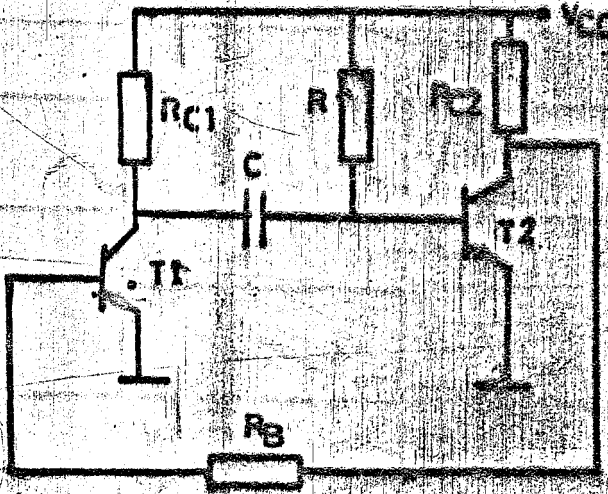
BÖLÜM 5

MULTİVİBRATÖRLER

TEK DENGELİ VE DENGESİZ MULTİVİBRATÖR

5.1 TEK DENGELİ MULTİVİBRATÖR: (Monostabil-Multivibratör)

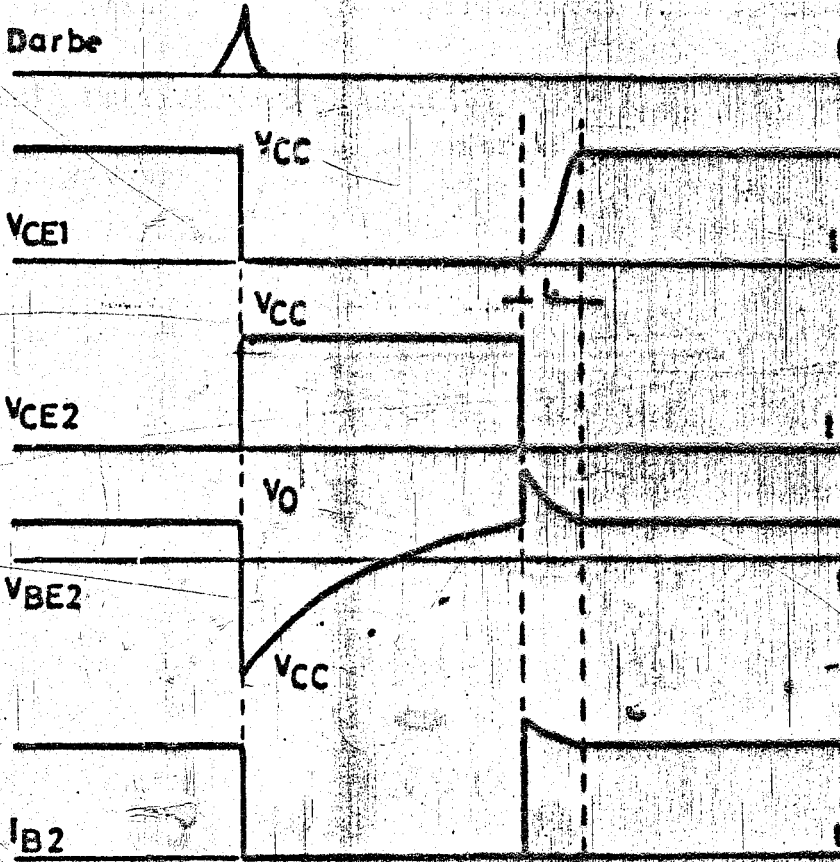
Aşağıdaki şekilde tek dengeli bir multivibratör görülmektedir. Burada, transistörlerden biri dengeli olarak çalışır, diğeri ise yarı dengelidir.



Şekil: 5.1.1

Şekil: 5.1.1'deki tek dengeli multivibratörde normal olarak T_1 kesilmeye T_2 ise doyumdadır. Bu durumda, C şıgacı R_{C1} ve T_2 üzerindeki gerilim yaklaşık olarak kaynak gerilimine eşittir. Devreye dışardan herhangi bir dürtümde bulunulmadığı sürece bu durum bozulmaz. T_1 transistörünü kesilmeden çıkarmak için bazına pozitif bir darbe uygulanmış olsun. Bu durumda T_1 doyumuna (darbenin genliği T_1 transistörünü doyumaya götüreceğ değerde seçilmiş kabul ediliyor) gidecektir. T_1 doyumaya girince C şıgacının (+) ucu toprağa (-) ucu ise T_2 'nin bazına bağlı duruma gelir. T_2 'nin bazına toprağa göre negatif gerilim geldiğinden T_2 transistörü kesilmeye girer. Bundan sonra C şıgacı R direnci ve T_1 transistörü üzerinden boşalmaya başlar. Önce, üzerindeki gerilim sıfır değerine ulaşır. Sonra da ilkine ters yönde (T_2 'nin bazına bağlı uç (+) olacak şekilde) tekrar dolmaya başlar. C'nin üzerindeki gerilim V_0 değerine ulaştığında T_2 doyumaya girer. Bu durumda T_1 'de kesilmeye girmek zorundadır. C şıgacı tekrar kaynak gerilimine yakın bir değere katlar dolar.

Dolma olayı sırasında sığaç içinden gittikçe küçülen bir akım geçer. Bu akım, sığaç tamamen dolduğunda sıfır olur. Yeni bir dürtüme kadar, devre bu durumunu korur. Anlatılanlar, Şekil 5.1.2 çizilmiştir.



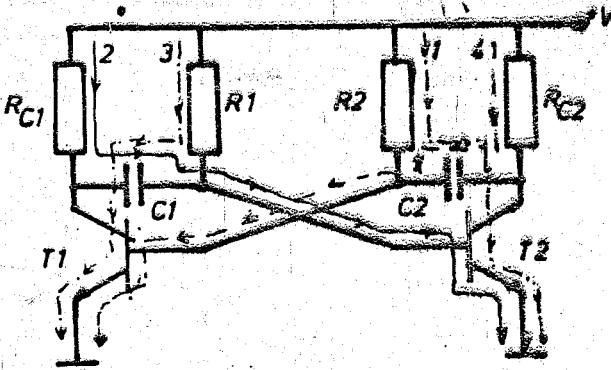
Sek: 5.1.2

V_{BE2} geriliminde, bu gerilimin tekrar V_0 değerine ulaştığında anlık yukarı doğru bir çöküş görülmektedir. Bunun nedeni C sıfacı V_0 dan V_{CC} 'ye kadar dolarken içinden giderek azalan bir akım geçirir. Bu akım, T_2 transistöründen geçeceğinden, B_E birleşim yüzeyinden geçen akım da artar. Böylece V_{BE} gerilimi C dolduğu sürece V_0 değerinin üstünde bir değerdedir.

C'nin içinden geçen akım giderek azaldığı için, bu gerilim fazlalığı da giderek azalır. Bir diğer önemli nokta da V_{CE1} geriliminde görülmektedir. T_1 transistörü doyumdan kesilmeye anılamaz gidememektedir. Çünkü T_1 'in kolektörü C sıfacağına bağlıdır. Sıfaçlar üzerinde hiçbir zaman ani gerilim değişiklikleri görülme-yeceğinden T_1 'in tam kesilmeye girebilmesi için t_2 zamanı gerekecektir.

5.2 DENGESİZ MULTIVİBRATÖR (ASTABİL)

Şekil:5.2.1 bir denge-siz multivibratör görülmüyor. Çalışması tek denge-li multivibratöre benzer.

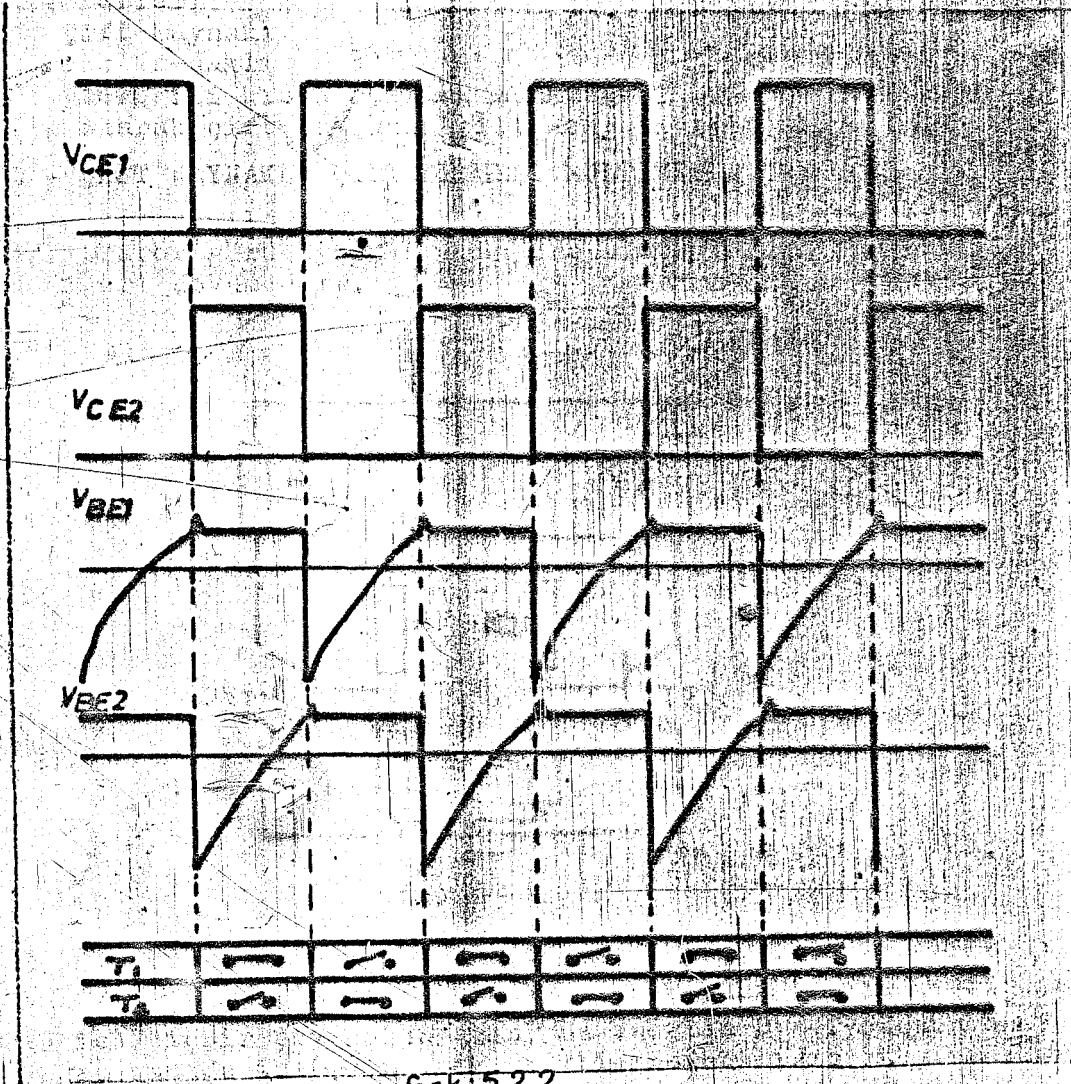


Şek. 5.2.1

Başlangıçta T_1 transistörü kesilmeye, T_2 doyuma ulaşır. Bu durum Şekil 5.2.1'de 2 çıkışı ile gösterilen yolla C_2 sıfacağına V_0 volta dolupuna kadar devam eder. Bu sırada C_1 sıfacı 2 çıkışıyla gösterilen yolla kaynağı gerilimine kadar dolmaktadır. C_2 sıfacı Şekil 5.2.1'de gösterilen polaritede V_0 volta kadar dolmuş anında T_1 iletkin olur. Bu anında C_1 'in (+) ucu toprağa (-) ucu ise T_2 'nin bazına bağlanmış olacaktır. T_2 kesilmeye girer.

Artık C_1 için 2 yoluyla dolma olanağı yoktur. Bu nedenle ilkinde ters olan, 3 yoluyla boşalmaya başlar. C_1 üzerindeki gerilim önce 0 volta iner. Sonra da, ilkinde ters yönde yükselmeye başlar. Bu sırada C_2 , 4 yoluyla kaynak gerilimine kadar dolmaktadır. C_1 üzerindeki gerilim V_{β} a ulaştığında T_2 doyuma girer. Bu anda C_2 nin (+) ucu toprağa, (-) ucu T_1 'in bazına bağlı duruma geldiğinden, T_1 kesilmeye girer. Bu durum yukarıda anlatılanların tekrarlanmasıyla sürüp gider.

V_{CE1} , V_{CE2} , V_{BE1} , V_{BE2} gerilim şekilleri ile transistör duruş tablosu Şekil:5.2.2 da görülmektedir.



Şekil:5.2.2

Görüldüğü dengesiz multivibratör bir kare dalga üreticidir. Frekansı R_1, R_2, C_1, C_2 elemanlarının değerlerine bağlıdır. Düzgün bir kare dalga için:

$$C_1 = C_2 \quad R_1 = R_2 \quad \text{olmalıdır.}$$

ÇİFT DENGELİ MULTIVİBRATÖR (BİSTABİL)

Çift dengeli multivibratör dengeli iki durumda çalışabilen bir devredir. Dışarıdan bir dürtüde bulunulmadığı sürece devre bulunduğu durumu sonsuza dek koruyabilir. Dürtüm halinde ise diğer duruma geçer. Bu tür devreler daha başka isimlerle bilinirler. Örneğin: "Eccles Jordan devresi," "tetikleyici devre", "flip-flop" gibi. Çift dengeli multivibratörler dijital elektronikte yaygın olarak kullanılırlar. Sayıcılar, bellek devreleri, rejisterler ilk akla gelen uygulamalardır.

Çift dengeli multivibratör devreleri, çalışma esası bakımından birbirinin aynı olmakla birlikte, yapı bakımından ufak bazı ayrıcalıklar gösterirler. Genel olarak çift dengeli multivibratörleri:

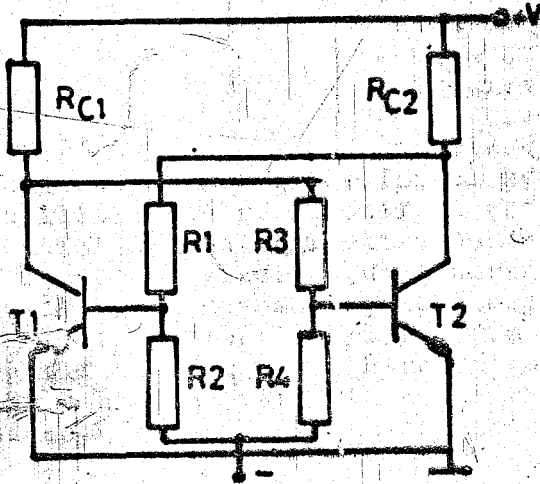
- Çift kaynaklı
- Tek kaynaklı

olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür.

İlk olarak çift kaynaklı çift dengeliyi inceleyelim.

A - ÇİFT KAYNAKLI ÇİFT DENGELİ MULTİVİBRATÖR:

Şekil 53.1 de çift kaynak kullanılmış bir çift dengeli multivibratör görülmüştür. Burada transistörlerden biri kesilmeye iken diğeri doyumdadır.



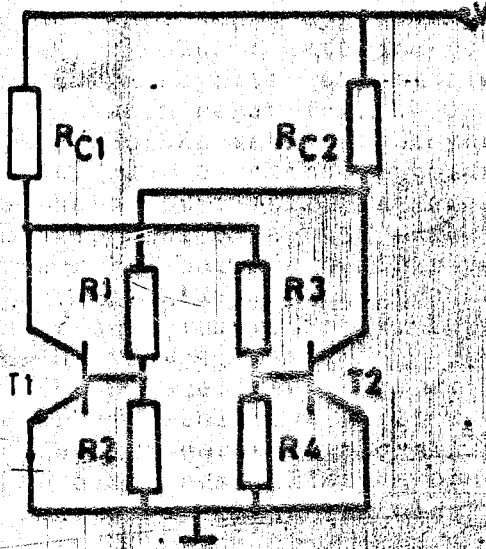
Şek: 53.1

Şekil 53.2 de, T_1 doyunda T_2 ise kesilmeye olsun, girişte ise hiçbir şey bulunmasın. Bu durumda D_1 diyodunun anodu toprağa, katodu ise (+) kaynak gerilimine bağlıdır.

B - TEK KAYNAKLI ÇİFT DENGELİ MULTİVİBRATÖR:

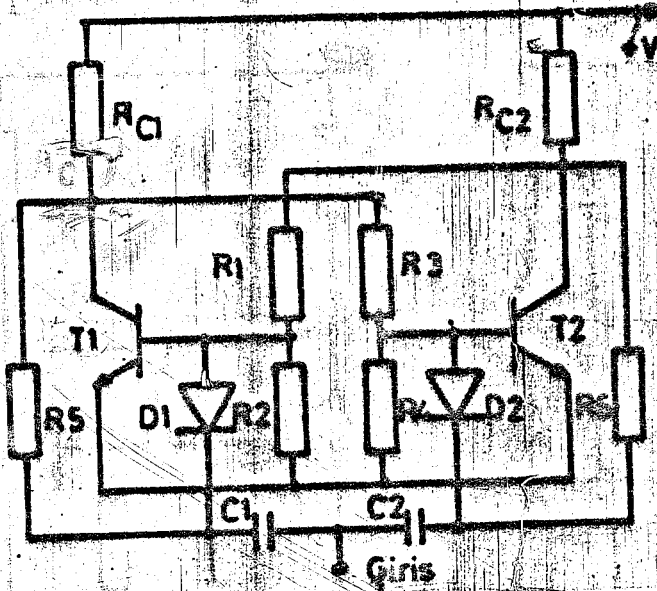
Şekil 5.33'de tek kaynaklı bir çift dengeli görülmüyor. Çalışma prensibi çift kaynaklının aynıdır.

Şek.5.3.3



Şekil 5.3.4 de tek kaynaklı bir çift dengelinin ne şekilde te-
tiklenebileceği çizilmiştir. C_1 , C_2 , D_1 , D_2 , R_5 ve R_6 elemanları
devreye uygun biçimde darbe uygulayabilmek içindir.

Şek.5.3.4



Şekil 5.3.4 T_1 doyumunda, T_2 kesilmeye girmiş olsun ve girişte hiçbir im olmasın. Bu durumda D_1 diyodunun anodunda yaklaşık olarak 0 volt, katodunda ise yine yaklaşık 0 volt olacaktır. Bu nedenle D_1 yalıtıkandır. D_2 diyodunun anodunda 0 volt, katodunda ise kaynak gerilimine yakın bir gerilim vardır. Bu durumda D_2 diyodu da yalıtıkandır. Anlaşılacağı gibi D_1 üzerindeki ters polarıma gerilimi D_2 üzerindeki kadar çok daha azdır. Bu nedenle de D_1 'i iletkenleştirmek daha kolaydır.

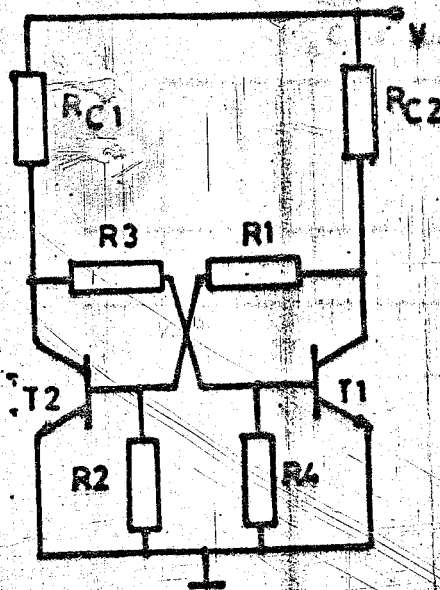
Girişe negatif bir darbe uygulandığında bu darbe C_1 sıfırı üzerinden geçerek D_1 diyodunun katoduna gelir. Katotta daha önce 0 volt vardı. Şimdi ise negatif gerilim olduğundan D_1 diyodu iletkenleşir. Girişe uygulanan negatif darbe C_2 üzerinden geçerek D_2 'nin de katoduna gelir. Burada daha önce kaynak gerilimine yakın bir gerilim vardı. Negatif darbe gelince katoddaki pozitiflik azalır. Buna rağmen katod hala pozitifdir. Bu nedenle D_2 diyodu yalıtık kalır. Şu halde, girişe negatif darbe geldiğinde D_1 iletken olduğundan bu darbe T_1 'in bazına belirir ve onu kesilmeye götürür. T_1 kesilmeye girince T_2 'de doyumuna girecektir. İkinci bir negatif darbe gelene kadar bu durum değişmez. İkinci darbe geldiğinde bu kez D_1 yalıtık, D_2 iletken olur.

Negatif darbe D_2 üzerinden geçerek T_2 'nin bazına gelir, ve onu kesilmeye götürür. T_2 kesilmeye girince T_1 de doyumuna girecektir. Burada da girişe negatif darbe uygulandığında diyodlardan sadece bir tanesi iletken olmaktadır. İletken olan diyod ise iletkenliğini ancak girişte negatif darbenin var olduğu sürece muhafaza etmektedir.

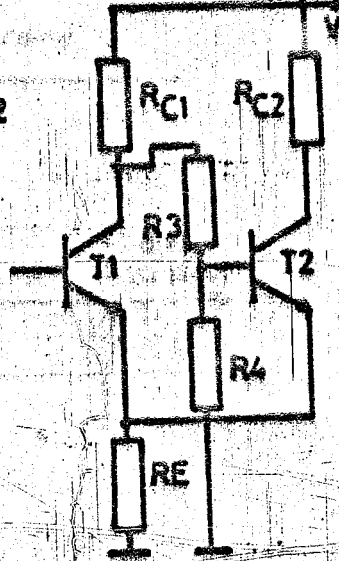
5.4

SCHMITT TETİKLEYİCİ DEVRESİ

Önemli bir çift dengeli devredir. Schmitt tetikleyici devresinin, daha önceki kısımlarda anlatılan çift dengeliden (Eccles Jordan tetikleyici devresi) farklı yanları ve özellikleri vardır. Eccles-Jordan tetikleyicisinde (Şekil:54.1) T_2 transistörünün kolektöründen T_1 'in bazına geri besleme yapılmıştır.

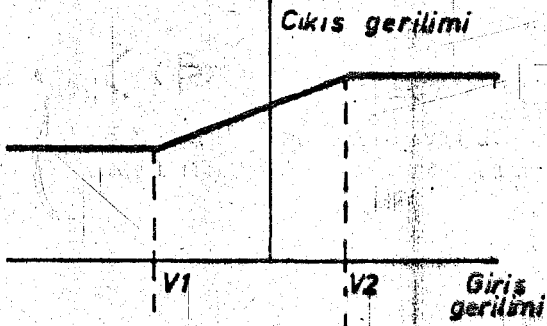


Şek: 5.4.1



Şek: 5.4.2

Schmitt tetikleyicisinde ise (Şekil:54.2) bu geri besleme işi R_E direnci yoluyla yapılmıştır.



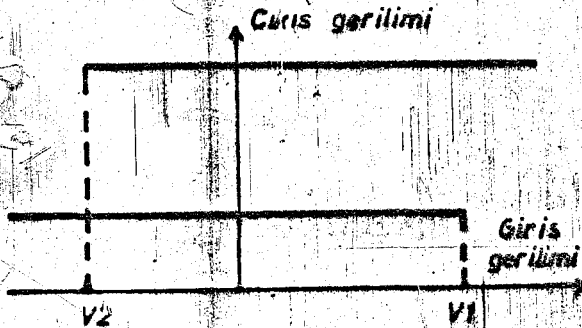
T_1		AKTIF	
T_2	AKTIF	AKTIF	

Sek: 54.3

İki şeklin incelenmesiyle her ikisi arasındaki farklar açık olarak görülebilir. Schmitt devresi tetikleyici olarak kullanıldığı gibi, limitör olarak kullanılabilir.

Devrenin Schmitt tetikleyici olarak çalışmasını daha iyi anlayabilmek için devrenin genel çalışmasına bir göz atmakta yarar vardır. Devrenin genel olarak çalışması şu şekilde olmaktadır: Giriş gerilimi düşük olduğunda T_1 kesilmeye, T_2 ise aktiftedir. Giriş gerilimi artırılarak, belirli bir gerilime (diyelim ki V_1) ulaştığında, T_1 aktive girer, T_2 de aktiftedir. Giriş gerilimi daha da artırılarak belirli bir gerilime (V_2) gelindiğinde T_1 doyuma, T_2 ise kesilmeye girer.

Şekil: 54.3 de çıkış geriliminin giriş gerilimine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir.



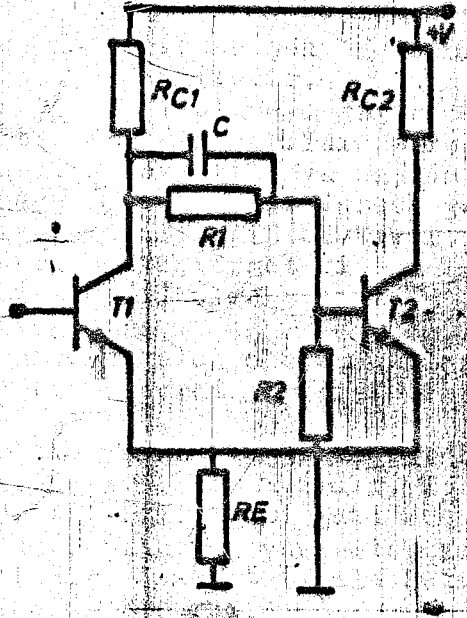
Sek: 54.3

Burada, V_2 gerilimi V_1 geriliminden daha büyüktür. Aşağıdaki şart sağlanacak şekilde devre elemanlarının seçimi yapılırsa,

$V_1 > V_2$ durumu elde edilir:

$$R_1 + R_{c1} < (\beta_2 + 1) \alpha_1 R_{c1}$$

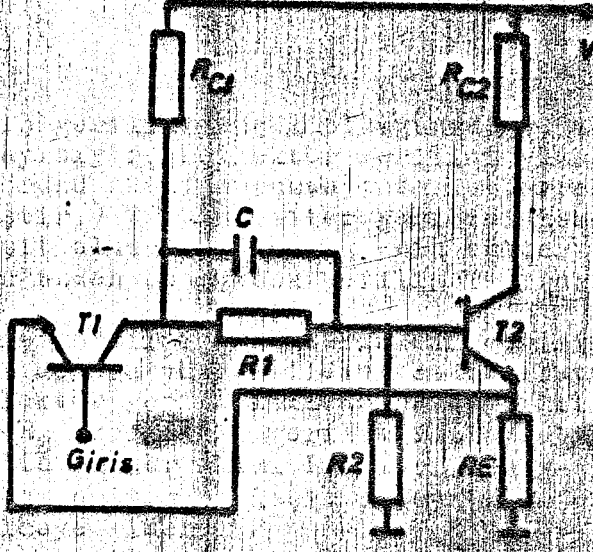
Şekil: 5.4.4 da görülen devrede elemanlar bu şartı sağlayacak şekilde seçilmişlerse o devre bir "Schmitt tetikleyici" devresidir.



Şek: 5.4.4

Böyle bir devrede, çıkış geriliminin giriş gerilimine göre değişim grafiği Şekil 5.4.3 de görülmektedir.

Şekil: 5.45



Bu tür çalışma ise şu şekilde olur: Giriş gerilimi düşük iken T_1 kesilmeye, T_2 aktiftedir. Girişin belirli bir değeri için, (V_1), T_1 doyuma T_2 ise kesilmeye girer. Bundan sonra, giriş gerilimi ne kadar artırılırsa artırılınsın durum değişmez.

Giriş gerilimi azaltılmaya başlansın. Belirli bir değerde (V_2) T_1 kesilmeye T_2 ise aktif duruma geçer. Şekil: 5.4.5'te de görüldüğü gibi giriş geriliminin büyümesi ve küçülmesi durumlarında transistörlerin durum değiştirmeleri her iki hal için ayrı gerilim değerlerinde (V_1 ve V_2) olmaktadır. Bu durumda $V_H = V_1 - V_2$ voltluk bir "histerisis" vardır.

