

Şemadan Fiziksel Gerçekliğe: Makina Mühendisleri İçin Temel Elektronik Eğitimi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ünal

Mekanik analogiler ve sistemik yaklaşımlarla
elektronların mikroskobik dünyasına yapısal bir giriş.

Elektronik Nedir? Elektromekanik Bir Perspektif

Elektronik, elektrik enerjisinin iletkenler aracılığıyla salt bir güç aktarımı olmaktan çıkarak; mikroskobik seviyede kontrol edilmesi, hassas bir biçimde yönlendirilmesi ve en nihayetinde karmaşık bilgi işleme algoritmalarının fiziksel bir karşılığı olarak kullanılması sürecini ifade etmektedir. Bir makina mühendisi için akışkanların borular içerisindeki basınç ve debi dinamikleri ne anlam ifade ediyorsa, iletken malzemelerin kristal kafes yapıları içerisinde serbest elektronların oluşturduğu akım ve bu akımı tahrik eden elektriksel potansiyel fark (gerilim) da aynı fiziksel yasalara tabi olan bir enerji transfer mekanizmasıdır. Elektronik, bu görünmez akışkanın valfler, odacıklar ve daraltıcılar ile programlanması sanatıdır.



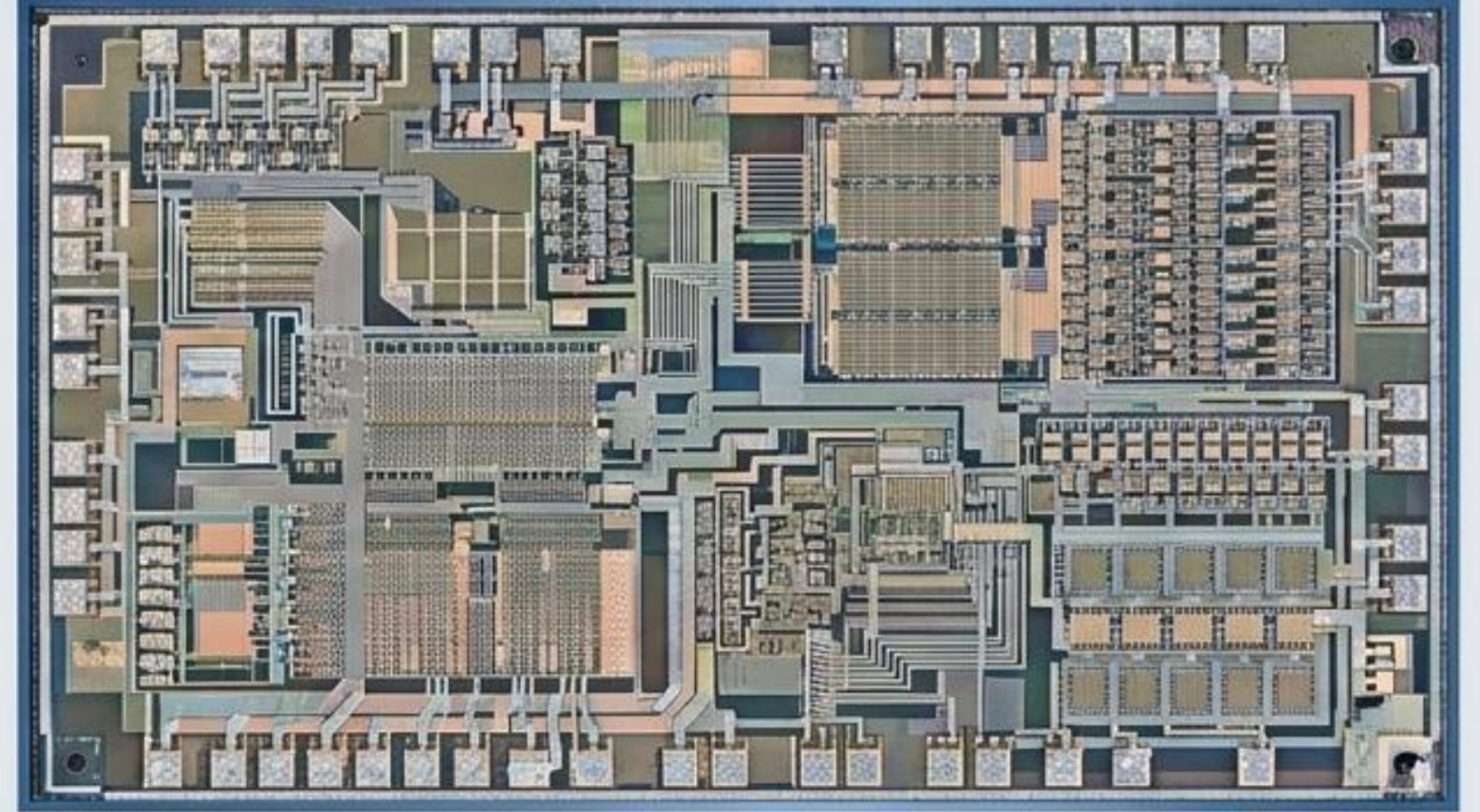
Paradigma Değişimi: Elektrik vs. Elektronik

Elektrik: Enerji Transferi



Elektrik, elektronların bir iletken boyunca hareket ederek elektriksel enerji taşımasıdır. Temel amaç güç aktarımıdır (motorun dönmesi, ısı yayılması).

