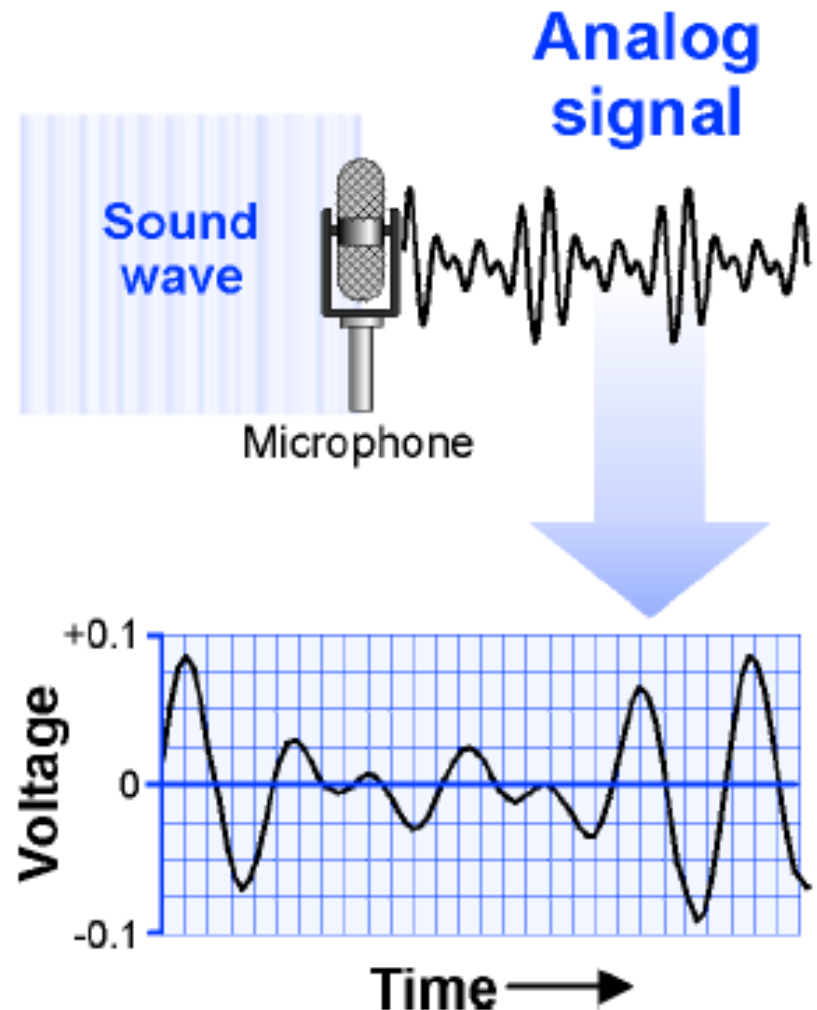


SAYISAL ELEKTRONİK

Digital Electronics

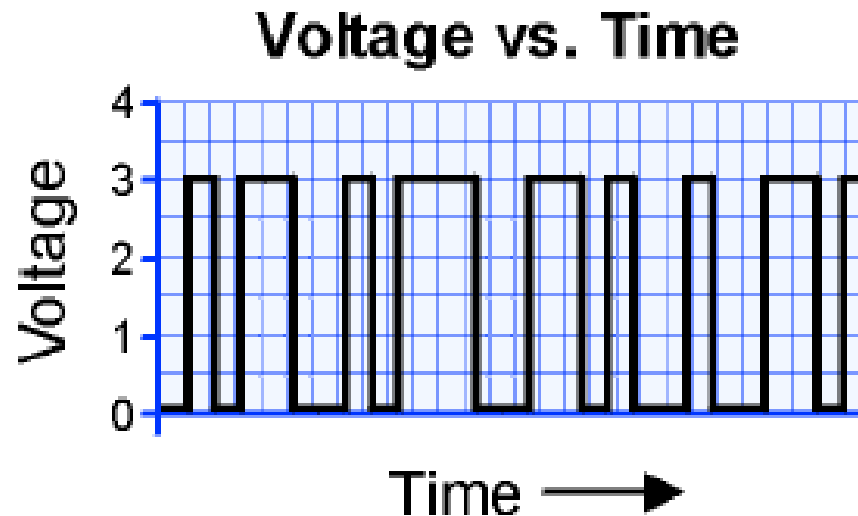
- A **signal** is anything that carries information.
- Today the word signal usually means a voltage, current, or light wave that carries information.
- A microphone converts the variations in air pressure from the sound wave into variations in voltage in an **analog electrical signal**.



Digital Electronics

- A **digital signal** can only be on or off.
- A digital signal is very different from an analog

3V logic signal



Digital Electronics

- **Digital signals can send billions of ones and zeros per second, carrying more information than analog signals.**

Binary Coded Decimal (BCD) for the digits 0-9

#	Code	#	Code	#	Code	#	Code
0	0000	3	0011	6	0110	9	1001
1	0001	4	0100	7	0111		
2	0010	5	0101	8	1000		

Digital Electronics

- **Digital signals are also easier to store, process, and reproduce than analog signals.**

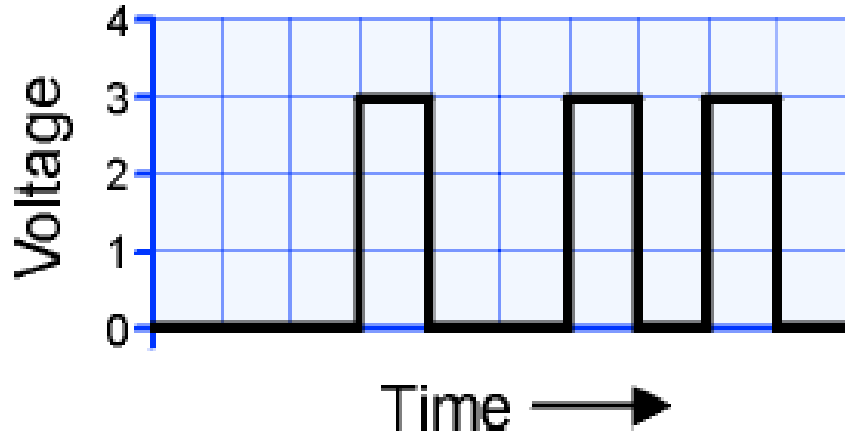
The American Standard Code for Information Interchange (ASCII)

	Code		Code		Code		Code
A	0100 0001	D	0100 0100	a	0110 0001	d	0110 0100
B	0100 0010	E	0100 0101	b	0110 0010	e	0110 0101
C	0100 0011	F	0100 0110	c	0110 0011	f	0110 0110

Digital Electronics

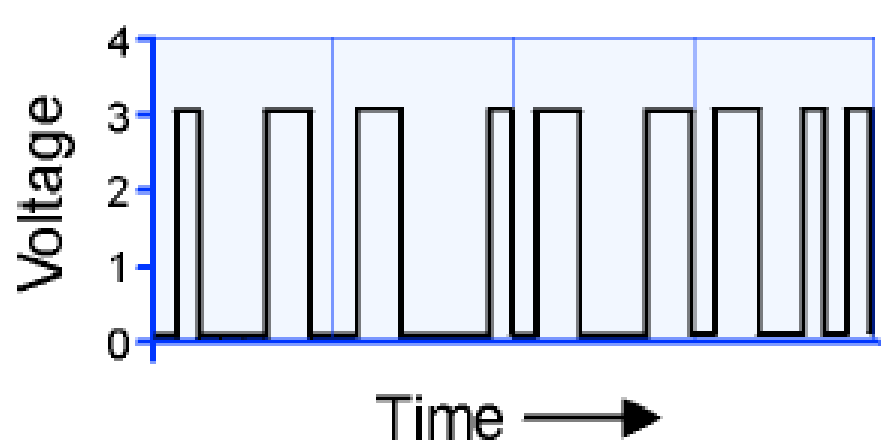
Digital coding for the number 25

25
00100101



Digital coding for the word "face"

face
01000110 01100001 01100011 01100101



Sayısal, ayırık (discrete) anlamına gelir. *Sayısal elektronik sürekliliği olmayan ayırık gerilim ve akım değerleri ile uğraşır.*

Sayısal elektronikte değişkenler, ayırık mantıksal değerler (logic levels) halinde ifade edilirler.

Değişkenler (bilgi), “1” ve “0” mantık seviyeleri ile ifade edilirse, bunlara “*ikili*” anlamına gelen “**binary**” değişkenler denir.

Sayıların ikili mantık seviyeleri ile ifade edilebilmesi için iki tabanlı sayı sistemi kullanılır.

Elektronik olarak bilgiyi sayısal formata çevirebilmek için iki ayırık gerilim değeri tesbit etmek gerekir.

Doğruluk Tablosu (Truth-table) gösterimi :

Doğruluk tabloları, binary (ikili) formda ifade edilen bağımsız değişkenlerin (girişler) tüm ikili değerlerine göre, bağımlı değişkenlerin (çıkış) alacağı ikili değerleri gösteren tablolardır.

Genel olarak eğer n bağımsız değişken varsa, herbiri 2 durum alabileğinden 2^n kadar olasılık vardır ve herbirine karşılık gelen çıkışlar (bağımlı değişkenler) değerlendirilerek fonksiyon tanımlanır.

Doğruluk tabloları mantıksal fonksiyonların gerçekleştirilmelerinde yardımcı olmazlar

İkli (mantıksal) Fonksiyonlar :

DEĞİL (NOT) Fonksiyonu : $B = \text{NOT } A = \bar{A}$

A giriş, B ise çıkıştır. B çıkışı , A girişine bağlıdır ve onun tersidir.

VEYA (OR) Fonksiyonu : $C = A \text{ OR } B$

C, A veya B'den herhangi biri veya her ikisi birden 1 olduğunda 1 olur anlamına gelmektedir.

Buna, A ve B'nin aynı anda 1 olması durumunu ihtiva ettiği için "**DAHİL VEYA**" anlamına gelen "*inclusive OR*" denilir.

VE (AND) Fonksiyonu : $C = A \text{ AND } B$

C çıkışı, A ve B her ikisi birden 1 olduğunda 1 olur anlamına gelmektedir.

A	B
0	1
1	0

$$B = \text{NOT } A = \bar{A}$$

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

$$C = A \text{ OR } B$$

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

$$C = A \text{ AND } B$$

SAYISAL ELEKTRONİĞE GİRİŞ

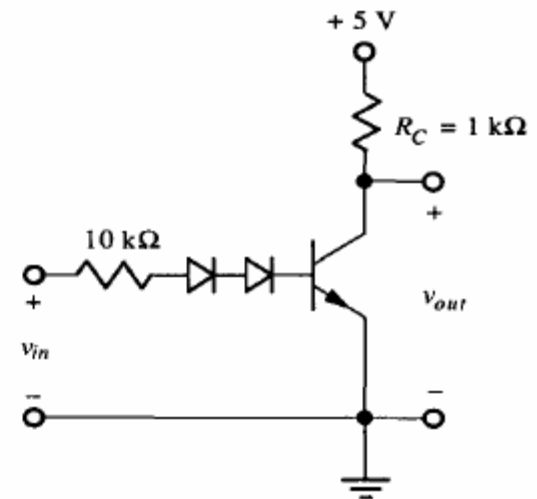
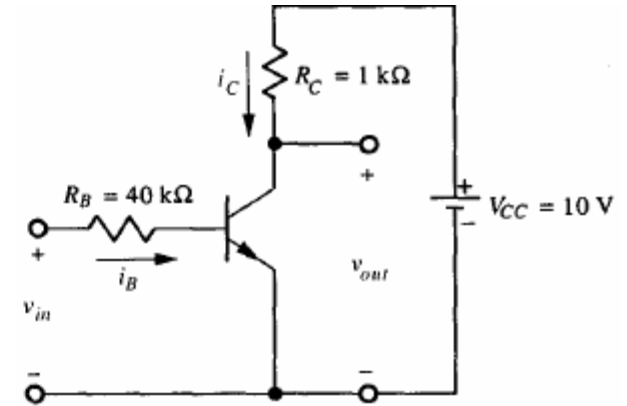
Daha önce incelediğimiz yükselteç-anahtar devresi

- $v_{in} < 0.7V$ (mantık 0) için $v_{out} = 10V$ (mantık 1)
- $0.7V < v_{in} < 4V$ için aktif bölgede
- $v_{in} > 4V$ (mantık 1) için $v_{out} = 0V$ (mantık 0)

olarak bir "NOT" devresi özelliklerini göstermektedir.

