

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| I – INTRODUÇÃO – CORRENTE ELÉTRICA – TENSÃO – RESISTÊNCIA – CIRCUITO ELÉTRICO..... | 1  |
| II – RESISTORES – CÓDIGO DE CORES – ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.....                  | 5  |
| III – POTENCIÔMETROS – TRIMPOTS – RESISTORES DE BAIXO VALOR E PRECISÃO.....        | 8  |
| IV – TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA – FREQUÊNCIA.....                                  | 11 |
| V – MULTITESTER – USO DO MULTITESTER NA MEDIDA DE TENSÕES ELÉTRICAS.....           | 12 |
| VI – ESTUDO DOS DIODOS.....  | 14 |
| VII – ESTUDO DOS CAPACITORES.....  | 16 |
| VIII – ESTUDO DOS TRANSÍSTORES.....  | 21 |
| IX – BOBINAS E TRANSFORMADORES.....  | 25 |
| X – FONTE DE ALIMENTAÇÃO.....  | 28 |
| XI – USO DO MULTITESTER COMO OHMÍMETRO.....  | 31 |
| XII – ETAPA DE ÁUDIO.....  | 39 |
| XIII – CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM.....   | 42 |
| XIV - CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM – PARTE 2.....                                      | 43 |
| XV - CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM – PARTE 3.....                                       | 46 |
| XVI – RÁDIO AM/FM USANDO CI.....   | 47 |
| XVII – ROTEIRO PRÁTICO PARA TESTES E CONSERTOS EM RÁDIO AM/FM COM CI.....          | 52 |
| XVIII – ESTEREOFONIA E OS APARELHOS ESTÉREOS.....                                  | 61 |
| XIX – ROTEIRO PRÁTICO DE TESTES E CONSERTOS EM RÁDIO AM/FM ESTÉREO.....            | 65 |
| XX – GRAVADOR E TOCA-FITAS.....  | 73 |
| XXI – TOCA-DISCOS.....   | 81 |
| XXII – RÁDIO-RELÓGIO.....  | 83 |
| XXIII – APARELHO DE SOM 3 EM 1.....  | 86 |
| XXIV – TOCA-DISCOS LASER (CD PLAYER).....  | 89 |
| XXV – ALTO-FALANTES E CAIXAS ACÚSTICAS.....  | 95 |
| XXVI – COMPONENTES ESPECIAIS.....  | 96 |
| SUPLEMENTO – TABELA DE DIODOS ZENER.....   | 99 |

### CURSO PRÁTICO DE ELETRÔNICA GERAL

Bem-vindo aos novos alunos do “ALADIM”. Iniciaremos agora um curso bem prático de eletrônica. Nele o aluno irá aprender o funcionamento dos componentes eletrônicos, bem como a maneira de testá-los, o funcionamento e a maneira de testar e consertar rádios AM/FM, toca-fitas, toca discos, aparelhos de som, etc. Também terá técnicas de leitura de esquemas de eletrônicos e as técnicas para soldagem e dessoldagem de componentes eletrônicos.

#### I - INTRODUÇÃO - CORRENTE ELÉTRICA - TENSÃO - RESISTÊNCIA - CIRCUITO ELÉTRICO

##### 1. TEORIA:

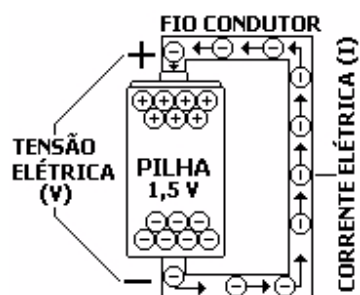
a. **Eletricidade** – É uma forma de energia e toda matéria possui alguma propriedade elétrica. A matéria é formada por minúsculas partículas chamadas átomos. Como vemos abaixo, o átomo possui dois tipos de carga elétrica: Positiva (prótons) no seu núcleo e Negativa (elétrons) girando em volta do núcleo:



Os nêutrons não tem carga elétrica. A maioria dos átomos é neutra, ou seja tem o mesmo número de prótons e elétrons. Os elétrons são partículas tão pequenas que podem se livrar de um átomo e se juntar a outro. O átomo que tem elétrons em excesso fica negativo e o que tem elétrons em falta fica positivo.

IMPORTANTE – CARGAS IGUAIS SE REPELEM E CARGAS DIFERENTES SE ATRAEM.

b. **Corrente elétrica e tensão elétrica** – Observando o desenho abaixo, podemos entender estas duas grandezas da eletricidade:

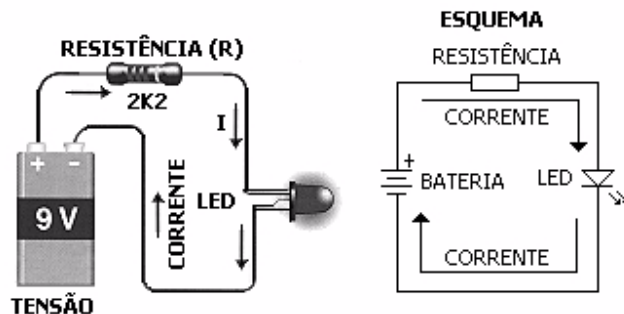
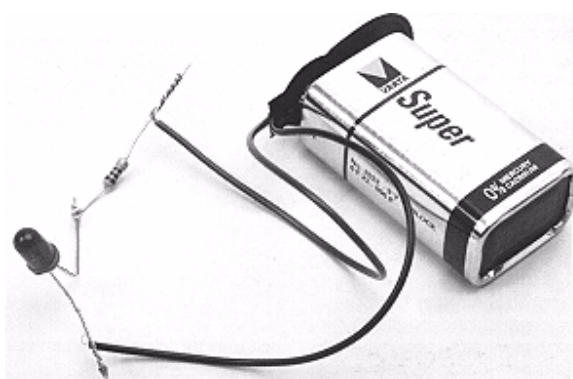


Um fio condutor (de cobre por exemplo) tem muitos elétrons livres. Fazendo todos se moverem na mesma direção estabelecemos uma corrente elétrica. Portanto corrente elétrica (I) é o movimento ordenado de cargas elétricas.

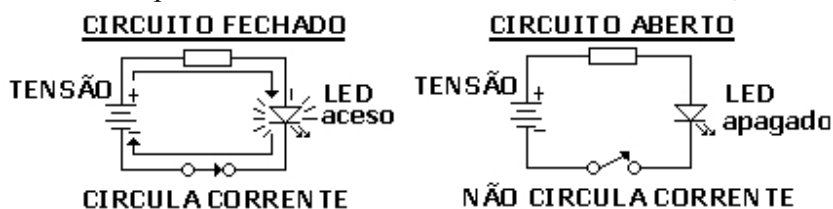
A unidade de medida da corrente elétrica é o AMPÈRE (A). Porém muitos circuitos eletrônicos funcionam com correntes menores que 1 A. Neste caso usamos o MILIAMPÈRE (mA) e o MICROAMPÈRE (μA).  $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$  e  $1 \text{ μA} = 0,000.001 \text{ A}$ .

Como vemos ao lado, nos terminais da pilha temos uma diferença de cargas elétricas. Num pólo há excesso de cargas positivas e no outro excesso de cargas negativas. Essa diferença de cargas é a tensão elétrica (V). A unidade de medida da tensão elétrica é o VOLT (V). 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. A tensão impulsiona a corrente elétrica para passar no circuito elétrico.

c. **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:



Devido à tensão da bateria (9 V), os elétrons saem do pólo negativo, passam pelo circuito acendendo o LED e chegam no pólo positivo. Porém no desenho está representado o sentido convencional da corrente, indo do positivo ao negativo da bateria. Para a corrente passar num circuito, o mesmo deve estar fechado. Ao lado vemos um exemplo de circuito fechado e outro de circuito aberto onde não circula corrente:



d. **Resistência elétrica** – É a dificuldade oferecida pelos materiais à passagem da corrente elétrica. Nos esquemas acima observamos a presença de um resistor. Ele dificulta a passagem da corrente elétrica, mantendo-a num valor adequado ao funcionamento do LED. A unidade de medida da resistência elétrica é o OHM ( $\Omega$ ). Os materiais com baixa resistência elétrica são condutores, os de resistência média são semicondutores e os de alta resistência são isolantes.

e. **Potência elétrica** – É a quantidade de energia elétrica consumida por um aparelho ou circuito por segundo. A unidade de medida da potência elétrica é o WATT (W). A potência 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.

⇒ EXERCÍCIOS

1. **Complete a tabela abaixo indicando a unidade de medida de para cada grandeza:**

| GRANDEZA ELÉTRICA    | UNIDADE DE MEDIDA | ABREVIÇÃO |
|----------------------|-------------------|-----------|
| CORRENTE ELÉTRICA    |                   |           |
| TENSÃO ELÉTRICA      |                   |           |
| RESISTÊNCIA ELÉTRICA |                   |           |
| POTÊNCIA ELÉTRICA    |                   |           |

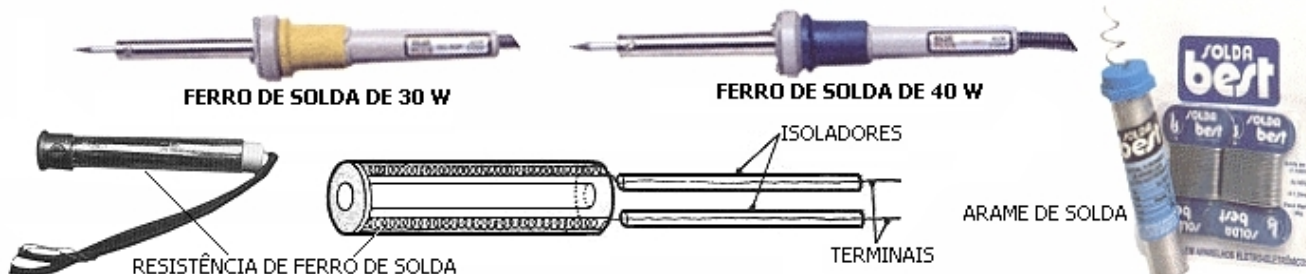
2. **Para saber a potência elétrica de um aparelho eletrônico basta multiplicar a tensão que ele funciona pela corrente elétrica que passa pelo mesmo.  $P = V \times I$**

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 0,2 A. Qual a verdadeira potência consumida por ele? \_\_\_\_\_

## 2. Prática - Técnicas de soldagem

Aqui o aluno aprenderá a maneira adequada de soldar componentes eletrônicos

- a. **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:



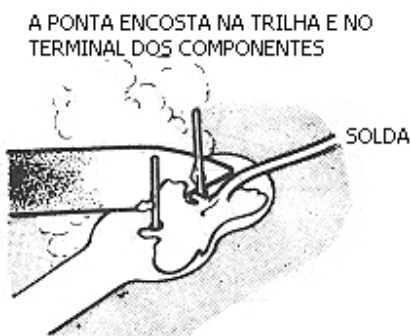
- b. **Limpeza da ponta do ferro** – Quando ligamos o ferro pela primeira vez sai uma fumaça. Esta é a resina que recobre a resistência. Isto é normal. À medida que ele esquenta devemos derreter solda na sua ponta. Esta operação chama-se estanhagem da ponta. Abaixo vemos como deve ficar a ponta do ferro:



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 RAPIDAMENTE COM A MESMA.



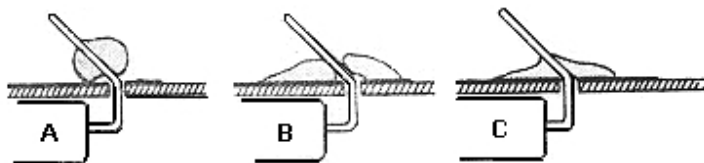
- c. **Operação correta de soldagem** – Abaixo vemos a forma correta de se aplicar solda numa trilha da placa de circuito impresso e descrevemos o procedimento:



- A PONTA ENCOSTA NA TRILHA E NO TERMINAL DOS COMPONENTES
- Segure o ferro pelo cabo de madeira ou plástico da mesma forma que seguramos o lápis ou caneta para escrever;
  - Limpe e estanhe a ponta do ferro;
  - Espere até o ferro estar na temperatura de derreter a solda;
  - Encoste a ponta ao mesmo tempo na trilha e no terminal da peça. Faça uma ligeira pressão e não mova a ponta do lugar;
  - Aplique solda apenas na trilha na região do terminal do componente;
  - Retire rapidamente a ponta e a solda deverá ficar brilhante. É claro que isto também dependerá da qualidade da solda usada.

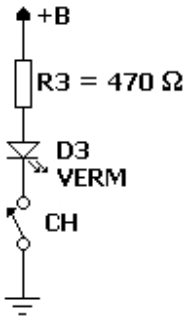
⇒ **EXERCÍCIO** - Qual dos três componentes ao lado está mais bem soldado no circuito:

( ) A ( ) B ( ) C



**3. Prática II – Experiências com circuitos elétricos:**

**a. Circuito Simples** – Monte o circuito abaixo na placa da escola e responda as questões ao lado:



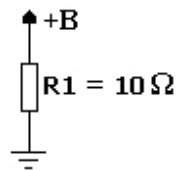
1. A linha de +B e o terra são:
  - ( ) Corrente elétrica;
  - ( ) Tensão elétrica
  - ( ) Resistência elétrica
2. O LED acende com a chave:
  - ( ) Fechada ( ) Aberta
3. O resistor R3 colocado neste circuito serve para:
  - ( ) Bloquear a passagem de corrente no LED
  - ( ) Aumentar a corrente no LED
  - ( ) Diminuir a corrente no LED

**b. Lei de Ohm e aquecimento de resistores** – Monte o circuito abaixo na placa e responda os testes:

Colocando o dedo no resistor, após alguns segundos constatamos que ele transforma a energia elétrica em: ( ) luz ( ) magnetismo ( ) calor

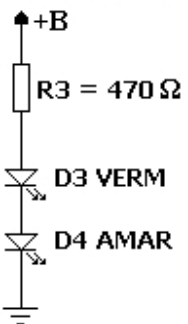
Para saber a corrente que passa no resistor basta dividir a tensão pelo valor dele. Esta relação é a Lei de Ohm.  $I = V/R$ . O +B desta placa é de cerca de 6 V. O resistor é de 10 Ω. Qual a corrente que atravessa o resistor? \_\_\_\_\_.

Sabendo o valor da corrente, qual a potência dissipada no resistor?  $P = V \cdot I$   
\_\_\_\_\_.

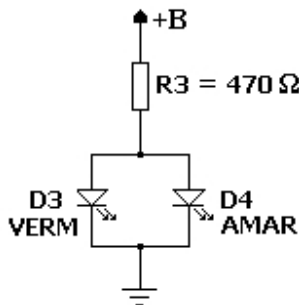


**c. Circuito em série e em paralelo** – Monte os circuitos abaixo e responda os testes:

**CIRCUITO SÉRIE**



**CIRCUITO PARALELO**



No circuito em série, quantos caminhos a corrente tem para passar: ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3

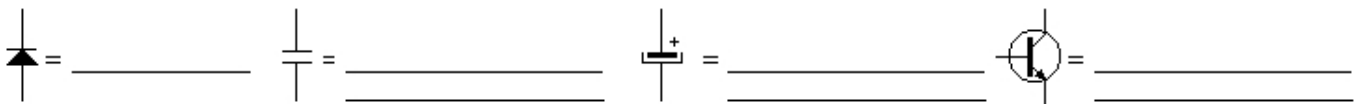
No circuito em paralelo, quantos caminhos a corrente tem para passar: ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3

No circuito em série se um LED queimar, o outro:  
( ) Fica aceso ( ) Apaga

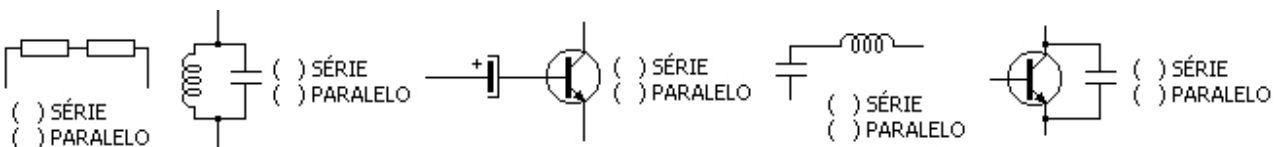
No circuito em paralelo se um LED queimar, o outro:  
( ) Fica aceso ( ) Apaga

⇒ EXERCÍCIOS DE REVISÃO:

**1. De acordo com o símbolo apresentado abaixo, indique o nome dos componentes:**



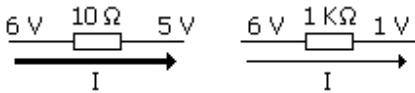
**2. Indique abaixo qual é o tipo de cada circuito indicado:**



## II – RESISTORES – CÓDIGO DE CORES – ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

### 1. TEORIA:

a. **Resistores** – Este componente é o mais utilizado nos circuitos eletrônicos. Tem como função reduzir a corrente elétrica e a tensão em vários pontos do circuito, como vemos abaixo:

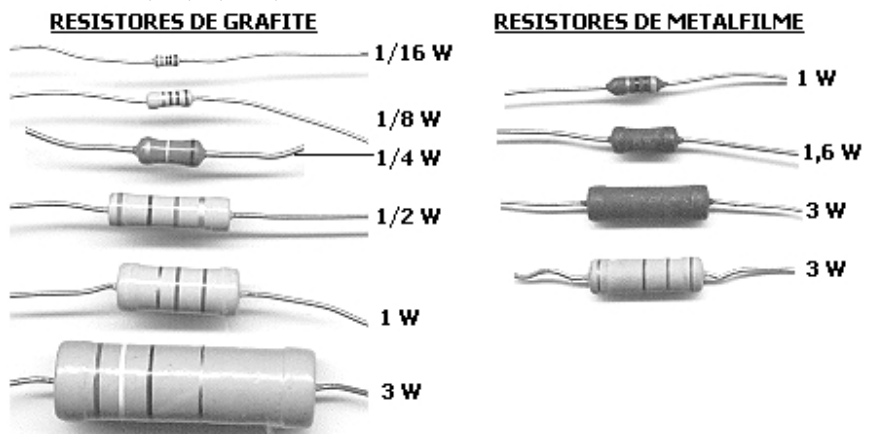


Conforme vemos, quanto maior o valor do resistor, menor a corrente no circuito e maior a queda de tensão proporcionada por ele.

Os resistores são feitos de material mau condutor de eletricidade tais como: grafite, fio de níquel-cromo ou metalfilme, como vemos abaixo:



b. **Características dos resistores** – **Resistência elétrica** – Corresponde ao seu valor em ohms indicado no corpo através de anéis coloridos ou números; **Tolerância** – Indicada em porcentagem, é a diferença máxima entre o valor indicado no corpo e o valor real da peça. Exemplo: um resistor de 100 Ω e 5% pode ter seu valor entre 95 e 105 Ω; **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. Abaixo vemos o tamanho real dos resistores de grafite e metalfilme de acordo com a potência de dissipação. Observe que para a mesma potência, os de metalfilme são menores. Ao trocar um resistor, coloque um de mesmo valor e mesma potência de dissipação ou então de potência maior. Caso contrário o resistor substituído aquecerá muito e poderá queimar.



### ⇒ EXERCÍCIOS

1. O resistor é um componente usado nos circuitos para:

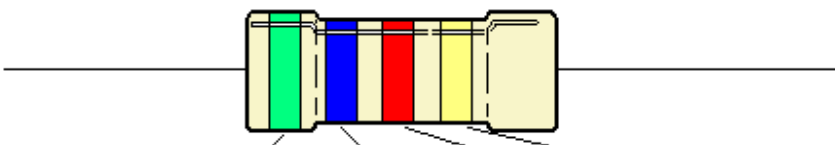
( A ) Impedir a passagem da corrente; ( B ) Aumentar a corrente; ( C ) Diminuir a corrente

2. Qual a característica da qual depende o tamanho físico dos resistores:

( A ) Resistência elétrica; ( B ) Potência de dissipação; ( C ) Tolerância.

## 2. PRÁTICA – Código de cores e leitura de resistores:

A maioria dos resistores usados na eletrônica possuem anéis coloridos no corpo para indicar o seu valor em Ohm ( $\Omega$ ). Nesta aula o aluno conhecerá o código de cores e aprenderá a fazer a leitura do valor deste componente. Abaixo temos a tabela do código de cores usada para fazer a leitura do valor dos resistores:



| COR      | 1ª FAIXA<br>NÚMERO | 2ª FAIXA<br>NÚMERO | 3ª FAIXA<br>ZEROS | 4ª FAIXA<br>TOLERÂNCIA |
|----------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 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 e complete os exercícios:


2.000 $\Omega$  = 2K; 10.000.000  $\Omega$  = 10M; 6.800 $\Omega$  = 6K8; 1.500 $\Omega$  = \_\_\_\_\_; 47.000 $\Omega$  = \_\_\_\_\_.


EXERCÍCIO – Indique o valor dos resistores abaixo:

  
MARROM VERDE VERMELHO

  
AZUL CINZA PRETO

  
AMARELO VIOLETA LARANJA

  
MARROM CINZA PRETO

  
VERMELHO VERMELHO VERDE

  
LARANJA BRANCO MARROM

  
MARROM PRETO AMARELO

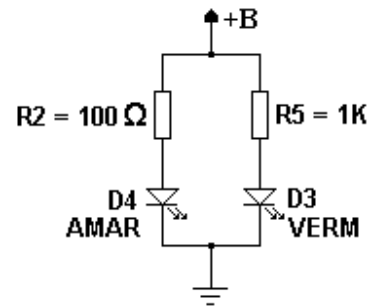
  
AMARELO VIOLETA OURO

  
AMARELO VIOLETA PRATA

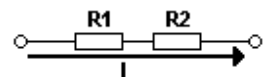
**3. Prática II – Experiência com resistores e associações de resistores:**

**a. Resistor usado para reduzir a corrente elétrica** – Monte o circuito ao lado e responda as questões:

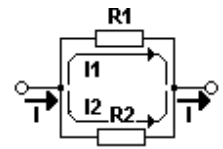
- 1) Qual dos LEDs acendeu mais forte: ( ) D3 ( ) D4
- 2) Em qual resistor passou menos corrente: ( ) R2 ( ) R5
- 3) Podemos concluir que quanto maior o valor do resistor, a corrente no circuito é ( ) mais forte ( ) mais fraca



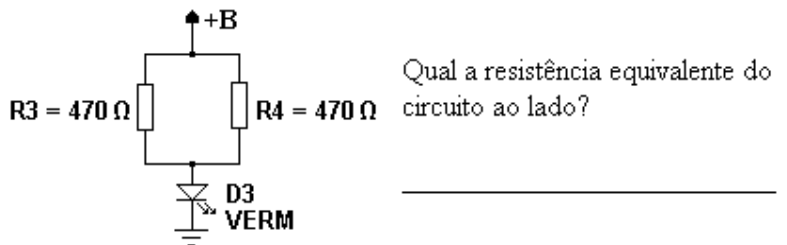
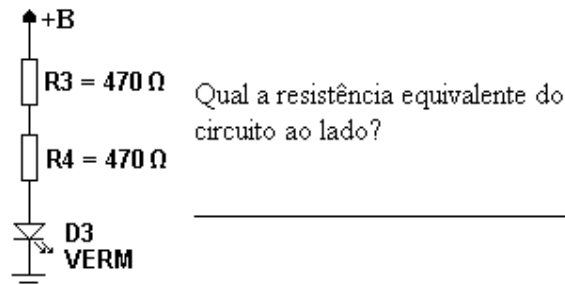
**b. Associação de resistores em série** – A associação é a ligação feita entre vários resistores para se obter um determinado valor de resistência para o circuito. Na ligação em série, todos estão no mesmo fio, um após o outro, como vemos ao lado. Neste circuito a corrente é a mesma em todos e a tensão se divide entre eles. A resistência equivalente é a soma dos valores:  $R_t = R_1 + R_2$



**c. Associação de resistores em paralelo** – Ao lado vemos este tipo de ligação: Como podemos observar 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 ligados em paralelo. Se forem de valores diferentes, divida o produto pela soma dos valores:  $R_t = R_1 \times R_2 / R_1 + R_2$ .



**d. Monte os circuitos abaixo e responda as questões:**



Qual dos circuitos apresentou maior resistência elétrica: ( ) Série ( ) Paralelo

⇒ **EXERCÍCIO DE REVISÃO** – Identifique as cores e os valores dos resistores da prancha da escola:

| RESISTOR | 1ª LISTRA | 2ª LISTRA | 3ª LISTRA | VALOR |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| R1       |           |           |           |       |
| R2       |           |           |           |       |
| R3       |           |           |           |       |
| R4       |           |           |           |       |
| R5       |           |           |           |       |
| R6       |           |           |           |       |
| R7       |           |           |           |       |
| R8       |           |           |           |       |
| R9       |           |           |           |       |
| R10      |           |           |           |       |



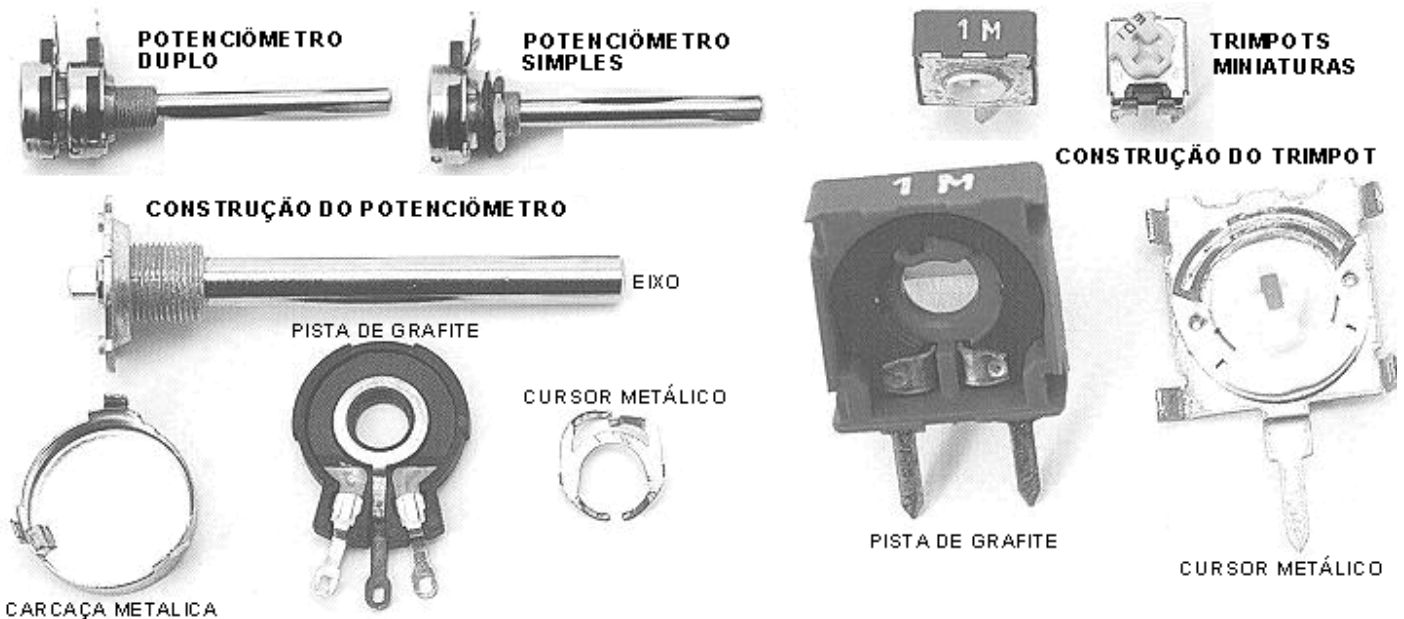
### III – POTENCIÔMETROS – TRIMPOTS – RESISTORES DE BAIXO VALOR E PRECISÃO

#### 1. TEORIA:

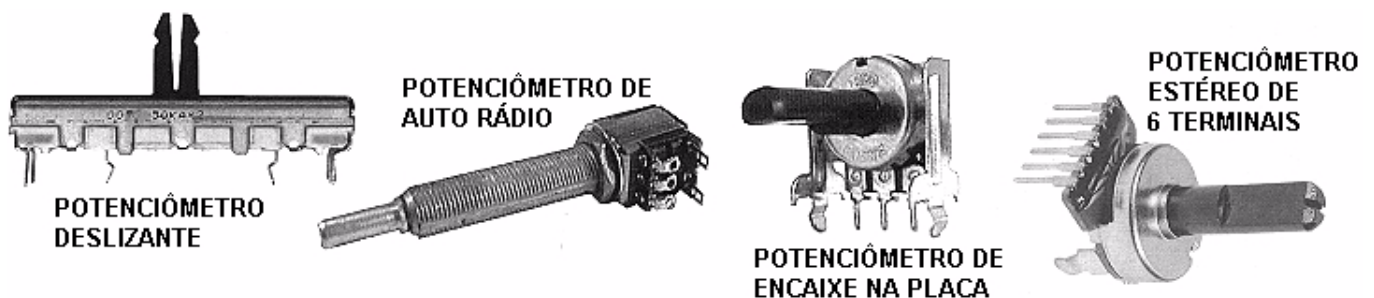
a. **Potenciômetros** - São resistores cuja resistência pode ser alterada girando um eixo que move um cursor de metal sobre uma pista de grafite. Alguns deles não tem eixo, sendo chamados de trimpot. Abaixo vemos estes componentes:



Como vemos no desenho acima, alguns potenciômetros tem uma chave liga/desliga acoplado nele. Este tipo já foi muito usado nos rádios antigos e atualmente é usado nos rádios portáteis (mini potenciômetros). Alguns potenciômetros são duplos usados nos rádios estéreo. Abaixo vemos a construção dos potenciômetros e trimpots:



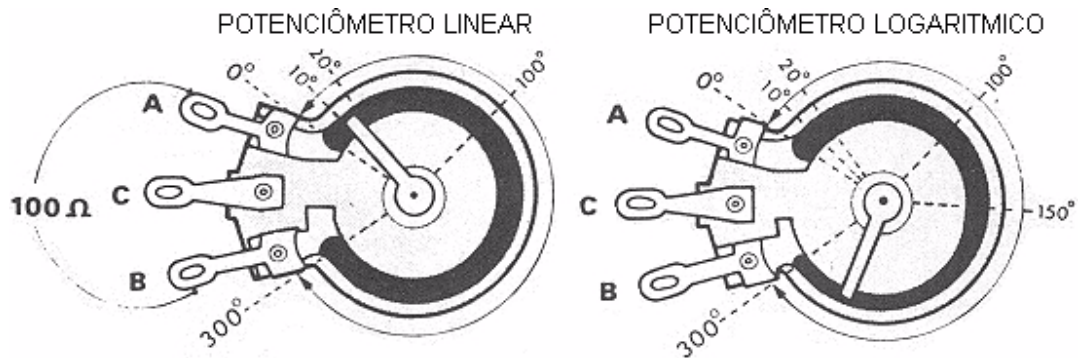
Os dois terminais extremos são da pista de grafite. É a resistência total do potenciômetro. O terminal do meio está ligado no cursor metálico. Quando giramos o eixo, ele aumenta a resistência do meio para um extremo e diminui do meio para o outro extremo. São usados para controle de volume, balanço, graves, agudos, etc. Abaixo vemos alguns tipos de potenciômetros usados nos aparelhos eletrônicos:



**b. Potenciômetros lineares e logarítmicos** – Abaixo vemos a construção da pista de grafite destes dois tipos de potenciômetros:

b.1 – **Potenciômetro linear** – Tem a pista por igual e varia a resistência de maneira uniforme.

b.2 – **Potenciômetro logarítmico** – Tem a pista desigual e varia a resistência também de maneira desigual.



⇒ **EXERCÍCIOS**

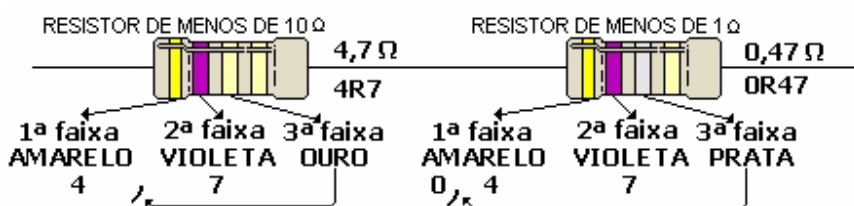
1. Os potenciômetros miniaturas ajustados com chave são chamados de:

( A ) Trimmers ( B ) Trimpots ( C ) Mini-potenciômetros

2. Um potenciômetro para aparelho de som estéreo possui:

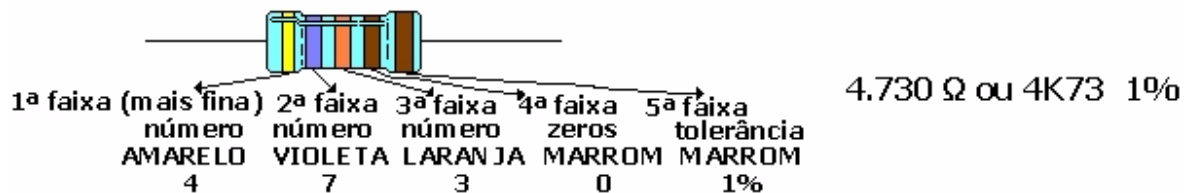
( A ) 3 terminais ( B ) 4 terminais ( C ) 6 terminais

**c. Resistores de baixo valor (abaixo de 10 Ω)** – 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.

**d. 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:



⇒ **EXERCÍCIO** – Faça a leitura de R11 e R12 da placa da escola:

R11 - \_\_\_\_\_

R12 - \_\_\_\_\_

**e. 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.

⇒ **EXERCÍCIO**:

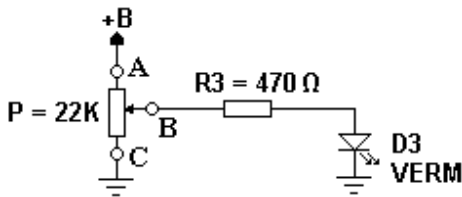
27.000Ω existe ( ) sim ( ) não

580Ω existe ( ) sim ( ) não

0,22Ω existe ( ) sim ( ) não

**2. Prática:**

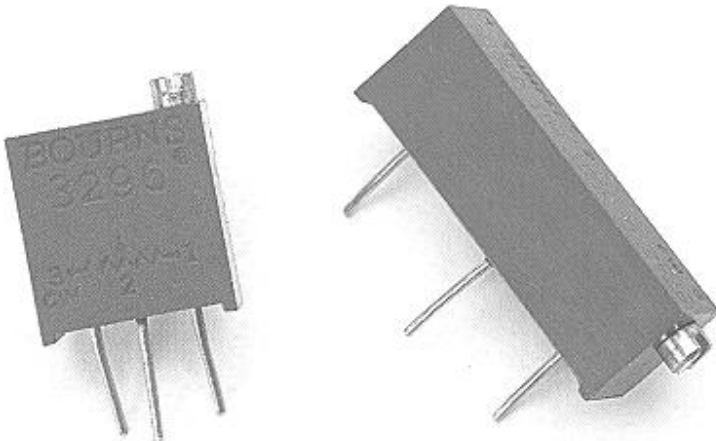
**a. Experiência usando o trimpot** - Monte o circuito abaixo e responda o teste:



Quando colocamos o cursor (terminal **B**) na direção do **A**, o LED:  
 ( ) acende mais forte ( ) acende mais fraco

Quando colocamos o cursor (terminal **B**) na direção do **C**, o LED:  
 ( ) acende mais forte ( ) acende mais fraco

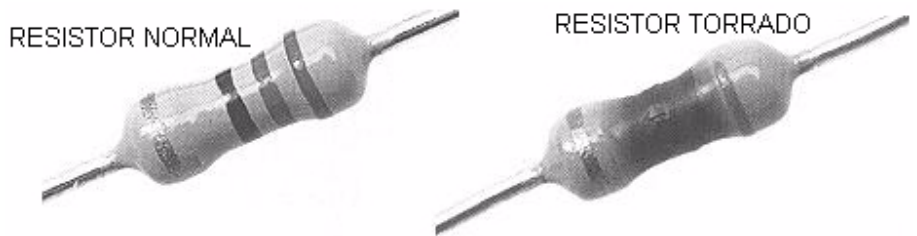
**b. Potenciômetros multivoltas** – São potenciômetros que variam sua resistência bem devagar ao girarmos o seu eixo. Abaixo vemos dois destes componentes:



São usados onde a variação de resistência deve ser muito precisa.

**c. Superaquecimento de resistores** – Quando passa muita corrente por um resistor ele aquece muito e seu corpo fica carbonizado, como vemos ao lado:

Isto pode ocorrer por dois motivos: O componente ou circuito que o resistor está alimentando está em curto ou a potência nominal do resistor não é adequada ao circuito.



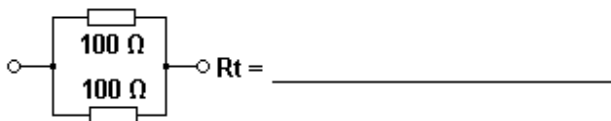
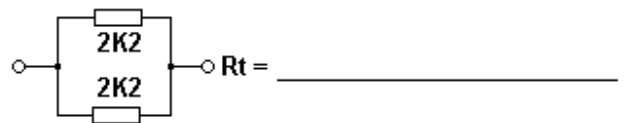
⇒ **EXERCÍCIOS DE REVISÃO:**

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

MARROM – CINZA – LARANJA = \_\_\_\_\_

MARROM – PRETO – OURO = \_\_\_\_\_

**2. Determine a resistência equivalente das associações abaixo:**



## IV – TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA - FREQUÊNCIA

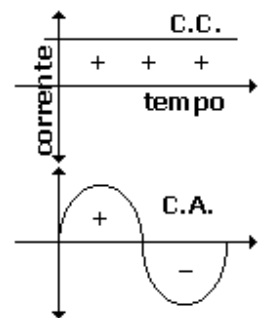
### 1. TEORIA:

a. **Corrente contínua (CC ou DC)** – É fornecida por pilhas, baterias, fonte de alimentação dos aparelhos. Ela mantém sempre o mesmo valor e o sentido.

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

Ao lado temos a representação gráfica dos dois tipos de corrente. Como a corrente é produzida pela tensão, é o tipo de tensão que determina o tipo de corrente.

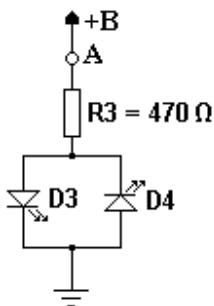
A tensão da pilha é contínua (não muda de polaridade), portanto a corrente fornecida também é contínua.



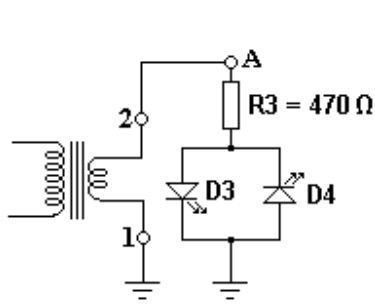
### 2. PRÁTICA:

a. **Experiências** – Monte os dois circuitos abaixo, um de cada vez, e responda os testes:

**CIRCUITO 1**



**CIRCUITO 2**



1. Qual dos LEDs acendeu no circuito 1:

( ) D3 ( ) D4

2. Qual dos LEDs acendeu no circuito 2:

( ) D3 ( ) D4

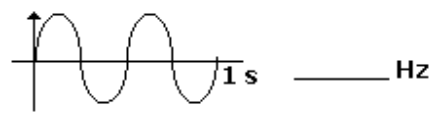
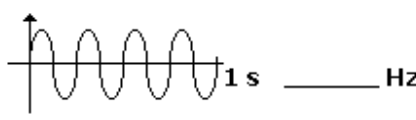
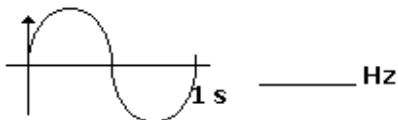
3. Qual o tipo de corrente no circuito 1:

( ) Contínua ( ) Alternada

4. Qual o tipo de corrente no circuito 2:

( ) Contínua ( ) Alternada

b. **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 C.A fornecida pela rede é 60 Hz. Indique a frequência das correntes abaixo:



⇒ **EXERCÍCIOS DE REVISÃO:**

1. **Relacione a coluna da esquerda com a da direita:**

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| ( 1 ) Corrente elétrica    | ( ) OHM    |
| ( 2 ) Resistência elétrica | ( ) HERTZ  |
| ( 3 ) Tensão elétrica      | ( ) AMPÈRE |
| ( 4 ) Potência elétrica    | ( ) VOLT   |
| ( 5 ) Frequência elétrica  | ( ) WATT   |

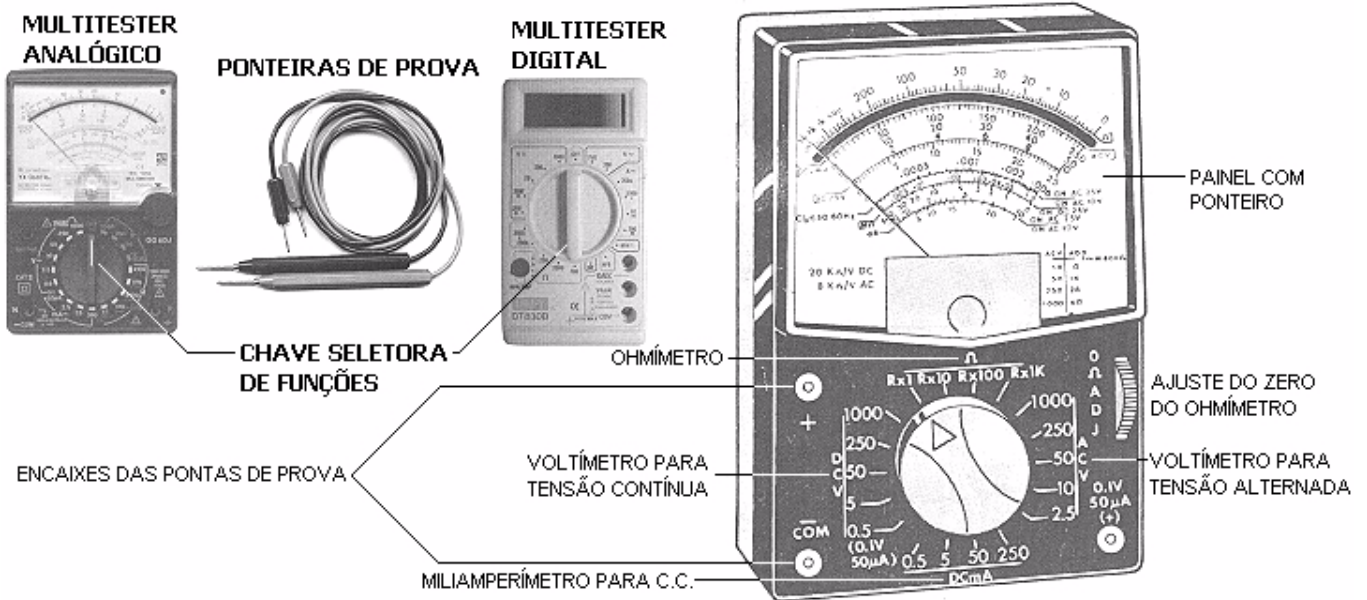
2. O aluno tem um multímetro que está com a escala de X10 queimada. Quando ele abriu o aparelho, encontrou um resistor de 200 Ω queimado. Mas ele não tinha um outro deste valor. Apenas 2 resistores de 100 Ω. Então para conseguir uma resistência de 200 Ω, ele deve ligá-los:

( ) Em série ( ) Em paralelo

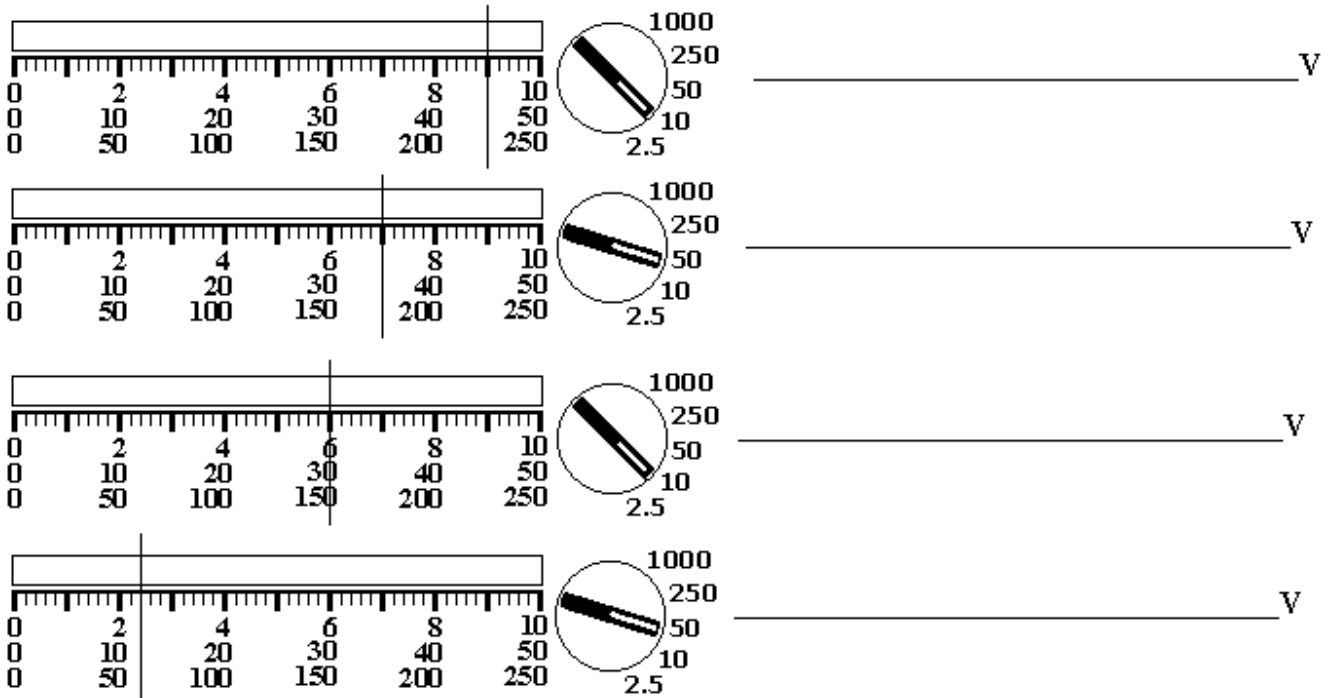
# V – MULTITESTER – USO DO MULTITESTER NA MEDIDA DE TENSÕES ELÉTRICAS

## 1. TEORIA:

O multitester, também chamado de multímetro ou mitter é o aparelho usado basicamente para medir corrente, tensão e resistência elétrica. A função do multitester é escolhida pela chave seletora. 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. Abaixo temos um multitester analógico (de ponteiro) e um digital (de cristal líquido):



⇒ EXERCÍCIO – Indique a tensão medida pelos multitesteres abaixo:



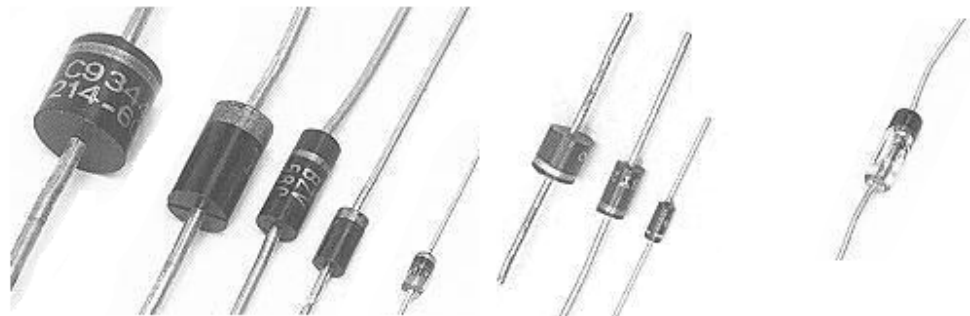
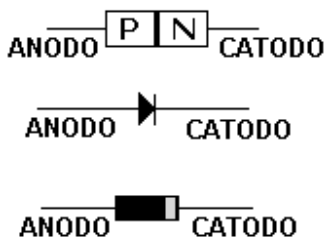




## VI – ESTUDO DOS DIODOS

### 1. TEORIA:

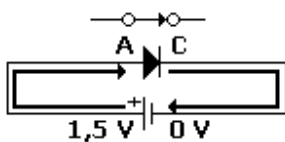
a. **Diodo comum** – O diodo é um componente formado por dois cristais semicondutores de germânio ou silício. Porém na fabricação, o semicondutor é misturado a outras substâncias formando assim um cristal do tipo P (anodo) e outro do tipo N (catodo). Abaixo vemos os aspectos e o símbolo do diodo:



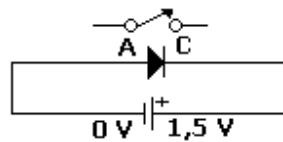
DIODOS DE SILÍCIO (O LADO DA FAIXA É O CATODO)

DIODO DE GERMÂNIO

Os diodos só conduzem corrente elétrica quando a tensão do anodo é maior que a do catodo. Abaixo vemos o funcionamento do diodo:

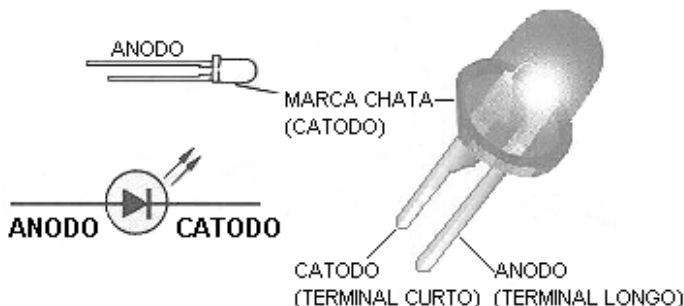


tensão do anodo maior que a do catodo - o diodo conduz corrente e funciona como chave ligada



tensão do anodo menor que a do catodo - o diodo não conduz corrente e funciona como chave desligada

b. **LED (diodo emissor de luz)** – O LED é um diodo especial feito de “arseneto de gálio”. Funciona da mesma forma que o diodo comum e acende quando diretamente polarizado. Abaixo vemos o LED:



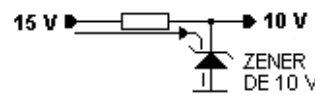
LED ESPECIAL (2 NUM SÓ)



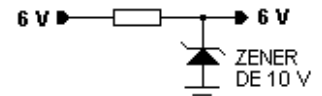
LEDS DE VÁRIOS FORMATOS E TAMANHOS

Os LEDs são usados nos circuitos como sinalizadores visuais. Como eles não suportam altas correntes, sempre vão ligados em série com um resistor.

c. **Diodo Zener** – Este tipo de diodo 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. Abaixo vemos este diodo, seu símbolo e funcionamento:



TENSÃO APLICADA MAIOR QUE A DO ZENER - ELE CONDUZ E ESTABILIZA PARA O VALOR DELE.