Elektronik: Bilgi ve Karar

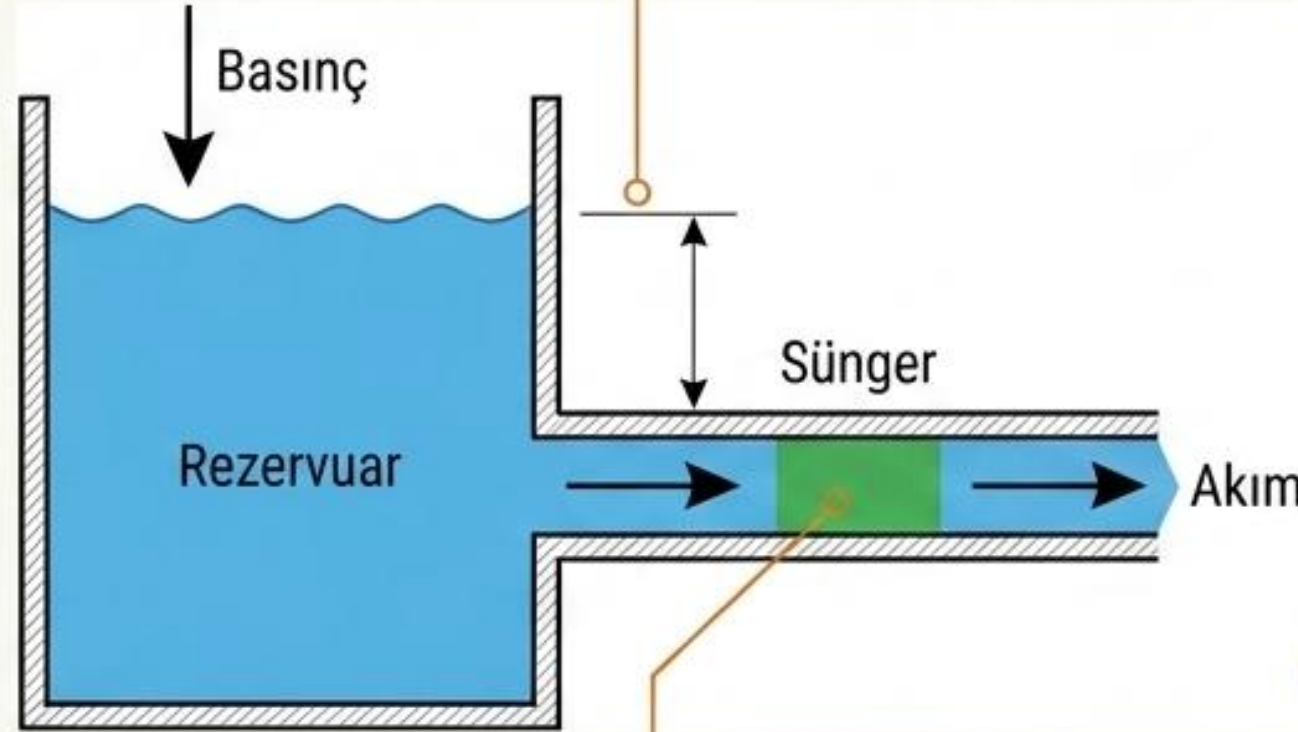


Elektronik, elektrik enerjisinin bilgi taşıma ve sistemleri kontrol etme amacıyla kullanılmasıdır. Sadece enerji taşımaz; bu enerjiyi anahtarlayarak mantıksal işlemler ve algoritmik kararlar üretir.

Temel Kavramlar: Akışkanlar Mekaniği Analojisi

1 Gerilim (Voltaj - V) ~ Basınç

Boru hattı boyunca basınç farkı ne kadar yüksekse su akışı arkı ne kadar yüksekse su akışı o kadar hızlıdır. Elektrik potansiyel farkı (Gerilim), elektronları iten temel kuvvettir.



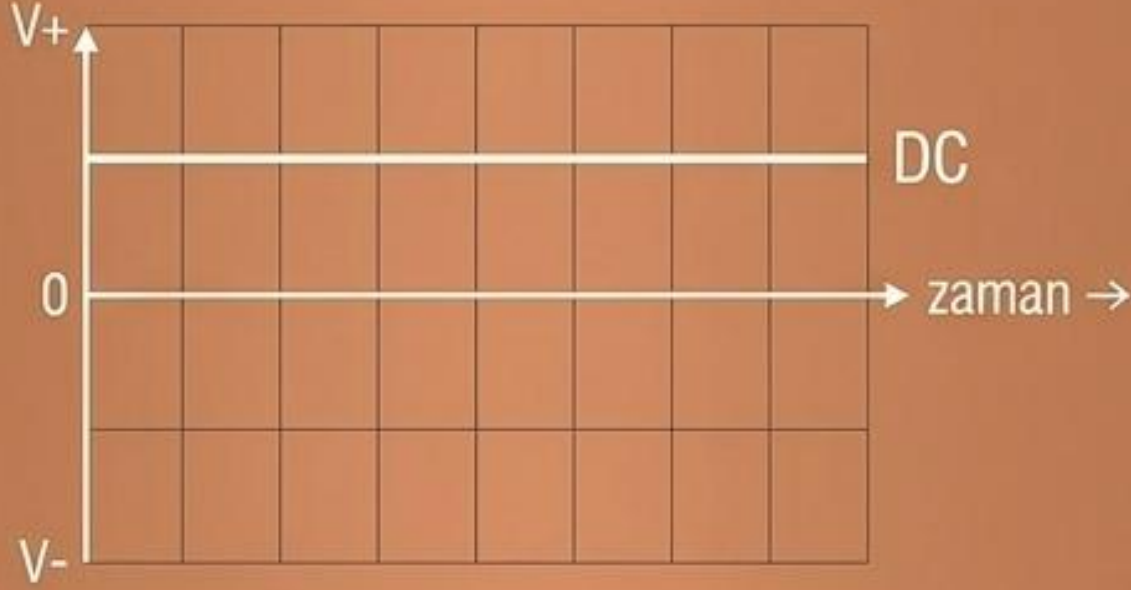
3 Direnç (R) ~ Sünger / Daralma

Borunun iç yüzeyindeki pürüzler ve daralmalar. Akıma karşı gösterilen yapısal mukavemettir (Ohm, Ω).

2 Akım (I) ~ Su Akışı

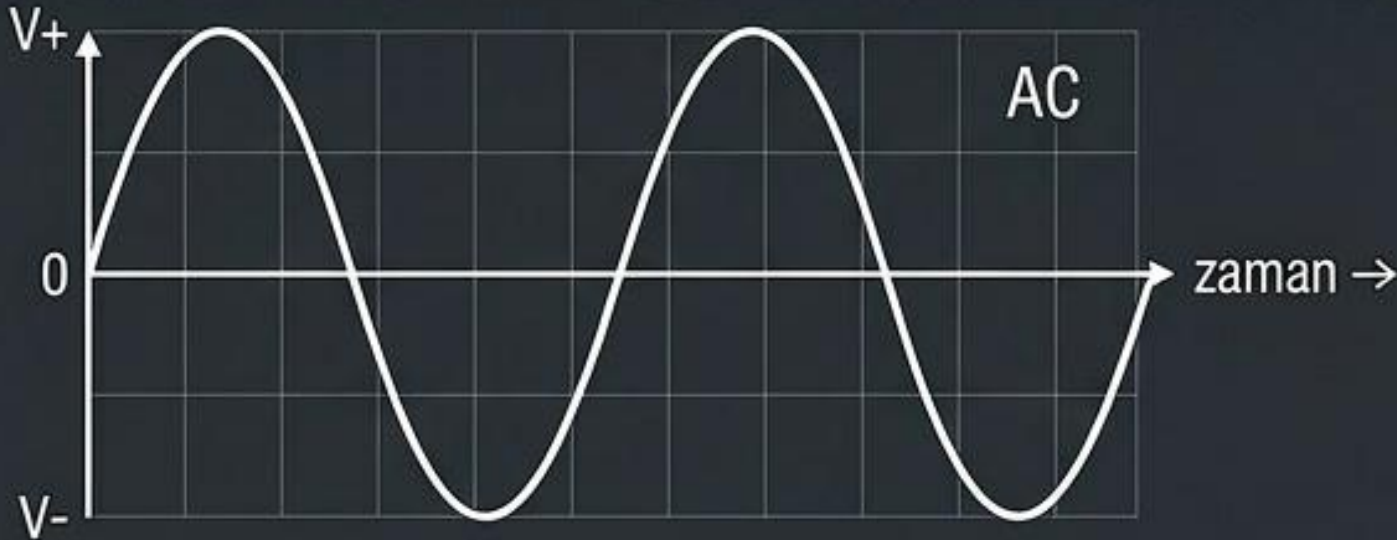
Elektrik yüklerinin (6.24×10^{18} elektron = 1 Coulomb) bir saniyede sızdığı miktar. Akım, yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru akar.