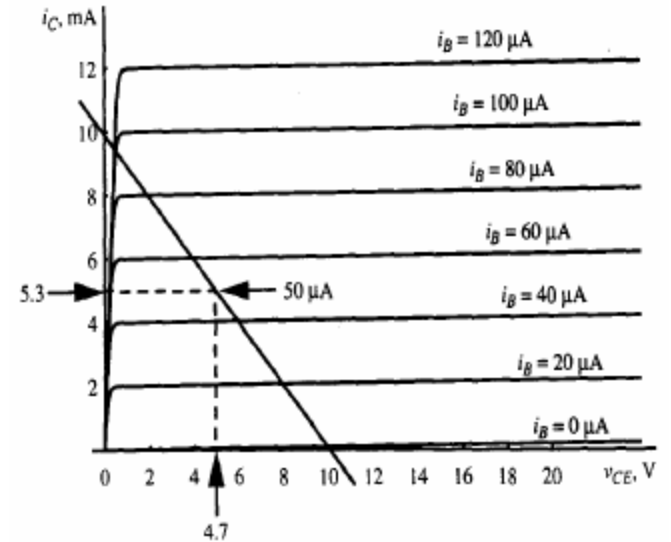
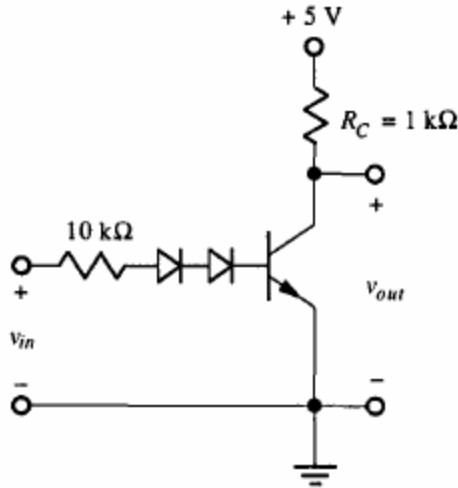
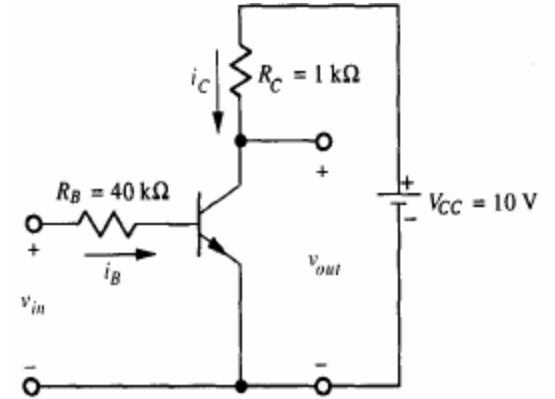
Bu devrede aşağıdaki değişiklikleri yapalım :

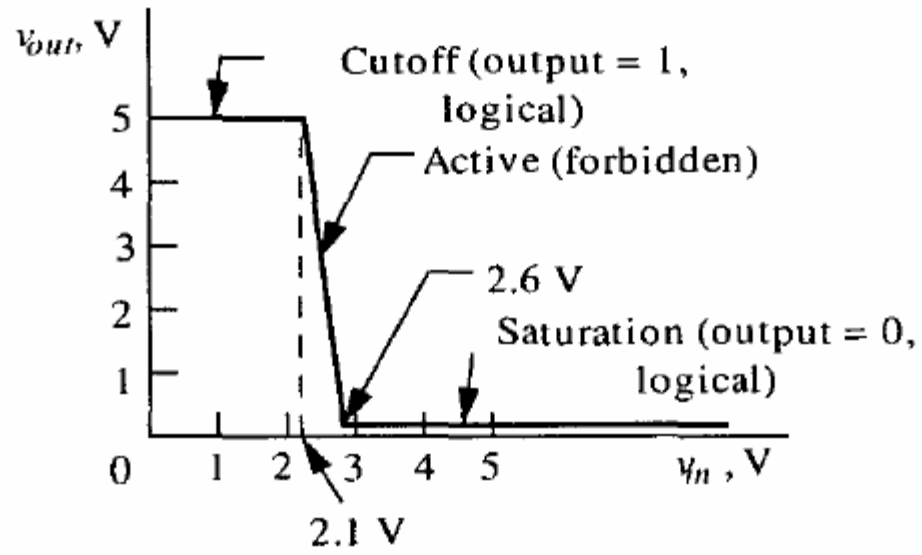
- Baz devresine iki diyot ilavesi
- Baz direnç değerinin $10 k\Omega$ 'a düşürülmesi,
- Batarya geriliminin $10V$ 'dan $5V$ 'a düşürülmesi



Böylece :

- Transistörü kesimde tutmak için gereken max. gerilim v_{in} 0.7V dan 2.1V'a çıkar (mantık 0)
- Transistör kesimden doyuma daha hızlı geçer
($0.7V < v_{in} < 4V$ yerine $2.1V < v_{in} < 2.6V$)
- Transistör kesimdeyken v_{out} 10V'dan 5 V'a düşer (mantık 1) (daha az güç tüketimi ve bazda az diyot)





Yeni yükselteç-anahtar devremizin giriş-çıkış karakteristiği

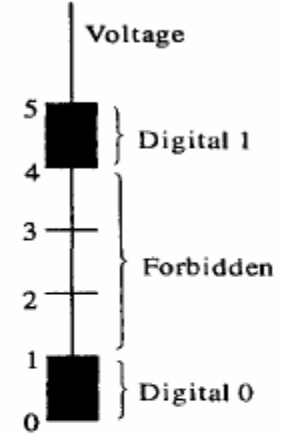
Elektronikte mantıksal seviyeler aşağıdaki gibi belirlenmiştir :

- 0 - 1.0 V arası sayısal 0'ı tanımlar,
- 4.0 - 5.0V arası sayısal 1'i tanımlar
- 1.0 to 4.0V yasak bölgedir

Incelediğimiz yeni devre, yukardaki mantık değerlerine göre rahatlıkla bir “DEĞİL” (NOT) devresi olarak çalışabilecektir.

Mantıksal seviyeler bu şekilde tesbit etmenin Avantajları :

- *Mantıksal seviyeler genişçe bir alana yayıldığı için sayısal cihazlar daha ucuz ve güvenilir olacaktır.*
- *Mantıksal seviyeler arasında geniş bir alan kaldığı için sayısal devrelerin gürültü ve enterferans'a olan duyarlılığı azalacaktır.*



Sayısal Kapılar

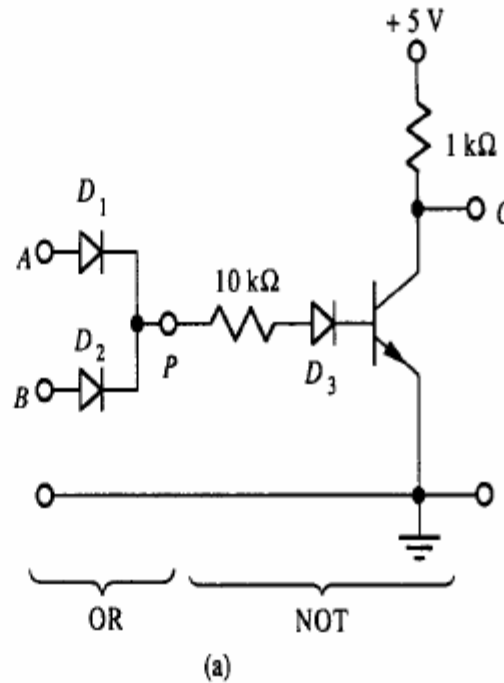
Bunlar mantık devrelerinde, giriş sinyallerinin, **DEĞİL (NOT)**, **VE (AND)**, **VEYA (OR)** gibi mantıksal fonksiyonlara göre geçmesini veya bloke edilmesini sağlayan devrelerdir.

BJT Kapıları

1. “**DEĞİL VEYA**” (NOR) Kapı devresi

1. **$A=0$ and $B=0$** ; V_A ve V_B , 1 voltun altında ise , transistor kesimdedir ve $V_c = 5V$, yani sayısal 1 dir

2. Diğer tüm durumlar için giriş gelen bir 5V gerilim vardır ve bu ($v_{in} = 5 - 2.1 = 2.9V$, $i_B = 290\mu A$) transistörü doyuma sokarak çıkış gerilimini, $V_c = 0V$, yani sayısal 0 yapar.

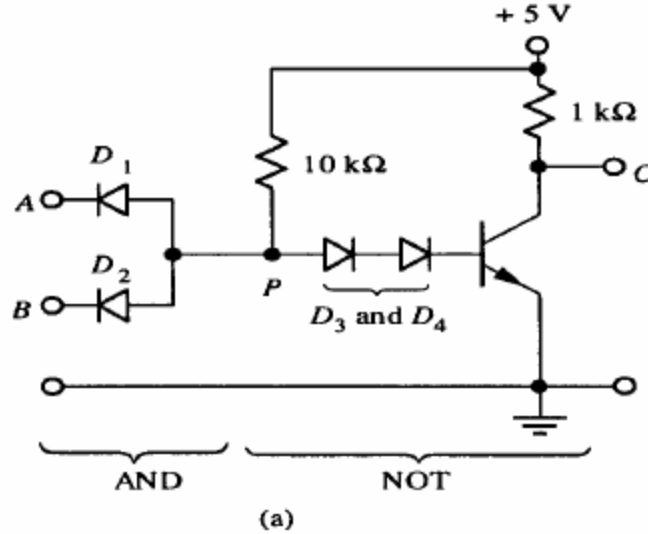


A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$$\text{NOR: } C = \overline{A \text{ OR } B}$$

(b)

2. "DEĞİL VE" (NAND) Kapı devresi



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

NAND: $C = \overline{A \text{ AND } B}$

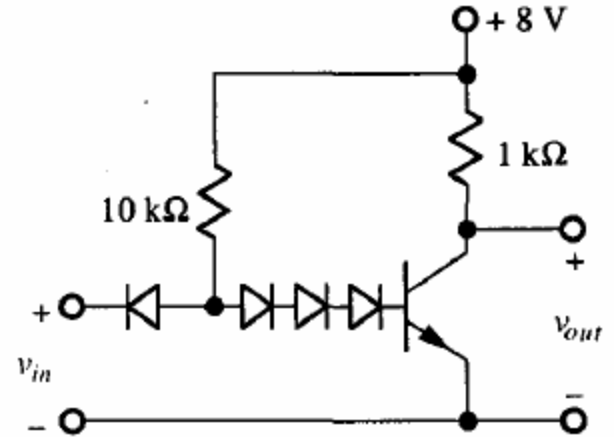
(b)

1. *A veya B'den birinin sıfır olması halinde D1 veya D2 düz polarılmış olacak ve $V_p = 0.7$ volt olacağı için transistör kesimde, çıkış (V_o) ise 5V yani mantıksal değer 1 olacaktır.*
2. *A ve B'nin 5v, yani 1 olması halinde ise D1 ve D2 ters polarılmış olacağından, D3 ve D4 düz polarılmış olacak, $i_B = (5-2.1)/10k\Omega = 290\mu A$ transistörü doyuma geçirerek çıkışı (V_o) 0 yapacaktır.*

Soru : *şekildeki devre bir sayısal tersleyici görevi yapmaktadır. pn Jonksiyon doğru polarma gerilimi 0.7V, doyum(saturation) gerilimi 0.3V ve $\beta=50$ olduğuna göre :*

a)Transistörü doyuma götürmek için gerekli min. V_{in} değeri nedir? Doyumdaki kollektör akımı nedir? Doyum için girişin çekeceği akım nedir?

b) Transistörü kesimde tutacak max vin nedir? Transistör kesimdeyken çıkış kollektör gerilimi nedir? Transistörü kesimde tutmak için giriş akımı ne olmalıdır?



