



TÉCNICO
LISBOA

Eletrónica

Folhas de apoio

Laboratório de Oficinas
MEFT – 2018/19

ÍNDICE

Conteúdo	página
Corrente elétrica	
Corrente contínua	2
Corrente alterna	3
Instrumentos de medida	
Multímetros portáteis	4
Multímetros de bancada	7
Circuitos elétricos	9
Componentes eletrônicos	
Resistências	11
Potenciômetros	14
Termistor	16
VDR	17
LDR	17
Condensadores	18
Díodos	21
Ponte de retificação	22
Led	23
Díodo zener	24
Integrados	
Encapsulamentos	25
Transformadores	26
Reguladores de tensão	26
Regulador de tensão fixa positiva	27
Regulador de tensão fixa negativa	29
Transistor bipolar	30
Fototransistor	31
Transistor FET, Mosfet	31
Controlo de tensão/corrente	
Interruptores	32
Relés	32
Protótipos de eletrônica	
Breadboard	34
Placas perfuradas	36

CORRENTE ELÉTRICA

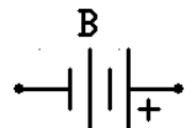
Há 2 tipos de corrente elétrica: contínua e alterna.

Corrente contínua

Page | 2

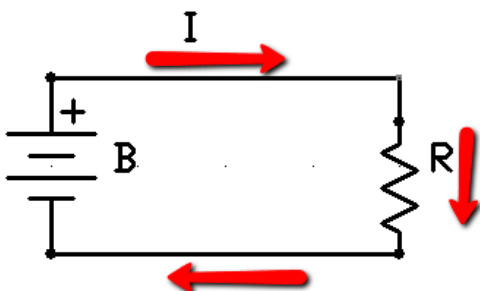
O símbolo de corrente contínua é: 

A unidade que fornece a tensão contínua tem o símbolo com um pólo positivo (+) e um pólo negativo.



Tanto os circuitos de eletrônica (como os próprios integrados) têm que ser alimentados. Normalmente usa-se corrente contínua.

Neste caso há um terminal positivo e um terminal negativo. É o caso da corrente elétrica fornecida por uma pilha.



Na figura pode ver o símbolo de uma bateria. Tem 2 terminais: (+) e (-). As setas representam o sentido convencional da corrente elétrica.

O formato e volume das pilhas depende de vários fatores como a tensão fornecida (1.5, 9, etc volts), sua estabilidade, intensidade de corrente, etc.

Um dos problemas das pilhas, baterias e similares é que a corrente fornecida tem um tempo de vida limitado, para além da intensidade de corrente.

Uma alternativa é utilizar uma fonte de alimentação de corrente contínua.

Neste caso a corrente contínua é obtida a partir da retificação de corrente alterna.

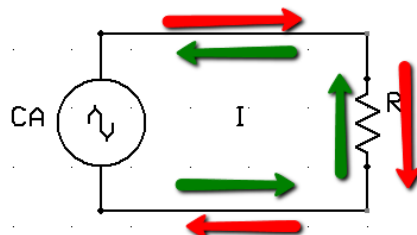
A maioria dos circuitos eletrónicos utiliza tensões contínuas de 1.5 a 15 v.

Corrente alterna

É indicada pelo símbolo:

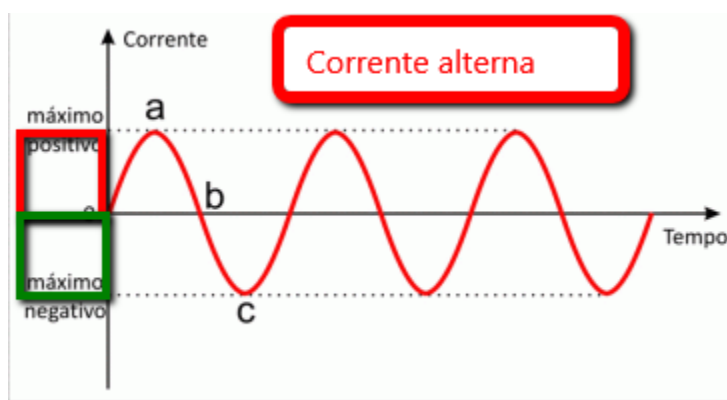


A figura apresenta um circuito com corrente alterna. Temos, neste caso, ciclos positivos (indicados a vermelho) e ciclos negativos (indicados a verde) que se alternam x vezes por segundo.



Page | 3

A corrente alterna que utilizamos tem uma tensão de pico de cerca de 311 volts.



Os aparelhos mais vulgarmente usados para medir a tensão são os multímetros. Note-se, no entanto, que estes aparelhos indicam a tensão eficaz.

O valor de 220 V indicado na corrente elétrica das habitações refere-se à tensão eficaz que é tensão de pico/ $\sqrt{2}$.

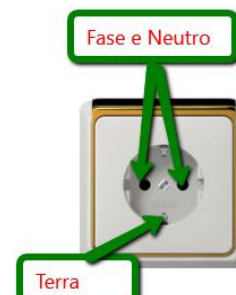
Nas habitações, na Europa, a alternância da corrente elétrica é de 50 ciclos por segundo, unidade designada por Hertz (Hz). Pode ser medida com um osciloscópio.

O período será de 1/50 s.

A corrente alterna pode ser monofásica ou trifásica.

Chama-se **corrente monofásica** quando tem:

- Fase – deteta-se com um busca-pólos.
- Neutro.
- Terra – para proteção.



Os aparelhos de potência normalmente usam 220 v (corrente monofásica) ou 330 v (corrente trifásica).

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Multímetros

Um multímetro é um aparelho de medida de vários parâmetros:

Resistência (Ohmmímetro)

Tensão (Voltímetro)

Intensidade de corrente (Amperímetro)

Page | 4

Deriva daí o seu nome.

É um medidor multi-função.

Pode medir outros parâmetros como condutividade elétrica, capacitância, etc.

O custo do multímetro depende de diversos fatores entre os quais a sua precisão e das interfaces que possui.

Multímetros portáteis.

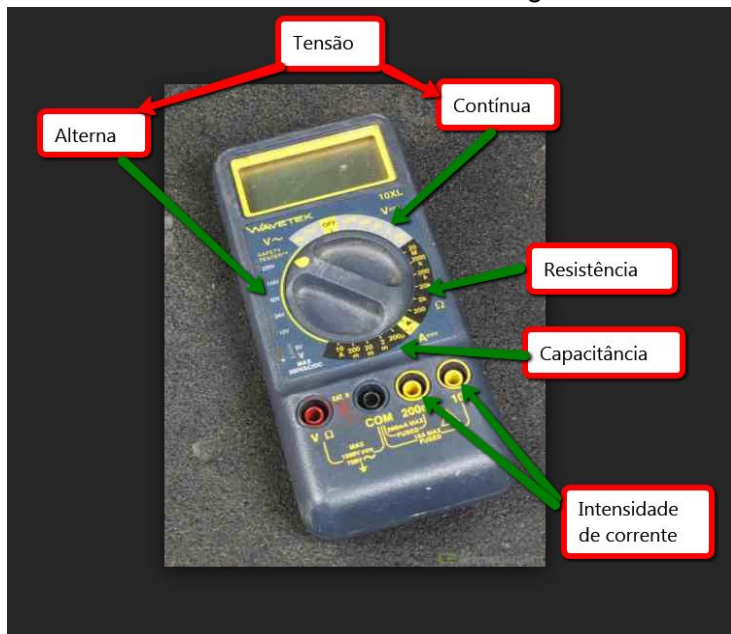
Os mais vulgares são os de 3 ½ dígitos (três dígitos e meio).

Designa-se por 3 dígitos e meio pois os três dígitos referem-se aos três dígitos menos significativos (1999) que podem assumir qualquer número de 0 a 9.

O meio dígito refere-se ao dígito mais significativo (1999) que só pode ser 1 ou estar apagado.

Os aparelhos mais simples não têm selector automático de gama pelo que o ajuste deve ser manual.

