

TTM

## DEVRELERİNİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ

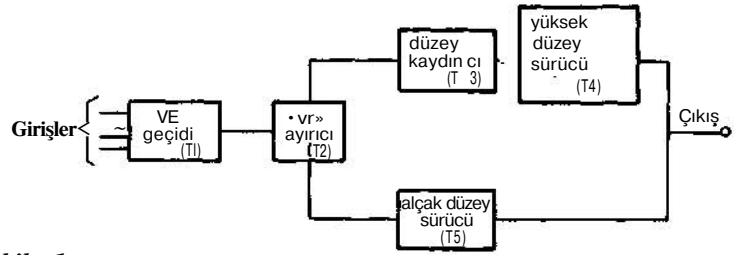
Tranzistor-Tranzistor Mantığı (TTM) devrelerinin gerçekleştirilmesi için tek bir yöntem olmamakla birlikte, uygulamanın ana çizgileri 2-girişli bir VEDEĞİL geçidinin incelenmesiyle anlaşılabilir. Şekil 1 ve 2'de böyle bir örnek devrenin öbek çizimini ve devresini görmekteyiz.

Giriş devresi çok yayıncılı T1 tranzistorunun oluşturduğu bir VE devresidir. İki giriş ucu da Yüksek (<2V) ise R1'deki akım ( $=1,2\text{mA}$ ) T1'in toplayıcısından T2'nin tabanına yönelir. T2'nin sürülmesiyle T5'te sürülür ve çıkış ucunda Alçak çıkış gerilimi elde edilir. T1'in tabanı topraktan uç diyot gerilimi ( $\sim 2\text{V}$ )\* yukarıda tutulmaktadır (T5 ve T2'nin Taban-Yayıncı eklemleri ile T1'in Taban-Toplayıcı eklemi).

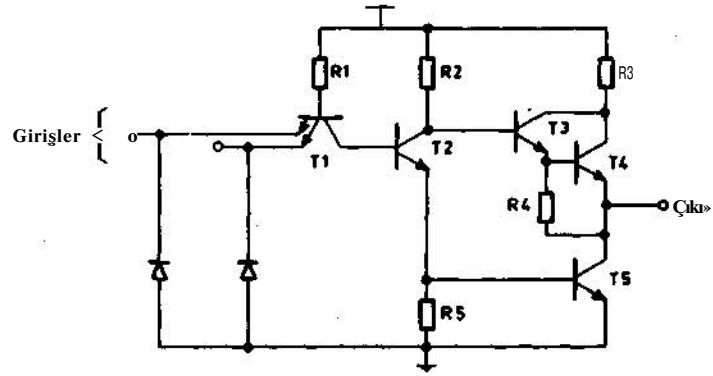
Girişlerden birine Alçak (<0,8V) gerilim uygulanırsa R1'deki akım, T1'in yayıncısı

\* Diyot iletimdeyken diyot üzerinde düşen gerilime (yaklaşık 0,7V) bir diyot gerilimi denir.

Şekil 1.

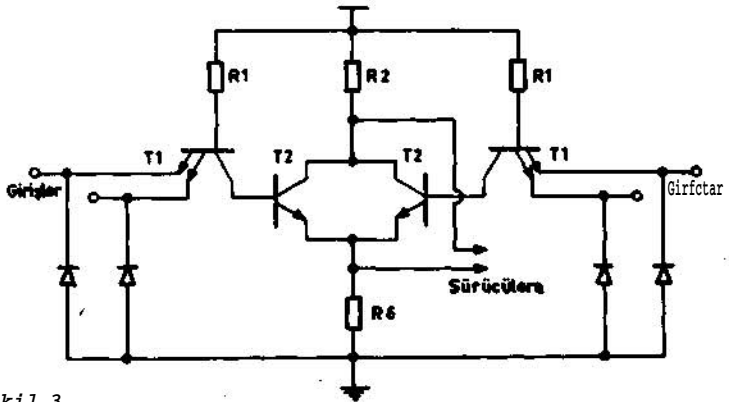


Şekil 2.



$$R1 = R4 = 4\text{K}\Omega; \quad R2: 1,5\text{K}\Omega; \quad R3 < 90\Omega; \quad R5 \leq 1,25\text{K}\Omega.$$

Şekil 3.



