

Tubarão – 200_

Nome: _____

Índice

FUNDAMENTOS DE ELETRO-ELETRÔNICA.....	- 3 -
TENSÃO ELÉTRICA.....	- 3 -
CORRENTE ELÉTRICA	- 3 -
CORRENTE CONTINUA (CC)	- 4 -
CORRENTE ALTERNADA (CA)	- 4 -
GERADORES DE CORRENTE CONTINUA.....	- 4 -
ASSOCIAÇÃO DE GERADORES CC.....	- 5 -
MULTÍMETRO DIGITAL	- 6 -
LEI DE OHM.....	- 7 -
RESISTORES.....	- 9 -
PERCENTUAL DE TOLERÂNCIA.....	- 10 -
POTÊNCIA	- 10 -
TIPOS DE RESISTORES	- 10 -
CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES.....	- 13 -
RESISTORES DE QUATRO ANÉIS.....	- 13 -
CASOS ESPECIAIS DO CÓDIGO DE CORES.....	- 14 -
RESISTORES DE CINCO ANÉIS.	- 15 -
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	- 15 -
PROTO BOARD.....	- 17 -
SIMULAÇÃO POR COMPUTADOR	- 18 -
CAPACITORES.....	- 20 -
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	- 20 -
TIPOS DE CAPACITORES.....	- 21 -
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES.....	- 24 -
INDUTORES	- 24 -
ASSOCIAÇÃO DE INDUTORES	- 25 -
TRANSFORMADORES.....	- 25 -
TRANSFORMADORES DE FORÇA.....	- 25 -
CONSTANTE DE TEMPO RC	- 26 -
SEMICONDUCTORES.....	- 28 -
ESTRUTURA QUÍMICA DOS SEMICONDUCTORES.....	- 28 -
DÍODO SEMICONDUCTOR	- 30 -
PARÂMETROS MÁXIMOS DO DÍODO	- 34 -
TABELA DE DÍODOS SEMICONDUCTORES.....	- 34 -
DÍODO EMISSOR DE LUZ (LED).....	- 35 -
LED INFRAVERMELHO	- 36 -
DÍODO ZENER.....	- 36 -
RETIFICADORES MONOFÁSICOS.....	- 38 -
RETIFICAÇÃO DE ONDA COMPLETA CENTER TAPE.	- 40 -
RETIFICAÇÃO DE ONDA COMPLETA EM PONTE.....	- 42 -
FILTROS NAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO.....	- 43 -
O CAPACITOR COMO ELEMENTO DE FILTRO.	- 43 -
FONTE NEGATIVA.....	- 46 -
REGULADORES DE TENSÃO.....	- 48 -
REGULADORES DE TENSÃO COM DÍODO ZENER.....	- 48 -
REGULADORES DE TENSÃO INTEGRADOS DA FAMÍLIA 78XX E 79XX.....	- 48 -
REGULADOR DE TENSÃO 78XX.....	- 48 -

REGULADOR DE TENSÃO 79XX.....	- 50 -
REGULADORES DE TENSÃO AJUSTÁVEL.....	- 51 -
DISSIPADOR DE CALOR	- 53 -
DATASHEET'S.....	- 55 -
TRANSISTOR BIPOLAR –BJT.....	- 60 -
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO TRANSISTOR	- 61 -
PONTO DE CORTE E SATURAÇÃO	- 62 -
POLARIZAÇÃO DE TRANSISTORES.....	- 64 -
TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR	- 65 -
MODELAGEM PARA PEQUENOS SINAIS	- 66 -
TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO (J-FET).....	- 68 -
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	- 68 -
PARÂMETROS BÁSICOS.....	- 69 -
POLARIZAÇÃO	- 70 -
AMPLIFICADOR OPERACIONAL	- 71 -
AMPLIFICADOR INVERSOR	- 72 -
AMPLIFICADOR NÃO-INVERSOR	- 73 -
COMPARADOR DE TENSÃO.....	74
CIRCUITO INTEGRADO 555	76
MULTIVIBRADOR MONOESTÁVEL.....	77
MULTIVIBRADOR ASTÁVEL	79
DATASHEET'S.....	82
BIBLIOGRAFIA	96

FUNDAMENTOS DE ELETRO-ELETRÔNICA

Tensão Elétrica

É a força que impulsiona os elétrons num circuito fechado, também é chamada de ddp (diferença de potencial).

A unidade é o Volt, com o símbolo V, podendo ainda ser representada por “E” ou “U”.

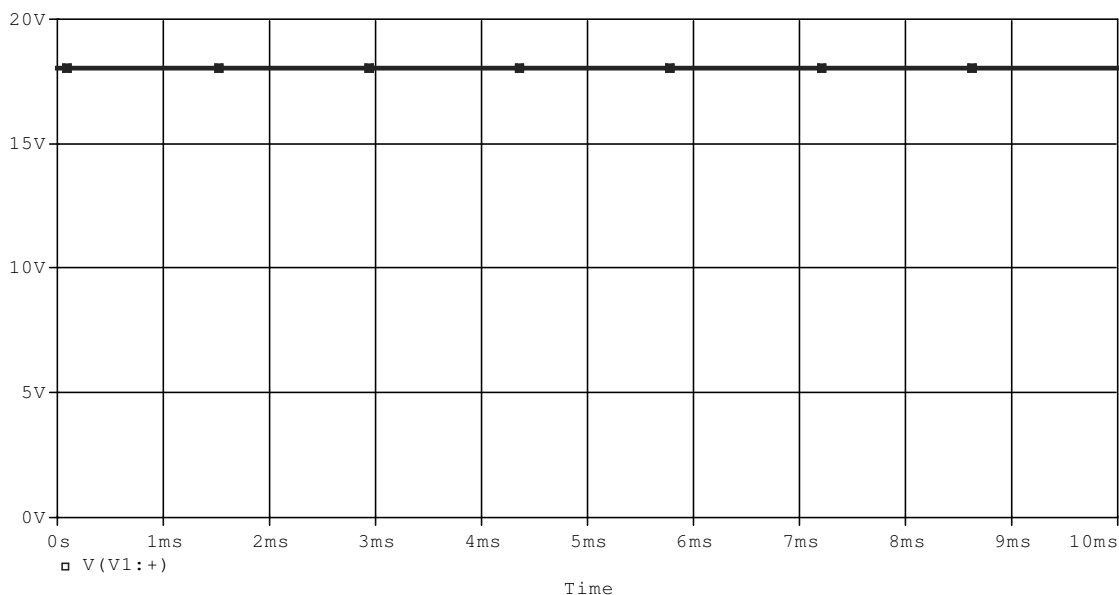
Múltiplos: KV (10^{-3}), MV (10^{-6})

Submúltiplos: μ V (10^{-6}), mV (10^{-3})

Diz-se que a tensão é CC quando permanece constante no tempo, não mudando de valor com o decorrer do tempo.

Exemplo:

Pilha, bateria, etc.



Corrente Elétrica

É o movimento dos elétrons num circuito fechado. A unidade é o Ampère (A), com o símbolo I.

Múltiplos: KA (10^3)

Submúltiplos: μ A (10^{-6}), mA (10^{-3})

A corrente elétrica depende da tensão elétrica, isto é, para termos uma corrente elétrica é necessário existir primeiro uma tensão elétrica.

Existem basicamente dois tipos de corrente elétrica:

- corrente contínua;
- corrente alternada.

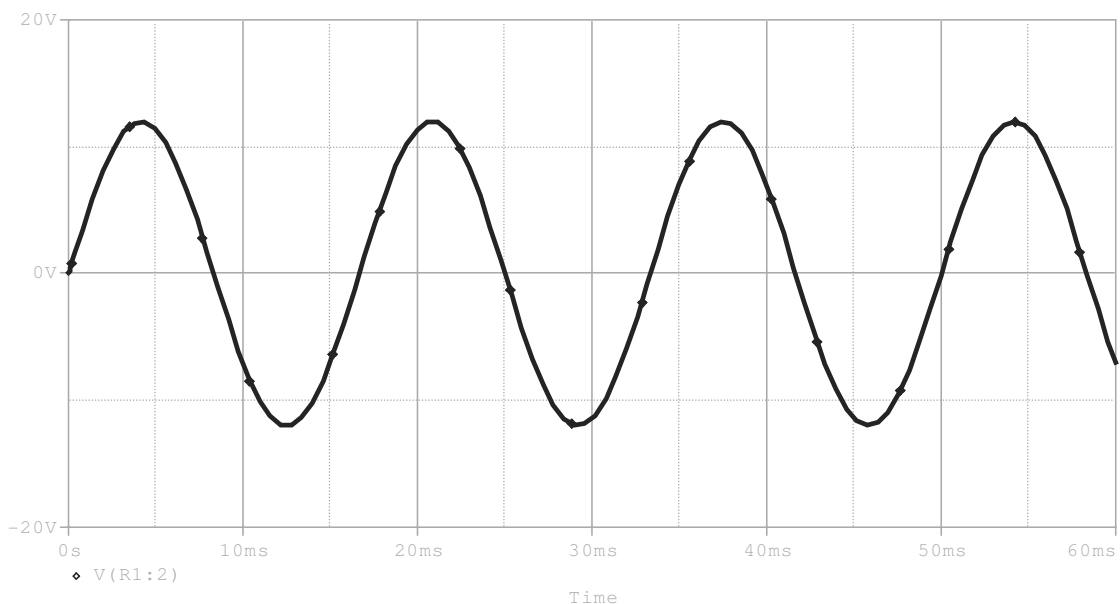
Corrente Contínua (CC)

A corrente será denominada CC, quando circular em um único sentido. Antes de ter uma comprovação técnica do verdadeiro sentido da corrente elétrica, foi decidido que a corrente elétrica sairia do pólo positivo em direção ao pólo negativo. Anos mais tarde com o avanço nas pesquisas foi descoberto que a corrente elétrica sairia do pólo negativo em direção ao pólo positivo. O problema é que os equipamentos eletrônicos já tinham adotado aquela metodologia de análise, então se decidiu que existiria o sentido convencional e o sentido real de circulação da corrente elétrica.

- **Convencional:** Vai do pólo positivo (+) da fonte, para o pólo negativo (-) da fonte. Também chamado sentido eletrônico.
- **Real:** Vai do pólo negativo (-) da fonte, para o pólo positivo (+) da fonte.

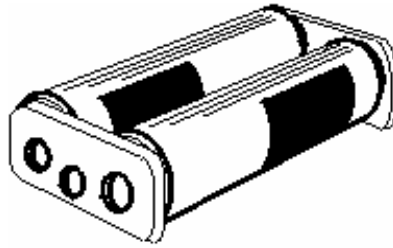
Corrente Alternada (CA)

Uma das principais características da corrente alternada é que ela tem seu sentido de circulação variando constantemente. No osciloscópio tem a forma de uma senoide.



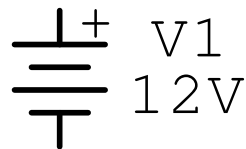
Geradores de Corrente Contínua

- **Pilha:** São aquelas que encontramos no comércio. Utilizadas em rádios, controles remotos, TVs portáteis, etc. Não podem ser recarregadas, pois elas geram uma tensão a partir de reações químicas, podendo explodir se recarregadas. A tensão nominal de cada pilha é de 1.5V



Baterias: São aquelas que encontramos em carros, Telefones s/ fio, celulares, câmeras, etc. Estas podem ser recarregadas, pois se baseiam em acumuladores, que acumulam elétrons em grande quantidade quando vindo de uma fonte externa. Normalmente suportam correntes altas, sobre varias horas. As tensões são variadas dependendo do tipo e da aplicação. Ex 9V, 12 V, 1,25V, 3.6V, 6V, 12V, etc.

Símbolo

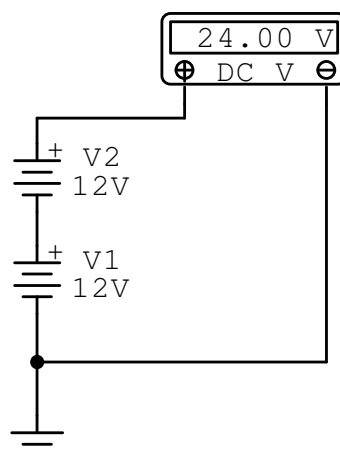


Associação de Geradores CC

Serie: Somam-se as tensões. É interessante observar que esta configuração limitada a potencia do sistema a potencia do menor gerador.

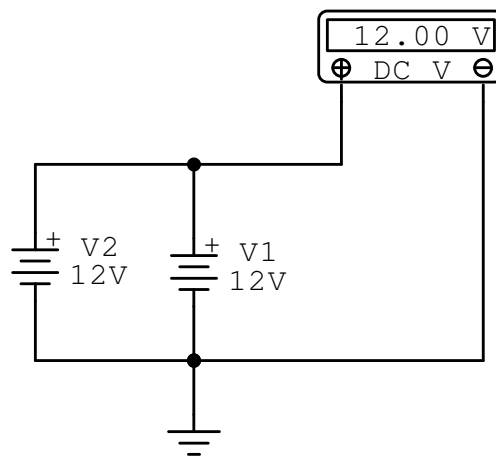
$$E_T = E_1 + E_2 + \dots E_n$$

Ex:



Paralelo: Mantem o mesmo valor de Tensão. Neste caso a potencia é multiplicada pela quantidade de geradores instalados, porem as tensões dos geradores precisam ser iguais, caso contrario o gerador de menor tensão servira de carga para o de maior tensão. Desequilibrando todo o sistema.

Ex:



Multímetro digital

O multímetro é um dos equipamentos mais utilizados pelos técnicos e engenheiros, devido a sua facilidade de manuseio e sua variada gama de testes e medições que pode realizar em apenas um equipamento. O perfeito entendimento do seu funcionamento se faz necessário já no princípio dos estudos da eletroeletrônica, porém inicialmente veremos as funções mais básicas, e com o decorrer dos estudos estudaremos as funções mais avançadas.



O multímetro é constituído de uma chave seletora, bornes para o encaixe das ponteiros, soquete para teste de transistor, escala onde seleccionamos a grandeza a ser analisada e display de cristal líquido onde será mostrado o valor.

O modelo que vamos estudar é o IK-1500 A, fabricado pela ICEL. Este modelo possui as seguintes especificações:

IK-1500 ^a	
TENSÃO DC	1000V
TENSÃO AC	750V
CORRENTE DC	20 ^a
CORRENTE AC	20 ^a
RESISTÊNCIA	20M Ω
TESTE DE DIODOS	
HFE	0 a 1000X
TESTE DE CONTINUIDADE	BEEP
DISPLAY LCD	3½dígitos
DIMENSÕES	170x90x40mm

Tensão Alternada no Multímetro

Diferentemente do osciloscópio, a tensão alternada medida com o multímetro é a **tensão RMS ou eficaz**, sendo desconsiderada a tensão de pico. Entretanto um cuidado especial deve ser tomado com relação à frequência que se está medindo a sua forma de onda; normalmente os multímetros digitais do mercado têm sua faixa de frequências restrita a 400 Hz (senoidal). As medidas feitas fora destas especificações serão erradas.

Lei de Ohm

Essa lei determina a relação entre a corrente, tensão e resistência elétrica. Segundo a lei de ohm a corrente é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência. Matematicamente teremos:

$$I = \frac{V}{R} \quad (\text{ampère})$$

Desta fórmula básica retiramos mais duas. Quando desejamos saber a resistência e conhecemos a tensão e a corrente, a fórmula será:

$$R = \frac{V}{I} \quad (\text{ohm})$$

Quando desejamos saber o valor da tensão presente em um resistor, e conhecemos o valor do resistor e da corrente que circula pelo mesmo, a fórmula será:

$$V = R.I \quad (\text{volt})$$

RESISTORES

São componentes utilizados em eletrônica com a finalidade de limitar a corrente elétrica.

Sua unidade de medida é o Ω (Ohm).

Múltiplos: $K\Omega$ (10^3), $M\Omega$ (10^6)

A figura 03 mostra alguns resistores.



Fig. 03 - Resistores de 4 e 5 anéis



OBS.: Pelo controle da corrente é possível reduzir ou dividir tensões.

Características dos Resistores.

Valores Comerciais (Ω)

0.1	1	10	100	1K	10K	100K	1M	10M
	1.2	12	120	1.2K	12K	120K	1.2M	12M
0.15	1.5	15	150	1.5K	15K	150K	1.5M	
0.18	1.8	18	180	1.8K	18K	180K	1.8M	
0.22	2.2	22	220	2.2K	22K	220K	2.2M	22M
0.27	2.7	27	270	2.7K	27K	270K	2.7M	
0.33	3.3	33	330	3.3K	33K	330K	3.3M	
	3.9	39	390	3.9K	39K	390K	3.9M	
0.47	4.7	47	470	4.7K	47K	470K	4.7M	
0.56	5.6	56	560	5.6K	56K	560K	5.6M	
0.62	6.2	62	620	6.2K	62K	620K	6.2M	
	6.8	68	680	6.8K	68K	680K	6.8M	
	8.2	82	820	8.2K	82K	820K	8.2M	

Percentual de Tolerância

Os resistores estão sujeitos a diferenças no seu valor específico de resistência, devido ao processo de fabricação. Estas diferenças situam-se em cinco (5) faixas:

- a) mais ou menos 20% de tolerância;
- b) mais ou menos 10% de tolerância;
- c) mais ou menos 5% de tolerância;
- d) mais ou menos 2% de tolerância;
- e) mais ou menos 1% de tolerância.

Os resistores com 20%, 10% e 5% de tolerância são considerados comuns, os de 2% e 1% são considerados de precisão.

O percentual de tolerância indica a variação que o componente pode apresentar em relação ao valor padronizado impresso em seu corpo.

Potência

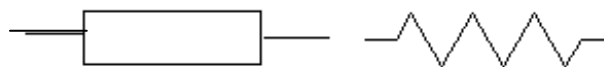
Define a capacidade de dissipação de calor do resistor, sendo esse valor em função da tensão e da corrente a que ele está submetido.

Valores encontrados no comércio

1/8W-(0,125W), 1/4W-(0,25W), 0.5W, 1W, 2W, 3W, 5W, 10W, 20W, 50W

Simbologia

A figura 04 mostra a representação de resistores em circuitos eletrônicos.



Simbologia de um resistor

Tipos de Resistores

Existem três tipos de resistores quanto a constituição:

- a) resistores de filme de carbono;
- b) resistores de carvão;
- c) resistores de fio.

A) Resistor de Filme de Carbono: 1/8 W à 2W

Também é conhecido como resistor de película, sendo constituído por um corpo cilíndrico de cerâmica que serve como base para uma fina camada espiral de material resistivo (filme de carbono) que determina seu valor ôhmico.

O corpo do resistor pronto recebe um revestimento que dá acabamento na fabricação e isola o filme de carbono da ação da umidade.

Suas principais características são a precisão e estabilidade do valor resistivo

B) Resistor de Carvão:

É constituído por um corpo cilíndrico de porcelana. No interior da porcelana são comprimidas partículas de carvão que definem a resistência do componente. Os valores de resistência não são precisos.

C) Resistores de Fio: Acima de 3W

Constitui-se de um corpo de porcelana ou cerâmica que serve como base. Sobre o corpo é enrolado um fio especial (por exemplo, níquel-cromo) cujo comprimento e seção determinam o valor do resistor. Os resistores de fio têm capacidade para trabalhar com maiores valores de corrente, produzindo normalmente uma grande quantidade de calor quando em funcionamento.

Cada um dos tipos tem, de acordo com a sua constituição, características que os tornam mais adequados que os outros em sua classe de aplicação.

Quanto à construção os resistores são divididos em três grupos:

- Resistores fixos
- Resistores ajustáveis
- Resistores variáveis

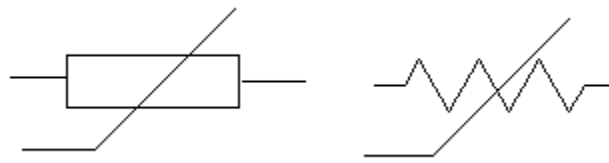
Resistores Fixos

São resistores cujo valor ôhmico já vem definido de fábrica, não sendo possível alterá-los.

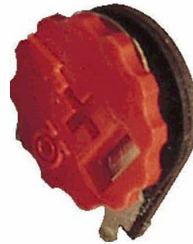
Resistores Ajustáveis. (Trimpot)

São resistores que permitem que se atue sobre seu valor ôhmico, alterando-o conforme for necessário. Uma vez definido o valor, o resistor é lacrado e não se atua mais sobre o mesmo.

É utilizado em pontos de ajuste ou calibração de equipamentos.



Simbologia do resistor ajustável



Em baixa potência temos também esse tipo de resistor, sendo denominado de trimpot, podendo ser de uma ou várias voltas (multivoltas).

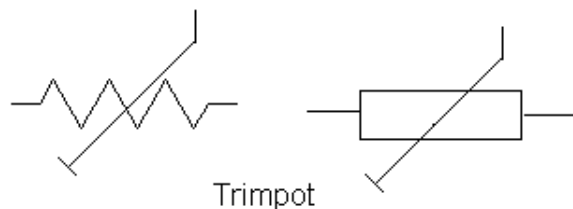
Resistores Variáveis (Potenciômetro)

São resistores que permitem que se atue sobre o seu valor ôhmico, sendo utilizados onde se necessite de um constante ajuste da resistência. A denominação utilizada para os mesmos é potenciômetro.

Estes resistores são empregados, por exemplo, no controle de volume de televisores, rádios, controles de velocidade, variação de temperatura, etc.

