



An Introduction to Electrical and Electronic Engineering

Dr. Cahit Karakuş, 2018



Mesleki Temel Kavramlar

Metric Expressions

Exp.	Explicit	Prefix	Exp.	Explicit	Prefix
10^{-3}	0.001	milli	10^3	1,000	Kilo
10^{-6}	0.000001	micro	10^6	1,000,000	Mega
10^{-9}	0.000000001	nano	10^9	1,000,000,000	Giga
10^{-12}	0.000000000001	pico	10^{12}	1,000,000,000,000	Tera
10^{-15}	0.000000000000001	femto	10^{15}	1,000,000,000,000,000	Peta
10^{-18}	0.000000000000000001	atto	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000	Exa
10^{-21}	0.0000000000000000000001	zepto	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
10^{-24}	0.000000000000000000000001	yocto	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

- Circuit quantities and component values have extreme ranges in electronic circuits.
- It is not uncommon to have values such as 1,200,000,000 Hz and 0.00000000047 F in the same circuit.
- For this reason, metric prefixes and engineering notation are used to simplify communications and computations.

Kilogramın tanımı

- 1889'dan bu yana, kilogramın tanımı "Le Grand K - Büyük K" adı verilen ve Paris'teki bir kasada saklanan platin bazlı bir külçeyle yapılıyor.
- Ancak kilogramın başlıca tanımının günleri sayılı. Yıllar boyunca yaşanan bozulma nedeniyle ağırlığı değişti.
- Paris'teki kilogramdan kopyalanan dünya genelindeki kilogramlar ve Büyük K'nin kendisi arasında farklılıkla olduğunu biliyoruz. Bu durum bilim açısından kabul edilemez. Dolayısıyla, Büyük K şu anda amaca hizmet ediyor olabilir belki ama 100 yıl sonra edemeyecek.

Kilogramın tanımı değişiyor...

- Elektromıknatısların ürettiği çekim gücü doğrudan bobinlerine giden elektrik akımıyla ilgili. Yani burada elektrik ve ağırlık arasında doğrudan bir ilişki var.
- Alman fizikçi Max Planck'ın bulunduğu, ağırlık ve elektrik akımı arasındaki ilişkiyi kuran Planck sabiti adlı bir sayı var ve h sembolüyle gösteriliyor.
- Kibble dengesi diye bilinen cihazın bir tarafında elektromıknatıs diğer tarafında da herhangi bir ağırlık, örneğin kilogram var.
- Cihazın her iki tarafı da tam olarak dengelenene dek elektro mıknatıstan geçen elektrik akımı miktarı artırılıyor. Uzmanlar elektro mıknatıstan geçen elektirik miktarını yüzde 0,000001 hassasiyetle ölçebiliyor.

UNITS OF LENGTH

1 inch (in)	=	2.54 centimeters (cm)
1 foot (ft)	=	30.48 cm = 0.3048 m
1 yard (yd)	=	0.9144 meter
1 meter (m)	=	39.37 inches
1 kilometer (km)	=	0.54 nautical mile
	=	0.62 statute mile
	=	1093.6 yards
	=	3280.8 feet
1 statute mile	=	0.87 nautical mile
(sm or stat. mile)	=	1.61 kilometers
	=	1760 yards
	=	5280 feet
1 nautical mile	=	1.15 statute miles
(nm or naut. mile)	=	1.852 kilometers
	=	2025 yards
	=	6076 feet
1 furlong	=	1/8 mi (220 yds)

UNITS OF SPEED

1 foot/sec (fps)	=	0.59 knot (kt)*
	=	0.68 stat. mph
	=	1.1 kilometers/hr
1000 fps	=	600 knots
1 kilometer/hr	=	0.54 knot
(km/hr)	=	0.62 stat. mph
	=	0.91 ft/sec
1 mile/hr (stat.)	=	0.87 knot
(mph)	=	1.61 kilometers/hr
	=	1.47 ft/sec
1 knot*	=	1.15 stat. mph
	=	1.69 feet/sec
	=	1.85 kilometer/hr
	=	0.515 m/sec

*A knot is 1 nautical mile per hour.

Units	Inches	Feet	Yards	Miles	Centimeters	Meters
1 inch =	1	0.083 333 33	0.027 777 78	0.000 015 782 83	<u>2.54</u>	<u>0.025 4</u>
1 foot =	<u>12</u>	1	0.333 333 3	0.000 189 393 9	<u>30.48</u>	<u>0.304 8</u>
1 yard =	<u>36</u>	<u>3</u>	1	0.000 568 181 8	<u>91.44</u>	<u>0.914 4</u>
1 mile =	<u>63 360</u>	<u>5 280</u>	<u>1 760</u>	1	<u>160 934.4</u>	<u>1609.344</u>
1 centimeter =	0.393 700 8	0.032 808 40	0.010 936 13	0.000 006 213 71 2	1	<u>0.01</u>
1 meter =	39.370 08	3.280 840	1.093 613	0.000 621 371 2	100	1

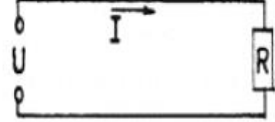
Ohm kanunu

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

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

$$U = I \cdot R$$

R Direnç V Volt A Amper
U Gerilim I Akım Ω ohm



Elektrikte güç

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$U = \frac{P}{I}$$

$$U = I \cdot R$$

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

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = I^2 \cdot R$$

P Güç W Watt

Örnek 1: Direnci 48,4 Ω olan bir ısıtıcıdan 1000 W lık güç elde edilebilmesi için tatbik edilmesi gereken gerilim kaç voltur.

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{48,4 \cdot 1000} = 220 \text{ V.}$$

Örnek 2: 24 Volt'la çalışan bir rölenin ön direnci 1000 Ω olduğuna göre geçen akım şiddetini ve gücünü hesaplayınız.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24}{1000} = 0,024 \text{ A} \quad P = U \cdot I = 0,024 \cdot 24 = 0,576 \text{ W}$$

İletkenlik direnci ve iletkenlik

$$\boxed{G = \frac{1}{R}} \text{ İletkenlik,} \quad \boxed{R = \frac{\rho \cdot L}{S}} \text{ İletken direnci,} \quad S = \frac{\rho \cdot L}{R} \text{ İletken kesiti} \quad \rho = \frac{R \cdot S}{L} \text{ İletken öz direnci} \quad L = \frac{R \cdot S}{\rho} \text{ İletken uzunluğu}$$

$$\boxed{K = \frac{1}{\rho}} \text{ İletken öziletkenliği} \quad \boxed{R = \frac{L}{K \cdot S}} \text{ İletken direnci} \quad S = \frac{L}{K \cdot R} \text{ İletken kesiti} \quad K = \frac{L}{R \cdot S} \text{ Öz iletkenlik} \quad L = R \cdot S \cdot K \text{ İletken uzunluğu}$$

ρ Öz direnç $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ Ohm milimetre kare/metre K Öz iletkenlik $\frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$ Metre/Ohm milimetrekare G İletkenlik
 S İletken kesiti mm^2 Milimetre kare L Uzunluk m Metre R Direnç Ω Ohm $\text{k}\Omega$ Kiloohm mS Milisimens

Örnek 1: 6 mm çapında 1000 m uzunluğundaki bakır telin direnci nedir?

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{\rho \cdot L}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \cdot \rho \cdot L}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,0178 \cdot 1000}{6^2 \cdot 3,14} R = 0,629 \Omega$$

Örnek 2: 100 m uzunluğunda bakır iletkenli bir hattın direnci 1,5 Ω olduğuna göre kullanılacak iletkenin kesiti nedir?

Hat uzunluğu: 100 m İletken uzunluğu: $2 \cdot 100 = 200$ m

$$S = \frac{\rho \cdot L}{R} = \frac{0,0178 \cdot 2 \cdot 100}{1,5} = \frac{3,56}{1,5} = 2,37 \text{ mm}^2 \quad S = 4 \text{ mm}^2 \text{ seçilir.}$$

Elektrik akımının ısı etkisi

$$1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} = 4186 \text{ Ws} \quad \text{kWs} = \frac{1}{4,186} \text{ kcal} = 0,239 \text{ kcal} = 1 \text{ kJ} \quad 1 \text{ kWh} = 3600 \cdot 0,239 = 860 \text{ kcal} = 3,6 \text{ MJ} \quad 1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$$

$$\boxed{Q = W_{\text{kwh}} \cdot 860} \quad 1 \text{ kcal} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} \quad \boxed{P_{\text{kw}} = \frac{Q \cdot 60}{860 \cdot t}} \quad \boxed{t_2 = t_1 + \frac{W \cdot 860}{c \cdot m}} \quad \boxed{W = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{860}} \quad \text{Elektrik işi} \quad \boxed{P_{\text{kw}} = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \cdot 60}{860 \cdot t}} \quad \text{Elektrik gücü}$$

$$t_2 = t_1 + \frac{P_{\text{kw}} \cdot t \cdot 860}{c \cdot m \cdot 60}$$

$$t = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \cdot 60}{860 \cdot P_{\text{kw}}}$$

Q Isı miktarı P Güç kcal kilokalori kW kilowatt

Elektrikte iş

$$\boxed{W = P \cdot t} \quad P = \frac{W}{t} \quad t = \frac{W}{P} \quad 1J = 1\text{Newtonmetre (Nm)} = 1Ws$$

W İş
kW kilowatt

P Güç
s Saniye

t Zaman
h saat

W Watt
Ws Watt saniye
kWh kilowatt saat

Örnek 1: 1200W gücünde bir ütünün yarım saatte kullandığı enerji nedir? $W = P \cdot t = 1200 \cdot 0,5 = 600 \text{ Wh} = 0,6 \text{ kWh}$.

Örnek 2: 75 Wattlık lamba ne kadar zamanda 1500 Wh lık enerji kullanır? $t = \frac{W}{P} = \frac{1500}{75} = 20 \text{ saat}$

Örnek 3: 6saatte 0,600kWh enerji kullanan televizyonun gücü nedir? $P = \frac{W}{t} = \frac{0,600}{6} = 0,10 \text{ kW} = 100W$

The formula that links energy and power is:

$$\text{Energy} = \text{Power} \times \text{Time}.$$

The unit of energy is the joule, the unit of power is the watt, and the unit of time is the second.

If we know the power in watts of an appliance and how many seconds it is used we can calculate the number of joules of electrical energy which have been converted to some other form.

E.g. If a 40 watt lamp is turned on for one hour, how many joules of electrical energy have been converted by the lamp?

$$\text{Energy (w)} = \text{Power} \times \text{Time}$$

$$\text{Energy} = 40 \times 3600$$

$$= 14,400 \text{ joules}$$

Example

A consumer uses a 6 kW immersion heater, a 4 kW electric stove and three 100 watt lamps for 10 hours.
How many units (kWh) of electrical energy have been converted.

$$\begin{aligned}\text{Total power in kilowatts} &= 6 + 4 + 300/1000. \\ &= 10.3\text{kW}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Energy in kilowatt hours} &= \text{Power in watts} \times \text{time in hours} \\ &= 10.3 \times 10 \\ &= 103 \text{ kilowatt hours}\end{aligned}$$

Worked Example

A d-c generator has an e.m.f of 200 volts and provides a current of 10 amps. How much energy does it provide each minute?

$$\text{Energy} = \text{Power} \times \text{Time}$$

$$\text{Power} = V \times I$$

$$= 200 \times 10$$

$$= 2000 \text{ watts}$$

$$\text{Energy} = 2000 \times 60$$

$$= 120,000 \text{ Joules or } 120 \text{ kJ.}$$

1 Birim elektrik → 1 Kilowatt saat (1 kWh)

1 kW kapasite (1 saatte 1 kWh elektrik üreten santral kapasitesi)

1000 kW kapasite → 1 MegaWatt (1 MW)

1000 kWh → 1000 kilowattsaat (1 MWh)

1000 MW saat → 1 Gigawattsaat (1 GWh)

1000 Gigawattsaat → 1 Terawattsaat (1 TWh)

ETKB: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

ÇEVİRİM KATSAYILARI

		TEP	Isıl Değer (KCal/kg)	Joule
1 Ton	Taşkömürü	0,61	6100	25539
1 Ton	Linyit (teshin ve sanayi)	0,3	3000	12560
1 Ton	Linyit (santral)	0,2	2000	8374
1 Ton	Linyit (Elbistan)	0,11	1100	4605
1 Ton	Asfaltit	0,43	4300	18003
1 Ton	Kok	0,7	7000	29308
1 Ton	Briket	0,5	5000	20934
1 Ton	Hampetrol	1,05	10500	43961
10 ³ m ³	Doğalgaz	0,91	9100 (1)	38100
1 kwh	Elektrik Enerjisi	0,086	860 (2)	3,6x10 ⁶
1 kwh	Jeotermal Enerji (elektrik)	0,86	8600	36006
1 kwh	Nükleer Enerji	0,2606	2606	10911
1 Ton	Odon	0,3	3000	12560
1 Ton	Hayvan ve Bitki Artıkları	0,23	2300	9630

(1) KCal/10³ m³

(2) KCal/kwh

TEP	:	Ton Petrol Eşdeğeri	:	10 ⁷ kCal	
KEP	:	Kilogram Petrol Eşdeğeri	:	10 000 kCal	
KWh	:	Kilowattsaat			
MWh	:	10 ³ KWh			
GWh	:	10 ⁶ KWh			
TWh	:	10 ⁹ KWh			
MW	:	10 ³ KW			
TJ	:	Terajoule	:	10 ¹² joule	: 23.88 TEP
1 Kalori	:	4.1868 joule			
MWe	:	Megawatt-elektrik			
MWt	:	Megawatt-ısı (termal)			
BTEP	:	Bin TEP			

Watt

- Watt (W) güç ölçüm birimidir.
 - Birim elektrik enerjisidir.
- Amper x Volt = Watt
- 1 Kilowatt (kW) = 1000 Watt

Watt hour

- Watt-hour (Wh) enerji birimidir.
 - Saatlik üretilen yada tüketilen elektrik enerjisi miktarıdır.
 - Watts x hour = Watt-hours
- 1 Kilowatt-hour (kWh) = 1000 Wh

Amper hour

- Amper-saat (hour) (Ah)
 - Elektron akış miktarı
 - Akü kapasite hesaplamalarında kullanılır
 - Amper x hours
 - Amper-hours x Volt = Watt-hours
 - 200 Ah Akü, 1A 'i 200 saat üretir.
 - 200 Ah Akü, 10 A'i 20 saat üretir.
 - 100 Ah Akü x 12 V = 1200 Wh

ENERGY CONVERSIONS

1 BARREL OF OIL

= 5.8×10^6 BTU

= 42 US gallons = approx. 159 litres

1 cubic metre = 35.315 cubic feet = 6.2898 barrels

1 tonne of crude oil = approx. 7.3 barrels

Tonne of oil equivalent

The **tonne of oil equivalent** (toe) is a unit of energy defined as the amount of energy released by burning one tonne of crude oil.

Mtoe, one million toe

gigatoe (Gtoe, one billion toe).

A smaller unit of **kilogram of oil equivalent** (kgoe) is also sometimes used denoting 1/1000 toe.

- 1 toe = 39,683,205.411 BTU
- 1 toe = 7.11, 7.33, or 7.4 barrel of oil equivalent (boe)
- 1 barrel of oil equivalent (boe) contains approximately 0.146 toe (i.e. there are approximately 6.841 boe in a toe).

Sayısal İşaret

Sayısal işaret: bit temelinde 0 ya da 1 ile tanımlanan var/yok mantığıyla çalışan işarettir. Bir işaret, farklı sinüs dalgalarının toplamından oluşur. (Genişlik ve frekans) Frekansın temeli titreşimdir. Frekans, bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Tersine ise periyottur. Yani periyot bir tek titreşimin süresidir. Analog işaret, çok sayıda frekans bileşiminden oluştuğundan işareti işlemek zordur. O nedenle frekans domaininde işlenir. Frekans spektrumunda işaretin başladığı ve bittiği frekans aralığı bant genişliğini verir.

Binary Sayıların Decimal Sayılara Dönüştürülmesi: $(100011)_2 = 2^5 + 2^1 + 2^0 = 32 + 2 + 1 = (35)_{10} = (23)_{16}$

Ondalık Binary Sayıların Decimal Sayılara Dönüştürülmesi: $(111,101)_2 = 2^2 + 2^1 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-3} = 4 + 2 + 1 + 1/2 + 1/8 = 7,625$

Decimal Sayıların Binary Sayılara Çevrilmesi: $(172)_{10} = (128 + 32 + 8 + 4)_{10} = (2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^2)_{10} = (1010\ 1100)_2 = (AC)_{16}$

Ondalık Decimal Sayıların Binary Sayılara Dönüştürülmesi

$$(10, 75)_{10} = ? \quad (10)_{10} = (2^3 + 2^1)_{10} = (1010)_2, \quad 2^{-1} = 1/2 = 0,5 \quad 2^{-2} = 1/4 = 0,25, \quad (10, 75)_{10} = (1010,11)_2$$

Binary Sayılarda Toplama

- $0+0=0$, Sonuç 0, elde 0
- $0+1=1$, Sonuç 1, elde 0
- $1+0=1$, Sonuç 1, elde 0
- $1+1=10$, Sonuç 0, elde 1
- $1+1+1=11$, Sonuç 1, elde 1
- $A=(1110\ 1110\ 0001)_2=(3809)_{10}=(EE1)_{16}$, $B=(1100\ 0100\ 0011)_2=(3139)_{10}=(C43)_{16}$
- $C=A+B$
- $C=(1\ 1011\ 0010\ 0100)_2=(6948)_{10}=(1B24)_{16}$

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

Bit, Bit/San

- **Bit:** Dijital elektronikte ve binary sayı sisteminde sadece 0 ve 1 değerleri vardır. Tüm işlemler bu iki değer üzerinden yapılır. 0 ya da 1 bilgisinin her birine bit denir. Bit→0/1 den oluşan bilgi
- Bits are the units used to describe an amount of data in a network
 - 1 kilobit (Kbit) = 1×10^3 bits = 1,000 bits
 - 1 megabit (Mbit) = 1×10^6 bits = 1,000,000 bits
 - 1 gigabit (Gbit) = 1×10^9 bits = 1,000,000,000 bits
- **Bit/Saniye:** Bit/sec→1 sn. ye de bir noktadan diğer noktaya iletilen bilgi. **BPS (Bit Per Second);** Saniyede iletilen bit sayısına BPS denir.
- Seconds are the units used to measure time
 - 1 millisecond (msec) = 1×10^{-3} seconds = 0.001 seconds
 - 1 microsecond (msec) = 1×10^{-6} seconds = 0.000001 seconds
 - 1 nanosecond (nsec) = 1×10^{-9} seconds = 0.000000001 seconds
- Bits per second are the units used to measure channel capacity/bandwidth and throughput
 - bit per second (bps)
 - kilobits per second (Kbps)
 - megabits per second (Mbps)

Byte, Baud Rate

- **Byte: Bellek boyutunu verir.** Elektronik ve bilgisayar bilimlerinde genellikle 8 bitlik dizilim boyunca 1 veya 0 değerlerini bünyesine alan ve kaydedilen bilgilerin türünden bağımsız bir bellek ölçüm birimidir.
- Kilo Byte Kb 2¹⁰ Byte
- Mega Byte Mb 2²⁰ Byte
- Giga Byte Gb 2³⁰ Byte
- Tera Byte Tb 2⁴⁰ Byte
- Peta Byte Pb 2⁵⁰ Byte
- Exa Byte Eb 2⁶⁰ Byte
- Zetta Byte Zb 2⁷⁰ Byte
- Yotta Byte Yb 2⁸⁰ Byte
- **Bit** terimi belleğin 8 bitlik bir değerini işaretleyen ya da tanımlayan en küçük birimi olarak tanımlanmıştır. Daha sonra, 1956'da, 6 Bite'tan 8 Bite geliştirilmiştir. Bite, bit ile karıştırılmaması için daha sonra **Byte**'a çevrilmiştir. Diğer bir kelime açıklamasına göre de, Byte, "by eight" in (Türkçe'de *sekiz kez veya sekiz ile*) kısaltılmış halidir. Byte→bellekte 8bitlik adres gözü ya da bellek boyutu tanımlar tanımlanır. 1Gbyte=2¹⁰Mbyte=2²⁰Kbyte=2³⁰byte
- **Baud Rate:** Data iletiminde modülatör çıkışında bir saniyede meydana gelen sembol (baud) değişikliğine baud hızı denir. Baud hızı baud/sn ile gösterilir. Baud hızı sinyalin anahtarlama hızını gösterir.
- Örnek: Bir veri iletim hattının iletim hızı 4800 baud/sn olsun. Bu iletim her baud 4 bitle kodlanmış bilgi içeriyorsa bps olarak hızımız 4800*4=19200 bps olur.
- Baud Rate'i kullanmadaki amaç band genişliğini daha verimli kullanmak.

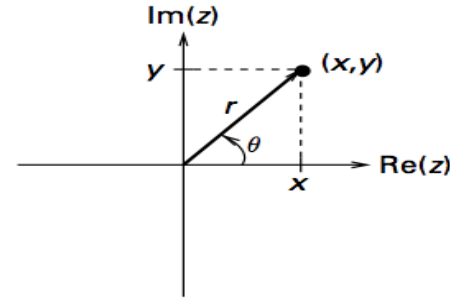
Complex numbers

- Complex numbers provide a compact way of describing amplitude and phase (and the operations that affect them, such as filtering)

Complex number $z = x + jy$ (x and y real-valued; $j = \sqrt{-1}$.)

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \sin \theta$$

$$r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2},$$
$$\theta = \arg(z) = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$



Analog işaret

- *Analog işaret*, genlikleri ve frekansları farklı sinüs dalgalarının toplamından oluşur.
- Frekans, bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Tersisi ise periyottur. Yani periyot bir tek titreşimin süresidir.
- Analog işaret, çok sayıda frekans bileşiminden oluştuğundan işareti işlemek zordur. O nedenle frekans domaininde işlenir.
- Frekans spektrumunda işaretin başladığı ve bittiği frekans aralığı bant genişliğini verir.

Sinüzoidal Sinyaller

Sürekli zamanlı bir sinüzoidal sinyal aşağıdaki biçimde ifade edilebilir,

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t + \theta)$$

A: Genlik (Volt)

ω_0 : Açısal frekans (rad)

θ : Faz açısı (rad)

Temel periyot:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

Temel frekans:

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \text{ Hertz(Hz)} \quad \omega_0 = 2\pi f_0$$

Dalga Boyu – Band Genişliği - Peryod

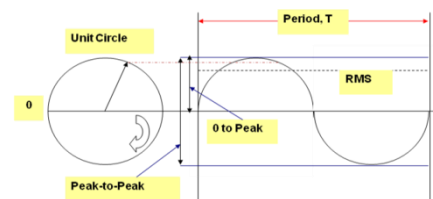
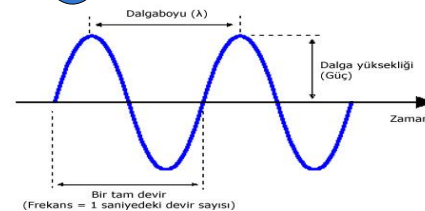
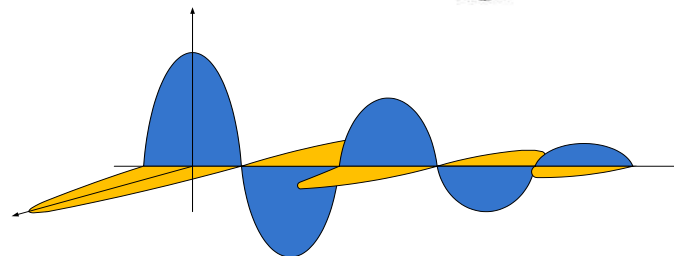
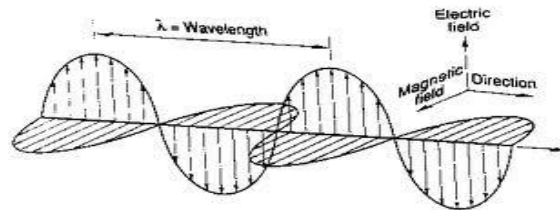
Wavelength: The distance between repeating units of the propagation wave

- İşaretin 1 saniyedeki tekrarlama (cycle-saykıl) sayısıdır. Birimi Hertz'dir.
-
- Frekans $f=1/T$ formülüyle hesaplanabilir. Burada: f = Frekans, T = Peryot 'tur.
- $f=1$ KHz= 1000 Hz= 10^3 Hz, $f=1$ MHz= $1\ 000\ 000=10^6$ Hz, $f=1$ GHz= $1\ 000\ 000\ 000=10^9$ Hz
- λ =Işık hızı / frekans = f / c (metre)

Band genişliği:

- B =Veri hızı (bps)/(Kodlama oranı x Sembol oranı x FEC) , Hz olarak bulunur.
- Bir işaretin alt frekansı = f_1 , üst frekansı= f_2 ise işaretin band genişliği $BW=f_2-f_1$ dir.

- **Peryod:** Bir $x(t)$ analog işarete $x(t+T)=x(t)$ olacak şekilde T pozitif bir sayı ise Bu işaret periyodiktir. T değerine periyod ve $f=1/T$ (Hz= $1/\text{sec}$) periyodun tersinde frekans denir. Frekans 1 saniyedeki periyod sayısıdır.



Types of Signals

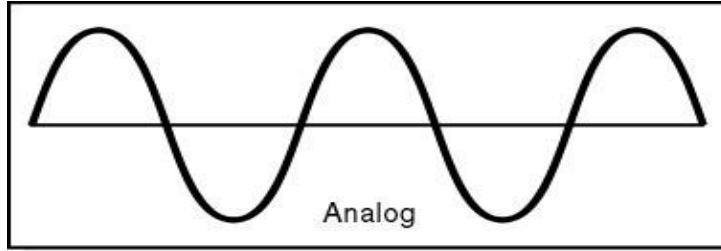
- **Analog:**

An analog signal is a continuous signal and is often represented by a $V(t)$.
A dimmer light switch continuously increases/decreases the current.

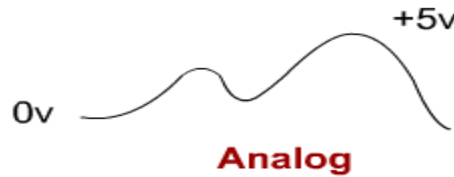
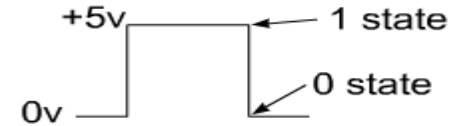
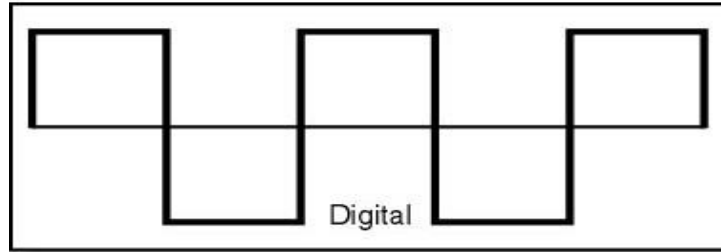
- **Digital :**

A digital signal is a discrete time signal, binary signal.
An On/Off light switch applies a fixed, predetermined voltage.

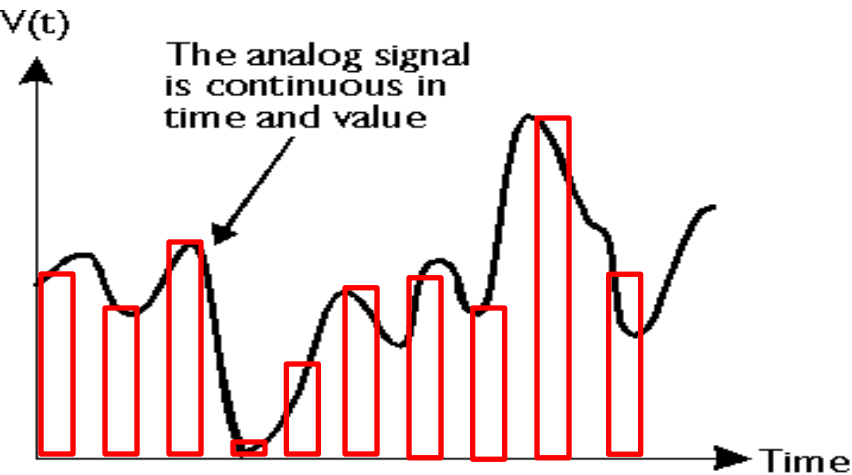
Analog and Digital Signals



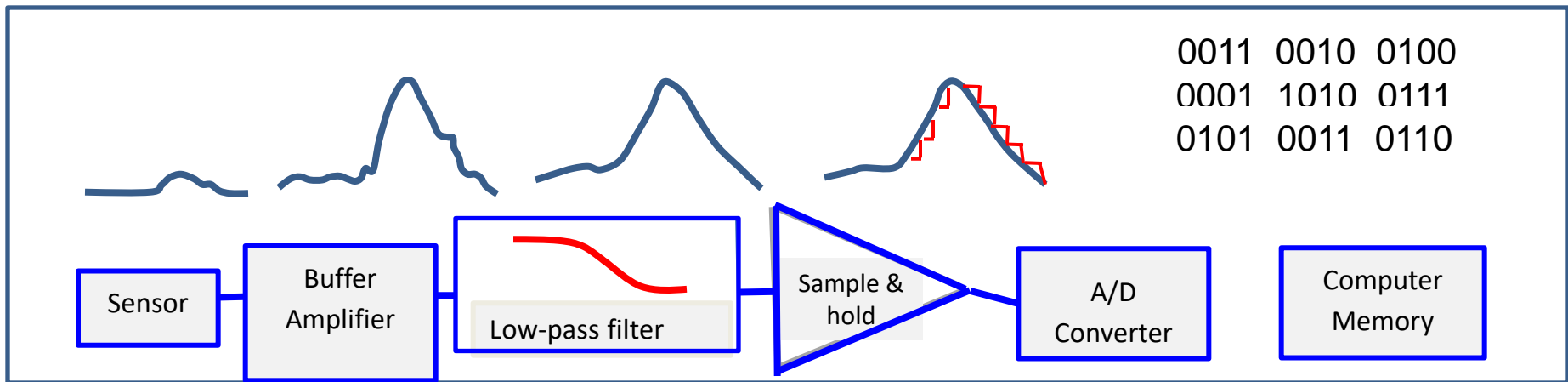
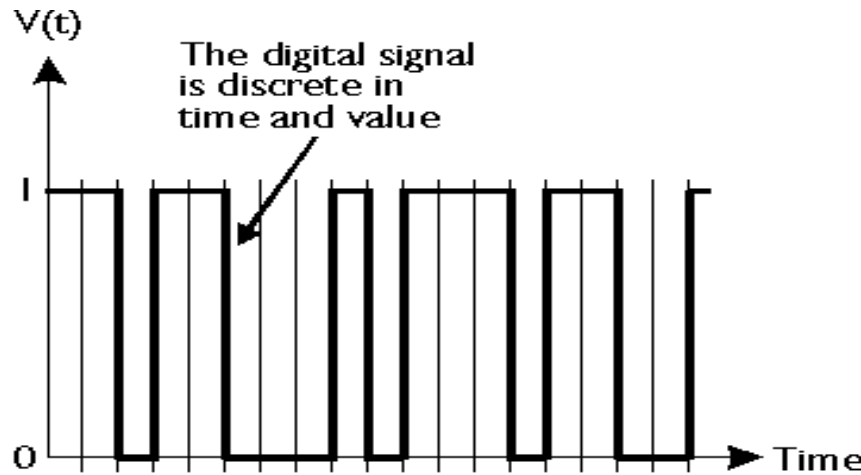
Light intensity
Temperature
Pressure
Flow rate



Analog Signal



Digital Signal



Classification of Materials

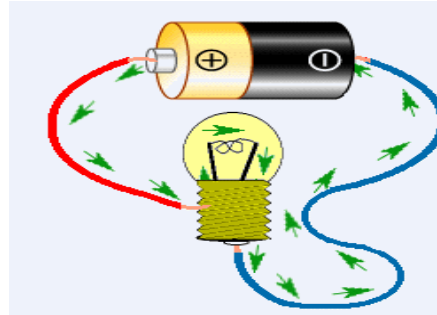
- **Conductors**
 - The electrons can be freed with very little external force
- **Insulators**
 - Materials with complete valance bands
 - It takes a great force to free these electrons
- **Semiconductors**
 - Materials with half-complete valance bands
- **Impedance**
 - dielectric, conductivity, permability

DC Circuit analysis

- ❖ **Circuit analysis** is the process of finding the voltages across, and the currents through, every component in the circuit.
- ❖ For *dc* circuits the components are resistive only and analysis is simpler.
 - ❖ Ohm Law,
 - ❖ Series, Parallel circuits,
 - ❖ Kirchhoff's voltage and current laws,
 - ❖ Current, Voltage divider rules,
 - ❖ Thevenin, Norton's theorems.

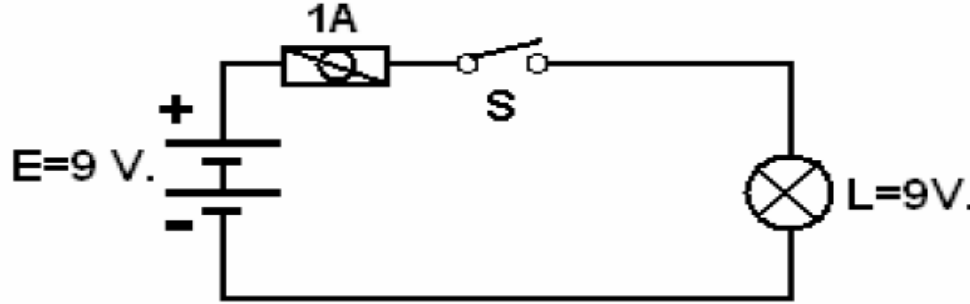
Elektrik Devresi

- Elektrik akımını meydana getiren elektronlar, elektrik devresinden geçerek alıcıda başka bir enerjiye dönüşür.
- Elektrik alıcılarının çalışması için sürekli elektrik akımı geçmelidir.
- Bu akım alıcının devresine bağlanan elektrik enerji kaynağı ile temin edilir.
- Enerji kaynağının bir ucundan çıkan elektronlar iletken-alıcı-iletken yolunu takip ederek diğer ucuna ulaşır.



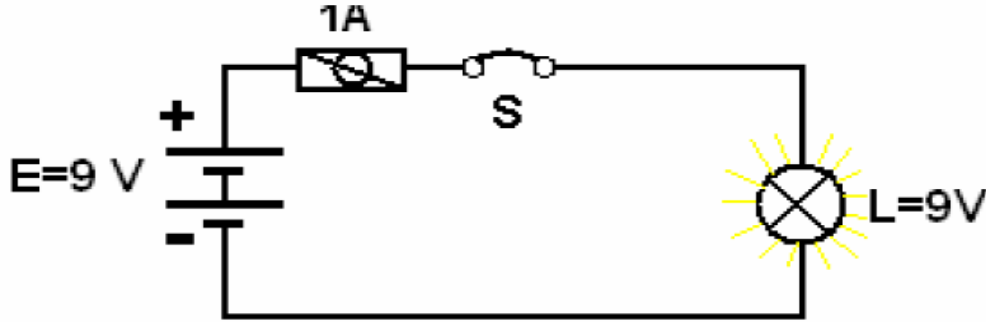
Açık Devre

- Elektrik devresindeki anahtarın açık durumda olduğu, devreden akımın geçmediği ve alıcının çalışmadığı devredir. İletkenlerin kopması, sigortanın atması, ek yerlerinin temas etmemesi de açık devreyi oluşturur.



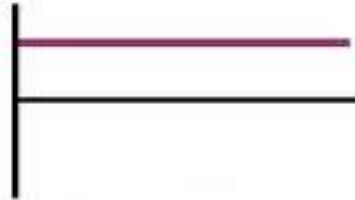
Kapalı Devre

- Elektrik devresinde, anahtar kapalı ve devre akımının normal olarak geçtiği, alıcının çalıştığı devredir.

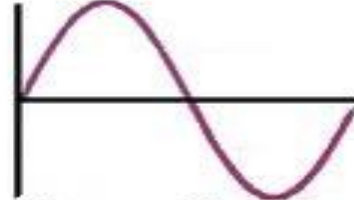


Elektrik akımı çeşitleri

- DC = Doğru Akım
 - FV paneller Doğru Akım üretir.
 - Akü ve piller Doğru Akım depolar.
- AC = Alternatif Akım
 - Şebekelerde ve evlerde kullanılır.



