



**T502A**

## **Introdução à Eletricidade**

**Dailson Fernandes**

# Sumário

<b>CARTA AO ALUNO.</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1. QUAL O OBJETIVO DESTA MATERIAL	6
1.2. NÃO É SÓ HARDWARE ...	6
1.3. O QUE É O CHOQUE ?	6
1.4. PRIMEIROS SOCORROS	7
<b>2. TIPOS E FORMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA</b>	<b>9</b>
2.1. ENERGIA	9
2.2. ENERGIA MECÂNICA	10
2.3. ENERGIA ELÉTRICA	10
2.4. ENERGIA TÉRMICA OU CALORÍFICA	11
2.5. ENERGIA LUMINOSA	11
2.6. ENERGIA SONORA	11
2.7. ENERGIA CINÉTICA	12
2.8. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	12
2.9. BARRAGEM	13
2.10. CONDUTOS FORÇADOS	13
2.11. CASA DE FORÇA	14
2.12. SUBESTAÇÃO ELEVADORA	14
2.13. SUBESTAÇÃO ABAIXADORA	14
2.14. SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO	14
<b>3. ELETRICIDADE</b>	<b>15</b>
3.1. ESTRUTURA ATÔMICA	15
3.2. EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO	18
<b>4. CARGA ELÉTRICA</b>	<b>19</b>
4.1. TIPOS DE CARGA	19
4.2. SINAIS REPRESENTATIVOS DAS CARGAS	19
4.3. EQUILÍBRIO DAS CARGAS	19
4.4. BONS CONDUTORES E MAUS CONDUTORES	20
<b>5. LIGAÇÃO A TERRA</b>	<b>20</b>
<b>6. GRANDEZAS ELÉTRICAS</b>	<b>21</b>
6.1. GRANDEZA:	21
6.2. GRANDEZAS ELÉTRICAS:	21
6.3. 1ª GRANDEZA ELÉTRICA: DIFERENÇA DE POTENCIAL (D.D.P.)	21
6.4. 2ª GRANDEZA ELÉTRICA: CORRENTE ELÉTRICA	23
6.5. 3ª GRANDEZA ELÉTRICA: RESISTÊNCIA ELÉTRICA	26
<b>7. 4ª GRANDEZA ELÉTRICA: POTÊNCIA ELÉTRICA (P)</b>	<b>28</b>
7.1. MÚLTIPLOS DO WATT	28

7.2.	SUBMÚLTIPLOS DO WATT	28
7.3.	MEDIDA DA POTÊNCIA ELÉTRICA EM VA	29
7.4.	CARGA MÉDIA DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS	29
7.5.	EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO	30
7.6.	POTÊNCIA EM KVA	30
7.7.	EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	32
<b>8.</b>	<b>POLARIZAÇÃO DA TOMADA TRIPOLAR</b>	<b>34</b>
<b>9.</b>	<b>CIRCUITO ELÉTRICO</b>	<b>34</b>
9.1.	11.1 - CIRCUITO EM SÉRIE	35
9.2.	11.2 CIRCUITO PARALELO	35
<b>10.</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS</b>	<b>36</b>
10.1.	VOLTÍMETRO	37
10.2.	AMPERÍMETRO	37
10.3.	WATTÍMETRO	38
10.4.	OHMÍMETRO	38
	OSCIOSCÓPIO	38
10.6.	MULTÍMETRO	39
10.7.	6.7 - TERRÔMETRO	39
<b>11.</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DO FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO 380/220V (TABELA OFICIAL DA CELPE)</b>	<b>40</b>
<b>12.</b>	<b>SUBESTAÇÃO</b>	<b>40</b>
<b>13.</b>	<b>CONVERSÃO DE AWG PARA MM<sup>2</sup></b>	<b>40</b>
13.1.	EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO	42
<b>14.</b>	<b>ATERRAMENTO</b>	<b>43</b>
14.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	43
14.2.	ATERRAMENTO COM COMPUTADORES EM REDE	43
14.3.	PONTOS FUNDAMENTAIS PARA UM ATERRAMENTO	43
14.4.	14.2.3 - REDE ELÉTRICA	44
14.5.	14.2.4 - CABEAMENTO	44
14.6.	14.2.5 - O NÚMERO DE HASTES	44
14.7.	MALHA (GEOMETRIA) DO ATERRAMENTO	44
14.8.	TIPOS DE ATERRAMENTO	45
14.9.	ATERRAMENTO IDEAL	45
14.10.	ATERRAMENTO ALTERNATIVO (TAMBÉM NÃO RECOMENDADO)	46
14.11.	ATERRAMENTO NÃO RECOMENDADO.	47
14.12.	EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	49
<b>15.</b>	<b>EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO</b>	<b>49</b>
15.1.	FILTRO DE LINHA	49
15.2.	ESTABILIZADOR	50
	NO-BREAKS	50
15.4.	EXEMPLOS DE NO-BREAK:	53
15.5.	CUIDADOS COM NO-BREAKS.	60
15.6.	EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO	61

15.7.	FONTES	62
15.8.	TIPOS DE FONTES	64
15.9.	15.4.2 – CONECTOR LIGA/DESLIGA DE UMA FONTE AT	65
15.10.	FONTE ATX	66
15.11.	DESCRIÇÃO DOS SINAIS DA FONTE ATX	66
<b>16.</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	<b>67</b>
16.1.	REDE X INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	67
16.2.	PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA PARA COMPUTADORES	68
<b>SEÇÕES MÍNIMAS DE CONDUTORES EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS</b>		<b>68</b>
<b>17.</b>	<b>TABELAS</b>	<b>73</b>
17.1.	TABELA DE CONDUTORES POR ELETRODUTOS	73
17.2.	TABELA DE ELETRODUTO POR CONDUTORES	73
17.3.	DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES PELA QUEDA DA TENSÃO ADMISSÍVEL	74
17.4.	TABELA DE POTÊNCIA DE EQUIPAMENTOS	77
<b>18.</b>	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>79</b>
<b>19.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>79</b>

## Carta ao aluno.

### Prezado aluno

O Curso que você está prestes a fazer, vai te levar a parte mais técnica da informática. Ao invés de aprender a usar o microcomputador, você estará aprendendo a montar e a consertá-lo.

Porém este lado fascinante da tecnologia, requer bastante atenção por parte do aluno ao manusear os equipamentos em sala de aula. Esta carta tem o intuito de prevenir acidentes e preservar os equipamentos. E para isso, pedimos que você leia com bastante atenção os tópicos a seguir:

- ♦ A única pessoa capaz de lhe instruir com segurança e precisão é o seu professor. Lembre-se, qualquer dúvida dirija-se diretamente a ele.
- ♦ Não faça nada além do que o seu instrutor lhe pede, siga corretamente o estilo de aula. Pois lhe garantimos que o nosso padrão de aula vai te levar de forma correta ao conhecimento que você veio buscar.
- ♦ Ao trabalhar com os equipamentos e ferramentas, procure deixar sua bancada limpa e organizada. **Lembre-se: somos um curso profissionalizante e estamos preparando você para o mercado de trabalho que exige profissionais que tenham um método de trabalho e sabe organizá-lo de forma funcional.**
- ♦ Provavelmente, você estará trabalhando em equipe e é fundamental que você saiba dividir as tarefas com o seu(s) companheiro(s). Lembre-se: o mercado procura *profissionais que saibam trabalhar em equipe*.
- ♦ É necessário extremo cuidado ao manusear os fios de eletricidade. Trabalhe com atenção pois você estará mexendo com tensão que varia de 110 a 220 volts. O seu instrutor lhe dará maiores detalhes sobre as partes onde **você deverá ter maior cuidado para não levar um choque ou mesmo se acidentar.**
- ♦ O gabinete (caixa metálica que abriga as placas que formam o microcomputador) é feito de chapa de aço e não apresentam um bom acabamento na sua parte interna. **Você deve tomar extremo cuidado ao manusear esta peça para não levar cortes nas mãos.**
- ♦ Quando for trabalhar com as placas do microcomputador ou mesmo outras peças que o compõe, pegue-a com cuidado, não dê pancadas e nem deixe sob nenhuma superfície metálica, assim você já estará se acostumando a cuidar bem dos equipamentos do hardware.
- ♦ Não troque ou altere nenhum componente de do microcomputador com o mesmo ligado. Isto é terminantemente proibido. A razão é que pode haver danos irreparáveis ao equipamento.
- ♦ Antes de ligar o equipamento, você deve verificar se a tensão da fonte condiz com a tensão da sala de aula. Lembre-se: isto deve ser feito diariamente ou a cada vez que você precisar ligá-lo a tomada. Em caso de dúvida chame seu instrutor.

