

Pemrograman 5

Internet of Things & Arduino

Introduction

Tanyakan asisten anda “Oke Google”
untuk mengetahui data tentang saya



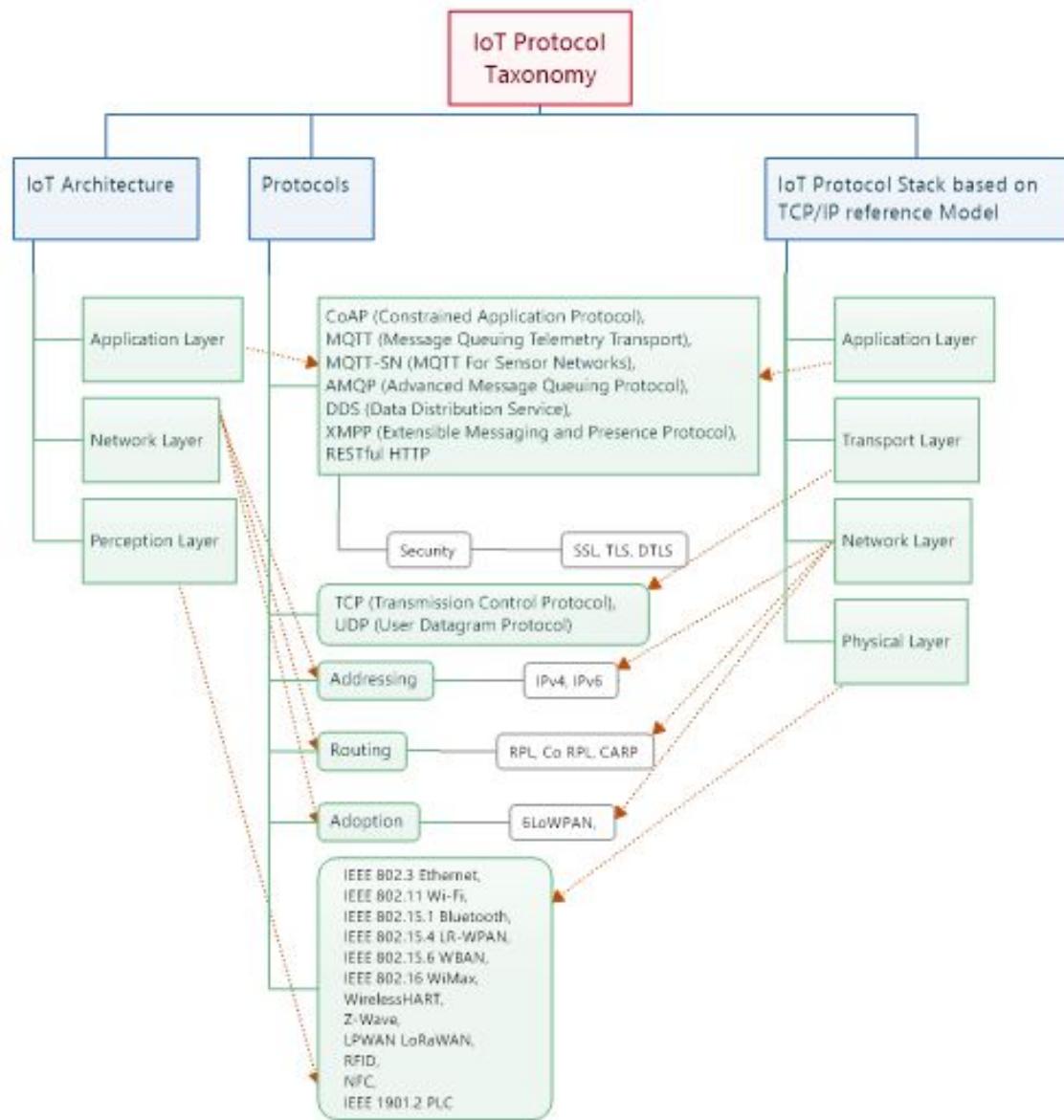
Apa itu IoT

Istilah Internet of Things umumnya mengacu pada skenario di mana konektivitas jaringan dan kemampuan komputasi meluas ke objek, sensor, dan item sehari-hari yang biasanya tidak dianggap komputer, dan memungkinkan perangkat ini digunakan untuk menghasilkan, bertukar pesan, dan menggunakan data dengan sedikit intervensi manusia^[1].

Oleh karena itu, IoT membutuhkan enabler teknologi seperti perangkat dengan efisiensi energi, penyimpanan, kecerdasan, komunikasi, integrasi, interoperabilitas, standar, dan manufaktur^[2].



Taksonomi Protokol IoT



Sumber: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9166240/figures#figures>

- 1) Constrained Application Protocol (CoAP): dikembangkan oleh Kelompok Kerja IETF Constrained RESTful Environments (CoRE). CoAP adalah protokol transfer web khusus untuk node dan jaringan pada sumber daya terbatas^[21]. Tujuan dari protokol CoAP adalah untuk memungkinkan perangkat yang lebih kecil dan kemampuan komputer untuk memanfaatkan komunikasi RESTful. Protokol aplikasi terbatas untuk mengikuti protokol lapisan aplikasi Permintaan (Request) dan Respon (Response)^[25].
- 2) MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): adalah protokol publish/subscribe push standar yang dirilis oleh IBM pada tahun 1999^[26] dan batasan beberapa broker dimiliki oleh protokol ini. Protokol ini bertujuan untuk menghubungkan perangkat dan jaringan yang tertanam dengan aplikasi dan middleware. Protokol ini berjalan melalui TCP. MQTT terutama digunakan untuk komunikasi LAN melalui internet. MQTT memiliki 3 komponen: publisher, broker, subscriber^[27].
- 3) MQTT-SN (MQTT For Sensor Networks): dirancang khusus untuk jaringan sensor. MQTT-SN dikenal sebagai MQTT Version1.2. Zigbee Alliance, Z-Wave Protocol, dan lainnya mengembangkan MQTT-SN. Protokol ini digunakan untuk pemantauan jarak jauh atau dikendalikan dari cloud. Pesan MQTT-SN lebih ringan daripada pesan MQTT^[14].

- 4) Advanced Message Queuing Protocol (AMQP): adalah protokol lapisan aplikasi yang terutama digunakan untuk lingkungan berorientasi pesan. Protokol ini menyediakan komunikasi yang andal melalui protokol pengiriman pesan. AMQP menggunakan protokol TCP dan bertukar informasi dari satu perangkat ke perangkat lain melalui internet^[28]. Kelompok kerja AMQP menjelaskan hal itu dengan membuat standar terbuka untuk interoperable enterprise-scale asynchronous messaging protocols ^[29].
- 5) DDS (Data Distribution Service): layaknya protokol yang dapat mempublikasikan dan berlangganan (publish and subscribe). Spesifikasi terbaru tentang layanan distribusi data untuk sistem real-time diterbitkan oleh OMG pada bulan Desember 2004. Object Management Group (OMG) mengembangkan protokol Layanan Distribusi Data^[30]. Ini berbeda dari protokol publikasi dan langganan lainnya seperti AMQP, MQTT, MQTT-SN. DDS didasarkan pada arsitektur broker yang lebih sedikit, yang menggunakan layanan multicasting. sangat cocok untuk komunikasi M2M. Selama komunikasi, DDS mendukung beberapa layanan berkualitas seperti keamanan, keandalan, daya tahan, dll.

- 6) Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): aplikasi profil dari Extensible Markup Language (XML) yang memungkinkan pertukaran data terstruktur tetapi dapat diperluas hampir secara real-time antara dua atau lebih entitas jaringan^[31].
- 7) RESTful HTTP: Ide di balik RESTful HTTP adalah menggunakan fitur dan kemampuan WEB yang ada. REST tidak menemukan teknologi, komponen, atau layanan baru. HTTP RESTful mendefinisikan prinsip dan batasan untuk menggunakan WEB-Standards yang ada dengan cara yang lebih baik^[32].

Application layer protocol

	Features			
	Security	Transport	Domain	Challenge
CoAP	DTLS	UDP	CoAP supports M2M requirements in constrained environments[41]; Transport logistics[42].	Deployment scalability; Network robustness; Device cost; and Power efficiency[21].
MQTT	TLS/ SSL	TCP	Healthcare, Energy and utilities, Social Networking[43].	Global cooperation; Business models, new currencies in IoT and trust; Ethics, control society, surveillance, consent and data driven life; Technological challenges; and Finding the perfect balance between top down planning and bottom up innovation[44].
MQTT-SN	TLS/ SSL	TCP/ UDP	Healthcare[40].	Optimized for the implementation on low-cost, battery-operated devices with limited processing and storage resources[45].
AMQP	TLS/ SSL	TCP	Message semantics mechanism; Financial industry[46][47].	Security; Reliability; Provisioning; and interoperability[48].
DDS	DTLS	UDP	Air traffic management; Industrial automation; Smart grids; and financial applications[49].	The local DDS overhead in terms of CPU and memory used at both publisher and subscriber nodes[49].
XMPP	TLS/SSL	TCP	Instant messaging[50].	Interoperability; Access control; Authentication; Encryption; and Compatibility[12].
RESTful-HTTP	SSL	TCP	Smart gateway; Cloud computing; and smart homes[13][51].	Distribution and scalability[32].

Contoh MQTT



[mosquitto](#)

Sumber: <https://mosquitto.org/>

MQTT in GCP

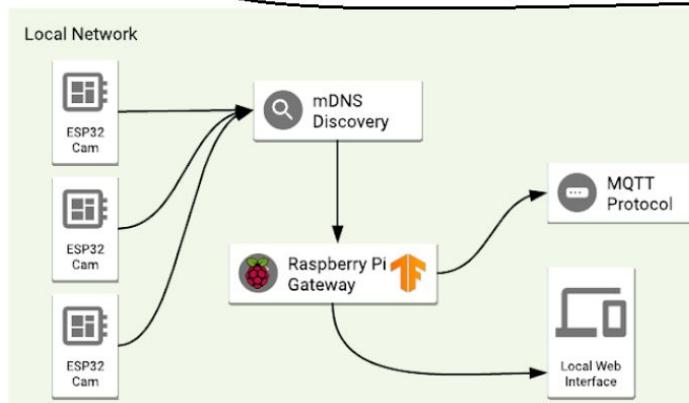
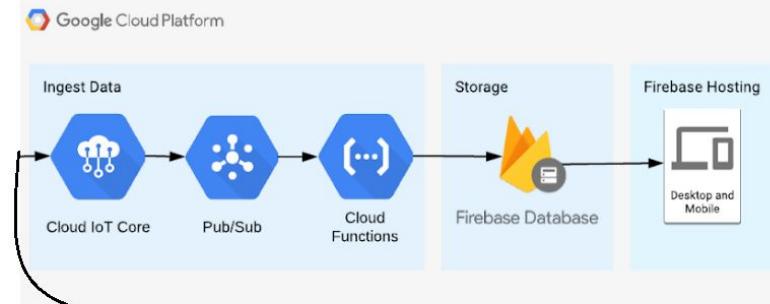
Lainnya dari [Ubidots](#) dan [adafruit](#)



Sumber: <https://learn.adafruit.com/>

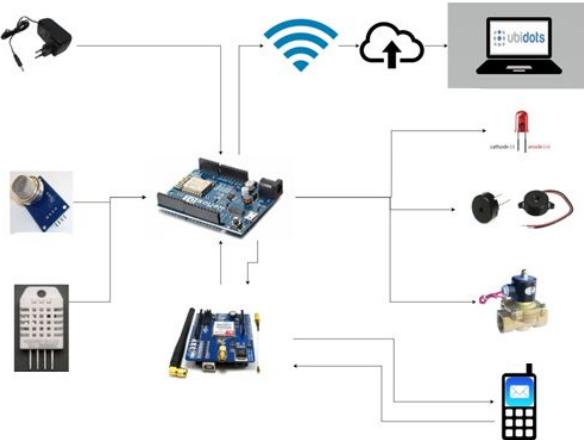


Sumber: <https://ubidots.com/docs/hw/#>

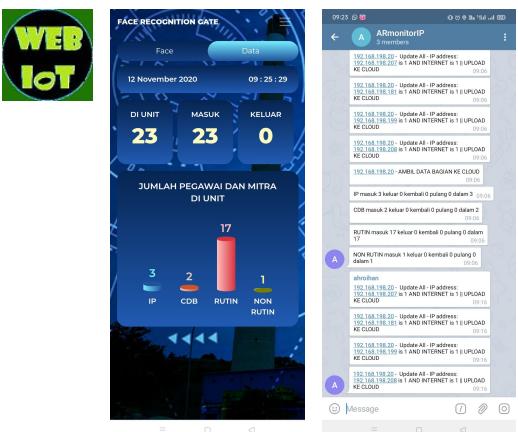


Contoh

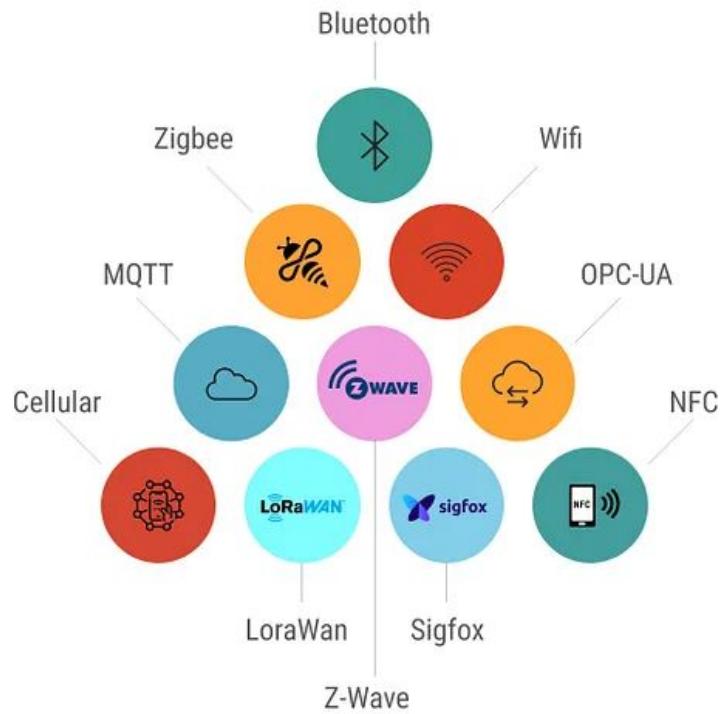
Restful-HTTP



Sumber: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8549759/figures#figures>



Sumber: <https://blynk.io/>

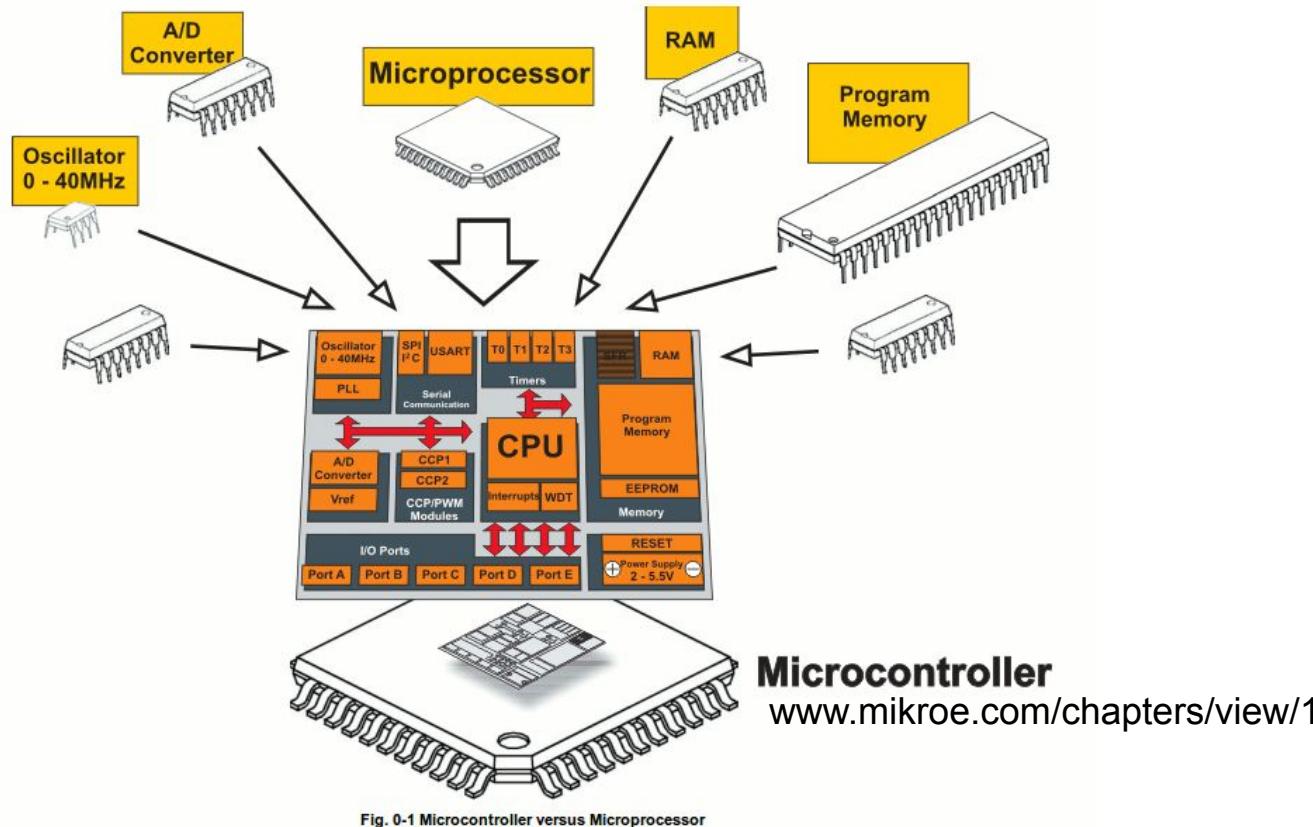


Top 10

IoT Communication Protocols 2021 [update]

Sumber: <https://hashstudioz.com/blog/top-iot-communication-protocols-2020/>

What is a Microcontroller



- A small computer on a single chip
 - containing a processor, memory, and input/output
- Typically "**embedded**" inside some device that they control
- A microcontroller is often small and low cost
- Examples

Perbedaan mikroprosesor dan mikrokontroler

- The microprocessor is a programmable device that takes in numbers, performs on them arithmetic or logical operations according to the program stored in memory and then produces other numbers as a result.
- Ditinjau dari segi arsitekturnya, mikroprosesor hanya merupakan single chip CPU, sedangkan mikrokontroler dalam IC-nya selain CPU juga terdapat piranti lain yang memungkinkan mikrokontroler berfungsi sebagai suatu single chip komputer.
- Sedangkan dari segi aplikasinya, mikroprosesor hanya berfungsi sebagai Central Processing Unit yang menjadi otak komputer, sedangkan mikrokontroler, dalam bentuknya yang mungil, pada umumnya ditujukan untuk melakukan tugas-tugas yang berorientasi kontrol pada rangkaian yang membutuhkan jumlah komponen minimum dan biaya rendah (low cost).

TERMINOLOGI

Mikrokontroler adalah merupakan one chip microcomputer, dimana dalam satu chip sudah terdapat piranti sebuah komputer secara umum, yaitu RAM, ROM, CPU, dan I/O port

Mikroprosesor adalah piranti pemrosesan sentral/cpu yang merupakan tempat proses-proses sebuah komputer dijalankan. Sebuah mikroprosesor memerlukan periperal lain seperti RAM, ROM dan I/O untuk dapat melakukan tugas-tugasnya. Mikroprosesor adalah "otak"nya PC (*personal Computer*)

Terminologi

- Istilah-istilah yang sering digunakan dalam dunia komputer :

1. **Sistem bilangan**

adalah metode yg menyepadangkan suatu besaran dengan suatu simbol tertentu.

Contoh:

kita biasanya menggunakan sistem bilangan desimal (10).

Ini berarti kita memiliki 10 buah simbol untuk menyatakan 10 buah besaran, yaitu :

‘0’, ‘1’, ‘2’, ‘3’, ‘4’, ‘5’, ‘6’, ‘7’, ‘8’, ‘9’.

Terminologi

2. Sistem bilangan biner (**Binary**) menggunakan 2 (dua) buah simbol untuk merepresentasikan 2 besaran, yaitu : ‘0’ dan ‘1’.

- Suatu simbol biner sering disebut sebagai **bit** (*binary digit*)
- Kesatuan 4 simbol biner yg merepresentasikan suatu informasi disebut dgn **nibble**
- Kesatuan 8 simbol biner yg merepresentasikan suatu informasi disebut dgn **byte**
- Kesatuan 16 simbol biner yg merepresentasikan suatu informasi disebut dgn **word**

Terminologi

3. Sistem bilangan **Hexadecimal** menggunakan 16 (enam belas) buah simbol untuk merepresentasikan 16 besaran, yaitu :
'0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F'.

Terminologi

4. Dunia digital menggunakan 2 buah tegangan (0 volt dan +5 volt). Karena hanya ada 2 besaran, kedua besaran tersebut akan direpresentasikan dengan sistem bilangan biner ('0' dan '1')
5. **Transistor** adalah komponen aktif yang dapat digunakan sebagai penguat sinyal (dalam dunia analog) atau sebagai saklar (dalam dunia digital).

Tergantung dari bahan dan media pembuatannya, transistor digital dibedakan menjadi:

- nMOS (negative Metal Oxide Semiconductor),
- CMOS (Complementary MOS)
- TTL (Transistor-Transistor Logic)

Terminologi

6. Gerbang logika (**Logic Gate**)

adalah komponen dasar dari rangkaian digital yang dibentuk dari beberapa transistor digital untuk membentuk suatu fungsi tertentu.

contoh :

- **AND** Gate
- **OR** Gate
- **INVERTER** Gate

Terminologi

7. Integrated Circuit (**IC**) adalah gabungan komponen-komponen yang menjalankan suatu fungsi khusus dan dikemas dalam satu paket (*packaging*).

Ada beberapa jenis IC dilihat dari komponen yang digabungkan, yaitu :

- IC analog: integrasi komponen analog (contoh : Operational Amplifier)
- IC hybrid: integrasi miniatur komponen analog (contoh : Integrated Amplifier)
- IC digital: integrasi komponen digital ke dalam plat MOS
- ASIC (Application Specific IC): integrasi komponen yang dirancang untuk melakukan suatu fungsi khusus (contoh : Prosesor pada HandPhone)
- VLSI (Very Large Scale Integration) adalah IC digital yang memiliki jumlah transistor digital lebih dari 100.000 buah (contoh : Microprocessor)

Terminologi

8. **Microprocessor / μ P** (CPU=Central Processing Unit) adalah sebuah VLSI yang didesain khusus untuk memproses/mengerjakan tugas-tugas standar.

μ P adalah otak dari komputer karena μ P yang bertugas menghitung dan mengontrol peralatan lain disekitarnya.

contoh :

Zilog dengan Z80, Intel dengan Pentium™

Terminologi

9. **Microcontroller / µC**

adalah sebuah Microprocessor dengan fasilitas memori didalamnya (yang dapat diprogram oleh user) untuk mengerjakan tugas tertentu yang dikehendaki oleh pemrogramnya dan terkadang juga diperlengkapi dengan port Input/Output

contoh :

Zilog dengan Z8, Intel dengan 8051

Terminologi

10. Arithmetic and Logic Unit (**ALU**)
adalah bagian dari Microprocessor yang bertugas untuk melakukan proses aritmetika (penjumlahan dan pengurangan) dan proses logika (AND, OR, dan Shift) pada data yang melaluinya.
11. **Flip-Flop**
adalah rangkaian digital yg dapat digunakan untuk menyimpan suatu nilai biner ('0' atau '1').
Karena kemampuannya untuk menyimpan nilai biner, Flip-Flop menjadi komponen dasar memori contoh : Data Flip-Flop

Terminologi

12. **Memori**

adalah serangkaian Flip-Flop yg dikombinasikan untuk menyimpan suatu informasi.

13. **Register**

adalah memori yg diimplementasikan di dalam microprocessor sehingga memiliki kecepatan yg sama dgn microprocessor

Terminologi

14. Random Access Memory (**RAM**)
adalah tempat penyimpanan sementara bagi data dan code (program) untuk dapat digunakan oleh Microprocessor sebagai *scratch book*
contoh : SDRAM, DDR.

- Karena bersifat sebagai *scratch book*, maka data harus dapat ditulis, dibaca, dan kemudian ditulis kembali ke dalam RAM.
Data di dalam RAM akan hilang jika powernya dimatikan (volatile)

Terminologi

15. Read Only Memory (**ROM**)

adalah tipe memori yang bersifat *baca saja* dimana data ditulis sekali ke dalamnya dan untuk seterusnya hanya dibaca saja.

ROM pada umumnya digunakan sebagai tempat penyimpanan program atau pustaka

contoh :

- EEPROM untuk *bootstrap loader*).

Perbedaan ROM dengan RAM adalah jika power supply ke ROM diputuskan isinya tidak akan hilang.

Terminologi

16. **Control Unit (CU)**

adalah bagian dari Microprocessor yang bertugas untuk mengontrol kerja dari bagian-bagian khusus Microprocessor di atas (seperti: ALU, Register)

17. **Peripheral**

adalah adalah semua perangkat yang digunakan untuk menambah utilitas/kegunaan komputer (contoh : printer, plotter, mouse, joystick, gamepad)

18. **Input/Output (I/O)**

adalah saluran transmisi yg digunakan oleh komputer untuk berinteraksi dgn peripheral (contoh : ISA (IBM Standard Architecture), EISA (Enhanced ISA), PCI, Parallel Port)

Terminologi

19.

Bus

adalah jalur pengiriman sinyal informasi antar komponen.

Dilihat dari jenis informasi yang dibawa, terdapat:

- bus data
- bus address
- bus control.

Dilihat dari lokasinya Terdapat:

- bus internal
- bus eksternal

20.

HardDisk

adalah tempat penyimpanan sekunder untuk penyimpanan data dan program dalam jumlah/ukuran yang besar

Terminologi

21. **x86**

adalah sebutan untuk keluarga mikroprosesor 8086, 80286, 80386, 80486, Pentium, Celeron, Pentium II, Pentium IV, K5, K6, K6/2, K6/3, Athlon, Duron, Cx5x86, Cx6x86, MII

22. **Variable Length Instruction (VLI)**

adalah set instruksi dimana lebar instruksi bervariasi tergantung kebutuhan, ada yg hanya 1 instruksi = 1 byte dan ada yg 1 instruksi = 4 byte.

Contoh : Instruksi pada µP 8088 s.d. Pentium IV

Terminologi

23. **Fixed Length Instruction (FLI)**

adalah set instruksi dimana lebar semua instruksi adalah sama, misalnya 4 byte.

Contoh :

- μ P Alpha dari DEC (Digital Equipment Computer)
- PowerPC pada Apple Macintosh dari Motorola

Terminologi

24. **Complex Instruction Set Computer (CISC)** adalah desain uP dimana instruksi yang dapat dijalankan oleh uP tersebut sangat banyak dan kompleks (mencapai 200 instruksi).
Contoh : µP 8088 s.d µP Pentium IV
25. **Reduced Instruction Set Computer (RISC)** adalah desain µP dimana instruksi yang dapat dijalankan oleh µP tersebut sangat terbatas namun sederhana (kurang dari 50 instruksi).
Contoh : Sharp SH3 pada Palmtop HP320LX

Terminologi

26. **Pipeline**

adalah suatu metode yg mengeksplotasi setiap komponen di dalam uP untuk selalu bekerja setiap saat.

Contoh : pada x86, pipeline mulai diterapkan sejak 80386DX

27. **Stalled**

adalah suatu kondisi dimana suatu instruksi baru tidak dapat dijemput sehingga penjemputannya terpaksa ditunda (delayed) sampai semua kondisi mendukung.

Terminologi

28. Hazard

adalah hal-hal yang menyebabkan stall terjadi.

- **Structural Hazard** adalah yang menyebabkan stall terjadi karena adanya keterbatasan resource sistem
- **Data Hazard** adalah yang menyebabkan stall terjadi karena adanya ketergantungan data antar instruksi yg berdekatan
- **Control Hazard** adalah yang menyebabkan stall terjadi karena eksekusi instruksi kontrol

Terminologi

29. **Paralelism**

adalah instruksi-instruksi yang tidak memiliki ketergantungan satu sama lainnya sehingga dapat dikerjakan pada saat yg bersamaan

30. **Instruction Scheduling**

adalah teknik untuk meminimisasi terjadinya Data Hazard dengan cara menyusun ulang semua instruksi yang akan dikerjakan

31. **Superscalar**

adalah mesin yang mengerjakan beberapa instruksi sekaligus dimana instruksi-instruksi yang akan dikerjakan dipilih oleh hardware khusus secara dinamis

Terminologi

32. Very Long Instruction Wide (**VLIW**)
adalah mesin yang mengerjakan beberapa instruksi sekaligus dimana instruksi-instruksi yang akan dikerjakan dipilih oleh software secara statis

33. Million Instruction Per Second (**MIPS**)
adalah satuan kecepatan μ P yg menunjukkan berapa juta instruksi yg bisa dikerjakan oleh uP tsb dalam sedetiknya.
Standar 1 MIPS adalah μ P VAX (tahun 1970).
Satuan lainnya adalah:
MOPS (Million Operation Per Second)
MFLOPS (Million Floating Point Operation Per Second)

Terminologi

34. **Cycles Per Instruction (CPI)**
adalah ukuran kecepatan penggerjaan instruksi. Yang diukur adalah jumlah rata-rata cycles yang digunakan untuk mengerjakan 1 instruksi.
35. **Temporal locality**
adalah suatu metode yg menganggap : jika suatu data sedang diakses, maka kemungkinan besar data selanjutnya yg akan diakses adalah data yg pernah diakses sebelumnya (berdasarkan history)
36. **Spatial locality** adalah suatu metode yg menganggap : jika suatu data sedang diakses, maka kemungkinan besar data selanjutnya yg akan diakses adalah data yg letaknya berdekatan (berdasarkan space)

Terminologi

37. **Predict-taken** dan **Predict-not-taken**
adalah suatu metode untuk memprediksi apakah suatu instruksi jump akan dilakukan (taken) atau tidak (not-taken).
38. **Tomasulo** algorithm adalah metode pengembangan (penggabungan) antara metode Predict-taken dan Predict-not-taken.

Evolusi Teknologi Elektronik

(Rockett, 1991; McCanny & White, 1987)

1900-an: Tabung Vakum.

- **1905** Tabung vakum dioda elektronik pertama dikembangkan (Fisikawan Inggris J. Ambrose Fleming)
 - Mengizinkan perubahan arus AC □ arus DC.
- **1906** Tabung vakum trioda elektronik pertama dikembangkan (insiyur Amerika Lee DeForest)
 - Mengizinkan □ sinyal dapat terkontrol dan dikuatkan
 - Teknologi elektronik □ lahir.

Akhir 1940-an: Transistor.

- **1947** Transistor bipolar (dwikutub) point-contact ditemukan (Tim Lab Bell Bardeen, Shockley, and Brattain □ Nobelprize in physics)
- **1951** Junction field-effect transistor (JFET) ditemukan
- **1952** Fabrikasi single-crystal silicon.
- **1954** Pengembangan Oxide masking process

Perbedaan FET dan Transistor Transistor bipolar

Transistor Bipolar

- Transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektot (C)
- Transistor bipolar arus output (I_C) dikendalikan oleh arus input (I_B)
- Transistor bipolar lebih peka terhadap input atau dengan kata lain penguatannya lebih besar
- Transistor bipolar mempunyai linieritas yang lebih baik dan respon frekuensi yang lebihlebar
- Transistor bipolar mengatur besar kecil-nya arus listrik yang melalui kaki Kolektor keEmiter atau sebaliknya melalui seberapa besar arus yang diberikan pada kaki Basis FET

FET

- FET memiliki tiga kaki terminal yang masing-masing diberi nama *Drain* (D), *Source* (S), dan *Gate* (G)
- FET arus output (ID) dikendalikan oleh tegangan input (VGS), karena arus input adalah nol•
- Resistansi input FET sangat besar, dalam orde puluhan megaohm
- FET lebih stabil terhadap temperatur dan konstruksinya lebih kecil serta pembuatannya lebih mudah dari transistor bipolar, sehingga amat bermanfaat untuk pembuatan kepingrangkaian terpadu
- FET bekerja atas aliran pembawa mayoritas saja, sehingga FET cenderung membangkitkan noise (desah) lebih kecil dari pada transistor bipolar
- FET beroperasi dengan cara mengendalikan aliran elektron dari terminal *Source* ke *Drain* melalui tegangan yang diberikan pada terminal *Gate*
- Pada FET besar kecilnya arus listrik yang mengalir pada *Drain* ke *Source* atau sebaliknya adalah dengan seberapa besar tegangan yang diberikan pada kaki *Gate*

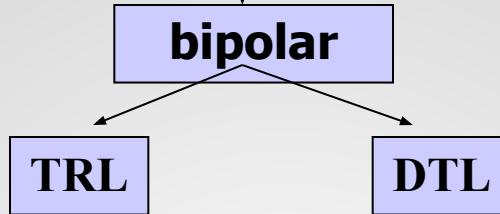
Akhir 1950-an: Penemuan-2 Kunci IC

- **1958** IC silikon pertama dikembangkan (Texas Instrument's Jack Kirby).
- **1959** Planar process u/ mendistribusi transistor pda Siilikon, dgn lapisan oksida pasif u/ memproteksi persambungan (junctions), dikembangkan (Fairchild Semiconductor's Noyce and Moore).
 - A modern version of this process is used today.

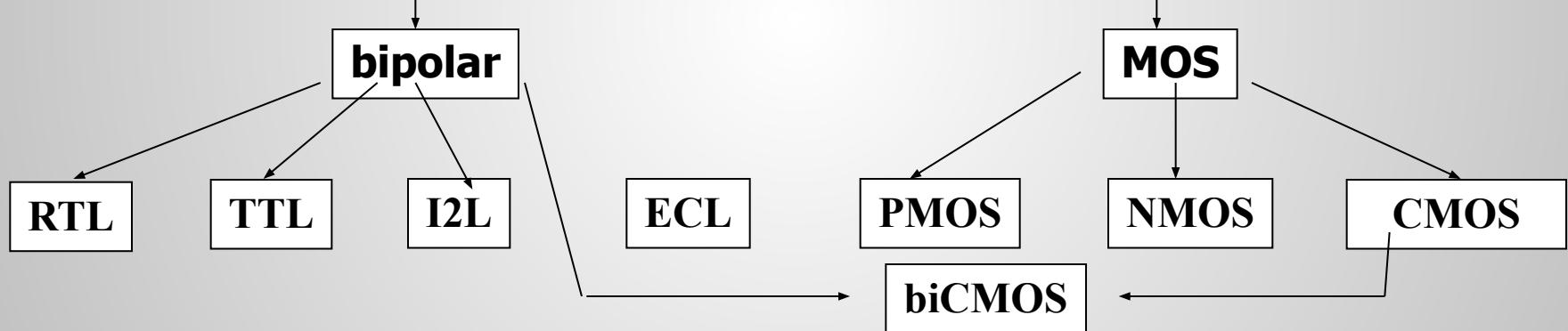
1960's: Small Scale Integration (SSI), termuat sampai 20 gates per chip.

- **1960** Transistor Metal-Oxide-Silicon (MOS) transistor ditemukan.
- **1962** Logik Transistor-transistor (TTL) dikembangkan
- **1963** Complementary Metal Oxide Silicon (CMOS) ditemukan.

Teknologi Komponen Diskrit (tahun 50-an –awal 60-an)



Teknologi IC (tahun awal 60-an - sekarang)



Teknologi Bipolar

- **TRL (Transistor Resistor Logic)**
 - Jumlah resistor dimaksimalkan (resistor \square devais termurah)
- **DRL (Dioda Transistor Logic)**
 - Kinerja ditingkatkan dgn mengganti kebanyakan resistor dgn dioda semikonduktor
- **RTL (Resistor Transistor Logic)**
 - Teknologi mikroelektornika pertama
 - Menggunakan banyak transistor dan hanya sedikit resistor
- **TTL (Transistor Transistor Logic)**
 - transistors \square berjumlah banyak dan terkait laungsung satu sama lain; Sampai sekarang tetap menjadi teknologi bipolar paling populer
- **I2L (Integrated-injection logic)**
 - technology mereduksi kerapatan packing dari devais bipolar devices ke suatu ukuran mendekati ukurannya devais MOS \square melalui “compressing” suatu rangkaian logika yang terdiri dari dua transistor menjadi suatu satuan tunggal (a single unit).

- **ECL (emitter-coupled logic)**

- Devais dikembangkan u/ aplikasi-2 yg membutuhkan kecepatan yang sangat tinggi (extremely high speed).
- Mengkonsumi lebih banyak energi/power,
- digunakan secara ekslusif pada komputer-2 Cray

Teknologi MOS

- Menawarkan reduksi dalam hal persyaratan ruang yang besar dan konsumsi daya/energi yang tinggi dari devais-2 bipolar.
- Rangkaian elektronik MOS pertama □ devais MOS p-channel (PMOS) karena paling mudah dibuat.
- Tek. MOS lebih maju, devais MOS n-channel (NMOS) menggantikan devais PMOS karena teknologinya menawarkan kinerja kec. yg lebih tinggi u/ kerapatan, kompleksitas dan biaya yg sama.
- Kebutuhan akan konsumsi daya yg lebih rendah □ pengembangan devais-2 complementary MOS (CMOS) devices yg lebih besar tapi konsumsi dayanya lebih efisien

Perbedaan IC menurut:

1. Struktur
2. Fungsi
3. Tingkat integrasi

- Pembagian menurut struktur:

- Semikonduktor IC □ Bipolar, MOS
- IC lapisan (monolitik)
- IC hybrid □ lapisan tipis dan lapisan tebal

- Pembagian menurut Fungsi:

- **IC Digital** □ DTL (diode-transistor logic), TTL (transistor-transistor logic), CML (current mode logic), dll
- **IC Linier** □ Penguat bidang lebar, Penguat operasional (Op-Amp),dll.

- Pembagian menurut tingkat integrasi:

- IC SSI □ mengandung < 24 gate
- IC MSI □ mengandung 24 –100 gate
- IC LSI □ mengandung > 100 gate
- dst

Rangkaian Terintegrasi (IC) Monolitik

Definisi Rangkaian Terintegrasi (IC):

- Realisasi secara fisik dari elemen-elemen rangkaian yang secara terpisah tetapi merupakan kesatuan yang berada di atas atau di dalam sebuah badan yang kontinyu (a continuous body) untuk membentuk satu rangkaian
 - Misalkan, dalam sebuah potongan kristal tunggal Si, diatasnya terbentuk □ rangkaian yang memiliki fungsi tertentu dengan, transistor, dioda, kapasitor, dll, disebut rangkaian terintegrasi (IC)

Karakteristik IC:

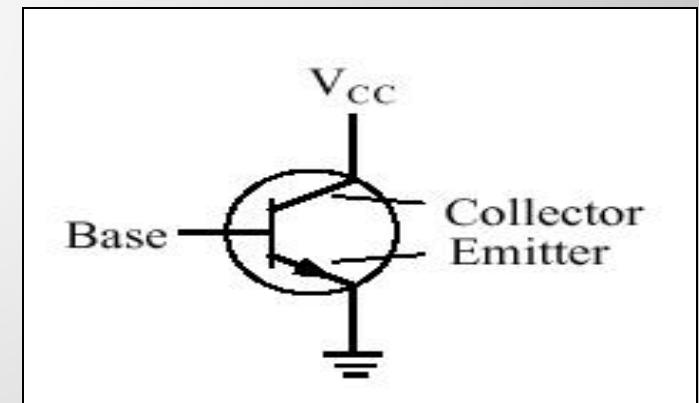
1. Ukuran kecil
2. Harganya murah
3. Keandalan tinggi
4. Tepat untuk mempertinggi kinerja (performance)

Definisi Monolitik:

- **Mono**: tunggal; lithos: batu □ batu tunggal
- **Pada IC monolitik** □ sejumlah komponen aktif (mis transistor) dan komponen pasif (mis. resistor, kapasitor, dll) berada dalam sekerat Si (biasa disebut CHIP, DIE, atau PELLET)
- **Dalam fabrikasi:**
 - Basis-basis dan emitor-emitor dari transistor-2 dan komponen-2 lain dibentuk bersamaan

- **Dalam hal transistor planar tunggal :**

sejumlah transistor mem- punyai “common collector” (kolletor yg bersama-sama) dibentuk pada keping (wafer), kemudian dipotong-potong menjadi satu persatu



- **Dalam hal IC monolitik:** isolasi dan interkoneksi setelah dibentuk kemudian dipotong-potong dari wafer itu

Catatan:

- **IC Hybrid:** komponen-2 (spt transistor) dibuat diatas substrat keramik yg terhubung satu sama lain membentuk rangkaian dgn jalur kawat logam dsb.
- **IC Monolitik**
 - sangat baik u/ rangkaian yg memiliki fungsi yg sama
 - Interkoneksi dilakukan hanya dgn 1 atau proses □ harganya lebih murah dan reabilitasnya lebih tinggi, ketimbang IC-hybrid

Microprosesor?

- Mikroprosesor, dikenal juga dengan sebutan Central Processing Unit (CPU)
- CPU adalah pusat dari proses perhitungan dan pengolahan data yang terbuat dari sebuah lempengan yang disebut “chip”

- Chip sering disebut juga dengan “Integrated Circuit (IC)”, bentuknya kecil, terbuat dari lempengan silikon dan bisa terdiri dari berjuta-juta transistor.
- Pengkategorian mikroprosesor biasanya dilakukan dengan banyaknya bit yang dapat dikerjakan oleh ALU (Arithmetic Logic Unit) pada satu satuan waktu. Dengan kata lain, sebuah mikroprosesor dengan 4-bit ALU akan dianggap sebagai mikroprosesor 4-bit.

INTEL 4004

- 12 September 1958 Jack Kilby membuat IC osilator sederhana 5 komponen yang diintegrasikan, itu merupakan chip yang pertama kali dibuat dalam komputer
- Pada 15 November 1971 mikroprosesor 4004 (4-bit) berisi 2300 transistor yang dapat mengolah 4 bit informasi pada kecepatan 740 KHz diciptakan

Karakteristik mikroprosesor 4004:

- Dikemas dalam bentuk DIP (Dual Inline Package).
- Jumlah kaki 18 buah.
- Hanya bisa berantarmuka dengan IC-IC lainnya dalam perangkat ini.
- Program hanya bisa dilaksanakan dari ROM.
- RAM hanya untuk menyimpan data, sehingga susah untuk mengubah program.

INTEL 8008

- Intel 8008 Dikemas dalam bentuk DIP (Dual Inline Package).
- Jumlah kaki 18 buah.
- Hanya bisa berantarmuka dengan IC-IC lainnya dalam perangkat ini.
- Program hanya bisa dilaksanakan dari ROM.
- Dirancang dan dibuat oleh Intel, dan diproduksi pada bulan april tahun 1972.
- Versi awal dari 8008 berjalan pada 0.5 MHz.
- Meski lebih lambat dari 4004, namun 8008 memproses 8 bit data.

INTEL 8080

- Dirilis pada 1974 Penyempurnaan dari 8080.
- Dikemas dalam bentuk DIP, 40 kaki.
- Mempunyai memori sebesar 64 Kb, baik dalam bentuk ROM maupun RAM.
- Kecepatan 2 MHz.
- Dianggap sbg rancangan prosesor mikro (microprocessor) pertama yang benar-benar dapat digunakan (bermanfaat).

INTEL Z-80 (ZILOG)

- Dirilis tahun 1975-1976.
- Penyempurnaan dari 8080 buatan Intel.
- Perangkat instruksi yang lebih besar.
- Kemampuan lebih tinggi.
- Perangkat keras lebih sederhana.
- Mendukung perangkat lunak 8080.
- Kecepatan 2.5 MHz, 4 MHz (Z80A), up to 6 (Z80B) dan 8 MHz (Z80H).

INTEL 8086

- Tahun 1978 Intel mengeluarkan uP 16 bit yaitu 8086. 8086 memiliki kelebihan: instruksi transfer data lebih luas dapat melakukan operasi aritmetik seperti penjumlahan pengurangan perkalian pembagian mampu menangani memori 1 Mbyte dengan 20 bit saluran address (bus) dan 16 bit saluran data secara multipleks.

NEX INTEL CLASS

- uP 8088 -> 16 bit dengan saluran data 8 bit (dibuat untuk memenuhi pasar yang masih banyak menggunakan saluran data 8 bit).
- Tahun 1985 uP berkembang menjadi Intel 80186 dan 80286, lebih banyak intruksi dan dapat mengakses memori lebih besar.
- Tahun 1981 IBM membuat mikrokomputer dengan Intel 8088 sebagai CPU.
- Tahun 1985 uP Intel 32 bit 80386.