Akışın Karakteri: Dinamik Elektrik (DC ve AC)



Doğru Akım (DC):

Elektronların iletken boyunca sıfırın üstünde, tek yönde ve sabit bir değerde akışıdır. Mantıksal devrelerin ve mikroçiplerin temel besleme rejimidir.



Alternatif Akım (AC):

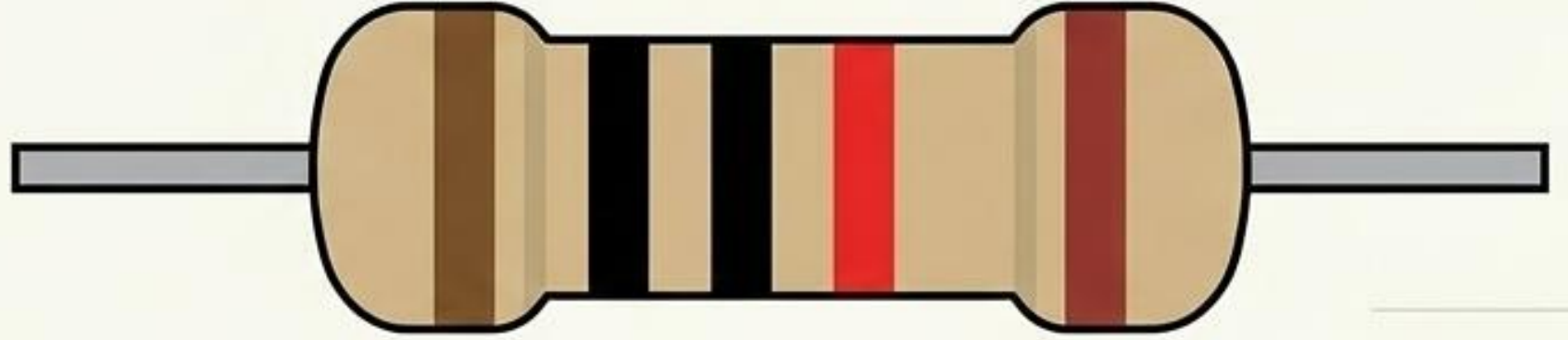
Manyetik alan içinde dönen iletkenlerin ürettiği, periyodik olarak yön ve şiddet değiştiren akımdır. Şebekelerimizde 220V gerilim ve saniyede 50 döngü (50 Hz) standartlarıyla endüstriyel gücü sağlar.

Pasif Elemanlar: Dirençler (Akış Sınırlayıcılar)

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluktur. Devrede akımı sınırlar, gerilimi böler ve diğer elemanların güvenli çalışmasını sağlar.



Direnç Renk Kodları Dekoder Matrisi



4 Bantlı Direnç Okuma:

- 1. Bant: Birinci Rakam
- 2. Bant: İkinci Rakam
- 3. Bant: Çarpan (Sıfır Sayısı)
- 4. Bant: Tolerans (Hata Payı)

5 Bantlı Hassas Direnç Okuma:

- 1., 2. ve 3. Bant: Rakamlar
- 4. Bant: Çarpan
- 5. Bant: Tolerans

Enerji Depolama: Kondansatör ve Bobin



Kondansatör
(Elektriksel Rezervuar)



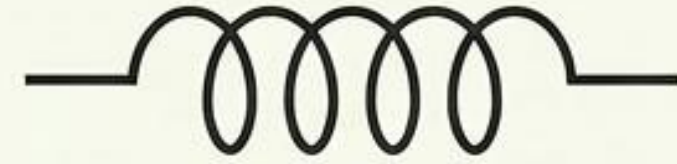
Enerjiyi elektrik alanı olarak depolar. Devrelerdeki ani voltaj düşüşlerini tamponlayan bir 'su deposu' gibi çalışır.



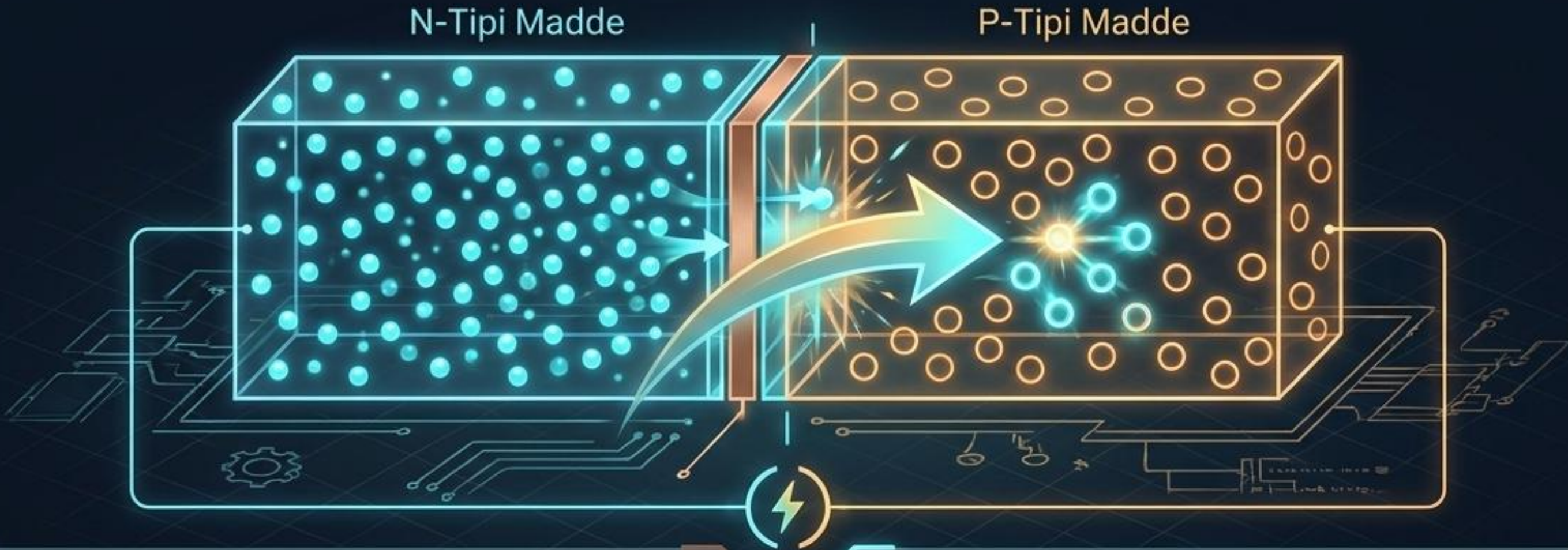
Bobin / İndüktör
(Elektromanyetik Volan)



Enerjiyi manyetik alan olarak depolar. Akım değişimlerine karşı 'atalet' (inertia) göstererek, tıpkı mekanik bir volan gibi akım sürekliliğini sağlar.