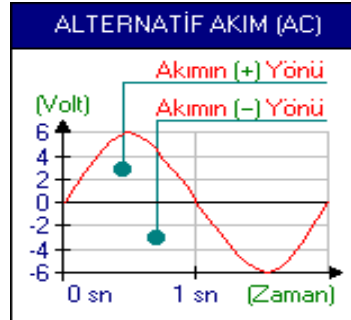
Doğru akım



Alternatif akım

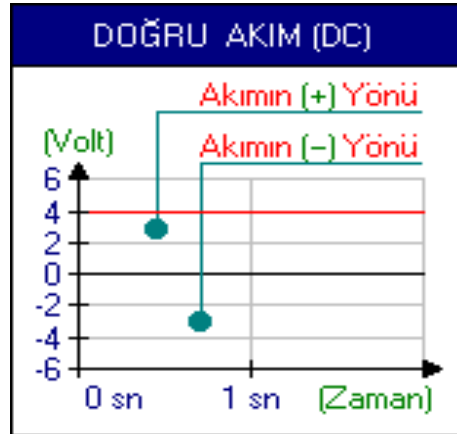
Alternatif Akım

- Zamana bağılı olarak periyodik bir şekilde yön ve şiddet değiştiren akıma **“Alternatif Akım (AC)”** denir. Alternatif akımın şiddeti kaynağın gücüne bağlıdır.
- Alternatif akım büyük elektrik devrelerinde ve yüksek güçlü elektrik motorlarında kullanılır. Evlerimizdeki elektrik alternatif akım sınıfına girer.



Doğru Akım

- Zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. İngilizce “Direct Current” kelimelerinin kısaltılması “**DC**” ile gösterilir.
- Doğru akım genelde elektronik devrelerde kullanılır. En sabit doğru akım kaynakları da pillerdir.



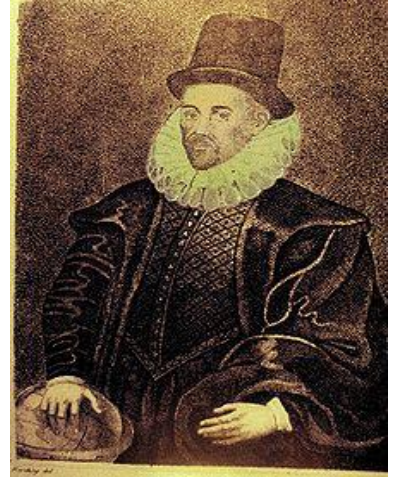


Elektrik Mühendisliğinin Esasları

In 1600, William Gilbert called the property of attracting particles after being rubbed “*electricus*”.

De Magnete was a treatise of electricity and magnetism, noting a long list of elements that could be electrified.

Gilbert invented the versorium, a device that detected statically-charged bodies



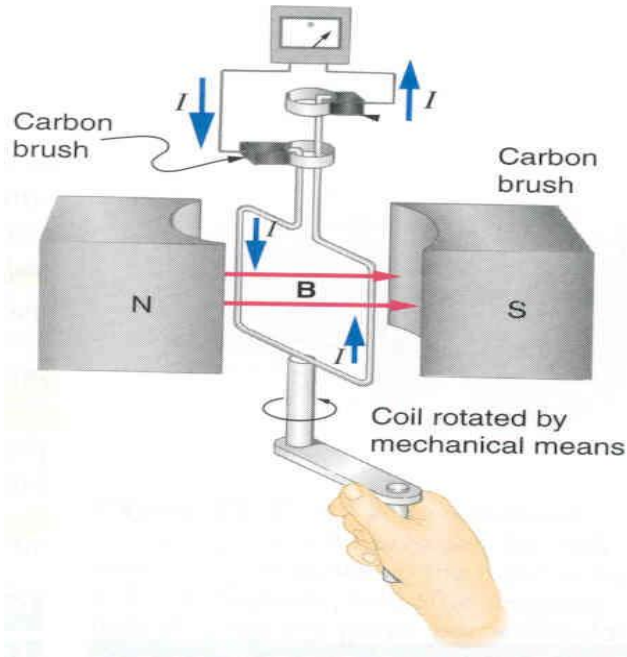
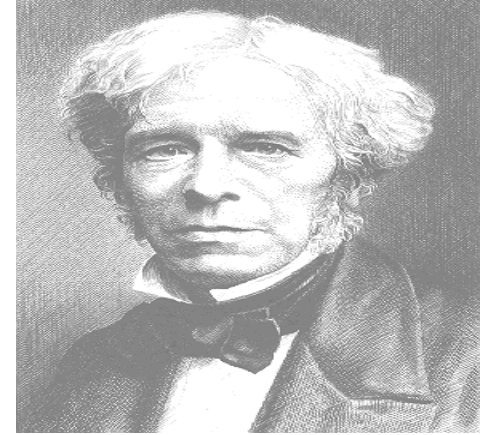
William Gilbert, arguably the first electrical engineer



A versorium

What does copper wire and magnets have to do with Electricity?

In September of 1831, Michael Faraday made the discovery of Electromagnetic Induction.



Faraday attached two wires to a disc and rotated the disc between the opposing poles of a horseshoe magnet creating an electric current.

First commercial electric system (US)

- First distribution systems were DC (Thomas Edison)

Electric load was essentially incandescent lamps (100V DC)

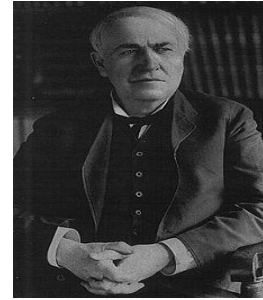
- Other systems (motors) required other voltages

DC could be used with storage batteries (used as backup)

DC generators (110V) could be used in parallel to increase production capacity

- DC generators had to be within 2.4km (1.5mile) from users
- Different voltages required different generators

Edison had invented an electric meter (DC)



Thomas Edison



First light bulb

Tesla invents the AC electric system

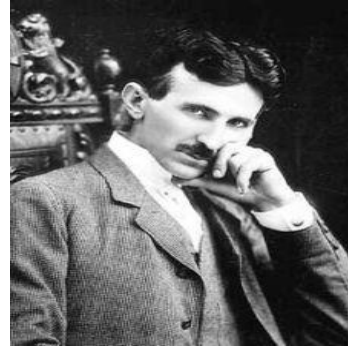
- AC shows up on 1880 (George Westinghouse)

AC could be generated with higher efficiencies

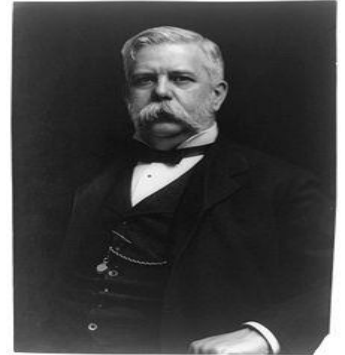
AC could be transmitted over larger distances

- It was easier to increase and decrease voltages (transformation)

Risks were similar



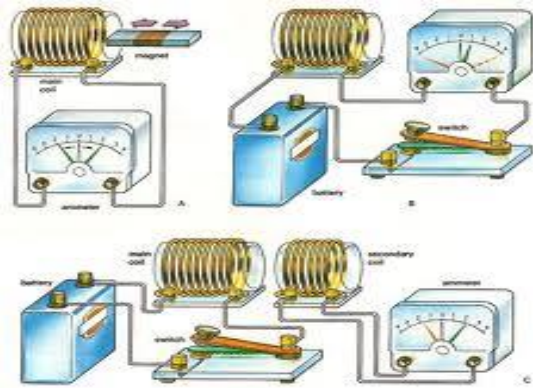
Nikola Tesla



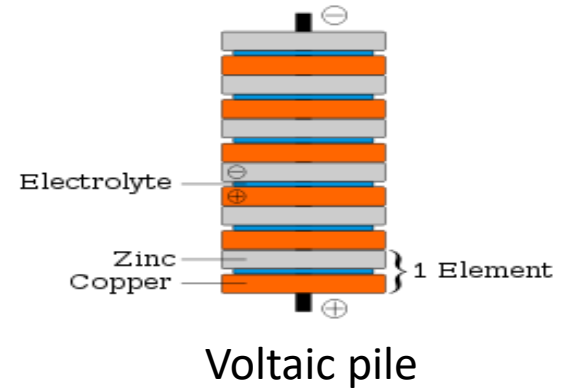
George Westinghouse

A brief history

1800 – voltaic pile developed by Alessandro Volta, a precursor to the **battery**



Circuits containing inductors



1831 – Michael Faraday discovers **electromagnetic induction**

A brief history

1873 – *Electricity and Magnetism* published by James Maxwell, describing a **theory for electromagnetism**

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\end{aligned}$$

Maxwell's equations

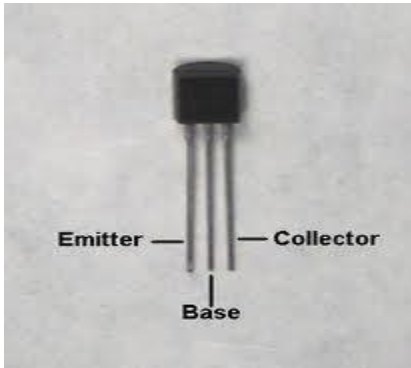
A brief history



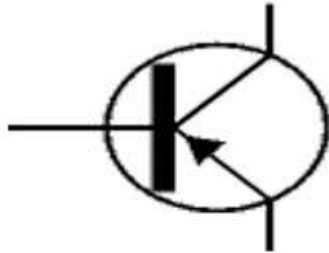
Spark-gap transmitter

1888 – Heinrich Hertz transmits and receives **radio signals**

1941 – Konrad Zuse introduces the first ever **programmable computer**



Transistor

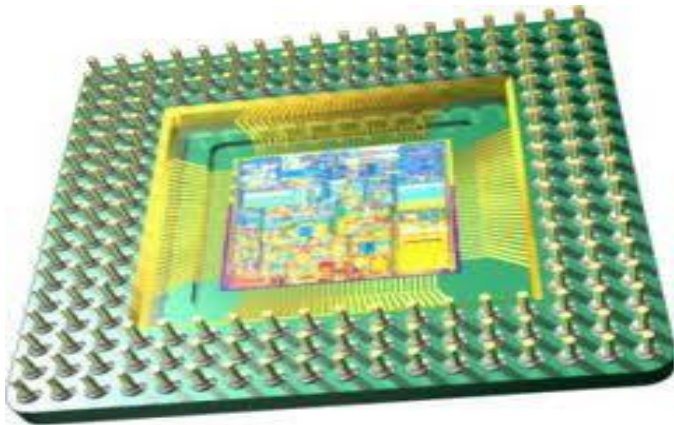


Transistor

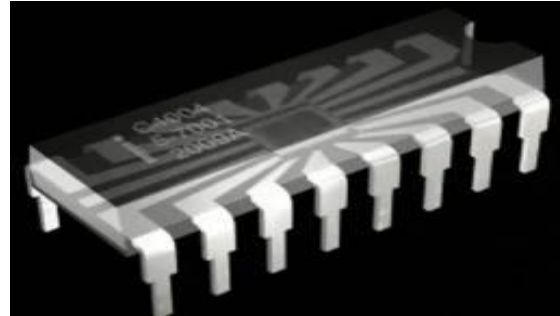
1947 – invention of **transistor**

A brief history

1958 – **integrated circuit** developed
by Jack Kilby



Microprocessor



Integrated circuits

1968 – first **microprocessor** is
developed

Alanlar

Tasarım, projelendirilme, gerçekleştirilme, izlenme, ekonomi ve yönetilmesi ile ilgili bilimsel ve teknolojik konuları kapsayan bir mühendislikler grubudur.

- Elektrik
- Elektronik
- Bilgisayar
- Haberleşme
- Kontrol ve Otomasyon

Elektrik mühendisliği

- elektrik üretim-iletim ve dağıtım sistemleri,
- elektrik makinaları,
- elektrikli sürücü sistemleri
- Ayrıca Elektrik Mühendisliği; Elektronik, Haberleşme, Bilgisayar ve Makine mühendisliği konularının bir kısmının uygulama alanı niteliğinde disiplinler arası ortak bir platform oluşturmaktadır.

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

- Veri, ses ve video gibi bilgilerin işlenmesi, iletilmesi, algılanması, saklanması, bu işlevleri yerine getirecek elektronik düzen ve sistemlerin tasarımı,
- antenler ve elektromagnetik alan ve dalga kuramları ve uygulamaları,
- yarı iletken elektronik elemanların fiziği ve üretim teknolojileri ,
- gelişen elektronik ve telekomünikasyon teknolojileri
- bilgi birikimi ve bilimsel formasyon

Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği

- Elektrik, elektronik, mekanik ve bilgisayar tabanlı tüm endüstriyel üretim sistemlerinin amaçlanan ve planlanan biçimde çalışmasını sağlayan, bilgi ve teknolojileri üreten ve uygulayan bir mühendislik dalıdır.
- Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Programı, "otomatik kontrol teorisi ve uygulamaları, endüstriyel otomasyon, ölçme ve enstrümantasyon, robotik, bilgisayar tabanlı endüstriyel bilişim sistemlerinin tasarımı ve uygulamaları" konularında eğitim verir ve araştırma yapar.

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

- Bilgi çağının yeni gereksinimlerini karşılamak amacıyla, bilgisayar bilimleri, bilgi sistemleri ve yazılım alanlarında mühendisler

Geleceğin teknolojik gelişmeleri

- Robotik iş süreçleri,
- Sanal gerçeklik: oyun, beyin to machine, akıl sağlığı tedavi, sanal ortamda kişisel sosyalleşme (yalnızlıktan kurtarma)
- Sayısal askerler, Biyoloji/organizma/organ/hayvan to machine: izleme, haberleşme, yönlendirme, uzaktan organize oyun ya iş süreçleri yönetme, operasyon
- Drone – insansız araçlar
- Uzaktan algılama
- Matematiksel modelleme, kestirim ve olasılık
- Sağlık: Teşhis, tedavi, tanı, operasyon

Fields of study

Power:

Creation, storage, and distribution of electricity



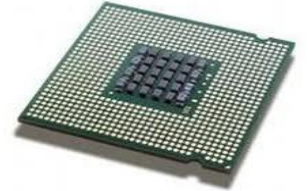
Control:

Design of dynamic systems and controllers for the systems

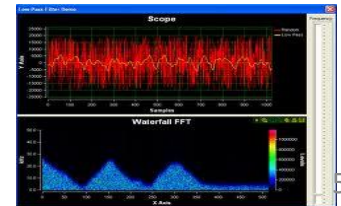


Electronics/Microelectronics:

Design of integrated circuits, microprocessors, etc.



Signal Processing: Analysis of signals



Fields of study

Telecommunications:
Design of transmission systems (voice, data)



Computer:
Design and development of computer systems



Instrumentation:
Design of sensors and data acquisition equipment



Curriculum at Brown

Engineering core

- Basic engineering (statics, dynamics, electromagnetism, thermodynamics, fluid mechanics)
- Basic chemistry
- Basic math (multivariable calculus, statistics, differential equations)

Advanced electrical classes

- Signal analysis
- Digital electronics

Specialty classes

- Bioelectrical engineering
- Communications systems
- Computer engineering
- Multimedia signal processing
- Microelectrode systems
- Solid state electronics and Optoelectronics

Jobs and Careers in the Industry

- The electronics industry is roughly divided into four major specializations:
 1. Communications (largest in terms of people employed and the dollar value of equipment purchased)
 2. Computers (second largest).
 3. Industrial controls.
 4. Instrumentation.
- Future
 1. Savunma Sanayii
 2. Tıp
 3. Otomasyon – Computer – Sensor
 4. Sinyal İşleme – Veri Analiz
 5. Security

➤ **Tanı ve tedavi amacıyla kullanılan yöntemler:**

- Röntgen
- Tomografi ve Bilgisayarlı Tomografi(CT)
- Manyetik Rezonans Görüntüleme(MR)
- Pozitron Emsiyon Yöntemleri(PET)
- Bilgisayarlı Tek Foton Emisyon Tomografisi(SPECT)
- Nükleer Tıp Yöntemleri
- Ultrases
- Mamografi
- Ve x ışını kullanılan bazı yöntemler

Elektriğin Oluşturabileceği Tehlikeler

- Elektrik çarpması: Bu durum, insan vücudunda ciddi yaralanmalara, sakatlanmalara hatta bazen ölümlere bile sebep olur. Bu nedenle elektriği kullanırken çok dikkatli olmamız gerekmektedir.
- Elektrik kontağından oluşabilecek yangınlar: Bozuk elektrikli araçlar, hatalı elektrik tesisatı, fiş veya prizden kaynaklanan hatalar sebep olabilir.
- Elektrik çarpması durumunda: Çarpılan kişiye dokunmadan sigorta kapatılmalıdır. 112 acil servis aranmalıdır. Elektrik çarpan kişi plastik, kuru tahta veya kumaş ile elektrikten uzaklaştırılmalıdır.



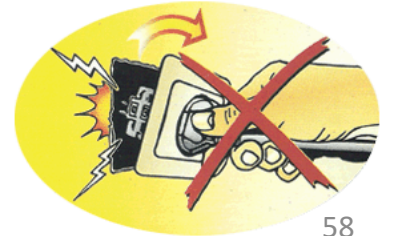
Elektrik çarpan birini gördüğümüzde ona çıplak elle dokunmamalıyız. Tahta sopa, lastik eldiven, lastik çizme gibi yalıtken eşyalar kullanarak elektrik çarpan kişiyi acil olarak ceryandan uzaklaştırmalıyız.



Elektriğin Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınabilecek Güvenlik Önlemleri

Elektriğin oluşturabileceği tehlikelerden korunmak için:

- Elektrikle çalışan bazı araçların üzerinde uyarı işaretleri olur. Bu işaret görüldüğünde elektrik çarpma tehlikesine karşı çok dikkatli olunuz.
- Bilmediğimiz elektrikle çalışan aletleri kullanmamız gerektiğinde bilen kişilerden yardım almalıyız.
- Ev, okul veya iş yeri gibi yerlerde elektriği tamamıyla kesmek için “sigorta” kullanılır.
- Sigorta, araçların zarar görmemesi ve yangın çıkmaması için gereklidir. Uzun süre evden ayrı kalmamız gerektiğinde sigortalar kapatılmalıdır.
- Aldığımız elektrikli araç gerecin kullanım kılavuzunu mutlaka okumalıyız.
- Kullandığımız elektrikli araç gerecin doğru açma ve kapamasını öğrenmeliyiz.
- Kullanmadığımız elektrikli aletleri sürekli açık konumda tutmamalıyız.
- Elektrik prizlerinin içine herhangi bir cisim sokmamalıyız.
- Elektrikli araç gereçleri prizden çekerken bir elimizle prize hafifçe bastırıp diğer elimizle fişi çekmeliyiz.



Elektriğin Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınabilecek Güvenlik Önlemleri

Elektriğin oluşturabileceği tehlikelerden korunmak için:

- Yıpranmış kablolu elektrikli araç gereçleri kullanmamalıyız.
- Bir prizle prizin kaldırabileceğinden daha fazla elektrikli araç gereç çalıştırmamalıyız.
- Bozuk elektrikli araç gereçleri tamir etmek için uğraşmamalıyız.
- Elektrikle çalışan aletlere, prize veya fişe ıslak elle dokunmamalıyız.
- Elektrikli araç gereci bir yere taşırken prizden çıkarmalıyız.
- Yanan bir sobanın ya da elektrikli ısıtıcının yakınına elektrikli araçların kablolarını koymamalıyız.
- Çamaşır makinesi gibi elektrikli araç gereçler çalışırken kapağını açmamalıyız.
- Banyo gibi nemli ve ıslak ortamlarda kapalı prizler kullanılmalı
- Topraklama hatlarının kontrolü ve topraklama hatlı prizler kullanılmalı
- Eski tip sigortaların gereğinden kalın sarılmaması
- Sigorta atınca hemen sigortayı kaldırmadan önce olayın nedenini öğrenip önlem alındıktan sonra sigorta kaldırılmalı



Kısa Devre

- Elektrik devresinde, devre akımının alıcıdan geçmeden kısa yoldan devresini tamamlamasıdır. Bu istenmeyen bir devre şekli olup üretece ve elektrik tesislerine zarar verebilir.
- Devre elemanlarının korunması için sigorta konulmasının gereği kısa devrelerde daha iyi anlaşılır. İletkenlerin yalıtkanlıklarının özelliğini kaybederek birbirine temas etmesi, üretcin kısa devre olması veya alıcının kısa devre olması şeklinde ortaya çıkabilir.
- Elektrik akımı devresini direnci en küçük olan yerden tamamladığından, kısa devre durumunda devreden büyük değerde akım geçerek sigortanın açmasına neden olur.

Kısa Devreye Yol Açan Etkenler

İÇ ETKENLER

İletkeni saran yalıtkanın delinmesine neden olan aşağıdaki elektriksel nedenlerdir.

- İletkenin aşırı yüklenmesi (fazla akım çekmesi) sonucu aşırı ısınmaya başlaması yalıtkanın bozulmasına ve dolayısı ile arka meydana gelmesine neden olur.
- Yıldırım düşmesi ve açma kapama sırasında meydana gelen iç aşırı yada dış aşırı gerilimlerde yalıtkanın delinmesine neden olur.
- Yalıtkan malzemenin eskimesi ve kusurlu olması da kısa devreye neden olur.

Kısa devreye yol açan etkenler

DIŞ ETKENLER

Yer altı kablolarında ise;

- kazma darbesi,
- ağır iş makinelerinin yaptıkları çalışmalar yalıtkan kılıfın zedelenmesine,
- hava hatlarında avcılarının, çocukların, çobanların bilerek yada bilemeyerek izolatörleri kırmasından meydana gelen delinme ile baş gösteren atlamalar,

Yetkili yada yetkisiz kişilerin yapmış olduğu yanlış manevralar sonucu örneğin yük altında ayırıcı açılıp kapatılması, yanlış bağlama ile fazlar birbirleriyle karşılaşır bu da kısa devreye neden olur.

Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri

- Elektriğin yol açabileceği 3 tür yaralanma vardır:
- Çarpılma,
- Yanıklar,
- Düşmeden doğan kırılma ve burkulmalar.

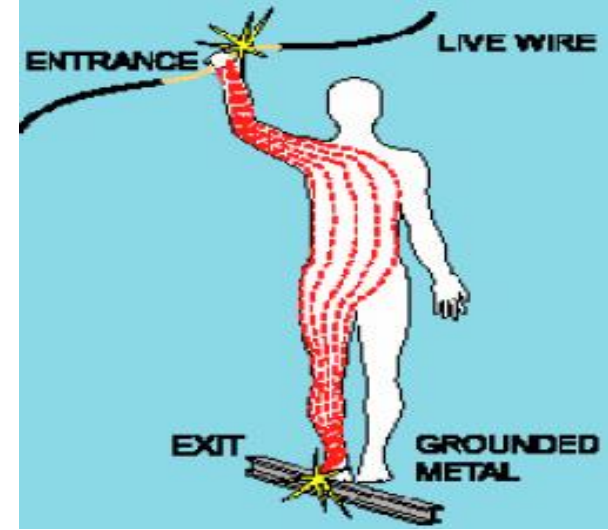


Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri

Elektrik akımı insan üzerinden yolunu tamamlar. Çarpmanın ciddiyeti;

- Akımın vücut içinde geçtiği yola,
- Akımın büyüklüğüne,
- Geçen süreye bağlıdır.

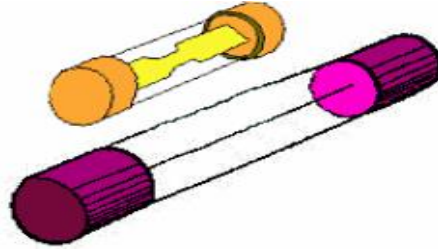
Düşük gerilim tehlikenin az olması anlamına gelmez.



AŞIRI AKIMLARDAN KORUNMAK

Sigorta aşırı akım geçmesi durumunda devreyi keser.

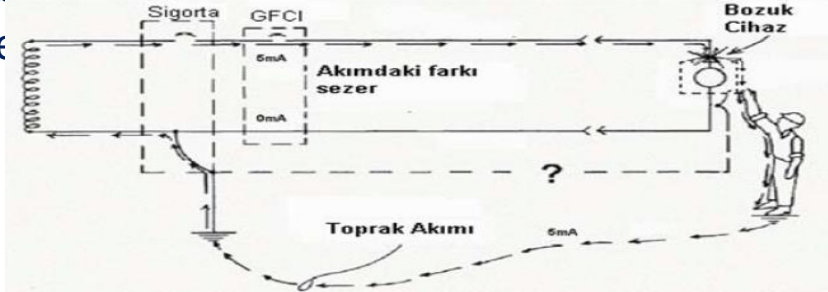
- Sigorta telinin erimesi veya
- Devre kesicinin mekanik olarak devreyi açması ile akım kesilir.
- Devre kesiciler cihazları korur.



AŞIRI AKIMLARDAN KORUNMAK

Kaçak Akım Rölesi insanları korumak için geliştirilmiştir.

- Devreye giren akımla çıkan arasında fark olması durumunda devreyi keser.
- Akımların farklı olması herhangi bir elemanda bir kaçağın olması demektir ve toprak hatası adını alır.
- Eğer bir toprak hatası sezilirse kaçak akım rölesi saniyenin kırkta biri kadar bir sürede



KORUMA TOPRAKLAMASI

- Elektrik tesislerinde topraklamanın amacı; elektrikli cihazları kullananların can güvenliğini sağlamak, cihazların tahrip olmasını önlemek ve sistemin toprak katsayısının 0,8 ve daha küçük değerlere düşmesini sağlamaktır.
- Elektrik tesisatının akım derecesinde bir toprak kısıdevresi (nötrü direkt topraklı şebekelerde) veya bir toprak kaçağında (nötrü izoleli şebekede) arıza noktasından toprağa yayılan akım, gerilim altında olmaması gereken tesisat kısmında ve toprak kitlesi üzerinde bir gerilim düşümü meydana getirir.
- Bu da civardaki canlılar için öldürücü olabilir.
- İşte elektrikli cihazların gövdeleri gibi gerilim altında olmaması gereken yerlerde oluşan gerilimi toprağa iletmek için **TOPRAKLAMA** yapılır.

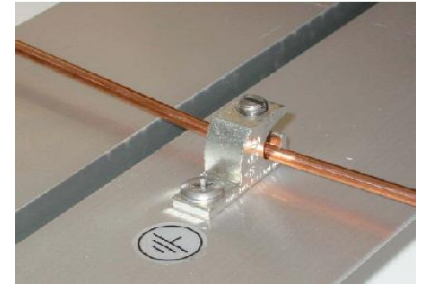
KORUMA TOPRAKLAMASI

- Bu açıklamadan sonra topraklama; gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının, uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme bağlanmasıdır şeklinde tanımlanır.
- Canlıların emniyetini sağlamak amacı ile tesisatın akım devresine ait olmayan kısımlarının (elektrikli cihazların metal gövdeleri gibi) topraklanmasına **Koruma Topraklaması** denir.
- İşletme akım devresine ait bir noktanın (trafoların veya alternatörlerin yıldız noktaları gibi) topraklanmasına ise **İşletme Topraklaması** denir.

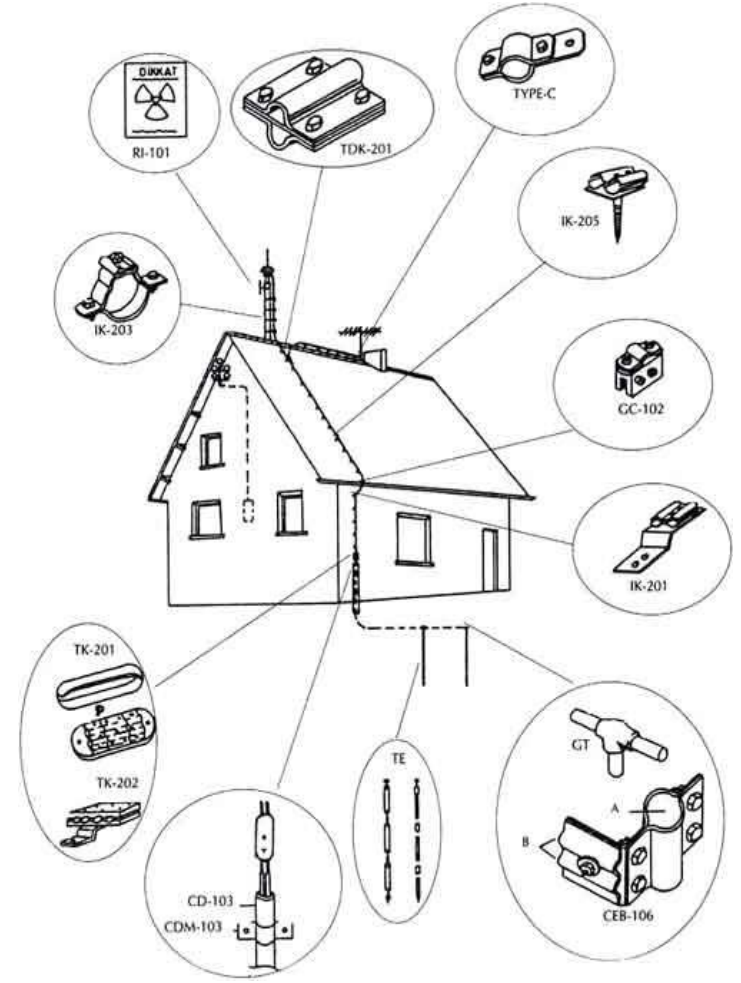
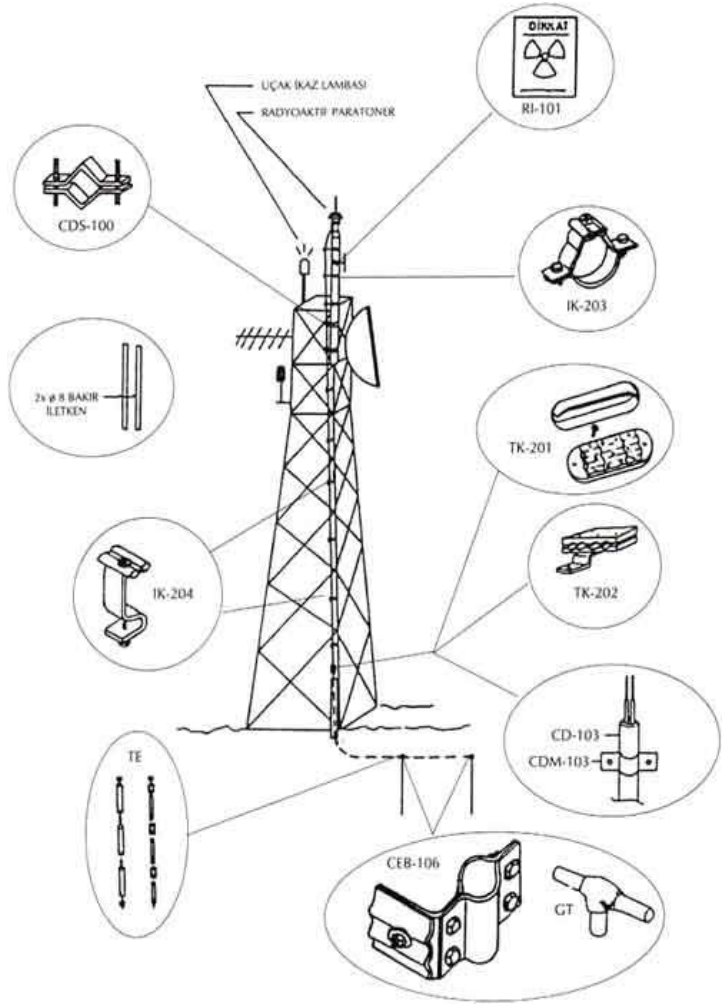
KORUMA TOPRAKLAMASI

- Topraklama direnci uygun olmalı,
- En büyük kaçığı iletecek kapasitede olmalı,
- Topraklama iletkeni kimyasal ve fiziksel etkilerden korunmalı,
- Kolay kontrol edilebilir olmalıdır.

Topraklama



- Neden topraklama gerekli:
 - Yıldırım
 - Yüksek gerilim hattıyla istek dışı temas
- Yüksek gerilimi toprağa iletir.
- 2 çeşit topraklama mevcuttur:
 - **Cihaz topraklama** : Her türlü FV cihazın dış muhafazasını iletken vasıtasıyla toprağa bağlamak.
 - **Sistem topraklama** : Mevcut topraklama hattına sistemin topraklanması.
 - Sistemin DC tarafı → Negatif toprağa bağlanır.
 - Sistemin AC tarafı → Nötr toprağa bağlanır.





Devre Elemanları ve Ölçme

Elektronik Devrelerde yer alan temel devre elemanları

Direnç

Kapasitans (kondansatör)

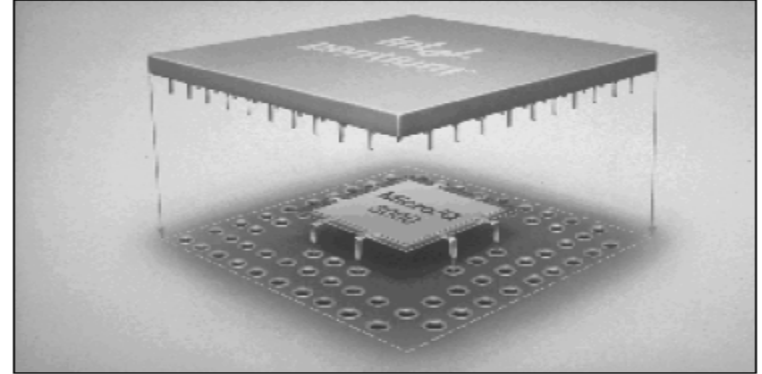
Bobin

Transformatör

Diyot

Transistör

IC (Integrated Circuits – Entegre Devreler)



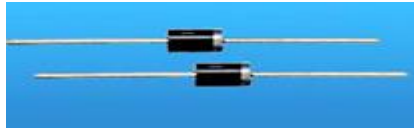
- Devre şeması çizerken elektronik devre elemanlarına ait semboller kullanılır. Devre şemalarını doğru şekilde anlayabilmek için bu sembolleri iyi tanımak gerekir. Aşağıdaki tabloda en çok kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.

- **Direnç**



- Direnç değeri 100k, 1M, 56R şeklinde belirtilir.
- 100k: 100 kilo ohm
- 1M: 1 mega ohm
- 56R: 56 ohm

- **Diyot**



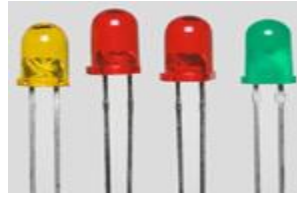
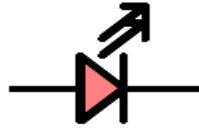
Diyot modeli devre şemasında 1N4001, 1N4148 şeklinde belirtilir.

- **Zener Diyot**



Zener gerilimi, şema üzerinde 5V6 şeklinde belirtilir.
(5V6 değeri zener diyodun 5.6V'luk olduğunu gösterir)

LED (ışık yayan diyot)



LED türü 3mm, 5mm, 10mm şeklinde veya flux LED, power LED şeklinde belirtilir.

Elektrolitik (kutuplu) kondansatör



Kapasite değeri 100uF, 220uF şeklinde belirtilir. uF: Mikro Farad
Bağlantı sırasında kondansatörün yönüne dikkat edilir

Kutupsuz kondansatör (seramik, polyester vb)



Kapasite değeri 10nF, 22pF şeklinde belirtilir.
nF: Nano Farad
pF: Piko Farad
Bu tür kondansatörlerin bağlantı yönü önemli değildir.

Bobin



indüktans değeri 100uH, 20mH şeklinde belirtilir.
uH: Mikro Henry
mH: Mili Henry

Buton



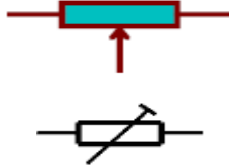
Devre şemasında buton türü için bir açıklama verilir.

Anahtar



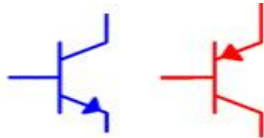
Devre şemasında anahtar türü için bir açıklama bulunur. Sürgülü tip, 2 konumlu tip gibi.

Potansiyometre ve Trimpot



Direnç değeri 10k, 100k şeklinde belirtilir. Direnç ayarı elle veya tornavida ile yapılır. Hassas ayarlama gereken uygulamalarda çok türlü potansiyometre ya da çok türlü trimpot kullanılır.

Transistör



Transistör türü NPN veya PNP olabilir. Devre şemasında transistörün model numarası BC547, BC557 şeklinde belirtilir.

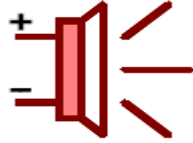
Kristal



Kristal frekansı 4MHz, 3.5795MHz şeklinde belirtilir.