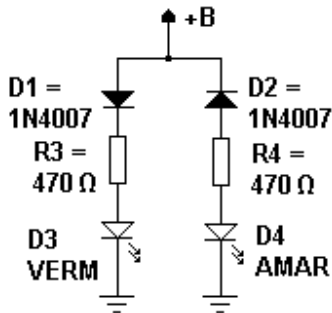


TENSÃO MENOR QUE A DO ZENER - ELE NÃO CONDUZ E NÃO ESTABILIZA

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. Mais adiante no curso voltaremos a falar sobre o diodo Zener.

## 2. PRÁTICA:

a. **Experiência com diodo comum** – Monte o circuito abaixo e responda os testes:



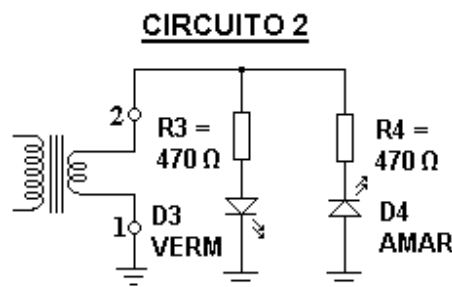
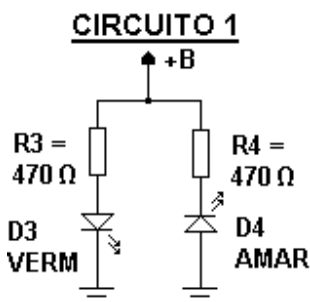
Qual dos diodos está corretamente polarizado? ( ) D1 ( ) D2

Para um diodo conduzir, qual dos terminais deve receber tensão mais alta?  
( ) anodo ( ) catodo

Meça a tensão nos terminais dos diodos: D1 = \_\_\_\_\_ V D2 = \_\_\_\_\_ V.

Quando o diodo conduz, dá uma queda de cerca de \_\_\_\_\_ V

b. **Experiência com LED** – Monte os circuitos abaixo e responda as questões:



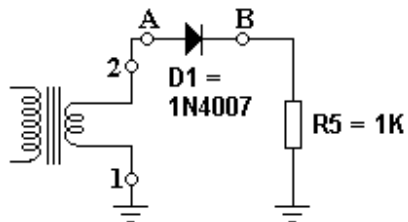
No CIRCUITO 1 qual dos LEDs acende:

( ) D3 – vermelho ( ) D4 - amarelo

No CIRCUITO 2 qual dos LEDs acende:

( ) D3 – vermelho ( ) D4 - amarelo

c. **Diodo como retificador** – Usado para transformar tensão alternada em tensão pulsante. Monte o circuito abaixo, ligue o osciloscópio nos pontos **A** e **B** e marque as formas de onda nos gráficos abaixo:



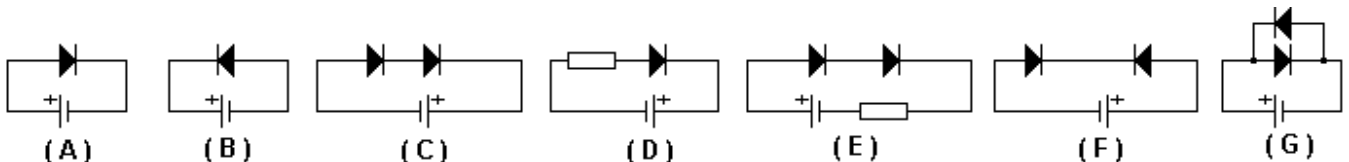
d. **Lista dos diodos de uso geral** – Abaixo temos alguns dos diodos de uso mais comuns em eletrônica.

a) Germânio – 1N60    b) Silício de baixa corrente (diodos de sinal) – 1N4148, 1N4151, BAW62, etc.

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

⇒ EXERCÍCIOS

1. Abaixo temos vários circuitos usando diodos. Indique em quais deles circula corrente:



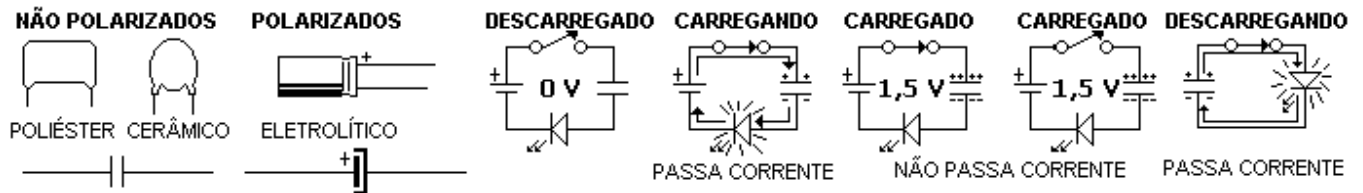
2. Para um LED apresentar uma boa luminosidade, a corrente que passa por ele deve ser de cerca de 10 mA (0,01 A). para saber o valor do resistor em série com ele, basta pegar a tensão da fonte, subtrair 1,6 V e dividir por 0,01. Se o +B da fonte é 6 V, qual deve ser o valor do resistor em série? \_\_\_\_\_ Ω



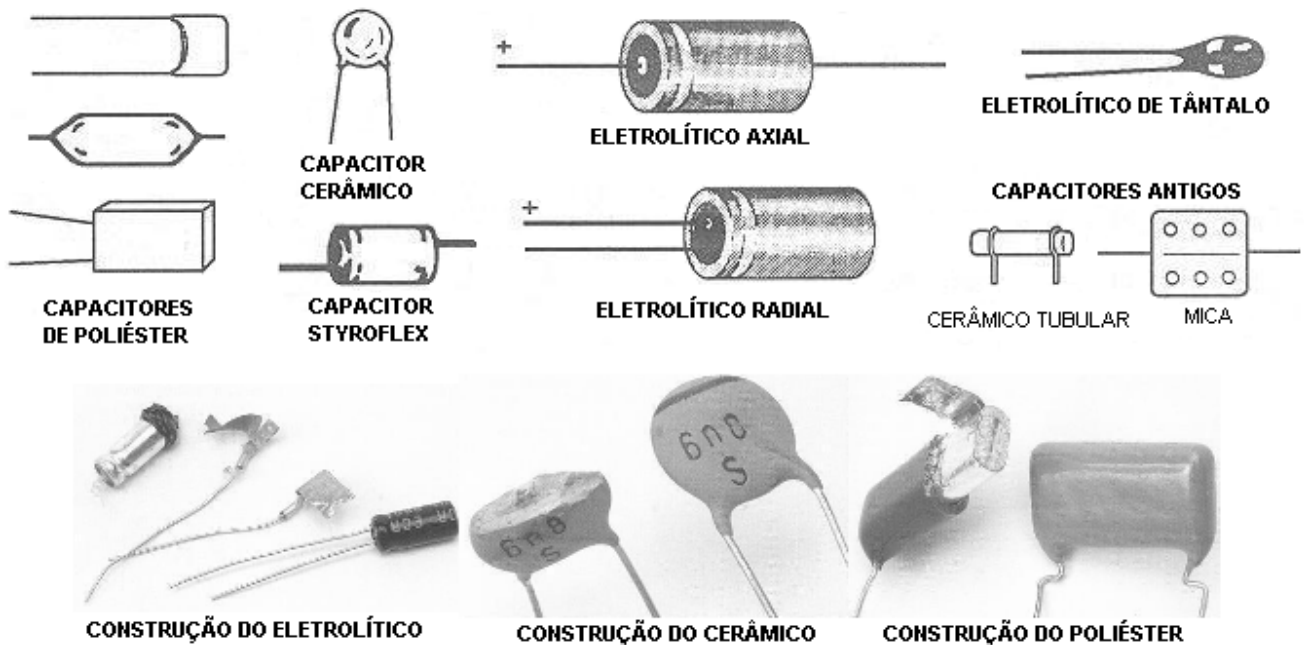
## VII – ESTUDO DOS CAPACITORES

### 1. TEORIA:

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).



Como visto no esquema acima, 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 alguns detalhes da construção interna e de alguns tipos de capacitores:



**a. Funções do capacitor nos circuitos** – Conforme estudaremos com mais detalhes em outras aulas do curso, os capacitores podem ser usados com filtro de fonte de alimentação, transformando corrente pulsante em contínua e também servem para bloquear 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.

**b. 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 ( $\mu$ F), NANOFARAD (nF ou KpF) E O PICOFARAD (pF).

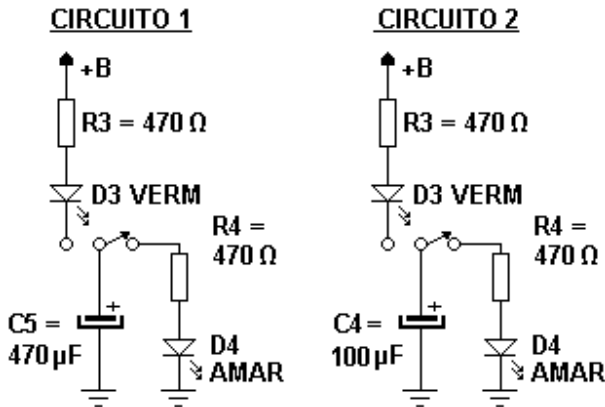
⇒ EXERCÍCIO – Nos capacitores indicados abaixo, qual deles demora mais para carregar:

( ) 10  $\mu$ F ( ) 4,7  $\mu$ F ( ) 100 nF ( ) 100  $\mu$ F ( ) 100 pF ( ) 8200 pF ( ) 22  $\mu$ F ( ) 47  $\mu$ F

## 2. PRÁTICA:

a. **Carga e descarga do capacitor** – Vamos montar os dois circuitos abaixo. Para isto basta trocar o capacitor de  $470 \mu\text{F}$  do circuito 1 pelo de  $100 \mu\text{F}$  do circuito 2. A seguir responda as questões:

**Importante** - O capacitor eletrolítico é polarizado e o terminal negativo é indicado por uma faixa no seu corpo.



1 – Nos dois circuitos, ligando-se a chave do meio para a esquerda, o LED vermelho pisca porque:

( ) O capacitor carrega ( ) O capacitor descarrega

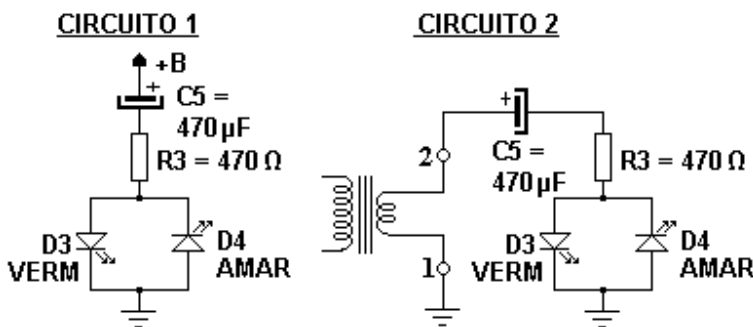
2 - Nos dois circuitos, ligando-se a chave do meio para a direita, o LED amarelo pisca porque:

( ) O capacitor carrega ( ) O capacitor descarrega

3 – Usando qual dos capacitores, os LEDs piscam mais rápido:

( )  $C5 = 470 \mu\text{F}$  ( )  $C4 = 100 \mu\text{F}$

b. **Capacitor no circuito de corrente contínua e alternada** – Monte os circuitos abaixo e responda as questões:



1 – Em qual dos dois circuitos os LEDs permaneceram acesos:

( ) Circuito 1 ( ) Circuito 2

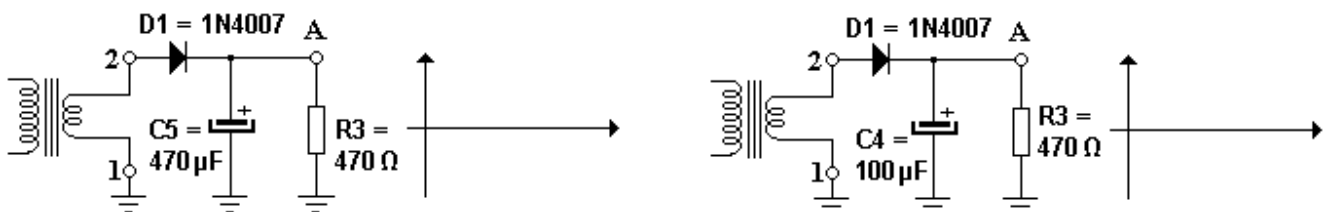
2 – No Circuito 1 o capacitor:

( ) Boqueou a C.C. ( ) Bloqueou a C.A.

3 – No Circuito 2 o capacitor permitiu a passagem da:

( ) C.C. ( ) C.A.

c. **Capacitor de filtro** – Monte os circuitos abaixo e desenhe nos gráficos a forma de onda mostrada no osciloscópio:



Podemos concluir que para funcionar bem como filtro, o capacitor eletrolítico deve ter:

( ) valor alto ( ) valor médio ( ) valor baixo

⇒ **EXERCÍCIO DE REVISÃO** – Relacione cada componente com a sua função à direita:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| ( R ) Resistor  | ( ) Só permite a passagem da corrente num sentido      |
| ( C ) Capacitor | ( ) Diminui a tensão e a corrente elétrica             |
| ( D ) Diodo     | ( ) Armazena eletricidade e pode funcionar como filtro |

### 3. PRÁTICA II – Leitura dos capacitores:

#### a. Unidades de medida e conversão de uma unidade para outra:

a.1 - **Microfarad ( $\mu\text{F}$ )** – É a maior unidade, sendo usada nos capacitores de alto valor (eletrolíticos)

a.2 - **Nanofarad (nF) ou (KpF)** – É mil vezes menor que o  $\mu\text{F}$ , sendo usada nos capacitores comuns de médio valor.

a.3 - **Picofarad (pF)** – É um milhão de vezes menor que o  $\mu\text{F}$ , sendo usada nos capacitores comuns de baixo valor.

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

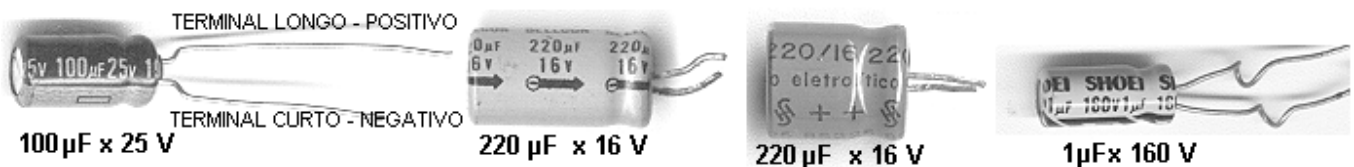
Para aumentar a unidade, a vírgula vai a esquerda      **microfarad   nanofarad   picofarad**      Para diminuir a unidade, a vírgula vai a direita

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

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

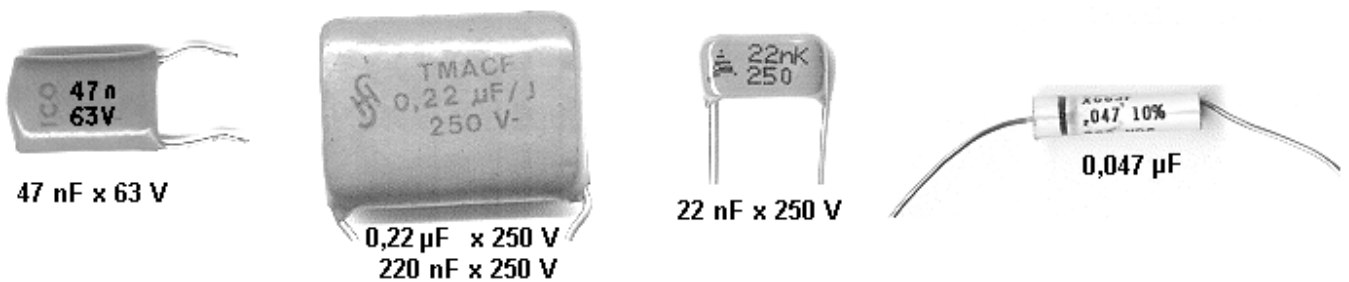
$3,3\text{nF} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pF}$  ;  $0,1\mu\text{F} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nF}$  ;  $0,22\mu\text{F} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nF}$  ;  $8200\text{pF} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nF}$

b. **Leitura de capacitores eletrolíticos** – Este tipo é fácil de identificar o valor, pois ele já vem indicado direto no corpo em  $\mu\text{F}$ , 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:



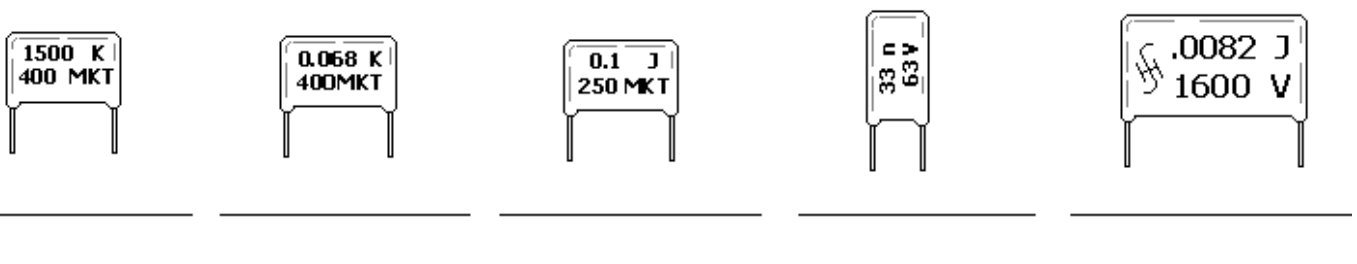
c. **Leitura de capacitores de poliéster** – Os capacitores comuns (poliéster, cerâmicos, styroflex, etc) normalmente usam uma regra para indicação do seu valor através do número indicado no seu corpo:

Número menor que 1 =  $\mu\text{F}$  ; número maior de 1 = pF ; maior que 1 seguido da letra N = nF



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

⇒ **EXERCÍCIO** - Vamos ler os capacitores indicados abaixo e passar para a unidade mais conveniente:



d. **Leitura de capacitores de cerâmica** – Alguns tem 3 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 |              |               | CAPACITOR DE POLIÉSTER "SCHIKO" |                           | CAPACITOR DE POLIESTIROL - "STYROFLEX" |
|-----------------------|--------------|---------------|---------------------------------|---------------------------|--|
|                       |              |               |                                 |                           |  |
| 121 = 120 pF          | 1n5 = 1,5 nF | 102 = 1000 pF | 5p6 = 5,6 pF                    | 104 = 100.000 pF = 100 nF | 270K = 270 pF                          |

⇒ **EXERCÍCIO** - Vamos ler os capacitores indicados abaixo e passar para a unidade mais conveniente:

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       |       |       |       |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
|       |       |       |       |       |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

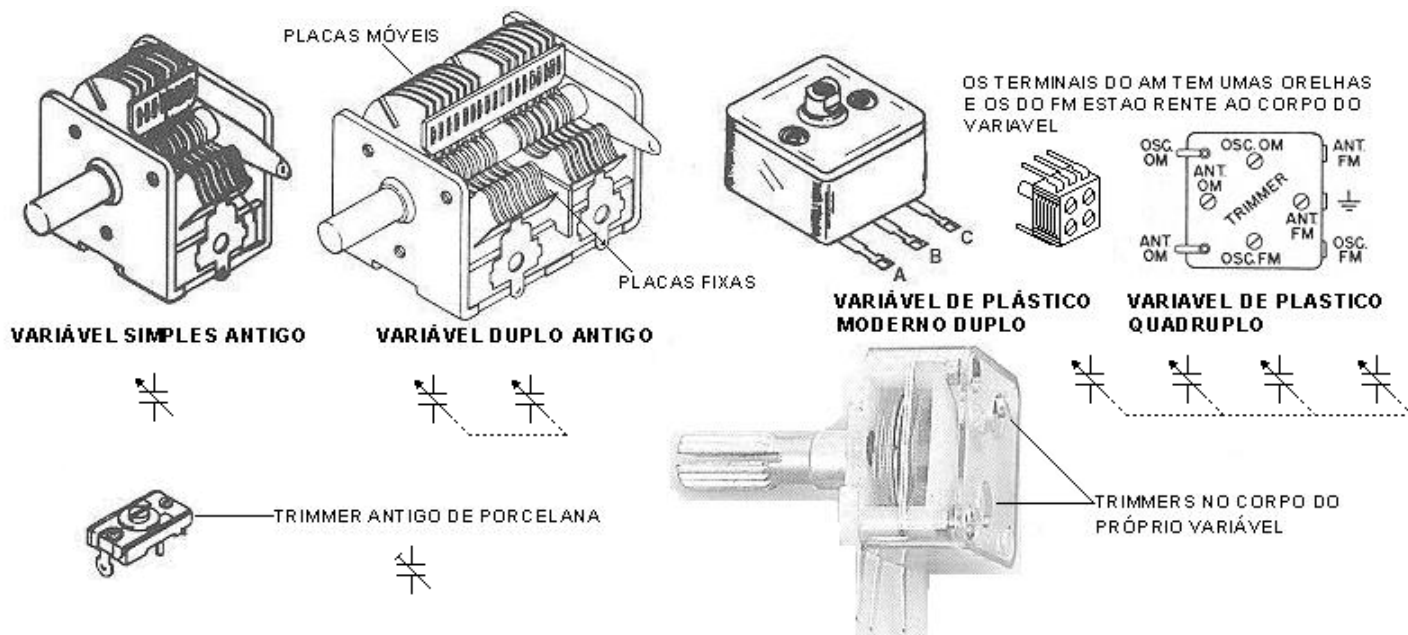
e. **Leitura de capacitores de poliéster “zebrinha”** – Este tipo não se usa mais. Porém como o aluno pode encontrar em alguns aparelhos, ensinaremos a fazer a leitura. Lembrando que estes capacitores são muito “vagabundos” e se o aluno encontrar algum danificado, deverá trocar por outro mais moderno:

| <table border="0"> <tr> <th>1º algarismo</th> <th>2º algarismo</th> <th>zeros</th> </tr> <tr> <td>preto 0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>marrom 1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>vermelho 2</td> <td>2</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>laranja 3</td> <td>3</td> <td>000</td> </tr> <tr> <td>amarelo 4</td> <td>4</td> <td>0000</td> </tr> <tr> <td>verde 5</td> <td>5</td> <td>00000</td> </tr> <tr> <td>azul 6</td> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>violeta 7</td> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>cinza 8</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>branco 9</td> <td>9</td> <td></td> </tr> </table> | 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 |  | violeta 7 | 7 |  | cinza 8 | 8 |  | branco 9 | 9 |  | <p><b>tolerância</b><br/>branco - 10%<br/>preto - 20%</p> <p><b>tensão</b><br/>vermelho - 200 V<br/>amarelo - 400 V<br/>azul - 600 V</p> <p><b>VALOR EM pF</b></p> | <p>EXEMPLO:</p> <p>MARROM - 1<br/>PRETO - 0<br/>LARANJA - 000<br/>BRANCO - 10%<br/>VERMELHO - 200 V</p> <p>10.000 pF =<br/>10 nF</p> |
|---|--------------|--------------|-------|---------|---|---|----------|---|---|------------|---|----|-----------|---|-----|-----------|---|------|---------|---|-------|--------|---|--|-----------|---|--|---------|---|--|----------|---|--|--|--|
| 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            |              |       |         |   |   |          |   |   |            |   |    |           |   |     |           |   |      |         |   |       |        |   |  |           |   |  |         |   |  |          |   |  |  |  |
| violeta 7   | 7            |              |       |         |   |   |          |   |   |            |   |    |           |   |     |           |   |      |         |   |       |        |   |  |           |   |  |         |   |  |          |   |  |  |  |
| cinza 8   | 8            |              |       |         |   |   |          |   |   |            |   |    |           |   |     |           |   |      |         |   |       |        |   |  |           |   |  |         |   |  |          |   |  |  |  |
| branco 9  | 9            |              |       |         |   |   |          |   |   |            |   |    |           |   |     |           |   |      |         |   |       |        |   |  |           |   |  |         |   |  |          |   |  |  |  |

⇒ **EXERCÍCIO** – Identifique o valor e tensão de trabalho dos seguintes capacitores:

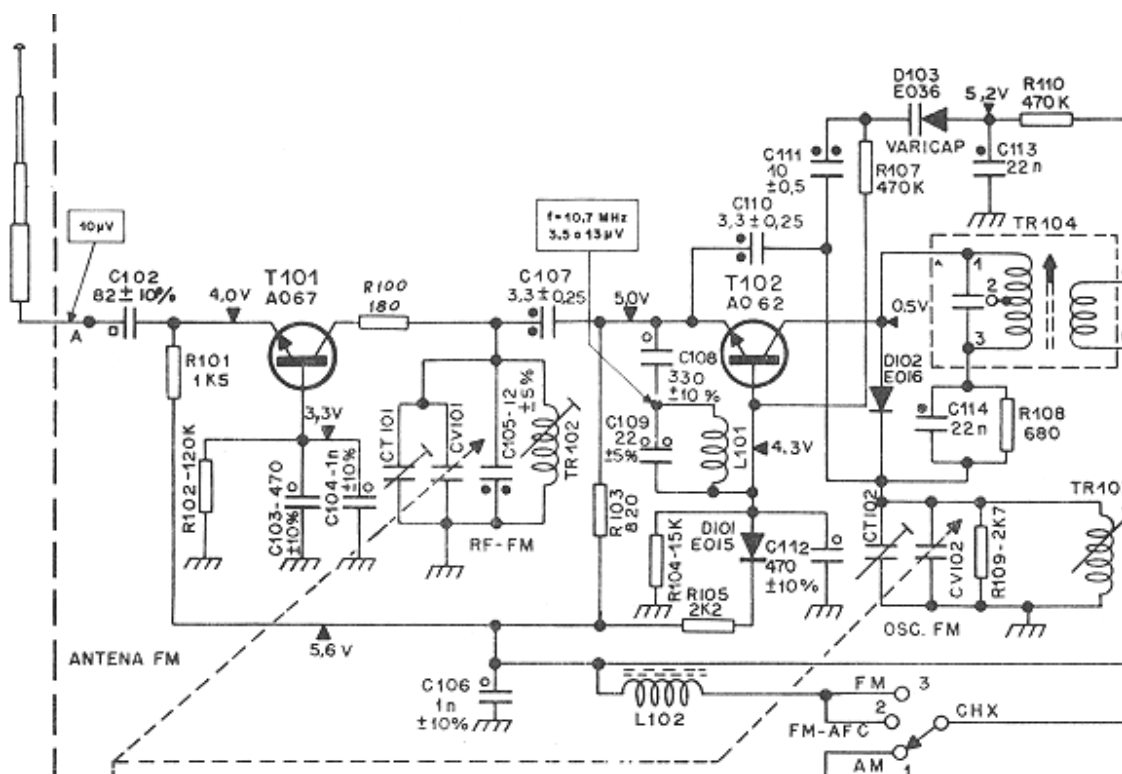
|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>AMARELO<br/>VIOLETA<br/>LARANJA<br/>BRANCO<br/>VERMELHO</p> | <p>VERMELHO<br/>VERMELHO<br/>VERMELHO<br/>PRETO<br/>AMARELO</p> | <p>MARROM<br/>PRETO<br/>AMARELO<br/>BRANCO<br/>AZUL</p> |
| _____ pF   | _____ pF  | _____ pF  |
| _____ nF   | _____ nF  | _____ nF  |
| _____ V  | _____ V   | _____ V   |

**4. 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 tem 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.

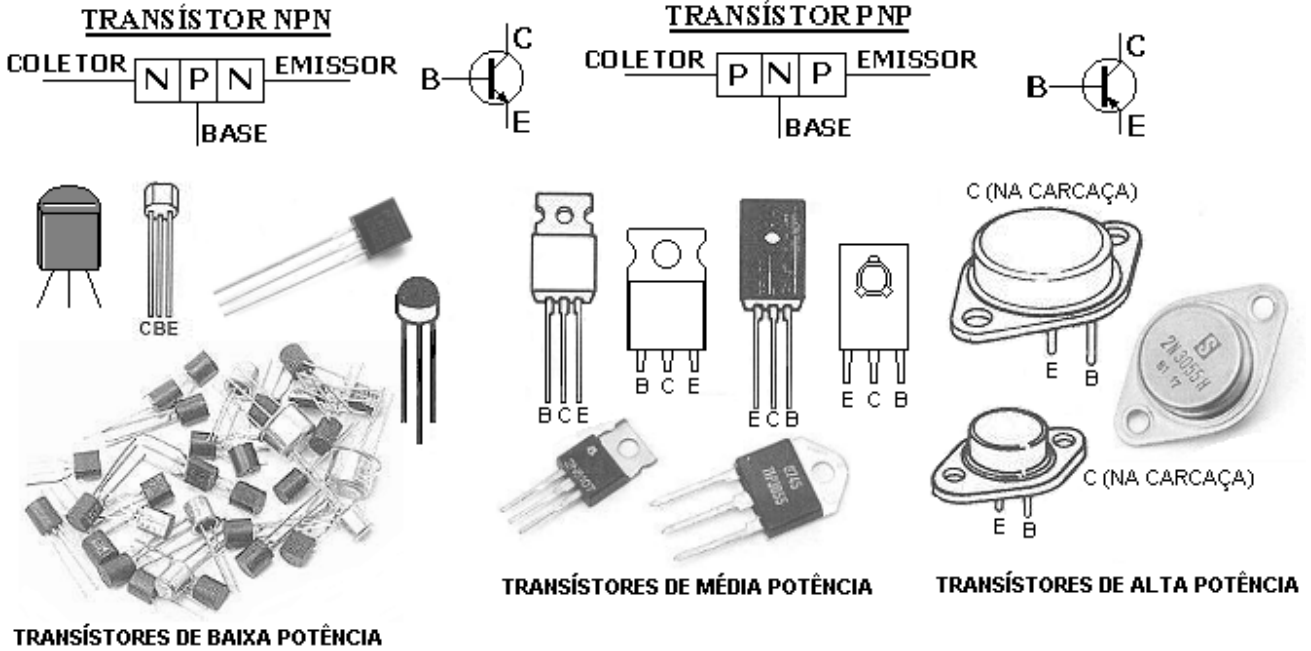
⇒ EXERCÍCIO – No esquema abaixo, localize e marque com a letra **V** os variáveis e **T** os trimmers:



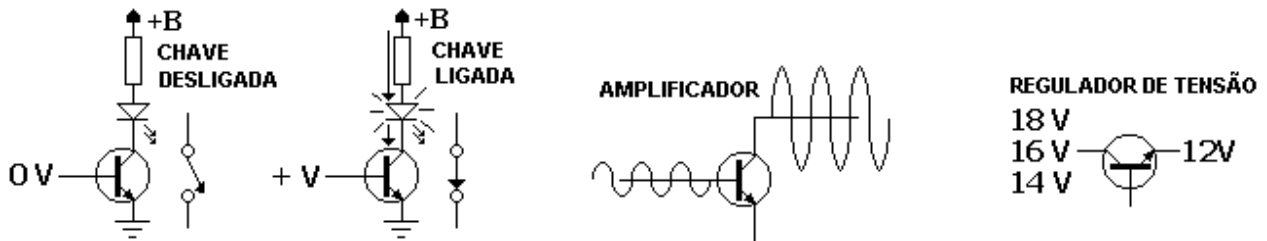
## VIII – ESTUDO DOS TRANSISTORES

### 1. TEORIA:

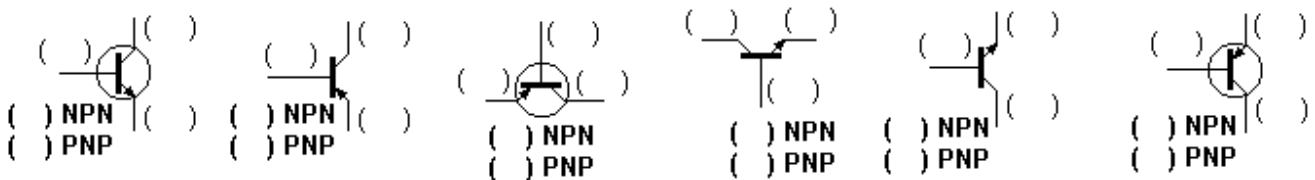
a. **Definição** - É um componente formado por três cristais de silício, sendo dois N e um P ou dois P e um N. Abaixo vemos os tipos e símbolos dos transistores comuns usados em eletrônica (bipolares):



b. **Funções do transistor** – Pode funcionar como chave, amplificador de sinais e regulador de tensão, como vemos abaixo:



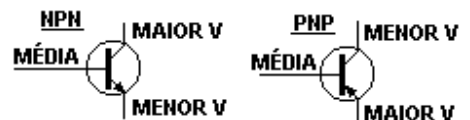
⇒ **EXERCÍCIO** – Dados os transistores abaixo, indique quais são **NPN** ou **PNP** e o nome dos terminais:



c. **Polarização** – São as tensões contínuas aplicadas nos terminais do transistor para ele poder funcionar.

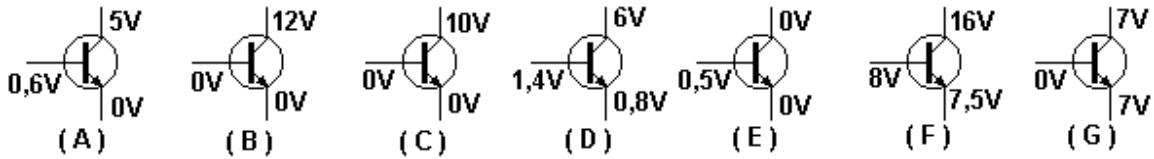
c.1 **Polarização de um transistor NPN** – Tensão mais alta no coletor, média na base e mais baixa no emissor. A tensão da base é só um pouco maior que a do emissor (no máximo 0,8 V a mais).

c.2 **Polarização 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:

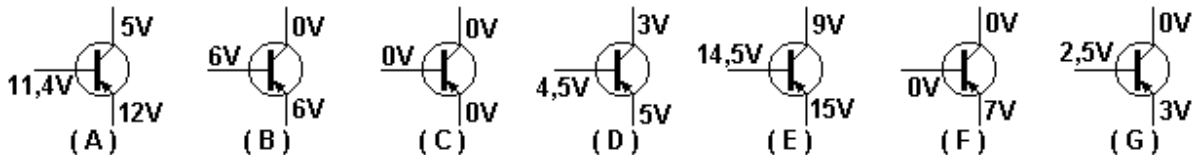


⇒ EXERCÍCIOS:

1. Marque um "x" nos transistores NPN polarizados corretamente:

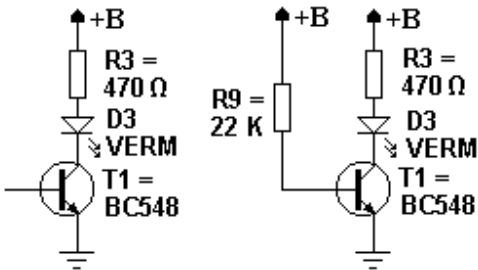


2. Marque um "x" nos transistores PNP polarizados corretamente:



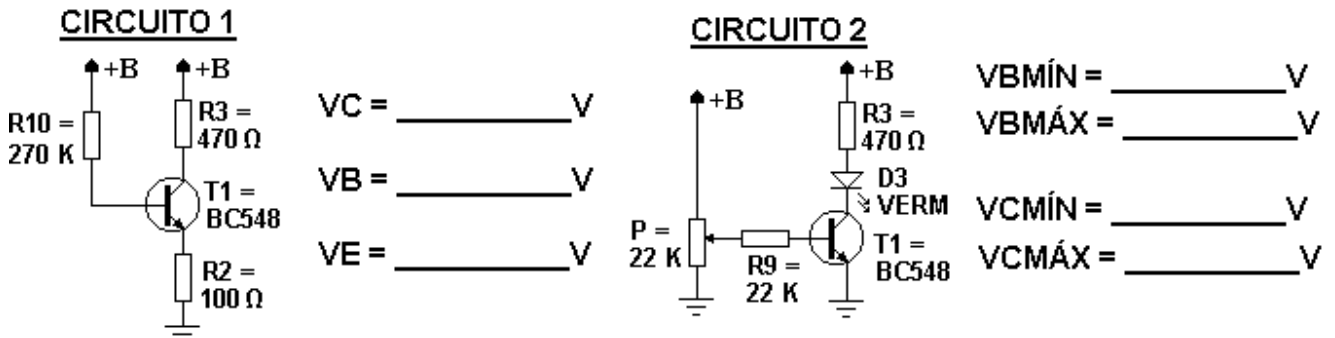
2. PRÁTICA – Montagem de circuitos com transistores:

a. Transistor NPN funcionando como chave – Monte os circuitos abaixo e responda as questões:



- No circuito da esquerda, o transistor funciona como:  
 chave ligada       chave desligada
- No circuito da direita, o transistor funciona como:  
 chave ligada       chave desligada
- Concluimos que o transistor NPN deve receber tensão maior \_\_\_\_\_, média \_\_\_\_\_ e menor \_\_\_\_\_

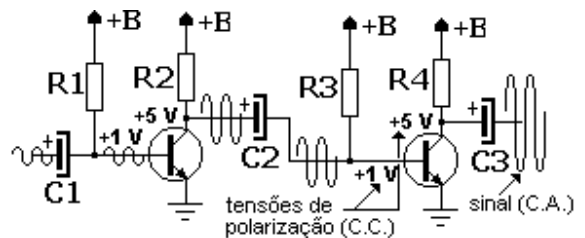
b. Tensões de polarização do transistor – Monte os circuitos abaixo e meça as tensões:



No **circuito 1**, se  $V_C = 0V$ , quem pode estar com defeito? \_\_\_\_\_. E se  $V_B = 0V$ ? \_\_\_\_\_

No **circuito 2**, a tensão de \_\_\_\_\_ varia pouco, mas a tensão de \_\_\_\_\_ varia bastante.

c. Polarização e acoplamento – No circuito eletrônico, a maioria dos resistores servem para polarizar os transistores e os capacitores levam o sinal de uma etapa para outra. Esta função chama-se acoplamento. Observe no esquema ao lado como os capacitores bloqueiam a tensão contínua de polarização entre as etapas e deixam passar apenas o sinal.

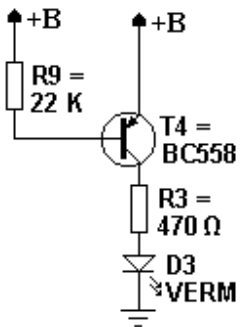


Polarização - \_\_\_\_\_

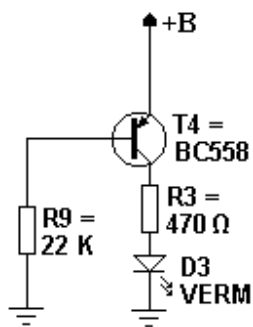
Acoplamento - \_\_\_\_\_

d. **Experiência com transistor PNP** – Monte os circuitos abaixo e responda as questões:

**CIRCUITO 1**



**CIRCUITO 2**



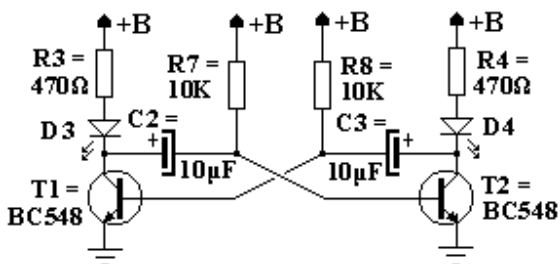
1. Em qual dos circuitos o LED acende:

( ) CIRCUITO 1    ( ) CIRCUITO 2

2. Concluímos então que a polarização da base dos transistores PNP vem:

( ) Da linha de +B    ( ) Do terra

e. **Multivibrador astável (pisca pisca)** – Monte o circuito abaixo:



Neste circuito os LEDs piscam alternadamente e a velocidade depende dos capacitores e de R7 e R8. Troque os capacitores por C4 e C5 (maiores valores). Os LEDs piscam:

( ) mais rápido    ( ) mais devagar

3. **PRÁTICA II – Códigos e encapsulamento dos transistores:**

a. **Transistores de uso geral na eletrônica:**

Baixa potência -BC548, BC558, BC337, BC327, BF494, BF422, BF423, 2SC1815, 2SA1015, 2N2222, etc

Média potência -BD139, BD140, TIP41, TIP42, BUW84, BF459, 2SD401, 2SD1414, 2SB667, 2SB578, etc

Alta potência -2N3055, 2SC2365, 2SD1554, 2SD1877, 2SC4769, BU2508, BU208, etc.

b. **Sistemas de codificação para transistores e diodos mais usados:**

**b.1 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** = fotoacoplador, **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.

exemplos: **AC188** – Transistor de germânio (antigo) para baixa frequência e baixa potência

**BD139** – Transistor de silício (moderno) para baixa frequência e média potência

⇒ **EXERCÍCIO** – Dados os componentes abaixo, marque um “x” nos transistores:

( ) BY127    ( ) BC337    ( ) BU208    ( ) BAW62    ( ) BF255    ( ) BZX75    ( ) BD136    ( ) BUY71

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

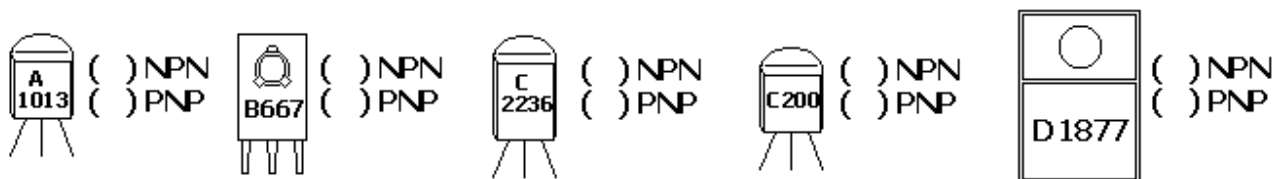
⇒ **EXERCÍCIO** – Complete cada espaço em branco com “diodo” ou “transistor”:

2N5401 = \_\_\_\_\_; 2N3055 = \_\_\_\_\_; 1N60 = \_\_\_\_\_



**b.3 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 vier as letras **A** ou **B**, será **PNP**. Se for **C** ou **D**, será **NPN**. Ex: 2SC1815 é NPN.

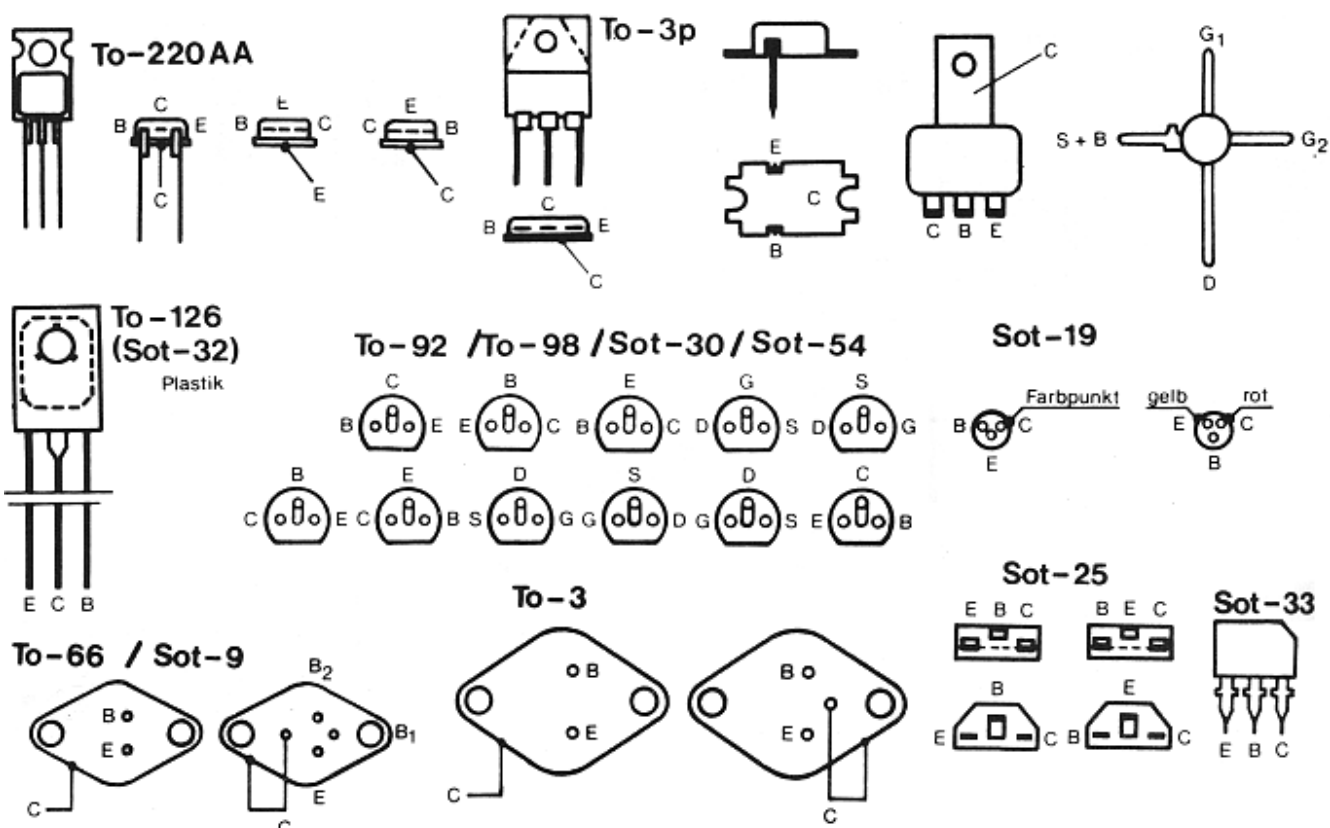
⇒ EXERCÍCIO – Dados os transistores abaixo, indique a polaridade para cada um deles:



**b.4 Sistema Texas** – **TIP** – Transistor de média ou alta potência; **TIS** – Transistor de baixa potência; **TIC** – Tiristor (SCR ou TRIAC).

