





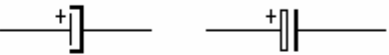

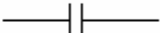

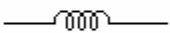



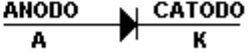

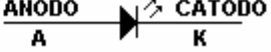

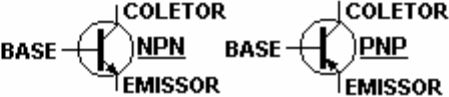

# Treinamento de eletrônica básica

## Aula 1 – Noções de eletricidade, símbolos e resistores

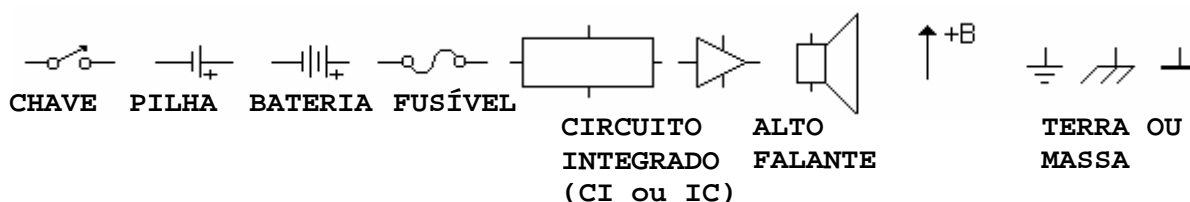
### 1 - Características de um bom multímetro para eletrônica

O **multímetro** (também chamado de **multiteste** ou **mitter**) é o aparelho mais usado na bancada de eletrônica tanto para quem realiza consertos, quanto para quem faz experiências com circuitos e componentes eletrônicos. Tal aparelho é usado para medir tensão, corrente e resistência elétrica, além de outras medidas menos importantes. Existem dois tipos: **analógicos** com ponteiro e **digitais** com visor de cristal líquido. Para os modelos analógicos, os recomendados são os que têm as escalas de **X1** e **X10K** e sensibilidade (precisão) de pelo menos **20 K $\Omega$ /V em DCV**. Este número vem no canto inferior esquerdo do painel. No caso dos digitais, as escalas dependem da necessidade, porém seria interessante se ele puder ter um freqüencímetro (MHz) ou um capacitímetro (nF ou  $\mu$ F).

### 2 – Símbolos dos principais componentes eletrônicos

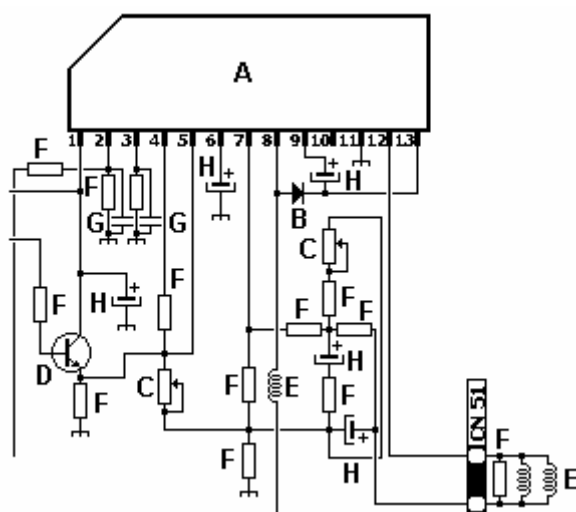
COMPONENTE	SÍMBOLO OU SÍMBOLOS	ASPECTO FÍSICO
RESISTOR		
TRIMPOT E POTENCIÔMETRO		
CAPACITOR ELETROLÍTICO		
CAPACITOR COMUM		 POLIÉSTER CERÂMICOS
BOBINA OU INDUTOR		
TRANSFORMADOR OU TRAFÓ		
DIODO COMUM		
LED		
TRANSISTOR		

Veja abaixo os símbolos de outros componentes que não estão na tabela:



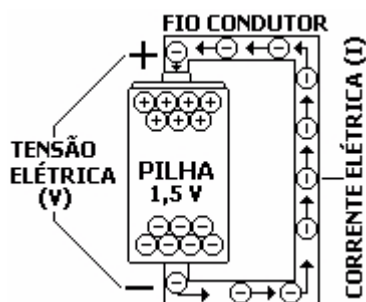
### Exercício 01

Abaixo vemos o circuito vertical de um televisor. Cada componente tem uma letra. Coloque o nome para cada componente ao lado do circuito:



- A - \_\_\_\_\_  
 B - \_\_\_\_\_  
 C - \_\_\_\_\_  
 D - \_\_\_\_\_  
 E - \_\_\_\_\_  
 F - \_\_\_\_\_  
 G - \_\_\_\_\_  
 H - \_\_\_\_\_

### 3 – Corrente – Tensão – Resistência elétrica



**a – Corrente elétrica ( I )** – É o movimento ordenado de cargas elétricas. A unidade de medida da corrente elétrica é o **AMPÈRE (A)**. Porém muitos circuitos eletrônicos funcionam com correntes menores que 1 A. Neste caso usamos o **MILIAMPÈRE (mA)** e o **MICROAMPÈRE (μA)**. 1 mA = 0,001 A e 1 μA = 0,000.001 A.

**b – Tensão elétrica ( V )** – É a diferença de cargas entre os pólos da pilha ao lado. A tensão elétrica é medida em **VOLT (V)**. A tensão age como uma força que faz a corrente elétrica passar pelo circuito. A tensão da pilha é de 1,5 V, a da bateria de carro é 12 V e a da rede elétrica é 110 ou 220 V.

**c – Resistência elétrica ( R )** – É a dificuldade oferecida pelos materiais à passagem da corrente elétrica. A resistência é medida em **OHM (Ω)**. No desenho acima a resistência é oferecida pelos átomos do cobre, porém este material, devido à sua baixa resistência, é chamado de **condutor**. Os de resistência média são **semicondutores** e os de alta resistência são **isolantes**.

**d – Resistor** – É o componente formado por um material mau condutor (grafite, níquel-cromo ou filme metálico) usado para diminuir a corrente e a tensão em determinados pontos do circuito. O resistor também é medido em **OHM (Ω)**.

## Exercício 02

**Relacione as duas colunas:**

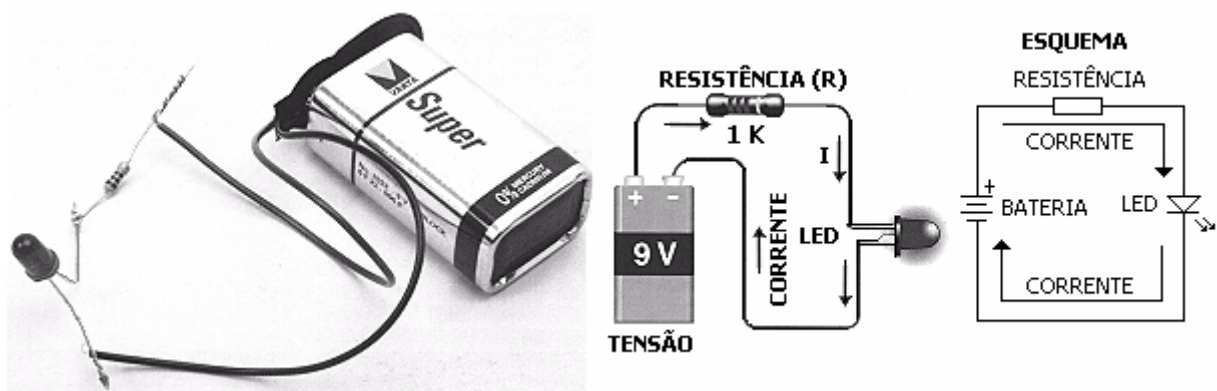
- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| ( A ) Tensão      | (   ) $\Omega$ |
| ( B ) Corrente    | (   ) V        |
| ( C ) Resistência | (   ) A        |

### 4 – Lei de Ohm

Através dela é possível saber o valor da corrente que circula por um resistor:  $I = V/R$ . Por exemplo, se um resistor de  $10 \Omega$  é ligado numa fonte de 6 V, a corrente que passará por ele será:  $I = 6/10 = 0,6 \text{ A}$  ou **600 mA**.

### 5 – Circuito elétrico

É o caminho completo para a circulação de corrente elétrica. Abaixo vemos um circuito simples formado por uma bateria ligada num LED e um resistor:



## Exercício 03

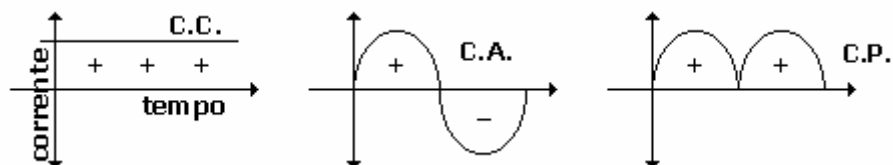
**No circuito acima a bateria é de 9 V. O LED dá uma queda de tensão de 1,5 V. O resistor do circuito é de 1 K. Usando a Lei de Ohm, calcule a corrente que circula pelo LED** \_\_\_\_\_

### 6 – Tipos de corrente elétrica

**a - Corrente contínua (CC ou DC)** – Mantém sempre o mesmo valor e o sentido, sendo representada por uma linha reta. É produzida por tensão contínua de pilhas, baterias e fontes de alimentação.

**b - Corrente alternada (CA ou AC)** – Muda de valor e de sentido no decorrer do tempo. É fornecida pela tensão alternada da rede elétrica.

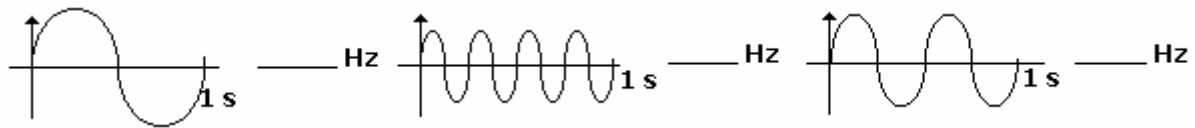
**c - Corrente pulsante (CP)** – Só muda de valor. Este tipo normalmente é obtido pela retificação da corrente alternada. Veja a representação dos tipos de correntes:



**d - Frequência** – É a quantidade de vezes que a C.A. muda de valor e de sentido por segundo. É medida em **HERTZ (Hz)**. A frequência da rede elétrica é 60 Hz.

### Exercício 04

**Indique a frequência das correntes abaixo:**



### 7 – Potência elétrica

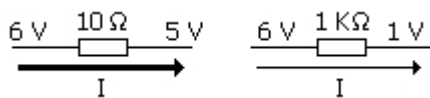
É a quantidade de energia elétrica consumida por um aparelho ou circuito por segundo. A potência é medida em **WATT (W)**. Ela nos dá idéia do gasto de energia de um aparelho. Por exemplo: um ferro de solda de 60 W gasta mais energia elétrica que um de 30 W. Logo o ferro de 60 W aquece bem mais que o de 30 W. Para saber a potência elétrica de um aparelho eletrônico basta multiplicar a tensão que ele funciona pela corrente elétrica que passa pelo mesmo.  $P = V \times I$

### Exercício 05

**Um rádio do Paraguai veio com a seguinte indicação: 15 W PMPO. Ele funciona com 4 pilhas (6 V) e com o volume no máximo a corrente chega a 0,5 A. Qual a verdadeira potência consumida por ele?** \_\_\_\_\_

### 8 – Estudo dos resistores

Como já vimos os resistores têm como função reduzir a corrente elétrica e a tensão em vários pontos do circuito, como vemos abaixo. São feitos de materiais maus condutores tais como grafite, níquel-cromo e filme metálico.



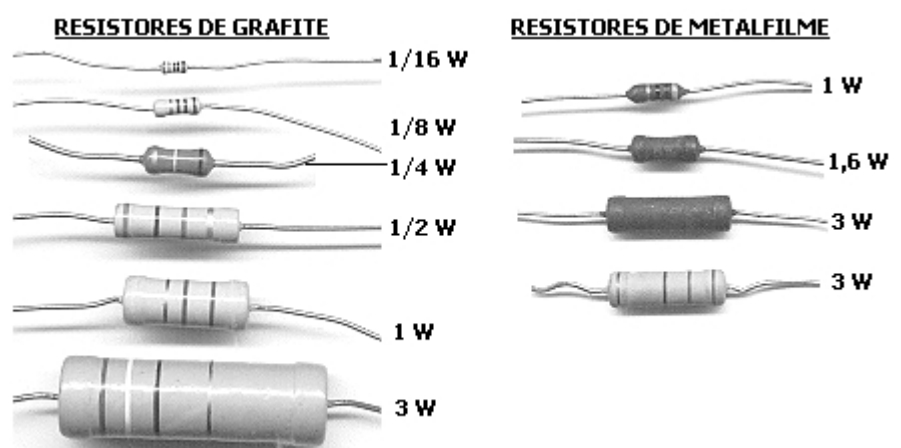
Quanto maior o valor do resistor, menor a corrente no circuito e maior a queda de tensão proporcionada por ele.

### **Características dos resistores**

**a – Resistência elétrica** - Valor em ohms indicado no corpo através de anéis coloridos ou números.

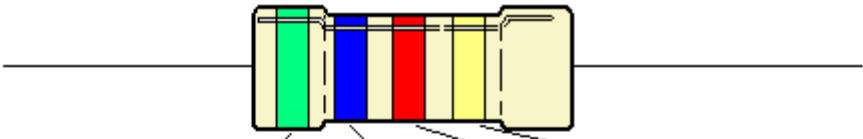
**b – Tolerância** - Indicada em % é a maior diferença entre o valor indicado e o valor real da peça. Exemplo: um resistor de 100 Ω e 5% pode ter seu valor entre 95 e 105 Ω;

**c – Potência nominal** - Máximo de calor suportado pela peça. A potência nominal depende do tamanho da peça. Para os resistores de grafite temos as potências de 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1 e 3 W. Os de metalfilme são de 1/3, 1/2, 1, 1.6, 2 e 3W. Os de fio vão de 2 a 200 W.



## 9 - Código de cores e leitura de resistores

Os resistores de grafite e metalfilme possuem anéis coloridos no corpo para indicar seu valor em Ohms ( $\Omega$ ). Veja abaixo a tabela do código de cores usada para a leitura destes resistores:



<u>COR</u>	<u>1ª FAIXA</u> <u>NÚMERO</u>	<u>2ª FAIXA</u> <u>NÚMERO</u>	<u>3ª FAIXA</u> <u>ZEROS</u>	<u>4ª FAIXA</u> <u>TOLERÂNCIA</u>
PRETO	—	0	—	—
MARROM	1	1	0	1%
VERMELHO	2	2	00	2%
LARANJA	3	3	000	—
AMARELO	4	4	0000	—
VERDE	5	5	00000	—
AZUL	6	6	000000	—
VIOLETA	7	7	—	—
CINZA	8	8	—	—
BRANCO	9	9	—	—
OURO	—	—	X 0,1	5%
PRATA	—	—	X 0,01	10%

**Conversão de unidade:** Quando o valor de um resistor é maior que 1000  $\Omega$ , usamos os múltiplos **KILO (K)** e **MEGA (M)**. Veja os exemplos abaixo:

2.000 $\Omega$  = **2K**; 10.000.000  $\Omega$  = **10M**; 6.800 $\Omega$  = **6K8**

### Exercício 06

Indique o valor dos resistores abaixo:



  
 MARROM VERDE VERMELHO      AZUL CINZA PRETO      LARANJA BRANCO MARROM



  
 MARROM CINZA PRETO      VERMELHO VERMELHO VERDE      AMARELO VIOLETA LARANJA

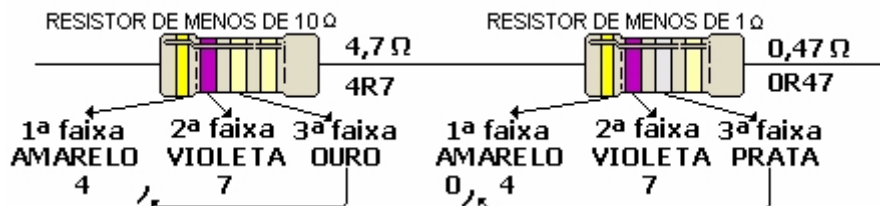


  
 MARROM PRETO AMARELO      CINZA VERMELHO VERMELHO      MARROM PRETO PRETO

## Aula 2 – Soldagem, multímetro e mais resistores

### 1 – Leitura de resistores especiais e potenciômetros

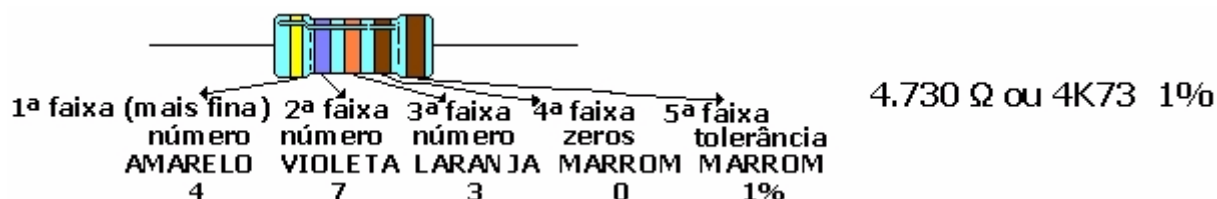
**a – Resistores de baixo valor (menores que 10  $\Omega$ )** - Estes tipos tem a 3ª listra do corpo ouro ou prata.



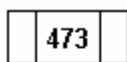
Ao lado vemos o exemplo de dois resistores deste tipo. Quando a 3ª listra é ouro, divida o valor das duas primeiras

por 10 e quando é prata divida por 100.