MHz: Mega Hertz

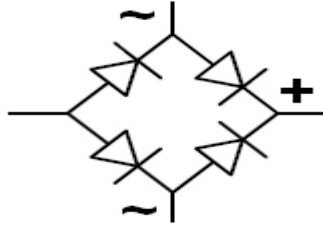
Hoparlör



Hoparlörün empedansı ve gücü devre şemasında belirtilir.

Örneğin, 8 ohm 0.25W'lık hoparlör gibi.

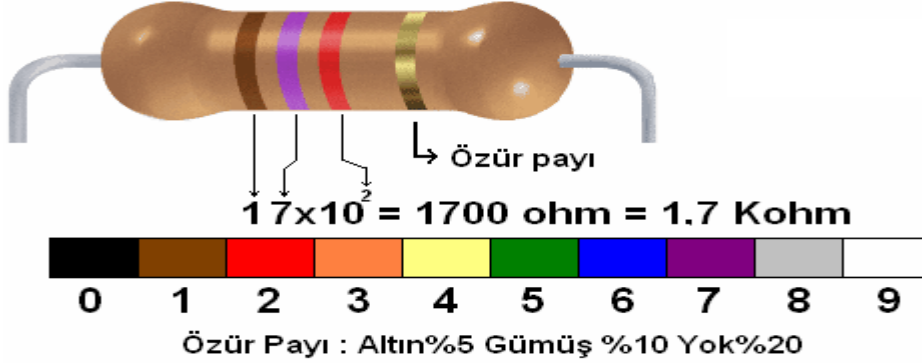
Köprü doğrultucu



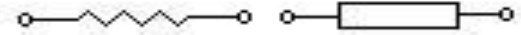
Köprü diyodun çalışma gerilimi ve akımı şema üzerinde belirtilir.

Örneğin, B80C1000 değeri, köprü diyodun 80 volt, 1000 mA'lik olduğunu gösterir.

Direnç - R

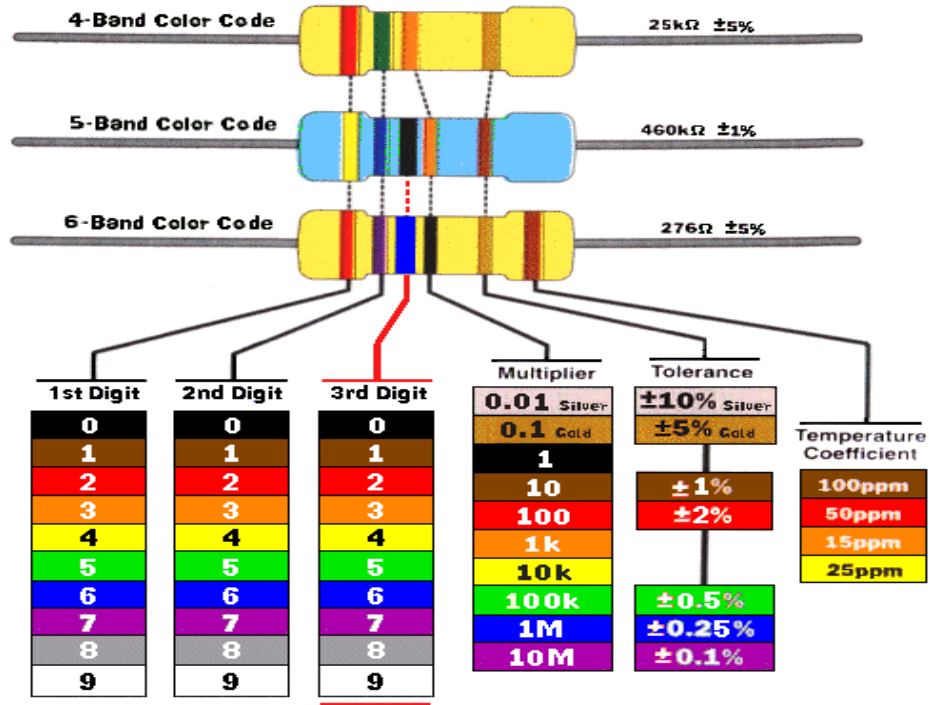


- Birimi = ohm
- Simgesi =



- Elektrik Akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir.
- En çok akım sınırlamak ile gerilim veya akım bölmek amacıyla kullanılır.
- **Direnç**, elektrik akımının akışına direnç gösteren, bu esnada [Ohm kanununa](#) göre uçları arasında gerilim düşümüne sebep olan devre elemanıdır.
- **Elektriksel direnci**, uçlarındaki gerilim düşümünün üzerinden geçen elektriksel akıma bölünmesiyle bulunur.
- "R" veya "r" harfi ile gösterilir ve birimi [Ohm](#)(Ω)'dur. Direnç, iletken yol yüzey direnci - ısıl direnç gibi yönlere ayrılır: Teoride, direnç ısıyla doğru orantılıdır.

Resistor Color Code



4 band renk kodlama örnekleri



Katsayı = Mor (7), Yeşil (5)
Çarpan = Kahverengi (1)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $75 \times 10^1 = 750 \Omega$



Katsayı = Kahverengi (1), Siyah (0)
Çarpan = Kahverengi (1)
Tolerans = Gümüş (%10)
Direnç değeri = $10 \times 10^1 = 100 \Omega$



Katsayı = Beyaz (9), Kahverengi (1)
Çarpan = Sarı (4)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $91 \times 10^4 = 910 \text{ k}\Omega$



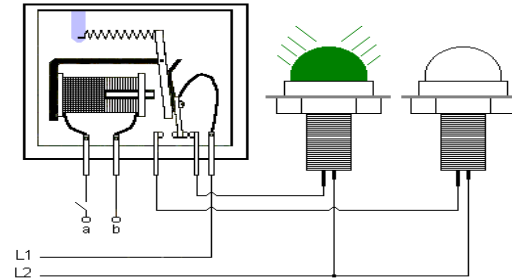
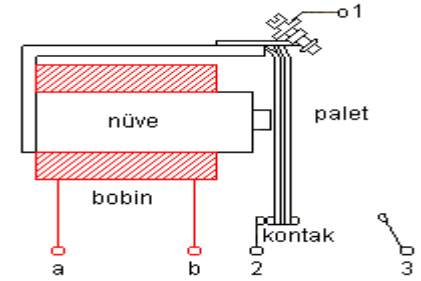
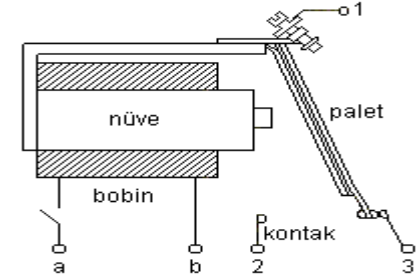
Katsayı = Kahverengi (1), Gri (8)
Çarpan = Kırmızı (2)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $18 \times 10^2 = 1.8 \text{ k}\Omega$



Katsayı = Kırmızı (2), Kırmızı (2)
Çarpan = Sarı (4)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $22 \times 10^4 = 220 \text{ k}\Omega$

RÖLELER

- Ufak güçteki elektromanyetik anahtarlara röle adı verilir. Röleler elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Elektromıknatıs, demir nüve ve üzerine sarılmış bobinden meydana gelir.



Röle İşlevleri

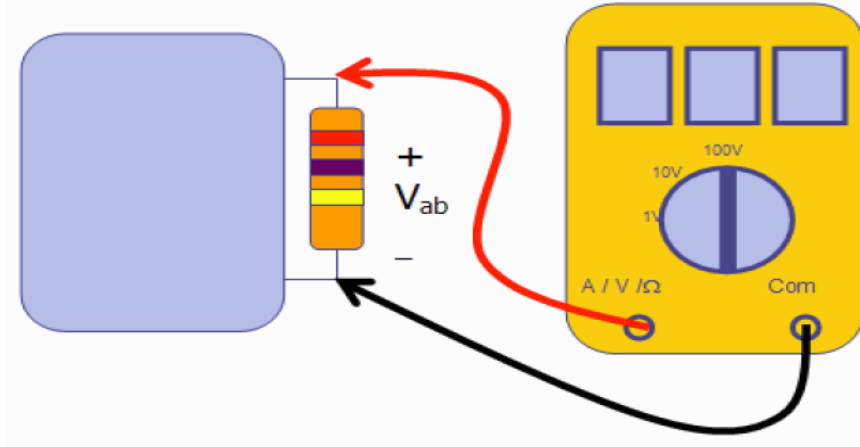
- NK bir kontakdan NA bir kantağa geçiş (Tersinme)
- Kontak çoklandırma, bir kontakdan (bobine enerji vererek) makul sayıdaki birkaç kantağa geçiş.
- Düşük güçle büyük güçlerin kontrolü
- Gerilim değiştirme
- Bellek işlevi

What is a multimeter?

- A **multimeter** is a device used to measure voltage, resistance and current in electronics & electrical equipment
- It is also used to test continuity between 2 points to verify if there is any breaks in circuit or line
- There are two types of multimeter Analog & Digital
 - Analog has a needle style gauge
 - Digital has a LCD display

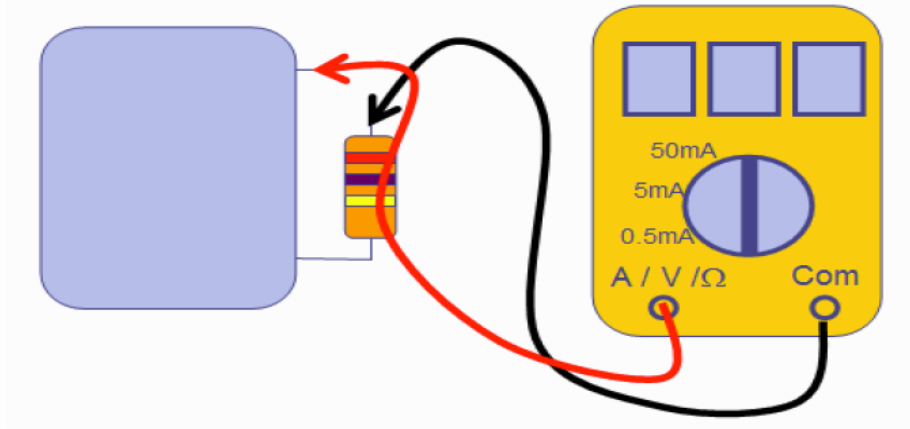
Gerilim Ölçmek

- Gerilim ölçmek için voltmetre kullanılır. Voltmetre gerilimi ölçülmek istenen elemana paralel bağlanır.



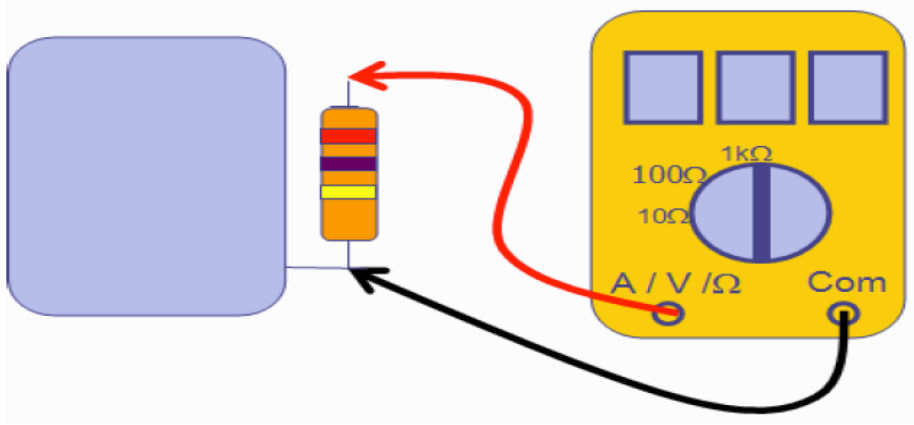
Akım Ölçmek

- Akım ölçmek için ampermetre kullanılır. Ampermetre ise devre kesilerek akımı ölçülmek istenen elemana seri olarak bağlanır.



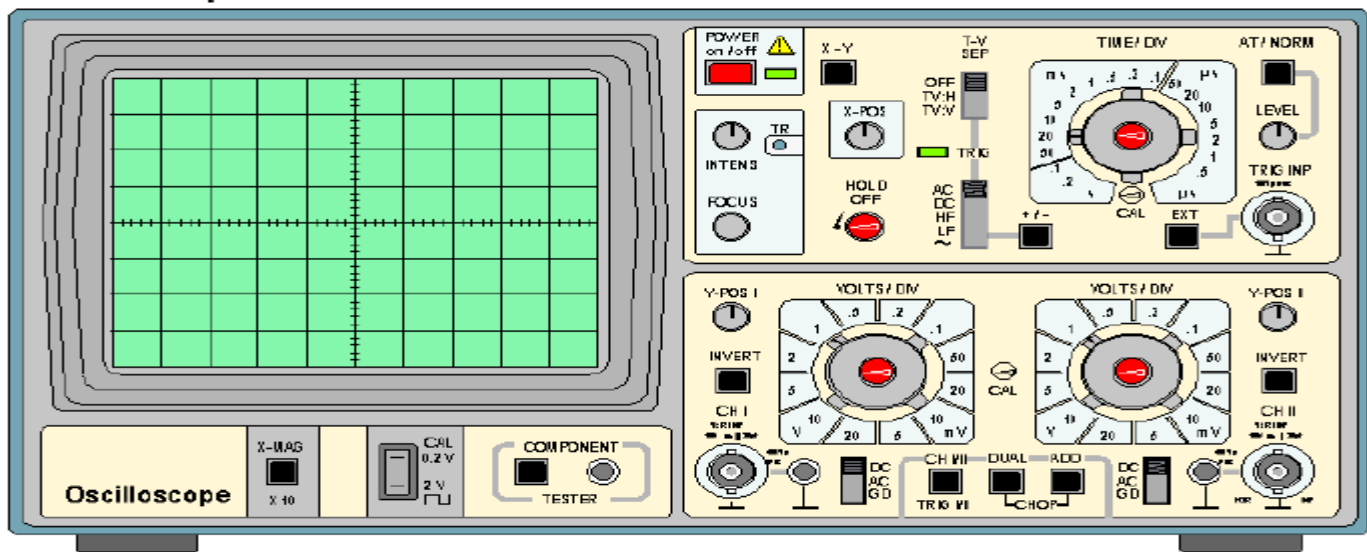
Direnç Ölçümü

- Direnç ölçümü için ohmmetre kullanılır. Direnç ölçümü için elemanın devre ile bağlantısının kesilmesi gerekir.



OSİLOSKOP

- Elektriksel işaretlerin ölçülüp değerlendirilmesinde kullanılan aletler içinde en geniş ölçüm olanaklarına sahip olan osiloskop, işaretin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda belirlenebilmesini sağlar.
- **Osiloskop**, ya da **salınımölçer** elektriksel ölçü ve gözlem araçıdır. [Gerilim](#), [akım](#) değerlerinin değişimlerini ve genliğini zamana bağlı olarak grafik halinde gösterir. Bu grafiklerden sinyalin darbe ve boşluk süreleri, genliği, frekansı ve periyodu elde edilebilir. [Elektrik](#) devrelerinden çok, elektronik devrelerdeki ölçümlerde kullanılır. Kare veya sinüzoidal girişli devrelerin çıkışlarını ve karakteristiklerini belirlemek üzere tasarlanmışlardır.



Takım Çantasında Bulunması Gerekenler

- Takım Çantası
- Pense, Kargaburun, Yan Keski,
- Saatçi Tornavida Takımı,
- Tornavida Takımı,
- Matkap,
- Havya Seti, lehim,
- Somun, Vida, Cıvata,
- Kontrol Kalemi,
- Cımbız Takımı,
- Entegre Söküm Aleti
- Aydınlatma, el lambası
- Mercek
- Kablo Ölçme kısa devre – açık devre
- Ölçü Aleti (Avometre)
- 2-tel, 4-tel burgulu)
- Kablo - Tel Sıyırma,
- El kitapları,
- Toprakla bağlantılı statik bilek bağı(statik elektriği önlemek için)

Ölçüm Cihazları

- Kablo Ölçme Aletleri,
- Ölçü Aleti (Avometre),
- Test Programları ve Cihazları,
- Osilaskop ve
- Sinyal üretici vb.

İş Güvenliği ve İş sağlığı

- İş Elbisesi,
- Antistatik Bilezik,
- İlk Yardım Malzemeleri,
- Toz Temizleyici Araçlar (Kompresör), Temizleyici Sprey,
- Temizleme Aletleri (Temizleyici Sıvı ve Spreyler, Temizleme Fırçaları),
- Elektrik Süpürge,
- Uyarı Levhaları,
- Plastik Eldiven,
- Merdiven,
- Aydınlatma,
- Zararlı Atık Depolama,
- Geri Dönüşümlü Atık Depolama ve Güvenliği,
- Işıklı Mercek,
- Özel Macun

Dökümanlar

- Proje,
- İş bitirme Formu,
- Müşteri Bilgi Formu,
- Malzeme Talep Formu,
- Servis Formu,
- Şartnameler,
- Malzeme katalogları / El kitapları,
- Malzeme Fiyat Listesi,
- Hesap Makinesi

Yardımcı ekipman ve dokümanlar

- **Enerji, zayıf akım güvenlik kabloları:** (fiber, koaksiyel, 2-tel, 4-tel burgulu); PVC Kablo Kanalları ve tavalar, Numaralandırma Etiketleri, İzolasyon Bandı, Kablo Bağı, Uzatma Kabloları, Tel Sarma ve Sökme Tabancaları, Kablo - Tel Sıyırma, Badi, Bağlama Dizisi, İzolasyon sıyırılmalı kontak ve Tel İrtibatlıma Aleti
- **Yol Haritası ve navigasyon:** GPS
- **İletişim Araçları;** Telefon, faks, kablosuz, İnternet Bağlantısı
- **Bilgisayar:** CD ve DVD çantası, Harici Depolama Birimleri, İşletim Sistemi Kurulum CD si ve İşletim Sisteminin Katalogu, Güvenlik Programları, İşlemci Soğutucusu, Sistem Disketi, Sorun Giderici Yazılımlar, Taşınabilir Bellek, Temizleme CD' si ve Temizleme Disketi
- **Yazılımlar:** Donanım Sürümleri (Drivers) ve Donanım Teknik Dokümanları
- **Çevre Birimleri:** Yazıcı, Tarayıcı, webcam, dijital fotoğraf mak, ADSL modem, dijital kamera
- Toprakla bağlantılı statik bilek bağı (statik elektriği önlemek için)



Elektrik Devreleri

Basic concepts

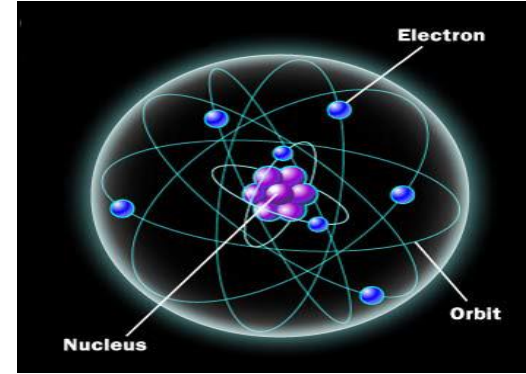
- * Electricity
- * Charge
- * Current
- * Voltage
- * Power and Energy

Basic Electronics

- What is electricity
- Voltage, Current, Resistance
- Ohm's Law
- Capacitors, Inductors
- Semiconductors
- Mechanical Components
- Digital Electronics

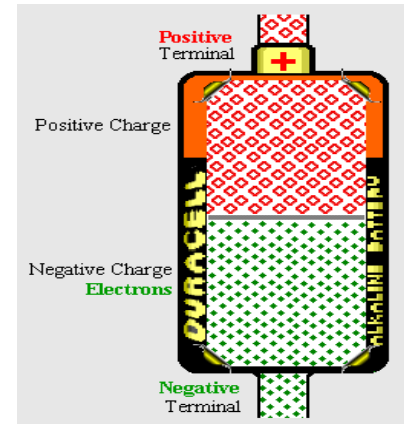
What is Electricity

- Everything is made of atoms
- There are 118 elements, an atom is a single part of an element
- Atom consists of electrons, protons, and neutrons

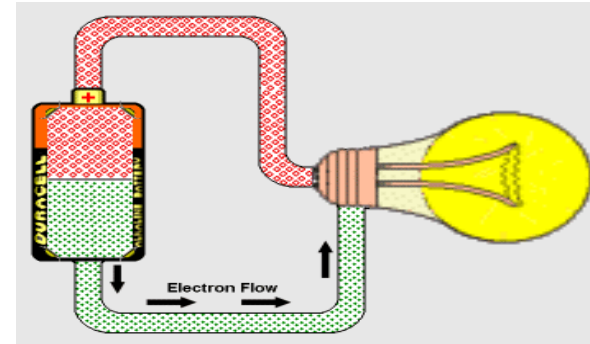


- Electrons (- charge) are attracted to protons (+ charge), this holds the atom together
- Some materials have strong attraction and refuse to loss electrons, these are called insulators (air, glass, rubber, most plastics)
- Some materials have weak attractions and allow electrons to be lost, these are called conductors (copper, silver, gold, aluminum)
- Electrons can be made to move from one atom to another, this is called a current of electricity.

- Surplus of electrons is called a negative charge (-). A shortage of electrons is called a positive charge (+).
- A battery provides a surplus of electrons by chemical reaction.



- By connecting a conductor from the positive terminal to negative terminal electrons will flow.

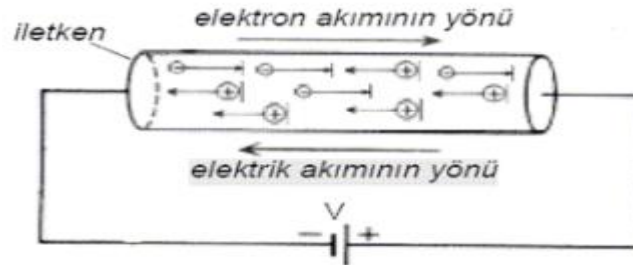


Elektrik Akımı

- Elektrik Akımı: İletkenden birim zamanda geçen elektrik yükü (elektron) miktarına **Akım** denir.

$$I = \frac{Q}{t}$$

- Birimi: **Amper**'dir.
- Akım, elektronların hareketiyle ortaya çıkar ve artı (+) uçtan eksi (-) uca doğru akar.

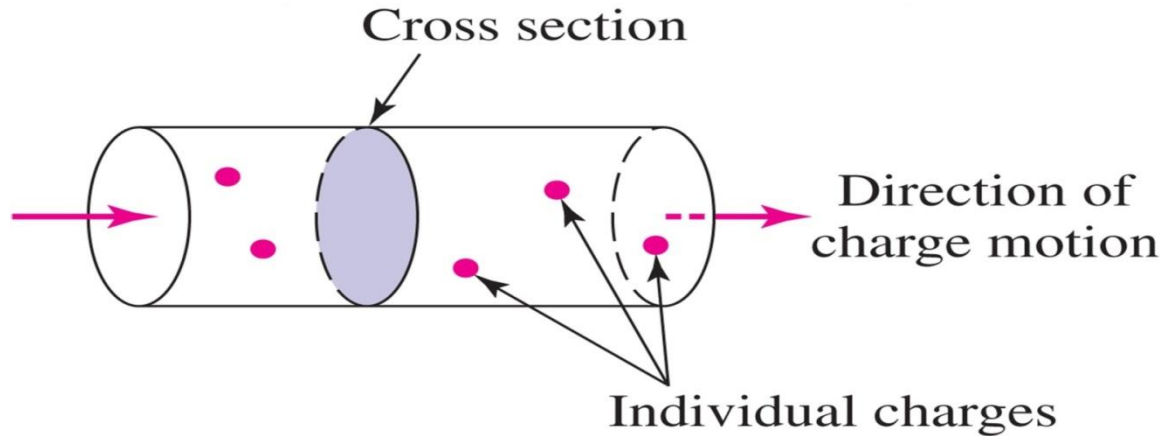


- **1 amperlik akımın** oluşabilmesi için İletkenin herhangi bir noktasından 1 saniyede $6,25 \times 10^{18}$ elektron geçmesi gerekir.
- Akım; **doğru akım (DC)** ve **alternatif akım (AC)** olmak üzere iki kısma ayrılır

Current and Charge

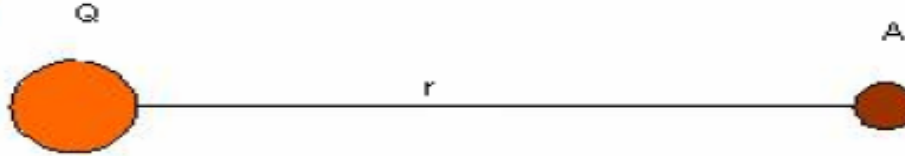
Current is the rate of charge flow:

1 ampere = 1 coulomb/second (or $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$)



Potansiyel ve Gerilim

Elektrik alanı içindeki bir noktadaki elektrik yüklenmesi sonucu oluşan şarj olayına **elektrik potansiyeli** denir. U ile gösterilir, birimi Volt'tur.



Q yükünün alanı içerisindeki A noktasındaki elektrik potansiyeli

$U_A = k \cdot \frac{Q}{r_A}$ formülü kullanılır. Buradaki işaretler şunları ifade etmektedir:

U_A : A noktasının potansiyeli (volt)

k : Yükün bulunduğu ortama ve kullanılan birim sistemine bağlı olan katsayı ($9 \cdot 10^9$)

Q : Elektrik yükü (Culon)

r_A : A noktasının Q yüküne olan uzaklığı (metre)

Potansiyel fark

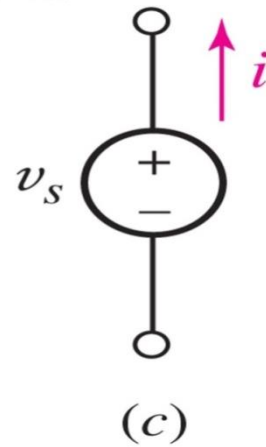
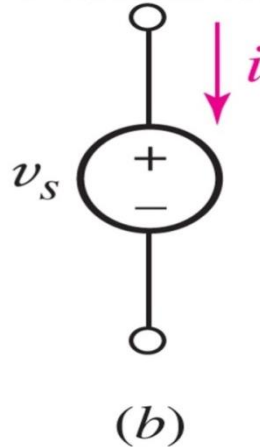
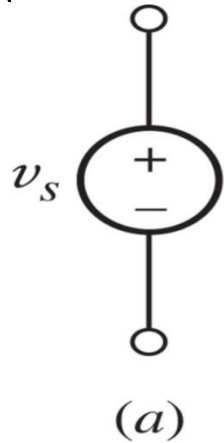
Pozitif birim yükünü, elektrik alanının herhangi bir noktasından bir başka noktasına götürmek için elektriksel kuvvetlere karşı yapılan işe, bu iki noktanın **potansiyel farkı** denir.

$$U_{AB} = U_B - U_A \text{ (Q yükü A noktasından B noktasına gitmiş ise)}$$

$$U_{AB} = U_A - U_B \text{ (Q yükü B noktasından A noktasına gitmiş ise)}$$

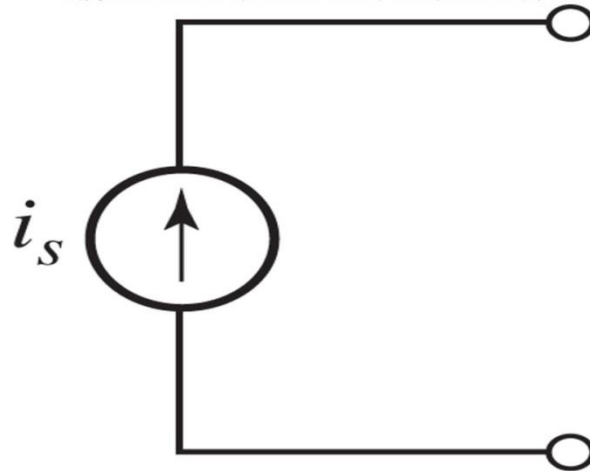
Voltage Sources

- An ideal voltage source is a circuit element that will maintain the specified voltage v_s across its terminals.
- The current will be determined by other circuit elements.



Current Sources

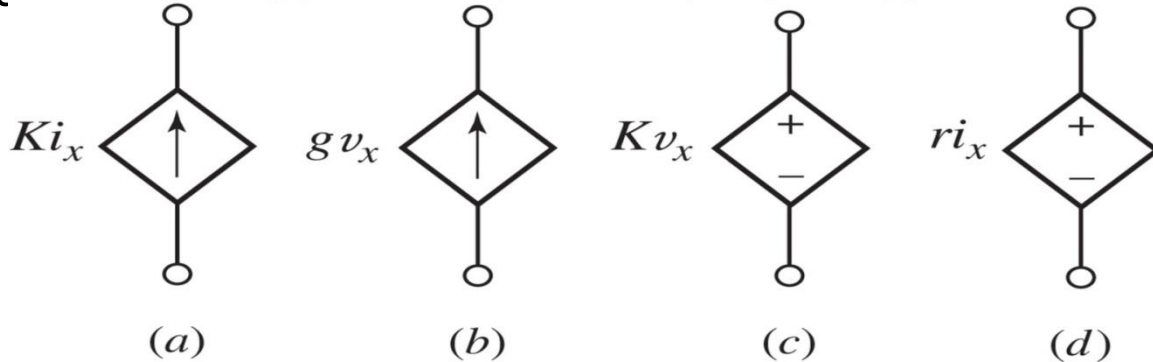
- An ideal current source is a circuit element that maintains the specified current flow i_s through its terminals.
- The voltage is determined by other circuit elements.



Dependent Sources

Dependent current sources (a) and (b) maintain a *current* specified by another circuit variable.

Dependent voltage sources (c) and (d) maintain a *voltage* specified by another circuit variable.



Resistance of a Material

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

R is the resistance (in Ohms, Ω)

ρ is a property of the material called resistivity

L is the length of the material (in cm)

A is the cross-sectional area of the material
(in cm^2)

What are the units of ρ ?

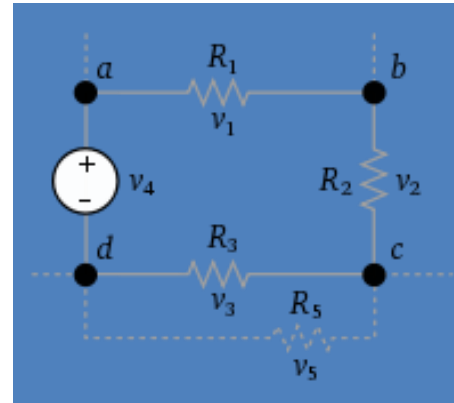
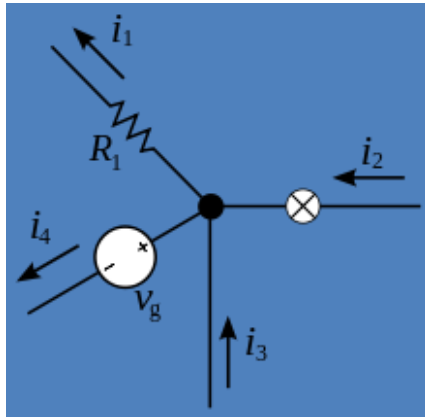
BİR İLETKENİN DİRENCİ

1. Sıcaklığına : Sıcaklık arttıkça direnci artar.
2. Uzunluğuna : Uzunluk arttıkça direnci artar.
3. Kesitine : Kesiti arttıkça direnci azalır.
4. Özdirencine : Özdirenci arttıkça direnci artar.

Noise, Coupling, Repeaters, Crosstalk, Delay

Kirchhoff's Laws

- Kirchhoff's current law (KCL): The sum of currents in a network of conductors meeting at a point is zero.
- Kirchhoff's voltage law (KVL): The voltage drop around a closed loop is 0.



Kirchhoff's Current Law

- Or KCL for short
 - Based upon conservation of charge – the algebraic sum of the charge within a system can not change.

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

Where N is the total number of branches connected to a node.

$$\sum_{\text{node}} i_{\text{enter}} = \sum_{\text{node}} i_{\text{leave}}$$

Kirchhoff's Voltage Law

- Or KVL for short

- Based upon conservation of energy – the algebraic sum of voltages dropped across components

around a loop is zero.

$$\sum_{m=1}^M v = 0$$

Where M is the total number of branches in the loop.

$$\sum v_{\text{drops}} = \sum v_{\text{rises}}$$

Example 2

- Suppose the current through R2 was entering the node and the current through R3 was leaving the node.
 - Use KCL

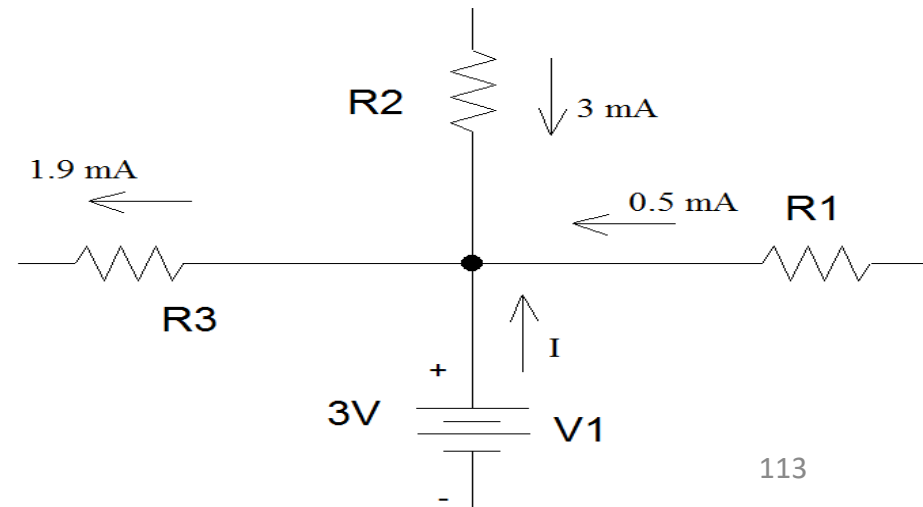
- 3 mA + 0.5 mA + I are entering the node.
- 1.9 mA is leaving the node.

V1 is dissipating power.

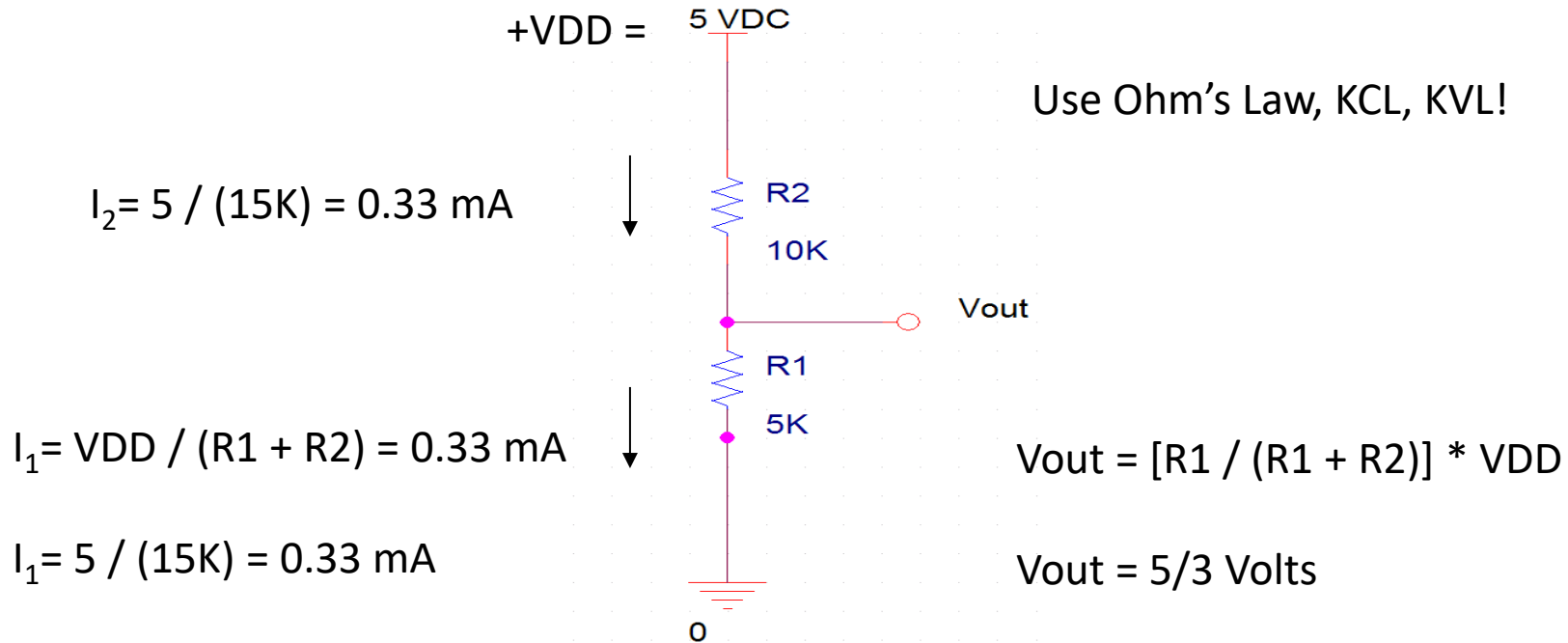
$$3mA + 0.5mA + I = 1.9mA$$

$$I = 1.9mA - (3mA + 0.5mA)$$

$$I = -1.6mA$$

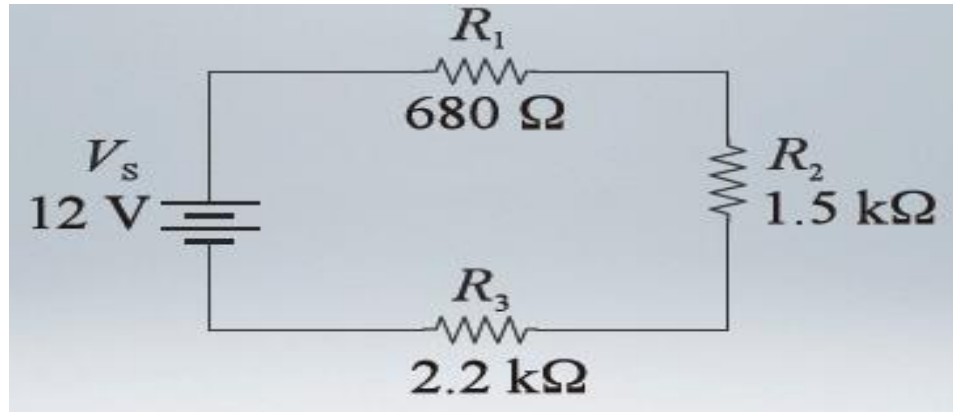


Voltage Divider



Example: Resistors in series

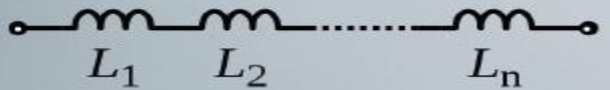
The resistors in a series circuit are $680\ \Omega$, $1.5\ \text{k}\Omega$, and $2.2\ \text{k}\Omega$. What is the total resistance?