R_1 direncine paralel olarak bağlanmış C_1 sigacı bir "hızlandırıcı sigaç"tır. Devrede "giris" olarak T_1 transistörünün bazı kullanılır.

Şekil: 5.4.5'de görüldüğü gibi, bir Schmitt devresinde iki transistör, birbirlerine a.c. bağlıdır. T_2 transistörü, T_1 'in emiterini süren bir emiter-izleyicisi gibi düşünülebilir. T_1 transistörü ise bir ortak-baz bağlantılı yükselteçtir. Bu durum Şekil: açık olarak görülmektedir. Şekil: 5.4.4 ile Şekil: 5.4.5 yi karşılaştırırsak aynı olduklarını görürüz.

Giriş gerilimi küçük olduğundan T_1 transistörü kesilmelidir. Dolayısıyla, kollektör gerilimi yüksektir. Bu gerilim T_2 transistörünü aktif durumda tutar. (Devre elemanları bu şekilde seçilmiştir.) T_2 'nin emiter gerilimi hemen hemen bazındaki gerilime eşit olduğundan ve T_2 'nin emiteri T_1 'in emiterine bağlı olduğundan bu yüksek gerilim T_1 transistörünü kesilmeye tutar.

Giriş gerilimi, R_E üzerindeki gerilime eşit (ya da biraz fazla) bir değere yükseltildiğinde T_1 iletken olur. Bu durumda T_1 'in kollektör gerilimi ile buna bağlı olarak T_2 'nin baz gerilimi düşer, R_E üzerindeki gerilim fazla değişmediğinden (çünkü bu sırada T_1 'in emiter akımı R_E üzerinden geçmektedir) T_2 transistörünün baz emiter birleşim yüzeyi ters polarmaya girer ve transistör kesilmeye gider.

Giriş gerilimi azaltılmaya başlayınca T_1 ve T_2 transistörlerinin emiterleri, T_1 'in baz gerilimini (giriş gerilimi) izleyeceklerdir. Bu durum, T_2 'nin baz ve emiter gerilimleri birbirine çok yakın olana dek sürer. O anda T_2 iletkenleşir, aktif duruma girer. (Bu sıradaki giriş gerilimi V_2 dir) T_2 aktif duruma girince R_E direnci üzerinden geçen akım artacağından, gerilim de artar. R_E üzerindeki gerilimin artması T_1 'i kesilmeye götürür.

T_1 transistörünü, kesilme durumundan iletkenlik durumuna getiren gerilim (V_1) ile iletkenlikten, kesilmeye götüren gerilim (V_2) aynı değildir. Böylece histeresis oluşmuş olur.

BÖLÜM 6

MANTIK DEVRELERİNDE MULTİVİBRATÖR

MANTIK DEVRELERİNDE MULTİVİBRATÖR

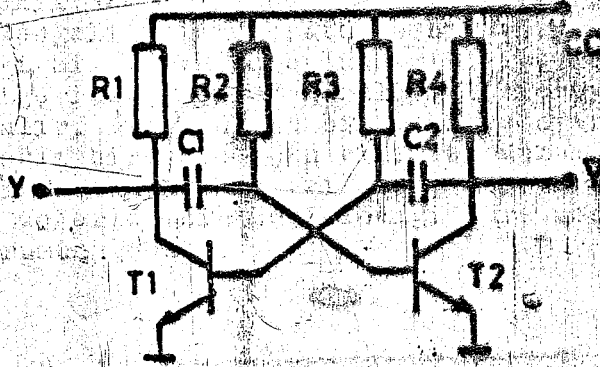
Elektronikte, mantık kurallarına göre kararlar veren kapı devrelerinin yanı sıra, bilgi depolayan devrelerin de önemi çok büyüktür. Ayrıca dijital bilginin sistem içinde bir noktadan diğerine akışını düzenlemek, bu akışın denetlenebilir bir sıra içinde oluşumunu sağlamak da zorunludur.

Bilgi depolamak, bilginin akışını düzenlemek gibi işler, elektronik mantıkta multivibratörler tarafından gerçekleştirilir.

Multivibratörler içinde en geniş uygulama alanına sahip olan, çift den-eli multivibratördür (Flip-flop). Bu nedenle diğer ikisinden de bahsetmekle birlikte en fazla flip-flop üzerinde durulacaktır.

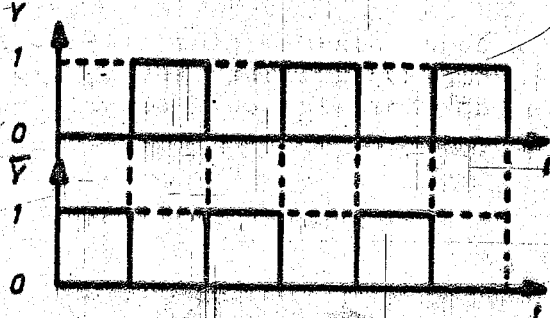
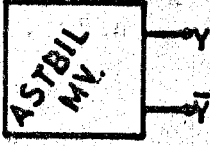
6.1 DENGESİZ MULTİVİBRATÖR (ASTABIL)

Şekil: 6.1.1 de dengesiz multivibratör görülmüştür. Bilindiği gibi dengesiz multivibratörün girişi yoktur. Devre bir salınma gibi çalışır.



Şekil: 6.1.1

İki çıkışı vardır. Çıkışlarda kare dalga görülür. Bu dalgenin üst değeri V_{cc} kaynağı gerilimi alt değeri ise toprak gerilimidir. Eğer $V_a = "1"$ ve toprak gerilimi $= "0"$ özdeşliğini kabul edersek çıkışlarda dönüşümlü olarak "1" sonra "0" sonra "1" sonra gene "0" görülecektir. Şekil: 6.1.1 de görüldüğü gibi, çıkışlardan biri \bar{Y} diğeri ise Y ile sembolize edilmişlerdir. Bunun anlamı şudur: Eğer Y 'de "1" varsa \bar{Y} de mutlaka "0", Y 'de "0" varsa \bar{Y} de "1" vardır. Kısacası Y ve \bar{Y} çıkışları birbirlerinin tersidir. Hiç bir zaman aynı durumda değillerdir. Şekil: 6.1.2 de dengesiz multivibratörün öbek gösterilişi ile çıkışlardaki gerilim şekilleri görülmektedir.

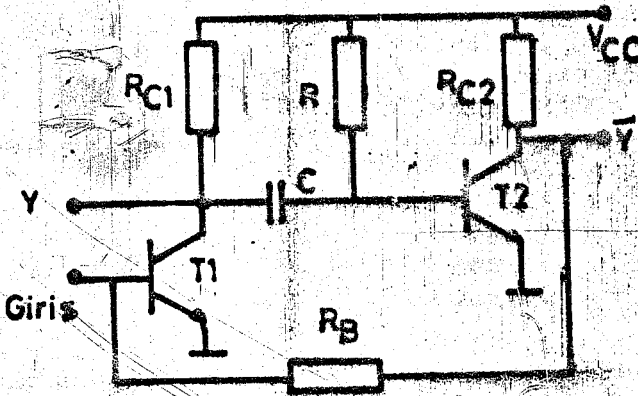


Şekil: 6.1.2

Dengesiz multivibratörler genellikle mantık sistemi içinde bilgi akışını eş zamanlamada kullanılırlar. Bu nedenle mantıkta dengesiz multivibratörler bazen "zamanlayıcı" (clock) olarak isimlendirilir.

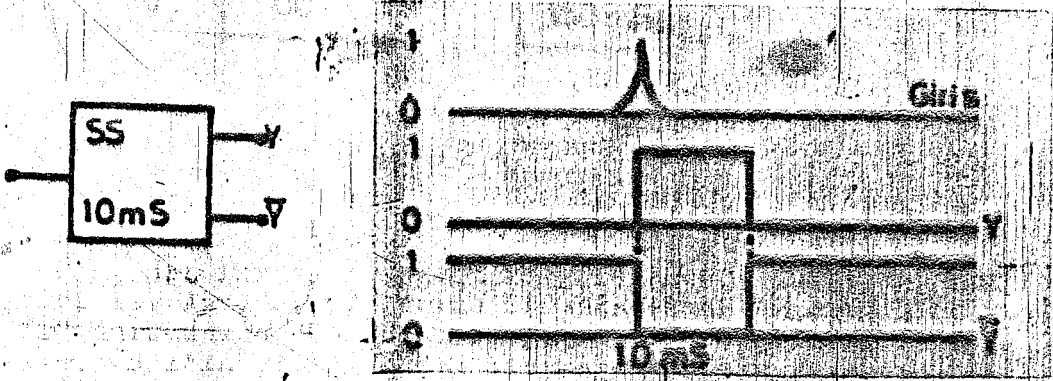
6.2 TEK DENGELİ MULTİVİBRATÖR (MONOSTABİL)

Şekil: 6.2.1 de tek dengeli multivibratör devresi görülmüyor. Tek dengeli multivibratörde bir giriş iki çıkış vardır. Girişe herhangi bir dürtümde bulunmadığı sürece, çıkışlardan birinde "1" değerinde ise "0" görülür. Giriş uyarılmadıkça devre bu durumda kalır. Giriş uygun bir şekilde uyarıldığında, R ve C değerlerine bağlı bir süre için çıkışlar durum değiştirirler. "1" durumundaki çıkış "0", "0" durumundaki ise "1" olur. R ve C, değerlerinin belirlediği süre sonunda ise devre tekrar ilk durumuna döner.



Şekil: 6.2.1

Şekil: 6.2.2 de tek dengeli multivibratörün öbek olarak gösterilmesi ile, giriş ve çıkışındaki gerilim şekilleri görülmektedir. Tek dengelinin öbekçizgede kısa anlatımı "SS" olarak yapılır. (Single Shot)



Şek: 6.2.2

Öbeğin alt kısmında görülen zaman ifadesi ise devrenin geçici durumda kalacağı süreyi belirtir. Şekil: 6.2.3 de görüldüğü gibi, girişe uygulanan uyarı bir darbe olabileceği gibi, bir kare dalganın "ön" yada "arka" yüzü olabilir. Şekil: 6.2.3 de

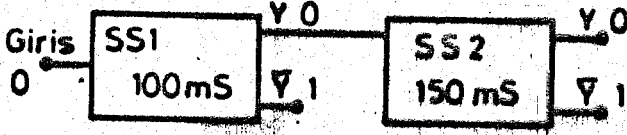


Şek: 6.2.3

ne demek istendiği anlatılmaktadır. Tek dengeli multivibratörün mantıkta kullanıldığı yerlerin başında olaylar arasındaki zaman ilişkisini düzenleme gelir. Örneğin; bir A olayı başladıktan 100ms. sonra B olayının, 250 ms. sonra da C olayının başlaması istenirse bu tek dengelilerle sağlanabilir. Şekil: 6.2.4 de bu işlemi gerçekleştirebilecek bir mantık dizgesinin öbek çizelgesi görülmektedir.

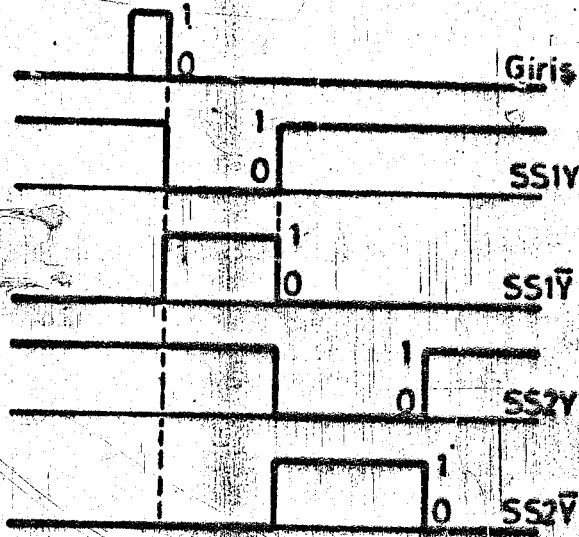
Buradaki tek dengelilere kare dalganın "arka" yüzlerinin kumanda ettiği kabul edilecektir.

Şekil: 6.2.4 da denge durumu görülyor.



Şek. 6.2.4

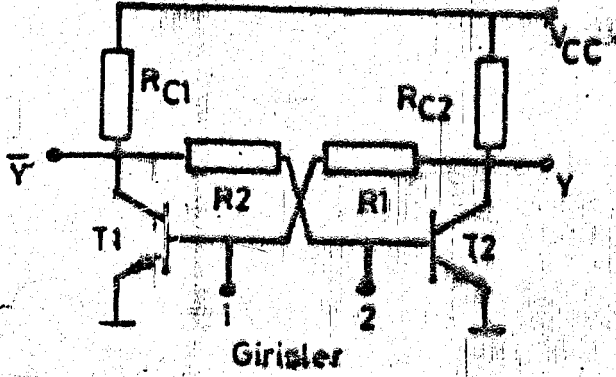
Her iki tek gengeninin girişide "0" durumundadır. Y çıkışları ise A ve B olaylarına kumanda etmektedirler. Y çıkışları "1" durumundan "0" durumuna geçtiğinde ilgili olay başlayacaktır. SS 1'in girişine tek bir kare darbe uygulansın (Şekil 6.2.5) Darbenin arka yüzü, SS 1'in Y çıkışını ise "1" yapacaktır. (Şekil: 6.2.5) A olayı bu anda başlar. Bu durum 100 ms. sürecektir, bu sürenin sonunda SS 1'in Y çıkışı "1" den "0" a düşecek, bu düşüş SS 2'yi uyaracaktır. Uyarılan SS2'nin Y çıkışı "0" olacak ve B olayı başlayacaktır. SS 2'nin Y çıkışı ise B olayı başladıktan 150 ms. sonra "0" olacak ve buraya bağlı C olayı başlayacaktır.



Şek. 6.2.5

6.3 ÇİFT DENGELİ MULTİVİBRATÖR (BİSTABİL)

Şekil: 6.3.1 de çift dengeli multivibratör görülüyor.



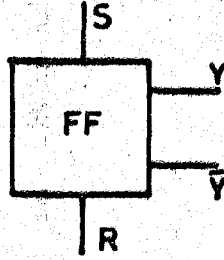
Şek. 6.3.1

Çift dengeli multivibratörde iki giriş iki de çıkış vardır. İki giriş vardır. Çünkü devrenin durumunu dışardan değiştirebilmek için iki yol vardır. Ya T_1 transistörünün bulunduğu durumu değiştirmek, ya da T_2 nin tek dengeli ise sadece bir yol vardır: O da T_1 transistörünün durumunu değiştirmek. Bu yüzden de tek dengeliye tek girişli denmiştir.

Çift dengeli multivibratöre mantık devrelerinde genellikle flip-flop denmektedir. Flip-flop'ların kullanıldığı devrelerin başında sayaçlar (counter) ile girişlerden hiçbirisi uyarılma durumunda değilse, çıkışlardan birinde "1", diğerinde ise "0" vardır.

Her hangi bir giriş uygun biçimde uyarıldığında, devre durum değiştirir. "1" olan çıkış "0", "0" olan çıkış ise "1" olur. Bu durum ikinci bir dürtüme kadar sürer. Elektronik mantıkta kullanılan flip-flopların birçok çeşitleri vardır. Bunlar temel olarak birbirinin aynısıdır. Sadece durum değişimi için gerekli koşullar farklı olabilmektedir.

Şekil: 6.3.2 da en basit ve yaygın olarak kullanılan bir flip-flop'un basit anlatımı görülmüyor. SETRESET flip-flop.



Şek: 6.3.2

Şekilde görüldüğü gibi bir SR flip-flop'un iki çıkışı vardır: Y (SET) ve \bar{Y} (RESET). Aynı şekilde iki de girişi vardır: S (SET) ve R (RESET).

Eğer: Y çıkışı 1, \bar{Y} çıkışı 0 ise flip-flop SET durumunda

Y çıkışı 1, \bar{Y} çıkışı 0 ise flip-flop RESET durumunda denir.

Başlangıçta devre RESET durumundadır. Bu durumda:

S ve R girişlerinde : 0

Y çıkışında : 0

\bar{Y} çıkışında : 1 vardır.

Devreyi SET durumuna getirebilmek için: S girişine 1 uygulamak gerekir. Bu durumda:

Y çıkışında : 1

\bar{Y} çıkışında : 0 vardır.

Bu durum S girişindeki 1 kaybolduktan sonra da devam eder. Devreyi tekrar RESET durumuna getirmek için R girişine 1 uygulanmalıdır. Böylece:

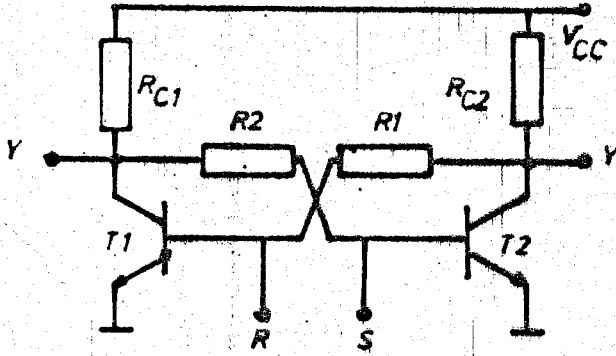
Y çıkışında : 0

\bar{Y} çıkışında : 1 görülür.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi devrenin durumuna bakarak, en son hangi girişe 1 uygulandığı anlaşılabilir. Örneğin devre SET durumunda ise en son SET girişine "1" uygulanmış demektir.

Şekil: 6.3.2 da bir SR flip-flop devresi görülmüyor.

Burada Reset girişine "1" uygulandığında T_1 doyumuna, T_2 kesime girer.



Şek: 6.3.3

Böylece \bar{Y} çıkışında "1" belirir. Set girişi uyarıldığında ise: T_2 doyuma, T_1 kesime girer. Buna göre de Y çıkışında "1" belirir. Devre set durumunu almış olur.

Tablo: 4 de bir Sr flip-flop'un gerçeklik tablosu görülmüyor. Her iki girişde de "0" varsa devre uyarılmıyor demektir ve bir değişme olmaz. Sadece Set girişi uyarılıyorsa, devre Set durumunu alır. (Eğer uyarı gelmeden önce de devre Set durumunda ise uyarıdan sonra da bu durumunu korur).

GİRİŞ		FF DURUMU
S	R	
0	0	Değişme yok
1	0	Set
0	1	Reset
1	1	Belirsiz

Tablo: 4



Şek: 6.3.5

Benzer durum, sadece Reset girişi uyarıldığında da söz konusudur. Aynı anda hem set hem de Reset girişi uyarılırsa devrenin durumu belirsizdir. Set durumunu alabileceği gibi Reset durumunu da alabilir. Bu belirsizliği önlemek için SR flip-flop devresine bazı ufak ekler yapmak gerekir. Bunun sonucu, oluşan devreye JK flip-flop denir.

Şekil: 6.35 de bir JK flip-flop'un sembolik gösterilişi, Tablo: 5 de ise gerçeklik tablosu yer almaktadır.

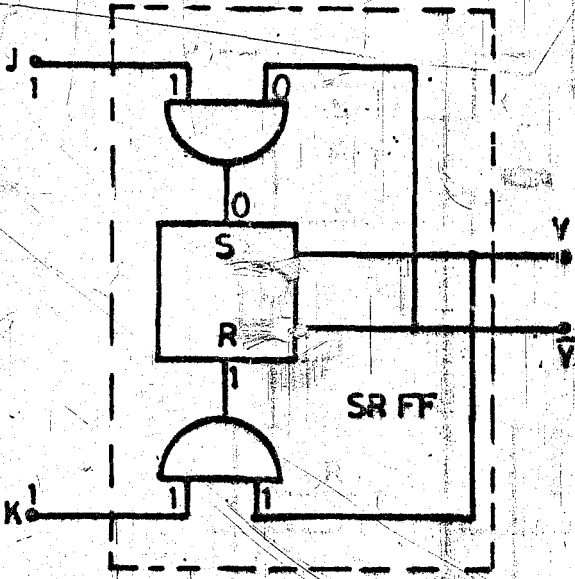
GİRİŞ		FF DURUMU
J	K	
0	0	Değişme yok
0	1	Reset
1	0	Set
1	1	Durum değişimi

Tablo: 5

JK flip-flop'un, SR flip-flop'tan farklı yanı, her iki girişe de 1 uygulanması durumunda devrenin durumunun belirsizlikte kalmayıp, önceki durumuna tersi olacaktır. Örneğin, her iki girişe de 1 uygulanmadan önce devre Set durumunda ise, uygulamadan sonra Reset durumunu alacaktır.

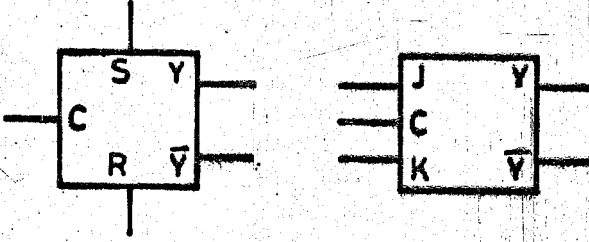
Şekil: 6.36 de bir SR flip-flop'a yapılan eklerle JK flip-flop elde edilışı görülmektedir. J ve K girişlerinin her ikisine de "1" uygulanacaktır. Uygulama yapılmadan önce SR flip-flop'u Set durumunda olsun. Buna göre Y çıkışı "0" durumundadır.

Görüldüğü gibi A ve B kapıları "VE" türündedir. A kapısı girişlerinden biri "0" olduğundan çıkışı da "0" olacaktır. B kapısının ise her iki girişi de "1" olduğundan çıkışı "1" olacaktır. Bu duruma göre, SR flip-flop'un uyarılan girişi Reset girişi olacak ve devre durum değiştirecek Reset durumunu alacaktır. Genek SR flip-flop, gerekse JK flip-flop olsun, bunlara bir giriş daha konabilir. Bu girişe "zamanlama"(ing.clock) girişi denir. "Zamanlama" girişinin yaptığı iş şudur: Flip-flop'ta ya da Reset (veya J ya da K) girişlerinde belircek herhangi bir uyarı, devrenin durumunu "Zamanlama" girişine bir darbe uygulandığında değiştirebilir.



Şek: 6.3.6

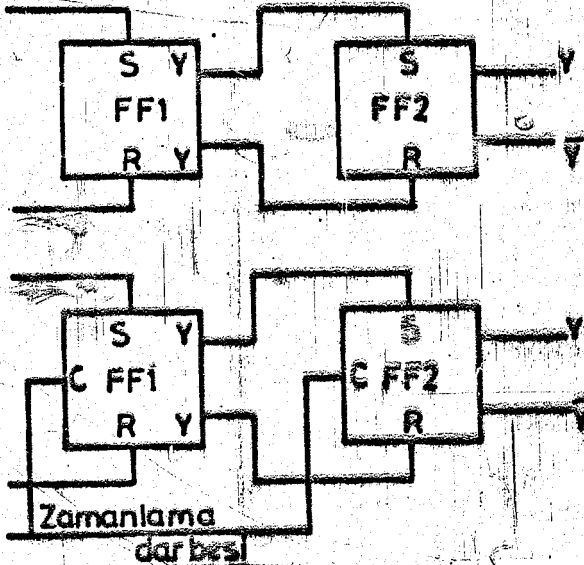
Şekil: 6.3.7 de "Zamanlama" girişine sahip SR ve JK flip-flop'ların çbkek olarak anlatımı görülmüyor.



Şek: 6.3.7

"Zamanlama" girişli flip-flop'lara şu nedenlerle gereksinim duyulmaktadır: Birçok kapı ve flip-flop'lardan oluşan bir denge içinde bilginin "yayılım gecikmesinden" dolayı çıkabilecek sorunların giderilme zorluğu ve dizge içinde bilginin akışının kontrol edilebilmesi istemi.

İkinci neşene örnek olarak Şekil: 6.3.8 daki devreyi inceleyelim. Burada FF₁'in S girişi uyarılmış olsun. Söz konusu flip-flop Set durumuna geçer.

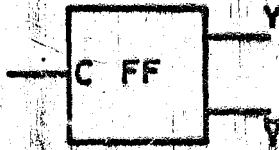


Şek: 6.3.8

Ve Y çıkışında 1 belirir. Bu ise FF₂'nin S girişini uyaracağından ikinci flip-flop da Set durumunu alır. Böylece FF₂, FF₁ tarafından bizim kontrolümüz dışında kontrol edilmektedir. Şekil: 6.3.8

deki devre ise FF₁'in S girişinde "1" olsa bile FF₁ set durumuna geçmez. Ancak "Zamanlama" girişine darbe uygulandığında devre set durumunu alır ve Y çıkışında 1 belirir. Burada FF₂'nin "Zamanlama" girişinde darbe olmadığından FF₂'nin durumu değişmez. Zamanlama darbesi geldiğinde devre Set durumunu alır. Yaygın olarak kullanılan flip-flop çeşitlerinden biri de "tek girişli" flip-floplardır. Bunlarda birtek "Zamanlama girişi" bulunur.

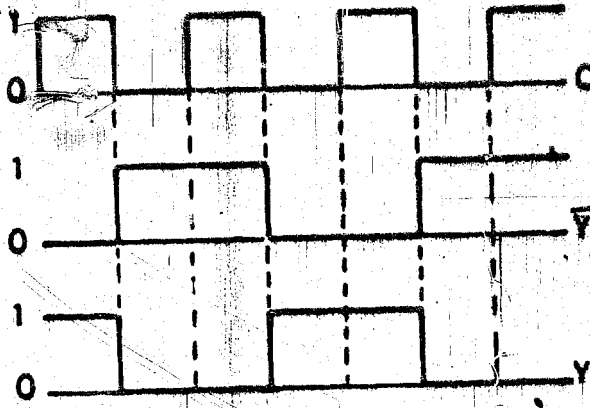
Şekil: 6.3.9 de bu tür bir flip-flop'un öbek olarak anlatımı görülmektedir.



Şek: 6.3.9

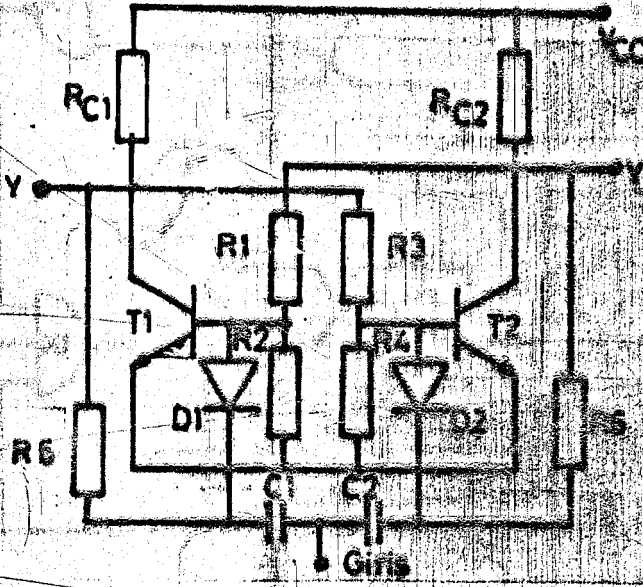
Burada, FF başlangıçta Set durumunda olsun. C girişine ilk uyarma yapıldığında (ki bu bir kare dalga'nın ön veya arka yüzü olabilir) devre durum değiştirerek Reset olur. İkinci uyarı flip-flop'u tekrar Set yapar. Üçüncü uyarı Reset, dördüncü Set... ve bu şekilde devam eder.

Eğer C'ye bir kare dalga uygulanmışsa ve devre kare dalga'nın arka yüzü tarafından uyarıyor ise, Y ve Y çıkışlarındaki gerilim şekilleri C'yle birlikte Şekil: 6.3.10 da çizilmiştir. (Başlangıçta devre Set durumunda kabul edilmiştir.)



