

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
EQUIPE TROIA DE ROBÓTICA

**INTRODUÇÃO A ELETRÔNICA**  
CONCEITOS BÁSICOS

LAVRAS  
2015

## SÚMARIO

1. CONCEITOS BÁSICOS .....	03
1.1. TENSÃO ELÉTRICA.....	03
1.2. CORRENTE ELÉTRICA.....	03
1.3. RESISTÊNCIA ELÉTRICA.....	03
1.4. LEI DE OHM.....	04
2. COMPONENTES ELETRÔNICOS E CIRCUITOS .....	04
2.1. PASSIVOS .....	04
2.1.1. RESISTOR .....	04
2.1.1.1. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES .....	05
2.1.1.1.1. SÉRIE .....	05
2.1.1.1.2. PARALELO .....	05
2.1.2. CAPACITOR.....	05
2.1.2.1. ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES.....	07
2.1.2.1.1. SÉRIE.....	07
2.1.2.1.2. PARALELO.....	07
2.1.3. INDUTOR.....	07
2.2. SEMICONDUTORES E CIRCUITOS INTEGRADOS.....	07
2.2.1. DIODO.....	07
2.2.2. TRANSISTOR.....	08
2.2.2.1. MOSFFETS.....	09
2.2.3. GATEDRIVE.....	10
2.2.4. MICROCONTROLADORES.....	10
2.2.5. REGULADORES DE TENSÃO.....	11
3. FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS.....	12
3.1. FERRO DE SOLDA.....	12
3.2. ESTAÇÃO DE SOLDA COM TEMPERATURA VARIÁVEL.....	12
3.3. ESTANHO.....	13
3.4. SUGADOR DE SOLDA.....	13
3.5. PINÇA ANTIESTÁTICA.....	14
3.6. ESTAÇÃO DE AR (Retrabalho).....	14
3.7. FONTE DE TENSÃO REGULÁVEL.....	15
3.8. MATRIZ DE CONTATOS.....	15
3.9. MULTIMETROS.....	16
3.10. GERADOR DE SINAIS.....	18
3.11. OSCILOSCÓPIO.....	18

## 1. CONCEITOS BÁSICOS

### 1.1. TENSÃO ELÉTRICA

Podemos definir a tensão elétrica em um circuito como sendo a diferença de potencial entre dois pólos distintos. Em todo circuito elétrico é necessário a existência de uma fonte de tensão (ou fonte de corrente em alguns casos, como veremos mais adiante) para fornecer energia ao circuito. No S.I (Sistema Internacional) a tensão elétrica, cujo símbolo é a letra  $U$ , é medido em volts (V).

- Tensão alternada: É aquela que varia no tempo, ou seja, é o tipo de tensão que descreve uma função que varia de valor com o passar do tempo. A mais comum das tensões alternadas é a tensão senoidal, que assume uma infinidade de valores no decorrer do tempo. É importante notar que uma tensão alternada oscila em uma determinada frequência.

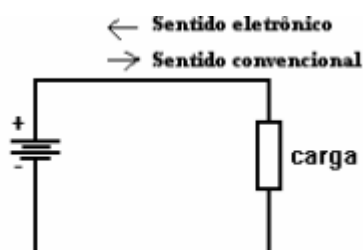
- Tensão contínua: Pode ser definida como a tensão que descreve uma constante, ou seja, seu valor não varia ao longo do tempo. Notar, portanto, que uma tensão contínua não "tem" frequência.

### 1.2. CORRENTE ELÉTRICA

Podemos definir uma corrente elétrica como sendo o fluxo ordenado de elétrons por um meio condutor. De fato, ao submetermos um material condutor a uma diferença de potencial, os elétrons fluirão do ponto de maior concentração de elétrons para o ponto de menor concentração com sentido ordenado.

O deslocamento dos elétrons pelo circuito recebe o nome de fluxo (que é de fato a corrente). Esse fluxo pode ser chamado de fluxo convencional ou fluxo eletrônico.

A diferença entre fluxo convencional e eletrônico pode ser ilustrado com a figura abaixo:



No fluxo eletrônico a corrente flui do pólo negativo da bateria para o positivo, pois é o que ocorre realmente, afinal o pólo negativo possui grande concentração de elétrons, enquanto que o pólo positivo é carente de elétrons. O fluxo ocorre justamente para que haja um equilíbrio entre os pólos.

No fluxo convencional a corrente flui do pólo positivo para o negativo, de modo que esse sentido não condiz com a realidade. No entanto, para efeito prático e didático o fluxo convencional é largamente utilizado. No nosso caso, a partir de agora utilizaremos o fluxo convencional, salvo menção em contrário.

No S.I a corrente elétrica, cujo símbolo é  $I$ , é medida em ampéres ( A ).

### 1.3. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Podemos definir resistência elétrica como sendo um obstáculo à passagem da corrente elétrica oferecido por um circuito. Em todo circuito elétrico existe uma resistência elétrica qualquer que dificulta a passagem da corrente. Até mesmo um condutor de cobre possui sua resistência à corrente. A resistência elétrica, cujo símbolo é a letra  $R$ , é medida em Ohm (  $\Omega$  ).

## 1.4. LEI DE OHM

Poderíamos afirmar, sendo medo de sermos contraditórios, que a Lei de Ohm é a lei fundamental da eletrônica. O enunciado da lei de Ohm é o seguinte:

Num circuito elétrico fechado, a intensidade de corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão aplicada ao circuito e inversamente proporcional à resistência do mesmo.