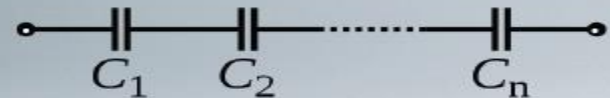
Multiple elements in a series circuit



$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



$$L_{total} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$



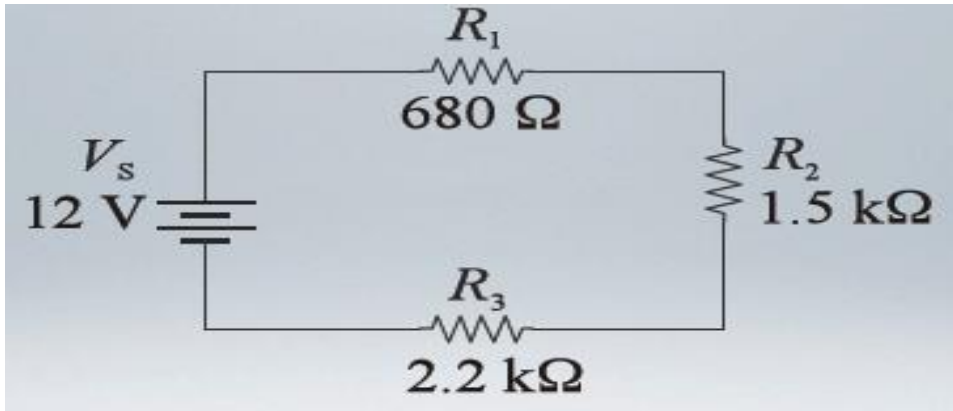
$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



$$V_{total} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Example: Resistors in series

The resistors in a series circuit are $680\ \Omega$, $1.5\ \text{k}\Omega$, and $2.2\ \text{k}\Omega$. What is the total resistance?



$$\begin{aligned}R_{total} &= R_1 + R_2 + R_3 \\&= 680\ \Omega + 1500\ \Omega + 2200\ \Omega \\&= 4380\ \Omega \\&= 4.38\ \text{k}\Omega\end{aligned}$$

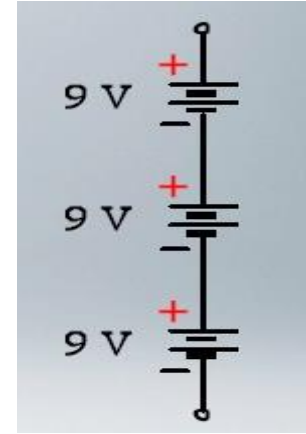
The current through each resistor?

$$I = \frac{V}{R_{total}} = \frac{12\text{V}}{4380\ \Omega} = 2.74\ \text{mA}$$

Example: Voltage sources in series

Find the total voltage of the sources shown

$$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 = 27V$$



What happens if you reverse a battery?

Thevenin Teoremi

- Bu teoreme göre elektrik devreleri bir direnç ve ona seri bağlı olan bir üreteç eşdeğeri ile temsil edilebilir.
 - Gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları ise açık devre yapılarak Thevenin eşdeğer direnci bulunur.
 - Thevenin en çok bağımlı kaynaklarının dönüşümünde işimize yarar. Bağımlı kaynağın etkisi devrede Thevenin eşdeğer direnci olarak kendini gösterir. Böylece devreyi bağımlı kaynaklardan arındırılmış bir şekilde çözebiliriz.*

DOĞRUSAL DEVRE

Bağımsız ve
bağımlı kaynaklar
içerebilir

DEVRE A

i

+

v_o

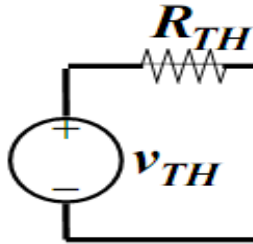
a

b

DOĞRUSAL DEVRE

Bağımsız ve
bağımlı kaynaklar
içerebilir

DEVRE B



DEVRE A

i

+

v_o

a

b

DOĞRUSAL DEVRE

DEVRE B

Thevenin Eşdeğer Devresi
DEVRE A için

v_{TH}

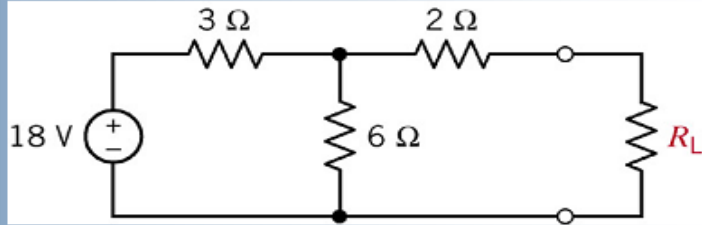
Thevenin Esdeğer Kaynağı

R_{TH}

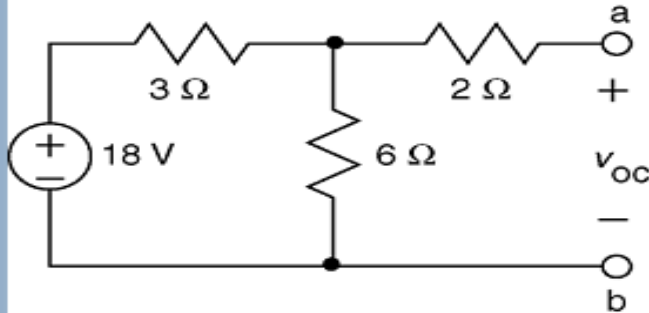
Thevenin Esdeğer Direnci

Thevenin

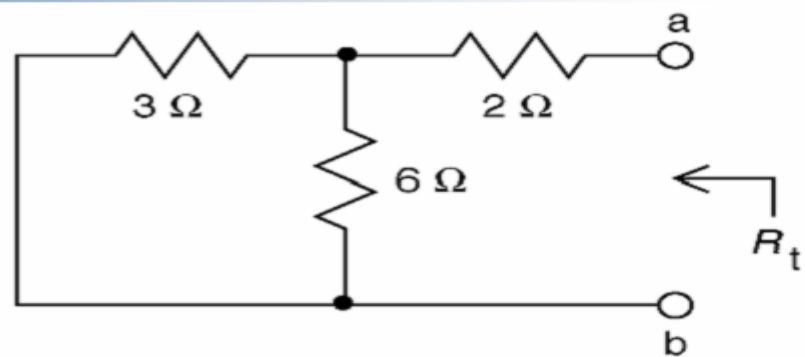
Örnek-1



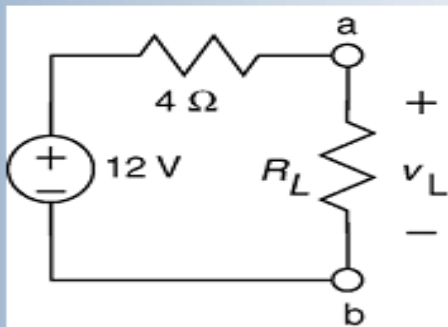
R_L üzerinde düşen gerilimi bulunuz,



$$v_{oc} = \frac{6}{6+3}(18) = 12 \text{ V}$$

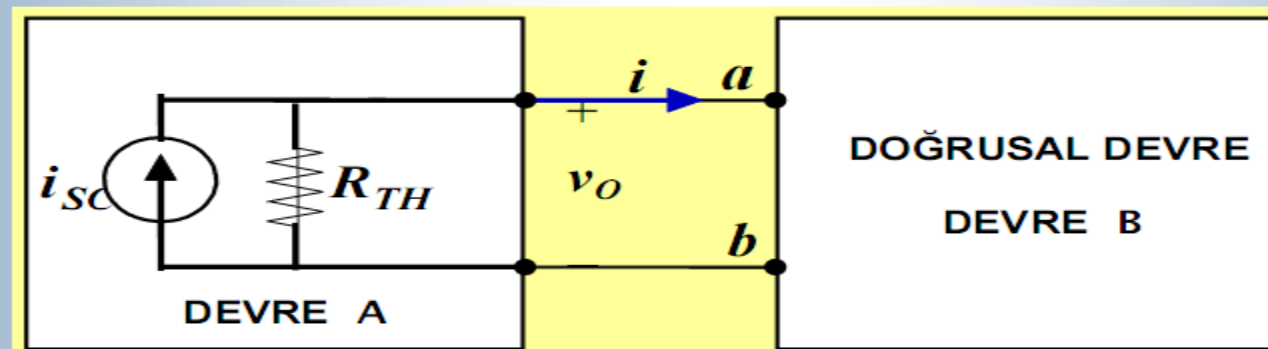
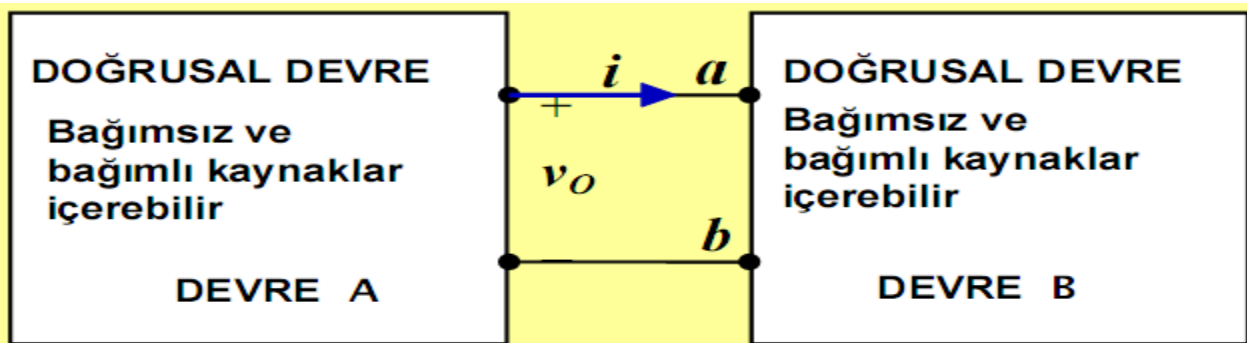


$$R_t = 2 + \frac{(3)(6)}{3+6} = 4 \Omega$$



Norton Teoremi

- Norton teoremi, elektrik devrelerinin çözümlenmesinin kolaylaştırılması için kullanılan teorem ve yöntemdir. Bu yöntem sayesinde karmaşık elektrik devreler oluşturulan basit eşdeğer devre üzerinden kolayca çözülebilir.
- Norton Teoremi, benzer bir yöntem olan Thevenin teoreminin uzantısıdır. Teorem 1926 yılında birbirinden bağımsız olarak; Siemens firmasından Hans Ferdinand Mayer (1895-1980) ve Bell Laboratuvarları'dan Edward Lawry Norton (1898-1983) tarafından geliştirilmiştir. Mayer konu ile ilgili çalışmasını yayımlamış, Norton'un çalışması ise firma içi teknik rapor olarak kalmıştır.
- Doğrusal bir devre, herhangi iki noktasına göre, bir akım kaynağı ve buna paralel bir direnç haline getirilebilir.
- Bunun için;
 - Herhangi iki noktadan uçları kısa devre edildiğinde geçen akım kaynak akımıdır
 - Gerilim kaynağı kısa devre edildiğinde, iki nokta arasındaki direnç eşdeğer dirençtir.

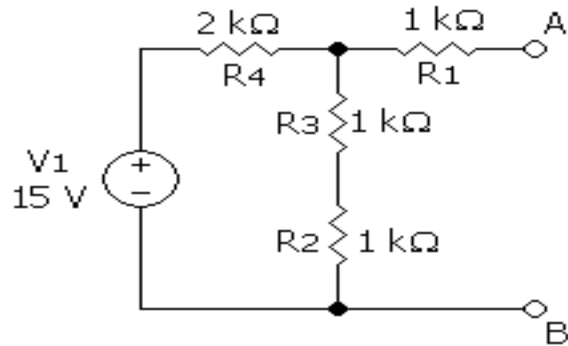


Norton Eşdeğer Devresi
DEVRE A için

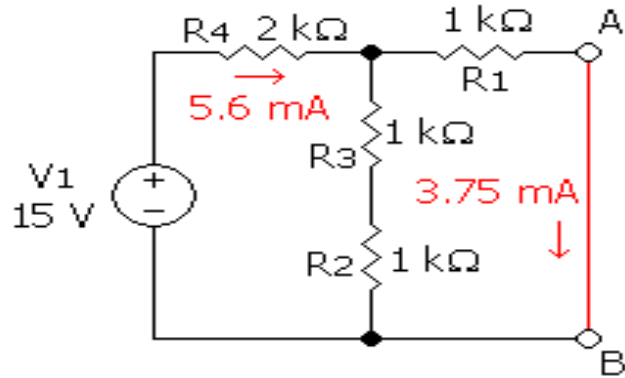
i_{SC} Norton Eşdeğer Kaynağı
 R_{TH} Thevenin Eşdeğer Direnci

Norton Örneği

- Norton Eşdeğerini bulunuz?



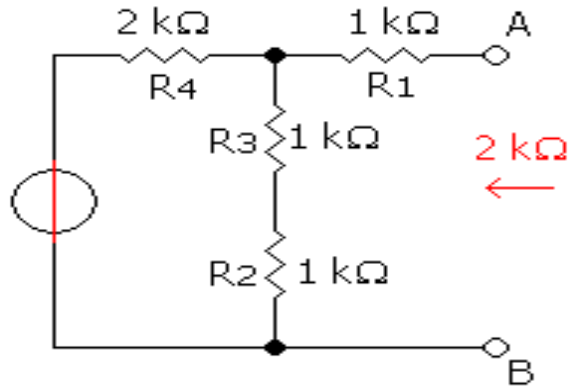
Norton Akımı ?



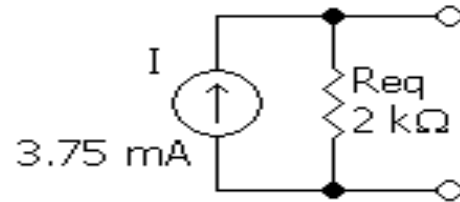
$$I_{\text{total}} = \frac{15\text{V}}{2\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega \parallel (1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega)} = 5.625\text{mA}$$

$$I = \frac{1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega}{(1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega)} \cdot I_{\text{total}}$$
$$= \frac{2}{3} \cdot 5.625\text{mA} = 3.75\text{mA}$$

Norton Direnci = Rth

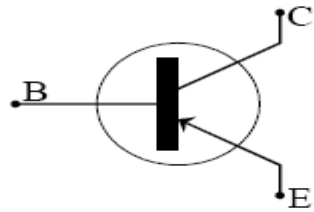
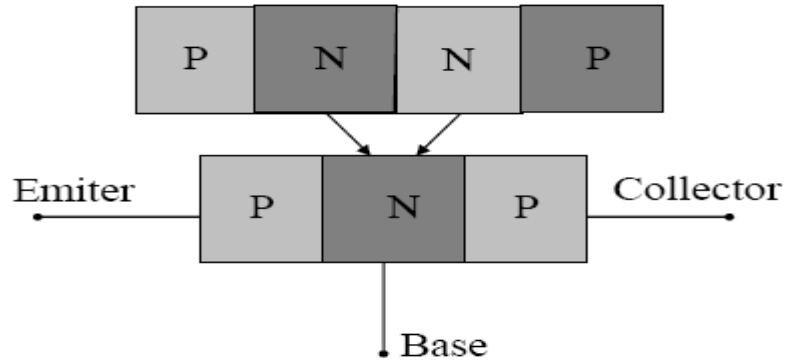


$$R = 1\text{ k}\Omega + 2\text{ k}\Omega \parallel (1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega) = 2\text{ k}\Omega$$

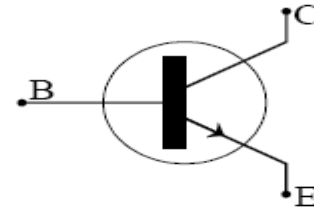
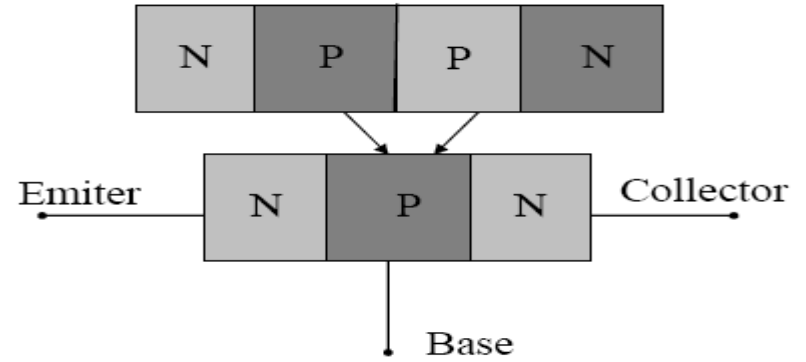




Elektronik



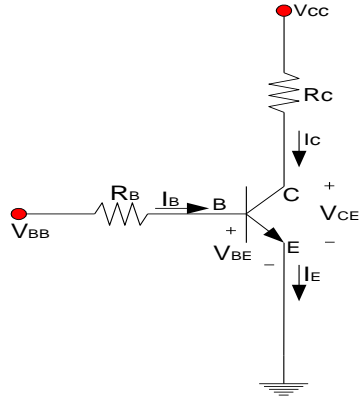
(a)



(b)

PNP (a) ve NPN (b) transistor ve sembolleri

DC Analiz



$$V_{CC} = R_C * I_C + V_{CE}$$

$$V_{BB} = R_B * I_B + V_{BE}$$

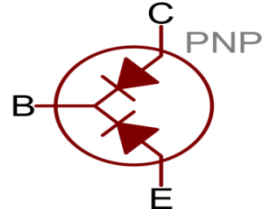
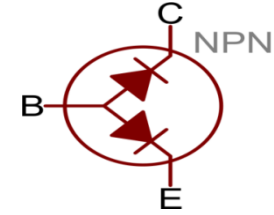
$$I_C = \beta * I_B$$

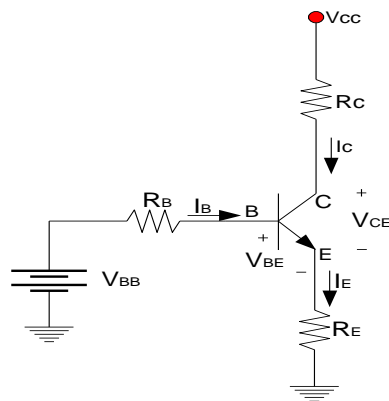
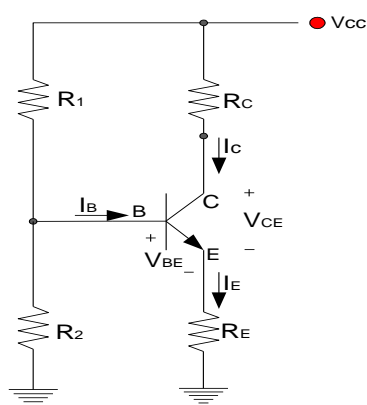
$$I_{C\ SAT} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$V_{CE} \leq 0V$ ya da $I_c \geq I_{c\ SAT}$; Saturasyon $V_{CE} = 0V$ Olur.

$I_B \leq 0A$ ise ; Kesmede $I_B = I_C = 0A$ Olur.





$$V_{BB} = V_{CC} * \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad R_B = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{CC} = R_C * I_C + V_{CE} + R_E * I_E$$

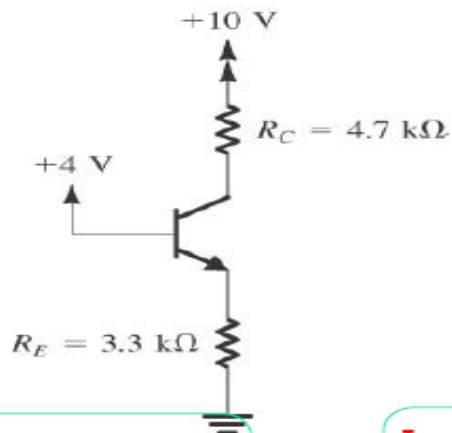
$$V_{BB} = R_B * I_B + V_{BE} + R_E * I_E$$

$$I_C = \beta * I_B$$

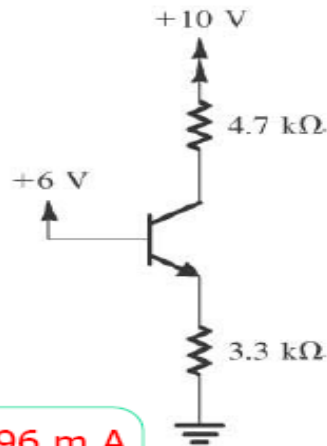
$$I_E = I_C + I_B = \beta * I_B + I_B = (1 + \beta) * I_B$$

$$I_E = I_C + \frac{I_C}{\beta} = \left(\frac{1 + \beta}{\beta}\right) * I_C$$

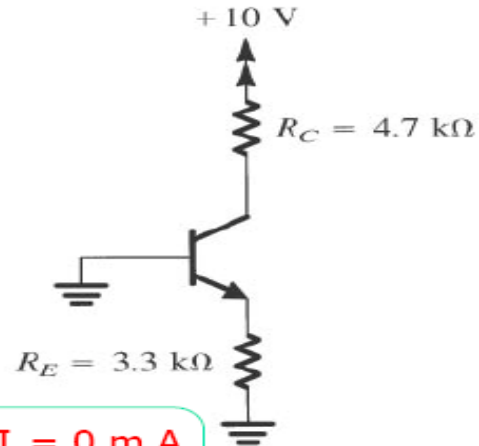
Calculate the transistor operating point (I_C , V_{CE}) in the following circuits assuming $\beta=100$, $V_{BE} = 0.7V$ and $V_{CEsat} = 0.2 V$. What is the region of operation?



$I_C = 0.99 \text{ mA}$
 $V_{CE} = 2 \text{ V}$
 Active

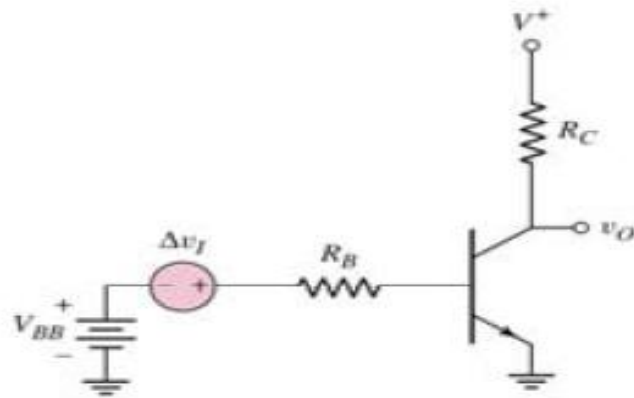


$I_C = 0.96 \text{ mA}$
 $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$
 Saturation

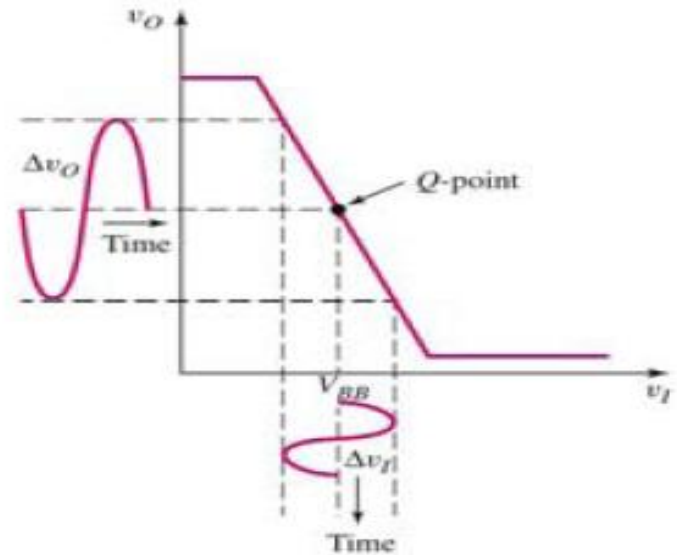


$I_C = 0 \text{ mA}$
 $V_{CE} = 10 \text{ V}$
 Cut-Off

- Amplifier



(a)



(b)

Opamlara (İşlemsel yükselteçler) Giriş

-Operasyonel (işlemsel) yükselteçler, kısaca "opamp" olarak bilinir ve bu adla tanımlanırlar.

-OpAmp kelime anlamı olarak işlemsel kuvvetlendirici demektir. (İşlemsel Kuvvetlendirici = Operational Amplifier)

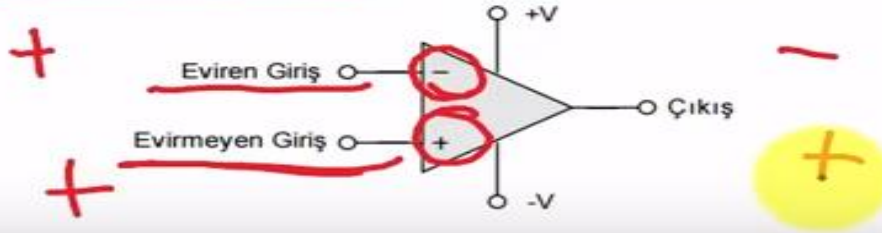
-Elektronik endüstrisinde üretilen ilk tümdevre (İntegrated circuits=IC's) bir opamp'tır. 1963 yılında Fairchild firması tarafından μ A702 kodu ile üretilip tüketime sunulmuştur.

-İşlemsel yükselteçler aktif devre elemanlarıdır.

-Devrede gerilim kontrollü gerilim kaynağı gibi çalışırlar.

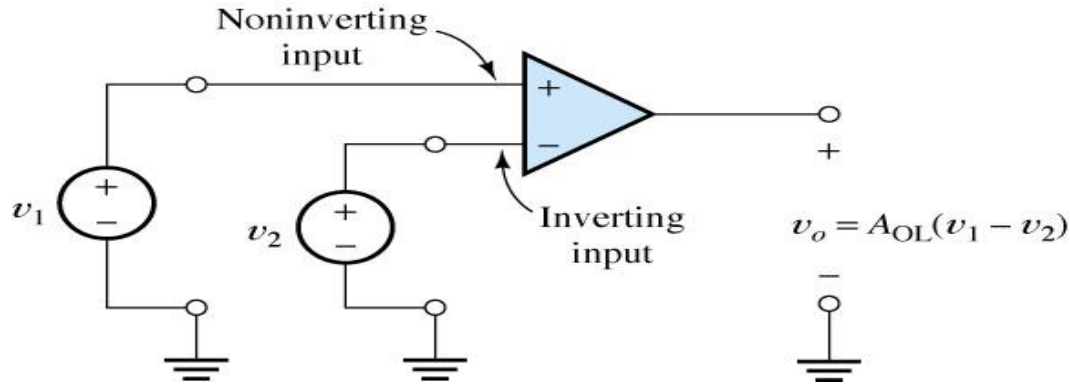
-İşlemsel yükselteçler sinyalleri toplama, çıkarma, bölme ve çarpma özelliklerine sahiptirler.

-Bu matematiksel özelliklerinden dolayı da işlemsel yükselteç adını alırlar.



Operational Amplifier

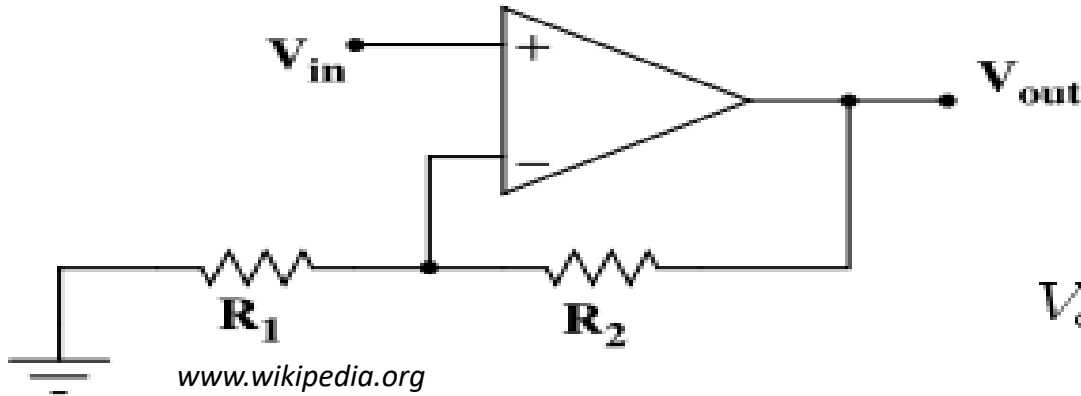
Operational Amplifiers take small voltages and make them MUCH larger.



Golden Rules (Op amp with negative feedback):

- (1) No-current flows into either (+) or (-) inputs.
- (2) The (+) and (-) inputs are at the same voltage.

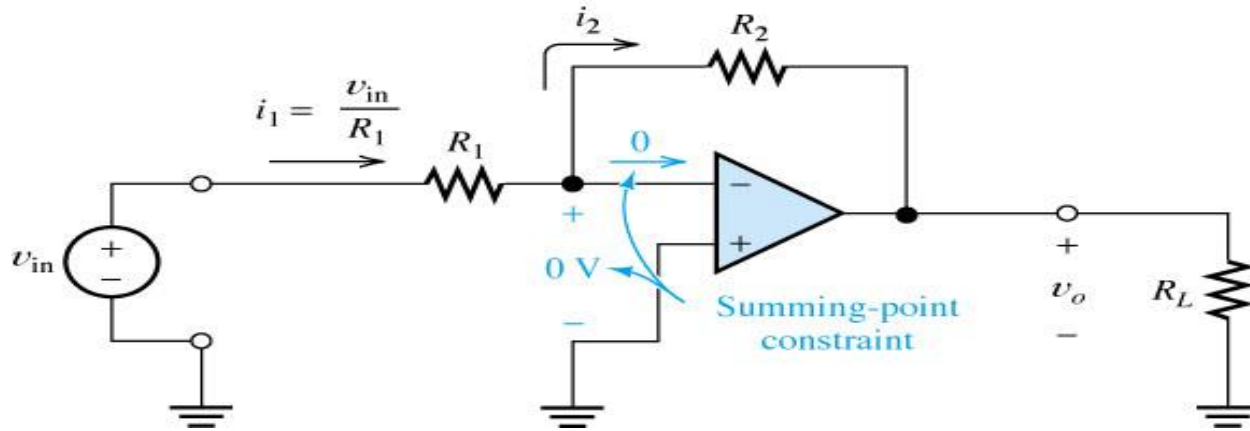
Non-inverting Op-Amp



$$V_{out} = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

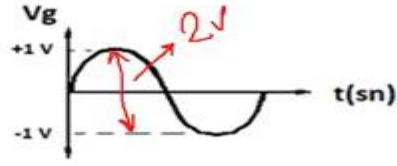
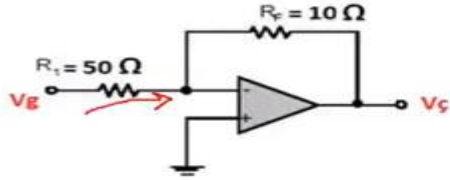
Uses: Amplify...straight up

Inverting Gain Amplifier



$$\text{Gain} = - R_2 / R_1$$

Örnek: Giriş gerilimi verilen aşağıdaki devrenin çıkış gerilimini (V_C) bularak çiziniz.



Çözüm:

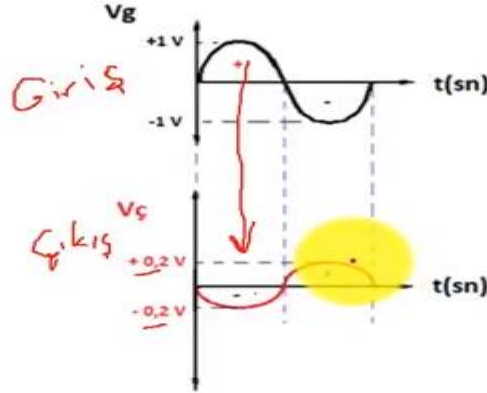
$K = -\frac{R_f}{R_1}$ formülünü kullanarak;

$K = -\frac{R_f}{R_1} = -\frac{10}{50} = -0,2$ bulunur.

$V_{pp} = 2 \cdot V_{max} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ V}$

$V_C = -K \cdot V_g$ formülünü kullanarak;

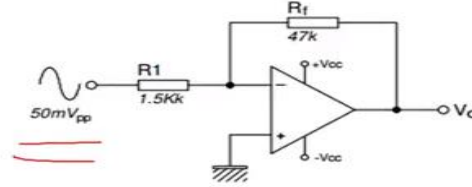
$V_C = -0,2 \cdot 2 = -0,4 \text{ Volt}$ bulunur.



- Çıkış gerilim terslendi.
- Çıkış gerilimi tepeden tepeye 0.2V

Örnek

Örnek 2.2: Şekildeki devrenin kazancını ve çıkış sinyalinin değerini hesaplayın.

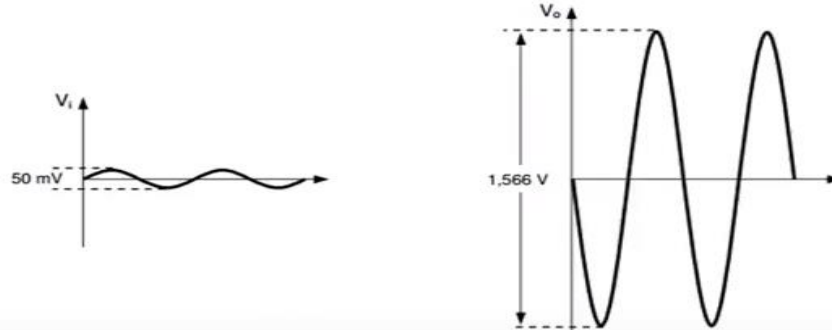


$$A_v = \frac{-R_f}{R_1} = \frac{-47}{1.5} = -31,33$$

$$V_o = A_v \cdot V_i = -31,33 \cdot (50 \text{ mV}_{pp}) = -1,566 \text{ V}_{pp}$$

Çıkıştan, tepeden tepeye 1,566 V' luk bir sinüs sinyal alınacak ve girişle arasında 180° faz farkı olacaktır. Giriş ve çıkış sinyalleri aşağıda görülmektedir.

Çıkıştan, tepeden tepeye 1,566 V' luk bir sinüs sinyal alınacak ve girişle arasında 180° faz farkı olacaktır. Giriş ve çıkış sinyalleri aşağıda görülmektedir.