üzerinden toprağa geçer. T2'nin tabanındaki depolanmış yük T1 tarafından hızla boşaltılıp T2 kesime sürülür. Bu T5'i kesime, T3 ve T4'ü de doyuma sürer ve çıkışta Yüksek gerilim elde edilir.

Tümleşik devre çıkışını Alçak veya Yüksek yapacak çıkış transistörlerini yöneltten T2 evre ayırıcı tranzistor, başka VE geçitleri tarafından sürülen diğer evre ayırıcı tranzistorlara bağlanarak güçlü bir mantık birimi

elde edilir. Şekil 3'de bu bağlantı gösterilmiştir.

Darlington bağlanmış T3 ve T4 transistörleri alçak empedanslı bir Yüksek düzey sürücüsü oluşturmakta ve Alçak'tan Yüksek'e hızlı geçiş, Yüksek durumunda iyi bir gürültü bağımsızlığı kazandırma gibi özellikler sağlamaktadır. R4 direnci bir akım sınırlayıcıdır ve çıkışın yanlışlıkla toprağa bağlanması durumunda ve AA anahtarlama işe yaramaktadır.

**Çıkışlar**

TTM devrelerinde çeşitli çıkış türleri kullanılmaktadır. Şekil 4'de sıralanan çıkış türlerinin iyi ve kötü yönleri şöyle özetlenebilir.

- a) Darlington; yüksek AA sürme yeteneği vardır, boyutu küçüktür, yüksek durumdaki çıkış gerilimi:

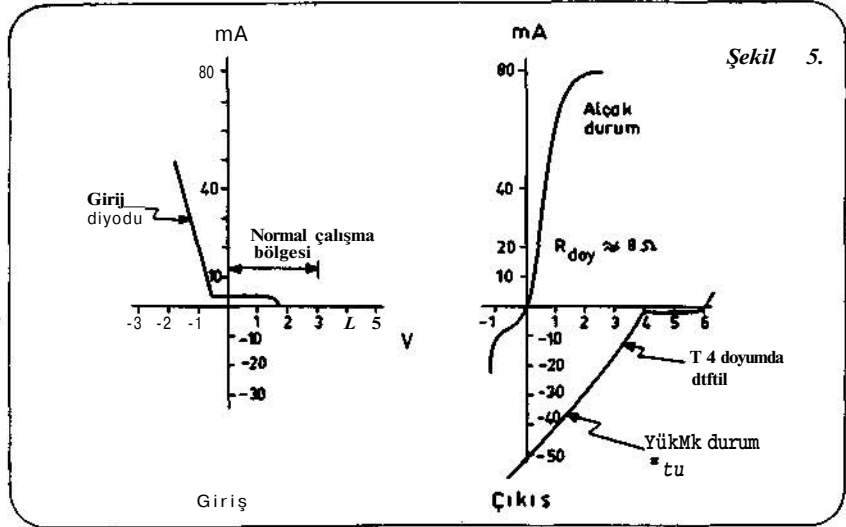
$$V_{CY} = V_{CC} - V_{TY} \quad V^0$$

" $V_{TY}$  taban yayıcı gerilimi, iç çıkış akımı,  $V_{CC}$  kaynak gerilimi" olarak tanımlanır. Sakıncalı yönü çıkışın,  $V_{CC}$  den bir diyot gerilimi düşük bir değerden daha yüksek bir gerilime çıkartılamamasıdır.

- b) 2 Aşamalı Yayıcı İzleyicisi (emitter follower); özellikleri yönünden Darlington'a benzer, bir ek sakıncası yonga (chip) üzerinde daha geniş yer tutmasıdır.