Seguindo estas recomendações você estará trabalhando seguro sem o risco de acontecer acidentes e estará garantido o retorno do seu investimento.

**Bom curso !**

Dailson Fernandes (dailson@ibratec.com.br)  
Especialista de Montagem

## 1. Introdução

### 1.1. Qual o objetivo deste material

Este material está direcionado para as pessoas que se destinam a trabalhar com hardware. Nossa intenção não é que você saia deste curso como um bom eletricitista, mas sim que você tenha uma boa noção daquilo que é muito importante para a máquina do século: ENERGIA. Sem ela, nada de “computar”.

A nossa apostila está dividida em capítulos, bastante enxutos e direcionados para o profissional mais frenético e mais sem tempo da história da humanidade: “O Micreiro”, o Peopleware.

Você encontrará conceitos de distribuição de energia até projetos de instalações elétricas, passando com certeza por dentro dos aparelhos que envolve a computação, tais como fontes, no breaks, filtros de linhas e estabilizadores.

Estaremos dando uma noção de dimensionamento de aparelhos e aterramento, bem como a utilização de alguns instrumentos que envolvem este tipo de trabalho.

Ao final lógico dos assuntos estaremos apresentando exercícios de fixação, que fará automaticamente um resumo do assunto estudado.

### 1.2. Não é só hardware ...

Na velocidade frenética na qual a tecnologia “engole” o mundo proporcionando, talvez, cada vez mais comodidade para o ser humano, cria automaticamente outra lacuna enorme que é a falta de profissionais especializados para manter toda esta “parafernália” funcionando.

Esperamos que este manual possa lhe ser útil no ingresso ao mundo fantástico da computação técnica. Ser um especialista em resolver o incompreensível, o inexplicável e inimaginável deve ser o seu objetivo, pois como em quase todas as áreas da informática, esta tem mil armadilhas e problemas cujas soluções podem parecer óbvias, mas os problemas não tem explicação ou não fazem sentido.

Este manual procurará abordar da forma mais didática e ampla possível, os principais tópicos necessários para permitir a montagem, diagnóstico e reparo de microcomputadores da linha PC/IBM. Assim começaremos por fundamentar os Conceitos Básicos da Eletricidade, afinal é de extrema importância que o computador esteja devidamente ligado à energia. Passaremos pelas características do funcionamento interno de um computador. Montaremos e configuraremos seus componentes como placas de vídeo, memórias e discos rígidos. Procuraremos estudar os principais sistemas operacionais e como compatibilizá-los com o computador, e finalmente veremos a instalação e configuração de acessórios como Fax/Modem, Placas de rede, kits multimídia, scanners e outros.

O Objetivo claro desta primeira parte, que compreende a Introdução a Eletricidade, não visa formar nenhum eletricitista profissional, mas sim abrir nossos horizontes técnicos para uma área que anda de mãos dadas com a área principal a qual nós estamos almejando: “Técnicos de Hardware”. Ministrando um curso de Hardware sem explanar pelo menos o mínimo sobre conceitos básicos de eletricidade, seria como um curso de culinária sem liquidificadores, batedeiras, forno microondas ou até o fogão a geladeira e o freezer. Aqui teremos uma noção totalmente direcionada para o nosso curso, e esperamos que estas noções lhe ajude bastante no seu dia a dia.

### 1.3. O que é o choque ?

Levar um choque é quando a corrente elétrica passa pelo nosso corpo em direção à terra, é um processo natural, mas nada agradável. Entenderemos mais adiante que a sensação de queimor e contração dos músculos é um efeito da corrente e não da “voltagem” como muitos acreditam. A corrente elétrica é preguiçosa e procura sempre os caminhos mais curtos para chegar ao local que “ela” quer chegar. Se você foi o felizardo em ser o transporte desta, infelizmente ela nos deixa alguma lembrança, mesmo que seja ruim,

mais com certeza deixa. Então, todo cuidado é pouco, queremos enfatizar ao máximo que estaremos mexendo com corrente alternada e se obedecermos as instruções passadas pelo seu professor em sala de aula, nenhum dano chegará a sua pessoa. Mas caso um dia isto aconteça com você ou alguma pessoa que estiver a seu redor, ajude-o com os passos descritos na próxima seção: Primeiros Socorros.

## 1.4. Primeiros Socorros

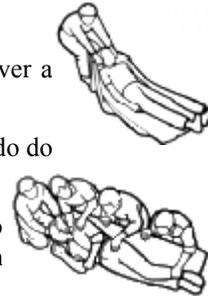
Como estaremos trabalhando diretamente com eletricidade, devemos tomar cuidados extras com o manusear das máquinas e equipamentos que estão ao nosso redor. O perigo de choques é constante e tenho certeza que você não quer passar por esta experiência neste curso. Todos nós sabemos os “efeitos colaterais” de uma descarga elétrica. Ela nos pode causar queimaduras, contrações involuntárias, espasmos e até a morte de uma pessoa.

Leia atentamente os primeiros socorros que você deve prestar a uma pessoa que acaba de levar uma descarga elétrica, talvez um dia você precise aplicá-los.

- Não tocar a vítima até que esteja separada da corrente
- Desligue o interruptor interno ou a chave geral (disjuntor)
- Remover o fio ou condutor com material seco e isolante: cabo de vassoura, pau, pano grosso dobrado, jornal dobrado ou algo semelhante;
- Puxar a vítima sem tocar a pele;
- Imobilizar fraturas se houver;
- Realizar respiração boca a boca e massagem cardíaca.

### 1.4.1. Se for necessário transportar a vítima, siga os seguintes passos:

- Se houver suspeita de fraturas no pescoço e nas costas, evite mover a pessoa.
- Para puxá-la para um local mais seguro, mova-a de costas, no sentido do comprimento com o auxílio de um casaco ou cobertor.
- Para erguê-la, você e mais duas ou três pessoas devem apoiar todo o corpo e colocá-la numa tábua ou maca. Se precisar, improvise com pedaços de madeira, amarrando cobertores ou paletós.
- Apóie sempre a cabeça, impedindo-a de cair para trás.



### 1.4.2. Se houver parada cardio-respiratória:

#### O que acontece

Além de apresentar ausência de respiração e pulsação, a vítima também poderá apresentar inconsciência, pele fria e pálida, lábio e unhas azulados.

#### O que não se deve fazer

- NÃO dê nada à vítima para comer, beber ou cheirar, na intenção de reanimá-la.

- Só aplique os procedimentos que se seguem se tiver certeza de que o coração não está batendo.

#### Procedimentos Preliminares

Se o ferido estiver de bruços e houver suspeita de fraturas, mova-o, rolando o corpo todo de uma só vez, colocando-o de costas no chão. Faça isso com a ajuda de mais duas ou três pessoas, para não virar ou dobrar as costas ou pescoço, evitando assim lesionar a medula quando houver vértebras quebradas. Verifique então se há alguma coisa no interior da boca que impeça a respiração. Se positivo, retire-a.

#### Ressuscitação Cárdio-Pulmonar

- Com a pessoa no chão, coloque uma mão sobre a outra e localize a extremidade inferior do osso vertical que está no centro do peito.
- Ao mesmo tempo, uma outra pessoa deve aplicar a respiração boca-a-boca, firmando a cabeça da pessoa e fechando as narinas com o indicador e o polegar, mantendo o queixo levantado para esticar o pescoço.
- Enquanto o ajudante enche os pulmões, soprando adequadamente para insuflá-los, pressione o peito a intervalos curtos de tempo, até que o coração volte a bater.
- Esta seqüência deve ser feita da seguinte forma: se você estiver sozinho, faça dois sopros para cada dez pressões no coração; se houver alguém ajudando-o, faça um sopro para cada cinco pressões.