No laboratório irá utilizar o multímetro digital da marca **Wavetek modelo 10XL**.



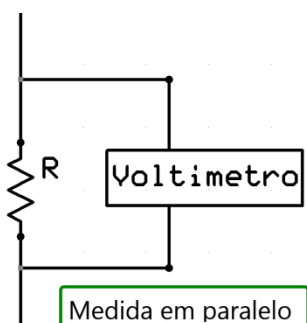
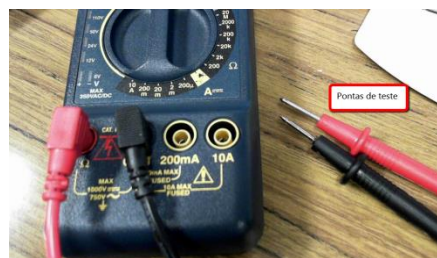
(Ver guia de laboratório para utilização).

Medida da tensão (voltímetro)

O aparelho possui 2 pontas de teste: vermelha e preta.

Devem ser inseridas como mostra a figura:
a ponta vermelha deve estar ligada a V Ω e a ponta preta a COM.

A medida da tensão deve ser efetuada em modo paralelo.



A resistência interna do voltímetro é muito elevada.
Quando medimos a tensão o aparelho consome pouca corrente resultando daí uma perturbação mínima do sistema a estudar.

Medida da tensão contínua

Este aparelho não tem selector automático da gama de valores a medir.



O selector manual deve ser posicionado para a zona correspondente à medida a efectuar.

Para medir tensões contínuas deve estar na zona indicada na figura.

Como pode observar os valores máximos das escalas são:

- 200mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V

Como poderá observar na indicação junto dos terminais NÃO deve medir tensões contínuas superiores a 1000 V.



Quando, numa determinada escala, aparece a indicação significa que o valor a medir está fora de escala. Deve alterar para uma escala maior.

Medida de tensão alterna

Neste caso o seletor deve estar do lado esquerdo, na zona de V~.
As pontas de prova devem estar nos mesmos locais utilizados para medir a tensão contínua.
Deve ajustar o seletor para a escala do sinal a medir.

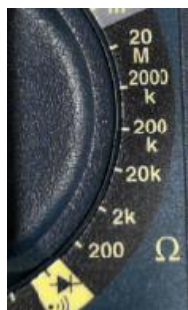


Page | 6

Se o valor estiver fora de escala aparece-lhe a indicação
Nesse caso deve aumentar a escala.



Medida de resistência (Ohmmímetro)



O selector deve estar na zona indicada na figura.
As gamas a medir são:

- 200 Ω
- 2 k Ω
- 20 k Ω
- 200 k Ω
- 2000 k Ω
- 20 M Ω

Tal como no caso da medida da tensão, estes valores representam o valor máximo da medida.

Sempre que o valor a medir estiver fora de escala aparece a indicação



O símbolo inferior indica **continuidade**.

Colocando o selector nesta posição e ligando a 2 pontos que estejam em contacto eléctrico o aparelho emitirá um sinal sonoro.



Esta função é muito útil para verificar se há condução eléctrica entre 2 pontos.

Estes aparelhos só fazem medidas a 2 fios. No caso de medida de resistência o valor medido inclui as resistências dos cabos de ligação.

Multímetros de bancada

Os multímetros de bancada têm um seletor automático da gama a medir.

Normalmente têm mais que 4 dígitos e meio e seu custo aumenta em média de um fator de 10 por cada dígito a mais.

No caso de multímetros de alta precisão, estes vêm com um certificado de calibração.

Page | 7

Este certificado é uma tabela com os valores medidos pelo aparelho e os valores de unidades padrão. A calibração é muito cara devido ao uso de padrões.

Fazendo uma curva de ajuste às 2 colunas (valores medidos, valores padrão) obtém-se a curva de calibração que permite corrigir os valores medidos pelo aparelho.

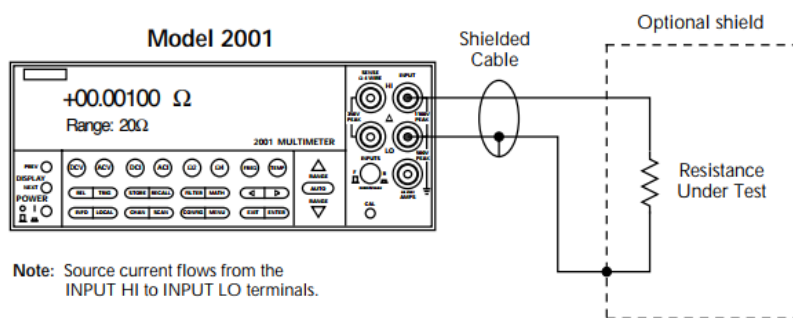
No laboratório irá utilizar o multímetro digital **Keithley modelo 2001** com 7 1/2 dígitos.

A figura seguinte mostra alguns valores da curva de calibração deste aparelho.

8	20	18.997376Ω			18.99715Ω	-11.8	ppm 15
8	SYSTEM	TOL:494uΩ	TUR: 3.1	TEST	TOL:1.508mΩ		PASS
9	200	189.98706Ω			189.9861Ω	-5.05	ppm 8
9	SYSTEM	TOL:3.23mΩ	TUR: 3.7	TEST	TOL:12.04mΩ		PASS
10	2000	1.8999253kΩ			1.89991kΩ	-8.05	ppm 15
10	SYSTEM	TOL:22.8mΩ		TEST	TOL:103mΩ		PASS

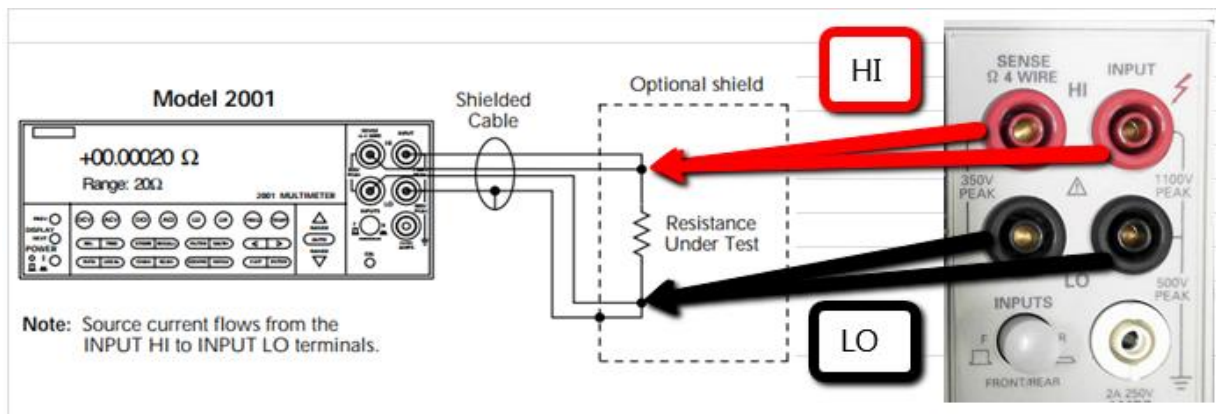
Medidas a 2 fios

Nas medidas a 2 fios usam-se os terminais do lado direito.



A correção da calibração não elimina os valores das resistências dos cabos de ligação.

Medidas a 4 fios

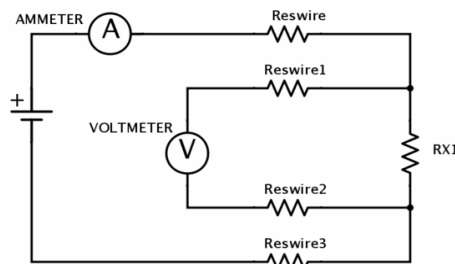


Page | 8

Nesta opção

2 fios são utilizados para medir a tensão e
2 para medir a intensidade de corrente
em simultâneo como mostra a figura.

Se os cabos de ligação tiverem resistências
idênticas o aparelho cancela estas resistências
dando só o valor daquilo que pretende medir.