- c) Toprak Dirençli Darlington;  $V_{CY}$  nin daha az olması ( $V_{CY} = V_{CC} - 2V_{TY} > 0$ ) at-tirmektedir. Çıkış  $V_{CC}$  den daha fazla yükseltilebilir. Bu iyi yönlerine karşılık, daha çok güç harcaması ve yüksek konumda gürültüye duyarlı olması önemli sakıncalarıdır.

- d) Tranzistor-Diyot; AA sürme yeteneğinin azalmasına karşılık, çok az güç harcaması,



küçük boyutu ve çıkışın  $V_{CC}$  üzerine çekilebilmesi gibi olanaklar sağlamaktadır.

- e) Açık Toplayıcı; en önemli iyi yönü toplayıcı VElemesi, bağlantılı YADA (ffired OR, birkaç devrenin çıkışının aynı noktaya bağlanmasıyla elde edilen YADA) yapılabilmesidir. Yüksek konumda çıkış empedansının fazlalığı, özellikle sığa yükleri için oldukça yavaş çalışması, ek bir direnç ( $R_{yük}$ ) gerektirmesi ise başlıca sakıncalarıdır.

**Giriş ve Çıkışın Özellikleri**

Bir TTM devresinin giriş empedansı, 2V dan büyük giriş gerilimleri için çok yüksek, +1 ile -0,5V arasında 4kΩ dolayında ve daha ekşi değerler için çok alçaktır. Her TTM girişi, bir diyotla ekşi gerilimlerden korunmuştur.

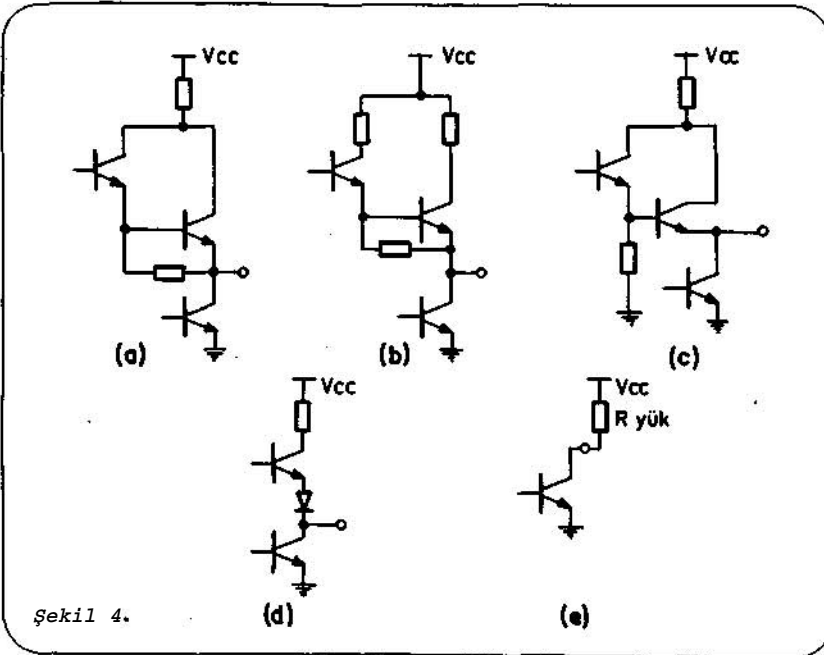
Çıkış empedansı ise Alçak durumda doyumdaki bir transistor tarafından 8Ω dolayında belirlenir, özellikle alçak sıcaklık yüksek akımda çıkış doyuma kalamaz ve Şekil 5'de görüldüğü gibi yükselir.

En kötü koşullar altında bile giriş ve çıkış gerilimleri olarak yapımcılarca verilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Kaynak ve Isı Bağımlılığı**

Tüm TTM devreleri için gerekli kaynak gerilimi +5V tur. Piyasadaki genel amaçlı devreler için kaynak toleransı %±5 (±250mV), çevre ısısı 0° ile 70°C olarak belirlenmiştir, özel amaçlı devreler ±500mV luk kaynak dalgalanmalarına -55°C ile 125°C arasındaki çevre ısısı değişikliklerine dayanacak biçimde tasarlanmıştır.