#### 1.4.3. No caso de queimaduras

##### O que não fazer:

- Aplicar unguentos, receitas caseiras, óleos ou gorduras
- Aplicar margarina, manteiga, pasta de dente e similares
- Retirar pedaços de tecido presos a queimadura
- Furar as bolhas
- Lavar com sabão

##### Classificação de uma queimadura:

Primeiro Grau:

Lesão de camada superficial da derme

##### Sintomas:

- Vermelhidão
- Ardor
- Dor local

**Procedimento:** Lavar com água fria

**Segundo Grau:**

Lesão de camada mais profundas da derme

**Sintomas:**

- Vermelhidão
- Formação de bolhas
- Dor e ardência local variáveis

**Procedimento:** Lavar com água fria

**Terceiro Grau**

Lesão da pele e tecidos mais profundos (músculos, vasos e nervos)

**Sintomas**

- Ferida de cor branca, rósea ou preta
- Necrose
- Indolor ou dói pouco

**Procedimentos:** Nos casos mais graves procedimentos cirúrgicos e cirurgia plástica. No momento lavar com água fria.

**Em todos os casos de queimadura é necessário:**

- Repouso
- Retirar a roupa da vítima para avaliação do estado da queimadura
- Lavar com água fria corrente
- Evitar contaminação
- Remover para o hospital

## 2. Tipos e Formas de Distribuição de Energia

### 2.1. Energia

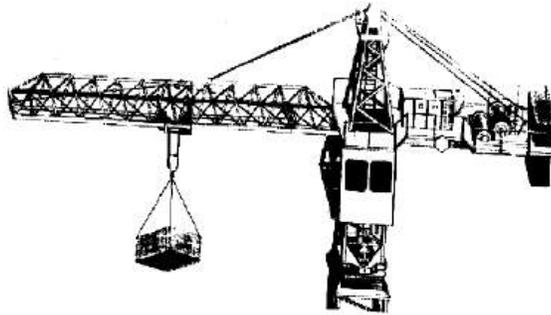
Energia pode ser definida como sendo tudo aquilo que seja capaz de realizar ou produzir trabalho.

Todas as movimentações que ocorrem no universo, podem gerar forças capazes de transformar energia, num encadeamento sucessivo, ou seja, em modalidades diferentes de energia. As pessoas somente sentem os efeitos da energia através dos sentidos. Apresenta-se sob várias formas:

- ♦ Energia Mecânica
- ♦ Energia Elétrica
- ♦ Energia Térmica
- ♦ Energia Química
- ♦ Energia Atômica, etc...

## 2.2. Energia Mecânica

A Energia Mecânica é constituída por duas modalidades de energia: a cinética e a potencial. Na figura abaixo, vemos um guindaste que está realizando trabalho, ou seja, com seus motores e engrenagens, ao levar a carga para cima, existe aí um corpo (carga) em movimento. Um corpo (carga) em movimento possui energia. E quando a energia está associada a movimento, chama-se, em física, Energia Cinética. No momento que a carga está parada no alto, no aguardo para produzir trabalho, chama-se Energia Potencial. É a energia que está relacionada à posição em que se encontra o corpo. Podemos citar outras fontes de energia cinética e potencial a saber:



- ♦ Energia Cinética, como por exemplo a energia do vento, da água corrente, etc...
- ♦ Energia Potencial: como por exemplo a energia da água represada, dos elásticos da molas, etc...

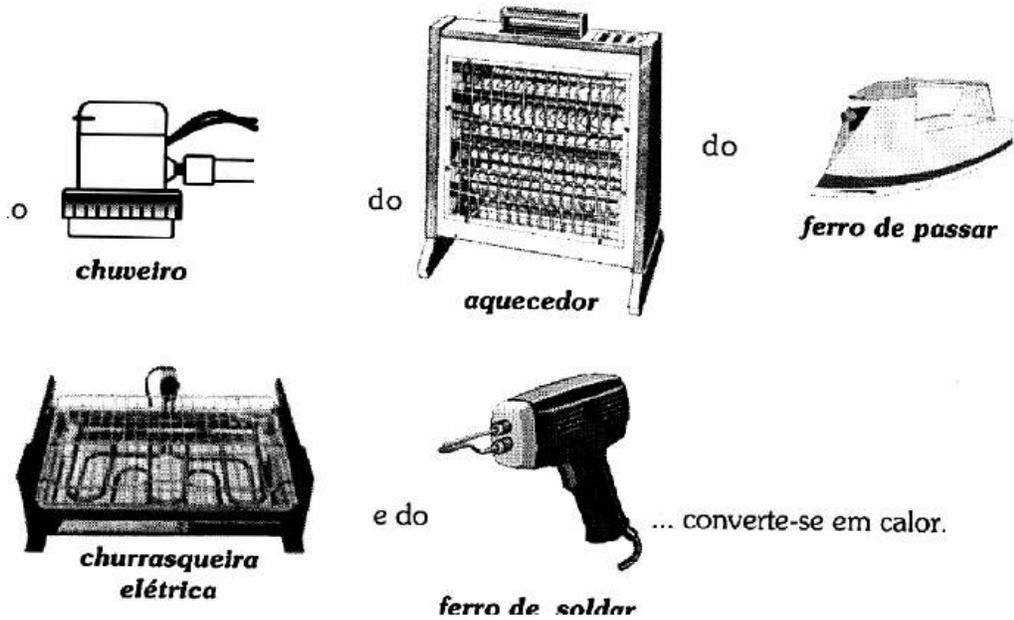
## 2.3. Energia Elétrica

A Energia Elétrica é uma forma de energia que apresenta inúmeras vantagens e tornou-se no decorrer dos tempos, parte integrante e fundamental de nossas atividades diárias. Tão importante que nossa vida seria praticamente impossível sem sua existência, e muitas vezes nos damos conta da sua importância, somente no momento da sua falta.

Sem dúvida, a energia elétrica é a forma mais prática de energia, pois pode ser transportada a grandes distâncias através dos condutores elétricos (fios ou cabos), desde a geração até os centros de consumo, que são os nossos lares, indústrias, comércio, etc... Trata-se de uma forma de energia extraordinária, pois além de poder ser transportada com facilidade, pode transformar-se em outras modalidades de energia, sem muitas dificuldades e com custos relativamente baixos.

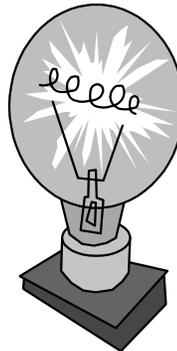
## 2.4. Energia Térmica ou Calorífica

A corrente elétrica, ao passar pela resistência ...



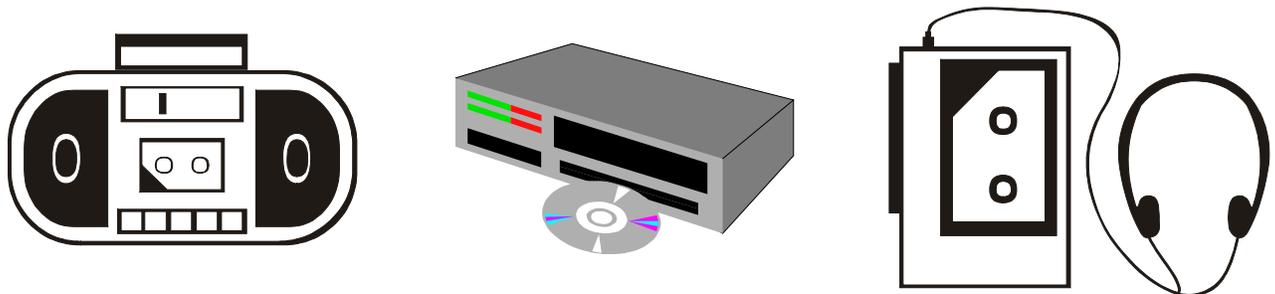
## 2.5. Energia Luminosa

Quando a energia elétrica percorre o filamento das lâmpadas incandescente, fluorescente, acende-as produzindo luminosidade.



## 2.6. Energia Sonora

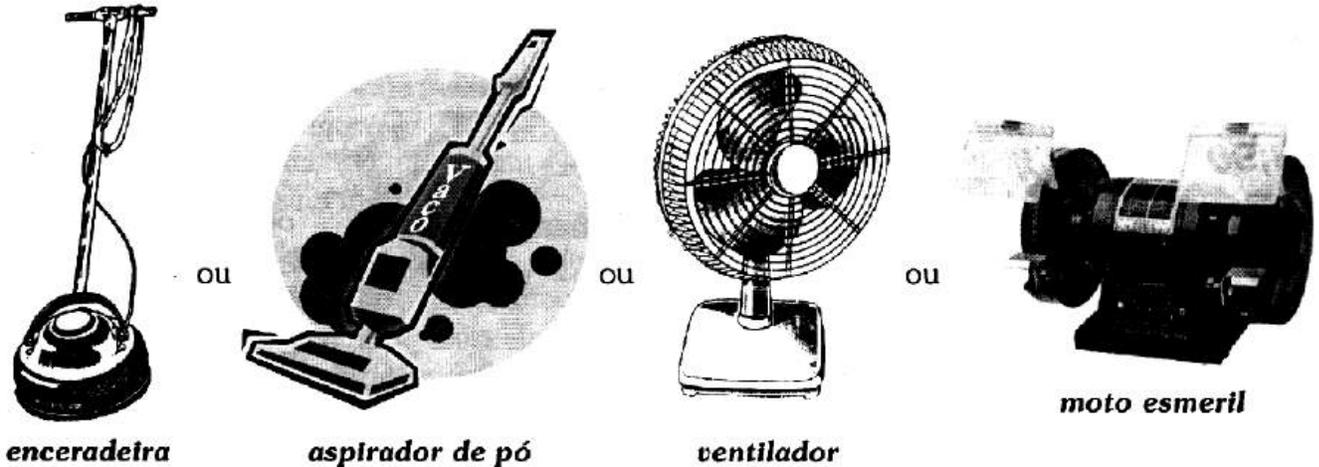
Ao ligar um receptor de som...