Tabel Perbandingan Mikroprosesor

Nama Prosesor	Tahun Pembuatan	Jumlah Transistor	Micron	Clock Speed	Data Width
8080	1974	6.000	6	2MHz	8bit
8088	1979	29.000	3	5MHz	16bit, 8bit
80286	1982	134.000	1,5	6MHz	16bit
80386	1985	275.000	1,5	16MHz	32bit
80486	1989	1.200.000	1	25MHz	32bit
Pentium	1993	3.100.000	0,8	60MHz	32bit,64bit
Pentium II	1997	7.500.000	0,35	233MHz	32bit,64bit
Pentium III	1999	9.500.000	0,25	450MHz	32bit,64bit

Prosesor Lain?

- Disamping mikroprosesor buatan Intel, ada juga beberapa mikroprosesor yang lain yaitu buatan....
- Mottorolla
- IBM
-

Mikrokontroller

suatu IC dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari:

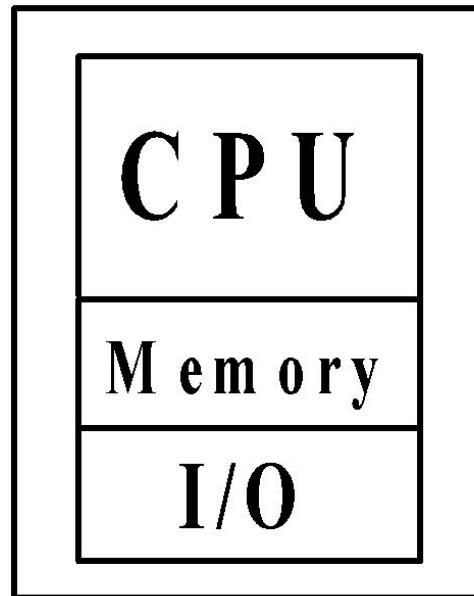
1. CPU (Central Processing Unit)
2. RAM (Random Access Memory)
3. EEPROM/EPROM/PROM/ROM
4. I/O, Serial & Parallel
5. Timer
6. Interrupt Controller

Definisi yang lain

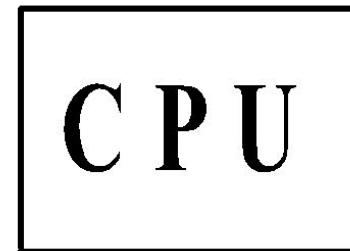
- Mikrokontroler adalah suatu single chip yang didalamnya terdapat mikroprosesor, RAM, ROM, Timer dan I/O Port dalam satu kesatuan, sehingga dalam menggunakannya tidak diperlukan penambahan RAM, ROM, Timer dan I/O Port.
- Mikrokontroler juga ada yang memiliki Address Bus sehingga memungkinkan mikrokontroler untuk menambahkan RAM, ROM, I/O Port dan Timer

Mikrokontroler Vs Mikroprosesor

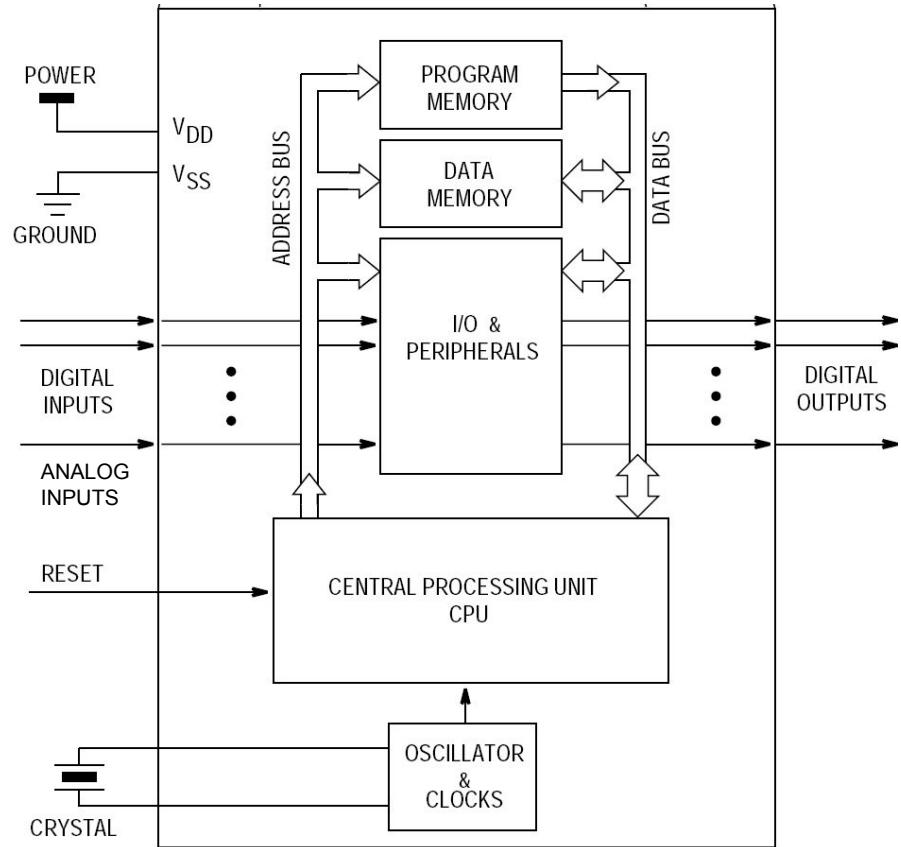
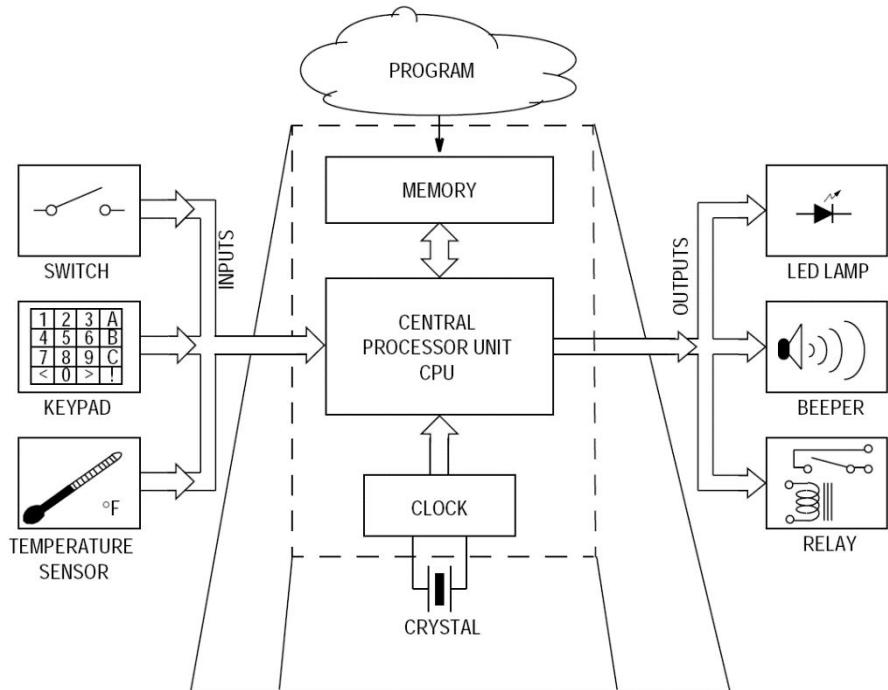
M i k r o k o n t r o l e r



M i k r o p r o s e s o r



What is a Microcontroller?



What is the difference between a ‘*Digital Input*’ and an ‘*Analog Input*’?

Perbedaan Mikrokontroler vs Mikroprosesor

Mikrokontroler

- Controler = Pengendali
- Specific Purpose = Fungsi khusus / terbatas
- Single Program
- Single user
- Penerapan: peralatan RT, telekomunikasi, otomotif, mesin industri, elektronik, dan perangkat lain yang memiliki "otak" (embedded system)
- RAM < ROM

Mikroprosesor

- Prosesor = Pengolah
- General Purpose = Fungsi umum / fleksibel
- Multi Program
- Multi user
- Penerapan: PC, Server
- Butuh piranti lain: RAM, I/O, dan device / periperal lain
- RAM > ROM

Perkembangan Mikrokontroler

- 1970-an, Motorola 6800, dikembangkan hingga sekarang menjadi 68HC05, 68HC08, 68HC11, 68HC12, dan 68HC16.
- Zilog **Z80**-nya, dikembangkan hingga kini menjadi Z180, dan diadopsi oleh mikroprosesor Rabbit.
- Intel **8051**, arsitektur 8051 kemudian diadopsi oleh vendor lain seperti Phillips, Siemens, Atmel, dan vendor-vendor.
- Basic Stamps, PIC dari Microchip, MSP 430 dari Texas Instrument, dll.

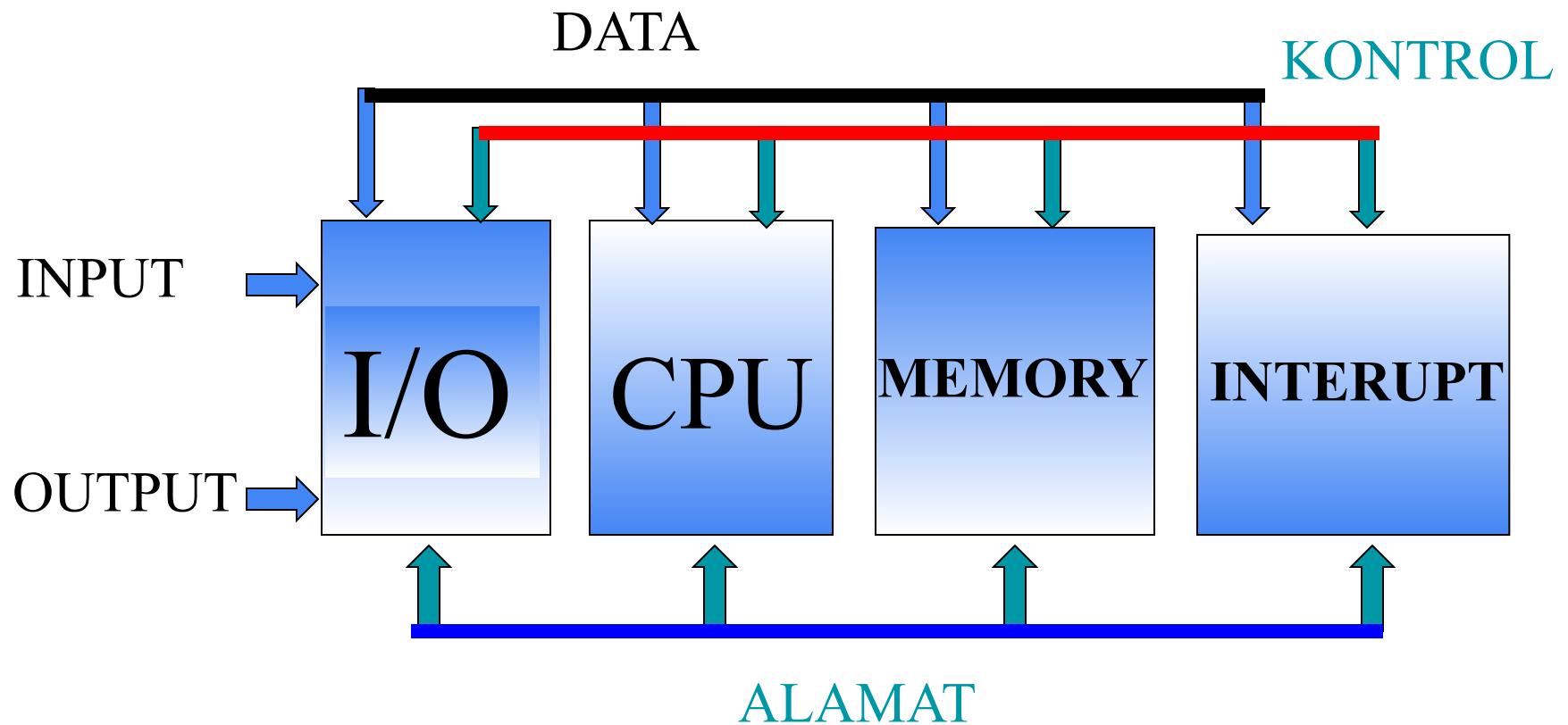
Hardware dan Software

- **Hardware** adalah perangkat fisik yang nampak berupa sebuah chip yang langsung berhubungan dengan piranti fisik lain.
- **Software** adalah perangkat lunak berupa software yang mampu menggerakkan perangkat fisik
- Antara hardware dan software dalam mikrokontroler tidak bisa dipisahkan satu sama lainnya. Tanpa software mikrokontroler hanyalah sebuah chip kosong yang tidak berarti apa-apa, sedangkan tanpa hardware mikrokontroler tidak bisa berjalan.

Bagian-bagian Mikrokontroler:

- (1) Unit Memori
- (2) CPU (*Central Processing Unit*)
- (3) Bus
- (4) Unit I/O
- (5) Pembangkit Clock-Osilator
- (6) Unit Timer/Counter
- (7) Piranti Tambahan
- (8) Program

Secara Umum Blok Diagram MCU adalah:



Pembangkit Clock - Oscilator

- Rangkaian osilator pada mikrokontroler berfungsi sebagai penyedia clock
- Clock digunakan oleh mikrokontroler untuk dapat mengeksekusi instruksi program secara serempak (sinkron)
- Frekuensi clock yang dibangkitkan oleh osilator akan menentukan waktu yang diperlukan oleh mikrokontroler untuk mengeksekusi suatu instruksi

Komponen Tambahan

- Pada mikrokontroler selain komponen standar ada juga komponen tambahan dengan fungsi tambahan pula.
- Contoh komponen tambahan adalah: ADC (analog to digital converter) yang berfungsi untuk pengubah analog ke digital. ADC dan komparator sebagai penghubung ke sistem analog
- PWM (Pulse Width Modulation) adalah format sinyal output mikrokontroler yang nilainya dinyatakan dalam bentuk lebar pulsa, PWM digunakan untuk pengendali kecepatan motor.

Program (Perangkat Lunak)

- Mikrokontroler adalah piranti yang harus di program supaya dapat bekerja, program mikrokontroler ditulis dalam berbagai bahasa.
- Program untuk mikrokontroler harus dikompilasi agar mendapatkan hasil file eksekusi dengan ekstensi “.HEX”, “.File” kemudian di download ke memori program dengan perantaraan sebuah programmer.

Keuntungan piranti yang bisa diprogram antara lain:

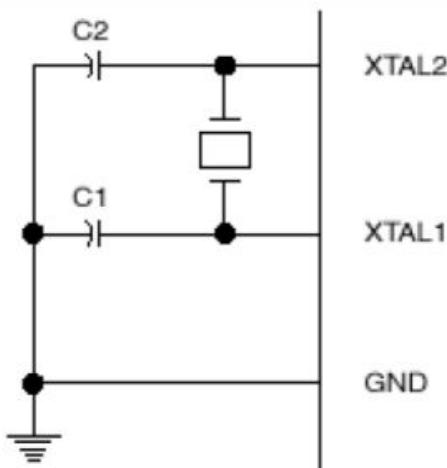
- I. Biaya yang bisa di tekan
2. Penghematan ruang dan fleksibilitas tinggi
3. Dengan manipulasi software dapat meminimumkan penggunaan piranti fisik dan mengoptimalkan unjuk kerja sistem

Memilih Mikrokontroler

Terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis mana yang akan dipergunakan dalam disain kita yaitu seperti berikut:

1. Ketersediaan dan harga dari suatu development tools (Programmer, Emulator dan Simulator)
2. Ketersediaan dokumentasi (Ref. Manual, Application notes, dan buku lainnya).
3. Ketersediaan tempat bertanya.
4. Ketersediaan komponen OTP, Mask, Programmable.

Contoh koneksi Kristal untuk Clock



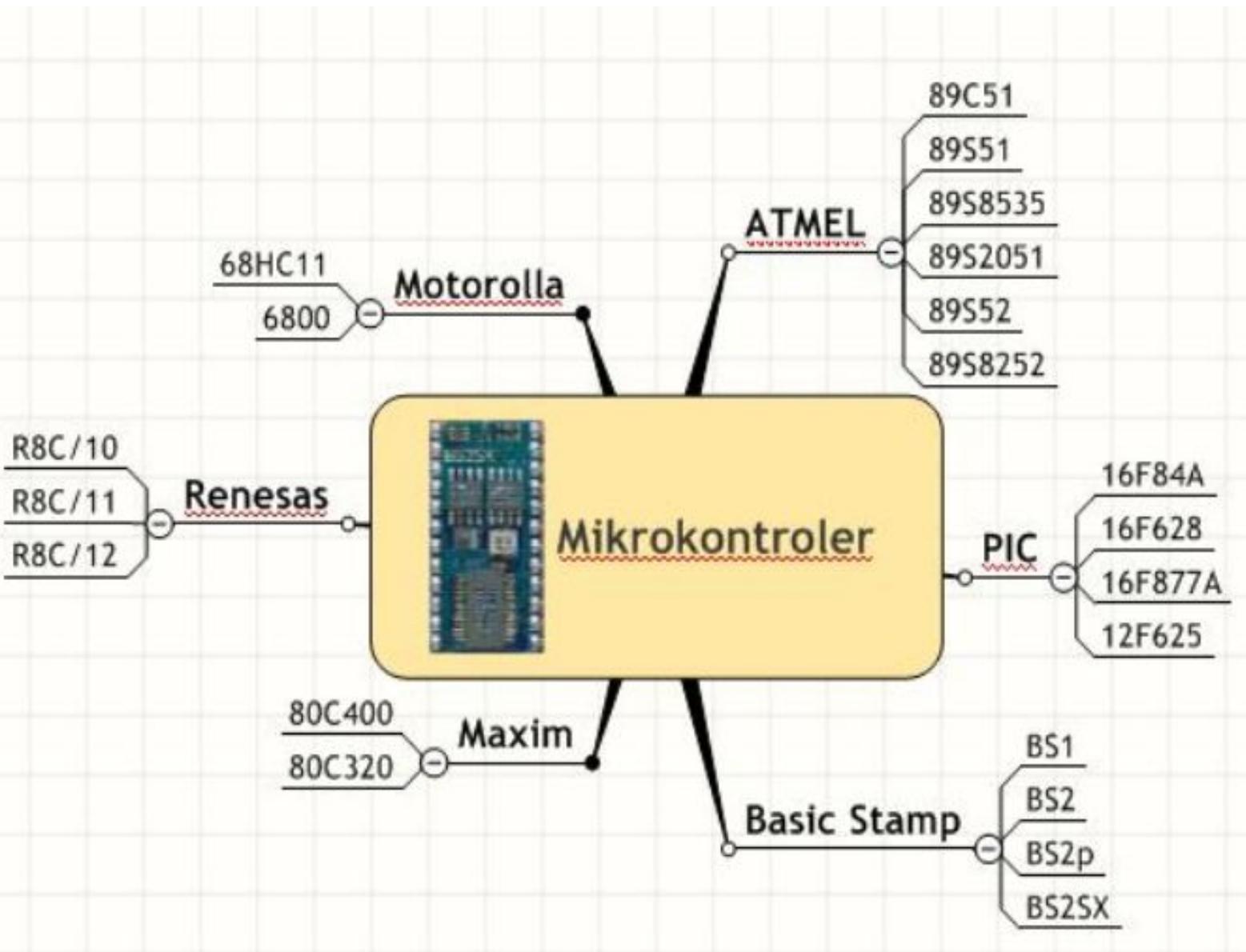
Note: C1, C2 = $30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ for Crystals
= $40 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ for Ceramic Resonators

P1.0	1	40	V _{CC}
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	E _A /VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Aplikasi Mikrokontroler

- Robotika
- Home remote system
- Industrial control
- Kontrol alat over SMS
- Aplikasi hiburan seperti Games dan DVD Player
- Antarmuka PC

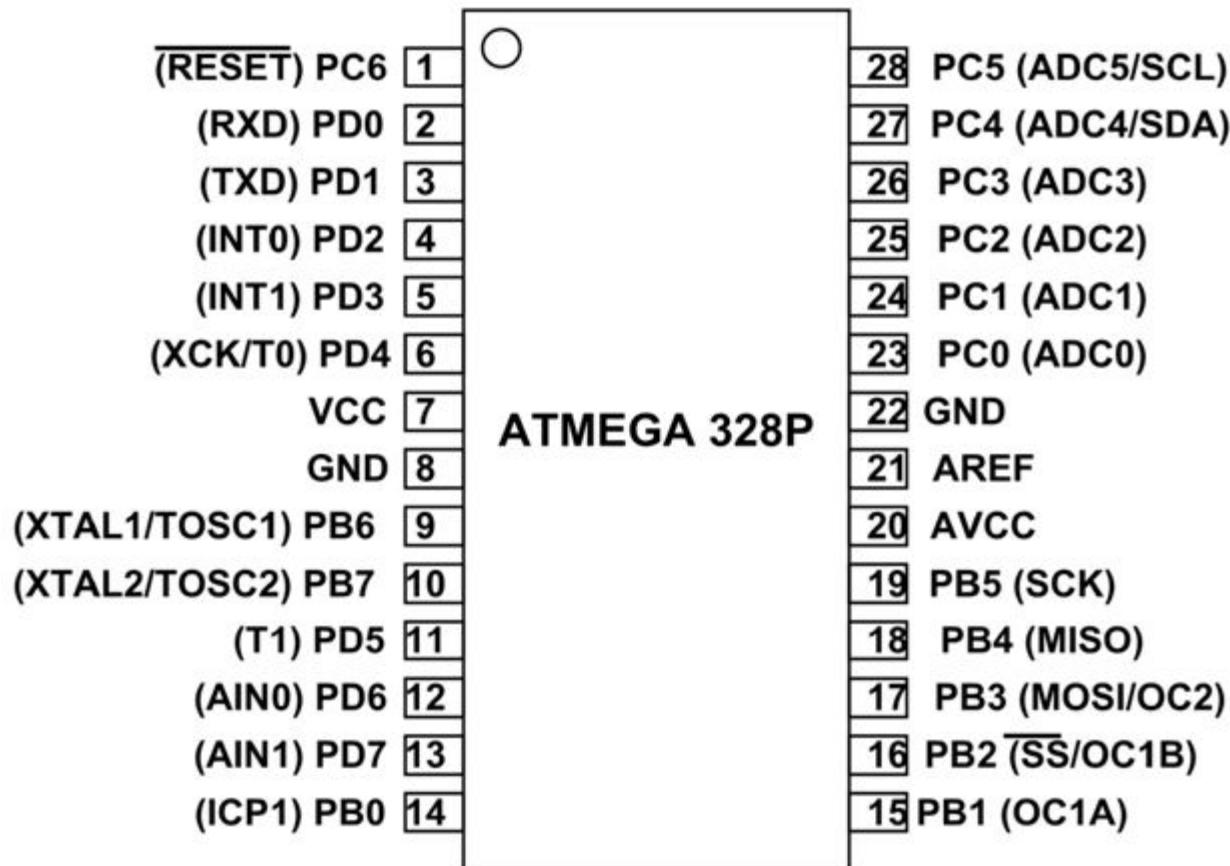
Mikrokontroler Umum



Berbagai Mikrokontroler

- Mikrokontroler ATMEL
contoh: 89C51,89S51,89S8252,AVR 89S8535, 90S2313
- Mikrokontroler PIC
contoh : 16F84A,16F628,16F877A,12F625
- Mikrokontroler Basic Stamp
contoh : BS1, BS2, BS2sx (menggunakan PIC)
- Mikrokontroler MAXIM
contoh : 80c400,80C320
- Mikrokontroler Motorola
contoh: 68HC11, 6800
- Mikrokontroler Renesas
contoh : M16C/60, R8C/10,R8C/11

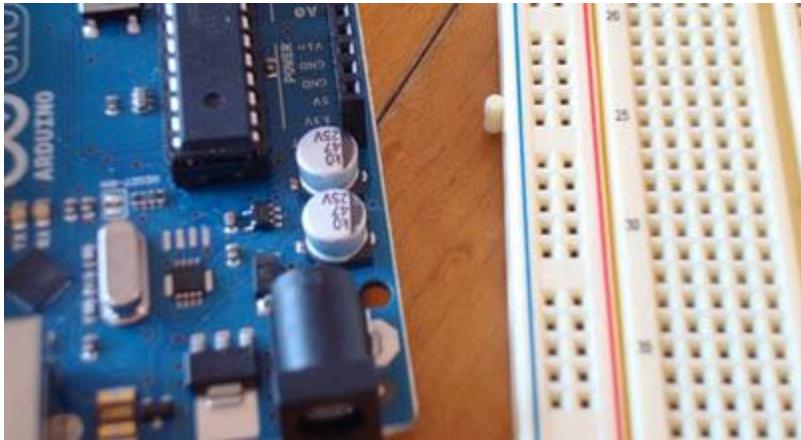
Mikrokontroler AVR Atmega 328P



Aplikasi mikrokontroler

- Dikarenakan kemampuannya yang tinggi, bentuknya yang kecil, konsumsi dayanya yang rendah, dan harga yang murah maka mikrokontroler begitu banyak digunakan di dunia.
- Mikrokontroler digunakan mulai dari
 - mainan anak-anak,
 - perangkat elektronik rumah tangga,
 - perangkat pendukung otomotif,
 - peralatan industri,
 - peralatan telekomunikasi,
 - peralatan medis dan kedokteran,
 - pengendali robot,
 - persenjataan militer.

What is a Development Board



- A printed circuit board designed to facilitate work with a particular microcontroller.
- Typical components include:
 - power circuit
 - programming interface
 - basic input; usually buttons and LEDs
 - I/O pins

Varian Mikrokontroler AVR

Apakah itu AVR?

- AVR mempunyai kepanjangan Advanced Versatile RISC atau alfand Vegard's Risc Processor yang berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian Institute of Technology (NTH), yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok, yaitu keluarga:
 - AT tiny;
 - AT90Sxx;
 - ATMega;
 - AVR Xmega;
 - AVR32 UC3.

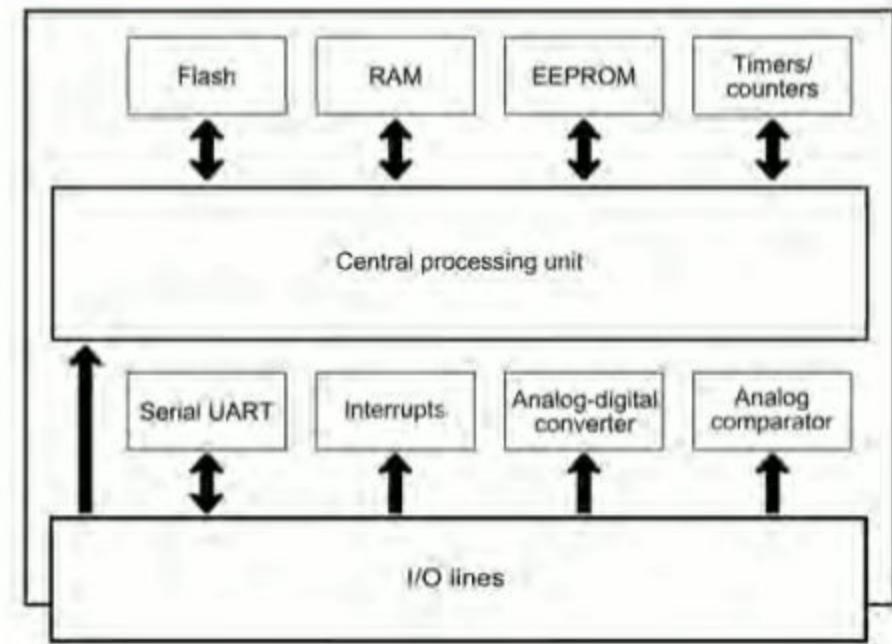
Arsitektur Mikrokontroler AVR

Berikut tabel perbandingan beberapa seri mikrokontroler AVR buatan Atmel. Tabel 1. perbandingan beberapa seri mikrokontroler AVR buatan Atmel,

Seri	Flash (KBytes)	RAM	EEPROM	Pin	Timer 16-bit	Timer 8-bit	UART	PWM	ADC 10-bit	SPI	ISP
		(Bytes)	(KBytes)	I/O							
ATmega8	8	1024	0.5	23	1	1	1	3	6/8	1	Ya
ATmega8535	8	512	0.5	32	2	2	1	4	8	1	Ya
ATmega16	16	1024	0.5	32	1	2	1	4	8	1	Ya
ATmega162	16	1024	0.5	35	2	2	2	6	8	1	Ya
ATmega32	32	2048	1	32	1	2	1	4	8	1	Ya
ATmega128	128	4096	4	53	2	2	2	8	8	1	Ya
ATtiny12	1	-	0.0625	6	-	1	-	-	-	-	Ya
ATtiny2313	2	128	0.125	18	1	1	1	4	-	1	Ya
ATtiny44	4	256	0.25	12	1	1	-	4	8	1	Ya
ATtiny84	8	512	0.5	12	1	1	-	4	8	1	Ya

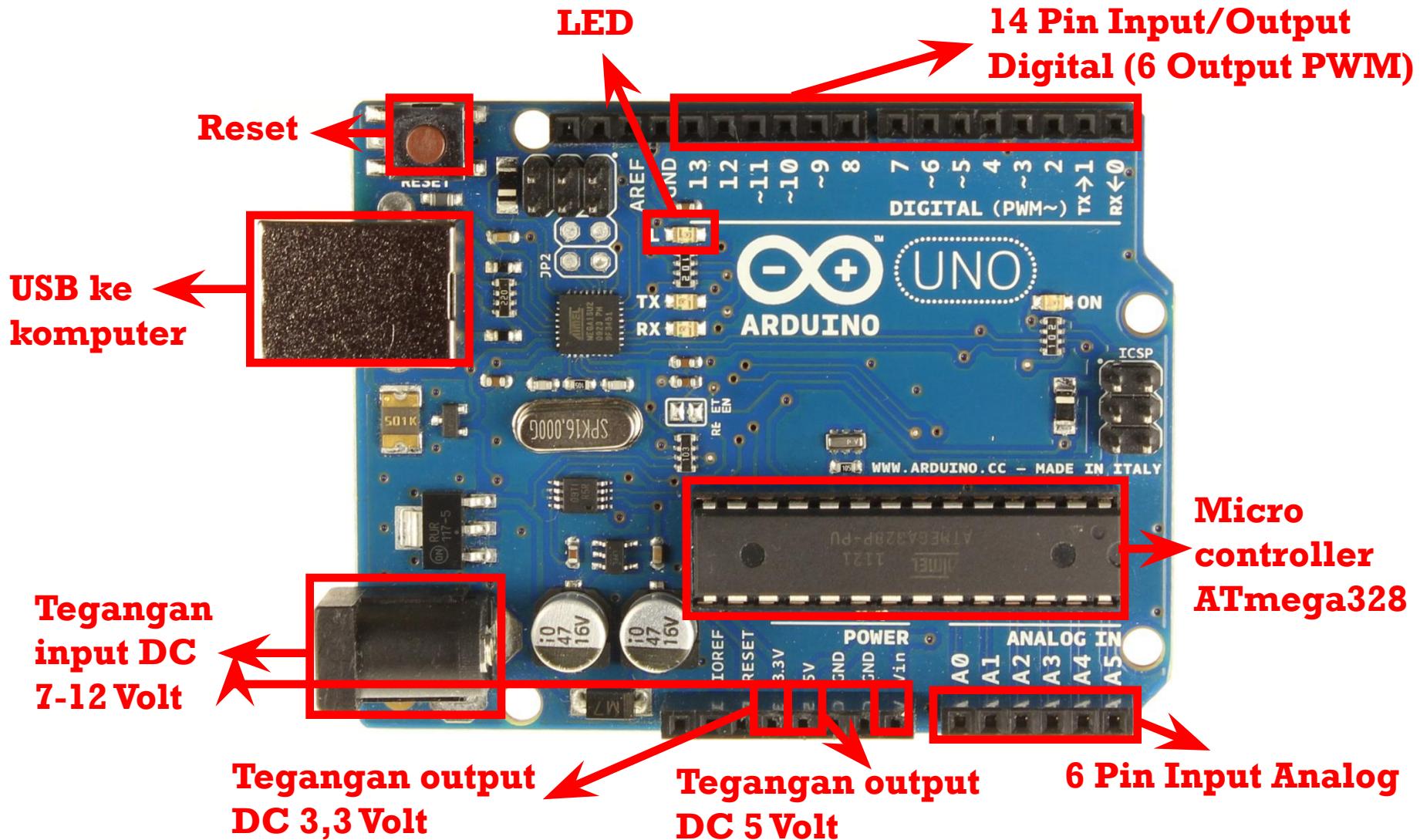
The Arduino Microcontroller: Atmel AVR Atmega 328

Atmel AVR ATmega 328		
(PCINT14/RESET) Reset	1 PC6	PC5 (PCINT13/ADC5/SCL) Analog input A5
(PCINT16/RXD) Digital pin D0 (Rx)	2 PD0	PC4 (PCINT12/ADC4/SDA); Analog input A4
(PCINT17/TXD) Digital pin D1 (Tx)	3 PD1	PC3 (PCINT11/ADC3) Analog input A3
(PCINT18/INT0) Digital pin D2	4 PD2	PC2 (PCINT10/ADC2) Analog input A2
(PCINT19/OC2B/INT1) Digital pin D3*	5 PD4	PC1 (PCINT9/ADC1) Analog input A1
(PCINT20/XCK/T0) Digital pin D4	6 PD4	PC0 (PCINT8/ADC0) Analog input A0
5V	7 VCC	GND 22 Gnd
Gnd	8 GND	AREF 21 AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) (crystal)	9 PB6	AVCC 20 5V
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) (crystal)	10 PB7	PB5 (PCINT5/SCK) Digital pin D13
(PCINT21/OC0B/T1) Digital pin D5*	11 PD5	PB4 (PCINT4/MISO) Digital pin D12
(PCINT22/OC0A/AIN0) Digital pin D6*	12 PD6	PB3 (PCINT3/MOSI/OC2A) Digital pin D11*
(PCINT23/AIN1) Digital pin D7	13 PD7	PB2 (PCINT2/SS/OC1B) Digital pin D10*
(PCINT10/CLKO/ICP1) Digital pin D8	14 PB0	PB1 (PCINT1/OC1A) Digital pin D9*
Arduino pin mapping in blue * denotes capable of PWM output		



Specification

Arduino Uno



Konsep Arduino

Apakah itu Arduino?

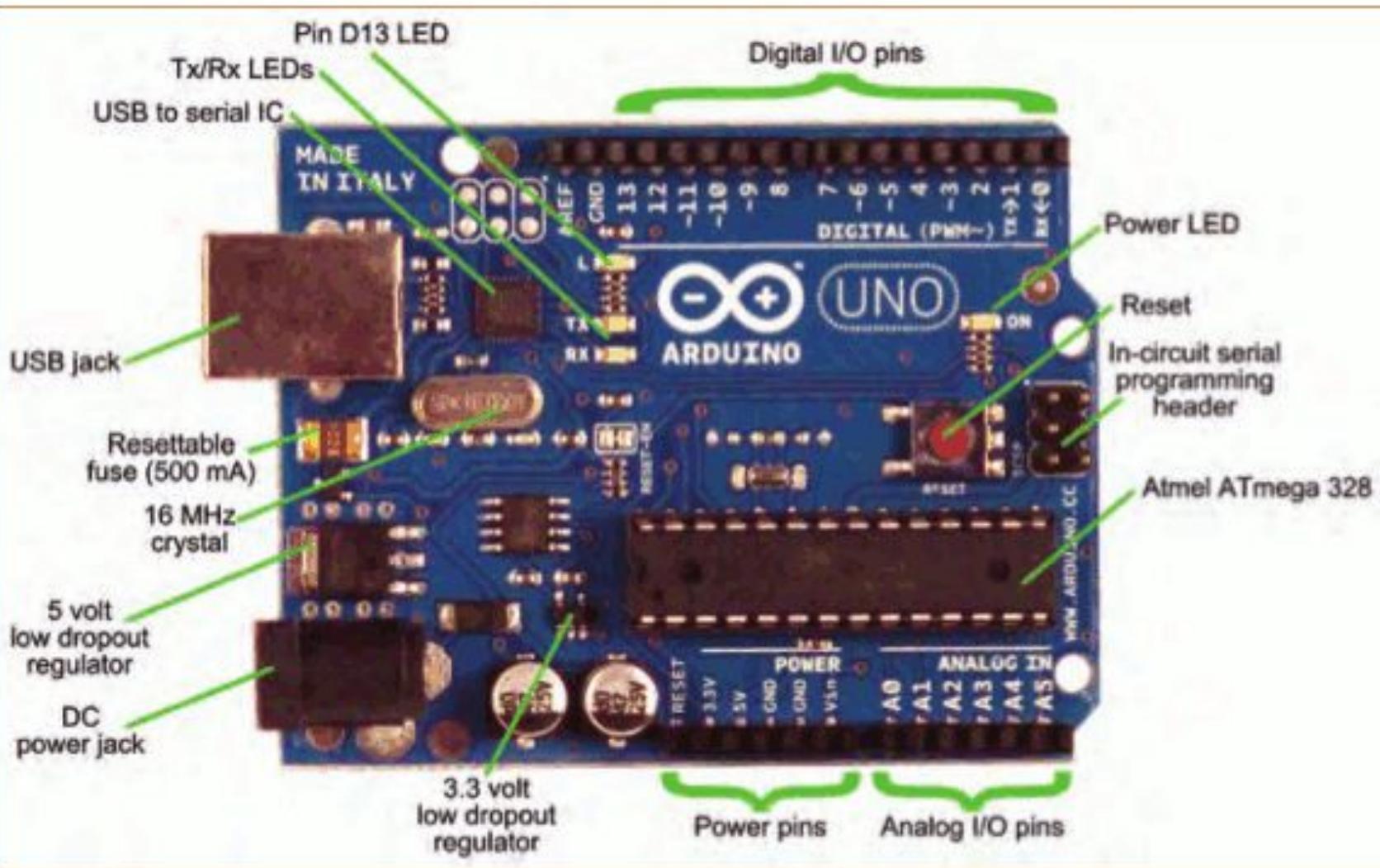
- Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram dan bersifat open-source. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau *upload* kode baru ke dalam mikrokontroler.
- Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk mulai menggunakan Arduino. Selain itu, Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah dalam belajar pemrograman. Arduino akhirnya berhasil menjadi papan sirkuit pemrograman paling disukai hingga menjadikannya sebagai bentuk standar dari fungsi mikrokontroler dengan paket yang mudah untuk diakses.

Produk Arduino

- Daftar produk Arduino

- **Arduino Uno**
- **Lilypad Arduino**
- **Arduino Leonardo**
- **Arduino NG (Nuova Generazione)**
- **Arduino Due**
- **Arduino Extreme**
- **Arduino Yun**
- **Arduino Diecimila**
- **Arduino Tre**
- **Arduino Mega**
- **Arduino Micro**
- **Arduino Mega 2560**
- **Arduino Robot**
- **Arduino Pro**
- **Arduino Esplora**
- **Arduino Pro Mini**
- **Arduino Mega ADK**
- **Arduino Ethernet**
- **Arduino Fio**
- **Arduino Duemilanove**
- **Arduino USB**
- **Arduino Shields**
- **Arduino Nano**
- **Arduino Single Side Serial**
- **Arduino Serial**
- **Arduino Mini**

The Arduino Development Board



What is the Arduino

The word “Arduino” can mean 3 things

A physical piece
of hardware



A programming
environment

```
Arduino - 0010 Alpha

The sketch contains examples. Turn on an LED on pin 13 for one second,
then off for one second, over and over... We can do this because
it depends on how Arduino boots up the internal LED
or an built-in resistor so that you need code an LED.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink

void setup() {
  // LED connected to digital pin 13
  // turn once, then the sketch starts
  // into the digital pin as output
}

void loop() {
  // turn on and off again!
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```

A community
& philosophy

Arduino playground

Arduino playground

Arduino playground is a user-driven website where anyone can contribute and benefit from their collective research.

This is their place to post and share your own code, circuit diagrams, tutorials, DIY instructions, tips and tricks, and other all the hard work, to share off your personal Arduino playground is a work in progress. We are not at the level yet where you can please, please need to help us with our first few pages!

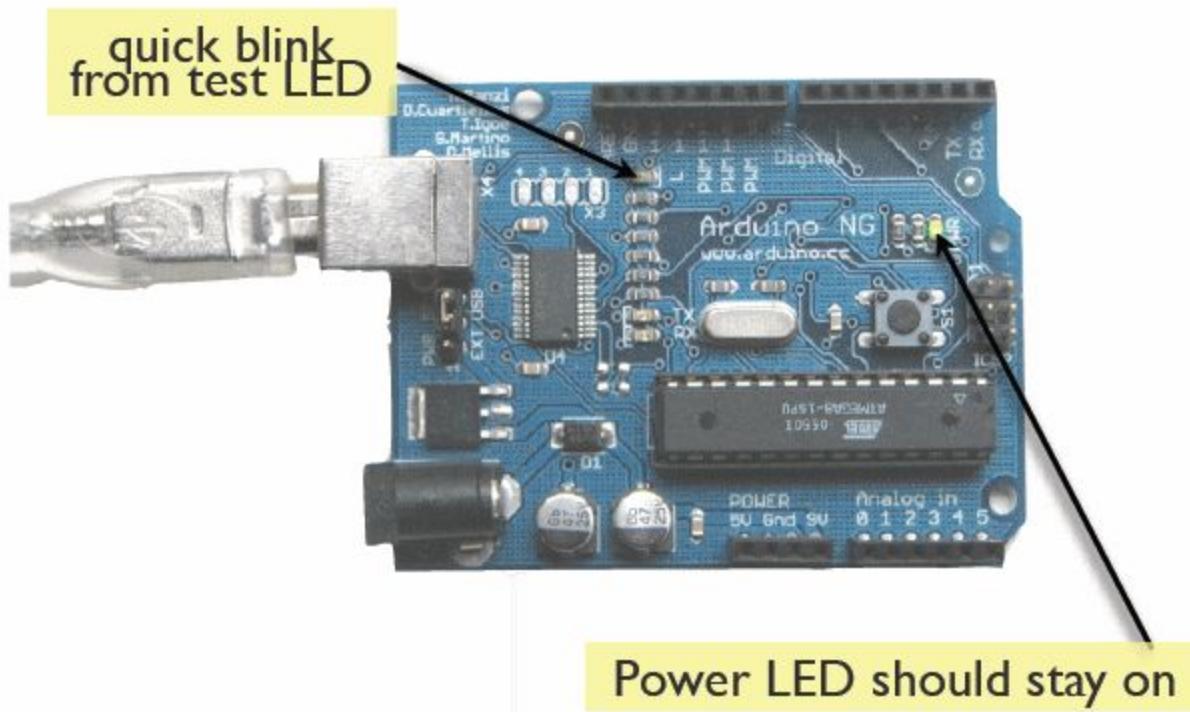
RoadMap: What Needs to be Done? ::

There is a lot to do, most of the pages are just stubs, simple placeholders waiting for you to fill them in. Please help to a small instance of what I personally think should be developed first. Just let me know or you are more than welcome to get in

Getting Started

- Check out: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>
 1. Download & install the Arduino environment (IDE)
 2. Connect the board to your computer via the UBS cable
 3. If needed, install the drivers (not needed in lab)
 4. Launch the Arduino IDE
 5. Select your board
 6. Select your serial port
 7. Open the blink example
 8. Upload the program

Try It: Connect the USB Cable



Perangkat lunak Arduino

Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan objek interaktif, mengambil masukan dari berbagai switch atau sensor, dan mengendalikan berbagai lampu, motor, dan output fisik lainnya. Proyek Arduino dapat berdiri sendiri, atau berkomunikasi dengan perangkat lunak (*software*) yang berjalan pada komputer (misalnya: Flash, Pengolahan, MaxMSP, database, dsb). Board dapat dirakit sendiri atau dibeli; open-source IDE dapat didownload secara gratis.

Arduino adalah *open source software* yang memudahkan untuk menulis kode program dan upload ke board Arduino. Software Arduino dapat berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Software ini ditulis dalam bentuk Java dan berbasis processing, avr-gcc, dan perangkat lunak open source lainnya.

Perangkat lunak Arduino

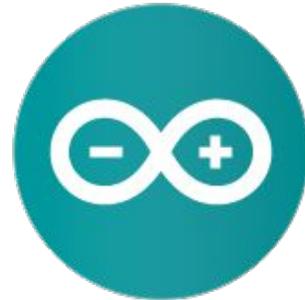
Software Arduino yang ada dalam situs Arduino (<https://www.arduino.cc/>) telah memiliki versi 1.6.6, seperti terlihat pada Gambar 2.4. Software Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak yang memudahkan dalam mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Arduino dapat dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena didukung atau berbasis Java. Source program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly.

Di samping IDE Arduino sebagai jantungnya, bootloader adalah jantung dari Arduino lainnya yang berupa program kecil yang dieksekusi sesaat setelah mikrokontroler diberi catu daya. Bootloader ini berfungsi sebagai pemonitor aktivitas yang diinginkan oleh Arduino. Jika dalam IDE terdapat file hasil kompilasi yang akan di-upload, bootloader secara otomatis menyambutnya untuk disimpan dalam memori program. Jika pada saat awal mikrokontroler bekerja, bootloader akan mengeksekusi program aplikasi yang telah diupload sebelumnya. Jika IDE hendak mengupload program baru, bootloader seketika menghentikan

Perangkat lunak Arduino

Hubungan komunikasi data antara IDE arduino dengan board Arduino digunakan komunikasi secara serial dengan protokol RS232. Jika board arduino sudah dilengkapi dengan komunikasi serial RS232 (biasanya USB), maka dapat langsung ditancapkan ke USB komputer. Piranti serial RS232 ini digunakan jika board arduino atau arduino buatan sendiri tidak dilengkapi dengan piranti serial 232.

Coding juga dapat dilakukan secara online <https://create.arduino.cc/editor>



Konsep dasar pemrograman Arduino

- Software/program yang ditulis menggunakan Arduino disebut sketsa (sketch). Sketsa ini ditulis dalam editor teks. Sketsa disimpan dengan ekstensi file .ino, yang memiliki fitur untuk *cut, copy, paste, mencari/ mengganti teks, dll.*
- Area pesan (*console*) memberikan umpan balik, menyimpan dan mengekspor juga menampilkan kesalahan. *Console* menampilkan teks output dalam lingkungan Arduino termasuk detail pesan error dan informasi lainnya. Bagian sudut bawah sebelah kanan jendela menampilkan board dan port serial yang sedang dipakai. Tombol-tombol toolbar (Gambar 7.1) memungkinkan untuk memverifikasi dan *upload* program, membuat, membuka, dan menyimpan sketsa, juga membuka monitor serial.

Konsep dasar pemrograman Arduino

Struktur dasar dalam pemrograman arduino sangatlah simpel dan terdiri dari dua bagian, terdiri dari dua fungsi, yaitu:

- fungsi persiapan (`setup()`);
- fungsi utama (`loop()`).

Contoh :