As medidas de alta precisão devem ser sempre efetuadas a 4 fios para não incluir as resistências dos cabos de ligação.

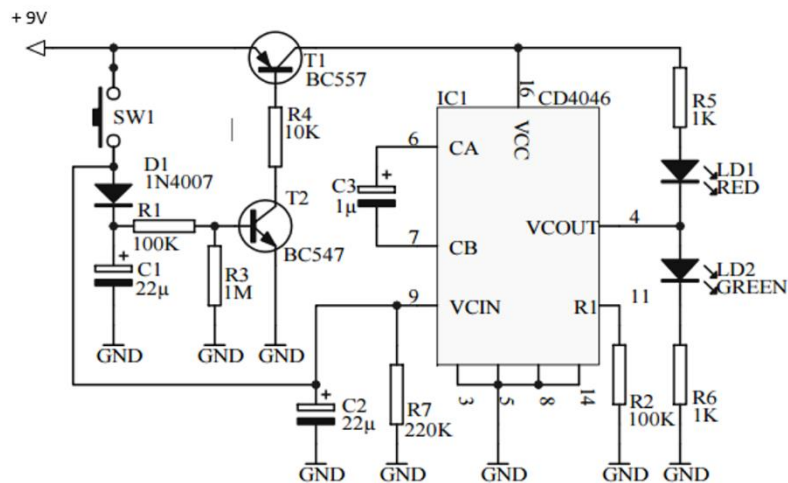
CIRCUITOS ELÉTRICOS

Introdução

Para projetar uma placa de circuito impresso necessita de saber ler um circuito elétrico. Este é constituído por um conjunto de símbolos de componentes eletrónicos ligados por meio de linhas.

Page | 9

Observe o esquema abaixo.



Este esquema elétrico tem:

COMPONENTES

Interruptor de pressão

Resistências

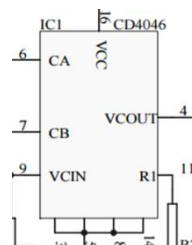
Condensadores polarizados

Díodos

Led

Transistores bipolares

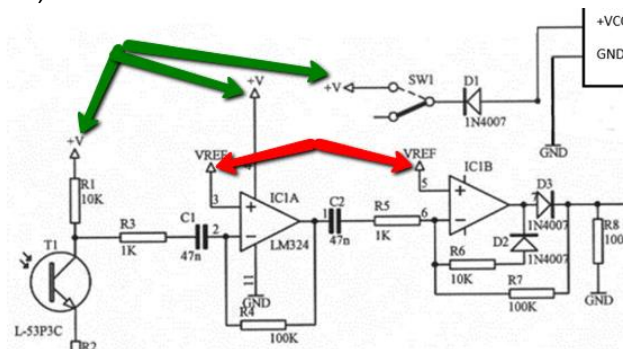
Integrado



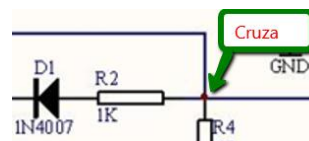
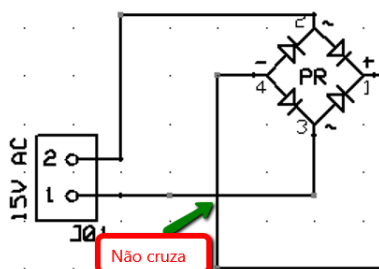
LIGAÇÕES ELÉTRICAS

Dentro destas note-se que a representação GND aparece dispersa. Na elaboração do circuito deve lembrar-se que o GND é um nó único. Isto aplica-se a situações idênticas (caso de +V, etc).

Page | 10




Quando 2 linhas cruzam no esquema eléctrico mas não têm uma marca circular negra no cruzamento, significa que as pistas não se cruzam.



PROJETO DO PCB

PCB é sigla vulgarmente usada para placas de circuito impresso (Printed Circuit Board). Para realizar o projeto da sua placa de circuito impresso necessita de identificar os componentes (símbolos) e seus terminais.

Por exemplo, no caso transístor bipolar  deve saber quais os terminais Emissor, Base e

Coletor .

A etapa seguinte consiste em identificar o componente físico e neste os terminais referidos no símbolo.

Começemos pelos componentes mais comuns em eletrónica que são as resistências.

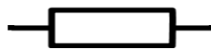
COMPONENTES ELETRÓNICOS

RESISTÊNCIAS

Símbolo



Resistor IEEE Symbol



Resistor IEC Symbol

Para que servem ?

São componentes que permitem distribuir a corrente e a tensão nos diversos pontos de um circuito. O seu nome deriva da dificuldade que opõem à passagem da corrente elétrica.

Podem ter os seguintes símbolos:

Classificação

As resistências são classificadas de acordo com:

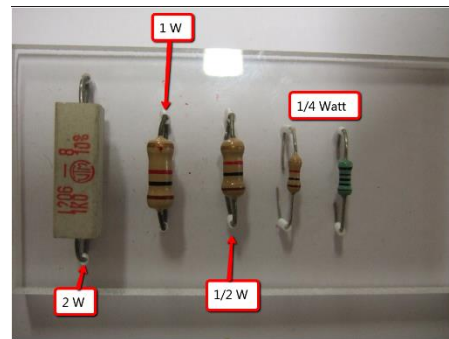
- **Potência, em Watts (W):**

A potência condiciona o tamanho do componente.

Podem ser de:

$\frac{1}{4}$ W, $\frac{1}{2}$ W, 1 W, 2 W, 3 W, 4W

Até 3 W são cilíndricas. Normalmente as de potências superiores a 3 W têm a forma de paralelepípedos.



- **Tolerância, em %:**

Representa a variação admissível em relação ao valor nominal.

Podem ter as seguintes tolerâncias:

- 5%
- 2%
- 1%
- ou inferior.

Por exemplo, uma resistência de 100 Ω com tolerância de 5% pode ter valores entre 105 e 95 Ω .

As mais comuns são as de 5%.

As resistências com tolerâncias mais apertadas podem custar centenas de euros.

É o caso das de 0.001%.

- **Valor, em Ω :**

É expresso em ohm (Ω). Não há resistências com todos os valores. Há diversas normas como por exemplo a E24 que definem os valores admissíveis

Os valores das resistências são obtidos multiplicando estes valores por potências de 10.

Série E24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Leitura dos valores das resistências

Há 3 processos:

Page | 12

- 1) Leitura de um código de barras coloridas que se encontram pintadas nestas, até potências da ordem de 3W.

Cor	1ª barra	2ª barra	3ª barra	4ª barra
Preto	0	0	1	-
Castanho	1	1	10	1%
Vermelho	2	2	10^2	2%
Laranja	3	3	10^3	3%
Amarelo	4	4	10^4	4%
Verde	5	5	10^5	-
Azul	6	6	10^6	-
Violeta	7	7	10^7	-
Cinzentos	8	8	10^8	-
Branco	9	9	-	-
Dourado	-	-	10^{-1}	5%
Prateado	-	-	10^{-2}	10%
Sem cor	-	-	-	20%

Exemplos:

Resistência $\frac{1}{4}$ W 5% precisão.

Tem 4 barras de cores. No caso de resistência de 1.0k

1ª barra: castanha - 1.

2ª barra: preta - 0.

3ª barra: vermelha – 2 zeros.

4ª. barra: dourada – 5%.



Resistência de $\frac{1}{4}$ W 1% de precisão.

Tem 5 barras de cores. No caso de resistência de 1.00k

1ª barra: castanha - 1.

2ª barra: preta - 0.

3ª barra: preta- 0.

3ª barra: vermelha- 2 zeros.

4ª. barra: castanha – 1%.