...ela percorrerá os circuitos do aparelho em questão, convertendo-se em energia sonora.

## 2.7. Energia Cinética

A energia elétrica pode acionar o motor de ...



produzindo movimento (energia cinética).

Vimos então, alguns exemplos de utilização da energia elétrica, e nos dá uma pequena idéia de quanto é importante na vida do homem moderno.

## 2.8. Geração de Energia Elétrica

A energia elétrica, normalmente não é utilizada no mesmo local onde é produzida. Como é produzida a grandes distâncias do centro de consumo, é necessário que seja transportada; e por motivos estritamente econômicos, deve ser feita em altas tensões. Isto é, a energia elétrica não pode ser transportada nos mesmos valores de tensão do ponto de produção, por questões de isolamento dos geradores.

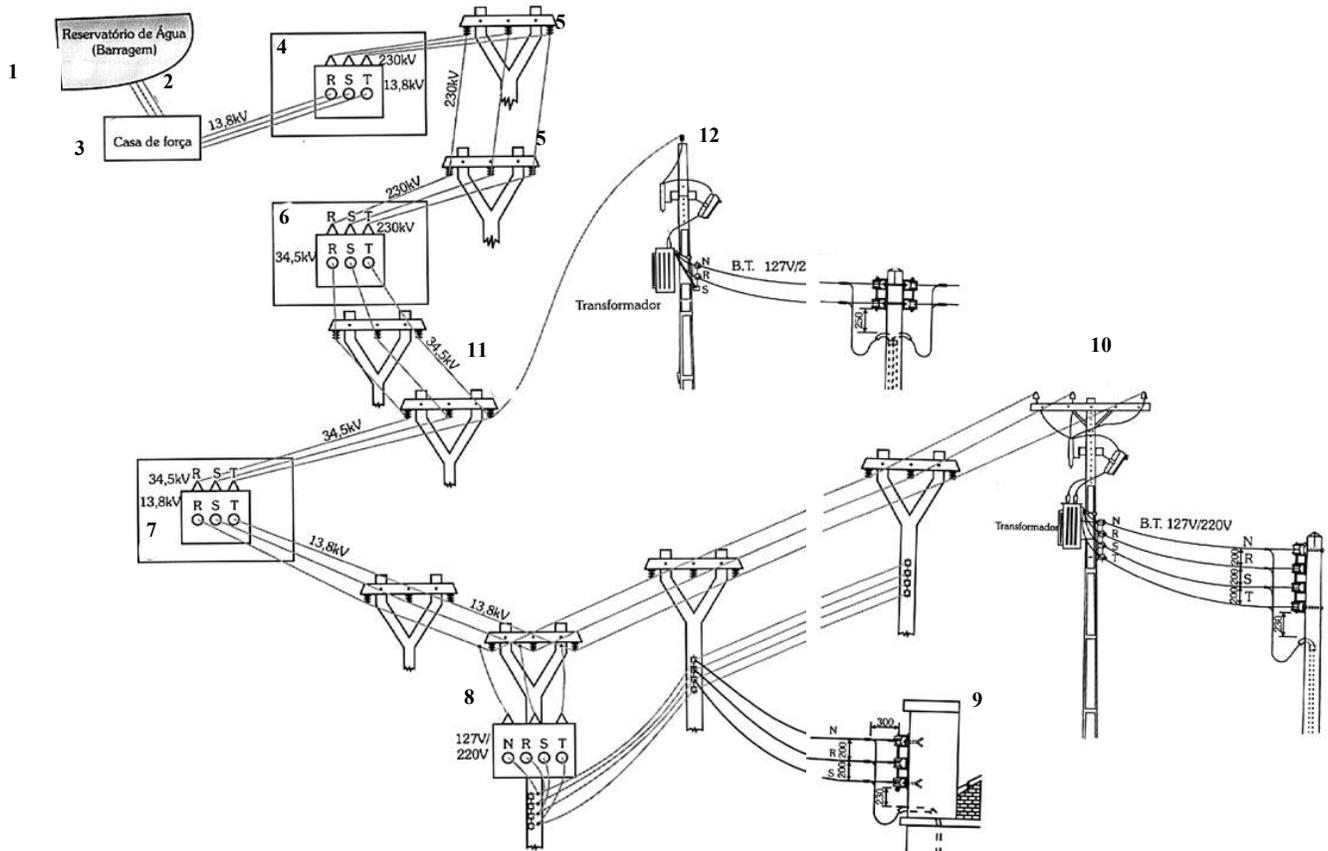
Assim sendo, a energia elétrica desenvolve-se em quatro fases fundamentais:

- ♦ Geração (produção)
- ♦ Transmissão
- ♦ Distribuição
- ♦ Utilização

Podemos ter várias formas de geração de energia elétrica. A forma mais econômica de produção de grandes quantidades de energia elétrica se utiliza da energia mecânica da rotação de eixos de turbinas que movimentam os grandes geradores.

Para movimentar o eixo das turbinas, podemos utilizar vários tipos de fontes, como a queda d'água (hidráulica), a propulsão a vapor (térmica), utilizando-se da queima de combustíveis (gasolina, diesel, carvão) e pela fissão de materiais como o urânio ou tório (nuclear).

Quando da construção de uma usina, primeiramente, devem-se levantar indicadores (econômicos, técnicos, ecológicos e sociais), para posteriormente fazer a opção de qual tipo de usina vai ser construído naquele local. Observando o desenho logo abaixo, vamos descrever o caminho percorrido pela energia, desde a sua geração até o ponto de consumo.



### 2.8.1. Legenda

1 – Barragem	2 - Conduitos Forçados	3 - Casa de Força
4 - Subestação Elevadora	5 - Torres de Transmissão	6 - Subestação Abaixadora
7 - Subestação de Distribuição	8 - Postos de Transformação para Baixa Tensão	9 - Consumidor Residencial
10 – Consumidor Industrial	11 – Derivação para Distribuição Rural	12 – Consumidor Rural

## 2.9. Barragem

Em função da quantidade de energia elétrica a ser gerada, escolhe-se o melhor lugar para a construção da barragem, levando-se em consideração o clima da região, a vazão d'água do rio, a topografia do local, o tipo de rocha e a facilidade de deslocamento de materiais de construção até a obra.

## 2.10. Conduitos Forçados

O conduto forçado sai da barragem e vai até a turbina acoplada ao gerador na casa de força, sendo que este varia de diâmetro e comprimento em função da potência da turbina acoplada ao gerador.

## 2.11. Casa de Força

Os condutores forçados entram na casa de força, e cada conduto vai a uma turbina, que por sua vez está acoplada a um gerador.

Para gerar energia, internamente nas máquinas são instalados eletroímãs. Sabemos que toda vez que há o movimento de um condutor ao redor de um ímã, nas extremidades desse condutor surge uma diferença de potencial (energia). A quantidade de energia gerada (conseguida) na extremidade dos condutores depende do tamanho dos eletroímãs, da quantidade e seção dos condutores instalados dentro do geradores. Desta forma, você pode adquirir geradores comerciais que variam de pequenas potências, e tensões, como 127, 220, 380 volts.

Desta forma, o tamanho do gerador (ou geradores) é calculado em função da quantidade de energia que vai ser gerada para atender a certa região ou comunidade. Segundo a CELPE, a tensão comercial gerada e fornecida na saída dos geradores é trifásica de 6,9 KV e 13,8 KV, com valores bem elevados de corrente e potência.