```
Void setup () {  
    pinMode (0, OUTPUT) ;  
}  
Void Loop () {  
    digitalWrite (0, HIGH) ;  
}
```

Examples (Arduino)

```
void loop () {  
    digitalWrite (77, HIGH) ;  
    delay (500) ;  
    digitalWrite (77, LOW) ;  
}
```

This creates an infinite loop without the programmer using a goto (which is bad programming practice)

These turn pin 77 on and off (assuming there is something like a LED there without using logic instructions and I/O ports

This creates a half-second (500 ms) delay without directly accessing the timers

Konsep dasar pemrograman Arduino

- **setup ()** adalah persiapan sebelum eksekusi program
- **loop ()** adalah tempat menulis program utama yang akan di eksekusi semua perintah dan arti dari bahasa pemrograman yang disajikan di arduino dengan menggunakan bahasa C dan mempermudah seseorang dalam menjalankan program yang diinginkan.

Konsep dasar pemrograman Arduino

Fungsi-fungsi yg tersedia untuk komunikasi serial Arduino

`if (Serial) :` Untuk mengecek apakah Port sudah siap

`Serial.available()` : Untuk mengecek apakah data sudah ada di buffer penerima

`Serial.begin()` : untuk mengatur kecepatan transmisi data

`serial.end()` : Untuk menon-aktifkan pin rx dan tx sbg fungsi serial dan kembali sbg pin I/O

`Serial.find()` : mencari string dalam buffer data

`Serial.findUntil()`: mencari buffer data sampai data dgn panjang/terminator nya yg diberikan ditemukan

`Serial.flush()`: menunggu data terkirim semua

`Serial.parseFloat()`: mengambil data float pertama dari data di buffer serial.

`serial.parseInt()`: mengambil data integer pertama dari data di buffer serial.

`Serial.peek()`: mengambil data berikutnya di buffer penerima

`Serial.print()` : mengirim data ASCII

`Serial.println()` : mengirim data ASCII + CR,LF (kode enter)

Konsep dasar pemrograman Arduino

Fungsi-fungsi yang tersedia untuk komunikasi serial Arduino

Serial.read(): membaca data yang diterima

Serial.readBytes(): membaca data byte yang diterima

Serial.readBytesUntil()

Serial.setTimeout(): mengatur batas maksimum waktu tunggu(timeout) transmisi data.

Serial.write() : mengirim data byte (numerik)

Serial.serialEvent(): fungsi ini akan dipanggil jika data datang/diterima. Berlaku spt interupsi serial.

Fritzing

- Fritzing adalah sebuah perangkat lunak gratis dan merupakan sebuah aplikasi open source yang didirikan oleh komunikasi online Fritzing (Ver 0.9 ke atas) dapat digunakan untuk mendesain PCD dua muka (double dided)i dan dapat dikirim ke produsen PCD untuk di produksi masal.
- Fritzing juga dapat digunakan untuk dokumentasi dan melakukan pemeriksaan desain rangkaian yang kita buat. Fritzing juga dapat digunakan untuk dokumentasi dan melakukan pemeriksaan desain rangkaian yang kita buat. Fritzing cukup mudah digunakan dan praktis, karena itu banyak digunakan oleh pengembang modul mikrokontroler Arduino, papan tunggal Raspberry-Pi dan sejenisnya.

Program sederhana Arduino

- Program sederhana adalah Led Blink, program ini akan mengakses pin 10 dan memerintahkan Arduino untuk mengulang blink led (try it online, please!)

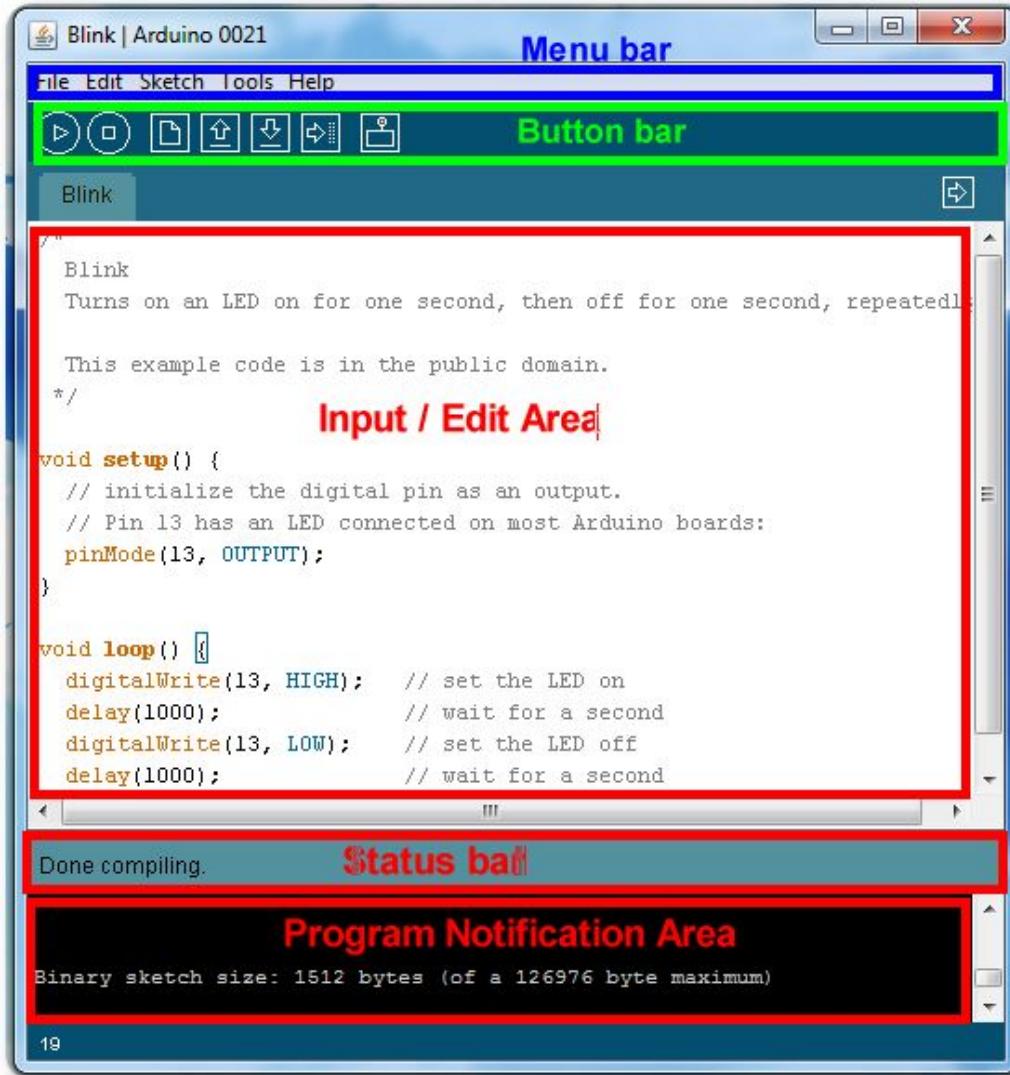
Sketch

```
// Project 1 - LED Flasher
int ledPin = 10;

void setup() {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

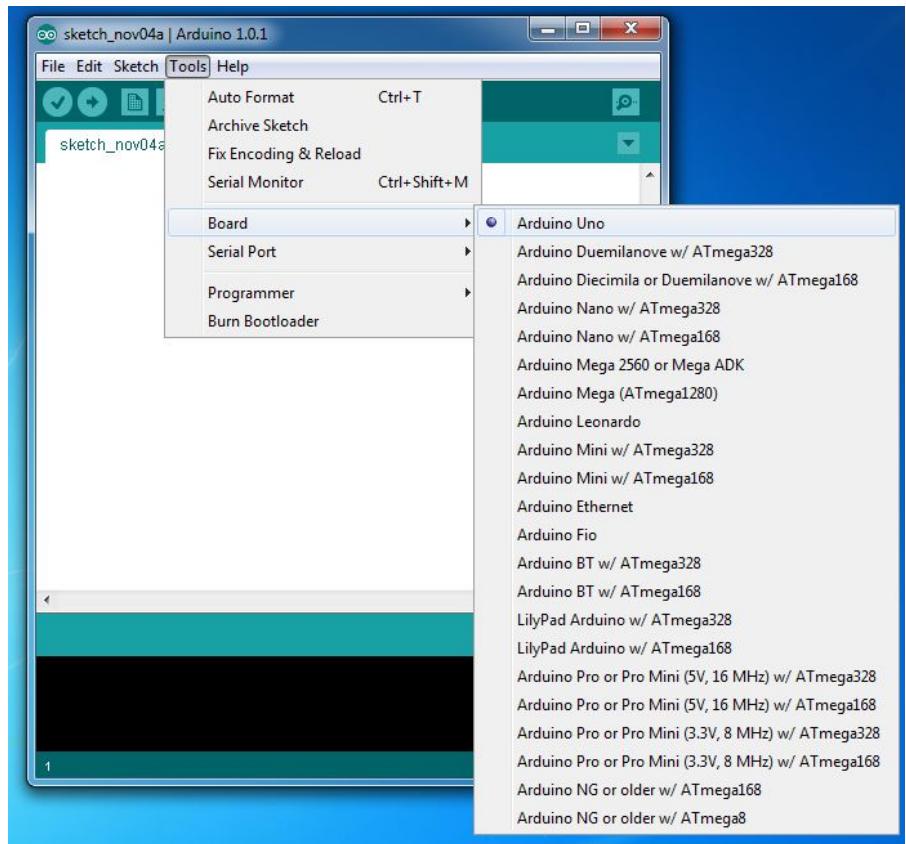
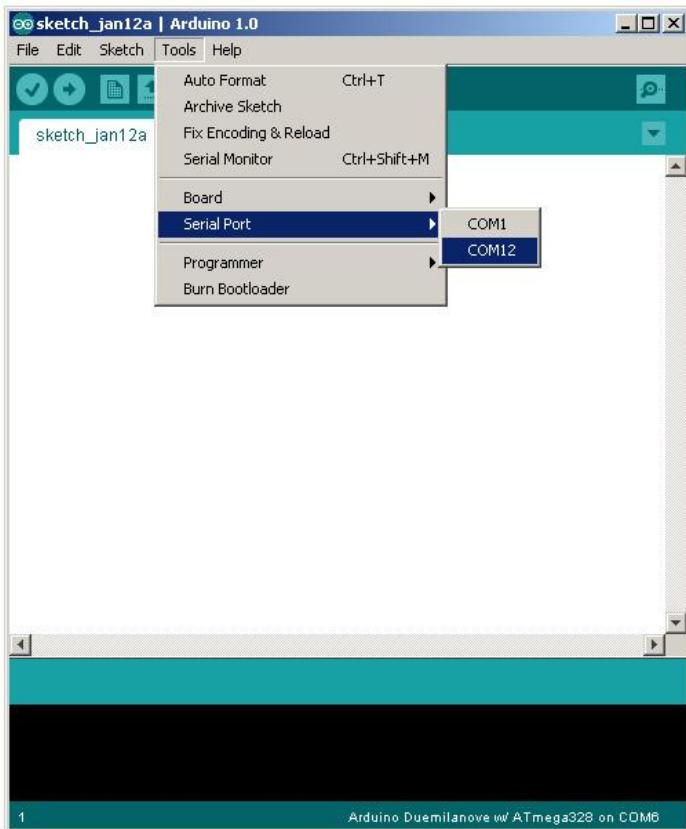
void loop() {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    delay(1000);
```

Arduino IDE



See: <http://arduino.cc/en/Guide/Environment> for more information

Select Serial Port and Board



Status Messages

Uploading worked

Size depends on complexity of your sketch

Done uploading.

Binary sketch size: 1110 bytes (of a 14336 byte maximum)

Wrong serial port selected

```
Serial port '/dev/tty.usbserial-A4001qa8' not found. Did you select the correct port?
java.awt.event.InputEventThread.runEvents(EventDispatchThread.java:170)
}
        at
java.awt.EventDispatchThread.run(EventDispatchThread.java:110)
```

Wrong board selected

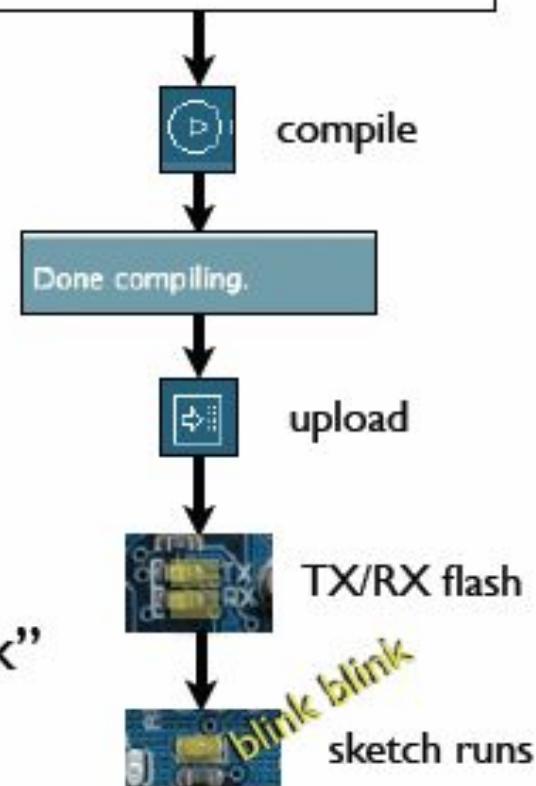
nerdy cryptic error messages

```
Wrong microcontroller found. Did you select the right board from the Tools menu?  
Binary sketch size: 660 bytes (out of 7120 byte maximum)  
  
avrdude: Expected signature for ATMEGA8 is 1E 93 07  
Double check chip, or use -F to override this check.
```

Using Arduino

- Write your sketch
- Press Compile button
(to check for errors)
- Press Upload button to program
Arduino board with your sketch

```
void setup() {  
    pinMode(ledPin, OUTPUT);      // sets t  
}  
void loop() {  
    digitalWrite(ledPin, HIGH);   // sets t  
    delay(1000);                // waits  
    digitalWrite(ledPin, LOW);    // sets t  
    delay(1000);                // waits  
}
```

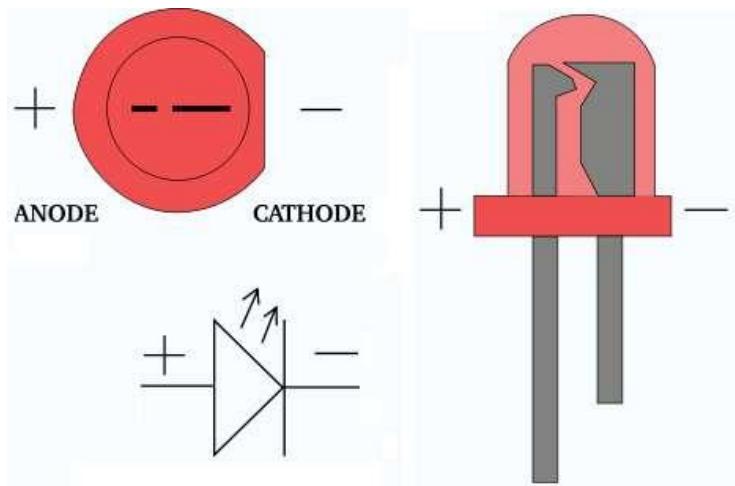


Try it out with the “Blink” sketch!

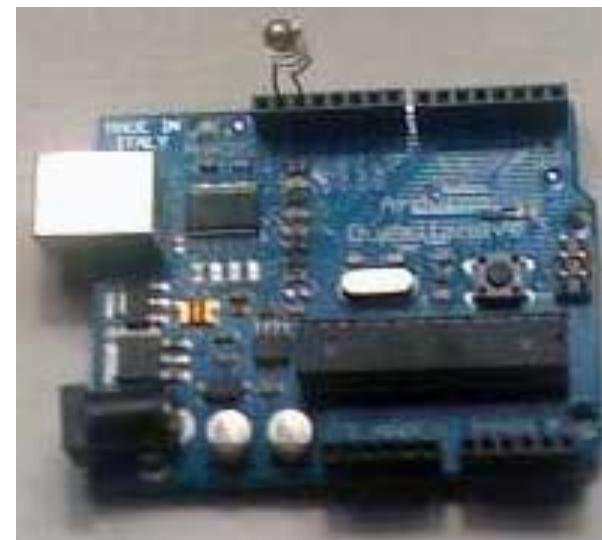
Load “File/Sketchbook/Examples/Digital/Blink”

Add an External LED to pin 13

- File > Examples > Digital > Blink
- LED's have polarity
 - Negative indicated by flat side of the housing and a short leg



www.instructables.com



A Little Bit About Programming



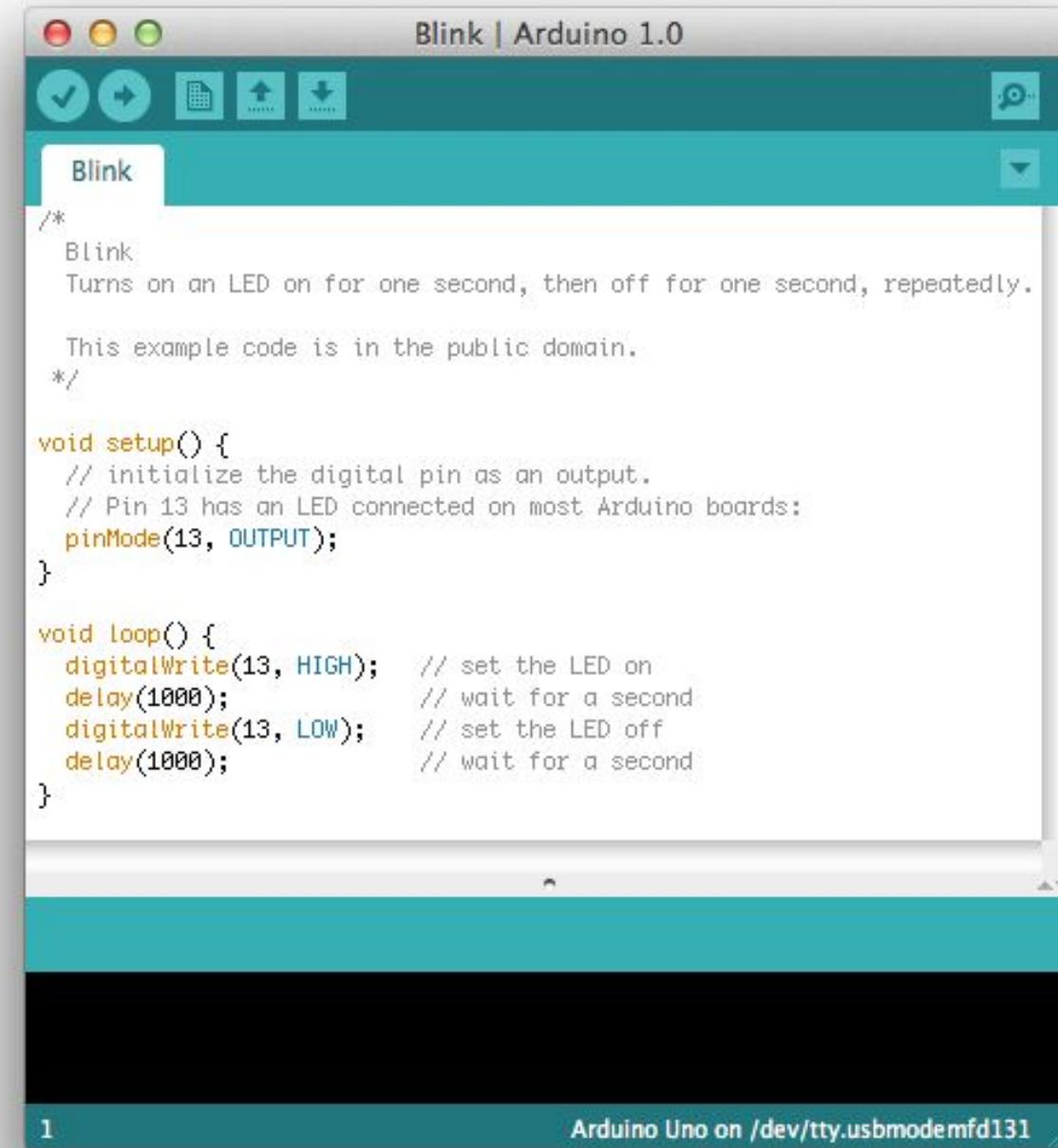
The screenshot shows the Arduino IDE interface. The title bar reads "sketch_nov19a | Arduino 1.0.1". The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for Open, Save, Print, and others. The main window displays the code for "sketch_nov19a.ino". The code contains two functions: "void setup()" and "void loop()". Both functions contain a single line of code: "statements;" (with a trailing semi-colon). The Arduino board dropdown at the bottom right shows "Arduino Uno (COM29)".

```
sketch_nov19a | Arduino 1.0.1
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov19a.ino
void setup()
{
statements;
}

void loop()
{
statements;
}
```

- Code is case sensitive
- Statements are commands and must end with a semi-colon
- Comments follow a // or begin with /* and end with */
- loop and setup

Our First Program



The image shows a screenshot of the Arduino IDE. The title bar reads "Blink | Arduino 1.0". The main window displays the "Blink" sketch. The code is as follows:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
    // initialize the digital pin as an output.
    // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
    pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH);      // set the LED on
    delay(1000);                // wait for a second
    digitalWrite(13, LOW);       // set the LED off
    delay(1000);                // wait for a second
}
```

The status bar at the bottom indicates "Arduino Uno on /dev/tty.usbmodemfd131".

Terminology

“*sketch*” – a program you write to run on an Arduino board

“*pin*” – an input or output connected to something.
e.g. output to an LED, input from a knob.

“*digital*” – value is either HIGH or LOW.
(aka on/off, one/zero) e.g. switch state

“*analog*” – value ranges, usually from 0-255.
e.g. LED brightness, motor speed, etc.

Important functions

- `Serial.println(value);`
 - Prints the value to the Serial Monitor on your computer
- `pinMode(pin, mode);`
 - Configures a digital pin to read (input) or write (output) a digital value
- `digitalRead(pin);`
 - Reads a digital value (HIGH or LOW) on a pin set for input
- `digitalWrite(pin, value);`
 - Writes the digital value (HIGH or LOW) to a pin set for output

DELAY (1/3)

- Delays are essential in embedded systems, unlike high-performance systems where we want the program to execute as fast as possible
- Delays are used to synchronize events, or read inputs with a specific sampling frequency (more on Bus/Wait I/O)

Arduino example:

```
delay(int milliseconds)
//creates a delay in ms

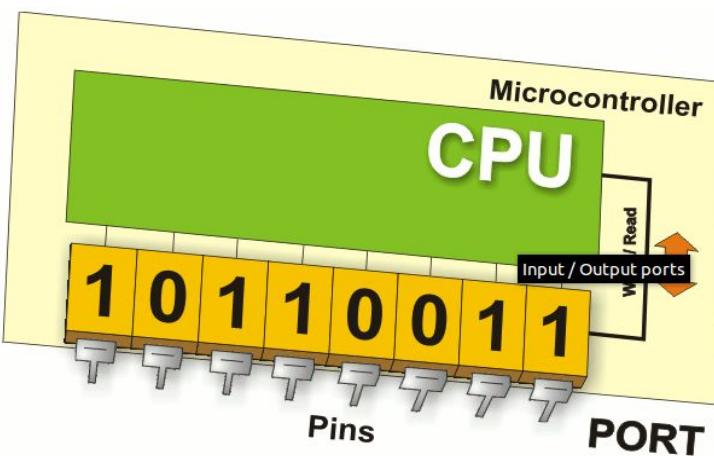
delayMicroseconds(int microseconds)
//creates a delay in µs

delay(1000); //one second delay
delayMicroseconds(10); //10 µs delay
```

Infinite Loop (1/2)

- Embedded Systems are mostly single-functioned
- Their core application never terminates
- Infinite loops are not forbidden as long as they are done correctly

```
void main()
{
    light enum {RED, ORANGE, GREEN};
    loop: light = RED; //no exit from loop!
        delay(20000); //20-sec red
        light = ORANGE;
        delay(2000); //2-sec orange
        light = GREEN;
        delay(20000); //20-sec green
        goto loop; //just repeat sequence
}
```



Digital I/O

www.mikroe.com/chapters/view/1

`pinMode(pin, mode)`

Sets pin to either INPUT or OUTPUT

`digitalRead(pin)`

Reads HIGH or LOW from a pin

`digitalWrite(pin, value)`

Writes HIGH or LOW to a pin

Electronic stuff

Output pins can provide 40 mA of current

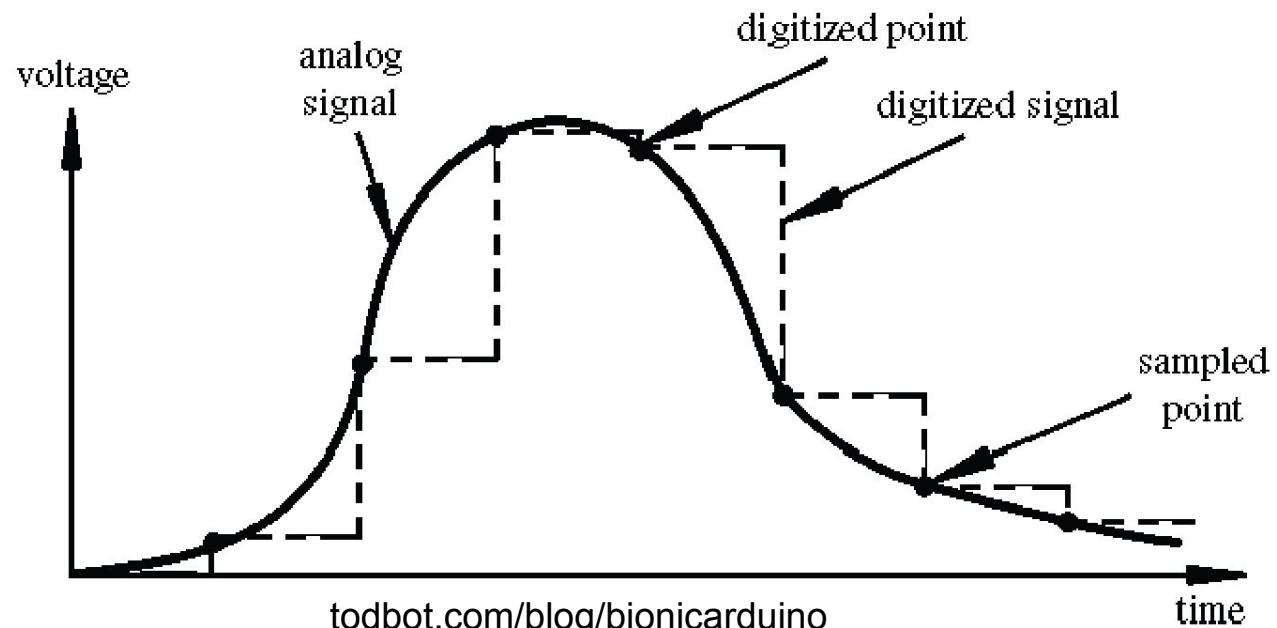
Writing HIGH to an input pin installs a 20KΩ pullup

Arduino Timing

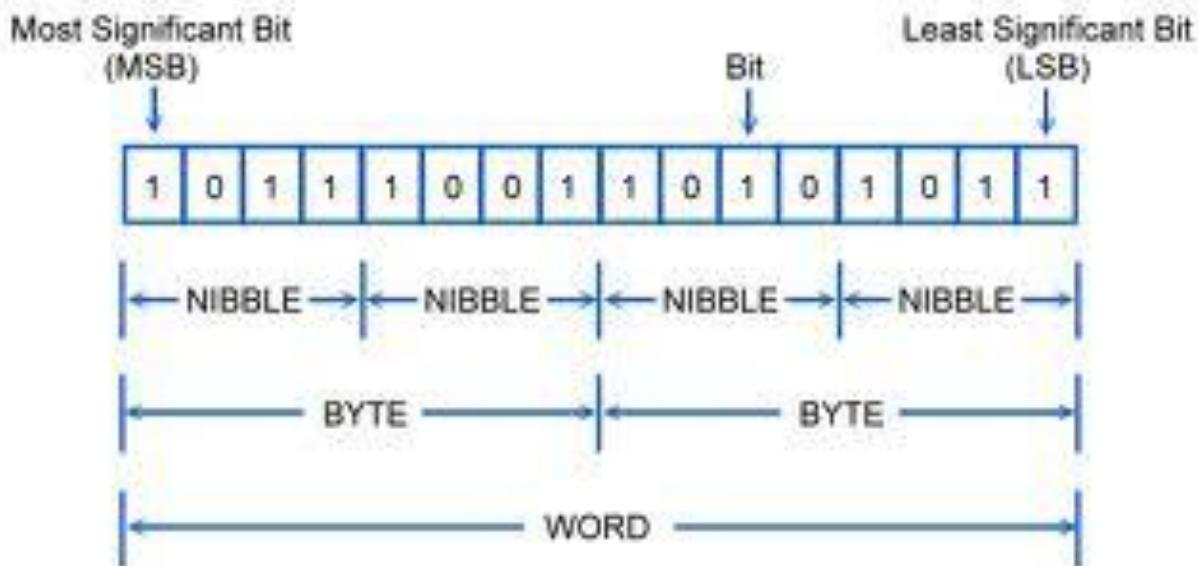
- `delay (ms)`
 - Pauses for a few milliseconds
- `delayMicroseconds (us)`
 - Pauses for a few microseconds
- More commands:
arduino.cc/en/Reference/HomePage

Digital? Analog?

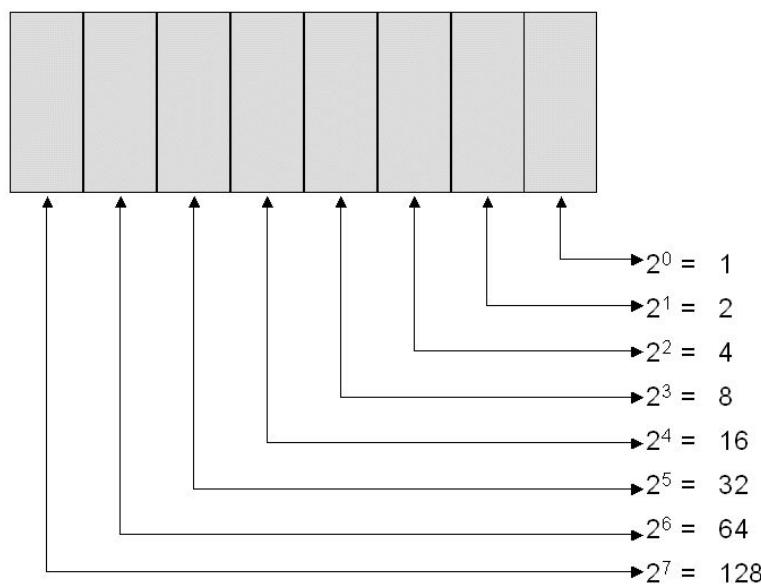
- Digital has two values: **on** and **off**
- Analog has many (infinite) values
- Computers don't really do analog, they **quantize**
- Remember the 6 analog input pins---here's how they work



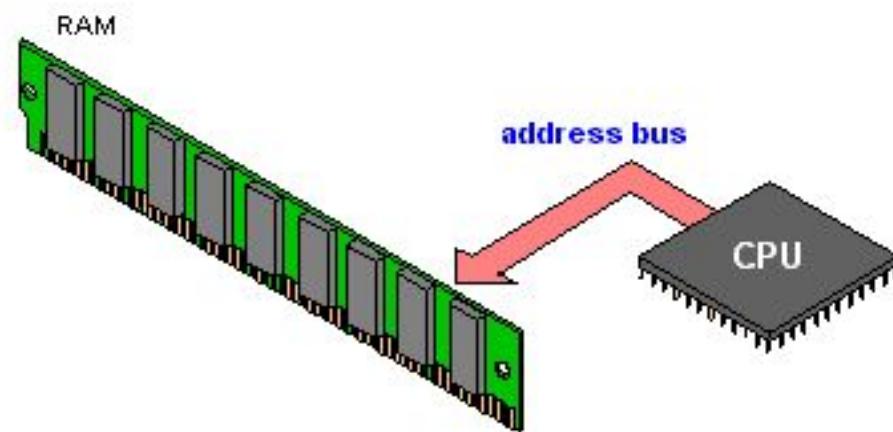
Bits and Bytes



Bit positions: 8 7 6 5 4 3 2 1



From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co. Inc.

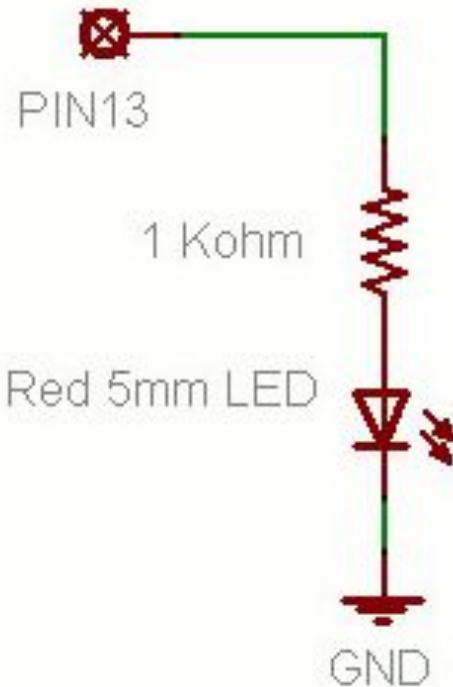


Variables

TYPE	NAME	VALUE	
int	number	→ 1	Stored only Integer
int	sum	→ 500500	Stored only Integer
double	radius	→ 5.5	Stored only floating-point number
double	area	→ 95.0334	Stored only floating-point number
String	greeting	→ Hello	Stored only texts
String	statusMsg	→ Game Over	Stored only texts

A variable has a **name**, stores a **value** of the declared **type**.

Putting It Together



- Complete the sketch (program) below.
- What output will be generated by this program?
- What if the schematic were changed?



```
void loop() // run over and over again
{
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
    delay(500); // waits for a second
    digitalWrite(ledPin, LOW); // sets the LED off
    delay(500); // waits for a second
}
```

Good References

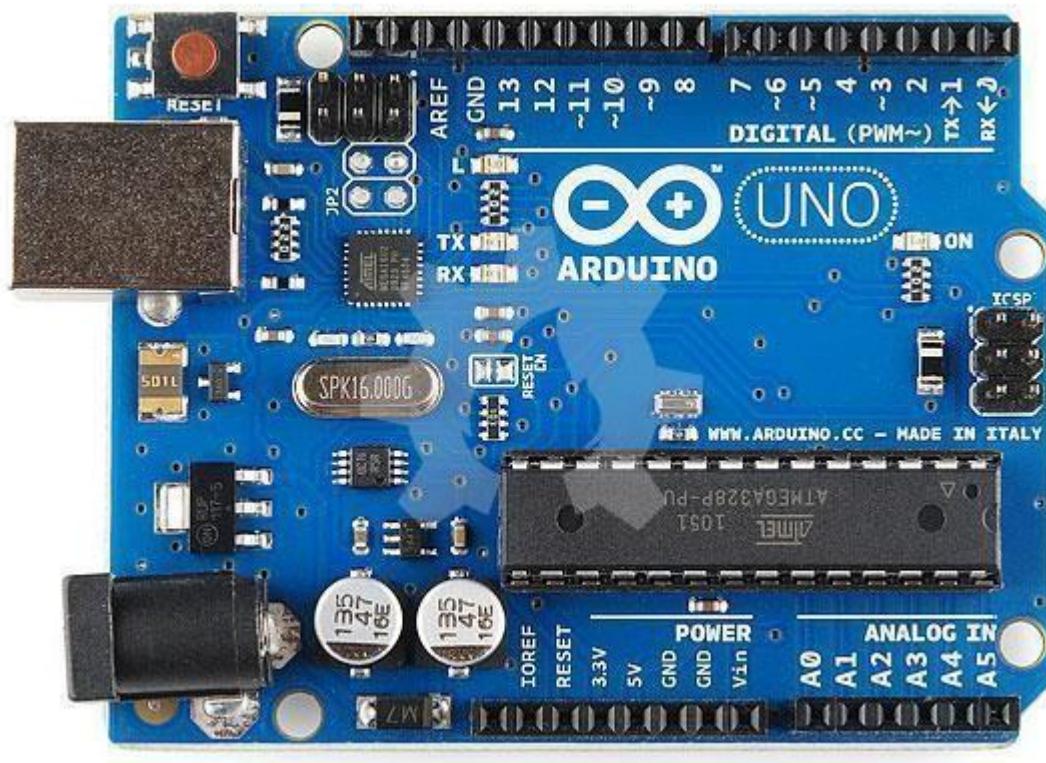
www.arduino.cc

www.ladyada.net/learn/arduino

www.EarthshineElectronics.com

Tugas

- Tugas mandiri membuat rancangan dengan Atmel Studio atau Proteus, wokwi!



Definisi Elektronika

Elektronika merupakan ilmu yang mempelajari alat listrik arus lemah yang dioperasikan dengan cara mengontrol aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam suatu alat seperti komputer, peralatan elektronik, termokopel, semikonduktor, dan lain sebagainya.

Menurut Chandra (2011:9), “Komponen-komponen elektronika dibagi dalam jenis komponen pasif dan komponen aktif”.

Elektronika Dasar

COMPONENTS & DEVICES	MEASURING INSTRUMENTS	CIRCUITS	
PASSIVE: Resistors, Capacitors, Inductors, Transformator .	ACTIVE: Transistors, Op. Amps, Diodes, etc.	Multimeters, Power supplies, Voltage Sources & Current Sources, Oscilloscopes, Function Generators	Rectifiers, Amplifiers, Oscillators, Filters, etc.

Komponen Pasif

Komponen pasif adalah komponen-komponen elektronika yang apabila dialiri aliran listrik tidak menghasilkan tenaga seperti perubahan tegangan, pembalikan fase, penguatan dan lain-lain.

Ada beberapa komponen yang termasuk dalam komponen pasif di antaranya adalah:

- Resistor atau Tahanan
- Kapasitor atau Kondensator
- Transformator

Komponen Aktif

Komponen aktif adalah komponen yang apabila dialiri aliran listrik akan menghasilkan sesuatu tenaga baik berbentuk penguatan maupun mengatur aliran listrik yang melaluinya.

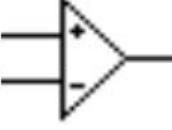
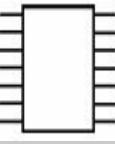
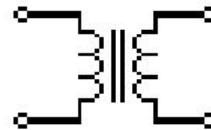
Ada beberapa yang termasuk komponen aktif antara lain adalah:

- Dioda
- Transistor
- IC (*Intraged Circuit*)
- Thyristor atau SCR (*Silicon Controller Rectifier*)

Komponen

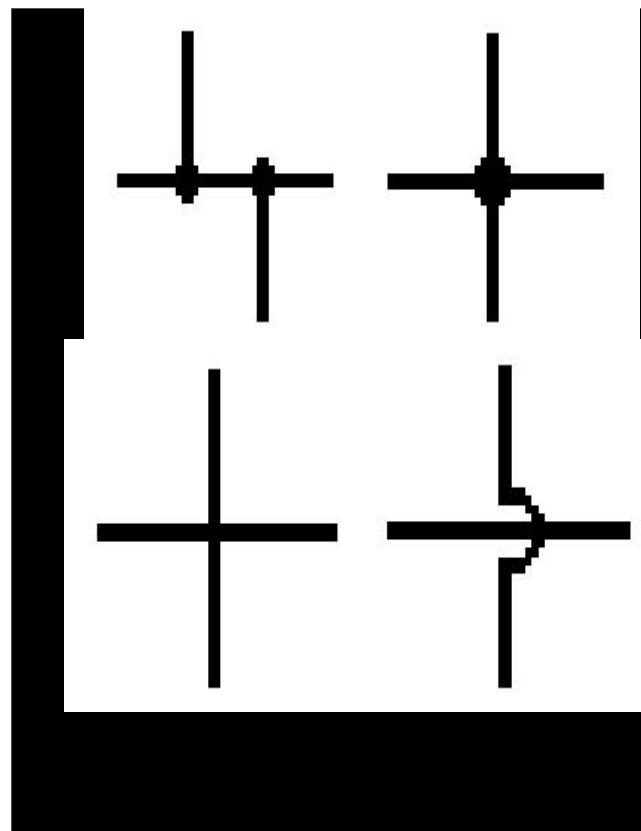
Resistor	
Capacitor	
Transistor	
Inductor	
Diode / LED	

Komponen

Op Amp		
IC		
Battery		
Ground		
Trafo		

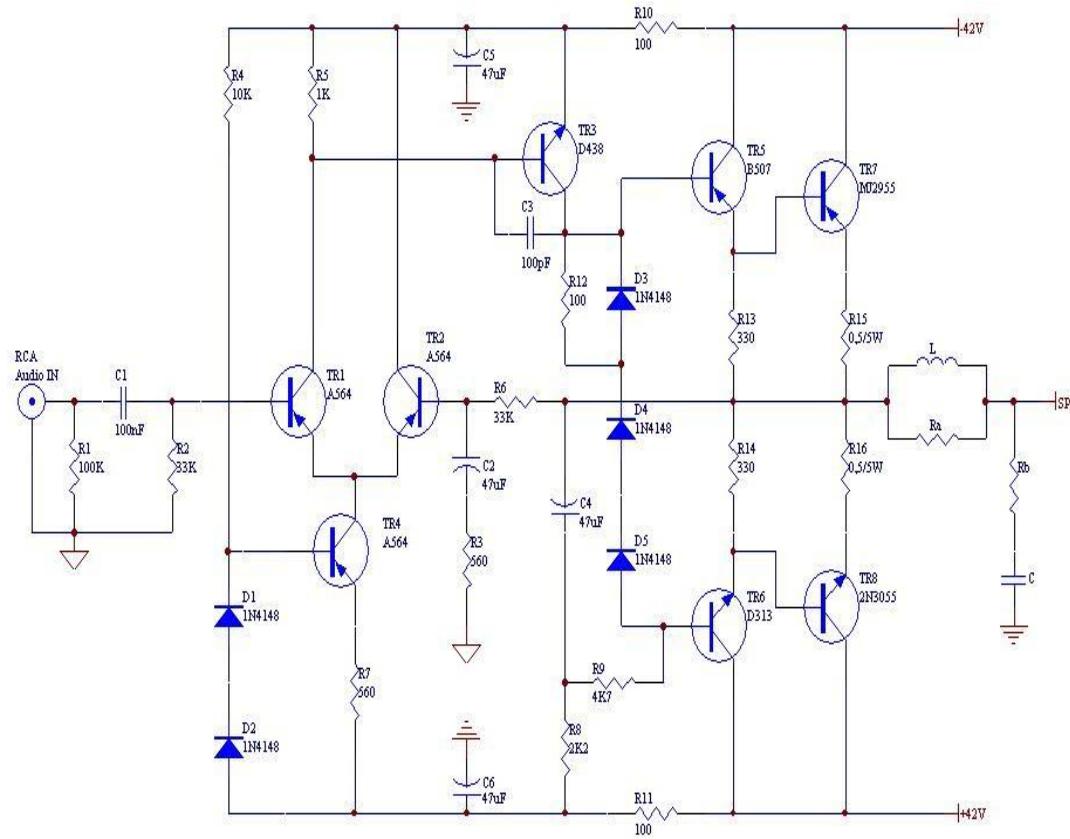
Koneksi Komponen

Kabel menyilang dan terhubung



Kabel menyilang dan tidak terhubung

Diagram Skema Rangkaian Elektronika



Simbol-simbol elektronik dapat dilihat :
http://www.rapidtables.com/electric/electrical_symbols.htm

Perangkat/ tools

Pada pembuatan rangkaian elektronika diperlukan peralatan Obeng, tang, bor, cutter, solder, kabel, timah dll.