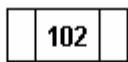
**b - Resistores de precisão (5 e 6 faixas)** - A leitura começa pela faixa mais fina. O código é o mesmo. Abaixo vemos como é feita a leitura:



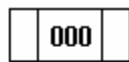
**c – Resistores SMD** – A leitura é indicada no corpo através de um número. O terceiro algarismo é o número de zeros a ser acrescentado aos primeiros. Observe:



RESISTOR DE  
47.000 OHMS  
OU 47 K



RESISTOR DE  
1.000 OHMS  
OU 1K



JUMPER (FIO)



### Exercício 07

**Indique o valor dos resistores abaixo:**



MARROM PRETO OURO



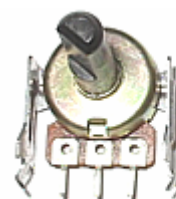
VERMELHO VERMELHO PRATA



Vermelho Vermelho Marrom Marrom

**d - Valores padronizados de resistores de grafite** - São os valores encontrados no mercado: 1 – 1,1 – 1,2 – 1,3 – 1,5 – 1,8 – 2 – 2,2 – 2,4 – 2,7 – 3 – 3,3 – 3,9 – 4,3 – 4,7 – 5,1 – 5,6 – 6,2 – 6,8 – 7,5 – 8,2 – 9,1 e os múltiplos e sub múltiplos de 10 de cada valor destes até 10 M.

**e - Potenciômetros** - São resistores cuja resistência pode ser alterada girando um eixo que move um cursor de metal sobre uma pista de grafite. Alguns deles não têm eixo, sendo chamados de **trimpot**. Ao lado vemos estes componentes:



POTENCIÔMETRO



TRIMPOT

## 2 – Técnicas de soldagem

**a – Adquirindo boas ferramentas** – Quanto ao ferro de solda, deve ser de 30 ou 40 W ponta fina. Os melhores são: **Hikary, Weller, etc.** A solda deve ser de boa qualidade. As melhores são: **Best, Cobix, Cast, etc.** O sugador deve ter boa pressão. Os melhores são: **AFR, Ceteisa, etc.**

**b - Ferro de solda** – É uma ferramenta contendo um fio de níquel-cromo dentro de um tubo de ferro galvanizado ou latão. Esta parte é a **resistência** do ferro. Dentro da resistência vai encaixada uma ponta de cobre recoberta com uma proteção metálica. Ao ligar o ferro na rede, passa corrente pela resistência e esta aquece a ponta até a temperatura adequada para derreter a solda. Abaixo vemos esta ferramenta:

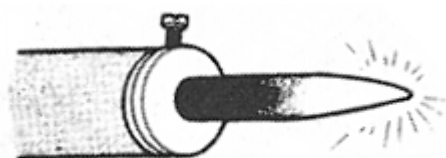


FERRO DE SOLDA DE 30 W

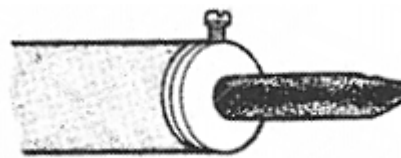


FERRO DE SOLDA DE 40 W

**c - Limpeza da ponta do ferro** – Quando ligamos o ferro pela primeira vez sai uma fumaça. Esta é a resina que recobre a resistência. Isto é normal. À medida que ele esquenta devemos derreter solda na sua ponta. Esta operação chama-se **estanhagem da ponta**. Abaixo vemos como deve ficar a ponta do ferro:



CERTO - PONTA BRILHANTE DA COR DA SOLDA



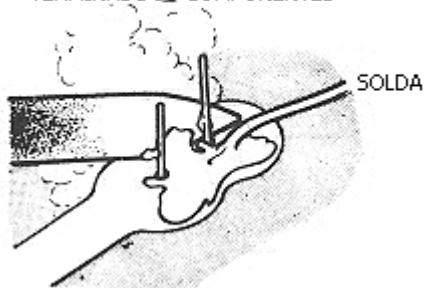
ERRADO - PONTA SUJA NÃO VAI ADERIR SOLDA

Com o ferro quente, após algum tempo de uso, sua ponta começa a ficar suja. Para limpá-la usamos uma esponja de aço tipo “Bom-bril” ou uma esponja vegetal daquelas que vem no suporte do ferro, conforme observamos ao lado: É só passar a ponta do ferro sobre a esponja úmida e após isto colocar um pouco de solda na ponta. **NÃO SE DEVE NUNCA LIMAR OU LIXAR A PONTA, POIS ISTO ACABA COM ELA.**



**d - Operação correta de soldagem** – Abaixo vemos a forma correta de se aplicar solda numa trilha da placa de circuito impresso e descrevemos o procedimento:

A PONTA ENCASTA NA TRILHA E NO TERMINAL DOS COMPONENTES



solda numa trilha da placa de circuito impresso e descrevemos o procedimento:

**d.1** – Segure o ferro pelo cabo de madeira ou plástico da mesma forma que seguramos o lápis ou caneta para escrever;

**d.2** – Limpe e estanhe a ponta do ferro;

**d.3** – Espere até o ferro estar na temperatura de derreter a solda;

**d.4** – Encoste a ponta ao mesmo tempo na trilha e no terminal da peça. Faça uma ligeira pressão e

não mova a ponta do lugar;

**d.5** – Aplique solda apenas na trilha na região do terminal do componente;

**d.6** – Retire rapidamente a ponta e a solda deverá ficar brilhante. É claro que isto também dependerá da qualidade da solda usada.

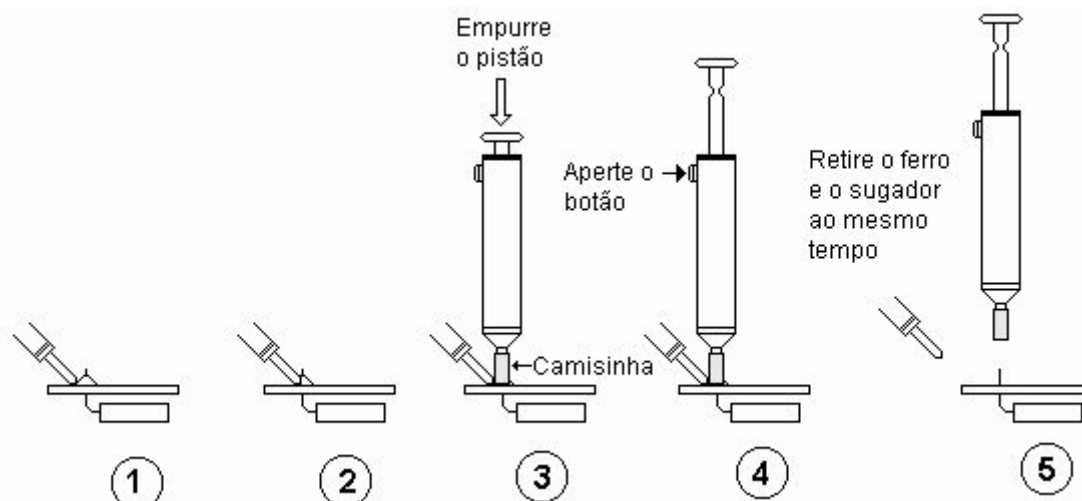


### 3 – Sugador de solda

É a ferramenta usada para retirar a solda dos componentes nos circuitos. É formada por um pistão impulsionado por uma mola dentro de um tudo de plástico ou metal. Quando o pistão volta a sua posição, a solda é aspirada para dentro de um tudo. Veja abaixo um excelente sugador da AFR com uma camisinha de borracha no bico:



**Como usar corretamente um sugador de solda** - Abaixo vemos a sequência para aplicar o sugador de solda e retirar um componente da placa:



**1** - Encoste a ponta do ferro na solda que vai ser retirada. O recomendável aqui é colocar um pouco mais de solda no terminal do componente. Isto facilita a dessoldagem;

**2** - Derreta bem a solda no terminal do componente;

**3** - Empurre o embolo (pistão) do sugador e coloque-o bem em cima da solda na posição vertical, sem retirar o ferro;

**4** - Aperte o botão, o pistão volta para a posição inicial e o bico aspira a solda para dentro do sugador;

**5** - Retire o ferro e sugador ao mesmo tempo. Agora o componente está com o terminal solto. Se ficar ainda um pouco de solda segurando o terminal, coloque mais e repita a operação.

### 4 – O multímetro ou multitest

É o aparelho usado basicamente para medir corrente, tensão e resistência elétrica. A função do multímetro é escolhida pela chave **AMPERÍMETRO (DCmA)** ou **(DCA)** – Para medir corrente contínua, **VOLTÍMETRO (DCV)** – Para medir tensão contínua, **ACV** – Para medir tensão alternada e **OHMÍMETRO ( $\Omega$ )** – Para medir resistência e testar componentes.



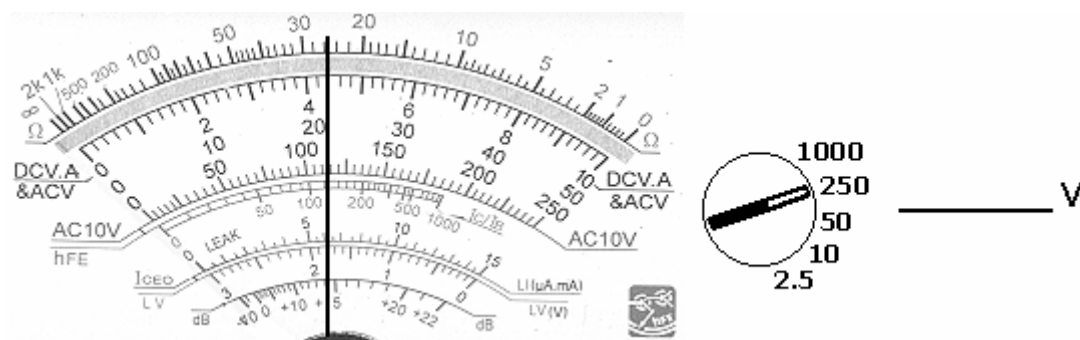
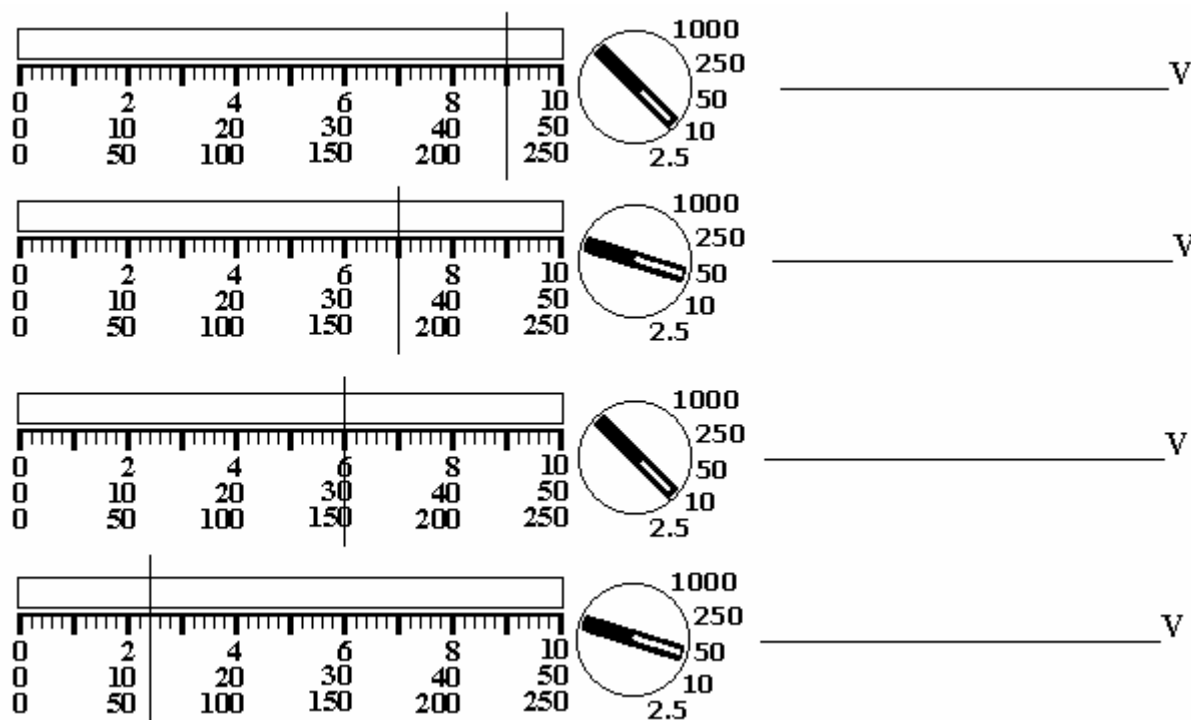


**a – Como medir tensão contínua** – Coloque a chave do multímetro na função de DCV, escolha a escala mais próxima a cima da tensão a ser medida, ponta vermelha no ponto de maior tensão e a preta no de menor tensão. Veja abaixo:

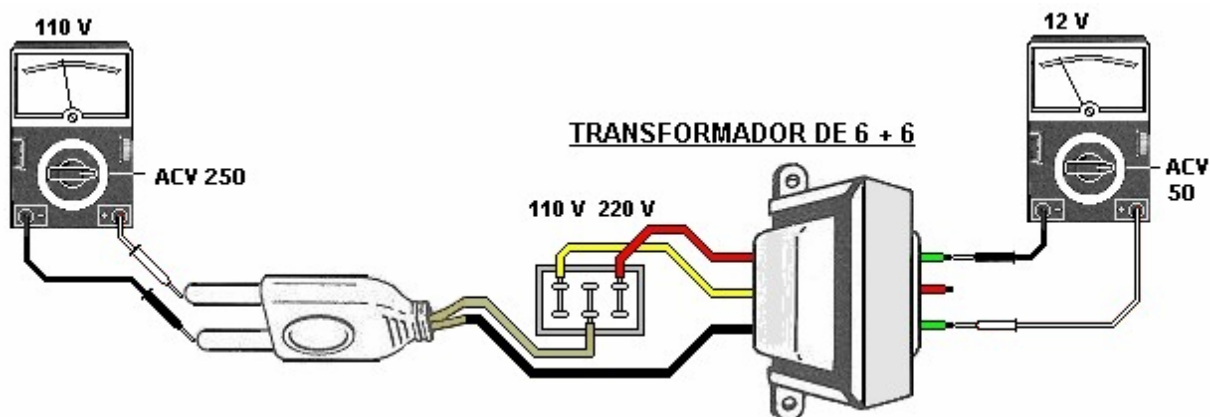


### **Exercício 08**

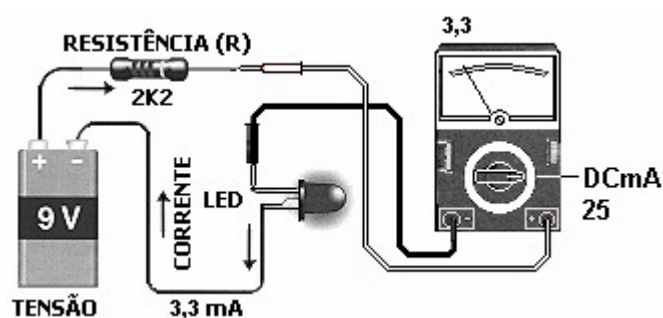
**Indique a tensão medida pelos multímetros abaixo:**



**b – Como medir tensão alternada** – Coloque na função de ACV, escala mais próxima acima da tensão, porém não há polaridade para colocar as pontas. A leitura é da mesma forma que a função DCV. Veja como medir a tensão AC num trafo:



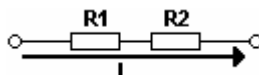
**c – Como medir corrente elétrica** – Aqui é um pouco mais difícil. Coloque na função DCmA ou DCA. Corte uma parte do circuito. Coloque o multímetro em série, com a ponta vermelha mais próxima do +B. a medida de corrente não é usada nos consertos, devido ao trabalho de interromper o circuito e aplicar as pontas. Veja ao lado o procedimento:



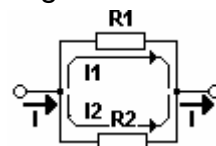
## 5 – Associações de resistores

A associação é a ligação feita entre vários resistores para se obter um determinado valor de resistência para o circuito. Podem ser ligados em série, paralelo ou misto.

**a – Associação em série** – É aquela na qual todos estão no mesmo fio, um após o outro, como vemos ao lado. **Neste circuito a corrente é a mesma em todos e a tensão se divide entre eles. A resistência equivalente é a soma dos valores:**  
 $R_t = R_1 + R_2$

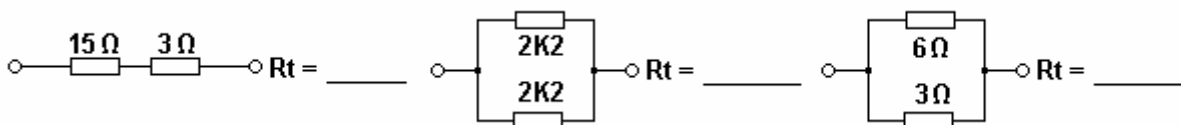


**b – Associação em paralelo** – É aquela na qual os resistores são ligados um ao lado do outro, aos mesmos pontos. **A corrente se divide entre eles e a tensão é a mesma em todos. Se os dois resistores tiverem o mesmo valor, a resistência equivalente é a divisão de um deles pela quantidade de peças:  $R_t = R/n$ , onde n é a quantidade de resistores em paralelo. Se forem diferentes, divida o produto pela soma dos valores:  $R_t = R_1 \times R_2 / R_1 + R_2$ .**



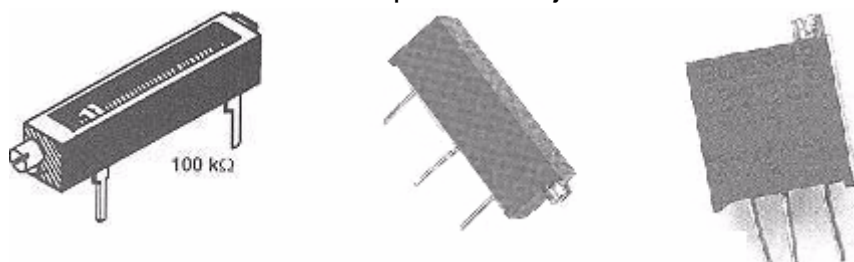
### Exercício 09

**Indique o valor das seguintes associações:**



## 6 – Outros tipos de resistores

**a – Potenciômetros multivoltas** - Tem o corpo compridinho e um eixo tipo sem-fim. Girando este eixo, ele varia a resistência bem devagar. É usado em circuitos onde o ajuste da resistência deve ser bem preciso. Veja abaixo:



**b - Varistor** – É um resistor especial que diminui a sua resistência quando a tensão nos seus terminais aumenta. É usado na entrada de força de alguns aparelhos, protegendo-os de um aumento de tensão da rede elétrica. Quando a tensão nos terminais ultrapassa o limite do componente, ele entra em curto, queima o fusível e desliga o aparelho.