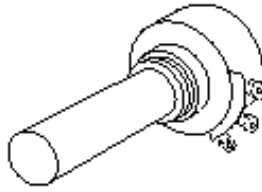


Potenciômetro



Trimpot

Simbologia de potenciômetro e trimpot



Código de Cores para Resistores

O valor ôhmico dos resistores e sua tolerância podem ser impressos no corpo do componente, através de anéis coloridos.

A cor de cada anel e a sua posição com relação aos demais anéis, corretamente interpretada fornece dados que distinguem os resistores.

A disposição das cores em forma de anéis possibilita que o valor do componente seja lido de qualquer posição.

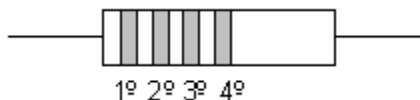
Interpretação Do Código De Cores

Existem no mercado atualmente resistores de quatro e cinco anéis, neste item estudaremos a decodificação do código de cores para esses componentes.

Resistores de Quatro Anéis.

O código se compõe de três anéis utilizados para representar o valor ôhmico, e um para representar o percentual de tolerância.

O primeiro anel a ser lido é aquele que estiver mais próximo de uma das extremidades do componente. Seguem na ordem o 1º, 2º, 3º, e 4º anel colorido.



Resistores de 4 anéis

Sendo assim:

1º anel = 1º número significativo;

2º anel = 2º número significativo;

3º anel = multiplicador (número de zeros);

4º anel = tolerância.

TABELA 2 - DECODIFICAÇÃO DE RESISTORES DE 4 ANEIS

COR	NO SIGNIFI.	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO	0	X 1	
MARRON	1	X 10	
VERMELHO	2	X 100	
LARANJA	3	X 1K	
AMARELO	4	X 10K	
VERDE	5	X 100K	
AZUL	6	1M	
VIOLETA	7		
CINZA	8		
BRANCO	9		
OURO		X 0,1	$\pm 5\%$
PRATA		X 0,01	$\pm 10\%$
Sem Cor			$\pm 20\%$

Exemplo:

1° anel - amarelo = 4

2° anel - violeta = 7

3° anel - vermelho = 2 zeros (00)

4° anel - ouro = $\pm 5\%$ de tolerância

4700 Ohms $\pm 5\%$ = $4k7\Omega \pm 5\%$

Casos especiais do código de cores.

a) Resistores de 1 A 10 Ohms.

Para representar resistores de 1 a 10 Ohms, o código estabelece o uso da cor dourado no terceiro anel. Esta cor no terceiro anel indica a existência de uma vírgula entre os dois primeiros números.

Exemplo:

marrom, cinza, dourado, dourado

1,8 Ohms $\pm 5\%$

b) Resistores abaixo de 1 Ohm.

Para representar resistores abaixo de 1 Ohm o código determina o uso do prateado no terceiro anel. Esta cor no terceiro anel indica a existência de um 0 (zero) antes dos dois primeiros números.

Exemplo:

marrom, cinza, prata, ouro

0,18 Ohms $\pm 5\%$

Resistores de Cinco Anéis.

Em algumas aplicações são necessários resistores com valores mais precisos, que se situam entre os valores padronizados. Estes resistores têm seu valor impresso no corpo através de cinco anéis coloridos.

Nestes resistores, os TRÊS primeiros anéis são dígitos significativos, o quarto anel representa o número de zeros (fator multiplicativo) e o quinto anel é a tolerância.

TABELA 3 - DECODIFICAÇÃO DE RESISTORES DE 5 ANEIS

COR	NO SIGNIFI.	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO	0	X 1	
MARRON	1	X 10	$\pm 1\%$
VERMELHO	2	X 100	$\pm 2\%$
LARANJA	3	X 1K	
AMARELO	4	X 10K	
VERDE	5	X 100K	
AZUL	6		
VIOLETA	7		
CINZA	8		
BRANCO	9		
OURO		X 0,1	$\pm 5\%$
PRATA		X 0,01	$\pm 10\%$
Sem Cor			$\pm 20\%$

Exemplo:

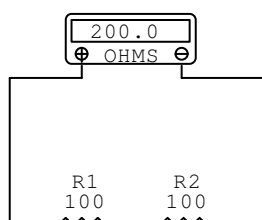
laranja, branco, branco, vermelho, marrom

39900 Ohms $\pm 1\%$

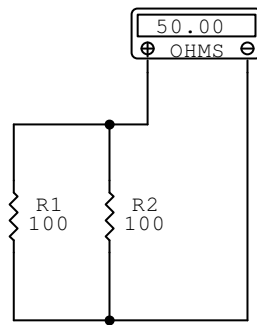
Associação de Resistores

Existem 3 tipos básicos de associação de resistores:

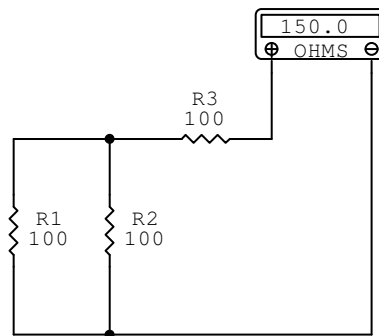
- Serie



- Paralelo



- Misto



Cálculos de Resistores

Resistores em serie: - Somam-se os valores

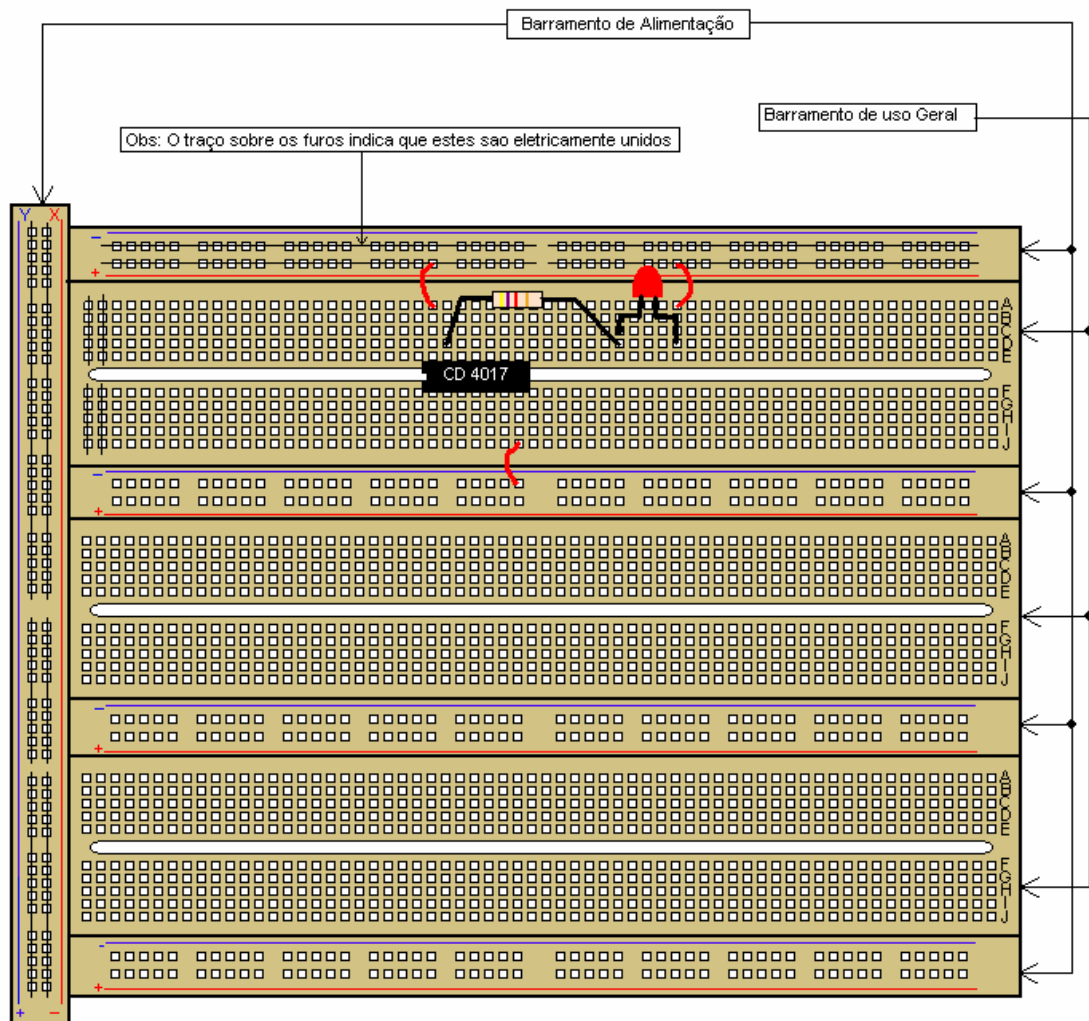
$$R_{eq} = R1 + R2 + \dots Rn$$

Resistores em Paralelo: - Aplica-se a fórmula

$$R_{eq} = R1 // R2$$

Proto Board

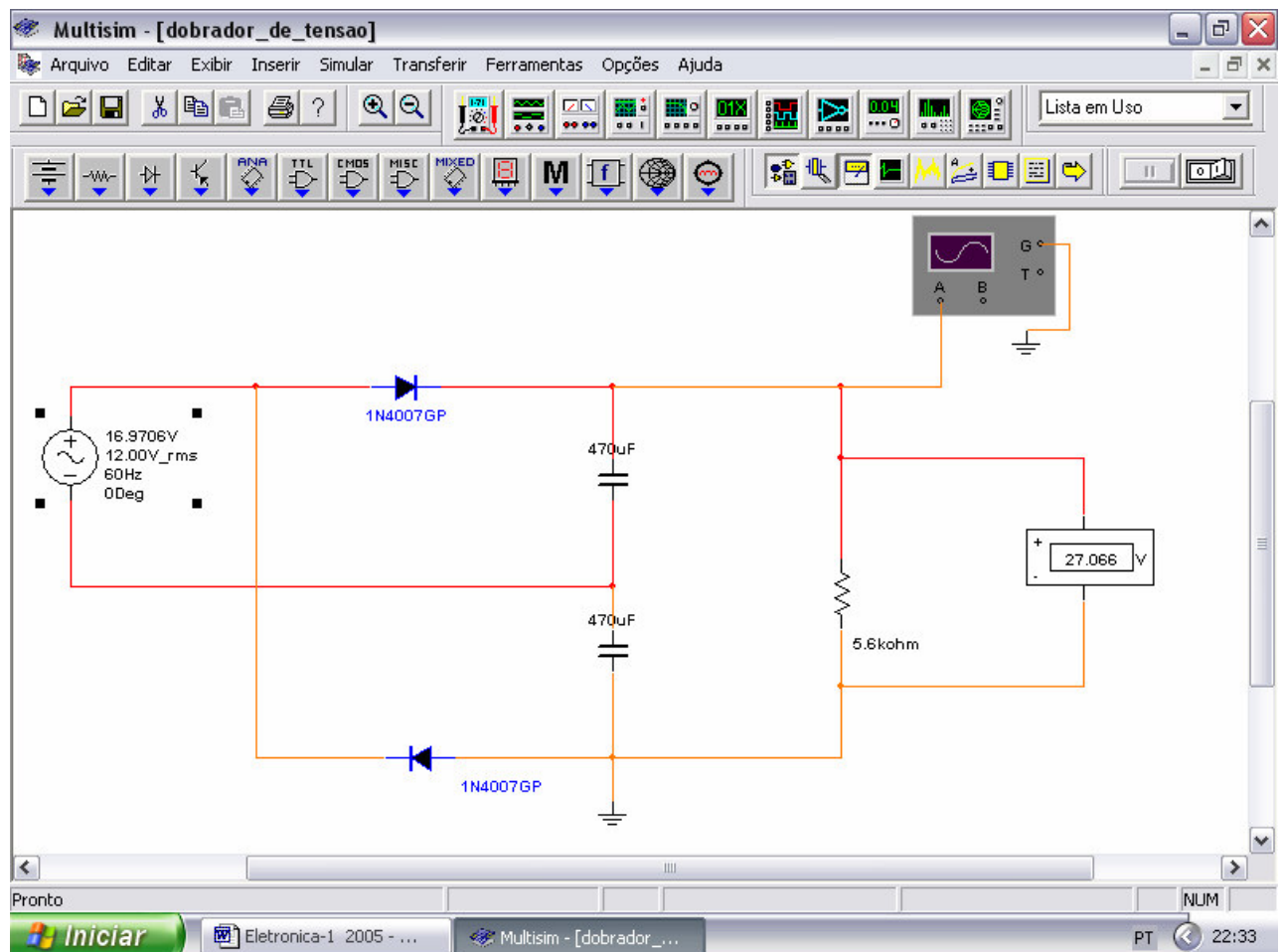
Outro equipamento muito importante no laboratório de eletrônica é o proto-board. É neste equipamento que efetuaremos uma grande quantidade de circuitos eletrônicos. O seu funcionamento é muito simples. É composto de furações que estão interligadas eletricamente. Basta apenas inserir o terminal do componente no furo e pronto, respeitando é claro o diagrama esquemático. Com esta técnica pode-se testar o circuito e efetuar as mudanças necessárias sempre que for preciso, porque os componentes não estão soldados e sim fixados.



Simulação por computador

Uma outra forma de análise que vem sendo muito usada na educação técnica é a simulação por computador. Existem vários tipos de programas que executam este trabalho, ex: Multisim, Psim, Circuit Maker, PSpice e outros. Obviamente alguns programas existem um pouco mais de conhecimento técnico, outros porem são mais simples de usar.

Em geral são programas que analisam todo o comportamento do circuito, já que é possível medir tensões, correntes, e outras funções mais avançadas. A figura abaixo ilustra a tela do Multisim 2000.

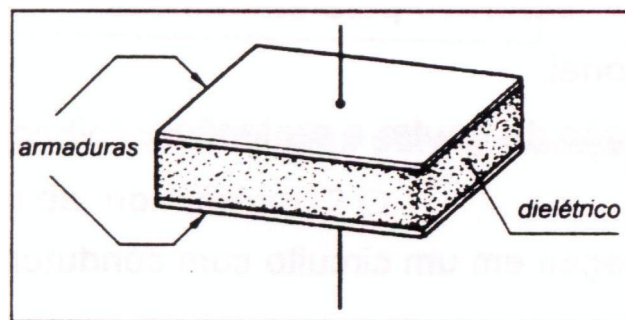


CAPACITORES

Princípio de funcionamento

O capacitor é um componente capaz de armazenar cargas elétricas, sendo largamente empregado nos circuitos eletrônicos.

É composto basicamente de duas placas de material condutor, denominadas de armaduras, isoladas eletricamente entre si por um material isolante chamado dielétrico.



Quando um capacitor é conectado a uma fonte de tensão, o campo elétrico fará com que os elétrons da armadura que estiver ligada ao positivo da fonte de alimentação, seja por esta atraídos e conseqüentemente os elétrons presentes na armadura que estiver ligada ao negativo da mesma fonte de alimentação sejam por ela repelidos.

Quando a tensão de um capacitor atingir 99,3% da tensão da fonte a que ele esteja submetido, diz-se que o capacitor está carregado, nesta situação mesmo que se desconecte o capacitor da fonte de tensão ele permanecerá com uma tensão em seus terminais de valor praticamente igual ao da fonte de tensão que o carregou.

Capacitância.

É a grandeza que exprime a quantidade de cargas elétricas que um capacitor pode armazenar. Seu valor depende de alguns fatores:

Área da Armadura.

Quanto maior a área das armaduras, maior a capacitância.

Espessura do Dielétrico.

Quanto mais fino o dielétrico, mais próximas estarão as armaduras. O campo elétrico gerado entre as armaduras será maior e conseqüentemente a capacitância será maior.

Natureza do Dielétrico.

Quanto maior a capacidade de isolamento do dielétrico, maior a capacitância do capacitor.

Unidade de Medida.

A unidade de medida da capacitância é o Farad representado pela letra F, entretanto a unidade Farad é muito grande, o que leva ao uso de submúltiplos tais como:

- microfarad = $\mu\text{F} = 10^{-6}$
- nanofarad = $\text{nF} = 10^{-9}$
- picofarad = $\text{pF} = 10^{-12}$

Tensão de Trabalho.

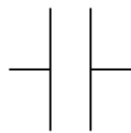
É a máxima tensão (em volts) que o capacitor pode suportar entre suas armaduras sem danificá-lo. A aplicação de uma tensão no capacitor superior a sua tensão de trabalho máxima, pode provocar o rompimento do dielétrico fazendo com que o capacitor entre em curto, perdendo suas características.

Tipos de Capacitores.

Os capacitores podem ser classificados basicamente em quatro tipos:

Capacitores Fixos Despolarizados.

Apresentam um valor de capacitância específico, não podendo ser alterado. Por ser despolarizado podem ser utilizados tanto em C A como em C C .



Símbolo

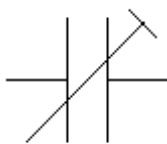


capacitor cerâmico

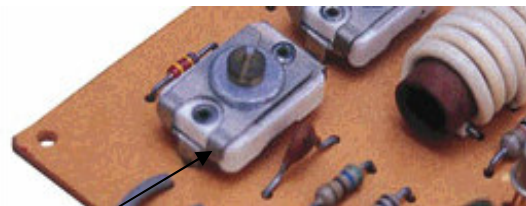
Capacitores Ajustáveis.

São capacitores que permitem que se atue sobre sua capacitância, alterando-a dentro de certos limites, por exemplo, 10pF a 30pF.

São utilizados nos pontos de calibração dos circuitos, como por exemplo, na calibração de estágios osciladores de receptores ou transmissores de ondas de radio.



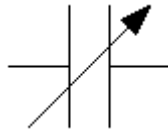
Capacitores ajustáveis



capacitor ajustável

Capacitores Variáveis.

São capacitores que também permitem que se atue na sua capacitância, sendo utilizados em locais onde a capacitância é constantemente modificada. Como por exemplo, nos circuitos de sintonia de rádios receptores.



Capacitores Variáveis

Capacitores Eletrolíticos.

São capacitores fixos cujo processo de fabricação permite a obtenção de altos valores de capacitância com pequeno volume.

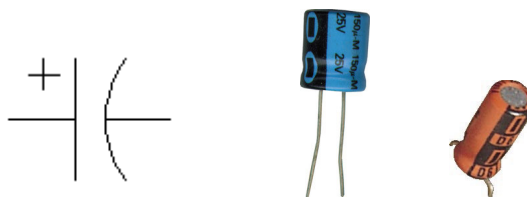
O fator que diferencia os capacitores eletrolíticos dos demais capacitores fixos é o dielétrico. Nos capacitores fixos comuns o dielétrico é de papel, mica, cerâmica ou ar.

O dielétrico dos capacitores eletrolíticos é um preparado químico chamado de eletrólito que oxida pela aplicação de tensão elétrica.

Esses capacitores apresentam polaridade, que deverá ser observada, a não observância dessa polaridade implica na total destruição do componente.

Sendo assim estes capacitores não podem ser aplicados em circuitos alimentados por tensão C.A.

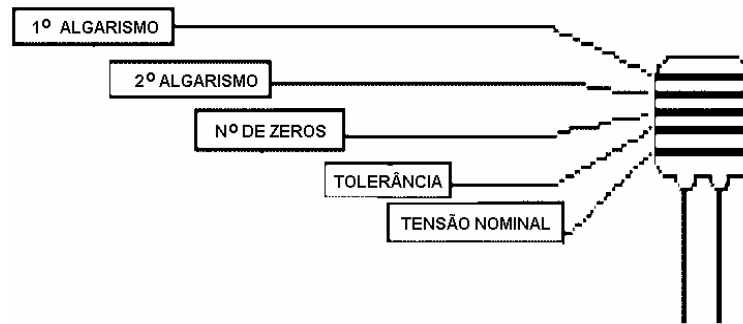
Símbolo



Código de Cores para Capacitores.

Para capacitores de poliéster, o valor da capacitância vem impresso no corpo do componente em forma de anéis coloridos.

A interpretação do código de cores para capacitores é feita de maneira análoga ao código de cores para resistores. A figura 12 mostra o código e a ordem de interpretação.



Código de cores de capacitores

Para estes capacitores o valor da capacitância é dado em picofarads.

Tabela de código de cores para capacitores:

COR	1º ALGARISMO	2º ALGARISMO	Nº DE ZEROS	TOLERÂNCIA	TENSÃO
PRETO	0	0		±20%	
MARRON	1	1	0		
VERMELHO	2	2	00		250V
LARANJA	3	3	000		
AMARELO	4	4	0000		400V
VERDE	5	5	00000		
AZUL	6	6			600V
VIOLETA	7	7			
CINZA	8	8			
BRANCO	9	9		±10%	
OURO			X 0,1		
PRATA			X 0,01		
Sem Cor					

Exemplo:

Amarelo, violeta, laranja, branco, azul.

4 7 000 + / - 10% 630V

47000pF = 47nF

Laranja, branco, amarelo, branco, vermelho.

3 9 0000 + / - 10% 250V

390000pF = 390nF = 0.39μF

Associação De Capacitores.

Os circuitos série, paralelo e série-paralelo constituídos de capacitores possuem as mesmas formas que os circuitos constituídos de resistores.

Associação Série

A fórmula matemática que exprime a capacitância equivalente (C_{eq}) é:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + + \frac{1}{Cn}$$

Associação Paralelo

A fórmula matemática que exprime a C_{eq} num circuito paralelo é dada por:

$$C_{eq} = C1 + C2 + C3 + ... + Cn$$

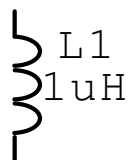
INDUTORES

Como um capacitor, o indutor é um elemento passivo de um circuito capaz de armazenar energia. Um indutor basicamente é constituído de um condutor e suas propriedades se devem a ligação entre magnetismo e eletricidade.