Perangkat/ tools

Multimeter / Multitester adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik, tegangan listrik, induktansi, frekuensi, temperatur dan resistansi atau ketahanan suatu benda yang biasa disebut avometer.

Ada dua jenis multimeter:

- Analog
- Digital



Perangkat/ tools

Papan Rangkaian

- Breadboard

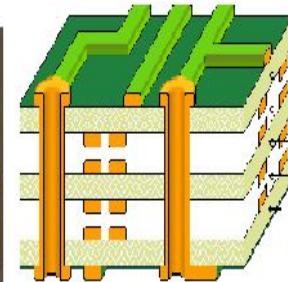
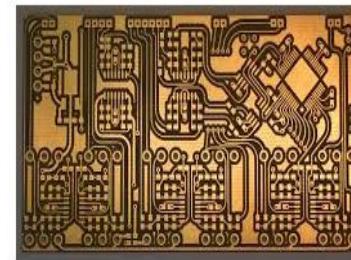
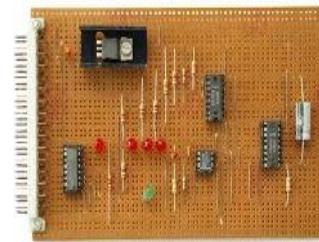
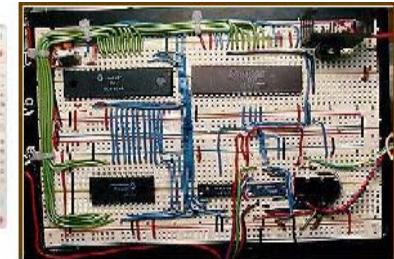
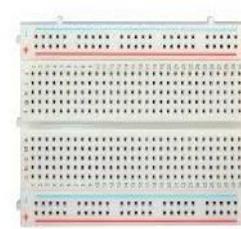
Membuat rangkaian sementara tanpa harus ada penyolderan

- Stripboard

Membuat rangkaian permanen dengan menyolder

- Printed Circuit Board (PCB)

Membuat rangkaian permanen dengan menyolder. Rangkaian ini sudah terbentuk sesuai kebutuhan



Atom

Atom adalah satuan yang amat kecil dalam setiap bahan yang ada di sekitar kita. Atom terdiri atas tiga jenis partikel subatom:

- elektron, yang memiliki muatan negatif;
- proton, yang memiliki muatan positif;
- netron, yang tidak bermuatan.

Pusat dari atom disebut inti atom atau nukleus

Atom

massa Elektron = 9.10×10^{-31} kg, bermuatan -1.6×10^{-19} coulomb

massa Proton = $1.6726231 \times 10^{-27}$ kg, bermuatan 1.6×10^{-19} coulomb

massa Netron = 1.6749×10^{-27} kg, bermuatan netral
Elektron pertama kali ditemukan oleh J.J. Thomson di Laboratorium Cavendish, Universitas Cambridge, pada tahun 1897, pada saat beliau sedang mempelajari "sinar katoda".

Atom

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

The Periodic Table of Elements is a tabular arrangement of all known chemical elements. It is organized by atomic number (1 to 118) and electron configuration, showing periodic trends in properties such as valence electrons and ionization energy. The table includes groups (IA, IIA, IIIA, IVA, VVA, VIA, VIIA, VIII), periods (1 to 7), and various transition metal blocks. Elements are color-coded by category: Metal (blue), Semimetal (orange), Nonmetal (green). Specific elements are highlighted in pink: Hydrogen (H), Actinide series (Ac-Lr), Lanthanide series (Ce-Lu), and Noble gases (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). The table also includes relative atomic mass, element symbols, element names, and standard state information.

GROUP	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VVA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VVA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
PERIOD	1 H 1.0079 HYDROGEN	2 Be 9.0122 BERYLLIUM	3 B 10.811 BORON	4 C 12.011 CARBON	5 N 14.007 NITROGEN	6 O 16.000 OXYGEN	7 F 18.998 FLUORINE	8 Ne 20.180 NEON											
	LITHIUM																		
	11 22.990	12 24.305																	
3	Na 22.990 SODIUM	Mg 24.305 MAGNESIUM																	
4	K 39.098 POTASSIUM	Ca 40.078 CALCIUM	Sc 44.956 SCANDIUM	Ti 47.867 TITANIUM	V 50.942 VANADIUM	Cr 51.996 CHROMIUM	Mn 54.938 MANGANESE	Fe 55.845 IRON	Co 58.933 COBALT	Ni 58.693 NICKEL	Cu 63.546 COPPER	Zn 65.39 ZINC	Al 13.082 BORON	Si 14.007 SILICON	P 15.000 PHOSPHORUS	S 16.000 SULPHUR	Cl 17.000 CHLORINE	Ar 18.000 ARGON	
5	Rb 35.468 RUBIDIUM	Sr 38.872 STRONTIUM	Y 39.8906 YTTRIUM	Zr 40.9122 ZIRCONIUM	Nb 41.9206 NIOBUM	Mo 42.9544 MOLYBDENUM	Tc 43. (58) TECHNETIUM	Ru 44.101.07 RUTHENIUM	Rh 45.102.91 RHODIUM	Pd 46.106.42 PALLADIUM	Ag 47.107.87 SILVER	Cd 48.112.41 CADMIUM	Ga 31.69.723 GALLIUM	Ge 32.72.64 GERMANIUM	As 33.74.922 ARSENIC	Se 34.78.96 SELENIUM	Br 35.79.904 BROMINE	Kr 36.83.80 KRYPTON	
6	Rb 37.85.468 RUBIDIUM	Sr 38.87.62 STRONTIUM	Y 39.88.906 YTTRIUM	Zr 40.91.224 ZIRCONIUM	Nb 41.92.06 NIOBUM	Mo 42.95.44 MOLYBDENUM	Tc 43. (58) TECHNETIUM	Ru 44.10.1.07 RUTHENIUM	Rh 45.10.2.91 RHODIUM	Pd 46.10.6.42 PALLADIUM	Ag 47.10.7.87 SILVER	Cd 48.11.2.41 CADMIUM	In 49.11.4.82 INDIUM	Sn 50.11.8.71 TIN	Sb 51.121.76 ANTIMONY	Te 52.127.60 TELLURIUM	I 53.126.90 IODINE	Xe 54.131.29 XENON	
7	Cs 55.132.91 CAESIUM	Ba 56.137.33 BARIUM	La-Lu 57.71 Lanthanide	Hf 72.178.49 HAFNIUM	Ta 73.180.95 TANTALUM	W 74.183.84 TUNGSTEN	Re 75.186.21 RHENIUM	Os 76.190.23 OSMIUM	Ir 77.192.22 IRIDIUM	Pt 78.195.08 PLATINUM	Au 79.196.97 GOLD	Hg 80.200.59 MERCURY	Tl 81.204.38 THALLIUM	Pb 82.207.2 LEAD	Bi 83.208.96 BISMUTH	Po 84. (209) POLONIUM	At 85. (210) ASTATINE	Rn 86. (222) RADON	
7	Fr 87. (223) FRANCIUM	Ra 88. (226) RADIUM	Ac-Lr 89.-103 Actinide	Rf 104. (261) RUTHERFORUM	Db 105. (262) DUBNIUM	Sg 106. (266) SEABORGIUM	Bh 107. (264) BOHRIUM	Hs 108. (277) HASSIUM	Mt 109. (268) MEITNERIUM	Uun 110. (281) UNUNNIIUM	Uuu 111. (272) UNUNUNIUM	Uub 112. (285) UNUNBINIUM	Uuo 114. (289) UNUNQUADRIUM						

(1) Pure Appl. Chem., 73, No 4, 667-683 (2001)

Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements have no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.

However three such elements (Th, Pa, U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.

Editor: Adeya Varshni (adevar@netlink.com)

Copyright © 1998-2003 EnG (en@kf-split.hr)

LANTHANIDE

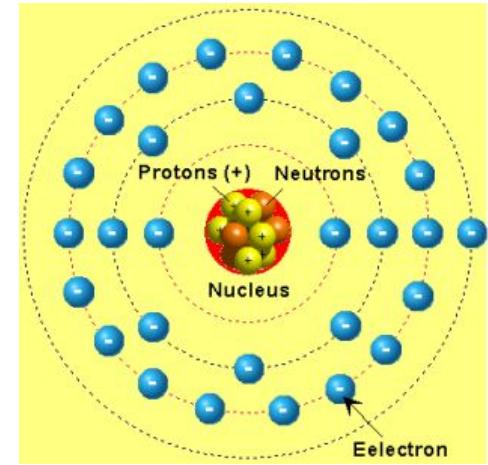
57 138.91 La LANTHANUM	58 140.12 Ce CERIUM	59 140.91 Pr PRASEOYMIUM	60 144.24 Nd NEODYMIUM	61 (145) Pm PROMETHIUM	Sm SAMARIUM	Eu EUROPIUM	Gd GADOLINIUM	Tb TERBIUM	Dy DYPROSIDIUM	Ho HOLMIUM	Er ERBIUM	Tm THULIUM	Yb YTTERBIUM	Lu LUTETIUM
------------------------	---------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	-------------	-------------	---------------	------------	----------------	------------	-----------	------------	--------------	-------------

ACTINIDE

89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	Pu PLUTONIUM	Am AMERICIUM	Cm CURIUM	Bk BERKELIUM	Cf CALIFORNIUM	Es EINSTEINIUM	Fm FERMILUM	Md MENDELEVIUM	No NOBELIUM	Lr LAWRENCIUM
----------------------	----------------------	---------------------------	---------------------	-----------------------	--------------	--------------	-----------	--------------	----------------	----------------	-------------	----------------	-------------	---------------

Atom

Jumlah maksimum elektron yang dapat berada di kulit yang sama selalu tetap, dan elektron mengisi kulit mulai dari yang terdekat dengan inti sampai terjauh.



Kulit K (terdekat): maksimum 2 elektron.

Kulit L: maksimum 8 elektron.

Kulit M: maksimum 18 elektron.

Kulit N: maksimum 32 elektron.

Kulit O: maksimum 50 elektron.

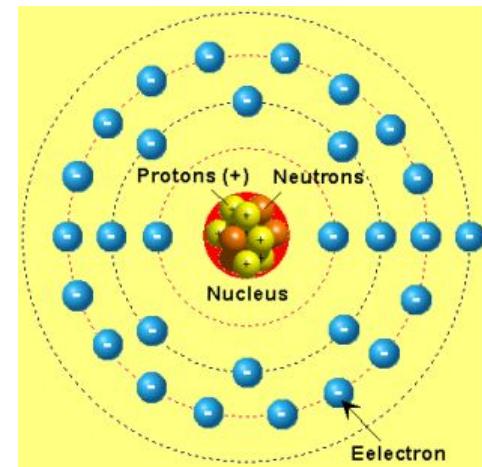
Kulit P (terjauh): maksimum 72 elektron.

Shell	n	Max. No. of electrons
K	1	$2 \times 1^2 = 2$
L	2	$2 \times 2^2 = 8$
M	3	$2 \times 3^2 = 18$
N	4	$2 \times 4^2 = 32$

Atom

atom tembaga dengan lambang kimia Cu memiliki inti 29 ion (+) dikelilingi oleh 29 elektron (-). Sebanyak 28 elektron menempati orbit-orbit bagian dalam membentuk inti yang disebut nucleus. Dibutuhkan energi yang sangat besar untuk dapat melepaskan ikatan elektron-elektron ini. Satu buah elektron lagi yaitu electron yang ke-29, berada pada orbit paling luar.

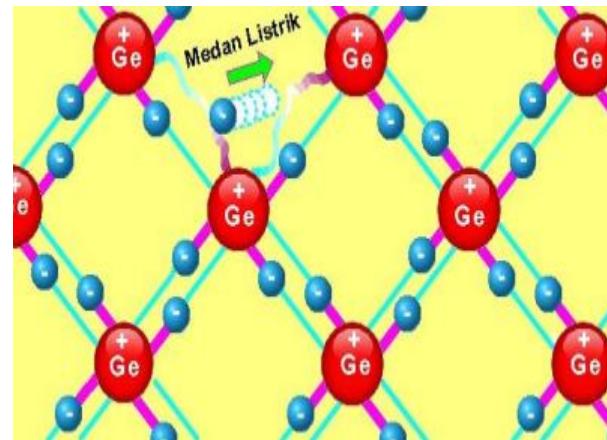
Orbit terluar ini disebut pita valensi dan elektron yang berada pada pita ini dinamakan **elektron valensi**. Karena hanya ada satu electron dengan jarak yang jauh dari nucleus, sehingga ikatannya tidak terlalu kuat. Hanya dengan energi yang relatif kecil, maka electron terluar ini mudah terlepas dari ikatan intinya.



Atom

Arah arus elektron

- Aliran Elektron Bebas
- Arus Elektron Berikat
- Model Garasi Shockley

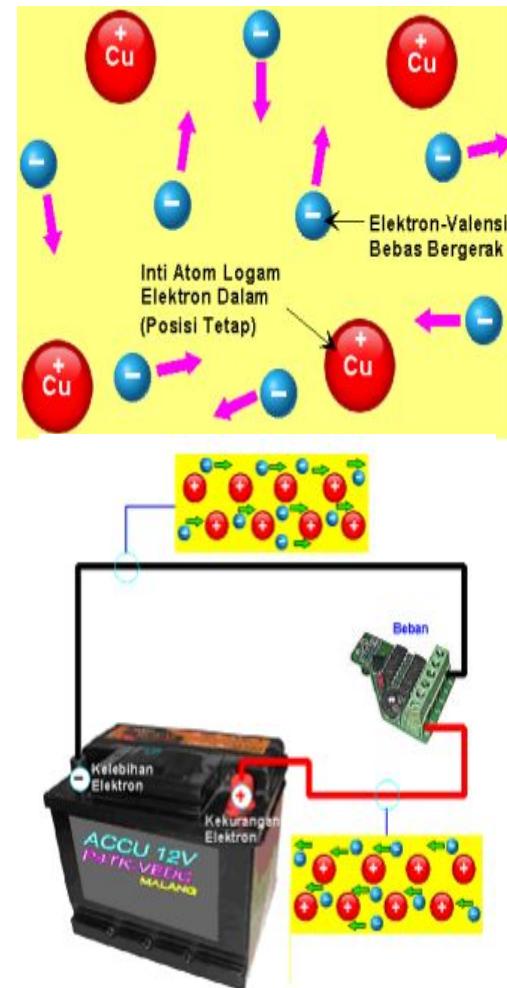


dari gerak elektron valensi berikat yang kosong menghasilkan **Lubang/ hole (Elektron yang hilang)** yang disebut suatu partikel bermuatan positif yang bergerak searah dengan medan listrik. Ada dua jenis partikel pembawa arus listrik dalam semikonduktor, yaitu lubang (hole) yang bermuatan positif dan elektron yang bermuatan negatif

Atom

Pada suhu kamar, elektron tersebut dapat bebas bergerak atau berpindah-pindah dari satu nucleus ke nucleus lainnya. Tanpa adanya beda potensial, elektron-elektron pada bahan konduktor akan bergerak tidak teratur (elektron bebas) seperti Gambar atas. Jika diberi beda potensial listrik, maka gerakan elektron-elektron tersebut menjadi teratur dan dengan mudah berpindah ke arah potensial yang sama seperti Gambar bawah.

Fenomena ini yang dinamakan sebagai **arus listrik**. Berbeda dengan bahan isolator, bahwa struktur atom mempunyai elektron valensi sebanyak 8 buah, dan melepaskan elektron-elektron dari ikatan intinya dibutuhkan energi yang besar.



Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Muatan listrik bisa mengalir melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Sehingga dapat dituliskan menjadi :



I = Arus Listrik (Ampere)

Q = Muatan Listrik (coulomb)

t = Waktu (second/ detik)

Semikonduktor

Semikonduktor merupakan elemen dasar dari komponen elektronika seperti dioda, transistor bipolar (Bipolar Junction Transistor/BJT), transistor unipolar (Uni Junction Transistor/UJT), thyristor dan piranti terintegrasi seperti IC (integrated circuit).

Dinamakan semi atau setengah konduktor (penghantar), karena bahan ini memang bukan konduktor murni. Tidak seperti bahan-bahan logam seperti tembaga, besi, timah yang disebut sebagai konduktor yang baik sebab logam memiliki susunan atom yang sedemikian rupa, sehingga elektronnya dapat bergerak bebas.

Semikonduktor

Bahan semi konduktor adalah bahan yang daya hantar listriknya antara konduktor dan isolator. Jahanan jenis bahan semi konduktor antara sekitar 10^{-3} Wm sampai dengan sekitar 10^{+3} Wm.

Atom-atom bahan semi konduktor membentuk kristal dengan struktur tetrahedral, dengan ikatan kovalen. Bahan semi konduktor yang banyak dipakai dalam elektronika adalah silikon (Si) dan Germanium (Ge). Pada 0⁰K Si mempunyai lebar pita terlarang (energy gap) 0,785 eV, sedang untuk Ge 1,21 eV.

Baik Si maupun Ge mempunyai elektron valensi 4. Ada 2 jenis bahan semikonduktor yaitu semikonduktor intrinsik (murni) dan semikonduktor ekstrinsik (tidak murni). Untuk semikonduktor ekstrinsik ada 2 tipe yaitu tipe P dan tipe N.

Semikonduktor

Semikonduktor Intrinsik-Murni = Silikon (Si) dan germanium (Ge) merupakan dua jenis semikonduktor yang sangat penting dalam elektronika. Keduanya terletak pada kolom empat dalam tabel periodik dan mempunyai elektron valensi empat. Struktur kristal silikon dan germanium berbentuk tetrahedral dengan setiap atom satu sama lain saling terikat bersama sebuah elektron valensi dengan atom-atom tetangganya.

Pada temperatur mendekati harga nol mutlak, elektron pada kulit terluar terikat dengan erat sehingga tidak terdapat elektron bebas atau silikon bersifat sebagai *insulator*. Produksi berpindahnya pasangan elektron dan lubang dalam semikonduktor akibat pemanasan dapat menyebabkan timbulnya penghantaran yang sebenarnya atau disebut dengan *konduksi intrinsik*.

Semikonduktor

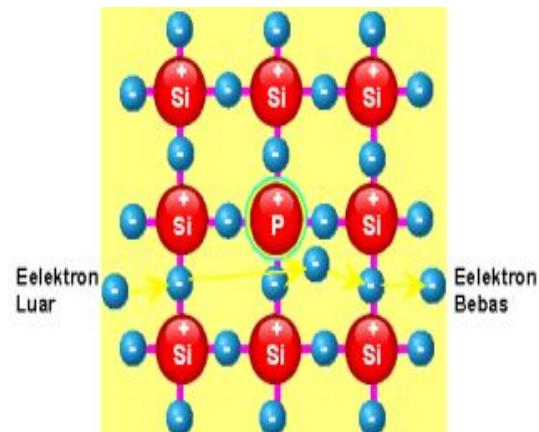
Semikonduktor Ekstrinsik-Tak Murni yaitu atom-atom dari kolom tiga atau lima dalam tabel periodik kimia contohnya Gallium arsenide (GaAs) yang digunakan sebagai bahan pengotor.

Ahli-ahli fisika terutama yang menguasai fisika quantum pada masa itu mencoba memberikan pengotor pada bahan semikonduktor ini. Pemberian pengotor dimaksudkan untuk mendapatkan elektron valensi bebas dalam jumlah lebih banyak dan permanen, yang diharapkan akan dapat menghantarkan listrik.

Semikonduktor

Semikonduktor Tipe-N

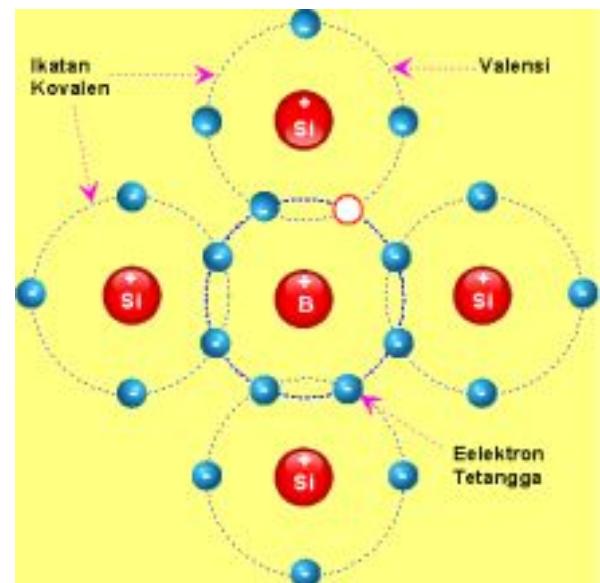
Bahan silikon diberi pengotor phosphorus atau arsenic yang pentavalen yaitu bahan kristal dengan inti atom memiliki 5 electron valensi. Dengan pengotor, Silikon yang tidak lagi murni ini (*impurity semiconductor*) akan memiliki kelebihan elektron. Kelebihan elektron membentuk semikonduktor tipe-N. Semikonduktor tipe-N disebut juga donor yang siap melepaskan elektron.



Semikonduktor

Semikonduktor Tipe-P

Kalau silikon diberi pengotor Boron, Gallium atau Indium, maka akan didapat semikonduktor tipe-P. Untuk mendapatkan silikon tipe-P, bahan pengotornya adalah bahan trivalen yaitu unsur atom dengan ion yang memiliki 3 elektron pada pita valensi. Karena ion silikon memiliki 4 elektron, dengan demikian ada ikatan kovalen yang lubang (*hole*). Lubang (*hole*) ini dapat dianalogikan sebagai akseptor yang siap menerima elektron. Dengan demikian, kekurangan elektron menyebabkan semikonduktor ini menjadi tipe-P.



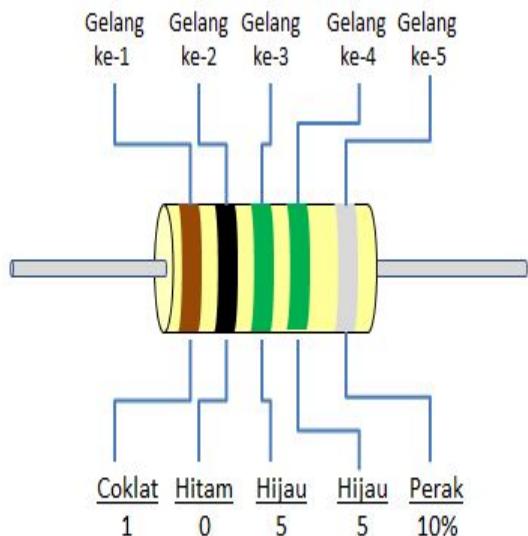
Resistor

Tabel Warna Resistor

Warna	Nilai	Toleransi
Hitam	0	
Coklat	1	1%
Merah	2	2%
Orange	3	
Kuning	4	
Hijau	5	
Biru	6	
Ungu	7	
Abu-abu	8	
Putih	9	
Emas		5%
Perak		10%
Tak Berwarna		20%

Contoh:

Resistor dengan 5 Gelang



$$= 105\ 00000 \text{ atau } 105 \times 10^5 = 10.500.000 \text{ Ohm} = 10,5 \text{ M}\Omega$$

Nol-nya 5

No	Color	Value
1	Coklat	1
2	Hitam	0
3	Hijau	5
4	Hijau	5
5	Perak	10%
Total		10500000
Ω		

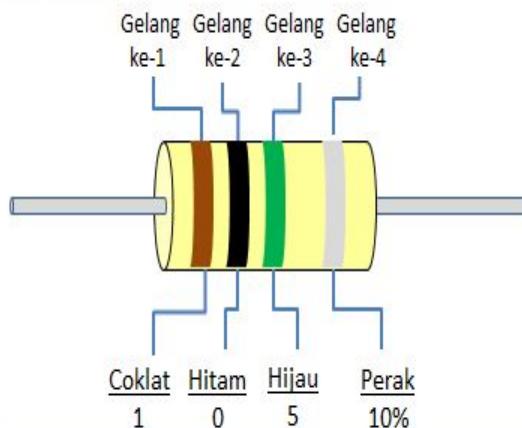
Resistor

Tabel Warna Resistor

Warna	Nilai	Toleransi
Hitam	0	
Coklat	1	1%
Merah	2	2%
Orange	3	
Kuning	4	
Hijau	5	
Biru	6	
Ungu	7	
Abu-abu	8	
Putih	9	
Emas		5%
Perak		10%
Tak Berwarna		20%

Contoh :

Resistor dengan 4 Gelang



$$= 10\ 000\ 000 \text{ atau } 10 \times 10^5 = 1.000.000 \text{ Ohm} = 1 \text{ M}\Omega$$

Nol-nya 5

No	Color	Value
1	Coklat	1
2	Hitam	0
3	Hijau	5
4	Perak	10%
	Total	1000000 Ω

Resistor Chip



No	Baris	Value
1	1	4
2	2	7
3	3	10^3
Total		47000 Ω

Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang berfungsi sebagai pengatur atau pembatas arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Sehingga dapat diatur distribusi arus listrik tersebut sesuai dengan kebutuhan.

Resistor bersifat resistif (menahan) dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm dengan symbol Ω (Omega). Di dalam rangkaian elektronika, resistor dilambangkan dengan huruf "R".

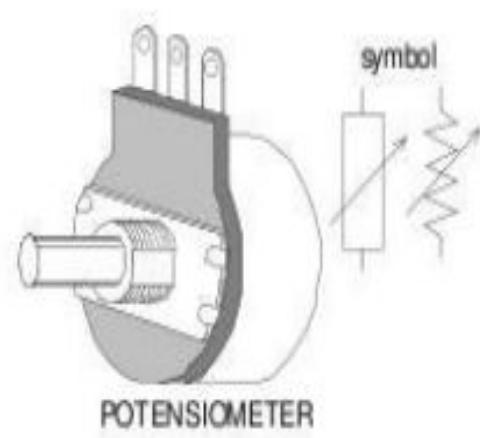
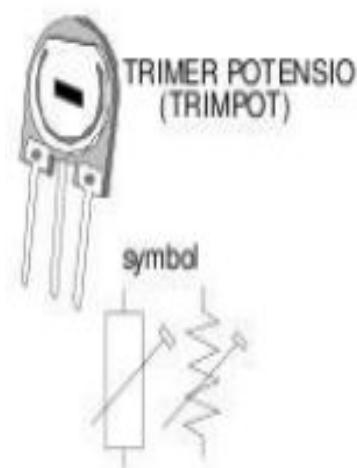
Resistor

Berdasarkan bahannya, ada beberapa jenis resistor yang ada di pasaran antara lain:

Resistor Carbon,
Wirewound,
dan
Metalfilm.

Ada juga Resistor yang dapat diubah-ubah nilai resistansinya antara lain:

Potensiometer, Rheostat
dan Trimmer (Trimpot).

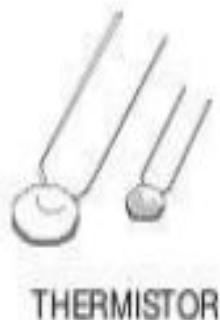


Resistor

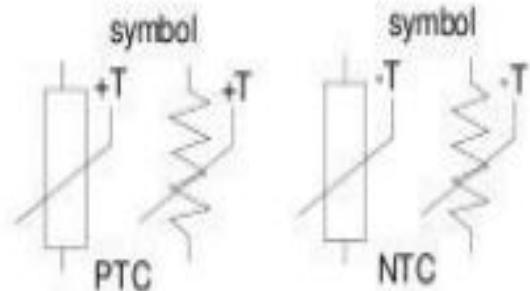
Selain itu ada juga Resistor yang nilai resistansinya berubah:

- bila terkena cahaya namanya LDR (Light Dependent Resistor);
- resistor yang nilai resistansinya akan bertambah besar bila terkena suhu panas yang namanya PTC (Positive Thermal Coefficient);
- resistor yang nilai resistansinya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas yang namanya NTC (Negative Thermal Coefficient)

THERMISTOR



THERMISTOR



Hukum Ohm

Orang pertama yang menyelidiki hubungan antara kuat arus listrik dengan beda potensial pada suatu penghantar adalah *George Simon Ohm*, ahli fisika dari Jerman. Beliau lahir tanggal 16 maret 1789. Ohm berhasil menemukan hubungan secara matematis antara kuat arus listrik dan beda potensial, yang kemudian dikenal sebagai Hukum Ohm

Hukum Ohm

“Kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu dengan syarat suhunya konstan/ tetap dan berbanding terbalik dengan hambatannya”

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

I = Arus Listrik (Ampere)

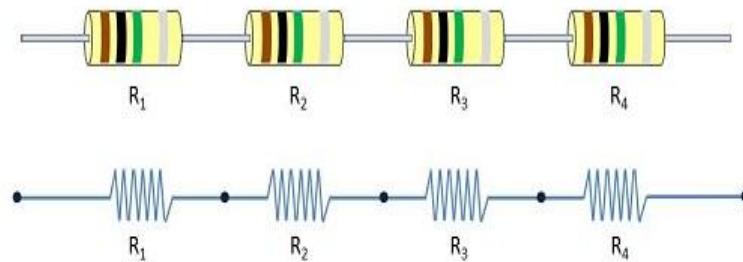
V = Tegangan Listrik (volt)

R = Hambatan Listrik (ohm)

Rangkaian Seri

Rangkaian seri berarti sambungan antara ujung komponen satu dengan pangkal komponen lain secara berurutan

Rangkaian Seri Resistor



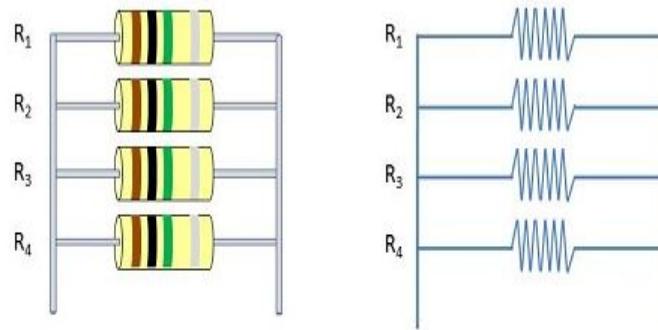
Rumus Rangkaian Seri Resistor

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel merupakan resistor yang dirangkai paralel berarti ujungnya dihubungkan menjadi satu dan pangkalnya

Rangkaian Paralel Resistor



Rumus Rangkaian Paralel Resistor

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Hukum Kirchhoff

Gustav Robert Kirchhoff lahir di Königsberg, Prusia, 12 Maret 1824 – meninggal di Berlin, Jerman, 17 Oktober 1887. Beliau adalah seorang fisikawan Jerman yang berkontribusi pada pemahaman konsep dasar teori rangkaian listrik, spektroskopi, dan emisi radiasi benda hitam yang dihasilkan oleh benda-benda yang dipanaskan.

Dia menciptakan istilah radiasi "benda hitam" pada tahun 1862. Terdapat 3 konsep fisika berbeda yang kemudian dinamai berdasarkan namanya, "hukum Kirchhoff", masing-masing dalam teori rangkaian listrik, termodinamika, dan spektroskopi.

Hukum Kirchhoff I

Hukum Kirchhoff I adalah “Jumlah kuat arus yang masuk dalam titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan”.

$$\sum_{masuk} = \sum_{keluar}$$

Hukum Kirchhoff II

Hukum Kirchhoff II adalah “Dalam rangkaian tertutup, Jumlah aljabbar Gaya Gerak Listrik (E) dan jumlah penurunan potensial sama dengan nol”.

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

E = GGL Sumber Listrik (volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

R = Hambatan Listrik (ohm)

Daya Listrik

Daya listrik merupakan kecepatan perubahan energi tiap satuan waktu. Sehingga dapat dirumuskan menjadi :

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

$$P = \frac{Q \cdot V}{t} = V \cdot I$$

P = Daya Listrik (Watt)

Q = Muatan Listrik (coulomb)

t = Waktu (second/ detik)

V = Tegangan Listrik (volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Daya Listrik

daya yang dihasilkan dapat diubah oleh suatu perangkat untuk nilai arus I yang melewatinya dan beda potensial V di antara ujung-ujung penghantar. Satuan daya listrik dalam SI adalah watt ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$). Daya atau laju perubahan energi pada hambatan R dapat dituliskan berdasarkan Hukum Ohm sebagai berikut:

$$P = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

P = Daya Listrik (Watt)

R = Hambatan Listrik (ohm)

V = Tegangan Listrik (volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Kapasitor

Kapasitor adalah Komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara. Kapasitor secara teori terdiri dari dua buah konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (disebut juga bahan elektrolit). Kedua konduktor itu diberi muatan sama besar tetapi berlawanan tanda (yang satu bermuatan + lainnya bermuatan -). kemampuan kapasitor menyimpan muatan dinyatakan besaran kapasitas (kapasitansi), yang umumnya diukur dalam satuan mikrofarad (μF) atau pikofarad (pF)



Kapasitor elektrolit



Kapasitor tantalum



Kapasitor Polister Film



Kapasitor Polipropylene



Kapasitor Kertas



Kapasitor Mica



Kapasitor Keramik

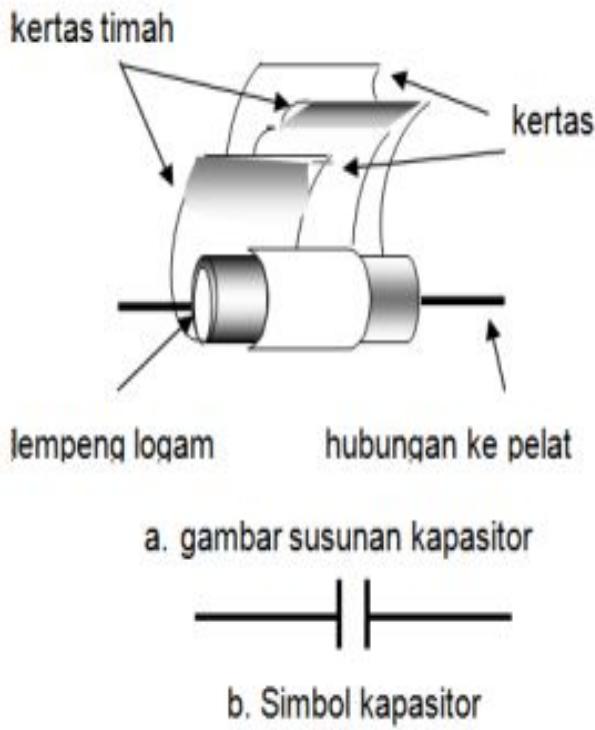


Kapasitor Epoxy



Kapasitor Variable

Kapasitor Kertas



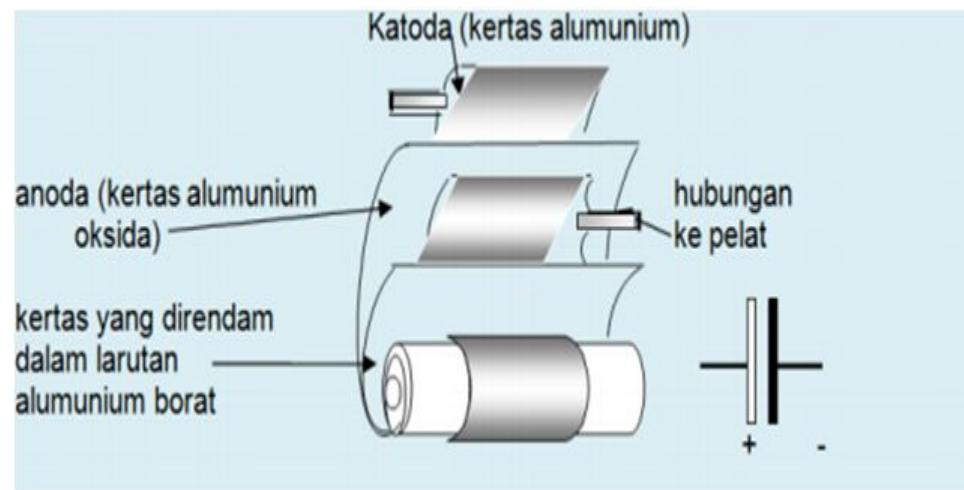
konstruksi kapasitor kertas terdiri dari dua lembar kertas timah panjang yang berfungsi sebagai pelat-pelat konduktor. Kertas timah ini digulung pada sebuah silinder yang diantaranya diberi penyekat kertas.

Jadi, kertas tersebut berfungsi sebagai bahan penyekat diantara kedua pelat. Jenis ini biasanya memiliki kapasitansi $0,1 \mu\text{F}$

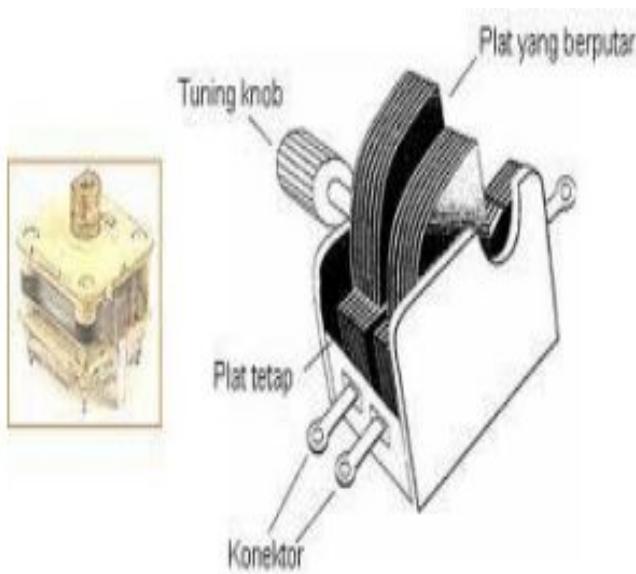
Kapasitor Elektrolit

Electrolytic Condenser (Elco) adalah kapasitor elektrolit yang terdiri dari dua lembar kertas alumunium yang berfungsi sebagai konduktor dan alumunium oksida yang diproses secara kimia sebagai bahan penyekat.

Satu pelat konduktor diberi tanda +, dan pelat ini harus diberi muatan positif. Bila diberi muatan negatif maka bahan penyekatnya akan rusak atau terbakar. Kapasitor jenis ini biasanya memiliki kapasitas paling tinggi sampai 100.000 pF



Kapasitor Variabel (Varco)



Kapasitor variabel digunakan untuk memilih frekuensi gelombang radio penerima. Kapasitor ini memiliki dua kumpulan pelat-pelat logam paralel (sebagai pelat konduktor) yang dipisahkan oleh udara (udara sebagai bahan penyekat). Kumpulan pelat satu tetap permanen, sedangkan kumpulan yang lainnya dapat diputar sehingga nilai kapasitasnya dapat berubah. Jenis ini nilai maksimum kapasitansinya sampai dengan $0,0005 \mu\text{F}$

Kapasitor Keramik

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif.

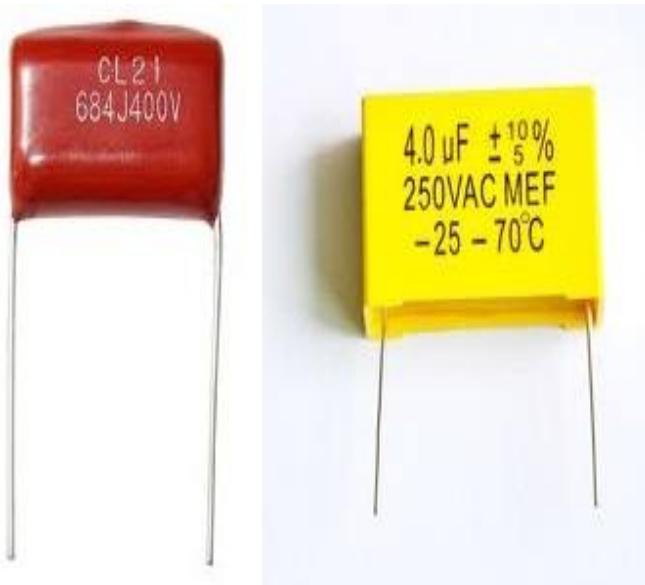
Mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan Kilo piko Farad (KpF). Dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.

Contoh misal pada badannya tertulis ± 101 , nilai kapasitasnya $= 10 \times 10^1 \text{ pF} = 100 \text{ pF} = 0,1 \text{ nF} = 0,0001 \mu\text{F}$.

Jika pada badannya tertulis ± 104 , nilai kapasitasnya $= 10 \times 10^4 \text{ pF} = 100000 \text{ pF} = 100 \text{ nF} = 0,1 \mu\text{F}$



Kapasitor Polyester



Kapasitor ini mempunyai nilai dengan perhitungan yang sama dengan kapasitor keramik.

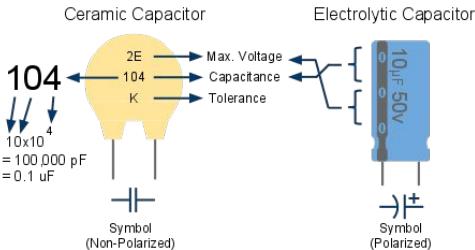
Contohnya: 684J400V berarti

= 68×10^4 pF dengan kemampuan tegangan kerja 400 volt

Nilai J artinya mempunyai toleransi 5%

Nilai Kapasitor Berdasarkan Kode Angka dan Huruf

Capacitors



Capacitance Conversion Values		
Microfarads (μF)	Nanofarads (nF)	Picofarads (pF)
0.000001 μF	0.001 nF	1 pF
0.00001 μF	0.01 nF	10 pF
0.0001 μF	0.1 nF	100 pF
0.001 μF	1 nF	1,000 pF
0.01 μF	10 nF	10,000 pF
0.1 μF	100 nF	100,000 pF
1 μF	1,000 nF	1,000,000 pF
10 μF	10,000 nF	10,000,000 pF
100 μF	100,000 nF	100,000,000 pF

Max. Operating Voltage	
Code	Max. Voltage
1H	50V
2A	100V
2T	150V
2D	200V
2E	250V
2G	400V
2J	630V

Tolerance	
Code	Percentage
B	$\pm 0.1 \text{ pF}$
C	$\pm 0.25 \text{ pF}$
D	$\pm 0.5 \text{ pF}$
F	$\pm 1\%$
G	$\pm 2\%$
H	$\pm 3\%$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$
Z	+80%, -20%

Angka ke-1	Angka ke-2	Angka ke-3	Toleransi (%)
-	0	1	
1	1	10^1	
2	2	10^2	
3	3	10^3	
4	4	10^4	
5	5	10^5	
6	6	10^6	
7	7	10^7	
8	8	10^8	
9	9	10^9	

F = 1
G = 2
H = 3
I = 4
J = 5
K = 10
M = 20

Nilai Kapasitor Berdasarkan Warna

FIRST DIGIT (pF) First Colour		SECOND DIGIT (pF) Second Colour		MULTIPLIER Third Colour		TOLERANCE Fourth Colour		Tegangan Kerja
BLACK	0		0		x 1		20 percent	
BROWN	1		1		x 10			
RED	2		2		x 100			250 V
ORANGE	3		3		x 1000			
YELLOW	4		4		x 10,000			400 V
GREEN	5		5		x 100,000		5 percent	
BLUE	6		6		x 1,000,000			650 V
VIOLET	7		7		x 10,000,000			
GREY	8		8		x 100,000,000			
WHITE	9		9		x 1,000,000,000		10 percent	



Temperatur Kerja Kapasitor

Koefisien Suhu		Faktor Pengali Koefisien Suhu		Toleransi Koefisien Suhu	
Simbol	PPM per C°	Simbol	Pengali	Simbol	PPM per C°
C	0.0	0	-1	G	± 30
B	0.3	1	-10	H	± 60
A	0.9	2	-100	J	± 120
M	1.0	3	-1000	K	± 250
P	1.5	4	-10000	L	± 500

*PPM = Part per Million

Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III

suhu kerja minimum		suhu kerja maksimum		Toleransi Kapasitansi	
Simbol	C°	Simbol	C°	Simbol	Per센
Z	+10	2	+45	A	$\pm 1.0\%$
Y	-30	4	+65	B	$\pm 1.5\%$
X	-55	5	+85	C	$\pm 2.2\%$
		6	+105	D	$\pm 3.3\%$
		7	+125	E	$\pm 4.7\%$
		8	+150	F	$\pm 7.5\%$
		9	+200	P	$\pm 10.0\%$
				R	$\pm 15.0\%$
				S	$\pm 22.0\%$
				T	+ 22% / -33%
				U	+ 22% / -56%
				V	+ 22% / -82%

Kapasitor yang Sering digunakan

Tabel Nilai Standar Kapasitor Tetap

pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF	pF
1.0	10	100	1000	0.01	0.1	1.0	10	100	1000	10,000	
1.1	11	110	1100								
1.2	12	120	1200								
1.3	13	130	1300								
1.5	15	150	1500	0.015	0.15	1.5	15	150	1500		
1.6	16	160	1600								
1.8	18	180	1800								
2.0	20	200	2000								
2.2	22	220	2200	0.022	0.22	2.2	22	220	2200		
2.4	24	240	2400								
2.7	27	270	2700								
3.0	30	300	3000								
3.3	33	330	3300	0.033	0.33	3.3	33	330	3300		
3.6	36	360	3600								
3.9	39	390	3900								
4.3	43	430	4300								
4.7	47	470	4700	0.047	0.47	4.7	47	470	4700		
5.1	51	510	5100								
5.6	56	560	5600								
6.2	62	620	6200								
6.8	68	680	6800	0.068	0.68	6.8	68	680	6800		
7.5	75	750	7500								
8.2	82	820	8200								
9.1	91	910	9100								

Mengukur Kapasitor

Capacitance Meter adalah alat ukur yang khusus hanya mengukur nilai Kapasitansi sebuah kapasitor.