Silisyumun Sırrı: Yarı İletkenler ve P-N Eklemi



Kritik Karar Mekanizması



Yarı iletkenler (özellikle Silisyum), normal şartlarda yalıtkan gibi davranan, ancak belirli bir gerilim eşiği aşıldığında aniden mükemmel bir iletkene dönüşen mucizevi malzemelerdir.

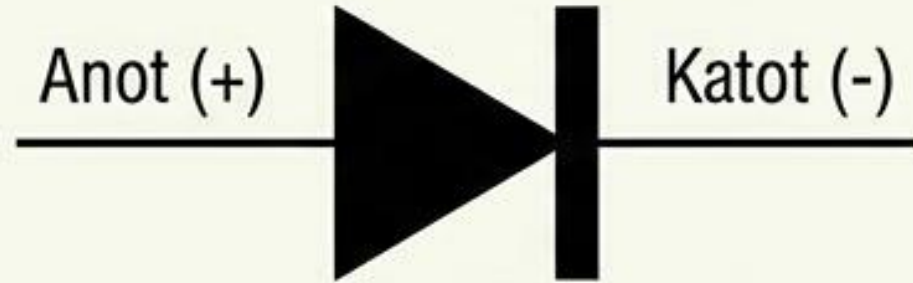
Modern Elekroniğin Kalbi: P-N Eklemi

Negatif yüklü (N) ve Pozitif yüklü (P) malzemelerin birleştirildiği bu ince sınır, akımın ne zaman ve hangi yönde geçeceğine karar veren ilk akıllı kapıdır.



Diyotlar: Mikro Dünyanın Çekvalfleri

Diyotlar, elektrik akımının yalnızca tek bir yönde akmasına izin veren, ters yöndeki akımı bloke eden yarı iletken 'çekvalf' benzeri elemanlardır.



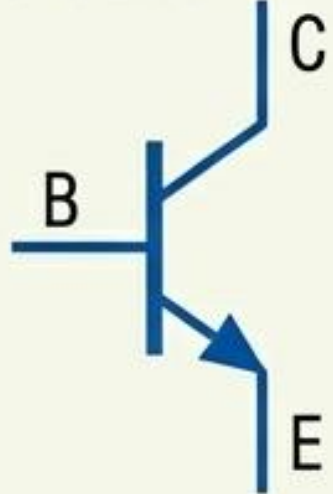
Dikkat: Gümüş/Beyaz renkli bant her zaman Katot (-) yönünü gösterir ve akımın çıkış yönünü belirler.

Transistörlerin Dünyası: Akıllı Anahtarlar

BJT (Bipolar Junction Transistor)

Çalışma Prensipleri: Akım Kontrollü anahtar. Küçük bir pilot akımı, ana akım hattını açar.

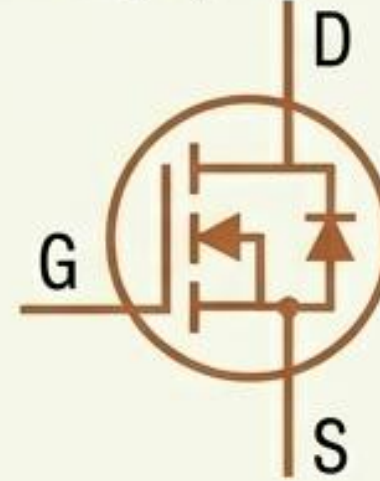
Mekanik Analoji: Pilot kumandalı yön denetim valfi. Base (B) terminaline uygulanan küçük akım, Collector (C) ile Emitter (E) arasındaki büyük akımı kontrol eder.



MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)

Çalışma Prensipleri: Gerilim Kontrollü eleman. Elektriksel basınç (voltaj) ile hattı açar; statik durumda akım tüketmez.

Mekanik Analoji: Basınç kontrollü oransal valf. Gate (G) terminaline uygulanan gerilim, Drain (D) ve Source (S) arasındaki kanal direncini düşürerek iletme geçirir.



Kristaller: Devrenin Metronomu



Zamanlama Referansı

Elektronik devrelerdeki işlemlerin senkronize çalışması için hassas bir saat sinyali (frekans) üretir.



Prensip

Piezoelektrik etki (mekanik basıncın elektriğe, elektriğin mekanik titreşime dönüşmesi).



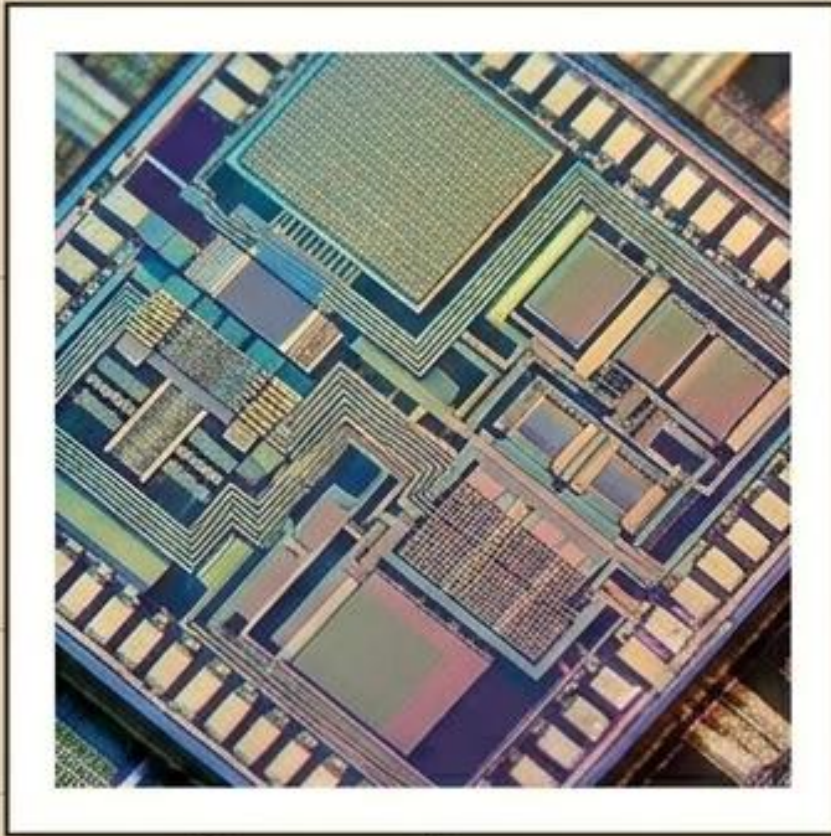
Metafor

Orkestra şefinin metronomu. İşlemci bu vuruşlara göre verileri işler.

