

EIXO TECNOLÓGICO

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO



ELETRÔNICA BÁSICA

www.unepi.com.br

DEZ ANOS
DEDICADOS A VOCE

UNEPI
ESCOLA TÉCNICA E CAPACITAÇÃO



ESCOLA TÉCNICA E CAPACITAÇÃO

Sumário

1. ELETRÔNICA BÁSICA	5
1.1 Processos de eletrização	5
1.2 Princípio da Eletrostática.....	5
2. CARGA ELÉTRICA.....	5
2.1 Condutores de eletricidade	6
2.2 Isolantes de eletricidade	6
2.3 Princípios da eletrostática	6
2.4 Corpo eletricamente neutro e corpo eletrizado	7
3. ELETRICIDADE	7
4. ENERGIA ELÉTRICA.....	7
4.1 Aplicações.....	8
5. LEI DE COULOMB	8
6. CAMPO ELÉTRICO	10
7. TENSÃO ELÉTRICA OU DIFERENÇA DE POTENCIAL (D.D.P)	11
7.1 Entenda melhor o que é d.d.p.....	12
8. CORRENTE ELÉTRICA.....	13
8.1 Introdução	13
8.2 Condutores e isolantes.....	13
8.3 Intensidade de corrente elétrica	14
9. CONDUTORES E ISOLANTES	15
10. NOÇÕES DE ELETROMAGNETISMO:.....	18
10.1 Campo magnético gerado por correntes de cargas elétricas	19
10.2 Força magnética sobre cargas.....	20
11. LEI DE AMPÈRE	20
12. LEI DE FARADAY	21
13. A LEI DE LENZ.....	22
14. COMPONENTES ELETRÔNICOS.....	23



ESCOLA TÉCNICA E CAPACITAÇÃO

1. ELETRÔNICA BÁSICA

Princípios Fundamentais da Eletrostática

Princípio das ações elétricas: cargas elétricas de sinais iguais se repelem e de sinais contrários se atraem.

Princípio da conservação das cargas elétricas: num sistema eletricamente isolado a carga elétrica total permanece constante.

1.1 Processos de eletrização

Podem ser de três tipos.

Atrito: processo [conhecido](#) desde a Antiguidade, pelos gregos, e que consiste em se atrair corpos inicialmente neutros; durante a fase do atrito ocorre a transferência de elétrons de um corpo para outro. O corpo que perde elétrons fica eletrizado positivamente e aquele que ganha elétrons, eletriza-se negativamente.

Na eletrização por atrito os corpos sempre se eletrizam com cargas iguais mas de sinais contrários. Os sinais que as cargas irão adquirir depende, dos tipos de substâncias que serão atritadas.

Contato: um corpo é eletrizado pelo contato com outro corpo previamente carregado.

Na eletrização por contato os corpos sempre se eletrizam com cargas de mesmo sinal.

Indução eletrostática: um corpo é eletrizado apenas pela aproximação de um outro corpo previamente eletrizado, todavia, para que esta eletrização se mantenha é necessário de utilizar de um simples artifício, sem o qual o corpo volta ao seu estado anterior.

Na eletrização por indução, o corpo induzido sempre se eletriza com carga de sinal contrário à do corpo indutor.

1.2 Princípio da Eletrostática

A eletrostática é a parte da física que estuda as propriedades e a ação mútuas das cargas elétricas em repouso em relação a um sistema inercial de referência.

O princípio da ação e repulsão diz que: cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais contrários se atraem.

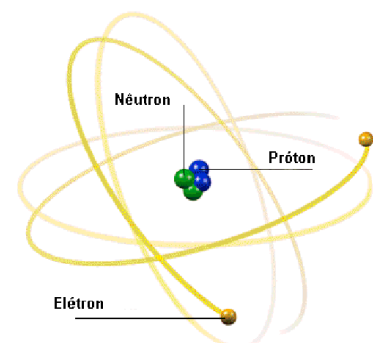
O princípio da conservação das cargas elétricas diz: num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é constante. Considere dois corpos A e B com cargas Q_1 e Q_2 respectivamente, admitamos que houve troca de cargas entre os corpos e os mesmos ficaram com cargas Q_1' e Q_2' respectivamente. Temos então pelo princípio da conservação das cargas elétricas que: $Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2' = \text{constante}$.

2. CARGA ELÉTRICA

A carga [elétrica](#) é considerada como sendo uma propriedade que se manifesta em algumas das chamadas partículas elementares; por exemplo, nos prótons e elétrons.

Os prótons e elétrons são os portadores do que denominamos carga elétrica, mas esta propriedade não se manifesta exatamente da mesma forma nessas partículas; convencionou-se, então, a chamar a carga elétrica dos prótons de positiva (+) e a dos elétrons de negativa (-).

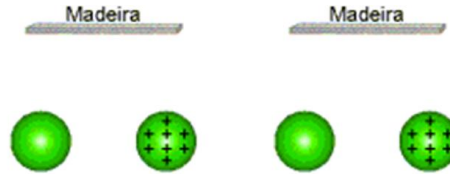
Experiências realizadas no transcórper do início do século XX, notadamente por Millikan, permitiram verificar que prótons e elétrons apresentam cargas elétricas de mesmo [valor](#) absoluto e que a quantidade de carga apresentada por ambos corresponde à menor quantidade de carga que uma partícula pode ter; a este valor chamamos de carga elementar e representa-se por e .



O valor desta carga e no SI - [Sistema](#) Internacional - é dado por $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb.

A matéria é formada de pequenas partículas, os átomos. Cada átomo, por sua vez, é constituído de partículas ainda menores, no núcleo: os prótons (positivos) e os nêutrons (sem carga); na eletrosfera: os elétrons (negativos).

Às partículas eletrizadas, elétrons e prótons, chamamos "carga elétrica".

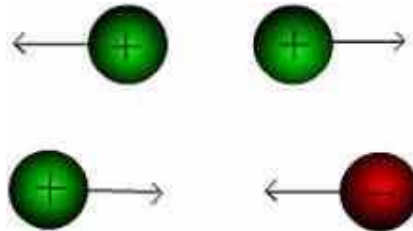


2.1 Condutores de eletricidade

São os meios materiais nos quais há facilidade de movimento de cargas elétricas, devido a presença de "elétrons livres". Ex: fio de cobre, alumínio, etc.

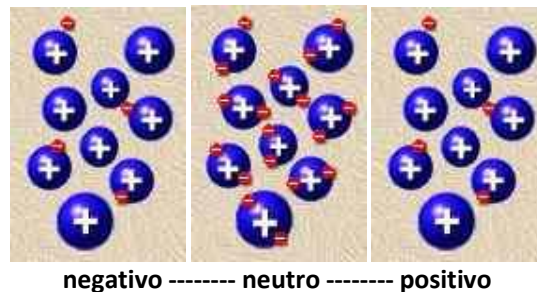
2.2 Isolantes de eletricidade

São os meios materiais nos quais não há facilidade de movimento de cargas elétricas. Ex: vidro, borracha, madeira seca, etc.



2.3 Princípios da eletrostática

Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e de sinais contrários se atraem.



Num sistema eletricamente isolado, a soma das cargas elétricas é constante.

Corpo negativo: O corpo ganhou elétrons

Corpo neutro: Número de prótons = Número de elétrons

Corpo positivo: O corpo perdeu elétrons

2.4 Corpo eletricamente neutro e corpo eletrizado

Um corpo apresenta-se eletricamente neutro quando o número total de prótons e de elétrons está em equilíbrio na sua estrutura.

Quando, por um processador qualquer, se consegue desequilibrar o número de prótons com o número de elétrons, dizemos que o corpo está eletrizado. O sinal desta carga dependerá da partícula que estiver em excesso ou em falta. Por exemplo, se um determinado corpo possui um número de prótons maior que o de elétrons, o corpo está eletrizado positivamente, se for o contrário, isto é, se haver um excesso de elétrons o corpo é dito eletrizado negativamente.

3. ELETRICIDADE

Eletricidade, categoria de fenômenos físicos originados pela existência de cargas elétricas e pela sua interação. Quando uma carga [elétrica](#) encontra-se estacionária, ou estática, produz forças elétricas sobre as outras cargas situadas na mesma região do espaço; quando está em movimento, produz, além disso, efeitos magnéticos.

Os efeitos elétricos e magnéticos dependem da posição e do movimento relativos das partículas carregadas. No que diz [respeito](#) aos efeitos elétricos, essas partículas podem ser neutras, positivas ou negativas (ver Átomo). A eletricidade se ocupa das partículas carregadas positivamente, como os prótons, que se repelem mutuamente, e das partículas carregadas negativamente, como os elétrons, que também se repelem mutuamente (ver Elétron; Próton).

Em troca, as partículas negativas e positivas se atraem entre si. Esse comportamento pode ser resumido dizendo-se que cargas do mesmo sinal se repelem e cargas de sinal diferente se atraem.

A força entre duas partículas com cargas q_1 e q_2 pode ser calculada a partir da [lei](#) de Coulomb segundo a qual a força é proporcional ao produto das cargas, dividido pelo quadrado da distância que as separa. A lei é assim chamada em homenagem ao físico francês Charles de Coulomb.

Se dois corpos de carga igual e oposta são conectados por meio de um condutor metálico, por exemplo, um cabo, as cargas se neutralizam mutuamente. Essa neutralização é devida a um fluxo de elétrons através do condutor, do corpo carregado negativamente para o carregado positivamente. A corrente que passa por um circuito é denominada corrente contínua (CC), se flui sempre no mesmo sentido, e corrente alternada (CA), se flui alternativamente em um e outro sentido. Em função da resistência que oferece um material à [passagem](#) da corrente, podemos classificá-lo em condutor, semiconductor e isolante.

O fluxo de carga ou intensidade da corrente que percorre um cabo é medido pelo número de coulombs que passam em um segundo por uma seção determinada do cabo. Um coulomb por segundo equivale a 1 ampère, unidade de intensidade de corrente elétrica cujo nome é uma homenagem ao físico francês André Marie Ampère. Quando uma carga de 1 coulomb se desloca através de uma diferença de potencial de 1 volt, o trabalho realizado corresponde a 1 joule. Essa definição facilita a conversão de quantidades mecânicas em elétricas.

4. ENERGIA ELÉTRICA

Junto com as energias [mecânica](#), química e térmica, a eletricidade compõe o conjunto de modalidades energéticas de uso habitual. De fato, como conseqüência de sua capacidade de ser transformada de forma direta em qualquer outra energia, sua facilidade de transporte e grande alcance através das linhas de alta tensão, a energia elétrica se converteu na fonte energética mais utilizada no século XX.

Ainda que a [pesquisa](#) de fontes de eletricidade tenha se voltado para campos pouco conhecidos, como o aproveitamento do movimento e da energia dos mares, as formas mais generalizadas são a hidrelétrica, obtida pela transformação mecânica da força de quedas d'água, e a térmica, constituída por centrais geradoras de energia alimentadas por combustíveis minerais sólidos e líquidos.

Desde que se passou a utilizar eletricidade como fonte energética, sua produção experimentou um crescimento vertiginoso. A importância dessa forma de energia se pode provar pelo fato de,

modernamente, os países mais industrializados duplicarem o consumo de energia [elétrica](#) a cada dez anos. Entre os países de maior produção e consumo em todo o mundo estão os Estados Unidos, a Rússia, o Reino Unido e a Alemanha. Também ostentam consideráveis índices de produção os países que dispõem de importantes recursos hídricos, como o Canadá e a Noruega.

4.1 Aplicações

A principal vantagem oferecida por uma rede elétrica é a facilidade de transporte de energia a baixo custo. Diversas formas de energia, tais como a hidráulica e a nuclear, se [transformam](#) em elétricas mediante eletroímãs de orientação variável que produzem correntes alternadas. Essas correntes são conduzidas com o auxílio de cabos de alta tensão, com milhares de volts de potência.

Normalmente, a eletricidade é utilizada como fonte de energia em diversos tipos de motores com múltiplos usos, cuja enumeração seria interminável: eletrodomésticos, calefação, refrigeração de ar, televisão, rádio etc. Nos centros de telecomunicação, a corrente elétrica funciona como suporte energético codificado que viaja por linhas de condução para ser decifrado por aparelhos de telefonia, equipamentos de informática etc.

5. LEI DE COULOMB

Charles Augustin Coulomb desenvolveu uma teoria que chamamos hoje de **Lei de Coulomb**. A **Lei de Coulomb** trata da força de interação entre as partículas eletrizadas, as partículas de mesmo sinal se repelem e as de sinais opostos se atraem.

O físico Charles Coulomb utilizou para estudar estas forças, um equipamento que ele mesmo desenvolveu. A balança de torção. Este equipamento consiste em um mecanismo que calcula a intensidade do torque sofrido por uma partícula que sofre repulsão.

Em muitos exercícios você pode encontrar o termo [carga elétrica](#) puntiforme, este termo se refere a um [corpo eletrizado](#) que tem dimensões desprezíveis em relação à distância que o separa de outro corpo eletrizado.