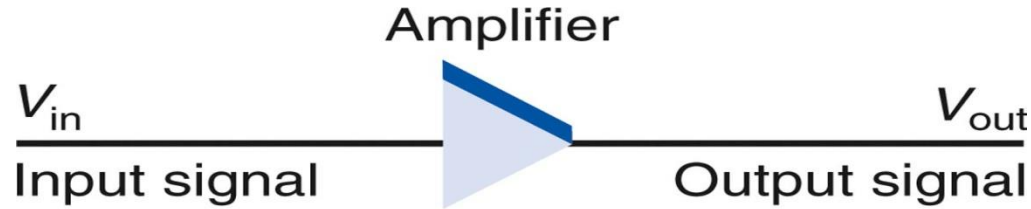


Gain, Attenuation, and Decibels

Gain

- **Gain** means amplification. It is the ratio of a circuit's output to its input.

$$A_V = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$



$$A = \text{gain} = \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$

An amplifier has gain.

Gain, Attenuation and Decibels

- Most amplifiers are also power amplifiers, so the same procedure can be used to calculate power gain A_p where P_{in} is the power input and P_{out} is the power output.

$$\text{Power gain } (A_p) = P_{out} / P_{in}$$

- **Example:** The power output of an amplifier is 6 watts (W). The power gain is 80. What is the input power?

$$A_p = P_{out} / P_{in} \quad \text{therefore} \quad P_{in} = P_{out} / A_p$$
$$P_{in} = 6 / 80 = 0.075 \text{ W} = 75 \text{ mW}$$

Gain, Attenuation and Decibels

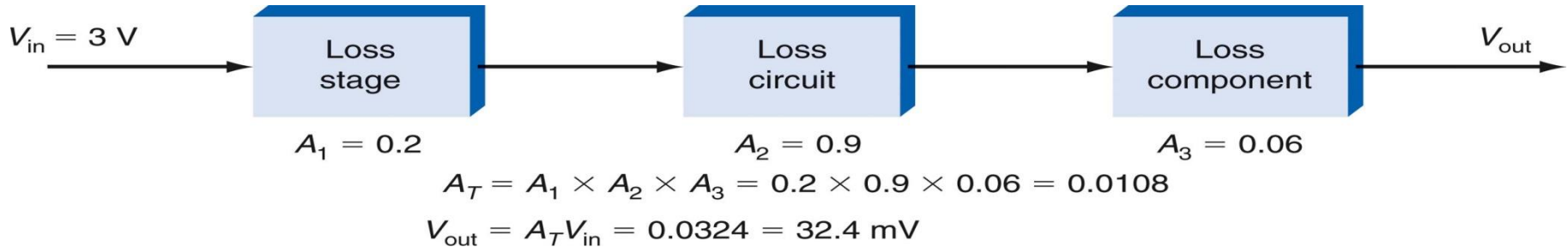
- An amplifier is **cascaded** when two or more stages are connected together.
- The overall gain is the product of the individual circuit gains.

- **Example:**

Three cascaded amplifiers have power gains of 5, 2, and 17. The input power is 40 mW. What is the output power?

$$A_p = A_1 \times A_2 \times A_3 = 5 \times 2 \times 17 = 170$$
$$A_p = P_{\text{out}} / P_{\text{in}} \quad \text{therefore} \quad P_{\text{out}} = A_p P_{\text{in}}$$
$$P_{\text{out}} = 170 (40 \times 10^{-3}) = 6.8\text{W}$$

Gain, Attenuation and Decibels



Total attenuation is the product of individual attenuations of each cascaded circuit.

Gain, Attenuation and Decibels

Decibels: Decibel Calculations

- Voltage Gain or Attenuation

$$\text{dB} = 20 \log V_{\text{out}} / V_{\text{in}}$$

- Current Gain or Attenuation

$$\text{dB} = 20 \log I_{\text{out}} / I_{\text{in}}$$

- Power Gain or Attenuation

$$\text{dB} = 10 \log P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$$

Gain, Attenuation and Decibels

Decibels: Decibel Calculations

- **Example:**

An amplifier has an input of 3 mV and an output of 5 V.
What is the gain in decibels?

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 20 \log 5/0.003 \\ &= 20 \log 1666.67 \\ &= 20 (3.22) \\ &= 64.4 \end{aligned}$$

Gain, Attenuation and Decibels

Decibels: Decibel Calculations

- **Example:**

A filter has a power input of 50 mW and an output of 2 mW. What is the gain or attenuation?

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 10 \log (2/50) \\ &= 10 \log (0.04) \\ &= 10 (-1.398) \\ &= -13.98 \end{aligned}$$

– If the decibel figure is positive, that denotes a gain.

$$P(\text{dBw}) \doteq 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1\text{W}} \right)$$

For example, $P = 100$ Watts can alternatively be expressed as $P(\text{dBw}) = +20 \text{ dBw}$. Likewise, $P = 1 \text{ mW}$ can be expressed as $P(\text{dBw}) = -30 \text{ dBw}$.

$$P(\text{dBm}) \doteq 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1 \text{ mW}} \right)$$

For example, $P = 100$ Watts can alternatively be expressed as $P(\text{dBm}) = +50 \text{ dBm}$. Likewise, $P = 1 \text{ mW}$ can be expressed as $P(\text{dBm}) = 0 \text{ dBm}$.

Linear Gain (output/input ratio) vs. Logarithmic (decibels, dB) Gain

Fundamentally, gain is a multiplication (or division) factor. As an example, an amplifier might have a gain that increases the signal by a factor of 4 (*i.e.*, 4x) from input to output (see **Fig. 3**). If a 1 mW (0 dBm) signal is fed into the amplifier, then $1 \text{ mW} * 4 = 4 \text{ mW}$ comes out. In terms of decibels, a factor of 4 is equivalent to $10 * \log(4) = 6.02 \text{ dB}$, so 0 dBm in plus 6.02 dB of gain yields +6.02 dBm at the output.

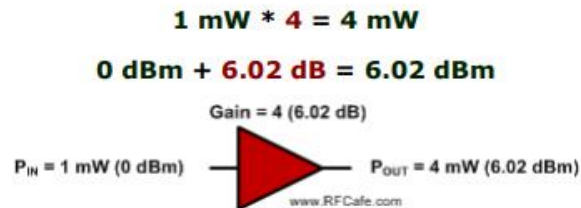
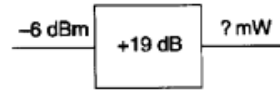
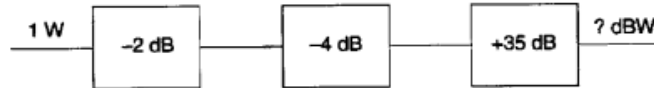


Fig. 3 - Single amplifier gain.

Exercise 1a.



Exercise 1b.



Exercise 1c.



Exercise 1d.



(Answers: 1a: +13 dBm = 20 mW; 1b: +29 dBW, 1c: +32 dBm, and 1d: +7 dBm = 0.005 W).



Security - Automation and Control

**GERÇEK ZAMANLI
İŞ SÜREÇLERİ GELİŞTİRME**

ÖLÇME

İZLEME

TEHDİT BULMA

İZ SÜRME

ERKEN UYARI

ACİL MÜDAHALE

KOORDİNASYON

SÜREÇ YÖNETİMİ

DENETİM - KONTROL

YETKİLENDİRME

KRİZ VE RİSK YÖNETİMİ



PROJE BİLEŞENLERİ

OPERASYON YÖNETİM MERKEZLERİ

İNŞAAT VE ALT YAPI HAZIRLAMA

ENERJİ SİSTEMLERİ

FİBER TRANSMİSYON OMURGA

GİGA BİT AĞ TEKNOLOJİLERİ

İZLEME SİSTEMLERİ

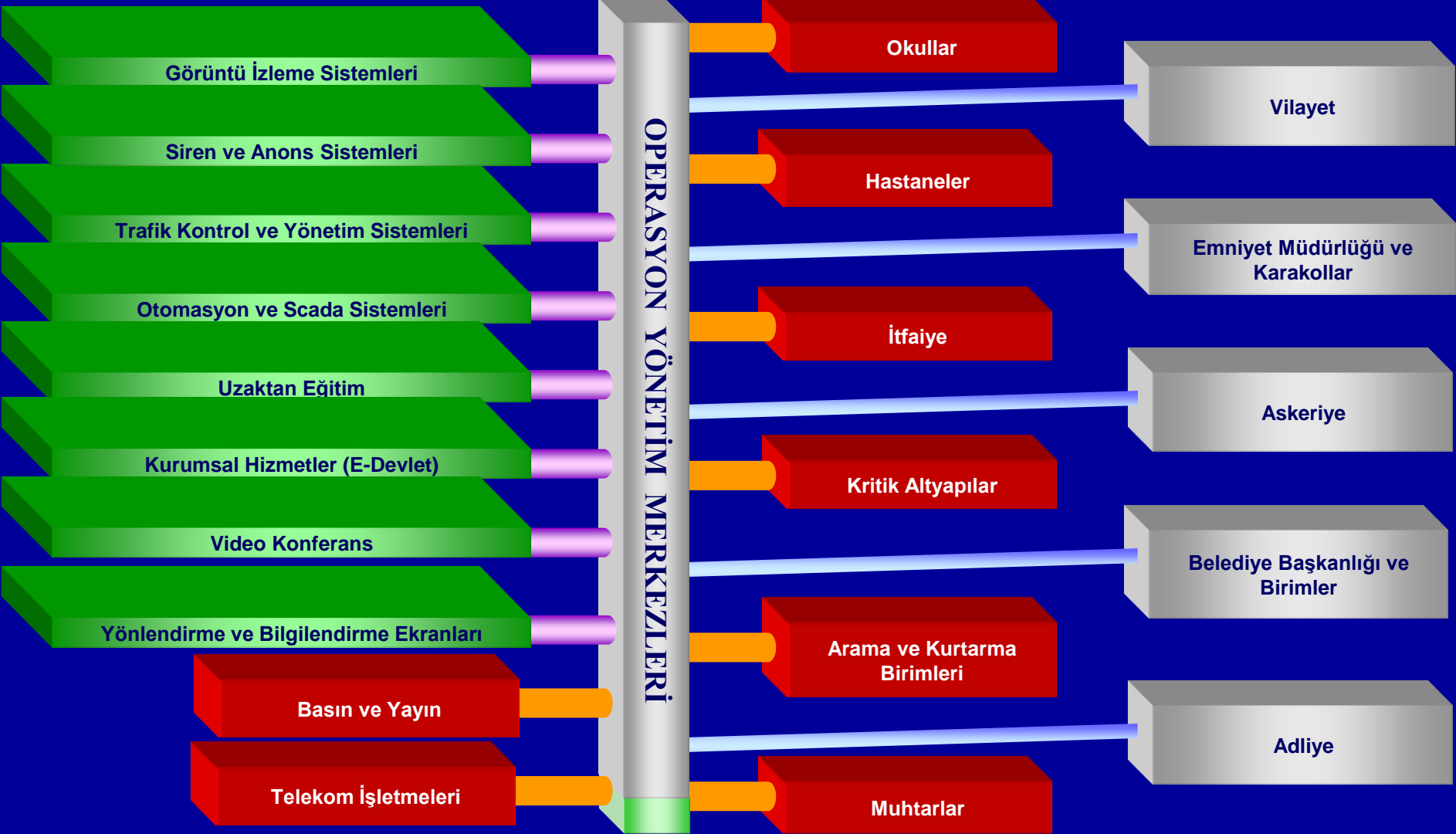
SUNUCU VE BİLGİSAYAR

YAZILIMLAR VE LİSANSLAR

OTOMASYON – SCADA SİSTEMLERİ

HABERLEŞME ORTAMLARI VE SİSTEMLERİ

İŞ SÜREÇLERİ GELİŞTİRME



ETHERNET PORTLU PROGRAMLANABİLİR OTOMASYON KONTROL ÜNİTESİ

SÜRÜCÜ KARTLARI



OTOMASYON - SCADA

(Supervisory Control And Data Acquisition)

OTOMASYON SCADA UYGULAMALARI

TRAFİK SİNYALİZASYON YÖNETİM SİSTEMLERİ

İÇME SUYU YÖNETİM SİSTEMLERİ

DOĞAL AFETLERE İLİŞKİN BİLGİ TOPLAMA VE ERKEN UYARI

GAZ, PETROL, ENERJİ ÜRETİM VE DAĞITIM SİSTEMLERİNİ İZLEME VE YÖNETME

KİMYASAL, NÜKLEER, BİYOLOJİK SIZINTI VE ATIKLARI BULMA VE ERKEN UYARI

ÇEVRE KİRLİLİĞİ BULMA

ŞEHİR AYDINLATMA SİSTEMLERİ YÖNETİM

İKLİMSEL SU SEVİYELERİNİ İZLEME (Sel, Baraj ve Nehirlerdeki Su Seviyeleri)

İZİNSİZ GİRİŞ VE GEÇİŞ SİSTEMLERİ YÖNETİM

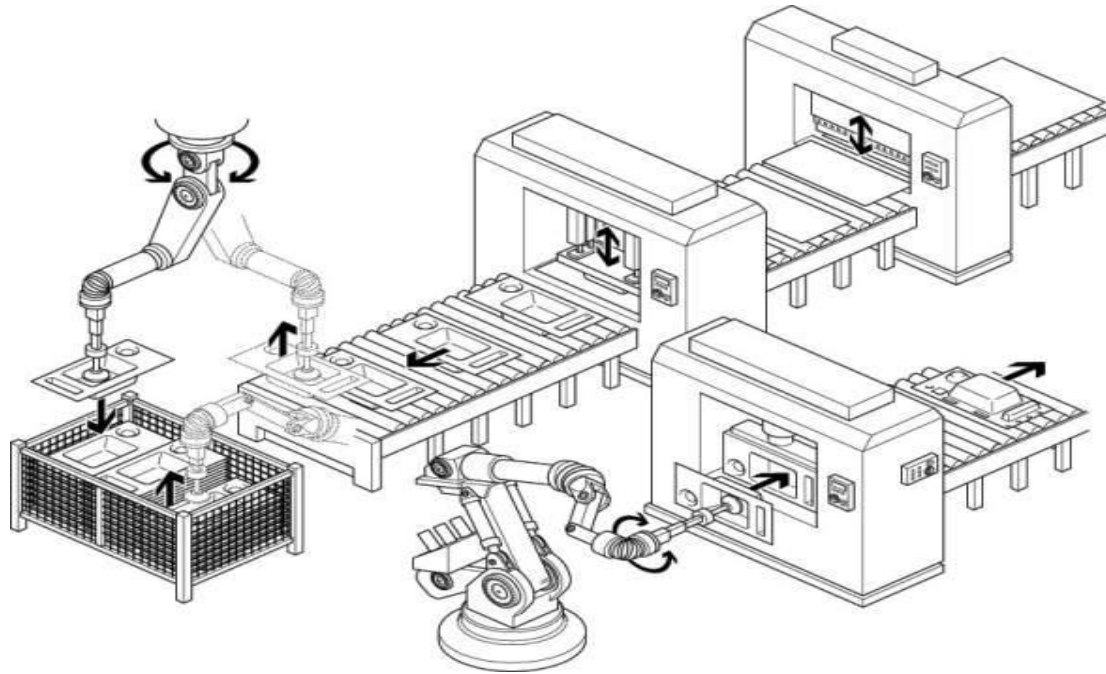
SULAMA KANALLARI YÖNETİM

Industrial Automation - Machines

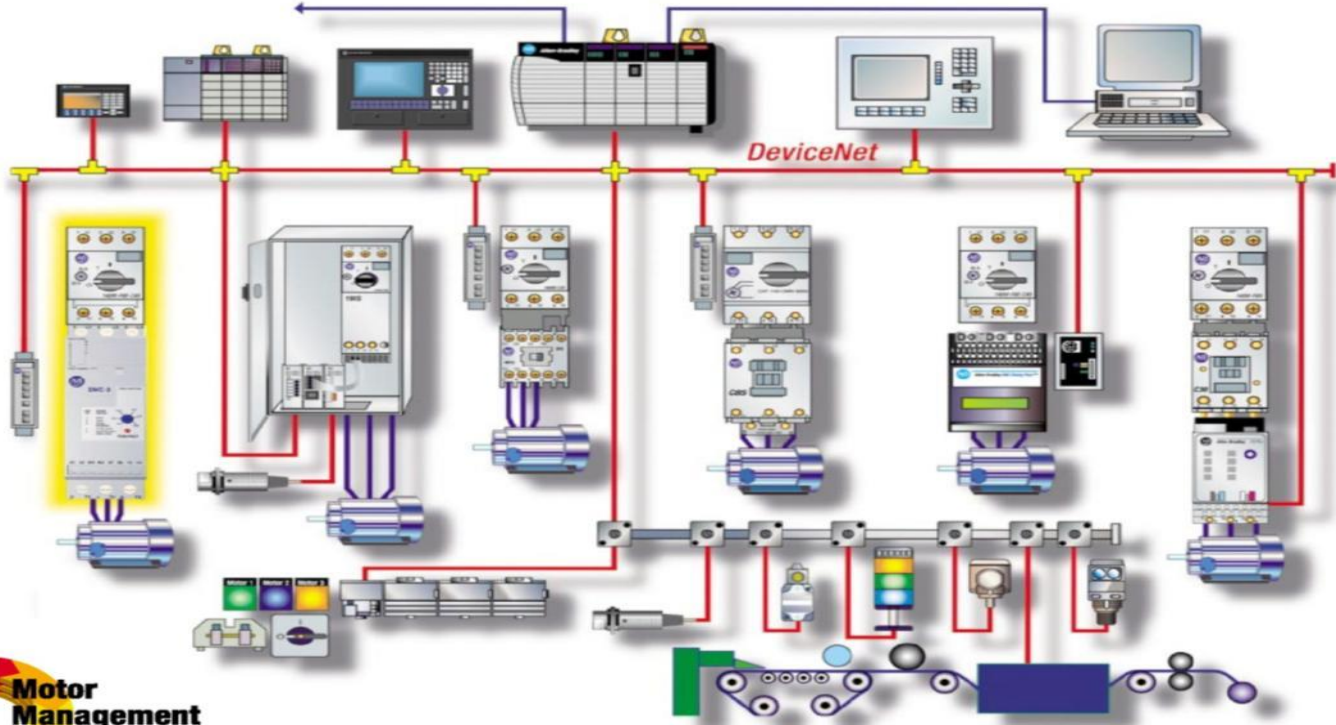


- Storage Systems
- Handling Systems
- Assembly Lines
 - Assembly Cells
 - Machines
 - Actuators
 - Sensors
- Production Lines
 - Production Cells
 - Machines
 - Actuators
 - Sensors

Automated Assembly Line



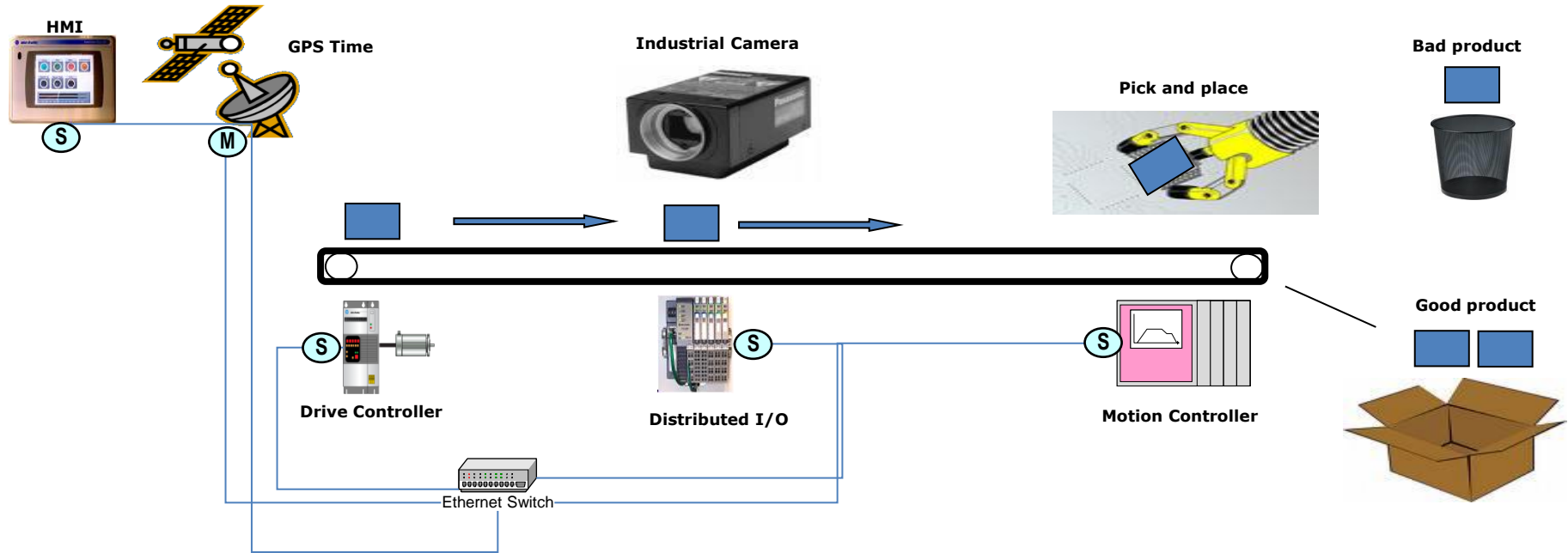
Industrial Automation - Computing



- Computers
- Controllers
 - Actuators
 - Sensors
- Software

Automation Control Network Example

- System sorts defective parts off of a conveyor belt
- Network uses fieldbus protocols on a 10/100 Ethernet network with IEEE 1588 time synchronization support



Industrial Systems

- Control Systems
- Sensors and Actuators
- Automated Machine Tools
- Industrial Robotics
- Logic Controllers
- Handling Systems
- Storage Systems
- Identification Systems
- Manufacturing Cells
- Assembly Lines
- Flexible Manufacturing Systems

Reasons for Automating

1. To increase labor productivity
2. To reduce labor cost
3. To mitigate the effects of labor shortages
4. To reduce or remove routine manual and clerical tasks
5. To improve worker safety
6. To improve product quality
7. To reduce manufacturing lead time
8. To accomplish what cannot be done manually
9. To avoid the high cost of not automating

Automation Strategies

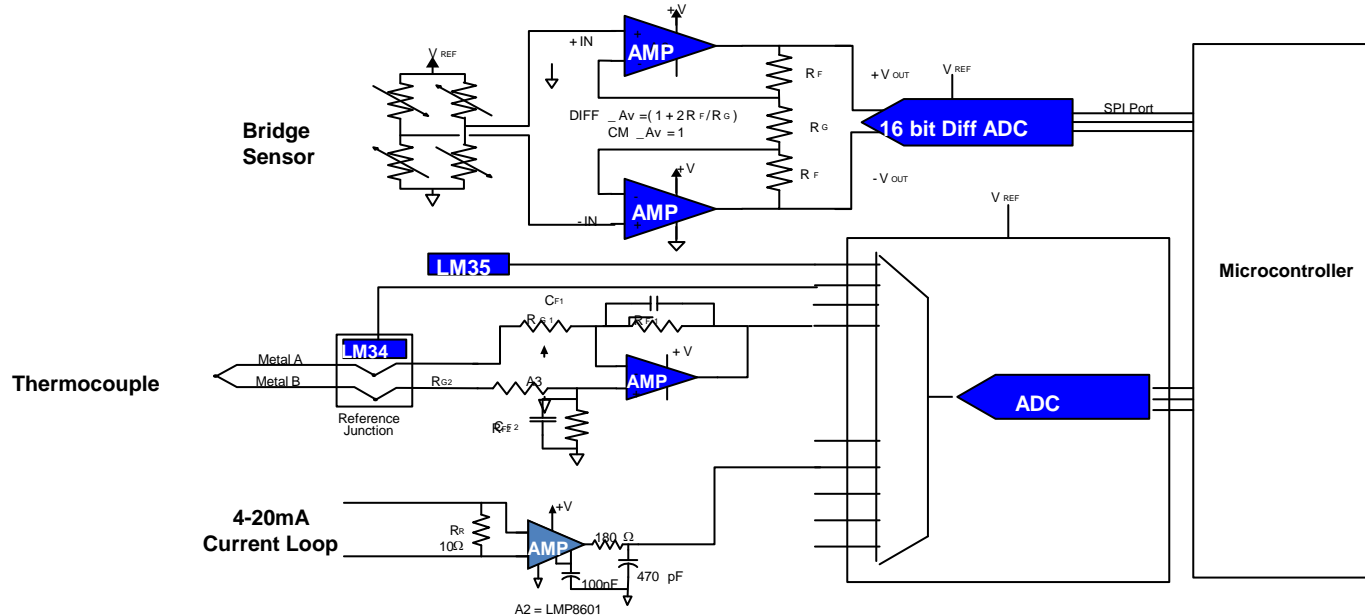
1. Specialization of operations
2. Combined operations
3. Simultaneous operations
4. Integration of operations
5. Increased flexibility
6. Improved material handling and storage
7. On-line inspection
8. Process control and optimization
9. Plant operations control
10. Computer-integrated manufacturing

Focus Areas

- **Why is Motor Control Sensing Important**
- **AC Motors Sensing Interface**
- **Servo Motors Sensing Interface**
- **Low Side Sensing**
- **High Speed Motor Synchronization**

Data Acquisition in Factory Automation Example: Data Acquisition

- Single channel and multi-channel data acquisition





Haberleşme

Data Communications

Electronically exchanging data or information.

- Voice
- Data
- Image
- Video

İLETİŞİM ENDÜSTRİSİ TEK NOKTADA BİRLEŞİYOR

Bilgisayar

- Internet erişim
- Intranet erişim/ERP
- E-mail
- E- Eğitim
- E- Ticaret

Hareketlilik
Yüksek Hız
servisler

Kitle İletişim Araçları

- TV / Radyo / Veri dağıtım
- Radyo / TV yayın, Basım
- VHF ve UHF radio
- Eğlence
- Multimedia bilgisi information

Hareketlilik
Bireysel
servisler

IP

Hareketlilik
Geniş bant
servisler

Telekomünikasyon

- Hareketlilik
- Internet üzerinden telefon görüşmesi
- Devre anahtarlama paketi anahtarlama
- Geniş bant veri



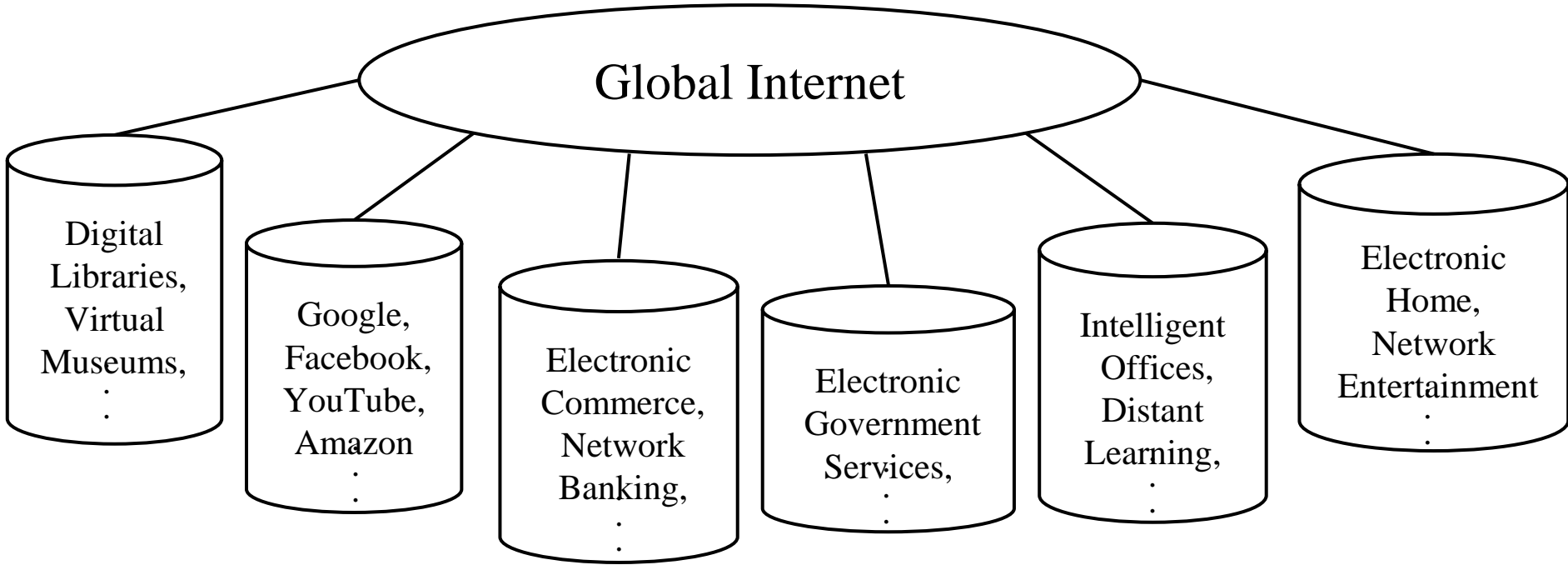
GW

IP
network

GW



The Global Internet



The Global Internet

- Network Technology Connects Everywhere Globally
- Huge Volume of Information Disseminated across the Globe in
Microseconds
- Multi-media, Multi-lingual, Multi-functionality
- Cross-cultures, Cross-domains, Cross-regions
- Integrating All Knowledge Systems and Information related
Activities Globally

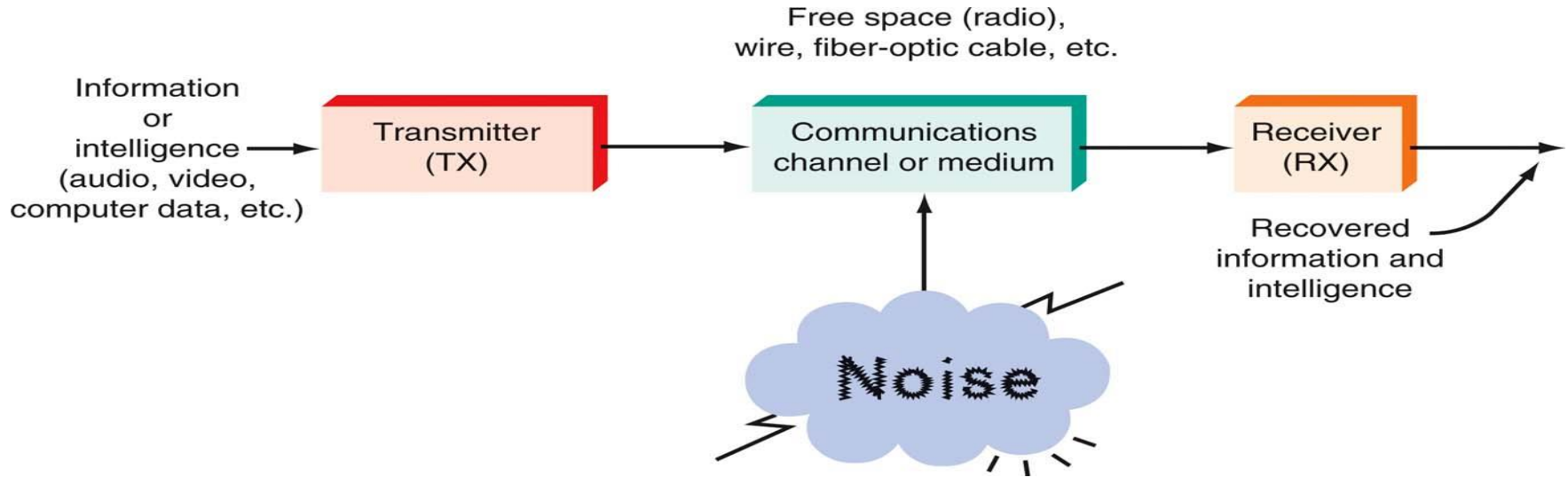
Significance of Communication

- Methods of communication:
 1. Face to face
 2. Signals
 3. Written word (letters)
 4. Electrical innovations:
 - Telegraph
 - Telephone
 - Radio
 - Television
 - Internet (computer)

Communication Technologies

- LAN
- WAN
- Cable
- Cellular
- Others
 - GPS
 - Specialty communications

Model of Communication Systems



A general model of all communication systems.

Serial Transmission

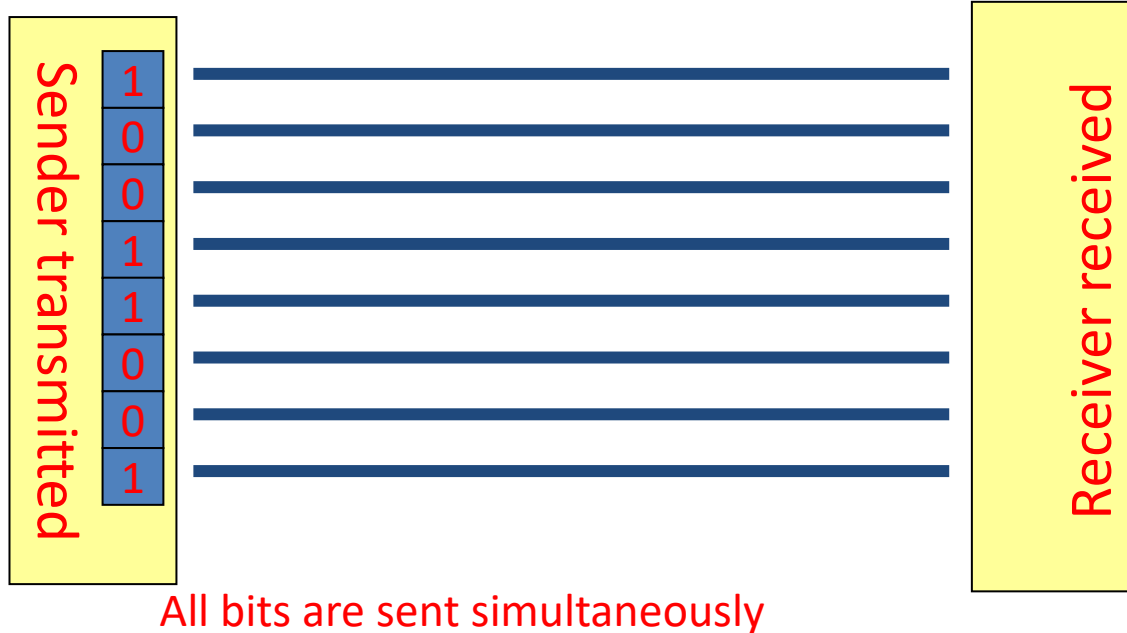
Data is transmitted, on a single channel, one bit at a time one after another

- Much faster than parallel



Parallel Transmission

- each bit has it's own piece of wire along which it travels
- often used to send data to a printer



Why Not use Parallel Instead of serial?