Um indutor possuirá energia armazenada, se houver corrente circulante por ele, nesta condição se verificara em campo magnético não nulo. A quantidade de energia armazenada depende da quantidade de corrente e da indutância. A indutância é a grandeza que caracteriza o indutor, depende de características construtivas.

- n = Numero de espiras
- l = comprimento
- a = seção transversal da espiras
- μ = permeabilidade magnética do núcleo ($\mu_r = 1$)

Símbolo do Componente:



Associação de Indutores

Serie:

$$LT = L1 + L2 + L3... + Ln$$

Paralelo:

$$LT = L1 // L2$$

TRANSFORMADORES

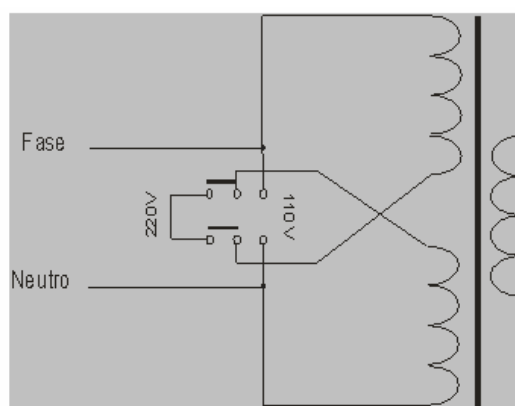
Na eletrônica o transformador tem seu uso bastante freqüente. Desde a redução da tensão da rede de alimentação até na fabricação de inversores (no-Breaks), amplificadores de áudio, etc.

Transformadores de Força

São transformadores que são usados na alimentação de equipamentos elétricos e eletrônicos. Tem a função de reduzir a tensão de entrada para tensões menores. Ex: 6+6, 7.5+7.5, 9+9, 12+12, etc.

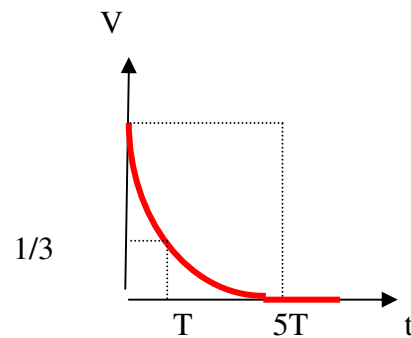
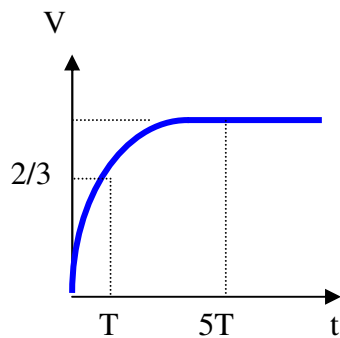
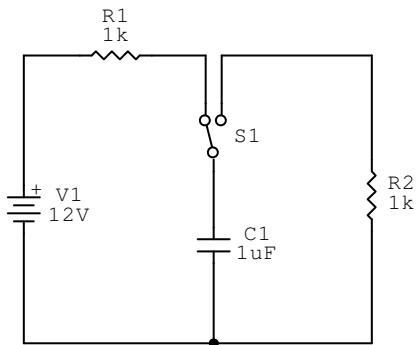


Normalmente são construídos para serem ligados em 220V ou 110 (127)V. Para isso é disposto de duas bobinas de 110V no enrolamento primário. Se pretendermos ligar em 220V ligamos as bobinas em serie. Ou se vamos ligar em 110V ligamos as bobinas em paralelo. Alguns equipamentos dispõem de chaves comutadoras 220V/110V que facilita a troca. Para isso utiliza-se uma chave H-H, ligado conforme esquema abaixo.



CONSTANTE DE TEMPO RC

É o tempo necessário depois de iniciada a carga ou descarga de um capacitor, em série com um resistor, para que a diferença de potencial em seus terminais alcance 63% do valor final em caso de carga, ou 37% do valor inicial em caso de descarga.



$$T = RC$$

T = Tempo, em segundos (s).

R = Resistor (Ω)

C = Capacitor (F)

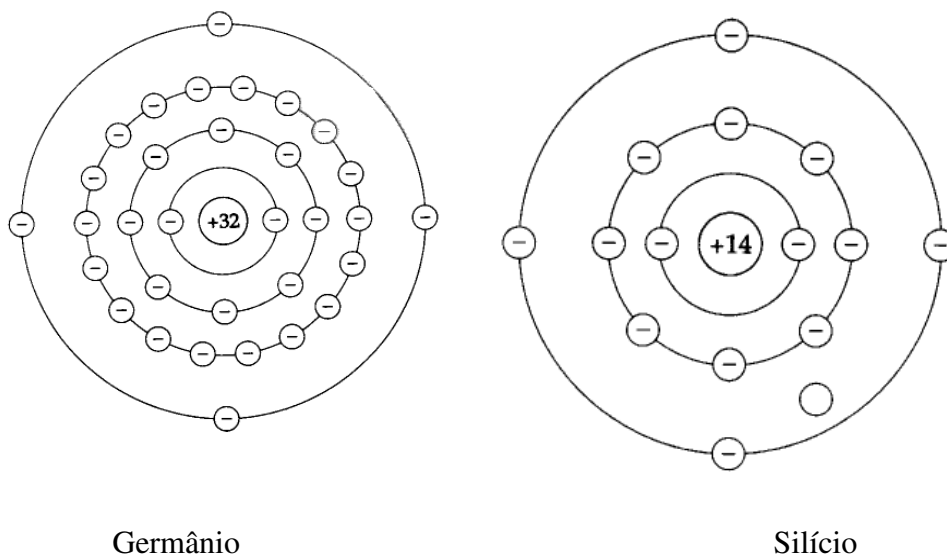
SEMICONDUCTORES

São materiais que podem apresentar características de isolante ou de condutor, dependendo da forma como se apresenta a sua estrutura química.

Estrutura Química dos Semicondutores

Os semicondutores se caracterizam por serem constituídos de átomos que tem quatro elétrons na camada de valência (tetravalentes).

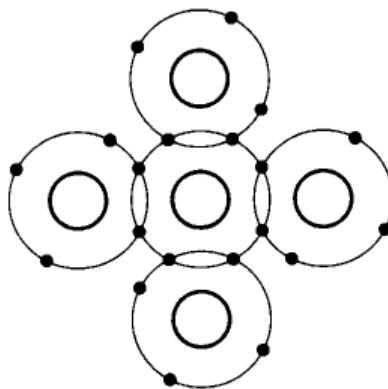
A figura abaixo mostra a configuração de dois átomos que dão origem a materiais semicondutores.



Os átomos que possuem quatro elétrons na última camada tem tendência a se agruparem segundo uma formação cristalina.

Neste tipo de ligação cada átomo se combina com quatro outros, fazendo com que cada elétron pertença simultaneamente a dois átomos.

Este tipo de ligação química é denominada de ligação covalente e é representada simbolicamente por dois traços que interligam dois núcleos.



Ligação covalente

As estruturas cristalinas de elementos tetravalentes são eletricamente isolantes.

Dopagem

A dopagem é um processo químico que tem por finalidade introduzir átomos estranhos a uma substância na sua estrutura cristalina.

Cristal “N”

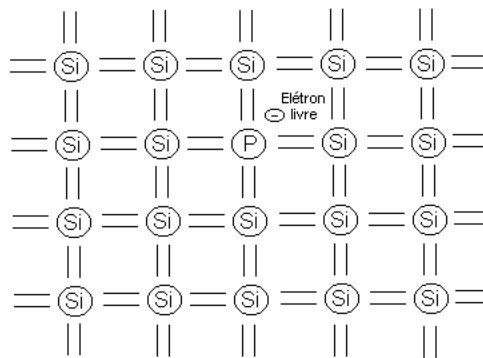
Quando o processo de dopagem introduz na estrutura cristalina uma quantidade de átomos com mais de quatro elétrons na última camada, forma-se uma nova estrutura cristalina denominada cristal N.

Exemplo:

A introdução de átomos de fósforo que possui cinco (5) elétrons na última camada.

Dos cinco elétrons externos do fósforo apenas quatro encontram um par no cristal que possibilite a ligação covalente.

O quinto elétron por não encontrar um par para formar uma ligação, tem a característica de se libertar facilmente do átomo, passando a vagar livremente dentro da estrutura do cristal, constituindo-se um portador livre de carga elétrica.



Material Tipo N

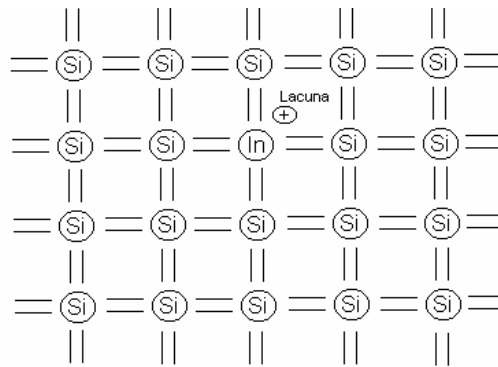
Cristal “P”

A utilização de átomos com menos de quatro elétrons na última camada para o processo de dopagem dá origem a um tipo de estrutura chamada cristal P.

Exemplo:

O átomo de índio que tem três elétrons na última camada, dá origem a um cristal P.

Quando os átomos de índio são colocados na estrutura do cristal puro verifica-se a falta de um elétron para a formação de ligações covalentes, esta falta é denominada de lacuna, sendo representada por uma carga elétrica positiva na estrutura química.



Material Tipo P

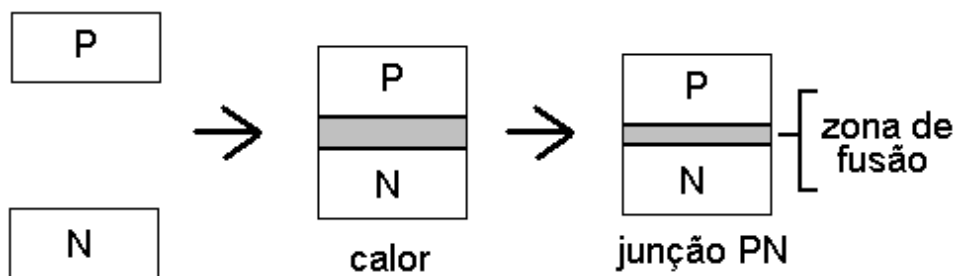
Obs: A lacuna não é propriamente uma carga positiva, mas sim, a ausência de uma carga negativa.

Diodo Semicondutor

O diodo semicondutor é um componente que apresenta a característica de se comportar como um condutor ou como um isolante elétrico dependendo da forma como a tensão seja aplicada a seus terminais.

Estrutura Básica

O diodo se constitui na junção de duas pastilhas de material semicondutor: uma de cristal do tipo P e outra de cristal do tipo N.



Junção PN (Diodo)

Comportamento Dos Cristais Após A Junção

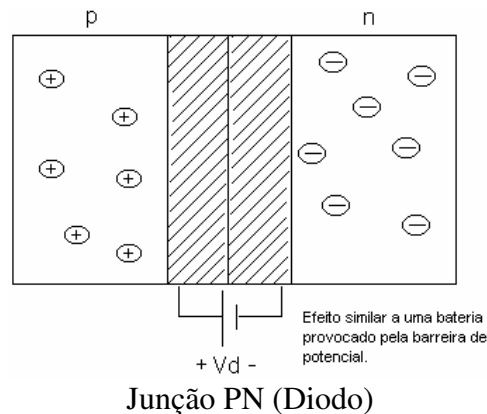
Após a junção das pastilhas que formam o diodo ocorre um processo de “acomodamento” químico entre os cristais.

Na região da junção alguns elétrons livres saem do material N e passam para o material P, recombina-se com as lacunas das proximidades.

O mesmo ocorre com algumas lacunas que passam do material P para o material N e se recombina com os elétrons livres.

Forma-se na junção uma região onde não existem portadores de carga, porque estão todos recombinados, neutralizando-se. Esta região é denominada de região de depleção, e verifica-se que nela existe uma diferença de potencial proporcionada pelo deslocamento dos portadores de um cristal para o outro.

Essa barreira de potencial é da ordem de 0,7V para diodos de silício e de 0,3V para os diodos de germânio.



Simbologia



Aplicação de Tensão Sobre o Diodo.

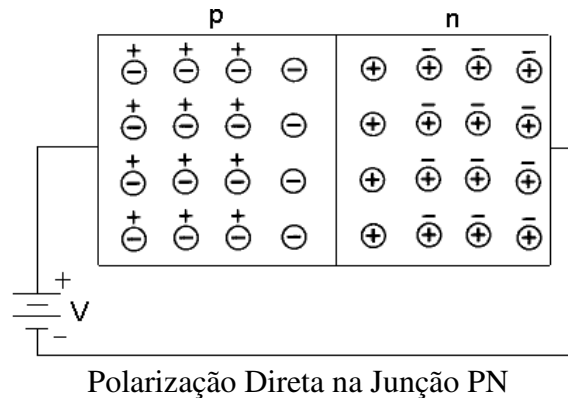
A aplicação da tensão sobre o diodo estabelece a forma como o componente se comporta eletricamente.

A tensão pode ser aplicada ao diodo de duas formas diferentes, denominadas tecnicamente de:

- Polarização direta;
- Polarização inversa.

Polarização Direta

A polarização do diodo é considerada direta quando a tensão positiva da fonte de alimentação é aplicada ao cristal P e a tensão negativa da referida fonte é aplicada ao cristal N.



Efeitos da Polarização Direta Sobre o Diodo

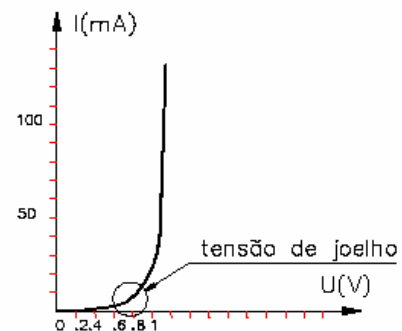
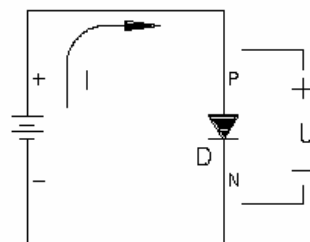
O pólo positivo da fonte repele as lacunas do cristal P em direção ao pólo negativo, enquanto os elétrons livres do cristal N são repelidos pelo pólo negativo em direção ao positivo da fonte.

Se a tensão da bateria externa for maior que a tensão da barreira de potencial, as forças de atração e repulsão provocadas pela fonte de tensão externa permitem aos portadores adquirir velocidade suficiente para atravessar a região onde há ausência de portadores.

Nesta situação o diodo permite a circulação de corrente no circuito e, diz-se que o diodo está em condução ou saturado.

É importante observar que a seta do símbolo do componente indica o sentido de circulação (convencional) da corrente elétrica.

POLARIZAÇÃO DIRETA



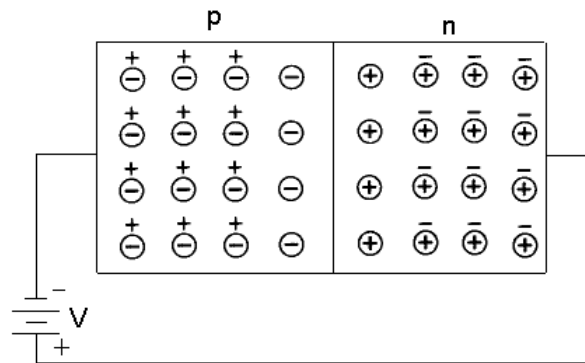
Polarização Inversa

A polarização inversa de um diodo consiste na aplicação de tensão positiva no cristal N e negativa no cristal P.

Nesta condição os portadores livres de cada cristal são atraídos pelos potenciais da bateria para os extremos do diodo.

Observa-se que a polarização inversa provoca um alargamento da região de depleção, porque os portadores são afastados da junção.

Portanto conclui-se que a polarização inversa faz com que o diodo impeça a circulação de corrente no circuito elétrico ao qual ele está inserido. Diz-se que nesta situação o diodo está cortado ou em bloqueio.



Polarização inversa na Junção PN

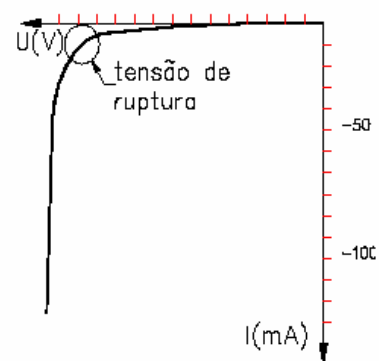
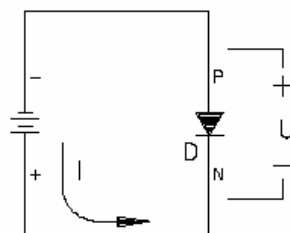
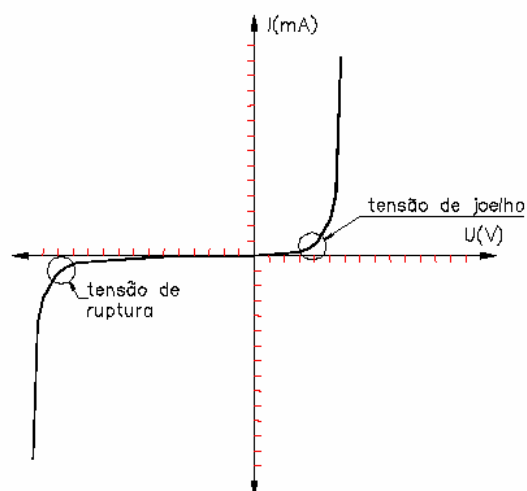
POLARIZAÇÃO REVERSA DO DIODO

GRÁFICO COMPLETO.



Parâmetros Máximos Do Diodo

Os parâmetros máximos estabelecem os limites da tensão e corrente que podem ser aplicados ao diodo, sem provocar danos a sua estrutura.

Corrente Máxima Direta (I_o)

A corrente máxima de cada diodo é dada pelo fabricante em folhetos técnicos. Este é o valor máximo admissível para a corrente, devendo-se trabalhar com valor em torno de 20% inferiores ao máximo, para garantir a vida útil do componente.

Tensão Reversa Máxima (VRRM)

As tensões reversas colocam o diodo em corte. Nesta situação toda tensão aplicada ao circuito fica sobre o diodo.

Cada diodo tem a estrutura preparada para suportar um determinado valor de tensão reversa, que nunca deverá ser ultrapassado, sob pena da destruição do componente. Aqui também é aconselhável trabalhar-se com valores em torno de 20% inferiores ao valor máximo.

Tabela de Diodos Semicondutores

Parâmetros Máximos dos Diodos da Série 1N40XX

Tipo Comercial	Máxima Corrente Direta (I_o)	Tensão Reversa Máxima (VRRM)
1N4001	1 A	50 V
1N4002	1 A	100 V
1N4003	1 A	200 V
1N4004	1 A	400 V
1N4005	1 A	600 V
1N4006	1 A	800 V
1N4007	1 A	1000 V

Parâmetros Máximos dos Diodos da Série 1N54XX

Tipo Comercial	Máxima Corrente Direta (I_o)	Tensão Reversa Máxima (VRRM)
1N5401	3 A	100 V
1N5402	3 A	200 V
1N5403	3 A	300 V
1N5404	3 A	400 V
1N5405	3 A	500 V
1N5406	3 A	600 V
1N5407	3 A	800 V

Parâmetros Máximos: Outras Series

Tipo Comercial	Máxima Corrente Direta (I _o)	Tensão Reversa Máxima (VRRM)
1N4148	0.2 A	100 V
1N4149	0.2 A	100 V
1N914	0.2 A	100 V
SK1/2	1 A	200 V
SK1/4	1 A	400 V
SK1/8	1 A	800 V
SK3/2	3 A	200 V
SK3/4	3 A	400 V
SK3/8	3 A	800 V

Teste De Diodos Semicondutores - Retificadores

Os testes realizados para se determinar as condições de um diodo se resumem a uma verificação da resistência do componente nos sentidos de condução e bloqueio.

A tensão de polarização para teste do diodo será fornecida pelo próprio multímetro.

Sendo assim o diodo será considerado em bom estado, quando polarizado diretamente, apresentar uma resistência baixa (na casa das dezenas de ohms) e, quando polarizado inversamente, apresentar uma resistência alta (vários K ohms).

Se nas duas polarizações o diodo apresentar uma baixa resistência, significa que o mesmo está em curto. Mas se nas duas polarizações o diodo apresentar uma alta resistência, diz-se que ele está aberto.

Diodo Emissor de Luz (LED)

O LED (Ligth Emission Diode - Diodo Emissor de Luz) é um componente utilizado para sinalização. Sua junção P-N, é acrescida de certas ligas como, por exemplo, o arsianeto de gálio, que tem a propriedade de emitir luz, quando diretamente polarizado.

O LED substitui as tradicionais lâmpadas piloto, com as vantagens de não aquecer, possuir vida útil muito maior, apresentar baixo consumo, etc.

Para testar o LED deve-se ligá-lo a uma fonte de tensão CC, não esquecendo de ligar em série com o mesmo um resistor que limite a corrente em 20mA.