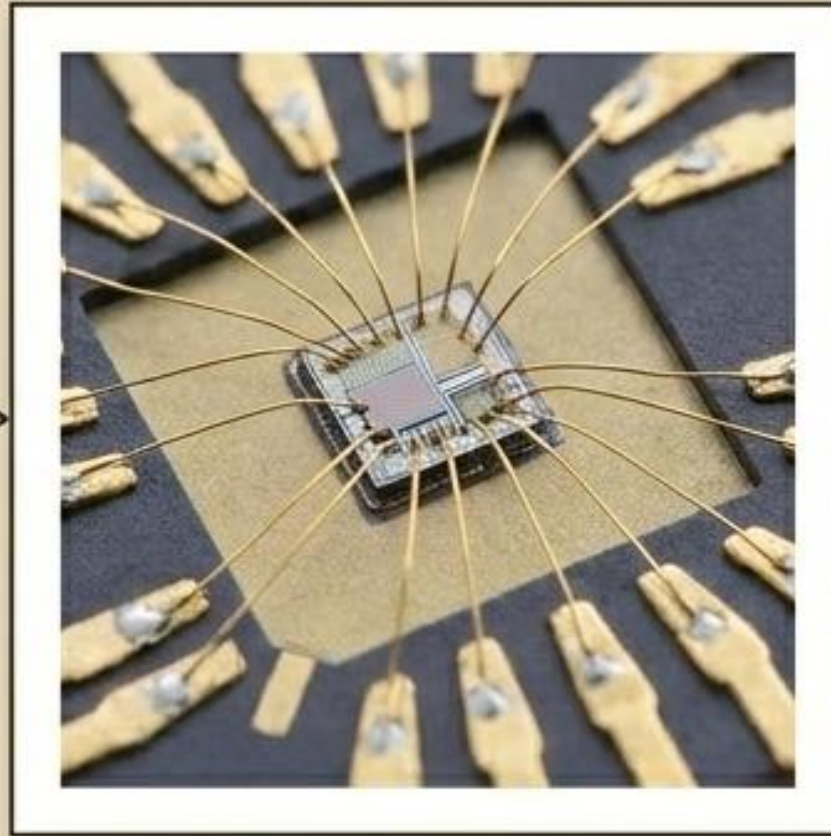


Entegre Devreler (IC): Silikon Üzerindeki Sistemler

Entegre devreler, milyonlarca transistör, diyot ve direncin mikroskobik ölçekte tek bir silikon pulu (wafer) üzerine işlendiği karmaşık sistemler bütünüdür. Mekanik devasa kontrol odalarının, tırnak büyüklüğünde bir alana sığdırılmış halidir.



1. Silikon İşleme
(Wafer ve Lojik Kapılar)



2. Altın Tel Örgü Bağlantısı
(Wire Bonding)



3. Son Kullanım Kılıfı
(DIP / SMD Paket)

Teşhis ve Ölçüm: Sahanın Stetoskopları

Kontrol Kalemi



Sadece Faz-Nötr ayrımı ve canlı uç tespiti içindir. Arka metale dokunularak devrenin insan vücudu ve içindeki lamba üzerinden topraklanması prensibiyle çalışır.

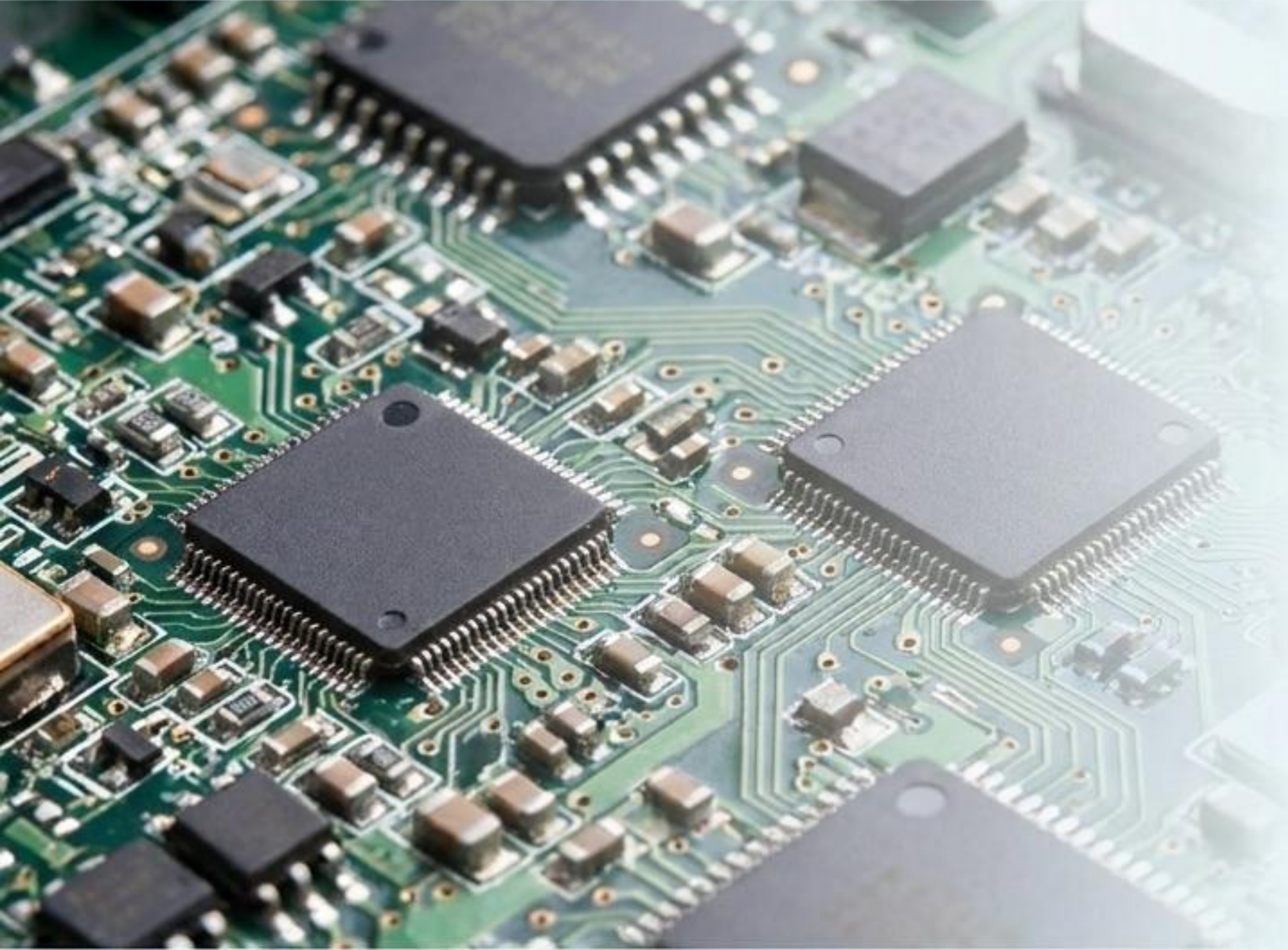
Multimetre



Ölçüm Kuralları:

- **Voltaj (V):** Basınç ölçmek gibidir. Devreye her zaman PARALEL bağlanır.
- **Direnç / Kısa Devre (Ω):** Devrede enerji YOKKEN hat kopukluğu test edilir.
- **Akım (A):** Debi ölçmek gibidir. **Devre hattı kesilip SERİ bağlanır!** Yanlışlıkla paralel bağlamak multimetrenin sigortasını anında attırır.