Matematicamente essa lei pode ser expressa da seguinte maneira:

$$I = U / R$$

Onde:

I = intensidade de corrente em ampéres ;

U = tensão aplicada ao circuito em volts;

R = Resistência equivalente do circuito em ohms ;

Exemplo: Em um circuito cuja resistência equivalente é igual a 180  $\Omega$ , aplicou-se uma tensão de 24 Vcc. Qual a corrente que flui pelo circuito?

Solução:

Se: U = 24 Vcc R = 180  $\Omega$

$$I = U / R = 24 / 180 = 0,13333 \text{ A ou } 133 \text{ mA}$$

As variações na fórmula da lei de Ohm podem ajudar a obter qualquer uma das grandezas, tendo-se em mãos as outras duas, dessa forma :

$$U = I \times R ; R = U / I$$

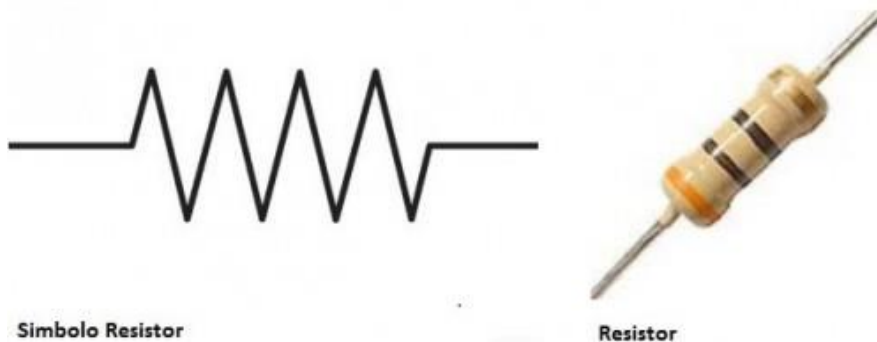
## 2. COMPONENTES ELETRÔNICOS E CIRCUITOS

### 2.1. PASSIVOS

#### 2.1.1. RESISTOR

O resistor é um dispositivo elétrico, cuja principal característica é oferecer certa resistência na passagem da corrente elétrica, seja para aproveitar o calor gerado por essa resistência (conhecido como efeito Joule) ou para reduzir a corrente elétrica em algum ponto do circuito.

A unidade de medida de resistência elétrica é o ohm. Quanto maior o valor em ohm, mais dificuldade a corrente encontrará em passar pelo resistor e maior a queda de tensão ao final da passagem. São identificados por um código de cores ou com seus dados marcados em sua superfície.

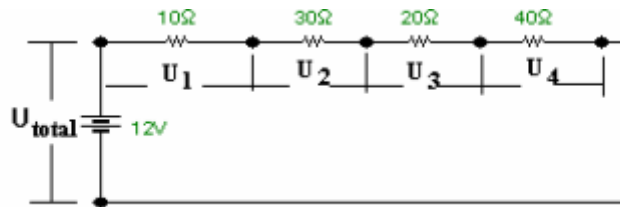


### 2.1.1.1. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

#### 2.1.1.1.1. SÉRIE

A associação de resistências em série é feita de tal modo que o fim de uma resistência fique interligado com o começo da outra. Esse é um tipo de circuito que oferece um só caminho à passagem da corrente elétrica.

Vejamos o esquema:



A resistência total ou equivalente do circuito será a soma das resistências parciais e, portanto, a resistência total será maior que a maior resistência:

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

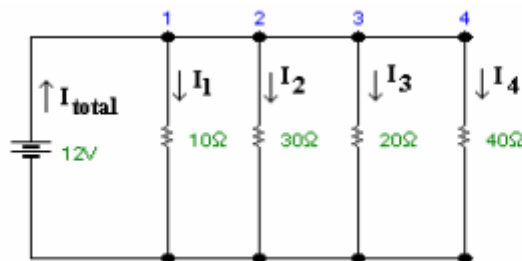
Para o nosso exemplo a resistência equivalente será, portanto:

$$R_{eq} = 10 + 30 + 20 + 40 = 100 \, \Omega$$

#### 2.1.1.1.2. PARALELO

A associação de resistências em paralelo é feita de tal modo que todas fiquem ligadas a um mesmo ponto ou "nó". Esse é um tipo de circuito que oferece diversos caminhos à corrente elétrica quanto forem as resistências associadas.

Vejamos o esquema:



A resistência equivalente do circuito será igual a soma de suas condutâncias, de modo que a resistência final seja menor que a menor resistência do circuito:

$$R_{eq} = 1 / ( 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n )$$

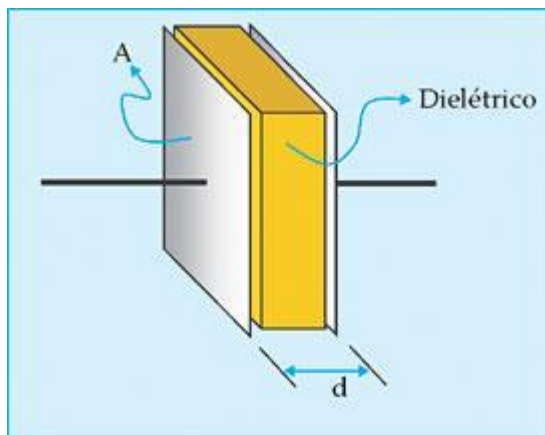
Para o nosso exemplo a resistência equivalente será, portanto:

$$R_{eq} = 1 / ( 1/10 + 1/30 + 1/20 + 1/40 ) = 4,8 \, \Omega$$

### 2.1.2. CAPACITOR

O capacitor é um componente que tem como característica o armazenamento de carga elétrica. É constituído basicamente de duas placas separadas por um material isolante

(dielétrico). Seu funcionamento é simples, quando seus terminais são submetidos a uma corrente elétrica as duas placas internas se carregam com as cargas positivas e negativas, a partir daí diversos efeitos ocorrem e que são utilizados na elétrica e eletrônica. O principal efeito é a capacitância a unidade de medida é o farad, no entanto está é uma unidade muito grande por isso na maior parte das vezes se encontra sob a notação de  $\mu\text{f}$  (micro farad).