As cargas elétricas positivas são atraídas pelas cargas elétricas negativas e as cargas com mesmo nome se repelem, este não é um conceito difícil de entender e, já estudamos nos [processos de eletrização](#). A lei de Coulomb diz que a intensidade da força eletrostática entre duas cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Esta, porém, não é uma afirmação tão fácil de aceitar, por isso vamos observar a equação que a explica.

$$F = \frac{k \cdot q \cdot Q}{d^2}$$

Onde:

F é a força de interação entre duas partículas (N)

k é uma constante (N.m²/C²)

Q é a carga elétrica da primeira partícula (C)

q é a carga elétrica da segunda partícula (C)

d é a distância que separa as duas partículas (m)

É importante lembrar que utilizamos os módulos das cargas elétricas das partículas, ou seja, colocamos na fórmula apenas o valor numérico, sem o sinal (que indica o sentido do vetor) desta carga.

Podemos tirar algumas conclusões sobre a Lei de Coulomb observando a equação acima, que relaciona o valor da força elétrica de interação entre partículas eletrizadas com suas cargas elétricas e com a distância que as separa. A relação entre a força e as cargas é uma relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maiores as cargas, maior será a força de interação. A relação entre a força e distância é uma relação inversamente proporcional, quando aumentamos a distância entre as partículas a força elétrica diminui.

Logo, temos duas conclusões importantes:

- 1) Mantendo-se a distância entre os corpos e dobrando-se a quantidade de carga elétrica de cada um, a força elétrica será multiplicada por quatro.
- 2) Mantendo-se as cargas elétricas e dobrando-se a distância a força elétrica será dividida por quatro.

A letra k representa uma constante de proporcionalidade que chamamos de constante eletrostática, está constante depende do meio onde se encontram as partículas estudadas.

Para o vácuo $k = 9 \cdot 10^9$ unidades do SI

A lei de Coulomb é o cálculo das forças de interação de duas partículas, sendo que essas forças de interação são iguais em módulo, ou seja, têm a mesma intensidade e direção mas, sentidos opostos.

Exercício resolvido: Lei de Coulomb 01

Lembrando que a lei de Coulomb é o **cálculo** das forças de interação de duas partículas, sendo que essas forças de interação são iguais. Para calcular a intensidade dessa força precisamos das cargas elétricas das partículas e da distância entre elas.

Podemos atribuir o seguinte: Q e q para os **valores** das cargas de todas as partículas, e d para a distância que uma partícula se encontra da outra. Assim, segundo a lei de Coulomb a intensidade da força de interação das partículas é calculada por:

$$F = K \frac{|Q \cdot q|}{d^2}$$

K é uma constante de proporcionalidade, se o meio que se encontram as partículas for o vácuo, K é chamada de constante eletrostática e seu **valor** é:

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ unidades do SI}$$

Veja como aplicar essa fórmula:

Determine o módulo da força de intensidade entre duas partículas eletrizadas com $+4,0 \mu\text{C}$ e $-3,0 \mu\text{C}$. Estando elas no vácuo à distância de $6,0 \text{ cm}$ uma da outra.

Como as cargas têm sinais opostos elas se atraem. A distância tem que estar em metros então:

$$6,0 \text{ cm} = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Aplicando a Lei de Coulomb $F = \frac{K |Q \cdot q|}{d^2}$ temos:

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 4,0 \cdot 10^{-6} \cdot 3,0 \cdot 10^{-6} \\ (6,0 \cdot 10^{-2})^2$$

$$F = 108 \cdot 10^{-3}$$

$$36 \cdot 10^{-4}$$

$$F = 3 \cdot 10$$

$$F = 30 \text{ N}$$

Vamos ressaltar os submúltiplos do Coulomb

$$\text{mC} = 10^{-3} \text{ C} \text{ ----milicoulomb}$$

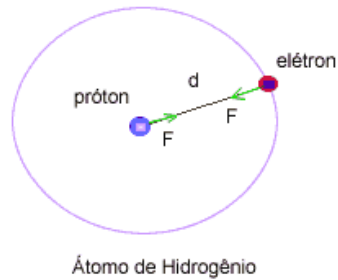
$$\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C} \text{ ----- microcoulomb}$$

$$\text{nC} = 10^{-9} \text{ C} \text{ ----- nanocoulomb}$$

$$\text{pC} = 10^{-12} \text{ C} \text{ ----- picocoulomb}$$

Quando o meio em que se encontram as cargas não for o vácuo, o valor de K depende da permissividade absoluta

Exercício resolvido (Lei de Coulomb 01) Determine a magnitude da força elétrica em um elétron no átomo de hidrogênio, exercida pelo próton situado no núcleo atômico. Assuma que a órbita eletrônica tem um raio médio de $d = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.



Resolução

Sabemos que a carga elétrica do elétron é $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ e a carga do próton $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, na aplicação da Lei de Coulomb temos:

$$F = \frac{k \cdot q \cdot Q}{d^2} = \frac{(9 \cdot 10^9) \cdot (1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})}{(0,5 \cdot 10^{-10})^2}$$

$$F = \frac{23,04 \cdot 10^{-29}}{0,25 \cdot 10^{-20}} = 9,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

Lembre-se que para a aplicação da equação acima devemos utilizar o modulo de cada uma das cargas elétricas.

A direção da força no elétron é a mesma da linha que liga as duas partículas. Como as cargas têm sinais opostos então a força é atrativa.

6. CAMPO ELÉTRICO

Este trabalho tem como objetivo ampliar o nosso [conhecimento](#) sobre campo elétrico.

A principal característica de uma carga [elétrica](#) é a sua capacidade de interagir com outras cargas elétrica (atraindo-as ou repelindo-as, dependendo dos seus sinais). Esta capacidade está relacionada ao campo elétrico que estas cargas geram ao seu redor, como se fosse uma "aura" envolvendo-as. Na prática o que acontece é o seguinte:

Uma carga Q sempre gera um campo elétrico ao seu redor, que é invisível mas existe; ele pode ser percebido se colocarmos uma outra carga q (denominada carga de prova) nas proximidades desta. Esta carga de prova q será atraída ou repelida, dependendo do seu sinal, e a força elétrica responsável por isso pode ser calculada usando-se a Lei de Coulomb.

Mas será que podemos calcular também o valor do campo elétrico presente em uma região do espaço?

Podemos também, calcular o valor do campo elétrico presente em uma região do espaço; pegando uma carga de prova q de valor [conhecido](#) e coloque-a em uma região do espaço onde exista um campo elétrico. Ela certamente será atraída ou repelida, ou seja, em ambos os casos haverá uma força elétrica F que agirá sobre a pequena carga q . Se soubermos o valor desta força, poderemos calcular o valor do campo elétrico usando a expressão:

$$E = \frac{F}{q}$$

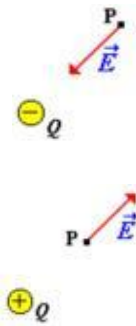
E é o valor do campo elétrico, e sua unidade é N/C (Newton por Coulomb) F é o valor da força elétrica, em Newtons (N) que atua sobre a carga q de prova q , medida em Coulomb (C).

Obs: Aqui não é necessário saber o valor da carga Q geradora do campo elétrico, mas somente da carga q que foi colocada próxima do mesmo.

Cálculo do campo elétrico através da carga geradora (Q)

Deve-se saber antes, que:

Cargas negativas geram campos de aproximação (ou seja, o vetor campo elétrico sempre aponta para a carga geradora). Podemos ver que o vetor campo elétrico E existente no ponto P .



Cargas positivas geram campos de afastamento (ou seja, o vetor campo elétrico aponta para o sentido contrário ao do centro da carga geradora). Podemos ver que o vetor campo elétrico E existente no ponto P .

A maneira para se calcular a intensidade de um campo elétrico, em um ponto P qualquer, usando a carga geradora Q , é usando a equação a seguir:

$$E = K \frac{|Q|}{d^2}$$

Aqui K é a constante eletrostática, que vale $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$. Q é o valor da carga geradora, em Coulomb, e d é a distância em metros entre a carga geradora e o ponto onde queremos calcular o valor do campo elétrico E .

Conclusão

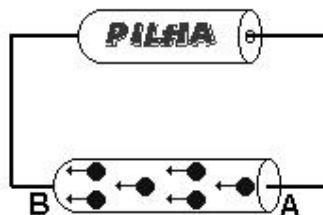
Concluimos que campo elétrico é um tipo força que as cargas elétricas geram ao seu redor.

7. TENSÃO ELÉTRICA OU DIFERENÇA DE POTENCIAL (D.D.P)

Normalmente as cargas elétricas livres de um condutor metálico isolado estão em movimento desordenado, caótico. Falamos anteriormente que em certas condições podemos transformar este movimento desordenado em movimento ordenado, basta ligarmos as extremidades do condutor aos terminais de um dispositivo chamado gerador. A função do gerador é fornecer às cargas elétricas energia elétrica, evidentemente à custa de outra forma de energia. Resumindo, um gerador é o dispositivo elétrico que transforma um tipo qualquer de energia em energia elétrica.

São exemplos de geradores as pilhas, as baterias de relógio e as baterias de automóvel.

A medida que as cargas se movimentam elas se chocam com os átomos que constituem a rede cristalina do condutor, havendo uma conversão de energia elétrica em energia térmica. Assim, as cargas elétricas irão “perdendo” a energia elétrica que receberam do gerador. Portanto, considerando o condutor representado na figura 5 na extremidade B cada carga elementar possui uma energia elétrica E_B menor que a energia elétrica na extremidade A E_A ($E_B < E_A$).



A relação entre energia elétrica que a partícula possui num determinado ponto do condutor e a sua carga elétrica (carga elementar) define uma grandeza física chamada de potencial elétrico (V).

$$V_A = \frac{E_A}{e} \quad V_B = \frac{E_B}{e}$$

Entre esses pontos haverá uma diferença de potencial elétrico (d.d.p.) ou tensão elétrica (U), dada por:

$$U = V_A - V_B \quad \text{onde } V_A > V_B$$

Unidades no Si:

E = energia > Joule (J)

e = carga elementar > Coulomb (C)

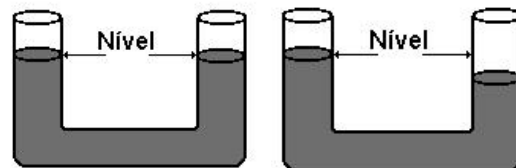
V = potencial elétrico > Joule por Coulomb = Volt (V)

U = d.d.p. > Joule por Coulomb = Volt (V)

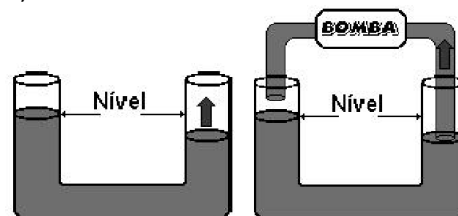
7.1 Entenda melhor o que é d.d.p

Para uma melhor compreensão da importância da d.d.p. dentro da eletricidade iremos fazer uma analogia com a hidrostática.

Observe a figura 29a abaixo e note que o nível do líquido é o mesmo dos dois lados do tubo (vaso comunicante). Neste caso não existe movimento do líquido para nenhum dos dois lados. Para que ocorra movimento é necessário um desnivelamento entre os dois lados do tubo (observe a figura 29b).

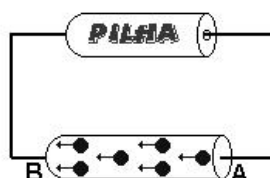


Neste caso o líquido tenderá a se mover até que os dois lados do tubo se nivelem novamente (figura 29c). Podemos concluir que para existir movimento é necessário que exista uma diferença de nível entre os dois lados do tubo (d.d.n.).

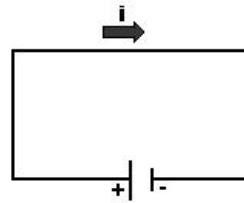


Para que o líquido fique sempre em movimento, podemos colocar uma bomba para retirar a água de um lado para o outro, fazendo com que sempre haja uma d.d.n. entre os dois tubos (figura 29d).

Podemos fazer uma analogia da situação descrita anteriormente com o movimento das cargas elétricas. Para isso vamos trocar os tubos por condutores elétricos (fios), a bomba por um gerador (pilha) e passaremos a ter a seguinte situação:



Da mesma forma que a bomba mantém uma diferença de nível para manter o movimento do líquido, o gerador mantém a diferença de potencial elétrico (d.d.p.) para manter o movimento ordenado de elétrons. Esquematicamente temos:



Pode-se verificar que no condutor, o sentido da corrente elétrica é da extremidade de maior potencial (pólo positivo) para a extremidade de menor potencial (pólo negativo).

8. CORRENTE ELÉTRICA

8.1 Introdução

A partir de agora passaremos a estudar o movimento da carga elétrica. Veremos desde os Princípios Básicos até como todo processo de produção de energia elétrica é realizado.

8.2 Condutores e isolantes

Condutor elétrico é todo corpo que permite a movimentação de carga no seu interior. Caso não seja possível essa movimentação, então o corpo é chamado de isolante elétrico.

A seguir mostramos numa tabela alguns condutores e alguns isolantes:

BONS CONDUTORES	BONS ISOLANTES
Metais em geral	Vidro
Grafite	Cera
Cerâmica	Borracha
Água	seda

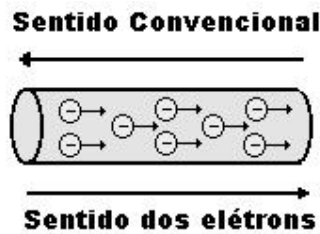
Os condutores elétricos mais comuns são os metais, que caracterizam-se por possuírem grande quantidade de elétrons-livres, por exemplo: o alumínio possui 2 elétrons na última camada, já o ferro possui 2 e o cobre possui 1. Esses elétrons possuem uma ligação fraca com o núcleo, tendo certa liberdade de movimentação, o que confere condutibilidade aos metais.