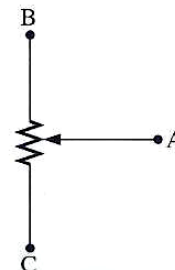


- 2) Para resistências com potências superiores a 3 W o valor está escrito no corpo do componente. Utilizam-se as seguintes abreviaturas:
por exemplo, R33 representa $0.33\ \Omega$; 4K7 representa $4.7\ K\Omega$.
- 3) Utilizando um multímetro. A medida pode ser feita a 2 fios, mas é mais imprecisa pois inclui a resistência dos cabos de ligação. Aconselha-se efetuar a medida a 4 fios sempre que necessita de uma medida de precisão.

POTENCIÓMETROS

Símbolo

O símbolo do potenciômetro é:



Page | 14

Possuem 3 terminais: A, B e C.

Entre os 2 extremos (B e C) o valor da resistência é fixo.

O pino intermédio A está ligado a um deslizador mecânico.

Verificação dos terminais

A resistência entre o terminal A e qualquer dos terminais B ou C com a posição do cursor.

Nos componentes eletrônicos o terminal A está ligado a uma haste com capacidade de rotação.

A forma mais simples de verificar os terminais é usar um multímetro e ligá-lo a 2 terminais.

Se ao rodar o cursor A o valor se mantém constante terá identificado os terminais A e C

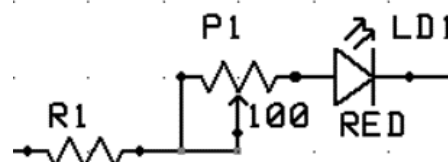
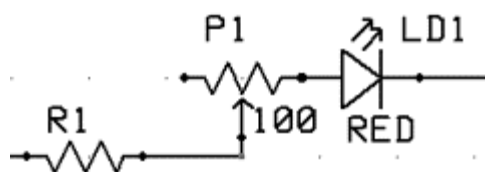
A resistência entre A e B ou A e C varia com a posição do cursor A.

Para que servem ?

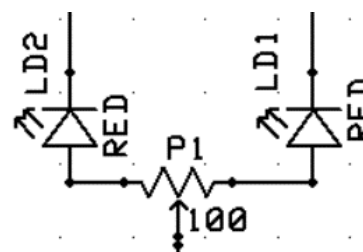
Os potenciômetros usam-se como resistências variáveis ou como divisores de tensão regulável.

Repare que se ligar um dos extremos ao terminal intermédio irá ter uma resistência variável.

Exemplo:



Normalmente liga-se o extremo livre de P1 ao cursor para evitar interferência.



Estes componentes são também utilizados como divisores de tensão.

Tipos de potenciômetros

Dependendo do local em que são inseridos podem ser:

- **de painel.** Neste caso são colocados no painel frontal da caixa de instrumentação e a sua ligação à placa de circuito impresso é efetuada por meio de fios.
- **de placa de circuito impresso.**





Quanto à sua variação da resistência com a posição do cursor podem ser:

- **$\frac{3}{4}$ de volta** - o cursor só roda $\frac{3}{4}$ de volta pelo que a sensibilidade é reduzida. Tem a vantagem de permitir um ajuste rápido.
- **Multivolta** – o cursor efetua muitas voltas ao ajustar pelo que a sensibilidade é grande. No entanto o ajuste é lento.

Há potenciômetros em que a relação entre a posição do cursor e a resistência é uma reta: **potenciômetro linear**.

Há casos em que a relação entre a posição e o logaritmo da resistência é linear – chama-se **potenciômetro logaritmo**. Usam-se normalmente em circuitos áudio.

A figura apresentam alguns formatos comuns.

POTENCIÔMETROS		
	De painel	De placa de circuito
$\frac{3}{4}$ volta		
Multivolta		

SENSORES – (*Resistências especiais*)

TERMÍSTORES



Símbolo

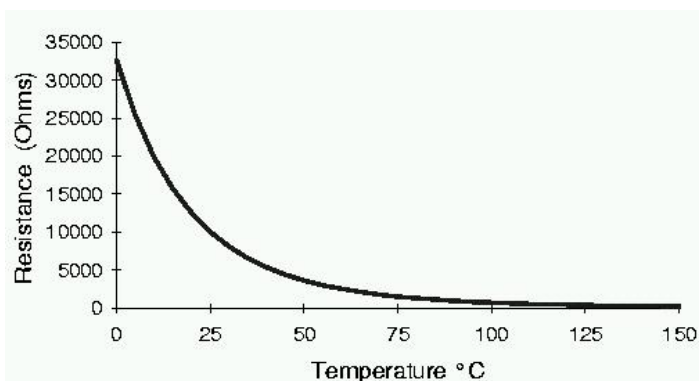
Tipos

A resistência destes sensores varia com a temperatura de uma forma mais ou menos estável. Há 2 tipos:

- ✓ Com coeficiente de variação positivo (**PTC** – Positive Temperature Coefficient).
- ✓ Com coeficiente de variação negativo (**NTC**).

Funcionamento

A figura abaixo mostra a curva típica R versus T para um sensor com variação negativa.



Como observa, a uma alteração de temperatura de 25° a 50°C pode corresponder a uma variação de 5000 Ω . Têm elevada sensibilidade.



Utilizam-se como sensores de temperatura (termómetros) ou para o controle de temperatura de certas unidades.

Têm a desvantagem de ser pouco reprodutíveis pelo não podem ser usados para medidas precisas da temperatura.

Quando se pretende medir a temperatura com elevada precisão (0,01 °C ou mais) usam-se termómetros de resistência de platina.

O mais vulgar é o PT100 pois tem 100 Ω a 0°C.

VDR

Há também resistências cujo valor é função de tensão aplicada - resistências dependentes de tensão (**VDR** – Voltage Dependent Resistor).

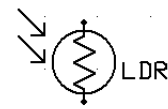
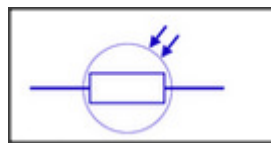
Diminuem o seu valor com o aumento de potencial. Utilizam-se nos estabilizadores de tensão.



Resistência fotossensíveis - LDR

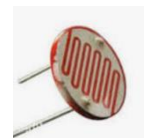
Símbolo

O seu símbolo é:



Aspeto físico

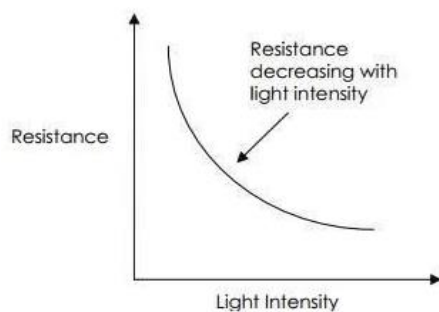
Pode ver na figura alguns exemplares.



A resistência destes sensores varia com a luz incidente.

São também conhecidos como LDR

(Light Dependent Resistor). Podem ter o aspeto que vê na figura:



Nestes sensores a resistência baixa drasticamente com a luminosidade.

Usam-se frequentemente em sistemas que devem ser acionados por falta de luz ou sua existência.

CONDENSADORES

Princípio:

Considere-se 2 placas metálicas paralelas separadas por uma fina camada de ar e ligadas aos terminais de uma bateria.

Page | 18

A capacidade que as 2 placas possuem de conservar a carga elétrica (Q) é proporcional à tensão aplicada (V):

$$Q = C V$$

onde C é uma constante de proporcionalidade chamada capacitância.

A capacitância de um condensador é expressa em Farads. Como esta unidade é exagerada em relação aos valores habituais dos condensadores usam-se submúltiplos:

μF (micro), nF (nano) ou pF (pico)

Os elementos de circuito que têm valores específicos de capacitância são chamados condensadores.

A capacitância de um condensador depende do dielétrico; é diretamente proporcional às dimensões das placas e inversamente proporcional à distância entre elas.

Tipos de condensadores

Os condensadores podem ser divididos em 2 grandes grupos:

- ***condensadores polarizados e***
- ***condensadores não polarizados.***

✓ **Condensadores não polarizados.**

Símbolo:

O seu símbolo é:



Consoante o material dielétrico assim há condensadores de:

- cerâmica,
- mica,
- material plástico,
- papel, ou mesmo
- ar.