Símbolo do Led

Led Infravermelho

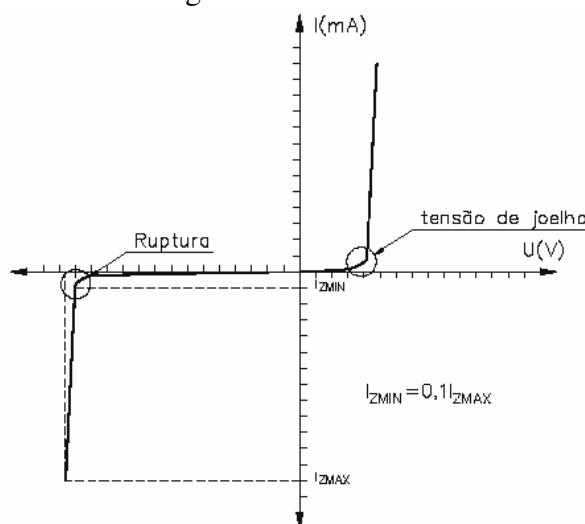
A luz infravermelha é um tipo de luz que não é sensível ao olho humano. Este tipo de luz é usado principalmente em alarmes contra roubos, controle remoto, sensores, Fotos-acopladores, etc.

A propriedade de não emitirem luz visível tornam estes componentes ideais para situações que não é interessante que a luz visível atue. O controle remoto, por exemplo. A luz ambiente não deve interferir no funcionamento do sistema.

Diodo Zener

É um componente constituído de uma junção semicondutora, como o diodo retificador, porem é constituído para operar em condição inversa, sem se danificar.

Porem quando polarizamos o diodo Zener em sentido contrario este apresentara uma característica importante: observe a figura.



Observamos que a tensão no sentido inverso se torna constante. Podemos aproveitar então este componente como regulador de referencia em circuitos de fonte.

No comercio existem varias tensões para este tipo de componente e varias potências; Potência ; 400 mW, 500 mW, 1 W

Alguns Valores comerciais (em V)

2.4	2.7	3	3.6	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2
9.1	10	11	12	13	15	18	24	39	75	100

O diodo zener é largamente usado na eletrônica, como elemento principal na regulação de tensões, de maneira a deixá-la em valores fixos e predeterminados eliminando também os Ripples característicos de tensões obtidas de fontes Retificadoras.

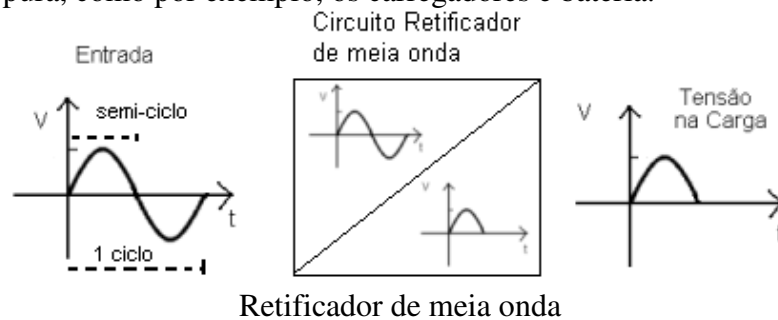
Símbolo do componente



RETIFICADORES MONOFÁSICOS

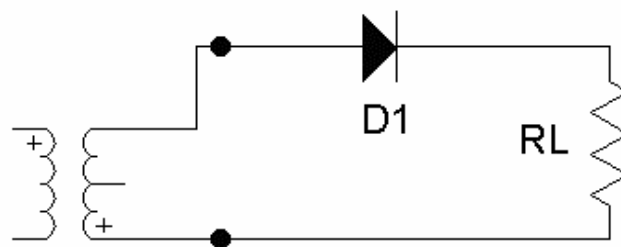
Retificação é o nome dado ao processo de transformação de corrente alternada em corrente contínua.

Na retificação de meia onda é aproveitado pela carga apenas um semiciclo da tensão de entrada. Este tipo de retificador é empregado em equipamentos que não necessitem de uma tensão contínua pura, como por exemplo, os carregadores e bateria.



Princípio De Funcionamento

Tomando-se como referência o circuito da figura 22, teremos duas situações:



Esquema retificador de meia onda

A) Primeiro Semiciclo.

A tensão é positiva no ponto “A” em relação ao ponto “B”. Esta polaridade da tensão de entrada coloca o diodo em condução, permitindo a circulação de corrente, e a tensão na carga assume a mesma forma da tensão de entrada.

B) Segundo Semiciclo.

Durante o segundo semiciclo a tensão no ponto “A” em relação ao ponto “B” é negativa. Esta tensão coloca o diodo em corte, impedindo a circulação de corrente, e a tensão de entrada ficará totalmente aplicada aos terminais do diodo.

Observa-se que, para cada ciclo da tensão de entrada, apenas um semiciclo passa para a carga, enquanto o outro fica sobre o diodo.

Tensão De Saída.

A tensão de saída de uma retificação é contínua, embora seja pulsante. Na retificação de meia onda alternam-se os períodos de existência e inexistência da tensão na carga e, conseqüentemente, o valor da tensão cc média sobre a carga está muito abaixo do valor efetivo ca aplicado a entrada do circuito.

A tensão na saída é dada por:

$$V_{CC} = \frac{(E_m - V_o)}{\pi}$$

onde:

V_{CC} = tensão contínua média sobre a carga;

E_m = tensão de pico da CA aplicada ao circuito ($E_m = V_{ef} \times 1,42$);

V_o = tensão típica do diodo (0,3 ou 0,7);

π = constante (3,14)

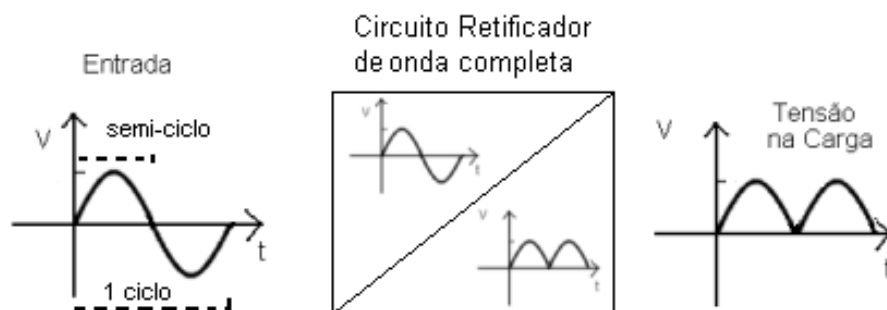
Corrente De Saída.

Na retificação de meia onda a corrente de saída também é pulsante, uma vez que a tensão na carga é pulsante. Isto implica que a corrente na saída é uma média entre os períodos de existência e inexistência de corrente.

Retificador De Onda Completa

É um processo de conversão de corrente alternada em corrente contínua que faz um aproveitamento dos dois semiciclos da tensão ca.

O retificador de onda completa é o mais empregado nos equipamentos eletrônicos porque fornece uma tensão contínua mais pura em relação àquela fornecida pelo retificador de meia onda.

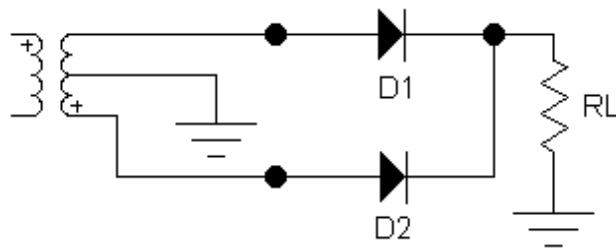


Retificador de onda completa

A retificação de onda completa com diodos retificadores pode ser realizada de duas formas distintas:

- Empregando um transformador com derivação central e dois diodos;
- Empregando quatro diodos ligados em ponte.

Retificação de Onda Completa Center Tape.



Esquema retificador de onda completa derivação central

Princípio De Funcionamento.

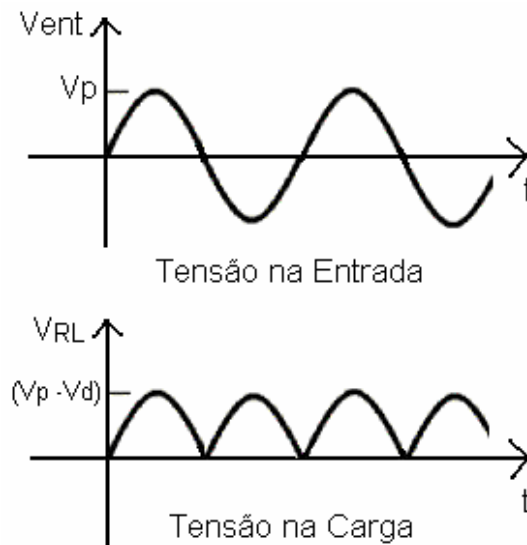
O princípio de funcionamento pode ser facilmente compreendido, considerando-se cada um dos semiciclos da tensão de entrada isoladamente.

A)Primeiro Semiciclo.

Considerando-se o terminal central do secundário do transformador como referência verifica-se a formação de duas polaridades opostas nos extremos das bobinas, conforme mostra a figura 25. Nesta situação o diodo D1 estará diretamente polarizado e o diodo D2 estará inversamente polarizado. Em outras palavras, D1 está saturado e D2 está cortado.

B)Segundo Semiciclo.

No segundo semiciclo da tensão de entrada ocorre uma inversão na polaridade do secundário do transformador. Nesta condição o diodo D2 entra em condução e D1 em corte. A corrente circula pela carga, passando através de D2 que está em condução, no mesmo sentido que no primeiro semiciclo.



Forma de ondas do retificador de onda completa derivação central

Tensão de Saída

A retificação de onda completa center-tape entrega a carga dois semiciclos de tensão para cada ciclo da tensão de entrada, sendo assim a tensão na carga é uma média dos valores fornecidos pelos pulsos da tensão.

A tensão média na carga é dada por:

$$V_{CC} = 2 \cdot \frac{(E_m - V_o)}{\pi}$$

Onde:

Em = tensão máxima entre a referência e um dos extremos do secundário do transformador.

É importante lembrar que a tensão reversa sobre os diodos é igual a duas vezes a tensão Em.

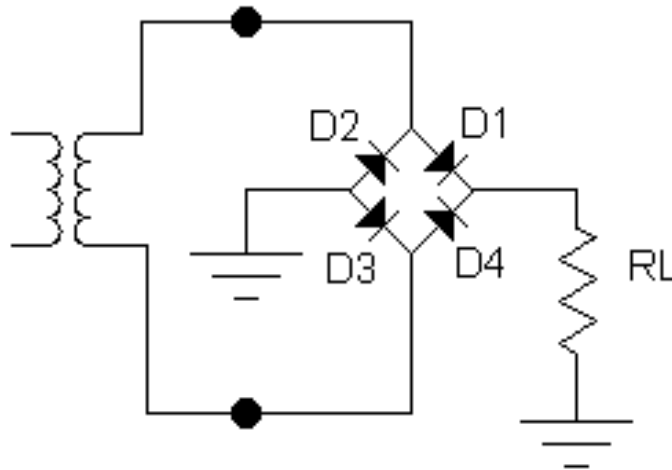
Relação entre a frequência de entrada e saída.

Na retificação de meia onda a carga recebe um semiciclo de tensão e corrente em cada ciclo da tensão de entrada, sendo assim a frequência do sinal de saída será a mesma do sinal de entrada.

No retificador de onda completa, cada semiciclo de tensão ca é transformado em dois semiciclos de tensão sobre a carga. Desta forma, a frequência do sinal na saída do retificador de onda completa será sempre o dobro da do sinal de entrada.

Retificação De Onda Completa Em Ponte

Este tipo de retificador entrega a carga uma onda completa sem necessidade de utilizar um transformador com derivação central.



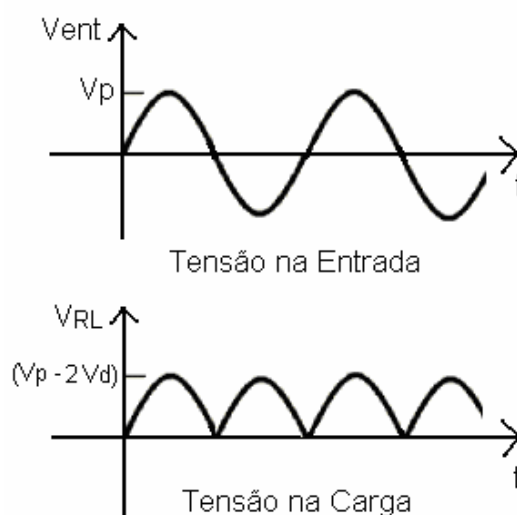
Esquema retificador de onda completa em ponte

Este retificador funciona de maneira análoga ao retificador com tomada central (center-tape).

No primeiro semiciclo irá aparecer uma tensão sobre a ponte retificadora com polaridade tal que colocará D1 e D3 em saturação, enquanto D2 e D4 permanecerão cortados. A corrente circulará pela carga via D1 e D3.

No segundo semiciclo a polaridade da tensão sobre a ponte retificadora sofrerá uma inversão, colocando D2 e D4 em saturação e, D1 e D3 no corte.

Sendo assim a corrente circulará pela carga através de D2 e D4, no mesmo sentido do semiciclo anterior.



Forma de ondas do retificador de onda completa em ponte

Tensão de Saída

A ponte retificadora fornece na saída o mesmo tipo de forma de onda que a retificação com tomada central. Há, contudo, uma diferença em termos da tensão de pico sobre a carga, devido ao fato de que na ponte retificadora em cada semiciclo existem dois diodos em série.

Desta forma o pico de tensão sobre a carga é 1,4V menor que o pico de tensão na entrada da ponte (para diodos de silício).

A tensão cc média de saída é dada pela equação:

$$V_{cc} = 2 \cdot \frac{(E_m - 2 \cdot V_o)}{\pi}$$

Para tensões acima de 20Vca na entrada da ponte pode-se desprezar a queda de tensão nos diodos, ficando a equação reduzida para:

$$V_{cc} = 0,9 \times V_{ca}$$

FILTROS NAS FONTES DE ALIMENTAÇÃO.

As tensões contínuas puras se caracterizam por apresentarem polaridade definida e valor constante ao longo do tempo.

As tensões fornecidas pelos circuitos retificadores, tanto de meia onda como onda completa são pulsantes. Embora tenham polaridade definida, não são ideais para alimentação de circuitos eletrônicos, haja vista que seu valor sofre constante variação pulsando conforme a tensão senoidal aplicada ao diodo.

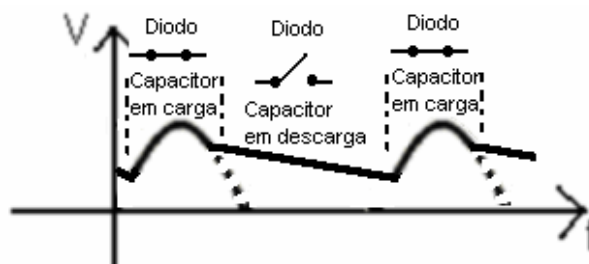
O filtro em uma fonte de alimentação tem por finalidade eliminar esses pulsos e assim tornar a tensão CC de saída mais pura.

O Capacitor como Elemento de Filtro.

A capacidade de armazenamento de energia dos capacitores pode ser utilizada como recurso para realizar o processo da filtragem da tensão de saída de um retificador.

O capacitor é conectado diretamente nos terminais de saída da retificação, ficando em paralelo com a carga.

Quando o diodo estiver conduzindo irá circular corrente pela carga e também pelo capacitor, carregando-o com tensão igual ao valor fornecido pela fonte. Quando o diodo estiver cortado o capacitor irá se descarregar pela carga, fornecendo assim tensão a mesma.



Forma de onda da tensão na carga

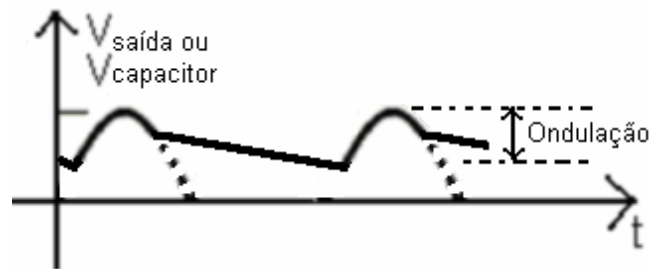
Tensão De Ondulação.

O capacitor utilizado como filtro estará sofrendo sucessivos processos de carga e descarga.

Nos períodos de condução do diodo o capacitor sofre carga e sua tensão aumenta.

Nos períodos de corte do diodo o capacitor se descarrega e a sua tensão diminui.

A forma de onda da tensão de saída não chega a ser uma tensão contínua pura, apresentando uma variação entre um valor mínimo e um valor máximo denominado ondulação ou ripple.



Ondulação ou ripple

A tensão de ondulação na saída de uma fonte também é denominada de componente ca de saída da fonte. Quanto menor for a componente ca de uma fonte, melhor será esta fonte.

Determinação do Capacitor de Filtro

A tensão de saída, de uma retificação com filtro é dada por:

$$V_{cc} = E_m - \frac{V_{onopp}}{2}$$

Onde:

E_m = tensão cc máxima de saída;

V_{onopp} = componente ca de saída (ripple).

Pela equação verifica-se que a tensão de saída depende da tensão de ondulação. A tensão de ripple depende do tipo de retificador, do capacitor de filtro e da corrente na carga.

Observa-se que o ripple depende de vários fatores que estão relacionados entre si. Esta dependência torna difícil a formulação de uma equação exata que determine o valor do capacitor a ser utilizado como filtro para uma tensão preestabelecida.

Entretanto, devido a grande tolerância de valor dos capacitores eletrolíticos (até 50%) pode-se formular uma equação simplificada para o seu cálculo.

Esta equação pode ser utilizada para cálculo de capacitores de filtro para até 20% de ondulação de pico a pico sem introduzir um erro significativo.

$$C = \frac{T \cdot I_{\max}}{V_{\text{ripple}}}$$

Onde:

C = valor do capacitor de filtro em μF ;
T = período aproximado de descarga do capacitor;
Imax = corrente máxima na carga em mA;
Vripple = tensão pico a pico de ondulação em V.

Obs: Valor de tensão para 60Hz

Meia onda----- tensão = 16,6ms;

Onda completa----- tensão = 8,33ms.

Além da capacitância do capacitor de filtro deve-se especificar a sua tensão de isolamento. A tensão de isolamento deve ser superior ao maior valor de tensão que o capacitor irá realmente funcionar.

Exemplo:

Determinar o capacitor de filtro para uma fonte retificadora de meia onda, com tensão de saída 12V, com uma corrente de 150mA, com ripple de 2Vpp.

$$C = \frac{T \cdot I_{\max}}{V_{\text{ripple}}}$$

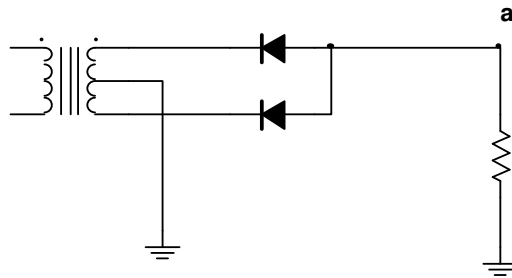
$$C = \frac{16,6\text{ms} \cdot 150\text{mA}}{2\text{V}}$$

$$C = 1.245 \mu\text{F}$$

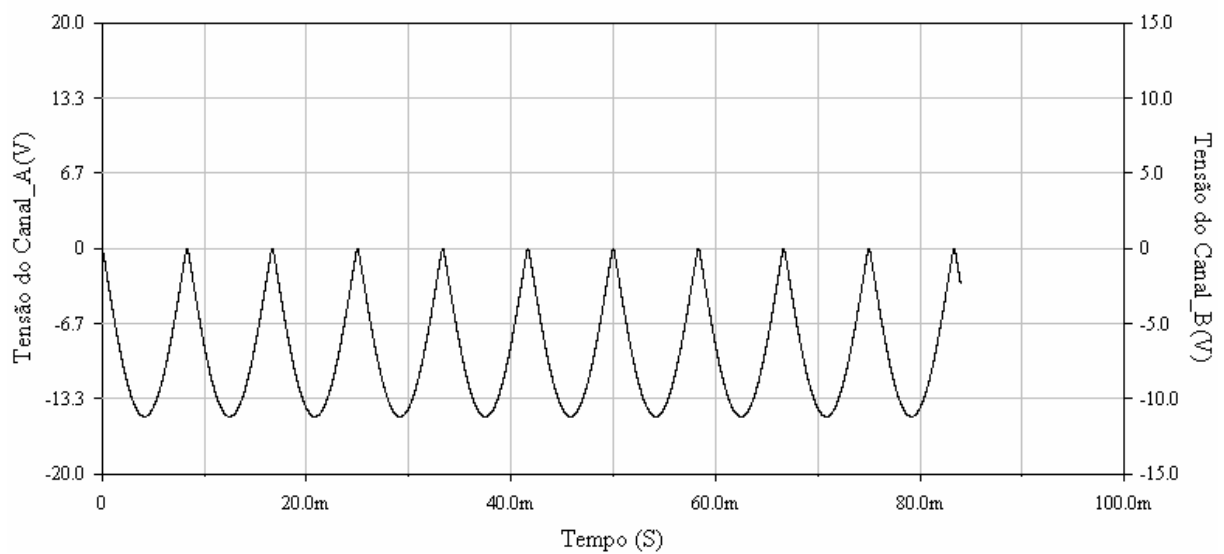
Como a tensão de saída é de 12V devemos utilizar um capacitor com tensão de isolamento de pelo menos 16V.