**b.5 Sistema Motorola** – **MJ** – Transistor de silício para alta potência; **MP** – Transistor de germânio para alta potência; **MPS** – Transistor de silício de baixa potência; **MPF** – Transistor FET.

**c. Encapsulamento dos transistores** – Abaixo vemos o encapsulamento de vários transistores:



Os transistores possuem uma série de características, tais como: posição dos terminais, máxima tensão e corrente que ele pode suportar, ganho, encapsulamento, como visto acima, etc. Todas estas características, bem como os equivalentes para cada tipo de transistor são encontradas nos manuais de equivalência e características de transistores. Este tipo de publicação é encontrada para aquisição em livrarias técnicas ou casas de venda de esquemas elétricos.

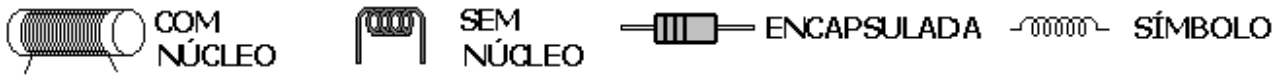
⇒ EXERCÍCIO DE REVISÃO – O que diferencia um transistor PNP de um NPN:

- ( ) A posição dos terminais
- ( ) O encapsulamento
- ( ) A polarização

# XIX – **BOBINAS E TRANSFORMADORES**

## 1. **TEORIA:**

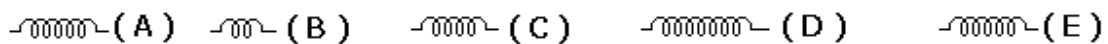
a. **Bobina (ou indutor)** - Como vemos abaixo, a bobina é um componente formado por um fio enrolado em voltas (espiras). Quando a corrente circula pelo fio da bobina, ela cria um campo magnético.



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 (μH) e as grandes em Henrys (H).

Qual das bobinas abaixo tem maior indutância:



Abaixo vemos vários tipos de bobinas encontrados nos equipamentos eletrônicos:



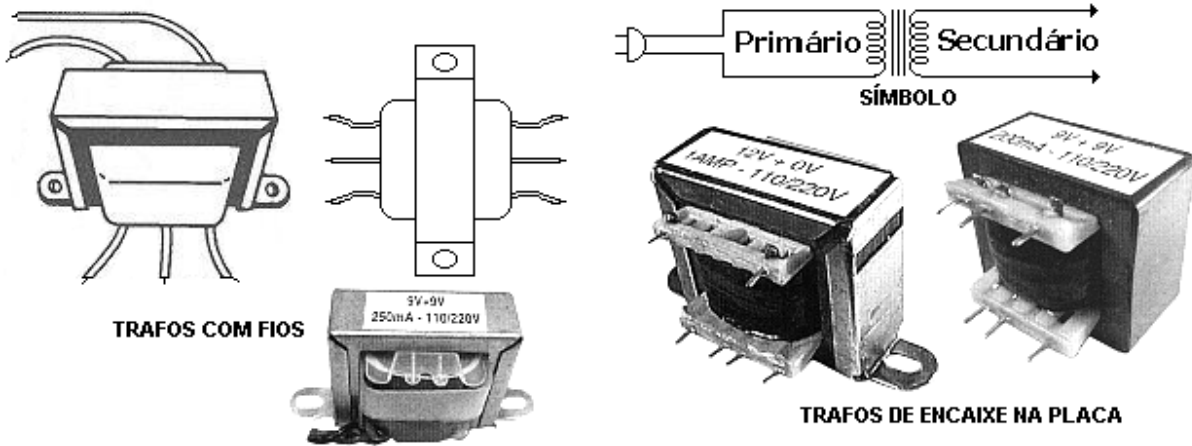
## ⇒ **EXERCÍCIOS:**

- Qual a principal finalidade de uma bobina no circuito de um rádio ou TV:
  - ( a ) dificultar a passagem de C.A.    ( b ) dificultar a passagem da C.C.    ( c ) impedir a passagem de C.C.
- Relacione os componentes com as suas unidades de medida:
 

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>( A ) Capacitor</b> | (   ) Henry (H), milihenry (mH) ou microhenry (μH)      |
| <b>( B ) Resistor</b>  | (   ) Microfarad (μF), nanofarad (nF) ou picofarad (pF) |
| <b>( C ) Bobina</b>    | (   ) Ohm (Ω), Kiloohm (KΩ) ou Megaohm (MΩ)             |
- Indique abaixo o valor para cada bobina representada pelas figuras:

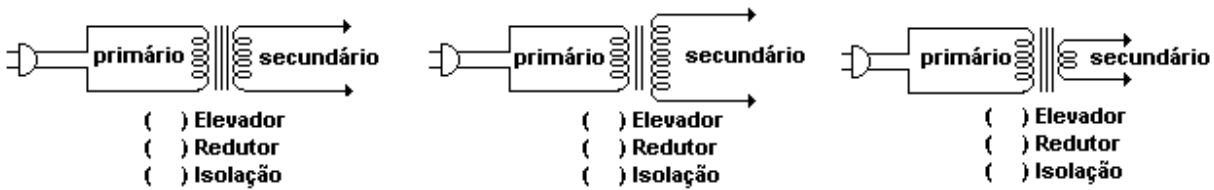


b. **Transformador (trafo)** - Como vemos abaixo, o transformador é formado por duas bobinas próximas, porém isoladas. Aplicando tensão alternada no primário o trafo cria um campo magnético alternado e induz uma tensão alternada no secundário, podendo ser maior, igual ou menor que a do primário:



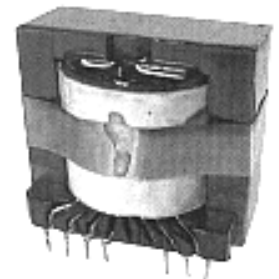
Os transformadores que tem o primário igual ao secundário são de isolação, os de secundário menor são redutores e os de secundário maior são elevadores.

⇒ EXERCÍCIO – Indique o nome para cada transformador abaixo:

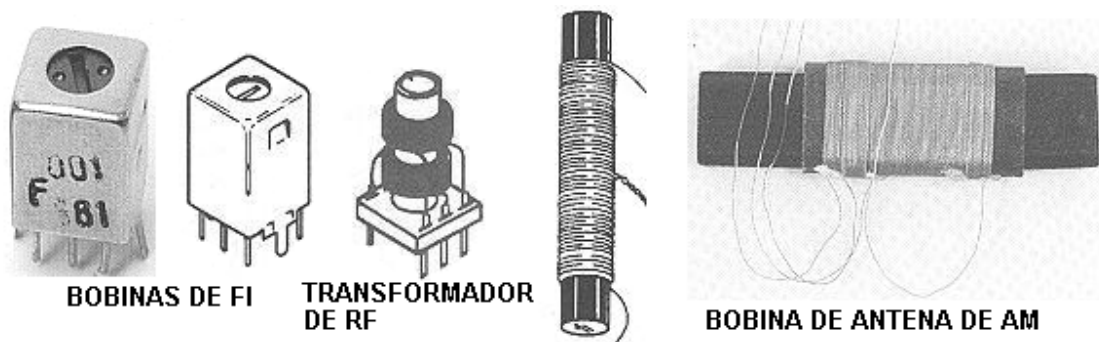


c. **Outros tipos de transformadores:**

c.1 **Transformador chaveador** – Como vemos na figura ao lado, este tipo de transformador tem núcleo de ferrite, ao contrário dos tipos comuns com núcleo de lâminas de ferro. Também pode ser chamado de “chopper” e é usado em fontes chaveadas onde a frequência de trabalho é alta e o núcleo de ferrite funciona melhor.



c.2 **Transformadores de radiofrequência (RF)** – São transformadores especiais geralmente com poucas espiras usados nos rádios para trabalhar com sinais de frequência alta. Servem para sintonizar emissoras ou para calibração:



As bobinas de FI servem para calibrar o rádio e as bobinas de RF são usadas na sintonia das estações.

## 2. PRÁTICA

a. **Teste do transformador a frio – medida de sua resistência** – Medir a resistência do transformador da placa da escola:

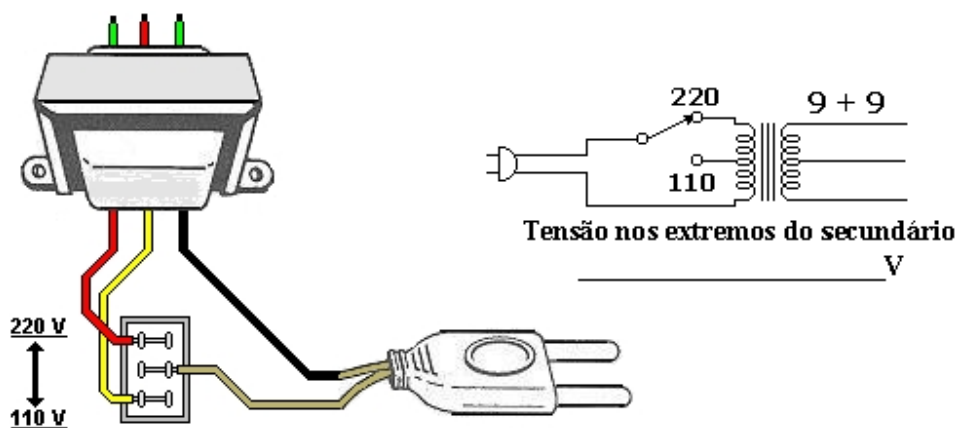
a.1 – **Primário de 3 fios** – entre os dois extremos \_\_\_\_\_  $\Omega$ . Central e o extremo de menor resistência \_\_\_\_\_  $\Omega$ . No secundário \_\_\_\_\_  $\Omega$ .

a.2 - **Primário de 4 fios** – Cada primário (par de fios) \_\_\_\_\_  $\Omega$ . Secundário \_\_\_\_\_  $\Omega$ .

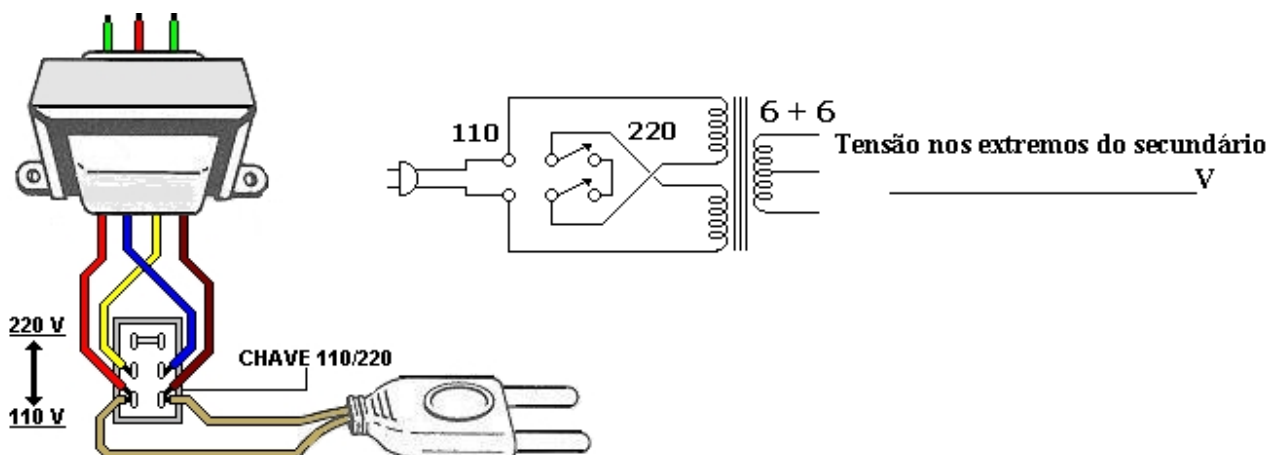
**Obs: Se o ponteiro não deflexionar no primário ou secundário, o trafo está queimado.**

b. **Ligação da chave 110/220 V no transformador da placa da escola** – Ligue os dois modelos de transformador 110/220 V conforme indicado nos esquemas:

b.1 **Trafo de 3 fios** – Este tipo possui um único primário para 220 V. Ligando um fio extremo com o central do primário, ele funciona em 110 V. Porém a ligação em 110 deve ser feita do central para o extremo de menor resistência. Abaixo vemos o circuito e o aluno deve montá-lo na plaquinha:



b.2 **Trafo de 4 fios** – Possui dois primários para 110 V cada. Para o trafo funcionar em 220 V, os primários ficam em série e para 110 V ficam em paralelo. Abaixo tem o circuito para ser montado:

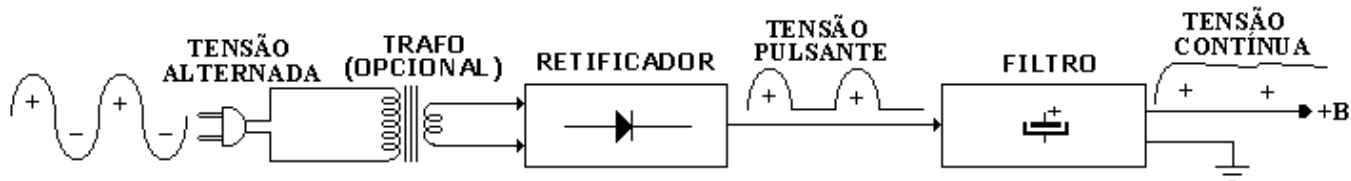


**IMPORTANTE** – Os transformadores de força também são identificados pelo seu limite máximo de corrente elétrica que pode passar pelo secundário. Isto tem a ver com o tamanho físico da peça. Portanto um trafo de 12 V 2 A é maior que um de 12 V 300 mA (0,3 A).

## XX – FONTE DE ALIMENTAÇÃO

### 1. TEORIA GERAL:

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



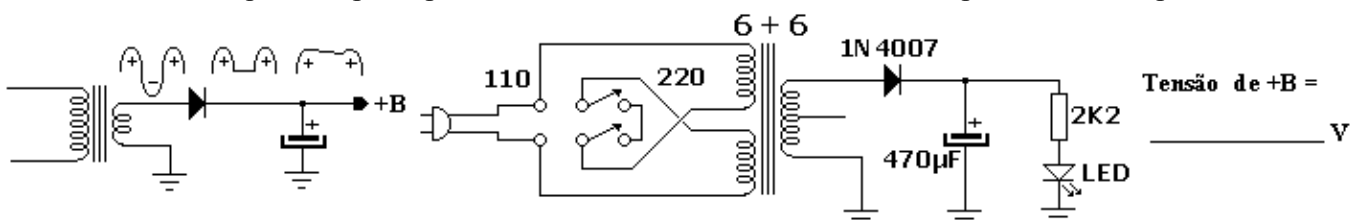
- a) **Retificador** - Transforma tensão alternada em pulsante. É formado por diodos podendo ser 1, 2 ou 4.
- b) **Filtro** - Transforma a tensão pulsante em contínua. É formado por capacitores eletrolíticos acima de 100  $\mu\text{F}$ . Abaixo vemos o aspecto físico destes componentes:



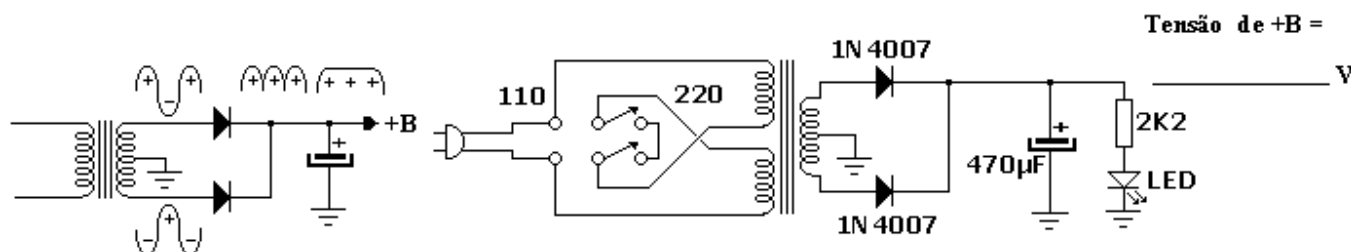
**EXERCÍCIO** – Marque a sequência correta de componentes numa fonte de alimentação:

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

**2. Fonte de meia onda** - Possui um único diodo retificador que aproveita apenas metade da C.A. Abaixo vemos à esquerda o princípio de funcionamento e à direita o circuito para montar na placa da escola:



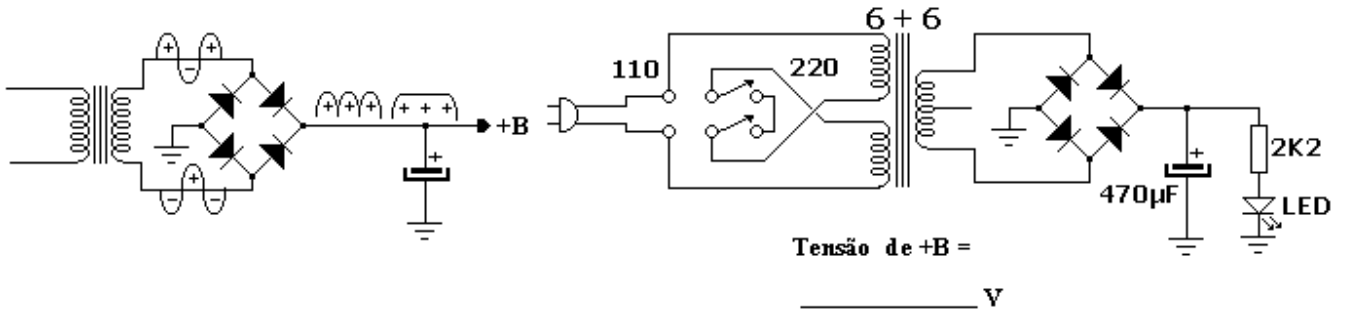
**3. Fonte de onda completa** - Possui dois diodos ligados num trafo com tomada central no secundário. Aproveitam todo o ciclo da C.A. Fornece um +B melhor que o da fonte de meia onda. Monte o circuito abaixo à direita:



**EXERCÍCIO** – Qual a principal vantagem da fonte de onda completa sobre a de meia onda:

- ( ) A tensão de saída é maior
- ( ) O +B é de melhor qualidade
- ( ) Tem um diodo a mais

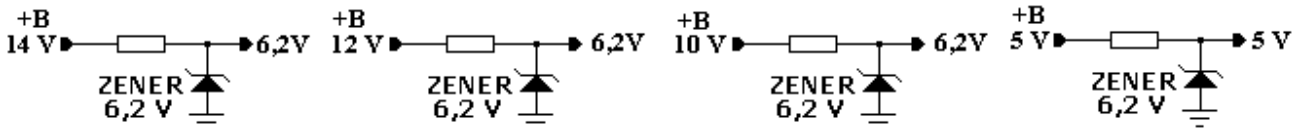
4. **Fonte de onda completa em ponte** - Possui quatro diodos ligados em ponte que aproveitam todo o ciclo da C.A. Este tipo de circuito não necessita de transformador com tomada central. Monte o circuito abaixo à direita:



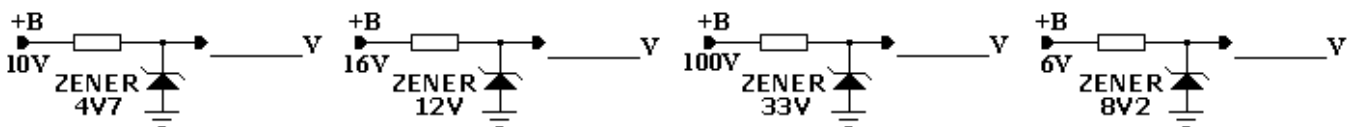
5. **Ponte retificadora numa peça só** – Em alguns aparelhos, ao invés de 4 diodos retificadores separados, utiliza-se uma ponte retificadora, ou seja, 4 diodos dentro de uma única peça. Abaixo podemos observar este componente:



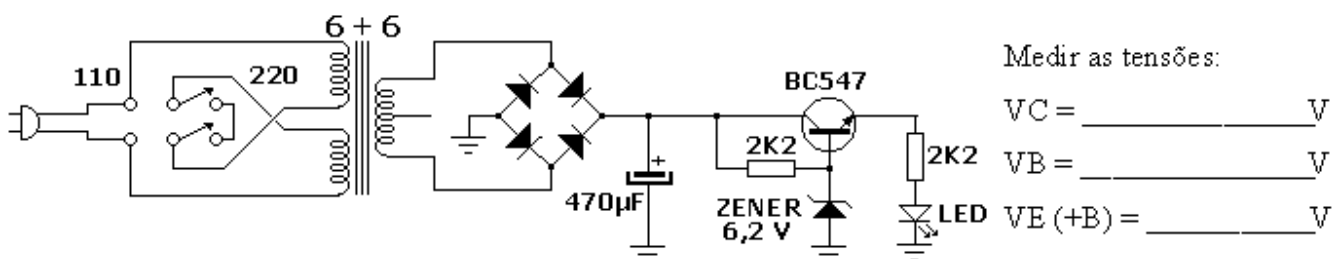
6. **Diodo zener** -Este diodo especial conduz corrente no sentido inverso quando aplicamos tensão igual ou maior que a indicada no corpo dele. Quando ele conduz, mantém a tensão fixa nos seus terminais como vemos abaixo:



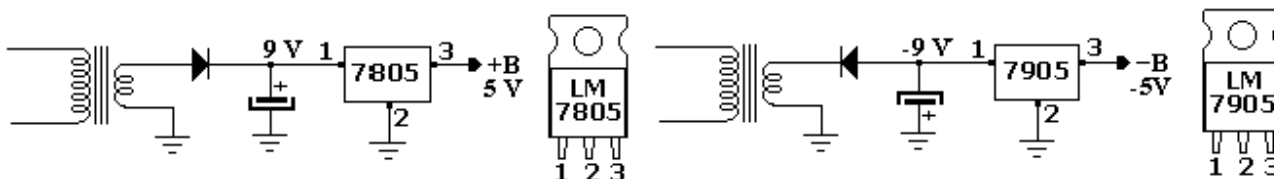
**EXERCÍCIO** – Indique o valor da tensão no catodo dos diodos zeners dos circuitos abaixo:



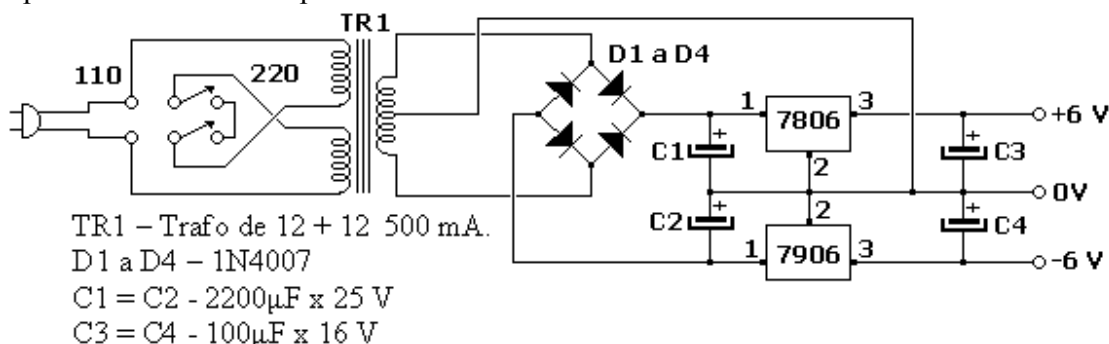
7. **Fonte de alimentação estabilizada** - Fornece uma tensão constante independente das variações da rede. Possui um transistor chamado regulador de tensão. A base do transistor é mantida estável através de um diodo zener. Este transistor fornece a tensão e a corrente para alimentar o circuito. Vamos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



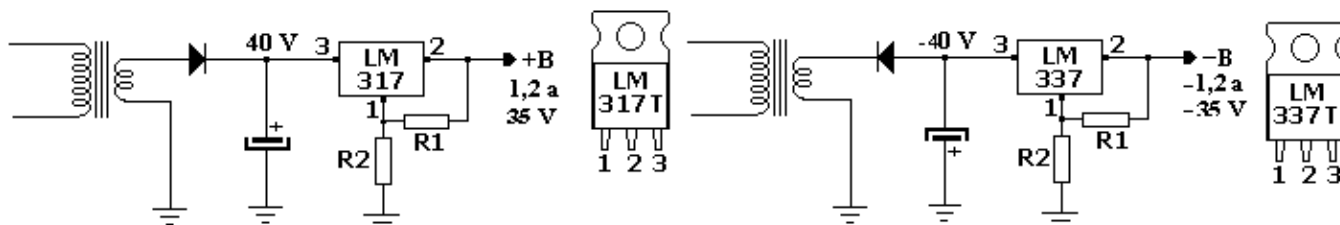
8. **Fontes com CIs da série 78 e 79** – Como podemos ver abaixo estes CIs fornecem uma tensão estabilizada positiva (os da série 78) ou negativa (série 79). A tensão de saída é indicada pelos dois últimos números no seu corpo.



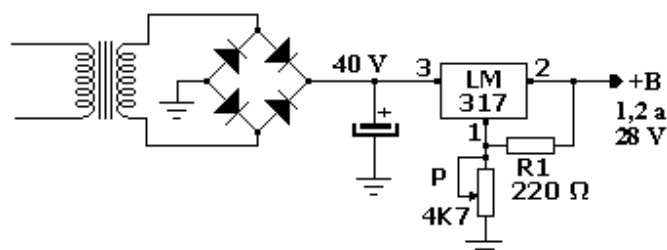
9. **Fonte simétrica usando os CIs 78 e 79** – No circuito abaixo vai uma pequena sugestão de uma fonte que pode alimentar um circuito que consuma até 0,5 A (rádios e gravadores). Usando as extremidades da fonte obtemos 12 V. Usando o central e uma extremidade obtemos 6 V. Os CIs devem ser parafusados num dissipador de calor:



10. **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:  $(R2/R1 + 1) \times 1,25$ . Ou seja, divida R2 por R1, some 1 ao resultado e o que der multiplique por 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.

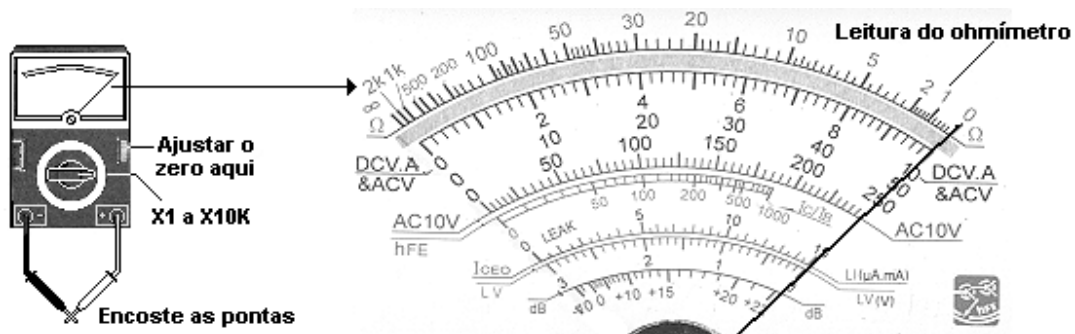


Como vemos ao lado, colocando um trimpot no lugar de R2 no exemplo anterior, podemos ajustar a tensão máxima de saída da fonte.

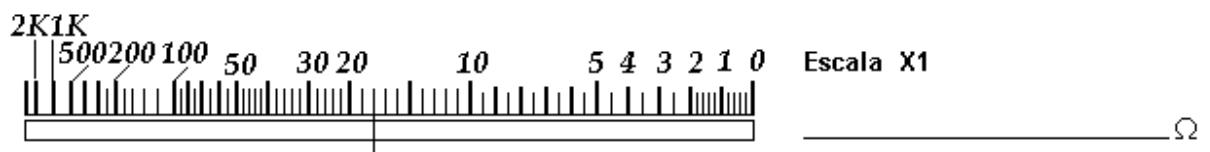
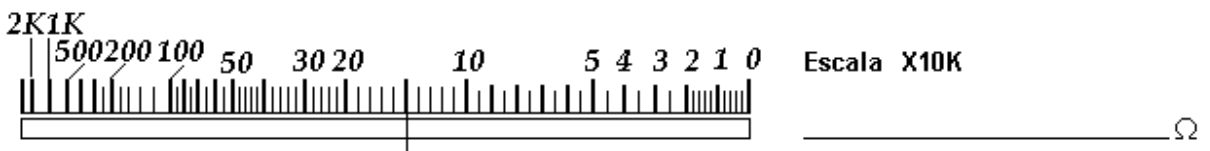
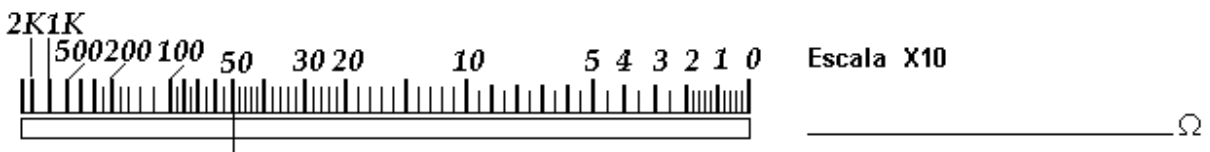
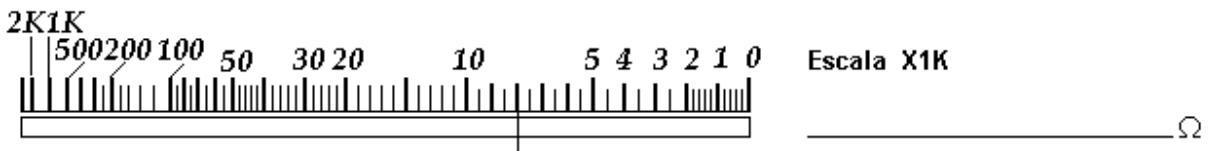
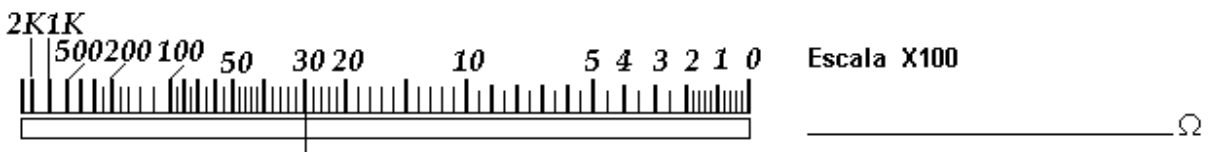
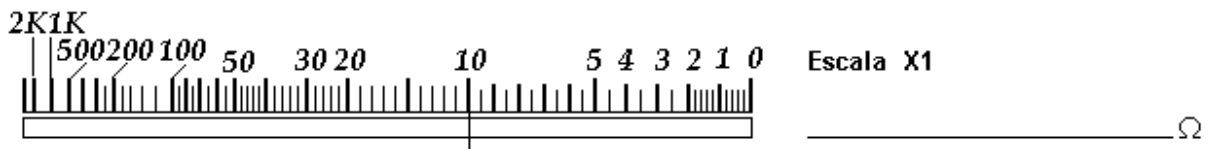
Com o trimpot na posição de baixo, a tensão de saída será cerca de 1,2 V. Na posição de cima basta aplicar o pequeno cálculo para sabermos a tensão máxima de saída:  $4700 / 220 = 21,36$ .  $21,36 + 1 = 22,36$ .  $22,36 \times 1,25 = 28$ . Portanto a máxima tensão que sai é 28 V. Para este CI trabalhar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

## XXI – USO DO MULTITESTER COMO OHMÍMETRO

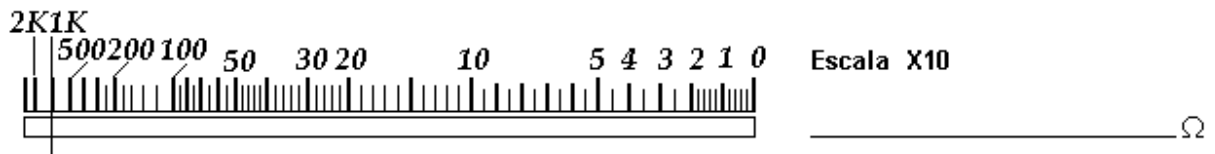
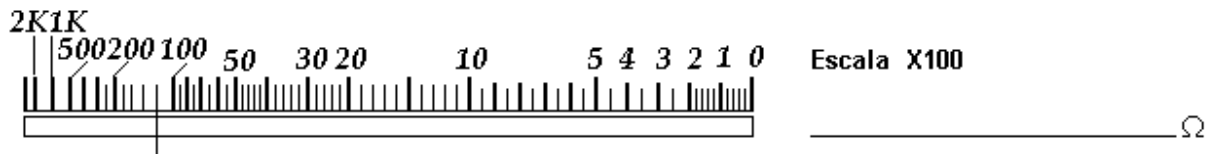
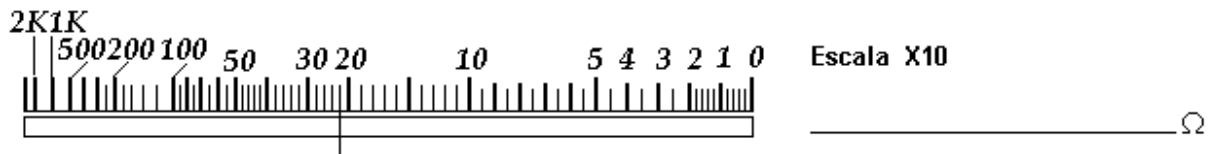
1. **TEORIA – Leitura do ohmímetro** - Para usar o ohmímetro, devemos ajustar o ponteiro sobre o zero através do potenciômetro na escala que for usada (X1, X10, X100, X1K e X10K). Se o ponteiro não alcançar o zero, é porque as pilhas ou baterias estão fracas. Na leitura acrescentamos os zeros da escala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



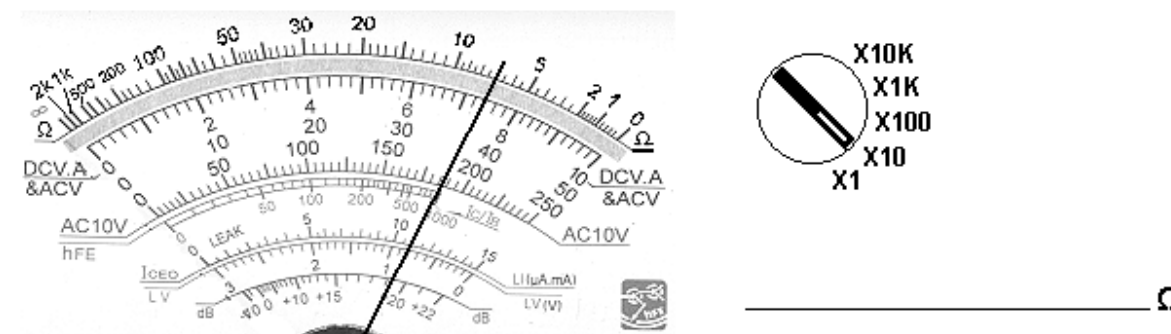
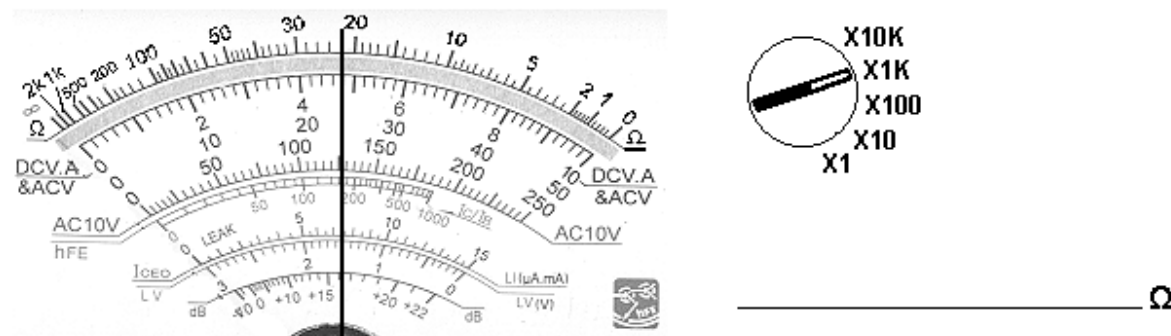
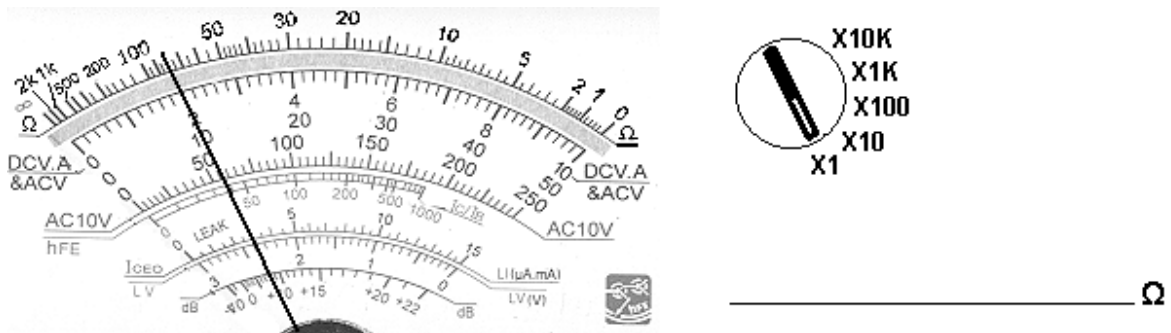
**EXERCÍCIOS** - Identifique o valor indicado em cada painel abaixo:







**EXERCÍCIO 2** – Faça a leitura da resistência indicada pelos multímetros abaixo:



**2. PRÁTICA – TESTE DE COMPONENTES FORA DO CIRCUITO:**

**a. Resistores** – 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**  $\implies$  menor que 1K – X1 ou X10  
Entre 1K e 100K – X100 ou X1K  
Acima de 100K – X10K

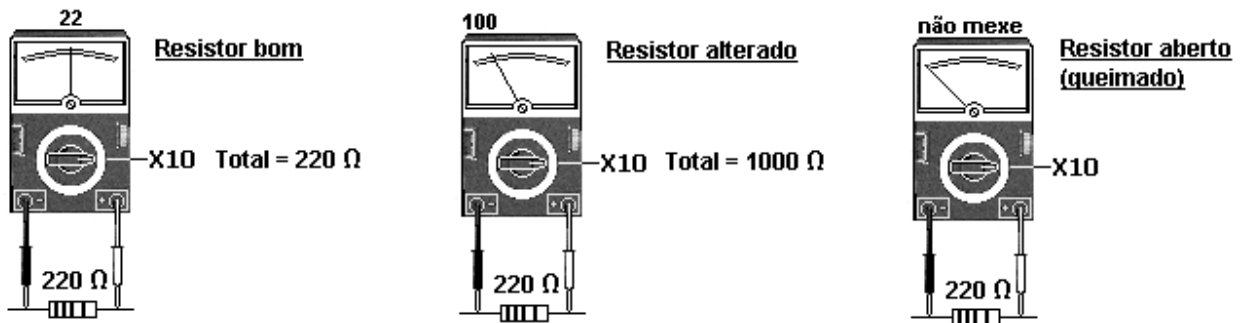
**3ª LISTRA DO CORPO**

- PRETA – X1
- MARROM – X10
- VERMELHA – X100
- LARANJA - X1K
- AMARELO – X10K

**EXERCÍCIO** – Na tabela abaixo, indique a escala para cada valor de resistor:

| Resistor | escala | Resistor | escala |
|----------|--------|----------|--------|
| 15Ω      |        | 22K      |        |
| 180Ω     |        | 6K8      |        |
| 1M       |        | 330Ω     |        |
| 47K      |        | 1Ω       |        |

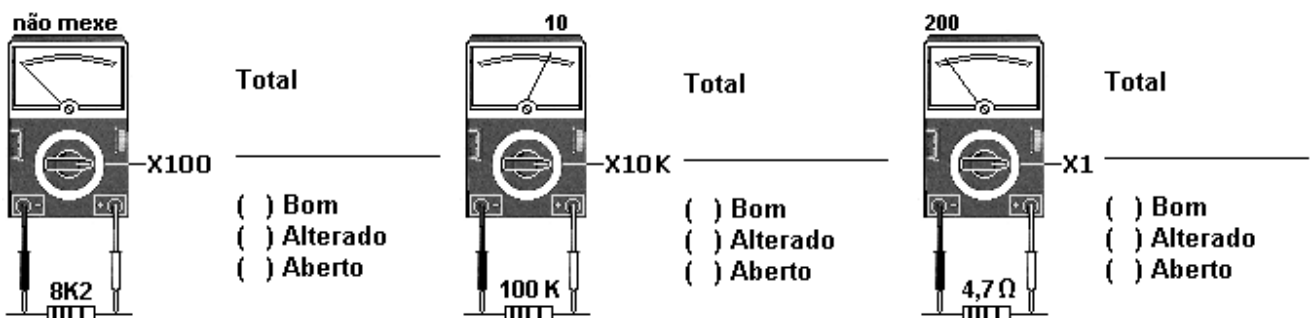
Abaixo vemos como é feito o teste em resistores:



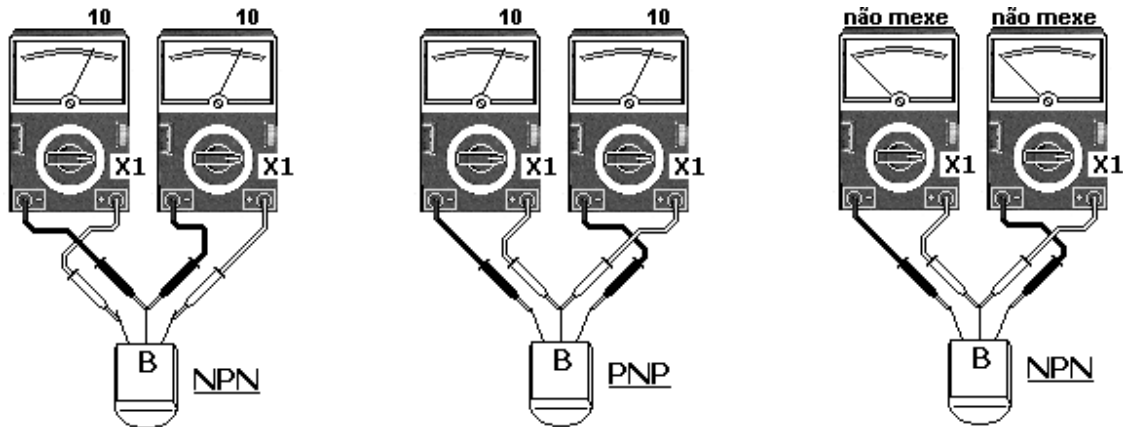
**EXERCÍCIO** – Testar os resistores da placa e indicar a escala para cada um:

| resistor | escala | resistor | escala |
|----------|--------|----------|--------|
| R1=      |        | R7=      |        |
| R2=      |        | R8=      |        |
| R3=      |        | R9=      |        |
| R4=      |        | R10=     |        |
| R5=      |        | R11=     |        |
| R6=      |        | R12=     |        |

**EXERCÍCIO** – Indique abaixo o estado dos seguintes resistores:



b. **Teste de transistor** – Usar X1, e 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 ponteiros é diferente. Abaixo vemos como é feito o teste:

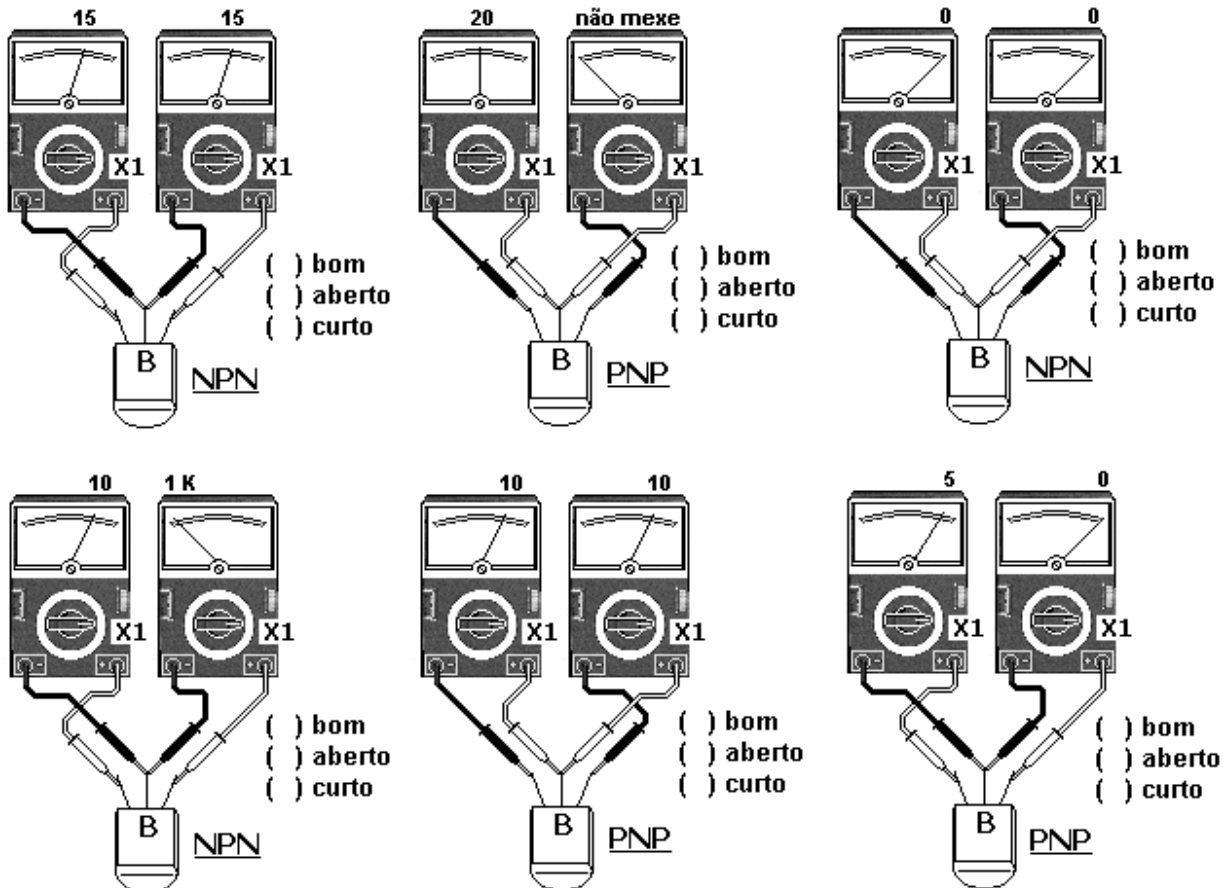


**Importante:** O ponteiro só deve mexer com uma das pontas na base. Se mexer com as duas pontas na base, o transistor está em curto. Se não mexer com nenhuma, o transistor está aberto.