É muito utilizado como filtro em circuitos eletrônicos e no dobrador de tensão das fontes de alimentação de computadores. Existem diversos tipos de capacitores e de diversas composições destinados cada tipo a certas aplicações.



cerâmico



poliéster



eletrolítico



tântalo



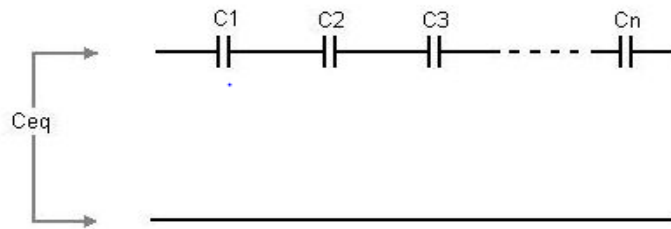
óleo



variável

### 2.1.2.1. ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

#### 2.1.2.1.1. SÉRIE



Na associação de capacitores em paralelo as placas negativas do capacitor são ligadas entre si assim como as placas positivas do capacitor. Quando os capacitores são ligados em paralelo a ddp da associação é a mesma para todos os capacitores. Na associação em série a armadura negativa do capacitor está ligada a armadura positiva do capacitor seguinte. Quando os capacitores são ligados em série a carga da associação é igual para todos os capacitores.

**Q=constante**

Portanto a diferença de potencial elétrico é expressa em cada capacitor por;

Se,  $C=Q/V$

Isolando "V", temos que;

$$U_1=Q/C_1$$

$$U_2=Q/C_2$$

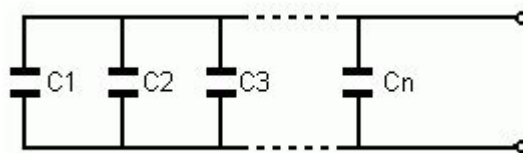
$$U_3=Q/C_3$$

Como  $U=U_1+U_2+U_3$ , percebemos que  $Q/C_{eq} = (Q/C_1) + (Q/C_2) + (Q/C_3)$

Portanto a capacitância equivalente ( $C_{eq}$ ) é dada por

$$1/C_{eq}=1/C_1+1/C_2+1/C_3 +.... 1/C_n$$

#### 2.1.2.1.2. PARALELO



Na associação de capacitores em paralelo as placas negativas do capacitor são ligadas entre si assim como as placas positivas do capacitor. Quando os capacitores são ligados em paralelo a ddp da associação é a mesma para todos os capacitores.

**V=constante**

Portanto a carga em cada capacitor é expressa por;

Se,  $C=Q/V$

Isolando “Q”, temos que;

$$Q_1 = C_1 \cdot V, Q_2 = C_2 \cdot V, Q_3 = C_3 \cdot V$$

Como  $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ , percebemos que  $C_{eq} \cdot V = C_1 \cdot V + C_2 \cdot V + C_3 \cdot V$

Portanto a capacitância equivalente ( $C_{eq}$ ) é dada por;

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \dots C_n$$

### 2.1.3. INDUTOR

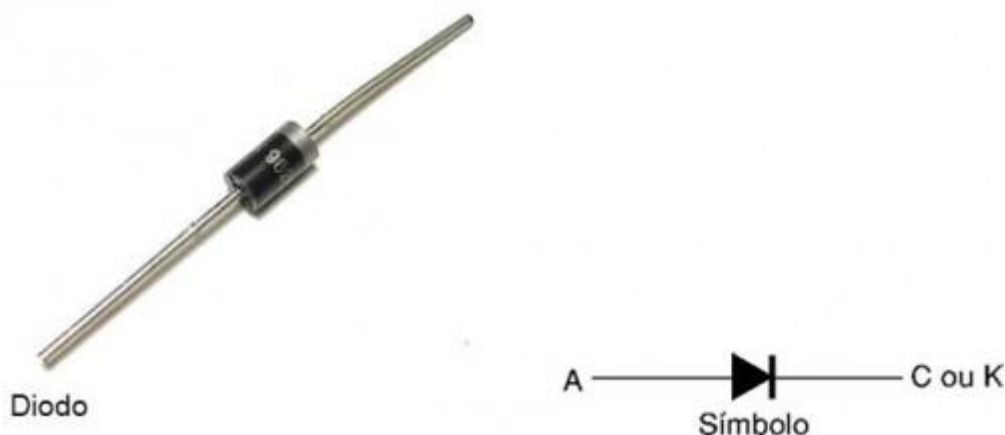
Constituído por uma bobina de material condutor, por exemplo, fio de cobre. Quando a corrente começa a fluir pela bobina, esta tende a estabelecer um campo magnético. Enquanto o campo é estabelecido, a bobina inibe o fluxo da corrente. Uma vez que o campo esteja estabelecido, a corrente pode fluir normalmente através do circuito. Um indutor pode armazenar energia no seu campo magnético e tende a resistir a qualquer mudança na quantidade de corrente que flui através dele.