Terminais:

Não têm terminal positivo nem negativo.

Valor

Muitos condensadores são demasiado pequenos para permitir a escrita do valor no corpo do componente.

Assim usam-se abreviaturas.

Por exemplo R22 representa 0,22; 3R3 indica 3,3. Contudo se se refere a μF ou pF a indicação provém do tipo e tamanho do condensador.

Alguns fabricantes usam um código de 3 dígitos. Os 2 primeiros são os dígitos significativos e o 3º o multiplicador (n^o de zeros). Por exemplo:

$$473 = 47000 = 47k$$

$$104 = 10 \times 10^4$$

Novamente é o tamanho e o tipo que indicam se é o μF ou pF.

Em alguns casos usa-se o código de cores embora atualmente tenda a desaparecer.

No caso de um condensador cerâmico o valor 104 significa

$$104 = 10 \times 10^4 \text{ pF} = 10^5 \text{ pF} = 10^5 \times 10^{-12} \text{ F} = 10^{-7} \text{ F} = 100 \text{ nF}$$

Note que:

pico- 10^{-12}

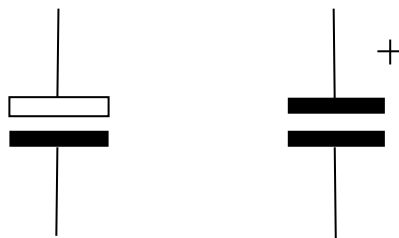
nano – 10^{-9}

micro – 10^{-6}



✓ **Condensadores polarizados.** O seu símbolo é:

Símbolo:



Terminais:

Têm terminal positivo e negativo.

Tipos:

Podem ser de 2 tipos:



- **Tântalo:** têm a forma de uma gota e o terminal positivo está marcado com sinal + .
- **Eletrolíticos.** Têm a forma de um cilindro e o terminal negativo está marcado no componente além de que o terminal maior é o positivo.



Deve obedecer-se escrupulosamente à polarização destes componentes.

No caso dos condensadores eletrolíticos, os componentes podem explodir se forem colocados de forma errada produzindo a libertação de ácido sulfúrico.

Valor

No caso de condensadores eletrolíticos e nos cerâmicos de grandes dimensões os valores encontram-se impressos diretamente.

Exemplo: 470 μ F/50 V;

o primeiro indica a capacidade nominal e o segundo a tensão máxima (cc).

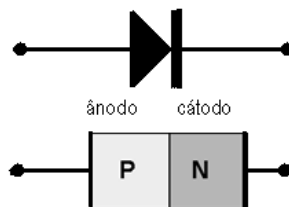
Dado que o valor da tensão se refere a corrente contínua, quando se usa é necessário ter em conta a tensão máxima.

Em alguns casos há indicação da tensão a que se dá a rotura do dielétrico (normalmente da ordem de kV).

DÍODOS

Símbolo

O símbolo é:



Constituição e aspeto

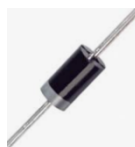
São constituídos por materiais semicondutores: silício (Si) ou germânio (Ge).

Consoante a dopagem que tiverem podem ser do tipo N ou do tipo P.

Em termos de comportamentos eletrónicos a importância dos semicondutores surge quando se combinam os dois tipos N e P.

O caso mais simples é a junção PN – o díodo.

A figura mostra alguns formatos de baixa potência:



Terminais

Tem 2 terminais:

- A - ânodo (terminal positivo)
- C - cátodo (terminal negativo). Este terminal está marcado.

A seta representa o sentido da condução convencional de corrente.

A corrente (convencional) só flui do ânodo para o cátodo.

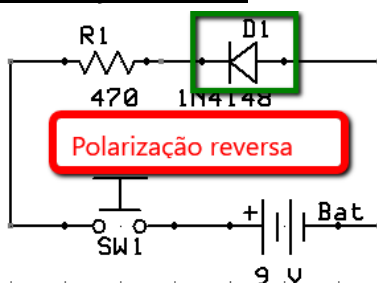


Polarização direta

Num circuito, diz-se que o díodo está em polarização direta quando o terminal positivo da alimentação está no sentido do ânodo e o terminal negativo no cátodo.



Polarização reversa



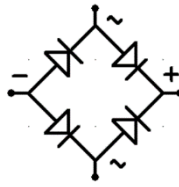
Em sentido reverso o díodo não conduz.

No componente real o cátodo está marcado com uma barra colorida.

PONTE DE RETIFICAÇÃO

Símbolo

Pode ver-se ao lado:



Tem 4 terminais.

Page | 22

Aspeto físico

Ao lado vêm-se alguns formatos.
Depende da potência que suporta.



Terminais

A entrada está identificada pelo símbolo (~) e saída por (+) e (-).

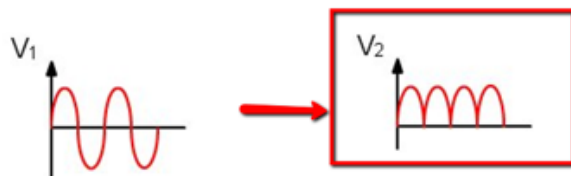
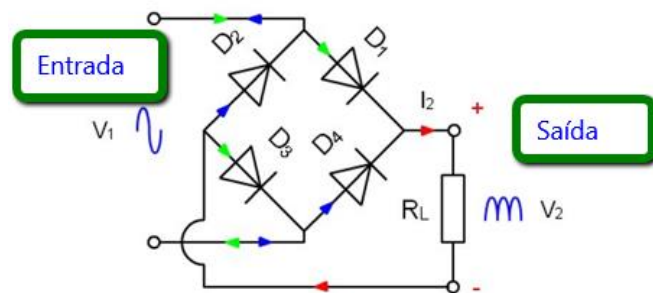
Como se vê na figura os terminais estão bem identificados.

Função

Pelo facto de o díodo só conduzir num sentido é utilizado como retificador de corrente.

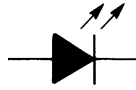
Se juntar 4 díodos em ponte obtemos um componente chamado ponte de retificação o qual permite a retificação da onda completa.

Se este componente for alimentado com uma tensão alterna V_1 obter-se-á à saída a tensão retificada V_2 .



LED

Símbolo



O símbolo de um led é:

Aspeto físico

Podem ter vários tamanhos e cores.



Terminais

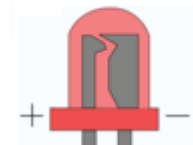
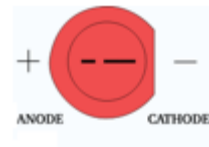
Tal como o díodo convencional tem um ânodo e um cátodo.



Trata-se de um díodo que emite luz por passagem de corrente elétrica.

No componente real, o cátodo de um díodo pode ser identificado de 3 formas:

- O terminal mais próximo da truncatura.
- Olhando para o interior do Led é o terminal ligado à placa maior.
- Quando se adquire um led o terminal menor é o cátodo.



Os leds normalmente suportam uma intensidade de corrente máxima de 20mA (0,02 A). Nos circuitos usa-se uma resistência para limitar a corrente que passa pelo Led.

DÍODO ZENER

Símbolo

O símbolo é:



Aspeto físico



A figura mostra alguns díodos.

O díodo convencional é utilizado em polarização direta.

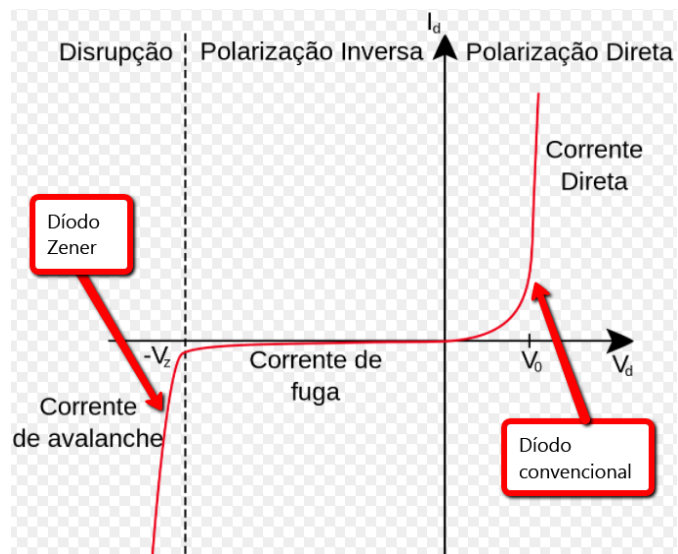
Terminais

Têm o mesmo aspeto que um díodo convencional e a identificação dos terminais é idêntica.