Normalmente, o movimento dos elétrons livres no metal é caótico e imprevisível. No entanto, em certas condições, esse movimento torna-se ordenado, constituindo o que chamamos de corrente elétrica.

Importante:

CORRENTE ELÉTRICA É O MOVIMENTO ORDENADO DE CARGAS ELÉTRICAS.

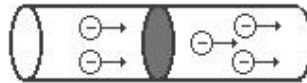
Embora a corrente elétrica nos metais seja constituída de elétrons em movimento ordenado, por convenção, tradicionalmente aceita, admite-se que o sentido da corrente elétrica é oposto ao movimento dos elétrons.



Portanto de agora em diante iremos utilizar o sentido convencional, para indicar o sentido da corrente elétrica.

8.3 Intensidade de corrente elétrica

Definimos intensidade de corrente elétrica como sendo a quantidade de carga que passa numa seção transversal de um condutor durante um certo intervalo de tempo.



É importante dizer que seção transversal é um corte feito no fio para medir, como num pedágio, quantos elétrons passa por ali num intervalo de tempo.

Portanto, podemos escrever que:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

Unidades no SI:

Q = carga elétrica > Coulomb (C)

Delta t = intervalo de tempo > segundo (s)

i = intensidade de corrente elétrica > Coulomb por segundo (C/s) = Ampere (A)

Importante:

FREQÜENTEMENTE UTILIZAMOS SUBMÚLTIPLOS DO AMPERE.

1 mA = 10⁻³ A (miliampere)

1 uA = 10⁻⁶ A (microampere)

Quando a corrente elétrica mantém sentido invariável ela é denominada corrente contínua (C.C.).

Caso o sentido da corrente elétrica se modifique no decorrer do tempo, ela é denominada corrente alternada (C.A.)

Exercício resolvido: Corrente Elétrica 01

Exercício de física resolvido. Questão que exige conhecimentos de eletrodinâmica: carga elétrica, condutor, **corrente elétrica**.

(Corrente Elétrica 01) a seção normal de um condutor é atravessada pela quantidade de carga $\Delta Q = 1,2 \cdot 10^3 \text{ C}$ no intervalo de tempo $\Delta t = 1,5 \cdot 10^2 \text{ s}$.

- Qual a intensidade da corrente elétrica que atravessa essa seção normal?
- Se os portadores de carga são elétrons, quantos elétrons atravessam essa seção normal nesse intervalo de tempo?

Resolução

a) a corrente elétrica é dada por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

logo:

$$i = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

b) sabendo que o número de elétrons é dado por:

$$n = \frac{Q}{e}$$

então:

$$n = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,5 \cdot 10^{15} \text{ elétrons}$$

9. CONDUTORES E ISOLANTES

Segurando uma barra de vidro por uma das extremidades e atritando a outra com um pano de lã, somente a extremidade atritada se eletriza. Isto significa que as cargas elétricas em excesso localizam-se em determinada região e não se espalha.

Fazendo o mesmo com uma carga metálica, esta não se eletriza.

Repetindo o processo anterior, mas segurando a barra metálica por meio de um barbante, a barra metálica se eletriza e as cargas em excesso se espalham pela superfície.

Os materiais, como o vidro, que conservam as cargas nas regiões onde elas surgem são chamadas de isolantes ou dielétricos. Os materiais, nos quais as cargas se espalham imediatamente, são chamados de condutores. É o caso dos metais, do corpo humano e do solo. Ao atritarmos a barra metálica, segurando-a diretamente com as mãos, as cargas elétricas em excesso espalham-se pelo metal, pelo corpo e pela terra que são condutores. Com isso, a barra metálica não se eletriza devido as suas dimensões serem reduzidas em relação as dimensões da terra. Deste fato, se ligarmos um condutor eletrizado à terra, este se descarrega.

Quando um condutor estiver eletrizado positivamente, elétrons sobem da terra para o condutor, neutralizando seu excesso de cargas positivas. Quando um condutor estiver eletrizado negativamente, seus elétrons em excesso escoam para a terra.

Poder das pontas

Sabe-se que num condutor carregado em equilíbrio, a carga elétrica se distribui apenas na superfície externa. Mas essa distribuição de carga só é influenciada no caso muito particular de um condutor esférico afastado da influência de outros condutores.

No caso mais geral, a distribuição das cargas elétricas é muito regular. Dai, ter-se definido uma nova grandeza, chamada densidade de carga superficial.

Verificou-se experimentalmente que, quanto menor era o raio de curvatura de uma pequena região de um condutor carregado, maior era a densidade superficial de carga. Dai haver grande acúmulo de cargas elétricas nas regiões pontiagudas

A Resistência e a Resistividade Elétrica

Todos sabemos que existem materiais que conduzem melhor a corrente elétrica do que outros. Não é por acaso que se utilizam fios condutores de cobre e não de madeira, por exemplo.

- ✓ Os materiais (bons) condutores, como o cobre, ouro, prata, alumínio, e em geral todos os metais, apresentam uma resistência elétrica baixa à passagem da corrente elétrica;

- ✓ Já os materiais isolantes (maus condutores), como a borracha, a madeira, o vidro, o plástico, etc., apresentam uma resistência eléctrica elevada.

O motivo por que a resistência varia de material para material tem a ver com a estrutura atómica de cada um deles.

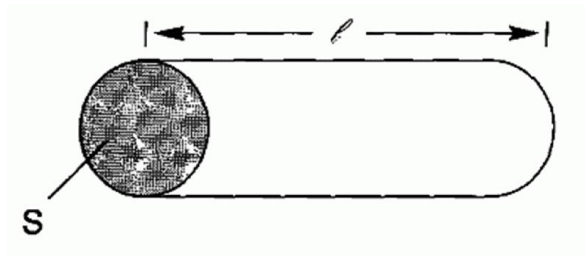
A que é devida a resistência eléctrica de cada material?

- ✓ Os electrões, como já vimos, quando se deslocam num condutor, chocam com os átomos circundantes, o que prejudica o fluir normal da corrente, constituída pelo seu próprio movimento. Têm assim, obstáculos a ultrapassar no seu percurso;
- ✓ Como as estruturas molecular e atómica dos materiais são todos diferentes, esses obstáculos para passar também são diferentes (maiores ou menores);
- ✓ Quanto maior for a dificuldade dos electrões em circularem nesse material, dizemos que maior é a resistividade eléctrica desse material;
- ✓ Por outro lado, quanto maior for o condutor mais obstáculos (choques) os electrões vão apanhar pelo caminho, pelo que, tendo a “vida” mais difícil, dizemos que também que esse material (mais comprido) oferece mais resistência;
- ✓ Finalmente, quanto maior for a secção (mais grosso o condutor), mais facilmente os electrões passam e, assim, dizemos que menor resistência tem esse condutor.

Resumindo:

A resistência eléctrica R de um condutor depende de 3 factores:

- ✓ Natureza do condutor (resistividade eléctrica ρ);
- ✓ Comprimento do condutor (l);
- ✓ Secção do condutor (S).



Matematicamente, temos:

$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ com as seguintes unidades:

R – Resistência eléctrica (ohm)

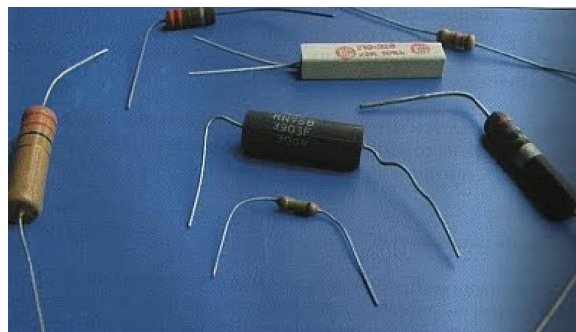
ρ – resistividade eléctrica (ohm.metro.milímetro quadrado – ohm.mm²/m)

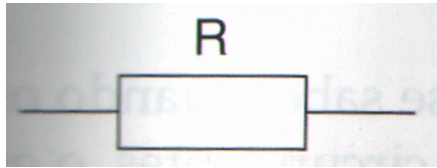
l – comprimento do condutor (metros -m)

S – Secção do condutor (milímetros quadrados – mm²)

Deduzir as expressões de l, s e ρ , na aula.

(Mostrar várias resistências reais e ...)



Símbolo:**Definição:**

Resistividade eléctrica de um material (característica desse material) – é o valor da sua resistência eléctrica quando o seu comprimento é de um metro e a sua secção de um mm²

Exemplos:

Material	Resistividade (ohm.mm ² /m)
Alumínio	0,028
Carvão	10 a 80
Cobre	0,017
Constantan	0,50
Cromoníquel	1,09
Ferro	0,13
Ferroníquel	0,80
Maillechort	0,30
Manganina	0,42
Ouro	0,024
Prata	0,016
Tungsténio	0,055

MATERIAL	RESISTIVIDADE (OHM.MM ² /M)
Alumínio	0,028
Carvão	80
Cobre	0,017
Constantan	0,50
Cromoníquel	1,09
Ferro	0,13
Ferroníquel	0,80
Maillechort	0,30
Manganina	0,42
Ouro	0,024
Prata	0,016
Tungsténio	0,055

Questões e Problemas:

1) Por que motivo se utilizam, nas instalações eléctricas, fios condutores de cobre e alumínio e não de vidro ou borracha?

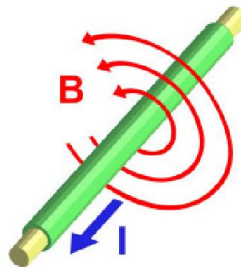
2) Indique, de entre o cobre e o vidro, qual?

- ✓ É melhor condutor da corrente eléctrica _____
- ✓ Qual apresenta resistência eléctrica mais baixa _____

- 3) A resistência eléctrica de um determinado fio condutor, depende de que grandezas?

- 4) Complete:
- ✓ Quanto maior for a secção de um fio condutor de um determinado material, _____ é o valor da sua resistência eléctrica;
 - ✓ Quanto maior for o comprimento de um fio condutor de um determinado material, _____ é o valor da sua resistência eléctrica
 - ✓ Quanto mais densa for a estrutura atómica de um fio condutor de um determinado material, _____ é o valor da sua resistência eléctrica
- 5) A partir da tabela 1, indique qual o melhor condutor entre:
- ✓ Cobre e Alumínio: _____
 - ✓ Prata e Ferro: _____
 - ✓ Ouro e Prata: _____
 - ✓ Tungsténio e Ferro: _____
 - ✓ Cromoníquel e Constantan: _____
- 6) Uma bobina tem 600 metros de fio de cobre de secção igual a $1,5 \text{ mm}^2$. Calcule:
A resistência eléctrica do fio da bobina.
- 7) Uma resistência eléctrica de constantan tem o valor de 250Ω . Sabe-se que o fio tem uma secção de 1 mm^2 . Calcule o comprimento do fio.
- 8) A resistência eléctrica de um condutor de alumínio é de $1,68 \Omega$. Sabendo que o comprimento do fio é de 150 metros, calcule a secção do fio.

10. NOÇÕES DE ELETROMAGNETISMO:



Campo magnético em um fio condutor

O Eletromagnetismo é o nome que se dá ao conjunto de teorias que Maxwell, apoiado em outras descobertas, desenvolveu e unificou para explicar a relação existente entre a eletricidade e o magnetismo.

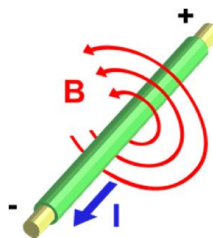
Para produzir energia eléctrica é [necessário](#) o consumo de uma forma de energia qualquer. Na época de Faraday, somente a energia química, obtida das pilhas e baterias, era [transformada](#) em energia eléctrica. No entanto, a geração de energia eléctrica para alimentar as grandes indústrias, por exemplo, através desse método não era adequado. No ano de 1831, Faraday descobriu o fenômeno da indução eletromagnética, o qual revolucionou o [estudo](#) do eletromagnetismo. Graças a essa descoberta, foi possível construir aparelhos que funcionam através da indução eletromagnética e que transformam energia mecânica em energia eléctrica, como o dínamo, por exemplo.

O estudo da eletrodinâmica é focalizado nas cargas eléctricas e os efeitos que ela produz nos condutores como, por exemplo, o aquecimento do filamento de uma lâmpada quando percorrida por uma corrente de intensidade i . No estudo do eletromagnetismo é possível ver que a corrente eléctrica, além de produzir efeitos no próprio fio, afeta também o espaço ao redor dele, ou seja, a corrente eléctrica faz surgir um campo magnético ao redor do fio condutor de eletricidade.

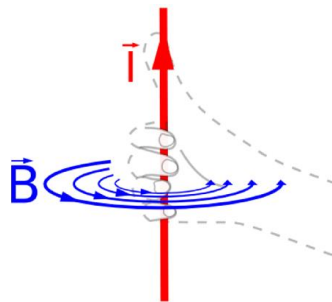
O assunto do eletromagnetismo é muito vasto, e seu estudo possibilita o entendimento de uma variedade de instrumentos e coisas que fazem parte do nosso cotidiano como, por exemplo, o funcionamento da campainha elétrica, os motores elétricos, o funcionamento dos galvanômetros analógicos, o funcionamento das usinas hidroelétricas, os transformadores de tensão, os cartões magnéticos, os aceleradores de partículas, entre muitos outros. Na área da medicina moderna, o eletromagnetismo está aplicado nos diagnósticos por [imagem](#), os quais são feitos através da ressonância nuclear.