LCR Meter adalah alat ukur yang dapat mengukur nilai L (Induktansi / Inductance, yaitu untuk mengukur Induktor atau Coil), C (Kapasitansi / Capacitance, yaitu untuk mengukur Kapasitor atau Kondensator) dan R (Resistansi / Resistance, yaitu untuk mengukur Hambatan atau Resistor).

Sedangkan Multimeter adalah alat ukur gabungan yang dapat mengukur Arus, Tegangan, Hambatan (Resistansi) dan juga menguji beberapa macam Komponen Elektronika seperti Dioda, Kapasitor, Transistor dan Resistor.

Mengukur Kapasitor



Capacitance Meter



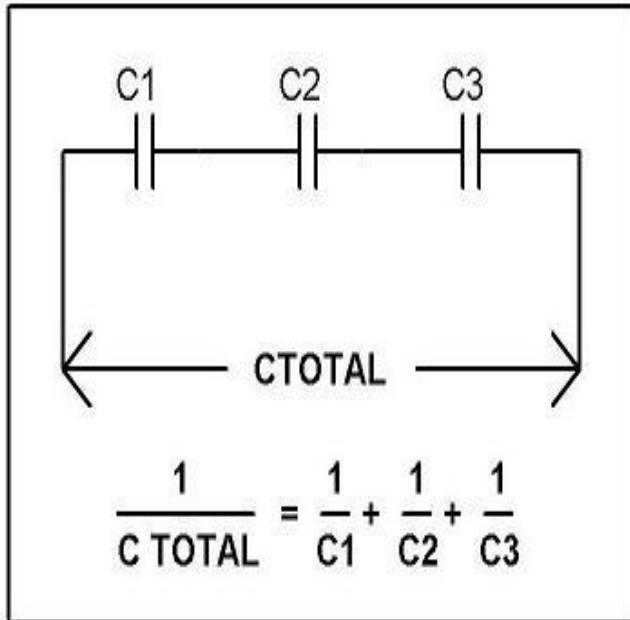
LCR Meter



Multimeter

teknikelektronika.com

Susunan Seri Kapasitor



Contohnya:

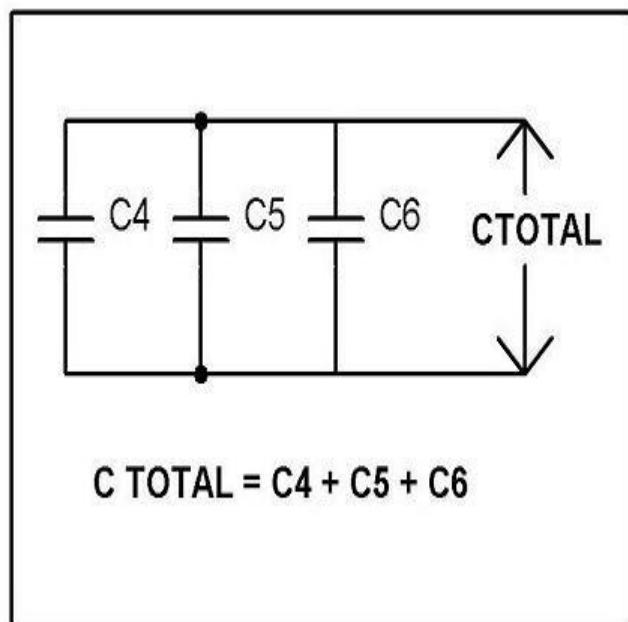
Terdapat kapasitor tersusun secara seri $C_1 = 6 \mu\text{F}$ dan $C_2 = 3 \mu\text{F}$ $C_3 = 6 \mu\text{F}$. Untuk menghitung kapasitas penggantinya adalah sbb:

Kapasitas pengganti =

$$\begin{aligned}\frac{1}{C_{TOTAL}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \\ &= \frac{1+2+1}{6} \\ &= \frac{4}{6} \\ C_{TOTAL} &= \frac{6}{4} = 1,2 \mu\text{F}\end{aligned}$$

Susunan Paralel Kapasitor

Contohnya:



Terdapat kapasitor tersusun secara paralel $C_1 = 6 \mu F$ dan $C_2 = 3 \mu F$ $C_3 = 6 \mu F$. Untuk menghitung kapasitas penggantinya adalah sbb:

Kapasitas pengganti =
 $C_1+C_2+C_3 = 6+3+6 = 15 \mu F$

Kapasitor

$$C = \frac{Q}{V}$$

Kapasitor memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan listrik yang dapat dinyatakan oleh besaran kapasitas atau kapasitansi. Kapasitas (lambang C) didefinisikan sebagai perbandingan antara muatan Q yang tersimpan dalam kapasitor dan beda potensial V antara kedua konduktornya.

C = Kapasitas (Farad)

Q = Muatan Listrik (Coulomb)

V = Tegangan Listrik (volt)

1 Farad = 1 coulomb/volt

Energi Potensial Kapasitor

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} Q \cdot V = \frac{1}{2} C \cdot V^2$$

Sebuah kapasitor yang bermuatan biasanya memiliki energi potensial yang tersimpan didalamnya. Jika salah satu muatannya dibebaskan mulai dari keadaan diam dari satu keping ke keping lainnya, maka energy potensialnya semakin besar selama muatan itu berpindah.

W = Energi Potensial (Joule)

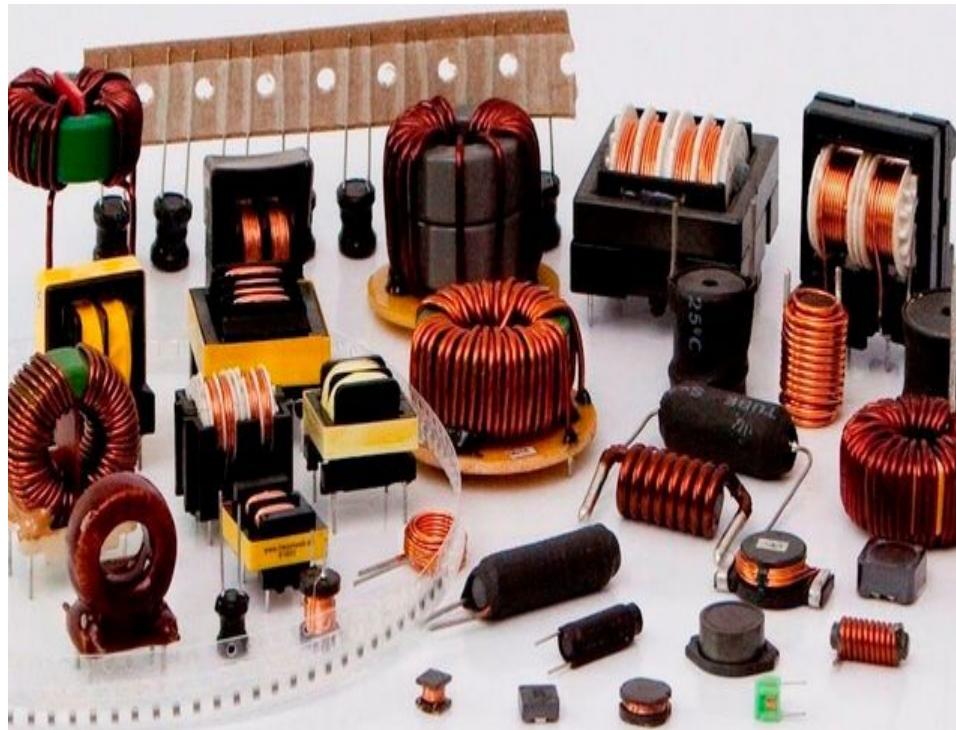
C = Kapasitas (Farad)

Q = Muatan Listrik (Coulomb)

V = Tegangan Listrik (volt)

Induktor

Induktor istilah lainnya adalah Coil, kumparan atau lilitan. Induktor merupakan komponen pasif yang digunakan dalam rangkaian elektronik. Komponen ini banyak ditemukan pada rangkaian radio, televisi, dan osilator. Umumnya induktor dibuat dari lilitan kawat tembaga yang digulung.



Induktor

Karakteristik dasar induktor adalah induktansi, dan diukur dalam satuan H (Henry) = 1000mH (mili Henry). Kapasitas induktor diberi lambang (L), sedangkan reaktansi induktifnya (induktansi) diberi lambang XL.

$$X_L = 2\pi f L$$

X_L = Reaktansi induktif (Ω)

π = 3,14 atau $\frac{22}{7}$

f = Frekuensi (Hz)

L = Kapasitas induktor (Henry)

Induktor

Contoh:

Diketahui f= 500 KHz dan L= 0,5 mH, maka berapa nilai induktansinya ?

$$X_L = 2\pi fL$$

$$= 2 \times 3,14 \times 500000 \times 0,0005$$

$$= 1570 \Omega$$

Induktor

Pada induktor jika digunakan sebagai beban sumber tegangan AC, terdapat unsur resistansi (R) dan induktif (X_L). Akan tetapi jika digunakan sebagai beban sumber tegangan DC, maka hanya terdapat unsur resistansi (R) saja.

Kombinasi resistansi dengan reaktansi induktif disebut Impedansi (Z)

Dalam tegangan AC berlaku rumus:

$$Z = \frac{V}{I}$$
$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$
$$X_L^2 = Z^2 - R^2$$
$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

- | | |
|-------|-----------------------------------|
| Z | = Impedansi (Ω) |
| R | = Tahanan (Ω) |
| V | = Tegangan AC (Volt) |
| X_L | = Reaktansi induktif (Ω) |
| I | = Arus (Ampere) |

Induktor

Induktor yang ideal terdiri dari kawat yang dililit, tanpa adanya nilai resistansi. Sifat-sifat elektrik dari sebuah induktor ditentukan oleh panjangnya induktor, diameter induktor, jumlah lilitan dan bahan yang mengelilinginya. Induktor dapat disamakan dengan kondensator, karena induktor dapat dipakai sebagai penampung energi listrik.

Di dalam induktor disimpan energi, bila ada arus yang mengalir melalui induktor itu, energi tersebut disimpan dalam bentuk medan magnet. Bila arusnya bertambah, banyaknya energi yang disimpan meningkat pula. Bila arusnya berkurang, maka induktor itu mengeluarkan energi.



Induktor

Rumus untuk menentukan induksi sendiri dari sebuah induktor gulungan tunggal:

$$L = 4 \times (\pi r \times \left(2 \times \frac{r}{d} + 0,33\right) \times 10^{-9}) \times n$$

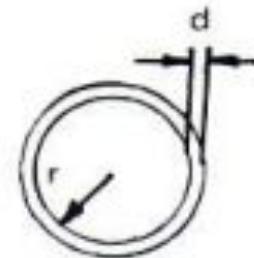
L = kapasitas induktor (Henry)

r = Jari-jari lilitan (cm)

d = Diameter tebal kawat (cm)

n = Jumlah lilitan

(= Nilai perbandingan



Induktor

Induktor dengan gulungan berlapis nilai induksi diri dapat dicari dengan rumus:

$$L = n^2 \times d \times (\times 10^{-9})$$

L = kapasitas induktor (Henry)

d = Diameter tebal kawat (cm)

n = Jumlah lilitan

(= Nilai perbandingan



Induktor

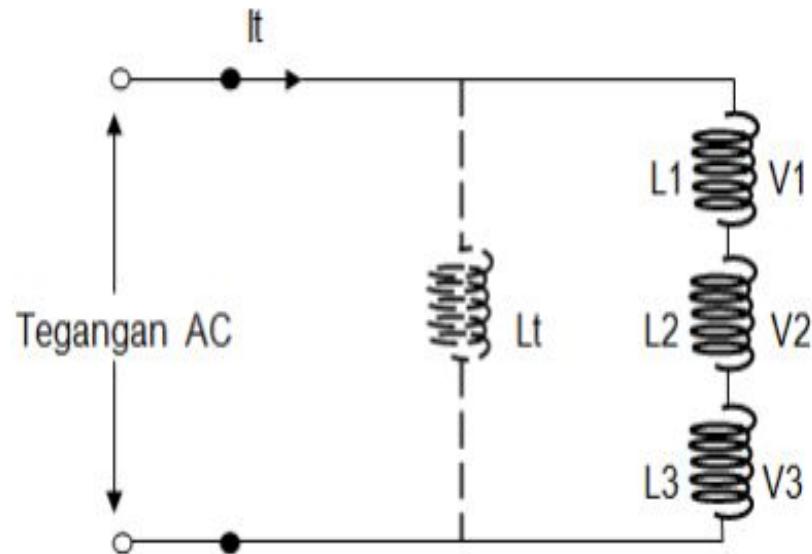
(= Nilai perbandingan

$$(= 20 \times \frac{1 - \{2xh/(d+h)\}}{1 + \{2xl/(d+h)\}}$$

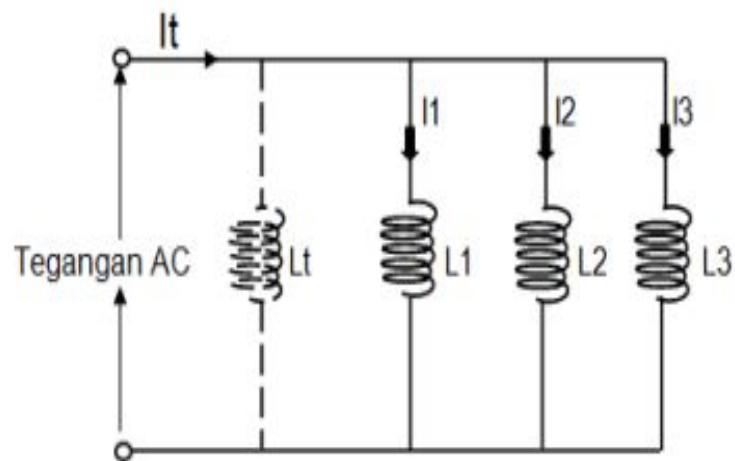
h = Tinggi / tebal lapisan (cm)

Rangkaian Seri Induktor

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$



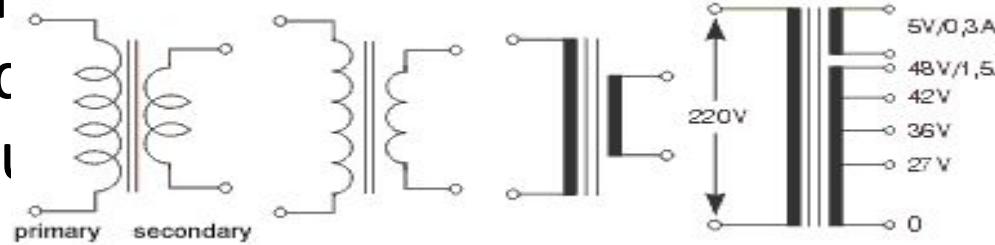
Rangkaian Paralel Induktor



$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

Transformator

Transformator (trafo) adalah alat listrik atau elektronika yang berfungsi memindahkan tenaga (daya) listrik dari input ke output atau dari sisi primer ke sisi sekunder. Gulungan primer adalah suatu gulungan yang menerima listrik dari luar dan gulungan sekunder adalah suatu gulungan yang harus mengeluarkan tenaga listrik yang aliran dan tegangannya atau dayanya telah diubah nilainya. Pemindahan ini disertai dengan perubahan arah aliran sekunder maupun t



Transformator

Ada dua jenis trafo yaitu trafo penaik tegangan (*step up transformer*) dan trafo penurun tegangan (*step down transformer*).

Jika tegangan primer lebih kecil dari tegangan sekunder, maka dinamakan *trafo step up*. Tetapi jika tegangan primer lebih besar dari tegangan sekunder, maka dinamakan *trafo step down*.



Transformator

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_p}{I_s}$$

V_p = Tegangan primer (volt)

V_s = Tegangan sekunder (volt)

N_p = Jumlah lilitan primer (lilitan)

N_s = Jumlah lilitan sekunder (lilitan)

I_s = Arus Primer (Ampere)

I_p = Arus Sekunder (Ampere)

Transformator

$$P_p = P_s \text{ atau } V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s$$

P_p = Daya primer (Watt)

P_s = Daya sekunder (Watt)

V_p = Tegangan primer (Volt)

V_s = Tegangan sekunder (Volt)

I_p = Arus primer (Ampere)

I_s = Arus sekunder (Ampere)

Transformator

Pada umumnya jumlah lilitan primer tidak sama dengan jumlah lilitan sekunder. Untuk trafo step up jumlah lilitan primer lebih sedikit dari jumlah lilitan sekunder, sebaliknya untuk trafo step down jumlah lilitan primer lebih banyak dari jumlah lilitan sekunder.

Banyaknya lilitan primer dan banyaknya lilitan sekunder menunjukkan besarnya tegangan primer dan besarnya tegangan sekunder. Semakin besar tegangannya semakin banyak pula lilitannya. Jadi banyaknya lilitan berbanding lurus dengan besarnya tegangan di masing-masing sisi.

Transformator

Jika lilitan sekunder = N_s dan lilitan primer = N_p , maka perbandingan jumlah lilitan primer dan lilitan sekunder disebut perbandingan transformasi dan dinyatakan dengan

$$T = N_p/N_s.$$

Pada transformator berlaku persamaan:

$$U_p/U_s = N_p/N_s \text{ atau } T = U_p/U_s$$

Dioda

Diода semikonduktor dibentuk dengan cara menyambungkan semikonduktor tipe p dan tipe n.

Pada saat terjadinya sambungan (junction) p dan n, hole-hole pada bahan p dan elektron-elektron pada bahan n disekitar sambungan cenderung untuk berkombinasi.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Dioda Penyearah		
Dioda Zener		
LED (Light Emitting Diode)		
Dioda Foto (Photo Diode)		
SCR (Silicon Control Rectifier)		
Dioda Laser (Laser Diode)		

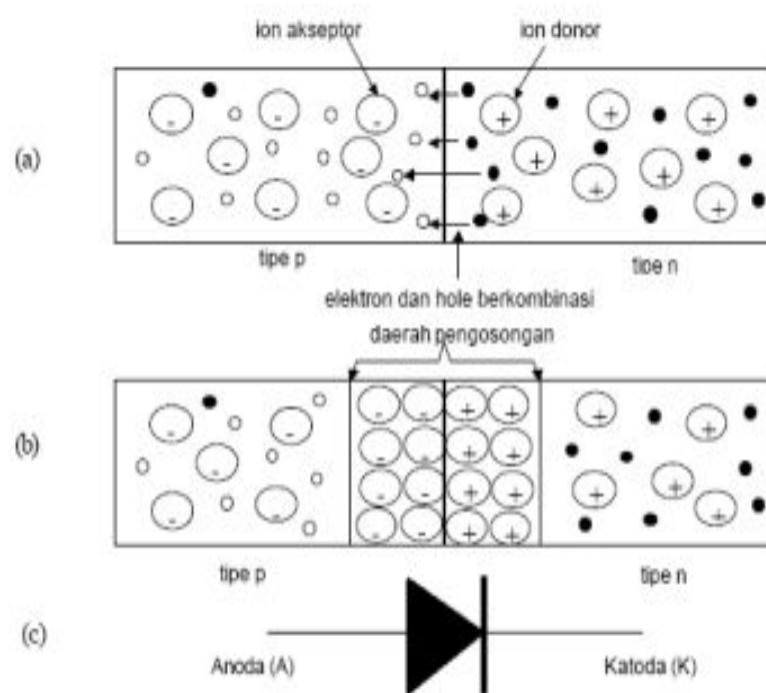
Dioda

Hole dan elektron yang berkombinasi ini saling meniadakan, sehingga pada daerah sekitar sambungan ini kosong dari pembawa muatan dan terbentuk daerah pengosongan (depletion region).

Oleh karena itu pada sisi p tinggal ion-ion akseptor yang bermuatan negatif dan pada sisi n tinggal ion-ion donor yang bermuatan positif. Namun proses ini tidak berlangsung terus, karena potensial dari ion-ion positif dan negatif ini akan menghalanginya.

Tegangan atau potensial ekivalen pada daerah pengosongan ini disebut dengan tegangan penghalang (barrier potential). Besarnya tegangan penghalang ini adalah 0.2 untuk germanium dan 0.6 untuk silikon

Dioda



(a) Pembentukan Sambungan; (b) Daerah Pengosongan; (c) Simbol Dioda

Dioda

Junction dioda atau dioda semikonduktor pada hakikatnya adalah PN-Junction yang mana sifatnya yang tidak simetri.

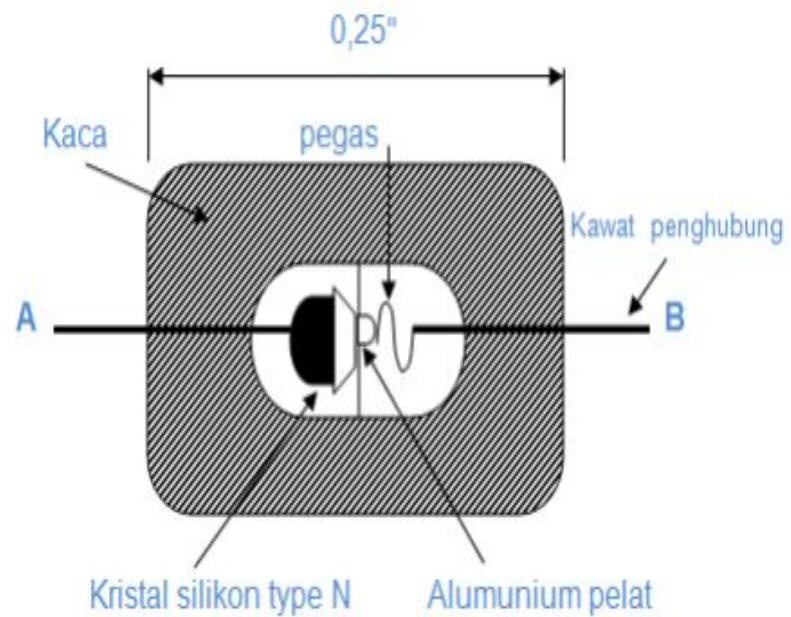
Maksudnya arus yang mengalir melewati dioda pada arah tertentu jauh lebih kecil dari pada arus yang mengalir pada arah yang berlawanan. Oleh karena sifatnya ini maka dalam pemakaian banyak digunakan sebagai perata arus.

Dioda

Ujung A pada gambar konstruksi dioda berhubungan dengan daerah P dan ujung B berhubungan dengan daerah N dari dioda tersebut.

Karena elektron mengalir dari daerah N menuju daerah P.

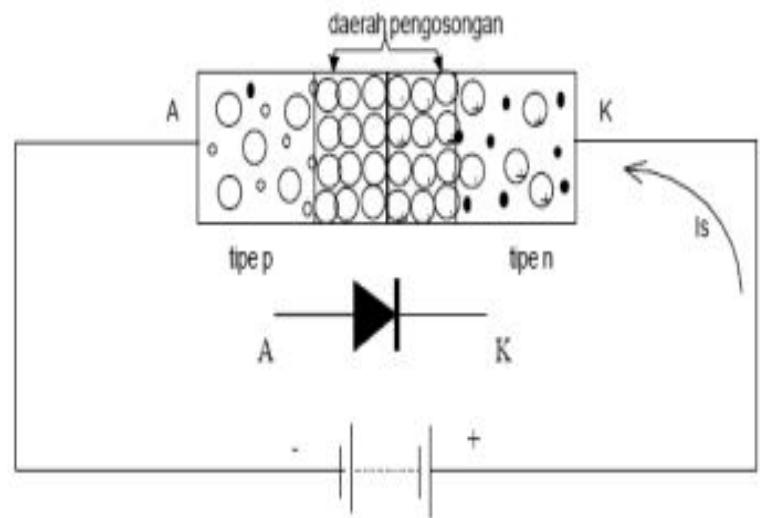
Daerah N (ujung B) disebut Katoda dan daerah P (ujung A) disebut Anoda.



Bias Mundur (*Reverse Bias*)

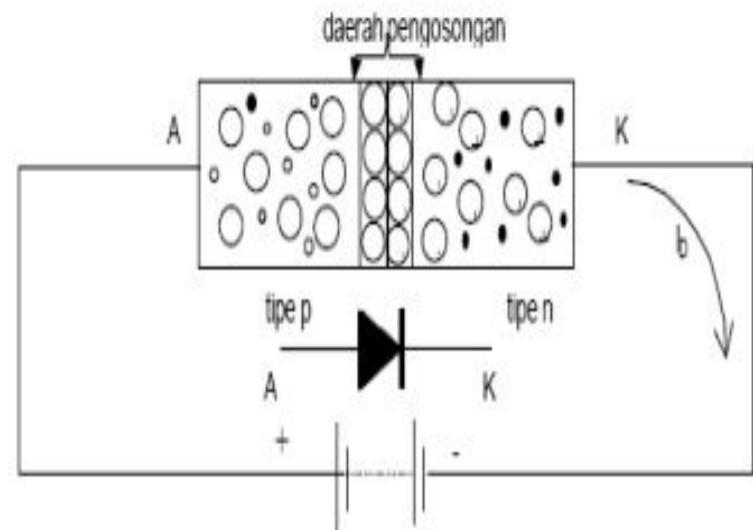
Bias mundur adalah pemberian tegangan negatif baterai ke terminal anoda (A) dan tegangan positif ke terminal katoda (K) dari suatu dioda. Dengan kata lain, tegangan anoda-katoda V_{A-K} adalah negatif ($V_{A-K} < 0$).

Karena pada ujung anoda (A) yang berupa bahan tipe p diberi tegangan negatif, maka hole-hole (pembawa mayoritas) akan tertarik ke kutub negatif baterai menjauhi persambungan. Demikian juga karena pada ujung katoda (K) yang berupa bahan tipe n diberi tegangan positif, maka elektron-elektron (pembawa mayoritas) akan tertarik ke kutub positif baterai menjauhi persambungan.

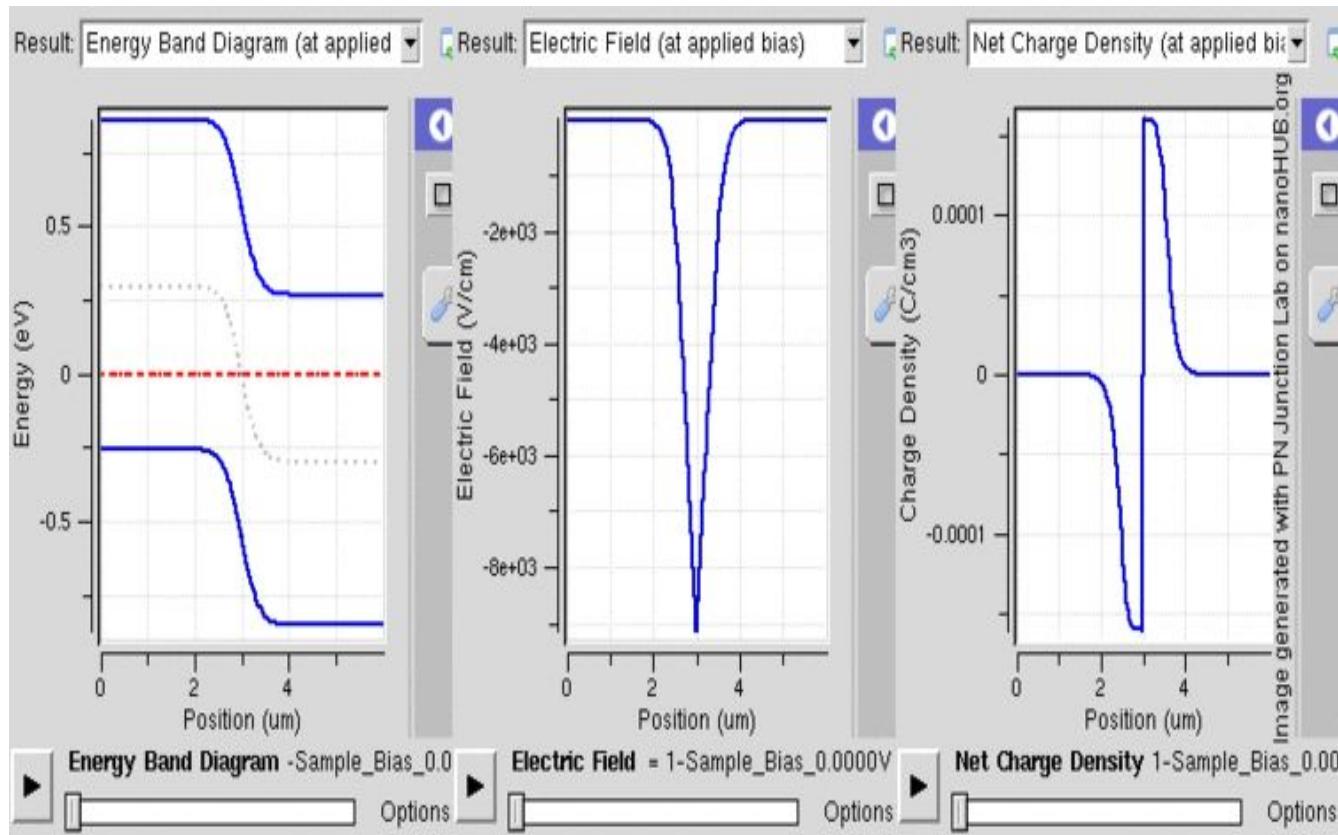


Bias Maju (*Forward Bias*)

Apabila tegangan positif baterai dihubungkan ke terminal Anoda (A) dan negatifnya ke terminal katoda (K), maka dioda disebut mendapatkan bias maju (forward bias). Dengan demikian V_{A-K} adalah positif atau $V_{A-K} > 0$. Dengan pemberian polaritas tegangan V_{A-K} positif, maka pembawa mayoritas dari bahan tipe p (hole) akan tertarik oleh kutub negatif baterai melewati persambungan dan berkombinasi dengan elektron (pembawa mayoritas bahan tipe n). Demikian juga elektronnya akan tertarik oleh kutub positif baterai untuk melewati persambungan



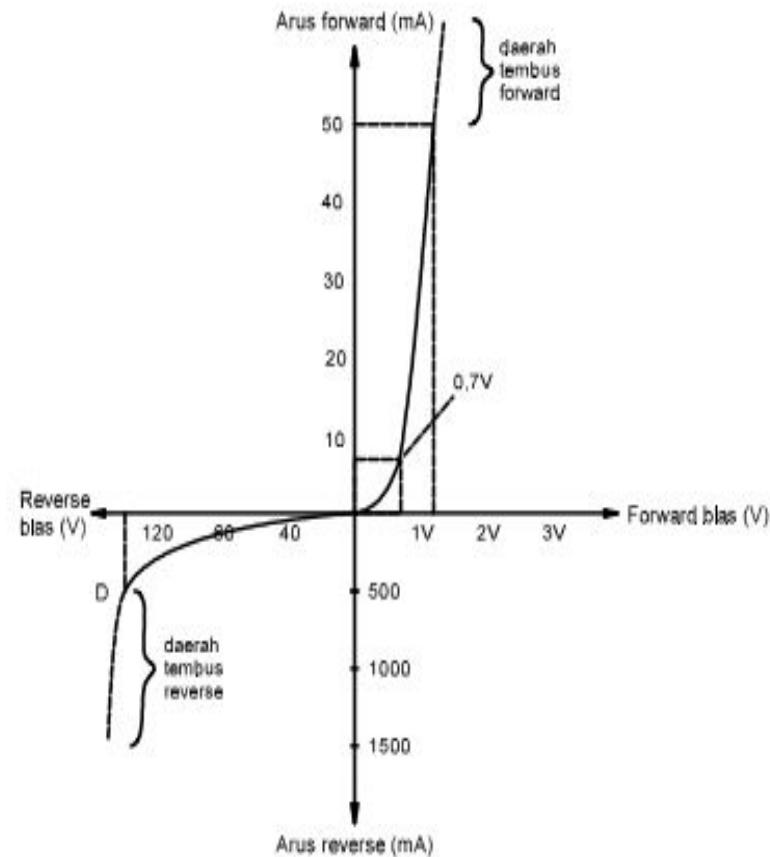
Bias Maju (*Forward Bias*)



Sumber:
Wikipedia

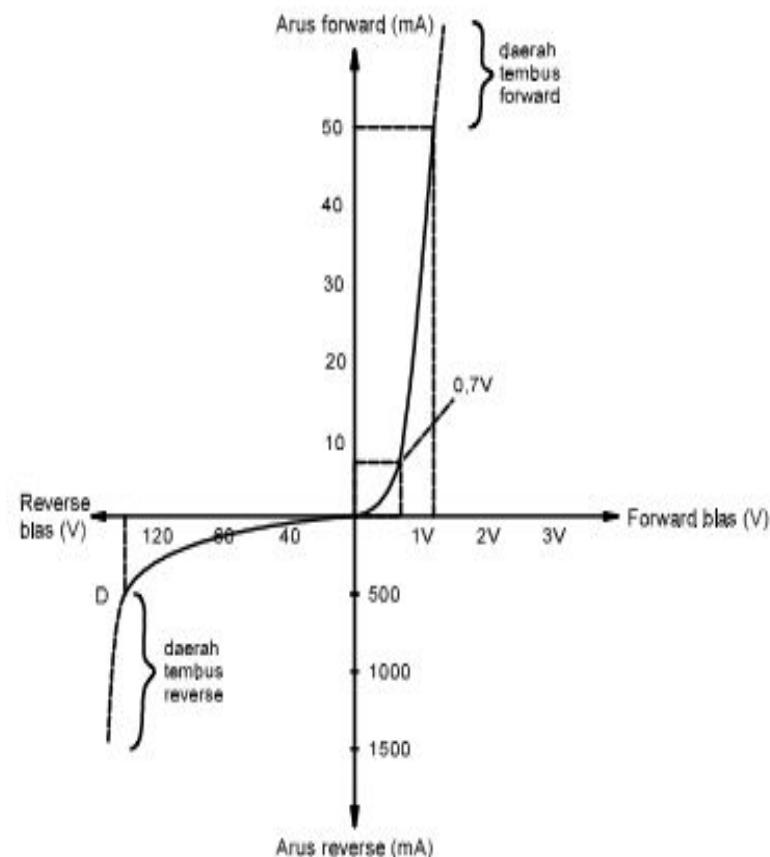
Kurva Karakteristik Dioda

Hubungan antara besarnya arus yang mengalir melalui dioda dengan tegangan VA-K dapat dilihat kurva sebelah kanan atas. Ada dua macam kurva, yakni dioda germanium (Ge) dan dioda silikon (Si). Pada saat dioda diberi bias maju, yakni bila VA-K positif, maka arus I_D akan naik dengan cepat setelah VA-K mencapai tegangan cut-in (V). (0.2 Volt untuk dioda germanium dan 0.6 Volt untuk dioda silicon)



Kurva Karakteristik Dioda

Bagian kiri bawah dari grafik di samping merupakan kurva karakteristik dioda saat mendapatkan bias mundur. Disini juga terdapat dua kurva, yaitu untuk dioda germanium dan silikon. Besarnya arus jenuh mundur (reverse saturation current) I_s untuk dioda germanium adalah dalam orde mikro amper dalam contoh ini adalah $1 \mu\text{A}$. Sedangkan untuk dioda silikon I_s adalah dalam orde nano ampere dalam hal ini adalah 10 nA



Arus Dioda

Hubungan arus dioda (ID) dengan tegangan dioda (VD) dapat dinyatakan dalam persamaan matematis yang dikembangkan oleh W.Shockley.

$$ID = Is \left[e \left(\frac{VD}{n} \cdot VT \right) - 1 \right]$$

ID = Arus Dioda (Ampere)

Is = Arus Jenuh Mundur (Ampere)

e = Bilangan Natural, 2.71828....

VD = Beda Tegangan Listrik Pada Dioda (volt)

n = Konstanta, yaitu 1 untuk Ge dan 2 untuk Si

VT = Tegangan Ekivalen Temperatur (volt)

Arus Dioda

Harga I_s suatu dioda dipengaruhi oleh temperatur, tingkat doping dan geometri dioda. Dan konstanta n tergantung pada sifa konstruksi dan parameter fisik dioda. Sedangkan harga VT ditentukan dengan persamaan:

$$VT = \frac{k \cdot T}{Q}$$

k = konstanta Boltzmann, $1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ (Joule per derajat kelvin)

T = temperatur mutlak (kelvin)

e = muatan sebuah elektron, $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Pada temperatur ruang, 25°C atau $273 + 25 = 298^\circ\text{K}$, dapat dihitung besarnya VT yaitu:

$$\begin{aligned} VT &= \frac{1.381 \times 10^{-23} \cdot 298}{1.602 \times 10^{-19}} \\ &= 0.02569 \text{ J/C} \\ &= 26 \text{ mV} \end{aligned}$$

Penggunaan Dioda

- Penyearah Setengah Gelombang

Dioda semikonduktor banyak digunakan sebagai penyearah. Penyearah yang paling sederhana adalah penyearah setengah gelombang, yaitu yang terdiri dari sebuah dioda

- Penyearah Gelombang Penuh Dengan Trafo CT

Rangkaian penyearah gelombang penuh ada dua macam, Yaitu dengan menggunakan trafo CT (center-tap = tap tengah) dan dengan sistem jembatan. Biasanya memakai dua dioda

- Penyearah gelombang Penuh Sistem Jembatan

Penyearah gelombang penuh dengan sistem jembatan ini bisa menggunakan sembarang trafo baik yang CT maupun yang biasa, atau bahkan bisa juga tanpa menggunakan trafo

Penggunaan Dioda

- Dioda Semikonduktor Sebagai Pemotong (clipper)

Rangkaian clipper (pemotong) digunakan untuk memotong atau menghilangkan sebagian sinyal masukan yang berada di bawah atau di atas level tertentu. Contoh sederhana dari rangkaian clipper adalah penyearah setengah gelombang

- Dioda Semikonduktor Sebagai Penggeser (clamper)

Rangkaian Clamper (penggeser) digunakan untuk menggeser suatu sinyal ke level dc yang lain. Rangkain Clamper paling tidak harus mempunyai sebuah kapasitor, dioda, dan resistor, disamping itu bisa pula ditambahkan sebuah baterai

Dioda Zener

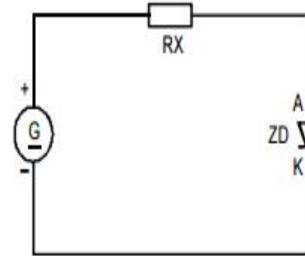
Bahan dasar pembuatan komponen dioda zener adalah silikon yang mempunyai sifat lebih tahan panas, oleh karena itu sering digunakan untuk komponen-komponen elektronika yang berdaya tinggi. Elektron-elektron yang terletak pada orbit paling luar (lintasan valensi) sangat kuat terikat dengan intinya (proton) sehingga sama sekali tidak mungkin elektron-elektron tersebut melepaskan diri dari intinya.

Dioda zener berbeda dengan dioda penyearah, dioda zener dirancang untuk beroperasi dengan tegangan muka terbalik (reverse bias) pada tegangan tembusnya,biasa disebut “break-down diode”.

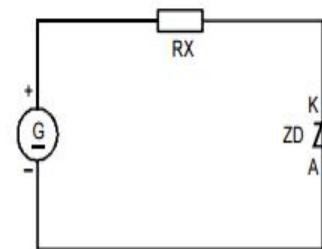
Dioda Zener

Dioda zener dalam kondisi forward bias kaki katoda diberi tegangan lebih negatif terhadap anoda atau anoda diberi tegangan lebih positif terhadap katoda seperti gambar.

Dioda zener dalam kondisi Reverse bias kaki katoda selalu diberi tegangan yang lebih positif terhadap anoda

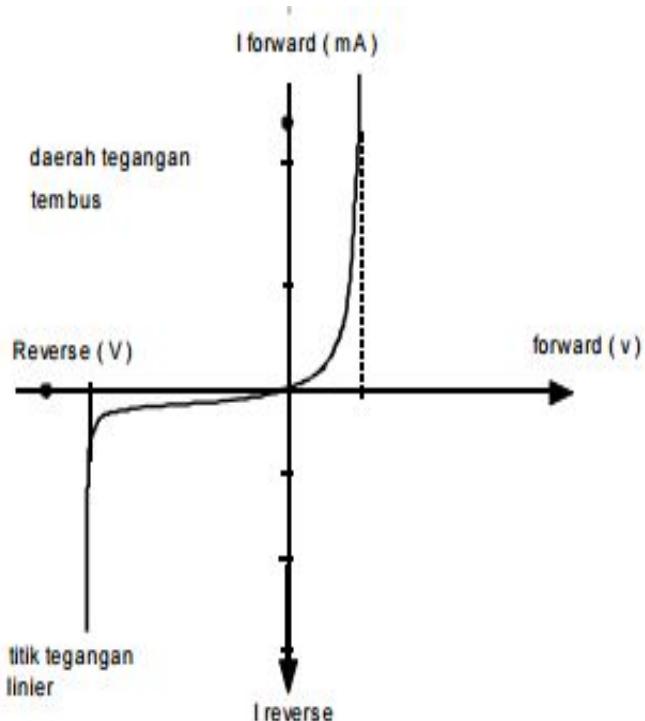


Gambar dioda zener dalam arah forward



Gambar Dioda zener dalam arah reverse

karakteristik dioda zener



kurva karakteristik dioda zener
dalam kondisi forward bias
dan reverse bias

Gambar Grafik Karakteristik Dioda Zener

Diode Rectifier (Dioda Penyearah)

Dioda jenis ini merupakan dioda penyearah arus atau tegangan yang diberikan, contohnya seperti arus berlawanan (AC) disearahkan sehingga menghasilkan arus searah (DC). Dioda jenis ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitas tegangan yang dimiliki.

Light Emitting Diode



LED adalah semacam dioda pertemuan (junction dioda) yang dapat mengeluarkan cahaya apabila diberikan tegangan forward. Bahan dasar yang dipakai adalah gallium arsenide (Ga As) atau gallium arsenide phosphide (Ga As P) atau gallium phosphide (Ga P), sehingga didapatkan material P - N. LED adalah salah satu komponen Fotoelectronic yang banyak digunakan. Yang dimaksud Fotoelectronic ialah teknologi hasil penggabungan antara optik dan elektronika

Dioda Foto (Photo Diode)

fungsi dari Dioda Foto atau Photo Diode adalah Dioda yang peka dengan cahaya sehingga sering digunakan sebagai Sensor.

Dioda cahaya ini bekerja pada daerah reverse, jadi hanya arus bocor saja yang melewatinya. Dalam keadaan gelap, arus yang mengalir sekitar 10 A untuk dioda cahaya dengan bahan dasar germanium dan 1A untuk bahan silikon. Kuat cahaya dan temperatur keliling dapat menaikkan arus bocor tersebut karena dapat mengubah nilai resistansinya dimana semakin kuat cahaya yang menyinari semakin kecil nilai resistansi dioda cahaya tersebut.

Penggunaan dioda cahaya diantaranya adalah sebagai sensor dalam pembacaan pita data berlubang (Punch Tape), dimana pita berlubang tersebut terletak diantara sumber cahaya dan dioda cahaya. Jika setiap lubang pita itu melewati antara tadi, maka cahaya yang memasuki lubang tersebut akan diterima oleh dioda cahaya dan diubah dalam bentuk sinyal listrik. Sedangkan penggunaan lainnya adalah dalam alat pengukur kuat cahaya (Lux-Meter), dimana dalam keadaan gelap resistansi dioda cahaya ini tinggi sedangkan jika disinari cahaya akan berubah rendah. Selain itu banyak juga dioda cahaya ini digunakan sebagai sensor sistem pengaman (security) misal dalam penggunaan alarm.