FONTE NEGATIVA

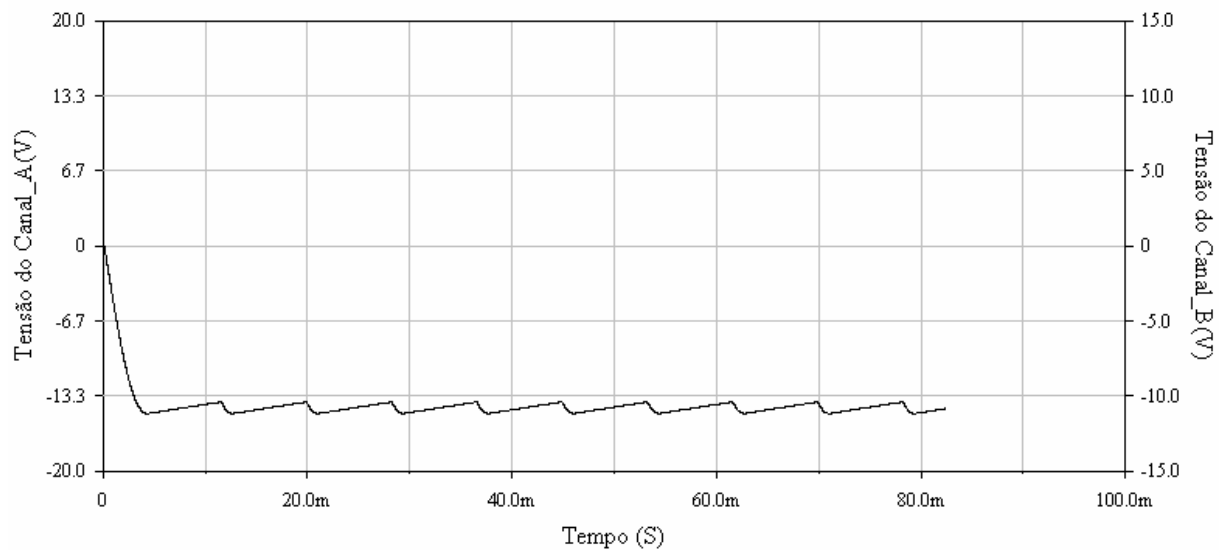
Até agora analisamos circuitos que utilizavam tensões positivas (ex: +12V, +5V, +6V, etc). Mas existe também a tensão negativa, com as mesmas características da tensão positiva, porem com sentido de circulação inverso. Veja abaixo um retificador negativo.



Note que os diodos são ligados invertidos. Verifique a forma de onda abaixo que surgirá no ponto a.



Passando pelo Filtro com capacitor a onda passa a ter a seguinte forma;



Note que temos uma tensão contínua porém com valores abaixo de 0 (zero) que no circuito é representado pelo símbolo de terra. Concluindo podemos dizer que o terra no circuito nos fornece uma tensão de 0V, já que nosso potencial de referência é o próprio terra.

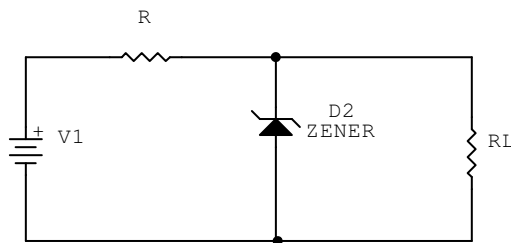
REGULADORES DE TENSÃO

As tensões que obtivemos até agora, não possuem um valor fixo. As tensões tem seu valor alterado de acordo com a tensão de entrada. Isto é um problema a ser considerado em circuitos onde precisamos ter tensões fixas sem alterações. De maneira a resolver este problema usamos circuitos reguladores de tensão. Estes circuitos têm o objetivo de produzir tensões fixas sem alterações, mesmo que a tensão de entrada se altere. Existem vários tipos de componentes que executam esta função, mas todos eles tem um elemento chave que é o diodo zener.

Reguladores de tensão com diodo Zener

Podemos aproveitar a característica do diodo zener para projetarmos circuitos reguladores. Já que quando ultrapassam a tensão zener, ele mantém a tensão constante.

Ex:

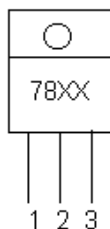


Reguladores de tensão integrados da família 78xx e 79xx

Regulador de Tensão 78xx

É um regulador de tensão fixa positivo, permitindo correntes de saída de até 1,5^a. Possui proteção interna contra curto circuito e sobreaquecimento.

Pinagem



Onde:

Pino 1 - Entrada;

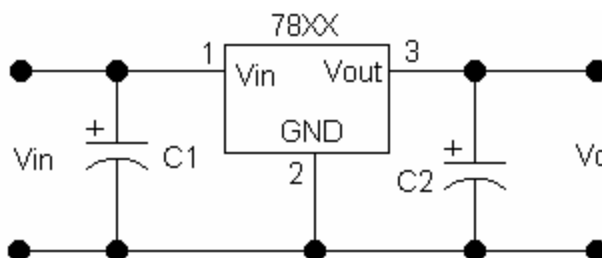
Pino 2 - Comum (GND);

Pino 3 - Saído.

Especificações.

- Máxima potência dissipada sem dissipador de calor - 2W.
- Máxima potência dissipada com dissipador de calor - 15W.
- Corrente de consumo interno - 4,5mA
- Regulação - +/- 8%

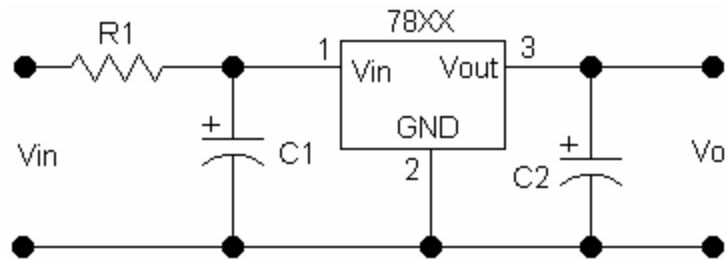
TIPO	$V_{IN(min)}$	$V_{IN(max)}$	V_o	$I_{O(MAX)}$
7805	7,3	25	5	1
7806	8,3	25	6	1
7808	10,5	25	8	1
7810	12,5	25	10	1
7812	14,6	30	12	1
7815	17,7	30	15	1
7818	21,0	33	18	1
7824	27,1	38	24	1

Aplicações Do 78xx**A)Regulador de Tensão Fixa**

Regulador de tensão fixa

B)Regulador Fixo com Divisão de Potência

Se a tensão de entrada for muito elevada em relação à tensão de saída, pode-se conectar um resistor em série com a entrada dividindo assim a potência dissipada entre o resistor e o regulador.

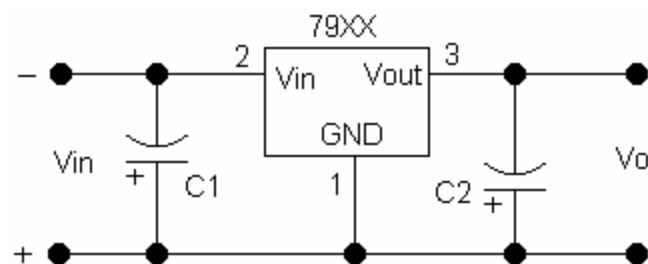


Regulador de tensão fixa com divisão de potência

Regulador de Tensão 79xx

É análogo ao regulador 78XX, diferindo apenas na pinagem e na tensão fornecida, uma vez que este regulador foi desenvolvido para fornecer tensões fixas negativas.

Circuito Típico

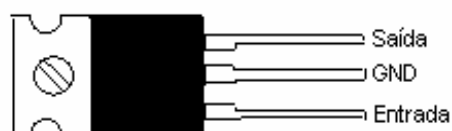


Regulador de tensão fixa negativa

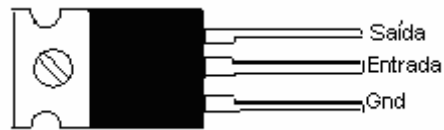
OBS: Observe a ligação do capacitor de filtragem C1 e C2.

Identificação dos terminais

LM/μPC 7805/06/08/12/24

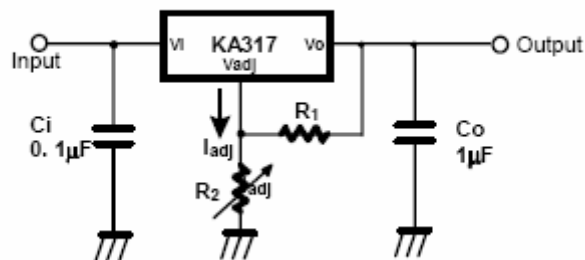


LM/μPC 7905/06/08/12/24



Reguladores de tensão ajustável

Há reguladores de tensão que permitem ao programar a tensão de saída ou até mesmo ajustá-la com ajuda de um potenciômetro. Como exemplo temos o LM317 que tem uma regulagem de saída entre 1.2V e 37V. O circuito a seguir mostra como podemos regular a tensão de saída de um regulador de tensão do tipo LM317.



A tensão de saída é calculada da seguinte forma:

$$V_O = 1.25V (1 + R_2 / R_1) + I_{adj} R_2$$

Onde $I_{adj} = 100\mu A$

Pinagem



A tabela abaixo nos as características elétricas do LM317.

Electrical Characteristics

($V_I - V_O = 5V$, $I_O = 0.5A$, $0^\circ C \leq T_J \leq +125^\circ C$, $I_{MAX} = 1.5A$, $P_{MAX} = 20W$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ.	Max.	Unit
Line Regulation	Rline	$T_A = +25^\circ C$ $3V \leq V_I - V_O \leq 40V$	-	0.01	0.04	%/V
		$3V \leq V_I - V_O \leq 40V$	-	0.02	0.07	%/V
Load Regulation	Rload	$T_A = +25^\circ C$, $10mA \leq I_O \leq I_{MAX}$ $V_O < 5V$ $V_O \geq 5V$	-	18 0.4	25 0.5	mV %/V _O
		$10mA \leq I_O \leq I_{MAX}$ $V_O < 5V$ $V_O \geq 5V$	-	40 0.8	70 1.5	mV %/V _O
Adjustable Pin Current	I _{ADJ}	-	-	46	100	μA
Adjustable Pin Current Change	ΔI _{ADJ}	$3V \leq V_I - V_O \leq 40V$ $10mA \leq I_O \leq I_{MAX}$ $P_D \leq P_{MAX}$	-	2.0	5	μA
Reference Voltage	V _{REF}	$3V \leq V_{IN} - V_O \leq 40V$ $10mA \leq I_O \leq I_{MAX}$ $P_D \leq P_{MAX}$	1.20	1.25	1.30	V
Temperature Stability	ST _T	-	-	0.7	-	%/V _O
Minimum Load Current to Maintain Regulation	L(MIN)	$V_I - V_O = 40V$	-	3.5	12	mA
Maximum Output Current	I _{O(MAX)}	$V_I - V_O \leq 15V$, $P_D \leq P_{MAX}$ $V_I - V_O \leq 40V$, $P_D \leq P_{MAX}$ $T_A = 25^\circ C$	1.0	2.2 0.3	-	A
RMS Noise, % of V _{OUT}	e _N	$T_A = +25^\circ C$, $10Hz \leq f \leq 10KHz$	-	0.003	0.01	%/V _O
Ripple Rejection	RR	$V_O = 10V$, $f = 120Hz$ without C _{ADJ} C _{ADJ} = 10μF	66	60 75	-	dB
Long-Term Stability, T _J = T _{HIGH}	ST	$T_A = +25^\circ C$ for end point measurements, 1000HR	-	0.3	1	%
Thermal Resistance Junction to Case	R _{θJC}	-	-	5	-	°C/W

Dissipador de calor

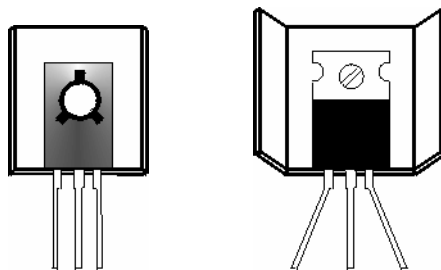
Muitas vezes o componente é exposto a condições de funcionamento que irão causar o aquecimento. Este calor é em função do trabalho realizado e à temperatura ambiente este calor é absorvido. Mas existem situações que é preciso outros artifícios já que o aquecimento é muito grande. De outro os dissipadores permitem a construção de componentes com potencia nominal maior.

Normalmente o componente em aquecimento será fixado nestes dissipadores, de maneira que o calor produzido, seja transferido para o dissipador, eliminando-o mais rapidamente, não deixando que a temperatura se eleve a valores altos.

Existem vários tipos de dissipadores. Os mais usados são aqueles construídos de alumínio que contem varias aletas (canais), que iram facilitar a ventilação permitindo que a troca de calor com ambiente seja o mais rápido possível. Muitos dissipadores são pintados com cor preta, já que esta cor absorve mais rápido o calor. Ventoinhas ou coolers também aceleram o processo já retiram o calor do componente em aquecimento. Normalmente são usados em conjunto com dissipadores de alumínio.

Também são usados na hora da fixação do componente substancias que iram permitir uma melhor troca entre o componente e o dissipador. São as chamadas pastas térmicas.

Abaixo temos alguns componentes que utilizam dissipadores.



OBS: Em alguns casos é necessário alem dos dissipadores, sistemas de resfriamento de maneira a controlar a temperatura. Em sistemas de alta potencia é usada dutos com água corrente e mais os sistemas de exaustão com as ventoinhas.

DATASHEET's

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

 Order this document
 by 1N4001/D

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general-purpose low-power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16" from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

**1N4001
thru
1N4007**

 1N4004 and 1N4007 are
 Motorola Preferred Devices

**LEAD MOUNTED
RECTIFIERS
50–1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION**

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, $T_A = 75^\circ\text{C}$)	I_O	1.0							Amp
*Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	– 65 to +175							$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop ($i_F = 1.0$ Amp, $T_J = 25^\circ\text{C}$) Figure 1	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	—	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) ($T_J = 25^\circ\text{C}$) ($T_J = 100^\circ\text{C}$)	I_R	0.05 1.0	10 50	μA
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	—	30	μA

*Indicates JEDEC Registered Data

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.



*Discrete POWER & Signal
Technologies*

1N746A - 1N759A Series Half Watt Zeners

Absolute Maximum Ratings*

TA = 25°C unless otherwise noted

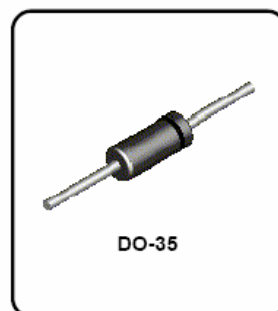
Parameter	Value	Units
Storage Temperature Range	-65 to +200	°C
Maximum Junction Operating Temperature	+ 175	°C
Lead Temperature (1/16" from case for 10 seconds)	+ 230	°C
Total Device Dissipation	500	mW
Derate above 25°C	3.33	mW/°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 200 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Tolerance: A = 5%



Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

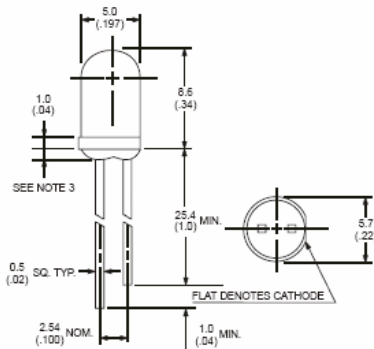
Device	V _Z (V)	Z _Z (Ω)	@ I _{ZT} (mA)	I _{R1} (μA)	@ V _R (V)	I _{R2} (μA)	V _R @ T _A =150°C (V)	T _C (%/°C)	I _{ZM} * (mA)
1N746A	3.3	28	20	10	1.0	30	1.0	- 0.070	110
1N747A	3.6	24	20	10	1.0	30	1.0	- 0.065	100
1N748A	3.9	23	20	10	1.0	30	1.0	- 0.060	95
1N749A	4.3	22	20	2.0	1.0	30	1.0	+/- 0.055	85
1N750A	4.7	19	20	2.0	1.0	30	1.0	+/- 0.030	75
1N751A	5.1	17	20	1.0	1.0	20	1.0	+/- 0.030	70
1N752A	5.6	11	20	1.0	1.0	20	1.0	+ 0.038	65
1N753A	6.2	7.0	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.045	60
1N754A	6.8	5.0	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.050	55
1N755A	7.5	6.0	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.058	50
1N756A	8.2	8.0	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.062	45
1N757A	9.1	10	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.068	40
1N758A	10	17	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.075	35
1N759A	12	30	20	0.1	1.0	20	1.0	+ 0.077	38

*I_{ZM} (Maximum Zener Current Rating) Values shown are based on the JEDEC rating of 400 milliwatts. Where the actual zener voltage (V_Z) is known at the operating point, the maximum zener current may be increased and is limited by the derating curve.



OPL 155 XX 5.0mm ROUND LAMP

PACKAGE DIMENSIONS



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS, $T_a = 25^\circ\text{C}$

Reverse voltage per led chip	5.0 V
D.C Forward current	30 mA
Pulse current. (1.10 duty cycle, 0.1 ms pulse width)	100mA
Operating temperatur. range	-25°C to + 85°C
Storage temperatur. range	-25°C to + 100°C
Lead soldering temp.	260°C for 5 seconds

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS AT $T_a = 25^\circ\text{C}$

PART NUMBER	LED CHIP MATERIAL	LED CHIP EMITTING COLOR	LENS COLOR	PEAK WAVE LENG. 20mA(nm)	FORWARD VOLTAGE 20mA (V)		LUMINOUS INTENSITY 20mA (mcd)		VIEW ANGLE
					TYP	MAX	MIN	TYP	
OPL 155 R1D	GaP	RED	DIFFUSED	700	2.1	2.8	4.0	5.0	25°
OPL 155 HR10D	GaAlAs	RED	DIFFUSED	660	2.1	2.5	25	30	25°
OPL 155 HR10C	GaAlAs	RED	WATER CLEAR	660	1.8	2.0	600	700	25°
OPL 155 SR10D	GaAlAs	RED	DIFFUSED	660	1.8	2.0	220	320	35°
OPL 155 SR10C	GaAlAs	RED	WATER CLEAR	660	1.8	2.0	850	950	15°
OPL 155 UR10D	GaAlAs	RED	DIFFUSED	660	2.1	2.5	400	500	35°
OPL 155 UR10C	GaAlAs	RED	WATER CLEAR	660	2.1	2.5	1750	1850	15°
OPL 155 UR10C-25	GaAlAs	RED	WATER CLEAR	660	2.1	2.5	1350	1550	25°
OPL 155 G1D	GaP	GREEN	DIFFUSED	570	2.1	2.8	18	22	25°
OPL 155 HG04D	GaP	GREEN	DIFFUSED	568	2.2	2.6	230	280	35°
OPL 155 HG04C	GaP	GREEN	WATER CLEAR	570	2.2	2.6	350	450	25°
OPL 155 SG04C	GaP	GREEN	WATER CLEAR	570	2.2	2.6	550	650	15°
OPL 155 Y2D	GaAsP	YELLOW	DIFFUSED	585	2.1	2.6	20	24	25°
OPL 155 O2D	GaAsP	ORANGE	DIFFUSED	630	2.0	2.8	25	35	25°

*SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE

*THE PN. ABOVE MEANS STANDART VERSION, (COLOR DIFFUSED). WHEN SOME CHANGE BE NECESSARY, PLS PROCEED AS FOLLOW: D: DIFFUSED C: WATER CLEAR T: TRANSLUCENT W: WHITW DIFFUSED

NOTE: ALL DIMENSIONS ARE IN mm, TOLERANCE IS +/-0.25mm, UNLESS OTHERWISE NOTED.



May 2000

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

Features

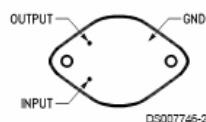
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Connection Diagrams

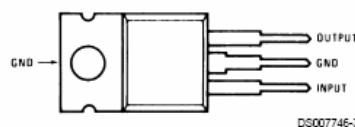
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



DS007746-2

Bottom View
Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



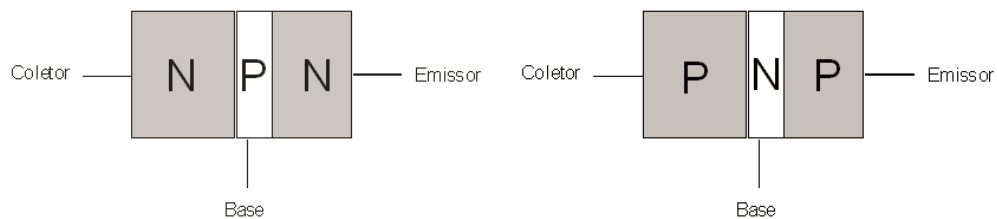
DS007746-3

Top View
Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

TRANSISTOR BIPOLAR –BJT

O transistor bipolar é um componente eletrônico constituído por materiais semicondutores, capaz de atuar como controlador de corrente, o que possibilita o seu uso como amplificador de sinais ou como interruptor eletrônico.

A estrutura básica do transistor bipolar se compõe de duas pastilhas de material semicondutor, de mesmo tipo, entre as quais é colocada uma terceira pastilha, mais fina de material semicondutor com tipo diferente de dopagem.

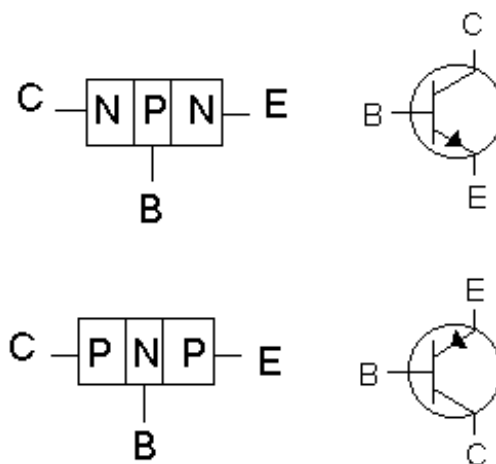


Transistores NPN/PNP

A configuração da estrutura, em forma de sanduíche, permite que se obtenha dois tipos distintos de transistores:

- ✓ Transistor NPN.
- ✓ Transistor PNP.