- Due to inconsistencies on channels data arrives at different times
- Because of the way it is transmitted packet switching cannot be used
- The above two points makes parallel slower than serial and requires higher bandwidth.
- Parallel transmissions are rarely used anymore

Synchronous -Asynchronous Transmissions

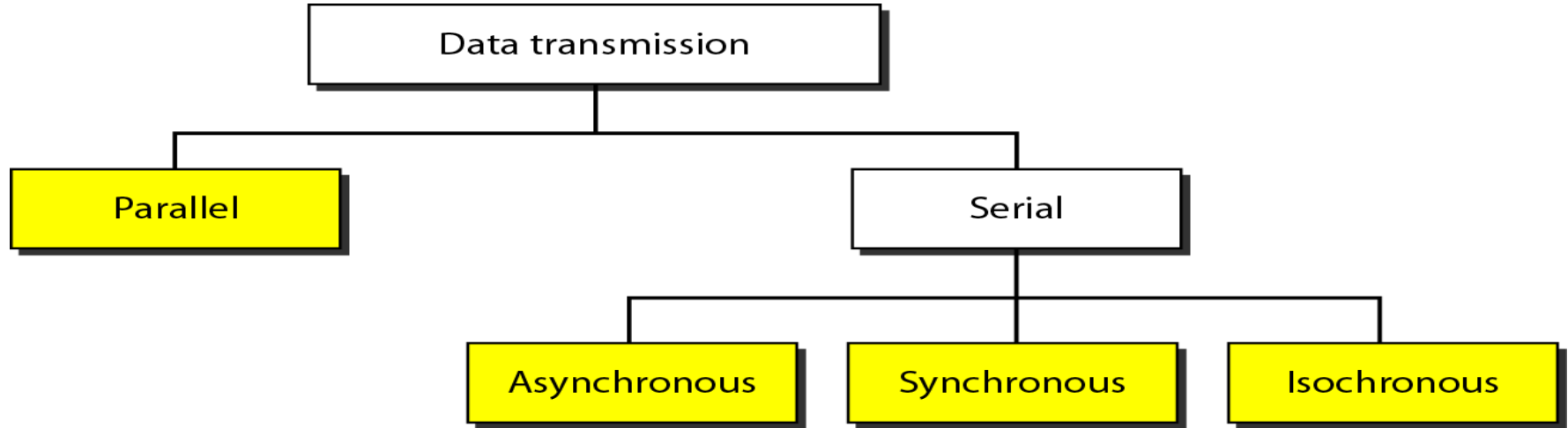
Synchronous Transmission

all data sent at once and no packet switching

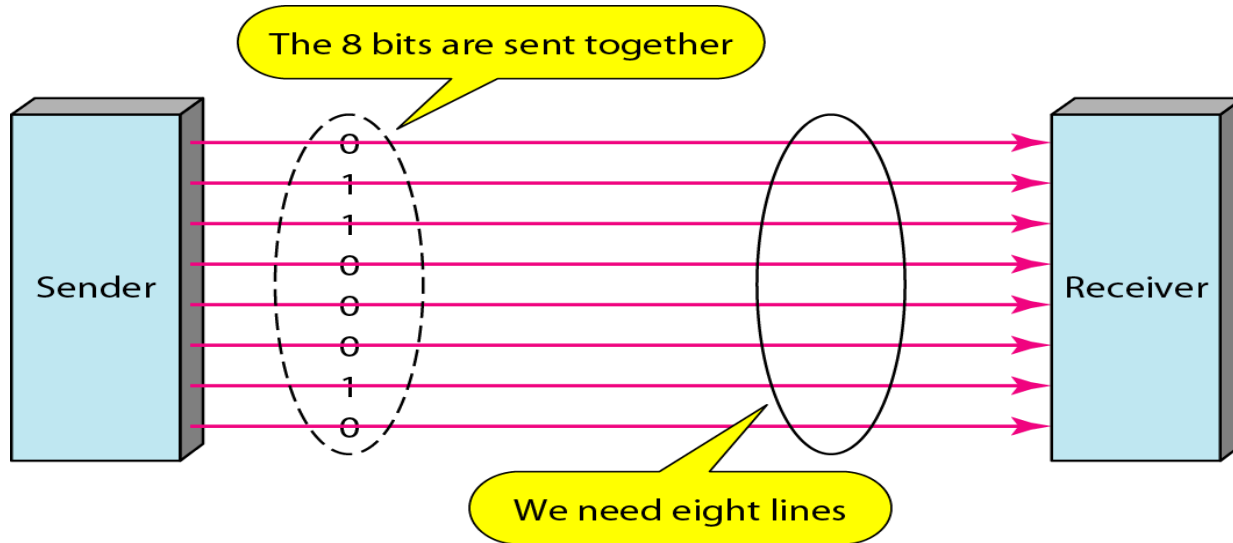
Asynchronous Transmission

- Uses stop/ start bits
- most common type of serial data transfer
- Allows packet switching
- Allows sharing of bandwidth (i.e. talk on phone while another person is using internet)

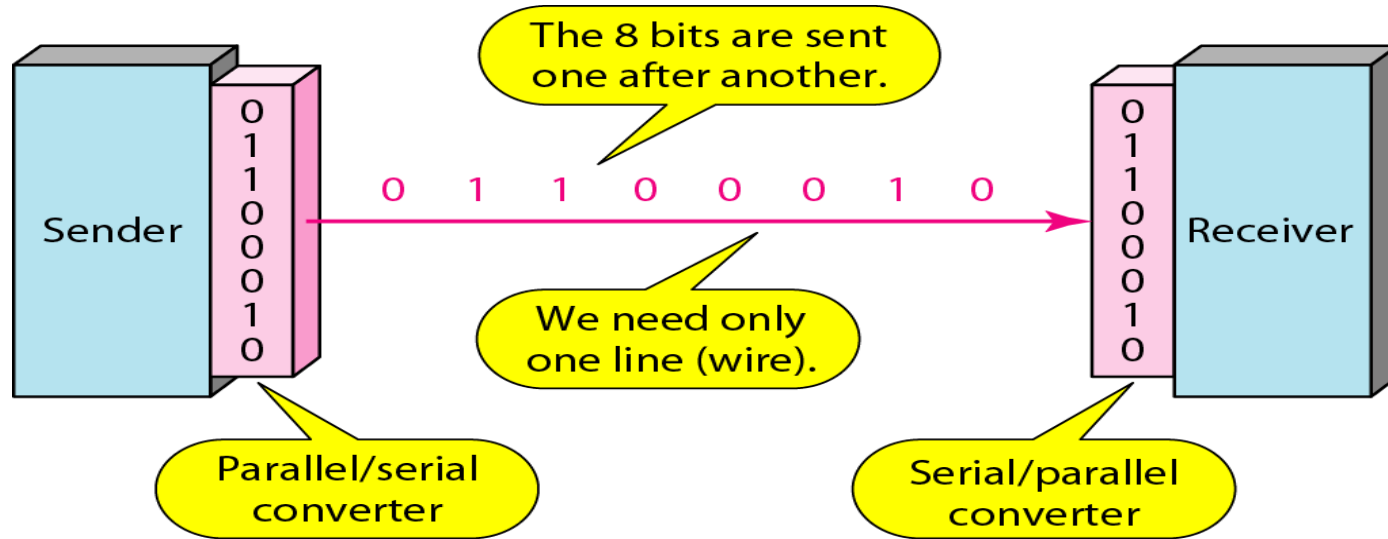
Data transmission and modes



Parallel transmission



Serial transmission



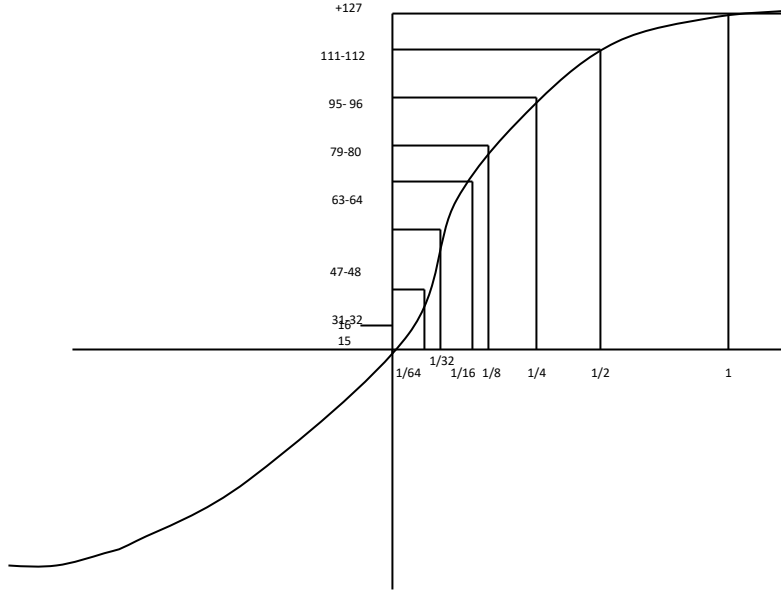
Modulation

- **Modulation** and **multiplexing** are electronic techniques for transmitting information efficiently from one place to another.
- **Modulation** makes the information signal more compatible with the medium.
- **Multiplexing** allows more than one signal to be transmitted concurrently over a single medium.

Broadband Transmission

- A **carrier** is a high frequency signal that is modulated by audio, video, or data.
- A **radio-frequency (RF) wave** is an electromagnetic signal that is able to travel long distances through space.
- A broadband transmission takes place when a carrier signal is modulated, amplified, and sent to the antenna for transmission.
- The two most common methods of modulation are:
 - Amplitude Modulation (AM)
 - Frequency Modulation (FM)
- Another method is called **phase modulation (PM)**, in which the phase angle of the sine wave is varied.

QUANTALAMA TEKNİĞİ NON-LİNEER QUANTALAMA



$2^8 = 256$ Adet işareti kodlayabiliriz.

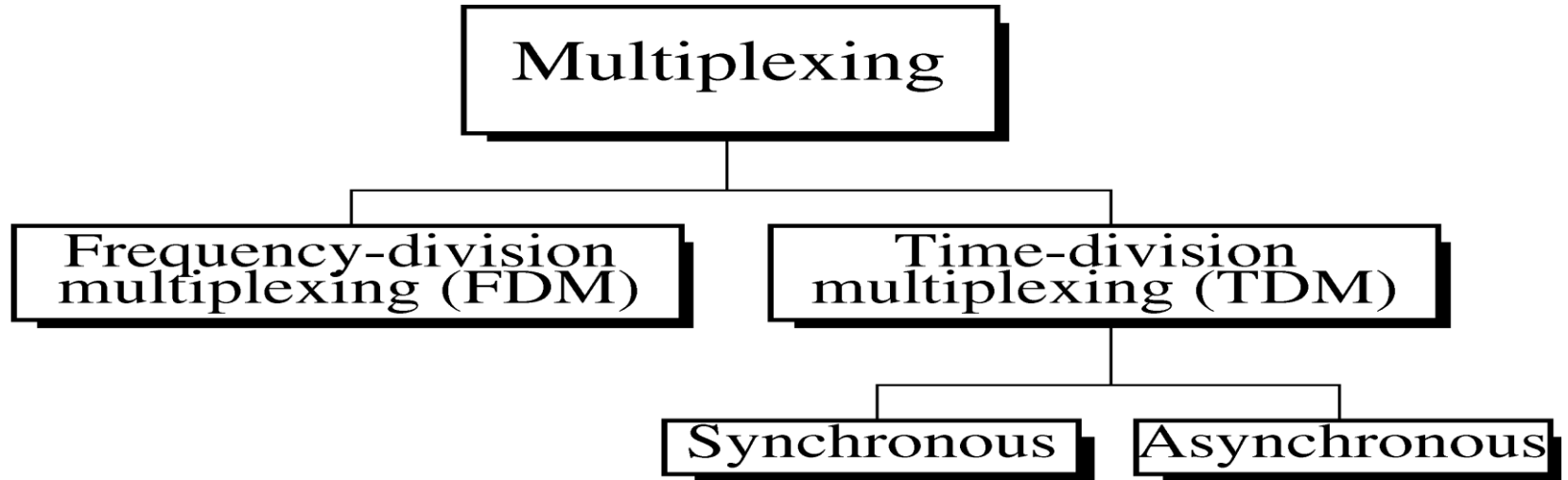
1 0 1 0 1 1 1 1

1 2 3 4 5 6 7 8

1. **1.Bit** pozitif veya negatif bölgeyi gösterir.
1 olursa pozitif bölge
0 olursa negatif bölge
2. **2,3,4. Bitler** hangi parçada bulunduğunu gösterir.(010)
3. **5,6,7,8. Bitler** parça içinde bulunduğu yeri gösterir.
 - Bu dört karakterle 16 ayrı kodlama yapabiliriz.
 - Görüldüğü her parçada 15 adet kodlama vardır.

ÖRNEK: Pozitif 2.parçada 45 in kodlaması nasıl yapılır?
1 0 1 0 1 1 0 1

Linear quantalama sisteminde düşük genlikli sinyallerin hata oranı yüksek olur. Telefonda kısık sesli konuşanların seslerinin büyük kısmı kaybolur. Bunu önlemek için genlik eksenini parçalara bölerken eşit bölmüyoruz. Düşük genlikli sinyallerde aralıklar daha sık yüksek genlikli sinyallerde aralıklar daha seyrek. Aralıklarını öyle ayarlıyoruz ki sinyal gürültü oranı hep aynı oluyor. Bu işleme non-lineer quantalama denir.



Multiplexing

Multiplexing

- Multiplexing is the process of allowing two or more signals to share the same medium or channel.
- The three basic types of multiplexing are:
 - Frequency division
 - Time division
 - Code division

TDMA

- TDMA (Time Division Multiple Access):
 - TDMA builds on FDMA by dividing conversations by frequency and time.
 - Digital compression allows voice to be sent at well under 10 kilobits per second (equivalent to 10 kHz).
 - TDMA shares the same channel with multiple sessions.
 - While TDMA is a good digital system, it is still somewhat inefficient since it has no flexibility for varying digital data rates (high quality voice, low quality voice, pager traffic) .
 - In other words, once a call is initiated, the channel/timeslot pair belongs to the phone for the duration of the call.
 - TDMA also requires strict signaling and timeslot synchronization.
 - Due to the digital signal, TDMA phones need only broadcast at 600 mW.

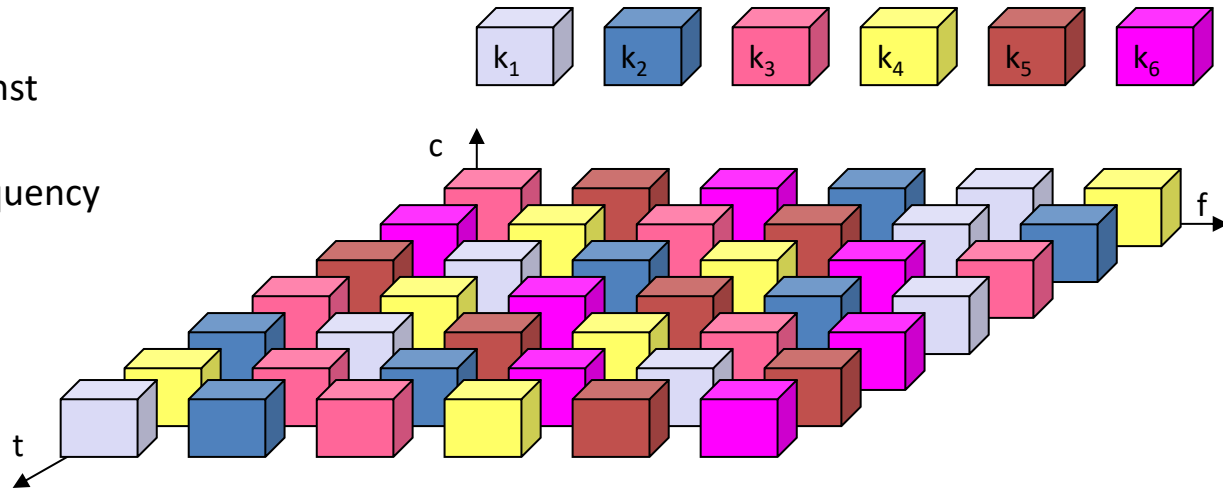
FDMA

- FDMA (Frequency Division Multiple Access):
 - It is used on analog cellular systems.
 - When a FDMA cell phone establishes a call, it reserves the frequency channel for the entire duration of the call.
 - The voice data is modulated into this channel's frequency band (using FM) and sent over the airwaves.
 - At the receiver, the information is recovered using a band-pass filter.
 - FDMA systems are the least efficient cellular system since each analog channel can only be used by one user at a time.
 - These channels are larger than necessary given modern digital voice compression and are also wasted whenever there is silence during the cell phone conversation.
 - Analog signals are also especially susceptible to noise.
 - Given the nature of the signal, analog cell phones must use higher power (between 1 and 3 watts) to get acceptable call quality.

Time and frequency multiplex

- Combination of both methods
- A channel gets a certain frequency band for a certain amount of time
- Example: GSM

- Advantages
 - better protection against tapping
 - protection against frequency selective interference
- but: precise coordination required

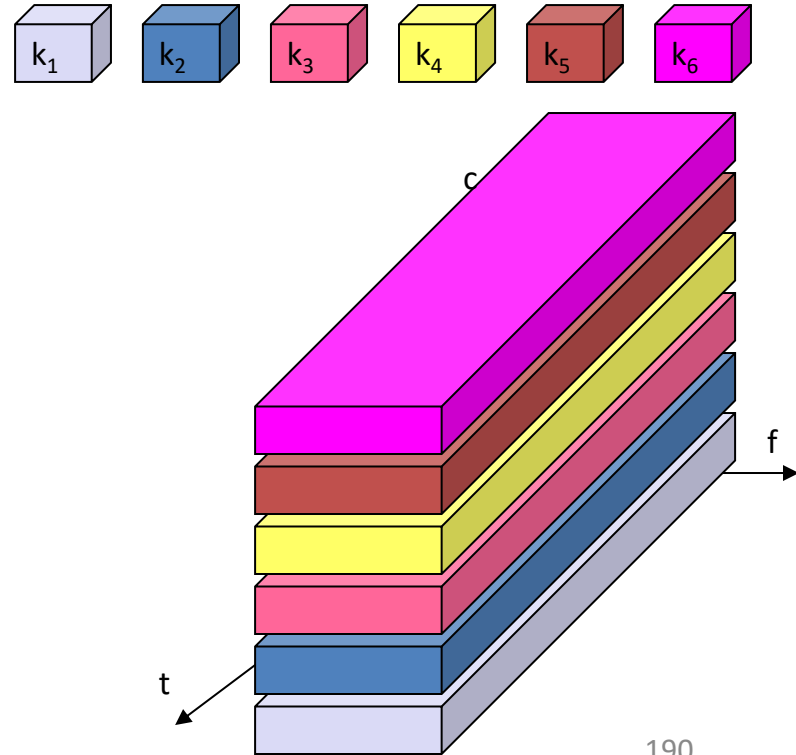


CDMA

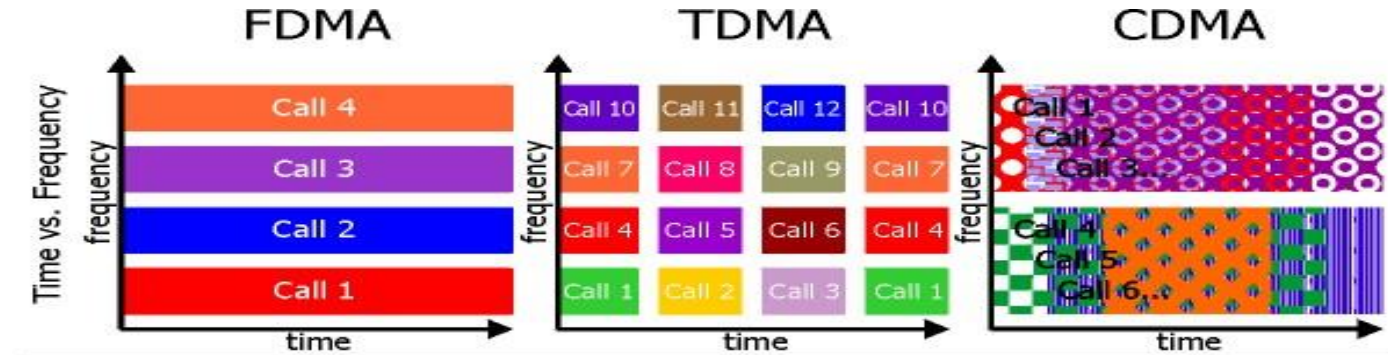
- CDMA (Code Division Multiple Access):
 - CDMA uses 'spread spectrum' techniques.
 - CDMA has been likened to a party: When everyone talks at once, no one can be understood, however, if everyone speaks a different language, then they can be understood.
 - CDMA systems have no channels, but instead encodes each call as a coded sequence across the entire frequency spectrum.
 - Each conversation is modulated, in the digital domain, with a unique code (called a pseudo-noise code) that makes it distinguishable from the other calls in the frequency spectrum. Using a correlation calculation and the code the call was encoded with, the digital audio signal can be extracted from the other signals being broadcast by other phones on the network.
 - Since CDMA offers far greater capacity and variable data rates depending on the audio activity, many more users can be fit into a given frequency spectrum and higher audio quality can be provide.
 - The current CDMA systems boast at least three times the capacity of TDMA systems.
 - CDMA technology also allows lower cell phone power levels (200 miliwatts) since the modulation techniques expect to deal with noise and are well suited to weaker signals.
 - The downside to CDMA is the complexity of deciphering and extracting the received signals.

Code multiplex

- Each channel has a unique code
- All channels use the same spectrum at the same time
- Advantages
 - bandwidth efficient
 - no coordination and synchronization necessary
 - good protection against interference and tapping
- Disadvantages
 - varying user data rates
 - more complex signal regeneration
- Implemented using spread spectrum technology



Comparison



Conversation Analogy

Everyone talks in a different room to prevent interference. Since the conversation can't be heard from another room, it can be filtered from the other by going to the other room.

Within each room, everyone takes turns talking to prevent interference. Within each room, one person is talking at once, so they must talk fast to say everything.

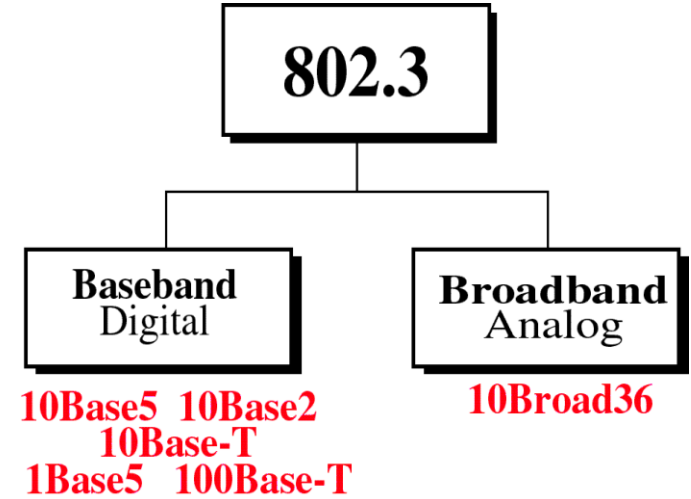
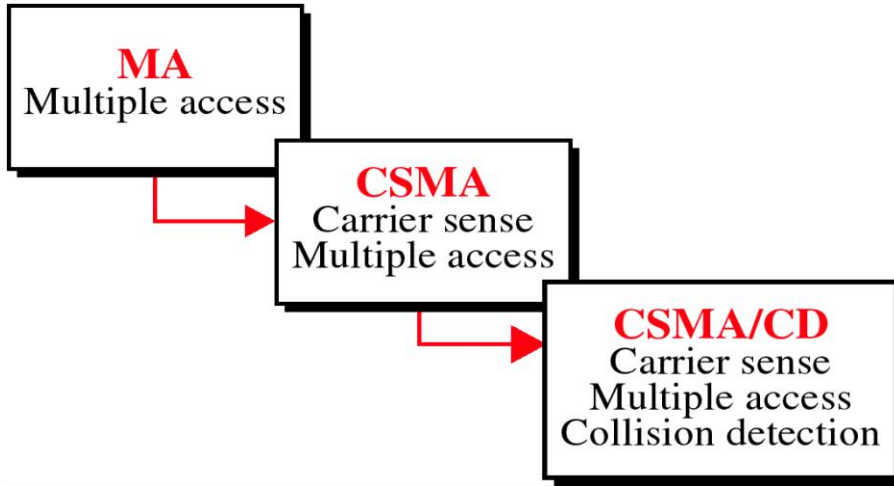
Everyone speaks a different language at the same time in the same room. Since each language is unique, one may be filtered from another.

Bilgisayar Ağları (Network)

- İki ya da daha çok bilgisayarın veri iletişim yapmaları için birbirlerine bağlandığı ortam bilgisayar ağı (network) olarak adlandırılır.
- Ağ içindeki bilgisayarlar birbiriyle iletişim kurar ve veri paylaşırlar.
- Belli sayıda bilgisayardan ve belli bir alan içinde oluşturulan ağlara LAN (Local Area Network) denir.
- Ağların coğrafi alan ve kullanıcı sayısı tarafından büyük olması durumunda WAN (Wide Area Networks) kavramı ortaya çıkar.

Ethernet – TCP/IP

- Ethernet (Ethernet Network)
- Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD)
- Developed at Xerox in 1976.
- First protocol approved as an industry standard protocol 1983
- LAN protocol used on bus and star
- Most popular LAN protocol
- Inexpensive
- Developed in 1973 for use on the ARPANET which was a defense force research network.
- Adopted in 1983 as the Internet standard. all hosts on the Internet are required to use TCP/IP.
- - Allows transfer of data using packet switching



Fast Ethernet

```
graph TD; FE[Fast Ethernet] --- T4[100Base-T4]; FE --- X[100Base-X]; X --- TX[100Base-TX]; X --- FX[100Base-FX];
```

100Base-T4

4 pairs of UTP

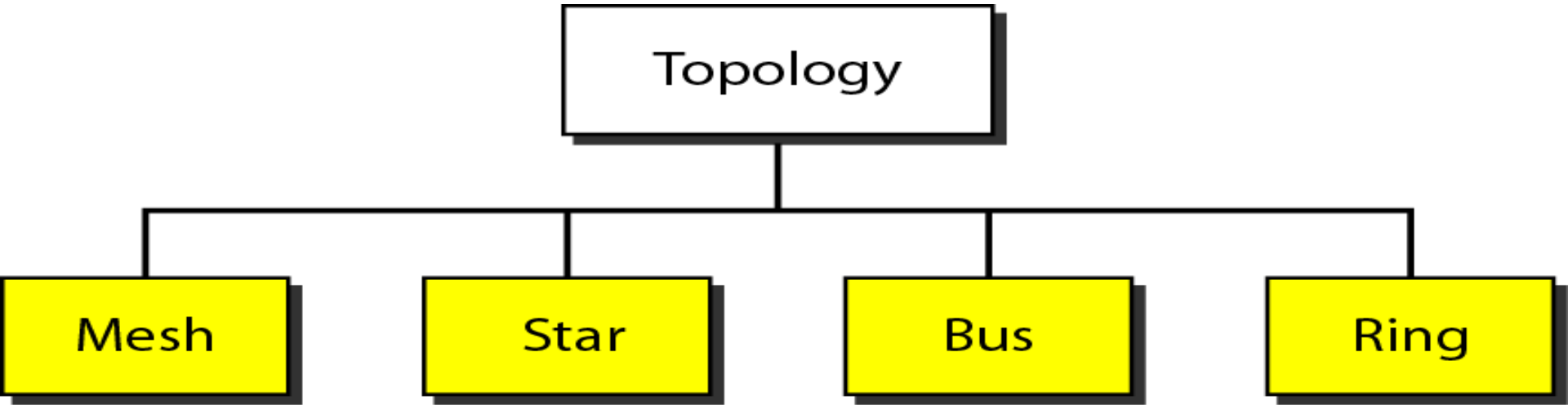
100Base-X

100Base-TX

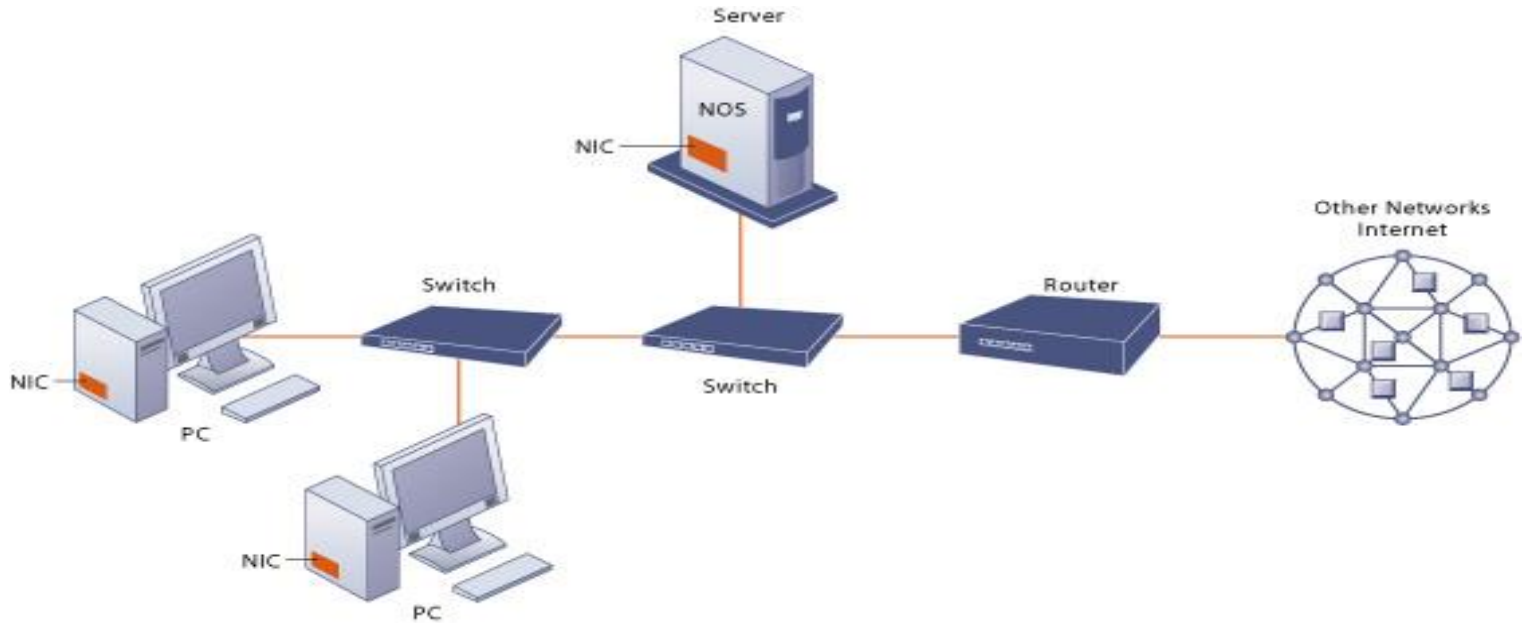
2 pairs of UTP or STP

100Base-FX

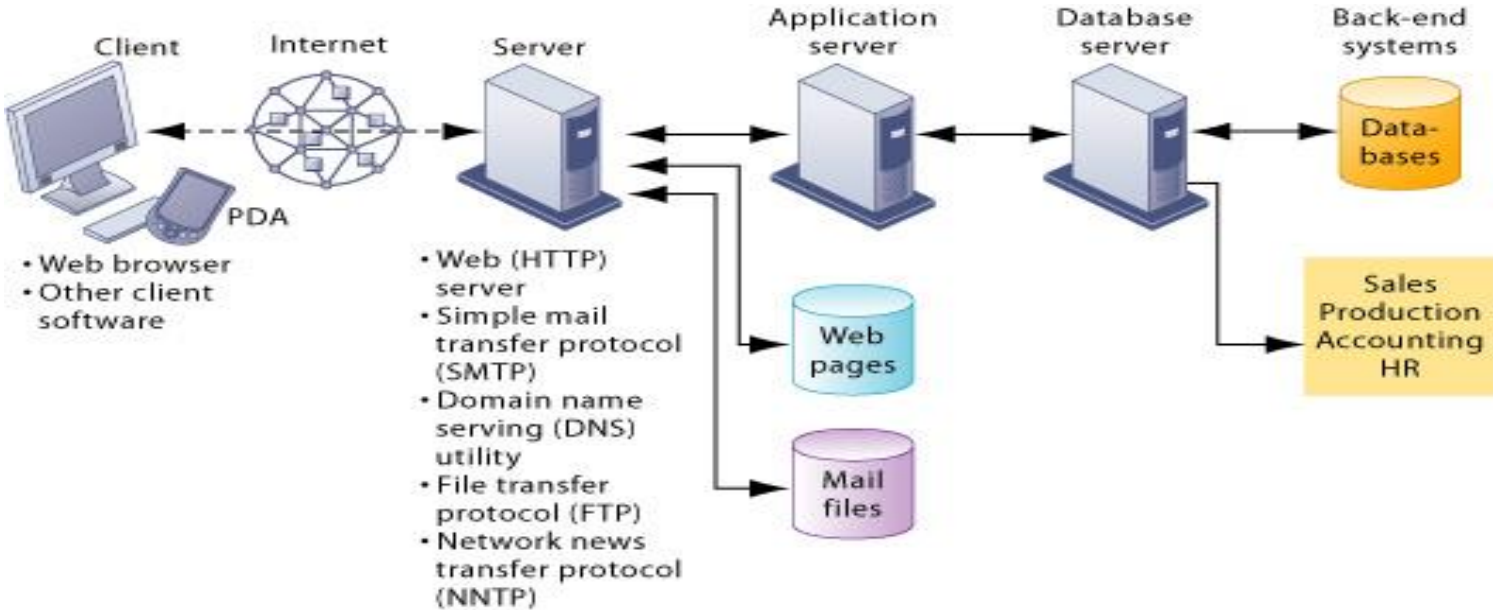
2 optical fibers



Components of a Simple Network



Client/server Computing on the Internet



Network Hardware

- Repeaters
- Bridges
- Routers
- Gateways
- Routing Algorithms

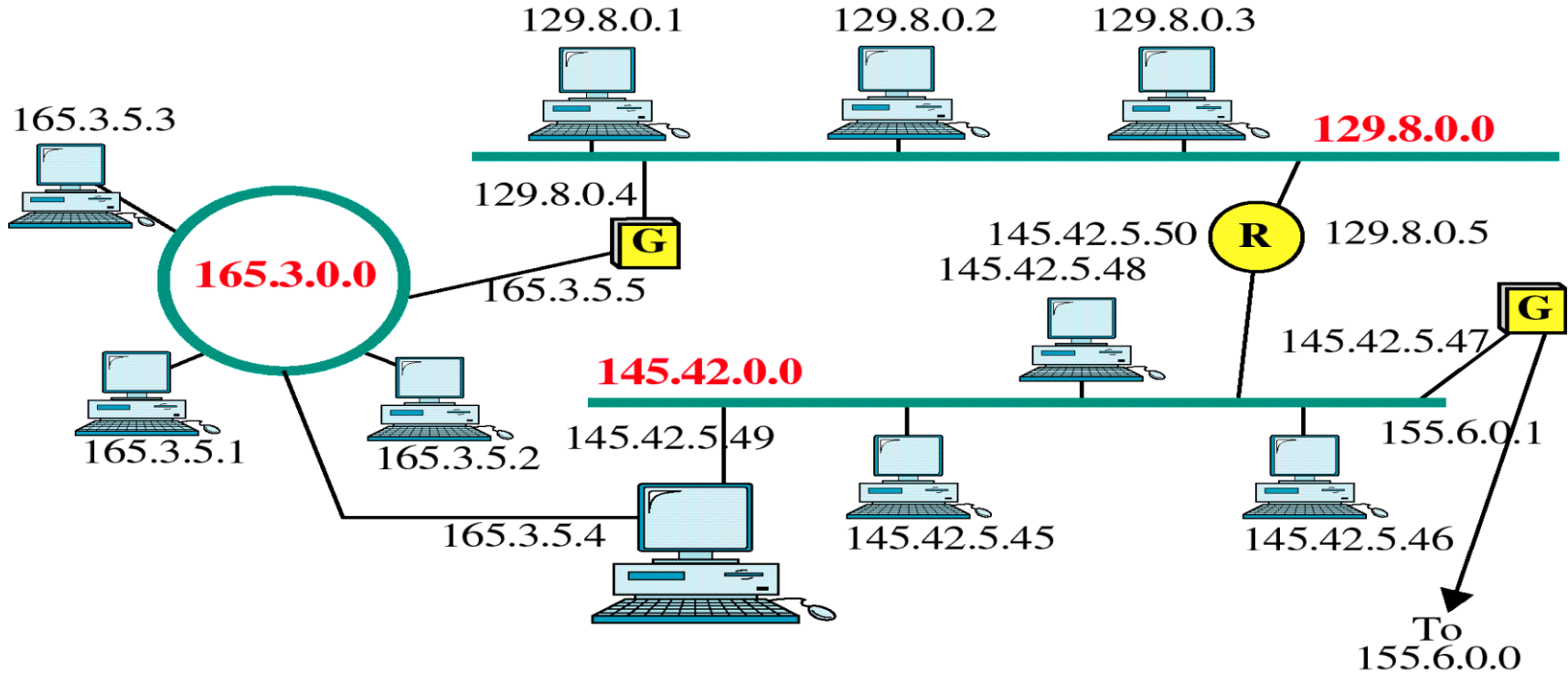
SERVERS: Help to manage the network and the resources of that network. On larger networks servers commonly have specialised tasks such as: **File Servers:** stores and manages files, **Print Servers:** manages printers and print jobs, **Mail Server:** Manages email, **Web Server:** manages web access.

Routers: connects multiple networks and are protocol independent. can be used in place of a switch or bridge.

Switches: smart hubs which transmit packets to the destination port only

Hubs: like double adapters /power boards in the home except instead of plugging in extension cords we are plugging in computers to allow them to communicate.