## 2.12. Subestação Elevadora

Como os geradores são para potências elevadas (Mega Watts) e a tensão comercial gerada é razoavelmente baixa (Kilo Volts), a corrente elétrica no gerador é de grande intensidade. Por fatores econômicos é construída perto da geração a subestação elevadora.

Dentro desta subestação, são colocados os transformadores elevadores, que recebem dos geradores as tensões de 6,9 KV ou 13,8 KV e elevam-nas para as tensões de transmissão que são de 69 KV, 138 KV, 230 KV, etc. Como a corrente produzida (pelos geradores) é muito alta, inviabilizando o transporte até os centro de consumo, eleva-se a tensão (consequentemente, diminuindo a corrente) para que possamos fazer a transmissão dessa energia a longas distâncias através de torres de transmissão, com bitolas de condutores mais finas.

## 2.13. Subestação Abaixadora

Pelas torres de transmissão, essa energia é transportada até os centros de consumo. A energia chega em uma subestação abaixadora, onde recebe os valores de tensão de 69 KV, 138 KV, 230 KV, etc. e através de transformadores, abaixa para os valores de “tensão de distribuição” de 34,5 KV e 13, 8 KV. Essas tensões seguem até as subestação de distribuição.

## 2.14. Subestação de Distribuição

Da subestação de distribuição, os condutores saem e seguem para a distribuição urbana (cidade) em 13,8 KV. Nas ruas, de trechos em trechos, conforme o consumo e em função da quantidade de consumidores, são instalados transformadores nos postes da concessionária, que reduzem a tensão de 13,8 KV, para a baixa tensão em 110 ou 220 volts (padrão da Celpe) para utilização residencial ou industrial.

Segundo a Norma Brasileira, as tensões são subdivididas em quatro níveis:

- ♦ Baixa Tensão: vai até 1000V
- ♦ Média Tensão: acima de 1000V até 72.500V
- ♦ Alta Tensão: acima de 72.500 até 242.000V
- ♦ Extra-Alta Tensão: acima de 242.000V

### 3. Eletricidade

*“Eu sou a força inesgotável que move grandes máquinas, forneço luz que concorre até mesmo com a do Sol, aqueço e também esfrio; sou o sopro invisível que conduz mensagens e sons a todos os recantos do mundo; sou o impulso poderoso que arrasta locomotivas, rápidos veículos e barcos enormes. Com o meu auxílio, o homem domina a Terra, sulca os ares, baixa ao fundo do mar, penetra até as entranhas do nosso planeta. Sob minha influência maravilhosa, os motores palpitam, os corpos unem-se e volatizam-se, forjo e ligo os metais mais resistentes. Meus poderio é incalculável, porém submisso ao homem, que conhece meus segredos; sob sua sábia direção levo a civilização até os mais recônditos confins do mundo; sou a base do progresso: eu sou a eletricidade...”*

No capítulo anterior, tivemos a oportunidade de conhecer os diversos tipos de **energia**, bem como os **processos de produção e transformação**.

Vimos que todas as formas de **energia**, a **eletricidade**, ou **energia elétrica**, é uma das mais versáteis, pois se transforma com muita facilidade e eficiência em muitas outras modalidades.

Conhecemos também as usinas hidrelétricas, transmissão, distribuição, seus equipamentos e os serviços que a eletricidade presta ao homem, mas nada foi dito quanto à essência dessa modalidade de energia, ou seja, quais as partículas que de fato determinam seu comportamento.

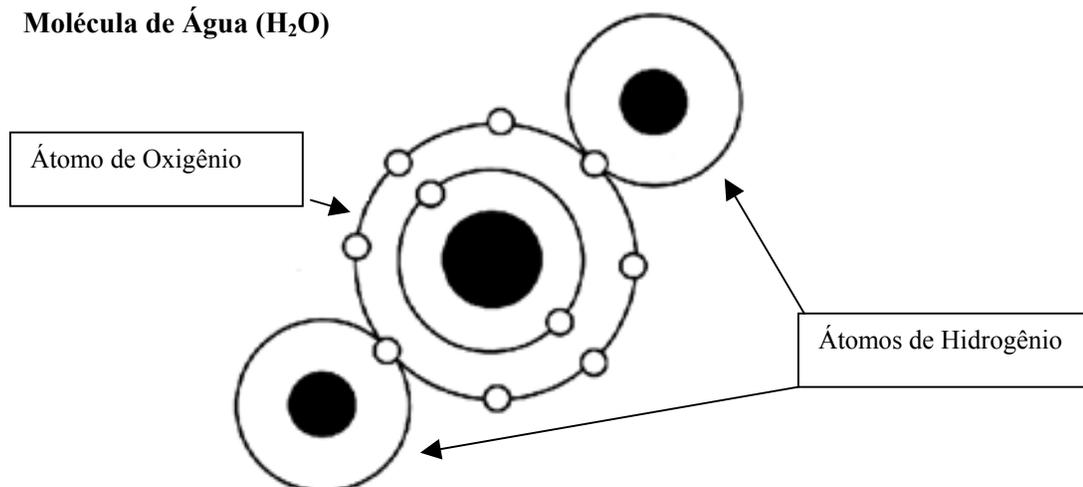
#### 3.1. Estrutura Atômica

O estudo da **eletricidade** ficará mais fácil se partirmos dos conceitos básicos do estudo da **matéria**.

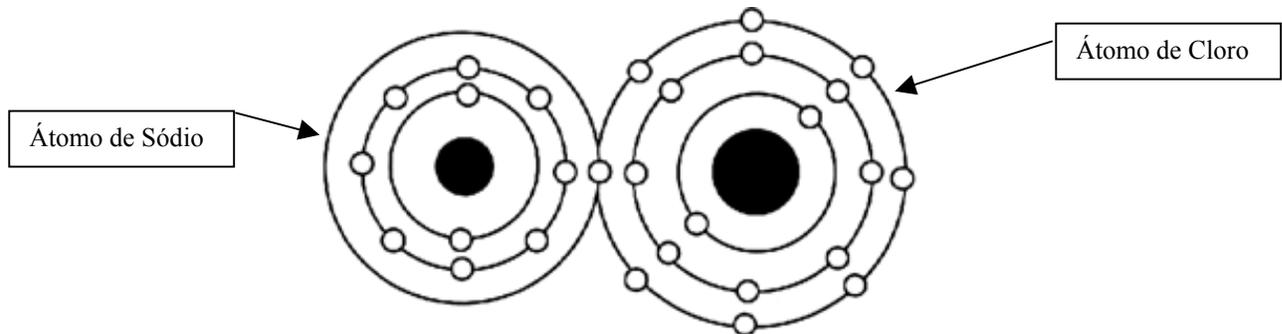
Tudo que existe no **universo**, desde estrelas e planetas situados nos pontos mais afastados, até a menor partícula de poeira, é constituído de matéria, que pode se apresentar das mais variadas formas.

Por outro lado, a menor parte da **matéria**, sem que a mesma perca suas características originais é denominado **molécula**.

##### Molécula de Água (H<sub>2</sub>O)



## Molécula de Sal (NaCl)



Quando dividimos ainda a molécula temos os **átomos**, que vem do grego: indivisível. E com muitos estudos descobriram que o significado não condiz com o assunto pois a indivisibilidade de um átomo é falsa, podemos dividi-lo e entramos nos méritos da energia atômica e nuclear.

Ante de falarmos sobre os conceitos que envolverão o nosso curso, é importante nós conhecermos a menor parte de qualquer “coisa”, ou seja: matéria.

**Matéria:** É tudo aquilo que ocupa lugar no espaço. Toda matéria é composta por elementos básicos que representam a menor parte desta mesma matéria, estes elementos básicos são chamados de átomos.

**Átomo:** Menor parte de uma matéria, estrutura indivisível de uma matéria. O átomo é formado pelos seguintes elementos: Prótons, Nêutrons e Elétrons.

**Prótons:** Está localizado no núcleo do átomo. Possui carga elétrica positiva (+).

**Nêutrons:** Está localizado também no núcleo do átomo porém não possui carga elétrica.

**Elétrons:** Está localizado em uma região chamada eletrosfera. Possui carga elétrica negativa (-). Os elétrons distribuem-se na eletrosfera de forma ordenada, em sete camadas, da seguinte forma.