10.1 Campo magnético gerado por correntes de cargas elétricas

Todas as cargas em movimento produzem campos magnéticos.^[nota_5] Cargas pontuais em movimento produzem um campo magnético complicado mas bem conhecido que depende da carga, velocidade, e aceleração da partícula.^[11] Ele forma caminhos fechados em torno de uma linha apontando na direção em que a carga está se movendo.



A corrente (I) em um condutor linear produz um campo magnético (B) em torno do condutor. O campo tem orientação de acordo com a regra da mão direita.



Condutores com corrente geram campos magnéticos que formam círculos concêntricos. A direção do campo magnético nestas linhas é determinada pela regra da mão direita. Quando se movem com a corrente, para a esquerda o campo magnético aponta para cima enquanto que à direita aponta para baixo (veja a figura à direita). A intensidade do campo magnético diminui com a distância do condutor.

Se o condutor receber a forma de um laço o campo magnético é concentrado dentro do laço e enfraquecido do lado de fora. A colocação de mais laços destes para formar um solenóide torna o efeito mais acentuado. Estes dispositivos, chamados de eletroímãs ou eletromagnetos, são importantes porque podem gerar campos magnéticos fortes e bem controlados. Um eletromagneto infinitamente longo possui um campo magnético uniforme internamente e nenhum campo magnético do lado de fora. Um eletromagneto de tamanho finito produz um campo magnético que essencialmente é o mesmo de um ímã permanente da mesma forma e tamanho com uma intensidade (e polaridade) que é controlada pela corrente fornecida.

10.2 Força magnética sobre cargas

Um campo magnético não atua sobre cargas elétricas em repouso, mas se pegarmos esta carga e lançarmos com uma velocidade v em direção a uma área onde há um campo magnético B pode aparecer uma força F atuando sobre esta carga, denominada força magnética. As características desta força magnética foram determinadas pelo físico Hendrick Antoon Lorentz (1853-1920).

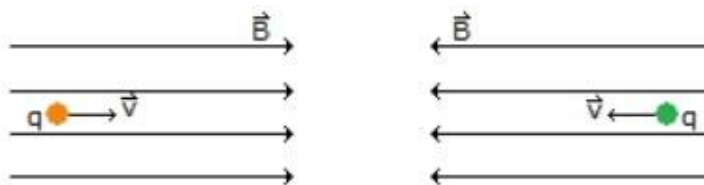
A intensidade da força magnética pode ser obtida por:

$$F = q \cdot B \cdot v \cdot \text{sen}(a)$$

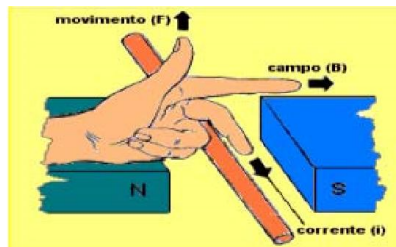
Onde a é o ângulo entre os vetores v e B . No SI a unidade de intensidade do campo magnético é o tesla representado pelo símbolo T .

A força magnética que age sobre a carga móvel é sempre perpendicular ao plano formado pelos vetores v e B .

Observando a equação acima veremos que quando $a=0$ ou $a=180^\circ$ a força magnética será nula, portanto quando o lançamento for paralelo ao campo não teremos a força magnética atuando sobre esta carga, assim descrevendo um movimento retilíneo uniforme.



O sentido da força é dada pela regra da mão esquerda, como mostra a figura abaixo:

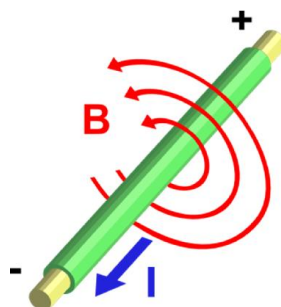


ou seja, o dedo indicador no sentido do campo e o dedo médio no sentido da velocidade, dando no dedo polegar o sentido da força magnética.

Essa regra é válida para cargas positivas, se a carga for eletricamente negativa basta utilizar a mão direita.

11. LEI DE AMPÈRE

É a lei que relaciona o campo magnético sobre um laço com a corrente elétrica que passa através do laço. É o equivalente magnético da lei de Gauss; foi proposta originalmente por André-Marie Ampère e modificada por James Clerk Maxwell (por isso é chamada também de lei de Ampère-Maxwell). Essa lei diz basicamente o que está mostrado na figura ao lado. Um fio ao conduzir uma corrente elétrica, gera um campo magnético, de linhas de força perpendiculares a ele.



Pode-se calcular o campo magnético resultante em um ponto devido a qualquer distribuição de correntes através da lei de Biot-Savart. Entretanto, se essa distribuição apresentar um certo grau de simetria, é possível aplicar a Lei de Ampère para determinar o campo magnético com um esforço consideravelmente menor.

A Lei de Ampère pode ser expressa matematicamente por:

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \iint_S \mathbf{j} \cdot d\mathbf{S} = \mu_0 i_{\text{env}}$$

O círculo no símbolo da integral significa que o produto escalar $\mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ deve ser integrado ao redor de um laço, chamado laço de Ampère.

Onde definimos que:

- \oint_C é a integral de caminho ao redor do percurso fechado C ;
- \mathbf{B} é o campo magnético ou senão densidade de fluxo magnético;
- $d\mathbf{l}$ é um elemento infinitesimal do contorno C ;
- μ_0 é a permeabilidade magnética do vácuo;
- \mathbf{j} é a densidade de corrente (em Ampères por metro quadrado no SI) através da superfície S englobada pelo contorno C ;
- $d\mathbf{S}$ é um vetor referente a unidade de área S , com magnitude infinitesimal e direção normal à superfície S ;
- i_{env} é simplesmente a corrente elétrica envolvida pela curva C .

Além da forma integral a Lei de Ampère expressa-se matematicamente também pela forma diferencial:

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}$$

onde

$\nabla \times$ é chamado de rotacional.

12. LEI DE FARADAY

Durante as seções anteriores temos freqüentemente estudado um conjunto de experimentos e modelos teóricos no sentido de encontrar uma conexão entre a eletricidade e o magnetismo. A seguir trataremos de um mais caso que vem esclarecer e fortalecer as leis e teorias envolvidas nesta conexão.

Faraday, baseando-se nos trabalhos de Oersted (1777-1851) e Ampère, em meados de 1831, começou a investigar o efeito inverso do fenômeno por eles estudado, onde campos magnéticos produzem correntes elétricas em circuitos. Faraday descobriu que um campo magnético estacionário próximo a uma bobina, também estacionária e ligada a um galvanômetro, não acusa a passagem de corrente elétrica. Observou, porém, que uma corrente elétrica temporária era registrada no galvanômetro quando o campo magnético sofria uma variação. Este efeito de produção de uma corrente em um circuito, causado pela presença de um campo magnético, é chamado de indução eletromagnética e a corrente elétrica que aparece é denominada de corrente induzida.

O fenômeno de indução eletromagnética está ilustrado na simulação abaixo. Existem vários modos de se obterem correntes induzidas em um circuito, os quais enumeramos a seguir;

- ✓ O circuito pode ser rígido e, no entanto, pode mover-se como um todo em relação a um campo magnético, de modo que o fluxo magnético através da área do circuito varia no decorrer do tempo;
- ✓ Sendo o campo B estacionário, o circuito pode ser deformável de tal modo que o fluxo de B através do circuito varie no tempo;
- ✓ O circuito pode ser estacionário e indeformável, mas o campo magnético B , dirigido para a superfície é variável no tempo.

Em resumo, em todos os três experimentos, verificamos que o ponto chave da questão está na variação do fluxo magnético com o tempo. Isto se $d\Phi/dt$ é diferente de zero, então uma corrente elétrica

será induzida no circuito. Estes resultados experimentais são conhecidos como lei de Faraday. A qual pode ser enunciada da seguinte forma;

A força eletromotriz induzida (fem) em um circuito fechado é determinada pela taxa de variação do fluxo magnético que atravessa o circuito.

Esta lei é representada matematicamente pela equação:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

onde \mathcal{E} é a força eletromotriz induzida (fem) e Φ_B é fluxo magnético dado por;

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \Delta \vec{S}$$

sendo S a superfície por onde flui o campo magnético. Sabendo que a força eletromotriz pode ser expressa em função do campo elétrico temos que:

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = - \frac{\Delta (\vec{B} \cdot \Delta \vec{S})}{\Delta t}$$

O sinal negativo que aparece na equação acima lembra-nos em qual direção a fem induzida age. O experimento mostra que :

A fem induzida produz uma corrente cujo sentido cria campo um campo magnético cujo sentido se opõe a variação do fluxo magnético original. Este fenômeno é conhecido como lei de Lenz e justifica o sinal negativo na equação (16).

A lei de Lenz é a garantia de que a energia do sistema se conserva. Isto significa que a direção da corrente induzida tem que ser tal que se oponha as mudanças ocorridas no sistema. Caso contrário, a lei de conservação de energia seria violada.

A simulação a seguir (Fig.1) é uma representação esquemática da indução de correntes e força eletromotriz num circuito fechado.

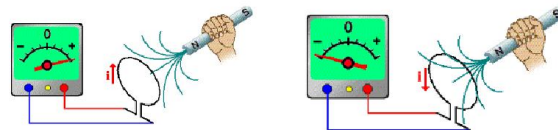
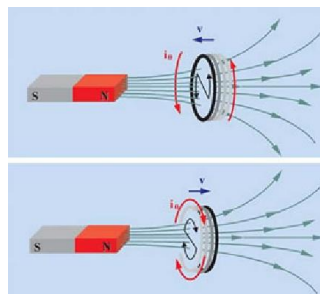


Figura - Esta simulação mostra a indução de correntes elétricas devido a fluxo magnético variáveis no tempo.

De acordo com a lei de Faraday uma corrente será induzida no circuito e pode ser medida com um galvanômetro, produzindo uma variação do fluxo magnético o qual induzirá uma corrente no circuito.

13. A LEI DE LENZ



Aproximação e afastamento de um ímã próximo a uma espira.

Faraday, em seus [estudos](#) e experimentações, percebeu que a corrente induzida que aparecia no circuito mudava de sentido constantemente, ou seja, em um dado momento ela estava em um sentido em outro ela estava em sentido contrário ao primeiro. Apesar de perceber esse acontecimento, Faraday não conseguiu chegar a uma lei que indicasse como determinar o sentido da corrente induzida. Foi somente no ano de 1834, poucos anos após a publicação dos trabalhos de Faraday, que o físico russo Heinrich F.E. Lenz apresentou uma regra, atualmente conhecida como [Lei](#) de Lenz, que permite indicar o sentido da corrente induzida.













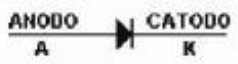

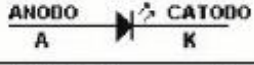

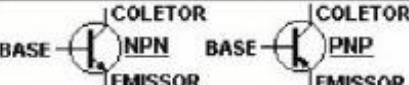

Quando um ímã se aproxima de uma espira, surge uma corrente induzida sobre ele. Essa corrente faz surgir um campo magnético, cujo sentido pode ser determinado pela regra de Ampere. Ao aplicar essa regra verifica-se que o campo magnético tem sentido oposto ao campo magnético do ímã. Se fizermos o contrário, ao afastarmos o ímã da bobina perceberemos que a corrente induzida surge em sentido contrário à situação anterior e ao utilizar novamente a regra de Ampere é possível perceber que o campo magnético criado pela corrente induzida tem o mesmo sentido do campo magnético do ímã.

Ao fazer essas observações Lenz concluiu que o sentido da corrente é o oposto da variação do campo magnético que lhe deu origem. Assim sendo, Lenz formulou uma lei que ficou conhecida como a Lei de Lenz e pode ser enunciada da seguinte forma:

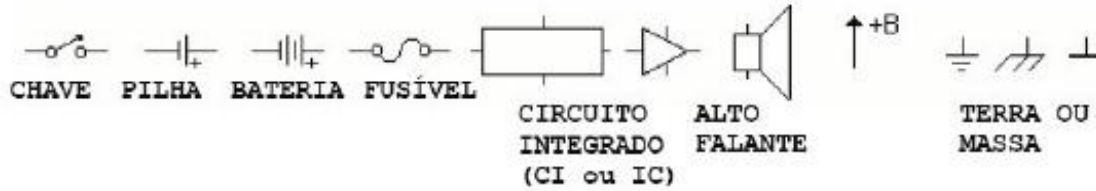
A corrente induzida em um circuito aparece sempre com um sentido tal que o campo magnético que ele cria tende a contrariar a variação do fluxo magnético através da espira.