Simbologia



Teste de Transistores

Analisando-se a estrutura dos transistores observa-se que entre a BASE e o COLETOR forma-se uma junção PN, que para fins de teste pode ser tratada como um diodo.

Da mesma forma, entre BASE e EMISSOR forma-se outra junção PN, que para fins de teste pode ser tratada como um diodo.

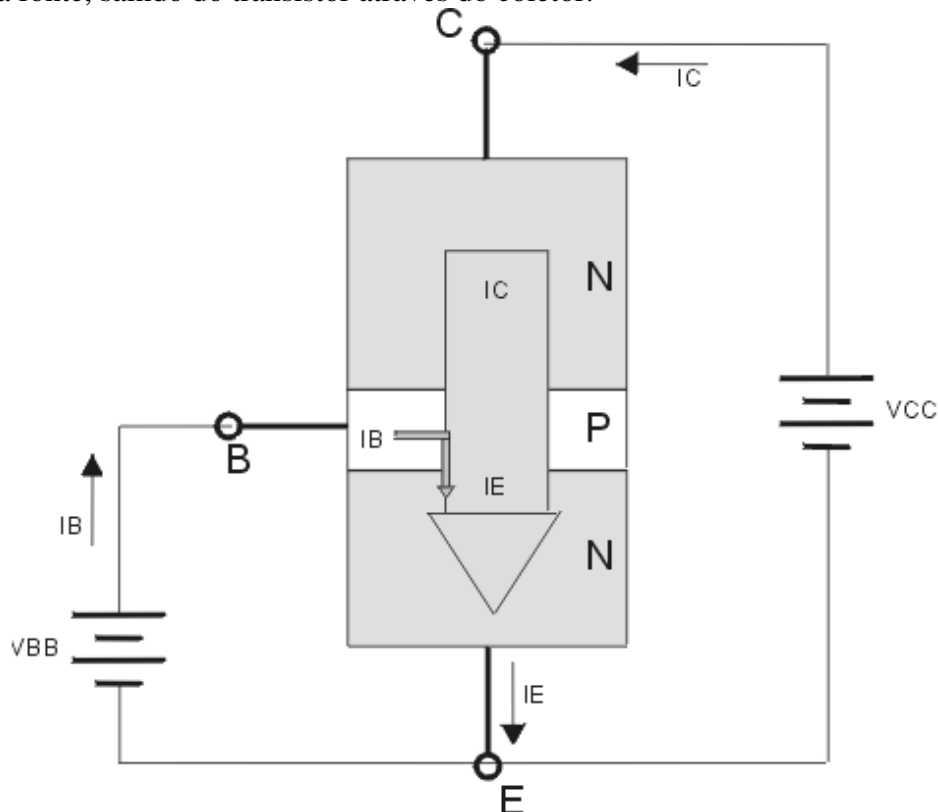
Sendo assim testar um transistor é verificar se há um curto ou abertura entre cada par de terminais (BE, BC e CE).

Princípio de funcionamento do transistor

Cada uma das junções do transistor se comporta da forma anteriormente apresentada no estudo dos diodos: se polarizadas diretamente, permitem o estabelecimento de uma corrente; se polarizadas inversamente, não permitem (considerando o comportamento ideal). A grande característica do transistor, porém, é verificada quando se polariza a junção base-emissor diretamente e base-coletor inversamente.

Nesta situação observa-se não um comportamento isolado, mas uma interação entre as junções. Os elétrons que entram pelo emissor atravessam a junção base-emissor. A princípio supor-se-ia que saíssem pela base. Porém, em função das dimensões do transistor, a aceleração a que os elétrons são submetidos ao longo do emissor faz com que sejam injetados na base com velocidade tal, que acabam em grande maioria atravessando a junção base/coletor, apesar desta junção estar inversamente polarizada e exercendo oposição a este fluxo.

Uma vez atravessada a junção base-coletor, os elétrons são atraídos para o pólo positivo da fonte, saindo do transistor através do coletor.



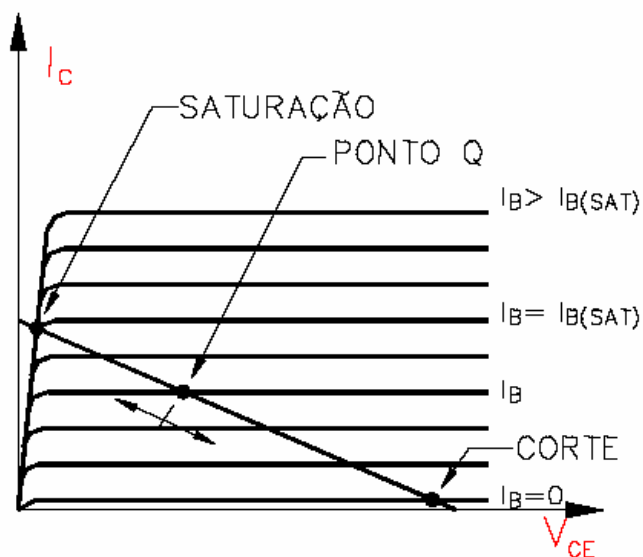
Pela figura concluímos que:

$$I_E = I_B + I_C$$

Observa-se uma proporção entre as correntes que fluem nos terminais base e coletor. Quanto maior a corrente de base, maior a corrente de coletor. Esta proporção é a responsável por boa parte das aplicações do transistor: a partir do controle da corrente de base, controla-se a corrente de coletor.

Quando o transistor bloqueia completamente a corrente de coletor dizemos que o transistor está em corte. Quando o transistor não interfere na intensidade da corrente de coletor o transistor estará saturado. Qualquer região fora do estado de corte ou saturação nos indica que o transistor está operando na região ativa (ponto Q), neste caso o transistor limita a corrente de coletor, funcionando como um controlador de corrente.

Ponto de Corte e Saturação



O resistor R_C é calculado em função da corrente de coletor desejada. O valor de R_C é dado por:

$$R_C = \frac{V_{CC}}{I_C}$$

$$P_{R_C} = \frac{V_{CC}^2}{R_C}$$

O resistor R_B tem por função limitar a corrente de base. Adota-se para I_B um valor igual a 10% de I_C , e é calculado segundo a equação:

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{0,1 \cdot I_C}$$

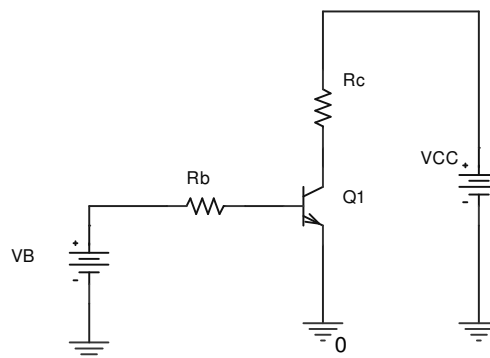
A escolha do transistor é feita da seguinte forma:

$$V_{CE} > V_{CC}$$

$$I_C > \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$P_{DT} > \frac{(V_{CC})^2}{R_C}$$

Circuito com transistor (NPN) operando como chave.



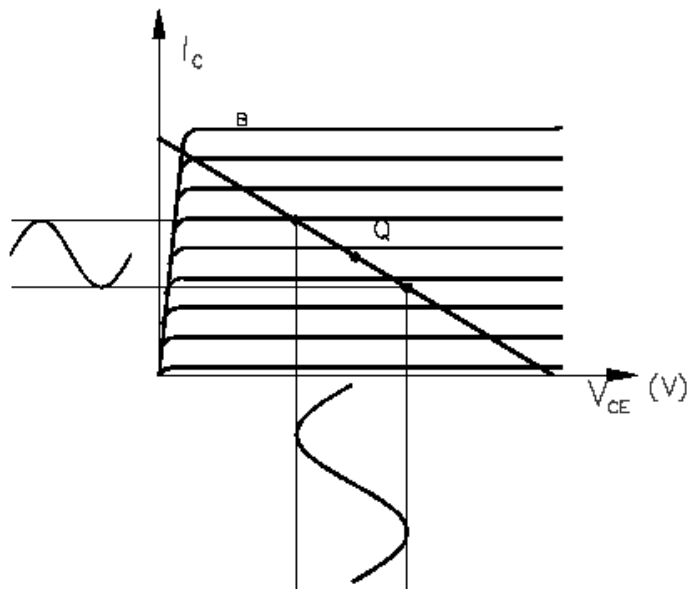
Polarização de transistores

A seguir uma tabela contendo as equações mais usadas em circuitos de polarização de transistores. Porém é conveniente lembrar que todos os conceitos de análise de circuitos (análise de malhas) serão utilizados, inclusive as técnicas de Kirchoff e Thevenin.

1	$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$
2	$I_{B(SAT)} = I_{C(SAT)} \cdot \beta_{\min}$
3	$I_B = \frac{V_{CC} - V_{be}}{R_B + (\beta + 1)R_E}$
4	$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC}$
5	$I_E = (\beta + 1)I_B$
6	$I_C = \beta I_E$
7	$V_E = I_E R_E$
8	$V_B = V_E + V_{BE}$
9	$V_C = V_{CC} - I_C R_C$
10	$V_{CE} = V_C - V_E$
11	$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$

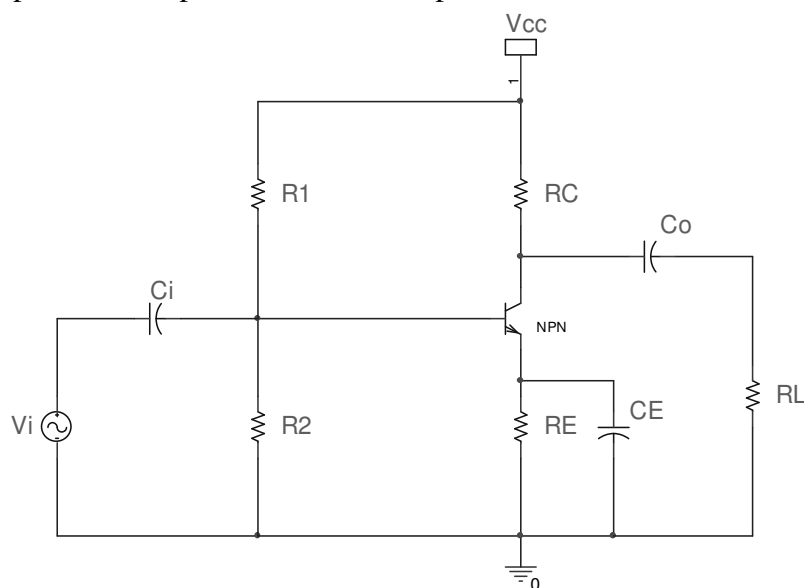
Transistor como amplificador

Para que o transistor possa operar como amplificador, precisamos projetar um circuito de modo que a polarização do transistor coloque o ponto Q no centro da reta de carga (região ativa). Isto fará com o sinal de entrada seja amplificado com máximo ganho e mínima distorção.

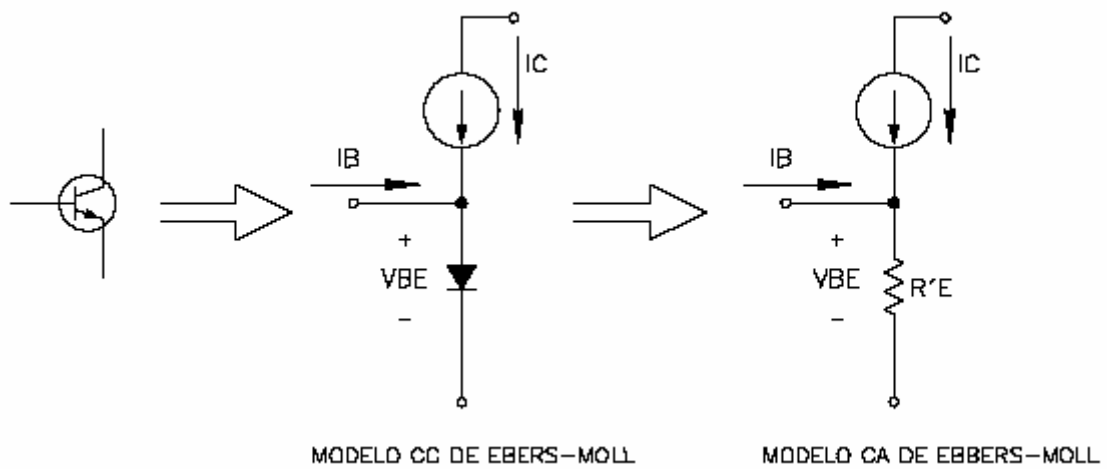


Circuito amplificador com divisor de tensão

O circuito de polarização utilizando o divisor de tensão, minimiza os efeitos da temperatura e do ganho h_{fe} (β). Já que em casos de manutenção a troca do componente ou a mudança de temperatura não pode afetar o desempenho do circuito.



Modelagem para pequenos sinais



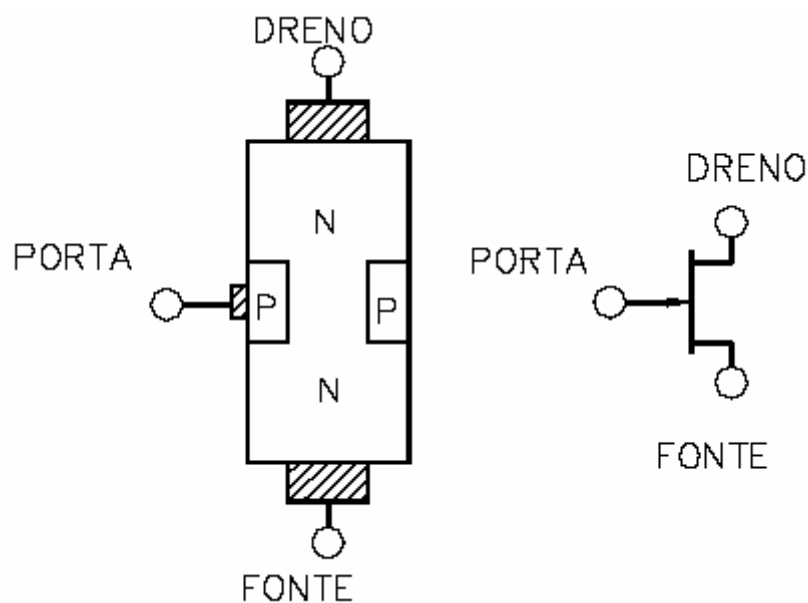
Basicamente as equações abaixo serão usadas para os cálculos de pré-amplificadores transistorizados.

12	$r_e = \frac{26mV}{I_e}$
13	$R' = R1 \parallel R2$
14	$Z_i = R' \parallel \beta r_e$
15	$Z_o \cong R_c$
16	$A_v = -\frac{R_c}{r_e}$

TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO (J-FET)

O transistor de efeito de campo é um dispositivo que opera como amplificador de tensão, ou seja, a corrente de saída de seu dreno é controlada pela tensão de entrada aplicada entre a porta e a fonte.

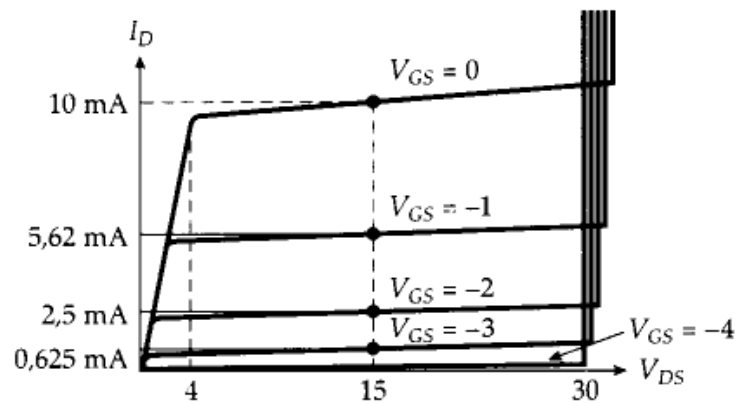
Os J-FET são constituídos por um bloco de semicondutor tipo P ou tipo N, no qual são colocados dois de seus terminais, um operando como dreno (DRAIN) e outro operando como fonte (SOURCE). Na região entre a fonte e o dreno, bem como no lado oposto aos terminais, são difundidos regiões com impurezas opostas, de modo a formar um canal estreito entre a fonte e o dreno. Nessas regiões difundidas é colocado o terceiro terminal, denominado (GATE).



a) Polarização comum; b) camadas de depleção.

Princípio de Funcionamento

Aplicando-se uma tensão entre dreno (D) e fonte (S), uma corrente circulará através do canal. Aplicando-se, então uma outra tensão à porta (G), de modo a polarizar inversamente a junção P-N, formada entre o terminal porta e o canal, haverá um alargamento da região de depleção. Como consequência, vai ocorrer um estreitamento do canal, ou seja, um aumento da resistência entre o dreno (D) e fonte (S) e, assim, uma diminuição da corrente que circula por esses elementos. Como a porta opera como uma junção polarizada inversamente, a corrente que circula por este elemento é muito pequena. Dessa forma, podemos variar a corrente de dreno sem que seja necessário absorver corrente da porta.



Curvas características do transistor J-fet

Parâmetros Básicos

Os parâmetros do transistor são as características que o distingue dos demais, sendo esses dados fornecidos pelos fabricantes do componente nos folhetos técnicos ou datasheets.

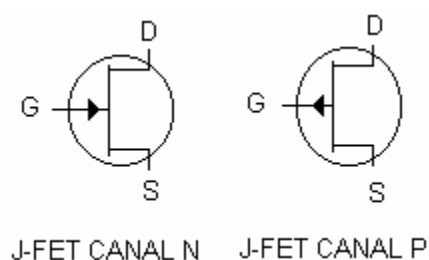
V_p - Tensão de pinçamento (pinch-off): valor de tensão entre dreno e fonte (V_{ds}) em que a corrente de dreno se torna independente do aumento de V_{ds} . Para o caso especial de porta com potencial nulo ($V_{gs} = 0$ V) este valor é conhecido como V_{po} .

$V_{gs\ off}$ - Tensão de porta de corte: Tensão que aplicada a porta do J-FET corta a circulação da corrente de dreno. Na maioria dos casos a tensão $V_{gs\ off}$ é igual ao valor da tensão V_{po} .

$R_{ds\ on}$ - Resistência de condução do canal: é a resistência de condução que o canal apresenta na faixa da região ôhmica do transistor. É geralmente especificado nos data books como um valor de 20 ohms a algumas centenas de ohms, para uma tensão $V_{gs} = 0$ V.

BV_{gds} - Tensão de ruptura porta-canál: É um dado fornecido nos folhetos técnicos, do comportamento, que define a máxima tensão admitida pela junção P-N porta canal de forma que não haja ruptura.

Simbologia



Transistores J-FET

Polarização

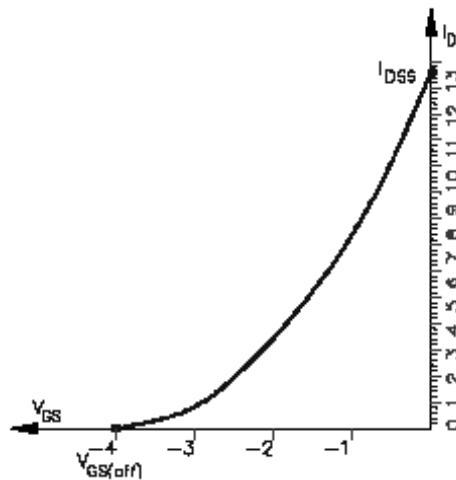
Podemos observar que os terminais D e S estão conectados ao mesmo material, por isso, mesmo que a tensão V_{GS} seja zero, haverá uma corrente percorrendo o canal.

Sendo assim quanto maior for a tensão reversa (V_{GS}), menor será a corrente do canal. Com isso podemos concluir que o terminal de porta (G) deve ser polarizado inversamente em relação ao terminal fonte (S).

JFET

CANAL P: Porta positiva.

CANAL N: Porta negativa.

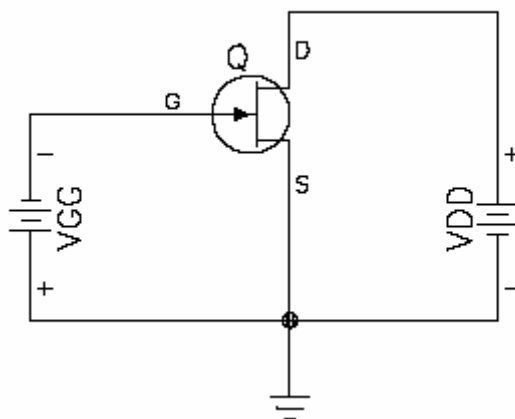


A corrente de dreno pode ser calculado pela seguinte equação (equação de Shokley):

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

Equação 1

Circuito Típico



AMPLIFICADOR OPERACIONAL

O Amplificador Operacional (abreviadamente A. O ou amp-op) é certamente um dos integrados de aplicações lineares mais usados e mais versáteis da atualidade. Além de ser de fácil emprego, não requer cálculos cansativos e ajustes para sua polarização, ao contrário dos transistores. Essa versatilidade e seu vasto campo de aplicações tornaram seu conhecimento uma necessidade para todo técnico e engenheiro que atuam no campo da eletrônica, mesmo que o componente não faça parte do seu dia-a-dia.