Büyük Sentez: Çipten Fiziksel Harekete (Mekatronik Birleşim)



1. Veri Okuma (Algılama / Sensörler)

Fiziksel dünyanın elektronik sinyallere dönüştürülmesi. PCB üzerinde yer alan Radar modülleri (**mikrodalga yansımaları**) ve **Sonar** sensörleri (**ultrasonik ses dalgaları**) aracılığıyla çevresel mesafe verisi analog voltaj değişimleri olarak okunur.



2. İşleme (Mantıksal Karar / MCU)

Sensörlerden gelen zayıf sinyaller filtrelerden geçerek gürültüden arındırılır. Mikrodenetleyici çip içerisindeki milyonlarca MOSFET transistör tarafından algoritmik olarak işlenir ve hedefe olan mesafeye göre aktüasyon sinyali (PWM) üretilir.



3. Fiziksel Hareket (Eyleyici / Actuator)

Çıkan düşük güçlü veri sinyali, sürücü transistörler aracılığıyla yüksek endüstriyel akımlara dönüştürülür. Bu akım, robotik bir kolu harekete geçirerek alınan kararı makine mühendisliğinin fiziksel tork ve kinetik enerjisine dönüştürür.

Elektronik, mekanik sistemlerin beyni ve sinir ağıdır.

Fiziksel Dünyayı Algılamak: Radar ve Sonar Mantığı

Radar Sistemleri

Radar (Radio Detection and Ranging)



Elektromanyetik dalgalar kullanır. Işık hızında hareket eder. Çok daha uzun mesafelerde tarama, konum ve anlık hız tespiti yapar. Hava savunma ve otonom sürüş sistemlerinde temeldir.

6 Birim

Sonar / Ultrasonik Sensörler

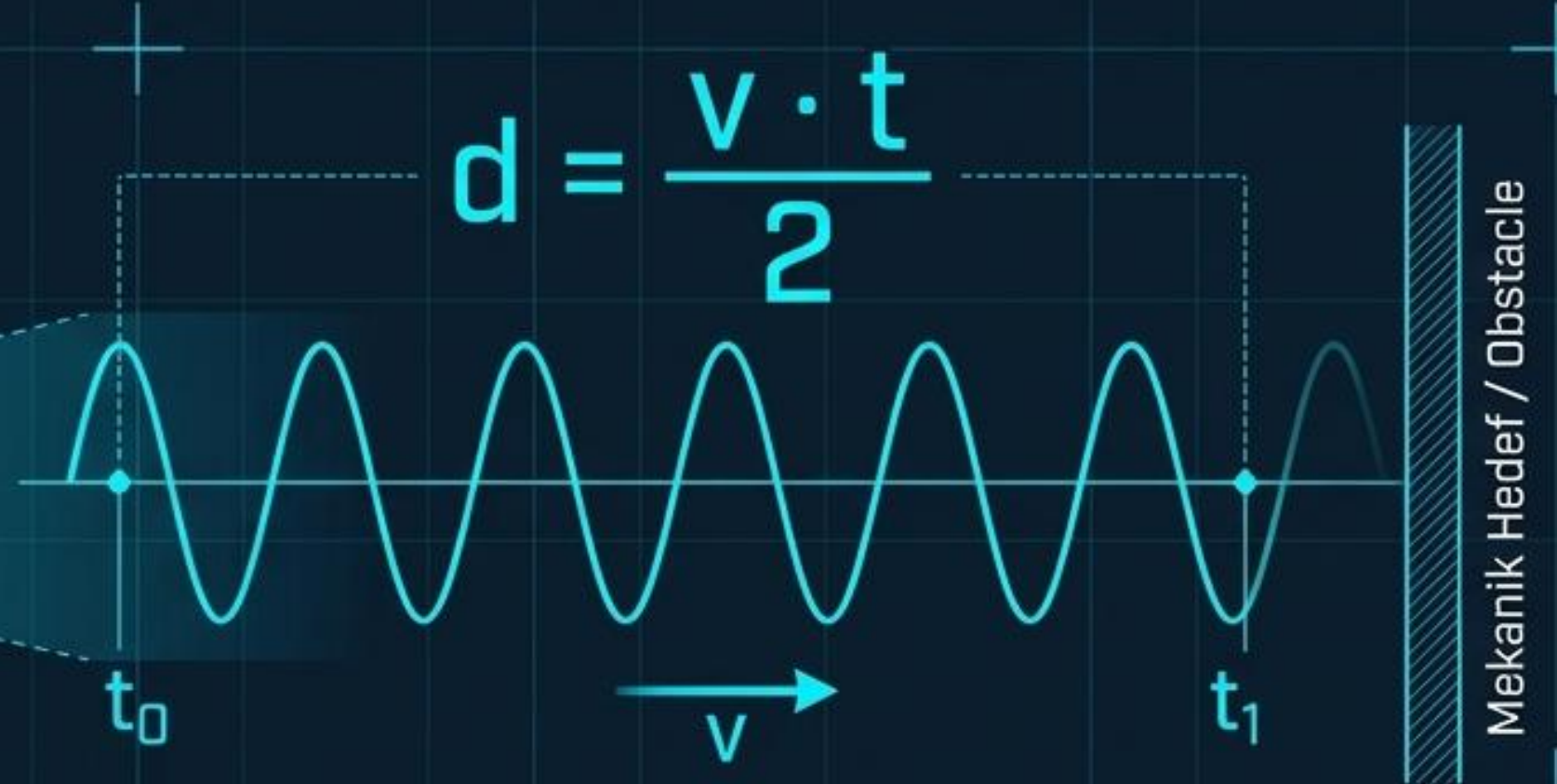
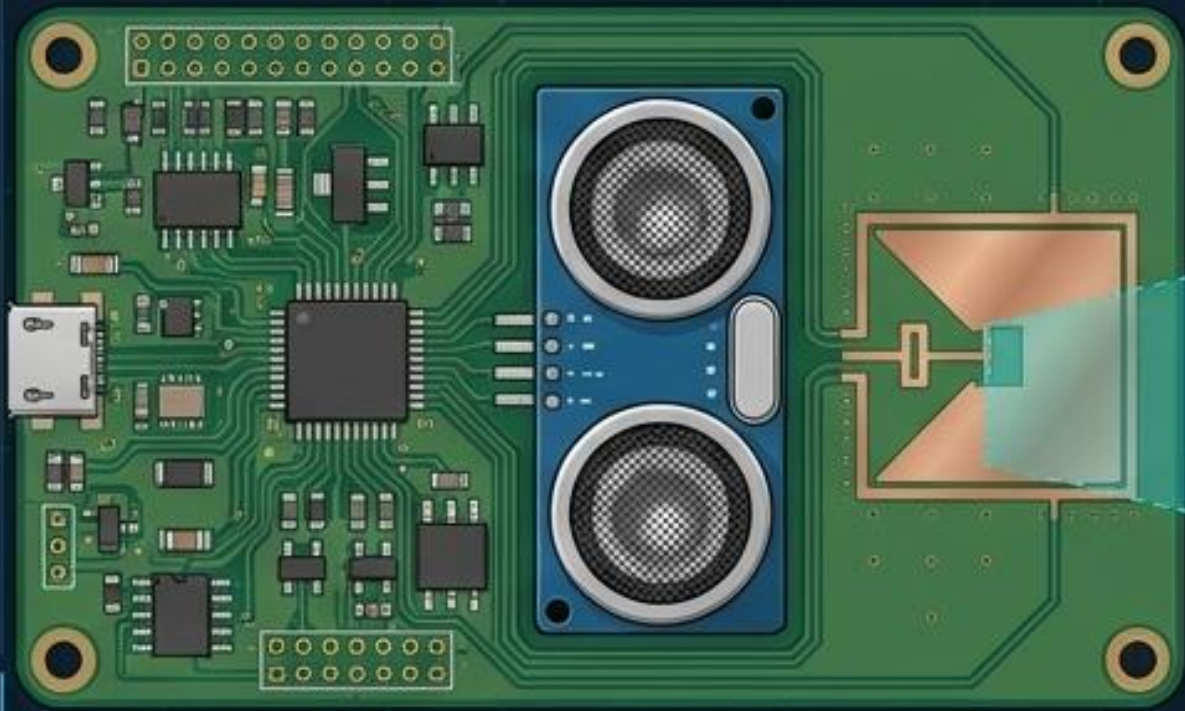
Sonar (Ultrasonik Algılama)