Şek: 6.3.10

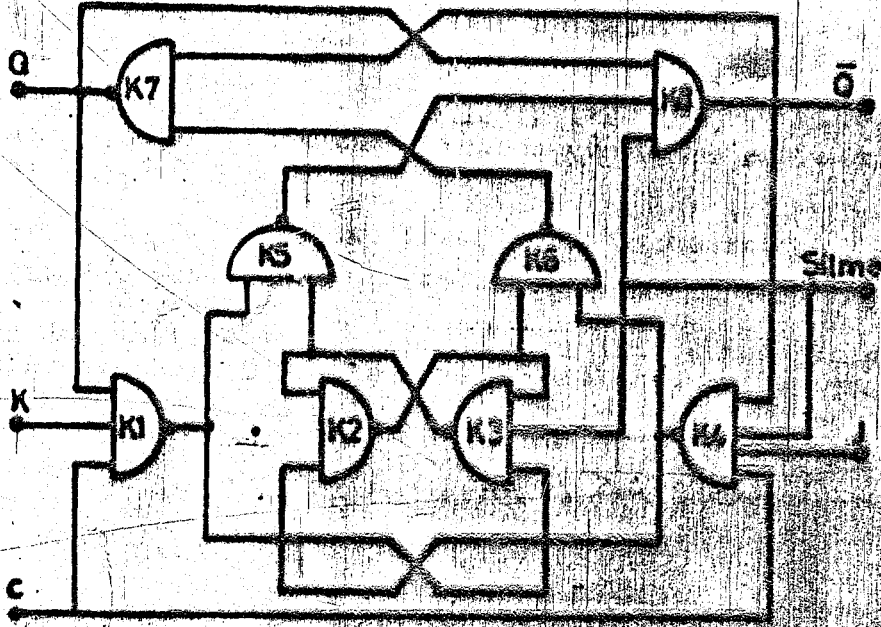
\bar{Y} çakışı her iki uyarımda bir durum değiştirir.
(Aynı durum \bar{Y} çakışı için de vardır.) Bu nedenle C'deki fre-
kans \bar{Y} (ve \bar{Y}) çakışlarında yarıya inmiştir.
Şekil: 6.3.11 de "tek girişli" bir flip-flop görülmek-
tedir.



Şekil: 6.3.11

Bu devrenin çalışması daha önceki bir konuda açıklanmıştır.

Ençok kullanılan J-K flip-flop türlerinden birisi de master-slave (ana-uydu) flip-flop türüdür.



Yukarıdaki J-K master-slave flip-flopunda Q çıkışı K girişi ile, \bar{Q} çıkışı da J girişi ile kapı bağlantısı yapılmıştır. Bütün kapılar NAND türüdür. Eğer girişlerin birisi lojik 0 ise, çıkış lojik 1 olmaktadır.

Başlangıçta $Q=0$ ve $\bar{Q}=1$ varsayalım. Q çıkışı K girişi ve tetikleme ile \bar{Q} de kaplanır. Tetikleme lojik 1'e yükseldiğinde Q çıkışı, K_1 kapısının çıkışına K girişinin konumuna bakmaksızın 1 konumunda tutar. Aynı koşullar K_4 için de geçerlidir. Tetikleme lojik 1 konumuna geldiğinde (silme mutlaka 1 konumunda olmalıdır) Q lojik 1 olur. Flip-flop çıkışı Q_{n+1} yalnız J girişi ile belirlenir. Aynı analiz bir kez $Q=1$, $\bar{Q}=0$ içinde uygulanabilir. K girişinin konumu çıkışın konumunu belirler.

J-K flip-flopunda üç genel tip tetikleme uygulanabilir. Master-Slave J-K flip-flobu tek bir karakteristiğe sahiptir. J-K girişlerininurma süresi tetikleme pulslerinden ya daha büyüktür, ya da eşittir. Böylece, J-K girişleri tetikleme düşüncesine katar

kararlı tutulmalıdır. Eğer bu koşul gerçekleştirilmezse, flip-flop hatalar yapabilir.

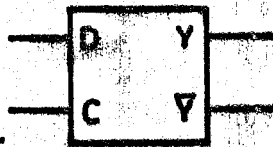
Yine $Q_n=1$, $\bar{Q}_n=0$ varsayalım; tetikleme lojik olduğunda eğer K girişi lojik 0'dan lojik 1 ve yeniden lojik 0'a değişirse, K=0 olduğu zaman K_1 kapısının çıkışı 1'dir ve master kısmının (Z_2 ve Z_3) konumunu değiştirmez. Eğer K biran 1 konumuna yükselirse Z_1 kapısının çıkışı lojik konuma gelir ve master kısmının durumu değişir. K lojik 1 konuma dönerse, Z_1 çıkışı 1 konuma döner, master kısmı K girişindeki 1 konumu hatırlar. Tetikleme 0 konuma düştüğü zaman, Q çıkışı konumunu değiştirir $Q_{n+1}=0$, $\bar{Q}_{n+1}=1$ olur. $Q_n=0$ ve $\bar{Q}_n=1$ olduğunda, J girişi çıkışı kontrol eder. J girişi lojik 1'e yükselirse ve tetikleme lojik 1'de ise, master kısmı bu konumu hatırlayacak. Tetikleme 0 konuma döndükten sonra çıkışlar $Q_{n+1}=1$ ve $\bar{Q}_{n+1}=0$ olur.

Eğer $Q_n=0$ ve lojik 1'e yükselirse, $Q_{n+1}=1$ olacaktır. Eğer $Q_n=1$ ve K lojik 1'e yükselirse $Q_{n+1}=0$ olacaktır.

Bu durum J-K master-slave flip-flopları için durma süresini tetikleme palsinin genişliğine eşit veya daha büyük olmasına neden olur.

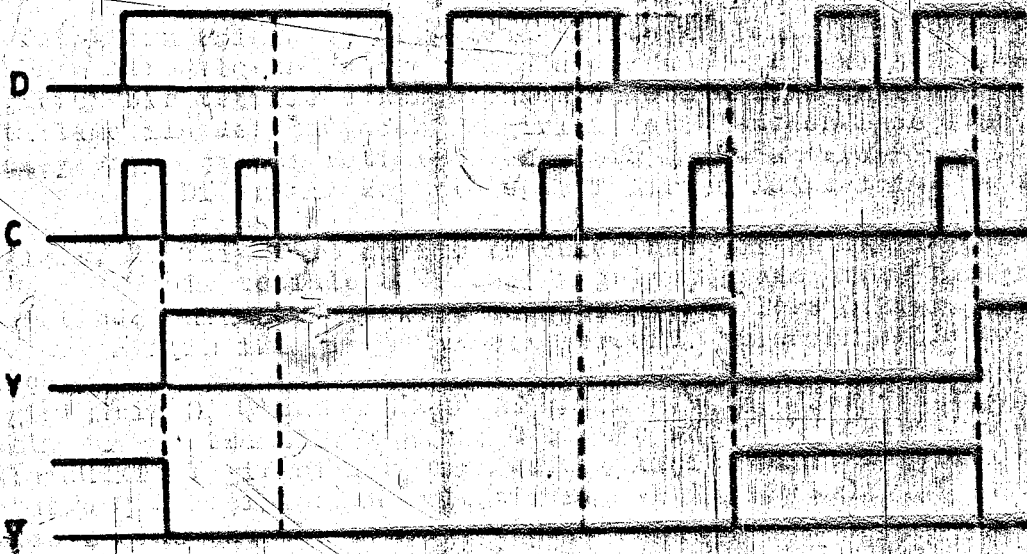
6.4 D - TIPI FLİP-FLOPLAR

D - tipi flip-flopun öbek olarak simgelenendirilmesi Şekil: 6.4.1
da görülmektedir.



Şekil: 6.4.1

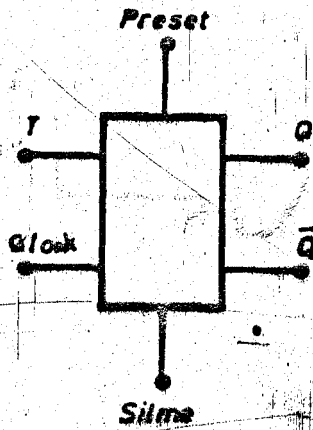
D girişine herhangi bir dijital bilgi verilir (İng Data = bilgi).
C girişine uygulanacak darbelerle, D girişindeki bilginin "0" ya
da "1" oluşuna göre, flip-flop set veya reset durumlarını alır.
Örneğin: C'ye darbe uygulandığı sırada D'de "1" varsa flip-flop
set durumunu alır. Aksi halde ise reset olur. Şekil: 6.4.2'de
D ve C girişlerindeki işaretler ile Y ve Y çıkışları görülmüyor.



Şekil: 6.4.2

6.5 T TIPI FLİP-FLOPLAR

Bu flip-flop da bir veri (T) girişi ve birde tetikleme girişi-
ne sahiptir. Bu flip-flopta asenkron kontrol, silme veya preset
her iki Q ve \bar{Q} çıkışları olabilir.

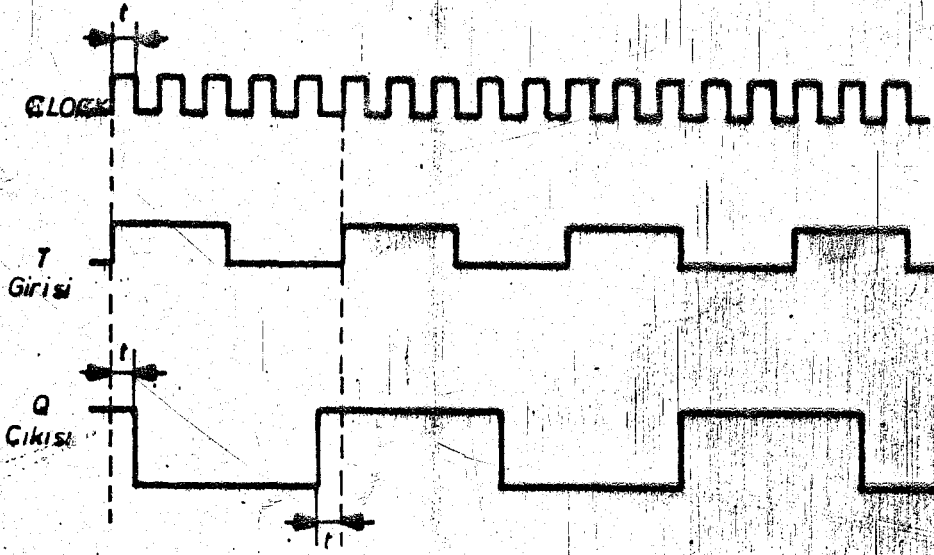


t_n	t_{n-1}	T	Q	\bar{Q}
1	0	1	0	1
0	1	0	1	0
1	1	1	0	1
0	0	0	1	0

Bu flip-flop içinde üç tetikleme türünde kullanılabilir. Doğruluk tablosu flip-flopun çalışmasının oldukça basit şeklini gösteriyor. T girişi bir tetikleme darbesinden önce 0 durumundayken, Q çıkışı tetikleme ile değişmeyecek, T girişi tetiklemeden önce 1 seviyesindeyken, Q çıkışı tetiklemeden sonra \bar{Q} olacaktır.

Diğer bir deyimle eğer T girişi lojik 1 ise ve flip-flop tetiklenirse çınış tetiklemeden önceki çıkışına bakmaksızın değişir. Bu flip-flop sayıcı devrelerinde çok kullanılır.

Bir tetikleme darbesi uygulandığında çıkış her giriş işaretinde durumunu bir kere değiştirir, böylece çıkıştan alınacak her 1 için iki giriş darbesi gerekir. Bu durum, BCD'ler için birçok kez gereklidir. (Burada daha geniş bir açıklama yapılırsa, T girişinin 0, Q'nun 0 olduğunu kabul edelim, eğer tetikleme sürekli devam etse bile T giriş 0 olduğu sürece Q çıkışı 0 konunda kalacaktır. T girişi 1 olduğunda Q çıkışı 1 olur. T girişi 0 olduğunda Q çıkışı konumu değiştirmez, yani 1'de kalır. T girişi yeniden 1 olduğunda bu sefer Q çıkışı 0 olur. Olay bu şekilde devam eder.)



Şekil: 6.5.1

Şekil: 6.5.1' da Q çıkışının T girişine göre durumu görülmektedir. Yalnız önemli noktalardan biri, Q çıkışının 1 olması veya 0 olması, T girişine göre (t) tetikleme süresi kadar gecikmeli olmaktadır. Şekilden de T girişinin ikiye bölündüğü görülmektedir.

BÖLÜM 7

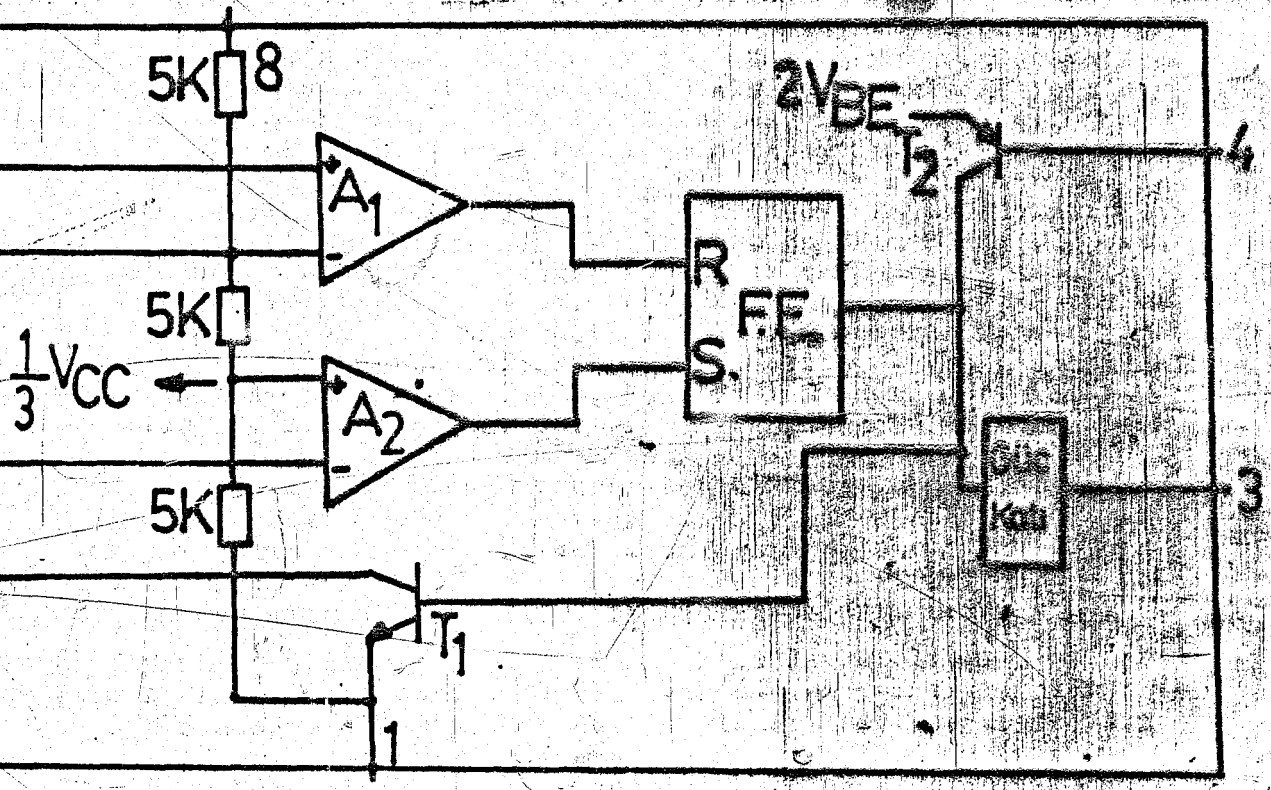
555 TIMER ENTREGESİ

Bu bölümde dünya piyasasında yapılmakta olan özel zamanlayıcı entegreler incelenecektir. Bu entegrelerle uygulama devreleri verilecektir.

Piyasamızda çokça bulunan ve "zaman makinesi-timer machine" olarak tanınan 555 tipini inceliyerek konumuza girelim.

7.1 - 555 -

Dünyada hemen her semiconductor imalatçısı tarafından üretilen bu entegre timer olarak geliştirilmiştir. Devrenin iç blok diyagramını şekil 7.1.1 görmekteyiz.



- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Ground | (Şase) |
| 2. Trigger | (Tetikleme) |
| 3. Output | (Çıkış) |
| 4. Reset | (Sıfırlama) |
| 5. Control Voltage | (Kontrol gerilimi) |
| 6. Threshold | (Eşik) |
| 7. Discharge | (Deşarj, boşaltım) |
| 8. + VCC | (+ Besleme gerilimi) |

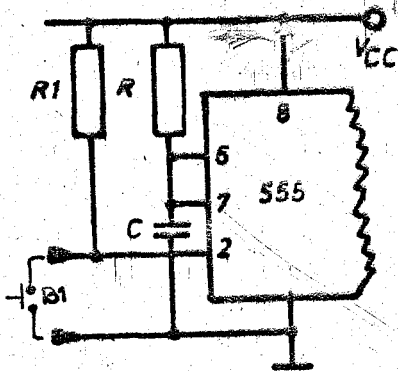
Sek: 7.1.1

Tüm devrenin çalışma ilkesini özetleyerek katalog özellikleri ve uygulamalarına geçelim.

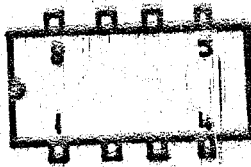
Normal durumda T_1 transistörü FF ikilisi ile iletimidir. Böylece yan şekilde görüldüğü üzere C kondansatörünün üst ucu şaseededir. Bu durumda 3 nolu pin şasedir. Yani çıkış 0'dir. Devre içindeki 3 adet $5\text{ K}\Omega$ lik direnç gerilimi üç eş parçaya böler. Dolayısıyla A_1 in ön gerilimi $\frac{2}{3}V_{cc}$ ve A_2 nin ön gerilimi ise $\frac{1}{3}V_{cc}$ dir. Devremizin çalışması bu iki opampin denge koşullarının bozulmasına dayanır. Bu gerilimlerin değişimi tetikleme ve zamanlamayı ayarlar. A_2 nin (-) girişi $\frac{1}{3}V_{cc}$ dan büyük olduğu sürece bu devrenin çıkışı (+) giriş (-) girişten küçük olduğu için ters çevirmesi nedeniyle çıkış 0'dir. Dolayısıyla SR FF un S ucunun 0, R ucunun 0 olması nedeniyle Q çıkışı 1 olur. Güç kati evirici olduğundan çıkış (3 nolu pin) 0 dir. Bunu sağlamak için R_1 ile 2 nolu uç $\frac{1}{3}V_{cc}$ nin üzerinde tutulur. A_1 in (+) girişi 6 nolu pin 7 nolu pin ile kısa devre olduğundan A_1 in (-) ucu $\frac{2}{3}V_{cc}$ olduğundan çıkışı yine 0 dir. 2 nolu uca (-) bir darbe verilince de bu pin'in bağlı olduğu A_2 nin (-) ucu şaseye kayar. Dolayısıyla çıkışı ters çevirici olduğunda (-) 1 olur. Bu FF i S eder. Q çıkışı 1 olduğundan dolayı 0 dir. Bu 0 evirici çıkışında 3 noda 1 olur. ve T_1 de yalıtıma girer. T_1 in yalıtıma girmesi ile R vasıtasıyla C kondansatörü dolmaya başlar. Bu kondansatörün yavaş yavaş dolması A_1 in (+) gerilimini arttırır. Bu artış $\frac{2}{3}V_{cc}$ nin üstüne çıktığı anda A_1 in çıkışı 1 olur. Bu 1 FF i R eder. Q çıkışı tekrar 1 olur. T_1 iletme geçer. Evirici çıkışı 3 nolu pin tekrar 0 olur.

Bu durum 2 nolan tekrar tetikleme gelene kadar devam eder. Görülüyor ki bu 555 zaman devresi bir monostabl (tek kararlı) olarak çalışmaktadır. İlerde başka şekilde de çalıştırılacaktır. Devremizde ani sıfırlama istenildiğinde T_2 girişi olan 4 nolu pin şaseye kısa devre edilir. T_2 nin PNP olması nedeniyle $2V_{cc}$ lik gerilim T_1 i iletme sokar. T_1 in kısa devre olması C yi boşaltır. ve A_1 in çıkışını 0 a sürer. A_2 nin (-) girişi fazla olduğundan çıkışı 1 olacağından FF in S olması sağlanır. Böylece devre eski konumuna döner.

Motorola Firmasının verdiği katalog değerleri.



MC 1555, MC 1555



Case 826
Case 693



Case 601

TIP	ALTERNATIFI	ISI KADRESI	KILIF (CASE)
MC 1455 G	—	0°C + 70°C	Metal Can
MC 1455 P ₁	NE 555 V	0°C + 70°C	Plastik DIP
MC 1455 U	—	0°C + 70°C	Seramik DIP
MC 1555 G	—	-55°C + 125°C	Metal Can
MC 1555 U	—	-55°C + 125°C	Seramik DIP

NE 555/ SE 555 Timer'e direkt karşılık
Mikrosaniyeden saatlere kadar.
Tek kararlı veya kararsız ikili çalışması
Duty cycle ayarlı
Çıkış akımı yüksekliği 200 mA sink ve source
Çıkışı TTL sürebilir.
Isı kararlılığı 0,005% /°C
Normalde ON veya OFF çıkışlı

TİPİK UYGULAMALAR

Zaman gecikme kaynağı
Ardışık zamanlama
Lineer süpürme kaynağı
Kararlı zamanlama
Darbe kaynağı
Darbe kırpmı
Kaçırmalı darbe dedeksiyonu
Darbe genişliği Modülasyonu
Darbe pozisyon Modülasyonu

MAXİMUM ÇALIŞMA ŞARTLARI

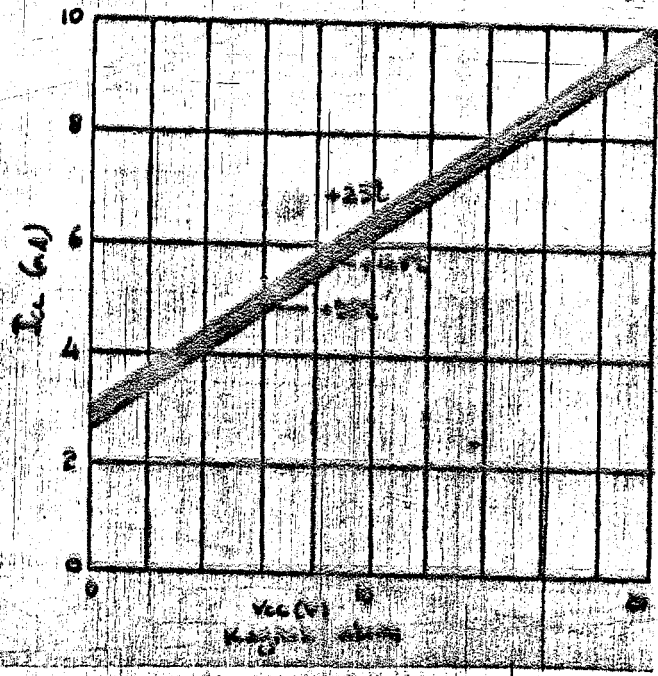
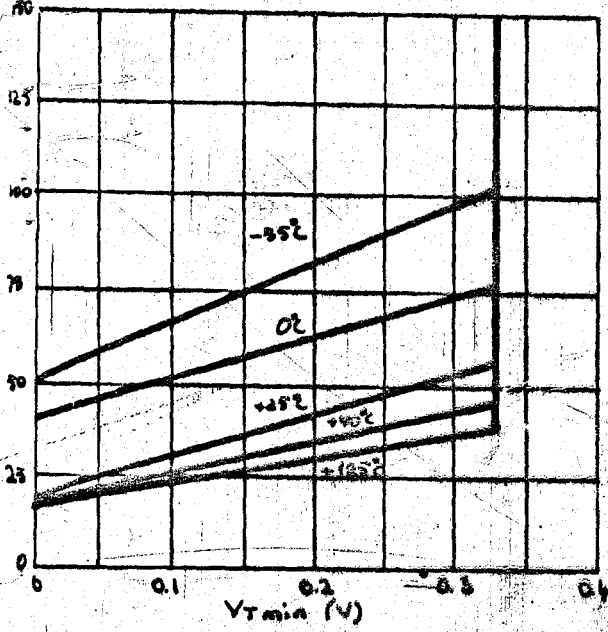
		Sembolu
Besleme Gerilimi	+18V	V _{CC}
Deşarj Akımı	200mA	I ₇
Güç Harcama (Metal)	680 mW	P _D
Güç Harcaması (Plastik)	625 mW	P _D
Depolama Sıcaklığı	-65...+150°C	T _{stg}
Çalışma Sıcaklığı (MC1555)	-55...+125°C	T _A
Çalışma Sıcaklığı (MC1455)	0...+70°C	T _A

25°C'deki Çalışma Karakteristikleri

Sembol	MC1555			MC1455			
	min	typ	max	min	typ	max	
Besleme Gerilimi	V _{cc}	+4,5V	—	+18V	+4,5	—	+16V
Besleme Akımı (R _L =∞) (V _{cc} =5V)	I _{cc}	—	3mA	5mA	—	3mA	6mA
Besleme Akımı (R _L =∞) (V _{cc} =15V)	I _{cc}	—	10mA	12mA	—	10mA	15mA
Reset Akımı	I _R	—	0,1mA	—	—	0,1mA	—
Reset Gerilimi	V _R	0,4V	0,7V	1V	0,4V	0,7V	1C
Eşik Akımı	I _{th}	—	0,1μA	0,25μA	—	0,1μA	0,25μA
Alçak Çıkış Voltajı (V _{cc} =15V iken I _{sink} =0,2A)	V _{oL}	—	2,5V	—	—	2,5V	—

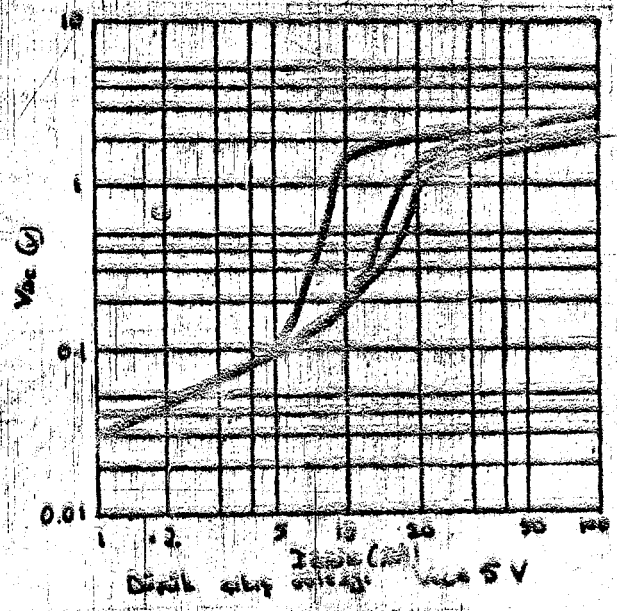
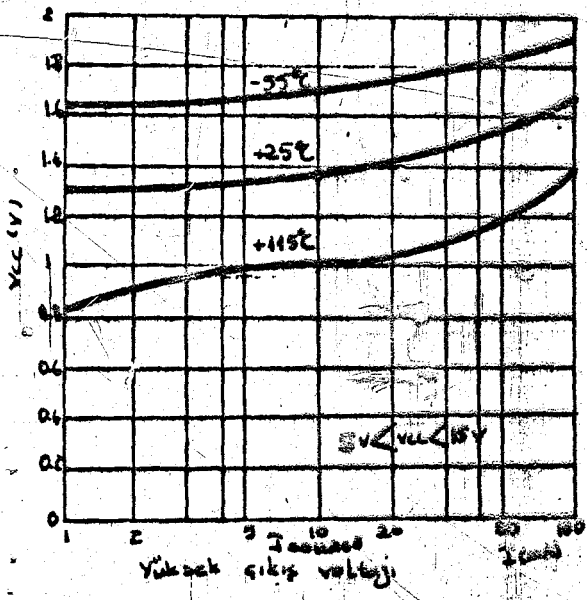
Sembol	MC1555			MC1455			
	min	typ	max	min	typ	max	
(V _{cc} =15V I _{sink} =10mA)	V _{oL}	—	0,1V	0,15V	—	0,1V	0,25V
Yüksek çıkış gerilimi	V _{oH}	—	—	—	—	—	—
(V _{cc} =15V I _{soU} =200mA)	V _{oH}	—	12,5V	—	—	12,5V	—
(V _{cc} =5V I _{soU} =100mA)	V _{oH}	3,0V	3,3V	—	2,75V	3,3V	—
Çıkış Yükselme Zamanı	t _{oLH}	—	100nSn	—	—	100nSn	—
Çıkış Düşme Zamanı	t _{oHL}	—	100nSn	—	—	100nSn	—