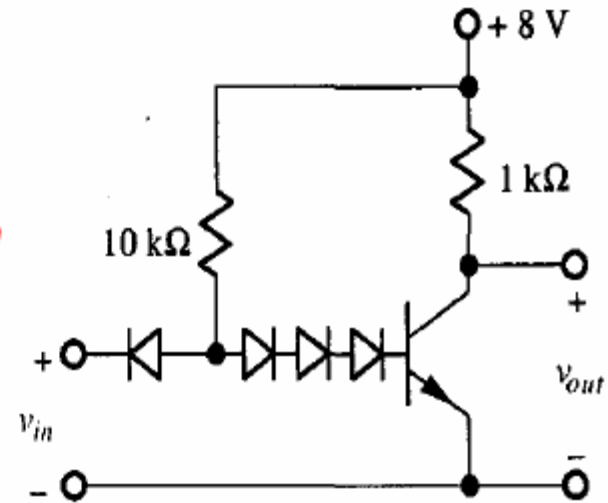
Çözüm ;

a) Transistörü doyuma sokmak için giriş geriliminin min $3 \times 0.7V = 2.1 V$ olması gerekir. Doyumda kollektör akımı $(8-0.3)/1000 = 7.7 mA$ olur.

$$\text{Giriş akımı} = 7.7/50 = 154 \mu A$$

b) Transistörü kesimde tutmak için gerekli *max gerilim 2.1 V* olmalıdır.

Kesimdeyken kollektör gerilimi $8V$ olur.
Kesimdeyken çekilen *giriş akımı 0* olmalıdır.
Girişin bataryadan çektiği akım = $(8-2.1)/10\ 000 = 590 \mu A$

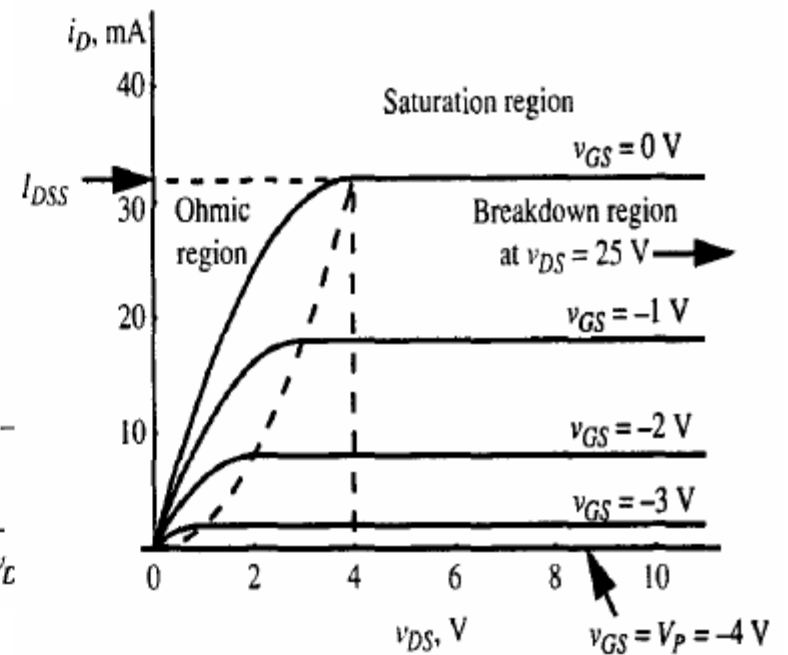
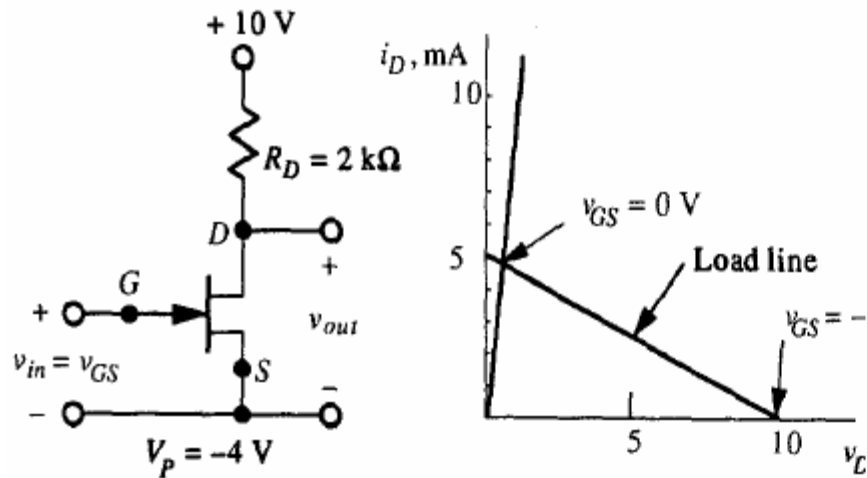


MOSFET Kapılar :

Aşağıda solda bir anahtarlama devresi olarak çalışan "n channel JFET" devresi gösterilmektedir.

a) $V_{GS} \leq -4V$ olduğunda $V_{DS} = 10V$ olur ;

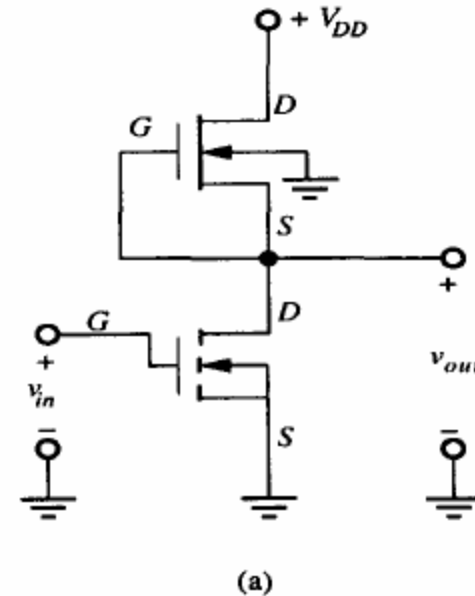
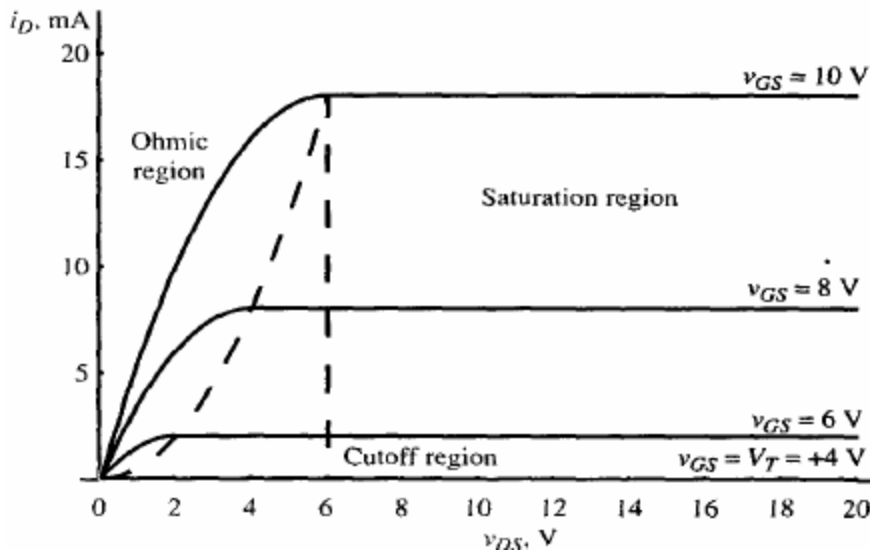
b) $V_{GS} \geq 0$ olduğunda $V_{DS} = 0$ olur



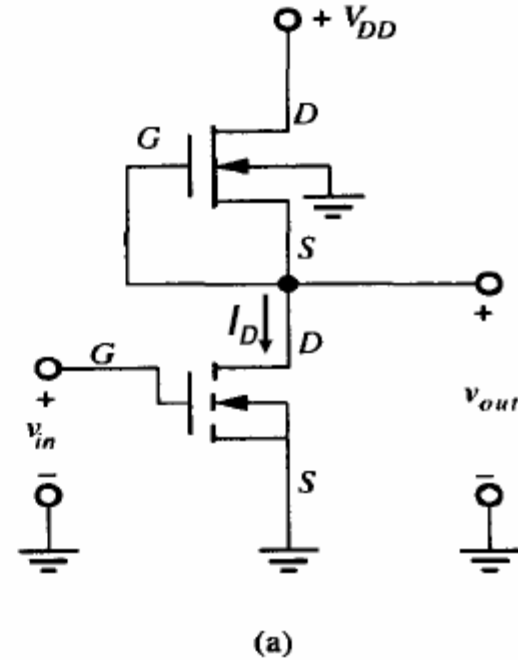
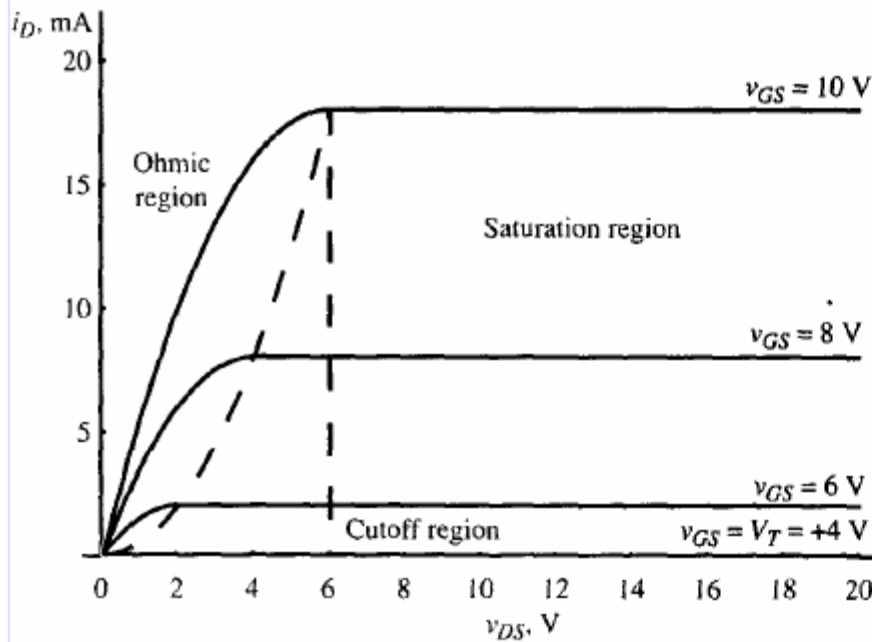
MOSFET Kapılar :

Aşağıda, yük direnci yerine *depletion-mode MOSFET* kullanan bir *enhancement-mode MOSFET* ile yapılan bir “**DEĞİL**” (**NOT**) devresi gösterilmektedir.