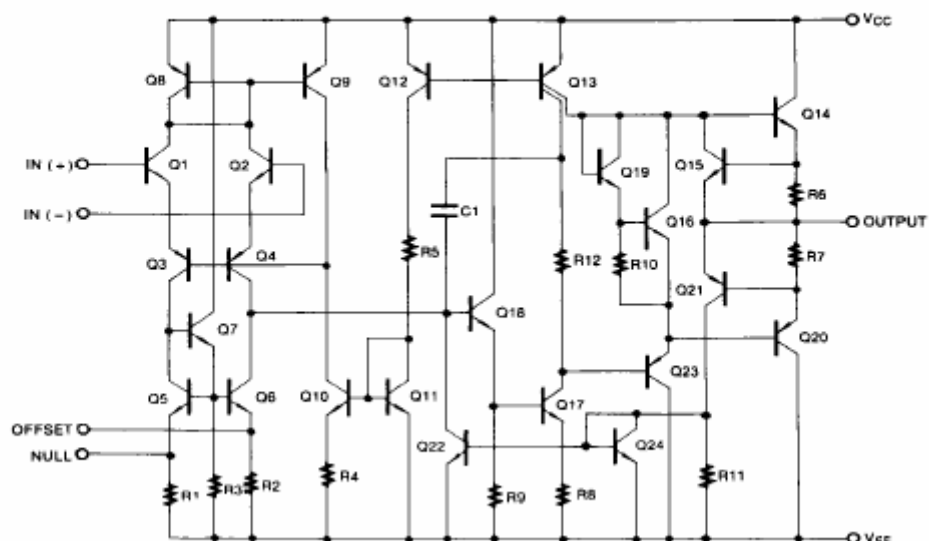
O A.O. recebeu esta denominação pelo fato de ter sido utilizado inicialmente para executar operações matemáticas em computação analógica, tais como: somar, subtrair, integrar, diferenciar, etc.

Atualmente, o componente em forma de CI é empregado em inúmeras aplicações lineares ou não lineares na eletrônica em geral, mas principalmente em sistemas de controle e regulação, instrumentação, processamento e geração de sinais.

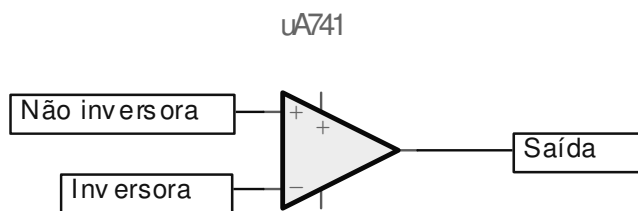
Trata-se na realidade de um amplificador CC linear, com elevado ganho de tensão e que usa externamente uma rede de realimentação negativa ou positiva (em função da aplicação) para controlar suas características de operação.

Abaixo o diagrama interno do 741, considerado o amp-op mais popular.

Schematic Diagram



Símbolo do amplificador operacional



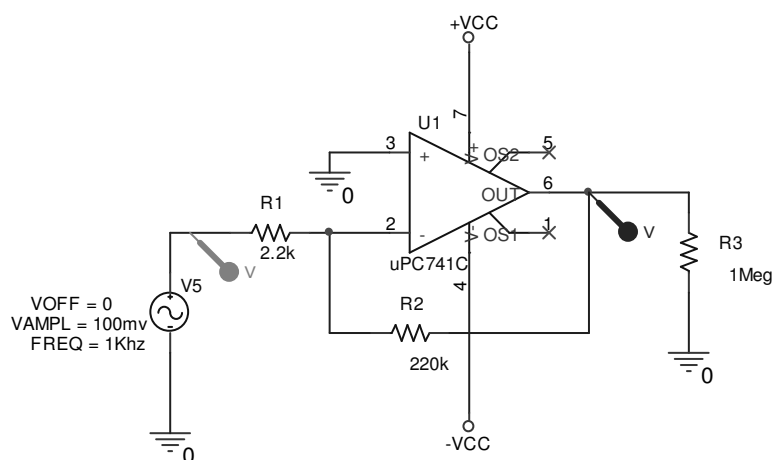
O amplificador Operacional é composto de uma entrada (+) = entrada não-inversora; uma entrada (-) = entrada inversora e uma saída. E por se tratar de um circuito integrado necessita de **tensão de alimentação externa** que nesse caso pode ser simples ou simétrica dependendo da aplicação que se destina.

Aplicações

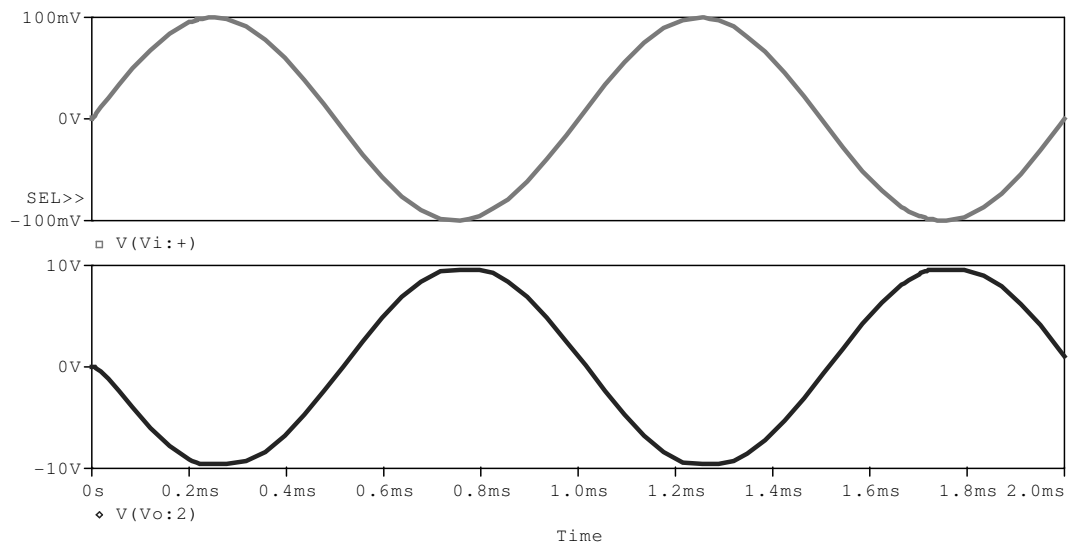
O amplificador operacional pode ser usado como amplificador ou comparador de tensão. Existem circuitos, portanto que exploram as características do amplificador operacional por ex: osciladores, somadores, conversores e outros. Vamos estudá-los como **amplificador** e como **comparador**.

Amplificador Inversor

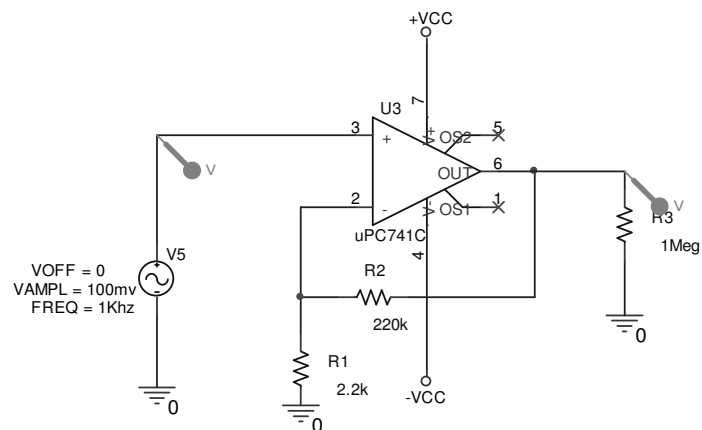
A tensão de saída será igual ao produto da tensão de entrada pelo ganho, estando a saída defasada de 180° elétricos em relação à entrada.



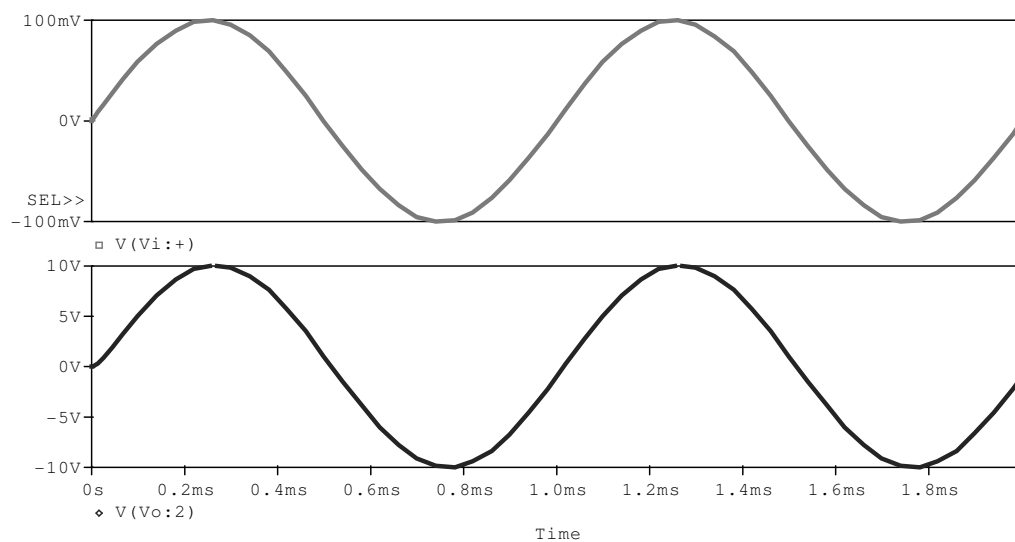
Sinais de entrada e saída



Amplificador não-Inversor



Sinais de entrada e saída



A expressões matemáticas que definem o ganho são:

Amplificador não-inversor:

$$V_o = V_i \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Equação 1

$$G = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Equação 2

Amplificador inversor:

$$V_o = V_i \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

Equação 3

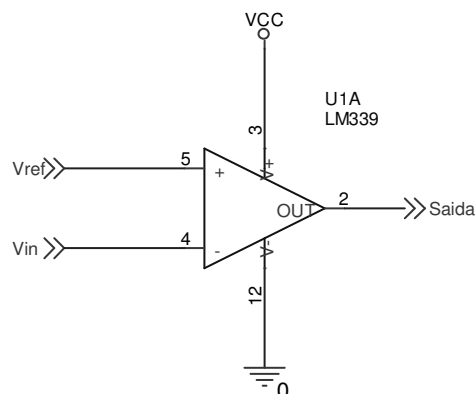
$$G = \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

Equação 4

Se compararmos os circuitos iremos observar que no amplificador não-Inversor o ganho é ligeiramente maior. Isto é consequência de não haver inversão de fase.

Comparador de tensão

No caso do AMP-OP como comparador iremos definir uma das entradas como referência e outra servirá de entrada do sinal a ser analisado.



Funcionamento do circuito

Comparador não_inversor

Quando $V_{in} > V_{ref}$; então $V_{out} = +V_{cc}$

Quando $V_{in} < V_{ref}$; então $V_{out} = -V_{cc}$

Comparador inversor

Quando $V_{in} > V_{ref}$; então $V_{out} = -V_{cc}$

Quando $V_{in} < V_{ref}$; então $V_{out} = +V_{cc}$

Esta configuração será muito utilizada quando o aluno estudar microcontroladores, já que estes possuem blocos comparadores que permitem comparar tensões em pontos diferentes.

Mas agora podemos elaborar circuitos que possam efetuar controles utilizando circuitos comparadores de tensão. Para isso podemos alguns modelos de microcontroladores, como o LM311 (comparador single) e LM339 (comparador quádruplo).

OBS: Todos os comparadores necessitam de resistores de Pull-up para forçar um nível alto na saída, porque a saída V_{out} é em coletor aberto. O resistor varia de 1K a 47K.

CIRCUITO INTEGRADO 555

Trata-se de um circuito integrado projetado para aplicações gerais de temporização, bastante fácil de se encontrar no mercado e de funcionamento simples.

Este CI foi introduzido no mercado pela Signetics e hoje a maioria dos fabricantes de semicondutores o produz. Seu sucesso foi devido a sua grande versatilidade, podendo ser utilizado em circuitos monoestáveis ou astáveis.

Sua tensão de alimentação situa-se entre +5 e +18 volts sendo, portanto compatível com a família TTL, além de ser ideal para utilização em circuitos alimentados por bateria. Sua saída é capaz de fornecer ou drenar correntes de até 200 mA, permitindo o comando direto de relês, lâmpadas, etc. Em repouso (saída baixa) seu consumo é de 10 mA.

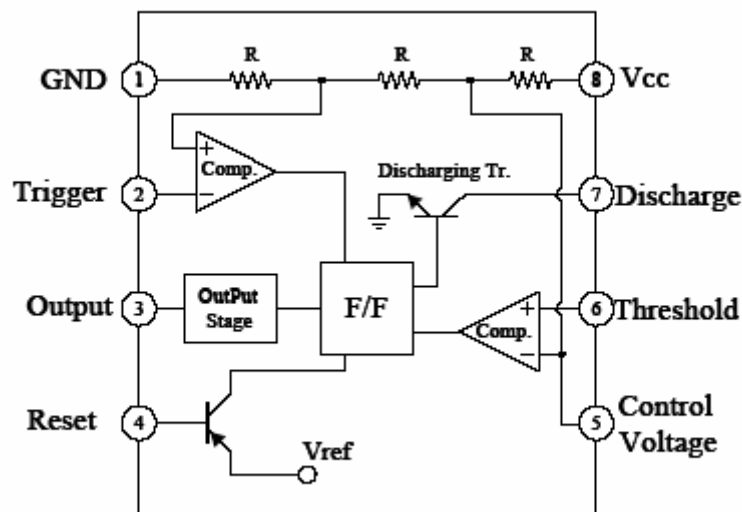


Diagrama em blocos do 555

Como podemos observar, o 555 é composto por:

- ✓ - dois comparadores de tensão
- ✓ - um flip-flop RS
- ✓ - um estágio de saída inversor de potência
- ✓ - um transistor de descarga
- ✓ - três resistores de valores iguais que fornecem as tensões de $1/3$ e $2/3$ de V_{cc} através de um divisor de tensão.

Princípio De Funcionamento

Podemos notar que temos um comparador com uma entrada chamada limite ou threshold (Não inversora - pino 6) e uma entrada chamada controle ou Control-voltage (pino 5). Na maioria das aplicações a entrada de controle não é usada, de modo que a sua tensão é permanentemente igual a $2/3 V_{cc}$.

Sempre que a tensão aplicada a entrada limite for superior à tensão de entrada de controle (normalmente $2/3 V_{cc}$) a saída do comparador será alta. Isto provocará um Reset no flip-flop RS.

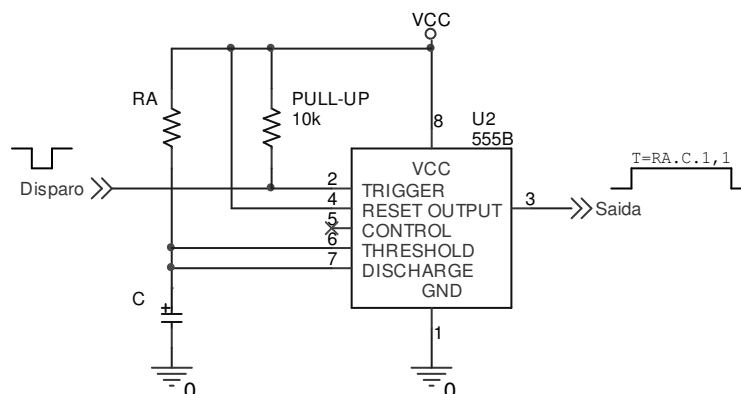
Temos outro comparador que possui a entrada Disparo ou trigger (Inversora - pino 2) e uma tensão de $1/3 V_{cc}$ na entrada não Inversora. Quando a tensão na entrada de disparo é ligeiramente inferior à $1/3 V_{cc}$ a saída do comparador vai para nível alto, provocando um Set no flip-flop RS.

O transistor de descarga é conectado ao pino Descarga (pino 7). Como podemos observar, este transistor é comandado pela saída /Q do flip-flop: uma saída alta satura o transistor enquanto que uma saída baixa o leva ao corte.

O flip-flop RS também comanda a Saída do 555 (pino 3), pois sua saída /Q passa através do inversor de potência e é enviada a este pino. Existe ainda a possibilidade de Resetar o flip-flop através do pino Reset (pino 4). Normalmente este pino é conectado diretamente a V_{cc} , mas quando ligado ao terra, força nível baixo na saída do 555.

Multivibrador Monoestável

A figura 51 mostra o 555 ligado numa configuração monoestável.



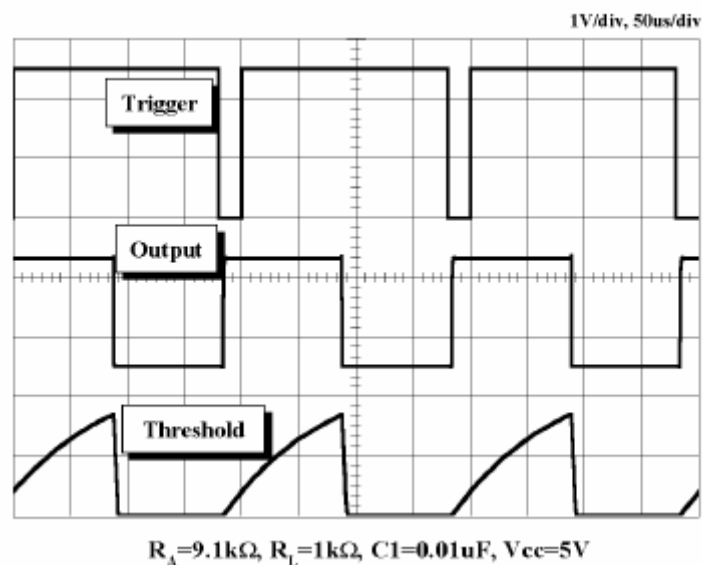
Funcionamento

Quando aparece um pulso de nível baixo no 2, a trigger fica inferior a $1/3 V_{cc}$ e a saída do comparador inferior sobe setando o FFP. Com isto sua saída Q/ vai para zero, cortando o transistor de descarga, permitindo que o capacitor de temporização inicie seu processo de carga através de R. Neste instante a saída vai para nível alto.

Quando a tensão do capacitor atingir um valor ligeiramente maior que $2/3 V_{cc}$ a saída do comparador superior vai para nível alto, resetando o F-F. Sendo assim, sua saída Q/ vai a nível alto, provocando a saturação do transistor e conseqüentemente a descarga rápida do capacitor de temporização. Neste instante a saída volta a nível baixo.

O circuito permanece nesta condição até que a chave seja pressionada novamente. Devido a isto é chamada de condição Não Ativada ou Estável.

O período em que o circuito permanece em seu estado Ativado ou Não Estável é dado pelo tempo que o capacitor leva para carregar-se até a tensão de $2/3 V_{cc}$, determinado pela constante RC do circuito, ou seja, pelos valores de R e corrente.



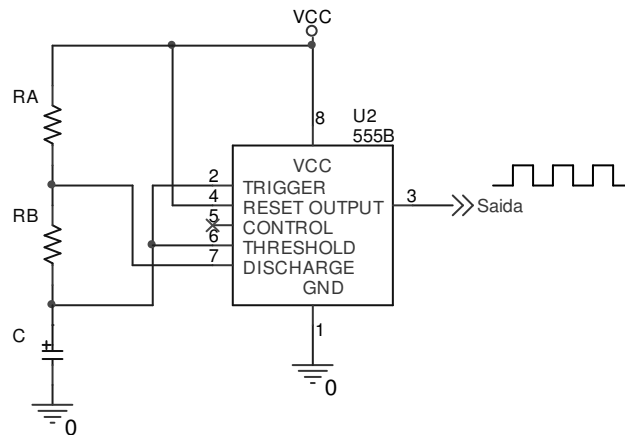
A equação que determina este tempo é:

$$T = 1,1 \cdot R_A \cdot C$$

Onde o resultado é dado em segundos.

Multivibrador Astável

O circuito abaixo ilustra o 555 ligado em configuração astável.



Funcionamento

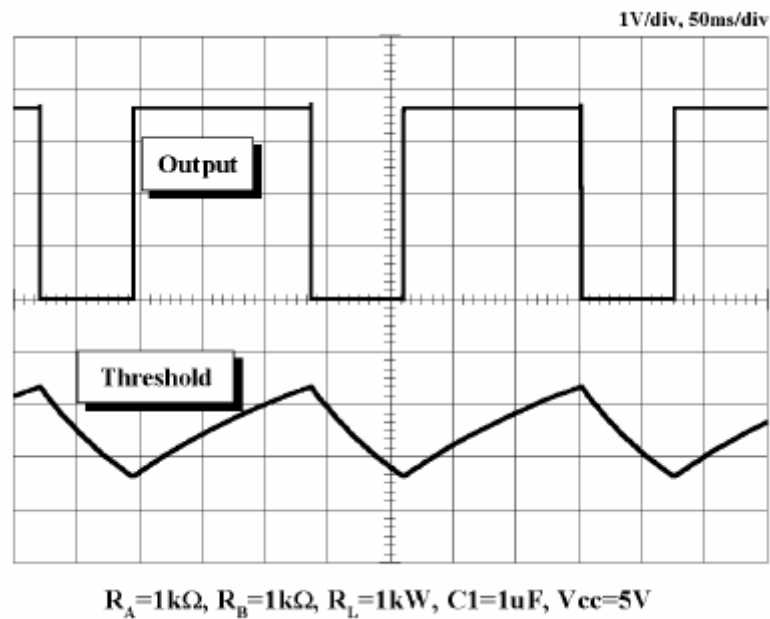
Inicialmente consideramos o capacitor descarregado. Nesta condição temos que o comparador tem a entrada inversora menor que a não inversora ($1/3 V_{cc}$) e, portanto, sua saída será alta, provocando um Set no F-F. Assim sendo, $/Q$ será zero, provocando o corte do transistor de descarga e, conseqüentemente permitindo o início da carga do capacitor de temporização através de R_a e R_b . Neste instante a saída vai para nível alto.