A barra identifica o cátodo.

Funcionamento

O díodo zener é utilizado em polarização reversa, pois este tipo de díodo permite a passagem de corrente ultrapassada a tensão definida pelo componente, chamada tensão de zener.



INTEGRADOS

Nos circuitos integrados (transístores, reguladores de tensão, etc) os fabricantes obedecem a determinados formatos definidos por norma. Dentro da imensa variedade de formatos existentes os mais comuns são:

Encapsulamentos TO

TO-220



TO-3

TO-126



TO-92



TO-18



DIP-8

As designações são, como mostra a figura acima: TO-220, TO-3, TO-126, TO-92, TO-18. São estas as designações que aparecem nos catálogos.

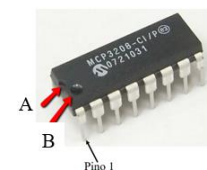
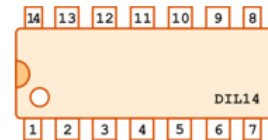
DIP

A designação DIP quer dizer **D**ual **I**n line **P**ackage. São 2 linhas paralelas de terminais. Assim no DIP-8 há 8 terminais, 4 de cada lado.

Há DIP-4, 6, 8,

A contagem dos pinos é sempre feita em U iniciando pelo pino 1.

A identificação correta deste pino é fundamental. A figura mostra a contagem de pinos do DIP 14.

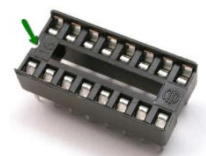


O DIP possui uma das 2 marcas que permitem orientá-lo.

- A - Recorte semicircular.
- B - Marca junto ao pino 1.

O pino 1 está do lado esquerdo da marca existente no componente.

Os DIP podem ser soldados diretamente ao PCB. No entanto, em caso de avaria, é difícil retirar.



Assim usam-se bases (socket) que são soldadas ao PCB e o DIP é inserido posteriormente.

Há vantagens em usar um socket:

- ✓ O componente não está sujeito ao calor da soldadura.
- ✓ Em caso de avaria é fácil retirar o integrado e substituí-lo.



As bases têm um recorte semicircular que identifica a orientação ou outra marca a referir o pino 1.

TRANSFORMADORES

As unidades que fornecem estas tensões contínuas chamam-se **Fontes de Tensão de Corrente Contínua**.

Para reduzir a tensão alterna de 220v usam-se transformadores.

Um transformador consiste de 2 mais enrolamentos em torno de um núcleo de ferrite.

Um dos enrolamentos está ligado à rede de 220 v (primário). A tensão que pretendemos é a fornecida pelo secundário sendo a relação de tensões diretamente proporcional ao nº de espiras

$$\frac{v_p}{v_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

Onde **p** representa o primário e **s** o secundário.

Os transformadores podem ser, essencialmente, de 2 tipos:

de placa de circuito impresso



de caixa de instrumentação

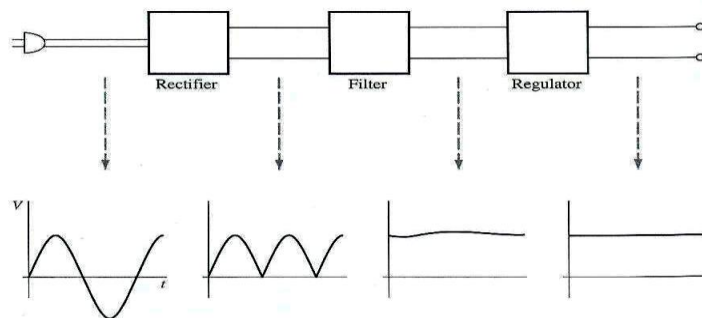


Quando a interferência eletromagnética é relevante usam-se os transformadores toroidais. O seu custo é mais elevado.

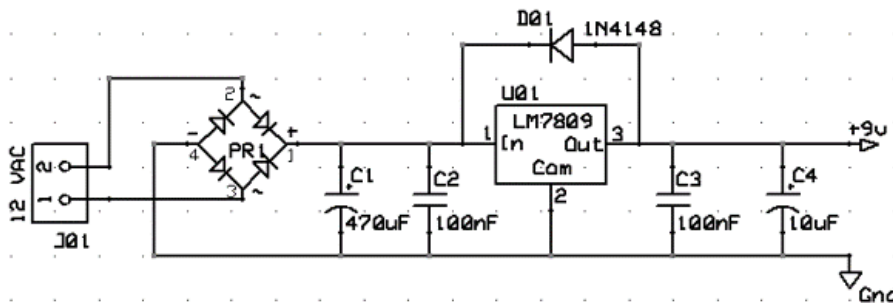


REGULADORES DE TENSÃO

Uma vez reduzida a tensão máxima de 220 v para o valor pretendido usa-se normalmente uma ponte de retificação e condensadores para reduzir a amplitude de oscilação da corrente retificada.



O circuito abaixo que irá montar no laboratório fornece uma tensão contínua de 9V.



A entrada deste circuito provém do sinal do transformador com 12 V de corrente alterna.
Sinal de entrada:



O sinal é retificado por PR1 (Ponte de retificação).
Sinal retificado



Os condensadores C1 e C2 fazem a filtragem.
Sinal filtrado



Regulador de tensão fixa

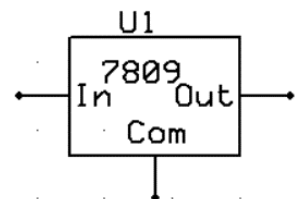
Para se obter uma tensão contínua estável usa-se um componente designado por *regulador de tensão*.

Há vários tipos de reguladores de tensão:

- Tensão fixa
 - Positiva
 - Negativa
- Tensão regulável.

Símbolo

O símbolo tem 3 terminais indicando In, Gnd e Out (Entrada, Terra e Saída).



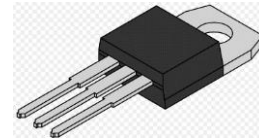
Para obtermos uma tensão contínua de 9V vamos utilizar um Regulador de Tensão fixa positiva. Utilizaremos o 7809.

Os primeiros 2 dígitos – 78 - indicam que é um regulador de tensão fixa positiva.
Os últimos 2 dígitos representam a tensão fornecida.

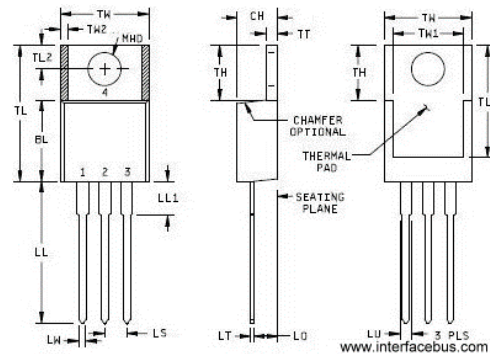
Aspeto físico

Cada componente tem um formato normalizado.

O componente que vamos usar tem um encapsulamento TO-220.



O encapsulamento TO220 que se vê na figura tem as dimensões definidas por norma.



Terminais

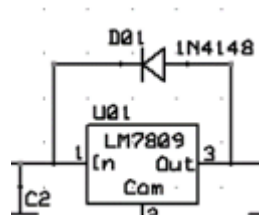
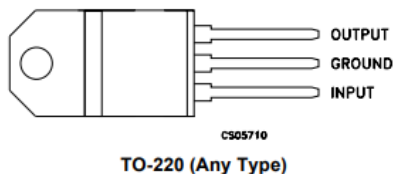
Para identificarmos os terminais VI, GND e VO, devemos consultar o datasheet do fabricante.