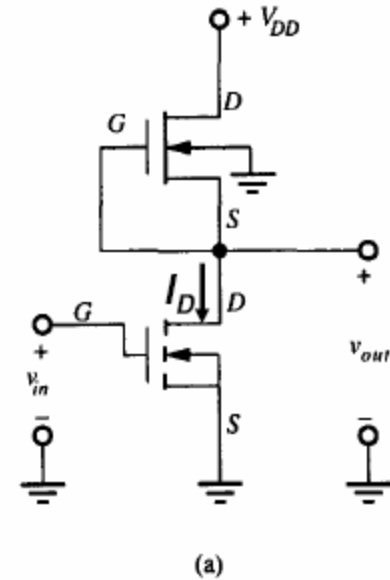
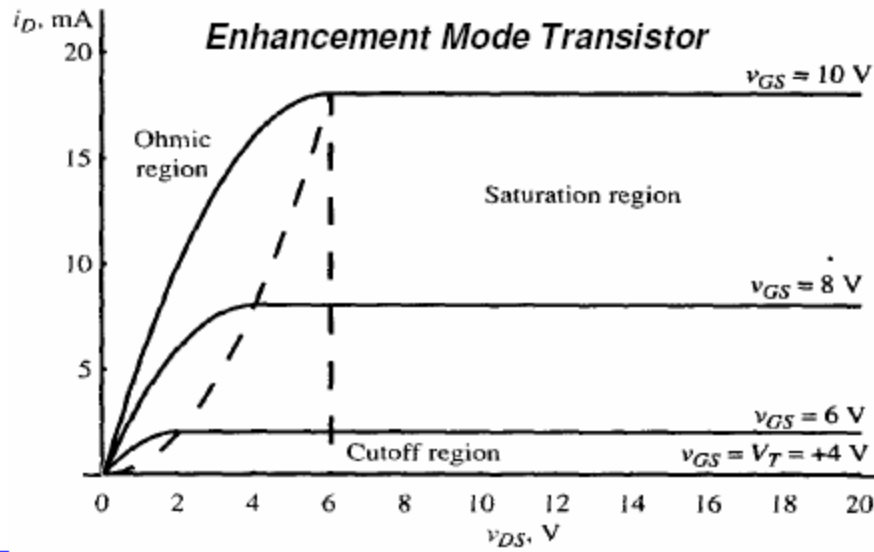
Enhancement-mode MOS FET kullanılmasının sebebi bunların *giriş gerilimlerinin pozitif değerler içerisinde kalması* ve dolayısı ile mantıksal seviyeler açısından daha uygun olmasıdır.



- Sürücü transistör, giriş gerilimi eşik geriliminden (V_T) az olduğunda ($v_{in} \leq 4V$), *kesime girecek* ve $I_D = 0$ olacaktır.
- Yük transistörü ise *ohmic bölgede* ($V_{GS} = 0$ volt ve $I_D = 0$, $V_{DS} = 0$) durumunda olacak ve çıkış gerilimi $v_{out} = V_{DD}$ olacaktır (*mantık 1*).



- Sürücü transistörün, *giriş gerilimi* V_T den yüksek olduğunda ($v_{in} \geq 4V$), i_D yükselecektir.
- Yük transistörü i_D nin yükselmesi ile birlikte doyuma girerek $V_{GS}=0$ için tüm V_{DD} gerilimini üzerine alacak, $V_{out}=0$ olacaktır.
- Sürücü transistör *ohmic bölgeye* girerek I_D akımını çekecek ve gerilimini de $V_S \approx 0V$ olarak tutacaktır. Güç kaybı olmaması için (i_D) küçük tutulmalıdır.



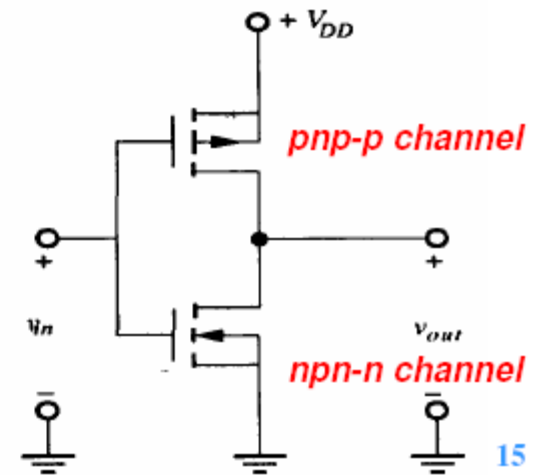
Aşağıdaki “**DEĞİL**” devresi yük olarak **p-channel enhancement-mode MOSFET** kullanan bir devredir.

• Burda girişe uygulanan düşük gerilim (ters polarma) sürücü transistörü **kesime** götürecektir ve yük transistörü **ohmic bölgede** olacaktır ($V_{DS} = 0$ ve $I_D = 0$). Çıkış gerilimi yaklaşık V_{DD} dir.

• V_{DD} ye yakın bir giriş gerilimi, yük transistörünü kesime götürecektir, sürücü transistör ohmic bölgeye girecektir. Çıkış gerilimi yaklaşık $0 V$ olacaktır.

Her iki durumda da transistörlerden birisi kesimdedir ve herhangi bir DC akım geçmez.

Akım sadece geçişler sırasında oluşacağından bu devreler **çok düşük güç harcarlar**.



NMOS ve CMOS mantık aileleri (logic families):

Tamamen *n-channel MOS FET* 'lerden yapılan mantık devrelerine NMOS devre denilir.

p-channel ve n-channel MOS FET 'lerden yapılan mantık devrelerine CMOS devre denilir.

NAND / NOR kapıları ve bunlardan yapılan mantık aileleri, direnç ve kapasitör kullanmadan, *MOSFET kullanarak CMOS* olarak yapılabilirler.

NOR, NAND, ve NOT devreleri tüm sayısal devrelerin yapıldığı temel yapı taşlarıdır.

MOSFETlerin Avantajları :

- *MOSFET ler küçüktür ve entegre devre olarak imalat yöntemleri kolaydır.*
- *Yüksek giriş empedansları vardır*
- *Çok düşük güç harcadıkları için özellikle pil ile çalışan elektronik devrelerde faydalıdırlar.*

SAYISAL ELEKTRONİK MATEMATİĞİ

İki değerli değişkenlerin cebirine Boolean cebiri (algebra) denilmektedir.

Bir Boolean, (sayısal, veya binary) değişkenin *0* ve *1* olarak nitelendirilen *iki değeri vardır* :

Bu değerlere ve OR, AND, ve NOT fonksiyonlarının tanımlarına göre sonuç değişir.

“+” işaret OR, “•” işaret AND, ve üste konulan çizgi ise NOT anlamına gelmektedir.

OR	AND	NOT
$1 + 1 = 1$	$1 \cdot 1 = 1$	$\overline{1} = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \cdot 0 = 0$	$\overline{0} = 1$
$0 + 1 = 1$	$0 \cdot 1 = 0$	
$0 + 0 = 0$	$0 \cdot 0 = 0$	

Tek deęişkenli teoremler :

Tek değişken (A) içeren teoremler aşağıda sıralanmıştır.

Bunların tümü, **A nın her iki durumuna göre** ifadelerin geğerliliği test edilerek **ispatlanabilir.**

OR	AND	NOT
$1 + A = 1$	$1 \cdot A = A$	$\overline{\overline{A}} = A$
$0 + A = A$	$0 \cdot A = 0$	
$A + \overline{A} = 1$	$A \cdot \overline{A} = 0$	
$A + A = A$	$A \cdot A = A$	
$A \cdot \overline{A} = 0$		

De Morgan Teoremi :

İki değişkenli bir mantıksal ifadede yer alan bir **NOT ifadesi, OR lar AND, AND lar ise OR yapılmak koşulu ile** iki değişkene ayrıştırılabilir.

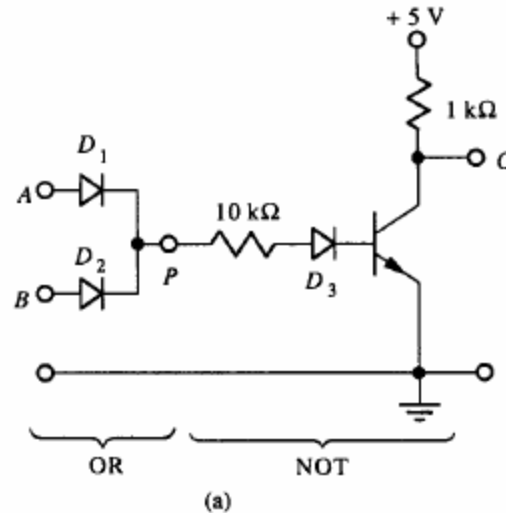
Bu kural 3 deęişkenli ifadeler için de geęerlidir.

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

NOR ve NAND kapılarında kullanılan *diyotlar OR ve AND işlemlerini gerçekleştirirken*, transistörler,

- *Giriş ve çıkışı birbirinden izole eder ve*
- *Bu işlem sırasında girişten gelen işareti çıkışta tersine çevirir.*

Bu terse çevirme işlemi nedeniyle *De Morgan teoremi sayısal elektronikte çok faydalıdır.*



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

$$\text{NOR: } C = \overline{A \text{ OR } B}$$

(b)

EXCLUSIVE OR (XOR)

OR operasyonu *inclusive yani her iki değişkenin 1 olduęu durumu içine alan* bir operasyondur.

EXCLUSIVE OR, veya XOR, fonksiyonu ise

- *İki değişkenden birisi 1 olursa , 1 değerini alır*
- *İki değişkenin ikisi de 1 veya 0 olursa , 0 değerini alır*

Böyle bir fonksiyonun ("*EXCLUSIVE OR*") doğruluk tablosu aşağıdaki gibidir :

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

Mantık Sembolleri ve Mantık aileleri (Logic Symbols and Logic Families)

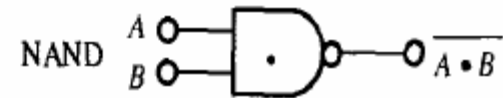
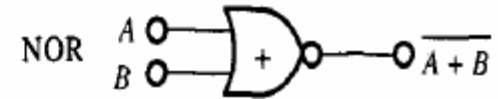
Sayısal sistemler, büyük sayıda AND, NAND, OR, NOR, XOR, and NOT kapılarını, *hafıza* ve *zamanlama devreleri* ile birlikte kullanarak,

- *sayma,*
- *zamanı gösterme,*
- *gerilim ölçme, veya*
- *aritmetiksel bir işlem yapma*

gibi faydalı bir iş yapılmasını sağlarlar.

Sayısal devreleri tasarımlarken ve çizerken *standart mantık sembolleri* ile gösteririz.

Çıktadaki küçük *0 işareti* sinyalin terse çevrileceğini gösterir.



Mantık Aileleri (Logic families)

Mantık aileleri entegre devre (IC) olarak aynı “*chip*” üzerine imal edilirler ve plastik bir kapsül içerisine paketlenirler.

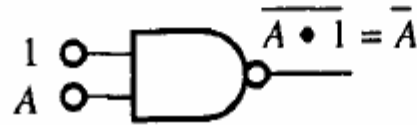


- 1. Diyot—Transistor mantık (DTL) devreleri* : Artık kullanılmamaktadır.
- 2. Yüksek eşik mantık devreleri (High-Threshold Logic) (HTL)* : Bunlar dışardan gelebilecek elektriksel gürültüden etkilenmezler.
- 3. Transistor—transistor mantık (TTL) devreleri* : Bunlar ucuz, hızlı anahtarlama yapabilen ve çok fazla güç harcamayan devrelerdir ve bu nedenle çok kullanılırlar.
- 4. Complimentary metal-oxide semiconductor (CMOS) mantık devreleri* : Bunlar FET kullanılırlar ve çok düşük güç harcarlar, pilli sistemler için uygundur.
- 5. Emitter-coupled mantık (ECL) devreleri* : Çok hızlı anahtarlama yaparlar ve yüksek hız gerektiren uygulamalarda kullanılırlar (high-frequency counters).