İnsan kulağının duyamayacağı yükseklikte mekanik ses dalgaları yayar. Sesin havada yayılıp hedefe çarpması ve yankı olarak geri dönme süresini hesaplayarak milimetrik hassasiyette kısa mesafe ölçümü yapar.

Çevresel Algılama Sentezi: Radar ve Sonar PCB Uygulaması

Gelişmiş otonom makina sistemlerinde çevre haritalandırması amacıyla tasarlanmış Baskılı Devre Kartları (PCB) üzerinde yer alan radar modülleri yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar yayarken, sonar sensörleri ise ultrasonik ses dalgaları üreterek fiziksel engellerle etkileşime girerler; her iki sistem de hedef nesneye çarpıp yansıyan dalgaların sensöre geri dönmesi için geçen uçuş süresi (Time-of-Flight) farkını kullanarak sistemin merkezi işlemcisine $d = (v \cdot t) / 2$ denklemi üzerinden mikrosaniye hassasiyetinde hayati mesafe ve hız verileri sunmaktadır.



Büyük Sentez: PCB Üzerinde Sistem Analizi



Güç Girişi & Diyot (Trafik Polisi)

Sisteme gücü alır, ters batarya bağlantısı ihtimaline karşı akımı tek yöne zorlayarak devreyi yanmaktan korur.

Kristal Osilatör (Kalp Atışı)

Ultrasonik yankının havada geçen süresini hassas ölçebilmek için işlemciye kusursuz bir zaman tutma referans sinyali verir.

Entegre Devre IC (Mantık Merkezi)

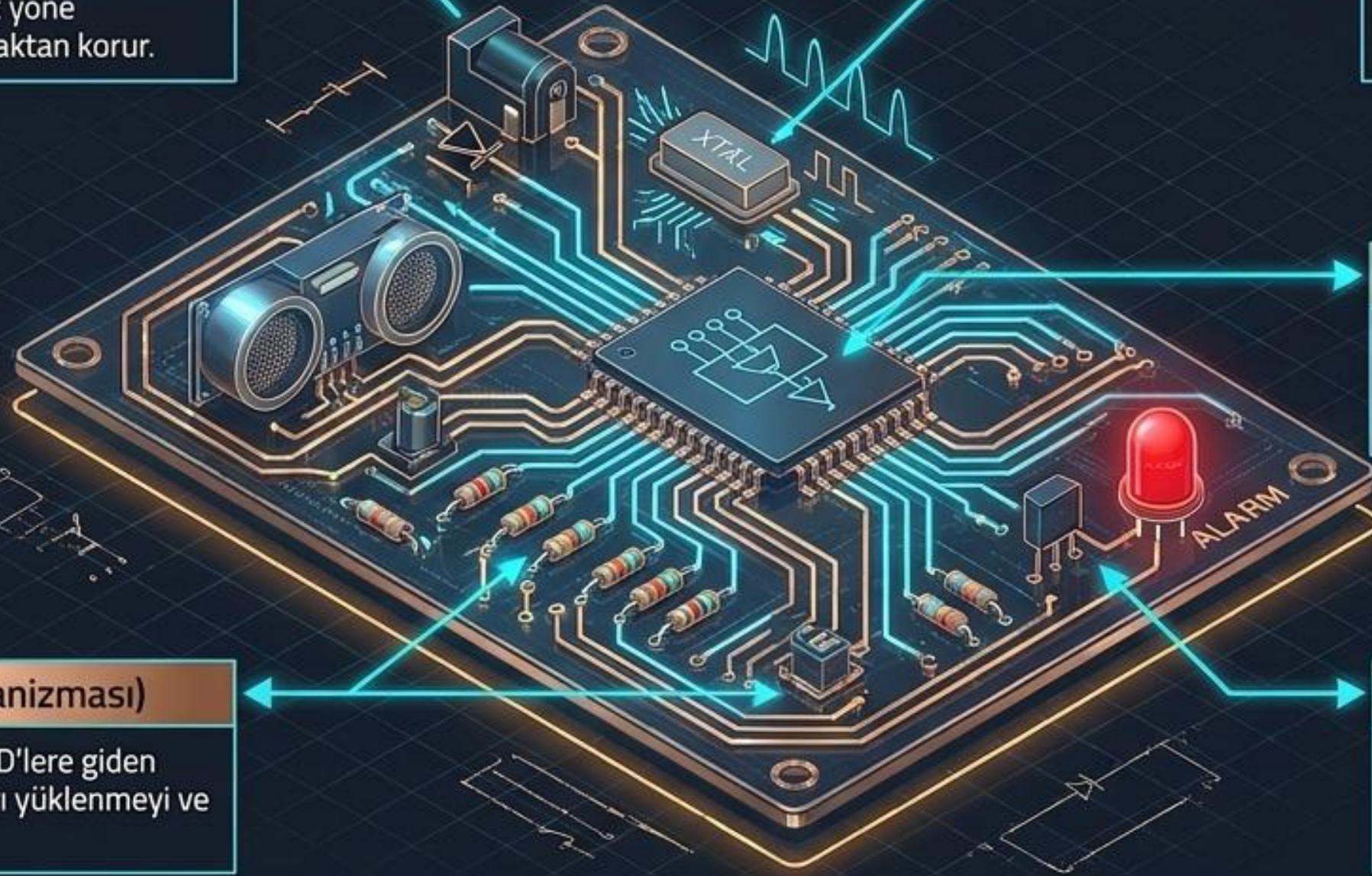
Sensörden gelen yankı süresini işler, mesafe denklemini çözer ve hedefin tehlike sınırında olup olmadığına karar verir.