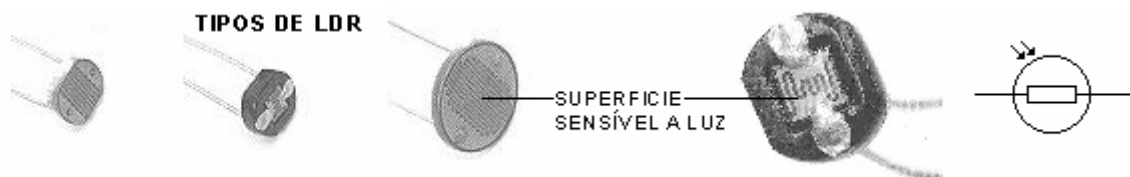
**c - Termistor** – Este tipo de resistor varia a resistência com a temperatura. Existem os termistores positivos (PTC) que aumentam a resistência quando esquentam e os negativos (NTC) que diminuem a resistência quando esquentam. É usado em circuitos que requerem estabilidade mesmo quando a temperatura de operação aumenta.



**d - Barra de resistores** - São vários resistores interligados dentro de uma única peça, tendo um terminal comum para todos. É usado em circuitos que requerem economia de espaço. Também pode ser chamado de resistor package (pacote de resistores).



**e - Fotorresistores** - Também chamados de **LDR**, variam a resistência de acordo com a luz incidente sobre ele. Quanto mais claro, menor é a sua resistência. São usados em circuitos sensíveis a iluminação ambiente.

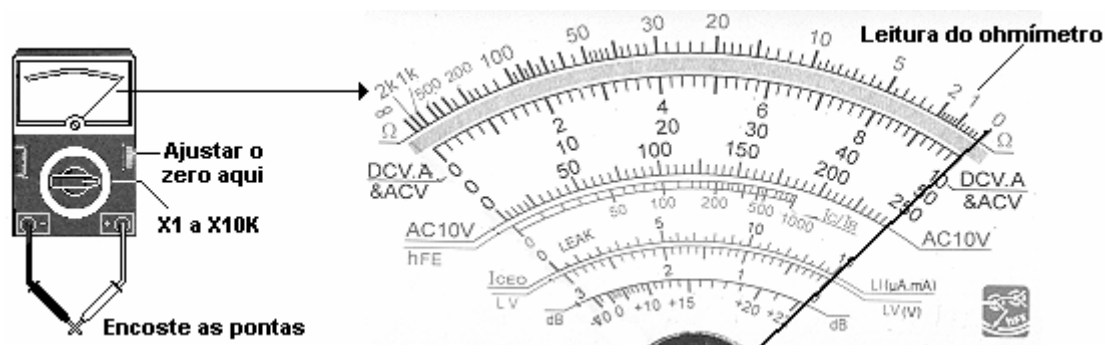


## Aula 3 – Capacitor, ohmímetro e teste de resistores

### 1 – Uso do ohmímetro

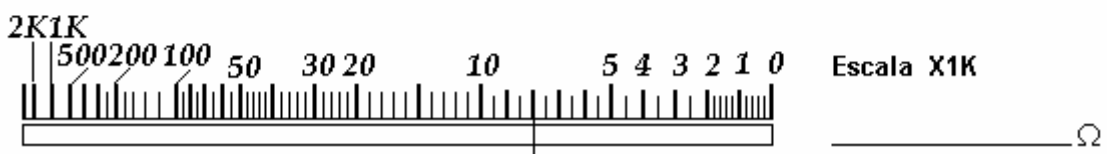
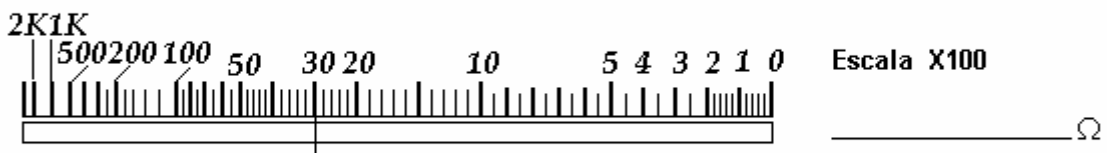
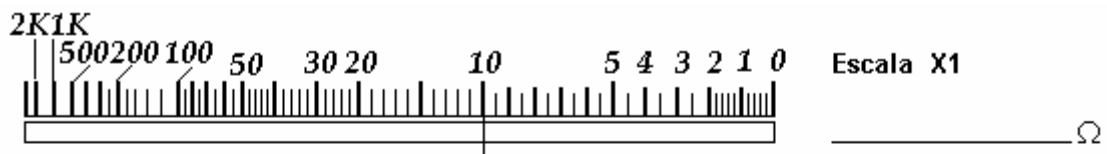
**a – Como saber se o ohmímetro está com a escala queimada** – Coloque na escala de X1 e segure as pontas pela parte metálica sem encostá-las. Se o ponteiro mexer, a escala de X1 está com o resistor interno queimado (geralmente de 18  $\Omega$ ). Faça a mesma coisa na escala de X10 (resistor desta escala em torno de 200  $\Omega$ ).

**b - Leitura do ohmímetro** - Para usar o ohmímetro, devemos ajustar o ponteiro sobre o zero através do potenciômetro na escala que for usada (X1, X10, X100, X1K e X10K). Se o ponteiro não alcançar o zero, é porque as pilhas ou baterias estão fracas. Na leitura acrescentamos os zeros da escala que estiver a chave. Abaixo vemos como deve ser zerado o ohmímetro:



### Exercício 10

**Identifique o valor indicado em cada painel abaixo:**

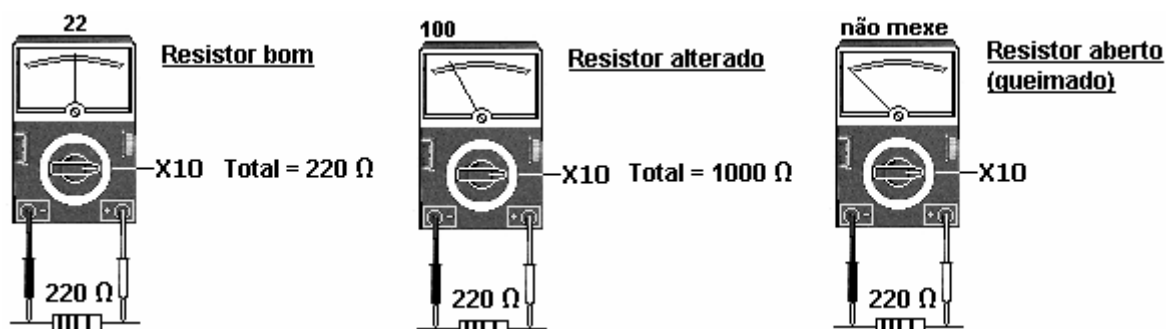


## 2 – Teste de resistores

**a – Fora do circuito** - Usar uma escala adequada ao valor da peça, zerar o multímetro e medir. A leitura deve estar próxima ao valor indicado no corpo dele. Abaixo temos duas regras para escolher a escala:

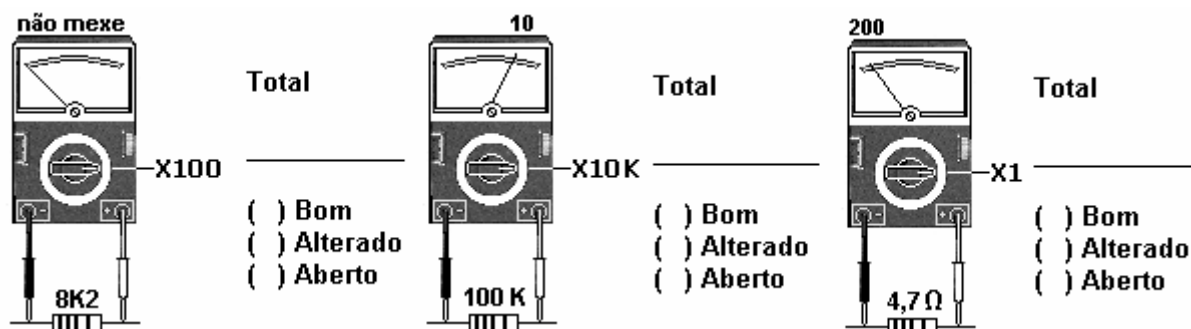
Valor do resistor	3ª Listra do corpo
	PRETA – X1
Abaixo de 1K – X1 ou X10	MARROM – X10
Entre 1K e 100K – X100 ou X1K	VERMELHA – X100
Acima de 100K – X10K	LARANJA - X1K
	AMARELO – X10K

Veja um exemplo do teste dos resistores abaixo:



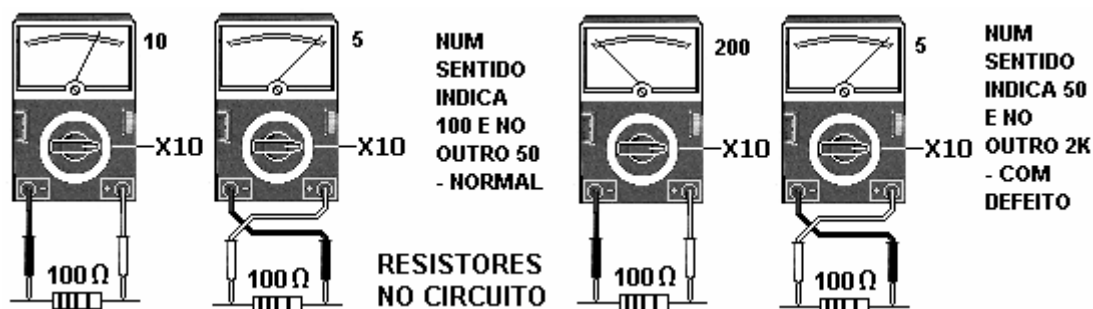
### Exercício 11

Indique abaixo o estado dos seguintes resistores:



No multímetro digital a escala deve ser a mais próxima acima do valor do resistor.

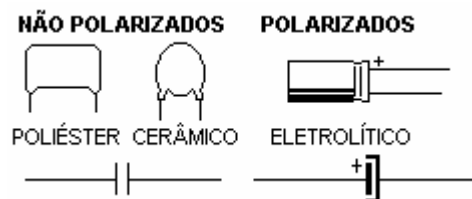
**b – No circuito** – Escolha uma escala apropriada a ele como se estivesse fora do circuito e meça nos dois sentidos. Se em pelo menos um sentido a leitura for maior que o valor indicado no corpo, o resistor está com defeito (aberto ou alterado). Veja:



### 3 – Estudo dos capacitores

O **capacitor** é formado por duas placas condutoras separadas por um isolante chamado **dielétrico**. As placas servem para armazenar cargas elétricas e o dielétrico dá o nome ao capacitor (cerâmica, poliéster, etc.). Em eletrônica há dois tipos de capacitores fixos: **polarizados (eletrolíticos)** e **não polarizados**.

Veja ao lado:



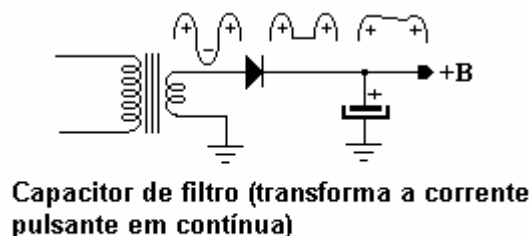
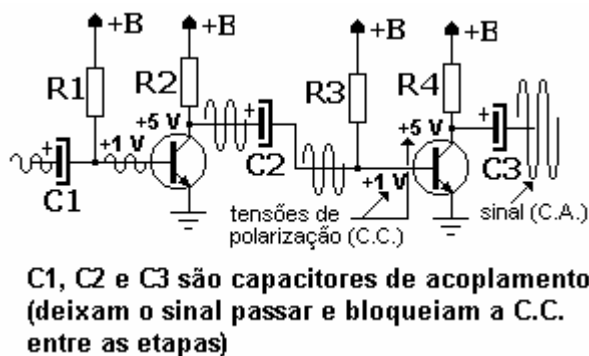
**a – Funcionamento do capacitor** - Aplicando tensão nos terminais do capacitor, ele armazena cargas elétricas (negativas numa placa e positivas na outra). Enquanto o capacitor está carregando, passa uma corrente no circuito chamada **corrente de carga**. Quando o capacitor já está carregado não circula mais corrente. Para descarregar o capacitor, basta ligar um terminal no outro e a corrente que passa chama-se **corrente de descarga**. Abaixo vemos o princípio de funcionamento:



**b – Capacitores mais usados atualmente nos equipamentos** – São os eletrolíticos (polarizados), os de cerâmica e os de poliéster (não polarizados):



**c – Funções dos capacitores nos circuitos** - Os capacitores podem ser usados como **filtro** de fonte de alimentação, transformando corrente pulsante em contínua e também servem como **acoplamento** ou **desacoplamento**, **bloqueando a C.C. e deixar passar apenas C.A.** Quanto maior o valor do capacitor ou a frequência da C.A., mais fácil para passar pelo capacitor. Veja alguns exemplos abaixo:



Capacitor de filtro (transforma a corrente pulsante em contínua)



**d - Características principais dos capacitores** – São: a **capacitância**, ou seja, a sua capacidade em armazenar mais ou menos cargas elétricas e a **tensão de trabalho ou isolamento**, ou seja, a máxima tensão que podemos aplicar ao capacitor sem estourá-lo. A capacitância é medida em **FARAD (F)**, porém esta unidade é muito grande e na prática são utilizadas seus submúltiplos **MICROFARAD (μF)**, **NANOFARAD (nF ou KpF)** E O **PICOFARAD (pF)**.

#### 4 – Leitura dos capacitores

##### a - Unidades de medida e conversão de uma unidade para outra

**a.1 - Microfarad (μF)** – É a maior unidade, sendo usada nos capacitores de alto valor (eletrolíticos)

**a.2 - Nanofarad (nF ) ou (KpF)** – É mil vezes menor que o μF, sendo usada nos capacitores comuns de médio valor.

**a.3 - Picofarad (pF)** – É um milhão de vezes menor que o μF, sendo usada nos capacitores comuns de baixo valor.

Como a relação entre elas é mil, é só levar a vírgula três casas para a esquerda ou para a direita:

Exemplos:  $0,027\mu F = 27\text{ nF}$  ;  $2200\text{pF} = 2,2\text{ nF}$  ;  $10\text{ nF} = 0,01\mu F$  ;  $0,47\mu F = 470\text{ nF}$

#### Exercício 12

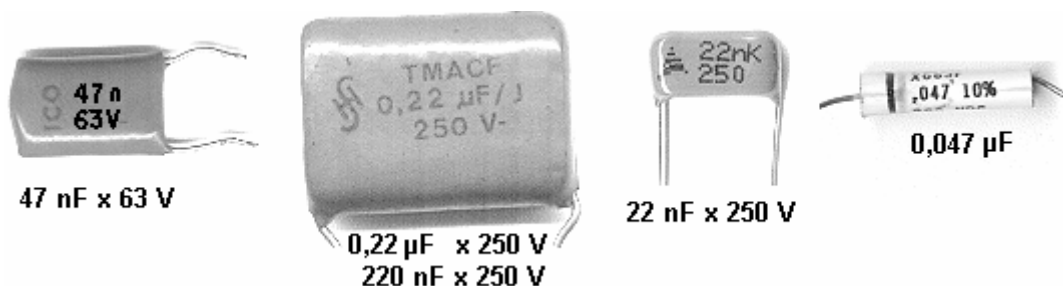
**Converta o valor dos capacitores para a unidade indicada em cada caso:**

$3,3\text{nF} = \underline{\hspace{1cm}}\text{pF}$  ;  $0,1\mu F = \underline{\hspace{1cm}}\text{nF}$  ;  $0,22\mu F = \underline{\hspace{1cm}}\text{nF}$  ;  $8200\text{pF} = \underline{\hspace{1cm}}\text{nF}$

**b - Leitura de capacitores eletrolíticos** – Este tipo é fácil de identificar o valor, pois ele já vem indicado direto no corpo em **μF**, assim como sua tensão de trabalho em Volts. Às vezes pode vir no corpo dele dois números separados por uma barra. O primeiro é a capacitância e o segundo é a tensão. Veja alguns abaixo:



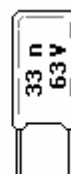
**c - Leitura de capacitores de poliéster** – Os capacitores comuns (poliéster, cerâmicos, styroflex, etc) normalmente usam uma regra para indicação do seu valor através do número indicado no seu corpo: Número menor que 1 = μF ; número maior de 1 = pF ; maior que 1 seguido da letra N = nF. Observe abaixo:



**IMPORTANTE** - A letra ao lado é a tolerância. **J = 5%**, **K = 10%** e **M = 20%**

### Exercício 13

Vamos ler os capacitores abaixo e passar para a unidade mais conveniente:




---

---

d - Leitura de capacitores de cerâmica – Alguns têm três números no corpo, sendo que o último é a quantidade de zeros a se juntar aos dois primeiros. Quando o 3º número for o “9”, ele significa vírgula:

#### CAPACITORES CERÂMICOS



121 = 120 pF



1n5 = 1,5 nF



102 = 1000 pF



5p6 = 5,6 pF

#### CAPACITOR DE POLIESTIROL - "STYROFLEX"



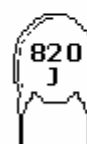
270K = 270 pF

### Exercício 14

Vamos ler os capacitores indicados abaixo:




---




---

e - Leitura dos capacitores “zebrinha” (antigos) – Usa o código de cores. Veja:

1º algarismo	2º algarismo	zeros	
preto	0	0	—
marrom	1	1	0
vermelho	2	2	00
laranja	3	3	000
amarelo	4	4	0000
verde	5	5	00000
azul	6	6	000000
violeta	7	7	
cinza	8	8	
branco	9	9	

tolerância

branco - 10%

preto - 20%

VALOR EM pF

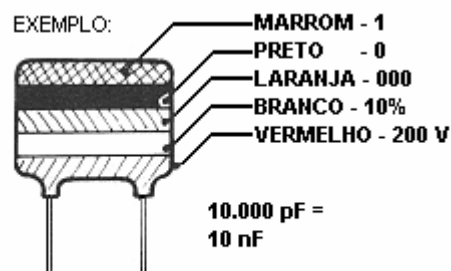
tensão

vermelho - 200 V

amarelo - 400 V

azul - 600 V

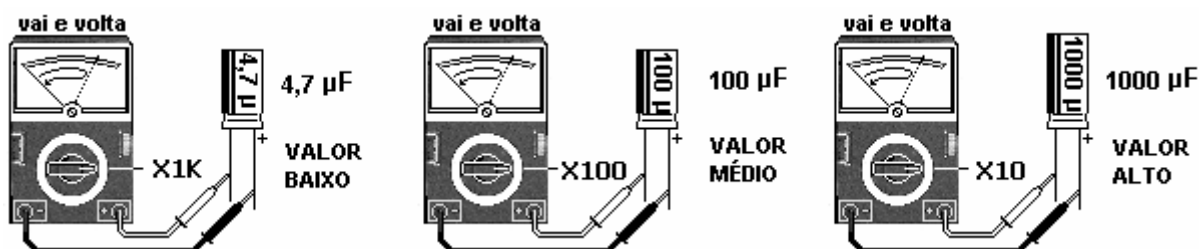
EXEMPLO:



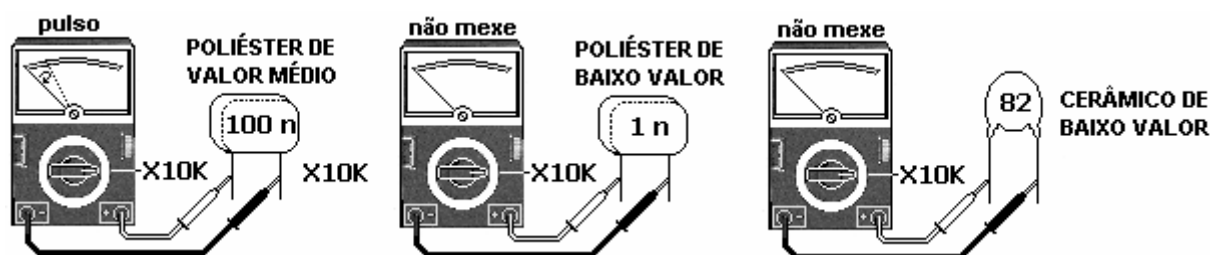
10.000 pF =  
10 nF

## 5 – Como testar os capacitores com o multímetro

**a - Capacitor eletrolítico** – Começar com a menor escala (X1) e medir nos dois sentidos. Aumente a escala até achar uma que o ponteiro deflexiona e volta. Quanto maior o capacitor, menor é a escala necessária. Este teste é apenas da carga e descarga do capacitor. Veja abaixo:



**b - Capacitor comum** – Em X10K, medir nos dois sentidos. No máximo o ponteiro dará um pequeno pulso se o capacitor tiver valor médio. Se tiver valor baixo o ponteiro não moverá. O melhor método de testar capacitor é medi-lo com o capacímetro ou trocá-lo.



## 6 – Como testar capacitores com o capacímetro

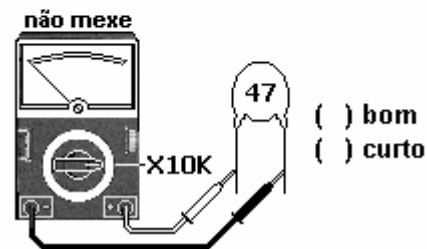
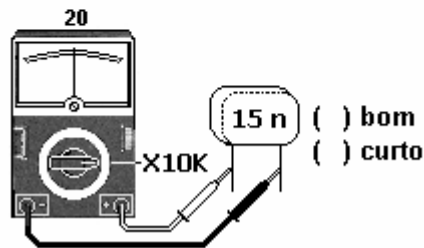
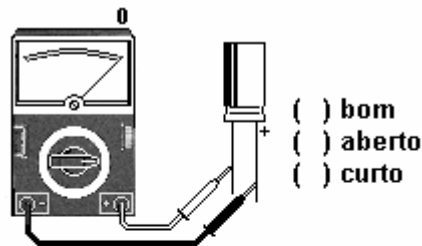
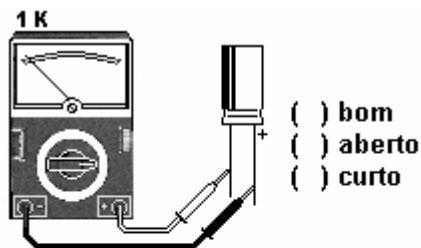
Descarregue o capacitor, tocando um terminal no outro, escolha uma escala mais próxima acima do seu valor (independente dele ser comum ou eletrolítico) e coloque nos terminais do capacímetro (ou nas ponteiros do mesmo se ele tiver). A leitura deverá ser próxima do valor indicado no corpo. Se a leitura for menor, o capacitor deve ser trocado. Veja este teste abaixo:



No caso dos capacitores eletrolíticos, podemos colocá-los no capacímetro em qualquer posição, conforme pode ser visto na figura acima.

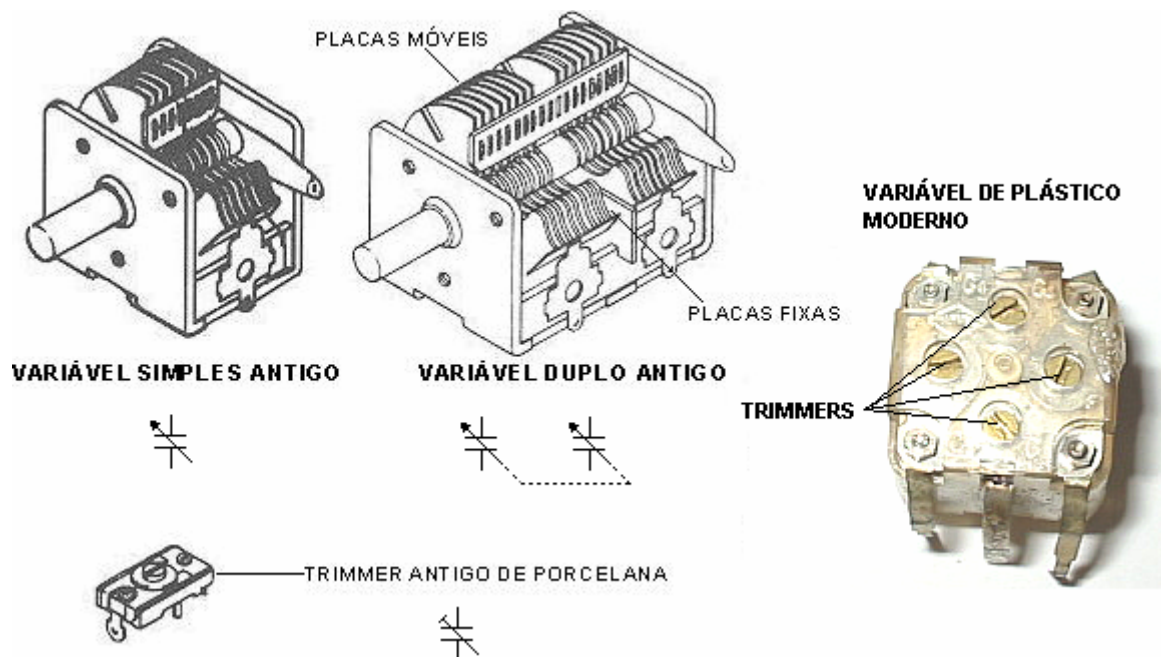
## Exercício 15

Indicar o estado dos capacitores abaixo:



## 7 – Capacitores Variáveis

São formados por placas metálicas móveis que se encaixam em placas fixas quando giramos um eixo. Desta forma ele muda a sua capacitância. Alguns tipos têm apenas uma fenda para ajuste com chave. São chamados de **trimmers**. Abaixo vemos estes componentes.



Os **variáveis** são usados nos rádios para sintonizar as estações. Os **trimmers** têm como função a calibração do rádio para receber as estações na posição correta e com volume alto. A maioria dos rádios usa variável quádruplo. Dois para AM (oscilador e sintonia) e dois para FM. Cada um tem um trimmer de calibração

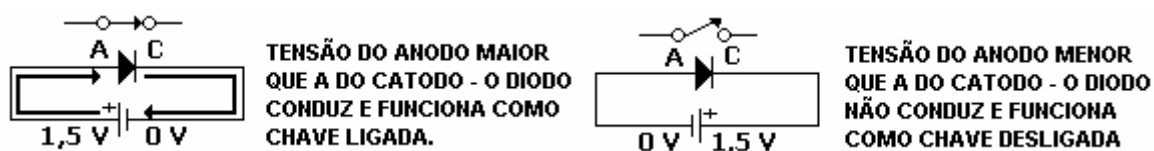
## Aula 4 – Diodos e transistores

### 1 – Estudo dos diodos

a - **Diodo comum** – O diodo é um componente formado por dois cristais semicondutores de germânio ou silício. Porém na fabricação, o semicondutor é misturado a outras substâncias formando assim um cristal do tipo **P (anodo)** e outro do tipo **N (catodo)**. Abaixo vemos os aspectos e o símbolo do diodo:

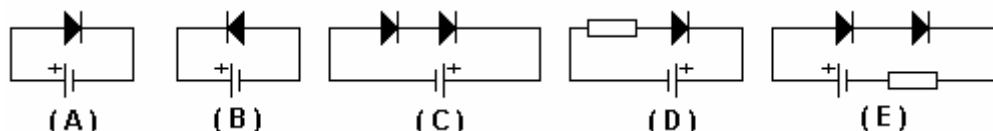


O diodo só conduz corrente elétrica quando a **tensão do anodo é maior que a do catodo**. Observe abaixo:



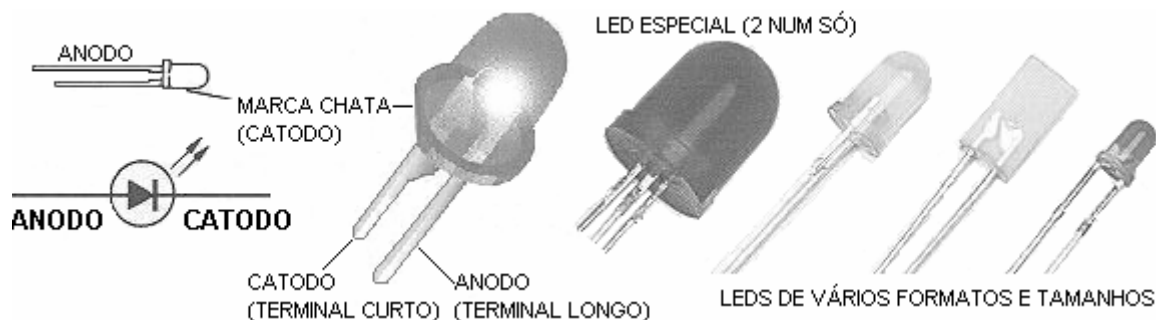
### Exercício 16

Indique em quais dos circuitos abaixo circula corrente elétrica:



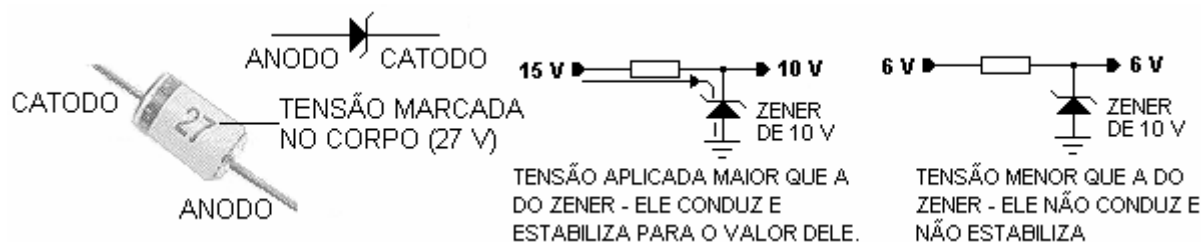
**Observação:** Um diodo conduzindo dá uma queda de tensão de **0,6 V**.

b - **LED (diodo emissor de luz)** – É um diodo especial feito de “arseneto de gálio”. Funciona da mesma forma que o diodo comum e acende quando diretamente polarizado. Porém para acender necessitam ao menos de 1,6 V. Veja abaixo:



Como o LED não suporta altas correntes, sempre há um resistor em série com ele.

**c - Diodo Zener** – É o único que pode conduzir corrente no sentido inverso, ou seja, com a tensão do catodo maior que a do anodo. Para ele conduzir nesta condição, a tensão aplicada nele deve ser igual ou maior que a indicada no seu corpo. Observe abaixo como ele estabiliza a tensão indicada no seu corpo dentro de certos limites:



O diodo Zener pode ser usado nos circuitos como **estabilizador** de tensão e em alguns casos como circuito de **proteção**. Conforme observado há um resistor ligado em série com ele para limitar a corrente a um valor adequado ao funcionamento.

**d - Diodo rápido** – Tem a capacidade de trabalhar comutando altas frequências. São usados em fontes de alimentação chaveadas. Fisicamente são parecidos com diodos comuns, mas costumam ter **RU**, **4F**, **BY** em seus códigos.

**e - Diodos de uso geral** – São aqueles que podem ser usados no lugar de muitos outros como os citados abaixo:

**Germânio** – 1N60, OA95, etc.

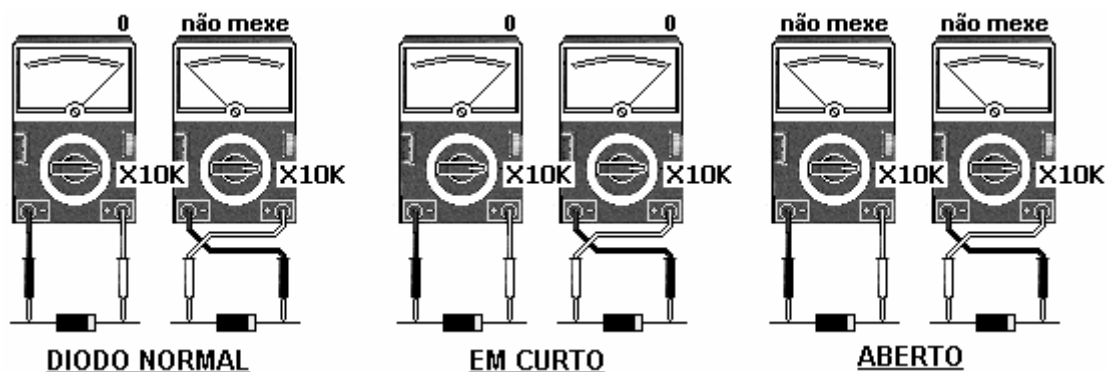
**Silício de baixa corrente (diodos de sinal)** – 1N4148, 1N4151, BAW62, etc.

**Silício de alta corrente (diodos retificadores)** – 1N4007, 1N5408, SKE 1/08 (1 A / 800 V), SKE 1/12, etc.

**Diodos rápidos** – BYV56, RU4Y, UF5404, SKE4F1/12, etc.

### c – Teste de diodos

Usar a maior escala (X10K ou X1K) e medir o diodo nos dois sentidos. O ponteiro só deve deflexionar num sentido. Como a ponta preta está ligada no positivo das pilhas, o ponteiro irá mexer com a preta no anodo. Observe abaixo:



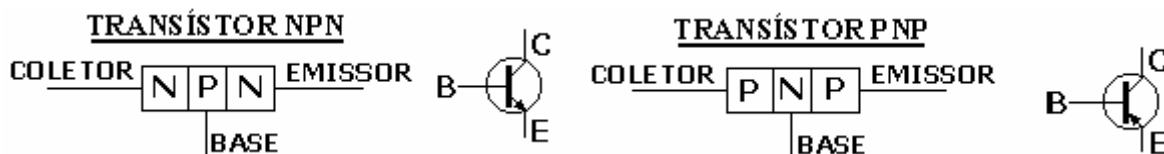
O teste visto acima é feito com o diodo fora do circuito. No circuito usamos a escala de X1 e medimos nos dois sentidos. O ponteiro deve mexer mais num sentido e menos no outro. Se o ponteiro mexer igual nos dois sentidos, devemos tirar o diodo e medi-lo fora do circuito em X10K.

**Com multímetro digital** – Usamos a escala  $\rightarrow$  e medimos nos dois sentidos. Num sentido ele indica alguma resistência e no outro nada (aparece apenas o número “1” no visor).