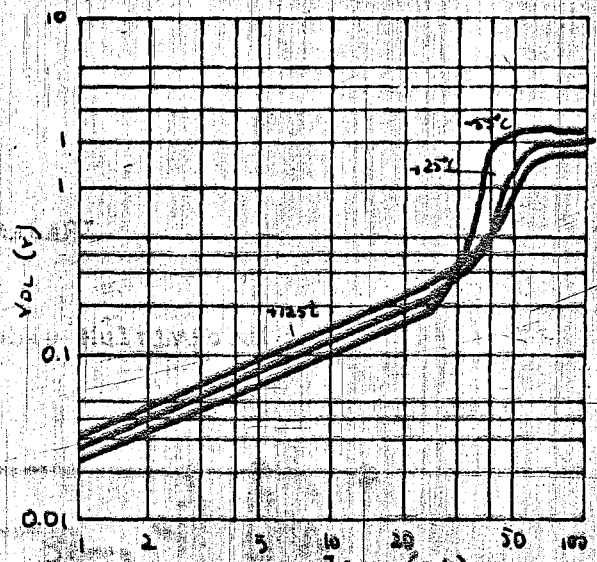
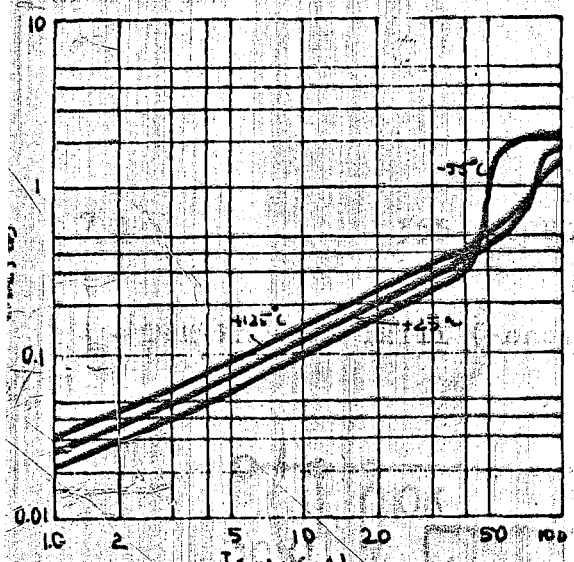
DEVRENİN TİPİK KARAKTERİSTİK
MĞRİLERİ



TETİKLEME PALS GENİFLİĞİ

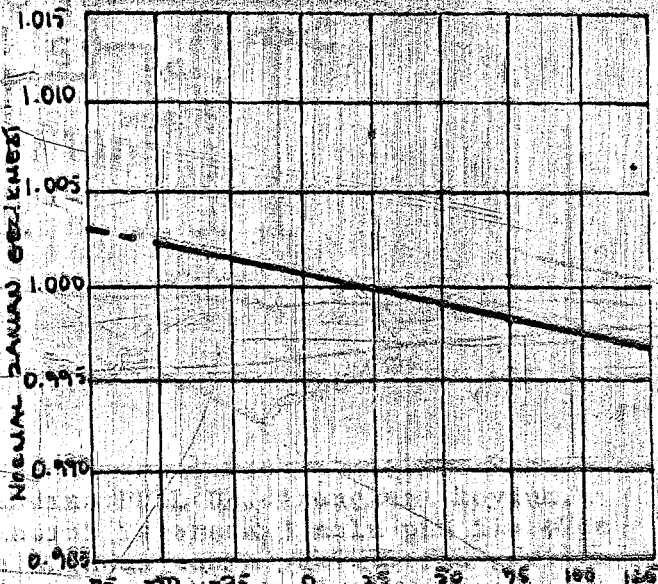
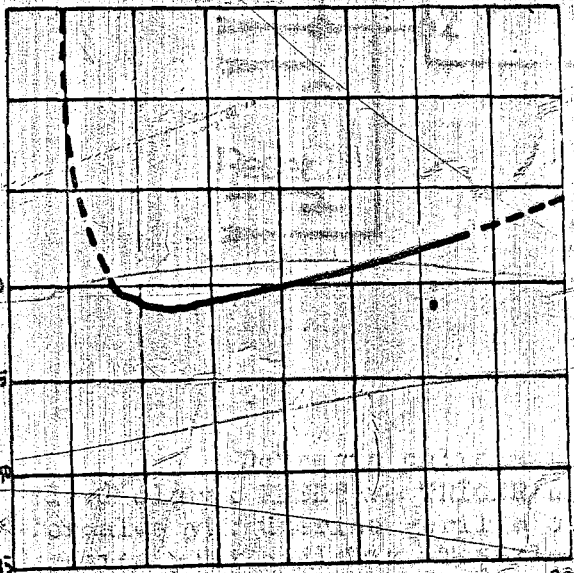
KAYNAK AKIMI





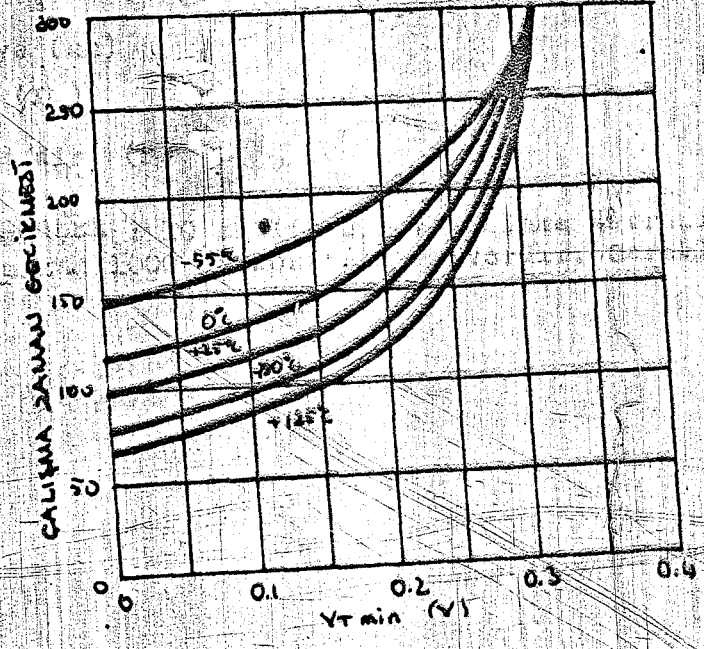
Düşük giril voltaj, $V_c = 15V$

Düşük giril voltaj, $V_c = 10V$



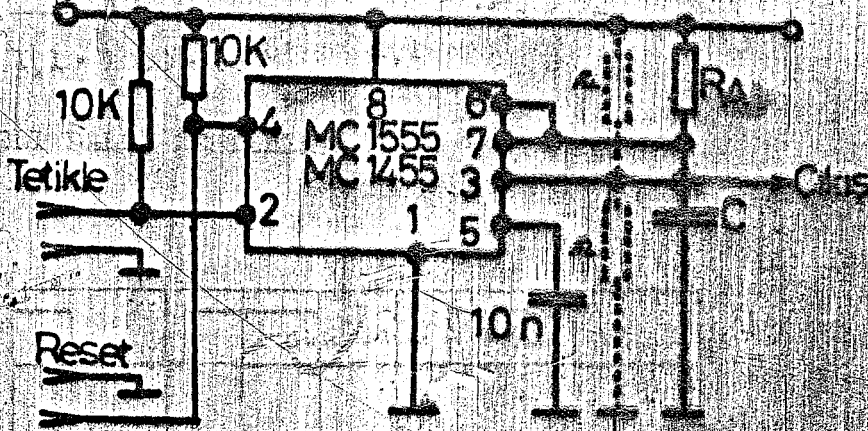
Yük voltajının fonksiyonu olarak zaman geçişi

Sıcaklık fonksiyonu olarak zaman geçişi



Tetikleme voltajı ile çalışma zamanı geçişi

A - Tek Kararlı İkili (Monostable Multivibratör)



Devrenin çalışmasını daha evvel izah etmiştik. Burada ilave olarak RESET ve TRİGER uçlarına PULL UP dirençleri koyduk. Normalde yük üzerine gerilim olmasını istersek 3 nolu pin ile +Vcc arasına yükü bağlarız. Tetikleme anından sonra yük üzerine gerilim istiyorsak 3 nolu pin ile ground arasına yükü bağlarız. Burada frekansı belirleyen R_A ile C değerleridir. Bunun matematiksel ifadesi

$$T = 1,1 \cdot R_A \cdot C \text{ dir}$$

$$T = \text{Saniye (sn)}$$

$$R_A = \text{Ohm } (\Omega)$$

$$C = \text{Farad dir (F)}$$

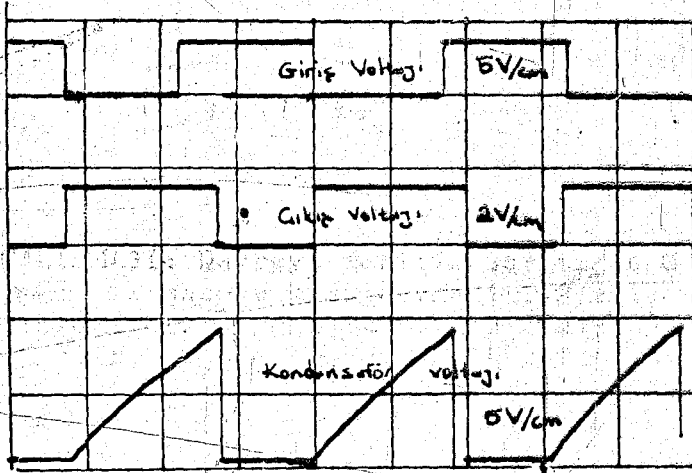
ÖRNEK PROBLEM: 10 sn lik bir zamanlama devresiz olmasını istiyoruz. Elimizde 1000 μF kondansatör vardır. Gerekli R_A değerini bulunuz.

$$T = 1,1 \cdot R_A \cdot C$$

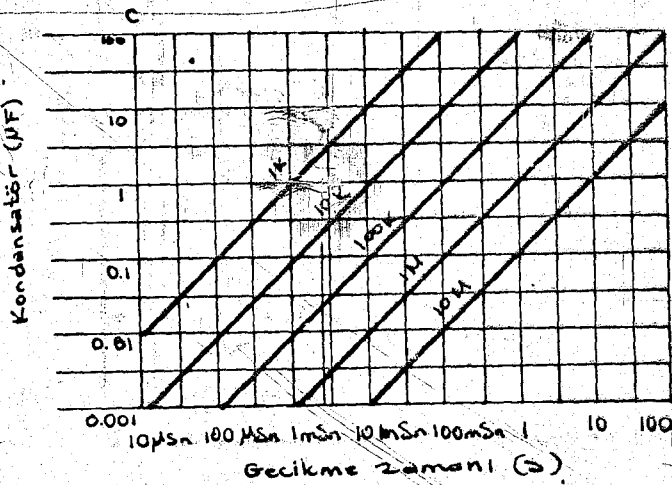
$$R_A = \frac{T}{1,1 \cdot C \cdot 10^{-6}}$$

$$R_A = \frac{10}{1,1 \cdot 1000 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^4}{1,1} \approx 10 \text{ K}\Omega \text{ olur.}$$

KARARLI DALGA ŞEKİLLERİ:

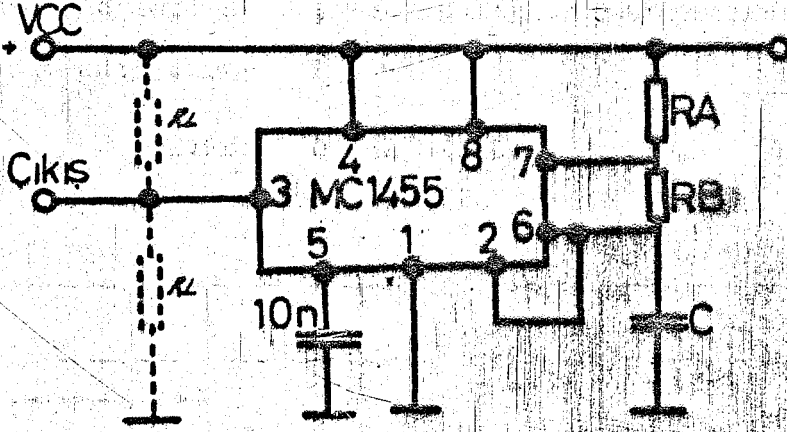


MONOSTABLE DALGA FORMU

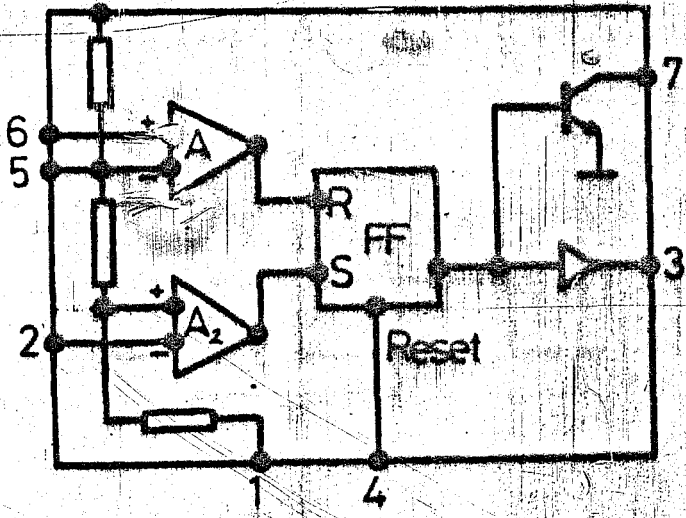


ZAMAN GEÇİKMESİ

B - KARARSIZ İKİLİ (ASTABLE MULTİVİBRATÖR)

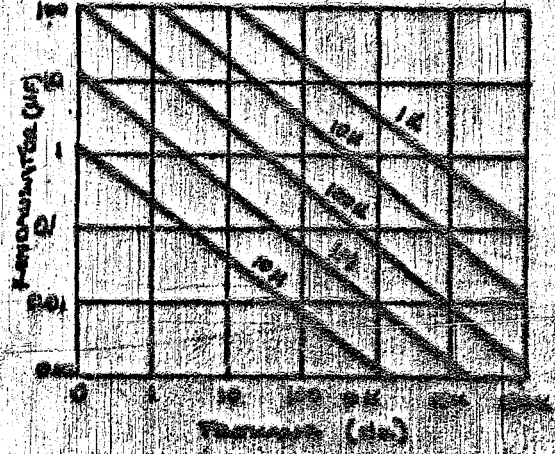
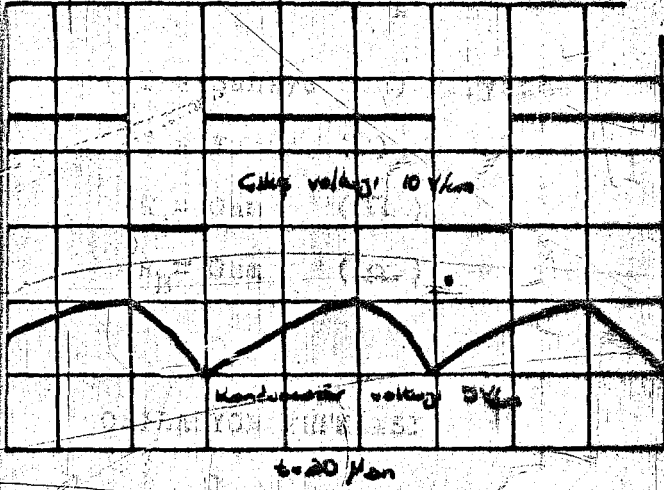


DEVRENİN ÇALIŞMASI: Devreye gerilim verilince C ilk anda boş olduğundan yaklaşık şaseye kısa devredir. 2 nolu pin şaseye kaydı-
lından tetikleme olur. Dolayısıyla A2 opampinin çıkışı 1 olur. Flip-Flop 5 olur. Q= 0 olur. Buradan 7 nolu pin şaseden kurtulup 3 nolu uç 1 olur. Dolayısıyla RA+RB üzerinden C yavaş yavaş dolmaya başlar.



Bu dolma anı $\frac{2}{3} V_{cc}$ nin üzerine çıkaracak şekildedir. C üzerindeki gerilim $\frac{2}{3} V_{cc}$ nin üzerine çıkınca A'nin çıkışı 1 olur. R=1 olunca Q=1 olur. Böylece 7 nolu pin şaseye kısa devre olur. 3 nolu pin ise 0 olur. C kondansatörü bu sefer şase üzerinden deşarj olmaya başlar. Bu boşalma azalıp triger geriliminin max seviyesine ulaşınca entegre tekrar tetiklenir. Dolayısıyla bir önceki olay devam eder durur.

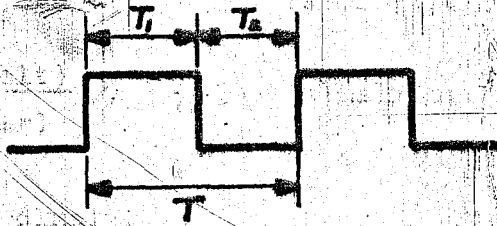
DEVRENİN DALGA ŞEKİLLERİ



SERBEST ÇALIŞMA FREKANSI

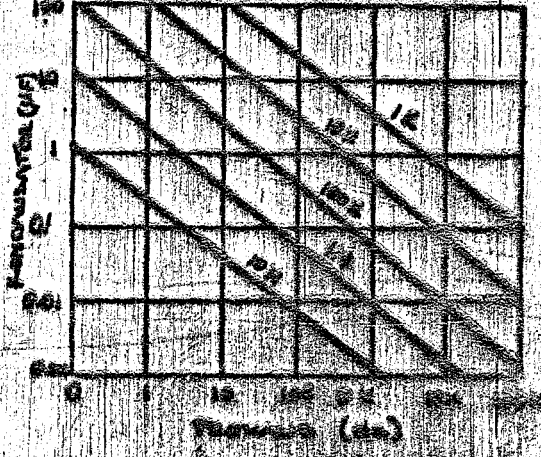
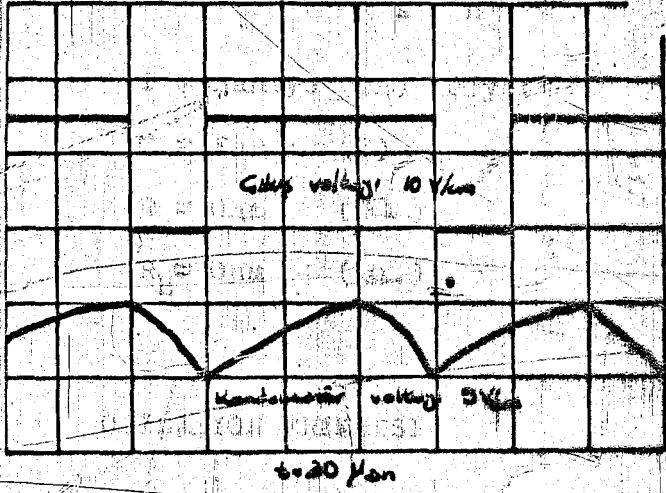
ASTABLE DALGA FORMU

Devrenin salınım frekansı R_1 , R_2 ve C değerlerine bağlıdır.



Bu dolma anı $\frac{2}{3} V_{cc}$ nin üzerine çıkaracak şekildedir. C üzerindeki gerilim $\frac{2}{3} V_{cc}$ nin üzerine çıkınca A'in çıkışı 1 olur. R=1 olunca Q=1 olur. Böylece 7 nolu pin şaseye kısa devre olur. 3 nolu pin ise 0 olur. C kondansatörü bu sefer ap üzerinden deşarj olmaya başlar. Bu boşalma azalıp triger geriliminin max seviyesine ulaşınca entegre tekrar tetiklenir. Dolayısıyla bir önceki olay devam eder durur.

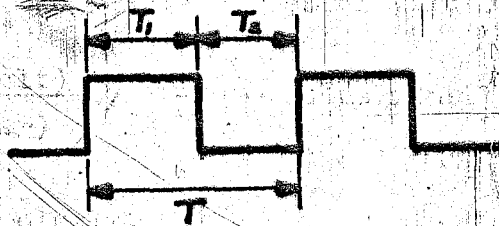
DEVRENİN DALGA ŞEKİLLERİ



SEBİT GELİME FREKANSI

ASTABLE DALGA FORMU

Devrenin salınım frekansı R_A , R_B ve C değerlerine bağlıdır.



$$T_1 = 0,695 \cdot (R_A + R_B) \cdot C$$

$$T_2 = 0,695 \cdot R_B \cdot C$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,695 \cdot (R_A + R_B) \cdot C + 0,695 \cdot R_B \cdot C$$

$$T = 0,695 \cdot C (R_A + R_B + R_B)$$

$$T = 0,695 \cdot C \cdot (R_A + 2R_B)$$

$$T = \text{Saniye (sn) Periyot}$$

$$C = \text{Farad (F)}$$

$$R_A = \text{Ohm } (\Omega)$$

$$R_B = \text{Ohm } (\Omega)$$

OSILASYON FREKANSI

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,695 \cdot C \cdot (R_A + 2R_B)} = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B) \cdot C}$$

$$f = \text{Frekans (Hz)}$$

Burada T_1 ve T_2 nin oranları bize DUTY CYCLE olarak bilinir.

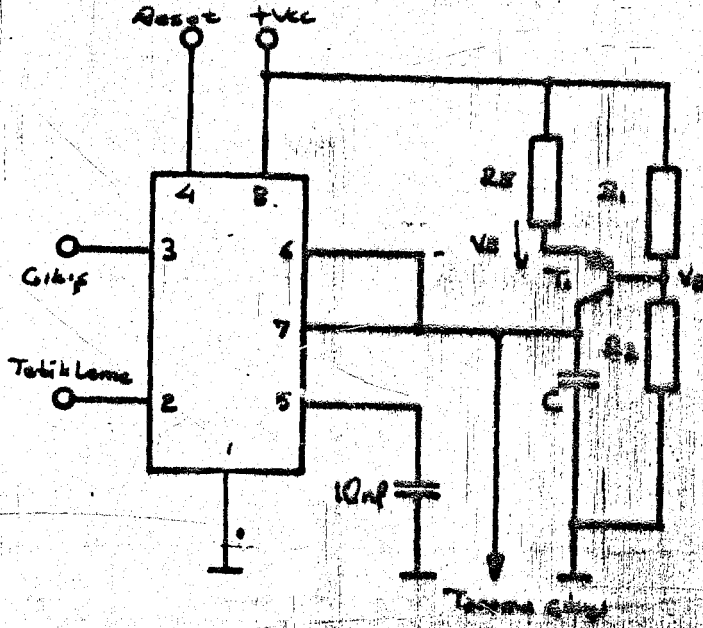
Bu da; $DC = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$ olarak hesaplanır.

Bu formüllerde R_A değerinin bir şartı vardır. O da:

$$R_A \gg \frac{V_{cc}(\text{Volt})}{I_7(\text{Amper})} \gg \frac{V_{cc}}{0,2} \text{ olmalıdır.}$$

$$R_A \gg \frac{V_{cc}}{0,2} \text{ olmalı.}$$

C - LINEAR VOLTAJ RAMP JENERATÖRLÜ TEK KARARLI İKİLİ



Devrenin çalışmasını anlamak için transistörün çalışma prensibini tam olarak daha evvelki bilgilerden öğrenmek gerekir. Devreye tetik verildiği anda C boştur. Burada R_2 ve R_1 T_1 için baz bölücü dirençlerdir. Dolayısıyla T_1 üzerinden akan I_B akımı sabittir. Bunu şu şekilde izah etmek mümkündür. V_B gerilimi sabittir. Dolayısıyla R_B akımı sabit ve Dc dir. $I_C = I_B \times \beta$ olduğundan I_C de sabittir. V_E tetik verildikten sonra T_1 üzerinden akan I akımı ile C yavaş yavaş dolar Akım sabit olduğundan dolma eğrisi de lineer olarak artar. Yani zaman voltaj denklem eğrisinin eğimi sabittir. Oysa daha evvelki devrede \exp ansiyel eğri idi. Bu devrede kondansatör gerilimi 0 dan $\frac{2}{3} V_{cc}$ ye kadar dolar ve boşalır. Buradan;

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{V_{cc}}{I} \text{ ile rampin zamanı bulunur. Burada}$$

$$I = \frac{V_{cc} - V_B - V_{BE}}{R_E} \text{ dir.}$$

$T =$ Ramp Zamanı (Çıkış Zamanı)

$V_{cc} =$ Besleme Gerilimi

$V_B =$ Baz Gerilimi

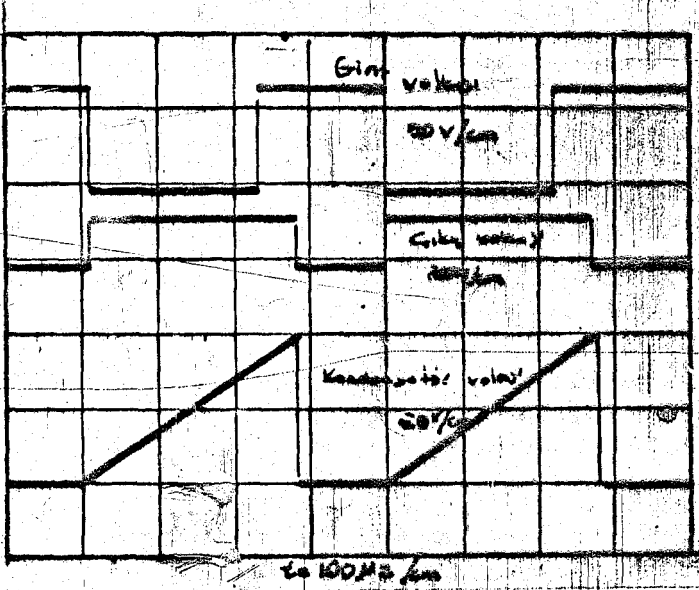
$V_{BE} =$ Baz-Emetör jonksiyon gerilimi

$R_E =$ Emetör Direnci

$I = I_C =$ Kollektörden akan şarj akımı

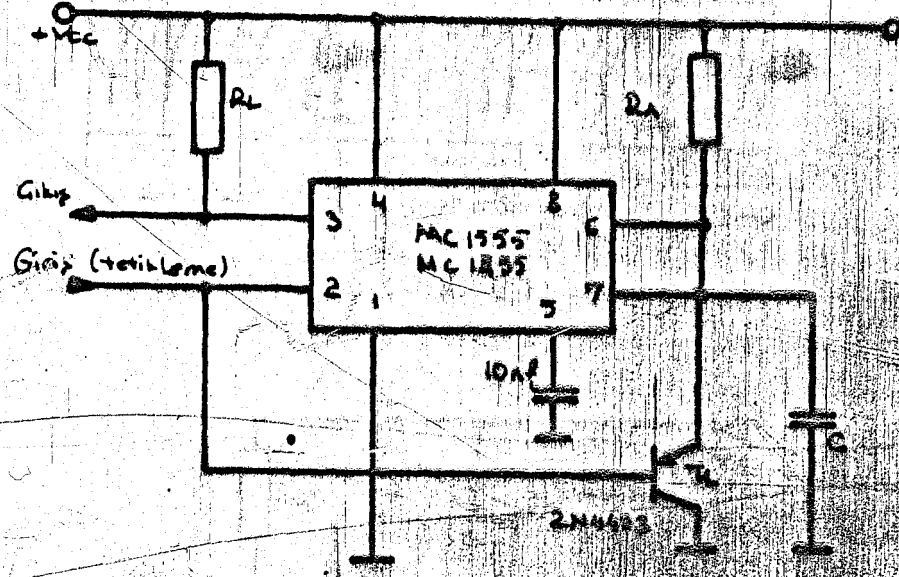
V_B gerilimi R_1 ve R_2 ile hesap edilir.

Devrenin karakteristik eğrileri şekilde görülmektedir.