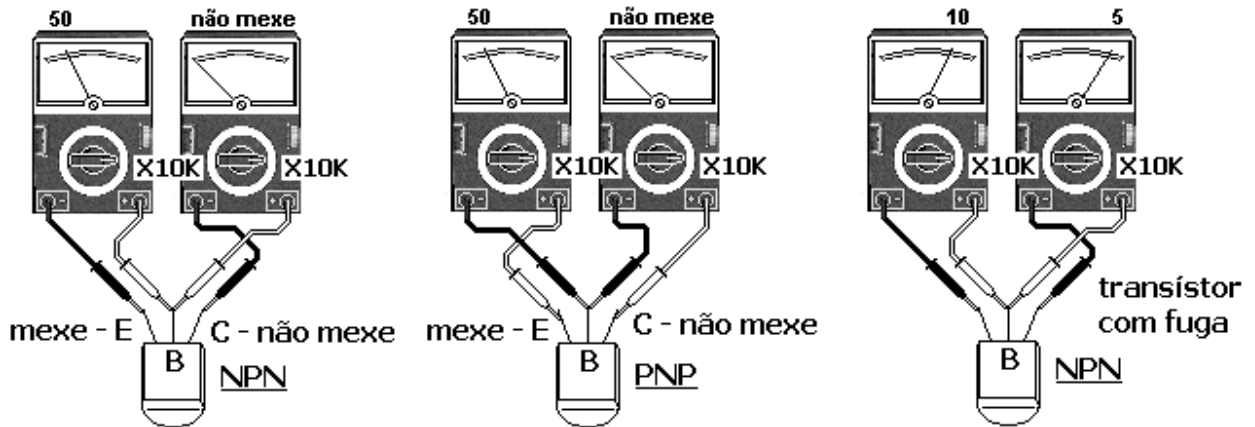
**EXERCÍCIO** – Vamos testar em X1 e indicar o tipo dos transistores da placa:

T1 \_\_\_\_\_ T2 \_\_\_\_\_ T3 \_\_\_\_\_ T4 \_\_\_\_\_

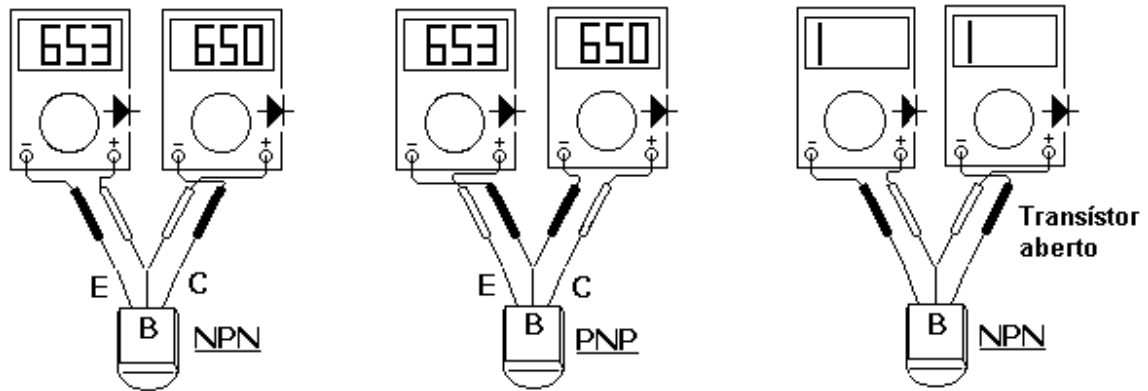
**EXERCÍCIO 2** – Indique o estado dos transistores testados abaixo:



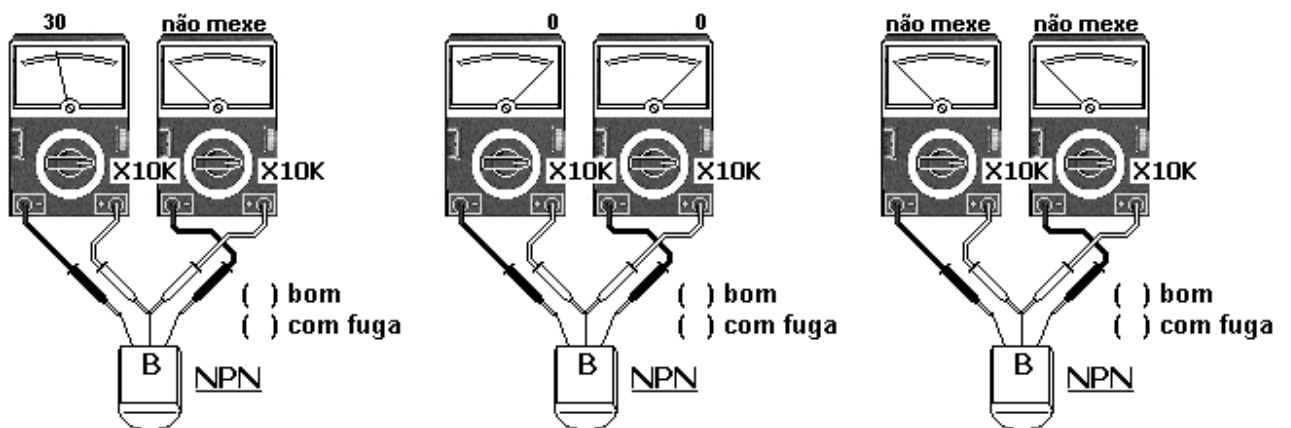
c. **Como achar o coletor e o emissor de um transistor** – Em X10K, coloque a ponta “invertida” na base e a outra ponta em cada terminal restante. Aquele terminal que o ponteiro mexer é o emissor. Se o ponteiro mexer nos dois terminais, o transistor está com fuga ou curto. Abaixo temos o teste:



**Com mitter digital** – Com a ponta certa na base, o terminal que der um pouco mais de resistência é o emissor. Abaixo vemos o teste feito na escala de diodos:

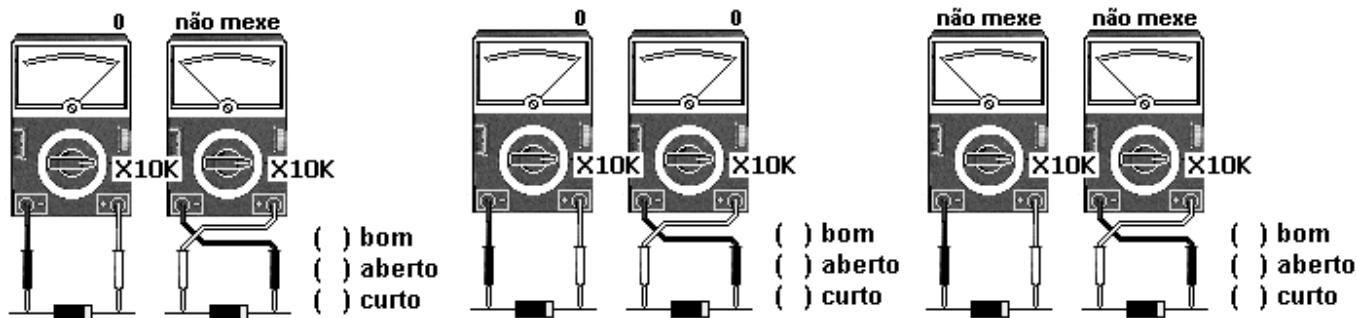


**EXERCÍCIO** – Indicar o estado dos transistores abaixo testados em X10K:

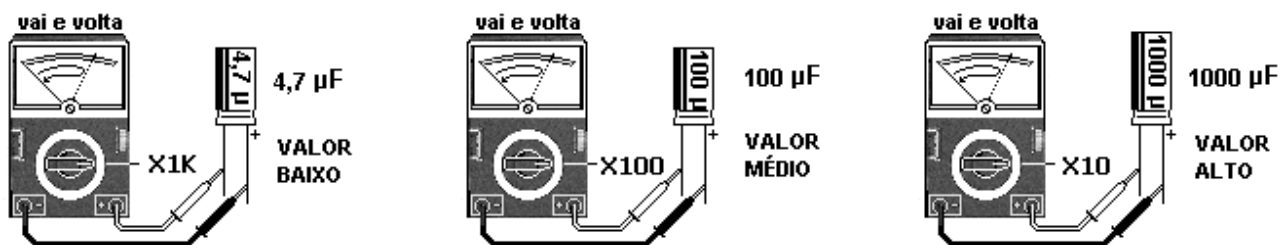


Observações \_\_\_\_\_

d. **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. Verifique o estado dos diodos testados abaixo:



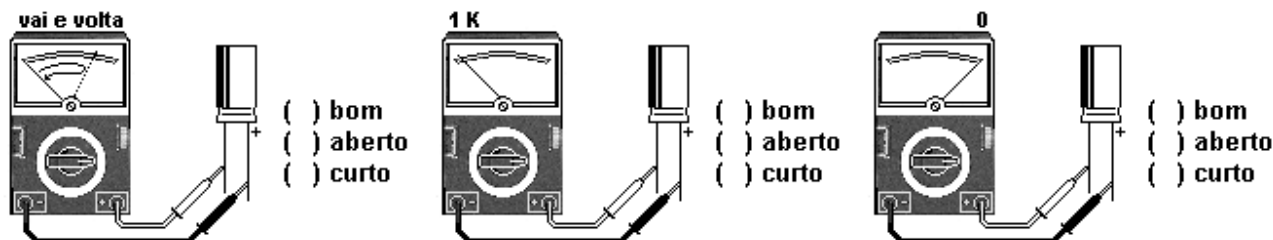
e. **Teste de capacitor eletrolítico** – Começar com a menor escala (X1) e medir nos dois sentidos. Aumente a escala até achar uma que o ponteiro deflexiona e volta. Quanto maior o capacitor, menor é a escala necessária. Este teste é apenas da carga e descarga do capacitor. Veja abaixo:



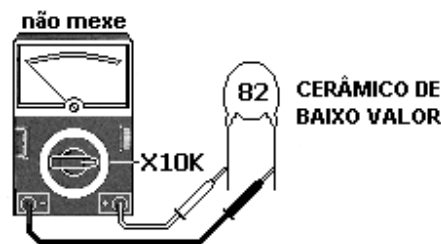
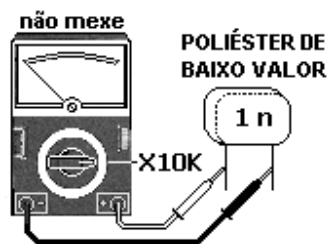
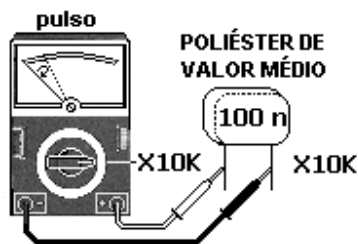
**EXERCÍCIO** – Vamos testar os capacitores da placa e indicar a escala mais apropriada para cada um:

| capacitor | escala |
|-----------|--------|
| C1=       |        |
| C2=       |        |
| C3=       |        |
| C4=       |        |
| C5=       |        |

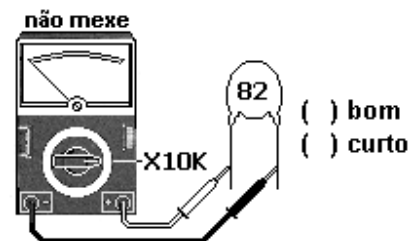
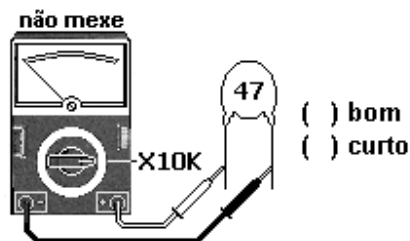
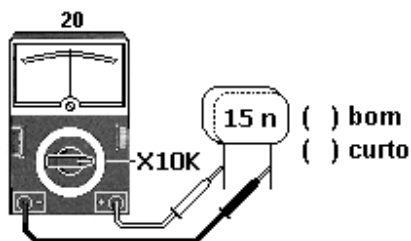
**EXERCÍCIO 2** – Indicar o estado dos capacitores abaixo:



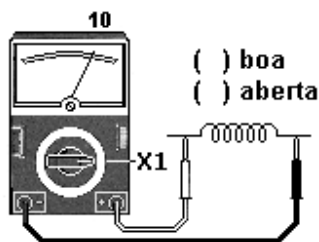
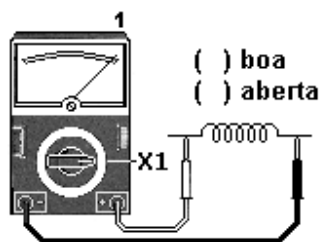
f. **Teste de capacitor comum** – Em X10K, medir nos dois sentidos. No máximo o ponteiro dará um pequeno pulso se o capacitor tiver valor médio. Se tiver valor baixo o ponteiro não moverá. O melhor método de testar capacitor é medi-lo com o capacitímetro ou trocá-lo. na página seguinte vemos como deve ser feito o teste nestes capacitores usando o ohmímetro.



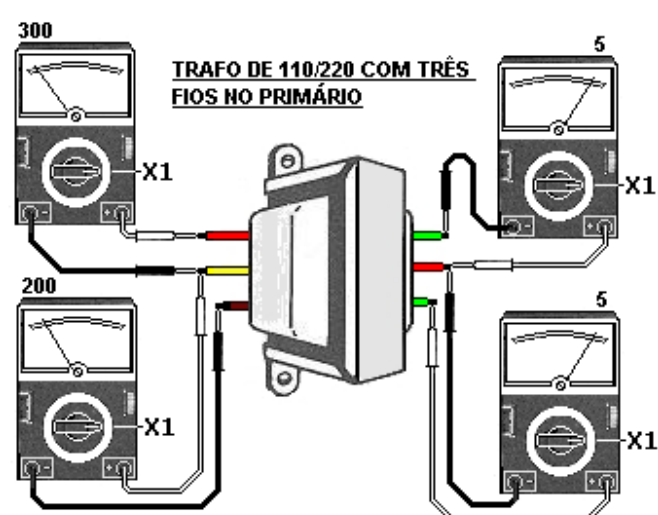
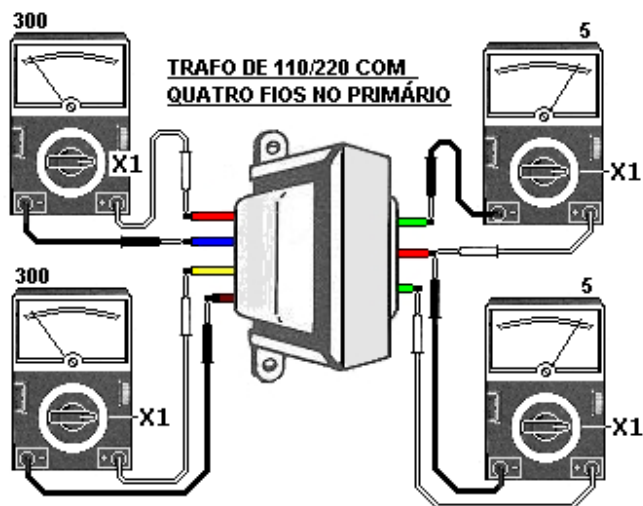
**EXERCÍCIO** – Identificar o estado dos capacitores comuns abaixo:



**g. Teste de bobinas** – Em X1, medir os terminais da bobina e o ponteiro deve mexer. Se não mexer, a bobina está aberta (interrompida). Veja abaixo e indique o estado das bobinas testadas:



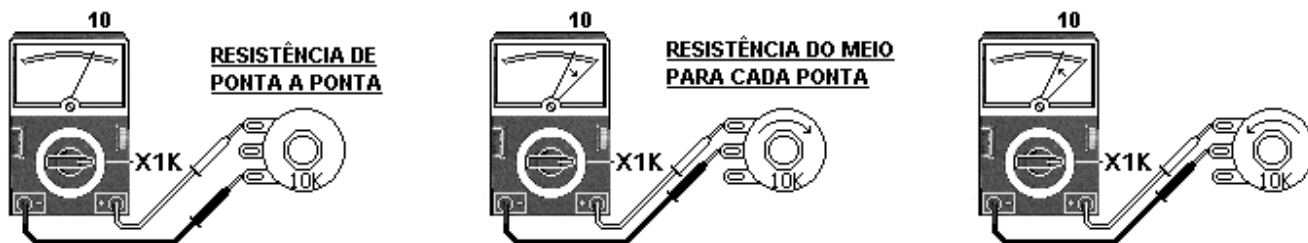
**h. Teste de transformador** – Na escala de X1 ou X10, medir os terminais aos pares ou aos grupos. Nos transformadores usados nos rádios, o primário tem muito maior resistência que o secundário. Abaixo vemos o teste:



**h.1 - 4 fios no primário** – Em cada par de fios o ponteiro deve indicar aproximadamente a mesma resistência. No secundário a resistência deve ser bem menor;

**h.2 – 3 fios no primário** – Medindo do fio central para cada ponta, a resistência é diferente. A ponta que der a menor resistência com o central é o comum (funciona em 110 e 220 V).

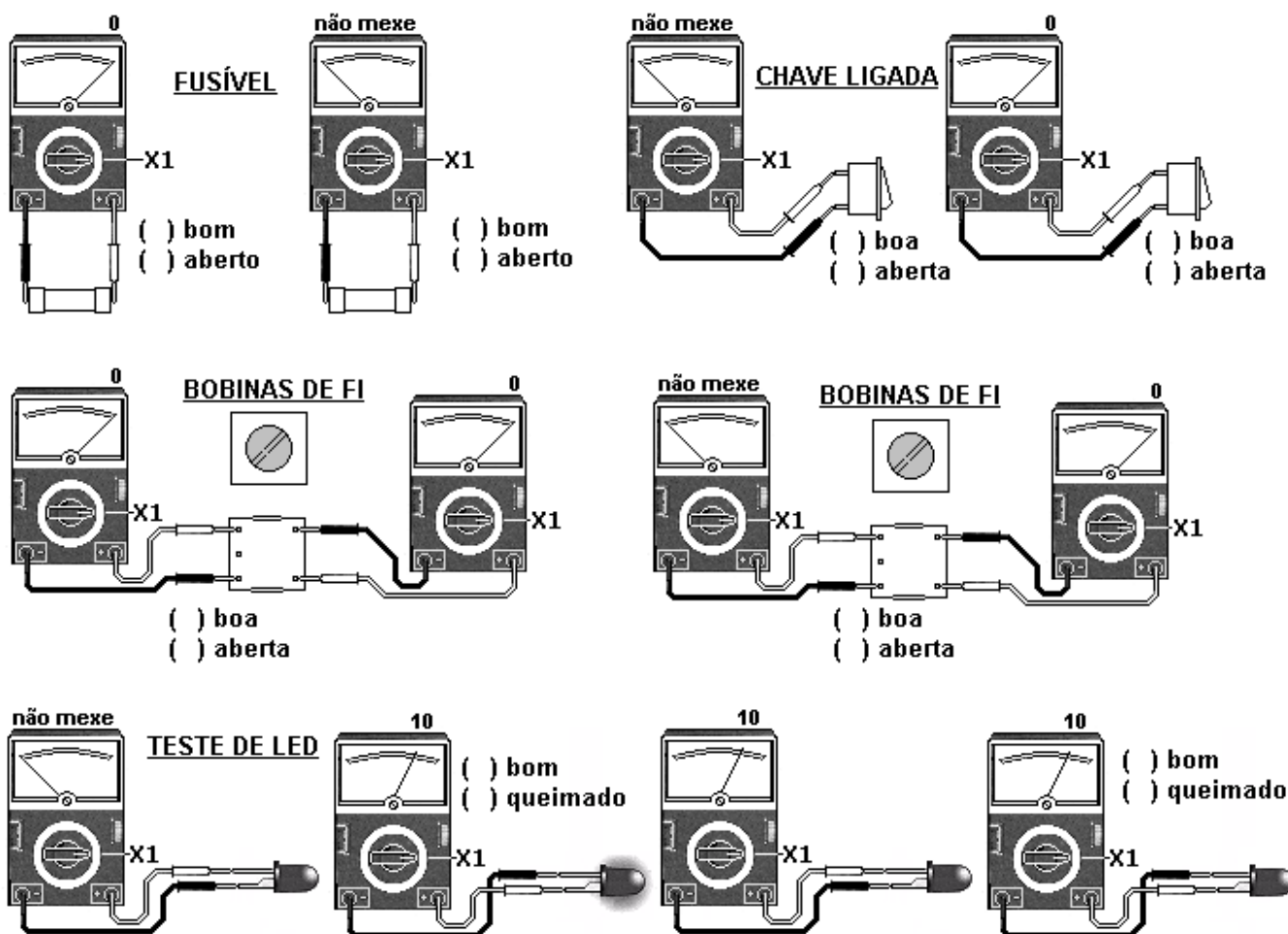
- i. **Teste de trimpot e potenciômetro** – Use uma escala adequada ao valor indicado no corpo da peça, assim como nos resistores (X1 a X10K). Zere o multítester e meça inicialmente os dois terminais da ponta do potenciômetro. Deve indicar o valor da peça. Se o ponteiro não mexer, a peça está aberta. A seguir, meça cada ponta com o terminal e gire o eixo devagar. A variação da resistência deve ser uniforme. Se o ponteiro der saltos bruscos, a peça está suja ou com a pista de grafite gasta. Abaixo vemos o teste deste componente:



**Importante** - Em caso de sujeira num potenciômetro, basta limpá-lo com um spray lubrificante (WD40).

**EXERCÍCIO** – Meça a resistência do trimpot da placa. Entre os extremos \_\_\_\_\_  $\Omega$ .

- j. **Teste de outros componentes** – Aqui indicaremos o teste de outros componentes e como exercício, o aluno deverá indicar se cada componente testado está ou não em bom estado:



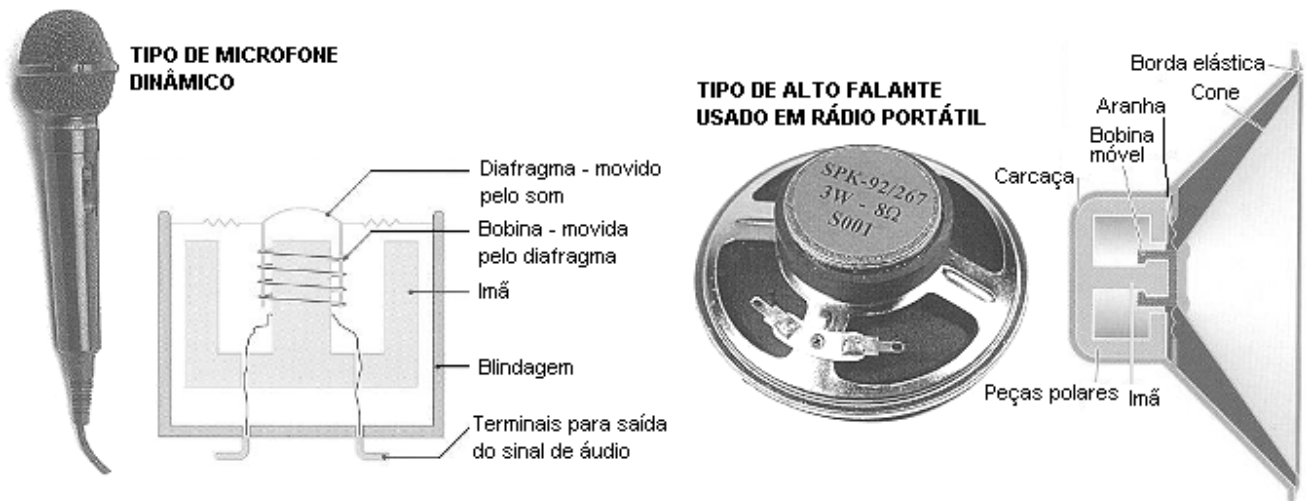
## XXII – ETAPA DE ÁUDIO

### 1. TEORIA

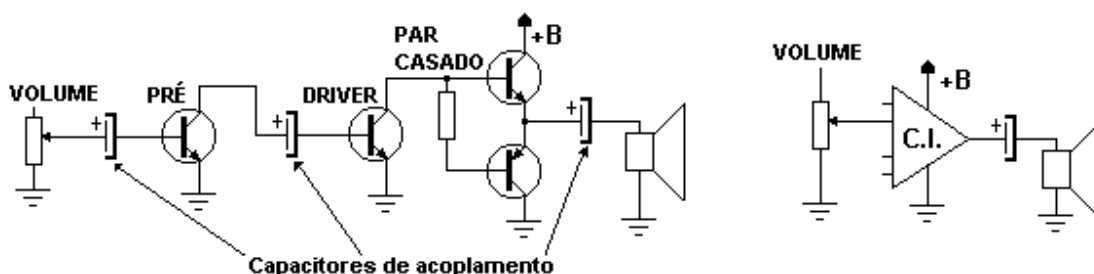
- a. **Sinal de áudio** – É um sinal de baixa frequência (geralmente entre 20 Hz e 15 KHz) que corresponde aos sons audíveis, o qual será aplicado no alto-falante ou fone de ouvido dos aparelhos de som.
- b. **Etapa de áudio** – Circuito usado para amplificar os sinais de áudio para poderem produzir som no alto-falante. Abaixo vemos que a etapa fica entre o potenciômetro de volume e o alto-falante:



- c. **Microfone e Alto falante** – O microfone transforma os sons audíveis em sinais de áudio. Uma membrana metálica bem fina vibra com o som e aciona algum componente interno (bobina ou cristal). Este componente por sua vez gera o sinal de áudio. O alto falante transforma os sinais de áudio novamente em som. Funciona baseado numa bobina dentro de um imã que vibra com o sinal de áudio e aciona um cone para a produção do som. Abaixo vemos estes dois componentes:



- d. **Tipos de etapas de áudio** – Os aparelhos mais antigos usavam amplificador de áudio transistorizado. Os mais modernos usam CI no lugar dos transistores. Abaixo temos os dois tipos:



**Pré** – Amplifica o sinal ainda fraco.

**Driver** – Amplifica o sinal do pré para excitar o par casado.

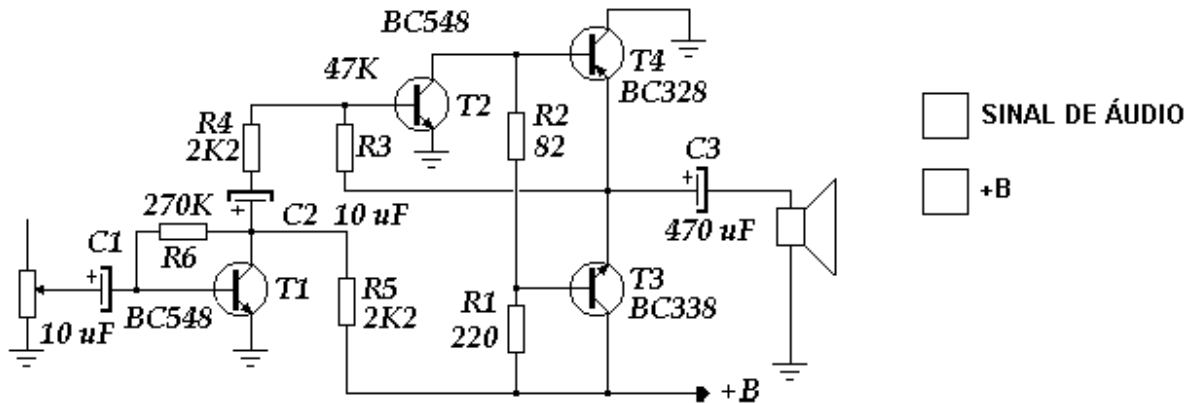
**Par casado ou saída de áudio** – Fornece potência suficiente para o sinal produzir som no falante.

**Acoplamento** – Leva o sinal de uma etapa para outra.



**2. PRÁTICA – Exercícios de leitura de esquemas**

a. Pinte o esquema da etapa de áudio abaixo e indique a função dos componentes:



|             |  |
|-------------|--|
| T1          |  |
| T2          |  |
| T3 e T4     |  |
| C1, C2 e C3 |  |
| R1 e R2     |  |
| R3          |  |
| R4          |  |
| R5          |  |
| R6          |  |

b. No **esquema 6** identifique:

Transistores da etapa de áudio - \_\_\_\_\_

Potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_

Capacitor de acoplamento do alto falante - \_\_\_\_\_

c. No **esquema 5** identifique:

CI's da etapa de áudio - \_\_\_\_\_

Pino de entrada para cada CI - \_\_\_\_\_; Pinos de saída para cada CI - \_\_\_\_\_

Pino de +B para cada CI - \_\_\_\_\_

d. No **esquema 4A** identifique:

Transistores da etapa de áudio - \_\_\_\_\_

Potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_

Capacitor de acoplamento do alto falante - \_\_\_\_\_

e. No **esquema 3A**, indique qual dos CI's é o de áudio - \_\_\_\_\_

Quais são os potenciômetros de volume deste aparelho? \_\_\_\_\_

Quais são os pinos de entrada do CI de áudio - \_\_\_\_\_. E os de saída - \_\_\_\_\_

Qual é o pino de +B do CI de áudio - \_\_\_\_\_

f. No **esquema 4B**, a etapa de áudio é formada por transístores ou CI - \_\_\_\_\_

Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_

Se for com CI qual é (ou quais são) ele - \_\_\_\_\_

Quais são os pinos de entrada do CI - \_\_\_\_\_; E os de saída - \_\_\_\_\_

Qual é o pino de +B do CI - \_\_\_\_\_; E o potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_

g. No **esquema 20**, a etapa de áudio é formada por transístores ou CI - \_\_\_\_\_

Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_

Se for com CI qual é (ou quais são) ele - \_\_\_\_\_

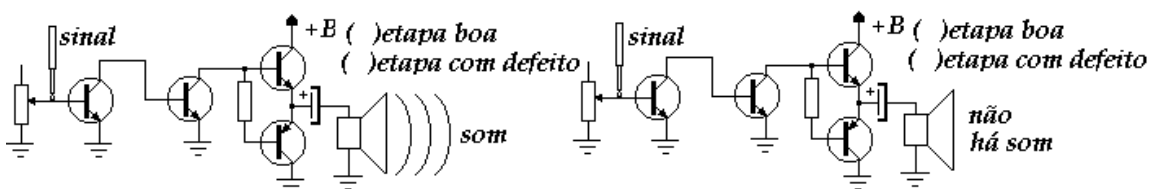
Quais são os pinos de entrada do CI - \_\_\_\_\_; E os de saída - \_\_\_\_\_

Qual é o pino de +B do CI - \_\_\_\_\_; E o potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_

### 3. Roteiro para conserto da etapa de áudio dos rádios e aparelhos de som

#### a. Com transístores:

1 – Injetar um sinal na base do transistor pré. Deve sair um forte zumbido no falante. Veja abaixo:



2 – Se a etapa não funciona, devemos testar o alto-falante em X1, ver se chega +B – para testar a fonte, testar a frio todos os transistores, diodos (se tiver na etapa), resistores e por último os capacitores eletrolíticos (por substituição).

**Importante** – Se um dos transistores estiver queimado, devemos trocar todos os demais, já que eles trabalham em conjunto.

#### b. Com CI:

1 – Injetar sinal no pino de entrada (ou pinos de entrada se for estéreo) do CI de áudio. Deve sair um forte zumbido no falante. Veja abaixo:



2 – Se o CI não funciona, verifique se chega +B no seu pino de alimentação, se no pino de saída para o falante tem metade do +B, troque o CI e por último teste os componentes ligados nele.

⇒ EXERCÍCIO DE REVISÃO – No **esquema 19** localize e anote:

⇒ CI de áudio - \_\_\_\_\_

⇒ Potenciômetros de volume - \_\_\_\_\_

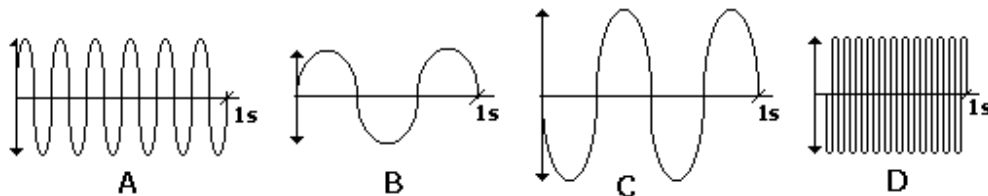
⇒ Pinos de entrada do CI - \_\_\_\_\_; Pinos de saída - \_\_\_\_\_

## XXIII – **CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM**

### 1. **TEORIA – Princípios básicos de transmissão**

- a. **Sinais de radiofrequência (RF)** – Possuem frequências acima de 100 KHz e são usados pelas emissoras para transportar os sinais de áudio pelo espaço. Funcionam como “portadora” do áudio.
- b. **Frequência** – É a quantidade de vezes que o sinal muda de valor e sentido por segundo.
- c. **Amplitude** – É o tamanho do sinal, tanto no sentido positivo, quanto no negativo.

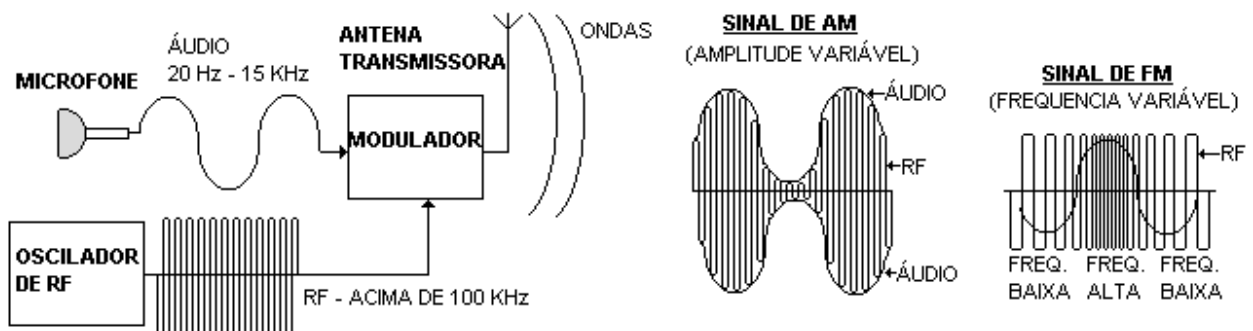
⇒ **EXERCÍCIO** - Observe os sinais abaixo:



- Qual deles tem maior frequência? \_\_\_\_\_
- Qual deles tem menor frequência? \_\_\_\_\_
- Qual deles tem maior amplitude? \_\_\_\_\_
- Qual deles tem menor amplitude? \_\_\_\_\_

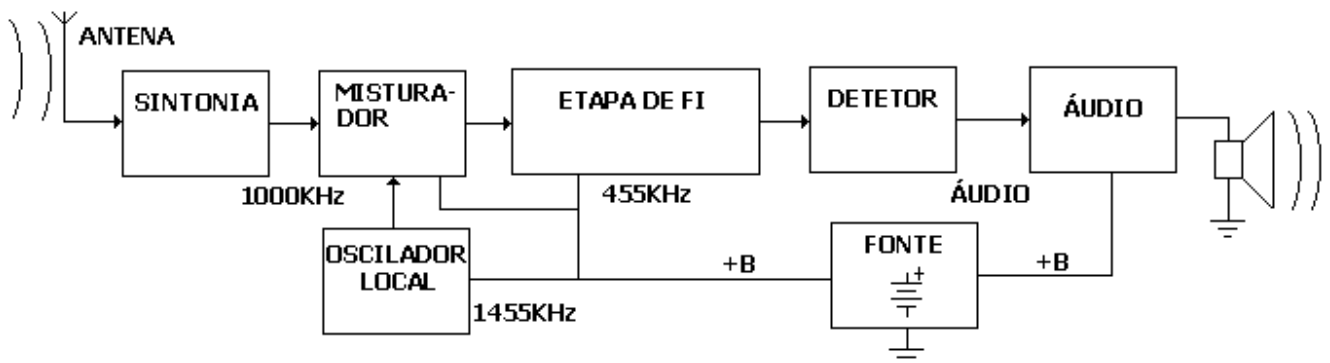
Lá na emissora o sinal de áudio é misturado com um sinal de RF e transmitido em forma de ondas eletromagnéticas. Este processo é chamado de **modulação**.

- ⇒ **Modulação em amplitude (AM)** – O sinal de áudio modula (modifica) a amplitude da RF.
- ⇒ **Modulação em frequência (FM)** - O sinal de áudio modula a frequência da RF.



### 2. **TEORIA – Esquema em blocos do rádio AM**

O rádio recebe os sinais das emissoras em forma de ondas na sua antena, seleciona o sinal de uma delas (áudio + RF), amplifica, separa o áudio e aplica no alto-falante. Abaixo vemos o esquema em blocos:



- a. **Antena do rádio** – O sinal de AM é transmitido para cima, chegando ao rádio na vertical. Portanto a antena do AM é um bastão de ferrite ou uma antena externa. Já o sinal de FM é transmitido em linha reta e a antena destes rádios é do tipo telescópica. Abaixo vemos as antenas usadas nos rádios:



- b. **Sintonia** – Seleciona uma das emissoras que entram na antena.  
c. **Oscilador local** – Produz um sinal com frequência maior que a da emissora sintonizada.  
d. **Misturador** – Mistura o sinal da emissora com o do oscilador para produzir a FI.  
e. **Frequência Intermediária (FI)** – Sinal de 455KHz obtido após o misturador. Este é o novo valor da RF da emissora sintonizada.  
f. **Etapa de FI** – Amplifica o sinal de FI após o misturador.  
g. **Detetor** – Ou demodulador, separa o áudio do sinal de FI.  
h. **Áudio** – Amplifica o áudio para produzir som no alto-falante.

Destes circuitos, o oscilador local e o misturador são formados por transístores (às vezes um só para as duas funções), a FI possui 2 transístores e o detetor um diodo. Nos rádios modernos, estas etapas estão todas dentro de um único CI.

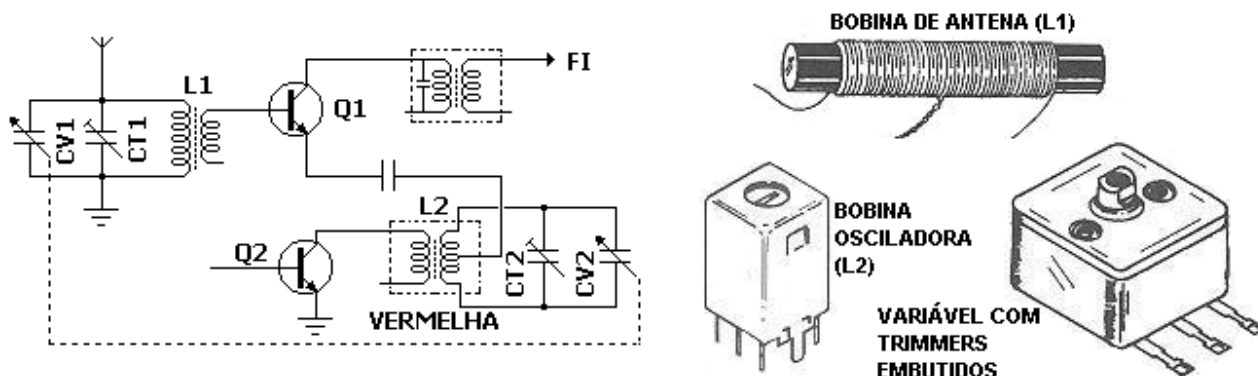
### 3. **PRÁTICA – LEITURA DE ESQUEMA** – No esquema 4A identifique:

- ⇒ Transístor oscilador/misturador (sintonia ou conversor) - \_\_\_\_\_ ;  
⇒ Transístores de FI - \_\_\_\_\_ ;  
⇒ Diodo detetor (ou demodulador) - \_\_\_\_\_ ;  
⇒ Transístores de áudio - \_\_\_\_\_ .

## XXIV – **CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM – PARTE 2**

### 1. **TEORIA – SINTONIZADOR**

São os circuitos que selecionam o sinal de RF de uma das emissoras vindas da antena e transformam em sinal de FI. É formado pelos circuitos: sintonia, oscilador local e misturador. Abaixo vemos circuito de sintonia de rádio AM transistorizado e o aspecto de seus principais componentes:



- a. **Circuito de sintonia** – É formado por uma bobina em paralelo com um capacitor variável e um trimmer. No exemplo acima, a bobina é a L1 e o capacitor variável é CV1 e o trimmer CT1. Estes componentes formam um circuito sintonizado numa certa frequência. Apenas a emissora com a mesma frequência do circuito consegue entrar no rádio. As demais vão para o terra através da bobina ou do capacitor.

**b. Oscilador local** – É formado por uma bobina (L2 - blindada com parafuso vermelho) em paralelo com outro variável, outro trimmer (CV2 e CT2) e um transistor (Q2). A bobina e o variável formam um circuito oscilador cuja frequência depende do valor destes dois componentes. Como o oscilador local do rádio AM deve produzir um sinal 455 KHz acima da emissora sintonizada, o variável da sintonia e o do oscilador estão no mesmo eixo e são comandados ao mesmo tempo.

**c. Misturador** - É formado por um transistor (Q1) e após ele começa a etapa de FI.

**Observação** - Em alguns rádios, o próprio transistor misturador funciona como oscilador local, para economia de energia e espaço na placa.

## 2. PRÁTICA - Leitura de esquemas

**a. No esquema 6**, identifique os seguintes componentes:

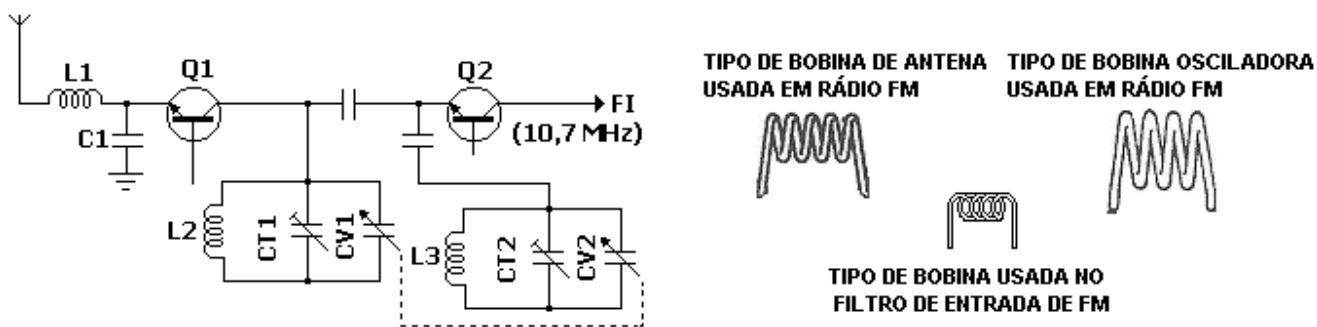
- ⇒ Bobina de antena - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Variável e trimmer de sintonia - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobina osciladora - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Variável e trimmer oscilador - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Transistor oscilador/misturador - \_\_\_\_\_.

**b. No esquema 4A**, identifique os seguintes componentes:

- ⇒ Bobinas de antena - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas osciladoras - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Variável de sintonia - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Variável do oscilador - \_\_\_\_\_.

## 3. TEORIA - SINTONIZADOR DE FM

Abaixo temos um circuito de sintonia usado em alguns modelos de rádio FM e alguns de seus componentes destacados:



**O sintonizador de FM possui algumas diferenças em relação ao de AM:**

- a) Como o sinal de FM chega mais fraco na antena que o AM, os rádios de melhor qualidade têm um transistor amplificador de radiofrequência (RF) – Q1 na entrada de antena.
- b) As bobinas de antena (L2) e osciladora (L3) são bem menores que as de AM já que as emissoras de FM têm frequência bem maior que as de AM. As de FM vão de 88 a 108 MHz e as de AM (ondas médias) vão de 530 a 1650 KHz.
- c) O rádio FM tem filtros de entrada (pequenas bobinas e capacitores) para bloquear as interferências vindas da antena.
- d) A FI de FM é 10,7 MHz, portanto o oscilador produz um sinal 10,7 MHz acima da emissora escolhida.
- e) Em alguns rádios, os transistores de sintonia de FM estão num único CI.

#### 4. **PRÁTICA – Leitura de esquemas**

a. No **esquema 7** identifique os seguintes componentes:

- ⇒ Transistor amplificador de RF - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Transistor oscilador local de FM - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Transistor misturador de FM - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ 1ª bobina de FI de FM (10,7 MHz) - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Variável e trimmer de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
  - ⇒ Variável e trimmer oscilador de FM - \_\_\_\_\_.
- ⇒ Neste mesmo rádio, a função do diodo varicap D101 é:

- ( ) Polarizar os transistores da sintonia de FM
- ( ) Melhorar a recepção de emissoras com sinal fraco
- ( ) Corrigir a frequência do oscilador local devido a vários fatores como exemplo o aquecimento das peças

b. No **esquema 3B** o sintonizador de FM é com transístores ou CI? \_\_\_\_\_

- ⇒ Se for com CI qual é ele - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.

c. No **esquema 4B** o sintonizador de FM é com transístores ou CI? \_\_\_\_\_

- ⇒ Se for com CI qual é ele - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.

d. No **esquema 3A** o sintonizador de FM é com transístores ou CI? \_\_\_\_\_

- ⇒ Se for com CI qual é ele - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.

e. No **esquema 12** o sintonizador de FM é com transístores ou CI? \_\_\_\_\_

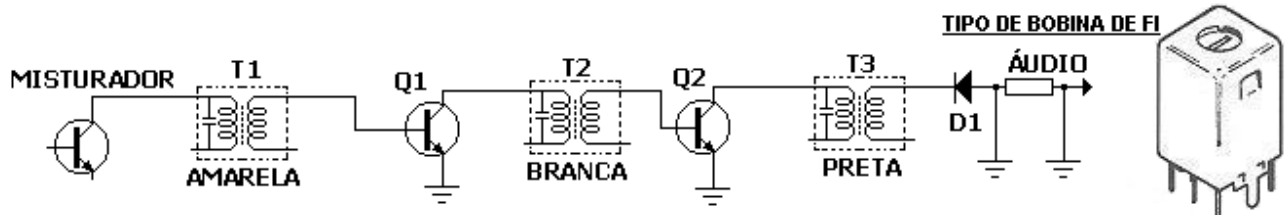
- ⇒ Se for com CI qual é ele - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Se for com transístores, quais são eles - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é a bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.