Dirençler (Fren Mekanizması)

Mantık işlemcisine ve LED'lere giden yüksek akımı kısarak aşırı yüklenmeyi ve yanmayı engeller.

Transistör & Uyarı LED'i (Anahtar)

IC'den gelen düşük voltajlı karar sinyalini okur, devreyi tetikler ve yüksek akımlı kırmızı alarm LED'ini yakar.



PCB Anatomisi: Parçaları Birleştirmek

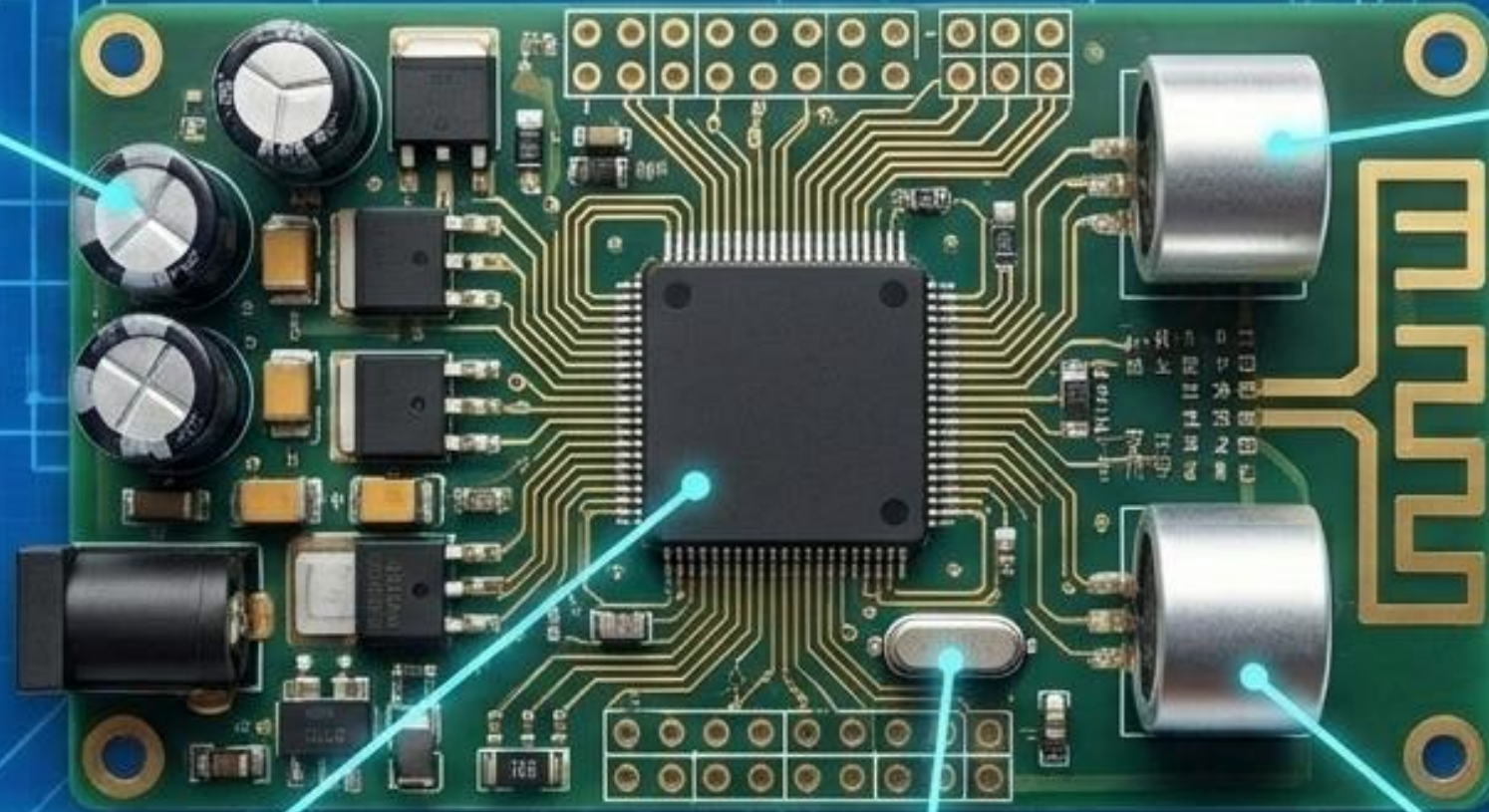
1. Güç Katı (Power):
Kondansatörler ve voltaj regülatörleri (Sisteme temiz 5V DC sağlar).

2. Beyin (Microcontroller IC):
Entegre devre (Sinyalleri kontrol eder, verileri işler ve hesaplamaları yapar).

3. Kalp Atışı (Crystal Oscillator):
İşlemcinin zamanlamasını ve vuruş ritmini sağlar.

4. Duyular (Sensors):
Ultrasonik transdüser (mesafe için) ve Mikrodalga anten (hız için).

4. Duyular (Sensors):
Ultrasonik transdüser (mesafe için) ve Mikrodalga anten (hız için).



Sinyalin Yolculuğu: Bir Ölçüm Döngüsü

Kristal, işlemciye “şimdi başla” (saat sinyali) komutunu verir.



1

İşlemci (IC), Sonar sensörüne kısa bir elektrik gerilimi gönderir.



2

2

İşlemci (IC), Sonar sensörüne kısa bir elektrik gerilimi gönderir.

Sonar, elektriği ses dalgasına çevirir (Ping!) ve dalga engele çarpıp geri döner.



3

Geri dönen yankı, mikroskobik bir akım yaratır; bu sinyal transistörler ile yükseltilir.



4

Geri dönen yankı, mikroskobik bir akım yaratır; bu sinyal transistörler ile yükseltilir.



5

İşlemci, geçen süreyi hesaplayarak mesafeyi cm cinsinden ekrana (dijital veriye) yansıtır.

Sonuç: Akışı Ustaca Yönetmek

Fiziksel Kuvvetler
(Gerilim ve Akım)

Mimari Kontrol
(Dirençler, Kondansatörler,
Transistörler)

Uygulama ve Çıktı



Elektronik büyü değildir; doğanın en temel kuvveti olan elektronların, zekice tasarlanmış mimariler aracılığıyla fiziksel dünyayı anlamlandırmak ve kontrol etmek için kullanılmasıdır. Parçalar bütünü oluşturur.