K = 2 elétrons

L = 8 elétrons

M = 18 elétrons

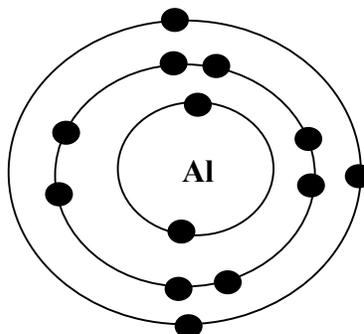
N = 32 elétrons

O = 32 elétrons

P = 18 elétrons

Q = 8 elétrons

Por exemplo: o átomo de alumínio possui 13 elétrons e estão distribuídos da seguinte forma:



**Obs.:** A última camada do átomo não pode ter mais que 8 elétrons. Esta camada é chamada de valência e é responsável pela ligações químicas entre os átomos (ligação molecular).

Os átomos encontrados na natureza estão equilibrados e por isso possuem número de prótons igual ao número de elétrons.

### Substância Simples

São aquelas formadas por um único tipo de átomo.

Exemplo: ferro, alumínio, oxigênio, etc...

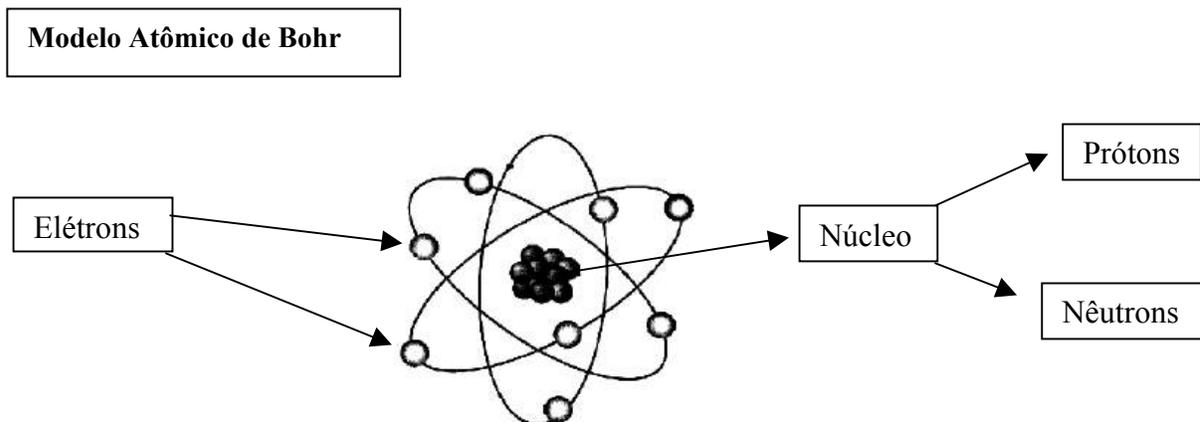
### Substância Composta

São formadas por mais de um tipo de átomo.

Exemplo: água, gás carbônico, etc...

A disposição das partículas do átomo (prótons, nêutrons e elétrons), conforme a teoria atômica, foi proposta pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885 – 1962) que caracteriza uma semelhança muito grande como o nosso sistema solar, ou seja:

- O **Núcleo**, representa o Sol, e é constituído por prótons e nêutrons
- Os **Elétrons** giram em volta do núcleo em órbitas planetárias:



Os **elétrons** que giram em órbitas mais externas do átomo, são atraídos pelo núcleo com menor força do que os elétrons das órbitas mais próximas. Estes **elétrons** mais afastados são denominados **elétrons livres**, e podem, com muita facilidade, desprender-se de suas órbitas.

Devido a esta característica, podemos dizer que...

---

*... os elétrons livres sob uma tensão elétrica darão origem à corrente elétrica*

---

A facilidade ou a dificuldade de os elétrons livres se libertarem ou se deslocarem de suas órbitas determina...

---

*...a condutibilidade elétrica da matéria ou substância*

---

Ou seja:

Se os elétrons se libertarem com facilidade de suas órbitas, como é o caso dos metais como o ouro, a prata, o cobre, o alumínio, a platina, etc... são denominados...

---

*...condutores elétricos*

---

Entretanto, se os elétrons têm dificuldade de se libertarem de suas órbitas, isto é, estão “presos” ao núcleo, como é o caso do vidro, cerâmica, plástico, baquelite, etc., são denominados...

---

*...isolantes elétricos*

---

**Obs:** Condutores e isolantes serão discutidos mais adiante.

### **3.2. Exercício de Fixação**

1. O que é energia ?
2. Cite algumas formas de se produzir energia elétrica
3. Classifique as tensões
4. Explique:
  - Matéria
  - Átomo
  - Prótons
  - Nêutrons
5. O que são elétrons livres e qual a importância destes ?
6. Qual é o ponto fundamental que define se um material é condutor ou isolante ?
7. Descreva a função de uma Subestação Elevadora
8. Descreva a função de uma Subestação Abaixadora
9. Descreva a função de uma Subestação de Distribuição
10. Comente sobre o modelo de Niels Bohr, que analogia ele faz ?

## 4. Carga Elétrica

A carga elétrica foi descoberta por volta do ano 600 A.C. Nesta época descobriu-se que ao atritar uma resina (âmbar amarelo) numa substância seca (pele de gato) a resina adquiria uma propriedade de atrair corpos leves como pedaços de palha.

O nome elétrica vem da palavra grega **ELEKTRON** que significa âmbar amarelo, o nome da resina que tinha a propriedade descrita acima.

Para explicar essa propriedade, considerou-se que pelo atrito os corpos passavam a possuir algo que lhes atribuía tal condição. A esse algo que era adquirido deu-se o nome de carga elétrica. Esse conceito é tão abstrato como o tempo, a temperatura e outros conceitos naturais, isto é, não se pode definir carga elétrica. O que podemos é garantir a sua existência pelo seu efeito.

### 4.1. Tipos de Carga

Ao atritarmos dois corpos estaremos gerando dois tipos de cargas. As cargas positivas (prótons) e as cargas negativas (elétrons). Daí tira-se o conceito que cargas de sinais iguais se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem.

O Exemplo você pode fazer em casa. Atrite um pente em um pedaço de papel ou passe-o no seu cabelo várias vezes e aproxime de pequenos pedaços de papel. Rapidamente os pedaços de papel irão agarrar no pente e podemos concluir que a carga que o pente adquiriu com o atrito é oposta a carga do papel.

Tais conclusões levam a confirmação de que quando atritarmos um corpo em outro há uma passagem de partículas de um para outro de forma que aquele que recebe torna-se mais carregado que anteriormente.

### 4.2. Sinais Representativos das Cargas

Foi convencionado que os sinais das cargas elétricas seria o seguinte:

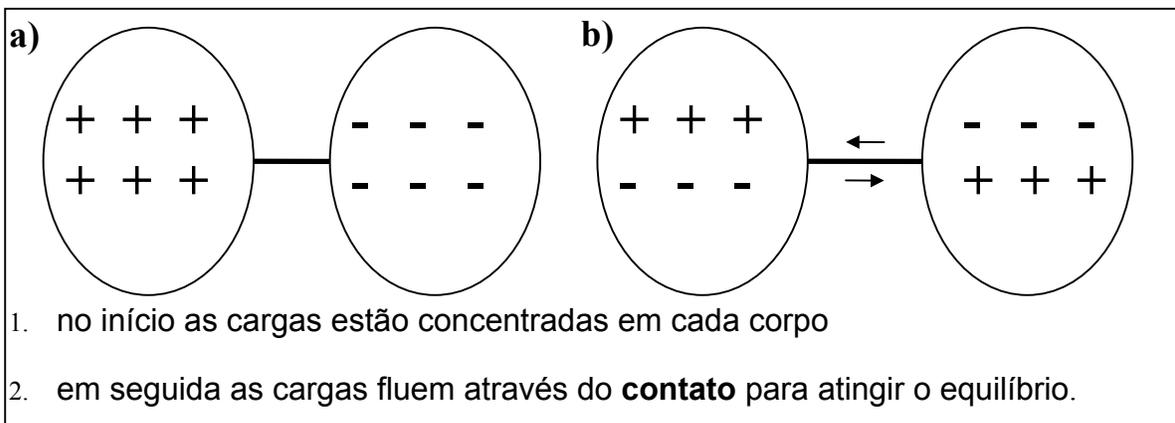
Cargas Positivas: **+**

Cargas Negativas: **-**

### 4.3. Equilíbrio das Cargas

Quando dois corpos carregados entram em contato, as cargas destes corpos tendem a entrar em equilíbrio.

Veja o exemplo abaixo



#### 4.4. **Bons Condutores e Maus Condutores**

Há substâncias que manifestam uma propriedade de permitir com grande facilidade o deslocamento de cargas elétricas por seu interior. A essas substância dá-se o nome de **Bons Condutores** (condutores). Outras, por sua vez, dificultam a passagem de cargas elétricas, sendo consideradas como Maus Condutores (isolantes).