## XXV - CIRCUITOS DO RÁDIO AM/FM – PARTE 3

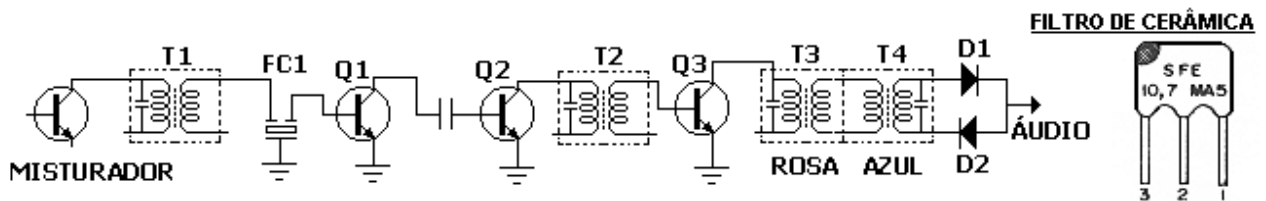
### 1. TEORIA – A ETAPA DE FI E O DETETOR (OU DEMODULADOR)

Tem a função de amplificar e filtrar o sinal de FI fornecido pelo misturador. O detetor separa o sinal de áudio da FI. A etapa de FI e o detetor podem ser formados por transistores e diodos ou por um único CI.

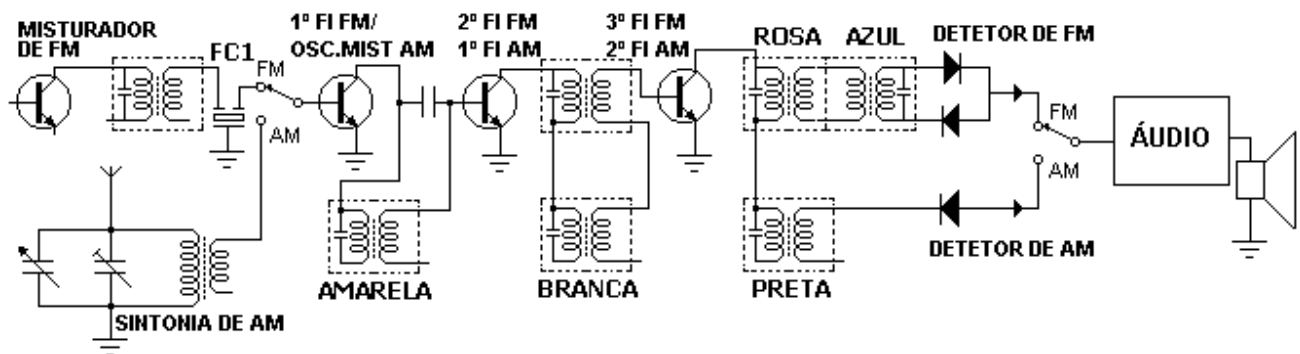
- a. **Etapa de FI e detetor de AM** – É formada por 2 transistores e 3 bobinas de FI para amplificar e filtrar o sinal de 455 KHz vindo do misturador. As bobinas de FI são de cor amarela, branca e preta. O detetor é um diodo e poucos componentes que separam o áudio e eliminam a FI. Este tipo de FI não se usa mais a vários anos. Atualmente a FI está dentro de um CI e as bobinas ligadas nos seus pinos.



- b. **Etapa de FI detetor de FM** – É formada por 3 transistores e alguma bobinas de FI (a quantidade varia de um rádio para o outro) para amplificar e filtrar a FI de 10,7 MHz. O detetor possui 2 diodos em oposição que separam o áudio da FI. Na FI de FM temos filtros de cerâmica que fazem o mesmo papel das bobinas, porém não precisam de calibração. As duas últimas bobinas são rosa e azul. Nos rádios atuais, esta etapa está junto com a FI de AM dentro do mesmo CI. Abaixo vemos o circuito:



- c. **Rádio AM/FM conjugado** – Os rádios AM/FM transistorizados possuem uma única etapa de FI (3 transistores). Apenas as bobinas de FI são separadas para cada rádio. Em alguns casos o 1º transistor de FI funciona como oscilador/misturador de AM. Abaixo temos o exemplo deste tipo de circuito:



### 2. PRÁTICA – Leitura de esquema

- a. No **esquema 6** identifique os seguintes componentes:

⇒ Transistores de FI - \_\_\_\_\_;

⇒ Bobinas de FI de FM - \_\_\_\_\_;

⇒ Bobinas de FI de AM - \_\_\_\_\_;

- ⇒ Filtro de cerâmica de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Detetores de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Detetores de AM - \_\_\_\_\_.

**b. No esquema 5 identifique:**

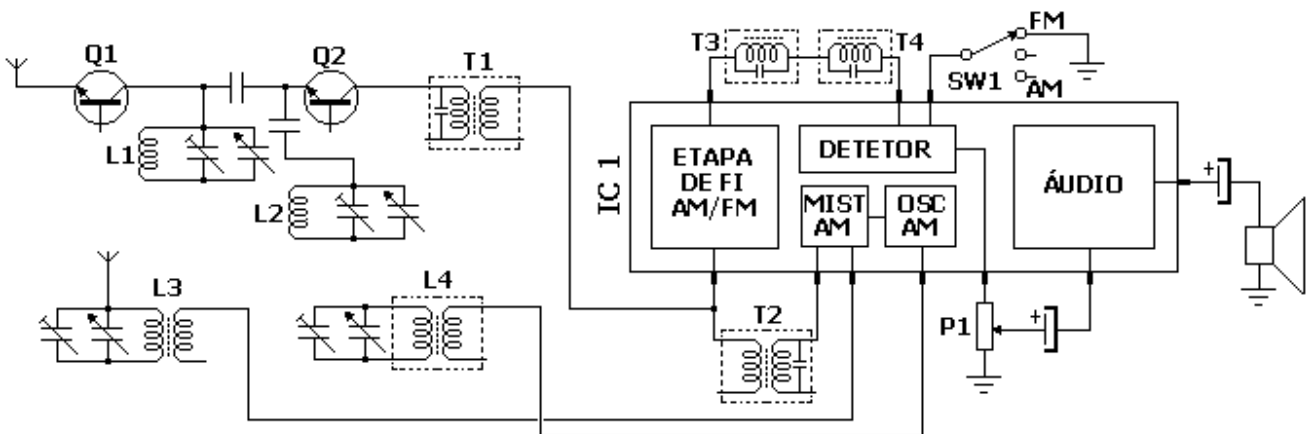
- ⇒ Transístores de FI - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas de FI - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Diodo detetor - \_\_\_\_\_.

## XXVI – **RÁDIO AM/FM USANDO CI**

### 1. **TEORIA – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO**

Os rádios modernos possuem a maioria dos circuitos dentro de um único CI que pode ser chamado de CI “faz tudo”. Nos aparelhos portáteis (menor consumo), dentro do CI ficam: etapa de áudio, etapa de FI de AM FM, detetor de AM FM, oscilador e misturador de AM. O sintonizador de FM e as bobinas estão ligadas no CI. Nos aparelhos de maior consumo, a etapa de áudio está num outro CI e o CI do rádio passa a se chamar CI de FI.

⇒ **EXERCÍCIO** – No circuito abaixo, pinte os sinais de AM e FM e indique na tabela ao lado a posição dos principais componentes:



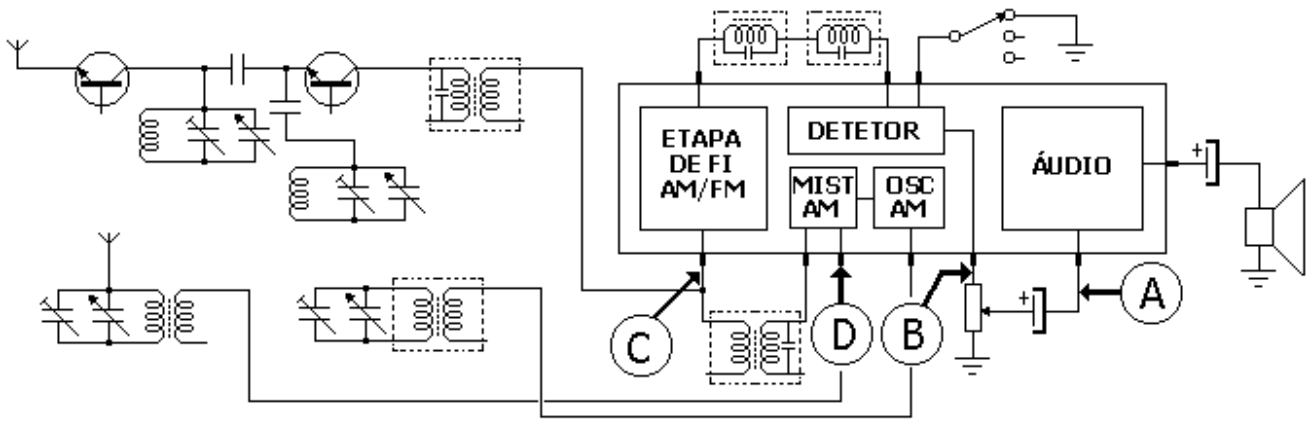
**LEGENDA DOS SINAIS**

| COMPONENTE                 | POSICÃO |
|----------------------------|---------|
| CI FAZ TUDO                |         |
| AMPLIFICADOR DE RF DE FM   |         |
| OSCILADOR/MISTURADOR DE FM |         |
| BOBINA DE ANTENA FM        |         |
| BOBINA DE ANTENA AM        |         |
| BOBINA OSCILADORA FM       |         |
| BOBINA OSCILADORA AM       |         |
| BOBINAS DE FI              |         |
| VOLUME                     |         |
| CHAVE AM/FM                |         |

- ÁUDIO
- SINTONIA DE FM
- OSCILADOR DE FM
- FI DE FM (10,7 MHz)
- SINTONIA DE AM
- OSCILADOR DE AM
- FI DE AM (455KHz)

Para saber se um CI deste está funcionando corretamente devemos injetar sinal em alguns de seus pinos. na página seguinte, injetamos sinal nos pinos marcados em alguns rádios e queremos que você indique qual etapa do rádio pode estar com defeito:





| RÁDIO      | A          | B          | C          | D          | ETAPA COM DEFEITO                           |
|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| RÁDIO Nº 1 | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 2 | SOM FORTE  | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 3 | SOM FORTE  | SOM FRACO  | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 4 | SOM FORTE  | SOM FRACO  | SOM FORTE  | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 5 | SOM FRACO  | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 6 | SOM FORTE  | SOM FRACO  | SOM FRACO  | NÃO DÁ SOM | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |
| RÁDIO Nº 7 | SOM FORTE  | SOM FRACO  | SOM FORTE  | SOM FORTE  | ( ) ÁUDIO ( ) VOLUME ( ) FI ( ) MIST. DE AM |

**Observação** – Normalmente quando o rádio usa CI na FI, duas bobinas ligadas a ele são as **detetoras**. Estas bobinas produzem um sinal na mesma frequência da FI, porém anulam esta última, de modo a sair do CI apenas o áudio. Estas bobina só tem o primário ligado e um resistor em paralelo cada uma. A detetora de FM possui o resistor de valor mais baixo. A detetora de AM tem o resistor mais alto.

## 2. PRÁTICA – Exercícios de leitura de esquemas

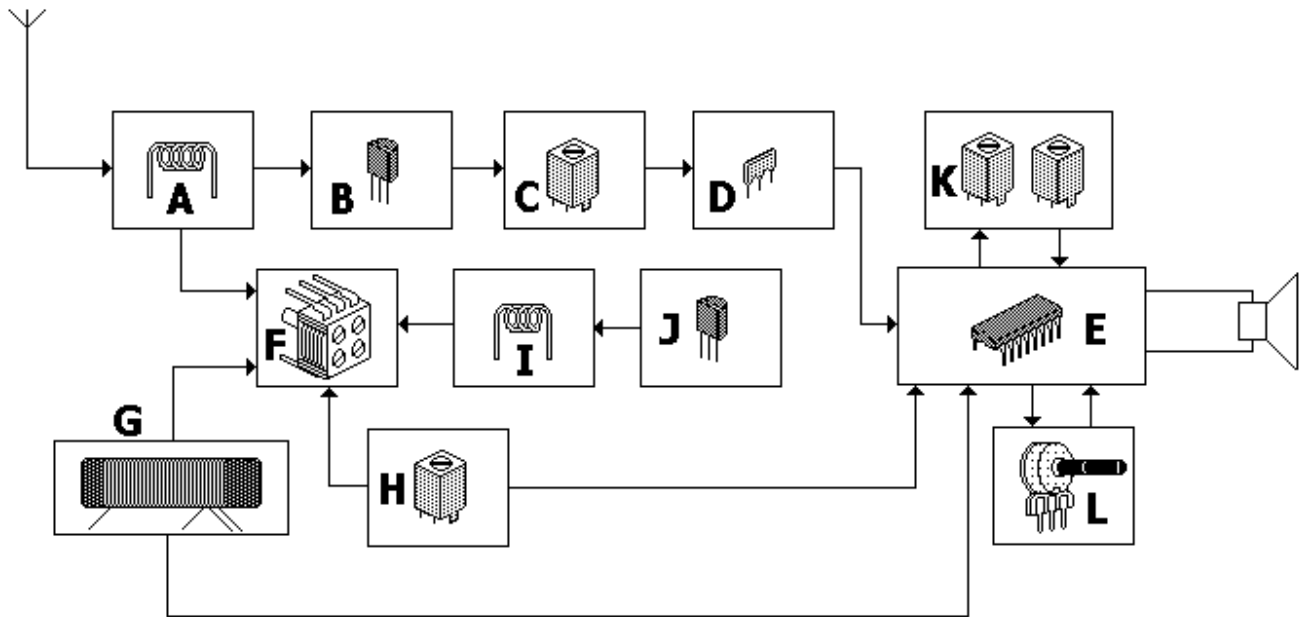
a. Observe o **esquema 3A** e responda as questões:

- ⇒ Qual dos CIs é o de FI - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Quais são as bobinas de FI - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Quais são as bobinas detetoras - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é o filtro de cerâmica do FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual a bobina de antena de AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual a bobina osciladora de AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Qual é o pino de saída de áudio do CI de FI - \_\_\_\_\_.

b. No **esquema 9**, identifique os seguintes componentes:

- ⇒ CI de FI e áudio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas de FI: FM - \_\_\_\_\_; AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas detetoras: FM - \_\_\_\_\_; AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Filtros de cerâmica: FM - \_\_\_\_\_; AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobina de antena de AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobina osciladora de AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Pinte este esquema com o caminho dos sinais de AM e FM:

c. No desenho em blocos abaixo, relacione as letras com a função indicada de cada um dos componentes:



CI faz tudo - \_\_\_\_\_

Potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_

Bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_

Bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_

Capacitor variável - \_\_\_\_\_

Transistor misturador de FM - \_\_\_\_\_

Transistor oscilador de FM - \_\_\_\_\_

1ª Bobina de FI de FM - \_\_\_\_\_

Filtro de cerâmica de FM - \_\_\_\_\_

Bobinas de FI - \_\_\_\_\_

Bobina de antena de AM - \_\_\_\_\_

Bobina osciladora de AM - \_\_\_\_\_

d. No esquema 12 identifique:

⇒ CI de FI de FM - \_\_\_\_\_ ;

⇒ CI de FI de AM - \_\_\_\_\_ ;

⇒ Bobinas de AM: Antena - \_\_\_\_\_ ; Osciladora - \_\_\_\_\_ ;

⇒ Bobinas de FI: AM - \_\_\_\_\_ ; FM - \_\_\_\_\_ ;

⇒ Filtros de cerâmica de FM - \_\_\_\_\_ ;

⇒ Pinos de saída de áudio: CI do FM - \_\_\_\_\_ ; CI do AM - \_\_\_\_\_ .

**e. No esquema 17, identifique os seguintes componentes:**

- ⇒ CI de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ CI de FI AM/FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas de FM: Antena - \_\_\_\_\_; Osciladora - \_\_\_\_\_.
- ⇒ Bobinas de AM: Antena - \_\_\_\_\_; Osciladora - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobinas de FI: FM - \_\_\_\_\_; AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Bobina detetora de FM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Filtros de cerâmica: FM - \_\_\_\_\_; AM - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Pinos do CI de FI: Entrada de FM - \_\_\_\_\_; Entrada de AM - \_\_\_\_\_; Áudio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ CI de áudio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Potenciômetros: Volume - \_\_\_\_\_; Balanço - \_\_\_\_\_.

⇒ EXERCÍCIOS DE REVISÃO - Em cada esquema indicado, localize os seguintes componentes:

**a. Esquema 3A:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**b. Esquema 3B:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**c. Esquema 4B:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**d. Esquema 8:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**e. Esquema 10:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**f. Esquema 11:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**g. Esquema 13:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**h. Esquema 14:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**i. Esquema 15:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**j. Esquema 17:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**k. Esquema 18:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**l. Esquema 19:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

**m. Esquema 20:**

- CI ou transístores de áudio - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de sintonia de FM - \_\_\_\_\_;
- CI ou transístores de FI AM/FM - \_\_\_\_\_.

## XVII – **ROTEIRO PRÁTICO PARA TESTES E CONSERTOS EM RÁDIO AM/FM COM CI**

### 1º **Leitura de esquema e localização dos componentes da fonte e da etapa de áudio**

- 1 – CI faz tudo - \_\_\_\_\_. Localizar este CI no rádio. Ele tem \_\_\_\_\_ pinos.
- 2 – Capacitor de acoplamento dos falantes - \_\_\_\_\_. Está perto do CI. ( ) localizado.
- 3 – Bobina ligada em série com os falantes - \_\_\_\_\_. Localizar no rádio ( ) localizada.
- 4 – Jaque do fone de ouvido - \_\_\_\_\_. Vamos achar o jaque no rádio. ( ) localizado.
- 5 – Potenciômetro de volume - \_\_\_\_\_. Tonalidade - \_\_\_\_\_. Vamos achar os potenciômetros no rádio. O de tonalidade tem um terminal desligado. ( ) localizados.
- 6 – Trafo de força do rádio - \_\_\_\_\_. Localize o trafo. ( ) localizado.
- 7 – Diodos retificadores - \_\_\_\_\_. Ache estes quatro diodos no rádio. ( ) localizados.
- 8 – Capacitor de filtro - \_\_\_\_\_. Este é o maior eletrolítico do rádio. ( ) localizado.

### 9 – Principais pinos do CI para a fonte e etapa de áudio:

- a) Saída para os falantes - \_\_\_\_\_. b) Entrada da etapa de áudio - \_\_\_\_\_. c) Saída de áudio dos detetores - \_\_\_\_\_. d) Pino de +B - \_\_\_\_\_.

### 2º **Testes a frio na fonte e na etapa de áudio**

#### 1 – Teste do transformador de força:

Medir o primário através dos pinos do cabo em X10:

- com a chave em 110 V - \_\_\_\_\_  $\Omega$ . – com a chave em 220 V - \_\_\_\_\_  $\Omega$ . Se o ponteiro não mexer, o trafo está com o primário aberto (queimado). Agora teste o secundário em X1: \_\_\_\_\_  $\Omega$ .

#### 2 – Em X1, teste os diodos retificadores da fonte:

- ( ) o ponteiro deflexiona mais num sentido e bem menos no outro – bons.  
( ) em alguns o ponteiro vai até o zero – diodo em curto.

3 – **Teste dos falantes** – Usar a escala de X1, uma ponta fixa num dos terminais do falante e com a outra ponta raspar no outro terminal:

- ( ) o ponteiro mexe e sai um ruído no cone – falante bom  
( ) o ponteiro não mexe – falante aberto  
( ) o ponteiro vai no zero e não sai o ruído – falante em curto

**OBS:** **Os falantes deste rádio estão em série e se um deles abrir não saíra som no outro.**

4 – **Teste do jaque do fone** – Em X1, medir os pares de pinos finos do jaque:

- ( ) o ponteiro vai no zero – bom.  
( ) o ponteiro não mexe – jaque aberto

5 – **Em X1, teste a bobina ligada em série com o falante:**

- ( ) o ponteiro vai no zero – boa  
( ) o ponteiro não deflexiona – aberta.

## 6 – Teste da ligação dos falantes com o CI:

Usar a escala de X1, ponta vermelha no terra ( que pode ser uma trilha larga ou carcaça de bobina ou chave), com a ponta preta raspe no pino de saída de áudio do CI.

( ) sai ruído – os falantes estão bem ligados ao CI.

( ) não sai ruído – algum componente que liga os falantes no CI está com defeito. Devemos testar neste caso: a bobina, o jaque, capacitor de acoplamento, as trilhas e a chave play/rec neste rádio. Por último, pode ser o próprio CI em curto.

**7 – Teste de curto no pino de +B do CI -** Em X1, medir o pino de +B com o terra nos dois sentidos:

( ) o ponteiro mexe mais num sentido e menos no outro – pino de +B não está em curto.

( ) o ponteiro vai perto do zero nos dois sentidos – pino de +B deve estar em curto e o CI deve ser trocado.

**OBS:** Este teste também pode ser feito no pino de saída de áudio do CI.

## 8 – Teste dos potenciômetros:

Em X1K, medir cada terminal extremo com o terminal central e girar lentamente o eixo do potenciômetro:

( ) o ponteiro varia suavemente – bom ( ) o ponteiro pula ou varia bruscamente – com defeito.

## 3º Teste na etapa de áudio com o rádio ligado

Antes de ligarmos o rádio, vamos testar o cabo de força em X1. Se o ponteiro for no zero nos dois sentidos, o cabo está inteiro. Se o ponteiro não mexer em algum dos fios, o cabo está interrompido.

**1º Medir tensão AC no secundário do trafo de força - \_\_\_\_\_ V.** Se não der tensão, o trafo está queimado ou não está recebendo alimentação no primário.

**2º Medir tensão no pino de +B do CI - \_\_\_\_\_ V.** Se não chegar +B, teste os componentes da fonte. Se o +B está baixo e ao desligar o pino do CI ele volta ao normal, o CI está em curto.

**3º Medir tensão no pino de saída de áudio do CI - \_\_\_\_\_ V.** Deve ser aproximadamente metade do +B. Se a tensão neste pino estiver muito alta ou muito baixa, a etapa de áudio está com defeito, o que indica a troca do CI.

## 4º Injetar sinal no pino de entrada da etapa de áudio:

( ) Sai um zumbido forte nos falantes – áudio normal.

( ) Não sai zumbido ou sai muito baixo – áudio com defeito. Pode ser o CI, falta de +B ou ligação do CI no falante.

## 5º Injetar sinal no pino de saída dos detetores que vai para os potenciômetros de volume e tonalidade:

( ) Sai um zumbido mais baixo que o da etapa de áudio – potenciômetros e peças ligadas funcionando.

( ) Não sai nada – testar os potenciômetros, peças ligadas neles e trilhas da placa.

## 4º Leitura de esquema e localização de componentes do sintonizador e FI de AM/FM

1 – Transistor oscilador/misturador de FM - \_\_\_\_\_. Ele está perto do variável. ( ) localizado.

2 – Chave de funções RÁDIO-TAPE - \_\_\_\_\_. Vamos achar na placa do rádio. ( ) localizada.

- 3 – Capacitor de entrada dos sinais de FM da antena - \_\_\_\_\_. Ache na placa. ( ) localizado.
- 4 – Bobina de antena (sintonia) de FM - \_\_\_\_\_.
- 5 - Capacitor variável e trimmer de sintonia de FM - \_\_\_\_\_.
- 6 – Bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.
- 7 – Capacitor variável e trimmer oscilador de FM - \_\_\_\_\_.

Localize o variável na placa. Parece uma caixa plástica com parafusos em cima. Possui \_\_\_\_\_ terminais. A bobina de antena e a osciladora de FM parecem pequenas molas em volta do variável. A de antena tem \_\_\_\_\_ espiras e a osciladora tem \_\_\_\_\_ espiras.

- 8 – 1ª Bobina de FI de FM (10,7 MHz) - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.
- 9 – 2ª Bobina de FI de FM (10,7 MHz) - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.
- 10 – Chave AM/FM/OC - \_\_\_\_\_. Localize esta chave no rádio. ( ) localizada.
- 11 – Bobina de antena de AM (OM e OC) - \_\_\_\_\_. Está enrolada na antena de ferrite.
- 12 – Capacitor variável e trimmer de sintonia de AM - \_\_\_\_\_.
- 13 – Bobina osciladora de OM - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.
- 14 – Bobina osciladora de OC - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.
- 15 – Secção da chave que liga as bobinas osciladoras ao CI - \_\_\_\_\_.
- 16 – Secção da chave que liga as bobinas osciladoras ao variável - \_\_\_\_\_.
- 17 – 1ª Bobina de FI de AM (455 KHz) - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.
- 18 – 2ª Bobina de FI de AM (455KHz) - \_\_\_\_\_. Cor do parafuso - \_\_\_\_\_.

### 19 – Pinos do CI para a sintonia e etapa de FI de AM/FM:

- a) Entrada de FI - \_\_\_\_\_ b) Pinos ligados nas bobinas de FI - \_\_\_\_\_ c) Entrada dos sinais das emissoras de AM - \_\_\_\_\_ d) Entrada do oscilador local de AM - \_\_\_\_\_ e) Pino da chave AM/FM - \_\_\_\_\_ f) Pino do controle automático de volume (CAV) - \_\_\_\_\_.

### 5º **Testes a frio na sintonia e FI**

#### 1 – Teste do transistor oscilador/misturador de FM:

Em X1, colocar a ponta preta na base (central) e a vermelha nos terminais restantes:

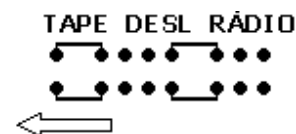
- ( ) o ponteiro vai até o meio da escala nos dois – bom  
 ( ) o ponteiro mexe diferente em cada terminal – com defeito.

#### 2 – Teste da chave RÁDIO-TAPE em X1:

Esta chave possui 16 pinos e 3 posições. Os pinos são divididos em duas fileiras de 8. Em cada fileira temos 1 pino sozinho, grupo de 4 pinos e grupo de 3 pinos. Na verdade são 4 chaves numa única peça. Cada chave possui 4 pinos.

Coloque na posição TAPE e meça os pinos 1 e 2 de cada grupo:

- ( ) o ponteiro vai no zero em todos os grupos – posição TAPE boa  
 ( ) o ponteiro não mexe em algum grupo – chave com defeito. O tape não funciona



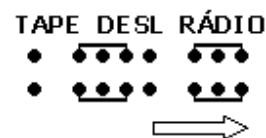
Coloque na posição central e meça os pinos 2 e 3 de cada grupo:

- o ponteiro vai no zero em todos os grupos – boa
- o ponteiro não mexe em algum grupo – com defeito.



Coloque na posição RÁDIO e meça os pinos 2 e 4 de cada grupo:

- o ponteiro vai no zero em todos os grupos – posição RÁDIO boa
- o ponteiro não mexe em algum – chave com defeito. O rádio não funciona.



### 3 – Teste das bobinas de FI de AM e FM:

Localize os terminais de cada bobina: os dois mais grossos são da carcaça, o lado que tem três pinos alinhados é o primário, o lado que tem dois pinos alinhados é o secundário. Na escala de X1, meça os pinos extremos do primário e os dois do secundário:

- tanto no primário como no secundário o ponteiro vai perto do zero – bobina boa
- o ponteiro não mexe num dos enrolamentos – bobina aberta.

As bobinas de FI de AM tem cerca de \_\_\_\_\_  $\Omega$  no primário e as de FM tem \_\_\_\_\_  $\Omega$  no primário.

**OBS:** Quando os pinos do secundário estão na mesma trilha ou não estão ligados em nenhuma trilha, significa que a bobina não usa o secundário.

**4 – Teste de todas as bobinas ligadas nos pinos 14 e 15 do CI:** Em X1 meça os pinos 14 e 15 do CI:

- o ponteiro vai perto do zero – bobinas boas
- o ponteiro não mexe – alguma bobina aberta

### 5 – Teste da bobina de antena de AM (ferrite):

Esta bobina possui 5 fios – um ligado num pino do variável e os outros 4 ligados na placa.

Em X1 medir o fio que vai no variável em relação ao terra: \_\_\_\_\_  $\Omega$ . Se o ponteiro não mexer, o primário está aberto. Agora meça o fio central do primário em relação ao terra:

- o ponteiro vai no zero- primário de OC bom
- o ponteiro não mexe – primário de OC aberto

Medir os dois fios do secundário (ligados no CI):

- o ponteiro vai no zero – secundário bom
- o ponteiro não mexe – secundário aberto

**6 – Teste das bobinas osciladoras de AM:** Em X1 medir os pinos do primário e do secundário destas bobinas:

- tanto no primário como no secundário o ponteiro vai perto do zero – bobinas boas
- alguma bobina o ponteiro não deflexiona ou no primário ou no secundário – aberta.

### 7 – Teste a frio da chave FM/OM/OC:

Em X1 meça os pinos desta chave como indicado abaixo:

- Em FM o ponteiro vai no zero entre os pinos 2 e 4 de cada grupo;
- Em OM o ponteiro vai no zero entre os pinos 2 e 3 de cada grupo;
- Em OC o ponteiro vai no zero entre os pinos 1 e 2 de cada grupo.



## 6º **Testes no FM com o rádio ligado**

**1 – Teste na etapa de FI:** Injetar sinal no pino de entrada de FI do CI com o rádio na posição FM:

- ( ) Sai um forte chiado acompanhado do som de alguma emissora – etapa de FI boa;
- ( ) Não sai chiado ou sai muito baixo – etapa de FI com defeito. Devemos testar as bobinas de FI, verificar se não tem algum capacitor cerâmico em curto ligado no CI e trocar o CI.

**2 – Teste da chave AM/FM com o rádio ligado:**

Meça a tensão no pino 7 do CI com a chave de banda nas três posições:

Posição de FM - \_\_\_\_\_ V; Posição de AM (OM) - \_\_\_\_\_ V; Posição de AM (OC) - \_\_\_\_\_ V.

Se a tensão neste pino não variar, a chave está com defeito.

**3 – Medir as tensões no transistor oscilador/misturador de FM com a chave em FM e depois em AM:**

**Posição de FM:**

Coletor - \_\_\_\_\_ V; Base - \_\_\_\_\_ V; Emissor - \_\_\_\_\_ V.

**Posição de AM:**

Coletor - \_\_\_\_\_ V; Base - \_\_\_\_\_ V; Emissor - \_\_\_\_\_ V.

Se não chegar tensão no coletor do transistor teste todos os resistores, bobinas e verifique se não tem capacitor em curto ligado no coletor. Se não chegar tensão na base, verifique as peças ligadas neste terminal e a chave AM/FM.

**4 – Teste do CAV (controle automático de volume) do CI:**

Meça a tensão no pino 16 do CI:

Em FM - \_\_\_\_\_ V; Em AM (OM) - \_\_\_\_\_ V; Em AM(OC) - \_\_\_\_\_ V.

Se não sair tensão deste pino, o CI está com defeito.

## 7º **Testes no AM com o rádio ligado**

**1 – Teste do misturador de AM:**

Injetar sinal no pino 6 do CI ( entrada do misturador) com a chave em AM:

- ( ) Sai um forte chiado – misturador de AM interno ao CI funcionando. Se o rádio AM não funciona devemos testar todas as bobinas (antena e osciladora) e os capacitores comuns que fazem parte da sintonia de AM.
- ( ) Não sai nada – 1ª bobina de FI de AM aberta ou o misturador de AM (CI com defeito).

**2 – Verificação do capacitor variável:**

- a) Verificar se ele gira com certa facilidade;
- b) Verificar se suas placas internas não estão tortas;
- c) Verificar se suas lâminas de plástico estão inteiras;
- d) Verificar se ele pega todas as emissoras nos devidos lugares.

## **ROTEIRO GERAL DE CONSERTO EM RÁDIO AM/FM COM CI**

### **1 – Não funciona AM/FM**

- a) Fazer inspeção visual nos componentes, soldas, fios e trilhas da placa do rádio;
- b) Testar o cabo de força e ver se o transformador do rádio está funcionando;
- c) Testar a frio os falantes, jaque do fone, demais peças e trilhas que ligam o CI aos falantes;
- d) Medir o +B no CI faz tudo. Se não chegar +B, teste os componentes da fonte;
- e) Se o +B está baixo e ao desligar o pino de alimentação do CI, o +B normaliza, o CI está em curto;
- f) Meça a tensão no pino do CI que vai para os falantes. Deve dar metade do +B;
- g) No pino de saída não tem metade do +B: O CI deve estar com defeito ou o capacitor de acoplamento aos falantes;
- h) Injetar sinal no pino de entrada de áudio do CI. Se sair um forte zumbido, o áudio está funcionando;
- i) Se não sair zumbido, o áudio não funciona. Pode ser o CI ou componentes externos do áudio;
- j) Injetar sinal no pino de saída dos detectores para testar os potenciômetros, fiação e peças ligadas a eles;
- k) Injetar sinal na entrada da etapa de FI do CI. Deve sair um chiado ou o som de alguma rádio;
- l) Se não sair chiado nenhum, a FI está com defeito que pode ser o CI, alguma bobina ou capacitor da etapa de FI.

### **2 – Não funciona FM – AM normal**

- a) Verificar se sai chiado de FI;
- b) Se não sai o chiado, teste a chave AM/FM, verifique os capacitores comuns da FI e troque o CI;
- c) Se tem chiado, teste o transistor oscilador/misturador de FM, bobinas de FI, bobinas e capacitores da sintonia de FM.

### **3 – Não funciona AM – FM normal**

- a) Verificar o chiado de FI;
- b) Não tem chiado – testar a chave AM/FM, verificar os capacitores da FI e trocar o CI;
- c) Tem chiado – testar as bobinas e capacitores do circuito de sintonia e FI de AM.

### **4 – Sai um forte zumbido nos falantes**

- a) Verificar se também sai o som das emissoras;
- b) Não sai o som das emissoras – Trocar o CI e verificar os eletrolíticos e capacitores comuns ligados nos pinos;
- c) Sai som das emissoras – Trocar o eletrolítico de filtro e demais eletrolíticos ligados no CI

## **AULAS PRÁTICAS DE CONSERTO EM RÁDIO AM/FM**

| RÁDIO Nº                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

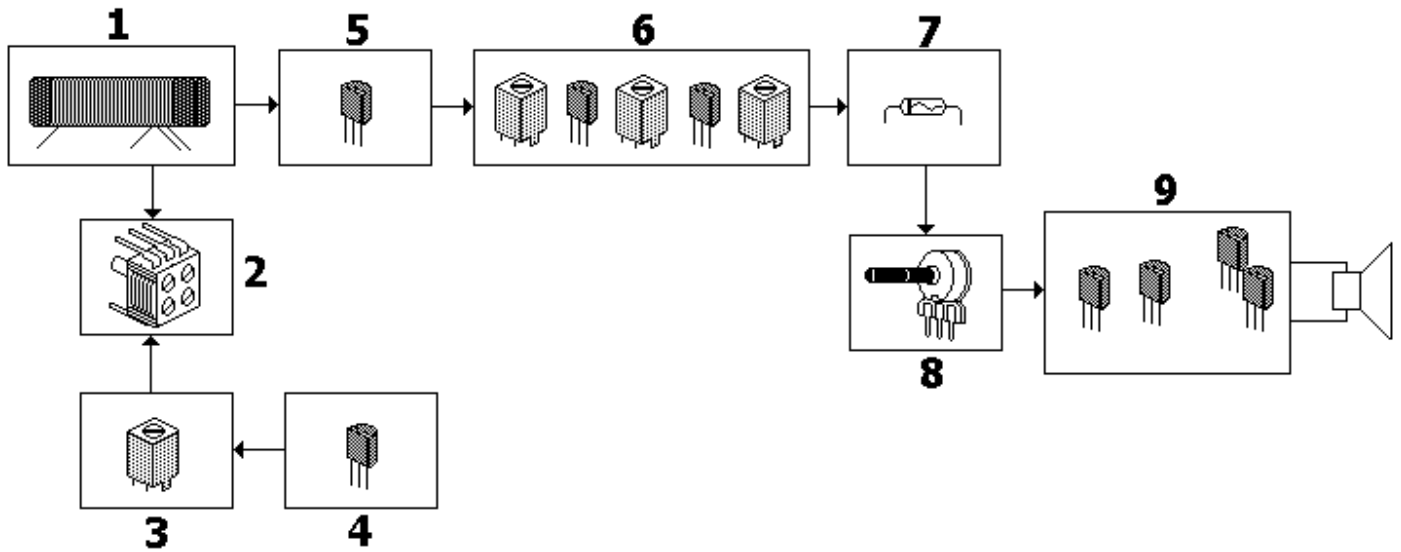
|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

|                                |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| RÁDIO N°                       | ( ) DEFEITO NO AM | ( ) DEFEITO NO FM |
| <u>Fonte está boa</u>          | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Áudio funciona?</u>         | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| <u>Potenciômetro de volume</u> | ( ) Normal        | ( ) Com defeito   |
| <u>Etapa de FI funciona?</u>   | ( ) Sim           | ( ) Não           |
| COMPONENTE COM DEFEITO -       |                   |                   |

⇒ EXERCÍCIO DE REVISÃO:

No esquema em blocos abaixo temos os principais componentes e circuitos de um rádio AM transistorizado. Identifique o nome de cada componente ou circuito:



- 1 - \_\_\_\_\_
- 2 - \_\_\_\_\_
- 3 - \_\_\_\_\_
- 4 - \_\_\_\_\_
- 5 - \_\_\_\_\_
- 6 - \_\_\_\_\_
- 7 - \_\_\_\_\_
- 8 - \_\_\_\_\_
- 9 - \_\_\_\_\_

Agora responda as perguntas abaixo:

a) Quais circuitos podem deixar o rádio completamente mudo?

\_\_\_\_\_

b) Quais circuitos deixam o rádio com som baixo e muito chiado?

\_\_\_\_\_

c) Quais circuitos deixam o rádio apenas com chiado sem sintonizar nada?

\_\_\_\_\_

d) Quais circuitos fazem o rádio pegar uma única estação em todo o dial?

\_\_\_\_\_

e) Qual circuito faz o rádio aumentar e abaixar o volume sozinho?

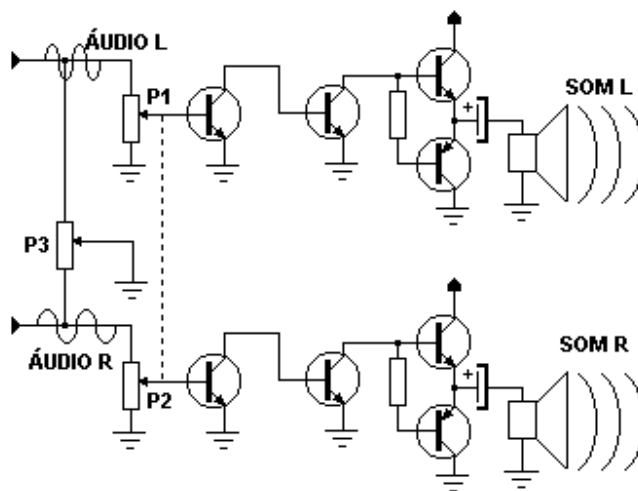
\_\_\_\_\_

## XXVIII – ESTEREOFONIA E OS APARELHOS ESTÉREOS

### 1. TEORIA – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

- Som estéreo** – Também chamado de espacial, é aquele que nos dá uma noção da direção de onde está vindo. Este sistema (que não tem nada a ver com alta fidelidade – HI FI) divide a faixa de áudio em dois sinais de áudio: **esquerdo (left – L)** e **direito (right – R)**.
- Aparelho estéreo** – É capaz de reproduzir os dois sinais de áudio (L e R) separadamente em dois ou mais alto falantes. Para isto o aparelho estéreo possui duas etapas de áudio, também chamadas de **canais**. Os aparelhos deste tipo também podem vir com a indicação **stereo** (do inglês) e atualmente são os mais encontrados no mercado.
- Etapa de áudio estéreo** – Pode ser formada por transistores, um CI em cada canal ou um CI estéreo com as duas etapas na mesma peça. Abaixo vemos uma etapa de áudio estéreo usando transistores:

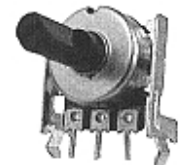
#### APARELHO ESTÉREO COM ETAPA DE ÁUDIO TRANSISTORIZADA



#### POTENCIÔMETROS DE VOLUME PARA APARELHOS ESTÉREOS

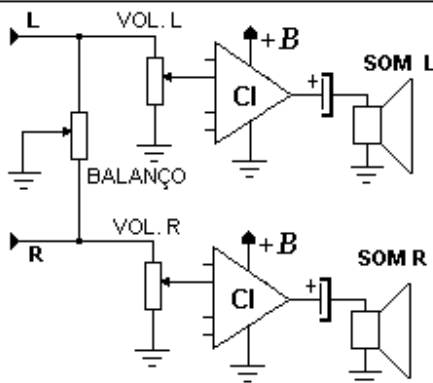


#### TIPO DE POTENCIÔMETRO USADO COMO BALANÇO

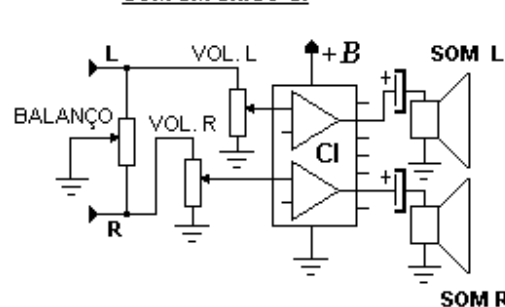


**P1 e P2** são os potenciômetros de volume, cada um controla o volume de um dos falantes. Na maioria dos aparelhos estéreos, os potenciômetros de volume estão no mesmo eixo, sendo controlados ao mesmo tempo. **P3** é o **potenciômetro de balanço**, para equilibrar o volume de som dos dois canais. Observe como o balanço tem o terminal do centro ligado no terra. Abaixo vemos o exemplo de áudio estéreo com CI:

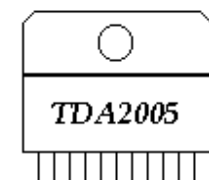
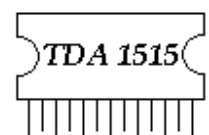
#### ETAPA DE ÁUDIO ESTÉREO COM CIs SEPARADOS



#### ETAPA DE ÁUDIO ESTÉREO COM UM ÚNICO CI



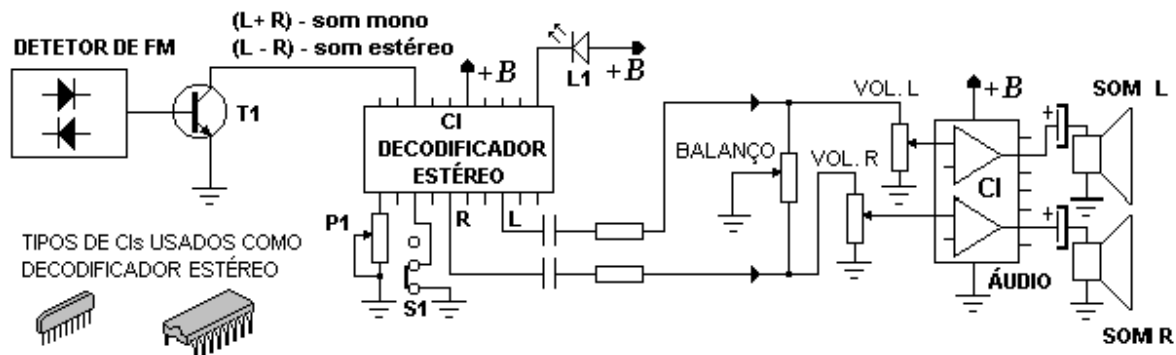
#### TIPOS DE CIs USADOS NUMA ETAPA DE ÁUDIO ESTÉREO



Os primeiros aparelhos estéreos usavam dois CIs na etapa de áudio. Cada um amplificava o sinal para um alto falante. Alguns aparelhos ainda utilizam este sistema. A maioria dos aparelhos estéreos da atualidade usa um único CI, chamado de **CI estéreo**. Este CI tem duas etapas de áudio dentro, cada uma para um alto falante. Portanto o CI possui dois pinos de entrada e dois de saída dos sinais.

## 2. RÁDIO ESTÉREO - FUNCIONAMENTO DO CI DECODIFICADOR ESTÉREO

Os rádios estéreos possuem um CI chamado **decodificador estéreo** localizado entre a saída do detetor de FM e a etapa de áudio. A função deste CI é separar os dois sinais de áudio (L e R) enviados pelas emissoras de FM. Nos rádios modernos o CI decodificador está entre o CI de FI e a etapa de áudio. Há modelos de rádios onde o decodificador está junto com a etapa de FI dentro do mesmo CI. Abaixo vemos o circuito:



**T1** - Amplifica o sinal até o nível suficiente para fazer o decodificador funcionar. Nem todos os rádios possuem este transístor;

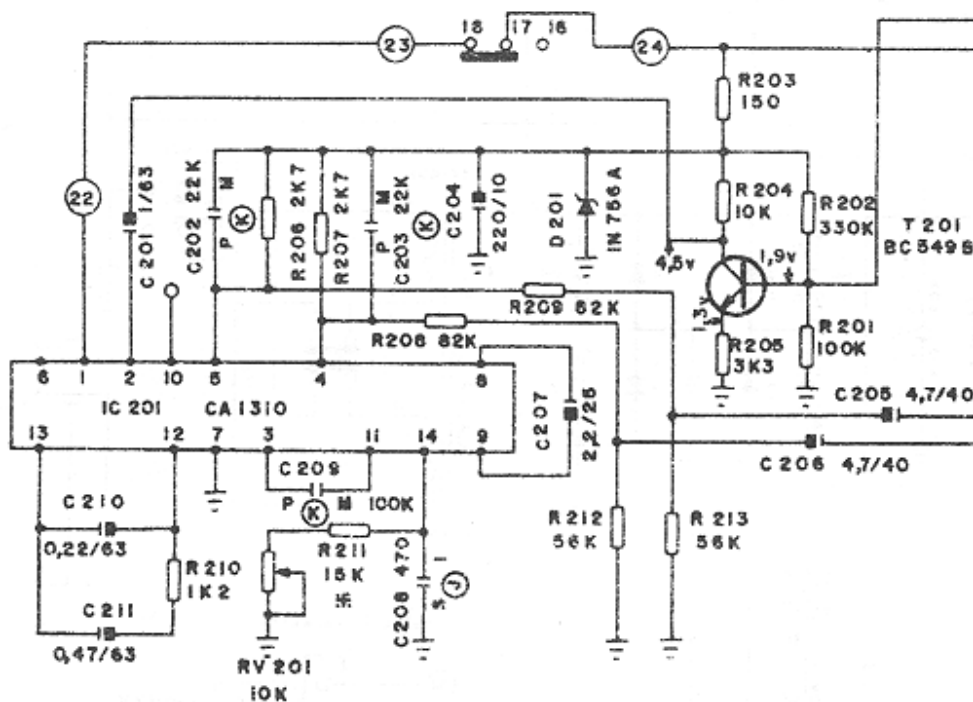
**P1** - Serve para ajusta o perfeito funcionamento do CI decodificador;

**L1** - LED indicador de FM estéreo, acende quando o rádio está reproduzindo som estéreo;

**S1** - Chave mono/estéreo.

Os CIS mais usados na função de decodificador estéreo são: **CA1310, BA1320, TA7343, KA6043**, etc

Abaixo vemos um circuito decodificador estéreo usando o CI 1310 seguido da explicação dos componentes:



**T201** - Transístor pré do decodificador;

**RV201** - Trimpot de ajuste do funcionamento do decodificador;

Este rádio não usa o LED indicador de FM estéreo nem chave mono/estéreo.

O pino de entrada é o 1, os de saída são 4 e 5 e o pino de +B é o 1.

Os demais componentes ligados servem para auxiliar o correto funcionamento do CI.