## 2 – Estudo dos transistores

O transistor é um componente formado por três cristais de silício, sendo dois **N** e um **P** ou dois **P** e um **N**. Abaixo vemos os tipos e símbolos dos transistores comuns usados em eletrônica (bipolares):

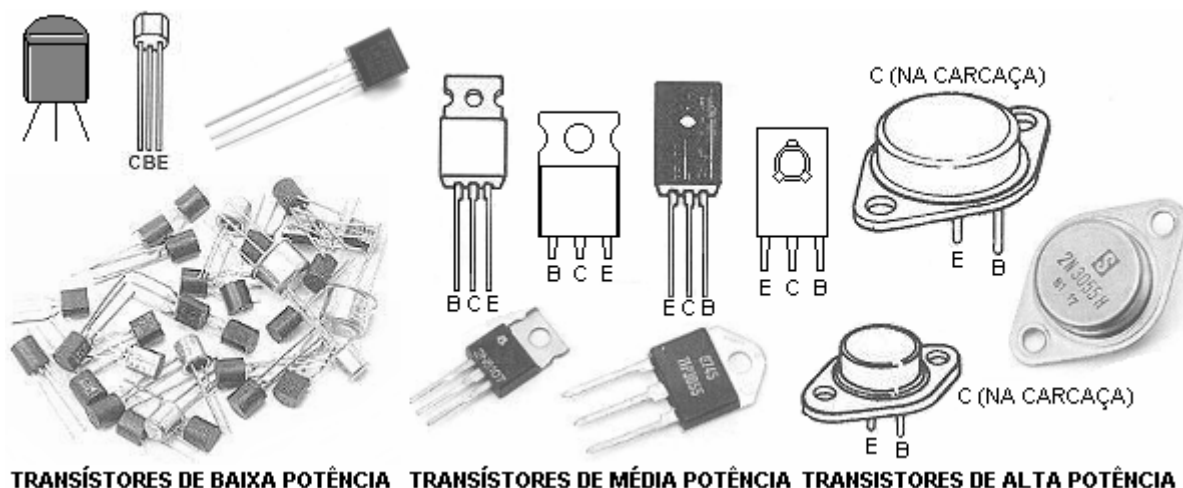


### a – Classificação dos transistores de acordo com a potência máxima:

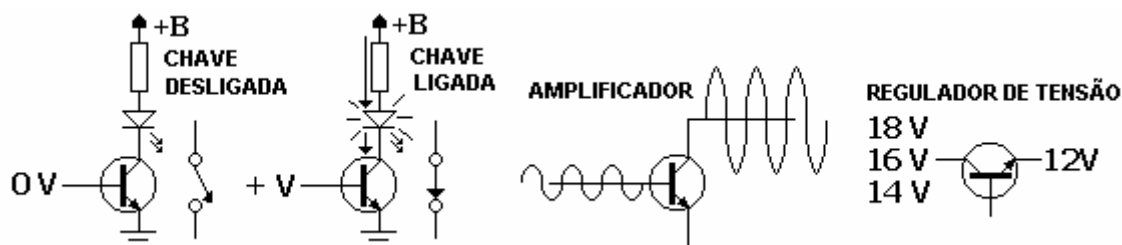
**a.1 – Transistores de baixa potência** – São os transistores pequenos que não suportam muito calor;

**a.2 – Transistores de média potência** – São maiores que os anteriores e muitos possuem um furo para serem parafusados num dissipador de calor;

**a.3 – transistores de alta potência** – São aqueles que têm o corpo grande próprios para suportarem altas temperaturas. Estes trabalham com dissipadores de calor. Veja abaixo alguns exemplos dos transistores citados:



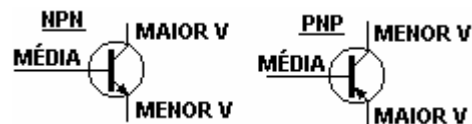
**b – Funções dos transistores nos circuitos** - Pode funcionar como **chave**, **amplificador de sinais** e **regulador de tensão**, como vemos abaixo:



**c – Polarização** - São as tensões contínuas aplicadas nos terminais do transistor para ele funcionar. A polarização do transistor NPN é o contrário do PNP.

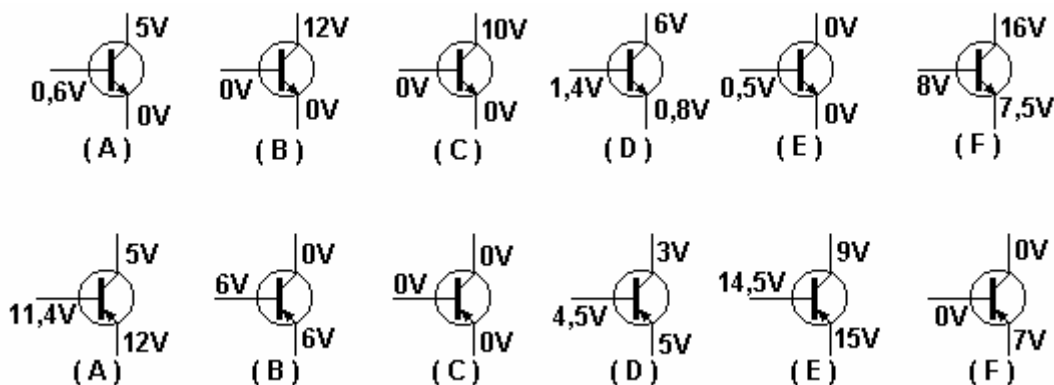
**c.1 - Polarização de um transistor NPN** – Tensão mais alta no **coletor**, média na **base** e mais baixa no **emissor**. A tensão da base é só um pouco maior que a do emissor (no máximo 0,8 V a mais).

**c.2 - do transistor PNP** – Funcionam com tensão mais alta no **emissor**, média na **base** e tensão mais baixa no **coletor**. Ao lado vemos a ordem das tensões para os dois tipos de transistores:

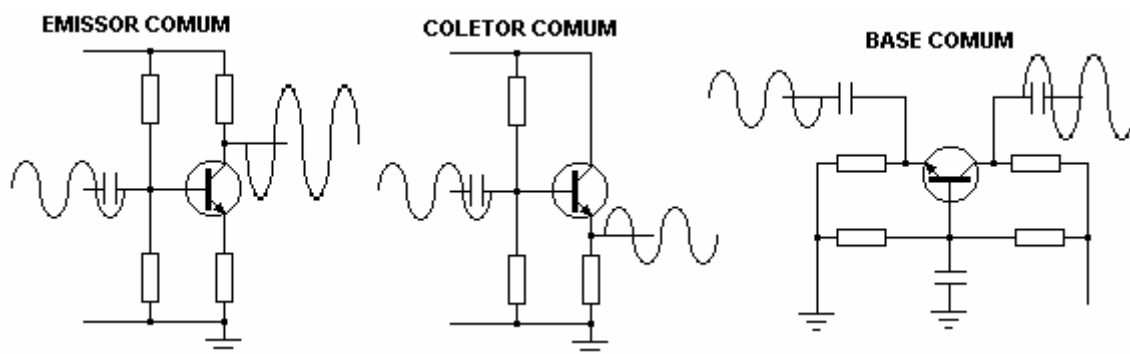


### Exercício 17

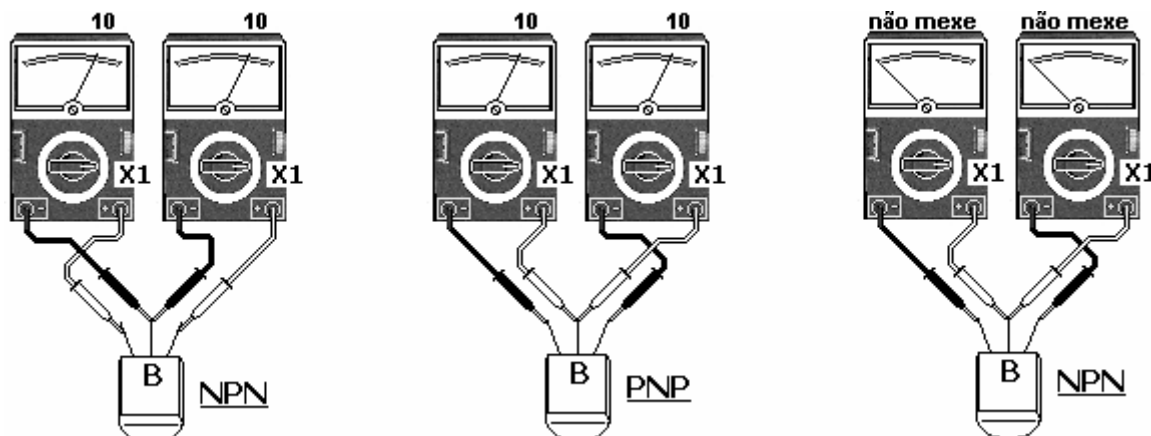
Marque um “x” nos transistores polarizados corretamente:



**d – Modos de ligar um transistor no circuito** – Um transistor funcionando como amplificador pode ser ligado no circuito de três formas diferentes: **emissor comum** – O sinal entra na base e sai amplificado no coletor, **coletor comum** – o sinal entra na base e sai no emissor, porém apenas com ganho de corrente e **base comum** – o sinal entra no emissor e sai amplificado no coletor. Observe abaixo:



**e - Teste de transistor** – Veja abaixo como é feito o teste em X1. Na página seguinte teremos a explicação detalhada:

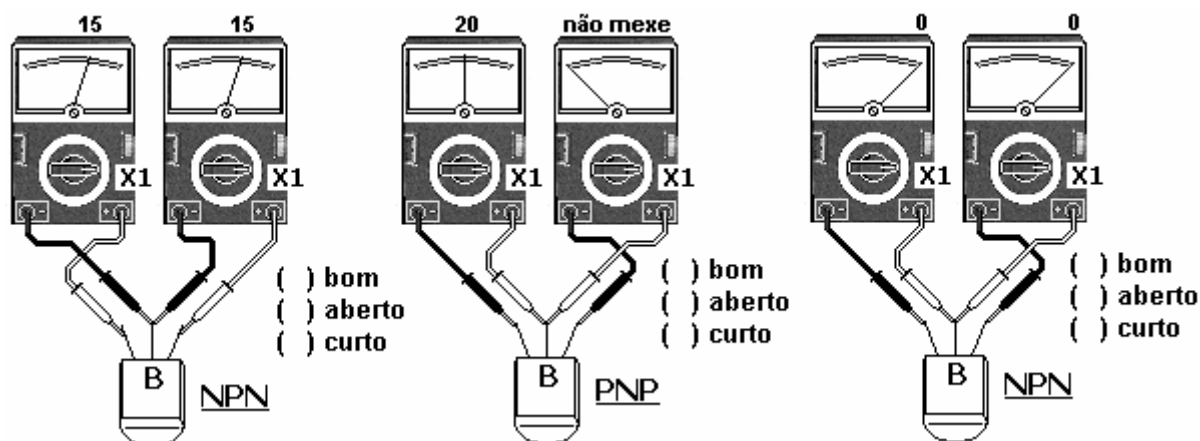


Procurar um terminal que conduz igual com os outros dois. Este é a **base**. Verificar com qual das pontas na base o ponteiro deflexiona. Se for com a **ponta preta**, o transistor é **NPN**. Se for com a **vermelha** na base, o transistor é **PNP**. Com o mitter digital a posição das pontes é ao contrário.

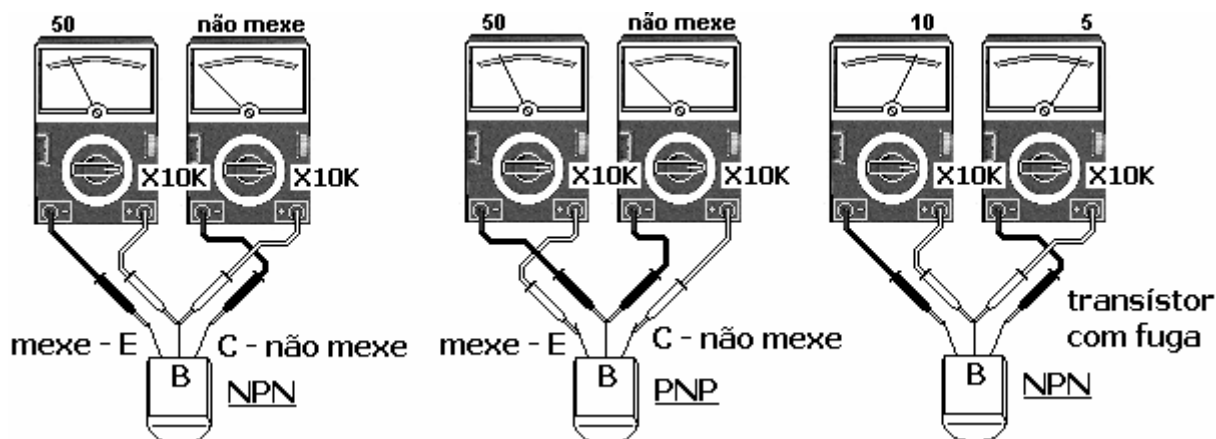
**Importante:** O ponteiro só deve mexer com uma das pontas na base. Se mexer com as duas pontas na base, o transistor está em **curto**. Se não mexer com nenhuma, o transistor está **aberto**.

### Exercício 18

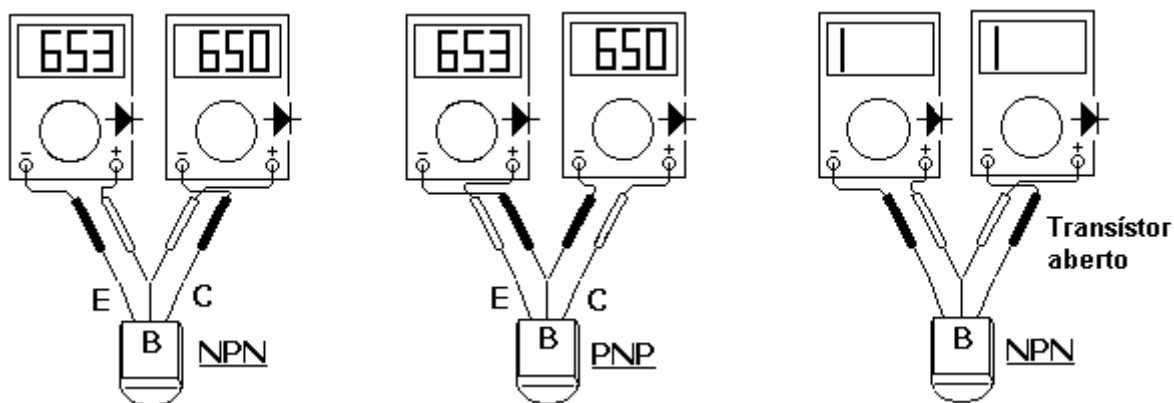
**Indique o estado dos transistores testados abaixo:**



**f - Como achar o coletor e o emissor de um transistor** – Em X10K, coloque a ponta “invertida” na base e a outra ponta em cada terminal restante. Aquele terminal que o ponteiro mexer é o **emissor**. Se o ponteiro mexer nos dois terminais, o transistor está **com fuga ou em curto**. Abaixo temos o teste:



**g - Como testar um transistor com o multímetro digital** – Usar a escala com o símbolo do diodo. Colocar a ponta **vermelha (se for NPN) ou preta (se for PNP)** na base e a outra ponta nos terminais restantes. Ele deve indicar aproximadamente a mesma resistência nos dois terminais, sendo que o emissor dará maior resistência que o coletor. Na página seguinte vemos como deve ser testado um transistor com este tipo de multímetro.



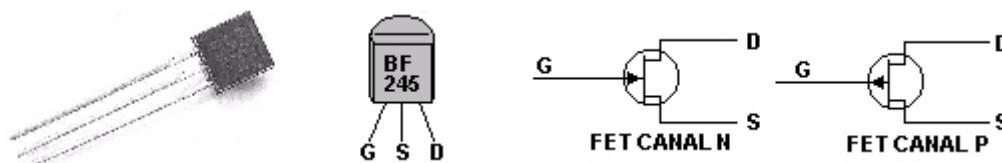
**h – Sistemas de identificação dos transistores** - Os sistemas mais usados no mundo são: **Europeu, americano e japonês**. Veja abaixo:

**Sistema europeu** – Começa com letras. Se a 1ª letra for **A**, a peça é de germânio e se for **B**, é de silício. A 2ª letra indica o tipo e a função da peça da seguinte forma: **A** = diodo, **B** = diodo varicap, **C** = transistor de baixa frequência e baixa potência, **D** = transistor de baixa frequência e média potência, **E** = diodo túnel, **F** = transistor de alta frequência e baixa potência, **L** = transistor de alta frequência e alta potência, **M** = elemento hall (magnético), **N** = foto acoplador, **P** = elemento sensível a radiação, **S** = transistor de alta potência para comutação, **U** = transistor de alta potência para chaveamento, **Y** = diodo retificador, **Z** = diodo zener.

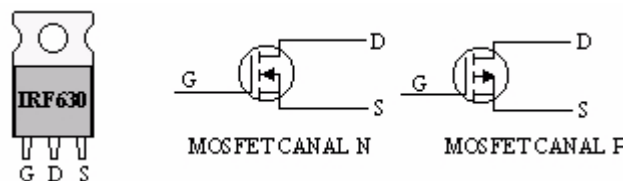
**Sistema americano** – Pode começar com **1N** se for diodo ou **2N** se for transistor.

**Sistema japonês** - Pode começar com **1S** se for diodo ou **2S** se for transistor. Geralmente este prefixo não vem no corpo. Apenas uma letra seguida de um número. Se aparecerem as letras **A** ou **B**, será **PNP**. Se for **C** ou **D**, será **NPN**. Ex: 2SC1815 é NPN.