A unidade padrão da indutância é o henry.

## 2.2. SEMICONDUTORES E CIRCUITOS INTEGRADOS

### 2.2.1. DIODO

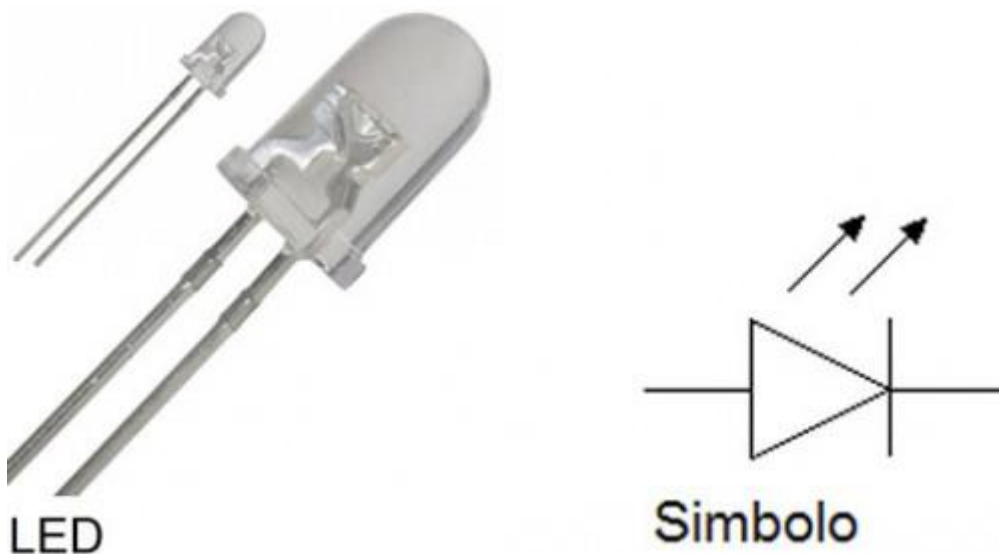
Entre os materiais que são bons condutores de corrente elétrica e os isolantes existem materiais que são um meio termo, os semicondutores. Este tipo de material possui diversas aplicações dentre elas a que é utilizada pelo diodo. Diodo é um componente elétrico que tem por função permitir a passagem de corrente somente numa direção, impedindo no sentido contrário. Isso é possível por meio das características dos semicondutores como o silício e o germânio. O material em estado natural é isolante, mas recebe uma dopagem e a partir daí começa a conduzir eletricidade, mas não como um condutor comum e sim com certas características específicas a cada componente e aplicação. No caso do diodo, este é formado por dois cristais de silício ou germânio, a principal característica é conduzir a corrente somente em um sentido, tendo sua principal aplicação como retificador de tensão, ou seja, converter uma corrente alternada em corrente contínua. Um dos cristais que o formam é chamado de P e outro de N. Sendo o P o anodo e N o catodo. A corrente elétrica só flui do anodo para o catodo, ao contrário se comporta como um isolante.



Dentre os diodos existe um tipo especial conhecido como LED ou diodo emissor de luz. É feito de arseneto de gálio e tem como característica emitir luz quando transpassado por uma



corrente elétrica. Tem sido muito popularizado nos últimos anos visto ter um baixo consumo elétrico, maior durabilidade e poder substituir outros tipos de emissores de luz como lâmpadas ccd nos backlights de telas lcd e na iluminação doméstica.

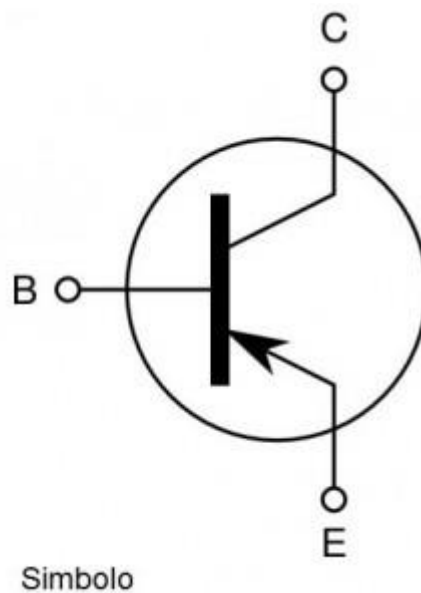
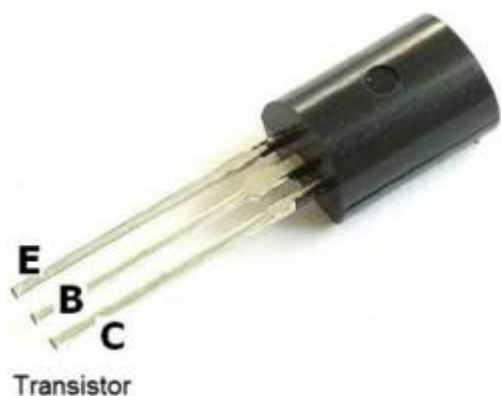