No exemplo acima o que chamamos de contato (tópico 4.3) seria perfeitamente um Bom Condutor.

##### **Exemplos de Bons Condutores:**

Ouro,  
prata,  
bronze,  
cobre,  
aço,  
ferro  
entre outros metais.

##### **Exemplos de Maus Condutores:**

Borracha,  
plástico,  
cortiça,  
couro,  
madeiras,  
etc...

**Obs.:** Quem define se um material é um condutor ou isolante é justamente a última camada, assim:

**De 1 a 3 elétrons: condutor**

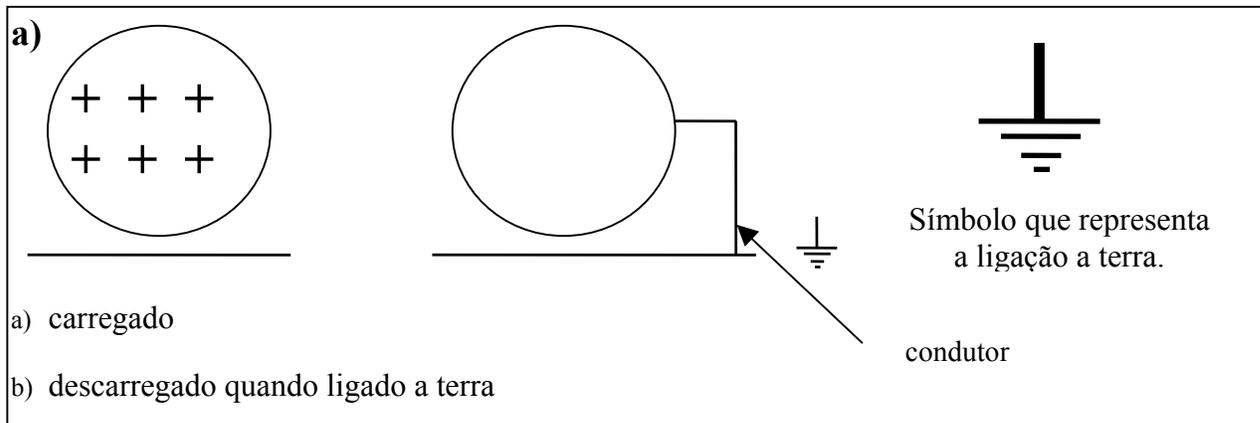
**De 5 a 8 elétrons: isolante**

**4 elétrons: semicondutor**

### 5. Ligação a Terra

Uma propriedade importante é a neutralidade da Terra. Todo corpo eletrizado quando colocado em contato com a terra torna-se “descarregado”, isto é, neutro.

Outra propriedade é que toda carga tende a ir para a terra e com base nisto é que poderemos utilizá-la na nossa vida diária como veremos mais a frente.



## 6. Grandezas Elétricas

Antes de falarmos sobre Grandezas Elétricas, precisamos definir primeiramente o que é grandeza.

### 6.1. Grandeza:

É tudo aquilo que pode ser medido.

Por exemplo: Área (metro quadrado, quilômetro quadrado)

Comprimento (centímetro, metro, quilômetro)

### 6.2. Grandezas Elétricas:

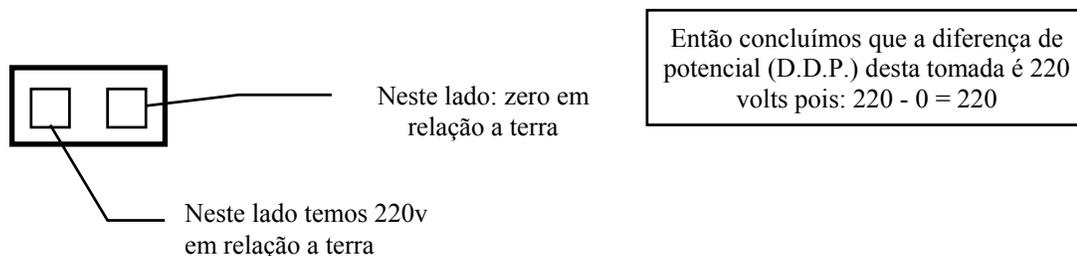
São grandezas que provocam ou são provocadas por efeitos elétricos, ou ainda que contribuem ou interferem nestes efeitos.

### 6.3. 1ª Grandeza Elétrica: Diferença de Potencial (D.D.P.)

Os corpos carregados possuem uma quantidade de cargas elétricas que lhe dão maior ou menor intensidade. Justamente por essa quantidade de cargas é que se pode dizer se um corpo está mais ou menos carregado que outro. Naturalmente essa comparação deve ser feita entre corpos com cargas de mesmo sinal. Essa propriedade de estar mais ou menos carregado é chamada de **Potencial Elétrico**.

Exemplo:

Na tomada de nossa casa, dizemos que tem 220 volts. Mais na verdade você está falando da diferença de potencial que existe entre os pólos da tomada. Veja:



A unidade de medida da Diferença de Potencial é o **Volt (v)**

A Diferença de Potencial é conhecida como: D.D.P., Tensão Elétrica e Tensão Nominal, Força Eletromotriz (FEM) ou ainda voltagem

O Aparelho utilizado para medir a Diferença de Potencial é o **Voltímetro**.

Símbolo do Voltímetro:



**Obs.:** A voltagem se mede em paralelo

### 6.3.1. Múltiplos do Volt

QUILOVOLT: abreviada pela letra **KV**

Um Quilovolt (**1 KV**) equivale a **1.000 V**.

$$1KV = 1000V$$

Para converter Quilovolt em volt, deve-se **multiplicar** o valor em Quilovolt por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em volts.

Ex.: Converter 13,8 KV em volts (V)

$$13,8 \times 1000 = 13800 \text{ V}$$

Para converter volts (V) em Quilovolts (KV), deve-se dividir o valor dado em volts por mil.

Ex.: Converter 13800 V em KV

$$13800 / 1000 = 13,8 \text{ KV}$$

### 6.3.2. Submúltiplos do Volt

MILIVOLT: abreviada por mV

Um Milivolt (mV), equivale a 0,001V

$$1mV = 0,001V$$

Para converter Milivolts em Volts, deve-se **dividir** o valor dado em Milivolts (mV) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em Volts.

Ex.: Converter 400mV em V

$$400 / 1000 = 0,4 \text{ V}$$

Para converter Volts em Milivolts deve-se **multiplicar** o valor dado em Volts (V) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em Milivolts (mV).

Ex.: Converter 2V em mV.

$$2 \times 1000 = 2000mV$$

## 6.4. 2ª Grandeza Elétrica: Corrente Elétrica

A movimentação ordenada de cargas elétricas provocada pela diferença de potencial é chamada de Corrente Elétrica. Podemos dizer também que quando as cargas se movimentam se tem a Corrente Elétrica.

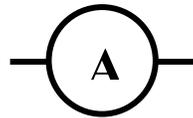
Tal movimentação procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo magnético ou outros meios (reação química, atrito, etc.). O elétron que se deslocou é recompletado pelo elétron de outro átomo a fim de que o equilíbrio seja restabelecido.

Se fizermos uma analogia de uma instalação hidráulica, compreenderemos melhor o fenômeno.

Imaginemos dois tanques cheios d'água, sendo um mais cheio que o outro. Se ligarmos esses dois tanques por um cano (condutor de água), pela diferença de nível de água (diferença de potencial) haverá um fluxo d'água do tanque mais cheio para o tanque mais vazio até que os níveis sejam iguais (mesmo potencial).

- ♦ A unidade de medida da Corrente Elétrica é o Ampère (A) ou (i)
- ♦ A Corrente elétrica é também conhecida por Amperagem
- ♦ Aparelho utilizado para medir a Corrente Elétrica é o Amperímetro.

Símbolo do Amperímetro:



**Obs.:** A corrente só pode ser medida em série. Com um amperímetro em mãos e uma tomada simples (bipolar) não é possível medir corrente, só seria possível com o auxílio de um circuito em série. Se você tentar medir colocando as ponteiros do multímetro na tomada, eu lhe garanto, será uma experiência EXPLOSIVA !!!

### 6.4.1. Múltiplos do Ampère

QUILOAMPERE: Abreviado pelas letras KA.

Um Quiloampere (1 KA) é igual a 1000 A.

$$1KA = 1000A$$

Para converter Quiloampere em Ampère deve-se **multiplicar** o valor dado em Quiloampere (KA) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em Ampère (A).