Network and Host Addresses in an Internet



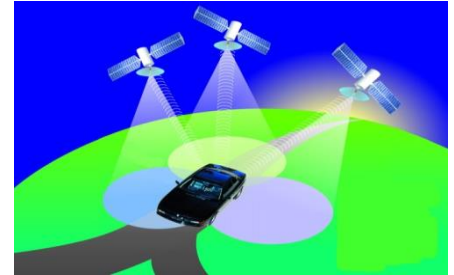
Wireless Transmission Media

- **Broadcast Radio**

- Distribute signals through the air over long distance
- Uses an antenna
- Typically for stationary locations
- Can be short range

- **Cellular Radio**

- A form of broadcast radio used for mobile communication
- High frequency radio waves to transmit voice or data
- Utilizes frequency-reuse



Physical Transmission Media

Type of Cable and LAN	Transfer Rates
Twisted Pair	
• 10Base-T (Ethernet)	10 Mbps
• 100Base-T (Fast Ethernet)	100 Mbps
• 1000Base-T (Gigabit Ethernet)	1000 Mbps
• Token ring	4 - 16 Mbps
Coaxial Cable	
• 10Base2 (ThinWire Ethernet)	10 Mbps
• 10Base5 (ThickWire Ethernet)	10 Mbps
Fiber-Optic Cable	
• 10Base-F (Ethernet)	10 Mbps
• 100Base-FX (Fast Ethernet)	100 Mbps
• FDDI (Fiber Distributed-Data Interface) token ring	100 Mbps

100 Mbps is how many bits per sec?

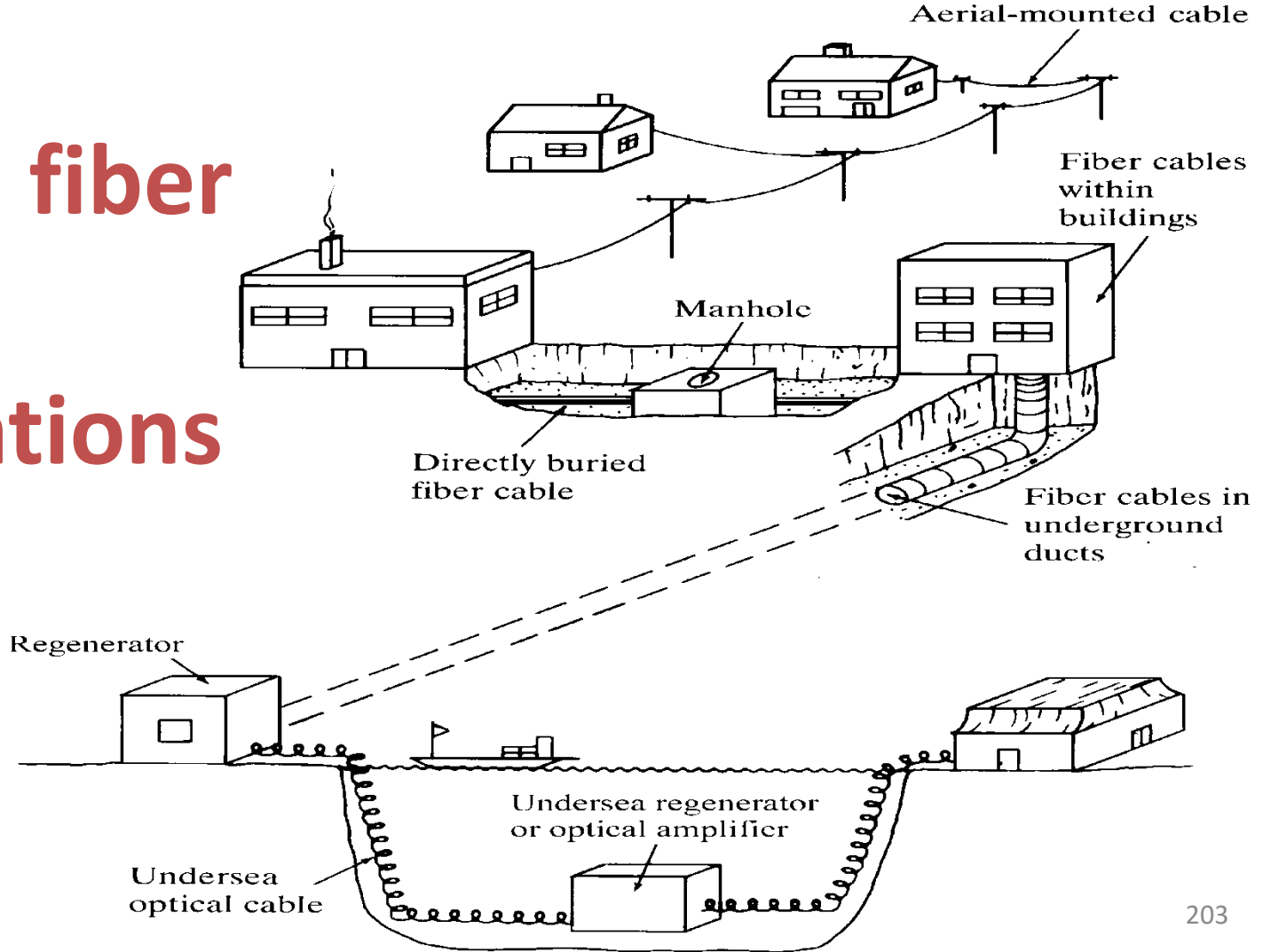
Which is bigger:

10,000 Mbps, 0.01Tbps or 10Gbps?

Wireless channel capacity:

Channel	Transfer Rates
Broadcast radio	Up to 2 Mbps
Microwave radio	45 Mbps
Communications satellite	50 Mbps
Cellular radio	9,600 bps to 14.4 Kbps
Infrared	1 to 4 Mbps

Optical fiber cable installations



Network Example:

Telephone Networks

- Called the Public Switched Telephone Network (PSTN)
- World-wide and voice oriented (handles voice and data)
- Data/voice can be transferred within the PSTN using different technologies (data transfer rate bps)
- Dial-up lines:
 - Analog signals passing through telephone lines
 - Requires modems (56 kbps transfer rate)
- ISDN lines:
 - Integrated Services Digital Network
 - Digital transmission over the telephone lines
 - Can carry (multiplex) several signals on a single line
- DSL
 - Digital subscribe line
 - ADSL (asymmetric DSL)
 - receiver operated at 8.4 Mbps, transmit at 640 kbps
- E-Carrier lines: carries several signals over a single line: E1,E3
- Frame Relay
- ATM:
 - Asynchronous Transfer Mode
 - Fast and high capacity transmitting technology
 - Packet technology



Bilginin Gücü

Yazının İcadı

- Bilgi evreni oluşturan güçlerden en önemlisidir.
- Tüm icatlar içerisinde bir tanesi çok önemlidir. Basit fakat yaratıcıdır. Bu yazının icadıdır.
- İlk yazıtlar kil tabletleridir, Mezopotamya'da hüküm sürmüş Sümerler üretmişlerdir. Bu yazıtlar Sümerler kadar onların yaşadığı zamanı da çok değerli kılmaktadır. Sembollerin gösterdiği içerikler gördüğümüzü değil bir fikri anlatmaktadır.
- Düşünülen herşey sembollere dönüştürüldüğü anda, bilgi zamana hükmetmeye başlar.
- Tablet üzerindeki şekiller, semboller sesli anlatımın ifadesine dönüştürülürken bilginin gücü de ortaya çıkmaya başlamıştır.

Delgili Kartlar

- 18 inci yüzyıldaki, Fransa'nın Lyon şehrinde ipek dokumacılığı sektörel bir güç haline gelmişti.
- Süslemeler, kabartmalar içeren ipek dokumacılığı çok zor süreçler içermekteydi.
- Joseph Marie Jacquard (1752 – 1834) 1804 yılında ipek dokumacılığında çok karmaşık bir mekanizmaya sahip olan desenleri ve sembolleri oluşturan bir yaratıcılık mucizesi bir sistem tasarladı.
- Kumaş tasarımcısının düşündüğü her türlü şekil zorluk içermeden ipek dokumaya uygulanabiliyordu. Böylece çok farklı kumaşlar tasarlanabiliyordu.
- Buluş delgili kartlar idi. Resimler, kabartmalar, semboller bilgi olarak delgili kartlara dönüştürülüyordu. Bu tezgahlar bilginin gücünü yeniden ortaya çıkardı.
- Bilgiler soyut sembollere dönüştürülüp depolanıp işlenebilirdi.

Kodlama Tekniği

- Telekomünikasyon teknolojilerden önce, bilgi hızlı koşan, hızlı ata binen ya da hızlı ilerleyen bir gemiye verilirdi.
- 19 uncu yüzyılda bilginin taransfer edilme hızında inanılmaz bir gelişme yaşandı. Bu gelişme elektrikti. Elektrik kontrol edilip yönetildiğinden bilgiyi iletme konusunda mükemmel bir araçtır. Elektrik bir tel içerisinden gönderilebiliyordu. Kötü hava şartlarından etkilenmiyordu.
- Karmaşık semboller basit bir sinyal ile nasıl gönderilebillirdi? 1840 yılında Samuel Morse (1791 – 1872) ve arkadaşı Alfred Vail tarafınan geliştirilen cihazın çalışma mantığı çok basitti.
- Harfler nokta ve uzun çizgi ile gösteriliyordu. Bu kodlama tekniğinde İngilizcede en çok kullanılan harfler basit sembollerle gösterilmişti. Telgraf diye adlandırılan sistemde bilgi sembollere dönüştürülmüştü. En önemlisi ise bilgi elektrikle birleşmişti. Modern bilgi çağının temelleri atılmıştı. Bilgi kablolar aracılığla dünyanın her tarafına çok hızlı iletilebiliyordu.

İlk Bilgisayar

- Alan Turing (1912 – 1954) bilgisayarı geliştiren ilk insandı. Bilgiyi işleyen ve değiştiren bir makine!
- Turing aslında matematiksel bir problemin çözümünü düşünüyordu.
- Beklenmedik bir şey oldu ve bilgisayar ortaya çıktı. Bu makine neredeyse tüm insanların hayatını değiştirdi. Turing matematikteki belirli işlemlerin basit kurallar dizisi takip edilerek çözülmesiyle ilgileniyordu. 1936 yılında bilgisayarın kelime anlamı aritmetik hesap yapan demektir.
- Turing tüm hesaplamaların ikili boyutta olduğunu gördü. Veri ve veri ile ne yapacağını söyleyen talimatlara yoğunlaştı. Turing aritmetik işlemleri makinelerin anlayabileceği bir dile çevirmek istiyordu.
- Turing bunu başardı; bir şeritte 1 ve 0 lardan oluşan talimatlar bilgisayara komut olarak verildiğinde makinenin insan beyni gibi işlevleri yerine getireceğini gösterdi. Şeritler bilginin ve komutların saklandığı ve işlendiği ortamlara dönüşmüştü. Günümüzde resim, müzik, yazılar, ses, görüntü hepsi tek bir makine tarafından işlenebiliyor. Bilgisayarda programlar, uygulamalar dediğimiz tüm işlemler 1 ve 0 dan oluşan çok uzun şeritlerdeki verilerden başka bir şey değildir. İnanılmaz boyuttaki şerit üzerindeki 1 ve 0 lar gözünüzün önündeki ekranda koca bir evrenin nasıl yaratıldığını size gösterebiliyor. Bilgi, güç olduğunu gösteriyordu.

İletişimin Matematiksel Teorisi

- Claude Shannon (1916 – 2001) sırdışı bir problemi çözme tutkusu bilginin yeni bir gücünün ortaya çıkmasına neden oldu. İletişimin matematiksel teorisini geliştirdi.
- Bilgi miktarını ölçmenin bir yolunu buldu. İletilecek bir mesajın ikili sayı sistemine dönüştürülebileceğini gösterdi. Bit: 0/1 tanımlandı. Bit, bilginin sayısal dünyadaki en küçük miktarıdır. Tüm istemlerin iki yüzü vardır: Açık / Kapalı, Bilinen / Bilinmeyen, Yazı / Tura, Aydınlık / Karanlık, Dur / Geç. Shannon sayesinde bit bilginin ortak dili oldu. Böylece bilgi elle tutulabilir hale geldi.
- Bilgi ölçülebiliyordu. Bilgi sadece insanların var ettiği birşey değil. Kainattaki herhangi bir olay inanılmaz bilgiler ve mesajlar içerebilir. Normalde göremeyeceğimiz tüm fiziksel, kimyasal olaylar normal bir film gibi bizlere izletilebiliyor.
- Bilgi kainatın ayrılmaz bir parçasıdır. Bilgi heryerdedir.

Bilgi - Enerji

- Bilgi ile enerji arasındaki ilişki nedir?
- Bilgi soyut değil. Kağıda yazabileceğiniz bir formül bilgi değildir.
- Bilgi taşınıyor ve anlamlandırılıyor; bilgi bir taşa, bir kitaba yazılır.
- Bir belleğe ya da beyine yazılır. Souçta bilgi taşınıyor ve onu taşıyan bir şey var. Bu da bilginin fizik kanunlarına göre davrandığını gösterir.
- İnsanlık bilginin fiziksel dünya ile bütünleşik olduğunu öğrenmek zorunda.
- Bilgiyi güçlü kılan şey onu herhangi bir sistemde saklayabilecek olmamızdır.
- Kil tablette bilgi çağlar boyu saklandı ve zamanı durdurdu.
- Elektrik ve ışık olarak bilgiyi hızla gönderdik. Bilgiyi taşıyan aygıtlar ona sıra dışı özellikler sağlamaktadır.



Atoms - Kuantum: Nuclear Energy

Atom

- Atomu oluşturan parçacıklar farklı yüklere sahiptir. Farklı yüklere sahip bu parçacıklar birbirini etkileyerek bir arada bulunur ve atomu oluşturur. Atomda bulunan yükler negatif ve pozitif yük olarak adlandırılır. Negatif yük elektronun, pozitif yük ise protonun yükünü temsil etmektedir.
- Atomu oluşturan bu parçacıklar farklı konumlarda bulunurlar. Nötron ve protonlar atomun merkezinde bulunur. Nötron ve protonların bulunduğu bu kısım çekirdek olarak adlandırılır.

Elektron

- Elektronlar çekirdekten belirli uzaklıklarda hem kendi etraflarında hem de çekirdeğin etrafında çok hızlı hareket eder. Bu sebeple elektronlar çekirdeğe düşmezler, çekirdek tarafından çekildikleri için de dışarı fırlamazlar.

Nötr Atom

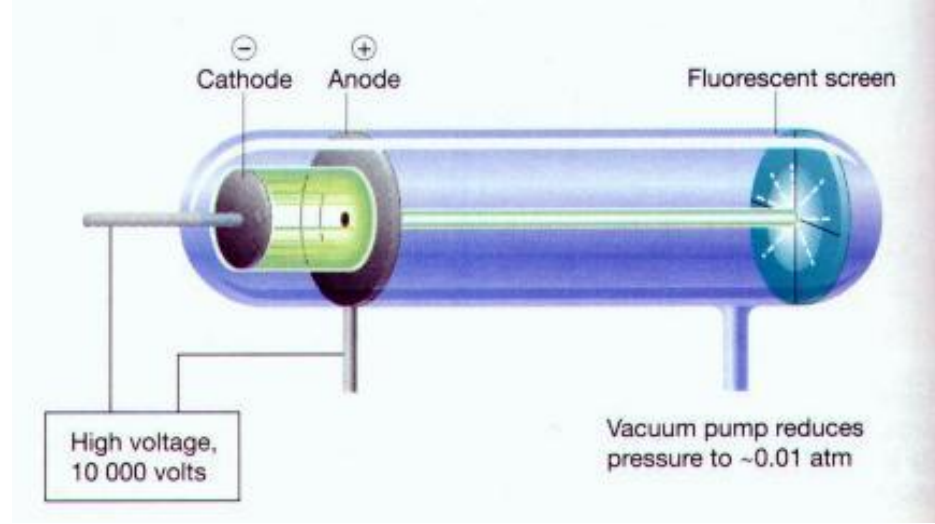
- Elementlere ait atomların proton ve elektron sayıları birbirine eşit olduğu için atomlar nötr yapıdadır. Atomun nötr olması atomda bulunan negatif yüklerin sayısını pozitif yüklerin sayısına eşit olması demektir..

Elektronların Keşfi

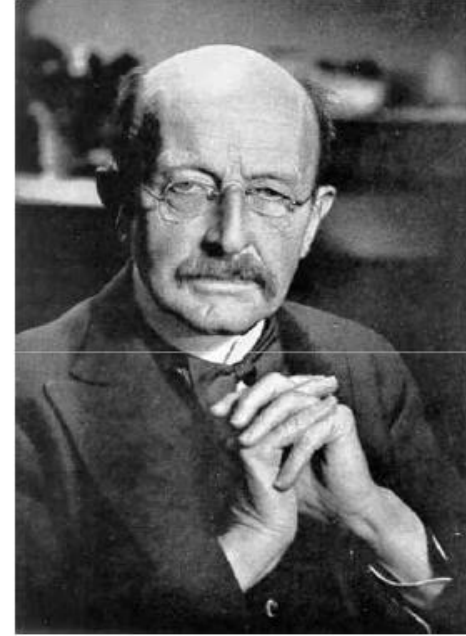
- Micheal Faraday (1791-1867) tarafından katot ışınları keşfedilmiştir.
- Bu ışınlar elektrik ve magnetik alanda, tıpkı negatif yüklü bir parçacık gibi sapmaya uğramaktadır.

KATOT IŞINLARI

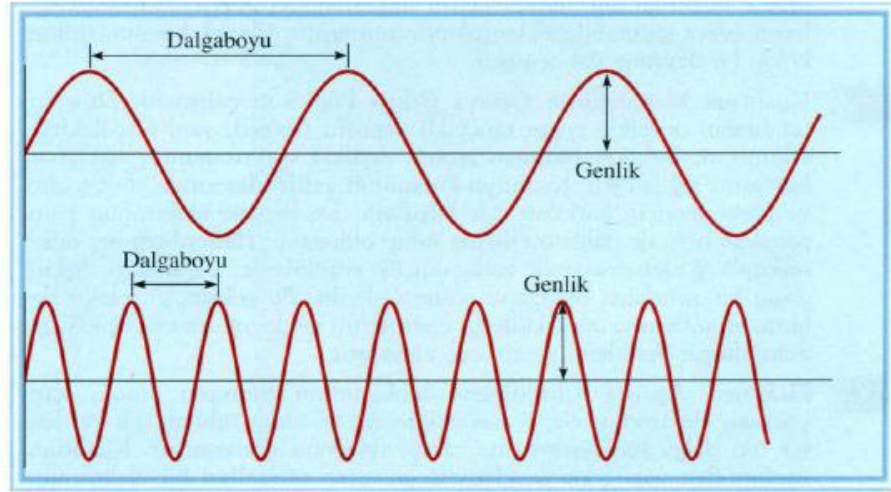
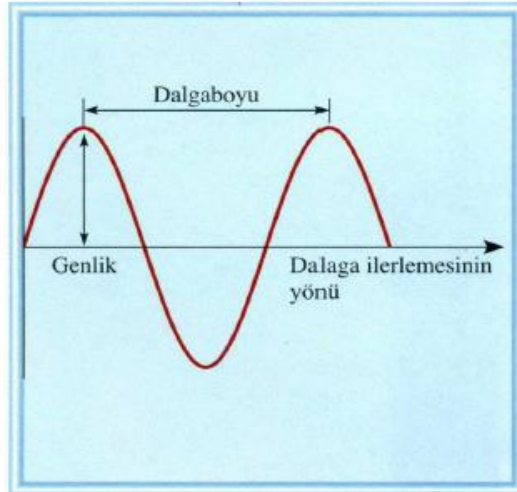
- Katot ışınları tüpü ile atomdaki parçacıkları görmek mümkündür.
- Faraday, havası boşaltılmış tüp alıp iki ucuna metal ve içine seyreltik gaz koyarak doğru akım kaynağına bağlamıştır.
- Voltajı maksimuma getirdiğinde katottan anoda doğru giden tanecikleri görmüştür.
- Floresan ekranda gördüğü yeşil ışık demetini katot ışınları olarak adlandırmıştır.



1900 de **Max Planck** değişik sıcaklıklara ısıtılan katıların yayınladığı ışımaya ilişkin verileri inceleyen Planck, atom ve moleküllerin sadece *enerji paketcikleri* (kuant) adı verilen belirli miktardaki enerjiyi yayınladıklarını keşfetmiştir.

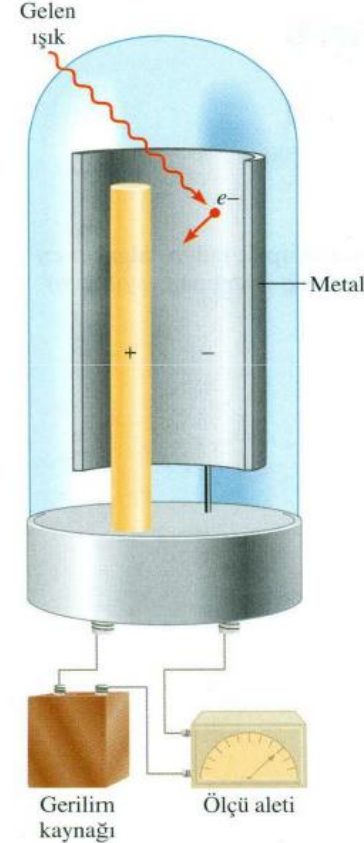


Kuantum kuramını anlamak için, dalgalar hakkında bazı temel kavramların bilinmesi gerekir. **Dalga**, titreşmeyle enerjiyi aktaran bir olgu olarak düşünülebilir. Bir dalganın hızı, dalganın türüne ve yol aldığı ortama bağlıdır. Ardışık dalgalarda, eş noktalar arasındaki mesafeye, **dalga boyu** λ (lamda) denir. Bir dalganın **frekansı** ν (nü) ise, belirli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısıdır. Bir dalgaya ilişkin **genlik** (veya yükseklik), dalganın orta çizgisinden tepesine veya çukuruna olan dik mesafe olarak tanımlanır.



FOTOELEKTRİK OLAYI

Planck'ın kuantum kuramını ortaya koymasından 5 yıl sonra, Alman fizikçi *Albert Einstein*, bu kuramı kullanarak fiziğin bir diğer gizemi olan fotoelektrik olayını çözdü. *Fotoelektrik olayı*, bazı metallerin yüzeylerine eşit frekans olarak adlandırılan bir minimum frekanstan itibaren, ışık düşürüldüğü zaman, metal yüzeyinden elektron çıkışı olayına verilen isimdir. Çıkan elektronların sayısı, metal yüzeyine düşürülen ışığın şiddeti ile doğru orantılı ancak enerjisi ile değildir. Eşik frekansının altındaki uyarıcı ışığı ne kadar şiddetli olursa olsun, elektron çıkışına neden olmaz.



Einstein sıra dışı bir yaklaşımla ışık demetinin gerçekte bir parçacık seli olduğunu öne sirmeş ve günümüzde bu ışık parçacıkları *foton* olarak adlandırılmıştır. Einstein Planck'ın kuantum kuramından yola çıkararak, frekansı olan her fotonun aşağıdaki denklemde verilen E enerjisine sahip olacağını ne sirmeştir.

$$E = h\nu$$

Elektronların metal içinde bulunmalarını çekim kuvvetleri sağlar. Bu nedenle elektronların metalden, ayrılarak serbest hale geçmeleri için, frekansı yeterince yüksek bir ışık gereklidir. Eğer bu fotonların $h\nu$ değeri, elektronları metale bağlayan enerjiye tam olarak eşit ise, ışık enerjisi metalden elektron koparmak için yeterlidir. Metal yüzeyine daha yüksek bir frekansa sahip ışık gönderilirse, bu durumda elektronların kopmaları yanı sıra, bir miktar kinetik enerjiye sahip olmaları söz konusudur.

NÜKLEER ENERJİ NEDİR?



toryum

uranyum



- Ağır radyoaktif (Uranyum gibi) atomların bir nötronun çarpması ile daha küçük atomlara bölünmesi (filyon) veya hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon) sonucu çok büyük bir miktarda enerji açığa çıkar. Bu enerjiye nükleer enerji denir.
- Nükleer reaktörlerde filyon reaksiyonu ile edilen enerji elektriğe çevrilir. Güneşteki reaksiyonlar ise füzyon reaksiyonudur. Bu reaksiyonun yarattığı sıcaklık filyon reaksiyonundakinden çok daha fazladır (birkaç milyon derece santigrad). Bu yüzden bu sıcaklığı kontrol edebilecek bir füzyon reaktörü henüz kurulamamıştır.

□ Nükleer enerji nedir ?

- Atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. **Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması sağlanabilir; bu tepkimeye "filyon" adı verilmektedir.**
- Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa filyon ürünleri, enerji ve 2-3 adet de nötron çıkmaktadır.
- Uygun şekilde tasarlanan bir sistemde tepkime sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliği sağlanabilir (zincirleme tepkime).
- Bunun haricinde hafif atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri de büyük bir enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle çok yüksek sıcaklığa çıkılan sistemler kullanılmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon tepkimesi sağlanabilmektedir.
- Filyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye "nükleer enerji" veya "**çekirdek enerjisi**" adı verilmektedir.

NEDEN URANYUM?

- Nükleer enerji üretimi için Uranyum kullanılır. Bunun sebebi; Uranyum elementinin jeneratörü çeviren türbini hareket ettirecek olan su buharının eldesi için gerekli ısıyı açığa çıkaracak yakıt pili oluşturulmasına yetecek miktarda serbest elektronu bulunmasıdır.
- Burada 92 rakamı Uranyum elementindeki proton sayısını belirtir ve atom numarası olarak bilinir.
- 238 rakamı ise Uranyum elementinin atom kütle birimi cinsinden ortalama kütleini belirtir.



RADYOAKTİFLİK

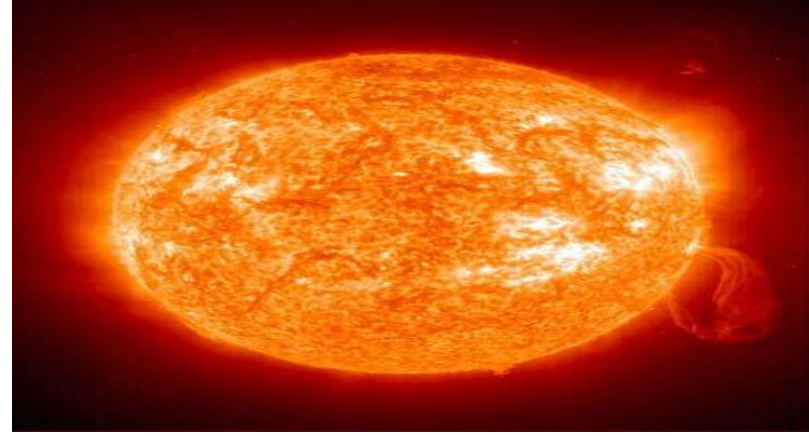
- Doğal radyoaktifliğin keşfi 1896'da Becquerel ile başlamıştır. Uranyum tarafından yayılan ışınların, fotoğraf plağını etkilediğini gözlemiştir.
- ***Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir.***
- Elektriksel alanda bu ışınların pozitif, negatif ve yüksüz oldukları anlaşılmıştır.
- ***β ışınlarının katot ışınlarına özdeş ancak daha hızlı, α ışınlarının + yüklü, β ışınlarından daha yavaş ve γ ışınlarının ise elektriksel ve magnetik alanda sapmayan ışınlar olduğu belirlenmiştir.***

RADYASYON VE RADYOAKTİVİTE NEDİR?

- Radyasyon, daima doğada var olan ve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Radyo ve televizyon iletişimini olanaklı kılan radyodalgaları; tıpta, endüstride kullanılan x-ışınları; güneş ışınları; günlük hayatımızda alışkın olduğumuz radyasyon çeşitleridir.

RADYASYON VE RADYOAKTİVİTE NEDİR?

- Atom numarası 83 'den büyük olan ağır elementler kararsız oldukları için daha küçük atomlara dönüşürler. Bu parçalanma sırasında, çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar. Bu yolla enerji veren elementlere radyoaktif elementler adı verilir.



- **FİSYON:**Ağır radyoaktif maddelerin dışardan nötron bombardımanına tutularak daha küçük atomlara parçalanması olayıdır.

Nükleer santrallerde kullanılan tepkimler, atom bombası teknolojisi fisyonu örnek olarak gösterilebilir.

- **FÜZYON:**Hafif radyoaktif atomların birleşerek meydana getirdiği kimyasal tepkimelerdir.

Güneş patlaması füzyona örnek olarak gösterilebilir.

Füzyon tepkimeleriyle fisyon tepkimelerinden daha fazla enerji elde edilir.

Zincirleme Reaksiyon

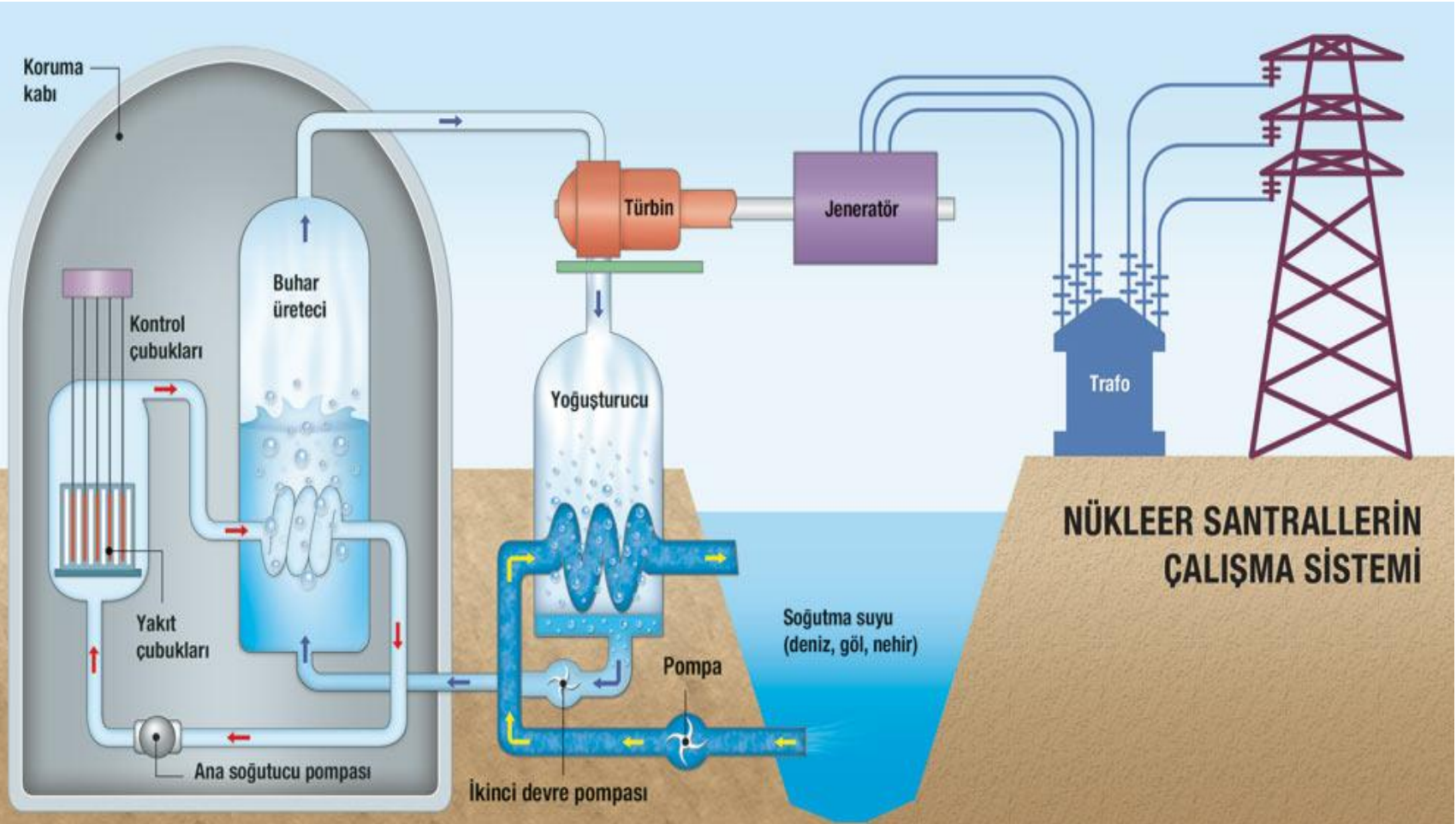
- **Zincirleme Reaksiyon: Fisyon** sonucunda ortaya çıkan nötronların, ortamda bulunan diğer fisyon yapabilen atom çekirdekleri tarafından yutulularak, onları da aynı reaksiyona sokması ve bunun ardışık olarak tekrarlanmasıdır. Kontrolsüz bir zincirleme reaksiyon, çok çok kısa bir süre içinde çok büyük bir enerjinin ortaya çıkmasına neden olur. Atom bombasının patlaması bu şekildedir. Nükleer santrallarda ise zincirleme reaksiyon kontrollü bir şekilde yapılır. Bu kontrolün kaybedilerek nükleer yakıtın bir bomba haline dönüşmesi fiziksel olarak olanaksızdır.



Nükleer Fisyon ve Atom Bombası

- Fisyon bir nötronun, uranyum gibi ağır bir element atomunun çekirdeğine çarparak yutulması, bunun sonucunda bu atomun kararsız hale gelerek daha küçük iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesi reaksiyonudur. Dolayısıyla Fisyon, bir çekirdek tepkimesidir. Parçalanma sonucunda ortaya çıkan atomlara fisyon ürünleri denir. Bunların bazıları radyoaktiftir. Bir nötron yutulması ile başlayan fisyon tepkimesi sonucunda, büyük miktarda enerji ile birlikte, birden fazla nötron ortaya çıkar. Çekirdek tepkimeleri sonucunda açığa çıkan enerji, kimyasal tepkimelere göre yaklaşık bir milyon kat düzeyinde daha fazladır.
- $^{235}\text{U} + \text{n} \rightarrow ^{134}\text{Xe} + ^{100}\text{Sr} + 2\text{n}$

Nükleer reaktörün yapısı



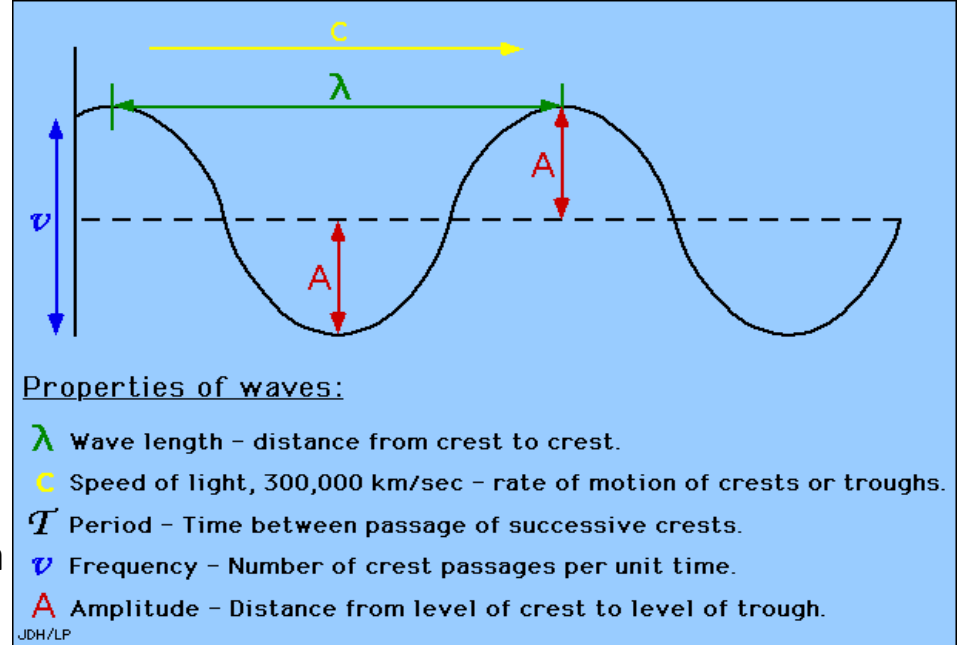
- **1-REAKTÖR:** Yakıt (yeşil) basınçlı suyu ısıtır, kontrol çubukları (gri) fisyon reaksiyonunu kontrol etmek veya sona erdirmek için nötronları yutar.
- **2-SOĞUTUCU VE YAVAŞLATICI:** Soğutucu ve yavaşlatıcı olarak hizmet etmek için yakıt ve kontrol çubukları su ile çevrelenmiştir.
- **3-BUHAR ÜRETİCİ:** Reaktörde oluşan sıcak su yüksek basınçlı buhar üretmek için ısı değiştiricisine (buhar üreticine) pompalanır.
- **4- TÜRBİN JENARÖTÖRÜ:** Buhar elektrik üretmek üzere elektrik jeneratörüne yönlendirilir.
- **5-KONDANSATÖR:** Yoğunlaştırıcı, Buharı suya dönüştürmek için ısıyı soğurur.
- **6-SOĞUTMA KULESİ:** Dönen soğutma suyundaki ısıyı yakın çevre ısısına dönüştürür.