Quando a tensão no capacitor atinge um valor pouco superior a $1/3 V_{cc}$, a saída do comparador inferior vai para zero, sem que haja nenhuma interferência no processo de carga do capacitor.

Quando a tensão no capacitor atingir um valor pouco superior a $2/3 V_{cc}$ o comparador superior terá sua entrada não inversora com uma tensão maior que a entrada inversora ($2/3 V_{cc}$). Assim sendo, sua saída será alta, provocando um Reset no FFP.

Agora $/Q$ será alto, saturando o transistor de descarga e levando a saída a nível baixo. Neste instante o capacitor inicia seu período de descarga através de R_a .

Quando sua tensão passar a ser ligeiramente inferior a $1/3 V_{cc}$, o comparador inferior terá sua saída alta, reiniciando o ciclo.



A equação que determina os tempos alto e baixo para o circuito são:

$$T_{alto} = 0,693.(R_a + R_b).C$$

$$T_{baixo} = 0,693.R_a.C$$

A frequência do sinal de saída pode ser determinada através destes dois tempos.

$$f_{osc} = \frac{1,44}{(2.R_a + R_b)C}$$

DATASHEET'S

NPN general purpose transistors**BC546; BC547; BC548****FEATURES**

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
PNP complements: BC556, BC557 and BC558.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

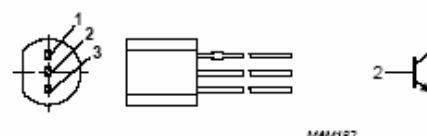


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		–	80	V
	BC547		–	50	V
	BC548		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		–	65	V
	BC547		–	45	V
	BC548		–	30	V
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$			
	BC546		110	450	
	BC547		110	800	
	BC548		110	800	
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	MHz

PNP general purpose transistors

BC556; BC557; BC558

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

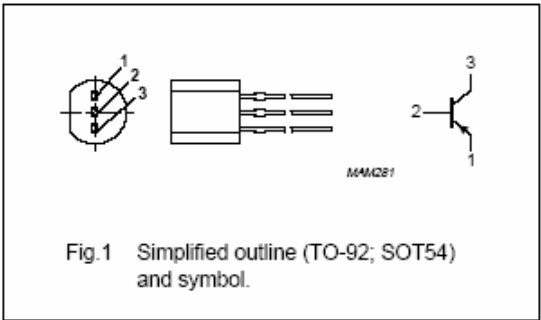
- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

PNP transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
NPN complements: BC546, BC547 and BC548.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	—	—	—
	BC556		—	–80	V
	BC557		—	–50	V
	BC558		—	–30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	—	—	—
	BC556		—	–65	V
	BC557		—	–45	V
	BC558		—	–30	V
I_{CM}	peak collector current		—	–200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	—	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}$	—	—	—
	BC556		125	475	
	BC557; BC558		125	800	
f_T	transition frequency	$I_C = -10\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	—	MHz

PNP general purpose transistor

BC327

FEATURES

- High current (max. 500 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification, e.g. driver and output stages of audio amplifiers.

DESCRIPTION

PNP transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
NPN complement: BC337.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

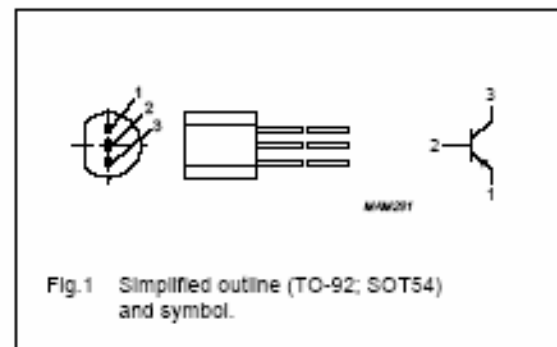


Fig. 1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	—	–50	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	—	–45	V
V_{EB0}	emitter-base voltage	open collector	—	–5	V
I_C	collector current (DC)		—	–500	mA
I_{CM}	peak collector current		—	–1	A
I_{BM}	peak base current		—	–200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; note 1	—	625	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	$^{\circ}\text{C}$
T_J	junction temperature		—	150	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	$^{\circ}\text{C}$

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

NPN general purpose transistor**BC337****FEATURES**

- High current (max. 500 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

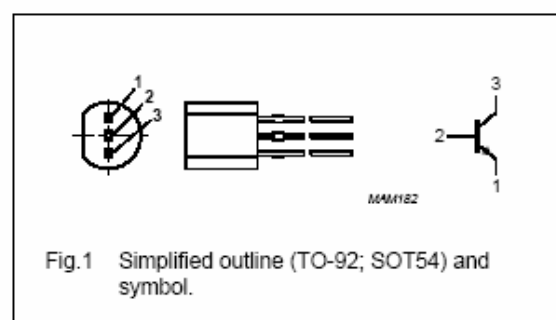
- General purpose switching and amplification, e.g. driver and output stages of audio amplifiers.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
PNP complement: BC327.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

**LIMITING VALUES**

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	50	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	500	mA
I_{CM}	peak collector current		–	1	A
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; note 1	–	625	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	$^{\circ}\text{C}$
T_j	junction temperature		–	150	$^{\circ}\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	$^{\circ}\text{C}$

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

 Order this document
 by BD135/D

**Plastic Medium Power Silicon
NPN Transistor**

... designed for use as audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

- DC Current Gain — $h_{FE} = 40$ (Min) @ $I_C = 0.15$ Adc
- BD 135, 137, 139 are complementary with BD 136, 138, 140

BD135
BD137
BD139

 1.5 AMPERE
 POWER TRANSISTORS
 NPN SILICON
 45, 60, 80 VOLTS
 10 WATTS

 CASE 77-08
 TO-225AA TYPE

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Type	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 100	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}		5	Vdc
Collector Current	I_C		1.5	Adc
Base Current	I_B		0.5	Adc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		1.25 10	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		12.5 100	Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	10	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA}	100	$^\circ\text{C/W}$

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

 Order this document
 by BD136/D

**Plastic Medium Power Silicon
 PNP Transistor**

... designed for use as audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

- DC Current Gain — $h_{FE} = 40$ (Min) @ $I_C = 0.15$ Adc
- BD 136, 138, 140 are complementary with BD 135, 137, 139

BD136
BD138
BD140
BD140-10

 1.5 AMPERE
 POWER TRANSISTORS
 PNP SILICON
 45, 60, 80 VOLTS
 10 WATTS

 CASE 77-08
 TO-225AA TYPE

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Type	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	BD 136 BD 138 BD 140	45 60 80	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	BD 136 BD 138 BD 140	45 60 100	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}		5	Vdc
Collector Current	I_C		1.5	Adc
Base Current	I_B		0.5	Adc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		1.25 10	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		12.5 100	Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

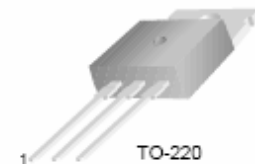
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	10	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA}	100	$^\circ\text{C/W}$



TIP42 SERIES(TIP42/42A/42B/42C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complement to TIP41/41A/41B/41C



1.Base 2.Collector 3.Emitter

PNP Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CB0}	Collector-Base Voltage : TIP42	-40	V
	: TIP42A	-60	V
	: TIP42B	-80	V
	: TIP42C	-100	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage : TIP42	-40	V
	: TIP42A	-60	V
	: TIP42B	-80	V
	: TIP42C	-100	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	-5	V
I_C	Collector Current (DC)	-6	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	-10	A
I_B	Base Current	-2	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	65	W
P_C	Collector Dissipation ($T_J=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CE0(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP42 : TIP42A : TIP42B : TIP42C	$I_C = -30\text{mA}$, $I_B = 0$	-40 -60 -80 -100		V V V V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP42/42A : TIP42B/42C	$V_{CE} = -30\text{V}$, $I_B = 0$ $V_{CE} = -60\text{V}$, $I_B = 0$		-0.7 -0.7	mA mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP42 : TIP42A : TIP42B : TIP42C	$V_{CE} = -40\text{V}$, $V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -60\text{V}$, $V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -80\text{V}$, $V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -100\text{V}$, $V_{EB} = 0$		-400 -400 -400 -400	μA μA μA μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -5\text{V}$, $I_C = 0$		-1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = -4\text{V}$, $I_C = -0.3\text{A}$ $V_{CE} = -4\text{V}$, $I_C = -3\text{A}$	30 15	75	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -8\text{A}$, $I_B = -800\text{mA}$		-1.5	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = -4\text{V}$, $I_C = -8\text{A}$		-2.0	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -10\text{V}$, $I_C = -500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: PWs300 μs , Duty Cycle $\leq 2\%$

©2000 Fairchild Semiconductor International

Rev. A, February 2000

TIP42 SERIES(TIP42/42A/42B/42C)

N-channel silicon field-effect transistors BF245A; BF245B; BF245C

FEATURES

- Interchangeability of drain and source connections
- Frequencies up to 700 MHz.

APPLICATIONS

- LF, HF and DC amplifiers.

DESCRIPTION

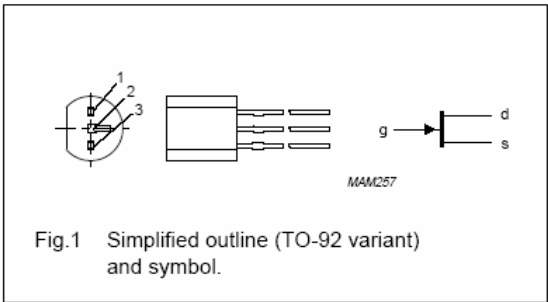
General purpose N-channel symmetrical junction field-effect transistors in a plastic TO-92 variant package.

CAUTION

The device is supplied in an antistatic package. The gate-source input must be protected against static discharge during transport or handling.

PINNING

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	d	drain
2	s	source
3	g	gate



QUICK REFERENCE DATA

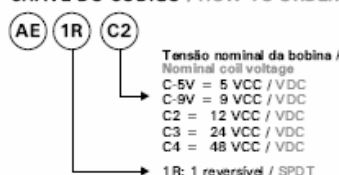
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
V_{DS}	drain-source voltage		–	–	± 30	V
V_{GSoff}	gate-source cut-off voltage	$I_D = 10 \text{ nA}$; $V_{DS} = 15 \text{ V}$	–0.25	–	–8	V
V_{GSO}	gate-source voltage	open drain	–	–	–30	V
I_{DSS}	drain current	$V_{DS} = 15 \text{ V}$; $V_{GS} = 0$				
	BF245A		2	–	6.5	mA
	BF245B		6	–	15	mA
	BF245C		12	–	25	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$	–	–	300	mW
$ y_{fs} $	forward transfer admittance	$V_{DS} = 15 \text{ V}$; $V_{GS} = 0$; $f = 1 \text{ kHz}$; $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	3	–	6.5	mS
C_{rs}	reverse transfer capacitance	$V_{DS} = 20 \text{ V}$; $V_{GS} = -1 \text{ V}$; $f = 1 \text{ MHz}$; $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	–	1.1	–	pF

METALTEX

Relé miniatura AE AE miniature relay

- 1 contato reversível para 10 A
- Montagem direta em circuito impresso
- Hermeticamente selado
- Baixo custo
- Homologado UL
- 10 A contact
- Direct PC mounting
- Hermetically sealed
- Low cost
- UL recognized

CHAVE DO CÓDIGO / HOW TO ORDER



ESPECIFICAÇÕES DA BOBINA / COIL SPECIFICATIONS (Valores a 20°C / at 20°C)

Modelo Type	Tensão Nominal VCC Nominal Voltage VDC	Resistência (± 10%) Ω* Coil resistance (± 10%) Ω*	Corrente Nominal mA Nominal Current mA	Tensão de Atravessamento VCC Pick-up Voltage VDC	Tensão de Desoperação VCC Drop-out Voltage VDC	Máx. Tensão Contínua VCC Max. Allowable Voltage VDC
C-5V	5	70	72,0	≤ 4,0	≥ 0,5	5,5
C-9V	9	225	40,0	≤ 7,2	≥ 0,9	9,9
C2	12	400	30,0	≤ 9,6	≥ 1,2	13,2
C3	24	1600	15,0	≤ 19,2	≥ 2,4	26,4
C4	48	6400	7,5	≤ 38,4	≥ 4,8	52,8

* ± 15% acima (over) de 1200 Ω

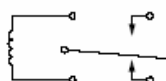
ESPECIFICAÇÕES DO CONTATO / CONTACT SPECIFICATIONS

Capacidade do contato / Rated current (Carga resistiva / Resistive load)	120 VCA / VAC 10 A 240 VCA / VAC 7 A 28 VCC / VDC 10 A
Corrente de comutação máx. / Maximum switching current	10 A
Tensão de comutação máx. / Maximum switching voltage	240 VCA / 110 VCC / 240 VAC / 110 VDC
Corrente de condução máx. / Maximum allowable current	15 A
Vida mecânica / Mechanical life	10 ⁶ operações mín. / operations min. (300 operações/ minuto) (operations/minute)
Vida elétrica / Electrical life	10 ⁶ operações mín. / operations min. (20 operações/ minuto) (operations/minute)
Tempo de operação / Operate time	10 ms máx.
Tempo de desoperação / Release time	5 ms máx.
Material dos contatos / Contact material	Liga de prata / Silver alloy

CARACTERÍSTICAS GERAIS / CHARACTERISTICS

Resistência de contato inicial máx. / Maximum initial contact resistance	50 mΩ
Rigidez dielétrica entre bobina e contatos / Breakdown voltage between contact and coil	1500 VCA/VCA (1 minuto/minute)
Rigidez dielétrica entre contatos abertos / Breakdown voltage between open contacts	750 VCA/VCA (1 minuto/minute)
Resistência de isolamento / Insulation resistance	100 MΩ mín (500 VCC/VDC)
Temperatura de operação / Operating ambient temperature	-30 a (to) +80°C
Resistência à vibração / Vibration resistance	10 a 55 Hz dupla amplitude 1,5 mm 10 to 55 Hz d.a. 1.5 mm
Resistência a impacto / Shock resistance	10 g

Esquema elétrico / Schematic



Dimensões / Dimensions: mm

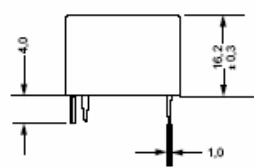
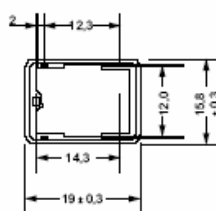
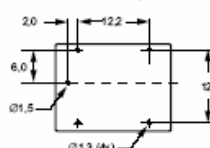


Diagrama de circuito impresso PC board layout



Tolerância não indicadas : ± 0,1 mm
Not indicated tolerance : ± 0,1 mm

Características e especificações sujeitas a alterações sem aviso prévio / Characteristics and specifications may change without previous notice.

PRODUTOS ELETRÔNICOS METALTEX LTDA.

Rua José Rafael, 221 - CEP 04763-280 - São Paulo - SP - Brasil - Tel.: (5511) 5548-8311 - Fax: (5511) 5524-2324 - E-mail: metaltex@metaltex.com.br - Site: www.metaltex.com.br

1

www.fairchildsemi.com

LM741

Single Operational Amplifier

Features

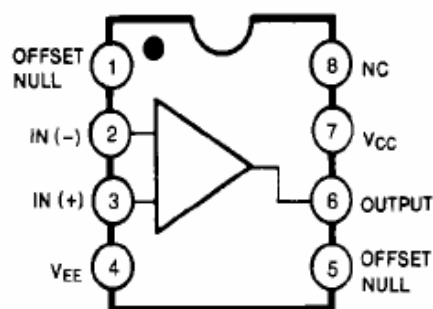
- Short circuit protection
- Excellent temperature stability
- Internal frequency compensation
- High Input voltage range
- Null of offset

Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers. It is intended for a wide range of analog applications. The high gain and wide range of operating voltage provide superior performance in integrator, summing amplifier, and general feedback applications.



Internal Block Diagram



Rev. 5.0

©2000 Fairchild Semiconductor International



Dual Low Power Operational Amplifiers

Utilizing the circuit designs perfected for recently introduced Quad Operational Amplifiers, these dual operational amplifiers feature 1) low power drain, 2) a common mode input voltage range extending to ground/ V_{EE} , 3) single supply or split supply operation and 4) pinouts compatible with the popular MC1558 dual operational amplifier. The LM158 series is equivalent to one-half of an LM124.

These amplifiers have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. They can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V, with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuit Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Single and Split Supply Operation
- Similar Performance to the Popular MC1558
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness of the Device without Affecting Operation

MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	LM258 LM358	LM2904 LM2904V	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	32 ± 16	26 ± 13	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	± 32	± 26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range (Note 2)	V_{ICR}	-0.3 to 32	-0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	Continuous		
Junction Temperature	T_J	150		$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +125		$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	T_A			$^\circ\text{C}$
LM258		-25 to +85	-	
LM358		0 to +70	-	
LM2904		-	-40 to +105	
LM2904V		-	-40 to +125	

NOTES: 1. Split Power Supplies.

2. For Supply Voltages less than 32 V for the LM258/358 and 26 V for the LM2904, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Order this document by LM358/D

LM358, LM258, LM2904, LM2904V

DUAL DIFFERENTIAL INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

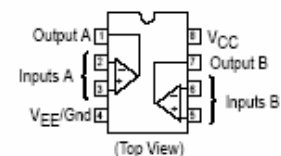


N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626



D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751
(SO-8)

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM2904D	$T_A = -40^\circ$ to $+105^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904N		Plastic DIP
LM2904VD	$T_A = -40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904VN		Plastic DIP
LM258D	$T_A = -25^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$	SO-8
LM258N		Plastic DIP
LM358D	$T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$	SO-8
LM358N		Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996

Rev 2


www.fairchildsemi.com

LM2903, LM393/LM393A

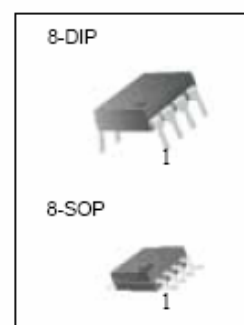
Dual Differential Comparator

Features

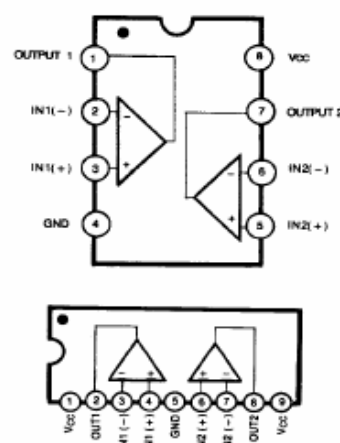
- Single Supply Operation: 2V to 36V
- Dual Supply Operation: $\pm 1\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$
- Allow Comparison of Voltages Near Ground Potential
- Low Current Drain $800\mu\text{A}$ Typ.
- Compatible with all Forms of Logic
- Low Input Bias Current 25nA Typ.
- Low Input Offset Current $\pm 5\text{nA}$ Typ.
- Low Offset Voltage $\pm 1\text{mV}$ Typ.

Description

The LM2903, LM393/LM393A consist of two independent voltage comparators designed to operate from a single power supply over a wide voltage range.



Internal Block Diagram




www.fairchildsemi.com

LM555/NE555/SA555

Single Timer

Features

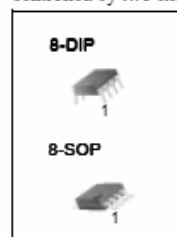
- High Current Drive Capability (200mA)
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From μSec to Hours
- Turn off Time Less Than $2\mu\text{Sec}$

Applications

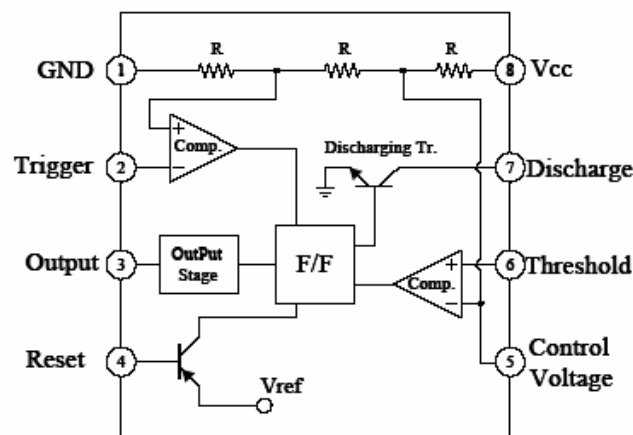
- Precision Timing
- Pulse Generation
- Time Delay Generation
- Sequential Timing

Description

The LM555/NE555/SA555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. With a monostable operation, the time delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With an astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	16	V
Lead Temperature (Soldering 10sec)	T_{LEAD}	300	$^\circ\text{C}$
Power Dissipation	P_D	600	mW
Operating Temperature Range LM555/NE555 SA555	T_{OPR}	0 ~ +70 -40 ~ +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^\circ\text{C}$

Bibliografia

- BOYLESTAD, Robert L; NASHELSKI, Louis. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de circuitos. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- MALVINO, Albert Paul. Eletrônica Vol 1. 4 ed. São Paulo: Makron Books, 1995.
- DATASHEETS (Philips, Fairchild, Motorola, Metaltex).