**i - Transistor de efeito de campo (FET)** – Possui os três terminais com nomes diferentes dos transistores comuns: **dreno, source e gate**. O dreno trabalha com a tensão mais alta e o source com a mais baixa. Aplicando uma tensão média no gate, ele cria um campo eletrostático que controla a corrente dentro do componente. Ele é muito parecido com um transistor comum, porém seu consumo é menor e sua impedância de entrada é bem mais alta. Veja abaixo:



**j - MOSFET** – É um FET com o terminal do gate isolado dos outros dois por uma fina camada de óxido de silício. Esta camada é sensível a estática. Os MOSFETs de potência são usados como chaveadores de fontes de alimentação devido ao seu consumo reduzido e alta impedância de entrada. Veja ao lado:



O código dos MOSFETs pode começar com **IRF**, **2SK**, **BUZ**, etc.

## Aula 5 – CIs, bobinas, transformadores e fonte de alimentação

### 1 – Circuito Integrado (CI ou IC)

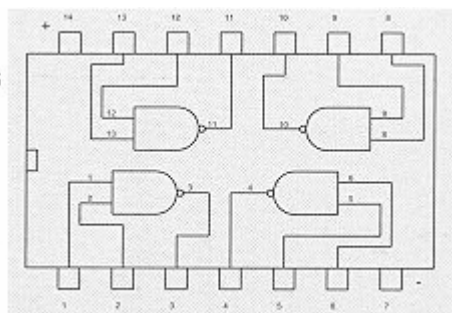
É um circuito eletrônico (ou vários circuitos) dentro de uma única pastilha de silício. É o principal responsável pela miniaturização dos circuitos eletrônicos. Dentro de um CI tem normalmente transistores, diodos e resistores ou até outros componentes como filtros de cerâmica. Abaixo temos alguns exemplos:



Um CI pode conter desde poucos até milhões de componentes internos.

**a – CIs digitais** - São encontrados em relógios, calculadoras, microcomputadores, balanças eletrônicas, ou seja em todos os equipamentos que manipulam dados digitais chamados "bits". Os transistores internos funcionam como "chavinhas" liga/desliga. Alguns tipos tem transistores bipolares dentro, sendo chamados de CIs TTL. Outros possuem transistores MOSFET, sendo chamados de CMOS. Estes últimos são sensíveis à eletricidade estática. Durante o transporte ele deve estar numa embalagem ou espuma antiestática e nunca deve ser tocado diretamente nos seus terminais. Geralmente os TTL começam com 74 e os CMOS com 40. Estes CIs funcionam como portas lógicas, flip-flops, multiplexadores e contadores. Outros funcionam como microcontroladores, memórias, etc. Veja abaixo um exemplo:

CI 4011 DIGITAL - POSSUI 4 PORTAS LÓGICAS NAND INTERNAS

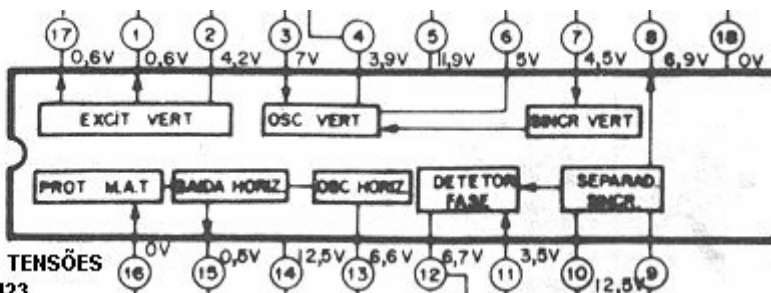


**b – CIs analógicos** - São usados em rádios, televisores, amplificadores, etc. Possuem internamente transistores (bipolares ou MOSFETs) funcionando como amplificadores, osciladores ou reguladores de tensão. Veja um exemplo abaixo:

CI HA11423



ESQUEMA INTERNO E TENSÕES NOS PINOS DO HA11423



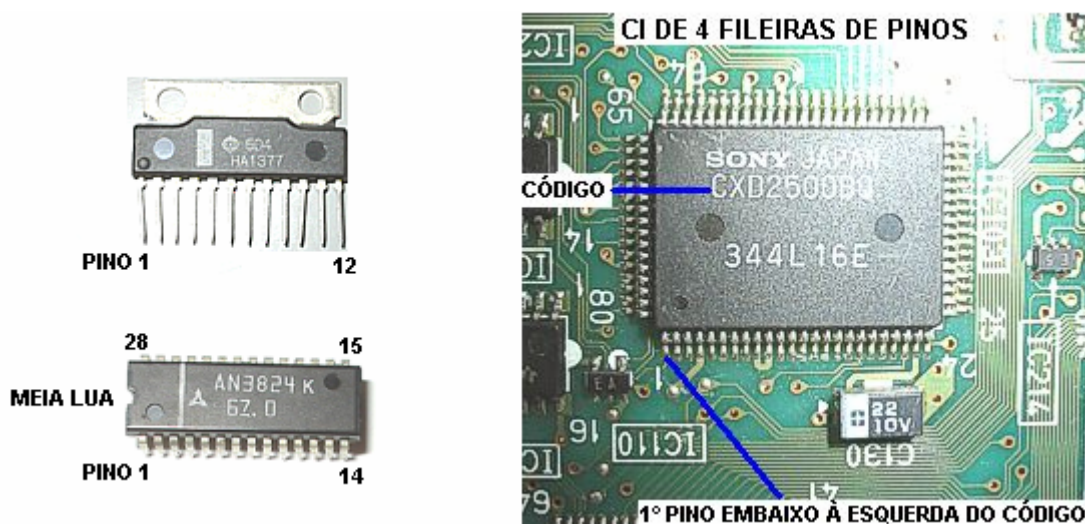
Atualmente os CIs são usados em praticamente todos os equipamentos eletrônicos. Isto se deve ao seu tamanho reduzido e um menor consumo de energia que componentes discretos (fora do CI). Basicamente eles podem funcionar como **amplificadores, osciladores, chaveadores e reguladores de tensão**.

### c – Contagem dos pinos de um CI

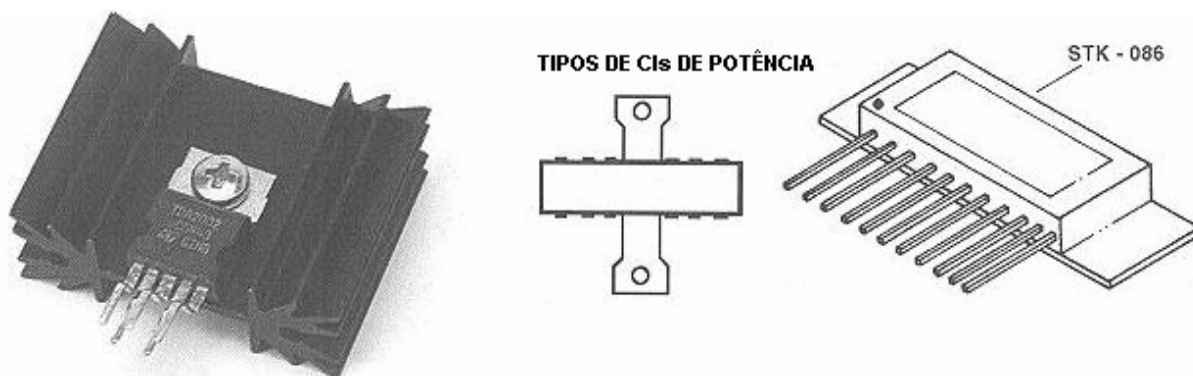
**c.1 – CI com uma fileira de pinos** – Da esquerda para a direita, com o código para frente;

**c.2 – CI com duas fileiras de pinos** – No sentido anti-horário a partir da direita da “meia lua” ou a partir do pino marcado com um ponto;

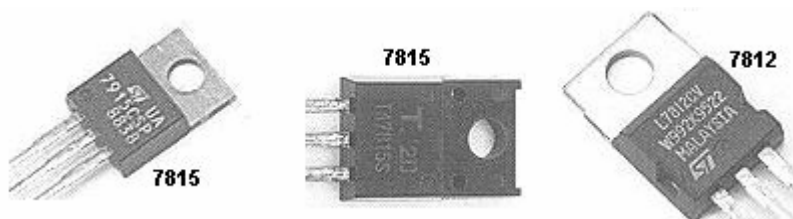
**c.2 – CI com quatro fileiras de pinos** – No sentido anti-horário a partir do pino marcado com um ponto. Veja abaixo:



**d – CIs de potência** - São aqueles projetados para trabalharem com grande consumo de energia. Possuem uma aba metálica para dissipar o calor, assim como nos transistores de potência. Podem ser usados como saídas de áudio, reguladores de tensão, saída vertical de TV, etc. Abaixo temos alguns exemplos destes tipos:



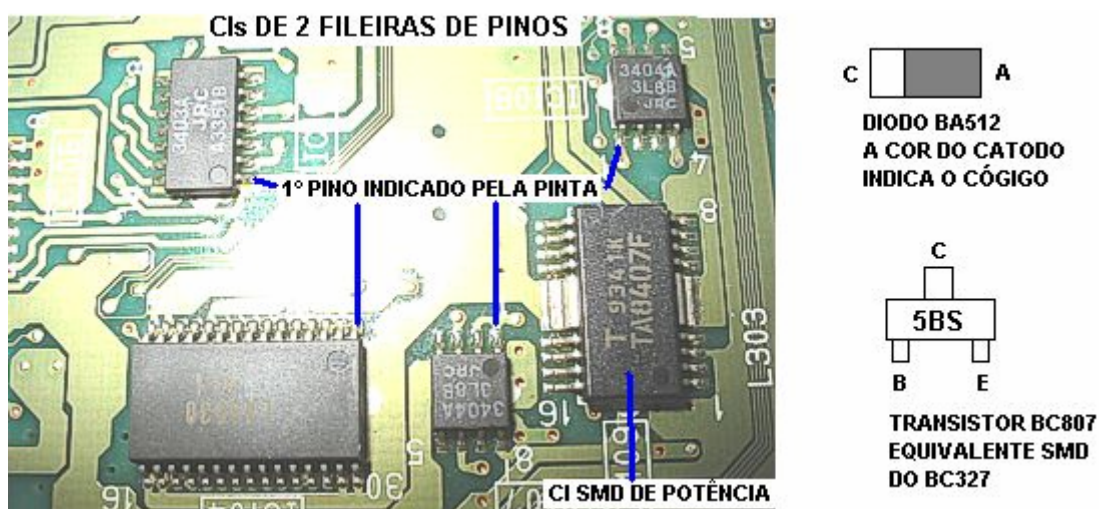
**e – CIs reguladores de tensão** - São usados para estabilizar uma tensão contínua (+B) para alimentar um determinado circuito. Recebem uma tensão mais alta e fornecem uma tensão mais baixa, porém constante. Temos os da série 78 (positivos), os da série 79 (negativos) e o LM 317 (regulador com tensão ajustável). Exemplo: 7805 é para 5 V, 7806 é para 6 V e assim por diante, sempre os dois últimos números indicam a tensão de saída da peça. Ao lado vemos estes componentes:





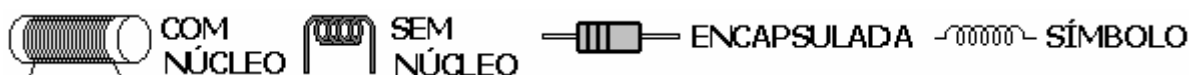
## 2 – Semicondutores SMD

Os semicondutores compreendem os transistores, diodos e CIs colocados e soldados ao lado das trilhas. Os transistores podem vir com 3 ou 4 terminais, porém a posição destes terminais varia de acordo com o código. Tal código vem marcado no corpo por uma letra, número ou sequência deles, porém que não corresponde à indicação do mesmo. Por ex. o transistor BC808 vem com indicação 5BS no corpo. Nos diodos a cor do catodo indica o seu código, sendo que alguns deles têm o encapsulamento de 3 terminais igual a um transistor. Os CIs têm 2 ou 4 fileiras de terminais. Quando tem 2 fileiras, a contagem começa pelo pino marcado por uma pinta ou à direita de uma "meia lua". Quando têm 4 fileiras, o 1º pino fica abaixo à esquerda do código. Os demais pinos são contados em sentido anti-horário. Veja abaixo alguns exemplos de semicondutores SMD:



## 3 – Bobinas ou indutores

É um componente formado por um fio enrolado em voltas (espiras). Quando a corrente circula pelo fio da bobina, ela cria um campo magnético.



O campo magnético produzido pela bobina pode ser contínuo (igual ao de um ímã) ou alternado de acordo com a corrente que passa por ela. No caso da C.A. o campo alternado induz uma tensão na bobina que dificulta a passagem da corrente. É por isto que **as bobinas dificultam a passagem da corrente alternada**.

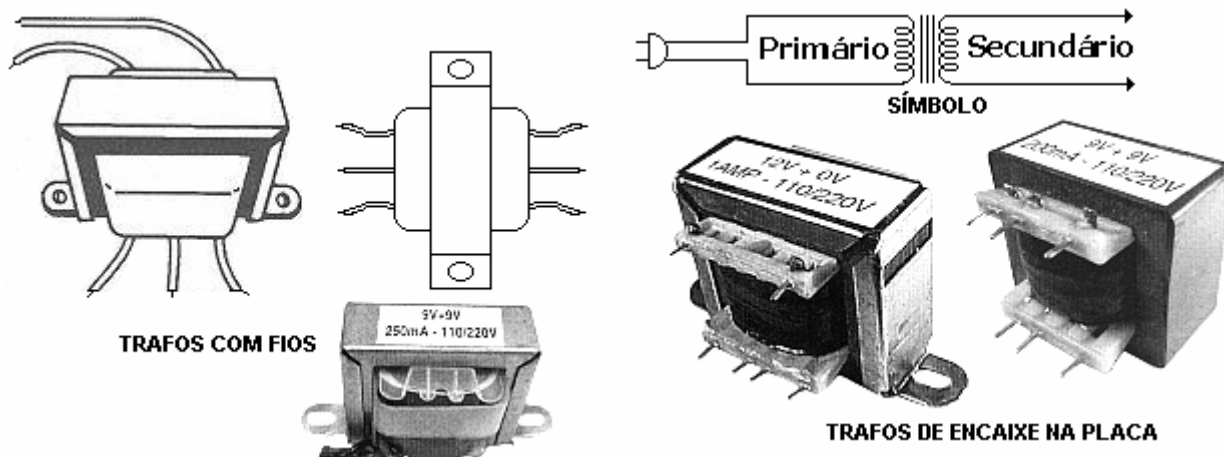
**Indutância** – É a propriedade das bobinas em criar o campo magnético e se opor a C.A. Depende da quantidade de espiras que a bobina tem. As bobinas pequenas são medidas em **microhenrys ( $\mu\text{H}$ )** e as grandes em **Henrys (H)**.

### Exercício 19

**Relacione os componentes com as suas unidades de medida:**

- |                 |  |
|-----------------|--|
| ( A ) Capacitor | ( ) Henry (H), milihenry (mH) ou microhenry ( $\mu\text{H}$ )        |
| ( B ) Resistor  | ( ) Microfarad ( $\mu\text{F}$ ), nanofarad (nF) ou picofarad (pF)   |
| ( C ) Bobina    | ( ) Ohm ( $\Omega$ ), Kiloohm (K $\Omega$ ) ou Megaohm (M $\Omega$ ) |

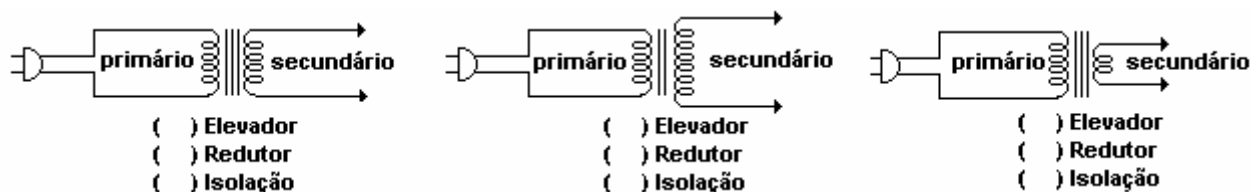
**4 - Transformador (trafo)** - Como vemos abaixo, o transformador é formado por duas bobinas próximas, porém isoladas. Aplicando tensão alternada no **primário** o trafo cria um campo magnético alternado e induz uma tensão alternada no **secundário**, podendo ser maior, igual ou menor que a do primário:



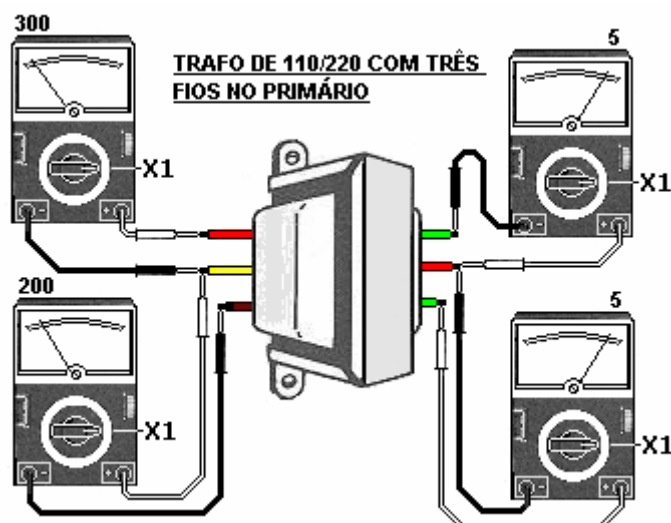
Os transformadores que tem o primário igual ao secundário são de **isolação**, os de secundário menor são **redutores** e os de secundário maior são **elevadores**.