Çizelge 2'de çeşitli tümleşik devre paketleri için ısıl dirençler verilmiştir. Devrenin harcadığı gücü "eklemeden çevreye ısıl direnç" ile çarpıp çevre ısısına eklersek eklem ısısını elde etmiş oluruz. Benzer işlemi "eklemeden-pakete ısıl



Şekil 4.

# sayısal elektronik

	Standart ve Yüksek Hız TTFö	Düşük Güç TTM	Schottky TTM
En yüksek $V_{CA}$	0,4	0,3	0,5 V
En düşük $V_{CY}$	2,4	2,4	2,5 V
En yüksek $V_{CA}$	0,8	0,7	0,8 V
En düşük $V_{GY}$	2,0	2,0	2,0 V

$V_{CA}$  : Alçak durumdaki Çıkış gerilimi  
 $V_{GY}$  : Yüksek durumdaki Giriş gerilimi

Çizelge 1.

Çizelge 2.

Paket	Eklemenden Çevreye Isıl Direnç ( $^{\circ}C/W$ )	Eklemenden Pakete Isıl Direnç ( $^{\circ}C/W$ )
16 bacak yassı (flat)	117	11
24 bacak yassı	91	9
14 bacak, 1SB, KÇT	119	33
16 bacak, 1SB, KÇT	105	25
24 bacak, 1SB	53	7
14 bacak, 1SB, OÇT	115	30
16 bacak, 1SB, OÇT	97	22
14/16 bacak, 1SB, Plastik	125	20

1SB : İki sıra bacak (DIP) KÇT : Küçük çapta tümleşik (SSI);  
 OÇT : Orta çapta tümleşim (MSD)

direnç" ile yapmak da olanaklıdır. Örneğin 9301 seramik 16 bacaklı orta çapta tümleşik devre 55°C da 145 mW harcıyor-sa eklem sıcaklığı:

$$T_j = (0,145 \times 97) + 55 = 69^{\circ}C$$

olur.

## İletim Hattı Özellikleri

TTM tümleşik devreleri ile ulaşılan 2-6 ns gibi yükselme ve alçalma (rise and fall) süreleri nedeniyle 60 cm den büyük bağlantı telleri bile iletim hattı (transmission line) özellikleri gösterirler. Bir TTM devresinin bir başkasını sürdürdüğünü, süren devrenin Alçaktan Yüksekçe geçtiğini varsayalım. Eğer aradaki bağlantı yükselme süresine oranla uzunsa durum, doğrusal olmayan çıkış empedanslı bir kaynak tarafından beslenen iletim hattına benzer.

Basit bir kuramsal yaklaşım ile, değişimin olmasından hemen sonra, çıkıştaki gerilim basamağı bulunur:

$$V^V E [Z_o / (Z_o + H\zeta)]$$

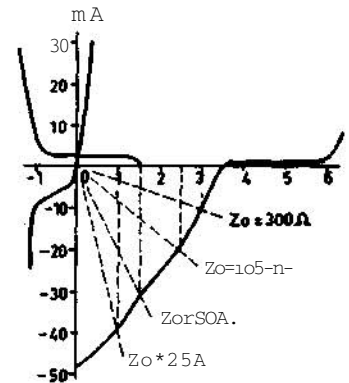
$V_g$  : Sürücü çıkışındaki eşdeğer gerilim (çıkış transistörleri üzerinde düşen gerilimin  $V_{cc}$  den çıkarılmasıyla bulunur)