### 3. PRÁTICA – LEITURA DE ESQUEMA

a. No **esquema 8** identifique:

- ⇒ CI de áudio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ CI decodificador estéreo - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Potenciômetros de volume - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Potenciômetro de balanço - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Pino de entrada do decodificador - \_\_\_\_\_; Saídas do decodificador - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Trimpot de ajuste do decodificador - \_\_\_\_\_;
- ⇒ LED indicador de FM estéreo - \_\_\_\_\_.

b. Localize o CI decodificador estéreo dos seguintes aparelhos:

- Esquema 3A** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 4B** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 10** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 11** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 12** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 13** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 15** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 17** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 18** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 19** - \_\_\_\_\_;
- Esquema 20** - \_\_\_\_\_;

⇒ EXERCÍCIOS DE REVISÃO:

1. Observe o **esquema 20 (3 em 1 CCE)** e responda os testes:

a. O IC 101 é:

( A ) CI de áudio ( B ) CI pré do toca fitas ( C ) CI de sintonia, FI e decodificador estéreo

b. A bobina de antena e osciladora de FM são:

( A ) L102 e L103 ( B ) L101 e L102 ( C ) T101 e L102

c. A única bobina de FI de AM que este aparelho possui é:

( A ) T101 ( B ) T102 ( C ) L101

d. Quantos filtros de cerâmica este aparelho tem:

( A ) 1 ( B ) 2 ( C ) 3

e. Marque a alternativa correta sobre este esquema:

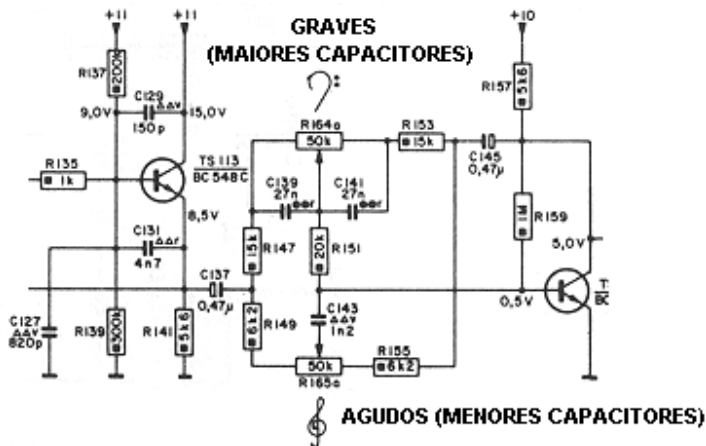
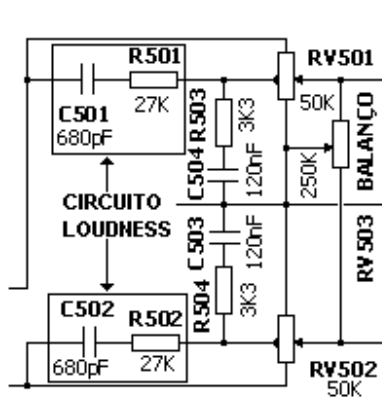
( A ) Este aparelho tem 4 CIs ( B ) Os pinos de saída de IC 101 são 5 e 6 ( C ) IC 901 é o saída de áudio



#### 4. POTENCIÔMETROS DO APARELHO DE SOM

Os aparelho de som do tipo analógicos (convencionais) possuem vários potenciômetros, cada um para uma determinada finalidade. São usados para aumentar ou abaixar o volume, equalizar o som, deixando-o mais grave ou agudo de acordo com a sensibilidade auditiva do usuário e distribuir o som pelos falantes.

- Potenciômetro de volume** – Conforme já visto aumentam e abaixam o volume de som nos falantes. Possui um dos terminais extremos ligados no terra.
- Potenciômetro de balanço** – Tem o terminal central no terra e cada extremo na entrada de um canal.
- Potenciômetros de tonalidade** – São ligados a capacitores e servem para reforçar ou atenuar uma faixa de frequências, deixando o som mais grave ou agudo. Os aparelhos de baixo custo tem um único potenciômetro de tonalidade. Os melhores tem um para graves (**bass**) ligado a capacitores de alto valor e outro para agudos (**treble**) ligado a capacitores menores.
- Loudness** – É um quarto terminal que alguns potenciômetros de volume têm para reforçar os sons graves quando o volume está baixo.
- Fader** – É uma espécie de potenciômetro de balanço ligado diretamente nos falantes de alguns aparelhos especialmente em autorádios. Abaixo vemos alguns destes potenciômetros.



⇒ EXERCÍCIOS:

a. No **esquema 4B** localize os seguintes potenciômetros:

⇒ Volume - \_\_\_\_\_; Tonalidade - \_\_\_\_\_.

b. No **esquema 11** localize os seguintes potenciômetros:

⇒ Volume - \_\_\_\_\_; Balanço - \_\_\_\_\_;

⇒ Graves - \_\_\_\_\_; Agudos - \_\_\_\_\_.

c. No **esquema 13** localize os seguintes potenciômetros:

⇒ Volume - \_\_\_\_\_; Balanço - \_\_\_\_\_;

⇒ Graves - \_\_\_\_\_; Agudos - \_\_\_\_\_.

d. No esquema 19 é usado um equalizador ativo com 2 CIs. Cada CI está ligado a 5 potenciômetros. Cada um atua numa frequência específica, geralmente aquelas na qual o ouvido é mais sensível. Encontre estes potenciômetros (5 para cada canal) e marque-os abaixo:

## XXIX – **ROTEIRO PRÁTICO DE TESTES E CONSERVOS EM RÁDIO AM/FM ESTÉREO**

O rádio a qual faremos os testes, é de carro (auto-rádio). Porém pode ser aplicado em outros modelos de aparelhos de som.

### **1º Leitura de esquema e localização dos CIs na placa do rádio:**

- 1 – CI de áudio - \_\_\_\_\_. Este CI está num dissipador de calor. ( ) localizado.  
2 – CI decodificador estéreo - \_\_\_\_\_. Este CI tem um trimpot perto. ( ) localizado.  
3 – CI de FI AM/FM - \_\_\_\_\_. Este CI está perto das bobinas de FI ( ) localizado.

### **2º Leitura de esquema e localização dos componentes da etapa de áudio:**

1- Pinos principais do CI de áudio :

- a) saída do sinal direito (R) - \_\_\_\_\_ b) saída do sinal esquerdo (L) - \_\_\_\_\_ c) +B - \_\_\_\_\_  
d) entrada do sinal R - \_\_\_\_\_ e) entrada do sinal L - \_\_\_\_\_

2 – Capacitores de acoplamento dos alto-falantes - \_\_\_\_\_

3 – Capacitor de filtro principal - \_\_\_\_\_

Os capacitores de acoplamento e o de filtro são os maiores do rádio ( ) localizados.

4 – Chave liga/desliga - \_\_\_\_\_

5 – Bobina filtro da linha de +B - \_\_\_\_\_

6 – Fusível - \_\_\_\_\_

A bobina de filtro de +B é parecida com um pequeno trafo na placa. ( ) localizada.

O fusível está fora da placa. ( ) localizado.

7 – Lâmpada do painel - \_\_\_\_\_

8 – Diodo da antena elétrica - \_\_\_\_\_

9 – Potenciômetro de volume R - \_\_\_\_\_

10 – Potenciômetro de volume L - \_\_\_\_\_

11 – Potenciômetro de balanço - \_\_\_\_\_

Os potenciômetros deste rádio estão no painel. ( ) localizados.

### **3º Leitura de esquema e localização dos componentes do decodificador estéreo:**

1 – Pinos principais do CI decodificador estéreo:

- a) Saída do sinal R - \_\_\_\_\_ b) Saída do sinal L - \_\_\_\_\_ c) Entrada de áudio - \_\_\_\_\_  
d) Pino do trimpot de ajuste do estéreo - \_\_\_\_\_ e) Pino do LED FM estéreo - \_\_\_\_\_  
e) Pino de +B - \_\_\_\_\_ f) Pino mono/estéreo - \_\_\_\_\_

2 – Trimpot ajuste do estéreo - \_\_\_\_\_

3 – LED FM estéreo - \_\_\_\_\_

O LED FM estéreo está no painel e o trimpot está perto do CI decodificador. ( ) localizados.

4- Chave AM/FM - \_\_\_\_\_.

5 – Resistores que alimentam o pino de +B do CI decodificador - \_\_\_\_\_.

Localizar na placa os dois resistores do item anterior e a chave AM/FM. ( ) localizados.

6 – Diodo ligado no pino mono/estéreo - \_\_\_\_\_.

Localizar este diodo na placa do rádio. ( ) localizado.

7 – Eletrolíticos de acoplamento ligados nos pinos de saída do decodificador - \_\_\_\_\_.

Localizar estes dois capacitores no rádio. ( ) localizados.

8 – Eletrolítico de acoplamento ligado no pino de entrada do decodificador - \_\_\_\_\_.

Localizar este capacitor na placa do rádio. ( ) localizado.

#### **4º Leitura de esquema e localização de componentes do sintonizador de AM/FM e do CI de FI:**

1 – Pino de saída de áudio do CI de FI - \_\_\_\_\_.

2 – Pino de +B do CI de FI - \_\_\_\_\_.

3 – Resistor que leva +B ao CI de FI - \_\_\_\_\_.

Localizar este resistor no rádio. ( ) localizado.

4 – Transistor misturador de FM - \_\_\_\_\_.

5 – Transistor oscilador de FM - \_\_\_\_\_.

6 – 1º Transistor de FI de FM - \_\_\_\_\_.

Localize estes três transistores na placa do rádio. ( ) localizados.

7 – Transistor amplificador de RF de AM - \_\_\_\_\_.

8 – Transistor chave AM/FM - \_\_\_\_\_.

Localize estes dois transistores na placa do rádio. ( ) localizados.

9 – Diodo que funciona como chave local/distante na entrada dos sinais de FM - \_\_\_\_\_.

Localize este diodo no rádio. ( ) localizado.

10 – Bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_.

11- Capacitor variável e trimmer de sintonia de FM - \_\_\_\_\_.

12 – Bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_.

13 – Variável e trimmer oscilador de FM - \_\_\_\_\_.

Localizar o capacitor variável múltiplo na placa do rádio. ( ) localizado.

Localizar no rádio: bobina de antena de FM - \_\_\_\_\_ espiras. Bobina osciladora de FM - \_\_\_\_\_ espiras.

14 – Bobina de FI de FM - \_\_\_\_\_.

Localizar esta bobina no rádio. Cor - \_\_\_\_\_.

15 – Filtro de cerâmica de FI de FM - \_\_\_\_\_.

O filtro de cerâmica parece um capacitor de três terminais marcado 10.7 no corpo. ( ) localizado.

16 – Bobina detetora (discriminadora) de FM - \_\_\_\_\_.

Localizar esta bobina no rádio. Cor - \_\_\_\_\_.

17 – Diodo varicap do circuito CAF do rádio FM - \_\_\_\_\_.

18 – Polarização dos transistores de FM:

a) Resistor que alimenta a linha de +B dos transistores de FM - \_\_\_\_\_.

b) Componentes de polarização do coletor de Q102 - \_\_\_\_\_.

c) Componentes de polarização da base de Q102 - \_\_\_\_\_.

d) Resistor de polarização da base de Q101 - \_\_\_\_\_.

e) Resistor de polarização do coletor de Q201 - \_\_\_\_\_.

f) Resistores de polarização da base de Q201 - \_\_\_\_\_.

19 – Pino do CI para a entrada da FI de FM - \_\_\_\_\_.

20 – Bobina de antena de AM - \_\_\_\_\_.

Localize esta bobina na placa do rádio. Cor - \_\_\_\_\_.

21 – Capacitor variável e trimmer de sintonia de AM - \_\_\_\_\_.

22 – Bobina osciladora de AM - \_\_\_\_\_.

Localize esta bobina no rádio. Cor - \_\_\_\_\_.

23 – Capacitor variável e trimmer oscilador de AM - \_\_\_\_\_.

24 – Pino do CI para a entrada das emissoras de AM - \_\_\_\_\_.

25 – Bobina de FI de AM - \_\_\_\_\_.

Localize esta bobina no rádio. Cor - \_\_\_\_\_.

26 – Filtro de cerâmica de AM - \_\_\_\_\_.

No rádio este filtro parece uma caixinha amarela marcada 455 ou 450 no corpo. ( ) localizado.

27 – Bobina detetora de AM - \_\_\_\_\_.

Localize esta bobina no rádio. Cor \_\_\_\_\_.

28 – Polarização do transistor de AM:

a) Resistor que alimenta a linha de +B do transistor de RF do AM - \_\_\_\_\_.

b) Componentes que alimentam o coletor de Q301 - \_\_\_\_\_.

c) Resistores que polarizam a base de 301 - \_\_\_\_\_.

### 5º Testes a frio no rádio:

1 – Teste nos fios de saída: Em X1 colocar uma ponta no terra (carcaça do rádio) e a outra ponta em cada fio, observando o ponteiro: No fio terra, o ponteiro vai no zero, nos fios dos falantes, dá um pulso e no do +B, só mexe quando acionamos a chave liga/desliga. Vamos fazer o teste.

2 – Teste de curto no CI de áudio: Em X1, meça o pino de +B do CI com o terra:

( ) O ponteiro deflexiona mais num sentido e menos no outro – normal.

( ) O ponteiro vai perto do zero nos dois sentidos – o CI pode estar em curto e deve ser trocado

Medir cada pino do CI que vai para o falante em relação ao terra em X1:

- ( ) O ponteiro indica a mesma resistência no dois pinos – normal
- ( ) Indica resistência diferente nos dois pinos – CI com defeito.

3 – Testar a bobina filtro do +B e o fusível em X1:

- ( ) O ponteiro vai no zero – fusível e bobina bons.
- ( ) O ponteiro não mexe em algum deles – componente aberto.

4 – Testar todas as chaves do rádio em X1:

- ( ) O ponteiro deflexiona até o zero do meio para cada ponta para cada posição – chave normal
- ( ) O ponteiro não deflexiona – A chave está aberta.

5 – Testar todos os transistores do rádio em X1:

- ( ) Com a ponta certa na base e a outra em cada terminal o ponteiro mexe igual – transistores bons.
- ( ) O ponteiro deflexiona diferente em cada terminal – transistor com defeito.

6 – Testar todas as bobinas de FI , osciladora e antena de AM:

- ( ) O ponteiro vai perto do zero tanto no primário quanto no secundário – Bobinas boas.
- ( ) A bobina que não deflexionar está aberta.

Obs: As bobinas detetoras não têm secundário e desta forma os pinos que seriam do secundário não estão ligados em nada ou estão juntos na mesma trilha. As bobinas de FM tem a resistência do primário menor que as bobinas de AM.

7 – Localização das trilhas de terra e da trilha de +B que alimenta o CI de áudio:

a) Trilhas de terra – São as trilhas mais largas da placa. ( ) localizadas.

b) Pino de +B – A trilha do +B sai do positivo do capacitor de filtro (maior do rádio). ( ) localizada.

### **6º Testes com o rádio ligado e roteiro para conserto em rádios AM/FM estéreos:**

No caso deste rádio, primeiramente conectamos corretamente a fonte e os falantes. Depois verificamos o funcionamento da parte de FM e da parte de AM. Antes de começar o conserto **NUNCA** se esqueça de fazer a inspeção visual, para determinar se podemos achar algum componente estourado (principalmente CIs , eletrolíticos e transistores), trilha quebrada, fio solto ou soldas frias.

#### **1- Testes no CI de saída de áudio:**

a) Verificação de aquecimento - Se o rádio acende o painel, mas não sai som nos falantes ou sai muito baixo ou distorcido, coloque o dedo no corpo do CI de áudio. Se ele estiver muito quente, deve ser trocado.

b) Medir tensão no pino de +B - \_\_\_\_\_ V.

c) Medir tensão em cada pino de saída de falante - \_\_\_\_\_ V.

Se estes pinos não derem metade do +B, ou derem tensão diferente entre eles, o CI deve estar com defeito ou componente ligado nele.

d) Injetar sinal nos dois pinos de entrada do CI:

- ( ) Sai um zumbido forte em cada falante – CI bom.
- ( ) Não sai som nos falantes – CI não está funcionando.

## 2 – Testes no CI decodificador estéreo, potenciômetros e componentes associados:

a) Com o potenciômetro de volume no máximo e o balanço no meio, injete sinal nas saídas do decodificador:

( ) Sai um zumbido nos falantes, porém mais baixo que no CI de áudio – Potenciômetros, capacitores de acoplamento, jaque de entrada de CD e demais componentes associados bons.

( ) Não sai som em nenhum falante ou sai em apenas um deles – Pesquisar defeito nos potenciômetros, fiação deles e componentes localizados entre o decodificador e o áudio.

b) Injete sinal no pino de entrada do decodificador estéreo:

( ) Sai um forte zumbido nos dois falantes ao mesmo tempo – CI decodificador funcionando.

( ) Não sai zumbido em nenhum ou sai em apenas um – CI decodificador ou componente ligado a ele com defeito.

c) Medir o pino de +B - \_\_\_\_\_ V. Se não tiver tensão neste pino, teste os componentes ligados nesta linha de +B (resistor aberto, trilha quebrada, capacitor ligado desta linha ao terra em curto ou o próprio CI em curto). Se chegar +B, O CI deve estar com defeito ou alguma peça ligada nele (mais raramente).

## 3 – Testes no CI de FI de AM e FM:

a) Injete sinal no pino de saída de áudio do CI de FI:

( ) Sai som nos falantes – Componentes ligados entre o CI de FI e o decodificador bons.

( ) Não sai som – Resistores, capacitores ou trilhas entre o CI de FI e o decodificador com defeito

b) Com o rádio no FM, injete sinal no pino de entrada da FI de FM:

( ) Sai um forte chiado no falante junto com o som de alguma rádio – FI de FM funcionando

( ) Não sai nenhum chiado ou sai muito baixo – A FI de FM do CI não está funcionando. Devemos testar todas as bobinas de FI ligadas no CI, ver se não tem algum capacitor comum ou filtro de cerâmica em curto ligado em algum dos pinos do CI impedindo seu funcionamento. Por fim a troca do CI.

Importante – Se o filtro de cerâmica de AM entrar em curto, o FM não funcionará.

c) Medir o pino de +B do CI de FI - \_\_\_\_\_ V. Se não chegar +B neste pino, devemos testar os componentes ligados nesta linha (resistor aberto, trilha quebrada, capacitor ou o próprio CI em curto).

d) Com o rádio em AM, injete sinal no pino de entrada das emisoras de AM:

( ) Sai um chiado nos falantes – A etapa de AM do CI está funcionando.

( ) Não sai chiado nos falantes - O AM do CI não funciona. Testaremos as bobinas de FI, filtros de cerâmica, capacitores e trocaremos o CI.

e) Teste da chave AM/FM: Meça a tensão no pino 2 do CI - \_\_\_\_\_ V (FM) \_\_\_\_\_ V (AM)

( ) A tensão para o AM é diferente do FM – Transistor chave AM/FM funcionando.

( ) A tensão para o AM é igual a do FM – Transistor chave AM/FM com defeito.

## 4 – Testes no sintonizador de AM e FM:

a) Injete sinal no coletor e na base do 1º transistor de FI de FM:

( ) Na base o som sai mais alto que no coletor – transistor amplificando

( ) Na base não sai nada ou sai muito mais baixo que no coletor – transistor não está amplificando.

( ) Não sai nada nem no coletor nem na base – Defeito no filtro cerâmico na entrada do CI de FI.

b) Medir as tensões de polarização dos transistores do sintonizador de AM/FM:

b.1 – 1º transistor de FI de FM (Q201):  $V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ .

Se não houver tensão em algum terminal, teste os componentes ligados neste terminal.

b.2 – Transistor misturador de FM (Q102):  $V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ .

O terminal que não tiver tensão, deve ter seus componentes testados.

b.3 – Transistor oscilador de FM (Q101):  $V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ .

Se não chegar tensão em algum terminal, testaremos os componentes ligados.

b.4) Tansistor de RF de AM (Q301):  $V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$  ;  $V_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ .

Se algum terminal estiver sem tensão, testaremos os componentes associados a ele.

**5 – Resumo do roteiro de conserto em rádios AM/FM:**

a) Inspeção visual e verificar o aquecimento do CI de áudio;

b) Injetar sinal nas entradas do CI de áudio - Deve sair som forte nos dois falantes. Se não sair som, o CI de áudio deve estar com defeito.

c) Medir o +B e verificar se nas saídas do CI de áudio tem metade do +B.

d) Injetar sinal nas saídas do CI decodificador estéreo – Deve sair som nos falantes. Se não sair, ou sair num só, verifique os potenciômetros e demais componentes entre o decodificador estéreo e o CI de áudio.

e) Injetar sinal na entrada do CI decodificador – Deve sair um som forte nos dois falantes ao mesmo tempo. Se não sair, ou sair num falante só, o CI decodificador deve estar com defeito.

f) Medir o pino de +B do decodificador. Se não tiver tensão, teste os componentes da linha de +B.

g) Injetar sinal no pino de saída do CI de FI – Deve sair som nos dois falantes. Se não sair, teste os componentes entre o CI de FI e o decodificador.

h) Injetar sinal no pino de entrada de FM no CI de FI – Deve sair um som forte nos falantes. Se não sair, o CI de FI ou algum componente ligado nele deve estar com defeito.

i) Medir o pino de +B do CI de FI. Se não tiver tensão teste os componentes ligados neste pino.

j) Injetar sinal no pino de entrada de AM do CI de FI – Deve sair um som nos falantes. Se não sair, o CI de FI ou componentes ligados nele devem estar com defeito.

l) Injetar sinal no coletor e na base do 1º transistor de FI – Deve sair som mais forte na base do que no coletor. Se isto não ocorrer, este transistor ou componentes ligados devem estar com defeito.

m) Medir as tensões de polarização nos terminais dos transistores do circuito sintonizador de AM/FM. Se a tensão nos terminais de algum transistor estiver errada, teste todos os componentes que tem a ver com estas tensões. Deste modo com certeza você achará o defeito.

## 6 – Aula prática de conserto no rádio AM/FM estéreo

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <b>Rádio nº</b>                           | <input type="checkbox"/> Defeito no AM/FM | <input type="checkbox"/> Defeito no FM | <input type="checkbox"/> Defeito no AM |
| <b>CI de áudio</b>                        | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Potenciômetros e peças ligadas</b>     | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI decodificador estéreo</b>           | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>CI de FI de AM/FM</b>                  | <input type="checkbox"/> Funcionando      | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação dos transistores de FM</b> | <input type="checkbox"/> Normais          | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Alimentação do transistor do AM</b>    | <input type="checkbox"/> Normal           | <input type="checkbox"/> Com defeito   |  |
| <b>Componente com defeito -</b>           |   |  |  |

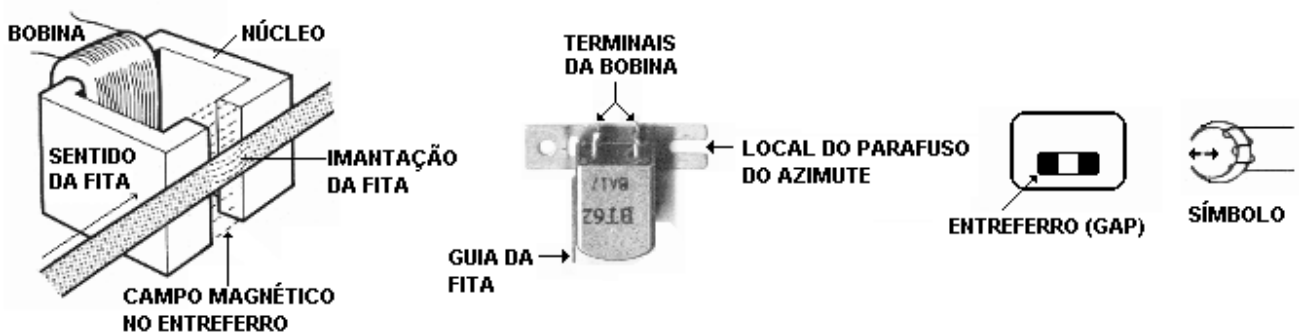
### XXX – GRAVADOR E TOCA – FITAS

1. **TEORIA** – O gravador é o aparelho usado para armazenar sons numa fita em forma de campo magnético. O toca-fitas é o aparelho usado para reproduzir os sons armazenados na fita magnética. Normalmente um único aparelho desempenha estas duas funções.

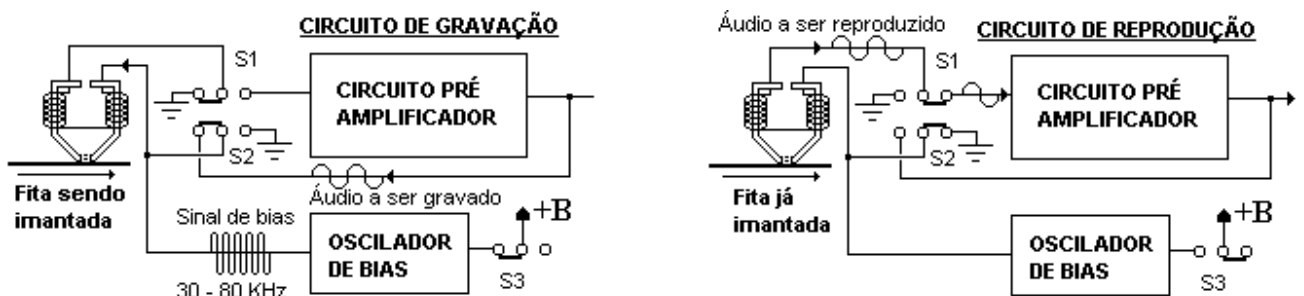
a. **Fita magnética** – É feita de acetato e poliéster, que lhe confere rigidez e flexibilidade, recoberta por uma camada fina de óxido de ferro ou cromo. Esta camada pode ser imantada e armazenar o campo magnético por muito tempo. Abaixo vemos um tipo de fita cassette (K7). Esta palavra significa caixinha:



b. **Cabeçote de gravação e reprodução** – É o principal componente do gravador. Possui um núcleo de ferro doce ou ferrite com uma pequena bobina enrolada nele. No núcleo também há uma pequena abertura chamada **entreferro** ou “gap”. Abaixo vemos alguns tipos de cabeçote e o funcionamento:



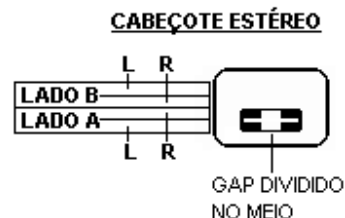
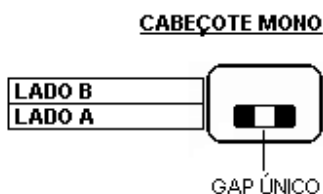
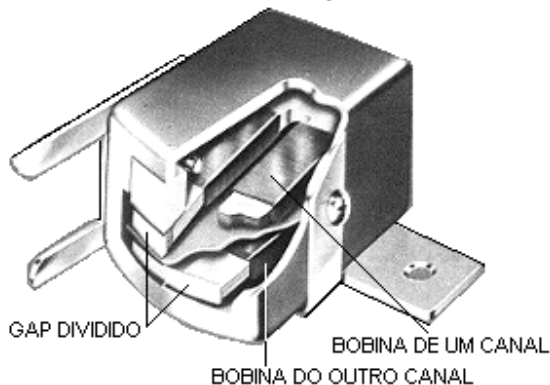
c. **Funcionamento do cabeçote** – Na gravação o cabeçote recebe dois sinais: o áudio e o bias ou polarização. Este bias pode ser uma tensão contínua ou alternada de alta frequência (30 a 80 KHz). Estes dois sinais produzem um campo magnético na bobina e no núcleo chegando até o “gap”. À medida que a fita vai passando em frente ao cabeçote, ela vai sendo imantada pelo bias e pelo sinal de áudio, guardando estas informações por muito tempo. A função do bias é pré imantar a fita para não distorcer o áudio a ser gravado. Na reprodução a fita imantada passa pelo “gap” do cabeçote e o campo magnético induz uma tensão alternada (sinal de áudio) na bobina, sendo amplificada e aplicada no alto falante. Abaixo vemos o princípio de funcionamento do cabeçote de gravação e reprodução:



S1, S2, S3 - CHAVE DE GRAVAÇÃO/REPRODUÇÃO

- d. **Cabeçote estéreo e pistas de gravação** – Na gravação cada lado da fita é gravado em meia pista. Em cada meia pista existe uma subdivisão para os dois sinais de áudio (L e R). O cabeçote mono possui um “gap” para reproduzir os dois sinais juntos. Já o cabeçote estéreo possui internamente duas bobinas (3 ou 4 terminais) e o “gap” dividido no meio para reproduzir os dois sinais da fita em separado. Abaixo vemos o cabeçote estéreo e a divisão existente na pista da fita:

**VISTA INTERNA DE UM CABEÇOTE ESTÉREO**



- e. **Cabeçote de apagamento (erase)** – Fica ao lado do cabeçote de gravação e reprodução. Serve para eliminar uma gravação antiga antes de fazer uma nova gravação. Os gravadores mais baratos usam um ímã para o apagamento. Os gravadores de melhor qualidade usam um cabeçote convencional que recebe um sinal de alta frequência (acima de 30 KHz) do oscilador de apagamento (transistor, bobinas e capacitores). Abaixo vemos os tipos de cabeçotes apagadores:

**CABEÇOTE DE APAGAMENTO CONVENCIONAL (2 TERMINAIS)**



**CABEÇOTE DE APAGAMENTO ÍMÃ (NÃO TEM TERMINAIS)**



2. **MECANISMO DO GRAVADOR E TOCA – FITAS** – O mecanismo tem a função de movimentar a fita. Na gravação ou reprodução o mecanismo deve arrastar a fita na frente do cabeçote numa velocidade de 4,75 cm/s. A parte mecânica também deve rodar a fita rapidamente para frente (FF) e para trás (REW) para localizar um trecho da música.

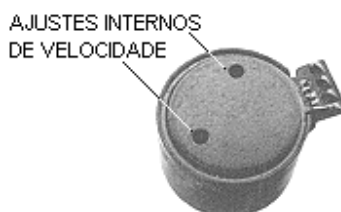
- a. **Motor** – O motor do toca – fitas (tape) funciona com tensão contínua desde 1,5 até 12 V, dependendo do modelo. Ele deve girar o mecanismo e a fita com velocidade constante. Desta forma o motor é ligado num circuito regulador de tensão com um trimpot de ajuste de velocidade. Em alguns aparelhos, o trimpot é dentro do motor. Em outros é fora e há ainda os que usam os dois sistemas de ajuste. Abaixo vemos alguns modelos, sendo que alguns deles tem 4 terminais (duas velocidades):



**MOTOR SIMPLES DE 6 V**



**MOTOR DE 4 TERMINAIS 9 V PARA DUPLO DECK**

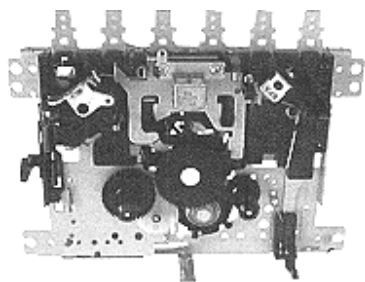


**MOTOR DE 4 TERMINAIS PARA 12 V COM DOIS AJUSTES INTERNOS**

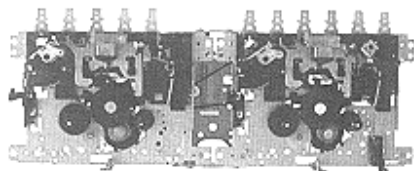


**MINIMOTOR DE 1,7 V PARA WALKMAN**

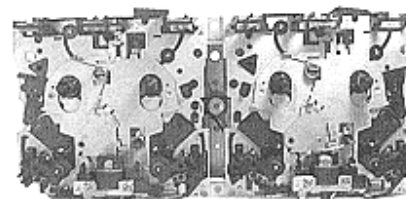
b. **Mecanismo completo** – Existem diversos tipos de mecanismo para tape, mas atualmente os fabricantes tem dado preferência por um tipo de mecanismo chamado universal devido ao seu baixo custo e facilidade de substituição completa. Abaixo temos alguns exemplos de mecanismos universais:



**MECANISMO UNIVERSAL SIMPLES**

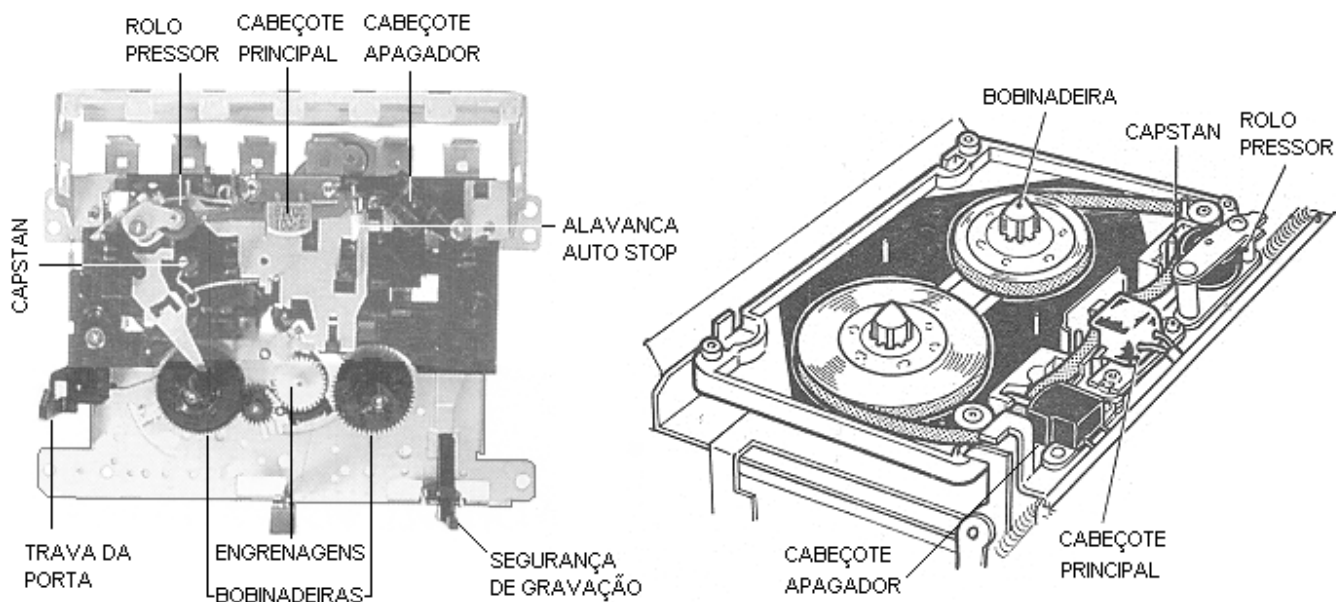


**MECANISMO UNIVERSAL DUPLO DECK**



**MECANISMO AUTO REVERSE**

c. **Parte frontal do mecanismo** – Possui os seguintes componentes: cabeçotes, rolo pressor, cabrestante (ou capstan), bobinadeiras da fita, engrenagens ou polias, chave de segurança da gravação e a travinha da porta. Abaixo vemos estas partes seguida da explicação para cada uma:

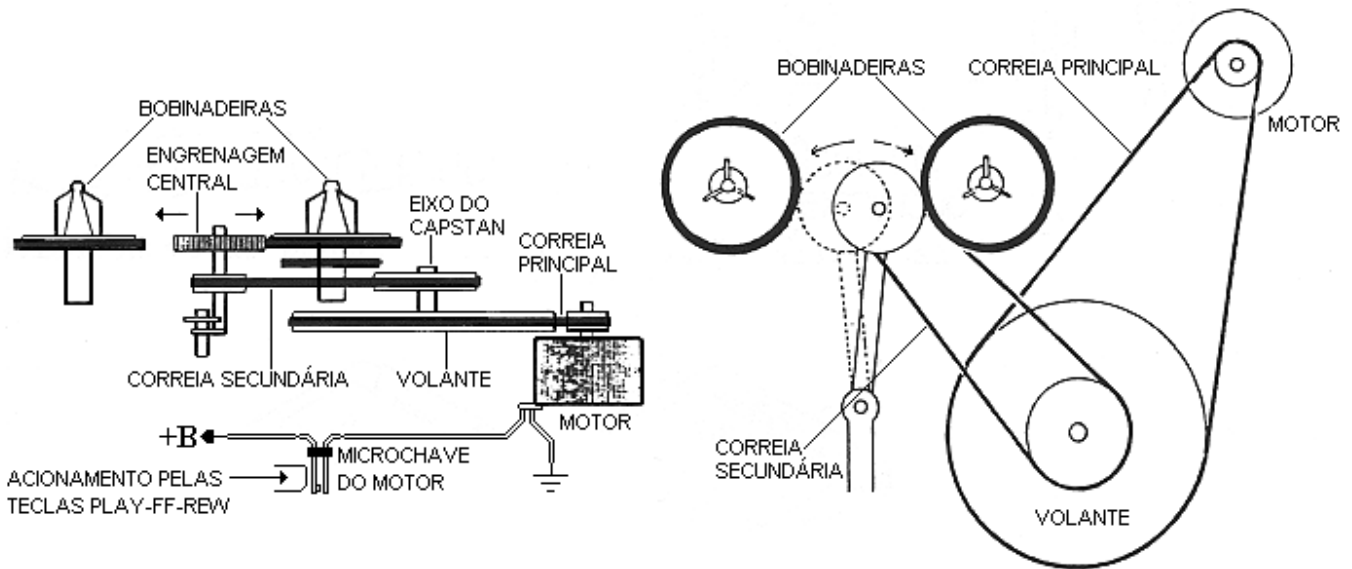


- **Capstan ou cabrestante** – Pino metálico que gira com velocidade constante acionado pelo motor;
- **Rolo pressor** – Pressiona a fita no capstan para arrastá-la em frente ao cabeçote com velocidade constante;
- **Segurança de gravação** – É uma alavanca plástica acionada pelo lacre da fita virgem. Desta forma a tecla REC é liberada para nova gravação. Porém quando a fita já é gravada não tem o lacre e para fazer uma nova gravação é preciso fechar a abertura com fita adesiva como visto abaixo:



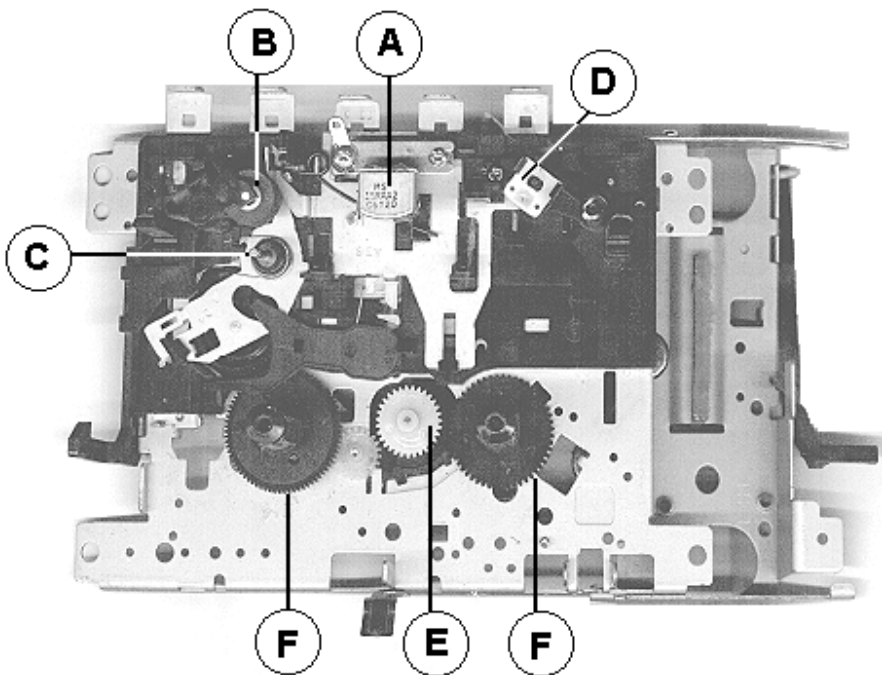
- **Bobinadeiras** – Enrolam e desenrolam a fita do cassette;
- **Engrenagens** – Transferem a rotação do motor para as bobinadeiras.

d. **Parte traseira do mecanismo** – Possui os seguintes componentes: motor, volante, polia secundária, correias, microchave do motor, molas e lâminas em geral. Abaixo podemos ver estes componentes:



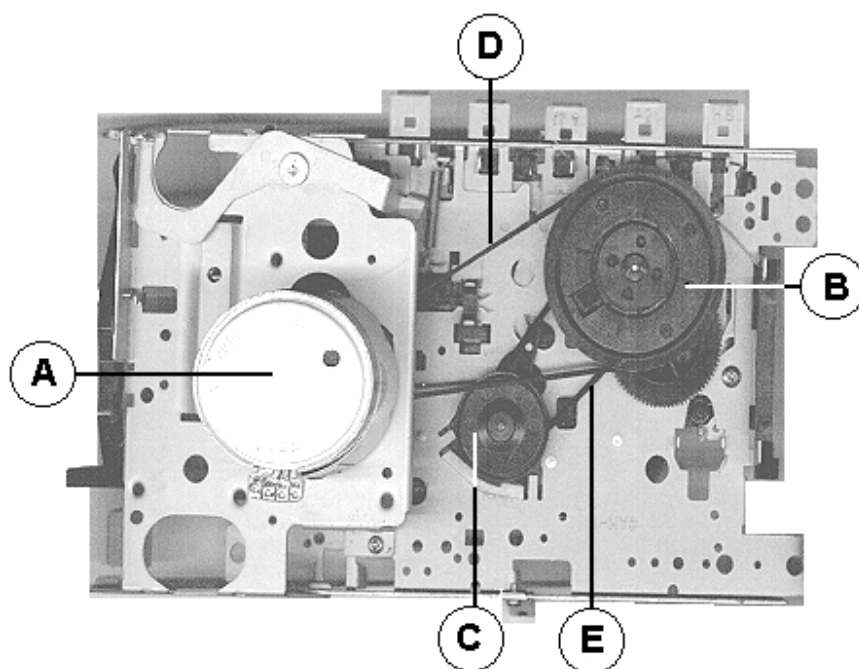
- **Motor** – Conforme já explicado, o motor fornece a rotação para o mecanismo. Funciona com tensão contínua e tem um capacitor em paralelo com os terminais para eliminar os ruídos gerados por ele;
- **Microchave** – São duas lâminas ligadas em série com a alimentação do motor. Quando apertamos alguma tecla, as lâminas encostam e ligam o motor;
- **Volante** – É uma grande polia acoplada ao eixo do capstan;
- **Correia principal** – Transfere a rotação do motor ao volante;
- **Correia secundária** – Transfere a rotação do volante as bobinadeiras.

⇒ **EXERCÍCIO 1** – Indique o nome dos componentes frontais do mecanismo abaixo:



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

⇒ EXERCÍCIO 2 – Indique o nome dos componentes traseiros do mecanismo abaixo:



- A - \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 B - \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 C - \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 D - \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 E - \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

e. **Ajustes do toca – fitas** – O toca – fitas tem dois ajustes: velocidade da fita feito num trimpot interno ou externo ao motor e o azimute feito num parafuso com mola que prende o cabeçote ao mecanismo. Ambos os ajustes devem ser feitos com uma fita padrão ou muito bem gravada e na qual se conheça a musica. Ajuste o trimpot do motor até a musica ficar no ritmo certo e o parafuso do azimute até o som ficar o mais alto possível e com todos os agudos. Quando o azimute está desajustado, o aparelho só reproduz com volume alto uma fita gravada nele mesmo. Abaixo vemos os dois ajustes:



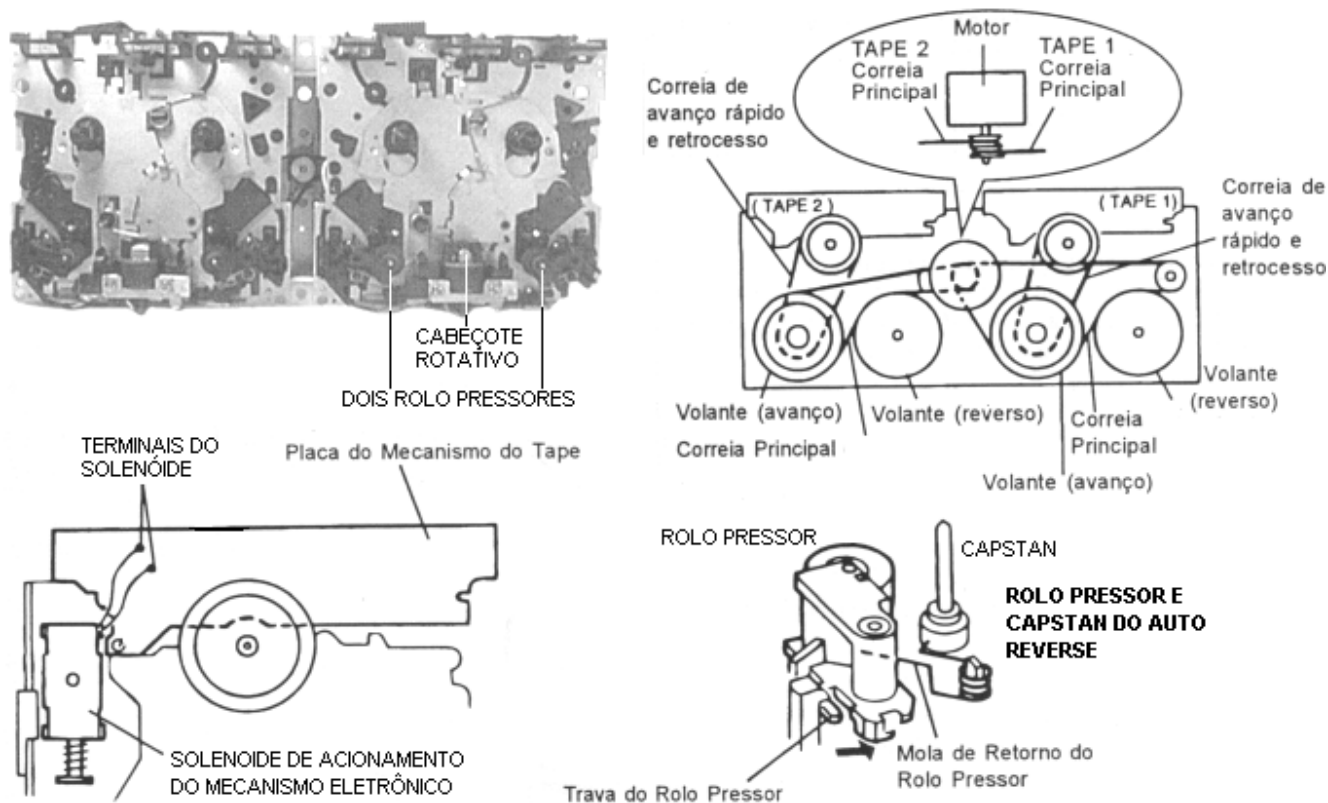
f. **Limpeza de gravadores e toca-fitas** – Os componentes que mais apresentam problemas devido a sujeira são o rolo pressor e os cabeçotes:

f.1 **Limpeza dos cabeçotes** – Passar um cotonete umedecido com álcool isopropílico ou benzina. Se o cabeçote estiver um pouco enferrujado, passe um produto “limpa prataria” como “kaol”, “silvo”, etc. Após a secagem, remova o produto com uma flanela ou pano malha (pedaço de camiseta) seco.

f.2 **Limpeza do rolo pressor e capstan** – Passe um cotonete umedecido em álcool isopropílico no rolo até sair a “trilha” formada pela passagem da fita. NÃO USE THINNER.