### 2.2.2. TRANSISTOR

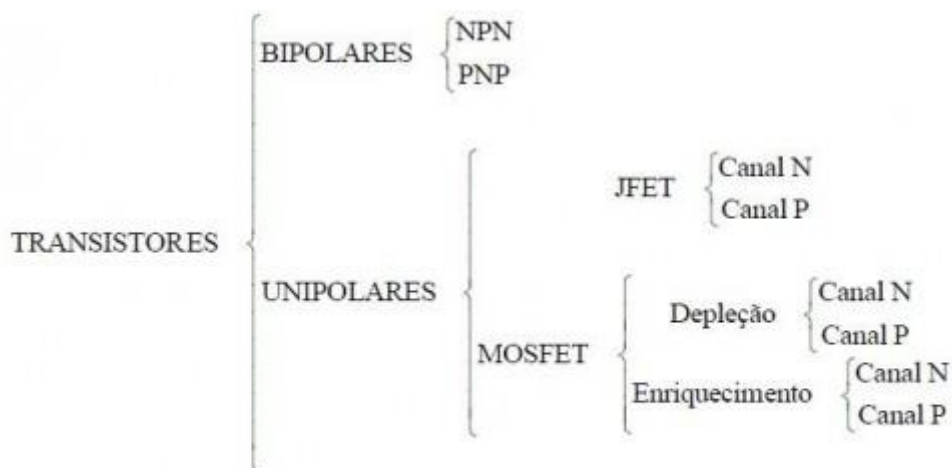
Este é principal componente da eletrônica substituto das válvulas termiônicas. Sua invenção bem como o aperfeiçoamento de suas técnicas de produção foi o que possibilitou o avanço e o desenvolvimento de toda a tecnologia que temos hoje.

Basicamente um transistor é um diodo com a possibilidade de controlar a passagem de corrente. Possui três terminais, base, emissor e coletor. Caso exista alguma tensão na base ele permite a passagem da corrente entre emissor e coletor, caso não exista corrente, ele não conduz. Essa a é estrutura básica de funcionamento de um transistor, e com base nesta característica é que toda a computação se fundamentou.

Basicamente uma chave que liga e desliga a corrente elétrica. Com este conceito foi possível o desenvolvimento de portas lógicas utilizando os transistores, e com o agrupamento delas a criação de somadores lógicos e as ULAs (unidades lógicas e aritméticas) a base central dos processadores. Os transistores também têm como característica a amplificação de sinais (efeito transistor) e regulação de tensões.



Existem diversos tipos de transistores cada um destinado a um tipo de aplicação.



Tipos e classificação dos transistores.

#### 2.2.2.1. MOSFETS

O transistor MOSFET (acrônimo de Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, ou transistor de efeito de campo metal - óxido – semicondutor), é certamente o tipo mais comum de transistores de efeito de campo em circuitos tanto digitais quanto analógicos. O mesmo caracteriza-se por ser um amplificador de tensão e não de corrente como ocorrem nos transistores bipolares.

O transistor MOSFET possui normalmente 3 terminais: Gate, Source e Drain (ou Porta, Fonte e Dreno respectivamente). Há dois tipos essenciais: o canal N e o canal P, e se diferenciam basicamente pela polarização. A corrente a ser fornecida para um circuito, que circulará entre o terminal source e o drain do MOSFET, é controlada pela tensão aplicada no terminal de gate. O terminal de gate possui uma separação dielétrica dos source e drain, portanto quando uma tensão é aplicada no terminal de gate para fazer o MOSFET entrar em condução, uma corrente quase nula é gerada no terminal de gate, gerando também um campo elétrico que influencia a criação de um canal de condução entre drain e source. A seguir, está a representação dos dois tipos básicos de MOSFETs e suas usuais simbologias.

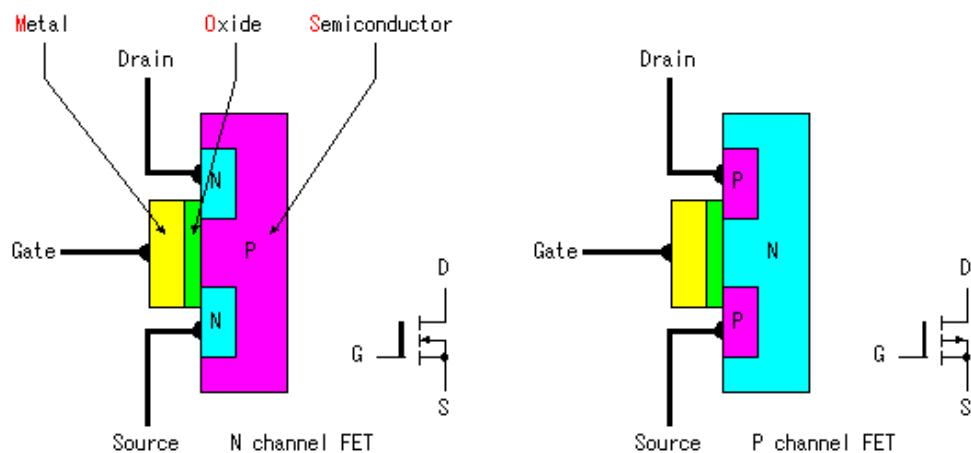
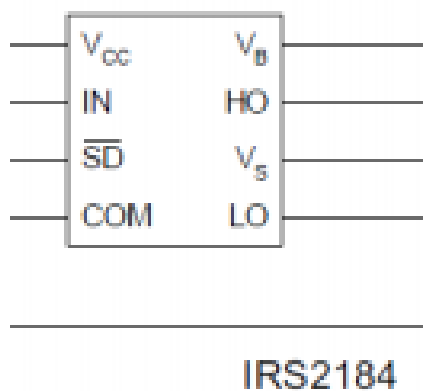


Figura - MOSFETs canal N e canal P.