$Z_o$  : Hattın özempedansı

$R_{\zeta}$  : Sürücü çıkış empedansı

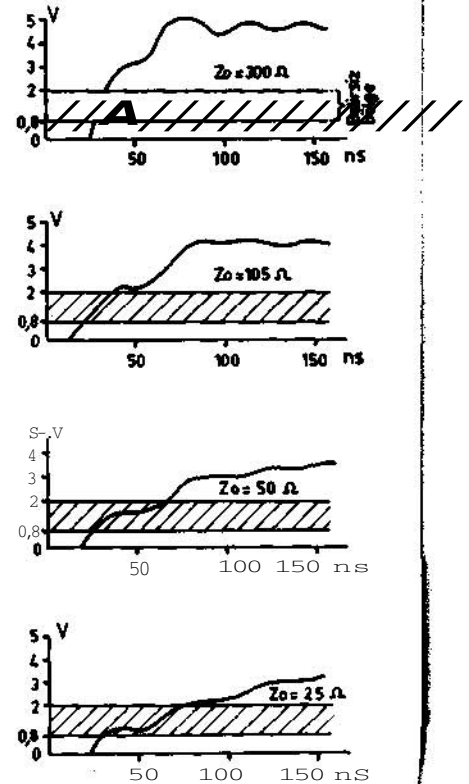
Bu başlangıç basamak gerilimi hat boyunca ilerler ve çoğunlukla hattın sonunun açık olması yada özempedansından daha büyük bir empedans ile kapalı olması nedeniyle yansır. Kaynağa ulaşan bu yansımış dalga  $V_{\zeta}$  yi arttırır. Bu gidip gelme gecikmesi, süren devrenin yükselme süresinden uzunsa, sürücü çıkışında ve hat boyunca her

noktada merdiven basamakları biçiminde yükselen gerilimler izlenir (Şekil 6, Şekil 7). Böylelikle  $V_{\zeta}$  nin ilk değerinin sürülen devrenin girişinde gerekli gerilimi sağlayamaması, yansıma ile sağlanan artışla gecikmeli olarak sürülme gibi sakıncalı bir durum gözlenebilir. Bunun önüne geçmek,  $V_{\zeta}$  yi gecikmesiz olarak 2V un üzeri-



Şekil 6.

Şekil 7.



ne çıkartmak amacıyla  $Z_0$  m arttırılması ya da  $R_C$  nin azaltılması olanaklıdır.  $R_C$ , değişik TTK çıkışlarından amaca uygun olanın seçimiyle belirlenebilir.  $Z_0$  ise iletken çapını ve topraktan uzaklığını değiştirerek arttırılabilir. Çizelge 3, çeşitli TTM devreleri için 2V luk başlangıç basamağını sağlayan değerleri kapsamaktadır. En kötü durum başlığı altında akım sınırlama direncinin % 30 fazla ve  $V_{cc}$  nin % 10 eksik olması durumu için hesaplanan değerler verilmiştir. Uygulamada geniş yer alan kablolar 50-150 $\Omega$  luk özempedanslara sahiptir. Böylece standart ve düşük güçlü TTM devrelerinin hiçbirinin iletim hattı süremeyeceği, yalnızca 9540/95140 in en kötü durumda 50 $\Omega$  sürebileceği görülmektedir.

Birçok TTM uygulamasında yukarıda tartışılan uzun bağlantılar nedeniyle iletim hattının direnç gibi davranmasından çok

kısa bağlantıların sığaç gibi davranması ile karşılaşılır. Çizelge 4'de baskı devre bağlantılarının en uzun değerleri sıralanmıştır. Bu çizelge için  $e_p = 4,7$ ; ilerleme hızı 51,82 ns/cm olan epoksicam (epoxy fiberglass) baskı devre plakaları ele alınmıştır.

Çizelgedeki uzunluklardan biraz uzun bağlantılar küçük iletim hattı etkisi gösterirler; daha uzun bağlantılar yansıma olaylarına yol açarlar. İyi bir çalışma 100 $\Omega$  dolayında hatlarla elde edilir. Epoksi cam plaka üzerinde 0,65 mm lik bir çizgi ve plakanın diğer yüzünün toprak olması 100 $\Omega$  sağlar. Çapı 0,25-0,30 mm olan bükülü çiftin özempedansı da 100 - 115 $\Omega$  kadardır. Toprak ekranı üzerinde giden telin empedansı 150 - 250 $\Omega$  arasında olur ama dielektrik değişiminin havanın kine ulaşması nedeniyle ilerleme hızında önemli bir artma sağlanır.