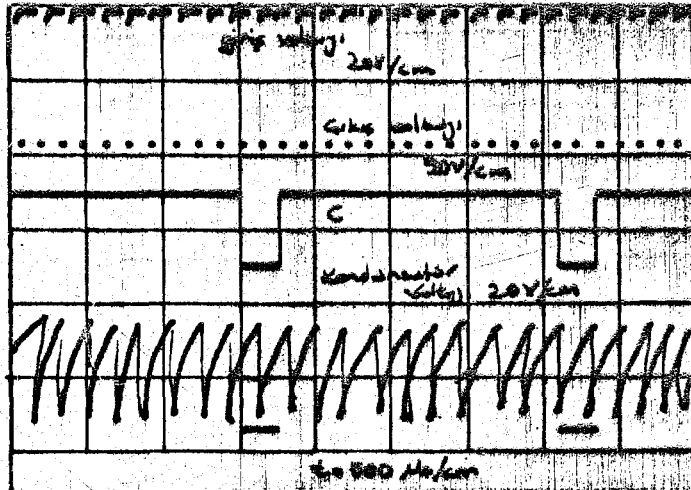


LINEAR VOLTAJ RAMP DALGA FORMU

KAÇIRMALI PULS DEDEKTÖR (Missing Pulse Detector)

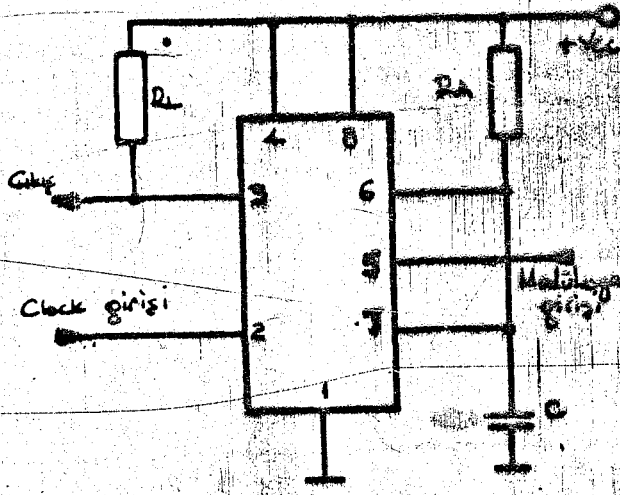


Bevreye verilen trigger gerilimi aynı anda T₁ in bazına uygulanmaktadır. Dolayısıyla devre tetiğiyle beraber C Kondansatörü kesin olarak boşaltılmaktadır. Bu durumu şöyle değerlendirebiliriz. 2 noya tetik verilince devre tetik olur. C dolmaya başlar. Bu arada bir tetik daha verince T₁ olmasın zaman ilavesi olmaz. Fakat T₁ ile C yi bu (-) pulsla. istenilen zaman C yi boşaltıp zamanı uzatırız. Çıkış konumuna hiç etki etmeden bu durum olur. Devrenin dalga şekli şekilde görülmektedir.

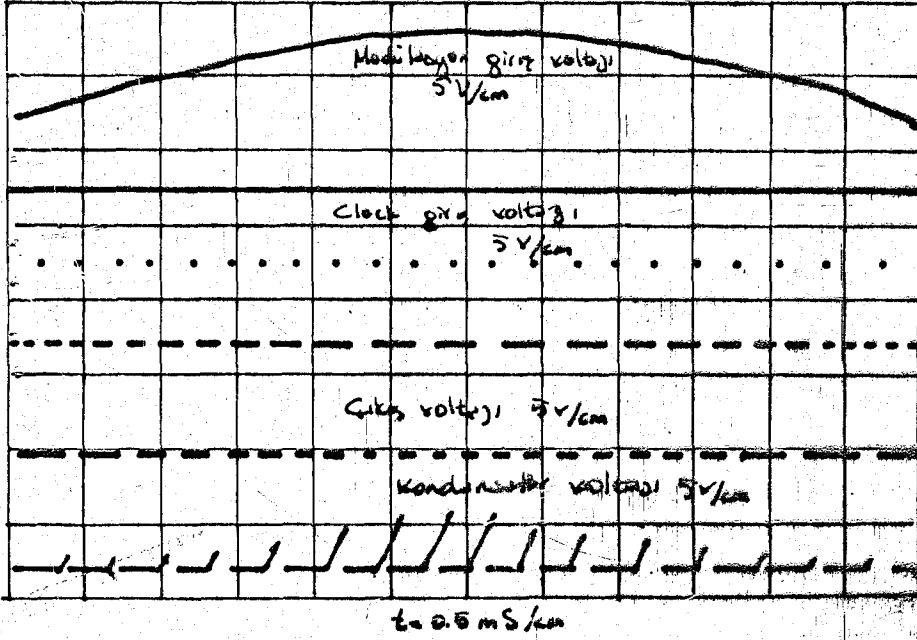


KACIRMALI PALS DÜBLETÖRÜ DALGA FORMLARI

E - PULS GENİŞLİĞİ MODULASYONU (Pulse Width Modulation)



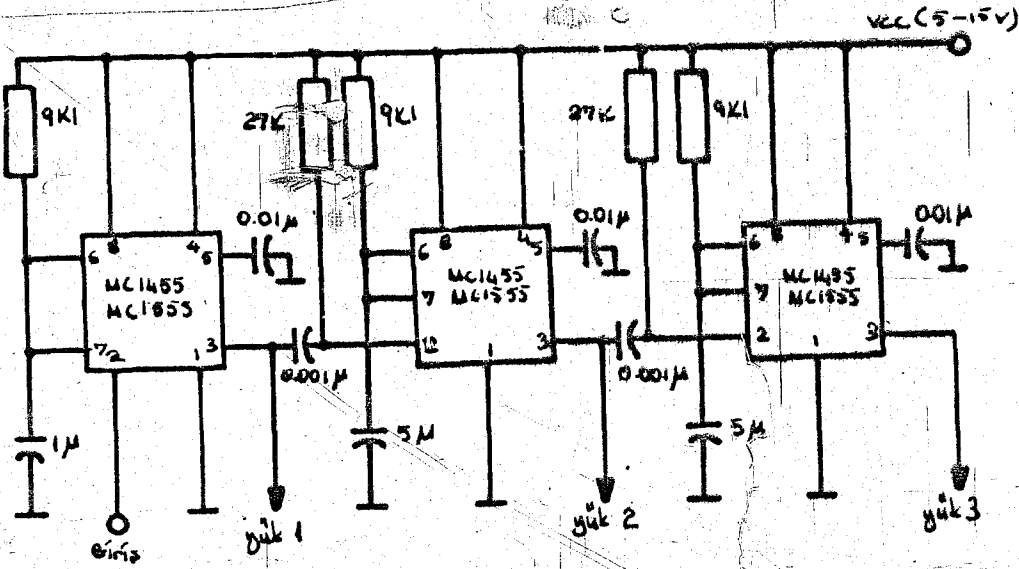
Bu devrenin çalışmasını anlayabilmek için 5 nolu pinin bağlı olduğu kontrol voltajının $\frac{2}{3} V_{cc}$ olduğunu görüp aynı anda şekildaki grafiğini inceleriz.



PULS GENİŞLİĞİ MODÜLASYONU DALGA FORMU

Görüldüğü üzere clock girişi sabit frekanslı olup alımlardan seçilmiştir. Modülasyon girişine periyodu uzun olan AC gerilim (sinüs) uygulanmaktadır. Bu gerilimin 5 nolu pin- bağı olduğu $\frac{2}{3}$ Vcc yi değiştirmesi kondansatör üzerindeki bulunan enerjiye göre opampları kontrol eder. Dolayısıyla çıkış periyodu bu uzunca periyodun anı değerine bağlı olarak artar. Bu da bize puls modülasyonu genişliği yaptığını gösterir. devreyi PCM kodlamada, haberleşmede kullanabiliriz.

F - ARDIŞIK ZAMANLAMA (SEQUENCER TIMING)



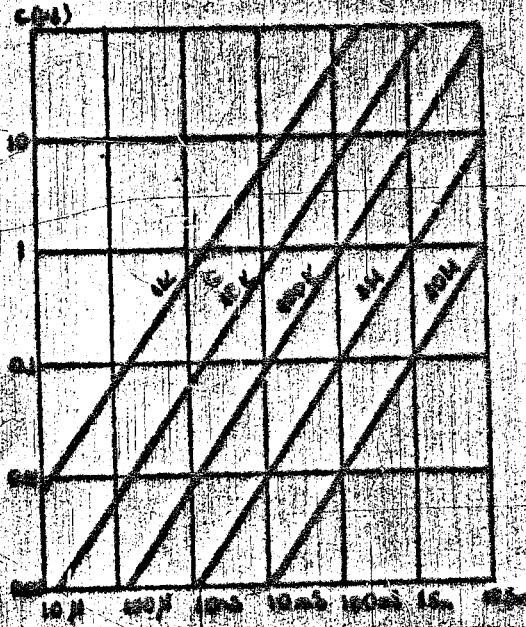
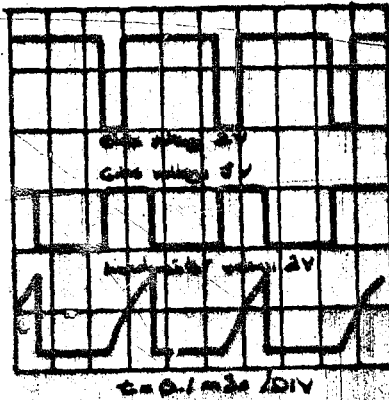
IC₁ in tetik girişine verilen (-) darbe ile IC nin 1 e fırlar. Bu 1 de kalma süresi bu entegrenin R-C si i-
ayin edilir. Aynı anda IC₂ ve IC₃ ün tetik girişleri 1 de
bundan bunların çıkışı 0 dir. IC₁ in çıkışı 0 a düşünce kon-
türe bu puls IC₂ nin girişine verilir. Dolayısıyla IC₂ nin
1 e fırlar. Buradaki zamanda IC₂ nin R ve C si ile tayin
r. IC₂ nin çıkışı 0 a düşünce IC₃ ün girişi (-) alır, IC₃
kışı 1 e fırlar. Bu entegrenin çalışma süresi de yine ken-
C si ile tayin edilir. IC₃ ün çıkışı 0 a düşünce artık ar-
zamanlama bitmiş devreler tamamıyla sükut etmiştir. Tekrar
arbe IC₁ e verilinceye kadar bu durum devam eder.

Şimdi SGS-Ates'in vermiş olduğu dataları inceleyelim.

a aynı olan özellikler incelenmeyip sadece farklılıklar be-
lecektir. Dolayısıyla hepsi için özellikler öz olarak veril-
lacaktır. Devre NE555 ile kodlanmış olup elektrik karakteris-
i aynıdır. Grafikleri de aynı olup direkt birbirlerine karşı-
rlar.

- TEK KARARLI İKİ İ DEVRE

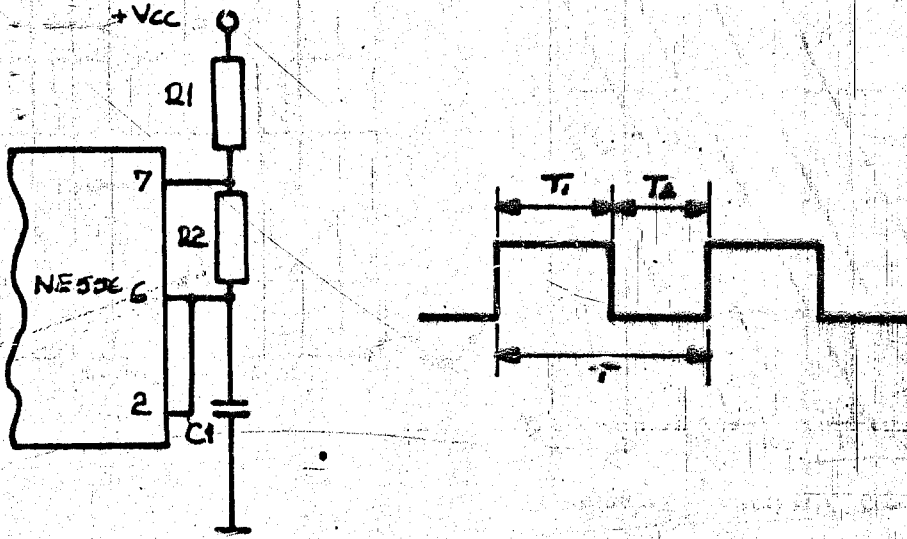
Bu devre aynı yukarıda izah edilen devre gibidir. Aynı
ller kullanılmaktadır. Devre şekilleri ise şöyledir.



21 ve C1'e bağlı olarak zaman geçmesi

B - KARARSIZ İKİLİ DEVRE

Devrenin çalışması aynı yukarıdaki gibi olup sadece SGS-Ates'in zamanları hesaplamalar değişiktir.



$$T_1 = 0,693 (R_1 + R_2) C_1 \quad (\text{Şarj Zamanı})$$

$$T_2 = 0,693 (R_2) C_1 \quad (\text{Deşarj Zamanı})$$

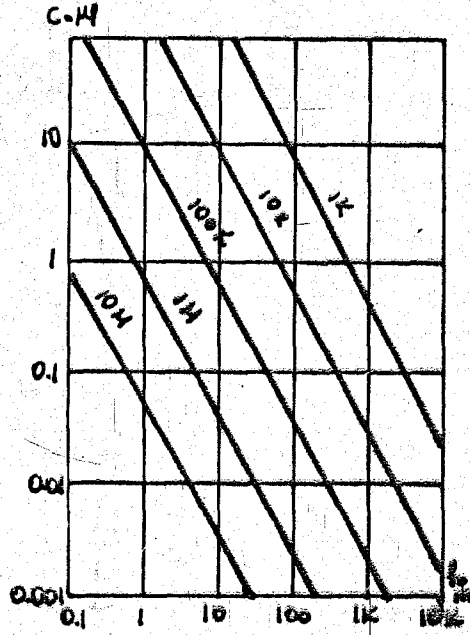
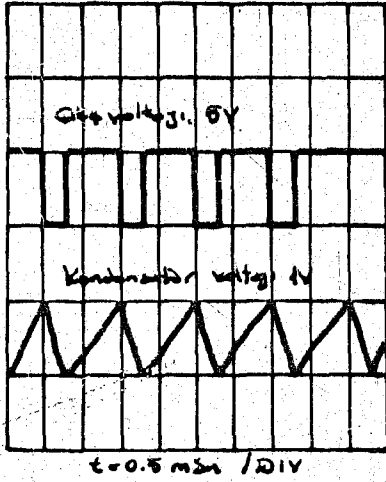
$$T = T_1 + T_2 = 0,693 (R_1 + 2R_2) C_1 \quad (\text{Toplam Periyot})$$

Oscilasyon Frekansı;

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) C_1} \quad \text{bu motorla ile aynıdır.}$$

$$DC = \frac{R_2}{R_1 + 2R_2} \quad \text{Duty Cycle de aynıdır.}$$

Bu devrenin dalga şekilleri de şöyledir.



SERBEST ÇALIŞMA PREKASISI

C - PULS MODÜLATÖRÜ

Devre Ates'te de pulse genişliği modülatörü olarak kullanılmaktadır. Farklı herhangi bir şey yok.

D - LINEAR RAMP'Lİ TIMER

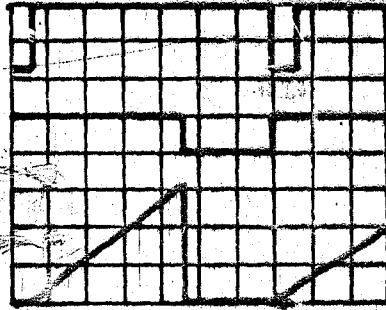
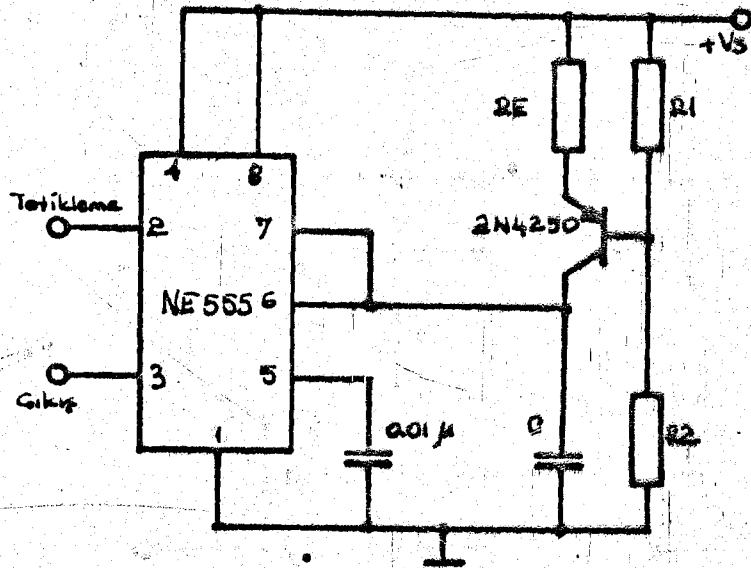
SG5-Ates linear amplifikatör olarak aynı devreyi verip buna garanti vermektedir. Verdiği formüllerde şöyledir.

$$T = \frac{2/3 \cdot V_S \cdot R_E \cdot (R_1 + R_2) \cdot C}{R_1 \cdot V_S - V_{BE} (R_1 + R_2)}$$

Burala;

$V_{BE} \approx 0,6V$ dir.

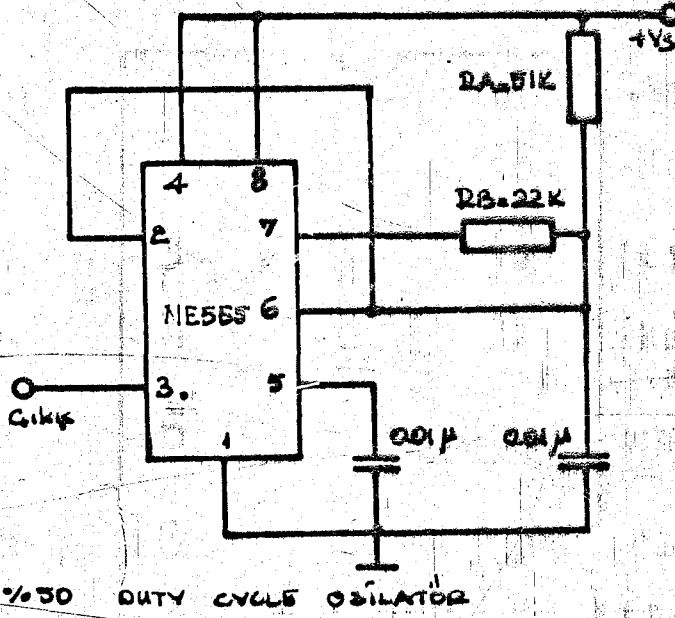
Devre şekilleri şöyledir.



LINEAR RAMP

E - % 50 DUTY CYCLE OSİLATÖR

Devrede $T_1=T_2$ olunca % 50 Duty Cycle elde edilir. Bu devre şu şekildedir. Devrede R_A ve R_B dirençlerinin seçimi bütün rolü oynamaktadır.



Formüller ise şöyledir.

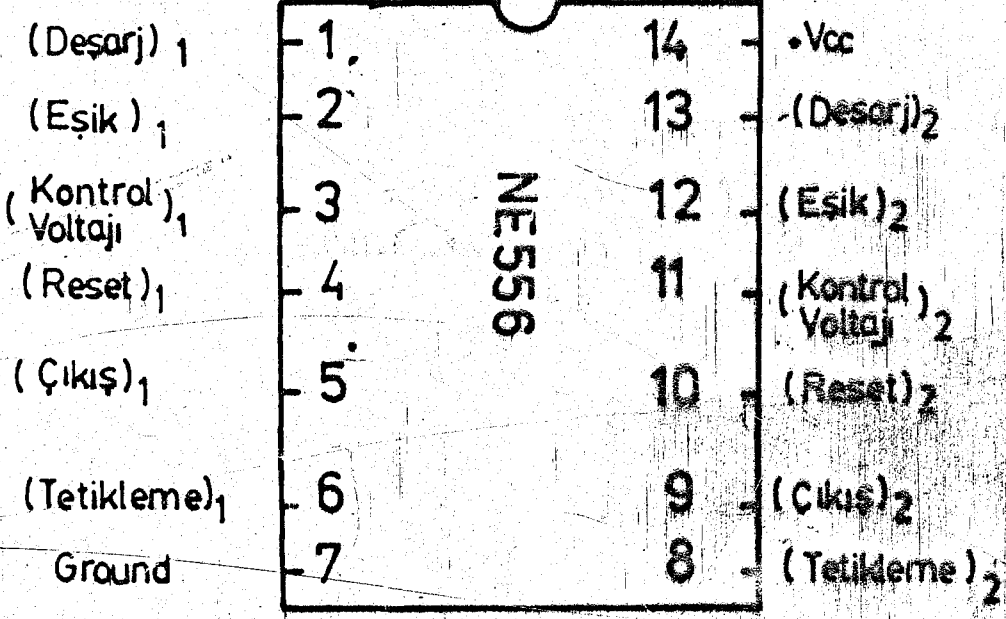
$$T_1 = 0,693 R_A \cdot C \quad (\text{Çıkışın 1 zamanı})$$

$$T_2 = (R_A \cdot R_B) / (R_A + R_B) \cdot C \cdot \ln \frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A}$$

ve osilasyon frekansı $f = \frac{1}{T_1 - T_2}$ dir.

Formüllerdeki birimler hep temel değerler olup OHM, KILAD, SANIYE, VOLT' tur.

Burada NE556 ya biraz değinelim. Bu entegre iki adet 55 entegresini kapsar. İki ayrı 555 den farkı sadece aynı pinin toprak ve + beslemeyi almalarıdır. Diğer tüm özellikleri aynıdır. Bacak bağlantıları şöyledir.



55 ile olan aynı uygulamalar 556 için de geçerlidir.

BÖLÜM 8

MODERN TİMER DEVRELERİNE GİRİŞ

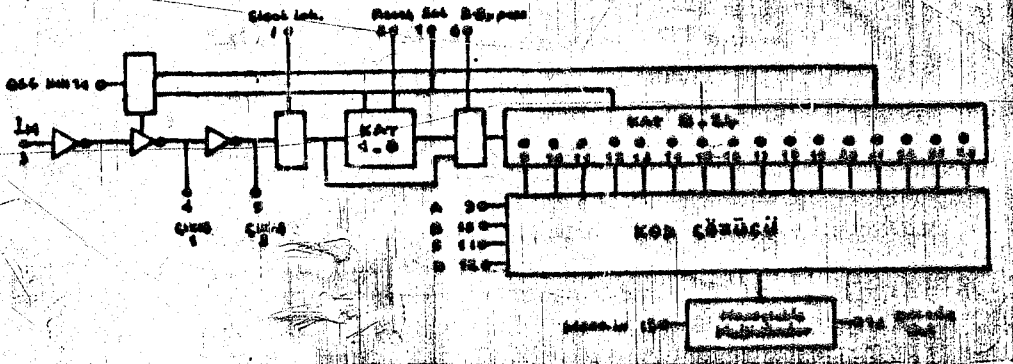
MODERN TİMER (ZAMANLAYICI) DEVRELERİNE GİRİŞ

Bundan sonra anlatılacak timer devreleri ve modern timer dizaynına giriş için digitalin temeli çok iyi anlaşılmalıdır. Ayrıca şunu da ilave edelim ki bu konuya giren kişi iyi bir muhakeme yeteneğine sahip olmalıdır. Ayrıca iyi bir CMOS katoloğuna sahip olup İngilizce terimlere aşina olmalıdır. Çünkü bu terimlerin Türkçe karşılıkları yok gibidir. Bu konuda digitalin temelini bildiği kabul edilip CMOS, TTL ve diğer logic uniteleri biliniyor kabul edilecektir. Zaten dizayncı için bunları anlatmaya gerek yoktur. Biz dizayn ve araştırmalarımız için Motorola CMOS katoloğu ana kaynak kabul edip Philips katalogdan da yararlandık. CMOS entegrelerde firma değişimleri, temeli katıyetle değiştirmez. Ancak bazı değişikliklerle bazı entegre üretiminde olmayan ortaklık söz konusudur.

Bu konuya Motorola firmasının ürettiği CMOS timer entegreleri ile giriş yapacağız. Ayrıca bu entegreler çokça piyasamızda vardır. (Bakınız- ERA Elec. A.Ş.)

8.1 MC 14536 PROGRAMLANABİLİR TİMER

Devrenin iç yapısı aşağıda görüldüğü gibi bloklandırılmıştır.



BLOK DİYAGRAM

Devrede analog olarak hemen hemen hiç bir blok yoktur. Tümü digitaldir.

ÖN PRENSİP BİLGİLERİ:

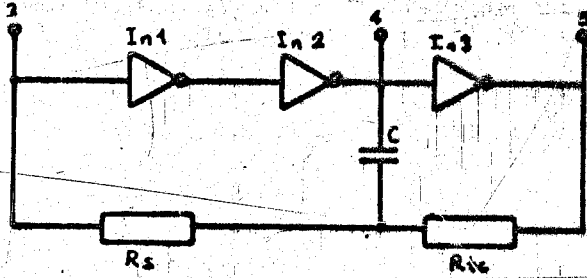
Bu timer 24 etaj ripple-binary counter ile istenildiği gibi programlamaya elverişlidir. Bunların 16'sı BCD ile programlanırken 8'i salt programsız counter'dir. Devrede RC osilatör ile çalışma frekansı tayin edilir. Bunun yanında harici clock ile de çalışma imkanı vardır. Yukarıda 8'li salt programsız counterin program dışı olduğunu söylemiştik. Fakat bu 8'li salt counter 8-Bypass denen uç ile istenirse devre dışı edilebilir.

Devre tüm CMOS özelliklerine sahiptir. Dolayısıyla max çalışma frekansı 3 MHz'dir. Devre beslemesi 3...18V dc aralığındadır. Fan-out ve fan-input yine diğer CMOS'lar gibidir.

BLOK DİYAGRAMIN ÇALIŞMA İLKESİ

Devreyi şu parçalara ayırmak mümkündür.

- a) Üç adet inverter'den oluşan OSC ünitesi: Bu üniteye 1 inverter harici clock girişi için kullanılır. 3 nolu pinden giriş yapılır. Eğer 8'li clock kullanılacaksa üç inverterden oluşan OSC kurulur. Bunun yapımı şöyle olur.



Burada $R_s - R_{tc} - C$ elemanları ile RC OSC kurulur. Devrede pin 5'in önce 1 olduğunu kabul edersek pin 4 0 ve pin 3 de 1 dir. Bu halde C R_{tc} üzerinden dolmaya başlar. Dolunca R_s ile R_{tc} ve R_{tc} nin konumunu değiştirir. Bu halde pin 4 1'e fırlar. Dolayısıyla pin 5 0 olur. Bu sefer C R_{tc} üzerinden boşalmaya başlar. Boşalınca konum değişir. Görülüyor ki bir astabl olarak çalışan bu devre titreşimleri $R_{tc} - C$ ye bağlıdır.

Osilatörün frekansı ise $f \approx \frac{1}{2,3 R_{TC} \cdot C}$ ile bulunur.

Burada $R_s = 2R_{tc}$ olmalıdır. Birimler temel birimlerdir. İşte OSC den üretilen titreşimler pin 5'te gözüktüğü gibi countere de gider.

OSC Inhibit Devresi: Bu devre OSC'nin gelişmesini durdurur. Bunun için dışarıya pin 14 verilmiştir. Bu pin'e 1 verildiği anda OSC susar.

Clock Inhibit Devresi: Bu devre OSC çıkışını countere aktaran bir devre olup istenildiği anda bunu engellemek için pin 7 olarak dışarıya bir uç verilmiştir. Buna 1 verildiği anda clock ile counter arası geçiş kaldırılır.

3 Etajlık Binary Counter: Bu devre gelen clock sinyalini sayar. Dolayısıyla çıkışında bu sinyal 2^8 kadar bölünmüş olarak alınır. $2^8 - 256$ olduğuna göre bu devre 255 ya bölücü olarak çalışır. Çünkü geri bir ötelemeli counter'dir.

3-Bypass Devresi: Bu devre ile 8 etaj counter devresi istenirse devre dışı bırakılıp clock çıkışı direkt olarak 16 etaj counter'e aktarılır. Bu pin'e 1 verilirse 8 etaj counter devreden çıkar ve clock direkt olarak 16 etaj countere verilir.