14. COMPONENTES ELETRÔNICOS

Símbolos dos Principais Componentes Eletrônicos

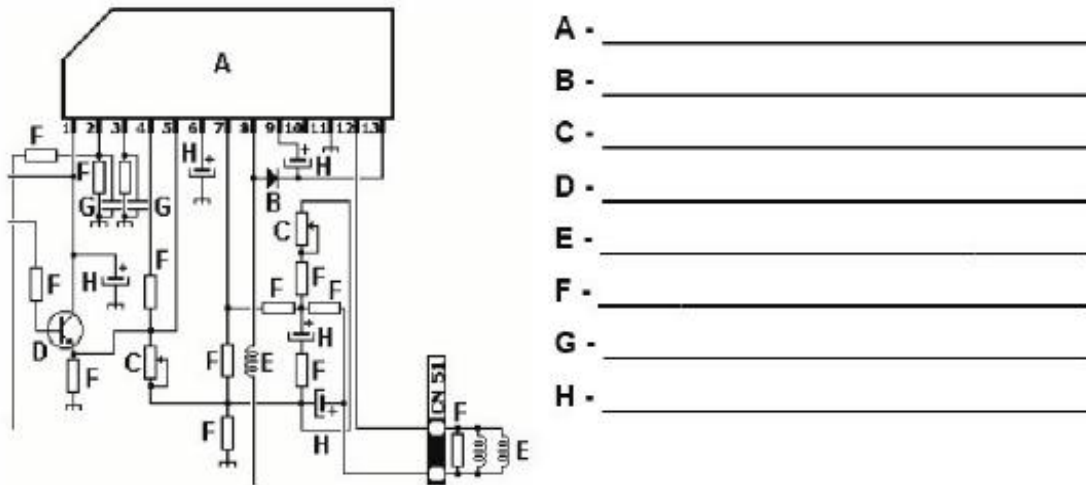
COMPONENTE	SÍMBOLO OU SÍMBOLOS	ASPECTO FÍSICO
RESISTOR		
TRIMPOT E POTENCIÔMETRO		
CAPACITOR ELETROLÍTICO		
CAPACITOR COMUM		 POLIÉSTER CERÂMICOS
BOBINA OU INDUTOR		
TRANSFORMADOR OU TRAFÓ		
DIODO COMUM		
LED		
TRANSISTOR		

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

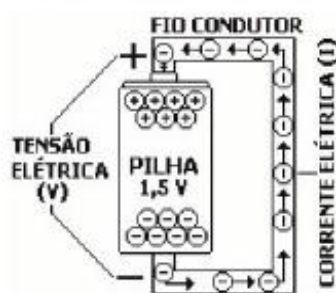


Exercício 01

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



3 - Corrente - Tensão - Resistência elétrica



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

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

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

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

Exercício 02

Relacione as duas colunas:

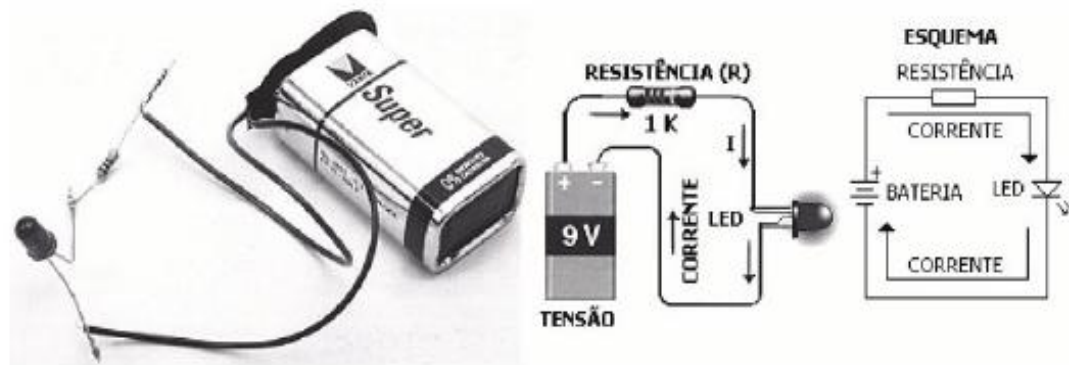
- | | |
|-------------------|--------------|
| (A) Tensão | () Ω |
| (B) Corrente | () V |
| (C) Resistência | () A |

4 – Lei de Ohm

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

5 – Circuito elétrico

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



Exercício 03

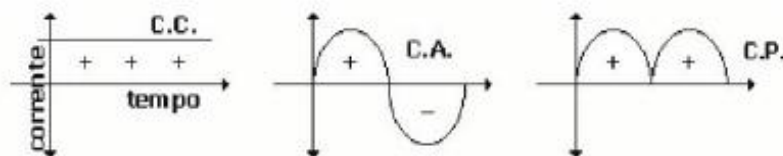
No circuito acima a bateria é de $9 V$. O LED dá uma queda de tensão de $1,5 V$. O resistor do circuito é de $1 K$. Usando a Lei de Ohm, calcule a corrente que circula pelo LED _____

6 – Tipos de corrente elétrica

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

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

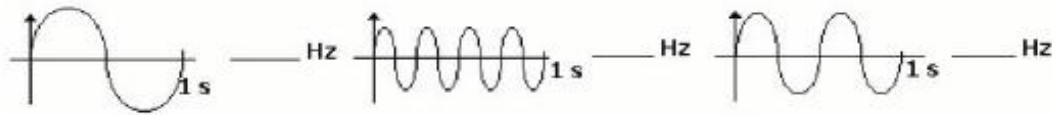
c - **Corrente pulsante (CP)** – Só muda de valor. Este tipo normalmente é obtido pela retificação da corrente alternada. Veja a representação dos tipos de correntes:



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

Exercício 04

Indique a frequência das correntes abaixo:



7 – Potência elétrica

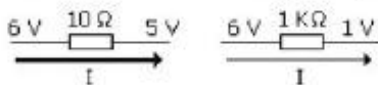
É a quantidade de energia elétrica consumida por um aparelho ou circuito por segundo. A potência é medida em **WATT (W)**. Ela nos dá idéia do gasto de energia de um aparelho. Por exemplo: um ferro de solda de 60 W gasta mais energia elétrica que um de 30 W. Logo o ferro de 60 W aquece bem mais que o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

Exercício 05

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

8 – Estudo dos resistores

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



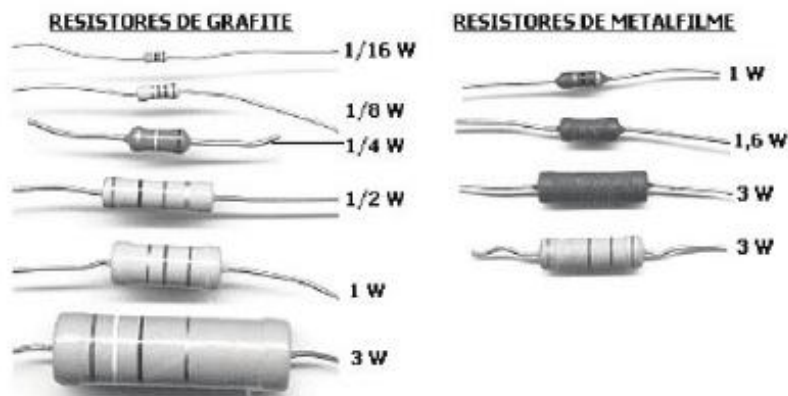
Quanto maior o valor do resistor, menor a corrente no circuito e maior a queda de tensão proporcionada por ele.

Características dos resistores

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

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

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



9 - Código de cores e leitura de resistores

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

COR	1ª FAIXA NÚMERO	2ª FAIXA NÚMERO	3ª FAIXA ZEROS	4ª FAIXA 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 Ω , usamos os múltiplos **KILO (K)** e **MEGA (M)**. Veja os exemplos abaixo:

2.000 Ω = 2K; 10.000.000 Ω = 10M; 6.800 Ω = 6K8

Exercício 06

Indique o valor dos resistores abaixo:

MARROM VERDE VERMELHO AZUL CINZA PRETO LARANJA BRANCO MARROM

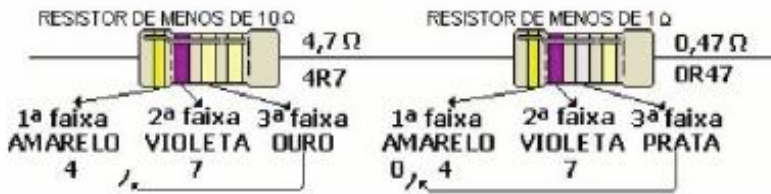
MARROM CINZA PRETO VERMELHO VERMELHO VERDE AMARELO VIOLETA LARANJA

MARROM PRETO AMARELO CINZA VERMELHO VERMELHO MARROM PRETO PRETO

Aula 2 – Soldagem, multímetro e mais resistores

1 – Leitura de resistores especiais e potenciômetros

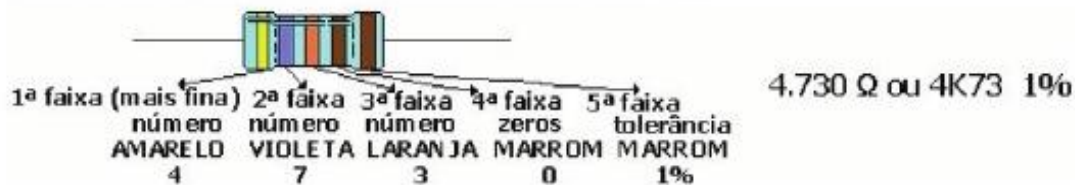
a – **Resistores de baixo valor (menores que 10 Ω)** - Estes tipos tem a 3ª lista do corpo ouro ou prata.



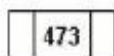
Ao lado vemos o exemplo de dois resistores deste tipo. Quando a 3ª lista é ouro, divida o valor das duas primeiras

por 10 e quando é prata divida por 100.

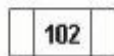
b - **Resistores de precisão (5 e 6 faixas)** - A leitura começa pela faixa mais fina. O código é o mesmo. Abaixo vemos como é feita a leitura:



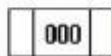
c – **Resistores SMD** – A leitura é indicada no corpo através de um número. O terceiro algarismo é o número de zeros a ser acrescentado aos primeiros. Observe:



RESISTOR DE
47.000 OHMS
OU 47 K



RESISTOR DE
1.000 OHMS
OU 1K



JUMPER (FIO)



Exercício 07

Indique o valor dos resistores abaixo:



MARRON PRETO OURO



VERMELHO VERMELHO PRATA



Vermelho Vermelho Marrom Marrom

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

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



POTENCIÔMETRO



TRIMPOT

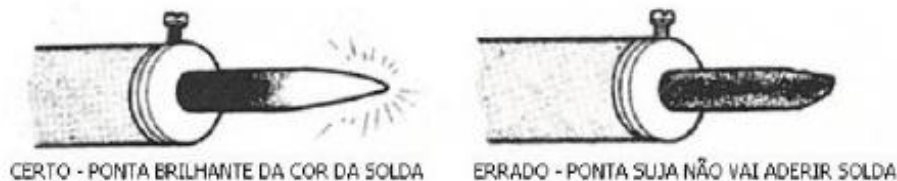
2 – Técnicas de soldagem

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

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



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

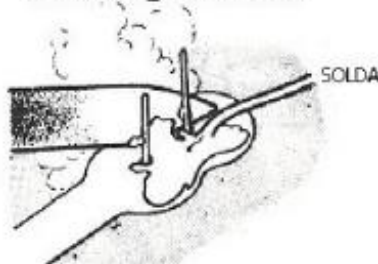


Com o ferro quente, após algum tempo de uso, sua ponta começa a ficar suja. Para limpá-la usamos uma esponja de aço tipo “Bom-bril” ou uma esponja vegetal daquelas que vem no suporte do ferro, conforme observamos ao lado: É só passar a ponta do ferro sobre a esponja úmida e após isto colocar um pouco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



d - **Operação correta de soldagem** – Abaixo vemos a forma correta de se aplicar

A PONTA ENCOSTA NA TRILHA E NO TERMINAL DOS COMPONENTES



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

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

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

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

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

não mova a ponta do lugar;

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

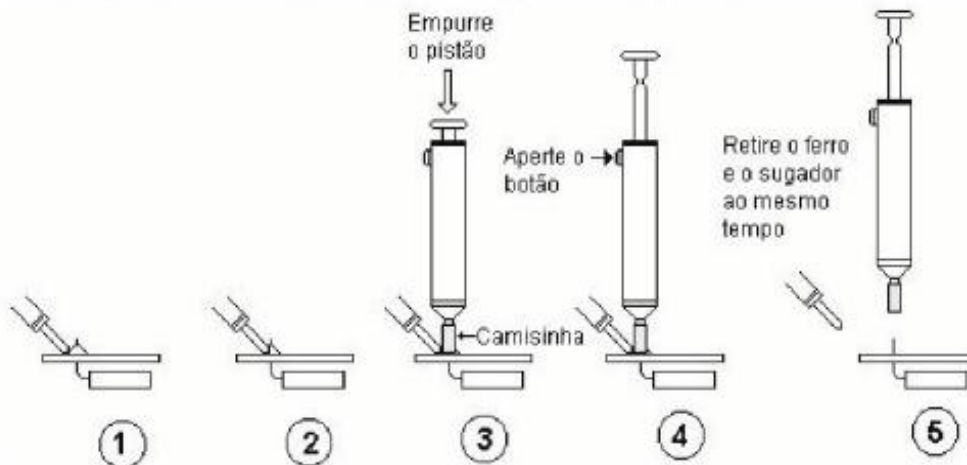
d.6 – Retire rapidamente a ponta e a solda deverá ficar brilhante. É claro que isto também dependerá da qualidade da solda usada.