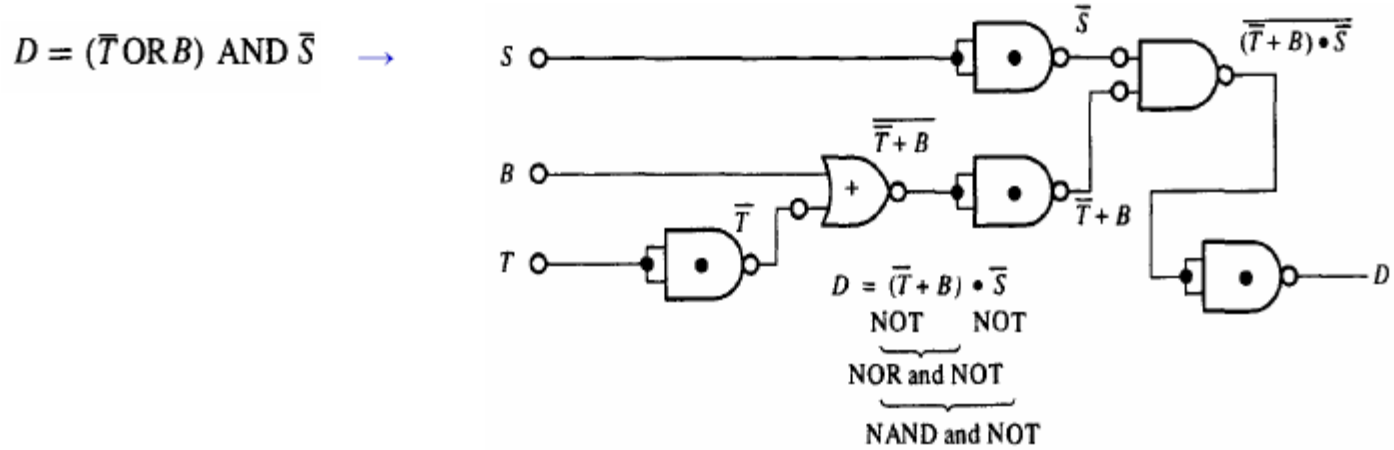
NOT fonksiyonu :

Çok sıklıkla NOT devresi gerektiğinde tasarımcılar NOR ve NAND kapılarını kullanarak yaparlar.

Aşağıda **NAND** devresi kullanarak **NOT** kapısı yapmanın iki değişik yolu gösterilmiştir.

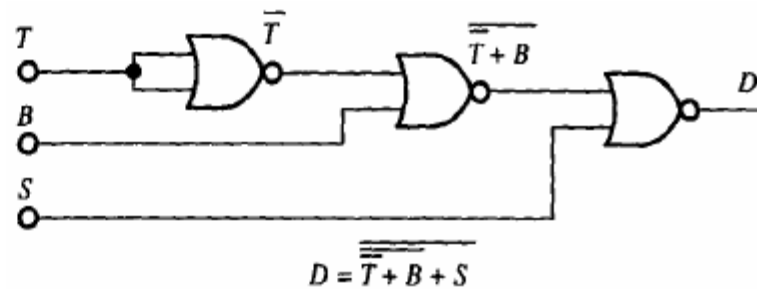


Sadece NAND ve NOR kapılarını kullanarak D fonksiyonunun gerçekleştirilmesi :



De Morgans teoremini kullanarak :

$$\overline{(\bar{T} + B) \cdot \bar{S}} = \overline{\overline{\overline{\bar{T} + B}} \cdot \overline{\overline{\overline{\bar{S}}}}} = \overline{\overline{\bar{T} + B} + \overline{\overline{\bar{S}}}} = \overline{\bar{T} + B + S}$$



Binary Aritmetik

Bilgisayarlar, aritmetik işlemleri *mantık devreleri ile* ve *sayıları binary sisteminde 2 tabanına göre yazarak* yaparlar.

Örneğin *806.1* , *10 tabanına* göre aşağıdaki anlama gelir ,

$$806.1_{10} = 8 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1}$$

Örneğin *110*, *2 tabanına* göre aşağıdaki anlama gelir

$$110_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 6_{10}$$

Binary Kodlamalı Desimal (Binary-coded decimal) (BCD)

Binary Kodlamalı Desimal sistem hibrit bir sistem olup hesap makinalarında ve sayısal enstrümanlarda sıklıkla kullanılır. BCD sisteminde desimal format muhafaza edilirken her bir dijital binary formda yazılır :

$$906_{10} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \overbrace{1001}^9 & \overbrace{0000}^0 & \overbrace{0110}^6 \\ \hline \end{array}$$

Binary-coded decimal
(BCD)

Hexadesimal sistem.

8 ve 16 bit kelimelerle çalışan mikrobilgisayarların çıkışı ile birlikte 16 tabanına göre çalışan hexadesimal sayı sistemi önem kazanmıştır.

Hexadesimal sistem 16 tabanına göre çalıştığından, 6 “yeni” sayı sembolüne ihtiyaç duyar.

A dan F ye kadar olan harfler 10 dan 15'e kadar bu maksatla sıraya göre kullanılırlar.

Hexadesimal sayı olan A8F aşağıdaki şekilde gösterilir :

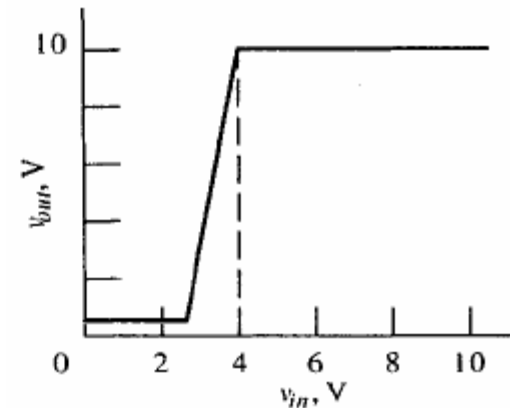
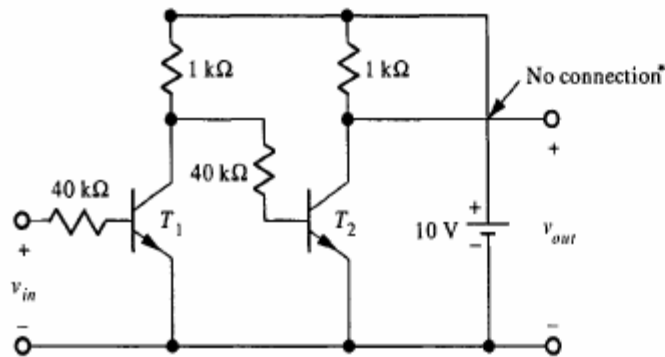
$$A8F_{16} = 10 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 2703$$

SIRALI (SEQUENTIAL) SAYISAL (DIGITAL) SİSTEMLER

Bistable Devre : Biastable devre temel hafıza devresidir. Şekilde birinin çıkışı diğerinin girişine bağlanmış iki katlı bir yükselteç anahtar devresi görülmektedir.

- *Sıfır giriş gerilimi uygulanan T_1 transistörü kesimde, T_2 ise doyumdadır.*
- *T_1 'in giriş gerilimi 4V'a kadar artırılırsa, T_1 'in çıkışı doyumdan dolayı düşmeye başlar ve T_2 kesime girerek çıkışını batarya gerilimine yükseltir.*

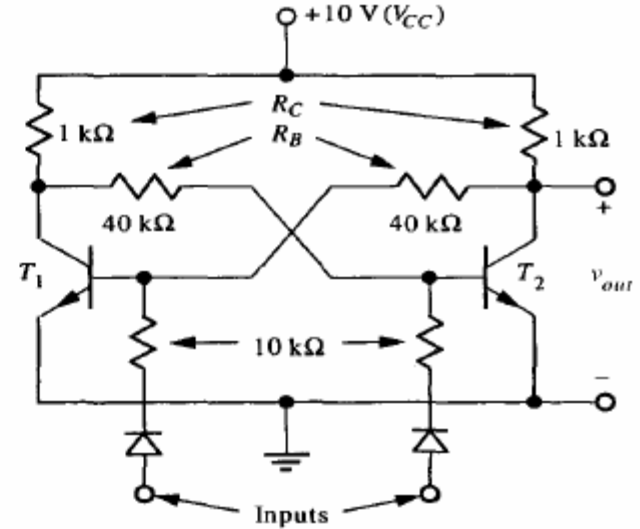
3 - 4 V arası giriş için her iki transistör de *aktif bölgededir* ve hızla transistörler tekrar kesim (cut off) ve doyuma girerler.



Flip-Flop devresi

Yükselteçlerin girişlerini diğerinin çıkışına bağlarsak :

- T_2 doyumda ve T_1 kesimde ilk dengeli durumdur
- İkinci dengeli durum T_1 doyumda ve T_2 kesimde olacaktır.
- Dışardan uygulanacak bir gerilim ile durum değişikliğine neden olunmazsa devre bu iki stabil durumdan birinde **sonsuz** kadar duracaktır.

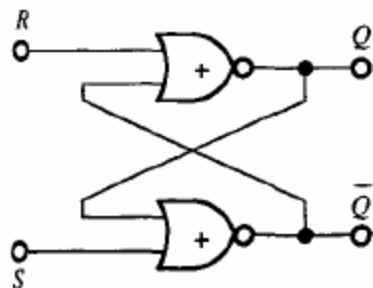


- Kesimde olan transistörün girişine pozitif bir gerilim uygulanırsa devrenin konumu terse çevrilebilir.

Bu devreye Flip-Flop (latch) devresi denir ve elektronik hafıza olarak kullanılır.

Flip-Flop'lar

S—R Flip-Flop : Aynı “latch” fonksiyonu standard mantık devreleri ile de yapılabilir :
Aşağıda NOR kapılarından yapılmış bir **Flip-Flop (Latch) devresi** görülmektedir.



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

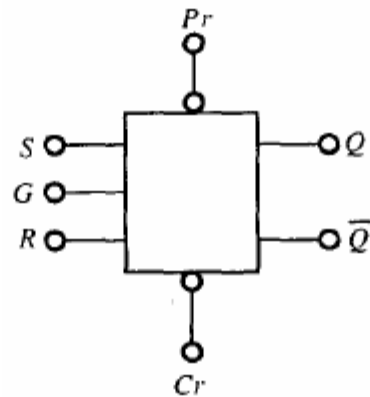
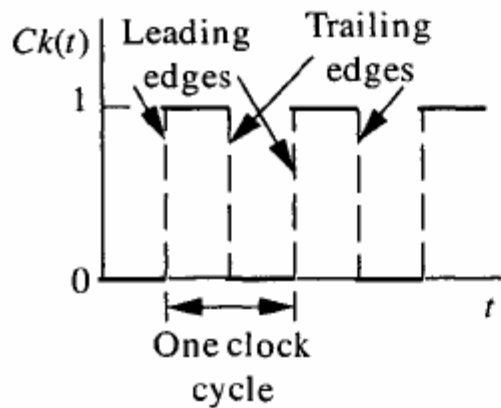
NOR: $C = \overline{A \text{ OR } B}$

R	S	Q	\overline{Q}	Interpretation
0	0	0	1	MEMORY with $Q = 0$
0	0	1	0	MEMORY with $Q = 1$
0	1	1	0	SETS $Q \rightarrow 1$
1	0	0	1	RESETS $Q \rightarrow 0$
1	1	0	0	FORBIDDEN $Q = \overline{Q} = 0$

Kapılanmış (Gated) flip-flops

Kapılanmış (gated) Flip-Flop, R ve S girişlerine, sadece **G** kapısına bir işaret geldiğinde izin verir. Bu flip-flop ayrıca, girişlerden bağımsız olarak, bir Preset (Pr) ve Clear (Cr) girişine sahiptir.

Normal olarak sayısal sistemlerde **zamanlama işaretleri (clock pulse)** tüm sistem içerisinde yayılmıştır.

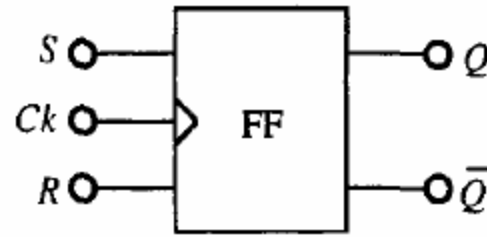
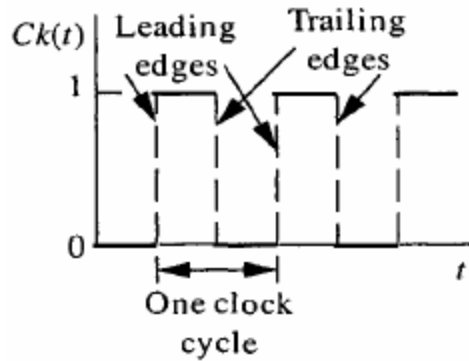


S	R	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	FORBIDDEN

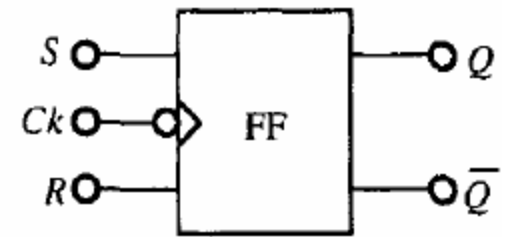
Kenar Tetiklemeli (Edge-triggered) flip-floplar

Girişlerin *kapılanma süreleri (gating time)*, saat (clock) girişini, saat işaretlerinin sadece *geçiş (transition)* kısımlarına hassas yaparak kısaltılabilir. Buna Kenar Tetikleme denir.