### 2.2.3. GATEDRIVE

Um Gatedriver é um amplificador de potência que aceita uma entrada de baixo consumo de energia de um controlador IC e produz uma entrada de unidade de alta corrente para a porta de um transistor de alta potência, tal como um IGBT ou MOSFET de potência. Os Gatedrivers podem ser encontrados na forma de discreta ou SMD. Em na nossa aplicação esses circuitos integrados são utilizados na comutação dos MOSFETs na ponte H.



### IRS2184/IRS21844(S)PbF

#### HALF-BRIDGE DRIVER

##### Packages

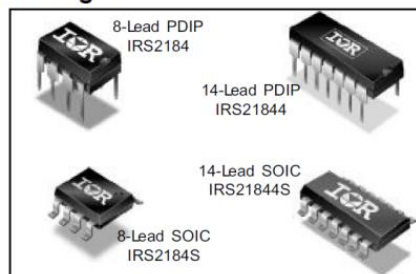


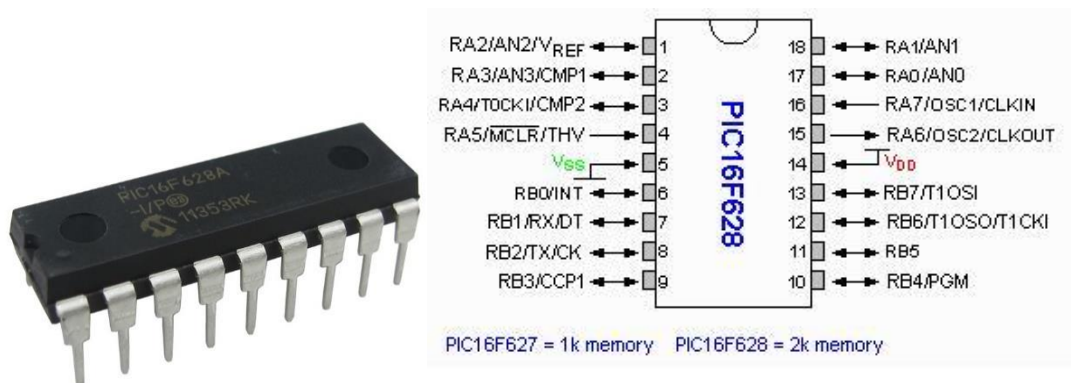
Figura 3.7 - Driver IRS2184.

## 2.2.4. MICROCONTROLADORES

Os microcontroladores são dispositivos eletrônicos que se comportam tal como um microcomputador, pois possuem memória processador e periféricos de entrada e saída, porém sua grande diferença é que possuem dimensão reduzida frente ao um computador e também executam funções específicas.

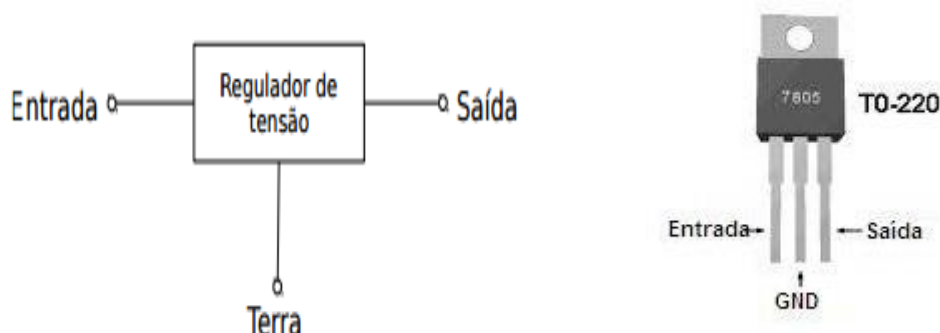
Os microcontroladores são utilizados no controle de máquinas e equipamentos eletroeletrônicos através de diferentes programas de execução. São dispositivos que reúnem, em um único circuito integrado, diversos componentes de um sistema computacional simplificado. Em outras palavras, podemos afirmar que um microcontrolador é um pequeno microcomputador integrado em um único chip. Por se tratar de um componente programável é bem versátil, podendo ser empregado em aplicações das mais diversas. Como todo circuito integrado, a maior parte de seu custo não está vinculada ao material físico com que é produzido, mas sim ao projeto, desenvolvimento e produção dos circuitos internos que garantem a funcionalidade a ele atribuída.

Atualmente, empresas como a Intel®, Microchip®, Atmel®, Motorola®, Philips®, são as maiores fornecedoras de dispositivos microcontroladores.



## 2.2.5. REGULADORES DE TENSÃO

Os reguladores de tensão integrados, são circuitos eletrônicos compactos capazes de manter a tensão em sua saída constante dentro de certos limites. Em sua maioria possuem 3 pinos, cujas funções são mostradas na figura abaixo, podendo regular tensões positivas ou negativas, sendo assim possível a construção de fontes simétricas:



As famílias mais comuns de reguladores são: 78XX e 79XX. Estes reguladores possuem tensão de saída fixa, e o termo "XX" representa a tensão de saída do regulador.

A Série 78XX de reguladores é utilizada para se regular tensões positivas, com capacidade de corrente máxima de 1 A utilizando-se dissipadores de calor, caso contrário não deve-se ultrapassar 10% de sua corrente máxima. Os valores de tensão de saída disponíveis são dados pela tabela abaixo:

Código	Tensão de saída
7805	5 V
7806	6 V
7808	8 V
7809	9 V
7812	12 V
7815	15 V
7818	18 V
7824	24 V

### 3. FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

#### 3.1. FERRO DE SOLDA

É uma ferramenta que serve para transformar corrente elétrica em calor, fundindo uma parte metálica do estanho. Esse processo é usado para na construção ou manutenção de um circuito eletrônico, conhecido como soldagem.