Set-Reset Girişleri: Bu girişler devreyi set ve reset etmeye yararlar. Görüldüğü gibi her ikisi de OSC inhibit, 8 etaj sayıcı ve 16 etaj sayıcıya direkt bağlıdır. Yani her üçünde ayna anda set ve reset edilirler. Her iki pin'de harekete geçirmek için 1 verilmesi gerekir. Yani set için 1 nolu pin, reset için 2 nolu pin'e 1 vermek gerekir.

16-Etaj Sayıcı Devresi: Bu devre ya clock'tan veya 8 etaj sayıcıdan gelen darbeleri seri olarak sayan bir devreden oluşur. Bu şu demektir. Buraya gelen darbeler ya 2^{24} e veya 2^{16} ya kadar bölünür. Bu bölünmüş darbeler paralel olarak decoder'e aktarılır.

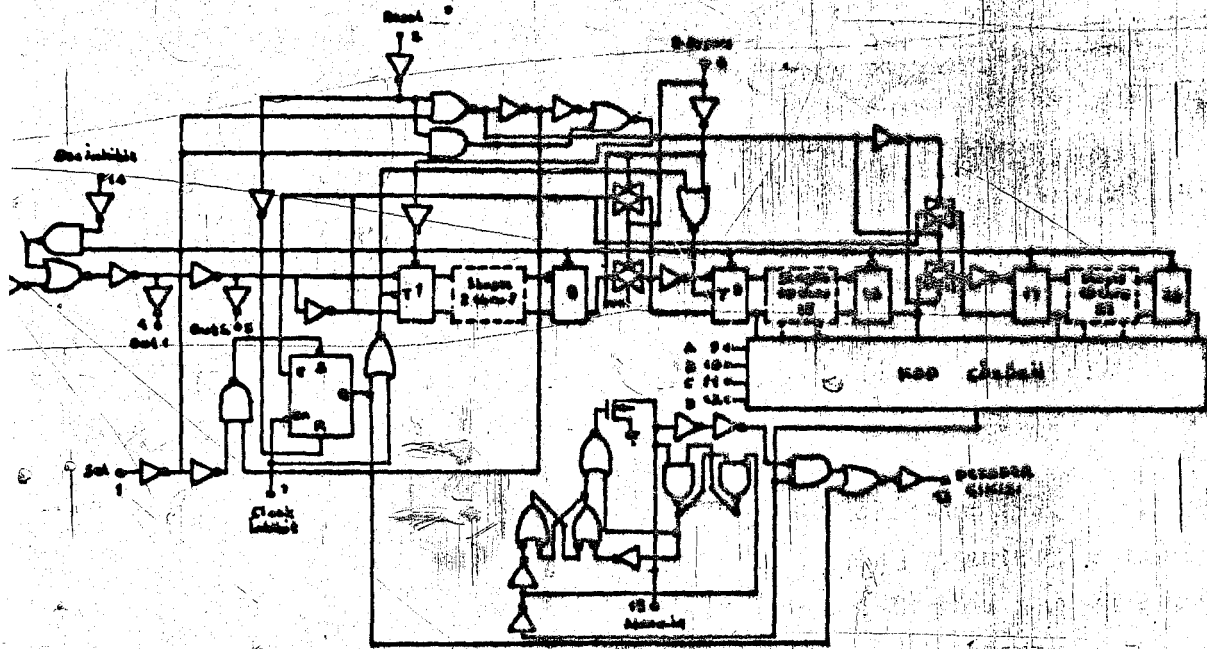
Decoder Devresi: Bu devre ile BCD kod yardımıyla programlama yaparız. Bunun gerçeklik tablosu şu şekildedir.

Decimal	D	C	B	A	Çıkış	8-Bypass
0	0	0	0	0	9	1
1	0	0	0	1	10	2
2	0	0	1	0	11	3
3	0	0	1	1	12	4
4	0	1	0	0	13	5
5	0	1	0	1	14	6
6	0	1	1	0	15	7
7	0	1	1	1	16	8
8	1	0	0	0	17	9
9	1	0	0	1	18	10
10	1	0	1	0	19	11
11	1	0	1	1	20	12
12	1	1	0	0	21	13
13	1	1	0	1	22	14
14	1	1	1	0	23	15
15	1	1	1	1	24	16

Görüldüğü gibi BCD kod ile çıkışın konumunu seçeriz. Eğer 8-Bypassı devrede ise 1 den 16 ya kadar. Devrede değilse 9 den 24 e kadar binary bölme alırız. Yani, ya 2^1 den 2^{16} ye veya 2^9 den 2^{24} e kadar çıkış alırız. Burada BCD kodunu istediğimiz gibi seçerek çıkış programını yaparız.

- 1) Monostable Multivibrator Devresi: Bu devre ile çıkışın belli bir miktar geciktirilmesi sağlanır. İlk devreye girme anında çıkışın belli bir müddet sonra kontrolünü bu devre ile sağlarız. Bu devrenin girişine ya R-C bağlarız veya yalnız R ile clock'a bağlarız. Böylece belli bir gecikme ile çıkış elde edilir.

İç blok yapılarını inceledikten sonra logic devresini burada merak edenler için vermekte yetinelim.



LOGİK DEVRESİ

Devrenin gerekli olan logic darbe durumları şöyledir.

Input 1	Set	Reset	Clock Inhibit	OSC Inhibit	Out 1	Out 2	Decade çıkış
	0	0	0	0			Değişme yok
x	1	0	0	0	0	1	Bir sonraki konum
x	0	1	0	0	0	1	0
x	0	0	1	0			Değişme yok
0	0	0	0	x	0	1	Değişme yok
1	0	0	0				Bir sonraki konum.

GİRİŞLER				ÇIKIŞLAR	YORUMLAR
In 1	Set	Reset	8-Bypass	Çıkış Q1-Q24	
1	0	1	1	0	24 etajda Reset durumunda
1	1	1	1	0	
0	1	1	1	0	İlk clockun 1'den 0'a geçiş
1					
0					Counterde 255 tane
-	1	1	1		1'den 0'a geçişler kilitlenmiştir.
1					
0	1	1	1	1	255 clockun 1'den 0'a geçişi
0	0	0	0	1	24 etaj counterinseriyeçev- rimi. Burada set ve reset 1'den 0'a gitmiştir.
1	0	0	0	1	İn1 anahtarları 1'e gider.
0	0	0	0	0	Tüm 1'ler 0 konumuna geçer.

8.2 MC 14536 İLE YAPILAN TIMER DİZAYNLARI

Bu entegre ile dizayn yapabilmek için max kapasiteyi tayin etmemiz gerekir. Bu şu demektir. Max ne kadarlık bir periyodu çıkıştan alırız.

A) Entegrenin Dahili Osilatörünü kurup öyle yapmak devrede $C_1 R_{TC}$ nin max değeri ile min değerleri şunlar olmalıdır.

$$C_{\max} = 0,1 \mu F \quad R_{TC\max} = 1 M\Omega \quad R_s = 2R_{TC} = 2M\Omega$$

$$C_{\min} = 100 \text{ pf} \quad R_{TC\min} = 1 K\Omega \quad R_s = 2R_{TC} = 2K$$

Bu değerler krt. eğerden çıkarılmıştır.

Bu değerler ile elde edilen clock frekans sınırları

$$f_{\max} = \frac{1}{2,3 \cdot R_{TC} \cdot C} = \frac{1}{2,3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^8}{23}$$

$f_{\max} = 4,3 \text{ MHz}$ Bu değer clock frekansının 15 V beslemesindeki typ değeri olan 5.0 MHz'in altındadır.

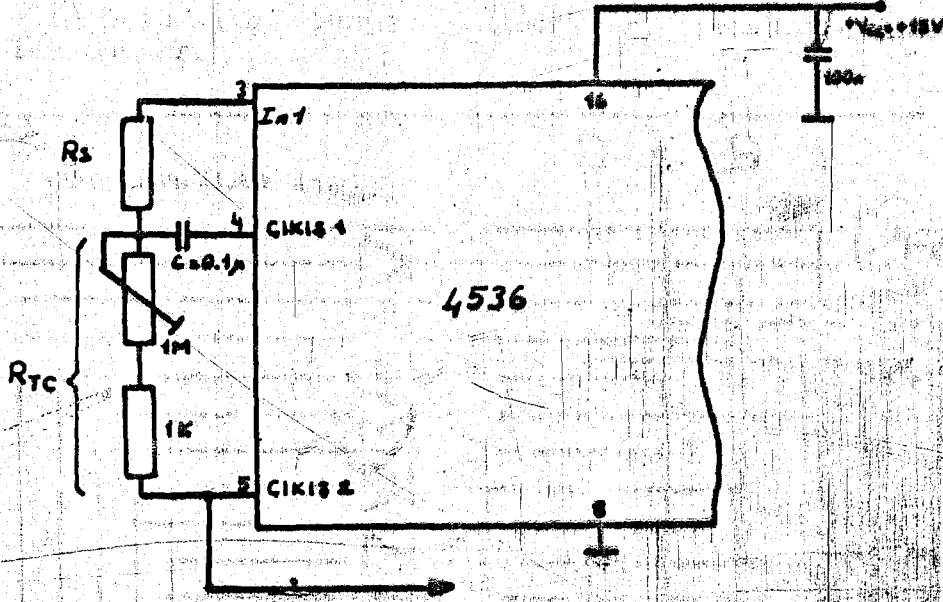
$$f_{\min} = \frac{1}{2,3 R_{TC} \cdot C} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 10^{-7}} = \frac{1}{0,23} = 4,34 \text{ Hz}$$

$$f_{\min} \approx 4,34 \text{ Hz}$$

Fakat bu min değerini daha altına da C yr, daha büyütmek suretiyle inilebilir. Çünkü clock frekansının min değeri için sınır konmamıştır.

Bu devrenin iç OSC'si % 50 Duty Cycle'ye sahiptir.

A - 1) OSC KISMI DIZAYNI



$$\text{Buna göre; } f_{\max} = \frac{1}{2,3 \cdot R_{TC \min} \cdot C} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$f_{\max} = 4,3 \text{ KHz}$$

$$f_{\min} = 4,34 \text{ Hz bulunmuştur.}$$

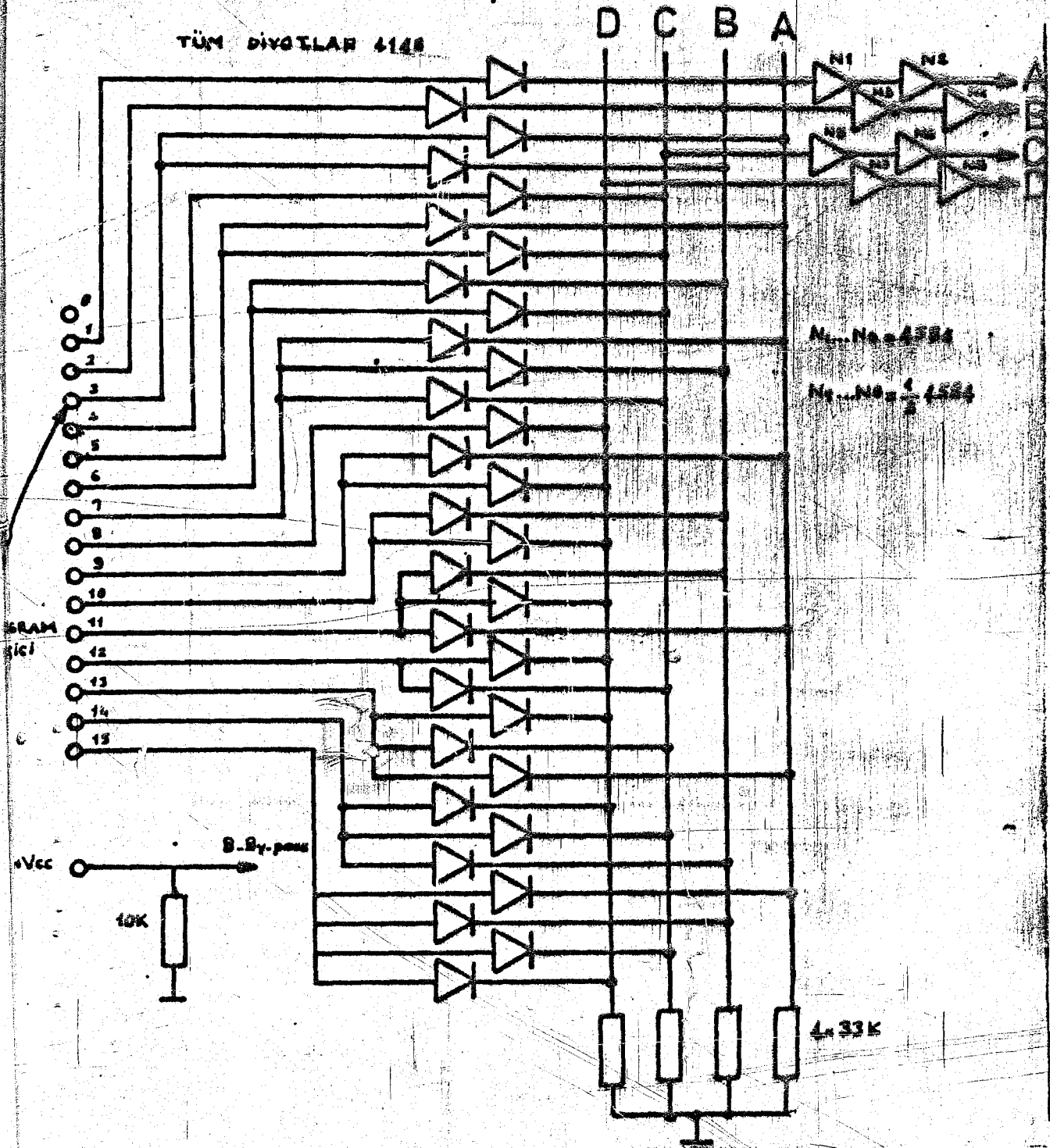
Devre frekansını düz hesap olması için 2'nin katlarına ayarlamamız gerekir. Bu da $2^0, 2^1, \dots, 2^{24}$ e kadar olmalıdır. Fakat biz frekansı zamana çevirip öyle kullanalım. Buna göre

$$T_{\min} = 0,23 \text{ m Sn}$$

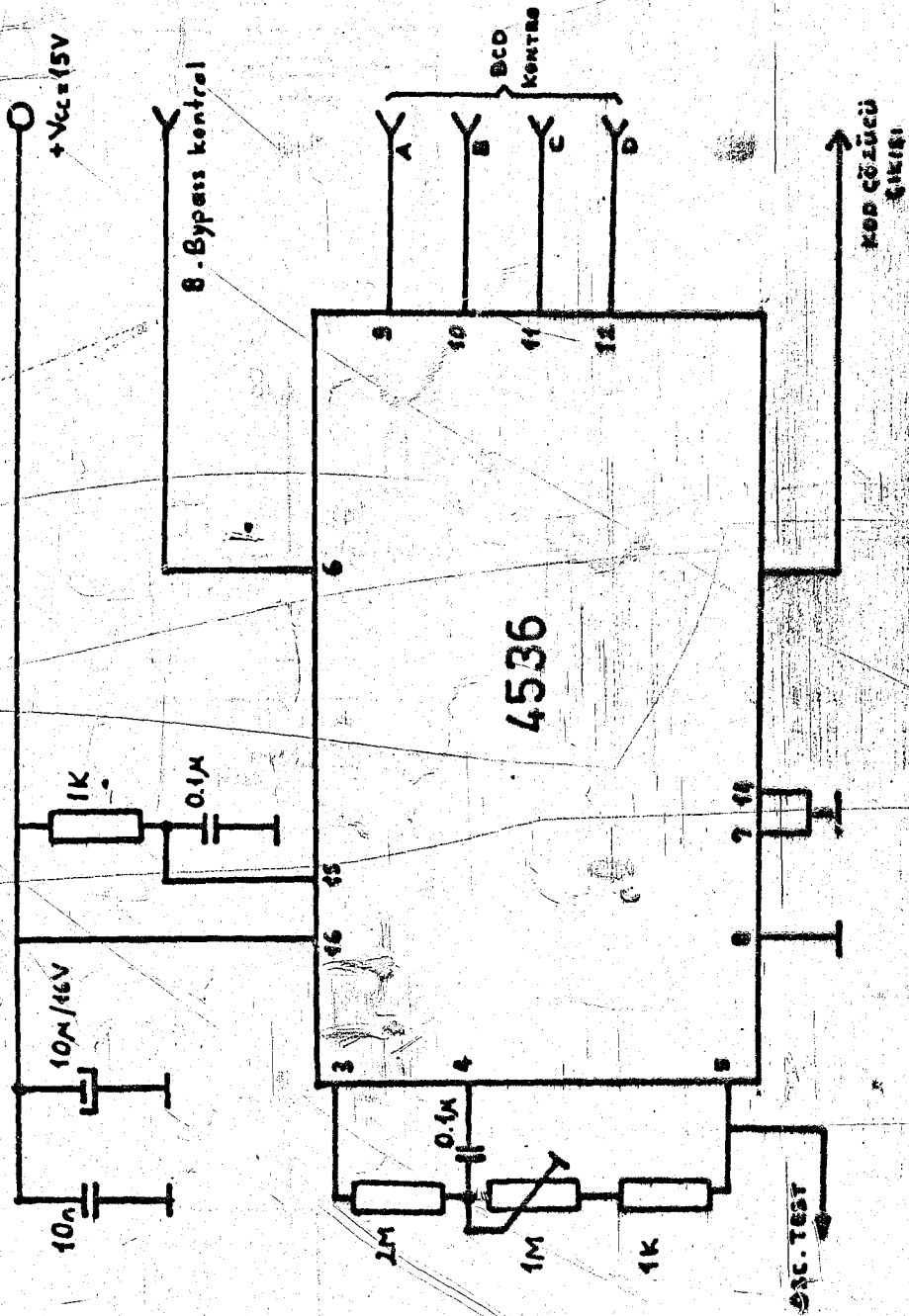
$$T_{\max} = 0,23 \text{ sn olur.}$$

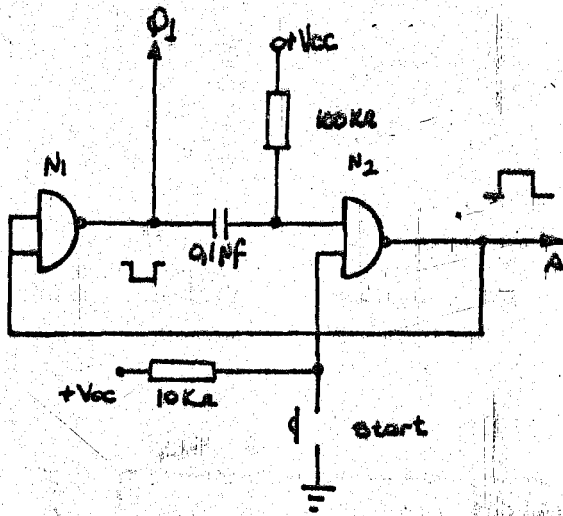
B - 1) DECODER KONTROL DİZAYNI

Bu devre için diyot matrix kurulacaktır. Ayrıca çıkışlara schmitt atılacaktır.

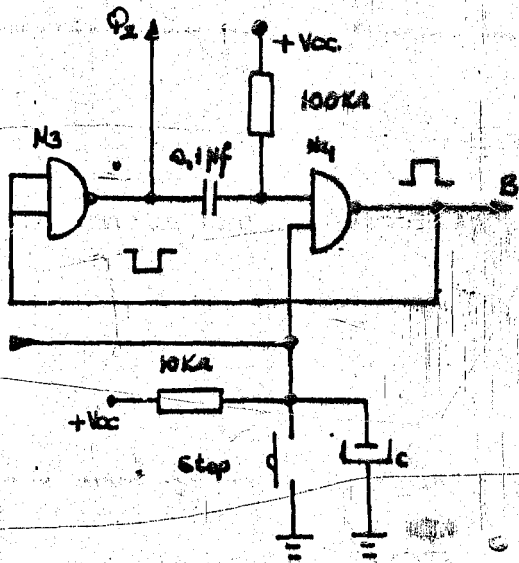


bu devre ile istediğimiz zamanı tayin etme imkanımız vardır. Tüm devreyi teşkil edecek olursak;

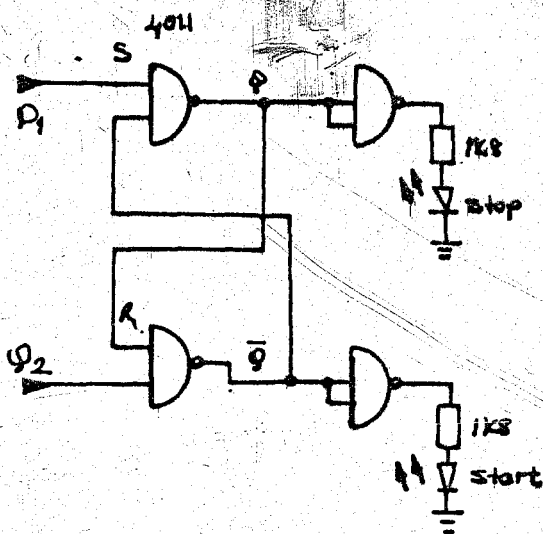




$N_1 \dots N_4 = 401$



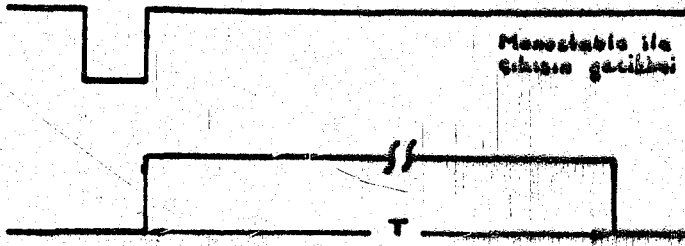
C: Şebeke verildiği anda otomatik reset için.



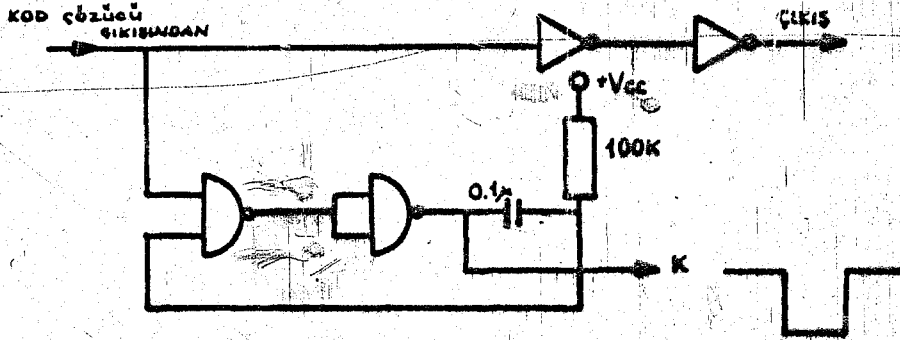
S	R	AKSIYON
0	0	-
1	1	Değişiklik yok
0	1	SET ($Q=1$)
1	0	RESET ($\bar{Q}=1$)

Şimdi kalan decade out için kullanım ve otomatik reset devresini teşkil edelim.

Decade out normalde 0 olup devre set edildiği anda 1 olmakta ve clock frekansının periyodu çikişta erişinceye kadar değişmemektedir. 0 halde darbe diyagramı;



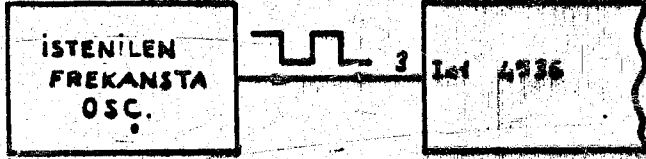
olduğundan decade out'un bir monostablden geçirilerek otomatik stopa verilmesi gerekir.



K çıkışını biz stop monostabline vererek otomatik set'i gerçekleştiririz. Eger devreyi bir aştahl olarak kullanırsak bu devre kullanılmaz. Bu devrede 2 M luk trimpot ile istediğimiz darbe genişliğini elde etmek için ayarlar ve çıkış programını 8-Bypass ile BCD kodundan tayin ederiz.

- EMTEGREYE HARİCİ CLOCK İLE BESLEMİK

Bunun için sadece dahili R.C osilatörü kaldırırız. In 1 ucuna bağlı olduğu 3 nolu pin'a istediğimiz frekansı veririz. Geri kalan tüm devre de aynıdır.



BÖLÜM 9

PROGRAMLANABİLİR DİJİTAL GÖSTERGELİ TİMER DİZAYNI

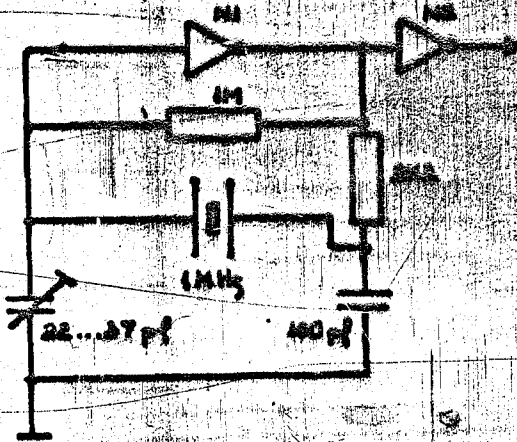
PROGRAMLANABİLİR DIGİTAL GÖSTERGELİ TİMER DİZAYNI

- A - 99999 sn lık down counter tipi sn timeri
- B - 99999 dk lık down counter tipi dakika timeri

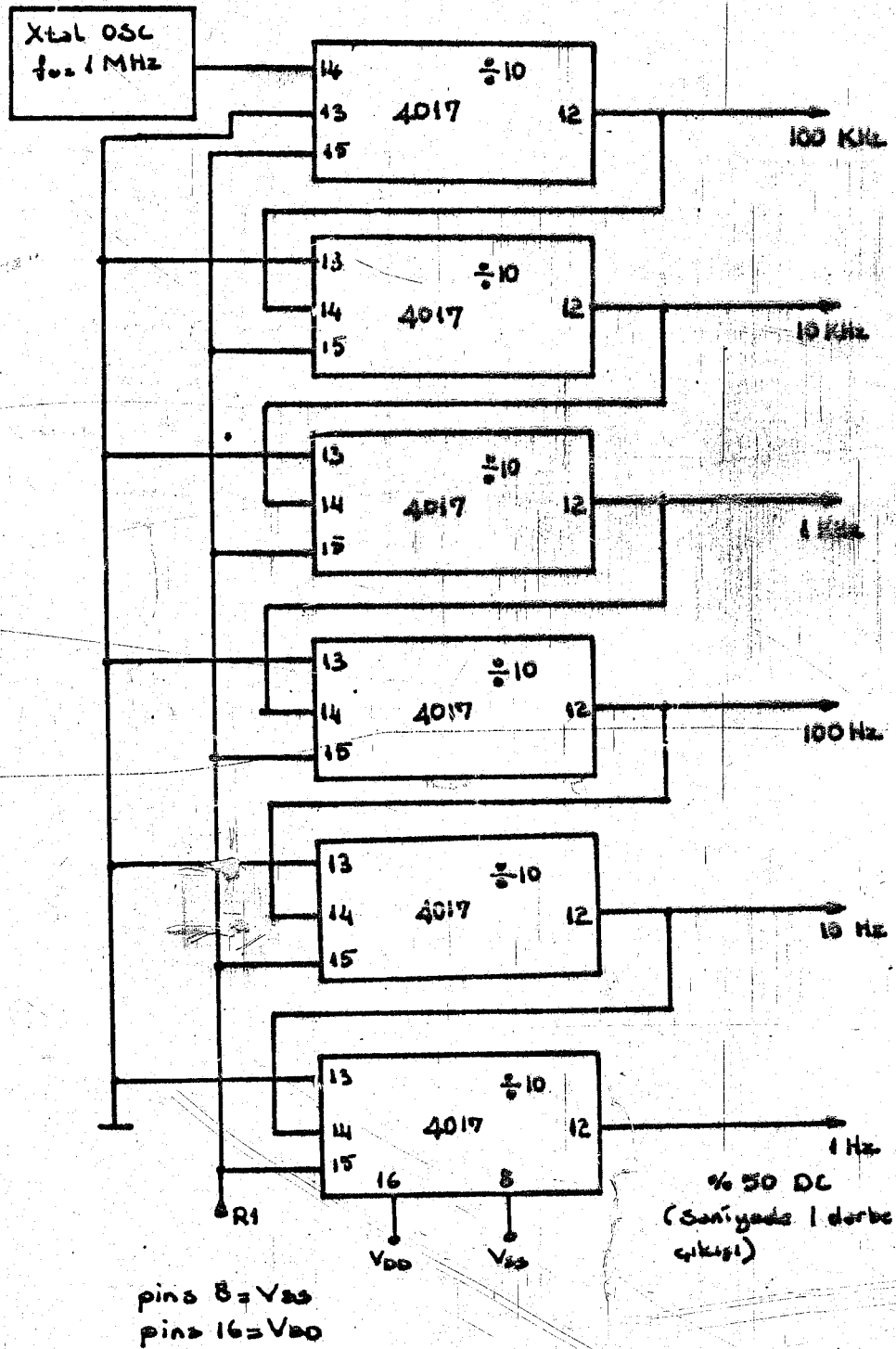
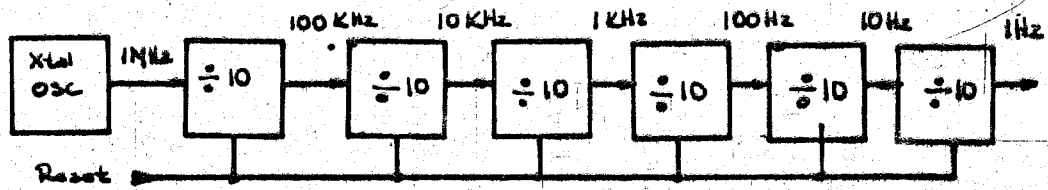
Bu iki tipte de ana devreler aynı olup sadece clock frekansları değişiktir. Onun için clock devresine kadar ayrı ayrı incelenip daha sonra ortak devrelere geçilecektir. Ana devrede farkeden tek şey okumadır. Birinde saniye olarak okunurken diğerinde dakika olarak okunacaktır.