3 – Sugador de solda

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



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



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

2 - Derreta bem a solda no terminal do componente;

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

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

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

4 – O multímetro ou multíteste

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

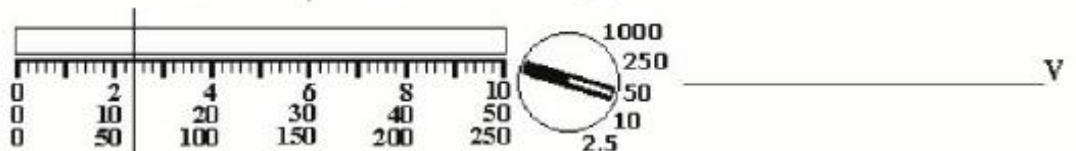
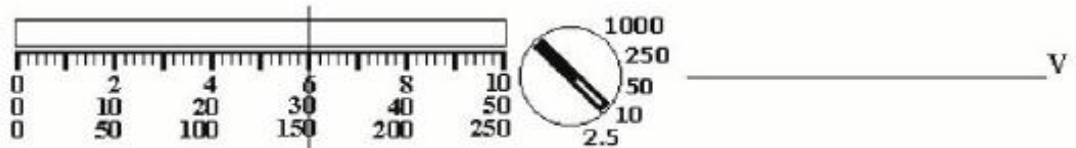
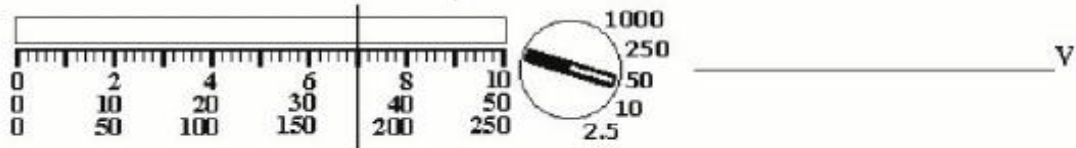
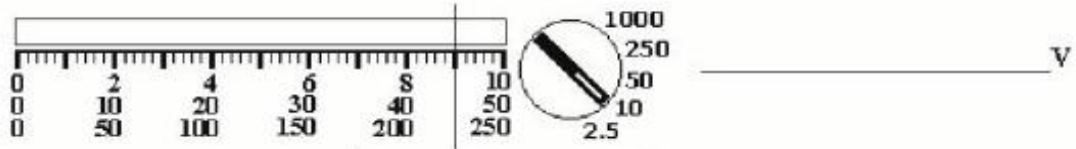


a – **Como medir tensão contínua** – Coloque a chave do multímetro na função de DCV, escolha a escala mais próxima a cima da tensão a ser medida, ponta vermelha no ponto de maior tensão e a preta no de menor tensão. Veja abaixo:

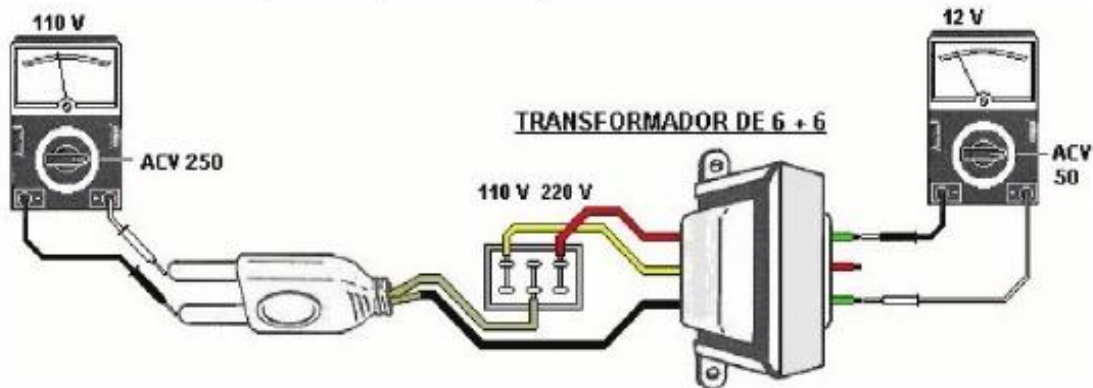


Exercício 08

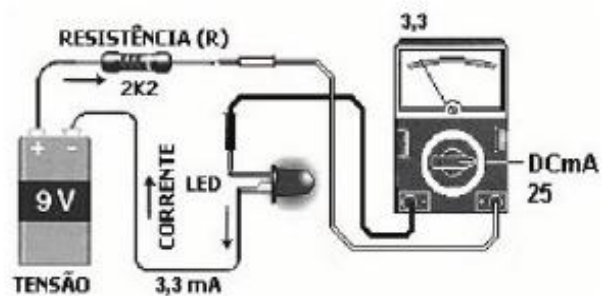
Indique a tensão medida pelos multímetros abaixo:



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



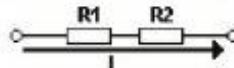
c – **Como medir corrente elétrica** – Aqui é um pouco mais difícil. Coloque na função DCmA ou DCA. Corte uma parte do circuito. Coloque o multímetro em série, com a ponta vermelha mais próxima do +B. a medida de corrente não é usada nos consertos, devido ao trabalho de interromper o circuito e aplicar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



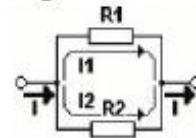
5 – Associações de resistores

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

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

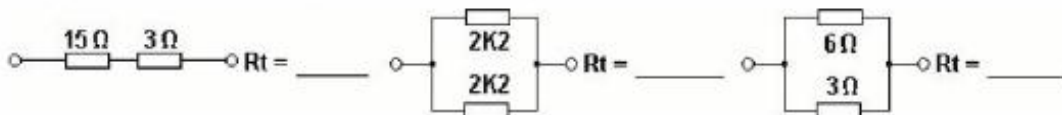


b – **Associação em paralelo** – É aquela na qual os resistores são ligados um ao lado do outro, aos mesmos pontos. A corrente se divide entre eles e a tensão é a mesma em todos. Se os dois resistores tiverem o mesmo valor, a resistência equivalente é a divisão de um deles pela quantidade de peças: $R_t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



Exercício 09

Indique o valor das seguintes associações:



Aula 3 – Capacitor, ohmímetro e teste de resistores

1 – Uso do ohmímetro

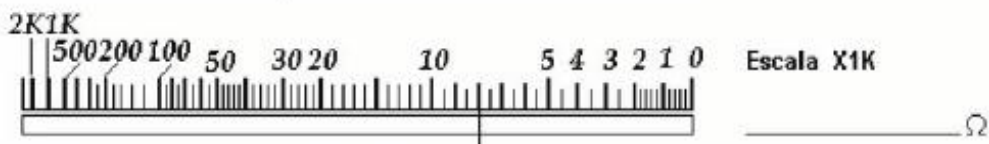
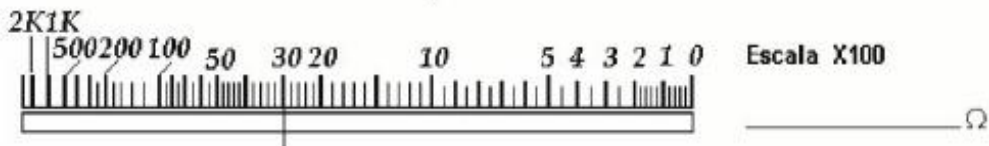
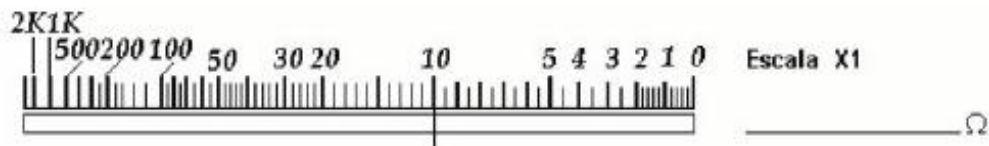
a – Como saber se o ohmímetro está com a escala queimada – Coloque na escala de X1 e segure as pontas pela parte metálica sem encostá-las. Se o ponteiro mexer, a escala de X1 está com o resistor interno queimado (geralmente de 18 Ω). Faça a mesma coisa na escala de X10 (resistor desta escala em torno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

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



Exercício 10

Identifique o valor indicado em cada painel abaixo:

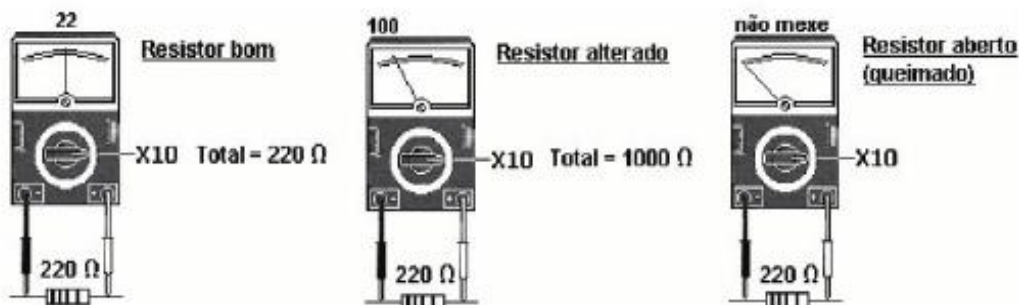


2 – Teste de resistores

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

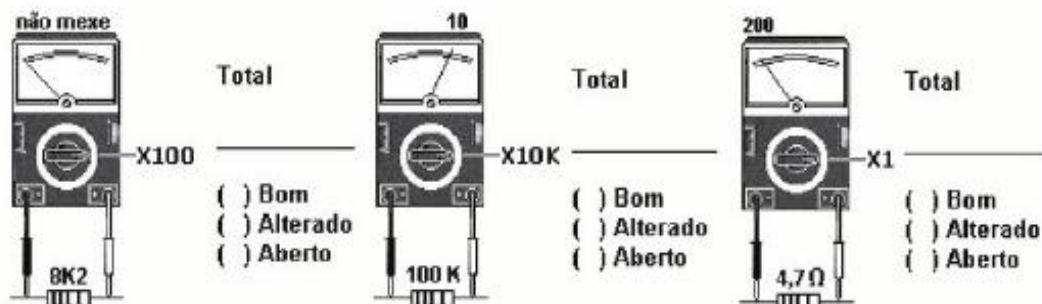
Valor do resistor	3ª Listra do corpo
	PRETA – X1
Abaixo de 1K – X1 ou X10	MARROM – X10
Entre 1K e 100K – X100 ou X1K	VERMELHA – X100
Acima de 100K – X10K	LARANJA - X1K
	AMARELO – X10K

Veja um exemplo do teste dos resistores abaixo:



Exercício 11

Indique abaixo o estado dos seguintes resistores:



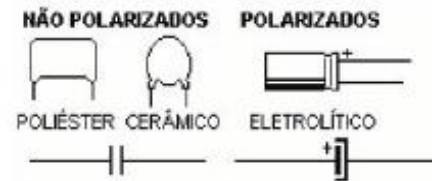
No multímetro digital a escala deve ser a mais próxima acima do valor do resistor.

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



3 – Estudo dos capacitores

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



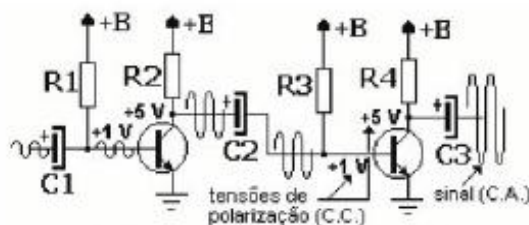
a – Funcionamento do capacitor - Aplicando tensão nos terminais do capacitor, ele armazena cargas elétricas (negativas numa placa e positivas na outra). Enquanto o capacitor está carregando, passa uma corrente no circuito chamada **corrente de carga**. Quando o capacitor já está carregado não circula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



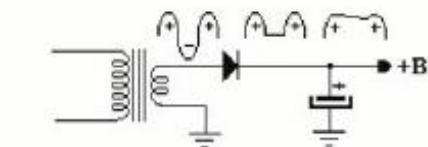
b – Capacitores mais usados atualmente nos equipamentos – São os eletrolíticos (polarizados), os de cerâmica e os de poliéster (não polarizados):



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



C1, C2 e C3 são capacitores de acoplamento (deixam o sinal passar e bloqueiam a C.C. entre as etapas)



Capacitor de filtro (transforma a corrente pulsante em contínua)

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

4 – Leitura dos capacitores

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

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

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

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

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

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

Exercício 12

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 μF , assim como sua tensão de trabalho em Volts. Às vezes pode vir no corpo dele dois números separados por uma barra. O primeiro é a capacitância e o segundo é a tensão. Veja alguns abaixo:



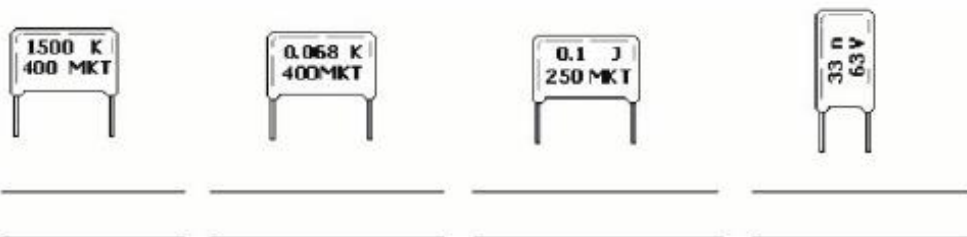
c - **Leitura de capacitores de poliéster** – Os capacitores comuns (poliéster, cerâmicos, styroflex, etc) normalmente usam uma regra para indicação do seu valor através do número indicado no seu corpo: Número menor que 1 = μF ; número maior de 1 = pF ; maior que 1 seguido da letra N = nF. Observe abaixo:



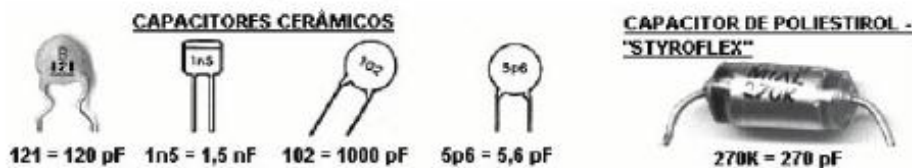
IMPORTANTE - A letra ao lado é a tolerância. J = 5%, K = 10% e M= 20%

Exercício 13

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

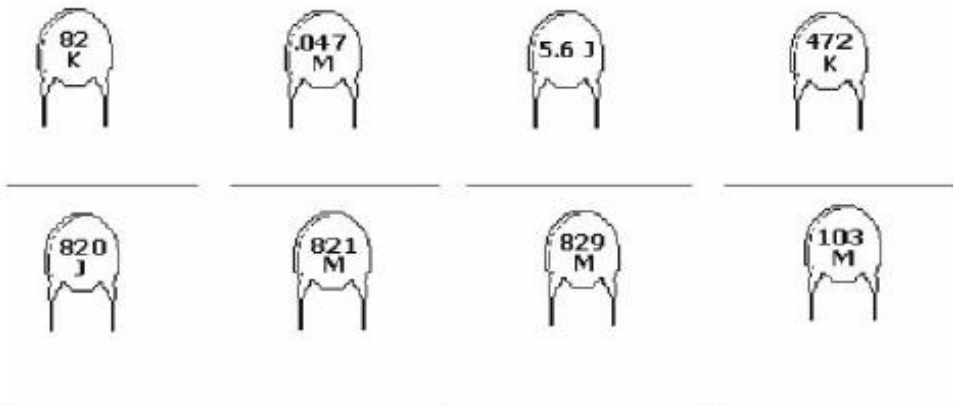


d - Leitura de capacitores de cerâmica – Alguns têm três números no corpo, sendo que o último é a quantidade de zeros a se juntar aos dois primeiros. Quando o 3º número for o “9”, ele significa vírgula:



Exercício 14

Vamos ler os capacitores indicados abaixo:



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

1º algarismo	2º algarismo	zeros	tolerância	tensão
preto	0	–	branco - 10%	vermelho - 200 V
marrom	1	0	preto - 20%	amarelo - 400 V
vermelho	2	00		azul - 600 V
laranja	3	000		
amarelo	4	0000		
verde	5	00000		
azul	6			
violeta	7			
cinza	8			
branco	9			

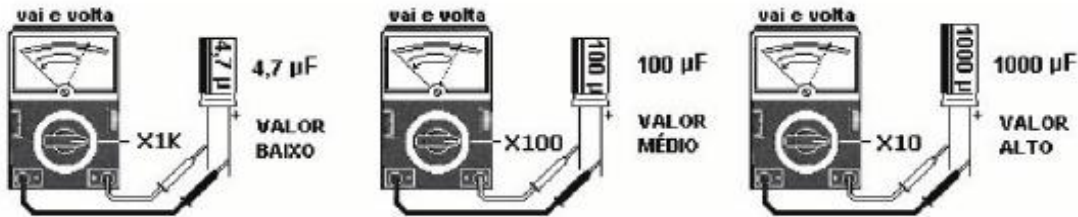
EXEMPLO:

- MARROM - 1
- PRETO - 0
- LARANJA - 000
- BRANCO - 10%
- VERMELHO - 200 V

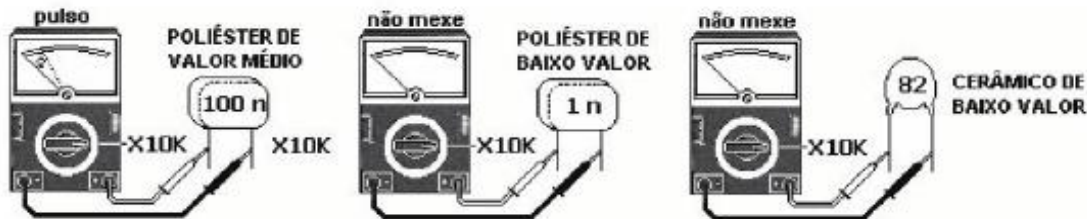
10.000 pF = 10 nF

5 – Como testar os capacitores com o multímetro

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



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



6 – Como testar capacitores com o capacitômetro

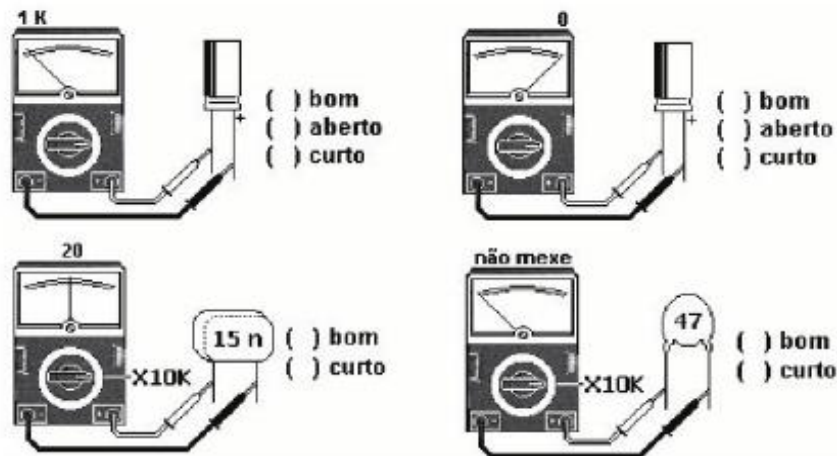
Descarregue o capacitor, tocando um terminal no outro, escolha uma escala mais próxima acima do seu valor (independente dele ser comum ou eletrolítico) e coloque nos terminais do capacitômetro (ou nas ponteiras do mesmo se ele tiver). A leitura deverá ser próxima do valor indicado no corpo. Se a leitura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



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

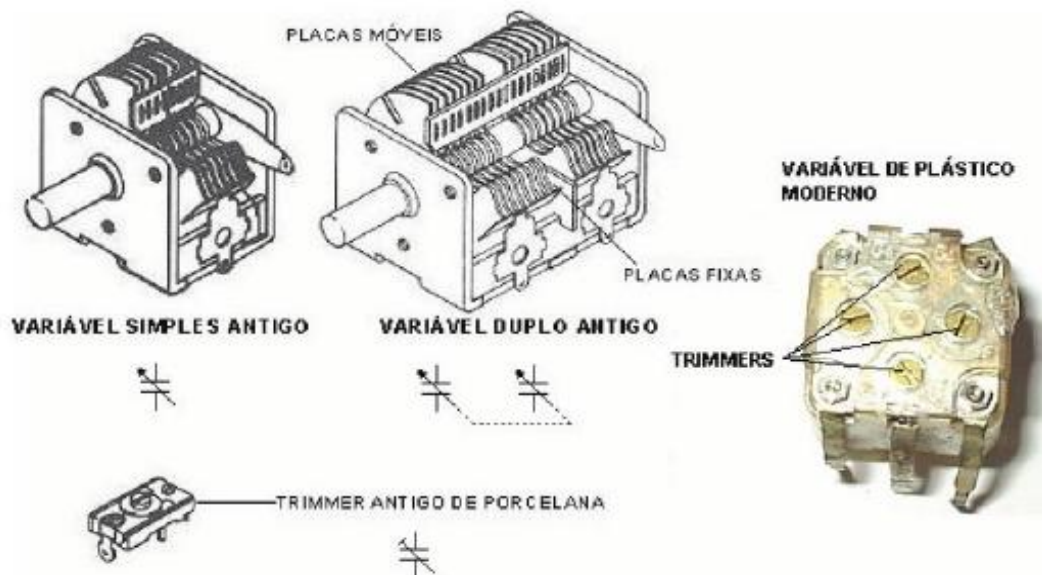
Exercício 15

Indicar o estado dos capacitores abaixo:



7 – Capacitores Variáveis

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



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

Aula 4 – Diodos e transistores

1 – Estudo dos diodos

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



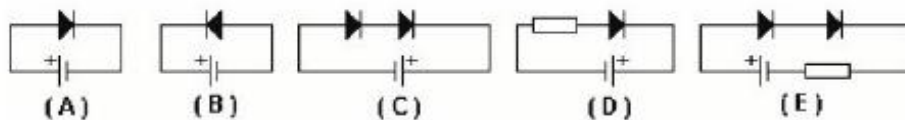
DIODOS DE SILÍCIO (O LADO DA FAIXA É O CATODO) DIODO DE GERMÂNIO

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



Exercício 16

Indique em quais dos circuitos abaixo circula corrente elétrica:



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

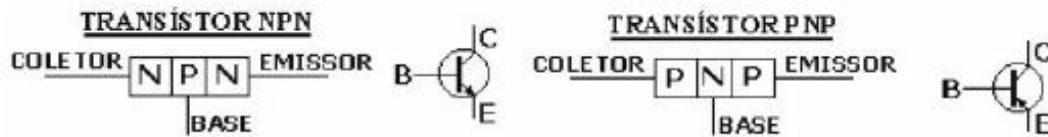
b - **LED (diodo emissor de luz)** – É um diodo especial feito de “arseneto de gálio”. Funciona da mesma forma que o diodo comum e acende quando diretamente polarizado. Porém para acender necessitam ao menos de 1,6 V. Veja abaixo:



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

2 – Estudo dos transistores

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



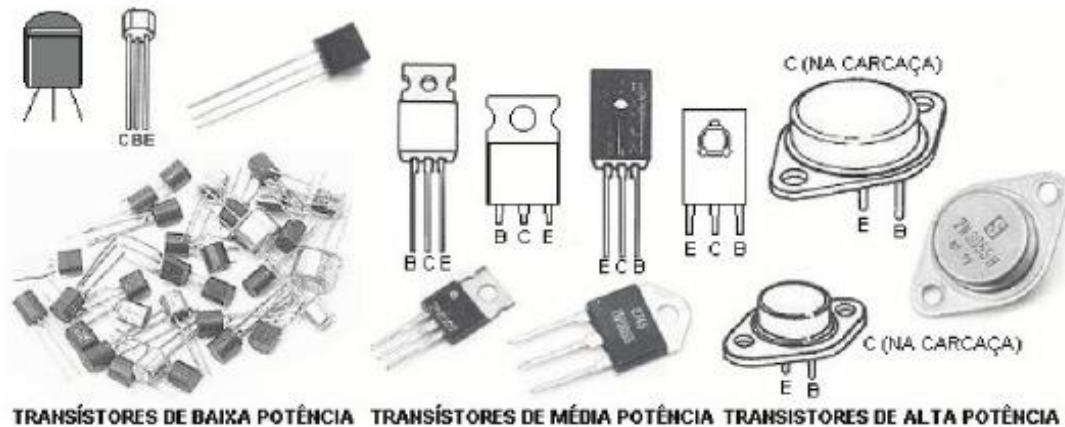
a – Classificação dos transistores de acordo com a potência máxima:

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

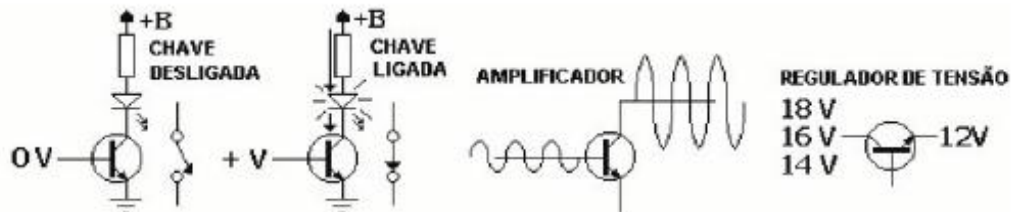
a.2 – Transistores de média potência – São maiores que os anteriores e muitos possuem um furo para serem parafusados num dissipador de calor;

a.3 – transistores de alta potência – São aqueles que têm o corpo grande próprios para suportarem altas temperaturas. Estes trabalham com dissipadores de calor.

Veja abaixo alguns exemplos dos transistores citados:



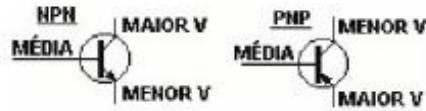
b – Funções dos transistores nos circuitos - Pode funcionar como chave, amplificador de sinais e regulador de tensão, como vemos abaixo:



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

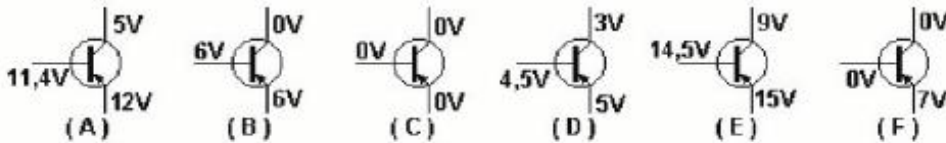
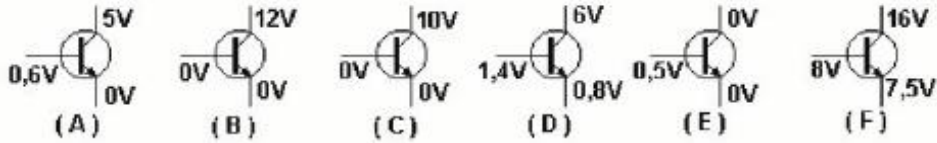
c.1 - Polarização de um transistor NPN – Tensão mais alta no coletor, média na base e mais baixa no emissor. A tensão da base é só um pouco maior que a do emissor (no máximo 0,8 V a mais).