#### 3.2. ESTAÇÃO DE SOLDA COM TEMPERATURA VARIÁVEL

A temperatura correta (e constante) do ferro de solda garante um trabalho muito mais fácil e diminui a chance de queimar componentes sensíveis – um dos maiores pesadelos de quem está montando circuitos. As estações de solda normalmente estão disponíveis com alguns acessórios importantes e que deixam sua vida mais tranquila e segura.

O primeiro deles é o suporte para a “caneta de solda”. Com este suporte, o ferro aquecido fica devidamente estacionado sem prejudicar sua utilização, evitando que você queime coisas em sua bancada, seus cabos, a própria bancada ou pior: a sua pele! Além do suporte, as estações também contam com alguma solução para a limpeza da ponta do ferro de solda. Em alguns há aquela tradicional esponja que deve ser molhada para funcionar bem e em outros uma esponja de aço. Ambas opções são muito boas para manter a ponta do ferro de solda livre de sujeira e para garantir uma união mais perfeita.



### 3.3. ESTANHO

Estanho é um tipo de metal ao ser encostado em uma superfície quente ficando em estado líquido e logo passa para o estado sólido.



### 3.4. SUGADOR DE SOLDA

O sugador é utilizado para a retirada de componentes no circuito eletrônico, formado por um pistão impulsando uma mola para dentro de um tubo de plástico ou de metal, quando voltando para a sua posição a solda é aspirada facilitando o trabalho.



### 3.5. PINÇA ANTIESTÁTICA

É ferramenta manual muito útil, pois pode ser utilizada para uma série de atividades onde seja necessário precisão e cautela. No caso da eletrônica, a pinça é mais utilizada em processo de soldagem de componentes SMD's.



### 3.6. ESTAÇÃO DE AR (Retrabalho)

Essa ferramenta possui variadas utilidades. Em particular na eletrônica a sua maior utilidade está voltado ao retrabalho em circuitos eletrônicos, em outras palavras nos ajustes e concertos das placas. Vale lembrar que a estação ar também é bastante utilizada na soldagem de CI's(Circuitos Integrados).

Este tipo de estação também possui um sistema de ajuste tanto do fluxo de saída de ar quanto de temperatura.





### 3.7. FONTE DE TENSÃO REGULÁVEL

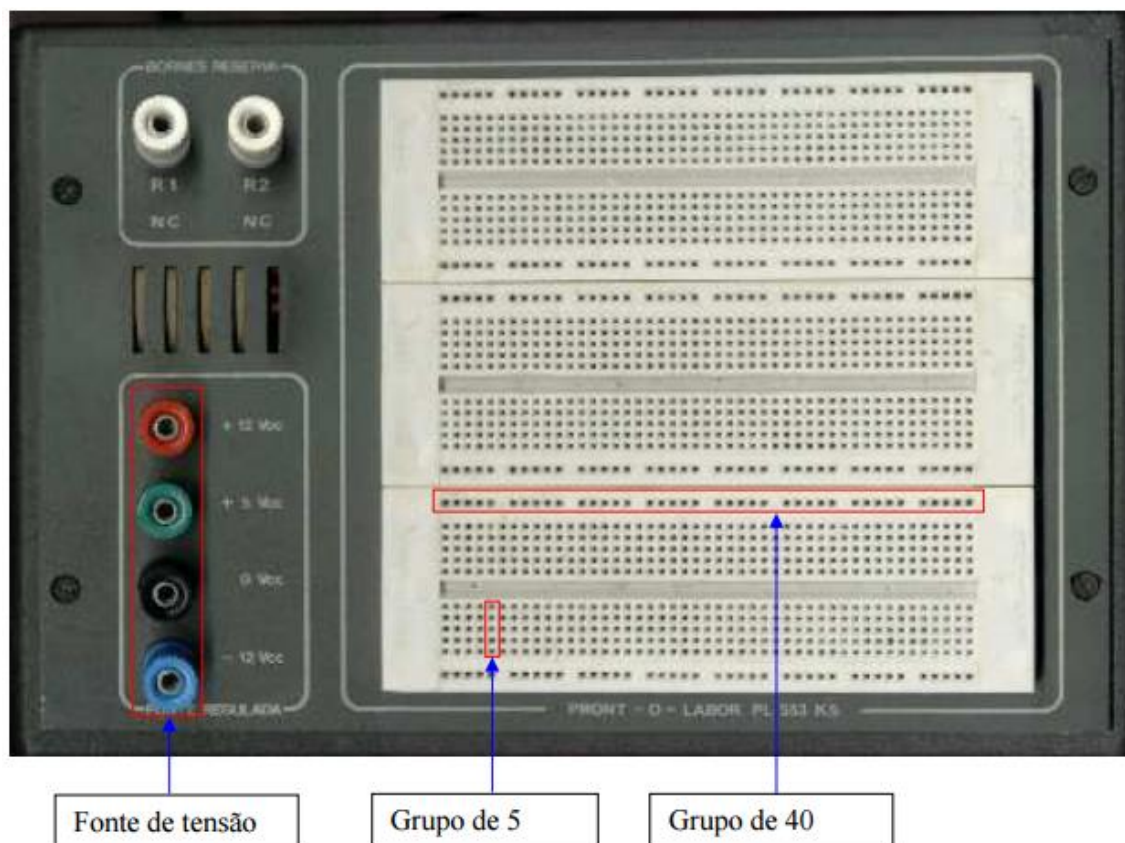
Equipamento que tem como função o fornecimento controlado e ajustável de tensão e corrente com o intuito de auxiliar e facilitar testes, ajustes, reparos e desenvolvimento de circuitos eletrônicos.