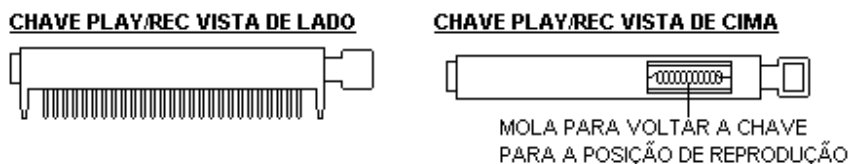
g. **Troca do cabeçote** – Coloque outro com a mesma resistência ou mais aproximado possível e com o aparelho funcionando faça o ajuste de azimute.

**h. Mecanismo auto-reverse dos toca-fitas eletrônicos (digitais)** – Geralmente estes modelos de mecanismos são do tipo duplo deck. Possibilitam a reprodução dos dois lados da fitas sem retirá-la do aparelho. Possuem um pequeno cabeçote que gira 180° quando a fita muda de direção para reproduzir o outro lado. O mecanismo todo é controlado por uma solenóide (bobina com um pistão dentro). A solenóide recebe alimentação do circuito eletrônico do aparelho. Abaixo vemos este mecanismo:



O defeito mais comum neste tipo de mecanismo é o desgaste das correias devido ao grande esforço feito por elas, principalmente quando acionamos a função do auto-reverse. Quando isto ocorre, a fita não gira e o mecanismo fica “batendo”. Muitas vezes a fita fica presa e para retirá-la devemos girar as engrenagens manualmente.

**3. CIRCUITO ELETRÔNICO DO GRAVADOR E TOCA - FITAS** – É formado por um pré amplificador para aumentar o sinal vindo do cabeçote durante a reprodução ou aumentar o sinal a ser aplicado no cabeçote durante a gravação. O pré pode ser com transistores (1 ou 2) ou com CI. Nesta etapa está o circuito oscilador de “bias”, que em alguns aparelhos também fornece sinal para o cabeçote apagador. Também há uma chave de gravação reprodução neste circuito. Abaixo vemos esta chave:



⇒ EXERCÍCIOS

**a. No esquema 3A, localize:**

CI pré do toca-fitas - \_\_\_\_\_;

CI regulador de tensão para o motor - \_\_\_\_\_.

**b. No esquema 4B localize:**

- CI pré do deck A (play/ rec) - \_\_\_\_\_;
- CI pré do deck B (play) - \_\_\_\_\_;
- Chave de gravação/reprodução - \_\_\_\_\_;
- Oscilador de “bias” e apagamento (bobina e transistor) - \_\_\_\_\_;
- Trimpots de ajuste do motor do tape - \_\_\_\_\_.

**c. Localize o CI ou transistores pré do toca-fitas nos seguintes aparelhos:**

- ⇒ Esquema 12 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 14 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 15 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 17 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 18 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 19 - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Esquema 20 - \_\_\_\_\_;

**d. Qual dos aparelhos abaixo usa cabeçote apagador ligado num oscilador de alta frequência:**

- ( ) Esquema 12 ( ) Esquema 14 ( ) Esquema 4B ( ) Esquema 18 ( ) Esquema 19 ( ) Esquema 20

#### **4. TESTES NO GRAVADOR E TOCA-FITAS**

##### **1º Leitura de esquema e localização de componentes no circuito eletrônico (esquema 1 da escola)**

- 1 – Cabeçote de gravação e reprodução - \_\_\_\_\_. Localizar o cabeçote no mecanismo. ( ) localizado.
- 2 – Transistor pré do cabeçote - \_\_\_\_\_. Ache este transistor na placa do rádio. ( ) localizado.
- 3 – Chave de gravação e reprodução - \_\_\_\_\_.  
A chave de gravação e reprodução é uma chave comprida e com uma mola em cima. ( ) localizada.
- 4 – Motor do toca-fitas - \_\_\_\_\_. Ache-o no mecanismo. ( ) localizado.
- 5 – CI estabilizador de tensão do motor - \_\_\_\_\_. Ache-o na plaquinha do mecanismo. ( ) localizado.
- 6 – Trimpot de velocidade do motor - \_\_\_\_\_. Localize na placa do mecanismo. ( ) localizado.

##### **2º Localização e indicação das funções dos componentes do mecanismo**

- ( ) Cabeçote principal. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Cabeçote apagador. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Rolo pressor. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Capstan (ou cabrestante). Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Bobinadeiras. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Engrenagem central. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Alavanca auto-stop. Função: \_\_\_\_\_.



- ( ) Alavanca trava da tecla REC. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Alavanca trava da porta. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Volante. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Correia principal. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Correia secundária. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Microchave do motor. Função: \_\_\_\_\_.
- ( ) Ajuste de azimute. ( ) Função: \_\_\_\_\_.

### 3º Testes feitos no gravador e toca-fitas

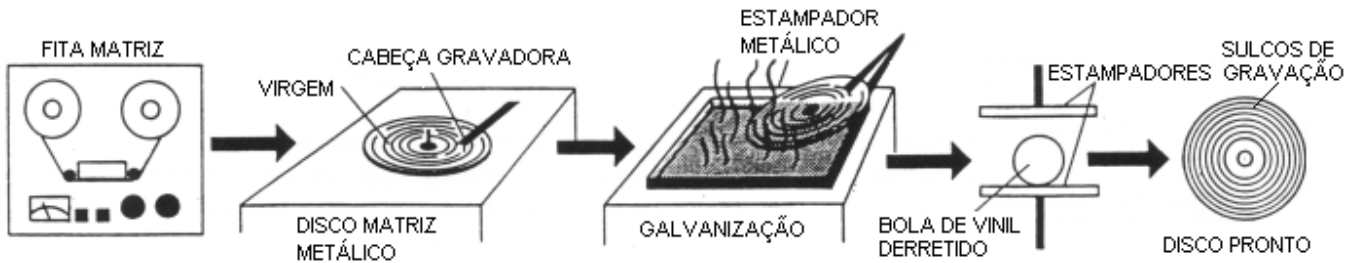
- 1 – Teste do cabeçote – Em X1 ou X10, meça os fios do cabeçote- \_\_\_\_\_Ω. Se o ponteiro não mexer, o cabeçote está aberto.
- 2 – Teste da chave Play/rec (gravação e reprodução) – Esta chave possui 18 pinos (6 chaves de 3 pinos cada). Em X1 meça os pinos 1 e 2 de cada grupo:  
 ( ) o ponteiro vai no zero em todos os grupos – posição PLAY boa  
 ( ) o ponteiro não mexe em algum grupo – chave com defeito  
 Em X1 meça os pinos 2 e 3 de cada grupo apertando a haste.  
 ( ) o ponteiro vai no zero em todos os grupos – posição REC boa  
 ( ) o ponteiro não mexe em algum grupo – chave com defeito.
- 3 – Em X1 testar o transistor pré do cabeçote: ( ) bom ( ) com defeito
- 4 – Teste da microchave do mecanismo: Em X1 medir o fio branco e o vermelho que vem do mecanismo, apertando a tecla PLAY, FF ou REW:

## 5. ROTEIRO DE CONserto PARA GRAVADORES E TOCA-FITAS

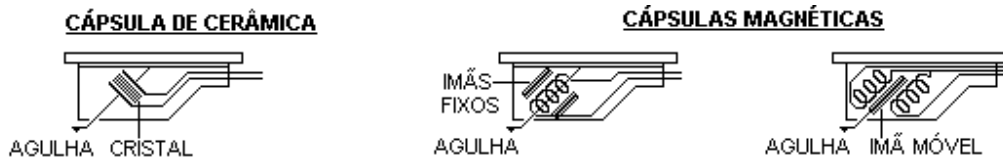
- a. A fita gira mas não sai som – Injetar sinal no fio vivo do cabeçote. Se sair som no falante, o pré e o cabo do cabeçote estão bons. O defeito é no próprio cabeçote. Se não sair sinal, teste o pré e a chave PLAY/REC.
- b. A fita não gira – Se o motor gira, o defeito é alguma correia quebrada ou dilatada. Se o motor não gira, mas recebe tensão, o defeito é no estabilizador ou microchave.
- c. A fita gira rápido ou devagar – O defeito é no estabilizador do motor, no trimpot aberto ou desajustado ou se a fita estiver girando devagar, em correia dilatada.
- d. Não grava – Verificar se a tecla REC empurra totalmente a haste da chave PLAY/REC. Se isto não ocorre, o defeito é mecânico. Se ocorre o acionamento da chave, devemos testa-la a frio e o circuito que polariza o cabeçote (BIAS) durante a gravação.
- e. Engole fita - Se a bobinadeira não gira ou gira devagar sem força para enrolar a fita, o defeito é na correia menor quebrada ou dilatada. Se a bobinadeira gira normal, o defeito é no rolo pressor gasto, capstam torto ou sem a travinha (arruela) que prende o volante no mecanismo. Este defeito também pode ser causado por engrenagem quebrada.
- f. Reproduz a fita mas faz um barulho no mecanismo – Uma das engrenagens está com os dentes gastos e no caso do mecanismo universal, a solução mais viável é a sua troca completa.
- g. Reproduz a fita com som baixo e fanhoso – Este defeito pode ser sujeira no cabeçote e trajeto da fita. Se o cabeçote está enferrujado, passamos Kaol com cotonete e a seguir álcool isopropílico ou thinner com o cotonete. Se o cabeçote apenas está sujo, limpamos com álcool isopropílico ou thinner com o cotonete. Para o capstam, a limpeza é feita com Kaol para o rolo pressor, a limpeza é feita com álcool isopropílico.

## XXXI – TOCA-DISCOS

1. **TEORIA** - É o aparelho usado para reproduzir os sinais de áudio gravados num disco de vinil em forma de sulcos (ou ranhuras). É formado basicamente por uma cápsula com agulha sustentada por um braço e um mecanismo que gira o prato do disco para a reprodução do mesmo. Abaixo vemos o processo de gravação do disco por curiosidade:

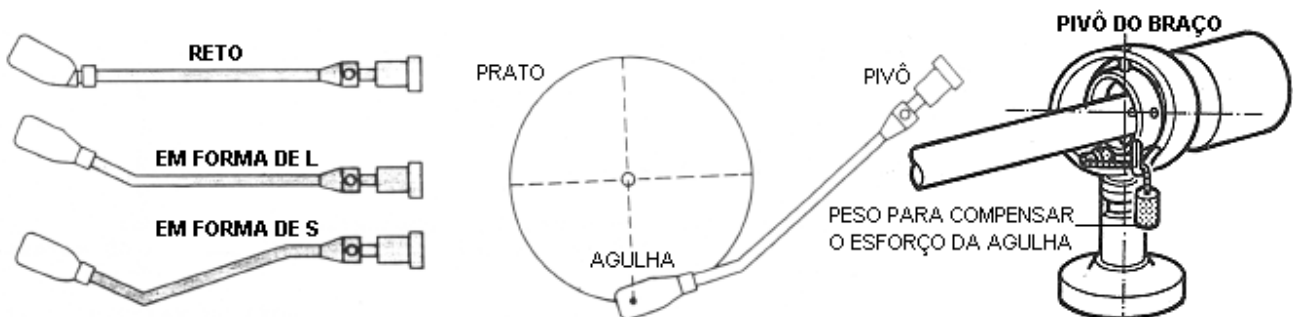


- a. **Cápsula e agulha** – É o principal componente do toca-disco, também pode ser chamado de “fonocaptor”, tendo a função de reproduzir os sinais gravados no disco. A agulha vibra dentro dos sulcos do disco e a cápsula transforma estas vibrações em sinais de áudio. Abaixo vemos alguns modelos:



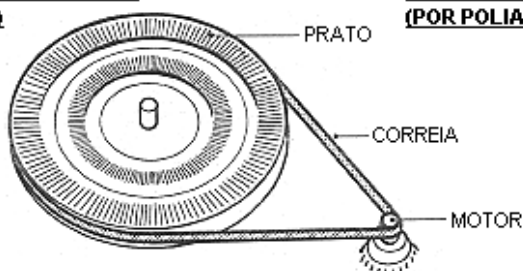
A cápsula de cristal (piezoelétrica) fornece um sinal de áudio forte (geralmente dispensa pré-amplificador), porém a qualidade de áudio é pobre. A cápsula de bobina (magnética) fornece um sinal mais fraco porém a qualidade do som é bem superior às de cerâmica. A agulha pode ser de metal ou diamante (mais resistentes).

- b. **Braço** – É o suporte da cápsula. Existem diversos tipos, mas todos devem ter uma curvatura para a correta trilhaagem do disco. Possuem um pequeno peso na extremidade do pivô para compensar a força que tende a arrastar a agulha para o centro. Abaixo vemos este componente:

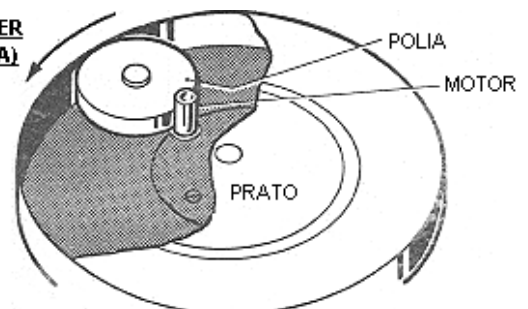


- c. **Motor e prato** – Abaixo vemos os sistemas de transmissão de rotação do motor ao prato:

**TRANSMISSÃO BELT DRIVER  
(POR CORREIA)**



**TRANSMISSÃO ILDET DRIVER  
(POR POLIA INTERMEDIÁRIA)**



O motor deve girar o prato na velocidade de 33 r.p.m. (rotações por minuto). A transmissão da rotação do motor para o prato pode ser direta (aparelhos profissionais), com polia ou correia. Antigamente o motor era de C.A. (110 V), o prato era metálico e a transmissão feita com polia. Este sistema não tinha ajuste de velocidade e quando o prato ficava lento, era devido ao desgaste da polia. Os mais modernos têm o motor de C.C. com ajuste, prato de plástico e transmissão por correia. Alguns modelos têm a opção de 45 r.p.m. A mudança é feita no motor ou na altura da correia sobre o eixo do motor. Embaixo do prato tem uma microchave acionada pelo braço para ligar e desligar o motor. Os modelos semi-automáticos têm uma engrenagem embaixo do prato para recolher o braço quando o disco chega ao fim. O ajuste da rotação do prato pode ser feito com um disco “estroboscópico” (cheio de riscos desenhados) adquirido em casa de esquemas.

**d. Circuito pré-amplificador** – Como o sinal da cápsula já é forte, o pré do toca-discos é formado por um transistor para cada canal (L e R).

## **2. Leitura de esquema – Circuito eletrônico do toca-discos**

Localize os transistores ou CI pré do toca discós nos seguintes aparelhos:

⇒ **Esquema 13** - \_\_\_\_\_;

⇒ **Esquema 19** - \_\_\_\_\_;

⇒ **Esquema 20** - \_\_\_\_\_.

## **3. ROTEIRO DE CONCERTO PARA TOCA-DISCOS**

Antes lembraremos ao aluno que os toca-discos foram muito popular até o fim da década de 80. Porém depois do surgimento do CD, o toca-disco passou a ser cada vez menos usado e a tendência é a de desaparecerem gradativamente. Mas como alguns aparelhos de som no mercado ainda tem toca-discos, passaremos uma sequência para o aluno resolver os problemas mais comuns apresentados por ele:

**a. Prato não gira** – Veja inicialmente se a correia não quebrou ou escapou do prato (é necessário retirar o prato para esta verificação). Se a correia está no lugar, retire-a e movimente o braço manualmente observando se o motor gira. Se o motor não gira, teste a microchave embaixo do prato (ela pode estar com as lâminas tortas ou enferrujadas). Se a microchave está boa, verifique se chega +B ao motor. Se não chega +B ao motor, teste os componentes, trilhas e fios que levam alimentação ao motor. Se o +B chega ao motor e mesmo assim ele não gira, devemos trocá-lo, pois ele está queimado.

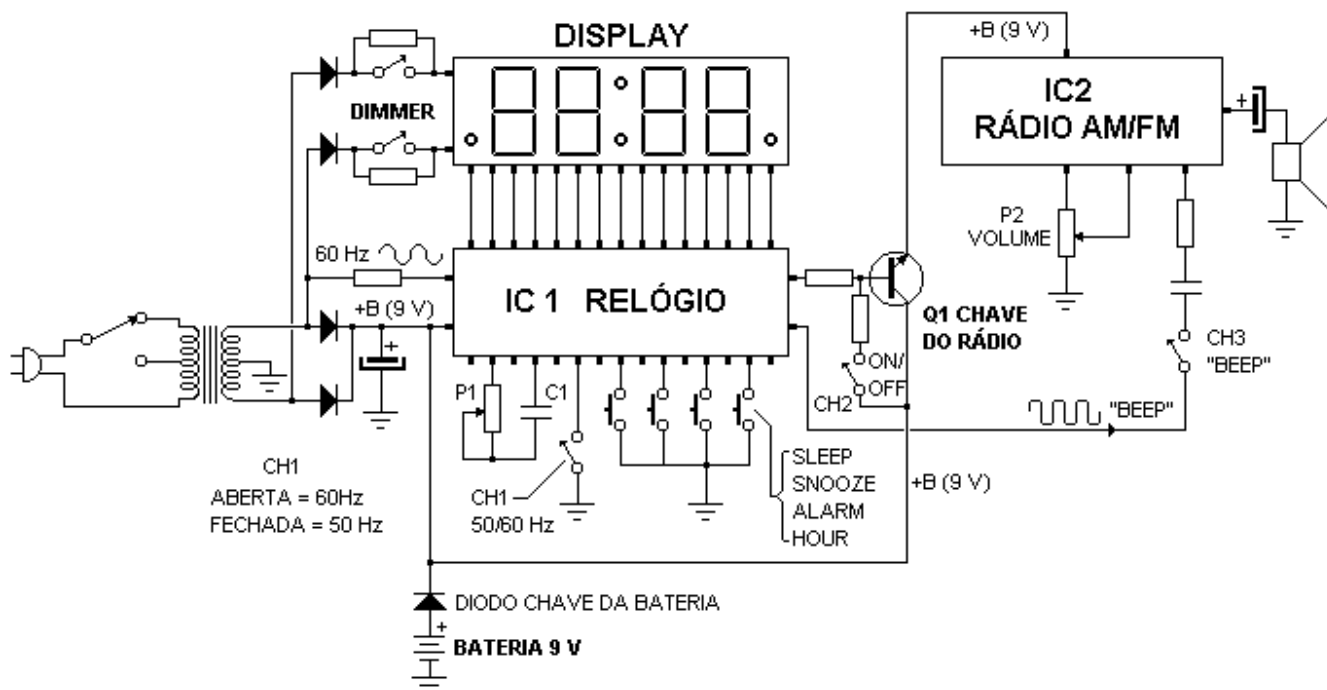
**b. Prato gira muito lento** – Se o toca-discos for antigo devemos trocar a polia intermediária, pois a mesma deve estar gasta. Se o aparelho for mais moderno, verifique se a correia não está dilatada. Se a correia está boa, a rotação do motor deve estar abaixo do normal. Neste caso medimos o +B e se estiver abaixo do normal, verificamos se a chave 110/220 do aparelho não está na posição errada e testamos os componentes que alimentam o motor. Se o motor está sendo alimentado com +B certo, ou ele está com defeito ou seu trimpot interno está desajustado.

**c. Prato gira normalmente, mas não sai som** – Pegue uma chave de fenda e segurando-a pela haste, injete um sinal nos terminais que saem da cápsula. Se ouvirmos um forte zumbido nos alto falantes do aparelho, é indicação que os pré-amplificadores estão funcionando e neste caso a solução é fazer a troca da cápsula. Se não produzir o zumbido nos falantes, o defeito estará no circuito pré do aparelho. Devemos testar os transistores, medir a polarização dos mesmos e testar componentes deste circuito.

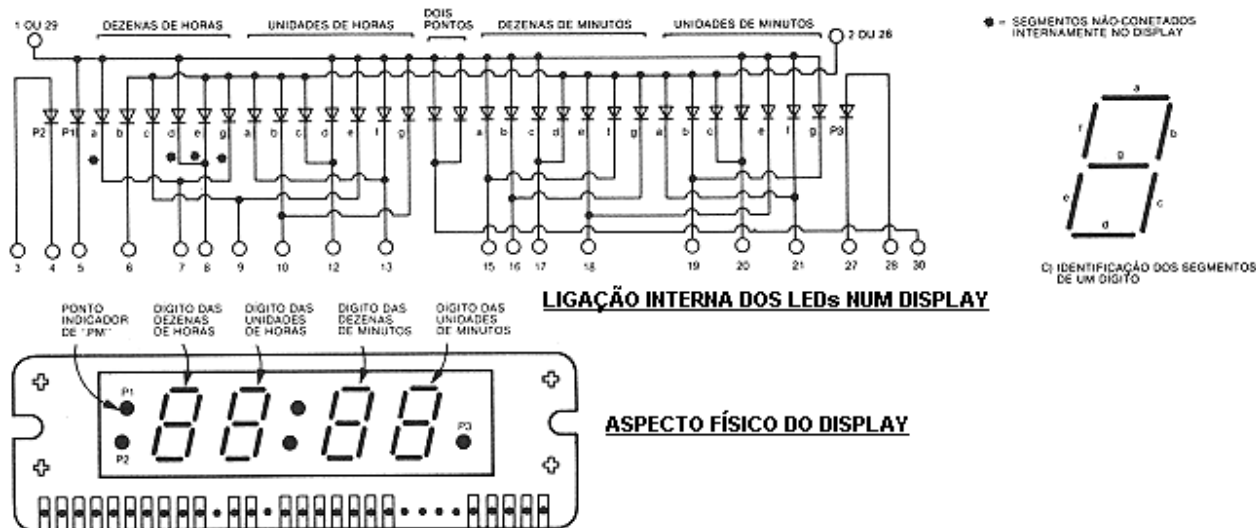
**d. Ajuste de velocidade do prato** – Coloque o disco estroboscópico e fique de olho na fileira de riscos da velocidade de 33 r.p.m. Ajuste o motor até dar a impressão que os riscos estão parados (efeito ótico).

## XXXII – RÁDIO-RELÓGIO

1. **TEORIA** – Este tipo de aparelho tem uma parte rádio AM/FM comum (igual a dos outros rádios) e uma parte com um circuito relógio para mostrar a hora do dia e despertar com o som do rádio ou um alarme sonoro. O relógio é processado basicamente por um CI chamado contador de horas. O CI conta as horas usando como base de tempo a frequência da rede (50 ou 60 Hz) e acende sequencialmente um “display” (mostrador) de LEDs. Abaixo vemos um circuito eletrônico deste aparelho com a explicação das etapas:



- a. **Display de LEDs** – Cada segmento do display (parte de número ou ponto) é aceso por um minúsculo LED. Para evitar que o CI do relógio tenha muitos pinos, o display é matrizado, ou seja, os LEDs são agrupados em dois ou três conjuntos. Em cada conjunto os anodos ou catodos dos LEDs são interligados em dois ou três terminais do display. Estes recebem tensão direto do transformador. Os outros terminais dos LEDs são alimentados sequencialmente pelo CI. Portanto para que o display acenda deve receber tensão do transformador e dos pinos do CI. A chave **dimmer** permite aumentar ou diminuir a corrente no display e desta forma controlar o brilho do mesmo. Abaixo vemos um tipo de display:



- b. Base de tempo para a contagem das horas** – Para o CI contar as horas de forma correta, o secundário do transformador fornece uma amostra de tensão para um dos pinos com a frequência da rede (60Hz). Porém se o aparelho for ligado numa rede de 50 Hz, para o CI continuar a contar sem mudar o ritmo, é necessário ligar um dos pinos no terra (geralmente o pino 26).
- c. Transistor chave do rádio** – Q1 está com a base ligada num dos pinos do CI. Quando apertamos a tecla “SLEEP” ou quando a hora do dia coincide com a do alarme, sai uma tensão do CI que polariza o transistor. Desta forma ele conduz e leva o +B até o CI do rádio, ligando-o. Quando quisermos ligar o rádio independente do relógio, usamos a chave “ON/OFF” (CH2).
- d. Alarme** – O aparelho tem duas opções de alarme: com rádio acionando Q1 e com um sinal de áudio chamado “beep” produzido pelo CI do relógio e aplicado no CI do rádio através da chave CH3.
- e. O rádio-relógio na bateria** – A bateria de 9 V mantém o CI do relógio funcionando quando o aparelho está desligado da rede, porém o display não acende. Assim quando for ligado novamente, não será necessário acertar o relógio. A bateria é ligada e desligada através de um diodo. Para o CI funcionar na bateria, há um oscilador de clock interno usado por ele para a contagem das horas. Os componentes externos deste oscilador são C1 e P1 (trimpot de ajuste do relógio na bateria).
- f. Teclas do rádio-relógio** – A maioria usa teclas de pequenas lâminas metálicas ligadas em vários pinos do CI para executar os comandos do relógio. Geralmente são as seguintes:
- ⇒ **SLEEP (dormir)** – Liga o rádio e o mantém funcionando de 1 a 59 minutos;
  - ⇒ **SNOOZE (soneca)** – Desliga o rádio ou o alarme por 9 minutos;
  - ⇒ **ALARM (alarme)** – Liga ou desliga o alarme. Quando o alarme está ativo acende um ponto no display;
  - ⇒ **TIME (tempo ou hora)** – Acerta o relógio. Para as horas deve ser pressionada junto com a tecla FAST (rápido) e para os minutos junto com a tecla SLOW (lento). Para acertar a hora do alarme pressione a tecla ALARM junto com FAST ou SLOW;
  - ⇒  **HOUR (hora)** – Em alguns modelos esta é a tecla de ajuste das horas;
  - ⇒ **MINUTES (minutos)** – Em alguns modelos esta é a tecla para acertar os minutos.

## 2. Leitura de esquema – rádio-relógio

**a. No esquema 3B identifique os seguintes componentes:**

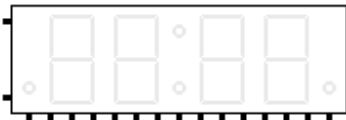
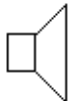
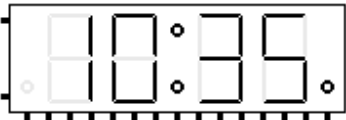
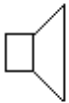
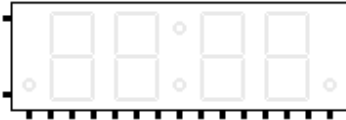
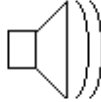
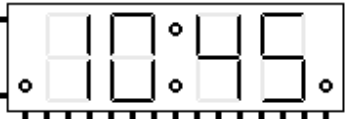
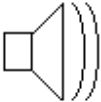
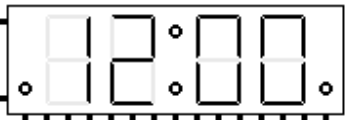
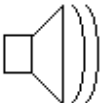
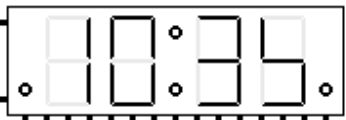
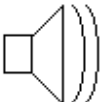
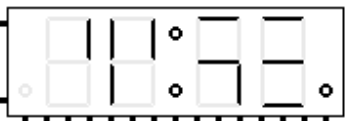
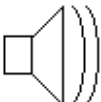
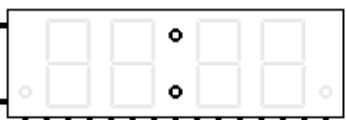
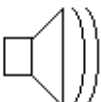
- ⇒ CI do relógio - \_\_\_\_\_; CI do rádio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Transistor chave do rádio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Diodo chave da bateria - \_\_\_\_\_; Trimpot ajuste do relógio na bateria - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Pinos do display que recebem tensão do transformador - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Chave “dimmer” - \_\_\_\_\_;
- ⇒ **Principais pinos do CI do relógio:** +B - \_\_\_\_\_; Entrada do sinal de 60 Hz - \_\_\_\_\_;
- Saída da tensão para ligar o rádio - \_\_\_\_\_; Saída do sinal de “beep” - \_\_\_\_\_;
- Oscilador de 60 Hz para a bateria - \_\_\_\_\_; 50/60 Hz - \_\_\_\_\_.

**b. No esquema 14 identifique os seguintes componentes:**

- ⇒ CI do relógio - \_\_\_\_\_; CI do rádio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Transistor chave do rádio - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Diodo chave da bateria - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Pinos do display que recebem tensão do transformador - \_\_\_\_\_;
- ⇒ **Principais pinos do CI do relógio:** +B - \_\_\_\_\_; Entrada do sinal de 60 Hz - \_\_\_\_\_;

- ⇒ Saída da tensão para ligar o rádio - \_\_\_\_\_; Saída do sinal de “beep” - \_\_\_\_\_;
- ⇒ Oscilador de 60 Hz para a bateria - \_\_\_\_\_; 50/60 Hz - \_\_\_\_\_.

### 3. ROTEIRO PARA CONSERTO E PRINCIPAIS DEFEITOS DE RÁDIO-RELÓGIO

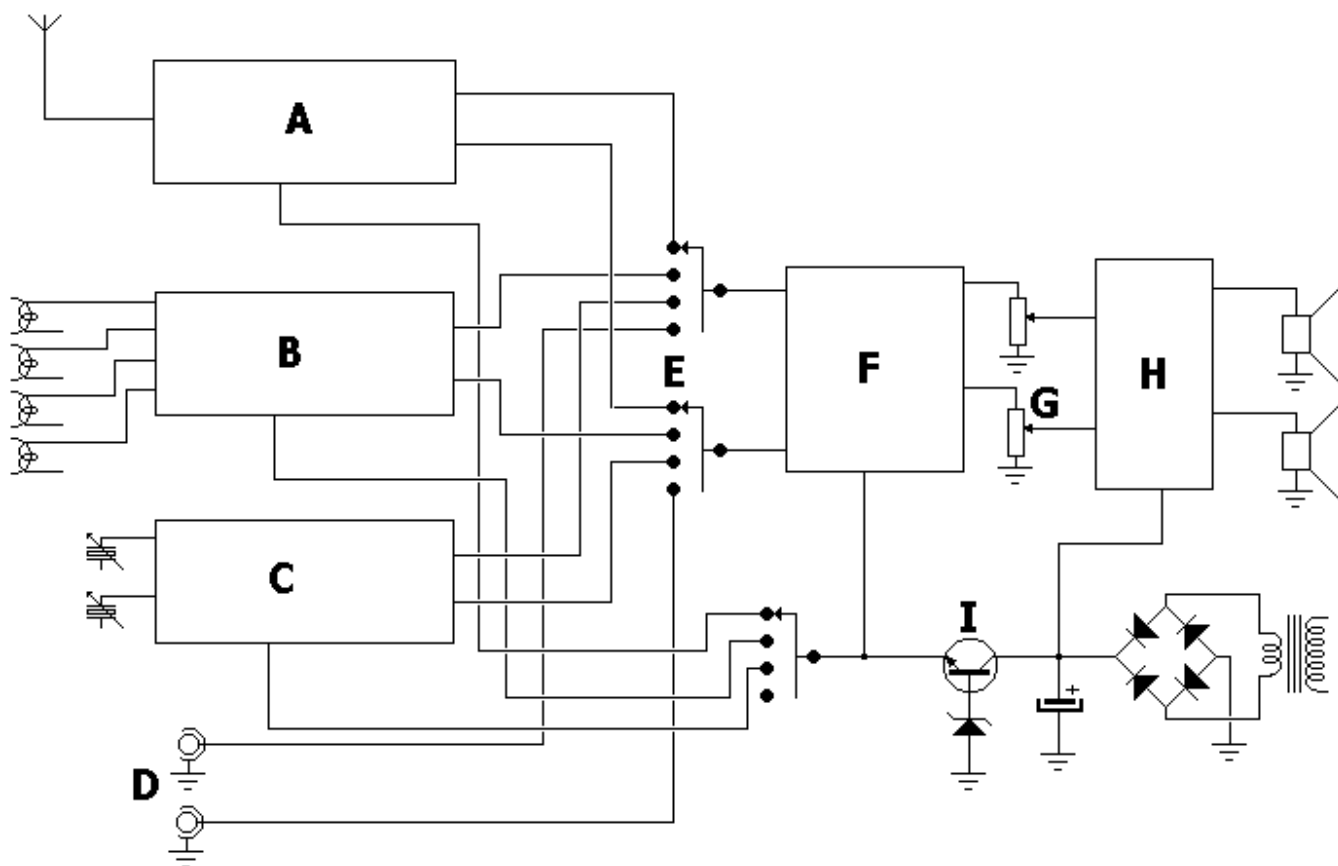
- a. **Display não acende e rádio não funciona** – Testar o cabo de força e o transformador (defeito mais comum em rádio-relógio). Se estiverem bons, teste os diodos, capacitores, transístores e trilhas da fonte de alimentação;  
- b. **Relógio funciona normal, mas o rádio não liga** – Verifique se chega +B no CI do rádio ao acionarmos a tecla SLEEP ou ON/OFF. Se tiver +B a parte do relógio está normal e o defeito está nos circuitos do rádio. Se não chegar +B, teste o transistor chave do rádio e componentes associados.  
- c. **Rádio funciona normal, mas o display não acende** – Verifique se não há fios quebrados ligando o display ao CI. Meça a tensão que vai do transformador ao display. Verifique se chega +B ao CI do relógio. Teste os diodos ligados ao CI do relógio. Troque o CI do relógio.  
- d. **Relógio adianta 10 minutos por hora** – Verifique se o pino 50/60 Hz do CI do relógio (geralmente 26) está com solda. Se estiver, dessolde-o.  
- e. **Fica piscando em 12 horas e não ajusta o relógio** – Teste os fios que ligam as teclas ao CI do relógio. Teste a frio todas as teclas e os diodos ligados nelas. Se estiverem boas, devemos trocar o CI do relógio.  
- f. **Falta um ou dois segmentos do display** – Verifique se um dos fios do display não está quebrado. Teste o display na escala de X1 e observe se aquela parte que não está acesa acende com a pilha do multímetro. Se não acender, o display tem um LED queimado. Se acender, o defeito é no CI.  
- g. **Metade dos segmentos não acende** – Verifique se um dos fios que ligam o display ao transformador não está quebrado. Meça as duas tensões que vão do trafo ao display. Se faltar uma delas, teste todas as peças que levam esta tensão. Teste o display a frio. Se está normal, o defeito é no CI.  
- h. **Só acendem os pontos do display** – Verifique o estado dos fios que ligam o display ao CI do relógio. Verifique se chega a tensão do trafo ao display. Meça o +B do CI do relógio. Teste a frio os diodos, transístores e resistores ligados no CI do relógio. Teste o display a frio e troque o CI.  

### XXXIII – APARELHO DE SOM 3 EM 1

1. **TEORIA** – Chamamos de **som 3 em 1** um único aparelho contendo um rádio AM/FM estéreo, um gravador/tocafitas (deck simples ou duplo-deck) e um toca-discos. Este tipo de equipamento de som já foi muito popular, mas atualmente ao se falar em som 3 em 1 se refere a rádio-fita-CD. Neste capítulo falaremos sobre o som 3 em 1 tradicional (rádio-fita-disco), já que este tipo de aparelho ainda existe no mercado, porém agora conjugado com CD, formando o chamado 4 em 1 (rádio-fita-disco-CD).
  - a. **Etapa de áudio** – Em alguns aparelhos é formada por vários transístores. Em outros está dentro de um único CI chamado CI estéreo. Os transístores ou CI de saída vão parafusados num dissipador de calor.
  - b. **Pré-amplificador** – Esta etapa é obrigatória nos aparelhos de som. Pode ser formada por transístores ou CI antes da etapa de áudio. Aqui atuam os controles de volume, tonalidade, equalização de som, etc.
  - c. **Fonte** – A fonte fornece o +B mais alto não estabilizado para o CI ou transístores de saída de áudio e vários +B mais baixos e estabilizados (por transístores e zeners) para os demais circuitos do aparelho.
  - d. **Rádio** – Pode ser formado por um único CI ou vários CIs (sintonia de FM, FI e decodificador estéreo). Nos mais antigos ainda encontraremos transístores na parte do rádio.
  - e. **Toca-fitas** – Usa um CI para os dois decks, um CI para cada deck ou um CI para um dos decks e transístores para o outro deck. Aqui encontraremos a chave de gravação/reprodução.
  - f. **Toca-discos** – Encontraremos um transístor pré para cada cápsula.
  - g. **Entradas auxiliares** – Pode ou não usar transístores pré.

### 2. Exercícios – Aparelhos de som

- a. No esquema simplificado abaixo, cada bloco tem uma letra. Relacione cada letra ao seu circuito:



Saída de áudio - \_\_\_\_\_

Pré amplificador - \_\_\_\_\_

Rádio AM/FM - \_\_\_\_\_

Circuito do gravador/toca-fitas - \_\_\_\_\_

Circuito do toca-discos - \_\_\_\_\_

Entradas auxiliares - \_\_\_\_\_

Chave de funções - \_\_\_\_\_

Regulador de tensão para alimentar as etapas - \_\_\_\_\_

Potenciômetros de volume - \_\_\_\_\_

### 3. Leitura de esquemas:

a. No **esquema 4B**, identifique os seguintes componentes:

⇒ CIs de saída de áudio - \_\_\_\_\_;

⇒ Pré-amplificadores - \_\_\_\_\_;

⇒ Transístores reguladores de tensão - \_\_\_\_\_;

⇒ CIs do rádio - \_\_\_\_\_;

⇒ CIs pré do gravador e toca-fitas - \_\_\_\_\_;

⇒ Chaves de gravação/reprodução - \_\_\_\_\_;

⇒ Prés do toca-discos - \_\_\_\_\_.

b. No **esquema 19**, identifique os seguintes componentes:

⇒ CI de saída de áudio - \_\_\_\_\_;

⇒ Pré-amplificadores - \_\_\_\_\_;

⇒ Transístores reguladores de tensão - \_\_\_\_\_;

⇒ CIs do rádio - \_\_\_\_\_;

⇒ CI pré do gravador e toca-fitas - \_\_\_\_\_;

⇒ Chaves de gravação/reprodução - \_\_\_\_\_;

⇒ Prés do toca-discos - \_\_\_\_\_.

c. No **esquema 20**, identifique os seguintes componentes:

⇒ CI de saída de áudio - \_\_\_\_\_;

⇒ Transístor reguladores de tensão - \_\_\_\_\_;

⇒ CI do rádio - \_\_\_\_\_;

⇒ CI pré do gravador e toca-fitas - \_\_\_\_\_;

⇒ Chave de gravação/reprodução - \_\_\_\_\_;

⇒ Pré do toca-discos - \_\_\_\_\_.



#### **4. Roteiro para conserto de aparelhos de som 3 em 1**

##### **a. O aparelho não funciona:**

- **Verifique se o aparelho tem fusíveis e algum deles está queimado;**
- **Algum fusível queimado** – Se for no primário do trafo de força e ao trocá-lo, queima de novo, o trafo está em curto e deve ser trocado. Se o fusível queimado está no secundário do trafo, e ao trocá-lo, queima, teste a frio os diodos da ponte retificadora. Se estão bons, o defeito deve estar no CI ou transistores de saída de áudio em curto;
- **Não há fusível queimado** – Verifique se tem tensão AC no secundário ou secundários do trafo de força;
- **Não há tensão no secundário** – Veja se chega tensão no primário. Se não tiver, o defeito é no cabo ou alguma trilha ligada no primário do trafo. **IMPORTANTE – EM ALGUNS APARELHOS HÁ UM FUSÍVEL DENTRO DO PRÓPRIO TRAFÓ. NÃO ESQUEÇA DE TESTÁ-LO.** Se tiver tensão no primário, o trafo está queimado e deve ser trocado.
- **Tem tensão normal no secundário** – Meça o +B em todos os transistores reguladores de tensão que alimentam os demais circuitos do aparelho. Se faltar algum destes +B, teste o transistor regulador, diodo zener, resistores e outros componentes desta etapa;

##### **b. O aparelho liga normal, mas não sai som em nenhuma das funções:**

- **Veja se usando a escala de X1 do multímetro nos pinos de saída do CI de áudio, sai som nos falantes;**
- **Não sai som** – O defeito pode estar nas caixas acústicas, jaque do fone ou trilhas do CI aos falantes;
- **Falantes normais** – Ligue o aparelho e injete sinal nos pinos de entrada do CI de áudio. Se for com transistores, injete sinal na base do primeiro pré da etapa de áudio;
- **Não sai som nos falantes** – Veja se chega +B na etapa de áudio. Se chegar, troque o CI de áudio. Se for com transistores, teste e troque os transistores, diodos e resistores que estiverem com defeito. Se um dos transistores está com defeito, o certo é trocar todos os demais;
- **Sai forte zumbido nos falantes** – A saída de áudio está boa. Injete sinal no pré-amplificador. Se não der som nos falantes, meça o +B, teste os transistores ou troque o CI do circuito pré.

##### **c. O rádio não funciona:**

- **Verifique se chega +B nos circuitos do rádio;**
- **Não chega +B no rádio** – Teste a chave de funções do aparelho e demais resistores e trilhas que levam +B aos circuitos do rádio. Também pode ser algum componente em curto (CI, capacitor) na linha de +B;
- **Chega +B no rádio** – Injete sinal nos circuitos do rádio. Teste os transistores, bobinas, filtros de cerâmica, capacitores, troque os CIs do circuito do rádio.

##### **d. Toca-fitas não funciona:**

- **A fita não gira** – Verifique o estado das correias e se o motor funciona quando apertamos alguma tecla. Se o motor não funciona, veja se chega +B, teste o motor, microchaves do mecanismo e o circuito que alimenta o motor do tape;
- **A fita gira normal, mas não sai som** – Veja se os cabeçotes não estão muito sujos ou enferrujados. Observe se os fios do cabeçote não estão desligados, injete sinal nos terminais do cabeçote e veja se sai um forte apito nos falantes. Se sair, o pré do toca-fitas está bom e o defeito é no cabeçote. Se não sair som, o defeito pode ser no CI ou transistores pré, falta de +B neste circuito, chave de gravação/reprodução ou algum componente ligado nesta etapa.

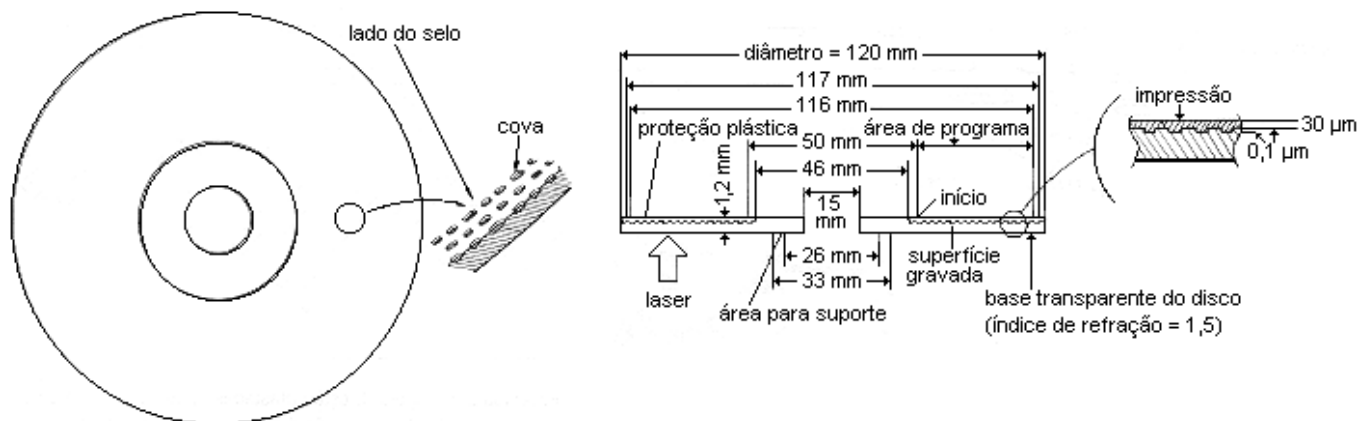
##### **e. Toca-discos não funciona:**

- **O prato não gira** – Verifique a correia, motor, microchave de acionamento do mesmo ou circuito que leva alimentação ao motor;
- **O prato gira e não sai som** – Neste caso verifique a cápsula e o pré do toca-discos como já explicado.

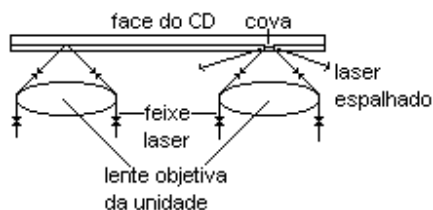
## XXXIV – TOCA-DISCOS LASER (CD PLAYER)

1. **TEORIA** – Este aparelho reproduz o sinal de áudio, convertido em informações digitais, gravado num disco espelhado chamado “compact disc” (CD).

a. **O compact disc (CD)** – É um disco de plástico com 12 cm de diâmetro. A gravação dos sinais é feita nele em forma de furos (covas). As covas são feitas do lado da etiqueta do CD e a leitura é feita pelo outro lado (face espelhada). As covas são de diâmetros diferentes e estão a distâncias diferentes, dependendo do sinal gravado. Estas covas estão organizada em trilhas (num CD tem cerca de 20 mil trilhas). Abaixo vemos o aspecto de um CD com suas medidas:

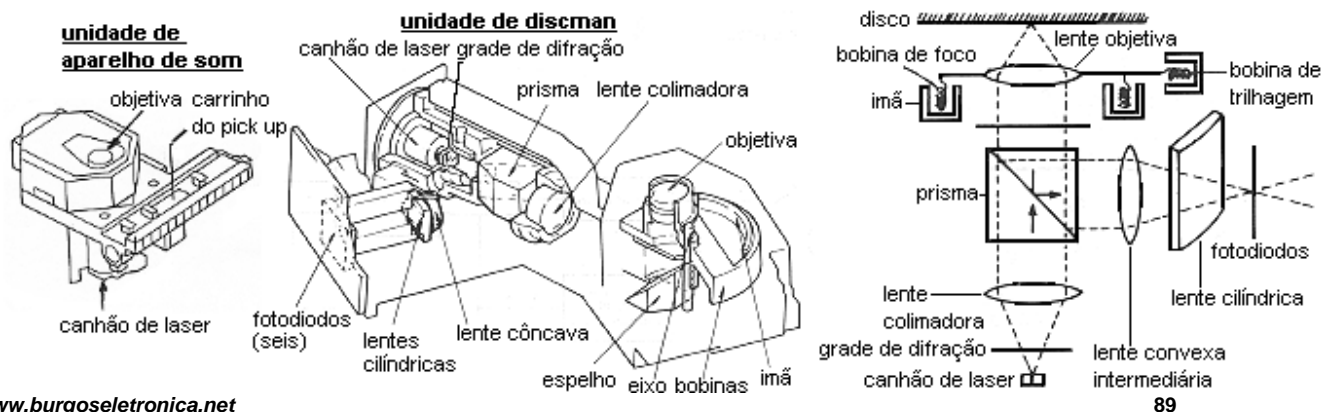


As trilhas de covas são lidas por um fino feixe de “laser” fornecido pela **unidade ótica** do aparelho. Quando o “laser” atinge uma cova, a luz que volta para a unidade ótica é mais fraca. Quando o “laser” atinge o espaço entre as covas (espelho), a luz volta mais forte. A diferença de luz que volta para a unidade durante a leitura é o sinal gravado no disco.