Se acedermos à Internet e escrevermos - 7809 datasheet - podemos escolher um ficheiro PDF com as especificações deste componente.

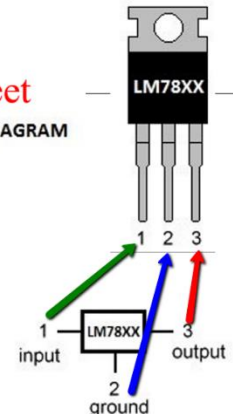
As letras LM referem-se ao fabricante.

No PDF podem aparecer outros encapsulamentos deste componente:

Escolhendo o TO220 temos



Datasheet
LM78XX PINOUT DIAGRAM



No circuito onde o 7809 está inserido, o díodo D01 é utilizado para proteção do circuito impedindo qualquer passagem de corrente da entrada para a saída do regulador de tensão.

Os condensadores à saída c3 e c4 servem para estabilizar a corrente.

Regulador tensão fixa negativa

Símbolo

É idêntico ao anterior e só tem as indicações In, Gnd e Out.

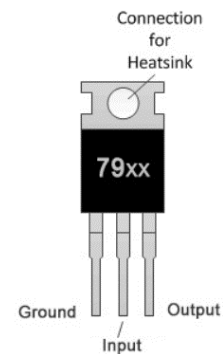
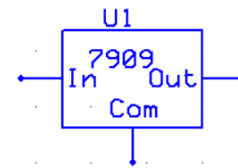
Terminais

Se acedermos à Internet, escrevermos 7909 datasheet e abrirmos um PDF deste componente veremos que os terminais In, Out e Gnd **não** têm a mesma disposição que na série 78XX.

O pino 1 é o Gnd, pino 2 é o In e o pino 3 a saída Out.

Embora o encapsulamento seja Standard, neste caso, TO220, a ordem os pinos e suas funções podem variar de componente para componente.

Por esta razão deve consultar sempre o datasheet do componente.



TRANSÍSTORES

São dos componentes ativos os que mais se usam.
Têm as funções mais diversas desde interruptores a amplificadores.

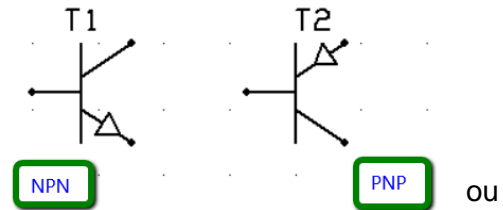
Page | 30

TRANSÍSTOR BIPOLAR

É o mais comum.

Símbolo

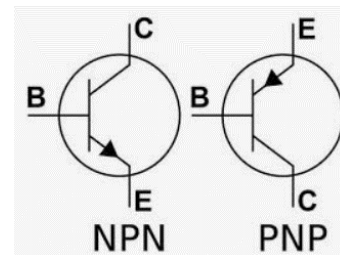
Pode ter 2 símbolos consoante for do tipo NPN ou PNP.



Terminais

Tem 3 terminais:

- E- Emissor (terminal com a seta)
- B – Base (ligada à barra)
- C – Coletor



Aspeto físico

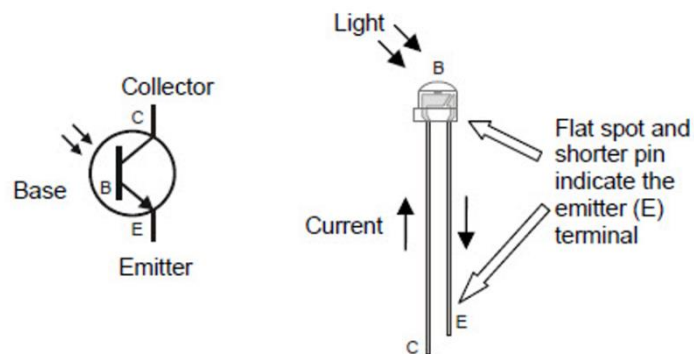
O aspeto físico destes componentes varia em função da potência que podem suportar.

Há vários tipos de encapsulamentos alguns dos quais se pode ver na figura ao lado.

Os transístores bipolares pecam pelo consumo elevado mas têm a vantagem do baixo custo.



FOTOTRANSISTOR



Page | 31

Possui 2 terminais cuja identificação se vê acima.

TRANSÍSTOR FET

O símbolo destes transístores efeito de campo é:

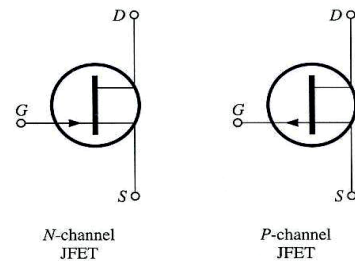
Pode ser de canal n ou p.

Os terminais são:

D - Dreno.

G – Porta

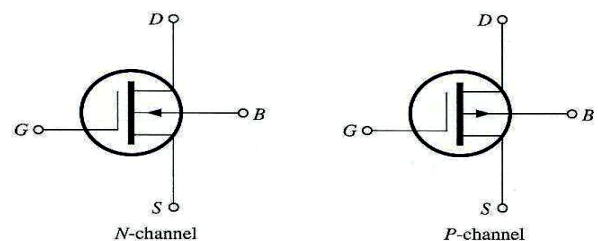
S – Fonte



TRANSÍSTOR MOSFET

Neste tipo de transístores como nos **FET** a designação dos terminais é a mesma: dreno, porta e fonte.

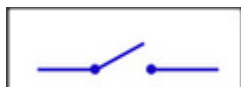
A figura representa o símbolo de MOSFET de canal N e de canal P.



CONTROLO DE TENSÃO/CORRENTE

Nos circuitos eletrónicos usam-se interruptores de corrente que podem ser de vários tipos:
(breve resumo)

Interruptores mecânicos. Podem ser de painel (colocados no painel frontal da caixa de instrumentação):



ou de placa de circuito impresso.



Mecânico, de placa



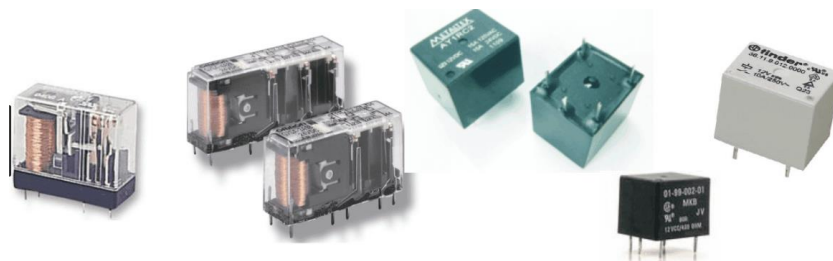
Eletromagnéticos.

RELÉ

Temos neste caso os **relés**. Podem ser simples ou duplos.

Utilizam um sinal de baixa tensão (6, 12 ou 24 v) para magnetizar uma bobine.

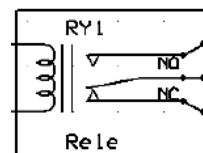
A figura mostra alguns exemplos.



Símbolo

Analisemos um relé simples (só tem um conjunto de contactos de alta tensão).

O símbolo de relé simples é:



Aspeto físico

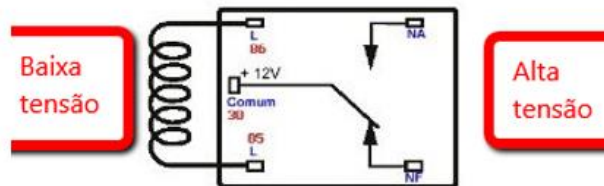


Terminais

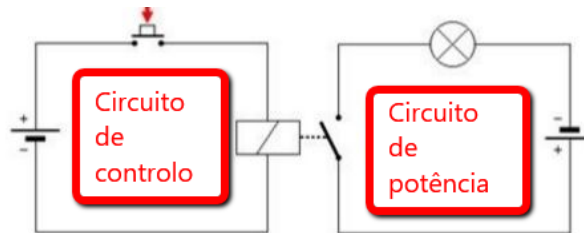
Tem 5 terminais.