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

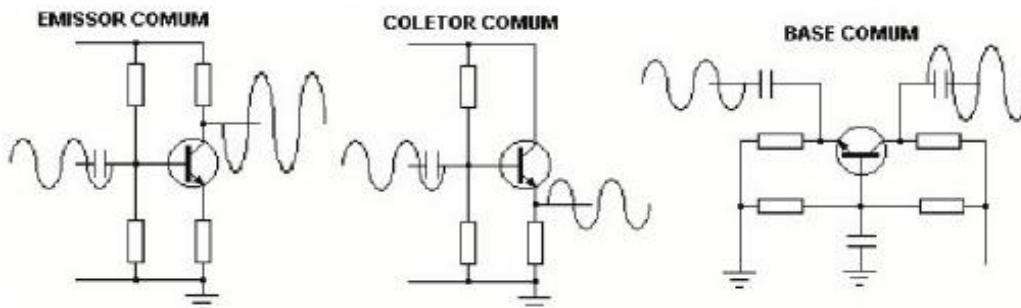


Exercício 17

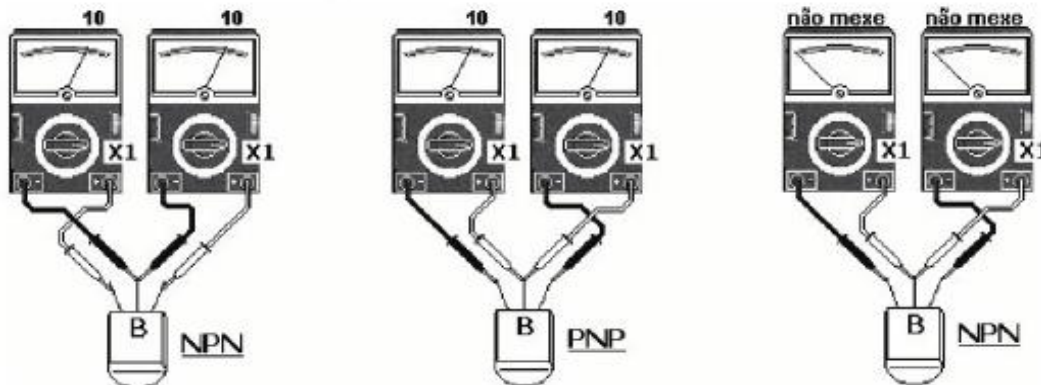
Marque um "x" nos transistores polarizados corretamente:



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



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

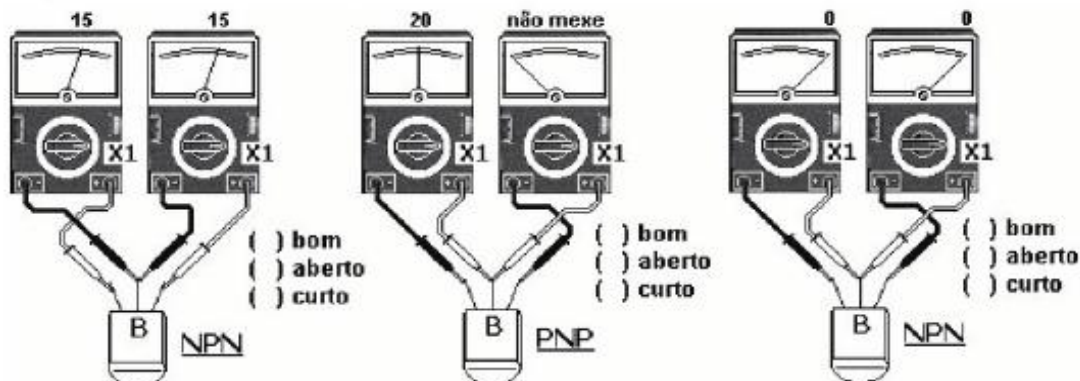


Procurar um terminal que conduz igual com os outros dois. Este é a **base**. Verificar com qual das pontas na base o ponteiro deflexiona. Se for com a **ponta preta**, o transistor é **NPN**. Se for com a **vermelha** na base, o transistor é **PNP**. Com o mitter digital a posição das pontes é ao contrário.

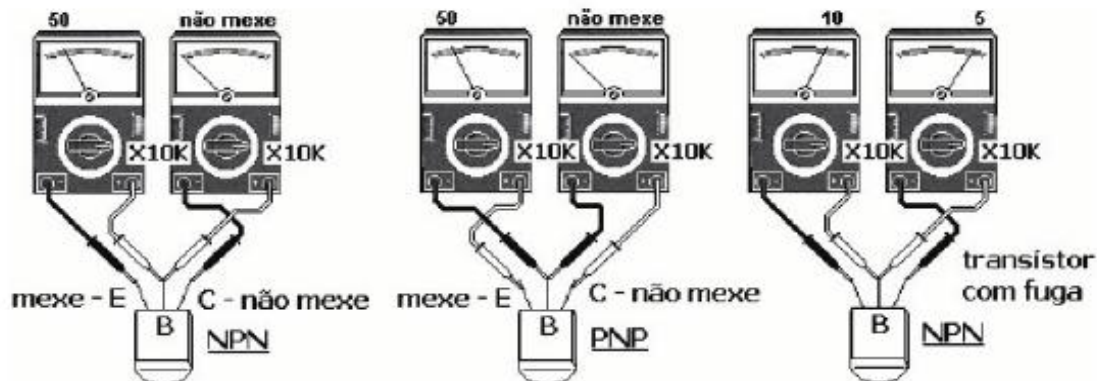
Importante: O ponteiro só deve mexer com uma das pontas na base. Se mexer com as duas pontas na base, o transistor está em **curto**. Se não mexer com nenhuma, o transistor está **aberto**.

Exercício 18

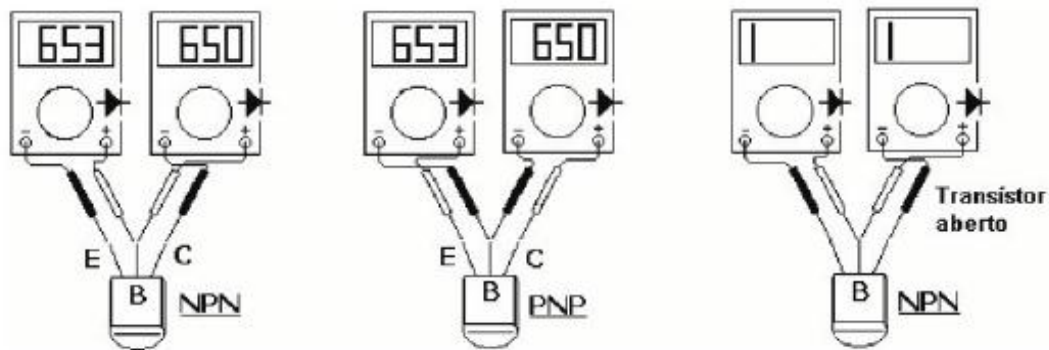
Indique o estado dos transistores testados abaixo:



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



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



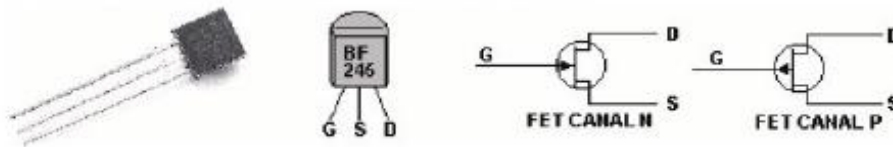
h – **Sistemas de identificação dos transistores** - Os sistemas mais usados no mundo são: Europeu, americano e japonês. Veja abaixo:

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

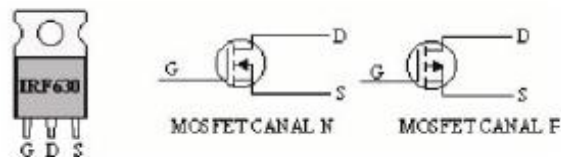
Sistema americano – Pode começar com **1N** se for diodo ou **2N** se for transistor.

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

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



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



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

2 – Semicondutores SMD

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



3 – Bobinas ou indutores

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



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

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

Exercício 19

Relacione os componentes com as suas unidades de medida:

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

5 – Fonte de alimentação

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



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

Filtro - Transforma a tensão pulsante em contínua. É formado por capacitores eletrolíticos acima de 100 μF . Abaixo vemos o aspecto físico destes componentes:

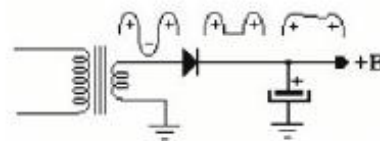


Exercício 21

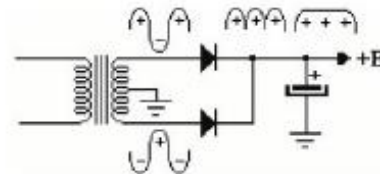
Marque a sequência correta de componentes numa fonte de alimentação:

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

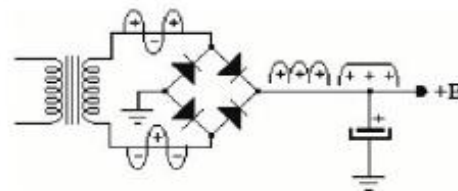
a – Fonte de meia onda - Possui um único diodo retificador que aproveita apenas metade da C.A. Veja ao lado:



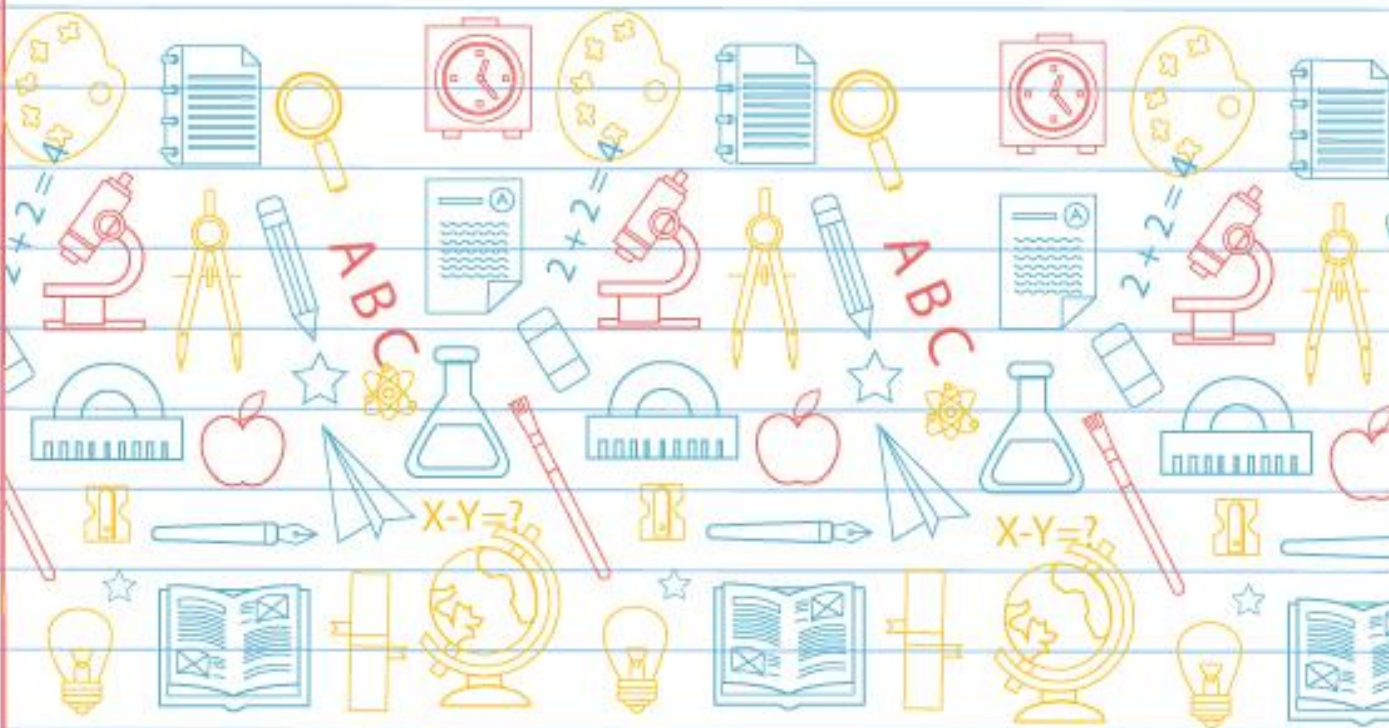
b – Fonte de onda completa - Possui dois diodos ligados num trafo com tomada central no secundário. Aproveitam todo o ciclo da C.A. Fornece um +B melhor que o da fonte de meia onda. Veja ao lado este tipo de fonte:



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



www.unepi.com.br



Rua Hildebrando Tourinho, 177 - Miramar - João Pessoa - PB
Fone: (83) 3247-4300 - atendimento@unepi.com.br