Elektromanyetik Yayınım

Elektromanyetik Işıma

- Elektrik ve manyetik alanların dalgalar şeklinde yayıldığı bir ortamdan veya vakumdan yayılan enerji şeklidir.
- **Dalga**, bir ortamda enerji taşıyan bir uyarıcıdır.
- **Dalga boyu (λ)**, birbirini izleyen iki tepeciğin en alt ya da en üst noktaları arasındaki uzaklıktır.
- **Frekans (ν)**, belirli bir noktadan birim zamanda geçen max veya min sayısıdır. Birimi 1/zaman yani 1/s olup saniyedeki çevrim sayısıdır.
- **Dalganın hızı**, dalganın frekansı ile dalga boyunun çarpımıdır.



İyonlaştırıcı radyasyon

- İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilen radyasyon demektir.
- İyon meydana gelmesi yani iyonizasyon olayı herhangi bir maddede meydana gelebileceği gibi insanlar dahil tüm canlılarda da oluşabilir.
- İyonlaştırıcı radyasyonlar, önlem alınmadığı takdirde tüm canlılar için zararlı olabilecek radyasyon çeşitleridir.
- Başlıca beş iyonlaştırıcı radyasyon çeşidi vardır. Bunlar, Alfa parçacıkları, Beta parçacıkları, X ışınları, Gama ışınları ve Nötronlardır.

Alfa parçacığı

- Alfa ışınlarının özellikleri: Fotoğraf filmlerine etki ederler. + yüklü oldukları için elektrik ve manyetik alanda - kutup ' a doğru saparlar. Karşılaştıkları moleküllerden elektron kopararak , iyonlaşmaya neden olurlar.
- Alfa parçacığı iki proton ve iki nötrondan oluşmuş bir helyum (${}_2\text{He}^4$) çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. α işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdeğin, alfa çıkararak parçalanması olayı atom numarası büyük izotoplarda görülür ve genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır. Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kağıt tabaka ile) durdurmak mümkündür. Bunun sebebi, diğer radyasyon çeşitlerine göre sahip oldukları nispeten büyük elektrik yükleridir. Sahip oldukları bu elektrik yükü, alfa parçacıklarının herhangi bir madde içerisinden geçerken yolları üzerinde yoğun bir iyonlaşma meydana getirmelerine ve bu yüzden de enerjilerini çabucak kaybetmelerine yol açar. Enerjilerini bu şekilde çabucak kaybeden alfa parçacıklarının erişme uzaklıkları da dolayısıyla çok kısadır. Bu yüzden de normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak, mide, solunum ve yaralar vasıtasıyla vücuda girdiklerinde tehlikeli olabilirler.

Beta parçacıkları

- Çekirdekteki enerji fazlalığı çekirdek civarında, $E = mc^2$ eşitliğiyle açıklanabilen, bir kütle oluşturur. Bu kütle çekirdekteki fazla yükü alır ve dışarıya bir beta ışını olarak çıkar. Bunlar pozitif veya negatif yüklü elektronlardır. Pozitif yüklü elektronlar “ β^+ ” ile, negatif yüklü iyonlar ise “ β^- ” işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa β^+ , nötron fazlalığından meydana geliyorsa β^- çıkar.
- Beta parçacıkları da alfa parçacıkları gibi belli bir yük ve kütleye sahip olduklarından madde içerisinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya sebep olurlar. Ancak bu iyonlaşma, alfa parçacıklarının oluşturduğu iyonlaşmadan daha azdır. Çünkü bu parçacıklar alfa parçacıklarına göre daha hafif ve yüz kere daha giricidirler. Yine de bunlardan korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir.

Gama ışınları

- Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelir. Çekirdek bir alfa veya bir beta parçacığı çıkarttıktan sonra genellikle kararlı bir durumda olmaz. Fazla kalan çekirdek enerjisi bir elektromanyetik radyasyon halinde yayınlanır. Gama ışınları, beta ışınlarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha girici (nüfuz edici) ışınlardır. γ sembolize edilirler.
- Gama ve x ışınlarının, alfa ve beta parçacıklarına göre madde içine nüfuz etme kabiliyetleri çok daha fazla, iyonlaşmaya sebep olma etkileri ise çok daha azdır. Ancak birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve sadece belli bir kısmı durdurulabilir. Madde içerisinden geçerken üstel bir fonksiyon şeklinde bir şiddet azalmasına uğrarlar. Yüksüz olduklarından elektrik ve manyetik alanda sapma göstermezler.

X ışınları

- Röntgen ışınları da denilen **X ışınları**, görünür ışık dalgaları ve mor ötesi ışınları gibi dalga şeklindedir. Bir atoma dışarıdan gelen veya gönderilen yüksek enerjili elektronlar o atomun ilk halkalarından elektronlar koparırlar. Atomdan kopan bu elektronun yerine daha yüksek seviyelerden (üst halkalardan) elektronlar atlayarak kopan elektronun yerindeki boşluğu doldururlar. Bu sırada ortaya çıkan enerji fazlalığı X ışını şeklinde dışarı salınır.
- Çekirdek içerisinde bulunan protonlardan bir tanesi hareketi esnasında atomun ilk halkalarındaki elektronu yakalar ve nötrleşir. Yakalanan bu elektronun halkasındaki boşalan yere diğer bir halkadan bir elektron atlamasıyla X ışını meydana gelebilir.
- Bunların dışında da X ışını yapay olarak, röntgen tüplerinde de elde edilir. Tüp içerisinde ısıtılmış katottan yayılan elektronlar, onbinlerce voltluk gerilimle hızlandırılarak karşıdaki hedef anota çarptırılır. Bu çarpışma sonucu elektronlar durdurulurken elektronların kaybettiği enerji X ışınları olarak yayınlanır. Bu olaya Bremsstrahlung (Frenleme ışını) olayı, çıkan X ışınlarının oluşturduğu sürekli spektruma da Bremsstrahlung adı verilir.

Nötronlar

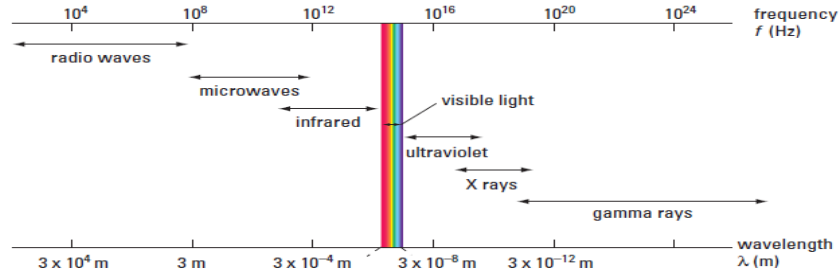
- Nötronlar yüksüz parçacıklardır.
- Bu özelliklerinden dolayı herhangi bir madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler.
- Doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar.
- Ancak atomlarla etkileşmeleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir.
- Nötronlar sadece kalın beton, su veya parafin kütleleriyle durdurulabilirler.

Foton

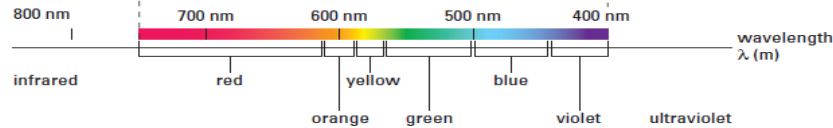
- Foton, elektromanyetik alanın kuantumu, ışığın temel "birimi" ve tüm elektromanyetik ışınların kalıbı olan temel parçacıktır. Foton ayrıca elektromanyetik kuvvet'in kuvvet taşıyıcısıdır.
- Foton hem dalga hem de parçacık özelliği gösterir.

İyonize ve İyonize Olmayan Işıma

- İyonize radyasyon, Gamma ve X ışınları olarak sıralanır. İyonize radyasyon insan hücrelerinin değişimine neden oldukları, kanser oluşturdukları ve kromozomları değiştirdikleri için tehlikelidir.
- İyonize olmayan dalgalar ise Ses dalgaları, Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızıl ötesi ışık, Görünen ışık, ve Morötesi ışık olarak sıralanır. İyonize olmayan dalgalar girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısını artırır ya da hücre zarlarının çalışma biçimini değiştirir.



a) Electromagnetic spectrum



b) Visible spectrum

Nikola Tesla

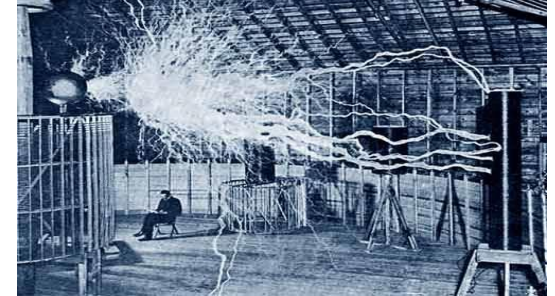
Nikola Tesla (1856, 1943, New York). Sırp asıllı mucit, elektrik ve makine mühendisidir. Alternatif akım ile çalışan sistemlerin ilk mucididir.

Yüksek gerilim ve yüksek frekanslı elektrik iletimi konusundaki araştırmalar, Nicola Tesla'yı Colorado Springs yakınlarındaki bir dağın üzerine dünyanın en güçlü radyo vericisini kurup çalıştırmaya yöneltti. 60 metrelik direğin etrafında, 22,5 metre çapında, hava çekirdekli transformatörü yaptı. İç kısımdaki sekonder 100 sarımlı ve 3 metre çapındaydı. Üreticisi, istasyondan birkaç mil uzaklıkta bulunan enerjiyi kullanırken, Nicola Tesla ilk insan yapımı şimşegi oluşturdu. Bir direğin tepesindeki 1 metre çaplı bakır küreden, 30 metre uzunluğunda, kulakları sağır eden şimşekler çıktı.

TESLA yapay depremler yapabilecek, ölüm ışınından ve kimsenin geçemeyeceği manyetik bir kalkandan bahsetti, hatta dünyayı bir elma gibi ikiye bölebilecek güçte silahlar yapılabileceğini söyledi. Elektromanyetik silah fikri böylece ortaya çıkmış oldu.

Tesla Kalkanı

- Elektromanyetik darbeleri atış etkisi ilk olarak havada patlatılan nükleer silahların denenmesi sırasında gözlemlendi. Bu enerji darbesi etki alanında bir elektromanyetik alan oluşturdu ve bu alana maruz kalan iletkenlerde ve elektronik cihazlarda kısa süreli ama binlerce voltluk bir gerilim oluşturdu. Bu darbeleri atış özellikle elektronik ekipmanlarda geri dönüşü olmayan hasarlara da sebep olabilecek yeterlilikte olabileceği gözlemlendi.
- Tesla Kalkanı özellikle kritik tesislerin (nükleer santraller, barajlar, silah fabrikaları, silah depoları, rafineriler...) korunmasında kullanılmaya başlandı. Bu teknolojiler ile ilgili diğer çalışmalar ise ozon tabakasındaki deliğin kapatılması, zayıflamak isteyenlere içgüdüsel olarak telkinde bulunulmak (zihin kontrol), şiddetli fırtınaları önlemek gibi pek çok alanda devam etmektedir.



Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalgalar

- Patlayıcı düzenekleri tespit edildikten sonra etkisiz hale getirilmelerinde ise HPEM (High Power Electro-Magnetics) teknolojileri kullanılmaktadır.
- HPEM (High Power Electro-Magnetics - Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalga) sistemleri, tek darbe veya bir dizi darbe aracılığı ile belirlenen süre boyunca, yüksek güçlü elektromanyetik (EM) güç ışıması yapmak üzere tasarlanmışlardır.
- HPEM kaynakları tarafından üretilen elektromanyetik enerji, hedef alınan elektronik teçhizatın çalışmasını engellemesi, hatalı çalışmaya sevk etmesi ya da hasara uğratarak çalışamaz hale getirmesi amacı ile kullanılmaktadır.
- HPEM ışıması altında hedef üzerinde gözlenen etki, enterferanstan, kalıcı hasara kadar çeşitli seviyelerde değişebilmektedir.
- Radyo Frekans (RF) enerji, belirli bir kayıpla da olsa kapalı alanlara da (toprak altına, duvarların arkasına, katlar arası, engellerin ardına vb.) nüfuz edebilmekte; eş-zamanlı olarak çok sayıda hedefi etkisi altına alabilmektedir.
- Elektromanyetik dalgaların enerji hatları, anten, kablo gibi olası iletken yüzeyler ile dalga boyuna bağlı olarak etkileşime girerek, istem dışı açıklıklar, yarıklar ve/veya metal olmayan bağlantı yerlerinden cihaza ve onu oluşturan birimlerine nüfuz ederek, hedefe ve bileşenlerine zarar verecek yüksek seviyeli yüksek gerilimleri indükleyebilmektedir.

Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalgalar

- HPEM (High Power Electro-Magnetics - Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalga) sistemleri, tek darbe veya bir dizi darbe aracılığı ile belirlenen süre boyunca, yüksek güçlü elektromanyetik (EM) güç ışıması yapmak üzere tasarlanır.
- HPEM kaynakları tarafından üretilen elektromanyetik enerji, hedef alınan elektronik teçhizatın çalışmasını engellemesi, hatalı çalışmaya sevk etmesi ya da hasara uğratarak çalışamaz hale getirmesi amacı ile kullanılmaktadır.
- HPEM ışıması altında hedef üzerinde gözlenen etki, enterferanstan, kalıcı hasara kadar çeşitli seviyelerde değişebilmektedir.
- Radyo Frekans (RF) enerji, belirli bir kayıpla da olsa kapalı alanlara da (toprak altına, duvarların arkasına, katlar arası, engellerin ardına vb.) nüfuz edebilmekte; eş-zamanlı olarak çok sayıda hedefi etkisi altına alabilmektedir.
- Elektromanyetik dalgaların enerji hatları, anten, kablo gibi olası iletken yüzeyler ile dalga boyuna bağlı olarak etkileşime girerek, açıklıklar, yarıklar ve/veya metal olmayan bağlantı yerlerinden cihaza ve onu oluşturan birimlerine nüfuz ederek, hedefe ve bileşenlerine zarar verecek yüksek seviyeli yüksek gerilimleri indükleyebilmektedir.

Yönlendirilmiş Elektromanyetik Enerji

- Yönlendirilmiş elektromanyetik enerji ile korumasız elektroniği yok edebilirsiniz. Metal içermeyen elektronik sistemleri tahrip eder, hasara uğratar ya da devre dışı bırakır.
- Güç kaynağı, mikrodalga jeneratör ve anten silahın bileşenleridir.
- Radar denklemleri kullanılarak ışıma yapan elektrik alan şiddetinin değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Marx jeneratörü 200kV (yaklaşık 800MW) güce sahip, 50 ohm yük direnci ve 10dBi anten kazancı var ise 1m uzağa transfer edilecek elektrik alan şiddetinin değeri 490 KV/m dir. Burada 377 ohm serbest uzayın karakteristik empedansdır.

$$E = \sqrt{120 \pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad V/m. \quad P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4 \pi R^2} \quad W/m^2$$



Elektromanyetik Savaş

Elektromanyetik savaş yönlendirilmiş yüksek güçteki EM enerjinin düşmanı izleme, düşmana saldırı veya düşman saldırılarını engelleme amaçlı kullanılmasıdır.

- Elektromanyetik savaşın amacı karşı tarafın EM spektrumuna erişimini engellemek ve karşı tarafın EM spektrumunu çökertmektir.
- Elektromanyetik savaş taktikleri denizden karadan ve uzaydan insanlı veya insansız sistemler aracılığı ile iletişimi, radarları ya da diğer tehditleri hedef alabilir.
- Elektromanyetik savaş 3 bölümden oluşur; EM Gözetleme, EM saldırı ve EM koruma.



Elektromanyetik Saldırı

Elektromanyetik Saldırı, karşı tarafın savaşma gücünü yok eden, azaltan ya da etkisiz hale getiren elektromanyetik enerji yayınıdır.

Havadaki iletişimin kesilmesi (communications jamming), Jammer elektromanyetik korunmanın bir parçası değildir, elektromanyetik saldırının bir parçasıdır.

Diğer sistemler:

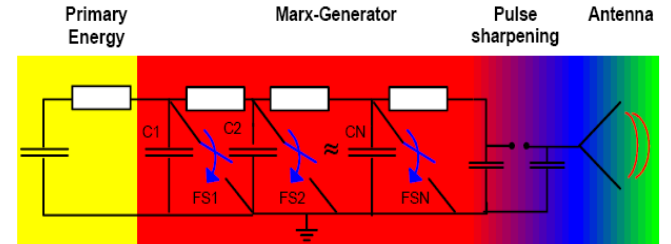
- Laser saldırı,
- Birden alev alan tuzak saldırılar
- Radyo kontrollü uzaktan patlatıcı sistemleri
- Manyetik kuvvetle itici ve çekiciler, elektromanyetik mıknatıslar

Enerji çeşitli şekillerde gelebilir:

- Elektromanyetik radyasyon,
- Lazer, Parçacıklar ile kitle (parçacık demeti silah),
- Ses (sonik silah),
- Yangın (alev)

Elektromanyetik Saldırı

- Elektromanyetik darbe atış nükleer silah kullanılmadan üretilen elektromanyetik darbe atışı yapan sistemlerdir.
- Bir tek loop antene boşalan düşük endüktanslı çok büyük kondansatör bankından ve mikrodalga jeneratöründen bir dizi büyük cihazlardan oluşur.
- Hedef ile etkileşime girerek bağlantı kuracak gerekli frekans karakteristikleri elde etmek için EM darbe atış kaynağı ile anten arasına, mikrodalga jeneratörleri ve veya dalga biçimlendirme devreleri eklenir.
- Yüksek enerji darbe atışlarının mikrodalga dönüşümü için uygun vakum tüpüne vircator denir.



Elektromanyetik Saldırı

Elektromanyetik darbe atış nükleer silah kullanılmadan üretilen elektromanyetik darbe atışı yapan sistemlerdir. Bir tek loop antene boşalan düşük endüktanslı çok büyük kondansatör bankından ve mikrodalga jeneratöründen bir dizi büyük cihazlardan oluşur.

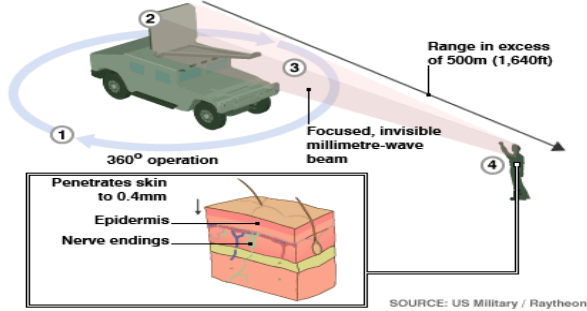
Hedef ile etkileşime girerek bağlantı kuracak gerekli frekans karakteristikleri elde etmek için EM darbe atış kaynağı ile anten arasına, mikrodalga jeneratörleri ve veya dalga biçimlendirme devreleri eklenir.

Yüksek enerji darbe atışlarının mikrodalga dönüşümü için uygun vakum tüpüne vircator denir.

2003 Irak'ın işgali sırasında, ABD silahlı kuvvetlerinin Irak hedeflerine yönelik nükleer olmayan elektromanyetik darbe atışlı Tomahawk füze kullandıklarına yönelik söylentiler çıktı.

Kanıt olarak elektrik jeneratör tesislerde fiziksel hasar oluşmadığı halde Bağdat üzerinde kulakları sağır eden şimşekler çıktığının görülmesidir.

Yönlendirilmiş Mikrodalga Kaynağı



Radio frekansı / Mikrodalga silahların insana yeterince zarar verecek güçte olması mümkündür.

Ölümcül olmayan, yönlendirilmiş enerji silahı olarak tarif edebileceğimiz Aktif Reddetme Sistemi (ARS) Amerikan ordusu tarafından kalabalıkların kontrolü ve toplumsal olaylara etkin bir şekilde müdahale edebilmek için geliştirilen yeni bir teknolojidir. ARS güçlü bir milimetrik dalga ileticisidir ve kalabalıkların kontrolünde son derece etkilidir. Bu alet konuşma dilinde “Acı Işını” olarak ta adlandırılmaktadır. Raytheon adlı şirket bu ürünün yakın mesafede etkili olan türünün pazarlanmasını yapmaktadır.

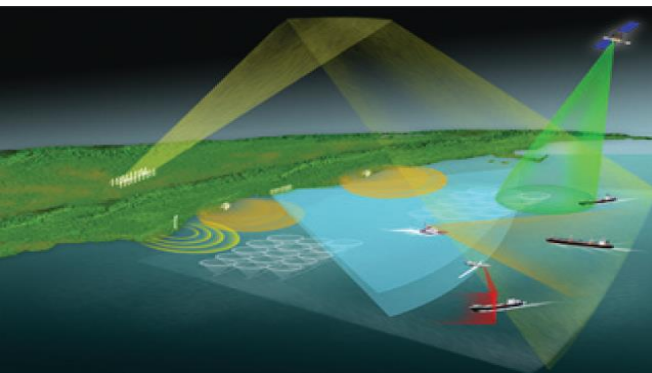


- Aktif Denial Sistemi, hedef insanın derisindeki suyu ısıtan ve dayanılmaz acıya neden olan bir mikrodalga kaynağıdır. Iraktaki isyan kontrolü için Raytheon firmasında çalışan araştırmacılar tarafından New Mexico daki Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarında geliştirilmiştir.
- Şiddetli ağrıya sebep olmanın dışında hiçbir kalıcı hasar bırakmaması amaçlanmasına rağmen geri dönüşümsüz hasarlara neden olabileceği ileri sürülmeye başlanılmıştır. Mikrodalga ışınına maruz kalanların uzun vadeli yan etkileri için henüz yeterli testler yapılmamıştır.
- İsyancıları bastırmada, çetelere yönelik operasyonlarda, anarşik olaylarda, rehinelere kurtarmada kullanılması planlanmaktadır.

Elektromanyetik Gözetleme

Elektromanyetik Gözetleme, EM kaynakların yayılım yönü ve yerlerinin belirlenmesi, tehditlerin tanımı, hedefleri, planlama ve oluşacak çatışma temas durumunu hakkında istihbarata yönelik bilgi edinilmesidir.

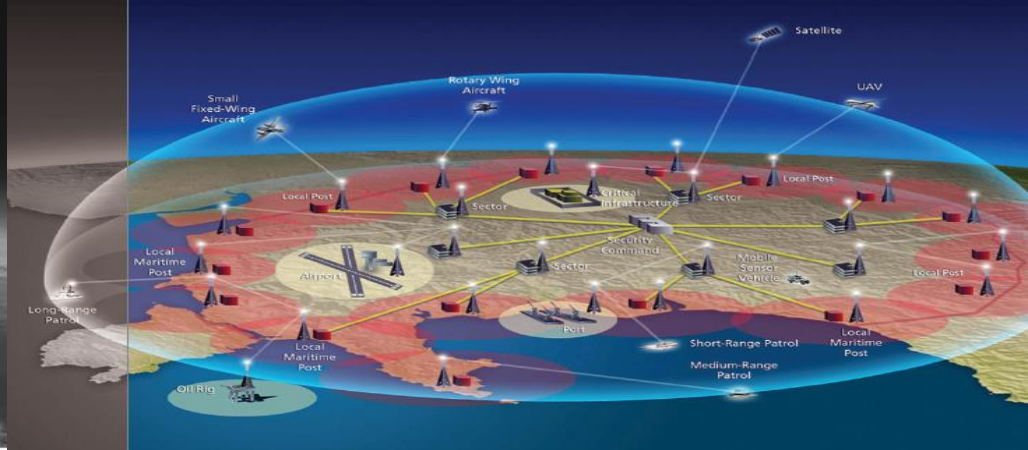
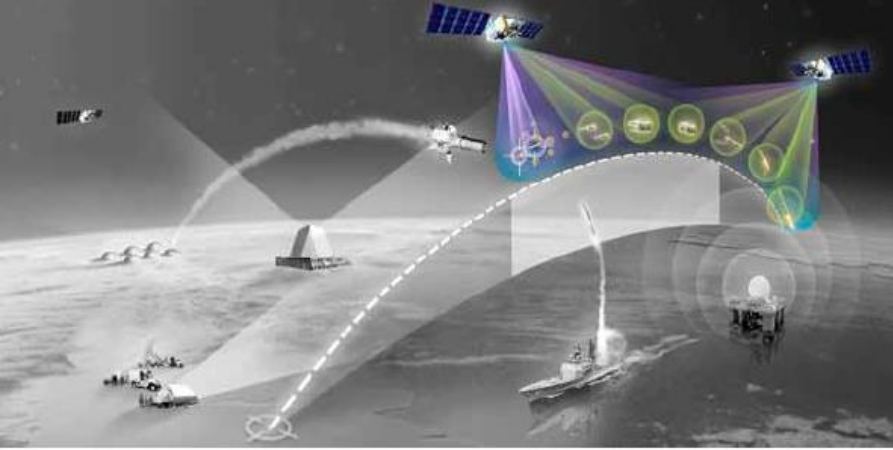
- İstihbarata yönelik ortamdaki EM spektrum yoğunlaşması ve frekansa bağlı olarak elde edilen işaretlerin işlenmesi, analizi.
- Pasif Radar sistemleri ile EM kaynakların konumları ve yaydıkları gücün uzaktan yapılan EM alan ölçümleri ile belirlenmesi.
- Aktif elektronik elemanların (Yarı İletken Teknolojileri – Non Linear Junction Detector) akım fonksiyonlarından kaynaklanan yayınımlardan elektronik sistemlerin konumlarının belirlenmesi. Transistör, diyod, entegre devreler ve metalik kavşak akımları çok sayıda frekansların 3.harmoniklerinde işaretleri ortama yayar. Doğrusal Olmayan Kavşak Akımı Bulma Dedektörü toprak, duvar gibi zeminlere gizlenmiş çeşitli elektronik cihazları algılar.



Uzaydan Elektromanyetik Takip

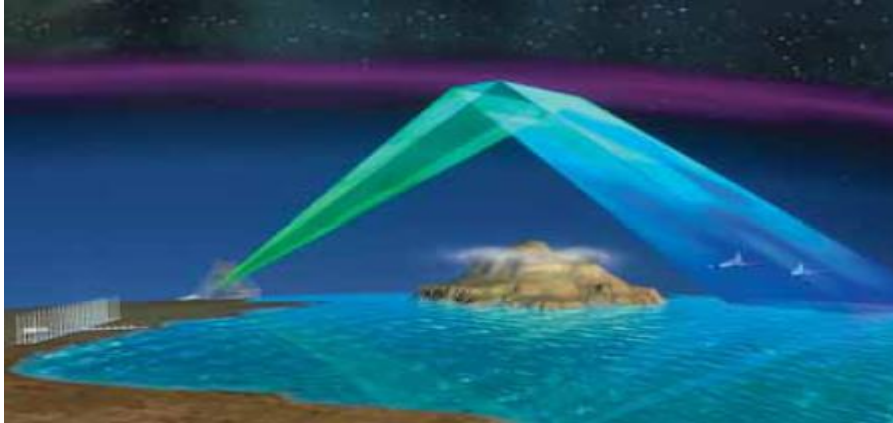
Uzaydan Takip ve Gözetleme Sistemi (Space Tracking and Surveillance System - STSS) ABD Füze Savunma Ajansının Balistik Füze Savunma projesidir.

Alçak yörüngeye yerleştirilecek uydular ile yer radarlarının konumları ve balistik füzelerin konumları tespit edecek. Füze hedefine doğru ilerlerken rotasını izleyerek erken uyarıda bulunacaktır. Uydular atmosferden yere indirilebilecek ve konumları değiştirilebilecektir.



İyonosferden Takip

- İyonosferden yansıyan dalgalar kullanılarak 2.000 km gibi geniş kıyı şeridinde gemileri ve uçakların konumlarını, rotalarını ve hızlarını belirleyecek.
- Tüm hava koşullarında ve tüm yüksekliklerdeki uçaklar izlenecektir.
- Uzunlukları 30m den büyük olan gemiler muntazaman izlenecektir.



İnsansız Hava Araçları

- Maden kaynaklarını belirlemede
- Hedefleri bulmadı, tanımlamada,
- Kendi başına karar vermede



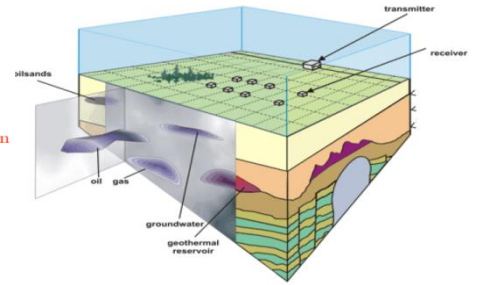
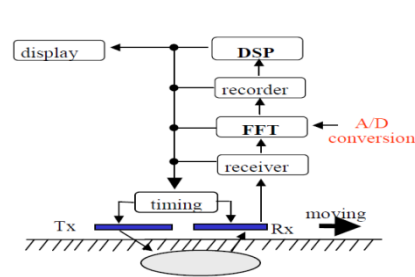
İnsansız Hava Araçları

- Maden kaynaklarını belirlemede
- Hedefleri bulmadı, tanımlamada,
- Kendi başına karar vermede



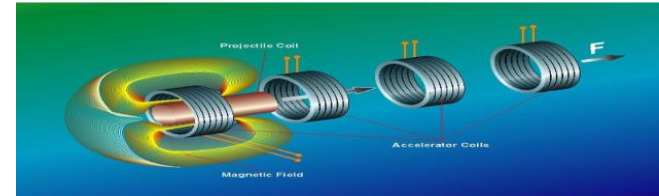
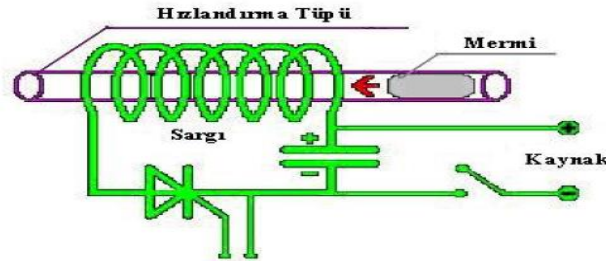
Elektromanyetik Görüntüleme

- Yer yüzeyinin altındaki dünyada görünmezleri araştırmak, konumlarını bulmak, ne olduklarını analiz etmek için kullanılan donanım ve yazılım sistemleridir. (GPR, X-ray, EMI, Impulse Synthetic Aperature Radar, Sismik)
- **Güvenlik ve savunma amaçlı elektromanyetik görüntüleme;**
Tehditlerin önceden tespit edilmesinde ve felaket sonrası arama, kurtarma ve durum tespiti çalışmalarında, Zemin veya duvarın arkasında bulunan silah, patlayıcı ve buna benzer tehditlerin tespiti ve görüntülenmesi ile konum değişikliklerinin bulunmasında,
Zemin veya duvarın içerisine yerleştirilmiş silah, bomba, el yapımı patlayıcı, gizli bölme, yapısal değişiklik, elektrik dağıtım kabloları, su ve doğalgaz boruları gibi yapısal değişikliklerinin tespiti ve görüntülenmesinde,
Zemin veya Duvar yapısının tespitinde, Duvar içerisinde bulunan çatlak v.b. yapıların tespitinde,
Zemin veya duvarın arkasında bulunan canlıların ve cisimlerin tespiti ve izlenmesi (enkaz altında, mağara ve bina içerisinde canlı tespiti v.b.) için kullanılmaktadır.



Elektromanyetik Fırlatıcılar

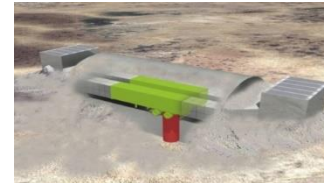
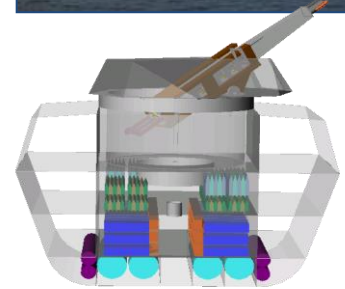
- Elektromanyetik silahlar hedefleri (insan, elektronik devreye sahip cihazlar, askeri tesisler) geçici olarak devre dışı bırakmak ya da kalıcı ağır hasar vermek amacıyla elektrik, ısı veya mekanik enerjiyi boşlukta uzağa transfer etmek amacıyla güçlü enerji kaynağına sahip, yönlendirilmiş elektromanyetik yayını yapan silahlardır.
- Elektromanyetik silah fırlatıcıları bir kumanda devresi, ivmelendirici sargılar, bu sargıları besleyen güç katından oluşur ve cisimlerin fırlatılmasını sağlar. Elektromanyetik fırlatıcılar ile ilgili çalışmalar, 1980'lerden beri başta ABD olmak üzere birçok ülkede devam etmektedir.
- ABD Ordusu ve İleri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) tarafından gerçekleştirilen ilk başarılı çalışmaların ardından, ABD'nin çalışmaları manyetik olarak kaldırılan trenleri içeren manyetik tahrik, elektromanyetik mancınıklar kullanılarak uçakların fırlatılması, metallerin uzaya fırlatılması, küçük mermilerin aşırı yüksek hızlarda fırlatılması, füzyon reaktörleri için yakıt elde etmek amacıyla eritilerek elde edilen ufak toparların hızlandırılması vb. birçok konuda yaygınlaşmıştır.
- Elektromanyetik Fırlatıcı Çeşitlerini Raylı elektromanyetik fırlatıcılar, Sargılı elektromanyetik fırlatıcılar, Karma elektromanyetik fırlatıcılar ve Doğrusal hareketli fırlatıcılar olarak sıralayabiliriz.



Elektromanyetik Silahlar İçin Gerekli Enerji LFTR - Likid Florür Toryum Reaktörler

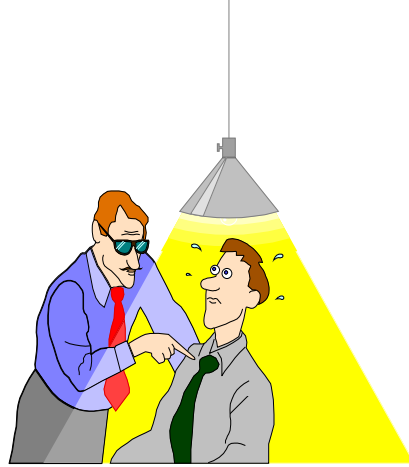
Toryum reaktör EM silahların gereksinim duyacakları yüksek gücü sağlayacaktır.

- ◆ Gerçek zamanlı çalışmada, kısa sürede hızlı yükselen güç elde etme
- ◆ Fuel Oil yakıt taşımaya gereksinim olmayacak
- ◆ Güç
 - Gelişmiş Radarlar; ~ 30 MW power
 - Elektromanyetik Silahlar – GW güce olan gereksinim
 - Savunma
 - Vurma 2020: 500+ km, 2030: 3000+ km
 - Füze Savunma 2020: 500+ km, 2030: 3000+ km
 - Yönlendirilmiş Elektromanyetik Silahlar
 - Sensörler, darbe sonarları
 - Yüksek güçlü mikrodalga silahlar
- ◆ Anlık yüksek güç yoğunluğu
- ◆ Çevre kirliliğine neden olan atıklar yok,
- ◆ Gelecekte; uçaklarda taşınabilen LFTR -10-30 MW reaktörler



Özümün uğraşısı bir kıvılcım çakmaktır.

Sorular?



Contact me at:
cahitkarakus@gmail.com

Kaynaklar

- Analog Electronics, Bilkent University
- Electric Circuits Ninth Edition, James W. Nilsson Professor Emeritus Iowa State University, Susan A. Riedel Marquette University, Prentice Hall, 2008.
- Lessons in Electric Circuits, By Tony R. Kuphaldt Fifth Edition, last update January 10, 2004.
- Fundamentals of Electrical Engineering, Don H. Johnson, Connexions, Rice University, Houston, Texas, 2016.
- Introduction to Electrical and Computer Engineering, Christopher Batten - Computer Systems Laboratory School of Electrical and Computer Engineering, Cornell University, ENGRG 1060 Explorations in Engineering Seminar, Summer 2012.
- Introduction to Electrical Engineering, Mulukutla S. Sarma, Oxford University Press, 2001.
- Basics of Electrical Electronics and Communication Engineering, K. A. NAVAS Asst.Professor in ECE, T. A. Suhail Lecturer in ECE, Rajath Publishers, 2010.
- İnternet ortamından sunum ve ders notları

Usage Notes

- These slides were gathered from the presentations published on the internet. I would like to thank who prepared slides.
- Also, these slides are made publicly available on the web for anyone to use
- If you choose to use them, I ask that you alert me of any mistakes which were made and allow me the option of incorporating such changes (with an acknowledgment) in my set of slides.

Sincerely,

Dr. Cahit Karakuş

cahitkarakus@gmail.com