Um relé é composto de 2 partes:

- Uma bobine (baixa tensão) - 2 terminais
- Um conjunto de contactos de alta tensão - 3 terminais.



2



Deve verificar se o relé tem o esquema de contactos ou consultar o datasheet.

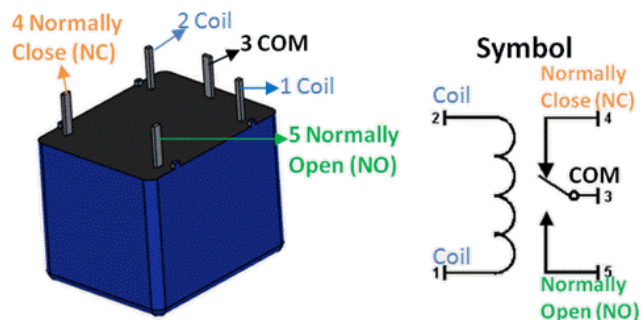
Funcionamento

Para se entender o funcionamento de um relé observe-se o exemplo abaixo.

O circuito de controlo (baixa tensão) está ligado à bobine (pinos 1 e 2).

Quando a bobine não tem tensão o pino 3 está ligado ao pino 4.

Sob tensão o pino 3 fica ligado ao 5 (e desligado de 4).



Neste estado uma palheta, o induzido, é atraída para o núcleo alterando a ligação dos contactos.

Estes componentes permitem-nos controlar um circuito de alta tensão com um módulo eletrónico de baixa tensão ligado à bobine.

Os relés têm também a vantagem de baixo custo mas a desvantagem de introduzir ruído elétrico pelo movimento físico de ligar e desligar das palhetas.

Como alternativa podem usar-se componentes semicondutores como os triacs.

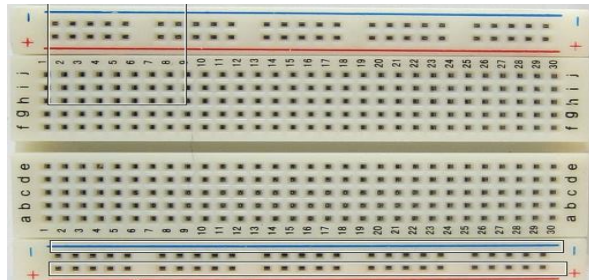
PROTÓTIPOS DE ELETRÓNICA

BREADBOARD

Existem várias formas de testar um circuito.

Uma das formas mais rápidas consiste em utilizar uma breadboard.

A figura representa uma breadboard.

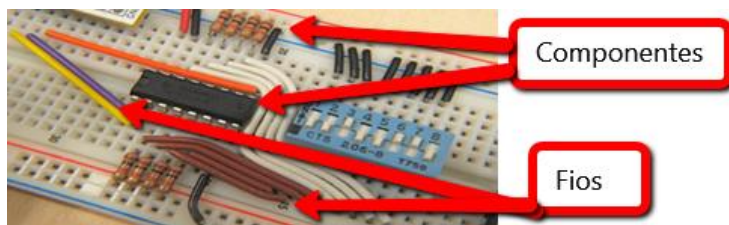


Page | 34

É constituída por diversos conjuntos grampos metálicos ligados em série. A parte exterior é recoberta de plástico com furos para inserção de componentes.

Os componentes são inseridos exteriormente nos furos como se vê na figura.

Deve usar um alicate de pontas ao introduzir os componentes para não danificá-los pela força necessária à inserção.



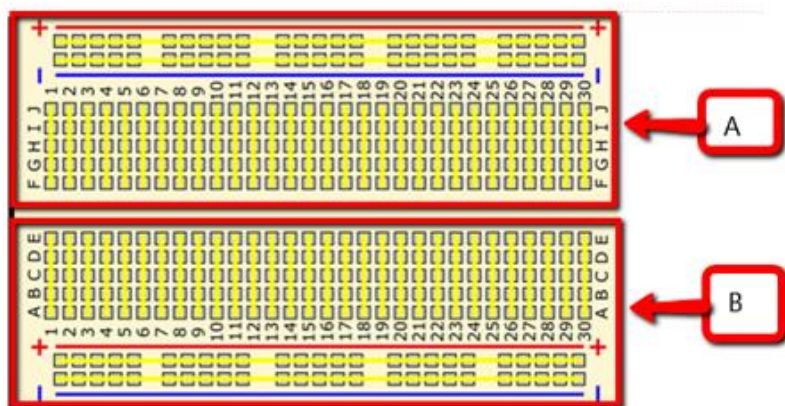
Para além das ligações eléctricas estabelecidas pelos fios a estrutura metálica interior da breadboard também liga os componentes.

A figura ao lado representa uma breadboard vista de baixo.

Pode observar as placas metálicas de ligação.

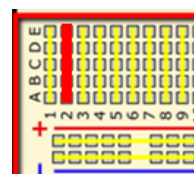


Os 2 blocos A e B separados pela ranhura são independentes, isto é não há ligação eléctrica interior entre eles.

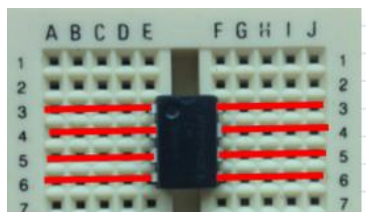


Observe-se que as linhas A a E ou F a J da figura ao lado estão ligadas entre si.

Por exemplo os furos 2A-2B-2C-2D-2E estão ligados.



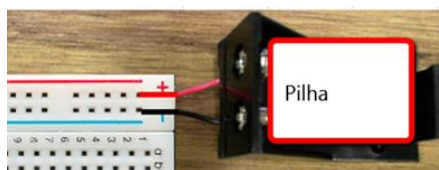
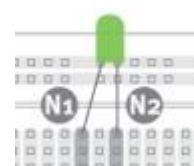
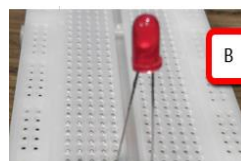
Os componentes com 2 linhas de pinos (DIP) devem ser inseridos da forma indicada abaixo aproveitando o isolamento eléctrico entre as 2 partes da breadboard:



Assim se inserir um led como se vê na figura, estará em curto-circuito (os 2 terminais estarão ligados através da breadboard).



Deve inserir da forma indicada ao lado.



A alimentação do circuito deve ser ligada aos furos extremos de (+) e (-).

Na criação de protótipos em breadboard há o problema de poder existir mau contacto nas ligações dos fios e/ou componentes pelo que a sua fiabilidade não é muito grande.

PLACAS PERFURADAS

Placas perfuradas com furos metalizados

Para evitar este problema usam-se placas com furos metalizados onde se soldam os componentes.

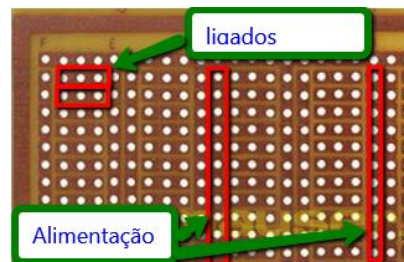
Usam-se fios para ligar os componentes.

Os circuitos feitos desta forma são fiáveis embora de construção um pouco difícil quando os nós envolvem muitas ligações.

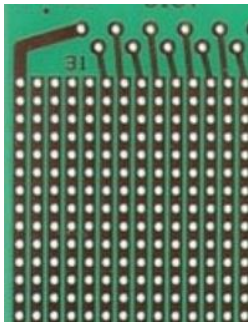


Placas perfuradas com 3 pontos

Assim é preferível utilizar as placas com linhas de alimentação e conjuntos de 3 furos ligados.



Placas perfuradas com linhas



Em alternativa usam-se placas de linhas e cortam-se onde se pretende isolar.