### Exercício 20

**Indique o nome para cada transformador abaixo:**

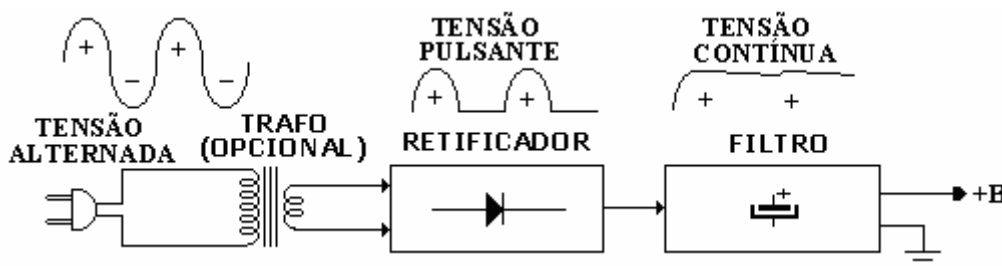


**Teste de transformador** – Na escala de X1 ou X10, medir os terminais aos pares ou aos grupos. Nos transformadores redutores, o primário tem muito maior resistência que o secundário. Abaixo vemos como é feito este teste num modelo de trafo:



## 5 – Fonte de alimentação

Como vemos abaixo a fonte de alimentação transforma a tensão alternada da rede em tensão contínua para alimentar os circuitos eletrônicos.



**Retificador** - Transforma tensão alternada em pulsante. É formado por diodos podendo ser 1, 2 ou 4.

**Filtro** - Transforma a tensão pulsante em contínua. É formado por capacitores eletrolíticos acima de 100  $\mu\text{F}$ . Abaixo vemos o aspecto físico destes componentes:

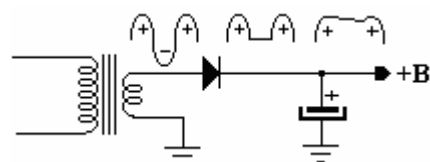


### Exercício 21

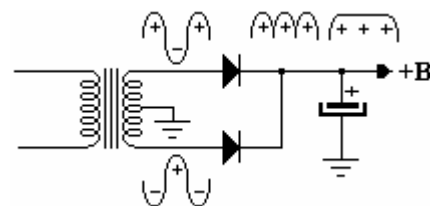
**Marque a sequência correta de componentes numa fonte de alimentação:**

- ( ) Trafo – capacitor – diodo
- ( ) Diodo – trafo – capacitor
- ( ) Trafo – diodo – capacitor

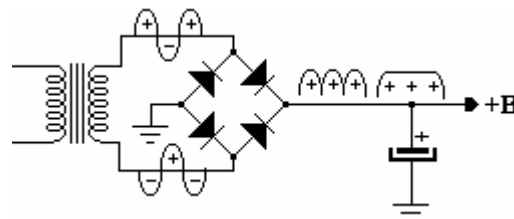
**a – Fonte de meia onda** - Possui um único diodo retificador que aproveita apenas metade da C.A. Veja ao lado:



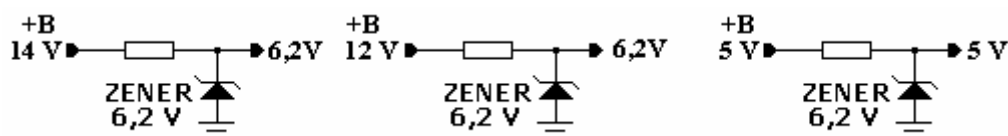
**b – Fonte de onda completa** - Possui dois diodos ligados num trafo com tomada central no secundário. Aproveitam todo o ciclo da C.A. Fornece um +B melhor que o da fonte de meia onda. Veja ao lado este tipo de fonte:



**c – Fonte de onda completa em ponte** - Possui quatro diodos ligados em ponte que aproveitam todo o ciclo da C.A. Este tipo de circuito não necessita de transformador com tomada central. Veja ao lado:

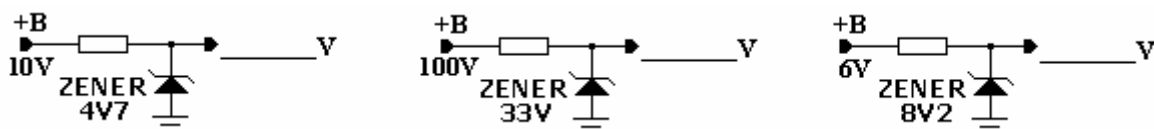


**d – Diodo zener** – Como já vimos ele conduz corrente no sentido inverso quando aplicamos tensão igual ou maior que a indicada no corpo dele. Quando ele conduz, mantém a tensão fixa nos seus terminais como observamos abaixo:

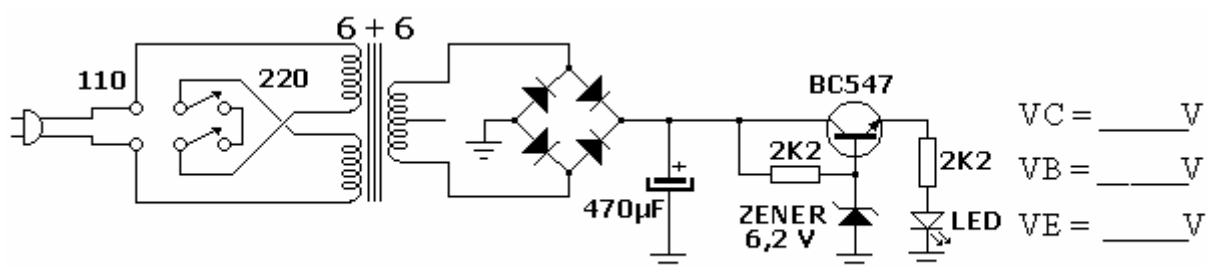


## Exercício 21

**Indique o valor da tensão no catodo dos diodos zeners dos circuitos abaixo:**

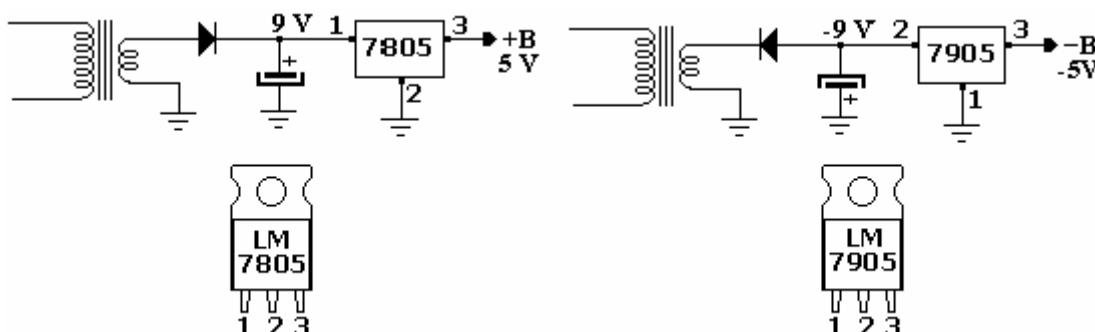


**e - Fonte de alimentação estabilizada** - Fornece uma tensão constante independente das variações da rede. Possui um transistor chamado **regulador de tensão**. A base do transistor é mantida estável através de um diodo zener. Este transistor fornece a tensão e a corrente para alimentar o circuito. Veja um exemplo abaixo e indique a tensão em cada terminal do transistor regulador:

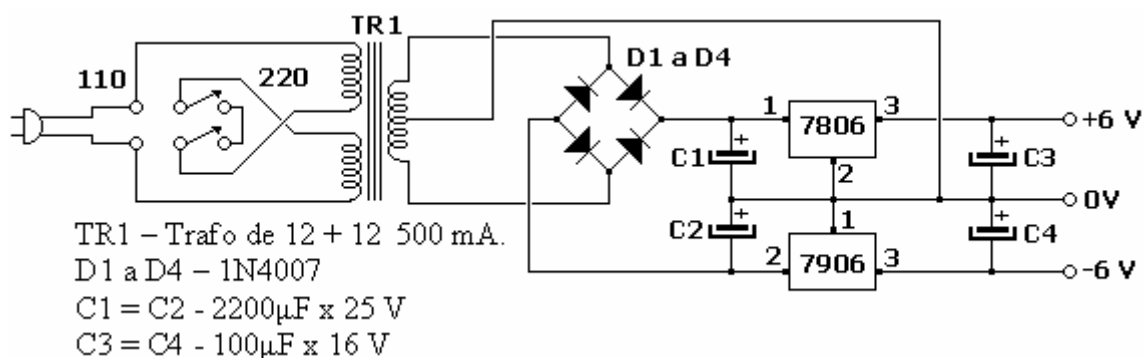


A TENSÃO NO COLETOR É A DO SECUNDÁRIO DO TRAFÓ MULTIPLICADA POR 1,4.

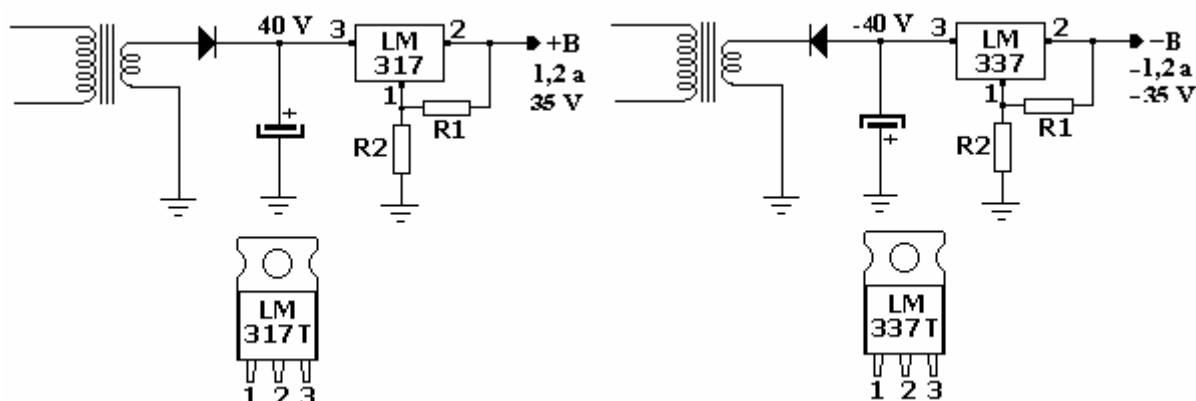
**f - Fontes com CIs da série 78 e 79** – Como podemos ver abaixo estes CIs fornecem uma tensão estabilizada positiva (os da série 78) ou negativa (série 79). A tensão de saída é indicada pelos dois últimos números no seu corpo. A tensão de entrada pode ser até o dobro da tensão de saída. Veja abaixo:



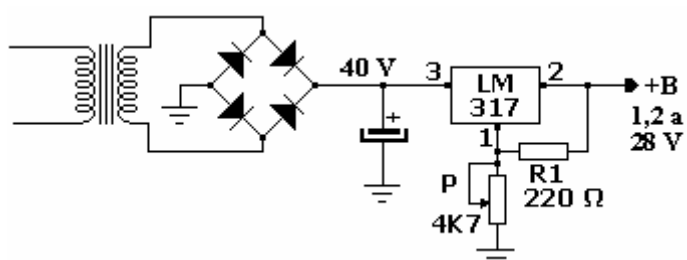
**g - Fonte simétrica usando os CIs 78 e 79** – No circuito na página seguinte vai uma pequena sugestão de uma fonte que pode alimentar um circuito que consuma até 0,5 A (rádios e gravadores). Usando as extremidades da fonte obtemos 12 V. Usando o fio central e uma extremidade obtemos 6 V.



**h - Fonte estabilizada usando o CI LM317** – Como vemos abaixo, o LM317 é um CI regulador, cuja tensão de saída pode ser ajustada entre 1,25 V até cerca de 37 V. O ajuste é feito no terminal 1 dele. Também temos o LM337 para tensão negativa.



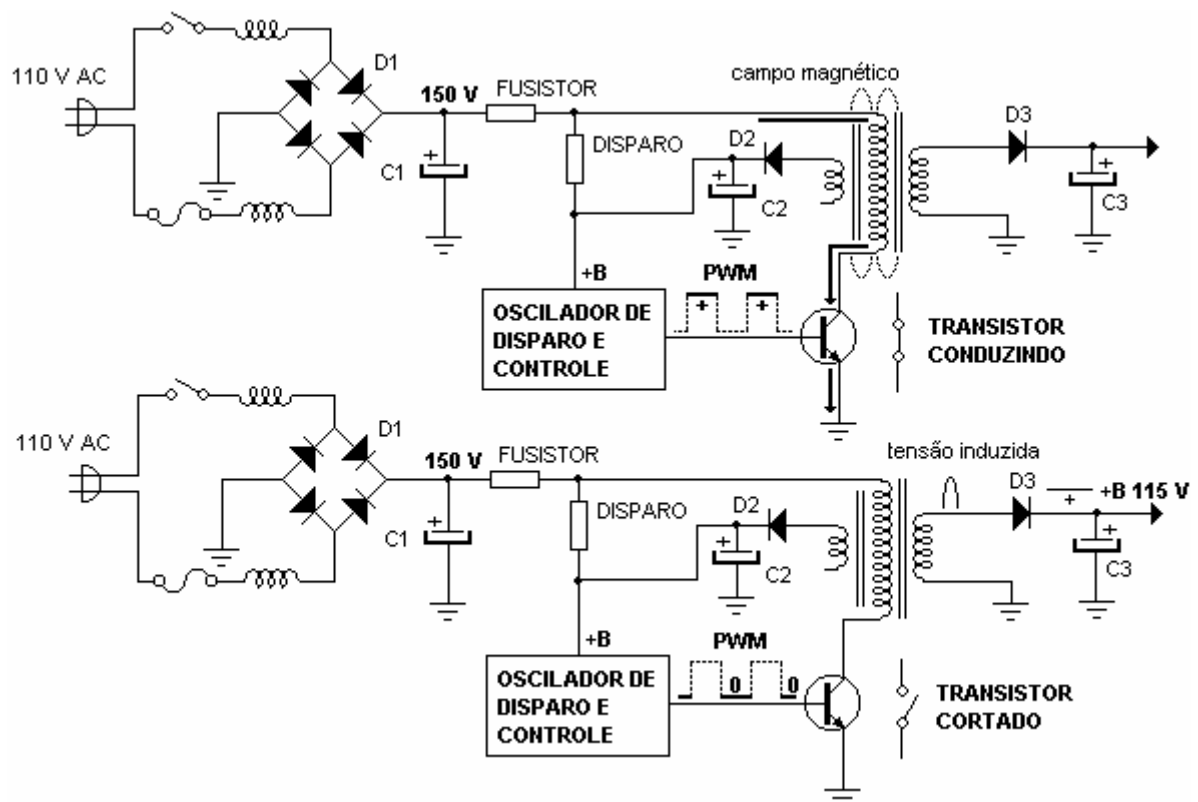
A tensão mínima de saída é 1,25 V se o pino 1 do CI for ligado ao terra. O valor máximo da saída é determinado pelo cálculo:  $(R2/R1 + 1) \times 1,25$ . Quanto maior o valor de R2, maior a tensão máxima da fonte até 35V. Este CI pode suportar até 1,5 A de corrente máxima.



Como vemos ao lado, colocando um trimpot no lugar de R2 no exemplo anterior, podemos ajustar a tensão máxima de saída da fonte.

Com o trimpot na posição de baixo, a tensão de saída será cerca de 1,2 V. Na posição de cima basta aplicar o pequeno cálculo para sabermos a tensão máxima de saída:  $4700 / 220 = 21,36$ .  $21,36 + 1 = 22,36$ .  $22,36 \times 1,25 = 28$ . Portanto a máxima tensão que sai é 28 V. Para este CI trabalhar corretamente, deve ser montado num dissipado de calor apropriado.

**i - Noções de fontes chaveadas** – Este é o tipo de fonte mais usado pelos aparelhos eletrônicos, devido principalmente ao seu menor consumo de energia elétrica. Funciona baseada num transistor que faz a corrente variar no primário de um trafo chamado **chopper** e no secundário dele obtemos as tensões para alimentar o aparelho. Veja na página seguinte o princípio de uma fonte destas.

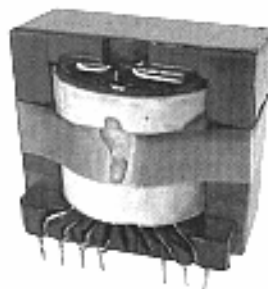


Quando o transistor conduz, o chopper cria um campo magnético. Quando ele corta, a energia magnética armazenada no chopper induz um pulso de tensão no secundário. Tal tensão é retificada e filtrada, resultando num +B de boa qualidade para alimentar o aparelho. Neste exemplo, D2 e C2 mantém o oscilador alimentado e desta forma o funcionamento da fonte. **PWM** significa **modulação por largura de pulso**, ou seja, o valor do +B desta fonte depende da largura dos pulsos na base do transistor. Quanto mais largos, maior a tensão induzida no secundário e maior o valor do +B. O circuito de controle altera a largura dos pulsos para corrigir qualquer alteração no valor do +B.

Esta fonte é usada pelos televisores, DVDs, microcomputadores, Fax, etc.

Em muitos casos no lugar do transistor comum encontraremos um MOSFET funcionando como chaveador para um menor consumo da fonte. O circuito de disparo pode ser formado por um CI ou por outros transistores, dependendo do projeto da fonte.