Devre, saat işaretlerinin *ön veya arka kenarlarında tetikleme* olacak şekilde yapılabilir. Bu flip-floplarda *simetrik ve periyodik olan saat işaretleri (clock pulse) bir periyotta iki defa anahtarlama* izin verirler.



(a)



(b)

Kenar tetiklemeli flip-flop mantık sembolleri : (a) Ön kenar tetiklemeli; (b) arka kenar tetiklemeli

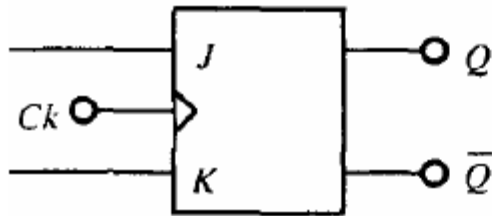
J-K flip flopları :

J-K flip flopları, kapılanmış (gated) S-R flip-flop'un çıkışlarının, girişlere konulacak birer "VE" (AND) kapısına çapraz bağlanması ile elde edilirler.

J = 1 ve K = 1, durumunda, saat işaretleri uzun süreli olursa, osilasyon başlar ve çıkışlar belirsizleşir.

Sayet kenar tetikleme kullanılırsa, her iki giriş 1 olduğunda çıkışın "toggle" etmesi yani durum değiştirmesi sağlanır.

J-K flip flop'un bu "toggle" özelliği sayıcılarda ve frekans bölücülerde faydalı bir özellik olarak kullanılır.

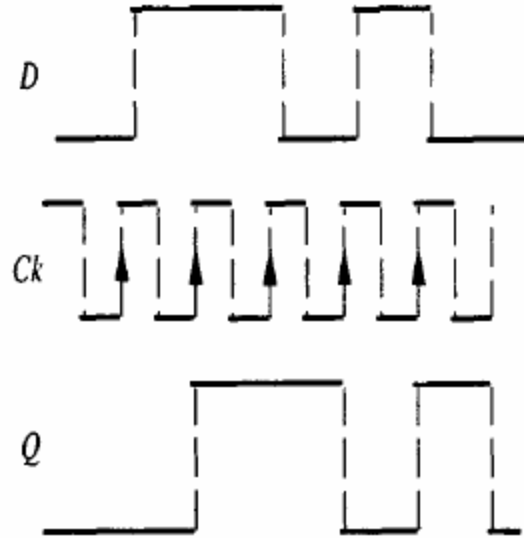
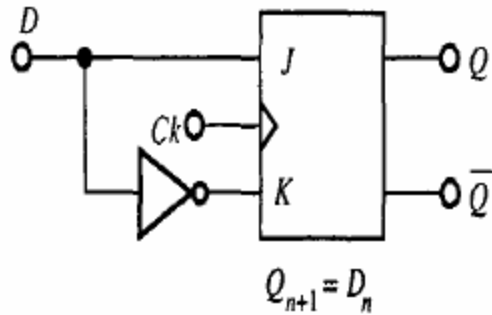


J	K	Q_{n+1}	Meaning
0	0	Q_n	MEMORY
0	1	0	RESET
1	0	1	SET
1	1	Q_n	TOGGLE

D-tipi flip-floplar

Girişler birleştirilir ve birinin önüne bir inverter (tersleyici) konulursa, J-K flip-flop **D-Tipi bir Flip-flop'a** çevrilmiş olur.

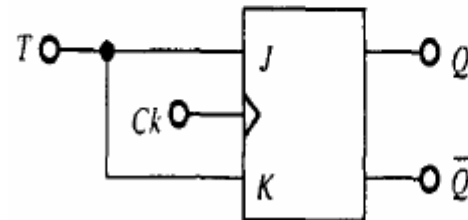
Böylece her bir saat işareti uygulanmasında girişteki işaret çıkışa aktarılmış olur.



T-type flip flops

J ve K girişlerini birbirine bağlarsak T-tipi flip-flop elde etmiş oluruz. T-tipi flip flop, $T = 1$ olduğunda, her bir saat işareti ile toggle eder.

$T=0$ olduğunda ise toggle etmez. Sayıcı ve bölücü devrelerinde bu özellik değerlendirilir.



T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	\bar{Q}_n

Registerlar (kayıtlayıcı):

Bilgisayar ve mikroprosesörler, binary (ikili) bilgiyi *4, 8, 16, veya 32 bit kelimeler (word)* halinde içlerinde hareket ettirirler ve işlerler.

8 Bitlik bir kelimeye *“byte”* adı verilir.

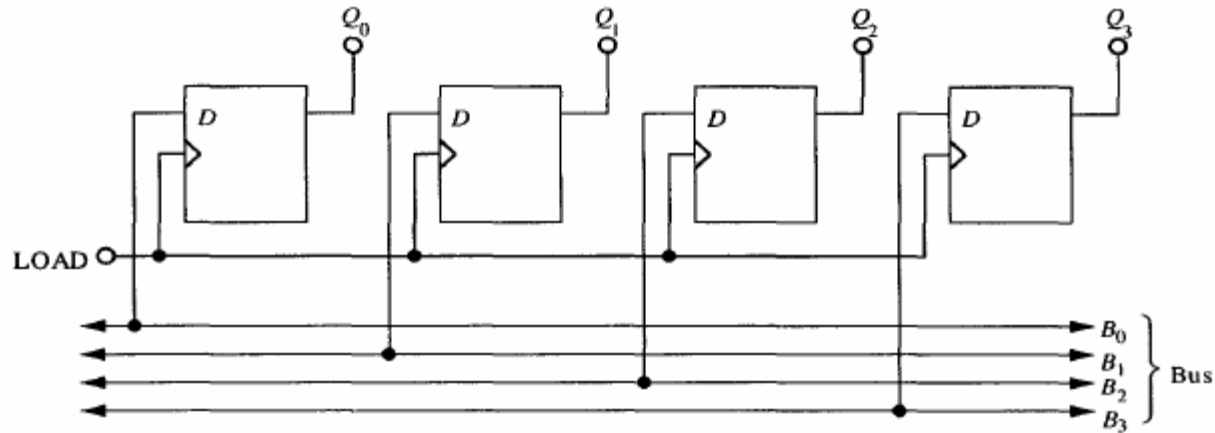
Register'lar (kayıtlayıcı) ikili bilginin kelimeler halinde hafızada tutulabilmesi ve işlenebilmesi için, *kelime uzunluğu* kadar (8 bit için 8 adet) flip-flop'un yan yana getirilmesi ile elde edilirler.

Kelimeler halindeki bilgi, bilgisayar içerisinde *“bus”* adı verilen bir yapı üzerinde hareket ederler.

Bilgisayarda bilgi, kelimeler halinde register'larda *ortaya çıkarlar* veya register'larda *sonlanırlar*.

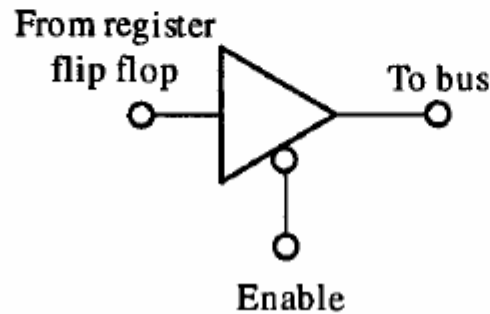
Aşağıda **dört iletkenli bir bus** yapısının, dört adet D-tipi flip flop'tan meydana gelen **sonuç register'ına** bağlantısı gösterilmektedir.

LOAD işaretinin ön kenarında, bus'daki kelime register'lara aynı anda yüklenir.



Bilginin *Bus*'a konulması ise her bir register'dan tek tek yapılabilir. Bunun yapılabilmesi için *üç-durumlu (three state)* bir kapı gerekir.

ENABLE işareti gelmediği sürece kapı açık devredir ve bus'dan kopuktur. *ENABLE* işaretiyle kapı bus'a bağlanır ve girişe göre çıkış 1 veya 0 değerini alır. Tüm register'lar bu şekilde üç-konumlu kapılar ile bus'a bağlanırlar.



Shift register'lar :

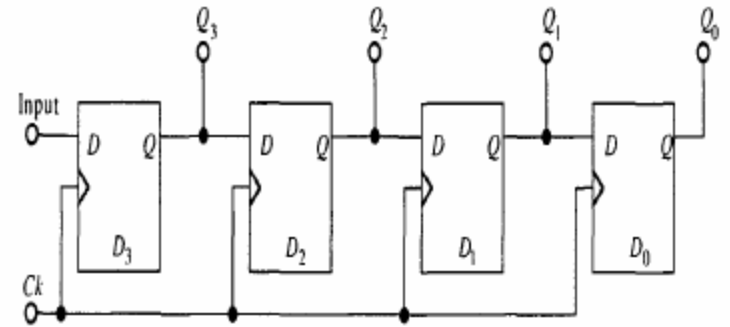
Bazen bilginin *tek bir hat üzerinden* (telefon hattı) gönderilmesi gerekebilir. Bu durumda bilginin *seri formda* gönderilmesi gerekir. Sayısal bilginin seri-paralel veya paralel-seri değişimi için shift register'lar kullanılır.

Şekildeki D-tipi flip floplar shift register olarak görev yaparlar ve girişteki bilgi, her bir saat işaretinde, çıkışa kaydırılır.

Bir saat işareti sonra D3'ün girişi Q3'de, iki saat işareti sonra Q2'de, üç saat işareti sonra Q1'de ve dört saat işareti sonra Q0'da görünecektir.

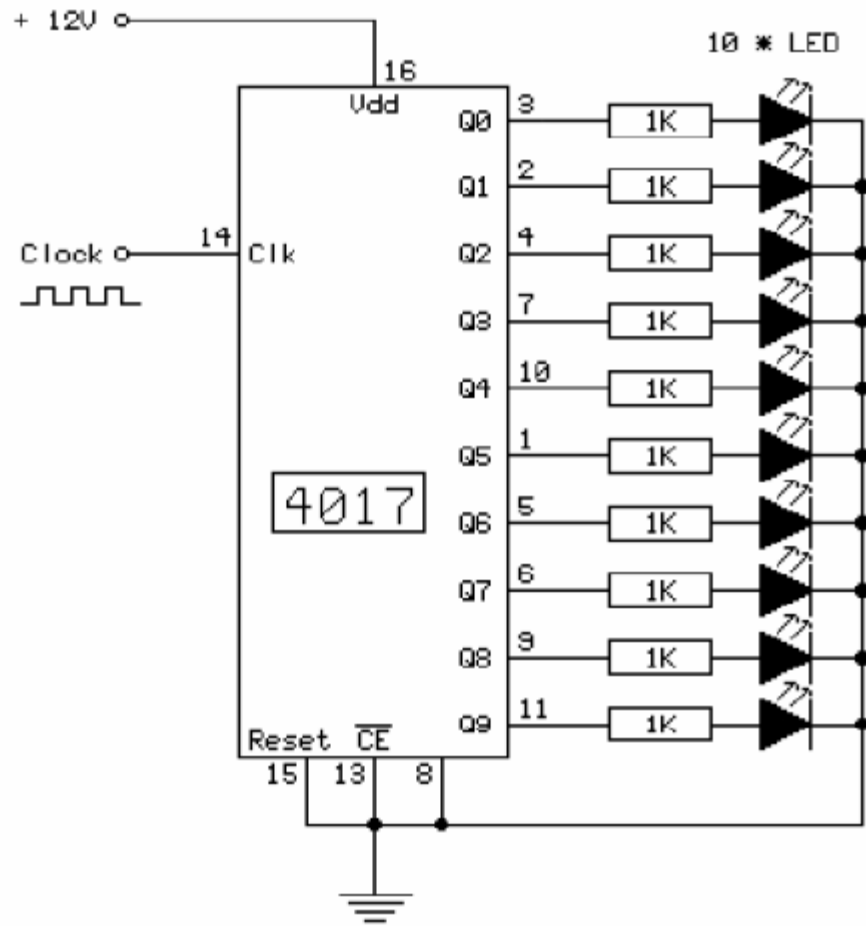
Böylece D3'ün girişine seri halde gelen 4-bit'lik kelime Q3, Q2, Q1, Q0 register'larına 4 saat işareti sonra yüklenecektir. Kelime daha sonra 3 konumlu kapılar ile bus'a aktarılır.