## Kullanılmayan Girişler, Geçitler

Bir geçidin bazı giriş uçlarının kullanılmaması, hatta bazı geçitlerin tümüyle kullanılmaması dizgelerde çok karşılaşılan bir durumdur.

Kuramsal olarak bağlanmamış bir giriş ucu Yüksek konumda olacaktır, ne var ki gerçekte belirsizdir ve gürültü anteni olarak çalışır. 100mV luk bir gürültü bile girişe Alçak gerilim uygulanması için yeterli olabilir. Özellikle sayıcı, flip-flop, sürgü (latch) belleklerin kullanılmayan girişlerinin açık bırakılması çok sakıncalıdır. Bu konudaki öneriler şöyle sıralanabilir:

a) VEDEĞİL ve VE geçitlerinin kullanılmayan girişleri (çok yayıncılı girişler) aynı geçidin kullanılan bir girişine bağlanabilir. Bu durumda süren devrenin çıkış yelpazesinin (fan out) içinde kalınmasına dikkat edilmelidir.

b) YADADEĞİL ve YADA devrelerinin kullanılmayan giriş uçları toprağa veya aynı geçidin kullanılan bir girişine bağlanmalıdır. Bu durumda sürücü devrenin çıkış yelpazesinin (hem Alçak hem Yüksek konumda) içinde kalınmalıdır.

c) Değişmeyen bir Alçak yada Yüksek gerilim düzeyini giriş uçlarına bağlamak da olanaklıdır. Alçak için toprak bağlantısı yeterlidir. Yüksek için ise  $V_{cc}$  ye bağlamak tehlikeli olabilir çünkü birkaç ns bile 5,5V dan yüksek olan bir gerilim geçidin girişine uygulanırsa, geçit bozulur. Giriş 1 K $\Omega$  dolayında akım sınırlama direnci ile kaynağa bağlanabilir (50 kadar giriş aynı direnci kullanabilir). Çıkışı hep Yüksek olan bir geçidin çıkışı da bu amaçla kullanılabilir.

Kullanılmayan geçitlerin girişlerine, çıkışı Yüksek yapacak gerilimlerin uygulanması salık verilir. Böylece hem güç harcanmasının önüne geçilir, hem de Yüksek çıkış elde edilip kullanılmayan girişlere uygulanabilir.

(Fairchild Semiconductor "The TTL Applications Handbook")

	Toplayıcı Direnci R	En Düşük İletim Hattı Empedansı				
		En Kötü Durum R + %30		Arma (nominal)	En İyi Durum R-%30	
9N/74 Serisi	130	241,4	204,8	136,8	84,6	75,8
9000 Serisi	80	148,5	126,0	84,2	52,0	46,6
9H/74H Serisi	58	107,7	91,3	61,0	37,7	33,8
9S/74S Serisi	55	110,0	92,2	61,1	37,5	33,4
9L Serisi	320	594,2	504,2	336,8	208,3	186,6
9009	50	92,8	78,7	52,6	32,5	29,1
9N40/7440	100	185,7	157,5	105,2	65,1	58,3
9H40/7440	60	111,4	94,5	63,1	39,0	35,6
9S40/7440	25	50,0	41,9	27,7	17,0	15,2
9S140/75S140 J						
Kaynak Gerilimi $V_{cc}$		4,50	4,75	5,00	5,25	5,50

←-Ticari Devreler-→  
←-Askeri Devreler-→

çizelge 3.

çizelge 4.

	Yükselme Süresi	Alçalma Süresi	En Uzun Bağlantı
9L, 93L	14-18 ns	4-6 ns	45 cm
9000, 9300, 9N/74N	6-9 ns	4-6 ns	45 cm
9H/74H	4-6 ns	2-3 ns	22,5 cm
98/74S	1,8-2,8 ns	1,6-2,6 ns	19 cm