Dioda Varaktor

Dioda varaktor yang mengandung elemen kapasitansi. Nilai kapasitansi ini bergantung pada besar polaritas tegangan yang diterapkan pada dioda dan tipe sambungan yang dibuat selama proses produksi. Dioda Varactor disebut juga sebagai dioda kapasitas yang sifatnya mempunyai kapasitas yang berubah-ubah jika diberikan tegangan. Dioda ini bekerja di daerah reverse mirip dioda Zener

Dioda Tunnel

Dioda Tunnel masih dalam kondisi normal apabila digunakan pada gelombang mikro, penguat, oscilator dan pembalik frekuensi. Dioda Tunnel mempunyai karakteristik perlawanan negatif, yaitu pada pemberian tegangan muka maju, apabila tegangan muka maju ditambah secara perlahan-lahan, arus maju turut bertambah pula

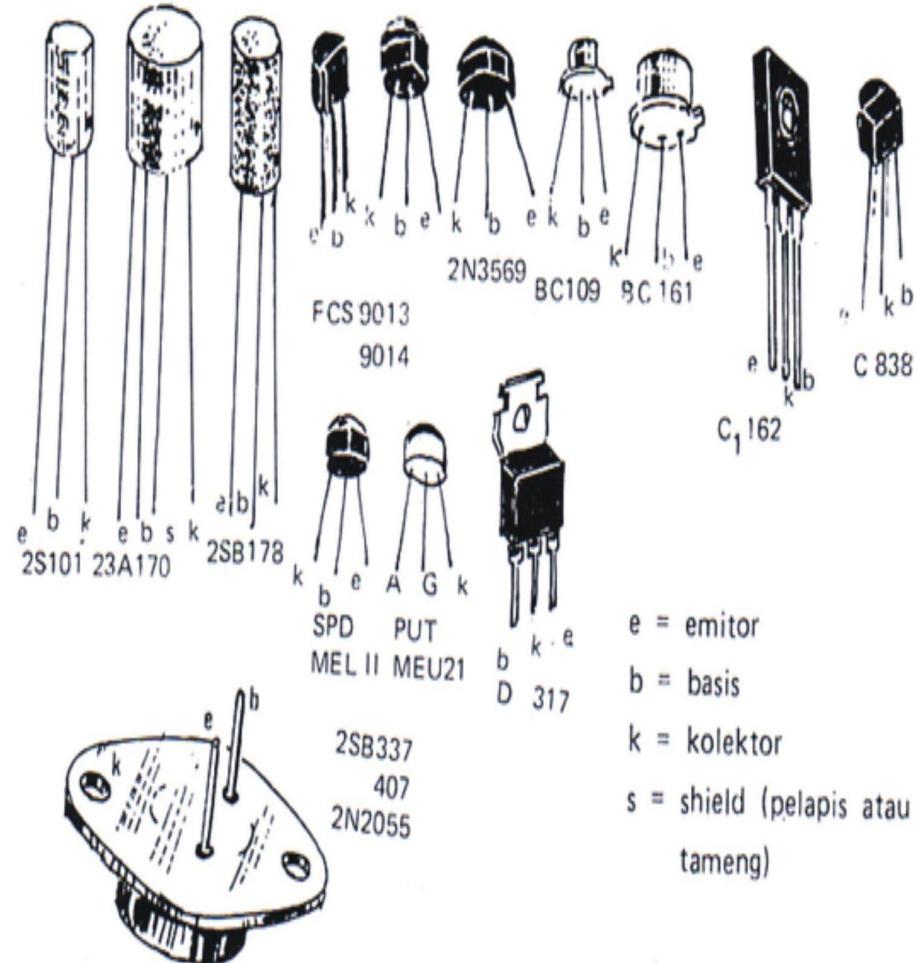
Dioda Schottky (SCR)

Dioda Schottky dibuat dengan cara menggabungkan suatu logam seperti emas , perak atau platina dengan silikon jenis n'. Komponen ini mempunyai penyimpanan muatan yang sangat kecil dan banyak dijumpai dalam penerapan sebagai saklar kecepatan tinggi.

Dioda SCR singkatan dari Silicon Controlled Rectifier. Adalah Dioda yang mempunyai fungsi sebagai pengendali. SCR atau Thyristor masih termasuk keluarga semikonduktor dengan karakteristik yang serupa dengan tabung thiratron. Sebagai pengendalinya adalah gate(G). SCR sering disebut Therystor. SCR sebetulnya dari bahan campuran P dan N. Isi SCR terdiri dari PNPN (Positif Negatif Positif Negatif) dan biasanya disebut PNPN Trioda.

Transistor

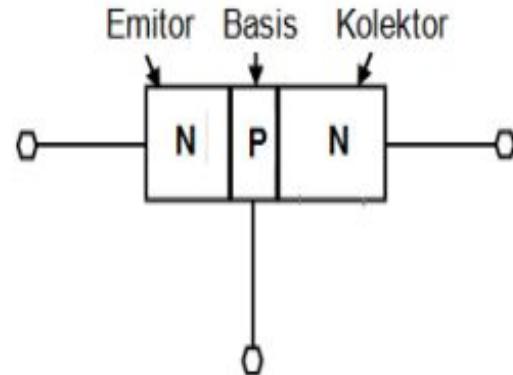
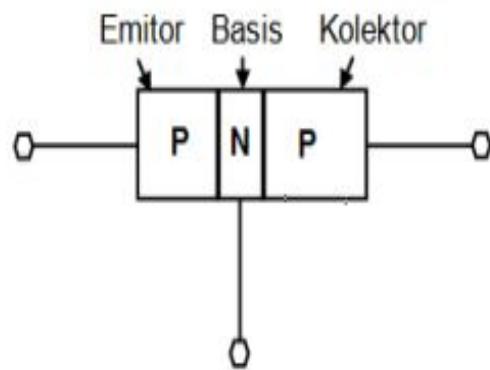
Transistor adalah salah suatu komponen aktif, secara konstruksi transistor memiliki tiga kaki yang lazim dikenal dengan emitor, kolektor dan basis. Dari susunan bahan semikonduktor yang digunakan, transistor dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu: transistor P-N-P dan transistor N-P-N.



Transistor

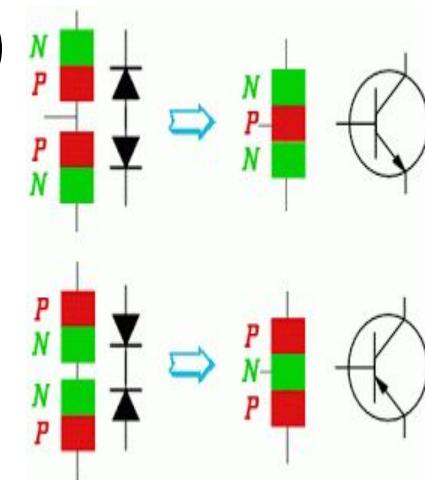
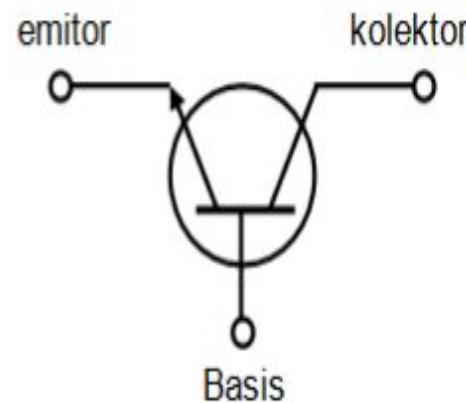
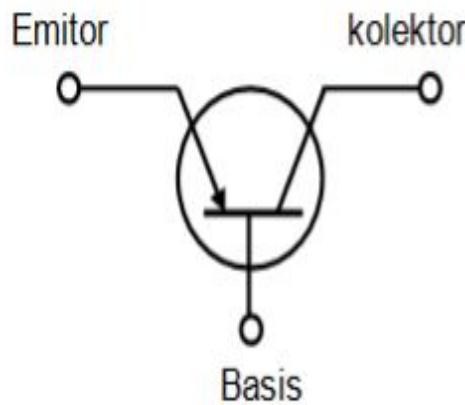
Transistor P-N-P dibuat dengan jalan meletakan bahan tipe N diantara dua bagian bahan tipe P.

Bahan tipe P yang lebih tebal (terletak di sebelah kanan) disebut kolektor, sedang bahan tipe P yang sebagian lagi (sebelah kiri) disebut emitor dan yang ditengah disebut basis. Sedang transistor N-P-N dibuat dengan meletakan bahan tipe P diantara dua bagian bahan tipe N.



Transistor

Transistor pada prinsipnya sama dengan dua buah dioda yang disusun saling bertolak belakang. Gambar di bawah menunjukkan simbol yang umum digunakan untuk menyatakan sebuah transistor. Ujung panah selalu ditempatkan atau diletakan pada emitor dan arahnya (seperti tanda panah pada dioda) menunjukkan arah arus konvensional, yaitu dari bahan P ke bahan N.

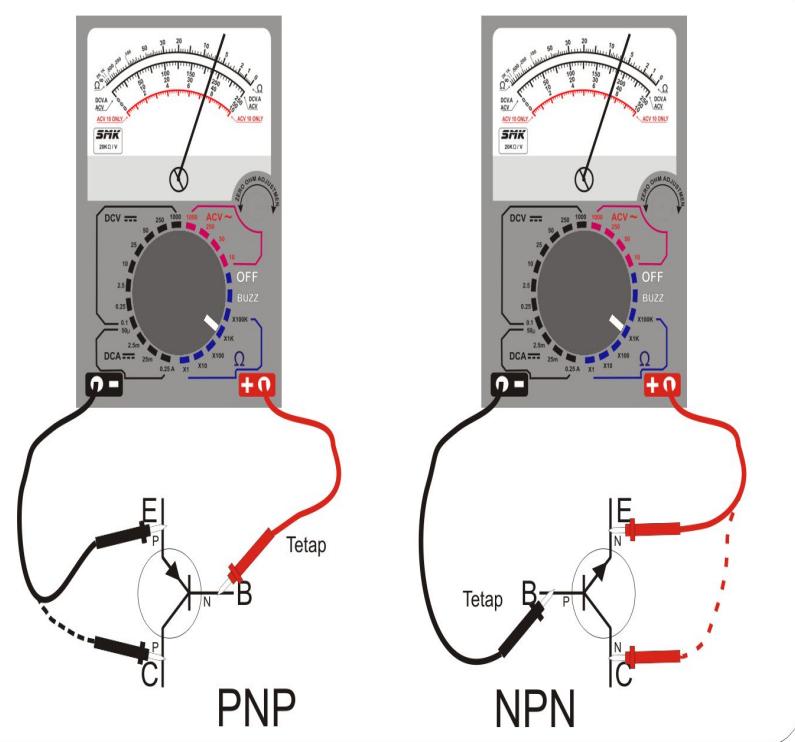


Transistor

Kaki-kaki Emitor, Basis, dan Kolektor dari transistor dapat ditentukan dengan beberapa cara, yaitu:

- Dengan melihat tanda pada badan (case) transistor. Beberapa pabrik transistor membuat bulatan warna hitam atau tanda lingkaran di atas kaki kolektor dari transistor yang berbentuk silinder.
- Dengan menggunakan katalog transistor yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat transistor.
- Dengan melihat sirip kecil yang menonjol keluar dari badan transistor.
- Dengan menggunakan Multimeter

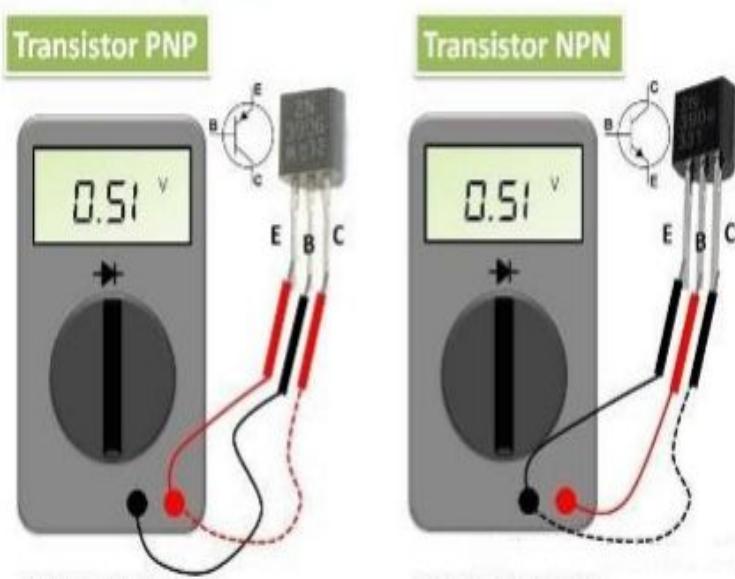
Pengukuran Transistor dengan Multimeter Analog



Cara Mengukur Transistor PNP dengan Multimeter Analog yaitu posisi saklar pada posisi OHM (Ω), lalu hubungkan Probe Merah pada Terminal Basis (B) dan Probe Hitam pada Terminal Emitor(E). Jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik. Pindahkan Probe Hitam pada Terminal Kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik.

Cara Mengukur Transistor NPN dengan Multimeter Analog yaitu posisi saklar pada posisi OHM (Ω), lalu hubungkan Probe Hitam pada Terminal Basis (B) dan Probe Merah pada Terminal Emitor(E). Jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik. Pindahkan Probe Merah pada Terminal Kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik.

Pengukuran Transistor dengan Multimeter Digital



Cara Mengukur Transistor NPN dengan Multimeter Digital yaitu posisi saklar pada posisi diode, lalu hubungkan Probe Merah pada Terminal Basis (B) dan Probe Hitam pada Terminal Emisor(E). Jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik. Pindahkan Probe Hitam pada Terminal Kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik.

Cara Mengukur Transistor PNP dengan Multimeter Digital yaitu posisi saklar pada posisi diode, lalu hubungkan Probe Hitam pada Terminal Basis (B) dan Probe Merah pada Terminal Emisor(E). Jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik. Pindahkan Probe Merah pada Terminal Kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik.

Arus Bias Transistor

Ada tiga cara yang umum untuk memberi arus bias pada transistor, yaitu:

- CE (Common Emitter)
- CC (Common Collector)
- CB (Common Base)

Biasanya dengan menganalisa rangkaian CE, akan dapat diketahui beberapa parameter penting dan berguna terutama untuk memilih transistor yang tepat untuk aplikasi tertentu. Dinamakan rangkaian CE, sebab titik ground atau titik tegangan 0 volt dihubungkan pada titik Emitter.

Arus Bias Transistor

Secara prinsip bahwa transistor akan bekerja dengan dikendalikan arus basis (I_B) yang relative kecil dibandingkan dengan arus I_C dan I_E . Pada analisa perhitungan arus I_B ini dapat diabaikan karena nilainya yang relative kecil, sedangkan pada prakteknya arus I_B harus ada walaupun nilainya relative kecil tetapi dapat menentukan transistor bekerja atau tidak. Hubungan arus pada transistor dapat dilihat sebagai berikut :

$$I_E = I_C + I_B \text{ dan } I_C = \beta \times I_B$$

I_E = Arus Emitor

I_C = Arus Collector

I_B = Arus Basis

β = Penguatan arus (Perbandingan antara arus I_C dan I_B) $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

h_{FE} = Penguatan arus rangkaian common Emitter ($h_{FE} = \beta$)

Analisa Rangkaian

$$VR_1 = I_1 \cdot R_1$$

$$VR_2 = I_2 \cdot R_2$$

$$VRC = IC \cdot RC$$

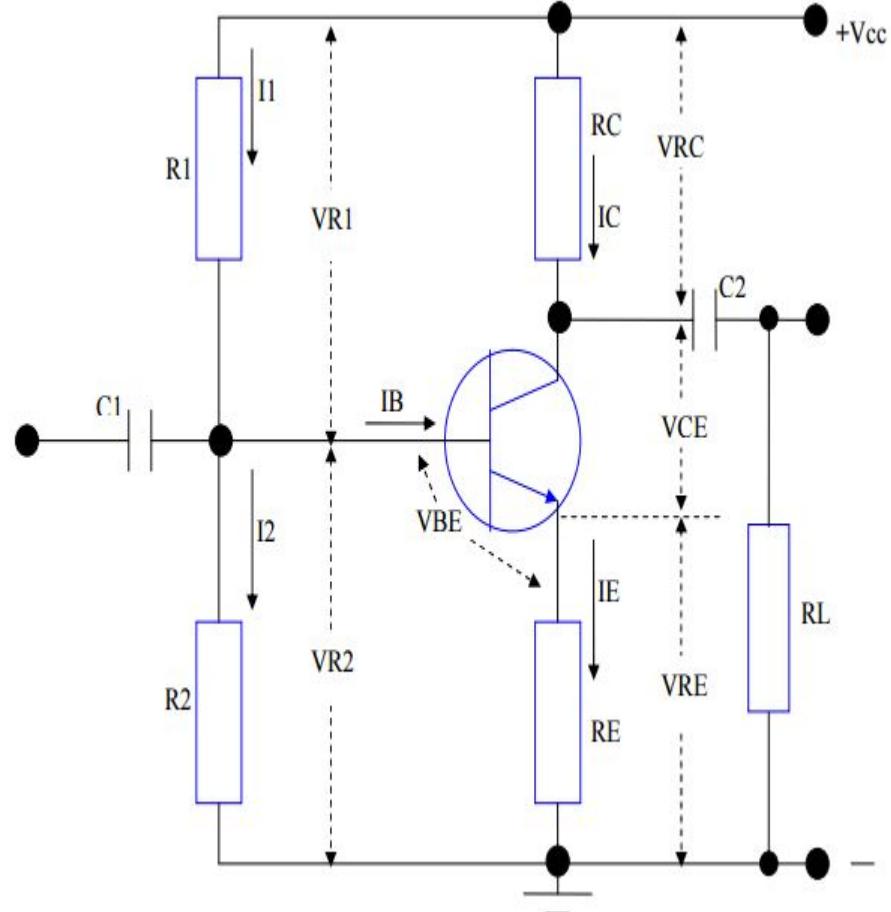
$$VRE = IE \cdot RE$$

$$VR_2 = VBE + VRE$$

$$IE = IC + IB$$

$$IC = \beta \cdot IB$$

$$RB = \frac{R1 // R2}{R1 + R2}$$

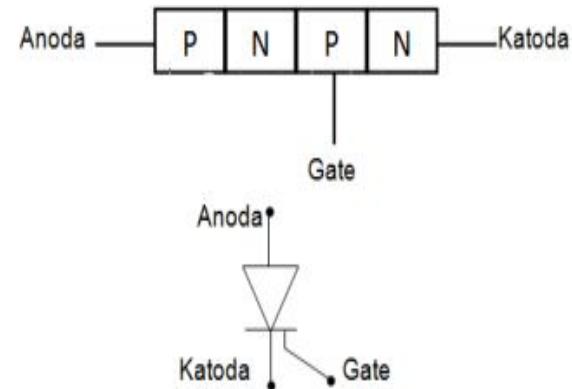


Sumber:

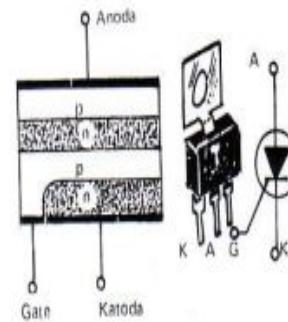
<https://rusiyanto.files.wordpress.com/2008/12/penguat-tra nsistor5.pdf>

SCR

Sebuah SCR atau disebut juga thyristor dapat berfungsi sebagai penyearah yang terkendali yang terbuat dari silicon yang mempunyai tiga elektroda dari jenis semikonduktor empat lapis PNPN. Nama dari ketiga elektroda tersebut adalah Anoda (A), Gate (G) dan Katoda (K). SCR dipakai sebagai pengatur daya dan saklar



Gambar Bentuk dan Simbol SCR



Gambar SCR dan Simbol SCR

Karakteristik SCR

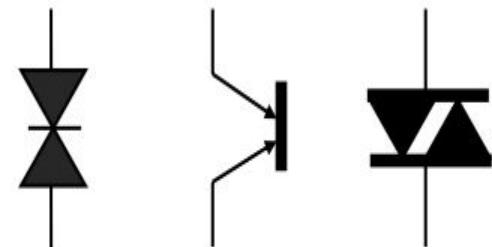
Pemberian bias SCR untuk catu reverse adalah dengan memberikan tegangan anoda lebih negatif atau sama dengan tegangan katoda atau gate diberi tegangan negatif dengan catatan SCR dalam keadaan off, karena kondisi ini tidak akan berpengaruh.

Pada kondisi anoda negative dan katoda positif yang disebut catu reverse, bila tegangan anoda dinaikkan semakin negatif, maka pada suatu nilai tertentu SCR akan mencapai tegangan break down, tegangan ini akan membuat SCR rusak, oleh karena itu untuk menjaga agar SCR tidak rusak jangan memberikan tegangan mencapai tegangan break down.

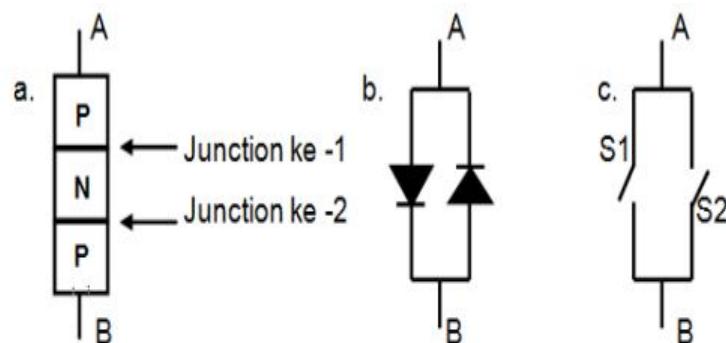
DIAC

Diac adalah dua buah dioda yang disusun secara berlawanan.

Diac dapat mengalirkan arus bolak-balik, yang artinya bergantian forward bias dan reverse bias bila diberi tegangan pada elektrodanya. Sebenarnya susunan diac hampir sama dengan transistor, namun elektrodanya Cuma' dua dan mempunyai dua junction



Gambar simbol Diac

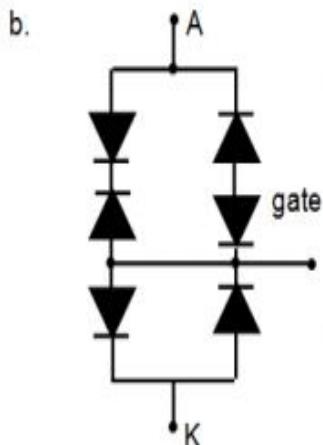
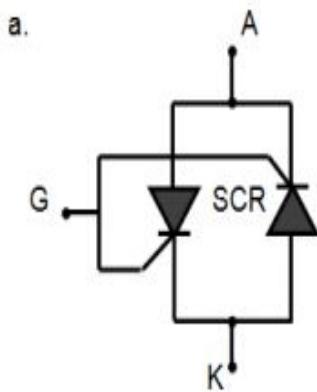


Gambar a.susunan diac

b.Rangkaian diac

c.Rangkaian ekuivalen

TRIAC



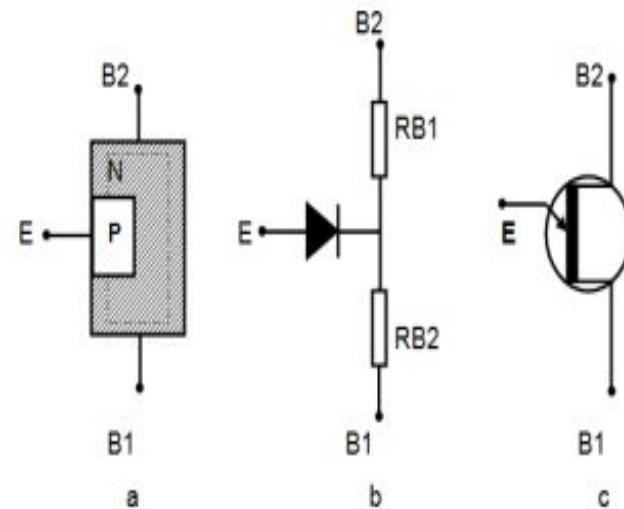
Gambar konstruksi Triac

- Rangkaian triac yang anti paralel dari SCR
- Konstruksi dalam triac

Triac adalah kependekan dari kata Triode Alternating Current Switch atau saklar trioda untuk arus bolak-balik. Berdasarkan skema pengganti, triac ini terdiri atas dua buah SCR yang disusun secara antiparallel.

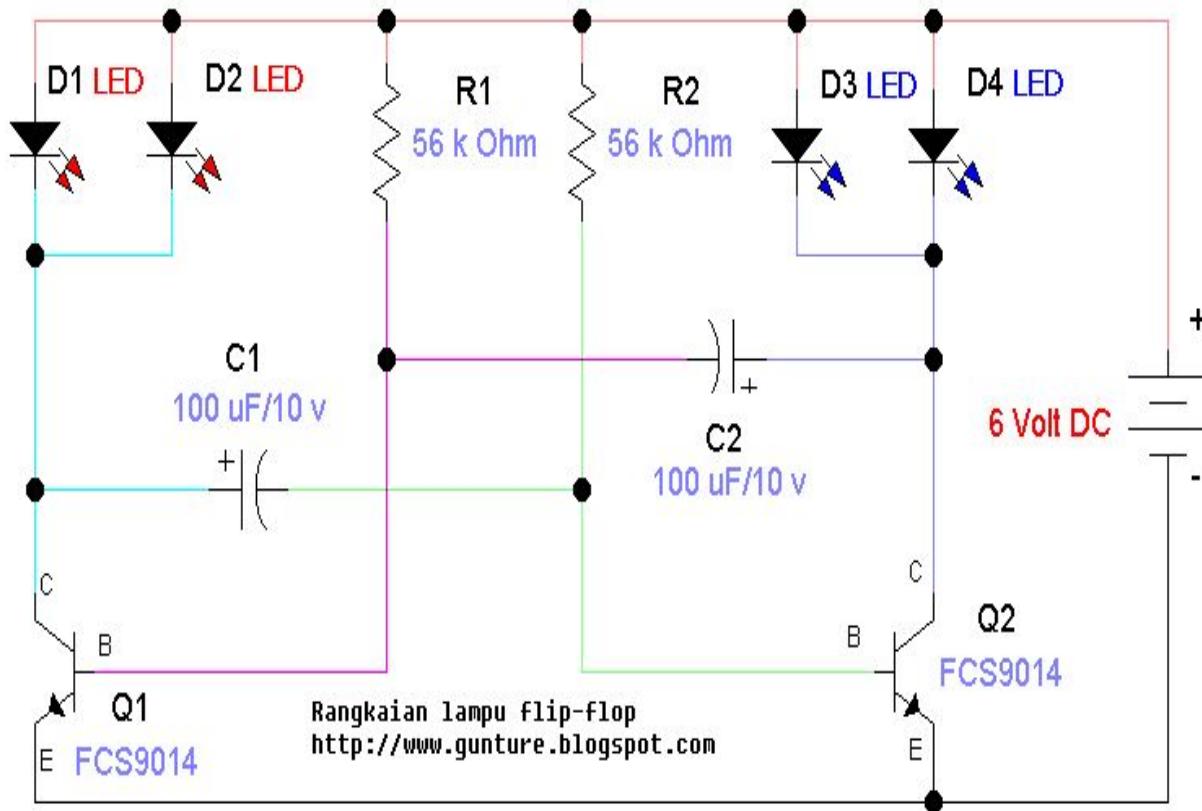
UNI JUNCTION TRANSISTOR (UJT)

UJT merupakan komponen semikonduktor yang dinamakan “diode dengan dua basis”, yang bentuk fisiknya sama dengan transistor. Semikonduktor ini mempunyai tiga buah elektroda yang disebut basis 1, basis 2, dan emitor sehingga namanya disebut uni junction transistor sebab hanya memiliki satu junction PN.



Gambar
a. Susunan dioda junction
b. Rangkaian pengganti
c. Simbol UJT

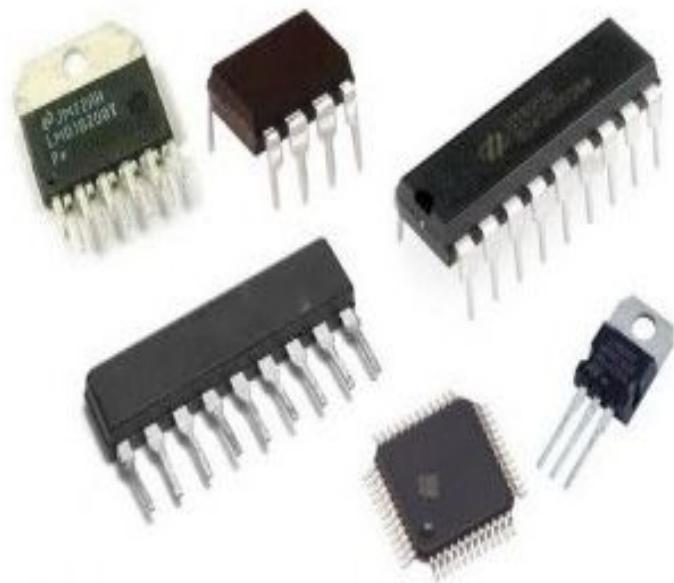
Rangkaian



Gerbang Logika

Suatu entitas dalam elektronika dan fungsi Boolean yang mengubah satu atau beberapa sinyal masukan menjadi sebuah sinyal keluaran.

Gerbang logika sering digunakan dan diimplementasikan secara elektronis seperti diode atau transistor, dan dapat pula digunakan untuk komponen-komponen yang sering memanfaatkan sifat-sifat elektronik (relay), cairan, optic dan bahkan mekanik.



Logika Elektronik

Kegunaan Logika Elektronika lebih menghemat listrik dan dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat mempermudah pengaturan jalur listrik. Gerbang Logika semikonduktor selain bertindak sebagai penguat tegangan high gain yang mana arus kecil dari input, menghasilkan tegangan low impedance pada output. Oleh karena itu, Hal ini tidak mungkin terjadi jika tidak ada aturan logika dari gerbang logika semikonduktor sehingga arus mengalir antara output dan input tetap lancar.

Contoh gerbang logika Elektronika yaitu:

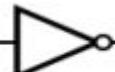
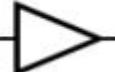
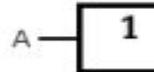
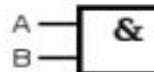
Logika resistor-transistor (Resistor Transistor logic / RTL),

Logika diode-transistor (Diode Transistor Logic / DTL),

Logika transistor-transistor (Transistor Transistor Logic / TTL),
dan

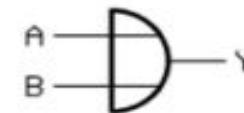
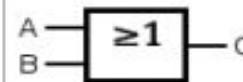
Logika Complementary Metal–Oxide–Semiconductor (CMOS).

Simbol Logika Elektronika

Type	Schematic symbol			Boolean expression	Truth table												
	US ANSI 91-1984 IEEE Std 91/91a-1991	IEEE Std 91/91a-1991 IEC 60617-12 : 1997	DIN 40700/1976														
NOT				$Q = Y = \begin{cases} \neg A & \\ \sim A & \end{cases}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INPUT</th><th>OUTPUT</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>NOT A</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	INPUT	OUTPUT	A	NOT A	0	1	1	0				
INPUT	OUTPUT																
A	NOT A																
0	1																
1	0																
Buffer				$Q = Y = A$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INPUT</th><th>OUTPUT</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>A</td></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	INPUT	OUTPUT	A	A	0	0	1	1				
INPUT	OUTPUT																
A	A																
0	0																
1	1																
AND				$Q = Y = \begin{cases} A \wedge B & \\ A \cdot B & \\ A\&B & \\ AB & \end{cases}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INPUT</th><th>OUTPUT</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A B</td><td>A AND B</td></tr> <tr> <td>0 0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>0 1</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1 0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1 1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	INPUT	OUTPUT	A B	A AND B	0 0	0	0 1	0	1 0	0	1 1	1
INPUT	OUTPUT																
A B	A AND B																
0 0	0																
0 1	0																
1 0	0																
1 1	1																

Simbol Logika Elektronika

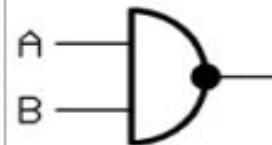
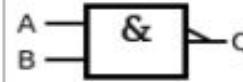
OR



$$Q = Y = \begin{cases} A \vee B \\ A + B \end{cases}$$

INPUT	OUTPUT	
A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

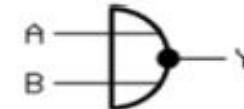
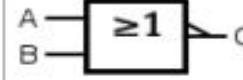
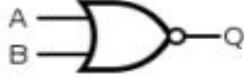
NAND



$$Q = Y = \begin{cases} A \bar{\wedge} B \\ \overline{A \cdot B} \\ \overline{A|B} \\ \overline{AB} \end{cases}$$

INPUT	OUTPUT	
A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR

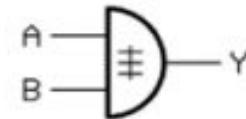
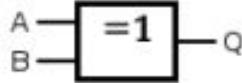
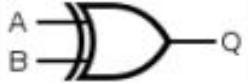


$$Q = Y = \begin{cases} A \vee B \\ \overline{A + B} \\ \overline{A - B} \end{cases}$$

INPUT	OUTPUT	
A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Simbol Logika Elektronika

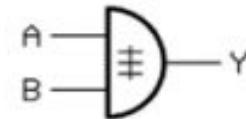
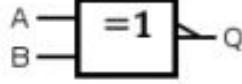
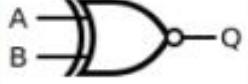
XOR



$$Q = Y = \begin{cases} A \vee B \\ A \oplus B \end{cases}$$

INPUT		OUTPUT
A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR



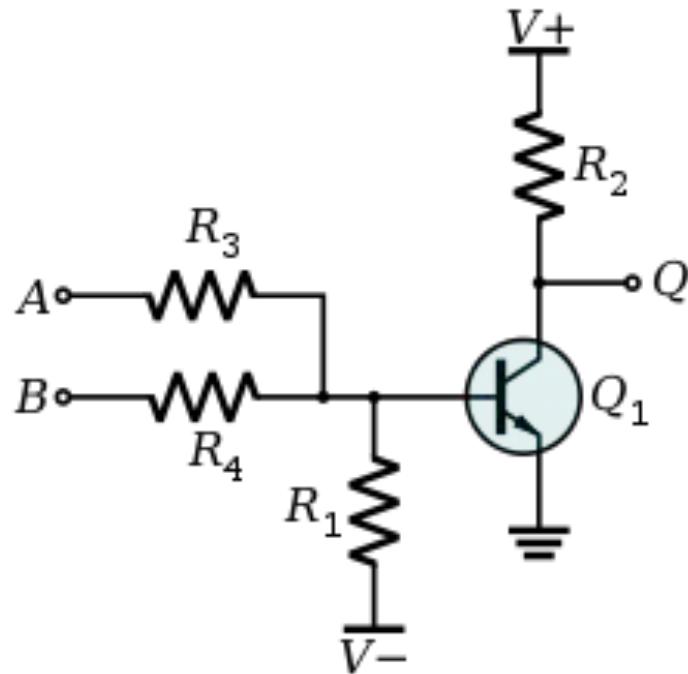
$$Q = Y = \begin{cases} A \vee B \\ A \odot B \\ A \oplus B \end{cases}$$

INPUT		OUTPUT
A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

RTL

Logika resistor-transistor adalah sebuah keluarga sirkuit digital yang dibuat dari resistor sebagai jaringan masukan dan transistor dwikutub (BJT) sebagai piranti saklar. RTL adalah keluarga logika digital bertransistor yang pertama, keluarga yang lain adalah logika diode-transistor (DTL) dan logika transistor-transistor (TTL).

Skema gerbang NOR RTL dasar:

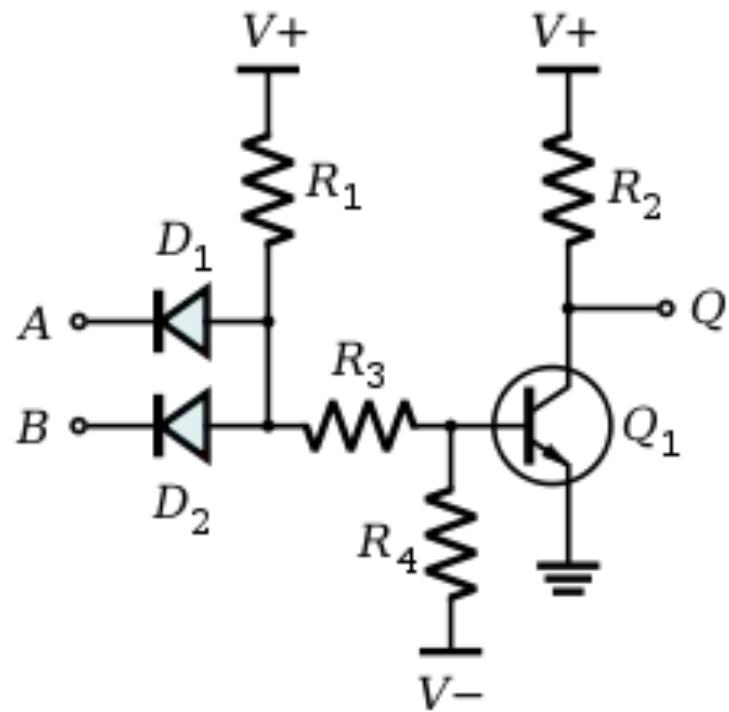


DTL

Logika dioda-transistor adalah sebuah keluarga gerbang logika yang terdiri dari transistor dwikutub (BJT), dioda dan resistor, ini adalah pendahulu dari logika transistor-transistor.

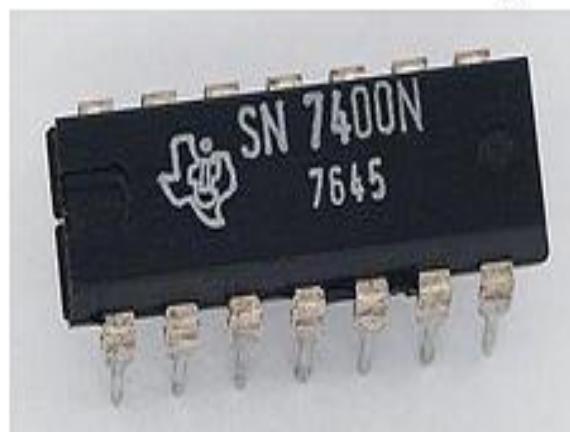
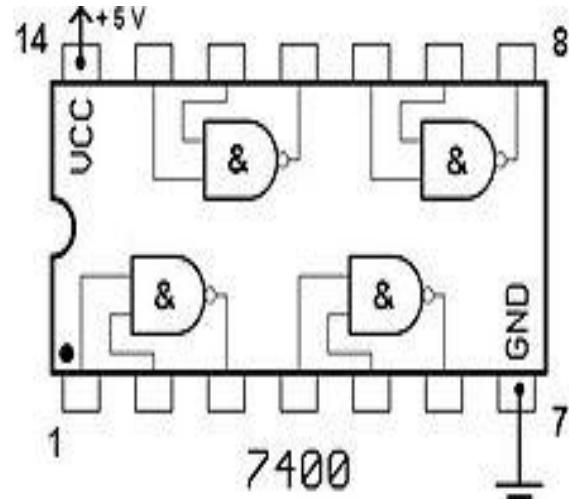
Disebut logika dioda-transistor karena fungsi penggerbangan dilakukan oleh jaringan diode dan fungsi penguatan dilakukan oleh transistor.

Skema gerbang NAND DTL yang disederhanakan:



TTL

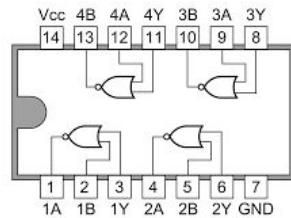
Logika transistor-transistor adalah salah satu jenis sirkuit digital yang dibuat dari transistor dwikutub (BJT) dan resistor. Ini disebut logika transistor-transistor karena baik fungsi penggerbangan logika maupun fungsi penguatan dilakukan oleh transistor (berbeda dengan RTL dan DTL). TTL menjadi IC yang banyak digunakan dalam berbagai penggunaan, seperti komputer, kontrol industri, peralatan dan instrumentasi tes, dan lain-lain. Gelar TTL kadang-kadang digunakan untuk menyebut taraf logika yang mirip dengan TTL, bahkan yang tidak berhubungan dengan TTL. Gerbang logika NAND TTL :



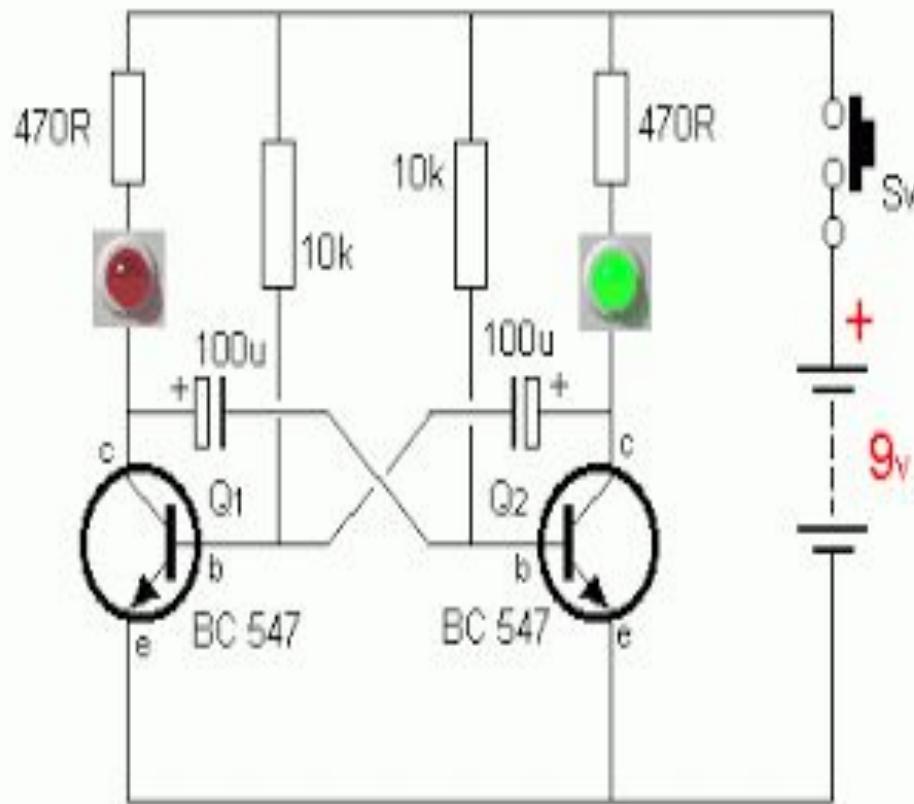
Gerbang	Input/Gerbang	Jumlah Gerbang	IC TTL	IC CMOS	High Speed CMOS
NOT	1	6	7404	4069	74HC04
AND	2	4	7408	4081	74HC08
	3	3	7411	4073	74HC10
	4	2	7421	4082	74HC20
	2	4	7432	4071	-
OR	3	3	-	4075	74HC32
	4	2	-	4072	74HC075
	2	4	7400	4011	74HC00
NAND	3	3	7410	4013	74HC10
	4	2	7420	4012	74HC20
	8	1	7430	4068	-
	12	1	74134	-	-
	13	1	74133	-	-
	2	4	7402	4001	74HC02
NOR	3	3	7427	4025	74HC27
	4	2	7425	4002	74HC25
	5	1	74860	-	-
	8	1	-	-	-



7402 Quad 2-input NOR Gates



Menentukan Gerbang Logika

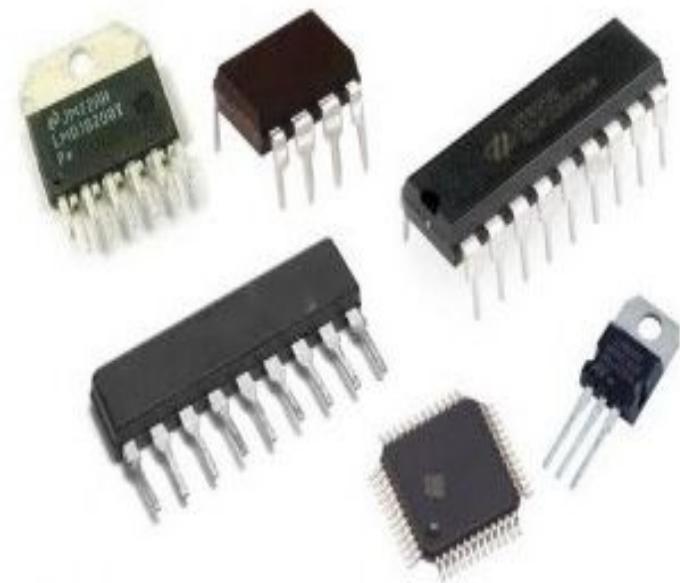


THE FLIP FLOP CIRCUIT IN ACTION

Integrated Circuit

Integrated Circuit atau Monolithic Integrated Circuit (sering disebut IC, chip, atau microchip). adalah komponen dasar yang terdiri dari resistor, transistor dan lain-lain yang terangkai dan terpadu membentuk sebuah fungsi tertentu. IC adalah komponen yang dipakai sebagai otak peralatan elektronika.