A leitura das trilhas de covas é feita numa velocidade de 1,3 m/s, indo do centro para a borda do disco. Na primeira música, as trilhas são mais curtas e o disco gira mais rápido. Na última música as trilhas são mais longas e o disco gira mais devagar. O sinal a ser reproduzido é o áudio convertido em pulsos digitais (onda quadrada) chamado **EFM**. Além do áudio convertido também há os sinais de controle e corretores de distorção gravados no disco. O circuito eletrônico transforma o sinal EFM gravado no disco em sinal de áudio novamente.

b. **Unidade ótica (“pick up”)** – É o principal componente do aparelho. Fornece o “laser” para a leitura do disco. Abaixo vemos o princípio de funcionamento. Existem vários tipos de unidade ótica.

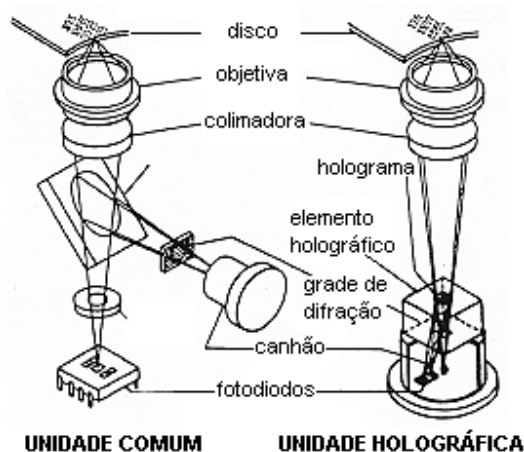


- **Canhão** – Tem um LED especial para produzir um feixe de “laser” avermelhado para a leitura do disco e um fotodiodo que controla a emissão do laser;
- **Grade de difração** – Divide o “laser” em três: um principal para a leitura e dois para guiar o feixe principal pelas trilhas de covas;
- **Lente colimadora** – Deixa os três feixes paralelos;
- **Lente objetiva** – Fica acima da unidade ótica para projetar os feixes de “laser” no CD. É feita de acrílico e deve estar limpa e sem riscos para uma boa leitura do disco;
- **Prisma** – Divide o feixe que volta do CD em dois: um vai para o canhão controlar a emissão do LED e o outro vai para os fotodiodos recolherem a informação gravada no disco;
- **Fotodiodos** – Seis no total: quatro (A,B,C e D) recolhem o sinal do disco e fornecem a tensão para controle de foco e dois (E e F) fornecem a tensão para controle de trilhagem do disco.
- **Bobinas de foco** – Movem a lente para cima e para baixo a fim de ajustar o perfeito foco do “laser” na face do CD;
- **Bobinas de trilhagem (“tracking”)** – Movem a lente para os lados a fim de ajustar o caminho do “laser” sobre as trilhas de covas.

Na unidade ótica tem um trimpot ligado no fotodiodo do canhão para controlar a emissão do “laser”.

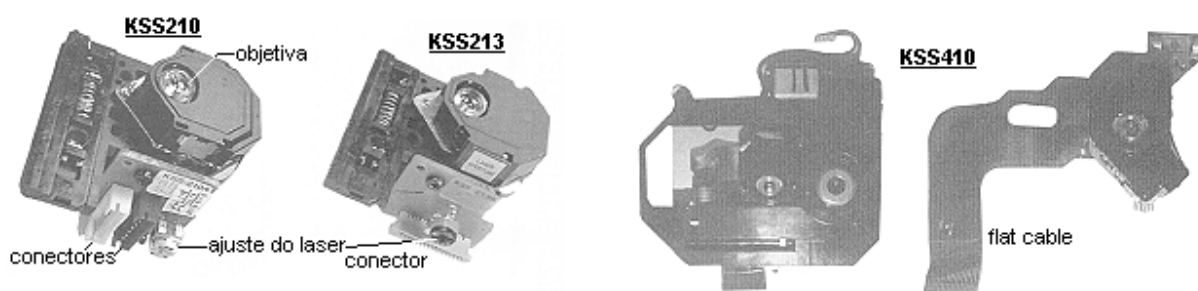
**Importante** – Ao trocar a unidade ótica do aparelho não esqueça de retirar o pingo de solda (lacre) da unidade nova, caso contrário ela não funcionará.

Como vemos ao lado, algumas unidades possuem o canhão de “laser” embaixo e uma camada de vidro holográfica no lugar de uma lente interna.



### c. Tipos de unidade ótica mais usadas:

**c.1 – KSS** – KSS210 – Usada nos aparelhos da SONY, CCE, importados, talvez a unidade mais encontrada no mercado. As equivalentes são KSS212 e KSS150; KSS213 – Usada no AIWA, SONY, etc. É parecida com a anterior, mas a ligação é feita com fita plástica de trilhas (“flat cable”); KSS240 – SONY; KSS410 – Auto CD GRADIENTE. Veja abaixo:



**c.2 – OPTIMA** – Aparelhos GRADIENTE, JVC, etc;

**c.3 – SF** – GRADIENTE, TOSHIBA, SANYO, discman, etc

**c.4 – SF – P100 e P101** – PHILLIPS, PIONNER, AIWA, JVC, etc

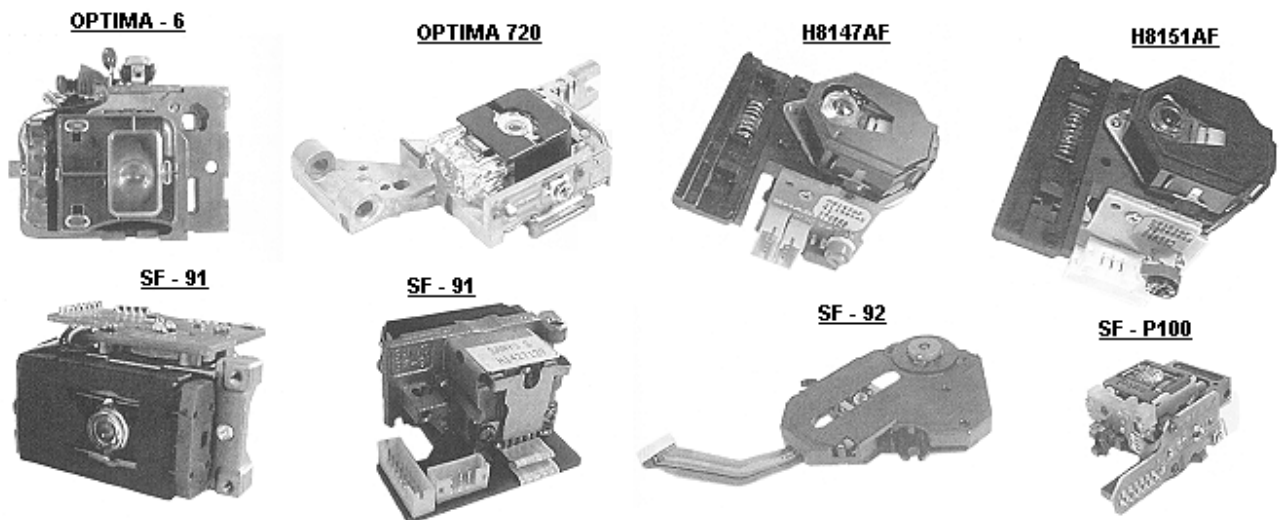
**c.5 – RAE 150 Z, DS11 e DS12** – PANASONIC;

**c.6 – H8147AF e H8151AF (holográficas)** – SHARP;

**c.7 – ATD 55** – GRADIENTE (antigo);

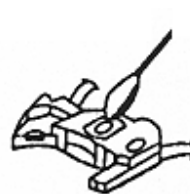
**c.8 – 4806 691 37031** – PHILLIPS (antiga).

Algumas unidades vêm junto com o mecanismo. Na página seguinte vemos algumas destas unidades:

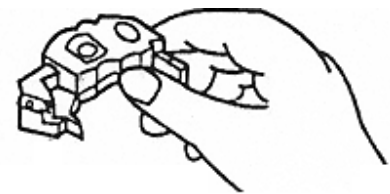


## 2. PRÁTICA – Como limpar e testar a unidade ótica:

a. Limpeza – Se a lente estiver empoeirada, passe um cotonete seco de forma suave até remover toda a poeira e a lente ficar brilhante. Se a lente está muito suja podemos umedecer o cotonete no álcool isopropílico. Em caso extremo podemos deixar a unidade um dia de molho na água com detergente. Ao trocar a unidade, **não** segure-a pelos terminais. Apenas de lado.

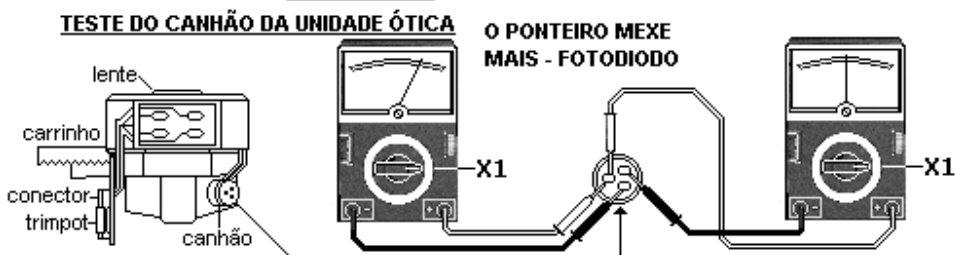
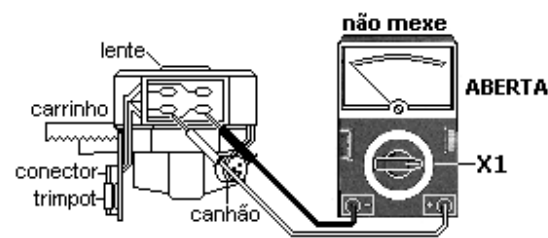
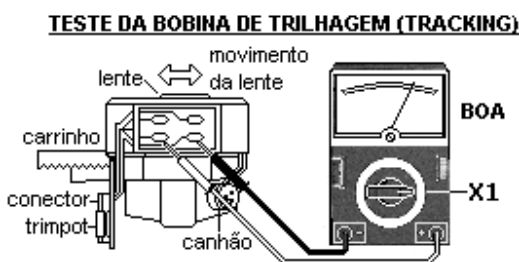
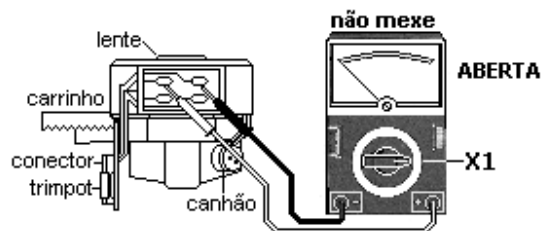


LIMPAR COM COTONETE



COMO SEGURAR A UNIDADE

b. Teste a frio – É feito na escala de X1 nos terminais das bobinas e do canhão, como vemos abaixo:



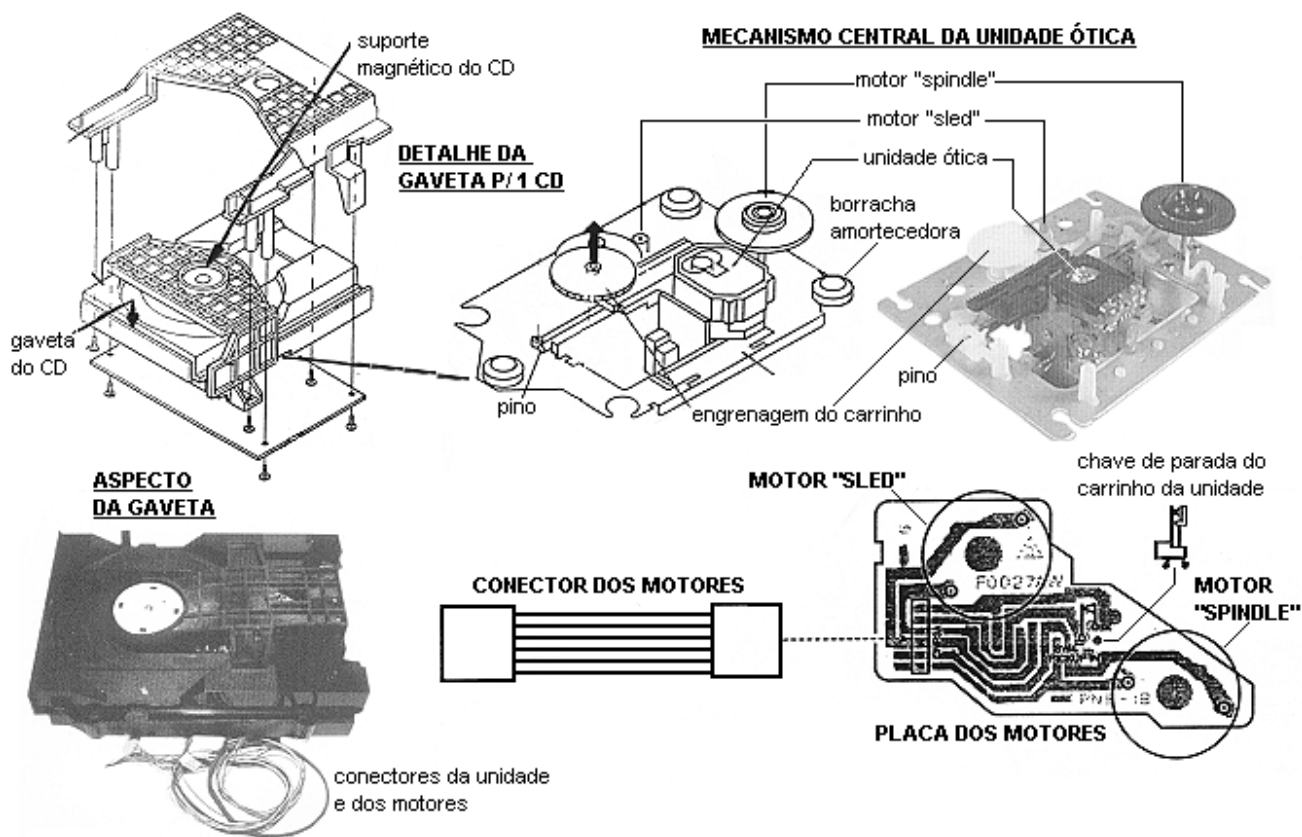
O PONTEIRO MEXE MENOS - LED. AQUI O "LASER" DEVE ACENDER FORTE (PONTO VERMELHO NA LENTE). SE O "LASER" ACENDER FRACO OU NÃO ACENDER, A UNIDADE ESTÁ COM DEFEITO.

Meça os terminais das bobinas nos dois sentidos e observe o movimento da lente. Na bobina de foco, a lente deve se mover para cima e para baixo. Na bobina de trilhagem, a lente deve se mover para os lados. Se o ponteiro não mexer, a bobina está interrompida, o que significa a troca da unidade. Nos terminais do canhão, com a vermelha no pino central, a preta em cada extremo, num deles o “laser” deve acender. Devemos medir cada par de pinos nos dois sentidos, tanto o do fotodiodo, quanto o do LED.

**Importante:** Às vezes as bobinas estão boas, o “laser” acende, mas mesmo assim a unidade não faz a leitura, devido ao enfraquecimento da emissão do feixe de “laser”.

### 3. PRÁTICA – Mecanismo do CD player:

Tem duas funções principais: girar o disco e deslizar a unidade ótica para a correta leitura da face espelhada. Existem vários tipos de mecanismos: para 1, 2, 3, 5, 7 e até mais CDs. Há também os modelos de “gaveta” e os modelos “carrossel”. Neste curso falaremos apenas dos modelos mais simples. Abaixo vemos o princípio dos mecanismos do CD player:

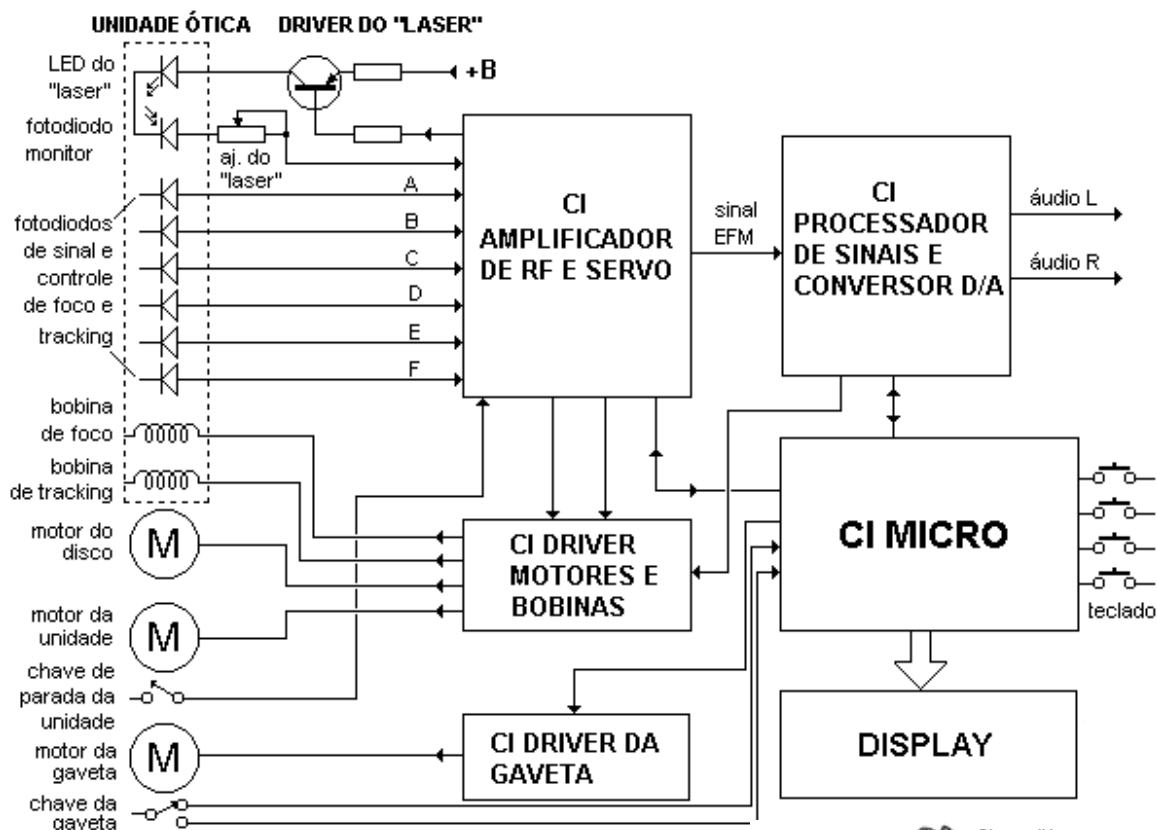


- Motores** – No mecanismo central há dois motores: “SPINDLE” para girar o disco e o “SLED” ou “SLIDE” para deslizar a unidade para frente e para trás. Quando a unidade ótica chega ao centro do disco, ela aciona a chave de parada, a qual está ligada no circuito eletrônico. Desta forma o circuito desliga o motor “SLED”, acende o “laser” e faz a lente da unidade ótica procurar o foco (subir e descer).
- Engrenagens do mecanismo central** – Transmitem a rotação do motor “SLED” para o carrinho da unidade ótica. Normalmente estas engrenagens são lubrificadas.
- Gaveta** – É um dos tipos mais simples de mecanismo para CD player. A gaveta é aberta e fechada através de um terceiro motor chamado “LOADING” (carregamento). A transmissão deste motor para as engrenagens da gaveta é feita através de uma correia. Embaixo da gaveta há uma microchave que avisa ao circuito eletrônico se ela está aberta ou fechada. Se esta chave não for acionada corretamente, o circuito fica abrindo e fechando a gaveta sozinha. Ao lado vemos o aspecto desta chave:

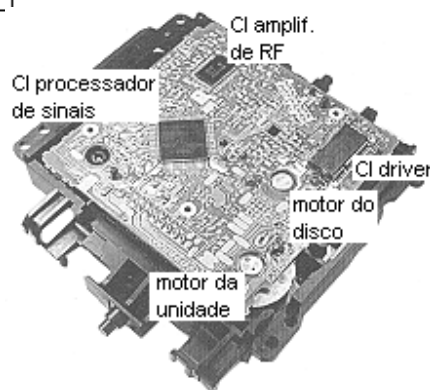
#### 4. Testes a serem feitos no mecanismo simples (para 1 CD):

- Teste dos motores** – Os motores do disco e do carrinho (deslizamento) funcionam com tensão muito baixa (de 2 a 3 V), portanto podemos testá-los na escala de X1. O motor do disco deve girar rapidamente. Se ele não girar ou girar com certa dificuldade, devemos trocá-lo. O motor do carrinho deve deslizar a unidade ótica lentamente e de maneira uniforme. Se a unidade parar antes de chegar no limite ou der algum “tranco”, verifique o motor separadamente e o estado das engrenagens.
- Teste da gaveta desligada do circuito** – Verifique se a gaveta desliza manualmente sem dificuldade. A seguir coloque um disco na gaveta e aplique tensão de uma fonte (entre 7 e 9 V) no motor da gaveta. A gaveta deve fechar, a unidade deve subir e ao girarmos o disco não devemos notar nenhum atrito no mesmo. Se a gaveta não fechar ou houver atrito no giro do disco, o mecanismo está com defeito ou fora de posição. Neste caso basta desmontá-lo e recolocar suas peças na posição.
- Teste da gaveta em funcionamento** – Sem disco ao ligar o aparelho, verifique se: a gaveta fecha, a unidade vai ao centro e pára, a lente sobe e desce de 1 a 3 vezes e o “laser” acende. Se tudo isto acontecer, a mecânica está funcionando. Se não faz leitura do CD, o defeito é na unidade ou no circuito.

#### 5. Circuito eletrônico do CD player – A parte eletrônica do CD player é formada basicamente por CIs do tipo SMD. Abaixo vemos o esquema em blocos do circuito do CD player:



- Amplificador de RF e servo** – recebe os sinais da unidade ótica e fornece as tensões para controle de foco e trilhagem correta do disco pela unidade;
- Processador de sinais** – Converte o sinal digital gravado no disco em áudio;
- Drivers** – Acionam os motores do aparelho. O transistor driver acende o “laser” da unidade;
- Micro** – Controla todas as funções do aparelho.



## **6. ROTEIRO PARA CONCERTO E PRINCIPAIS DEFEITOS EM CD PLAYER**

### **a. O display não acende e não abre a gaveta:**

- Se for um aparelho com tampa do CD em cima, verifique a microchave acionada por esta tampa;
- Meça os +B que alimentam a placa do CD (geralmente 5 V para os CIs e 7 ou 9 V para a gaveta);
- Não tem +B – Teste os componentes da fonte que alimenta a placa do CD (transistores, resistores, etc);
- Tem os +B normais – O defeito está no circuito eletrônico. Ressolde ou troque o CI micro e teste os componentes associados.

### **b. O display acende, a gaveta abre, o carrinho da unidade ótica vai até o centro, a lente procura o foco, o “laser” acende, mas o aparelho não lê o CD (indica “00” ou “no disc” ou “error” no visor):**

- Verifique se o disco não está muito riscado ou sujo;
- Disco sujo – Limpe-o com um pedaço de camurça ou uma flanela. Se estiver muito sujo podemos limpá-lo com álcool isopropílico ou produto para limpeza de CD encontrado em lojas de discos;
- Limpe a lente da unidade ótica;
- Verifique se os conectores da unidade ótica estão bem encaixados – Se o aparelho usa “flat cable” na unidade ótica, veja se o mesmo não está um pouco rasgado. Neste caso a solução é a troca da unidade, pois a mesma já vem com o “flat cable”;
- Quando a gaveta fechar com o CD dentro, verifique se ele gira livremente (gire-o de leve com a mão) – Se ele girar com dificuldade (atrito), o defeito é mecânico, podendo ser a correia ou engrenagens da gaveta. Se o CD girar com facilidade, o mecanismo está em bom estado;
- Teste a frio os motores do disco (“spindle”), do carrinho (“sled”) e as bobinas da unidade ótica;
- Teste a frio os conectores da unidade ótica e dos motores;
- Meça a tensão sobre o resistor em série com o transistor driver do “laser”. Ele é sempre menor que 100  $\Omega$ . Divida a tensão pelo valor dele e multiplique por mil. Esta é a corrente que passa pelo “laser” – Se estiver acima de 50 mA, a unidade está fraca e deve ser trocada. Se estiver abaixo de 40 mA, a unidade está boa;
- Troque a unidade ótica – Não esqueça de tirar o lacre da unidade nova;
- Por último o defeito pode ser na eletrônica – CI com defeito, trimpot descalibrado, etc.

### **c. Mecanismo funciona normalmente, mas o “laser” da unidade não acende:**

- Teste o canhão em X1 e verifique se o “laser” acende;
- O laser não acende em X1 – Neste caso a unidade ótica está com defeito e deve ser trocada;
- O “laser” acende em X1 – Teste os conectores e o transistor driver do “laser”. Se estiverem bons, o defeito é no CI amplificador de RF/servo que não está fornecendo o comando para acender o “laser”.

### **d. Não lê alguns discos:**

- Limpe os discos não lidos e a lente da unidade ótica;
- Dê um reajuste no trimpot da unidade – Se passar a ler os discos não lidos antes, a unidade ótica está fraca e deve ser trocada. Por último pode ser defeito na placa (trimpot descalibrado).

### **e. Pula músicas:**

- Pula o mesmo trecho de todos os CDs – Defeito no carrinho da unidade ou engrenagens do mesmo;
- Pula trechos diferentes – Discos sujos, unidade ótica fraca ou defeito na placa.

### **f. Display acende, mas a gaveta não abre:**

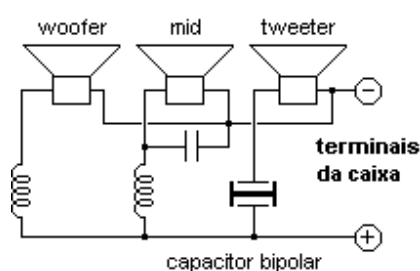
- Verifique a correia, motor e engrenagens da gaveta e se o motor não gira, o CI driver da gaveta.

## XXXV – ALTO-FALANTES E CAIXAS ACÚSTICAS

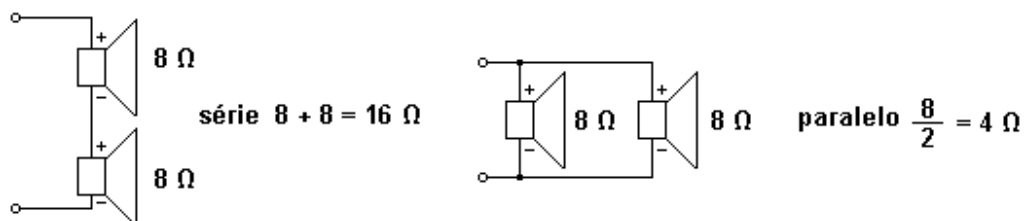
1. **Tipos de alto-falantes** – Dentro de uma caixa acústica temos pelo menos dois tipos de alto-falantes: “**woofer**” – para reproduzir os sons graves e “**tweeter**” – para reproduzir os sons agudo. Também há o “**mid range**” para as frequências médias. Abaixo vemos alguns tipos:



2. **Divisores de frequência** – São bobinas e capacitores ligados nos falantes para distribuir as frequências corretamente entre eles, como visto ao lado. As bobinas deixam passar com facilidade as frequências baixas (graves). Os capacitores deixam passar com facilidade as frequências altas (agudos).



3. **Características e associação de falantes** – **Potência** – É o máximo de som que o falante pode reproduzir sem queimar. **Impedância** – Resistência que o falante oferece ao sinal de áudio. A associação funciona igual à dos resistores, como vemos abaixo:



### 4. **Sequência para reparo de alto-falante:**

- Verifique se não tem limalha no entreferro;
- Tirar a cola restante com thinner;
- Comprar reparo, levando a armadura (2 ou 3 reparos);
- No reparo tem cone, bobina, centragem (aranha), malha, protetor (calota) e bordas;
- Recortar um pedaço de chapa de pulmão na medida do entreferro, deixando sobra para retirar a chapa após a colagem;
- Colocar a bobina com os fios para cima;
- Colocar a chapa de tal modo que fique dentro da bobina;
- Ajustar a altura da bobina de modo a aparecer 3 espiras (bobina muito dentro ou fora deixa o som baixo)
- Passar cola araldite (secagem rápida) e colar aranha na armadura. Passar cola na aranha e na bobina antes de colocar a aranha;
- Furar o cone com um cano d'água fure o cone e coloque a malha no seu interior. Coloque o cone na armadura e cole;
- Solde os fios na malha e cole-os no cone com “cascola”. Por último cole a calota e as bordas.



## XXXVI – COMPONENTES ESPECIAIS

1. **Potenciômetro 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.



2. **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.



3. **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.



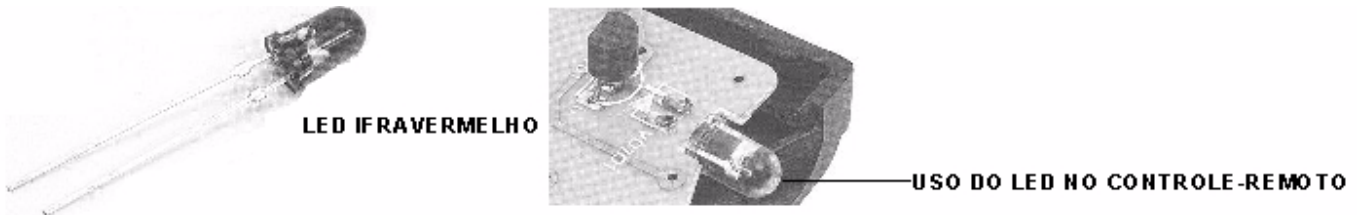
4. **Barra de resistores** - São vários resistores interligados dentro de uma única peça, tendo um terminal comum para todos. É usado em circuitos que requerem economia de espaço. Também pode ser chamado de resistor package (pacote de resistores).



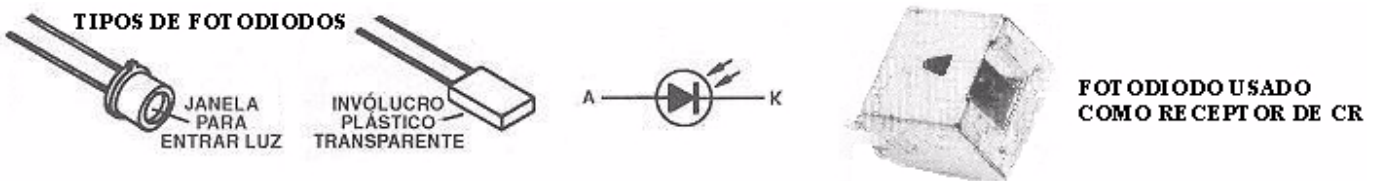
5. **Fotorresistores** - Também chamados de LDR, variam a resistência de acordo com a luz incidente sobre ele. Quanto mais claro, menor é a sua resistência. São usado em circuitos sensíveis a iluminação ambiente.



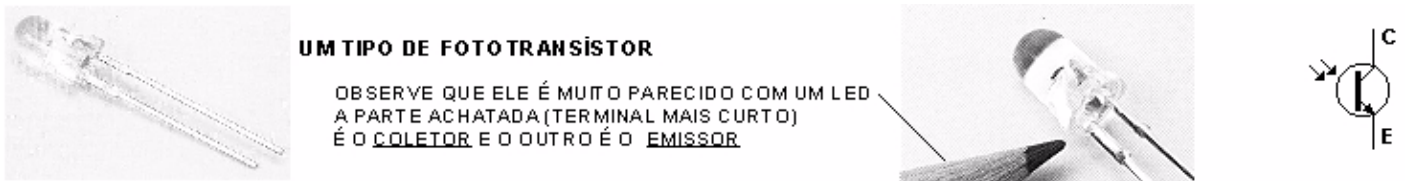
6. **LED infravermelho** – Emite um tipo de luz invisível ao ser humano. É usado em controle-remoto para transportar informações aos aparelhos controlados.



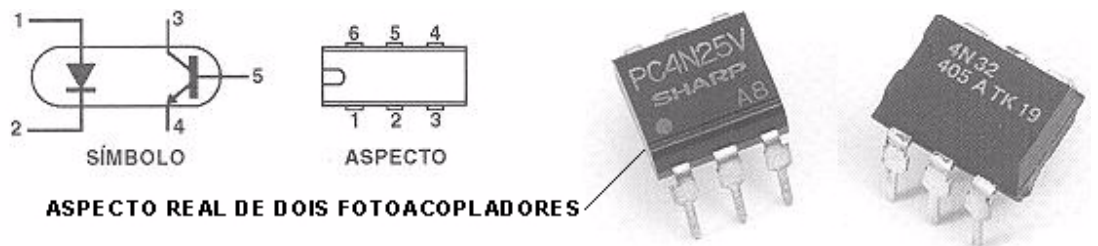
7. **Fotodiodo** – É um diodo especial com uma superfície sensível à luz. Normalmente é polarizado no sentido inverso e quando entra luz, aumenta sua condução de corrente. É usado como receptor de controle remoto nos aparelhos ou monitor de corrente na unidade ótica do CD player.



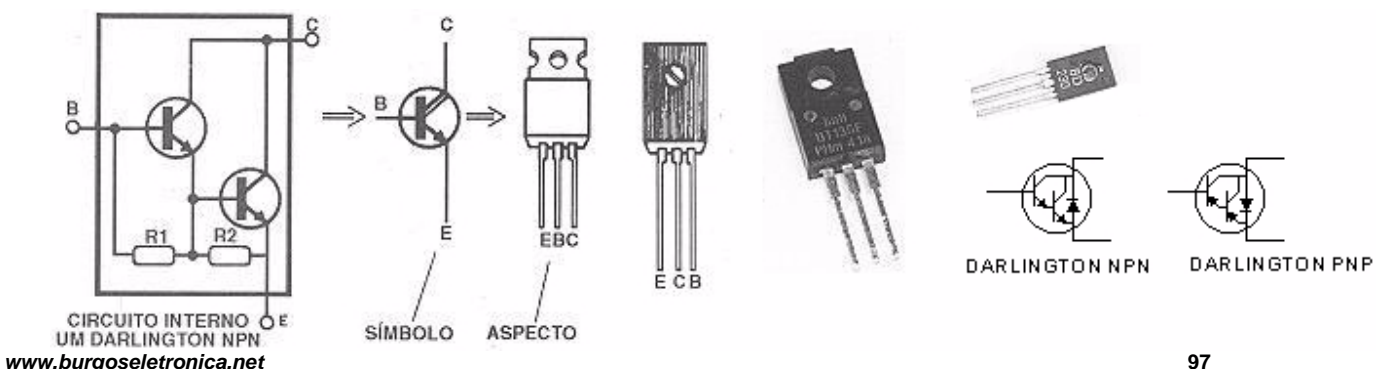
8. **Fototransistor** - Este tipo tem a sua corrente entre coletor e emissor controlada pela luz incidente na sua superfície. Alguns tem o terminal da base, outros não. É usado em circuitos que controlam a corrente pela incidência de luz.



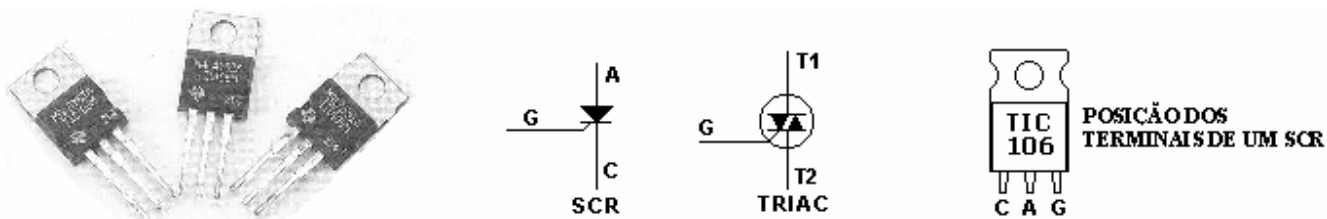
9. **Fotoacoplador** – Também chamado de acoplador ótico, é formado por um LED e um fototransistor numa única peça. É um CI de 4 ou 6 terminais. No circuito, ele transfere uma informação de um ponto a outro sem contato elétrico entre eles.



10. **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.



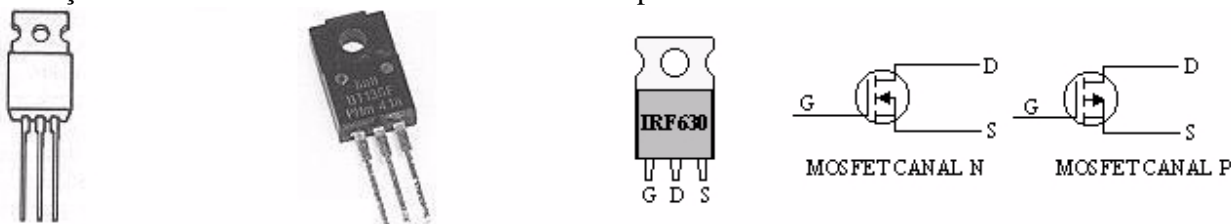
**11. Tiristor** – É um diodo especial com três terminais: anodo, catodo e gate. Deve ser polarizado da seguinte forma: Tensão mais alta no anodo e mais baixa no catodo. Para ele poder conduzir, precisa de um pulso no gate. Quando ele inicia a condução só pára quando desligamos a alimentação. Existem dois tipos de tiristor: SCR para corrente contínua e TRIAC para alternada.



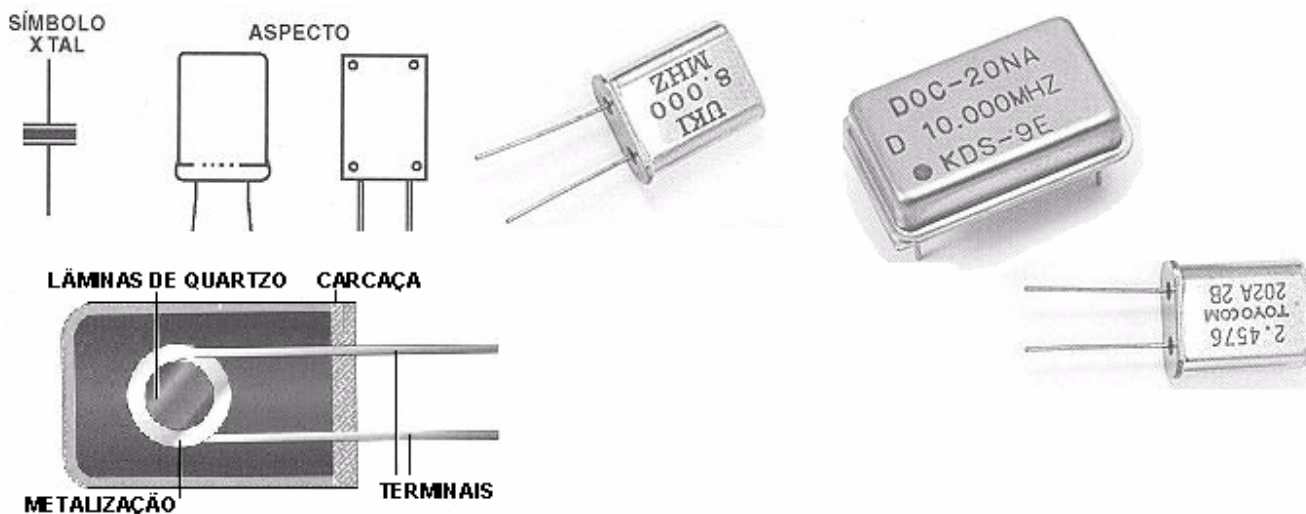
**12. Transistor de efeito de campo (FET)** – Possui os três terminais com nomes diferentes dos transistores comuns: dreno, source e gate. O dreno trabalha com a tensão mais alta e o source com a mais baixa. Aplicando uma tensão média no gate, ele cria um campo eletrostático dentro do transistor. Este campo aumenta ou diminui o fluxo de corrente dentro do componente. Como visto, ele é muito parecido com um transistor comum, porém seu consumo é menor e sua impedância de entrada é bem mais alta.



**13. 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.



**14. 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.



## **SUPLEMENTO – TABELA DE DIODOS ZENERS**

| Código | Tensão | Potência | Código | Tensão | Potência | Código | Tensão | Potência |
|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|
| 1N746  | 3,3    | 0,4      | 1N5227 | 3,6    | 0,5      | 1N4751 | 30     | 1 W      |
| 1N747  | 3,6    | 0,4      | 1N5228 | 3,9    | 0,5      | 1N4752 | 33     | 1 W      |
| 1N748  | 3,9    | 0,4      | 1N5229 | 4,3    | 0,5      | 1N4753 | 36     | 1 W      |
| 1N749  | 4,3    | 0,4      | 1N5230 | 4,7    | 0,5      | 1N4754 | 39     | 1 W      |
| 1N750  | 4,7    | 0,4      | 1N5231 | 5,1    | 0,5      | 1N4755 | 43     | 1 W      |
| 1N751  | 5,1    | 0,4      | 1N5232 | 5,6    | 0,5      | 1N4756 | 47     | 1 W      |
| 1N752  | 5,6    | 0,4      | 1N5234 | 6,2    | 0,5      | 1N4757 | 51     | 1 W      |
| 1N753  | 6,2    | 0,4      | 1N5235 | 6,8    | 0,5      | 1N4758 | 56     | 1 W      |
| 1N754  | 6,8    | 0,4      | 1N5236 | 7,5    | 0,5      | 1N4759 | 62     | 1 W      |
| 1N755  | 7,5    | 0,4      | 1N5237 | 8,2    | 0,5      | 1N4760 | 68     | 1 W      |
| 1N756  | 8,2    | 0,4      | 1N5239 | 9,1    | 0,5      | 1N4761 | 75     | 1 W      |
| 1N757  | 9,1    | 0,4      | 1N5240 | 10     | 0,5      | 1N4762 | 82     | 1 W      |
| 1N758  | 10     | 0,4      | 1N5242 | 12     | 0,5      | 1N4763 | 91     | 1 W      |
| 1N759  | 12     | 0,4      | 1N5245 | 15     | 0,5      | 1N4764 | 100    | 1 W      |
| 1N957  | 6,8    | 0,4      | 1N5246 | 16     | 0,5      | 1N5333 | 3,3    | 5 W      |
| 1N958  | 7,5    | 0,4      | 1N5248 | 18     | 0,5      | 1N5334 | 3,6    | 5 W      |
| 1N959  | 8,2    | 0,4      | 1N5250 | 20     | 0,5      | 1N5335 | 3,9    | 5 W      |
| 1N960  | 9,1    | 0,4      | 1N5251 | 22     | 0,5      | 1N5336 | 4,3    | 5 W      |
| 1N961  | 10     | 0,4      | 1N5252 | 24     | 0,5      | 1N5337 | 4,7    | 5 W      |
| 1N962  | 11     | 0,4      | 1N5254 | 27     | 0,5      | 1N5338 | 5,1    | 5 W      |
| 1N963  | 12     | 0,4      | 1N5256 | 30     | 0,5      | 1N5339 | 5,6    | 5 W      |
| 1N964  | 13     | 0,4      | 1N5257 | 33     | 0,5      | 1N5340 | 6,0    | 5 W      |
| 1N965  | 15     | 0,4      | 1N5258 | 36     | 0,5      | 1N5341 | 6,2    | 5 W      |
| 1N966  | 16     | 0,4      | 1N5259 | 39     | 0,5      | 1N5342 | 6,8    | 5 W      |
| 1N967  | 18     | 0,4      | 1N5260 | 43     | 0,5      | 1N5343 | 7,5    | 5 W      |
| 1N968  | 20     | 0,4      | 1N5261 | 47     | 0,5      | 1N5344 | 8,2    | 5 W      |
| 1N969  | 22     | 0,4      | 1N5262 | 51     | 0,5      | 1N5345 | 8,7    | 5 W      |
| 1N970  | 24     | 0,4      | 1N5263 | 56     | 0,5      | 1N5346 | 9,1    | 5 W      |
| 1N971  | 27     | 0,4      | 1N5265 | 62     | 0,5      | 1N5347 | 10     | 5 W      |
| 1N972  | 30     | 0,4      | 1N5266 | 68     | 0,5      | 1N5348 | 11     | 5 W      |
| 1N973  | 33     | 0,4      | 1N5267 | 75     | 0,5      | 1N5349 | 12     | 5 W      |
| 1N974  | 36     | 0,4      | 1N5268 | 82     | 0,5      | 1N5350 | 13     | 5 W      |
| 1N975  | 39     | 0,4      | 1N5270 | 91     | 0,5      | 1N5351 | 14     | 5 W      |
| 1N976  | 43     | 0,4      | 1N5271 | 100    | 0,5      | 1N5352 | 15     | 5 W      |
| 1N977  | 47     | 0,4      | 1N4728 | 3,3    | 1 W      | 1N5353 | 16     | 5 W      |
| 1N978  | 51     | 0,4      | 1N4729 | 3,6    | 1 W      | 1N5354 | 17     | 5 W      |
| 1N979  | 56     | 0,4      | 1N4730 | 3,9    | 1 W      | 1N5355 | 18     | 5 W      |
| 1N980  | 62     | 0,4      | 1N4731 | 4,3    | 1 W      | 1N5356 | 19     | 5 W      |
| 1N981  | 68     | 0,4      | 1N4732 | 4,7    | 1 W      | 1N5357 | 20     | 5 W      |
| 1N982  | 75     | 0,4      | 1N4733 | 5,1    | 1 W      | 1N5358 | 22     | 5 W      |
| 1N983  | 82     | 0,4      | 1N4734 | 5,6    | 1 W      | 1N5359 | 24     | 5 W      |
| 1N984  | 91     | 0,4      | 1N4735 | 6,2    | 1 W      | 1N5361 | 27     | 5 W      |
| 1N985  | 100    | 0,4      | 1N4736 | 6,8    | 1 W      | 1N5362 | 28     | 5 W      |
| 1N986  | 110    | 0,4      | 1N4737 | 7,5    | 1 W      | 1N5363 | 30     | 5 W      |
| 1N987  | 120    | 0,4      | 1N4738 | 8,2    | 1 W      | 1N5364 | 33     | 5 W      |
| 1N988  | 130    | 0,4      | 1N4739 | 9,1    | 1 W      | 1N5365 | 36     | 5 W      |
| 1N989  | 150    | 0,4      | 1N4740 | 10     | 1 W      | 1N5366 | 39     | 5 W      |
| 1N990  | 160    | 0,4      | 1N4742 | 12     | 1 W      | 1N5367 | 43     | 5 W      |
| 1N991  | 180    | 0,4      | 1N4743 | 13     | 1 W      | 1N5368 | 47     | 5 W      |
| 1N992  | 200    | 0,4      | 1N4744 | 15     | 1 W      | 1N5369 | 51     | 5 W      |
| 1N5221 | 2,4    | 0,5      | 1N4745 | 16     | 1 W      | 1N5370 | 56     | 5 W      |
| 1N5222 | 2,5    | 0,5      | 1N4746 | 18     | 1 W      | 1N5371 | 60     | 5 W      |
| 1N5223 | 2,7    | 0,5      | 1N4747 | 20     | 1 W      | 1N5372 | 62     | 5 W      |
| 1N5224 | 2,8    | 0,5      | 1N4748 | 22     | 1 W      | 1N5373 | 68     | 5 W      |
| 1N5225 | 3,0    | 0,5      | 1N4749 | 24     | 1 W      | 1N5374 | 75     | 5 W      |
| 1N5226 | 3,3    | 0,5      | 1N4750 | 27     | 1 W      |        |        |          |

0,4 = ¼ de W ou 250 mW – Invólucro DO - 35

0,5 = ½ de W ou 500 mW – Invólucro DO - 41