### 3.8. MATRIZ DE CONTATOS

Também conhecida como Protoboard, é utilizada como base para se colocar e conectar os componentes da prática. Cada ponto de conexão possui uma ligação metálica, normalmente estas ligações são interconectadas em grupos de 5, apenas os pontos alinhados horizontalmente formam grupos maiores, de 40 interconexões. A matriz de contatos apresentada na figura:





### 3.9. MULTIMETROS

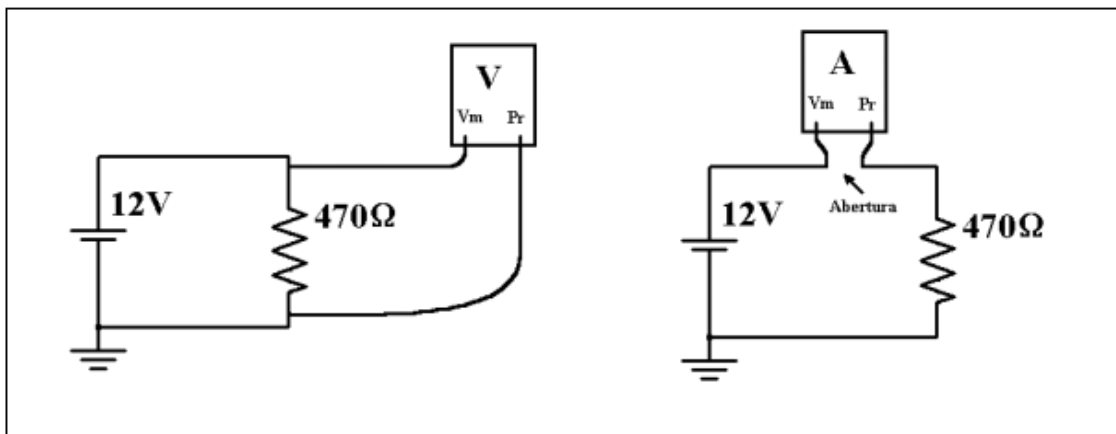
Os multímetros são equipamentos destinados a fazer várias medidas elétricas, principalmente medidas de Tensão, de Corrente e de Resistência. Alguns multímetros oferecem medições de capacitância, de indutância, de temperatura e outras.

Para se fazer medições de tensão e resistências, deve-se conectar os cabos preto e vermelho nos terminais COM e V $\Omega$  (ou V $\Omega$ F). Para se fazer medições de corrente elétrica, deve-se conectar os cabos em COM (preto) e mA (vermelho), mas para correntes acima de 1 A, deve-se colocar o cabo vermelho no terminal 10A.



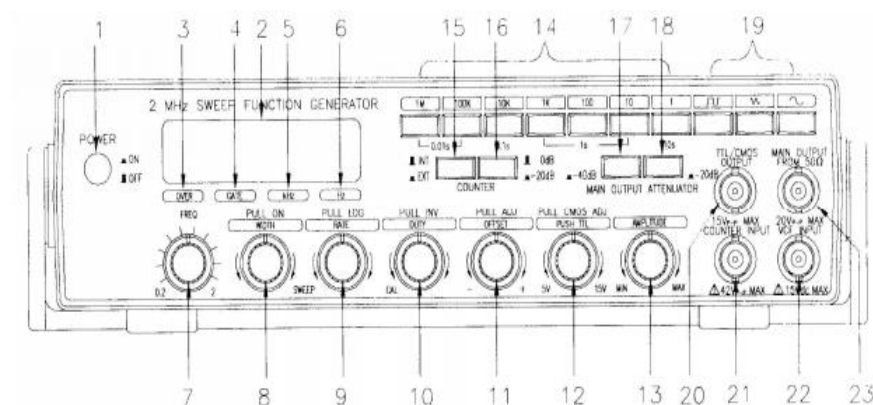
Funções mais utilizadas: Voltímetros e Amperímetros

São instrumentos de dois terminais que servem para medição de tensão (diferença de potencial) em volts e corrente elétrica em amperes. O voltímetro é conectado em paralelo com o circuito que se deseja medir e, devido a sua alta impedância de entrada (circuito aberto), não interfere no funcionamento do circuito (idealmente). O amperímetro é conectado em série com o circuito que se deseja medir e, devido a sua baixa impedância de entrada (curto circuito), não interfere no funcionamento do circuito em medição (idealmente).



### 3.10. GERADOR DE SINAIS

Este é um equipamento utilizado para produzir sinais elétricos alternados de frequências e amplitudes variadas, sendo possível produzir três tipos de forma de onda: senoidal, triangular ou quadrada. O visor de display (2) indica a frequência gerada.



### 3.11. OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio é um instrumento de medição que permite a visualização da forma de onda do sinal elétrico a ser medido. Com o osciloscópio, podemos medir a amplitude, o nível DC, e a frequência dos sinais elétricos. Diferentemente dos voltímetros, que fazem medidas de sinais contínuos ou senoidais puros (normalmente para frequências de 60Hz), os osciloscópios possibilitam a visualização e a medição de sinais mistos (contínuo + alternado) e operam com frequências variadas, este modelo permite medições de até 20MHz.

No desenho abaixo, são apresentados os principais conjuntos de controles do osciloscópio. A utilização deste instrumento será comum em teste das nossas eletrônicas.