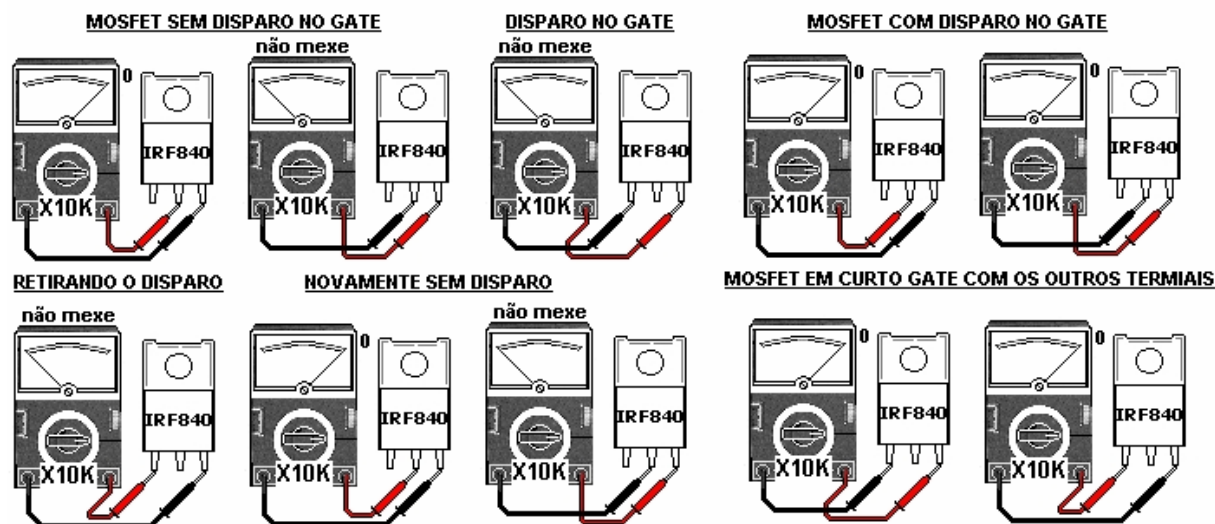
**j – Transformador chaveador (chopper)** - Como vemos na figura abaixo, este tipo de transformador tem núcleo de ferrite, ao contrário dos tipos comuns com núcleo de lâminas de ferro. É usado em fontes chaveadas onde a frequência de trabalho é alta e o núcleo de ferrite funciona melhor.



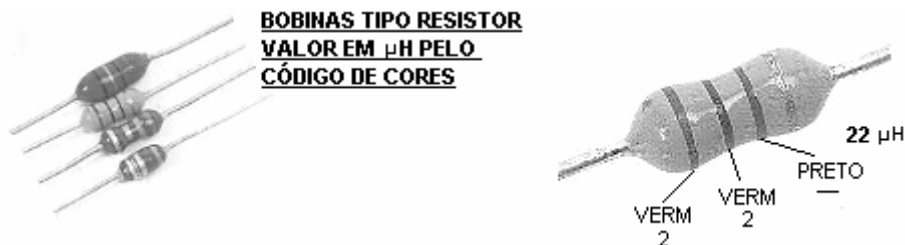


## Aula 6 – Outros componentes

**1 – Como testar um transistor MOSFET** - Coloque o multímetro em X10K, meça o gate com os demais terminais e o ponteiro não deverá mexer. Se mexer, o transistor estará em curto. Meça o dreno e o source nos dois sentidos. Se o MOSFET estiver disparado o ponteiro mexerá nos dois sentidos. Se não estiver disparado, o ponteiro só mexerá num sentido. Com a ponta preta no gate e a vermelha no source, o MOSFET dispara. Invertendo as pontas o MOSFET desliga. Veja o teste abaixo:



**2 – Bobinas e capacitores parecidos com resistores** – Nos aparelhos modernos temos bobinas e capacitores parecidos com resistores. O código de cores é o mesmo e a leitura é igual a dos resistores. A bobina é indicada em microhenrys ( $\mu H$ ) e o capacitor é indicado em pF. Veja abaixo:

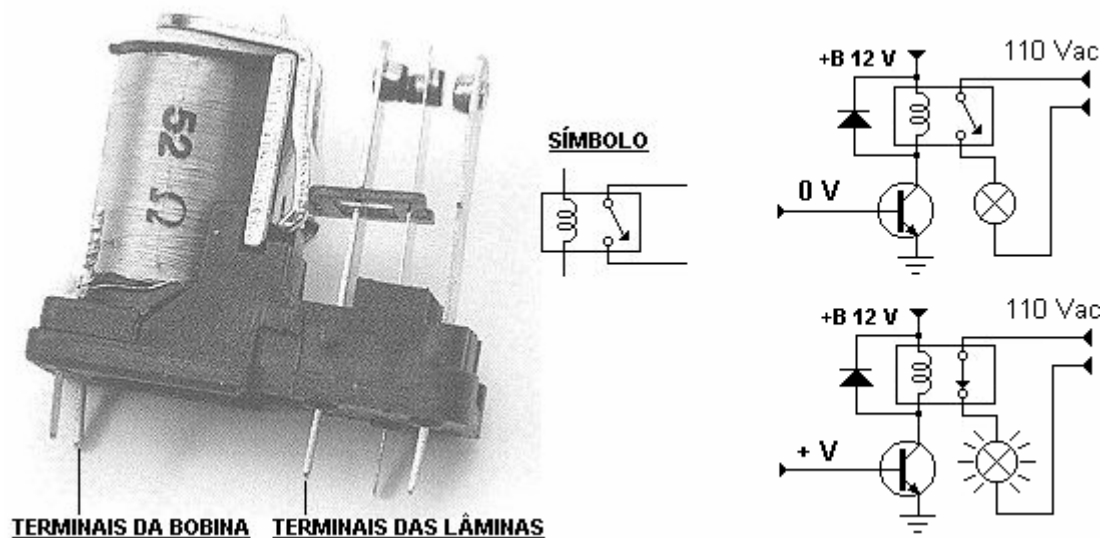


### Exercício 22

**Indique abaixo o valor para cada bobina representada pelas figuras:**

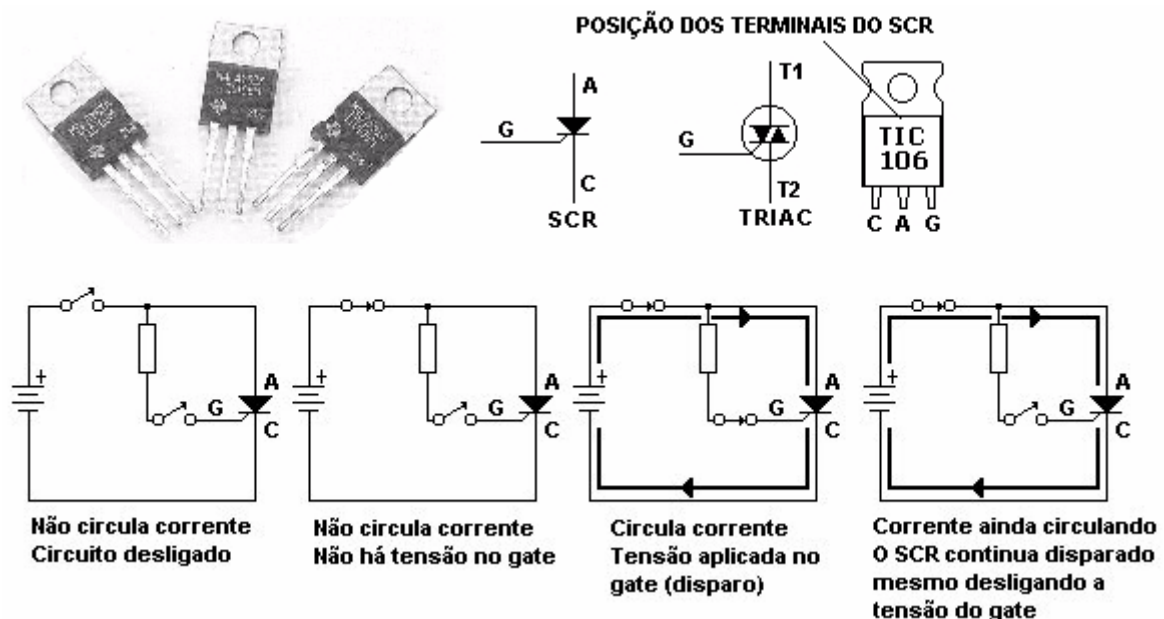


**3 – Relê** - É um tipo de chave formada por lâminas (duas ou mais) acionadas pelo campo magnético de uma bobina próxima. São usados para ligar ou desligar circuitos de potência mais alta a partir de uma tensão e corrente baixa. Abaixo vemos a estrutura interna e o princípio de funcionamento:

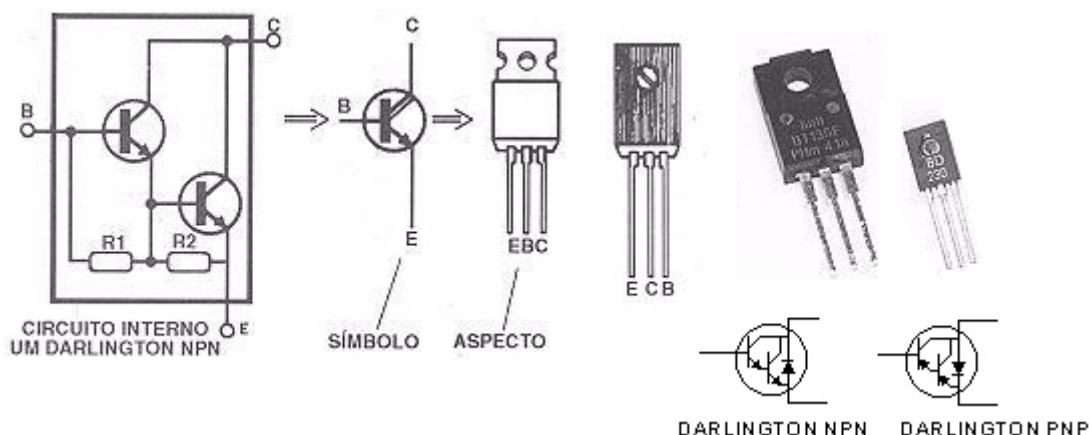


Como podemos observar, o relê está sendo usado para ligar e desligar uma lâmpada de 110 V a partir de uma tensão de 12 V aplicada em sua bobina. O transistor chaveia a bobina. Se ele não recebe tensão na base, não conduz e a chave do relê permanece desligada. Se ele recebe tensão na base, conduz e aciona a bobina do relê que por sua vez acende a lâmpada. Os relês são indicados pela tensão e corrente em sua bobina. O diodo em paralelo serve para eliminar a tensão induzida na bobina quando o relê desliga. Tal tensão poderia queimar o transistor.

**4 – Tiristores** – São diodos especiais com três terminais: **anodo**, **catodo** e **gate**. Devem ser polarizado da seguinte forma: Tensão mais alta no anodo e mais baixa no catodo. Para ele poder conduzir, precisa de um pulso no gate. Quando ele inicia a condução só pára quando desligamos a alimentação. Existem dois tipos de tiristor: **SCR** para corrente contínua e **TRIAC** para alternada. Veja abaixo:

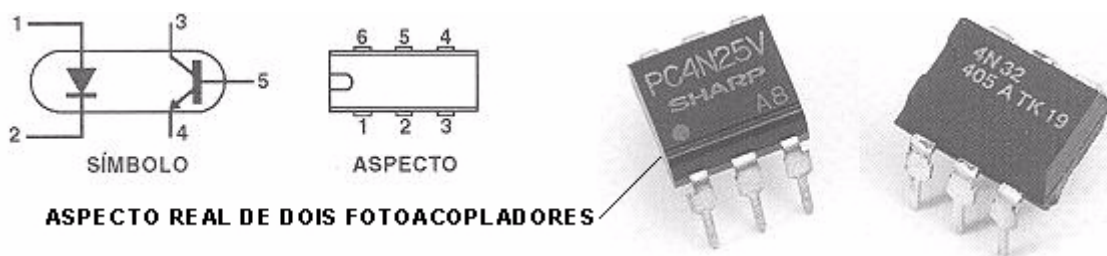


**5 – Transistor “Darlington”** - São dois transistores e alguns outros componentes dentro de uma única peça. É usado em amplificadores de alta potência. Desta forma os transistores internos dividem a corrente e não superaquecem. Dois transistores externos podem ser ligados para formar um “darlington”. Veja abaixo:

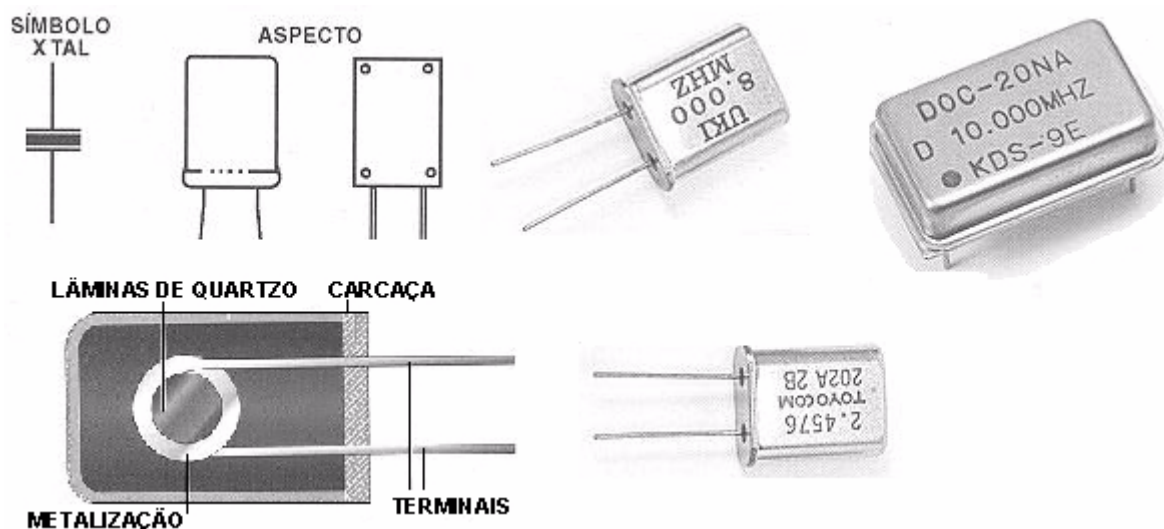


No teste em X1 de um “darlington”, a resistência entre base e emissor deve ser o dobro da resistência entre base e coletor.

**6 – Fotoacoplador** - Também chamado de acoplador ótico, é formado por um LED e um fototransistor numa única peça. É um CI de 4 ou 6 terminais. No circuito, ele transfere uma informação de um ponto a outro sem contato elétrico entre eles.



**7 - Cristais osciladores** – Têm internamente duas lâminas de cristal de quartzo que vibram com velocidade constante quando aplicamos uma tensão elétrica nos terminais. São usados em osciladores que devem trabalhar sempre numa frequência constante. Tal frequência vem marcada no corpo do cristal. Veja abaixo:



## **Teste final do treinamento – Parte teórica**

Nome - \_\_\_\_\_

Abaixo temos uma relação de componentes e suas funções nos circuitos. Coloque a letra do componente nos parênteses correspondente à sua função:

- ( R ) Resistor**
- ( C ) Capacitor**
- ( D ) Diodo**
- ( L ) Bobina**
- ( T ) Transformador**
- ( Q ) Transistor**
- ( Z ) Diodo zener**
- ( DL ) LED**
- ( X ) Cristal**
- ( IC ) Circuito integrado**

- (    ) Funciona como amplificador ou chave;
- (    ) Controla a frequência dos osciladores de precisão;
- (    ) Deixa passar C.A. e bloqueia a C.C.;
- (    ) Pode ter poucos ou muitos componentes internos;
- (    ) Acende quando polarizado diretamente;
- (    ) Só deixa a corrente passar num sentido;
- (    ) Conduz no sentido inverso e estabiliza a tensão nos seus terminais;
- (    ) Aumenta ou diminui uma tensão alternada, sendo formado por duas bobinas;
- (    ) Diminui a tensão nos circuitos;
- (    ) Dificulta a passagem da C.A.

## **Teste final do treinamento – Parte teórica**

Nome \_\_\_\_\_

**1. Indique o valor dos resistores abaixo:**

Marrom – Verde – Vermelho = \_\_\_\_\_;

Cinza – Vermelho – Preto = \_\_\_\_\_;

Vermelho – Vermelho – Ouro = \_\_\_\_\_;

**2. Dois resistores de 22  $\Omega$  foram ligados em série e em paralelo. Qual é o total:**

Em série = \_\_\_\_\_

Em paralelo = \_\_\_\_\_

**3. Testamos um resistor de 100  $\Omega$  no multímetro digital e deu 103  $\Omega$ . Ele está:**

( a ) Bom ( b ) Alterado ( c ) Aberto

**4. Um transistor NPN deve ser polarizado com:**

( a ) Tensão maior no emissor, média na base e menor no coletor

( b ) Tensão maior na base, média no coletor e menor no emissor

( c ) Tensão maior no coletor, média na base e menor no emissor

**5. Testando um transistor em X1 entre B e C medimos 10  $\Omega$  e entre B e E 0  $\Omega$ :**

( a ) Ele está bom ( b ) Ele está em curto ( c ) Ele está aberto

**6. Ao testarmos um diodo fora do circuito em X10K nos dois sentidos:**

( a ) O ponteiro deve mexer nos dois sentidos

( b ) O ponteiro deve mexer num sentido só

( c ) O ponteiro não deve mexer em nenhum sentido

**7. Testando um capacitor comum em X10K o multímetro indicou 50 K. Ele está:**

( a ) Em curto ( b ) Aberto ( c ) Bom

**8. Um CI marcado KA7812 deve fornecer:**

( a ) 12 V ( b ) 78 V ( c ) -12 V

**9. Assinale a alternativa correta a respeito do transistor MOSFET:**

( a ) O dreno não conduz com nenhum outro terminal

( b ) O gate não conduz com nenhum outro terminal

( c ) O source não conduz com nenhum outro terminal

**10. Marque a sequência correta de componentes numa fonte de alimentação:**

( a ) Trafo – Capacitor – Diodo

( b ) Trafo – Diodo – Capacitor

( c ) Diodo – Trafo - Capacitor