Shift register'lar paralel bilgiyi de saat işaretleri ile seri forma getirip Q0'dan çıkartabilirler.



Yürüyen Işık Devresi

Devre Şeması ve Çalışması

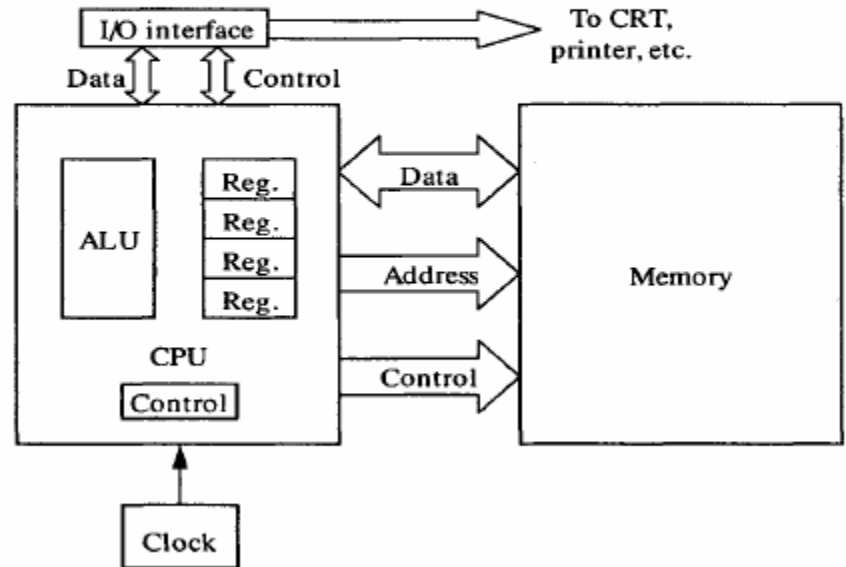


BİLGİSAYAR

Bilgisayar Mimarisi :

Bilgisayarların 4 temel elementi :

- *hafıza,*
- *aritmetik-mantık devresi (ALU),*
- *kontrol devresi ve*
- *giriş-çıkışıdır..*



Central processing unit (CPU) bilgisayar'ın beyni görevini yapar.

CPU'daki *instruction register* (talimat kaydedici) bilgiyi, hafızaya yerleştirilen programdan kelimeler halinde alır ve talimatları yerine getirir.

CPU, çevresiyle

hafıza ile bilgi iletişimini sağlayan bir data bus,

hafızadaki bilgilerin adreslerini kontrol eden bir adres bus ve

zamanlama ve düzeni kontrol eden bir kontrol bus

vasıtasıyla haberleşir.

Programlama Dilleri :

Programlama, bir problemi bilgisayarın anlayacağı ve problemi çözeceği 1 ve 0'lerden meydana gelen kelimelere çevirme işlemidir.

İnsan düşünce şekline yakın olan bilgisayar dillerine “*high-level (yüksek seviye) language*” denir : FORTRAN, BASIC, LISP, ALGOL, C, FORTH, ve PASCAL bunların örnekleridir.

Low-level (düşük seviye) dillere ise “*assembly languages*” denir.

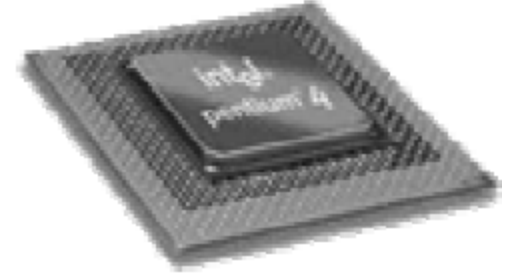
Binary kelimeler bilgisayara *makine veya object code* olarak yüklenirler.

High-level language'daki *bir satır code*, pekçok *machine code* anlamına gelir. *Assembly code*'daki *bir satır* ise bilgisayar operasyonlarına yakın olması nedeniyle *bir veya birkaç satır machine code* meydana getirecektir.

Mikroprosesörlerde, assembly dili aynı zamanda *op code* olarak da ifade edilir.

MİKROİŞLEMCİLER

Mikroişlemci matematiksel, aritmetik ve mantık işlemlerini çok kısa sürelerde yapabilen bir elektronik devredir



Günümüz mikroişlemcileri milyonlarca transistörü bir arada barındırır.

Dijital (sayısal) sistemler temel mantık (lojik) kurallarına bağımlı olarak çalışırlar. Bu tür sistemlerin giriş ve çıkışları iki farklı lojik seviyeye duyarlıdır. Bunlar +5 volt gerilim seviyesini gösteren **Lojik 1** ve 0 volt (toprak) gerilim seviyesini gösteren **Lojik 0** değerleridir. Lojik 0 ve Lojik 1 'lerden oluşan sayı sistemine ikili (binary) sayı sistemi denir.

Günümüzde kullanılan kompleks dijital devrelerin temelinde bu sayı sistemi kullanılmaktadır.



0 ve 1

BELLEKLER

ROM (READ ONLY MEMORY)

İki bellek türünden birisi olan ROM üzerindeki bilgiler RAM'in aksine kalıcıdır. Bilgisayar kapatılsa bile üzerindeki bilgiler kalır. BIOS gibi bilgisayarınız için önemli bilgilerin tutulduğu bir yapıda, ROM kullanılır. ROM'un birkaç versiyonu vardır.

ROM (Read Only Memory)

Standart ROM üzerindeki bilgiler hiç bir yol ile değiştirilemez veya silinemez. ROM birimine bilgi kalıcı olarak yerleştirilmiştir ve içerik kesinlikle değiştirilemez.

PROM (Programlanabilir ROM)

Bu ROM çeşidi saklama alanına bilgileri sadece bir kez yazmaya izin verir. Bu yazmadan sonra bu bilgiler kalıcıdır. Bunu günümüzdeki CD-R'a benzetebiliriz.

EPROM (Erasable Programmable ROM)

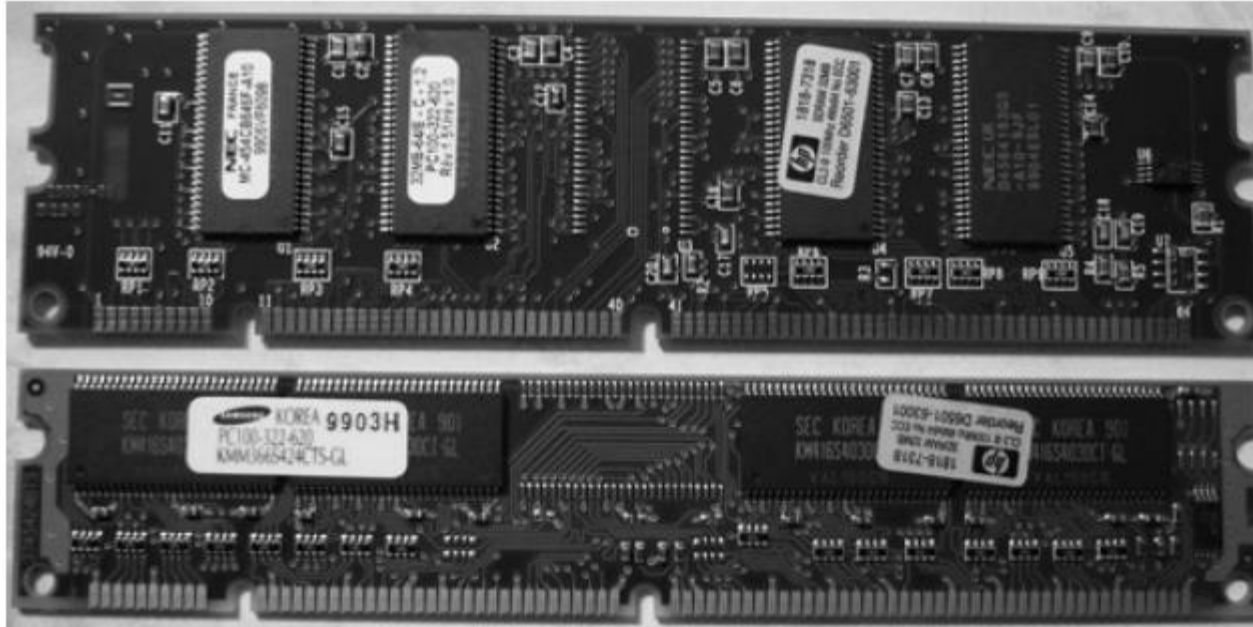
ROM üzerindeki bilginin, silinip tekrar yazılması gerektiğinde EPROM kullanılabilir. Bu çeşit ROM'lar ultraviyole ışığıyla silinebilirler. Bu sayede ROM'a yazılabilme özelliği tekrar sağlanıyor.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)

Şu anda bilgisayarınızın BIOS'unuzun kullandığı ROM tipi EEPROM'dur. EPROM'a benzer olarak EEPROM'da silinebilir ve yazılabilir. Adı üzerinde, silme işini elektriksel olarak yapabiliyorsunuz. Yani ultraviyole ışığını kullanarak bilgileri silmek kadar zor değil. BIOS'lar EEPROM kullanırlar.

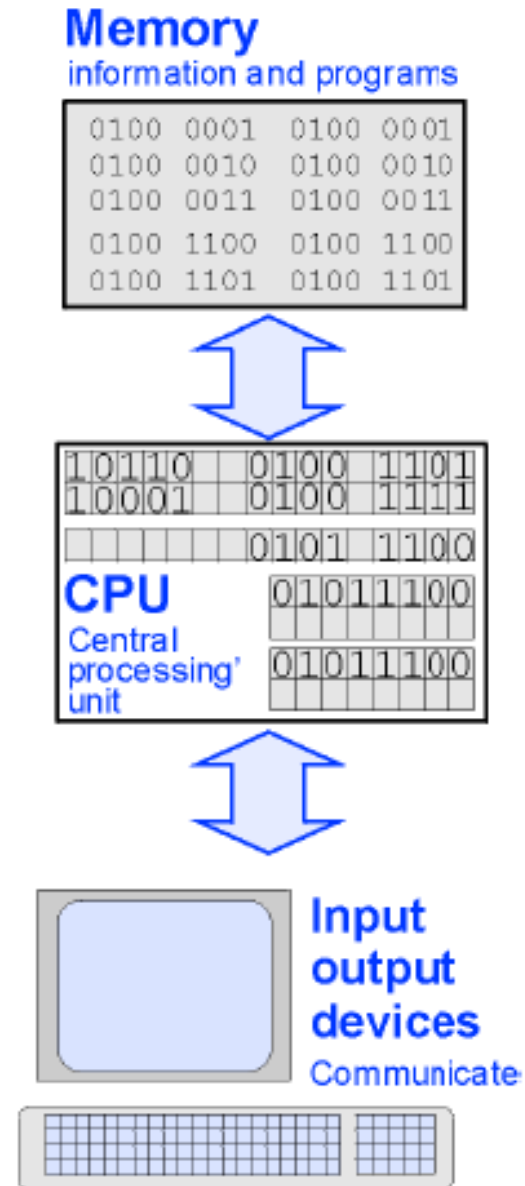
RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)

RAM'deki bilgiler daha az kalıcıdır. Yani, bilgisayarda çalışan programların, gerekli bilgileri sakladığı ve daha sonra kullanmak üzere aldığı alandır. Diğer bir deyişle bir geçici bellek görevindedir. Bilgiler gerektiğinde kullanılır. Gerekemediği zaman silinir. RAM üzerindeki bilgiler kısa ömürlüdür. Bilgisayar kapatıldığında bilgiler silinir.