"A circuit in which all or some of the circuit elements are inseparably associated and electrically interconnected so that it is considered to be indivisible for the purposes of construction and commerce"

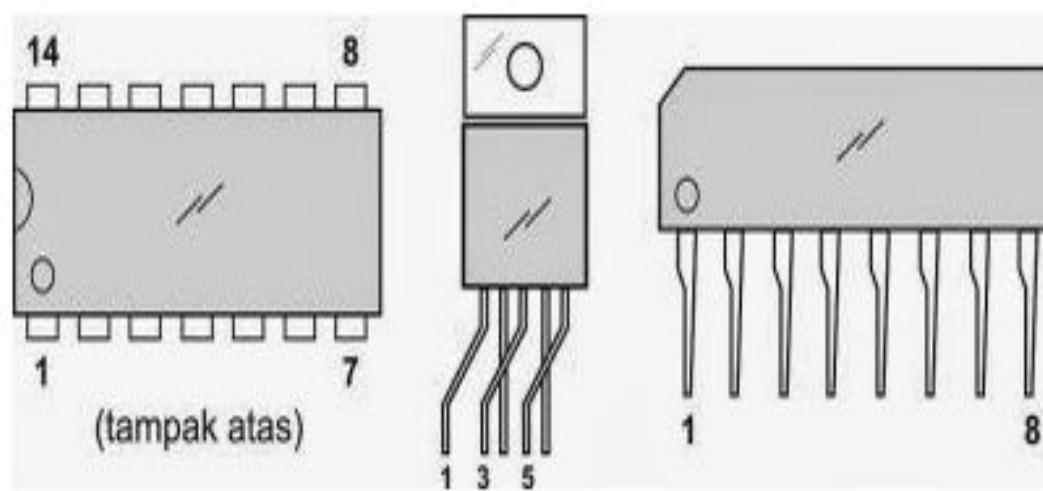


Integrated Circuit

Kelebihan dari penggunaan IC selain mempunyai ukuran kecil dan beratnya yang ringan, IC juga memberikan keuntungan lain bila dibandingkan dengan rangkaian konvensional. Menggunakan komponen IC yang relatif kecil, hanya mengkonsumsi sedikit sumber tenaga dan tidak menimbulkan panas berlebih sehingga tidak membutuhkan pendinginan (cooling system).

Sedangkan kekurangannya adalah keterbatasannya dalam menghadapi kelebihan arus listrik yang besar, dimana arus listrik berlebihan dapat menimbulkan panas di dalam komponen, sehingga komponen yang kecil seperti IC akan mudah rusak jika timbul panas yang berlebihan. Demikian pula keterbatasan IC dalam menghadapi tegangan yang besar, dimana tegangan yang besar dapat merusak lapisan isolator antar beberapa komponen di dalam IC.

Menentukan Kaki IC



Tipe-tipe IC

IC dengan huruf depan TA, TB, TC, TD, adalah IC buatan Toshiba. Contoh : TA7230, TC4066, dan lain-lain.

IC dengan huruf depan HA adalah IC buatan Hitachi. Contoh : HA13001, HA13118 dan lain-lain.

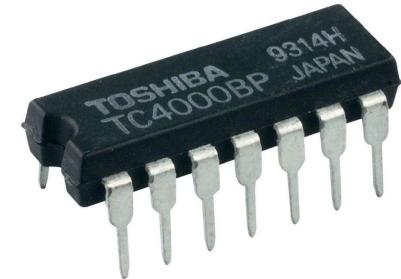
IC dengan huruf depan LA, LB, LC, LD adalah IC buatan Sanyo. Contoh : LA1365, LB1403, dan lain-lain.

IC dengan huruf depan TAA, TBA, TCA, TDA, TEA adalah IC buatan Philips. Contoh : TAA861, TBA820, TDA2004, TEA2025 dan lain-lain.

IC dengan huruf depan IX, IR, LR adalah IC buatan Sharp. Contoh : IX0712, LR48062 dan lain-lain.

IC dengan huruf depan CX, CXA adalah IC buatan Sony. Contoh : CXA0165, CXA1238 dan lain-lain.

IC dengan huruf depan M adalah IC buatan Mitsubishi Electric. Contoh : M5152, M51517 dan lain-lain.



Tipe-tipe IC

IC dengan huruf depan uPA, uPC, uPD adalah IC buatan NEC. Contoh : uPC1185 dll.

IC dengan huruf depan SN adalah IC buatan Siemens. Contoh : SN7666 dll.

IC dengan huruf depan MC adalah IC buatan Motorola. Contoh : MC34012 dll.

IC dengan huruf depan AN, LM adalah IC buatan National Semiconductor. Contoh : AN7145, LM1875 dll.

IC dengan huruf depan KA adalah IC buatan Samsung. Contoh : KA2206, KA2154 dll.

IC dengan huruf depan KIA adalah IC buatan KEC (Korea Electronics Co.). Contoh : KIA6040, KIA6280 dll.



IC

Berdasarkan Aplikasi dan Fungsinya,

IC (Integrated Circuit) dapat dibedakan menjadi dua:

IC Linear (analog),

IC Digital, dan juga gabungan dari keduanya.

IC Linier

IC linier adalah sebuah rangkaian yang terintegrasi dalam ukuran yang kecil yang digunakan sebagai blok fungsional dengan sedikit tambahan komponen luar pada IC tersebut yang menggunakan tegangan dasar DC dan AC. Hasil keluaran dari rangkaian tersebut berbentuk linier, seperti penguatan, penjumlahan, pembanding, pengaturan dan pensaklaran.

Elektronika linier adalah rangkaian aplikasi yang menghasilkan dan memproses sinyal analog, yang membentuk suatu proses penguatan, penjumlahan, pembanding, pengaturan dan pensaklaran.

IC Linier

IC linier adalah IC untuk pengoperasian sinyal-sinyal analog, seperti sinyal audio (suara), sinyal burst video, sinyal gelombang radio dan lain-lain. Termasuk ke dalam kriteria ini adalah IC-IC jenis op-amp (operational amplifier), komparator, pre-amp/power amplifier, modulator IC, regulator dan lain-lain.

Contoh IC linier : LA4445, TDA2002, TA7640, TDA8361, AN7213, uA741 dll.

Sebuah IC linier selalu mempunyai 4 elemen operasi dasar utama, yaitu:

Tegangan Input : V_{INPUT}

Tegangan Output : V_{OUTPUT}

+VCC : Tegangan positif

-VEE : Tegangan negatif

Semua rangkaian linier menggunakan transistor sebagai tulang punggung rangkaian, serta beberapa komponen R dan C untuk pengaturan penguatan dan penyetabil output.



Kegunaan IC Linier

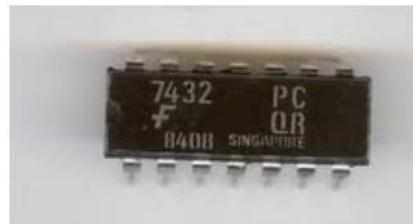
- Penguat Daya (Power Amplifier)
- Penguat Sinyal (Signal Amplifier)
- Penguat Operasional (Operational Amplifier / Op Amp)
- Penguat Sinyal Mikro (Microwave Amplifier)
- Penguat RF dan IF (RF and IF Amplifier)
- Voltage Comparator
- Multiplier
- Penerima Frekuensi Radio (Radio Receiver)
- Regulator Tegangan (Voltage Regulator)

IC Digital

IC digital adalah IC khusus untuk pengoperasian sinyal-sinyal digit, digunakan untuk rangkaian-rangkaian logika atau digital. IC Digital pada dasarnya adalah rangkaian switching yang tegangan Input dan Outputnya hanya memiliki 2 (dua) level yaitu “Tinggi” dan “Rendah” atau dalam kode binary dilamb ‘ . . . ’ “1” dan “0”

Contoh IC digital :
TC4069 dll.

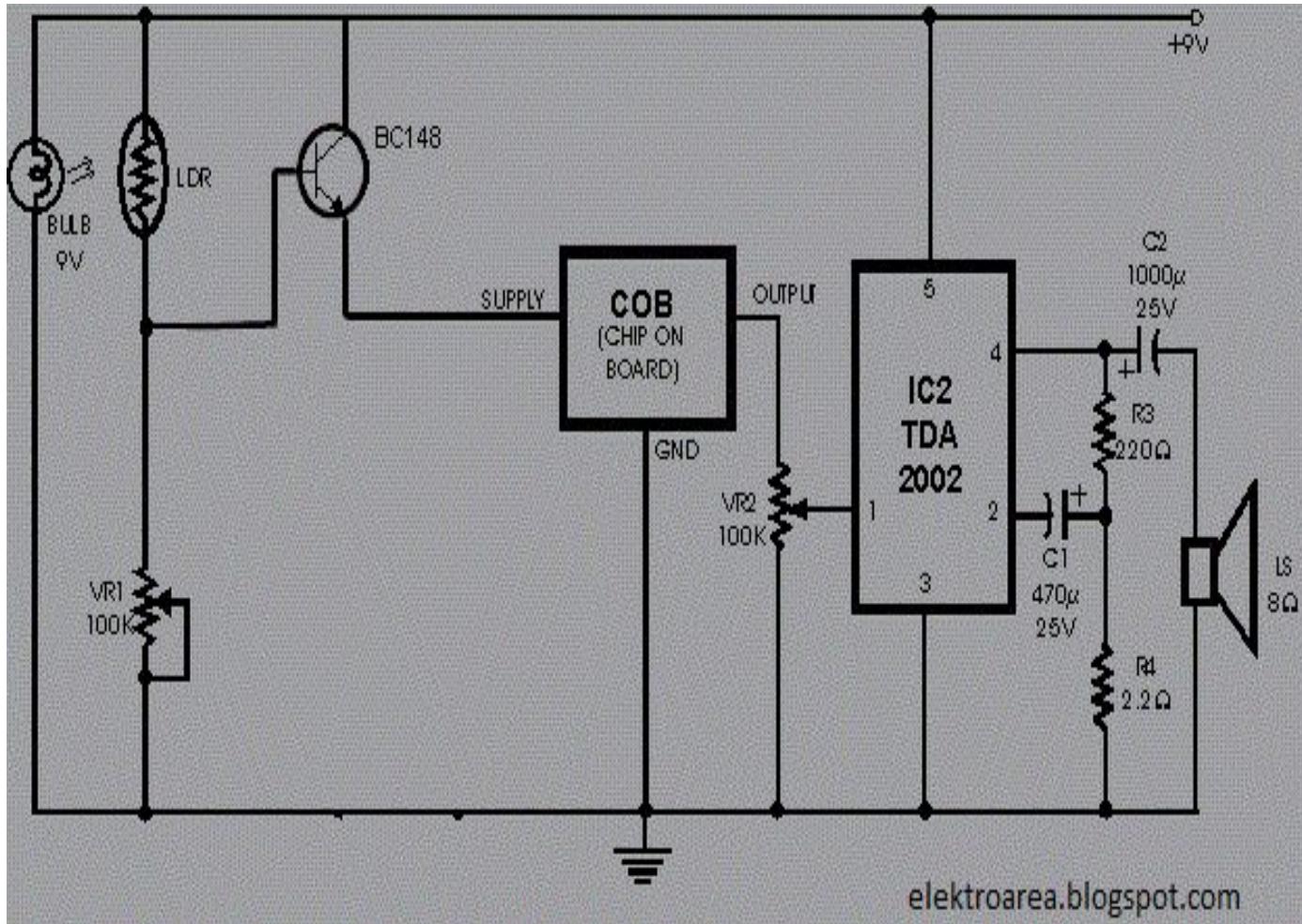
CD4013, CD4040,



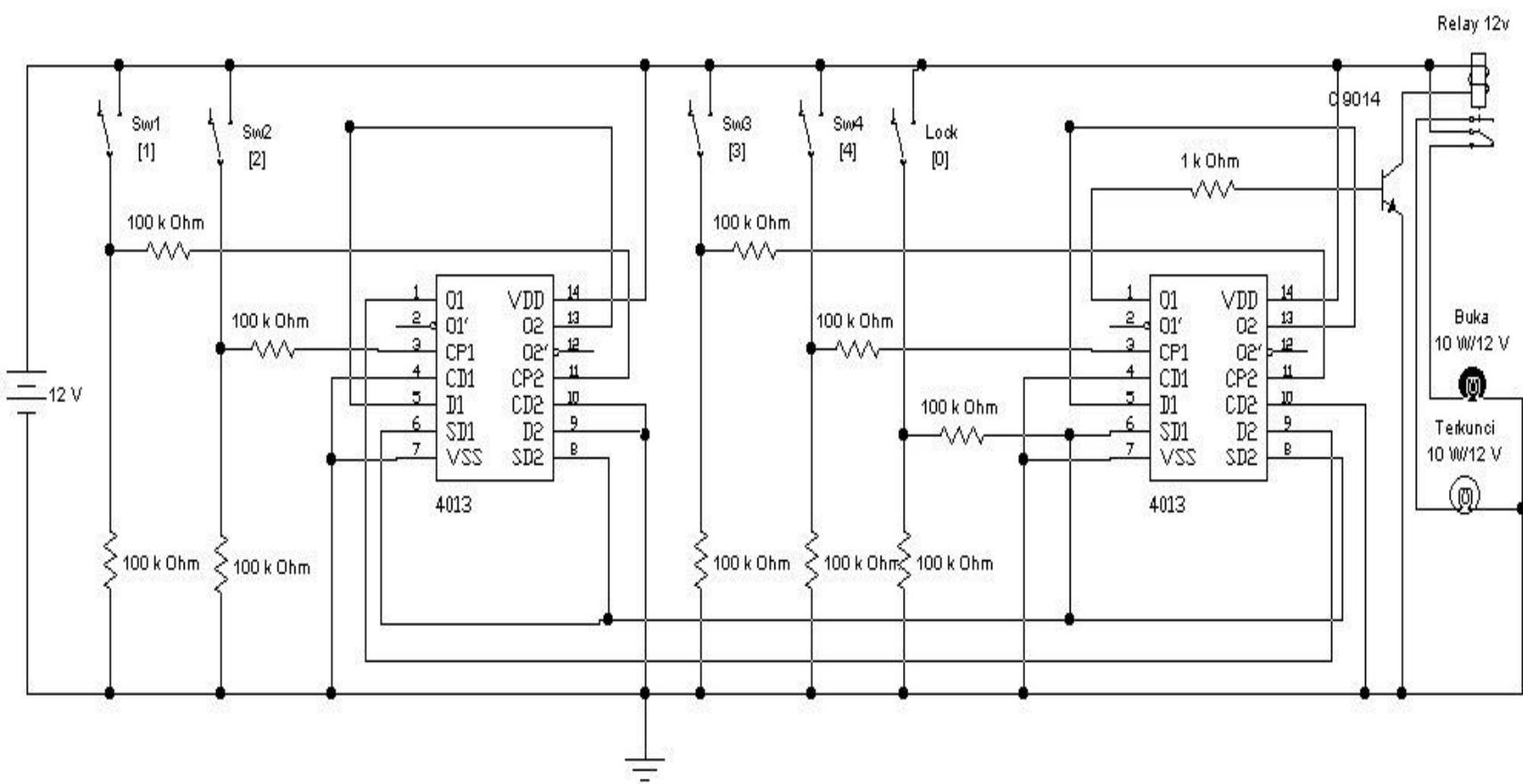
Kegunaan IC Digital

- Flip-flop
- Gerbang Logika (Logic Gates)
- Timer
- Counter
- Multiplexer
- Calculator
- Memory
- Clock
- Microprocessor (Mikroprosesor)
- Microcontroller

Contoh IC Linier



Contoh IC Digital



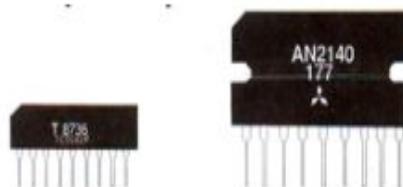
Integrated Circuit



BENTUK SEPERTI TRANSISTOR



Model IC Bentuk Persegi



IC SINGLE IN LINE

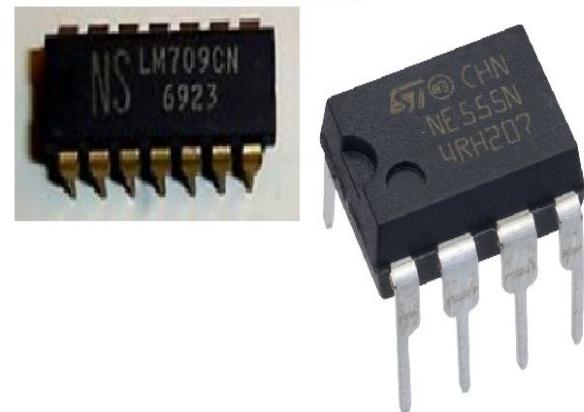


Model IC Dual Line

Integrated Circuit

IC dibedakan jenisnya menurut bentuk fisik dan fungsinya:

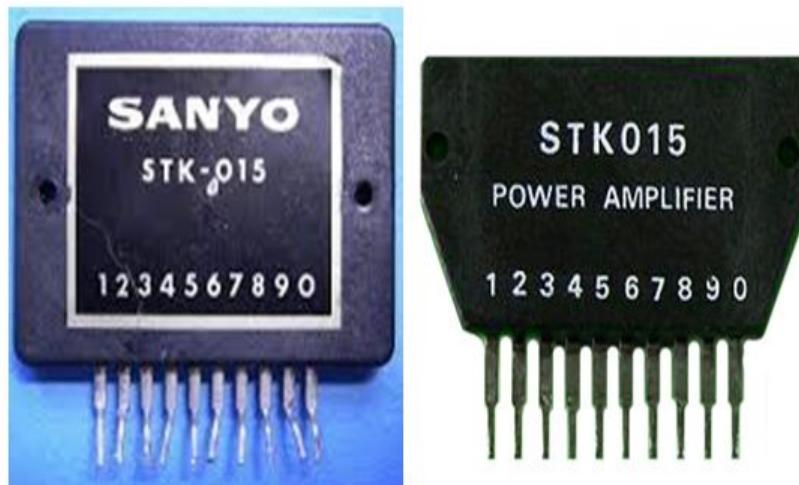
- *IC Power Amplifier*
- *IC Power Adaptor (Regulator)*
- *IC Op Amp*
- *IC Silinder*
- *IC Flip-Flap (FF) atau Timer (CLK,Clock)*
- *IC Digital*



IC Power Amplifier

Bentuknya pipih dan fisiknya lebih besar dari pada yang lain. IC ini digunakan pada rangkaian penguat suara (audio amplifier). Daya output dari IC ini cukup besar yaitu berkisar antara 15 watt sampai 100 Watt atau bahkan lebih.

Contoh tipe IC Power Amplifier adalah STK015, STK 070, STK 1

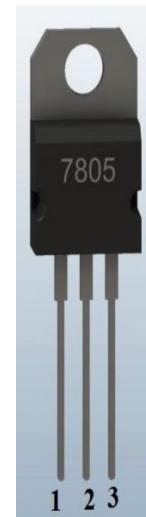


IC Power Adaptor (Regulator)

IC ini digunakan sebagai komponen utama pada rangkaian power adaptor yang terdapat pada sub rangkaian regulator yang berfungsi sebagai penstabil tegangan atau voltase.

Contoh tipe IC-nya adalah LM 317H, 78xx (xx = 05, 06, 07, 08, 09, 12), L200, S 042 P, LM 723 dan sebagainya.

1. IC 7805 untuk menstabilkan tegangan DC +5 Volt
2. IC 7809 untuk menstabilkan tegangan DC +9 Volt
3. IC 7812 untuk menstabilkan tegangan DC +12 Volt
4. IC 7824 untuk menstabilkan tegangan DC +24 Volt
5. IC 7905 untuk menstabilkan tegangan DC 5 Volt
6. IC 7909 untuk menstabilkan tegangan DC 9 Volt
7. IC 7912 untuk menstabilkan tegangan DC 12 Volt
8. IC 7924 untuk menstabilkan tegangan DC 24 Volt



IC Op Amp

Penguat operasional (OpAmp) adalah suatu blok penguat yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Penguat operasional (OpAmp) dikemas dalam suatu rangkaian terpadu (integrated circuit).

IC ini digunakan pada rangkaian digital yang berfungsi sebagai op amp atau untuk keperluan lain. Misalnya op amp audio amplifier, op amp mic, op amp head tape recorder thermometer digital dan lain-lain.

Contoh tipe IC-nya a
TL 074, TL 083, TL 08

41, LM 386,



IC Silinder

IC ini memiliki bentuk silinder dan banyak digunakan pada rangkaian penguat pesawat CB(Citizen Band) atau HT (Held Transceived). IC jenis ini mempunyai tingkat ketahanan dan keawetan lebih lama dari jenis IC penguat yang lain.

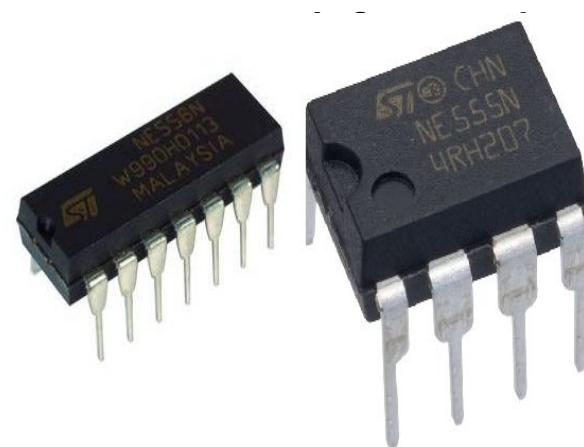
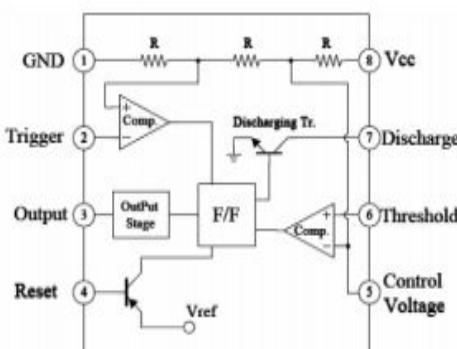
Contoh tipe IC-nya adalah CL 914, CA703, CA714 dan sebagainya.

IC Flip-Flop (FF) atau Timer (CLK, Clock)

IC ini banyak digunakan pada rangkaian pembangkit (multivibrator) untuk memberi umpan atau sumber detak (oscilator) pada IC digital atau untuk keperluan lain. Misalnya NE 555 (IC terpopuler dikalangan pelajar) untuk alarm multiguna, signal injektor, penguji hubungan, saklar sentuh, timer lampu FF, frekuensi meter, pengacau frekuensi, otak rangkaian power amplifier, regulator pada power adaptor (dapat berfungsi seperti IC PC

Power A
dan lain
NE 555),

ir serang
e IC-nya l
againya.



IC Digital

Dalam IC digital, suatu titik elektronis yang berupa seutas kabel atau kaki IC, akan mewujudkan salah satu dari dua keadaan logika, yaitu logika ‘0’ (nol, rendah) atau logika ‘1’ (satu, tinggi). Suatu titik elektronis mewakili satu ‘binary digit’ atau biasa disingkat dengan sebutan ‘bit’. Binary berarti sistem bilangan ‘dua-an’, yakni bilangan yang hanya mengenal dua angka, 0 dan 1.

IC Digital

IC digital dibedakan menjadi dua:

- IC TTL (Transistor-Transistor Logic)

Pada suatu lingkungan IC TTL logika '0' direpresentasikan dengan tegangan 0 sampai 0,7 Volt arus searah (DC, Direct Current), sedangkan logika '1' diwakili oleh tegangan DC setinggi 3,5 sampai 5 Volt.



- IC CMOS (Complementary Metal Oxyde Semiconductor)

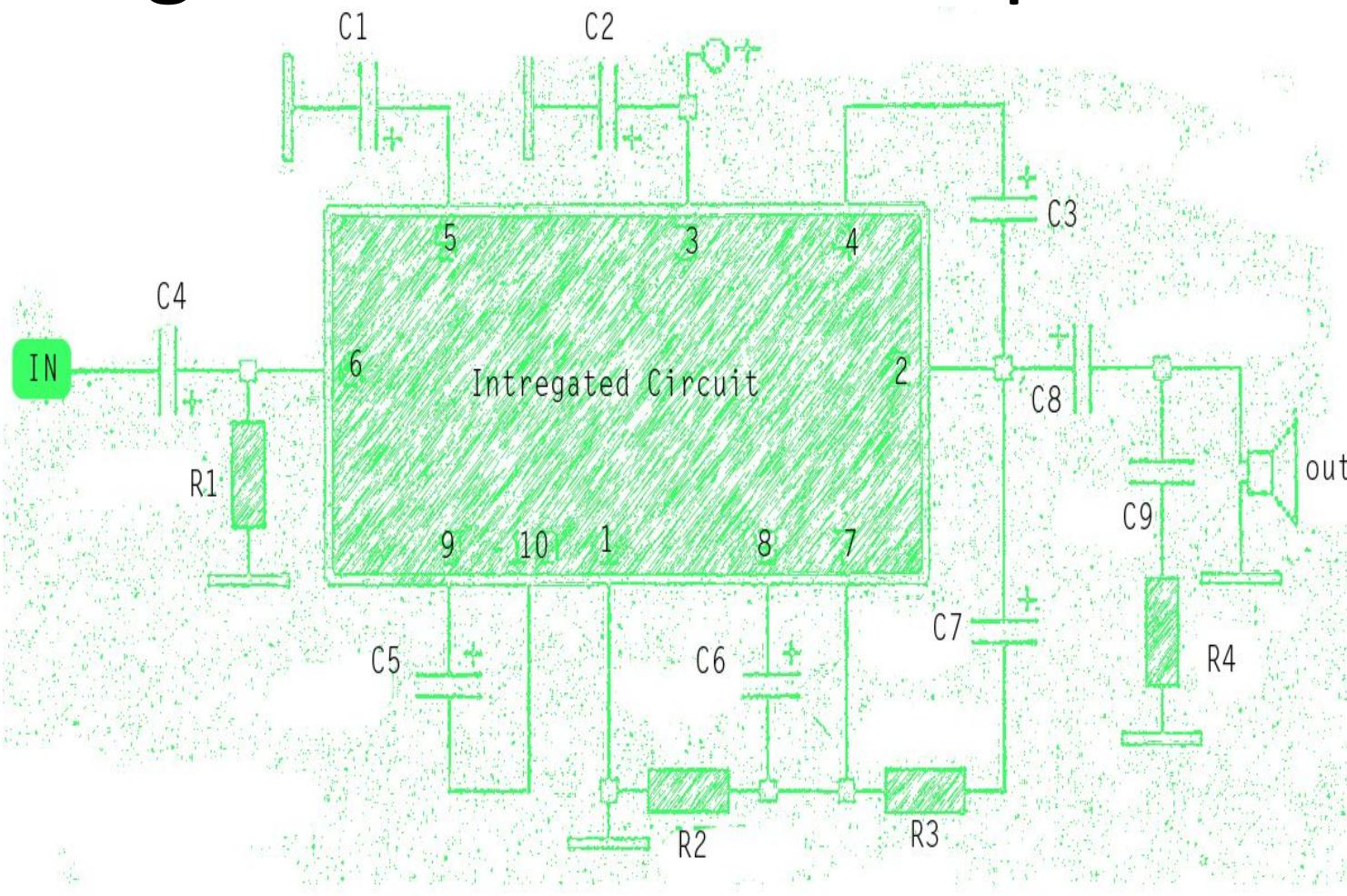
Mempunyai salah satu ciri dengan tegangan input lebih fleksibel yaitu antara 3,5 Volt sampai 15 Volt. Akan tetapi, tegangan input yang melebihi 12 Volt akan memboroskan daya.



IC Digital

Gerbang	Input/Gerbang	Jumlah Gerbang	IC TTL	IC CMOS	High Speed CMOS
NOT	1	6	7404	4069	74HC04
AND	2	4	7408	4081	74HC08
	3	3	7411	4073	74HC10
	4	2	7421	4082	74HC20
	2	4	7432	4071	-
OR	3	3	-	4075	74HC32
	4	2	-	4072	74HC075
	2	4	7400	4011	74HC00
NAND	3	3	7410	4013	74HC10
	4	2	7420	4012	74HC20
	8	1	7430	4068	-
	12	1	74134	-	-
	13	1	74133	-	-
	2	4	7402	4001	74HC02
NOR	3	3	7427	4025	74HC27
	4	2	7425	4002	74HC25
	5	1	74860	-	-
	8	1	-	-	-

Rangkaian IC Power Amplifier



In 30 Volt
out mono 20W
R1 = 100K
R2 = 47R
R3 = 100R
R4 = 1R
C1 = 220uF
C2 = 100uF
C3 = 100uF
C5 = 10uF
C6 = 1uF
C7 = 1uF
C8 = 1000uF
C9 = 0.1uF
IC = STK011 ,
STK015 ,
STK016 ,

Power Supply

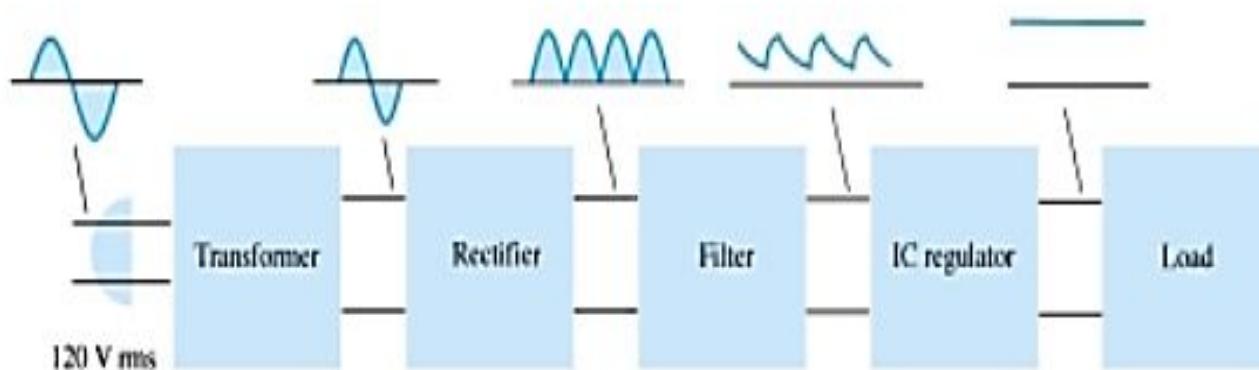


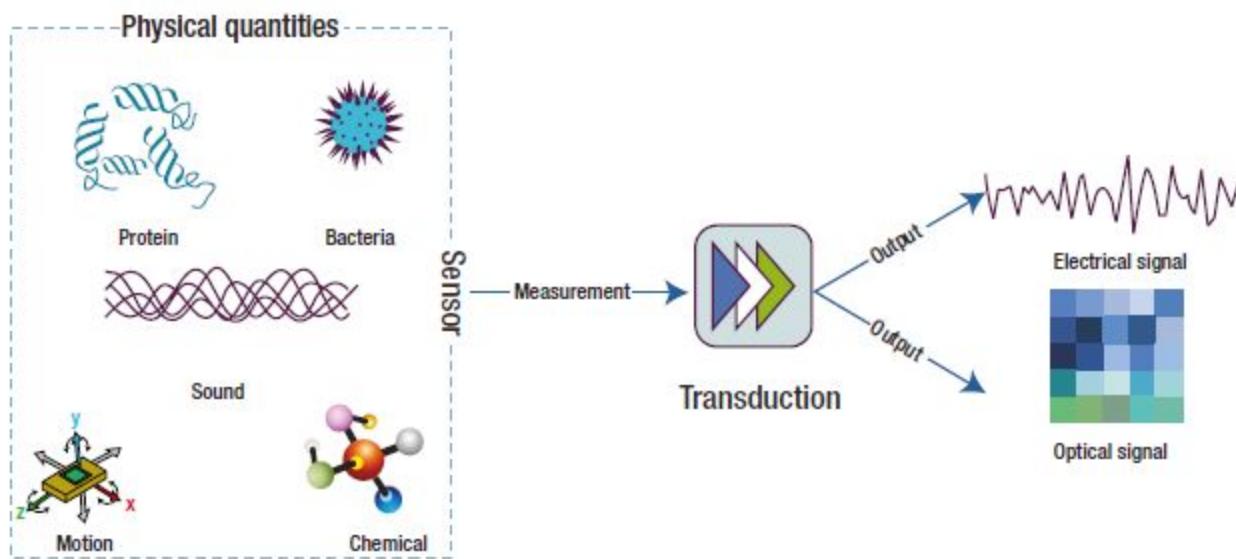
Figure 19.1 Block diagram showing parts of a power supply.

Power Supply

Catu daya merupakan suatu Rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Power supply atau catu daya adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya suatu perangkat keras lainnya. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

What is a sensor?

- A device that receives a stimulus and responds with an electrical signal.
- A special type of transducer (device that converts one type of energy into another



Sensor

Sensor (transduser) adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi listrik.

macam-macam sensor:

- Sensor mekanik adalah sensor yang digunakan untuk mengubah besaran mekanik menjadi listrik. Pada sensor mekanik, keluaran sensor berubah sesuai perubahan gaya atau perubahan jarak (perpindahan), linear maupun rotasi. Fungsi sensor mekanik bermacam-macam antara lain untuk mengukur panjang, luas aliran massa, gaya, torsi, tekanan, kecepatan, percepatan dan panjang gelombang akustik.
- Sensor optik adalah sensor yang digunakan untuk mengubah besaran optik menjadi besaran listrik. Pada sensor optik, keluaran sensor berubah sesuai perubahan cahaya yang jatuh kepermukaan sensor. Fungsi sensor optik bermacam-macam, antara lain untuk mengukur intensitas cahaya, warna dan deteksi objek

Common Sensors

- Mechanical
 - Accelerometers
 - Gyroscopes
- Optical
 - Photodetectors
 - Infrared
- Semiconductor
 - Gas
 - Temperature
 - Magnetic

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)

LDR adalah suatu resistor yang nilai resistansinya tergantung pada cahaya (jika mendapat cahaya terang, nilai resistansi kecil sekitar ratusan s.d kilo Ohm, jika kondisi gelap nilai resistansi akan besar bisa mencapai puluhan-ratusan KOhm bahkan bisa mencapai MOhm), umumnya LDR digunakan sebagai sensor cahaya.

Membuat Lilin Elektronik

Sensor Getar Piezoelectric

Piezoelectric adalah komponen yang dapat menghasilkan tegangan listrik sebagai respon dari suatu perubahan tekanan mekanik. Piezoelectric umumnya digunakan sebagai sensor getaran mekanik (vibration), tekanan (pressure) dan lekukan (twist).

1. Mendekksi Getaran Menggunakan Piezoelectric

Digital Vibration Sensor

Sensor getaran digital ini dapat digunakan untuk mendeteksi vibrasi/getaran dengan cara yang paling sederhana dan mudah. Cukup getarkan sensor ini, maka Arduino akan menerima sinyal digital secara real time. Untuk memudahkan anda menghubungkan sensor ini ke Arduino akan menerima sinyal digital secara real time. Untuk memudahkan anda menghubungkan sensor ini ke arduino, Anda dapat menggunakan IO Expansion Shield V7. Pendekslan getaran dapat diaplikasikan pada sistem keamanan, biasanya sensor getaran digital ditempatkan pada jendela atau pintu. Sensor ini dapat mendeteksi getaran yang lemah.

Digital Vibration Sensor

Spesifikasi sensor getaran digital :

- IO Type : Digital
- Switch life : up to 10 million second
- Open circuit resistance : 10Mohm
- Supply Voltage: 3.3V to 5V

Mendeteksi getaran menggunakan Digital Vibration Sensor

Koneksi antara arduino sevserino atau uno dengan Digital Vibration sensor, Yaitu: Pin 3 Arduino dihubungkan ke pin 13 Arduino -> Arduino LED

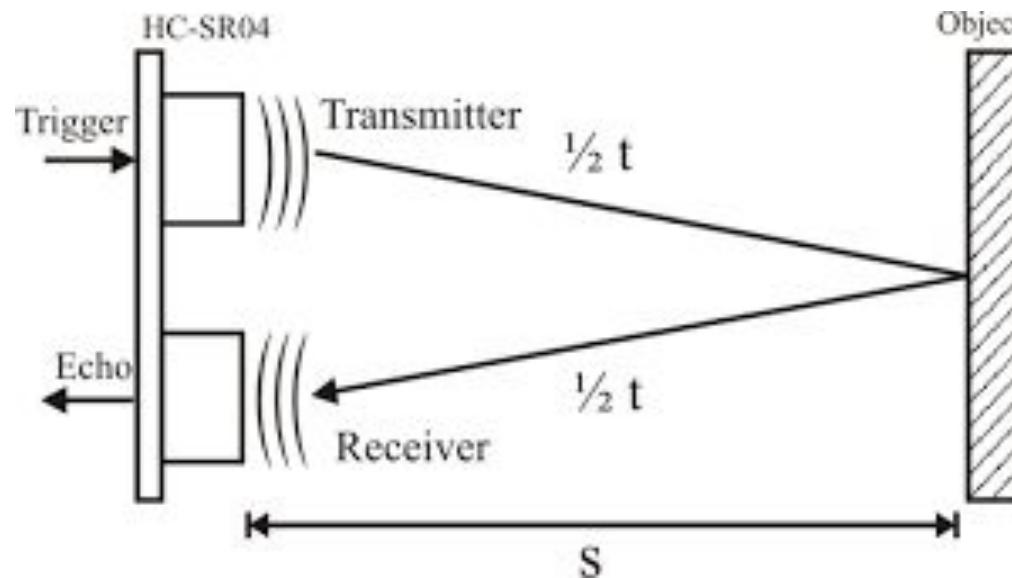
Sensor Jarak Menggunakan infrared dan Photodiode

Infrared (dioda infrared) adalah suatu komponen yang memancarkan sinar pada daerah panjang gelombang infra merah dan biasanya digunakan sebagai pemancar gelombang inframerah (TX). Photodioda adalah suatu komponen yang peka terhadap cahaya (gelombang infrared, cahaya tampak sinar X) prinsip kerja dari fotodioda jika sebuah sambungan-pn dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil, sedangkan jika sambungan-pn dibias mundur dan diberikan cahaya arus akan bertambah cukup besar.

- 1. Mendeteksi adanya halangan menggunakan LED infrared dan Photodioda**

Sensor Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang adn kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Gelombang ultrasonik bekerja pada frekuensi mulai dari 20 Khz sampai dengan 20 Mhz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerjaan pada fasa gas, cair, hingga padat. Contoh sensor Ultrasonik D-Sonar untuk mengukur jarak pengguna dengan benda didepannya, Sensor HC- SR04



Sensor Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah speaker ultrasonik, dan sebuah microphone ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 Khz menjadi suara sementara microphone ultrasonik akan mengirimkan suara ultrasonik ada pulsa trigger dari mikrokontroler. Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 Khz akan dipancarkan selama 200 us. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 340m/s atau 29.412 us setiap 1 cm, mengenai objek dan akan terpantul kembali ke sensor ultrasonik. Selama menunggu pantulan, sensor ultrasonik akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berlogika low ketika suara pantulan terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Maka dari itu, lebar pulsa dapat merepresentasikan jarak antara sensor ultrasonik dengan objek, Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut .

Sensor Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik

$$S = (tIN \times V) \div 2$$

Dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)

tIN = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang.

Sensor Ultrasonik buatan Parallax (Sensor PING) dapat digunakan untuk mengukur jarak sejauh 2cm sampai 300 cm. Karakteristik dari sensor ultrasonic “PING” adalah

- Tegangan supply : 5Vdc
- Konsumsi arus : 30mA(maksimum 35 mA)
- Jarak : 2cm sampai dengan 300 cm
- Input Trigger : pulsa TTL, Positif, minila 2 uS,5 uS,typical.
- Echo Pulse : pulsa TTL Positif,115 uS sampai dengan 18,5ms
- Echo Hold-off : 750 uS

Sensor Gerak PIR (Passive infra RED)

PIR (Passive infra red) adalah modul pendekksi gerakan yang bekerja dengan cara mendekksi adanya perbedaan/perubahan suhu sekarang dan sebelumnya (suhu tubuh manusia). Modul PIR dapat mendekksi gerakan hingga jarak tertentu gerakan hingga jarak tertentu (umumnya 5 meter) Ketika tidak mendekksi gerakan, keluaran modul adalah LOW, Ketika mendekksi adanya gerakan keluaran akan menjadi HIGH dengan lebar pulsa HIGH sekitar 0,5 detik – 15 detik.

1. Mendekksi gerakan menggunakan sensor PIR

Sensor Suhu LM35 dan Keypad

LM35 adalah sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktik, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya lumayan bagus. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi.

Sensor Suhu LM35 dan Keypad

Keypad 4x4 adalah 16 buah saklar yang dibentuk matrik, dengan tujuan penghematan jalur I/O , apabila ke 16 saklar tersebut tidak dibentuk matrik maka dibutuhkan 16 jalur input (masukan), tetapi dengan dibentuk dalam matrik, maka hanya membutuhkan 8 jalur (4 jalur input dan 4 jalur Output) ,cara menggunakan keypad 4x4 ini dengan metode scanning, tiap baris (kolom) diberi logika 0 (0V) secara bergilir, setiap baris (kolom) yang mendapat logika 0, selanjutnya set seluruh kolom dengan logika 1, tahap berikutnya tiap kolom (barisnya) diuji logikanya , apabila ada kolom (baris) yang terbaca logik 0 (0V), berarti kolom (baris) tersebut sedang ditekan. Pada arduino untuk mengaktifkan keypad diperlukan tambahan library <keypad.h> (licence MIT, author: Alexander Brevig)

Penulisan tambahan library : #include <keypad.h>

Dengan menggunakan library ini, kita hanya cukup mendeklarasikan pemetaan (mapping) dengan instruksi :

Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT11)

Sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban udara. Range kelembaban yang dapat diukur antara 20% - 90% RH dengan tingkat akurasi 4% dan sensitivitas 1% RH. DHT11 Memiliki 3 buah pin, yang terdiri dari pin VCC,DATA, dan GND.

Membaca Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor DHT11

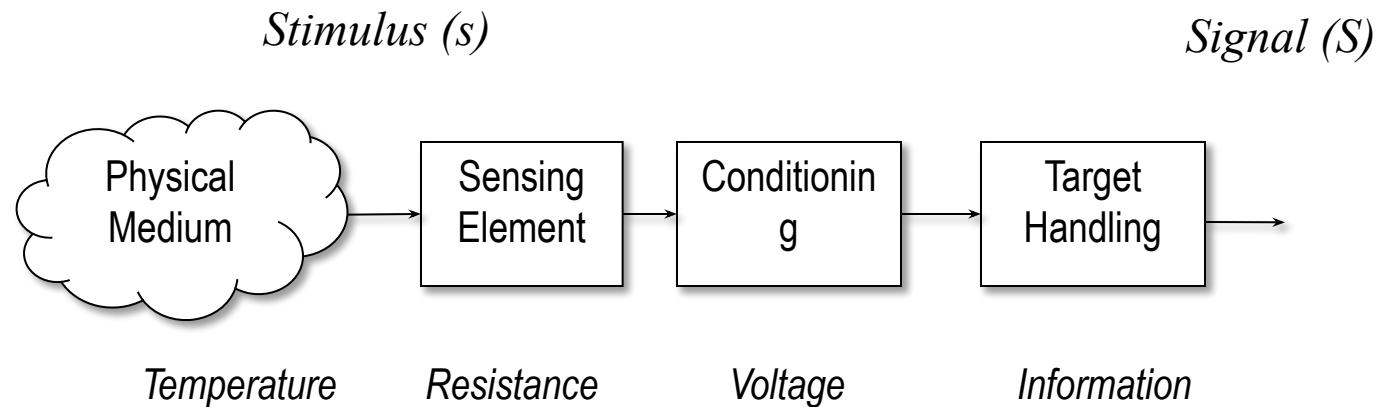
Program pembacaan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11, kemudian ditampilkan ke LCD. Sensor ini bisa dipasang dengan Board arduino seperti Arduino Mega 2560

Long Water Level Float Sensor Switch

saklar untuk mendekksi jika air dalam suatu wadah atau tangki dan bak sudah mencapai ketinggian pada titik tertentu, sesuai dengan posisi saklar ini. prinsip kerja saklar ini adalah menggunakan reed switches (saklar lidi) didalam batang dan magnet didalam pelampung yang berada di keliling batang. Saat ini air mengangkat pelampung maka magnet akan mengaktifkan dan menonaktifkan reed switch.tduino.



Sensors



Transducers
Micro-sensors 10^{-6} m

Transfer Function

$$S = f(s)$$

where S = output signal; s = stimulus; and $f(s)$ = functional relationship

For binary sensors: $S = 1$ if $s > 0$ and $S = 0$ if $s \leq 0$.

The ideal functional form for an analogue measuring device is a simple proportional relationship, such as:

$$S = C + ms$$

where C = output value at a stimulus value of zero

and m = constant of proportionality (sensitivity)

Example

- The output voltage of a particular thermocouple sensor is registered to be 42.3 mV at temperature 105°C. It had previously been set to emit a zero voltage at 0°C. Since an output/input relationship exists between the two temperatures, determine (1) the transfer function of the thermocouple, and (2) the temperature corresponding to a voltage output of 15.8 mV.