A - Saniye Timeri.

A - 1) Xtal ile "Precision" Timeri Osilatörü

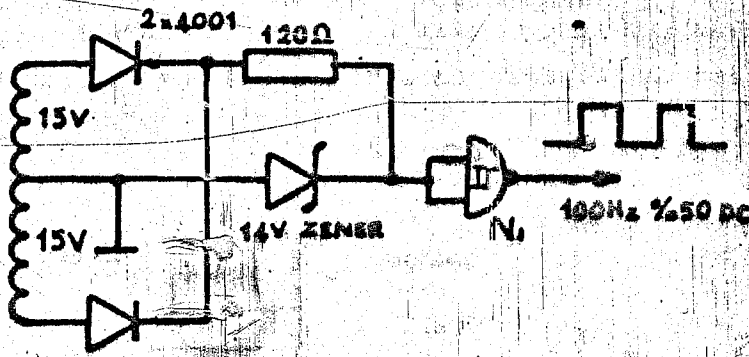
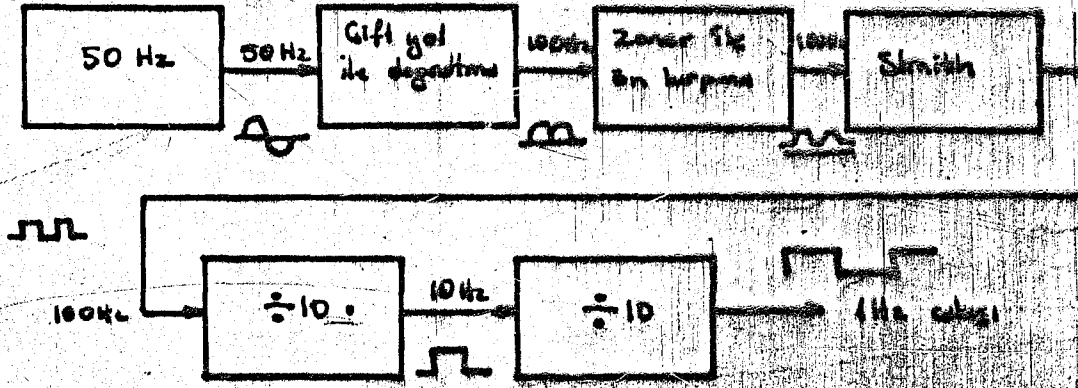


Burada tek inverter ile yapılan bir xtal titreşimli OSC vardır. Bu N2 ile çıkışa aktarılır. Dolayısıyla N2 bugger olarak görev yapar. Devre titreşimleri timer ile istenilen düzeye ayarlanır. Üretilen % 50 Duty Cycle'li frekans bölünmek üzere bir sonraki bölümlere verilir.

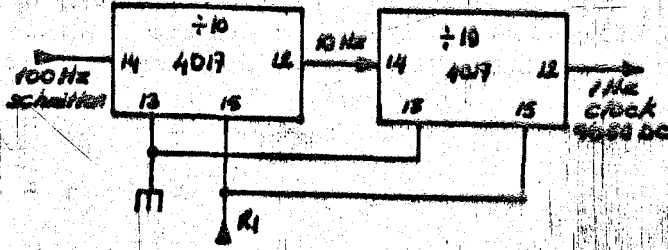


Devrelirin izahı; 1 pozisyon olarak 1 MHz luk darbe elde etmek için bir devre kurarız. Bu darbeleri her 4017 de 10'a bölüp aslarını alırız. Böylece 6 adet 4017 ile 1,000.000 a bölünmüş olarak çıkıştan 1 MHz i 1Hz, dolayısıyla saniyeye 1 darbe olacak şekilde alırız. Bunun DC'si % 50 dir. 4017 Decade Counter olup ayrıntılı bilgi için CMOS kataloga müracaat.

B- 1) Şebeke ile Timer Osilatörü



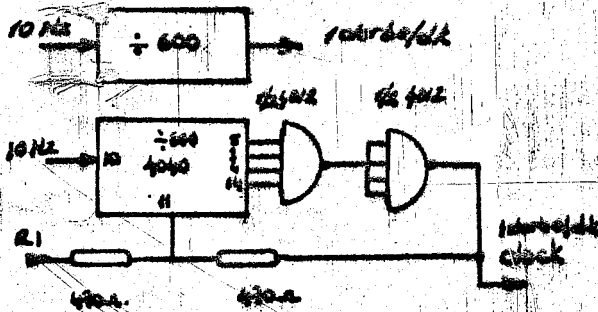
Burada 4001 diyotlarla doğrultulan 50 Hz darbeleri iki katına çıkarılarak 100 Hz elde edilir. Bunun (-) tepeleri max 14 V a gelecek şekilde direnç üzerinde düşmek üzere zener ile sınırlandırılır. N1 kapısı ile bu darbeler düzgün hale getirilip bölücüye verilir.



Burada iki adet 4017 ile 10 a bölüm yapılarak toplam 100 a bölünen 100 Hz den 1 Hz elde edilir. Bu da sn'den 1 darbe demektir.

B - Dakika Timeri:

- A - 1) Xtal ile "Precision" Timer Osilatörü
 Burada çizilecek devrenin ön kısmı yukarıda aynen verilmişti.
 Biz 10 Hz lik çıkıştan sonrası çiziceğiz.



Devrenin izahı; Daha evvel OSC' den elde ettiğimiz 1 MHz 10000 e bölerek 10 Hz elde ettik. Dakikada 1 darbe için burada 600 a bölmemiz gerekiyordu. 4040 12 bit binary counter ile bunu elde etmemiz oldukça kolaydır. Tabii ki çıkışları çarpmamız gerekir. Yani 600. darbenin olduğu anda hem entegre reset edilip tekrar başa dönmeli hem de çıkış almamız. Görüldüğü gibi entegrede

$$\text{pin 5} = Q_4 = 2^3 = 8$$

$$\text{pin 3} = Q_5 = 2^4 = 16$$

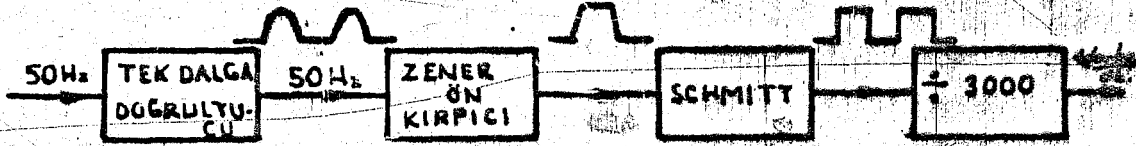
$$\text{pin 4} = Q_7 = 2^6 = 64$$

$$\text{pin 14} = Q_{10} = 2^9 = 512$$

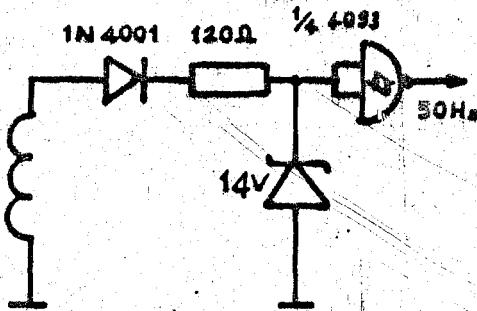
600 elde edilir.

Dolayısıyla 600. darbeye biz NAND' in çıkışını 0'a ikincisini ise 1'e fırlatırız. Bu entegreyi reset eder. Çünkü entegre reset için 1 ister. Aynı anda çıkış da bir darbe gözükür. Entegre reset olunca çıkış tekrar 0' düşer Bu darbenin genişliği 900ns Sn dir. Bu da bize rahatça yeter. Eğer yetmezse bir monostabl ile darbe genişliği yükselir.

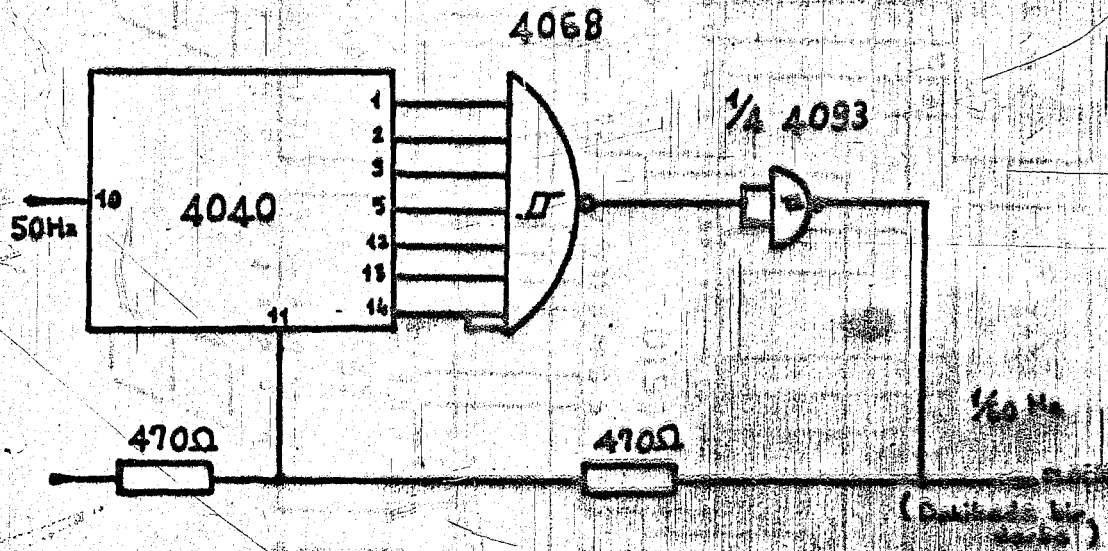
B - 1) Şebeke ile Dakika Timer Osilatörü



Devre çizimi



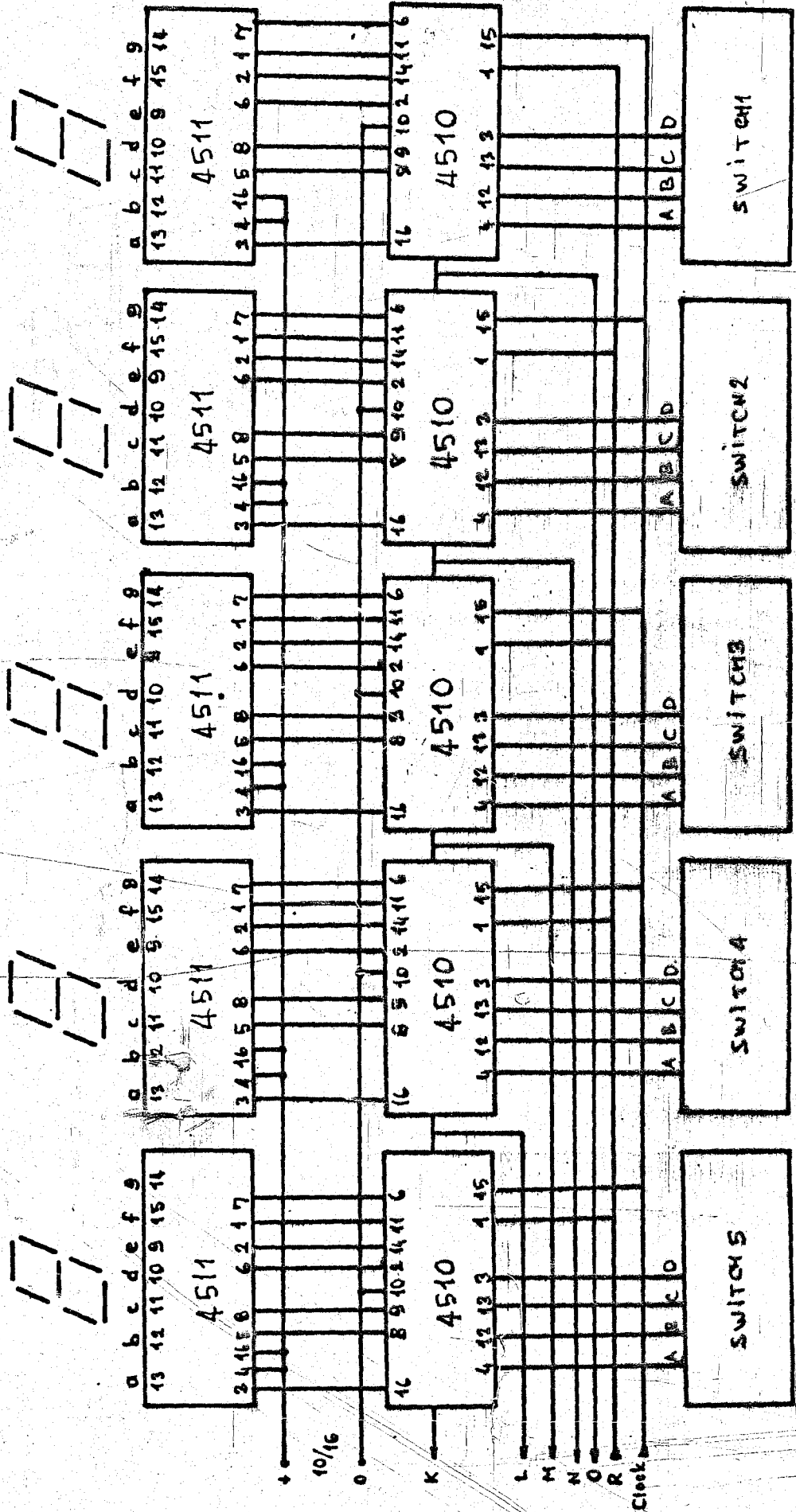
Burada 50 Hz doğrultulup (+) tepeler alınır, zener ile 14 V a sınırlandırılıp schmitt ile düzleştirilip bölücü olan 4040 e verilir.

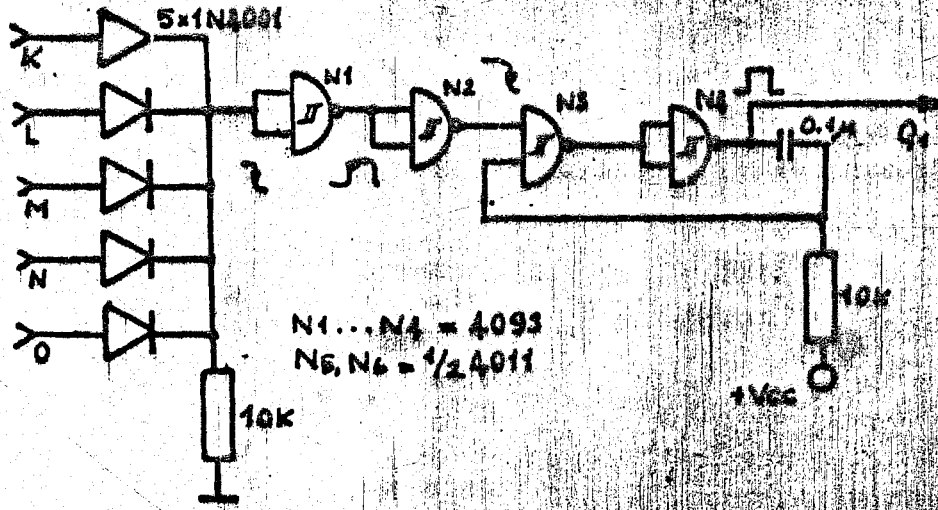


pin 1	=	Q_{12}	=	2^{11}	=	2048
pin 2	=	Q_6	=	2^5	=	32
pin 3	=	Q_5	=	2^4	=	16
pin 5	=	Q_4	=	2^3	=	8
pin 12	=	Q_9	=	2^8	=	256
pin 13	=	Q_8	=	2^7	=	128
pin 14	=	Q_{10}	=	2^9	=	512
						3000

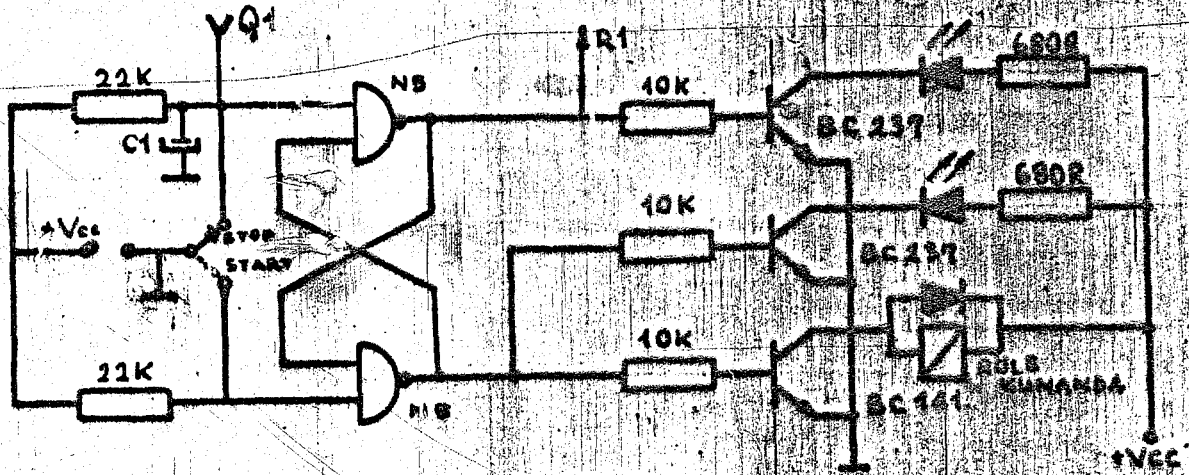
Burada 4040'in uygun olan çıkışları çarpma devresine verilmiştir. Bunların hepsinin 1 olduğu anda 3000. darbe hazır demektir. Bu darbe anında 4068 çıkışı 0, ve 4093 çıkışı 1 olur. Bu hem reset için entegreye verilir, hem de çıkış darbesi olarak kullanılır. Darbe genişliği 900 n Sn olup yetmezse monostabl ile yükseltilir.

ANA COUNTER VS DISPLAY UNIT



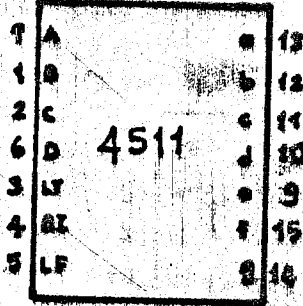


Burada diyot ve dirençlerle bir NOR geýt kurulmuştur. Bütün girişler 0 olduğu zaman çıkış 0 olur. Bu N2 çıkışına dijital olarak Schmitt'e edilmiş halde alınır. N3 ve N4 sanal olan monostable multi-vratöre verilir. Bunun Q1 çıkışı ile elde edilen geçici T darbesi aşağışa F.F. un Q1 noktasına verilir. Bununla FF konum değiştirir. Dolayısıyla de-y-stop olur. R1 "1" olur. Bu 1 bütün Resetleri 1'e fırlatıp öylece Resetlen- halde kalır. Ta ki bir daha start verilene kadar.



Şimdi ana devreden başlayıp tüm devrenin izahını yapıp kitabımıza son verelim.

A) 4511 entegreleri "BCD- Seven Segment" decoder olarak bu devrede kullanılmıştır.



Pin 8 - VSS
Pin 16 - VDD

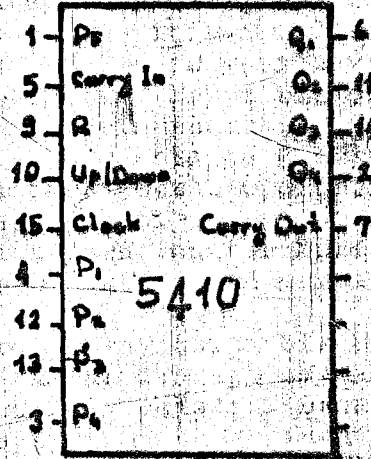
Doğruluk Tablosu:

GİRİŞLER							ÇIKIŞLAR							
LE	\overline{BR}	\overline{LT}	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
x	x	0	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	8
x	0	1	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	Kararlı
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9

Biz devremizde çıkışları ortak katot displaye bağladık

giriş olarak A,B,C,D girişlerine BCD data vereceğiz. Çalışmamızda LE, I₁ (+) e verirken LE'i 0'a vereceğiz. Bu şekilde bir çalışma ile devremiz "BCD - seven segment" katot display sürücüsü olmuştur. Çıkışları displaylere uygun sınırlayıcı dirençlerle vermemiz gerekir.

) 4510 Entegralleri programlanabilir BCD up/down Counter olup devremizde Down counter olarak kullanılmıştır.



Doğruluk tablosu:

Carry In	Up/Down	Preset	Reset	Aksiyon
1	x	0	0	Sayma yok
0	1	0	0	Yukarı sayma
0	0	0	0	Aşağı sayma
x	x	1	0	Preset
x	x	x	1	Reset

Biz Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ çıkışlarını 4511 in A B C D girişlerine verip datanın çıkıştan okunmasını sağlarız. Devrenin Down Counter olarak çalıştığı için Up/Down ucunu - a verdik. Devrede preset ucunu kullandığımızdan Reset ucunu 0'a verdik. Doğayısıyla preset dışardan ve otomatik 0'lama için kontrol devresine R₁ olarak verilmiştir. Clock ucu istediğimiz clock çıkışına bağlanır. Burada dikkatimizi çeken Carry In ucu olup bu şöyle kullanılır. İlk birler hanesinin 4510'unda bu uc 0'a verilir. Çünkü bu entegre devamlı sayacaktır. Eğer 1 olmasaydı sayma olmazdı. Daha sonra her entegrenin carry out'unu diğer entegrenin carry input'una verdik. Bu şunun içindir. Clock uçları paralel olduğu için her entegrenin bu girişine 0 verilseydi bağımsız olarak her display ünitesi sayma yapacaktır. Fakat biz ön kontrollü olarak birlerin taşmasını onlara, onların taşmasını yüzlere..... vermek isteriz. Buda şöyle yapılır. Her entegre 9 a kadar sayıp tekrar başa dönmek istediği anda carry out'u 0 olur. Biz bu anda ikinci entegrenin carr input'unu 0 yaptığımızdan o entegre de 1 rakam ilerler. Tabii ki biz burada down founter kullandığımızdan geri sayma olacaktır. Bu da her 0 noktasından max'a dönüştü diğer display 1 artacaktır.

Devrenin saymasını biz P₁, P₂, P₃, P₄ uçlarıyla istediğimiz gibi programlarız. Yani saymak istediğimiz max sayıya thumb wheel switch'lerle programlarız. Daha sonra bu programı aynı anda stop konumunda yaptığımızdan ekranda görürüz. Çünkü devre preset durumundadır. Devreye start verdiğimiz andan itibaren sayma başlar. veya sn olarak aşağı saymaya başlar. Devrede program ile istediğimiz sayıdan başlama imkanı vardır.

- C) Thumb-wheel switch kısmı programı yapmak ve aynı anda üzerlerinden hangi programda olduğumuzu bilmek içindir. Piyasamızda bolca vardır.(Bak. Burç Tic.)
- D) Devrede entegreler için köprüleme kondansatörleri muhtakak kullanılmalıdır. Çünkü harici parazitler ve hat geçişleri ancak böyle önlenir.
- E) Devrede 4510 entegrelirinin hepsinin programı ile sayması eşit olduğu anda çıkışları 0 olur. Bunu yukarılarda izah edilen NOR ile toplayıp gerekli yere veririz.
- F) FF. devresi için daha evvel doğruluk tablosu vermiştik. Burada otomatik (açar açmaz cihazı) reset için C₁ kullanılmıştır. Röle devresi devrenin programı kadar çalışır ve susar. Devre startta iken ona ait LED stepta iken ona ait CED yanacaktır. Burada kalan tek şey besleme devresi olup o da şöyle olacaktır.

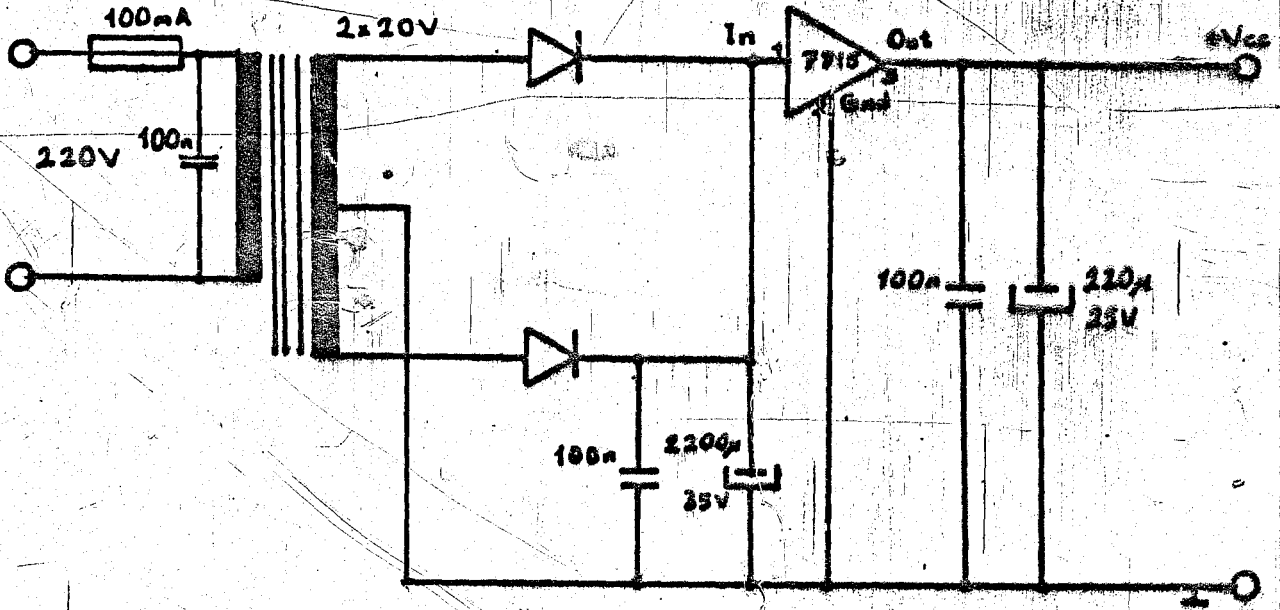
POWER SUPPLY

Bunun için gerekli veriler şunlardır.

+ Vcc = 15 V

Röle akımı	1	100 mA	= 100 mA
LED akımı	2	20 mA	= 40 mA
4093 akımı	1	2 mA	= 2 mA
4011 akımı	1	2 mA	= 2 mA
4510 akımı	5	2 mA	= 10 mA
4511 akımı	5	5 mA	= 25 mA
Display akımı	35	10 mA	= 350 mA
OSG beslemesi	1	20 mA	= 20 mA
			<u>550 mA</u>

Şu halde 7815 1,5 A lik reg rahatça kullanılıp 10 w lik bir besleme yeterli olacaktır.