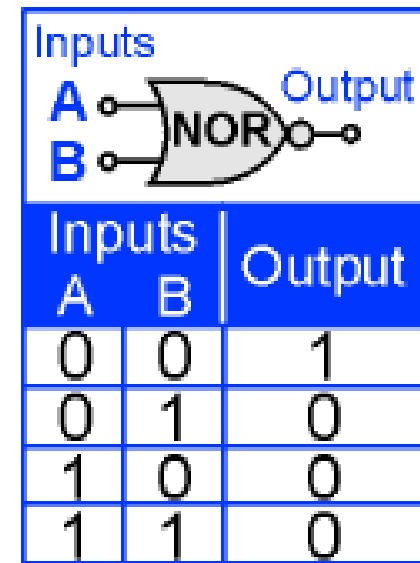
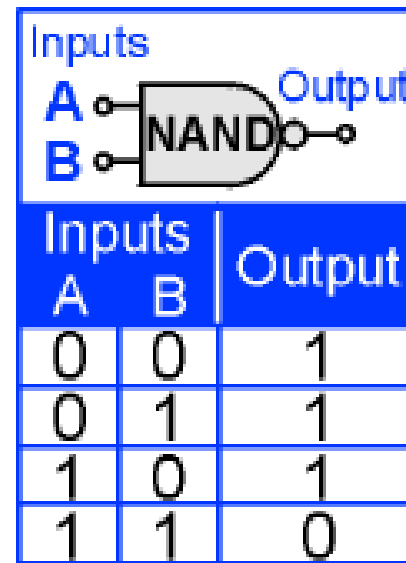
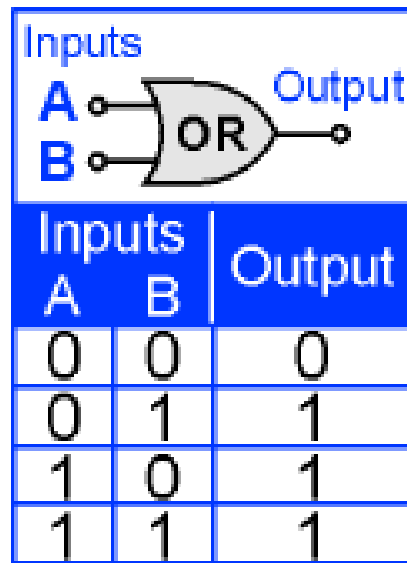
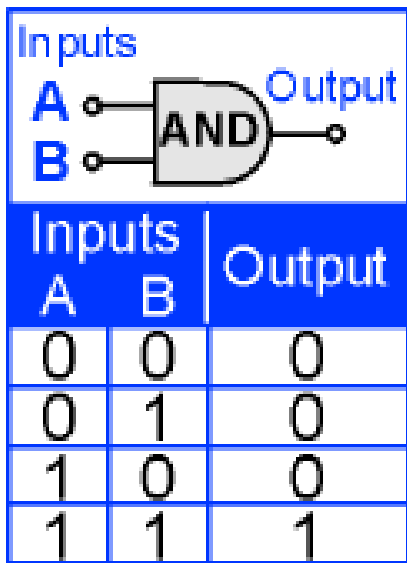
Computers

- A **computer** is an electronic device for processing digital information.
- All computers have three key systems:
 1. memory
 2. central processing unit, or cpu
 3. input-output system or I/O



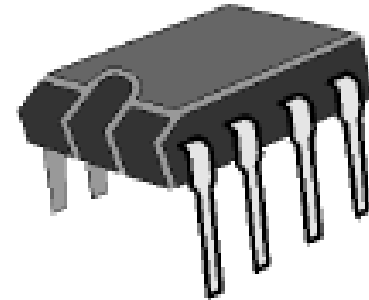
Computers

- Circuits called **logic gates** are the basic building blocks of computers and almost all digital systems.
- The fundamental logic gates are called **AND**,

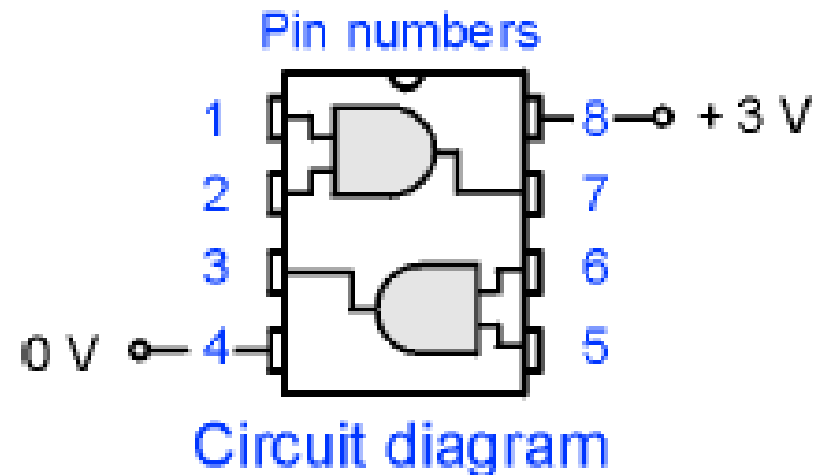


Computers

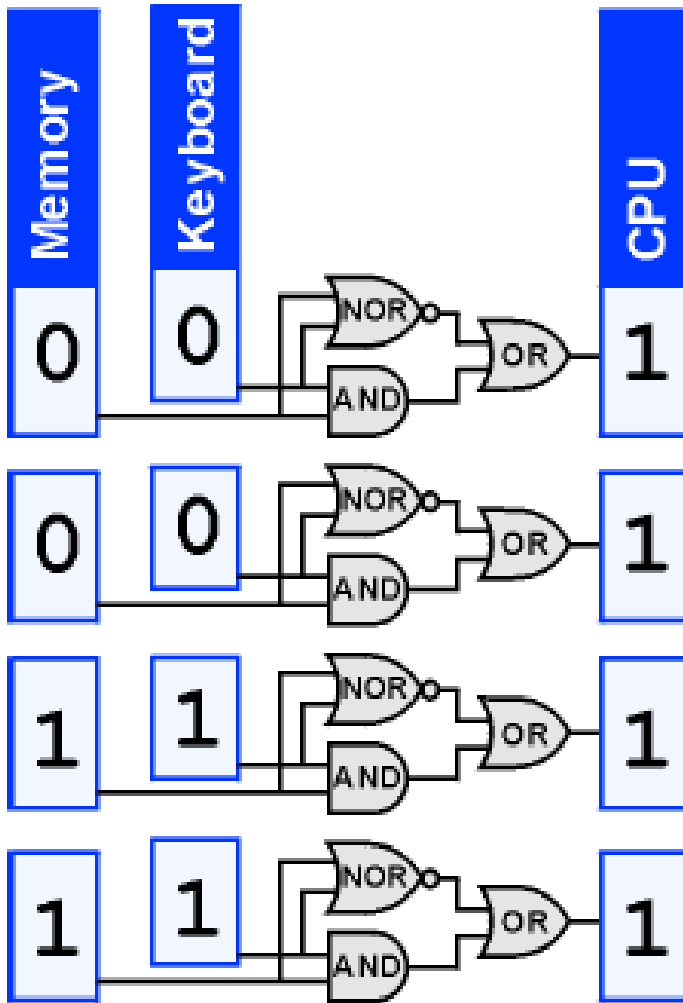
- **Logic gates** are built from many transistors in **integrated circuits**, commonly known as “**chips**.”
- As their names imply, these gates compare two input voltages and produce an output voltage based on the inputs.



**Integrated circuit
(chip)**



Computers

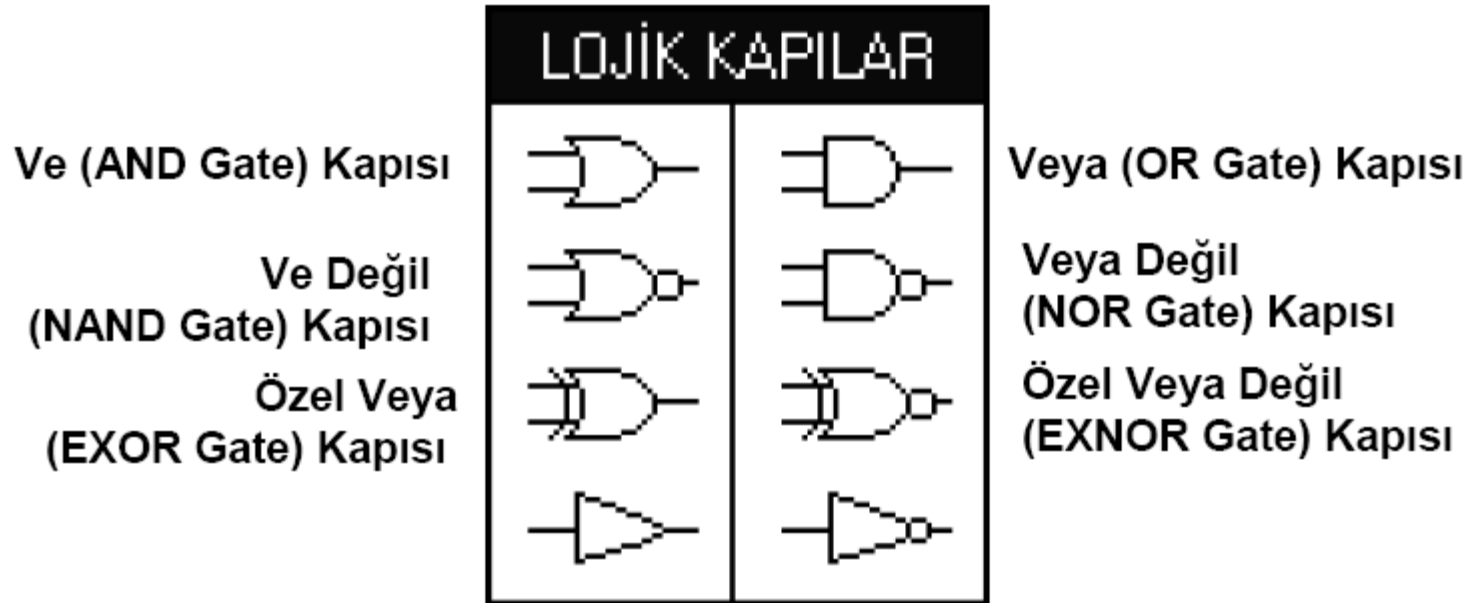


- This logic circuit compares two four-bit electronic numbers.
- The output of this circuit will be four ones (3V on each) only if the number entered by the keyboard exactly matches the number in the computer's memory.

Lojik Kapılar

Dijital elektroniğin temeli de lojik kapılardır. Tüm dijital devrelerde kullanılırlar.

Lojik kapılar **1** ve **0** dan oluşan binary bilgileri işlemede kullanılır. Örneğin istenen binary kodunun alınıp istenmeyenlerin de alınmamasında veya frekans üretiminde veya da gelen binary bilgiye göre işlem yapmada kullanılırlar.



Application: Electronic Addition of Two Numbers

Binary number

Power of 2	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Value	64	32	16	8	4	2	1

1	1	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---

$$64+32+16+0+0+2+1 = 115$$

Binary addition

0	1	1
<u>+ 0</u>	<u>+ 0</u>	<u>+ 1</u>
0	1	10
10	10	100
<u>+ 1</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 10</u>
11	100	110