Solution

$$S = C + ms$$

$$42.3 \text{ mV} = 0 + m(105^\circ\text{C}) = m(105^\circ\text{C})$$

$$\text{or } m = 0.4028571429$$

$$S = 0.4 \text{ (s)}$$

$$15.8 \text{ mV} = 0.4 \text{ (s)}$$

$$15.8 / 0.4 = s$$

$$s = 39.22^\circ\text{C}$$

Sensors

A sensor is a transducer that converts a physical stimulus from one form into a more useful form to measure the stimulus

- Two basic categories:

1. Analog
2. Discrete
 - Binary
 - Digital (e.g., pulse counter)



Sound
(db pressure)



Touch



Ultrasonic
(distance)



Light
(light intensity)

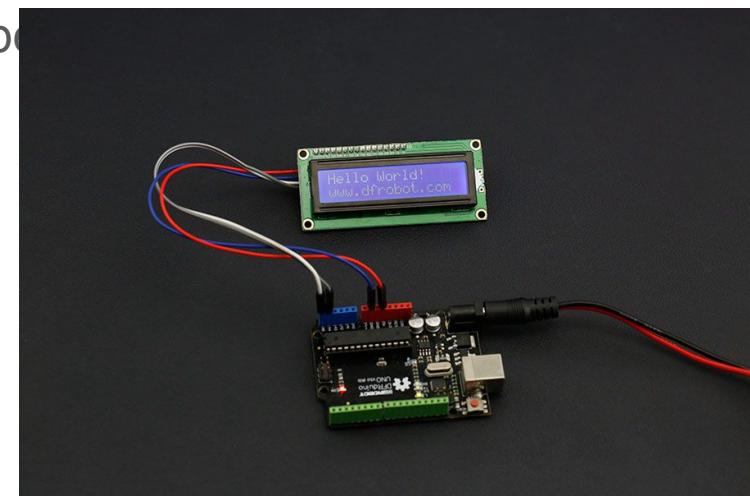
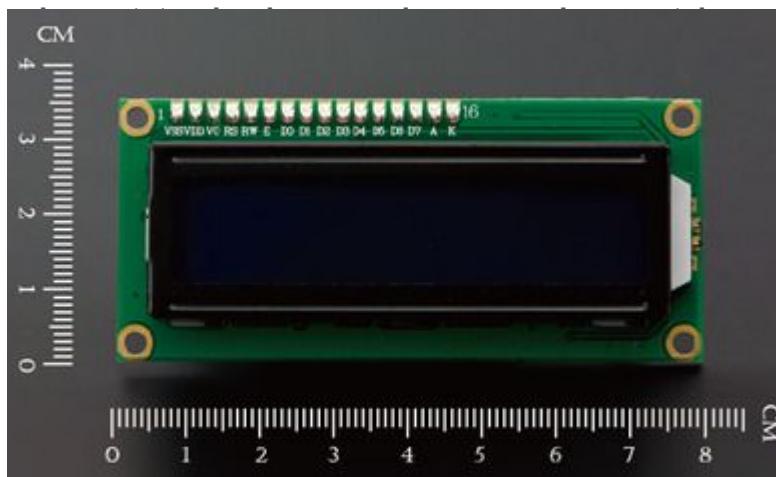
Other Sensors

- Temperature
- RFID
- Barcode
- Proximity
- Vision
- Gyroscope
- Compass
- Tilt/Acceleration
- Etc.



Display LCD

Komponen output sebagai notifikasi dan tidak termasuk ke dalam aktuator, namun sering beriringan dengan komponen output lainnya. LCD 16x2 dapat menampilkan 16x2 karakter pada 2 baris, karakter putih dengan latar belakang biru. Biasanya, proyek layar LCD Arduino langsung ditanam pada pin Arduino Uno dengan mudah. Layar LCD I2C 16x2 Arduino ini menggunakan antarmuka komunikasi I2C dan hanya membutuhkan 4 pin untuk layar LCD: VCC, GND, SDA, SCL. Semua konektor adalah standar XH2.54 (jenis Breadboard). Anda



https://www.dfrobot.com/product-135.html?gclid=EA1alQobChMlq5zGn8Pr5OIVkTUrCh2i6gAZFAAYAiAAFgliryD_BwF

Display 7 Segment

Komponen output sebagai notifikasi dan tidak termasuk ke dalam aktuator, namun sering beriringan dengan komponen output lainnya. **Seven Segment** adalah kelompok segmen-segmen LED (light emitted diode) yang digunakan menampilkan angka, tersusun atas 7 buah LED (Light Emitted diode) yang disusun membentuk angka 8, tiap pin dinotasikan huruf a-g dan dot untuk titik pada ujung bawah kanan.

Common Anoda (CA)

Semua common anoda (kaki com) dari 7 segment disatukan secara paralel dan dihubungkan ke VCC, kaki-kaki 7 segment a-g serta kaki dot (merupakan pin katoda) membutuhkan logik 0 (ground) apabila tiap segment LED ingin dinyalakan. Dengan kata lain 7 segment COMMON ANODA bekerja pada kondisi AKTIF LOW.

Common Catoda (CC)

Semua Common i katoda (kaki com) dari 7 segment disatukan secara paralel dan dihubungkan ke GND, kaki-kaki 7 segment

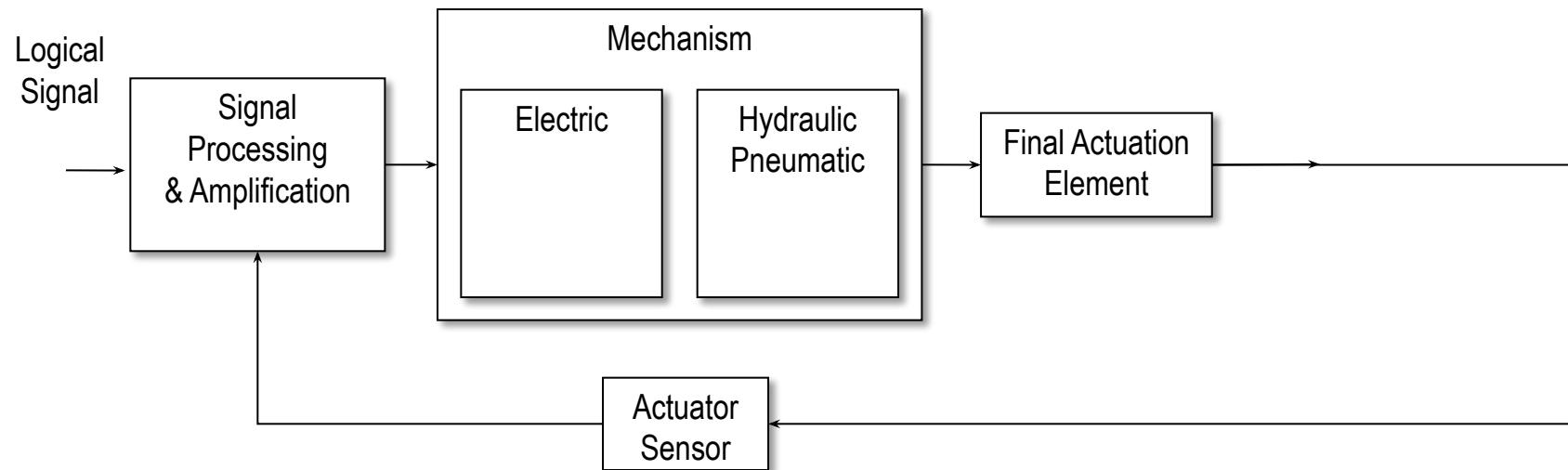
Actuators

Hardware devices that convert a controller command signal into a change in a physical parameter

- The change is usually mechanical (e.g., position or velocity)
- An actuator is also a transducer because it changes one type of physical quantity into some alternative form
- An actuator is usually activated by a low-level command signal, so an amplifier may be required to provide sufficient power to drive the actuator



Actuators



Types of Actuators

1. Electrical actuators

- Electric motors
 - DC servomotors
 - AC motors
 - Stepper motors
- Solenoids

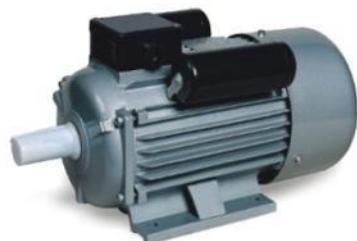


2. Hydraulic actuators

- Use hydraulic fluid to amplify the controller command signal

3. Pneumatic actuators

- Use compressed air as the driving force

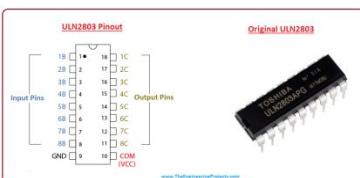


Motor DC

Motor DC adalah motor yang bergerak berputar 360 derajat, biasanya disebut dinamo, digunakan sebagai penggerak roda. Apabila kutub positif dan negatif sumber yang dipasang ditukar maka motor DC akan berputar berlawanan arah dari arah putar sebelumnya.

Driver Motor ULN2803

Pin digital Arduino (umumnya) hanya bidang handle arus sekitar 40mA, sehingga untuk menggerakan motor DC, stepper Motor, ataupun beban lainnya yang memerlukan arus besar diperlukan driver. IC ULN2803 adalah IC Darlington Driver (8 kanal) yang dapat meng-handle arus maksimum 500mA per kanal. IC ini dapat digunakan untuk LED, Lampu, Motor DC, Motor Stepper, relay dan lainnya. Dengan bantuan 2 buah transistor PNP IC ULN2803 dapat dikonfigurasikan menjadi H-Bridge Circuit BiDirectional Motor Control, yaitu pengendali motor DC dua arah putaran, searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam dan jika diimplementasikan untuk memutar roda (pada robot beroda),



Konstruksi Motor

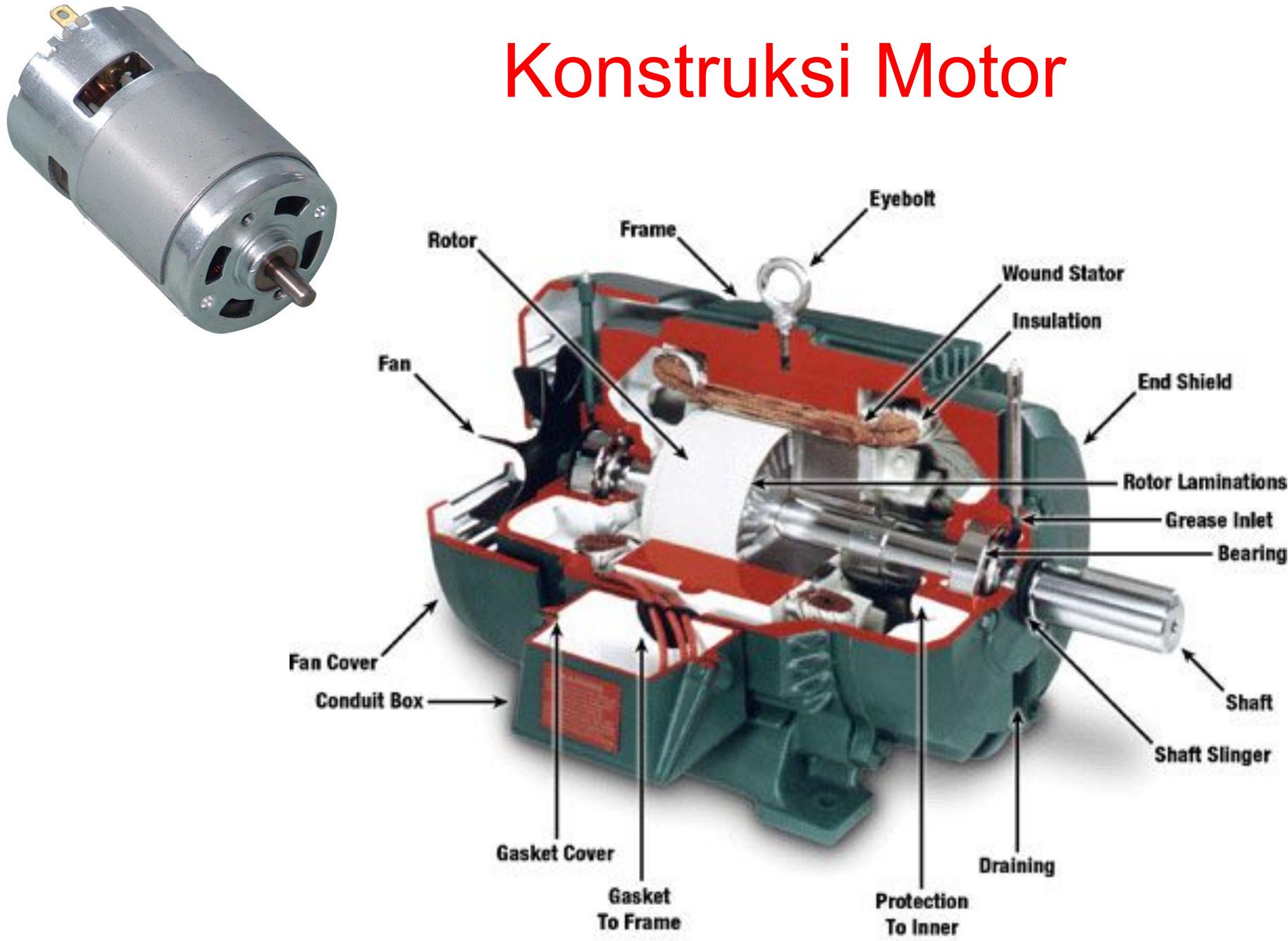
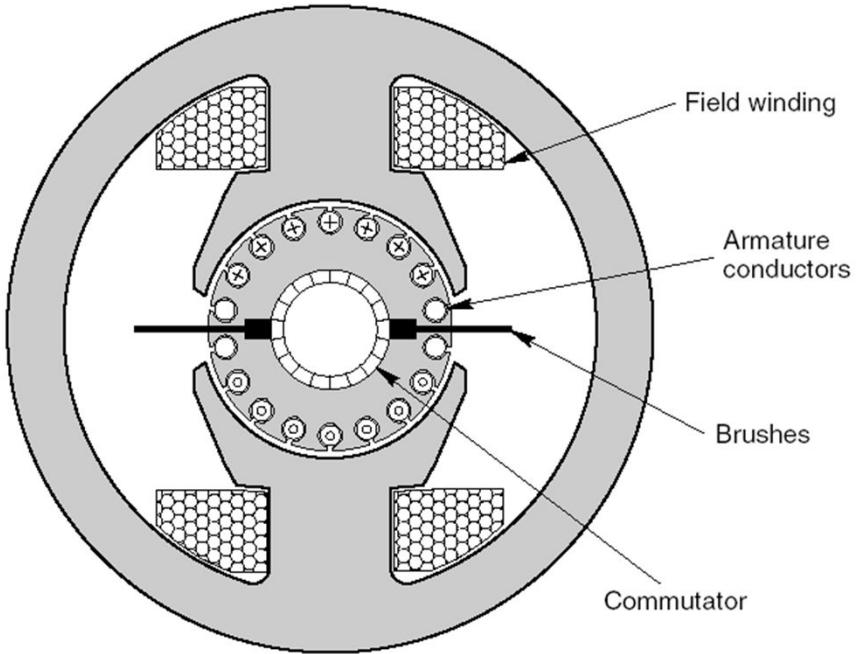
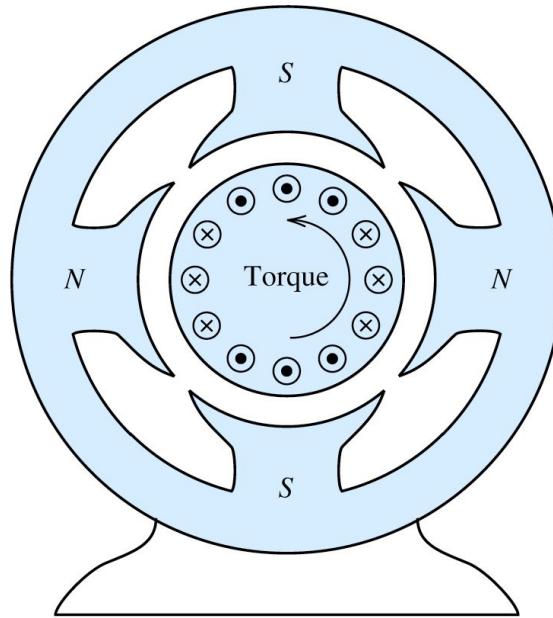


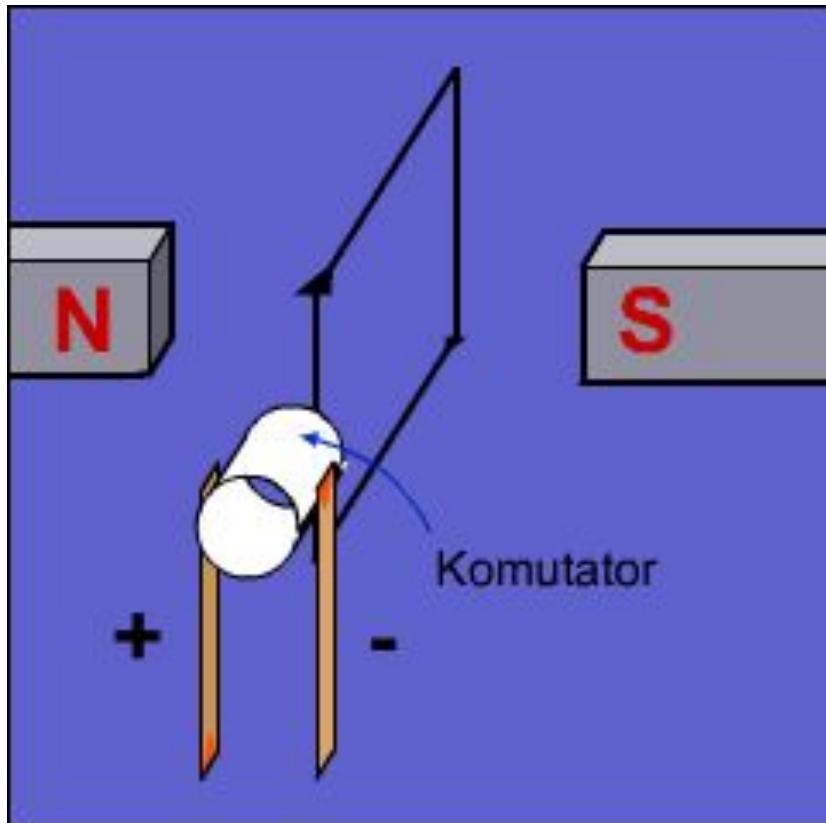
Figure 8 – Motor Construction



Prinsip motor: aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan

Kerja Motor berdasarkan Penggunaan Gaya Magnetik

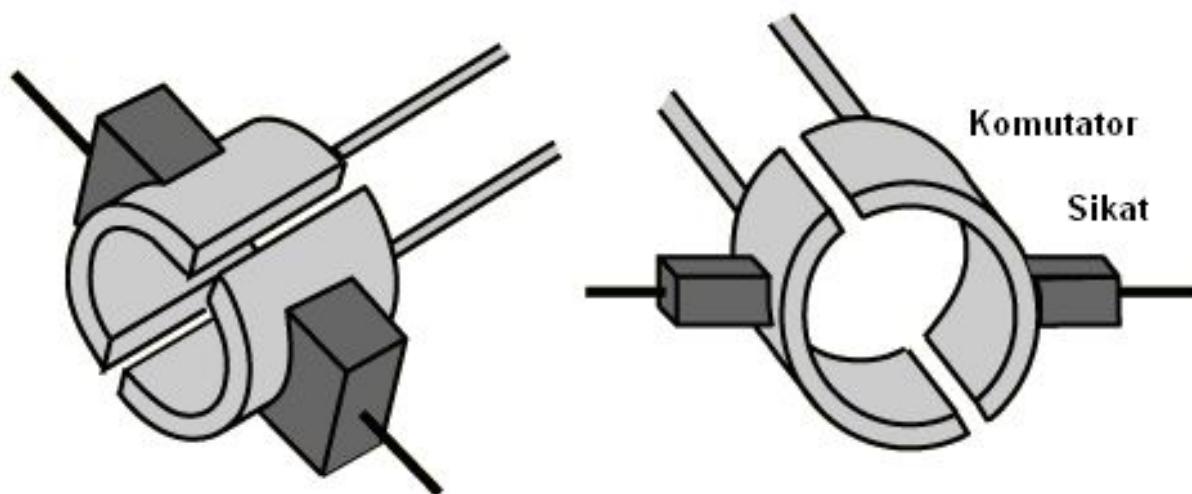
- Gaya magnetik yang timbul pada penghantar berarus listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

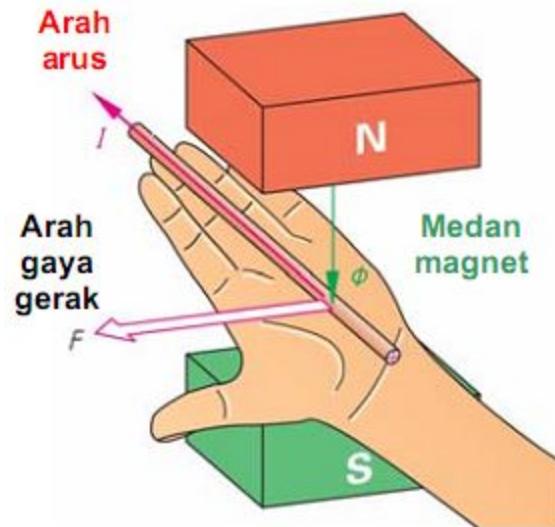


Fungsi komutator adalah agar arus listrik yang mengalir pada loop tidak berbalik arah, sehingga loop dapat terus berputar.

Komutator dan Sikat pada Motor Listrik

Komutator atau cincin belah (split ring) berfungsi untuk membalik arah arus pada setengah siklus negatif dari arus bolak balik. Kontak-kontak listrik pada rotating ring disebut "sikat". Pada awalnya, dalam motor digunakan sikat tembaga. Motor-motor modern biasanya menggunakan kontak-karbon spring-loaded.





F = Arah gaya penghantar
(Newton)

B = kerapatan flux magnet
(Wb/m²),

ℓ = panjang kawat
penghantar (meter)

I = Arus DC (Ampere)

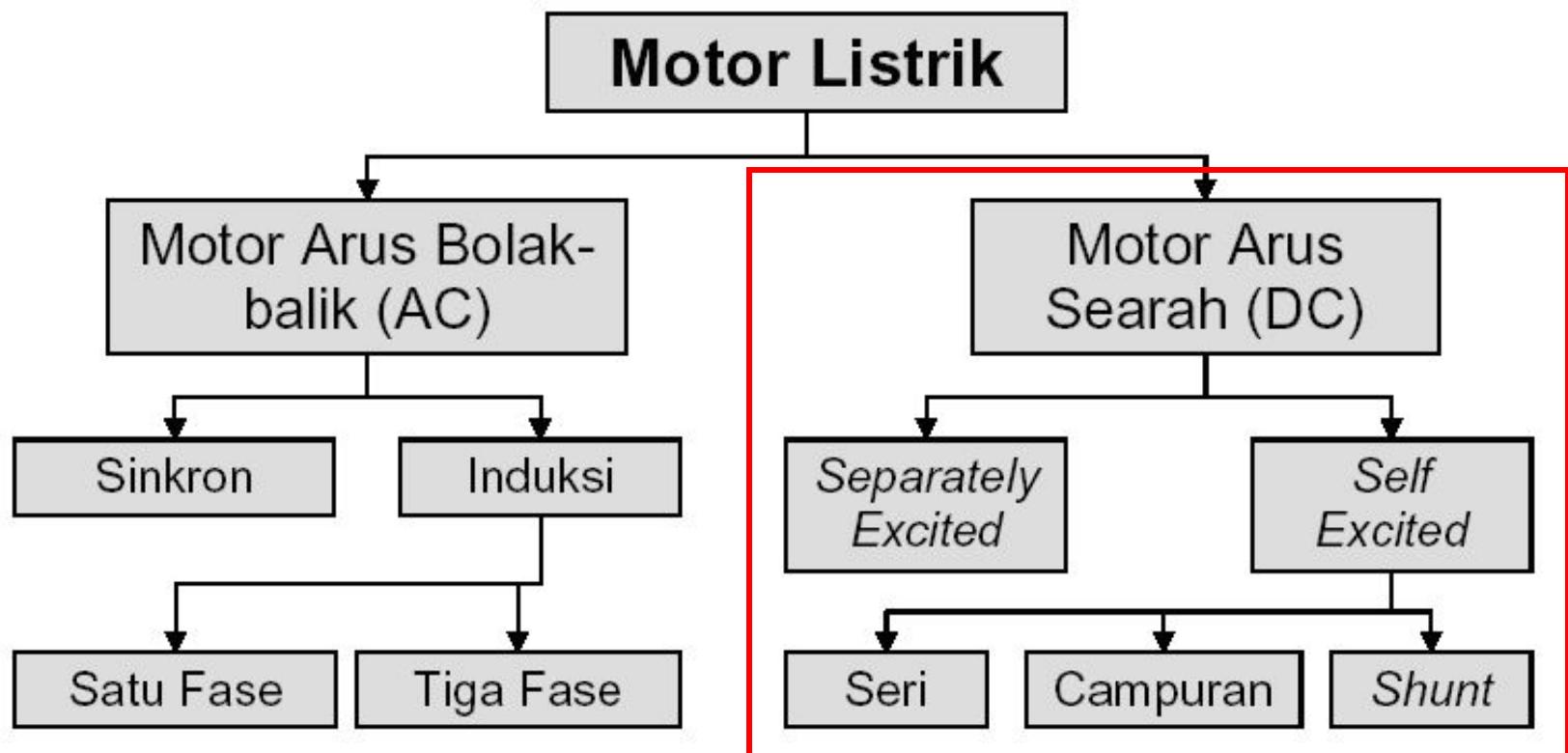
z = Jumlah penghantar

Prinsip Arah Putaran Motor

Untuk menentukan arah putaran motor, digunakan kaedah Flamming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet ini memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gaya gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang bersarnya sama dengan F .

$$F = B \cdot I \cdot \ell \cdot z \text{ (Newton)}$$

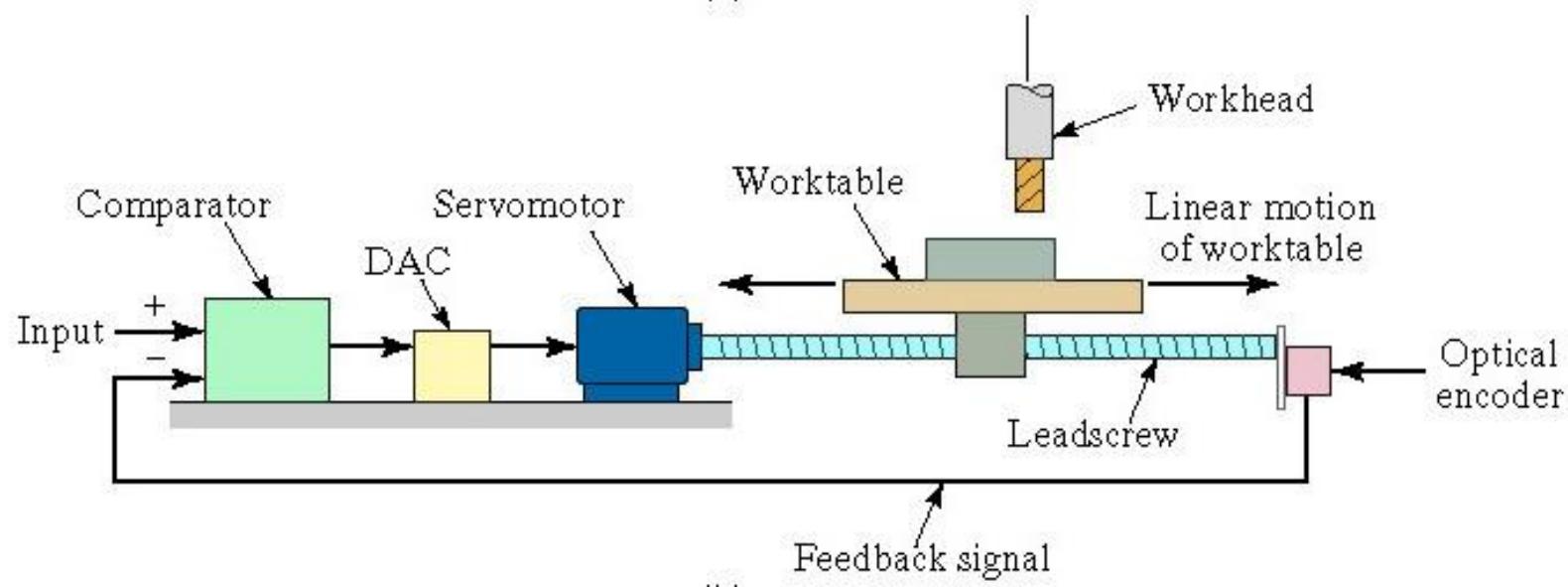
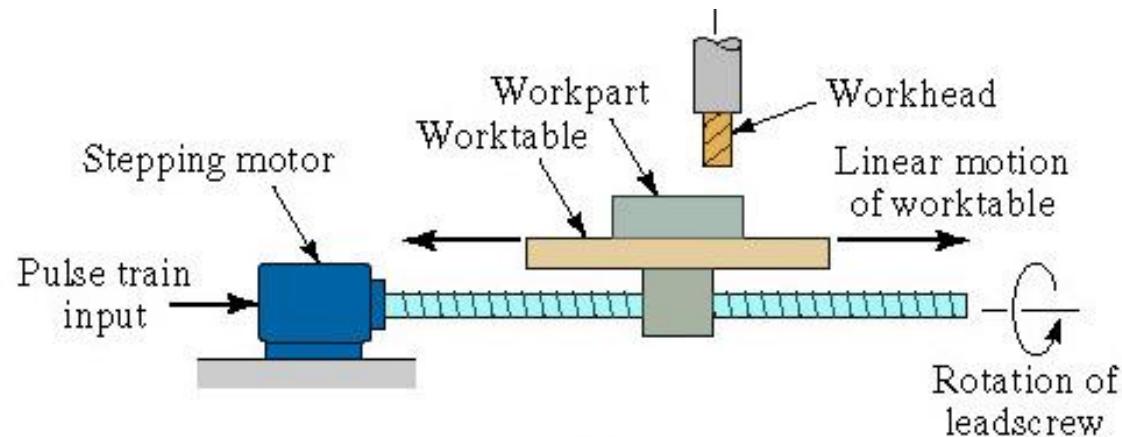
Klasifikasi Motor Listrik



Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup, posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian roda gigi (gear), potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan putaran sudut dari sumbu motor servo diatur (dengan sinyal PWM) berdasarkan lebar pulsa (berkisar antara 0.5ms s.d 2ms) yang dikirim melalui kaki sinyal dari motor servo. Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo standard (dapat berputar 180 derajat) dan motor servo continuous (dapat berputar sebesar 360 derajat).

Stepper motor and Servomotor



Servo motor control

```
#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo
void setup() {
int val = 180; // variable to control servo
myservo.attach(9); // pin 9 is a PWM pin
}
void loop() {
myservo.write(val); // constant servo speed
delay(15); // waits for the servo to get there
}
```

Stepper motor control

```
#include <Stepper.h> //the control sequence is in this library

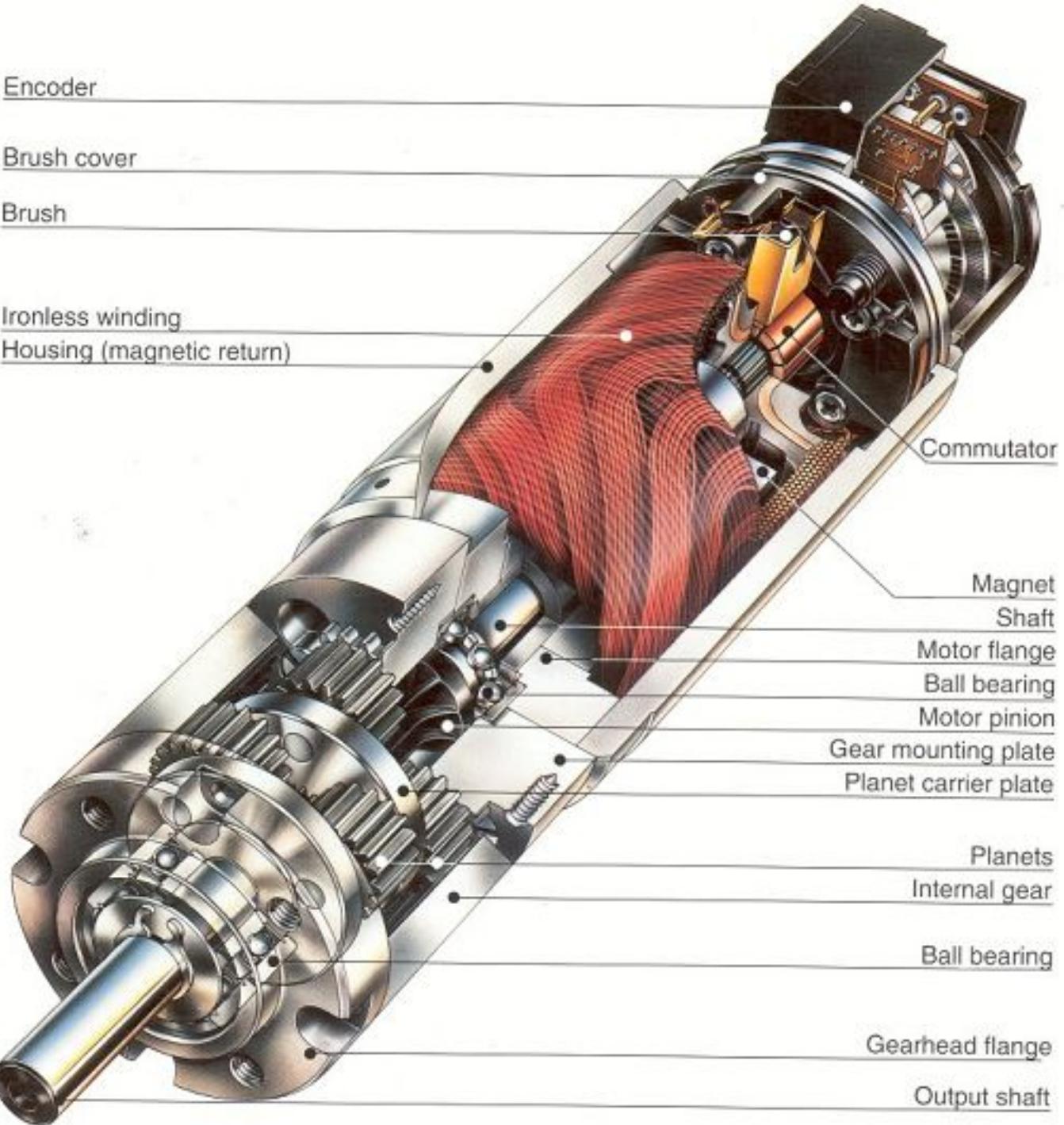
const int stepsPerRevolution = 200; // motor-dependent

Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11); //pins used

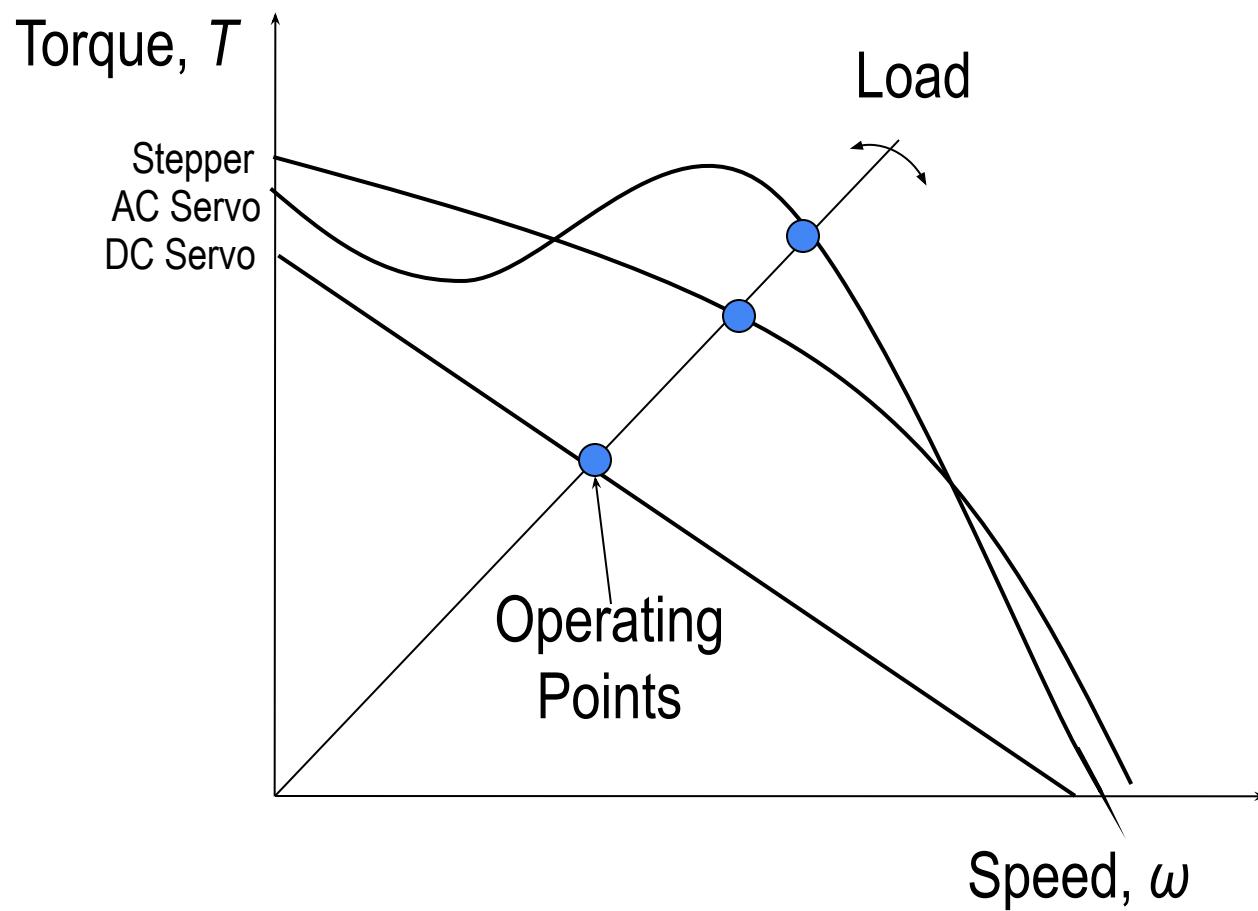
void setup() {
    // set the speed at 60 rpm:
    myStepper.setSpeed(60); //actually sets the delay between steps
}

void loop() {
    // step one revolution in one direction:
    myStepper.step(stepsPerRevolution);
    delay(500);
}
```

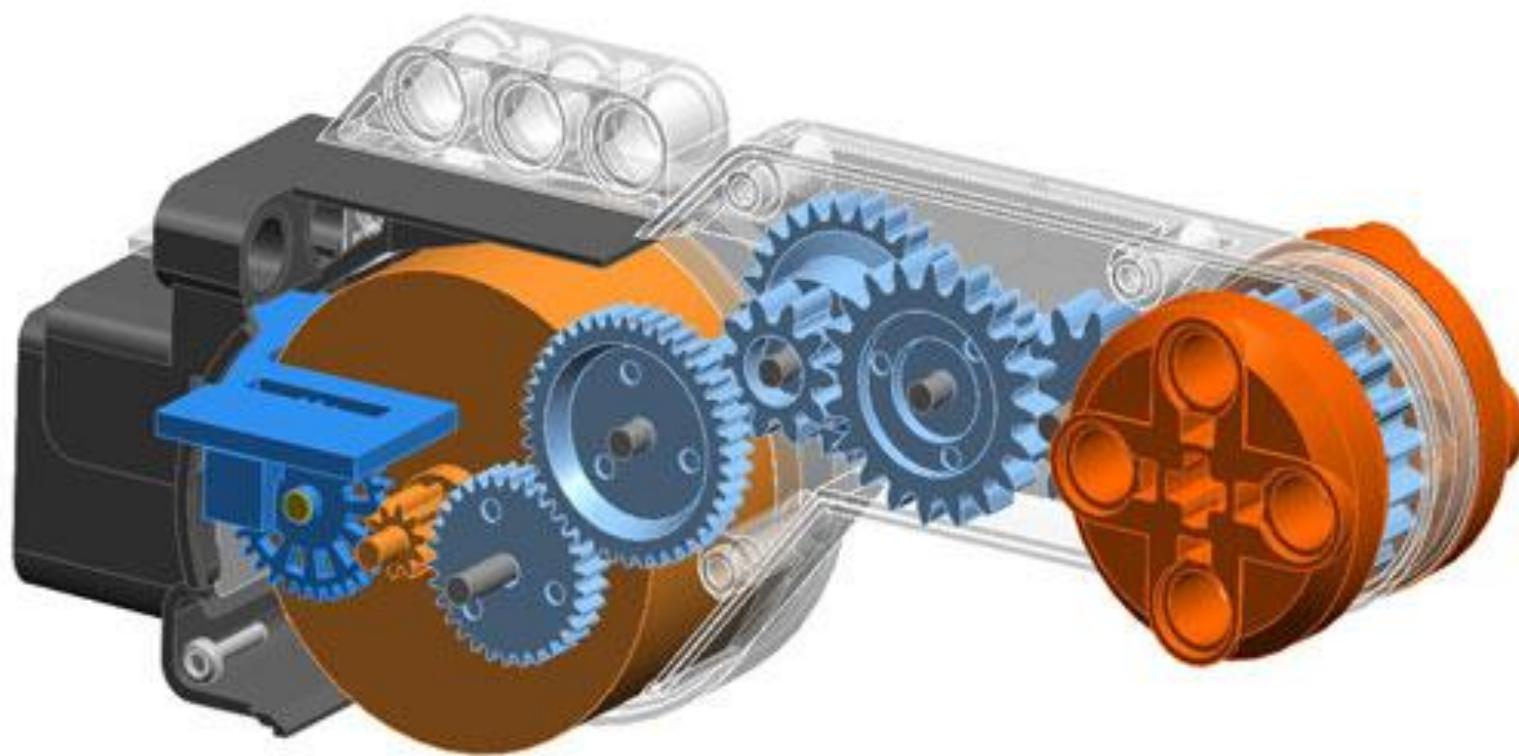
Servo Motor



Torque-Speed Curve of a DC Servomotor and Load Torque Plot



NXT Mindstorms - Servo Motor

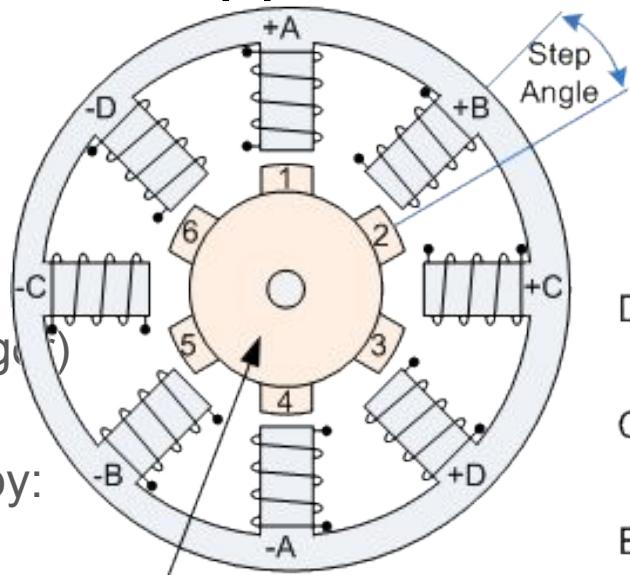


Motor Controllers

The POSYS® 3004 (Designed & Made in Germany) is a PC/104 form factor board dedicated to high performance motion control applications with extensive interpolation functionality. The POSYS® 3004 is designed to control up to 4 axes of servo and stepper motors and provides **hardware linear, circular, Bit Pattern and continuous interpolation** which allow to perform the **most complex motion profiles**. Update rates per axis do not exist as each axis runs in absolute real-time mode simultaneously which makes these boards to one of the best performing motion controllers for up to 4 axes in the market.



Stepper Motors



Step angle is given by: :

where n_s is the number of steps for the stepper motor (integer)

Total angle through which the motor rotates (A_m) is given by:

where n_p = number of pulses received by the motor.

$$\alpha = \frac{360}{n_s}$$

Angular velocity is given by:

$$n_s$$

where f_p = pulse frequency

$$\omega = \frac{2\pi f_p}{n_s}$$

$$A_m = n_p \alpha$$

Speed of rotation is given by:

$$N = \frac{60 f_p}{n_s}$$

Example

- A stepper motor has a step angle = 3.6° . (1) How many pulses are required for the motor to rotate through ten complete revolutions? (2) What pulse frequency is required for the motor to rotate at a speed of 100 rev/min?

Solution

$$(1) 3.6^\circ = 360 / n_s; \quad 3.6^\circ (n_s) = 360; \quad n_s = 360 / 3.6 = 100 \text{ step angles}$$

$$\alpha = \frac{360}{n_s}$$

$$(2) \text{Ten complete revolutions: } 10(360^\circ) = 3600^\circ = A_m$$

$$\text{Therefore } n_p = 3600 / 3.6 = 1000 \text{ pulses}$$

$$A_m = n_p \alpha$$

Where $N = 100 \text{ rev/min}$:

$$100 = 60 f_p / 100$$

$$10,000 = 60 f_p$$

$$f_p = 10,000 / 60 = 166.667 = 167 \text{ Hz}$$

$$N = \frac{60 f_p}{n_s}$$