BÖLÜM 10

FILTER-MEDIA

FILTER - MEDIA (ZAMANLAYICI)

Devrenin blok diyagramını inceliyerek çalışmasını izah-
na başlayalım. Blok diyagram 9 kısımdan oluşur.

1. Güç kaynağı
2. Astable multivibratör
3. Monostable multivibratör
4. İnverter
5. Binary sayıcı (Counter)
6. Decimal kod çözücü (Decoder)
7. Program sıfırlama
8. NOR Kapısı
9. Çıkış güç yükselteç transistörleri

GUÇ KAYNAĞI: - 5V, entegre gerilimi için 7805 vasıtasıyla üre-
tilir. Bu C₂ ve C₇ ile filtre edilir T₁₄ ve T₁₃ vasıtasıyla çıkış
beslemeleri için - 30V elde edilir.

ASTABLE MULTIVİBRATÖR: Bu devre ile ayarlanabilen kare dalga
elde edilir. Yani OSL olarak P₂ kumandalı 555 kullanılır. Bunun dar-
be diyagramı Sc'deki gibidir. Bu darbeler 74121 monostable'ye uygu-
lanır.

MONOSTABLE MULTIVİBRATÖR: P₁ ile darbe genişliği kontrol edi-
lebilen ve Sc'den gelen (555'den) darbelerin genişliğini ayarlayan
bir devredir. D₁ Led'i darbelerle göre çakar, aynı anda Sm'den gö-
züken bu darbeler terslenerek T₁₅ vasıtasıyla çıkış NOR 2 kapılarına
gönderilir. Sm'de monostable'nin çıkış dalga şekli görülmektedir.

İNVERTER: Sm'deki darbeyi terslenmiş olarak çıkış NOR kapıları-
na aktarır. (Sm darbeleri)

BINARY COUNTER: Bu devre Sm'den gelen darbeleri sayıp BCD o-
larak çıkışında gösterir. Bu devre 16'ya kadar sayma yapabilen bir
devredir. Çıkışı A B C D olarak birinci 7442'ye A B C D olarak ikinci
7442'ye verir. Böylece birinci entegrede illegal koda kadar (0'la
9 arasında 9 dahil) sayma olur. Bu anda ikinci 7442 D olduğundan
illegal koda sahiptir 9'dan sonra ikinci entegre saymaya başlar.

DESİMAL DECODER: 7442'lerden oluşan bu devrenin darbe diyag-
ramları 0, 1, 2, 3, olarak grafikte gösterilmiştir. Çıkış aktif
LOW'dur. 5. şıkta izah edildiği gibi çalışır.

PROGRAM SIFIRLAMA: Bunun için 7402 den kurulu inverter ve T₁₆
den kurulu voltaj yalıtıcı inverter kullanılır. İstenilen çıkıştan
bir uç ile D₁₀ a giriş verilir. O çıkışa girişildiği anda 7493 otoma-
tik sıfırlanır.

NOR KAPILARI: 7442'lerin çıkışlarıyla Sm'den gelen darbelerin
ortak sıfırlarında ait olduğu çıkışı besler. Çıkış darbeleri A'daki
gibidir.

ÇIKIŞ GUÇ YÜKSELTEÇ TRANSİSTÖRLERİ: Bunun için T_1 den T_{12} ye kadar olan transistörler kullanılır. 5V-30V voltaj yalıtım görevi yaparlar. Aynı zamanda inverter görevi de yaparlar. D_1 - D_{12} diyotları çıkışa bağlanacak endüktif yükler için cılamper (kenetleme, zıt EMK bastırıcı) diyodu olarak kullanılır.

İşte böylece bu devrenin "sequential timer" olarak çalıştığını söyleyebiliriz. Entegreler için aşağıdaki bilgileri vermemiz mümkün olur.

Not: 555, kullanımından geride bahsedilmiştir.

7421 - MONOSTABLE MV.

Bu MV'lerin özelliği iki aktif Low'a geçiş girişleri ve bir aktif HIGH'a geçiş girişi ki bu aktif HIGH girişi olarak kullanılabilir. Eşlenik çıkış palsları sağlanır.

Özel bir voltaj seviyesinde pals tetiklenmesi meydana gelir. Giriş palsının geçişi süresiyle direkt olarak orantılı değildir. Smith-trigger giriş devresi (TTL histerizis) 1V/sn kadar düşük oranlı geçişlerde girişlerden tetiklenmeyi sağlar. Bu devrenin tipik gürültü faktörü 1,2V'dur. Bir kez tetiklendiğinde çıkışlar girişlerden bağımsızdır, yalnız zamanlama elemanlarının değerine bağlı kalır. Giriş palsları çıkış palslarına herhangi bir oranda olabilir. Çıkış palslarının uzunluğu 20 nSn'den 28 sn'ye kadar değişebilir. (Uygun zamanlama elemanlarının seçilmesiyle) Harici zamanlama elemanları olmaksızın (yani Rint, Vcc'ye bağlı, Cext ve Rext/Cext açık) çıkış palsı tipik olarak 30-35 nSn olur. Bu DC tetikleme reset sinyali olarak kullanılabilir. Çıkışın yükselme ve düşme zamanları palsın uzunluğundan bağımsızdır.

Pals genlik karlılığı dahili kompanzasyon ile yapılır. Sıcaklık ve Vcc'den hemen hemen bağımsızdır. Bir çok uygulamada pals kararlılığı doğru harici zamanlama elemanları ile sınırlanır. Pals genişliği eşitlikte tanımlanır. (Şakile bakın)

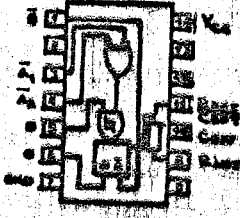
tw(out) - Cext.Rext.Ln2

tw(out) - 0,7 Cext.Rext

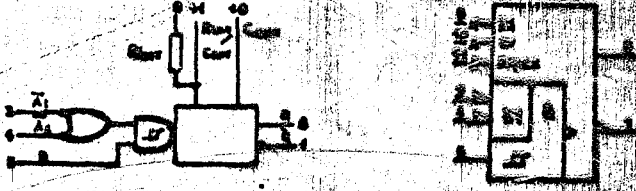
Palsın kesimde olması devrede kritik değildir. Zamanlama kapasitesi 1000 uF'de kadar olabilir ve zamanlama direnci 1 K 4 kadar düşük olabilir.

GİRİŞLER			ÇIKIŞLAR	
\bar{A}_1	\bar{A}_2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	X	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	L	H
↓	H	H	L	H
↓	↓	H	L	H
L	X	↑	L	H
X	L	↑	L	H

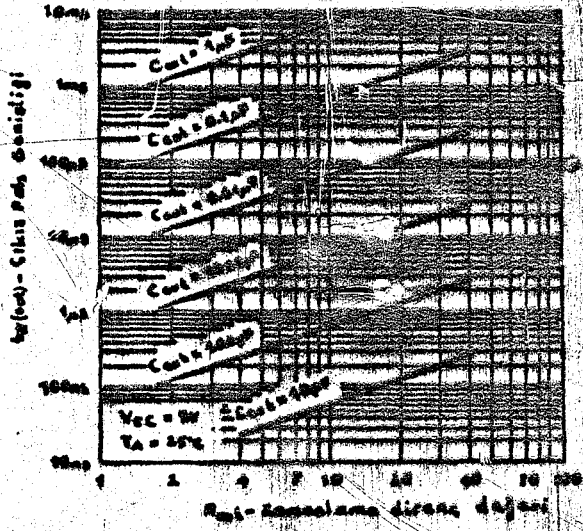
- H - HIGH voltaj seviyesi
- L - LOW voltaj seviyesi
- X - Etkisiz
- ↑ - LOW dan HIGH a dönüşüm
- ↓ - HIGH dan LOW a dönüşüm



BACAK GÖSTERİMİ



LOJİK SEMBOL

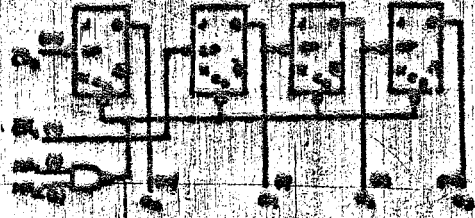


ÇIKIŞ PALS GENİŞLİğİ VE DİRENÇ DEğERİ

7493 - COUNTER

İçersinde 4 tane Master-slave Flip-Flop vardır. Bunlarla bir ikiye bölücü birde sekize bölücü yapılmıştır. Her bir bölüm ayrı clock girişine sahiptir. HIGH'dan LOW'a clock geçişi esnasında sayıcı konum değiştirir. Q çıkışlarının değişimi dahili gecikmeler nedeniyle eş zamanlı olmaz. Asenkron master reset (MR_1-MR_2) VE kapısı iki clock üzerinde de etkilidir ve bütün Flip-Flop'ları resetler ikiye bölücü kısımdan alınan çıkış dahil olarak bir sonraki kata bağlı olmadığı için devre değişik sayma tiplerinde kullanılabilir. 4 Bit sayıcıda çıkışı, CP, girişine dahil olarak bağlanmalıdır. Giriş sayım pulsleri CPo girişine uygulanır. 2,4,8 ve 16 bölümleri Q_0, Q_1, Q_2 ve Q_3 çıkışlarında olur. Bu fonksiyon tablosunda gösterilmiştir. 3 Bit sayıcıda giriş pulsleri CP_1 girişine uygulanır. P_1, P_2, P_3 çıkışlarından 2, 4, 8 frekans bölümleri alınabilir.

	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H
10	L	H	L	H
11	H	H	L	H
12	L	L	H	H
13	H	L	H	H
14	L	H	H	H
15	H	H	H	H



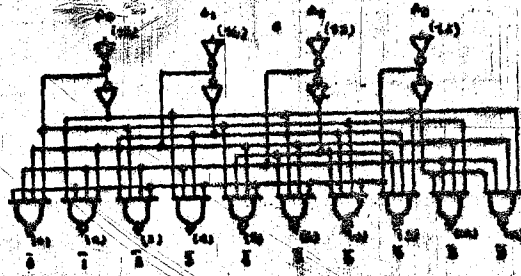
LOJİK DİYAGRAM

7442 - DECODER

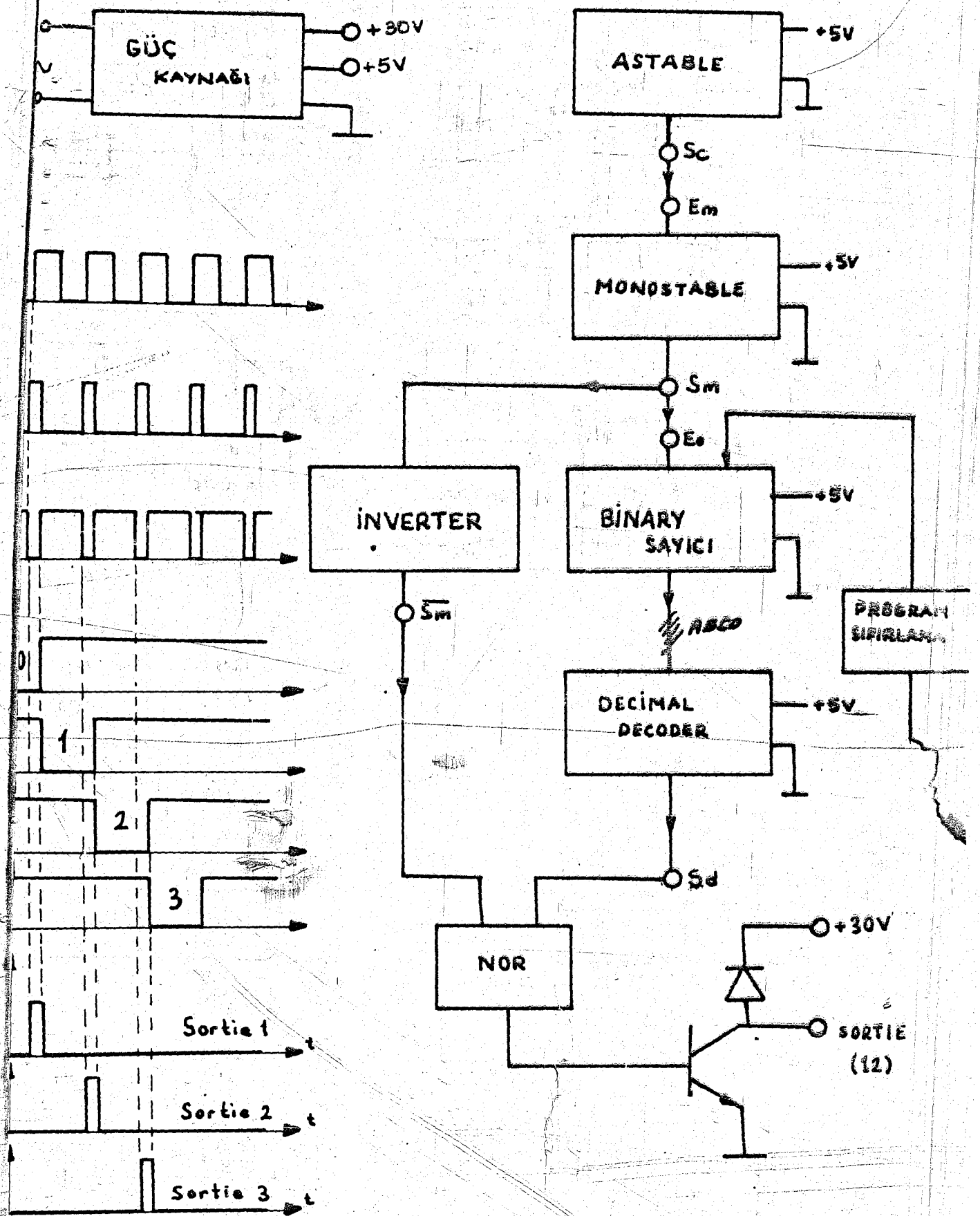
Şekil 1'de lojik sembolü ve diyagramı görülen 7442 kod çözücü 4 aktif HIGH BCD girişi alır, bunlara uygun olarak 10 adet aktif LOW çıkışı verir. Girişlere uygulanan Binary Kodu 9'dan daha büyük olduğu zaman bu entegre çıkışları HIGH olur. Bu durum tabloda görülmektedir.

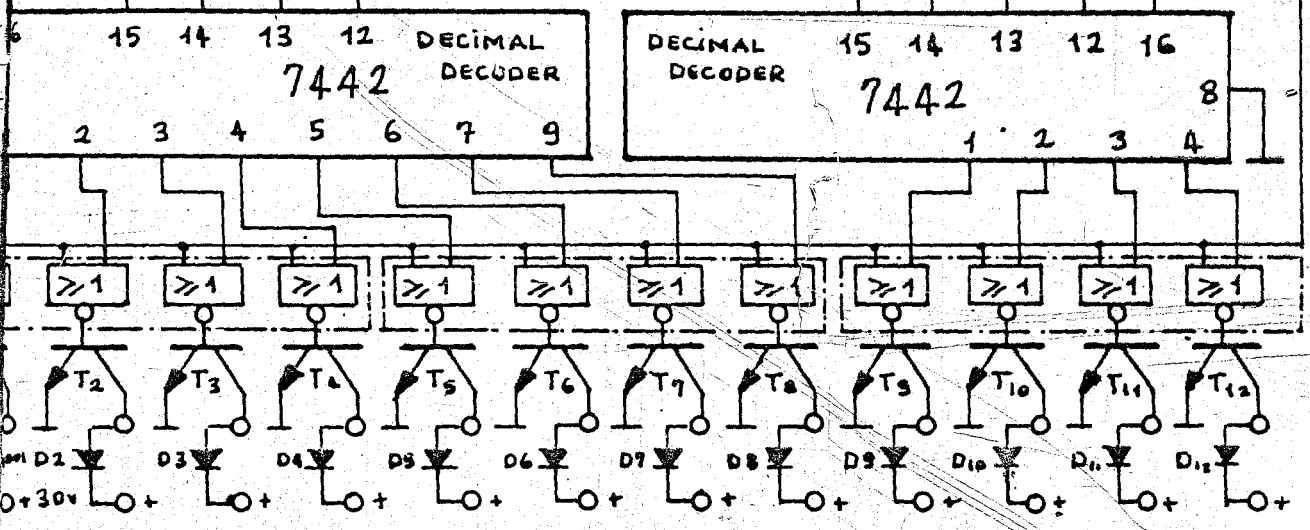
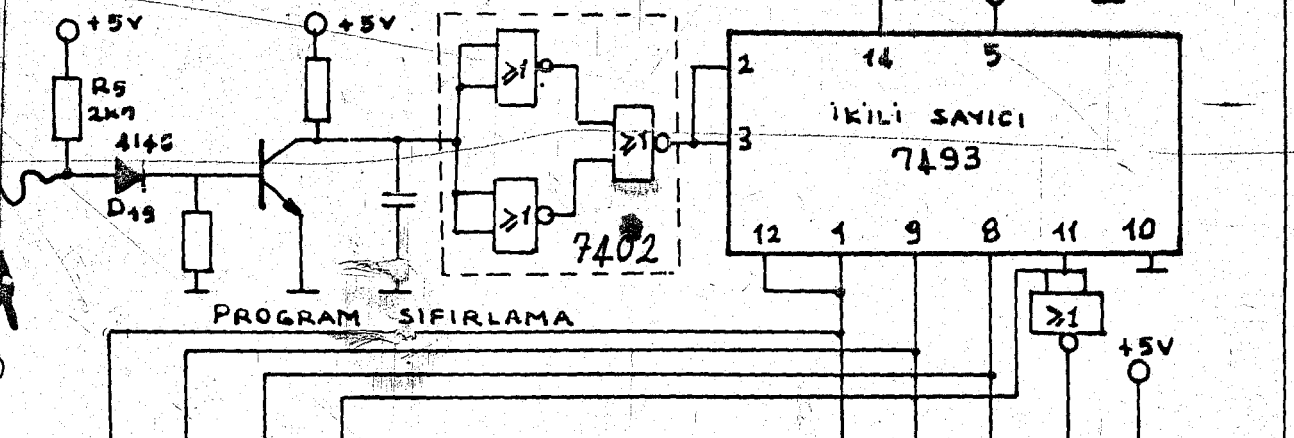
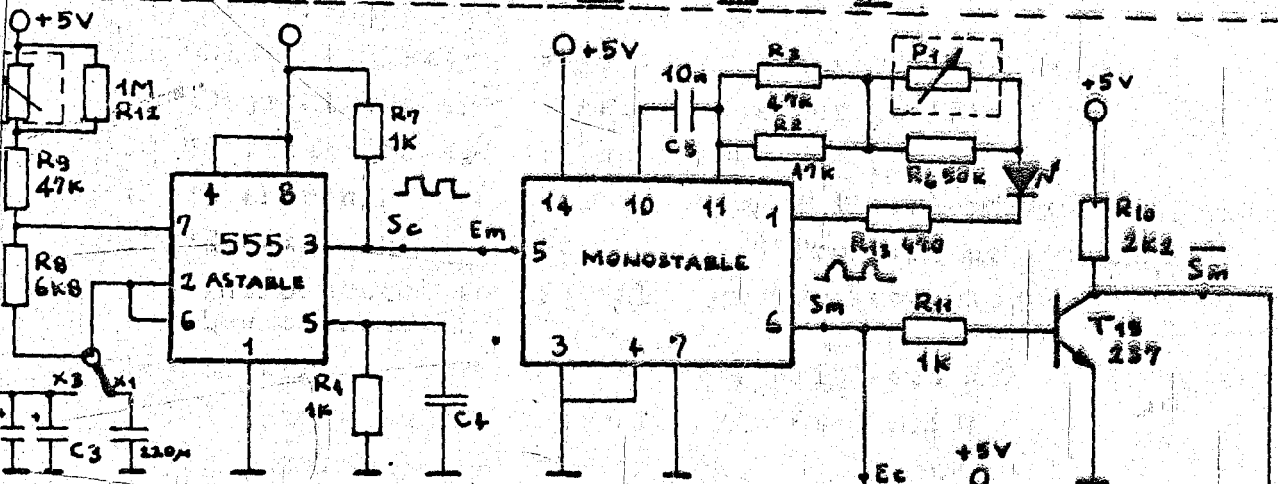
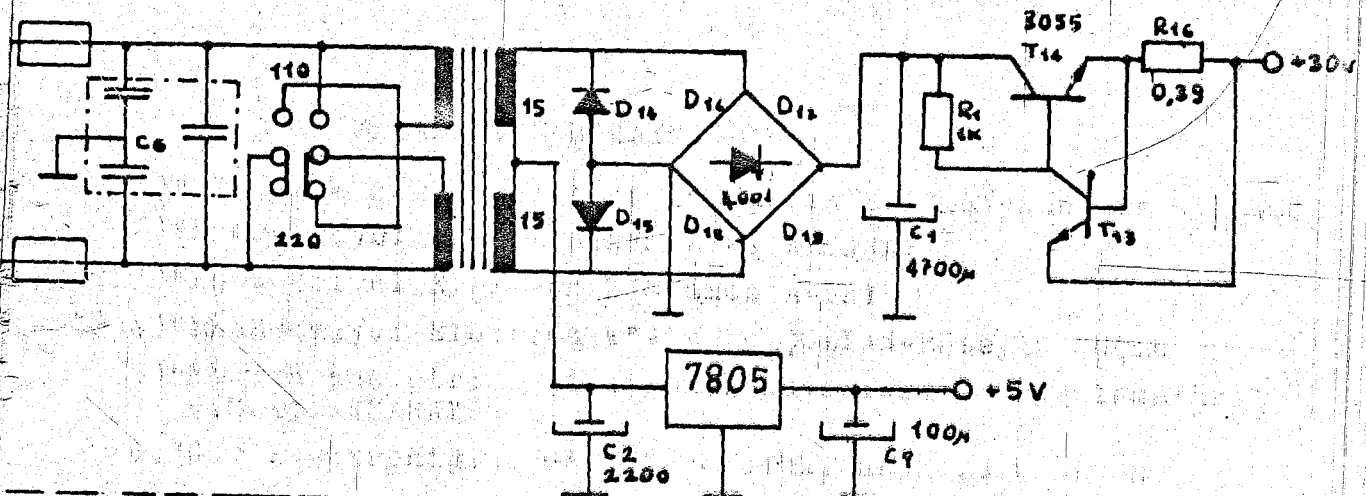
En büyük değerli giriş (A₃) bu entegre 1-8 kod çözücü olarak kullanılacağı zaman fonksiyonun yerine getirilmesini sağlar. A₃, 8 çıkışlı demultiplexer uygulamasında DATA girişi olarak kullanılabilir.

A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H



LOJİK DİYAGRAMI





YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1)"Elektronik Mühendisliği 1"Charles L.ALLEY-Kenneth W.ATWOOD
- 2)"Endüstriyel Elektronik"M.Zeki AKSARAY
- 3)"Endüstriyel Elektronik"Sönmez AKBAY
- 4)"Endüstriyel Elektronik"Alpğün ÇOLPAN-Hüseyin GÜÇLÜ
- 5)"Modern Endüstride Elektronik Devreleri ve Uygulamaları"
M.Zeki AKSARAY
- 6)"Güç Elektronigine Giriş"Prof.Yük.Müh.Remzi GÜLGÜN
- 7)"Ses Frekans Tekniğı"Celal DUTAR
- 8)"Dijital Elektronik ve Uygulamaları"Sönmez AKBAY
- 9)"Dijital Elektronik (PTT)" Muammer YÜÇESoy
- 10)"Sayısal Devreler"Yılmaz ÇAMURCU
- 11)"Elektronik Ölçmeleri ve Entegre Devreler"Doç.Y.Müh.Ferhi UÇA
- 12)"Elektronik Devreleri (Cilt-I)"Prof.Dr.Duran LEBLEBİCİ
- 13)"Introduction to Digital Computer Technology"
Louis NASHELSKY
- 14)"Elektronik Düzenler ve Devreleri"Jacob MILMAN-Christas HALKI
- 15)"Elektrik Kumanda Devreleri"Özdemir BADUR
- 16)"Digital Integrated Electronics (Mc Graw Hill)"
Herbert TAUB-Donald SCHILLING

EKI: APPLE II komputeri ile yapılan örnek programlar.
(Bu komputerin giriş ünitesi keyboard ve visual display unit olduğundan programlarda INPUT de-yimi kullanılarak istenildiği kadar giriş de-ğiş-keni verilebilir.)

HLIST

```
5 HOME
10 INVERSE
15 PRINT "YUZEY VE NOKTA TEMASLI TRANSISTORLERDE GERILIM VE GUC KAZANCI"
20 NORMAL
25 PRINT "1 YUZEY TEMASLI TR."
30 PRINT "2 NOKTA TEMASLI TR."
35 INPUT "HANGISI=";X
40 ON X GOTO 100,150
50 STOP
100 INPUT "AKIM KAZANCININ HESAPLANMASINI ISTERMISINIZ (E/H)=";E
105 IF Y = E THEN 160
110 F = 0.98
115 GOTO 175
150 F = 2.5
155 GOTO 175
160 INPUT "KOLLEKTOR AKIMI=";I1
165 INPUT "EMITER AKIMI=";I2
170 F = I1 / I2
175 INPUT "R2=";R2
180 INPUT "R1=";R1
185 E3 = F * R2 / R1
190 E4 = F ^ 2 * R2 / R1
200 PRINT "ALFA=";F
210 PRINT "GERILIM KAZANCI=";E3
220 PRINT "GUC KAZANCI=";E4
225 FOR I = 1 TO 1000: NEXT I
230 GOTO 5
```

JRUN

YUZEY VE NOKTA TEMASLI TRANSISTORLERDE GERILIM VE GUC KAZANCI

1 YUZEY TEMASLI TR.

2 NOKTA TEMASLI TR.

HANGISI=1

AKIM KAZANCININ HESAPLANMASINI ISTERMISINIZ (E/H)=E

KOLLEKTOR AKIMI=0.1

EMITER AKIMI=0.12

R2=1E5

R1=500

ALFA=.833333333

GERILIM KAZANCI=166.666667

GUC KAZANCI=138.888889

YUZEY VE NOKTA TEMASLI TRANSISTORLERDE GERILIM VE GUC KAZANCI

LIST

```
5 HOME
20 REM .ASTABLE MULTIVIBRATOROSDE OSILASYON FREKANSI
30 PRINT "RA&RB=OHM","C=FARAT"
40 INPUT "RA=";RA
44 INPUT "RB=";RB
46 INPUT "C=";C
48 INPUT "UCC=";UC
49 H = UC / 2
50 R = RA
55 IF R < H THEN STOP
58 RA = R
60 T1 = 0.695 * (RA + RB) * C
70 T2 = 0.695 * RB * C
80 T = T1 + T2
90 F = 1 / T
100 PRINT "OSILASYON FREKANSI=";F;"HERTZ"
110 D = RB / (RA + 2 * RB)
120 PRINT "DUTY CYCLE=";D
130 GOTO 5
```

IRUN

RA&RB=OHM

C=FARAT

RA=1E3

RB=1E4

C=1E-5

UCC=12

OSILASYON FREKANSI=6.85166153HERTZ

DUTY CYCLE=.476190476

RA&RB=OHM

C=FARAT

ILIST

```
5 HOME
10 REM .MONOSTABLE DEURE ELEMAN HESABI PROGRAMI.
15 PRINT "T=SANIYE","RA=OHM","C=FARAD"
20 INPUT "T=";T
24 INPUT "RA=";RA
28 INPUT "C=";C
30 K = 0
40 IF T = K THEN GOTO 100
50 IF RA = K THEN GOTO 120
60 IF C = K THEN GOTO 140
65 FOR I = 1 TO 500
70 PRINT "DEGISKENLERDEN BIRI SIFIR DEGIL"
75 NEXT I
80 STOP
100 T = 1.1 * RA * C: GOTO 150
120 RA = T / (1.1 * C): GOTO 150
140 C = T / (1.1 * RA)
150 PRINT "T=";T;"SANIYE"
160 PRINT "RA=";RA;"OHM"
170 PRINT "C=";C;"FARAD"
```

```
JRUN
T=SANIYE RA=OHM C=FARAD
T=0
RA=0000
C=0.00001
T=.0003SANIYE
RA=0000OHM
C=1E-05FARAD
```