Ex.: Converter 2,5 KA em A.

$$2,5 \times 1000 = 2500A.$$

Para converter Ampère em Quiloampere, deve-se **dividir** o valor dado em Quiloampere (KA) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em Ampère.

Ex.: Converter 2000A em KA

$$2000 / 1000 = 2KA.$$

### 6.4.2. Submúltiplos do Ampère

MILIAMPÈRE: abreviada por mA

Um Miliampère (mA), equivale a 0,001A

$$1\text{mA} = 0,001\text{A}$$

Para converter Miliampère em Ampères, deve-se **dividir** o valor dado em Miliampères (mA) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em Ampères.

Ex.: Converter 400mA em A

$$400 / 1000 = 0,4 \text{ A}$$

Para converter Ampères em Miliampères deve-se **multiplicar** o valor dado em Ampères (A) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em Miliampères (mA).

Ex.: Converter 2A em mA.

$$2 \times 1000 = 2000\text{mA}$$

### 6.4.3. Tipos de Corrente Elétrica

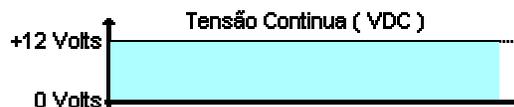
O sentido da corrente é definido pela direção em que os elétrons se movimentam. A corrente pode ser classificada em relação a movimentação de seus elétrons em corrente alternada e corrente contínua.

#### 6.4.3.1. Corrente Contínua (CC ou DC)

Quando as cargas elétricas se movimentam em uma só direção temos a Corrente Contínua. - C.C. ou DC (Direct Current). Podemos observar o movimento global da cargas de um corpo na mesma direção e sentido em um dado momento. Quando esse movimento de cargas é sempre no mesmo sentido, surge no corpo uma corrente elétrica contínua, conhecida como CC. É exatamente o tipo de corrente fornecido por uma pilha de lanterna, bateria de automóvel e a fonte de alimentação do computador. Os circuitos integrados das placas dos computadores trabalham sob uma alimentação de CC.

A **Voltagem de Corrente Contínua** (VCC) ou DCV (Direct Current Voltage) é quem realmente alimenta a maioria dos equipamentos eletro-eletrônicos, quando um equipamento é ligado na tomada de tensão VAC - Voltagem de Corrente Alternada (220/115), um circuito eletrônico chamado fonte de alimentação converter a tensão VAC em DCV que alimenta os circuitos eletrônicos em geral, outras formas de geração de energia contínua são as: Baterias (Carros, Telefone celulares, rádio comunicadores, etc.), Pilhas (rádios portáteis, brinquedos, etc. ) ou até mesmo a energia solar, entre outras. Observe que as baterias geralmente são carregadas tendo como origem a tensão VAC.

Observe o gráfico abaixo. Note que não há variação na tensão de CC.



Símbolos da Corrente Contínua e da Voltagem de Corrente Contínua:




DC
CC
VCC
DCV

**Obs.:** Note que na explicação acima, estamos tratando de duas grandezas que estão relacionadas diretamente: **Corrente Contínua** (CC ou DC), que é medida em ampères e **Voltagem de Corrente**

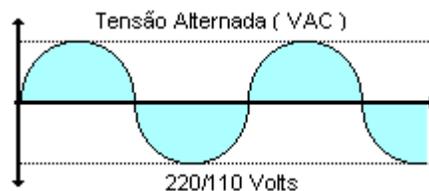
**Contínua** (VCC ou DCV) que é medida em volts. Uma trata do movimento dos elétrons (corrente) e a outra trata da diferença de potencial entre dois pontos (voltagem).

#### 6.4.3.2. Corrente Alternada (CA ou AC)

É definida como a corrente que não só varia de sentido, mas também em sua intensidade ao longo do tempo. Quando a movimentação dos elétrons varia de sentido em um determinado tempo, classificamos esta como Corrente Alternada – CA (ou AC: Alternate Current). A **Voltagem de Corrente alternada – VCA** (ou ACV: Alternat Current Voltage) é gerada no Brasil em sua grande parte pelas hidrelétricas que convertem a energia cinética da água em energia potencial, através do movimento de turbinas que transformam o efeito magnético em energia alternada, que é muito mais fácil de transportar por não ter grandes perdas na transmissão a longas distâncias.

Podemos representar a tensão alternada como **VAC**, você pode encontrar esta representação atrás da fonte do microcomputador ou de todos os equipamentos elétricos alimentados pela tensão alternada que possuem uma chave seletora de tensão **220/115 VAC**.

Observe o gráfico abaixo. Note que a variação é intensa e constante. Ora os elétrons se movimentam do positivo para o negativo, ora o contrário.



Existem equipamentos que não tem a chave seletora para fazerem a seleção de tensão automaticamente, mais ainda assim são alimentados pela tensão VAC, por exemplo: 220 – 110.

#### 6.4.4. Sentido da Corrente Elétrica

Quando falamos no sentido da corrente elétrica, estamos querendo definir em que direção as cargas elétricas estão se movimentando.

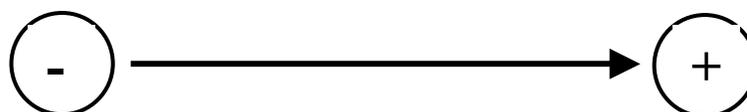
##### 6.4.4.1. Sentido Convencional

É o sentido usado para estudos na maioria dos livros técnicos. Neste sentido a corrente se desloca do positivo para o negativo.



##### 6.4.4.2. Sentido Real

Este é o sentido verdadeiro dos elétrons, do negativo para o positivo



### 6.4.5. Efeitos da Corrente Elétrica

Sempre que uma corrente elétrica atravessa um condutor aparecem certos fenômenos que são de extrema importância, principalmente quando se trata de computadores.

#### 6.4.5.1. Efeito Térmico

Qualquer condutor terá sua temperatura elevada quando sujeito a uma corrente elétrica. Esse efeito é explorado pelo homem em vários equipamentos como ferros elétricos, lâmpadas, chuveiro elétrico entre outros.

#### 6.4.5.2. Efeito Magnético

Ao ser atravessado por uma corrente elétrica um condutor gera ao seu redor um campo magnético. Essa propriedade é utilizada nos eletroímãs, campainhas, relês, etc...

## 6.5. 3ª Grandeza Elétrica: Resistência Elétrica

Podemos afirmar que dois tubos, um limpos e o outro obstruído por anteparos, deixarão diferentemente a água passar. A água terá mais “facilidade” de se deslocar pelo tubo limpo e mais “dificuldade” pelo tubo obstruído. Isso pode ser observado quando os canos de ferro começam a enferrujar e a diminuir o fluxo d’água em uma instalação hidráulica.

Assim como no exemplo do cano e da água vistos acima, a corrente elétrica ao passar por um condutor o faz com certa “dificuldade”.

Dependendo do material e das suas condições, a corrente terá um fluxo mais livre ou mais difícil. Certos materiais impõe maior dificuldade do que outros. A essa “dificuldade” que o material impõe à passagem da corrente chamamos de Resistência Elétrica. Todo material, por mais condutor que seja, oferece uma resistência à passagem da corrente. Os melhores condutores serão aqueles que terão a menor resistência e os piores condutores a maior resistência.

Quanto maior a resistência elétrica maior será o calor dissipado pelo condutor na passagem de uma mesma corrente. Essa propriedade da resistência é que tem levado a indústria de computadores a grandes pesquisas no sentido de diminuir ao máximo a resistência dos seus CI ( Circuitos Integrados). Esse calor dos “chips” é que provoca os grandes problemas físicos dos computadores e é a razão pela qual os equipamentos de informática devem trabalhar sob ar refrigerado. O objetivo é ao diminuir a temperatura do ar, tentar resfriar os circuitos integrados dos computadores.

- ♦ A unidade de medida da Resistência Elétrica é o ohms ( $\Omega$ ) Representado pela letra grega ômega.
- ♦ A Resistência Elétrica é também chamada de **Impedância** se o circuito for indutivo<sup>1</sup> e/ou capacitivo<sup>2</sup>.
- ♦ Aparelho utilizado para medir a Resistência Elétrica é o **Ohmímetro**.

<sup>1</sup> **Circuito Indutivo:** circuito dotado de bobinas.

<sup>2</sup> **Circuito Capacitivo:** circuito dotado de capacitores

**Obs.:** É justamente esta característica que são classificados os bons condutores e os maus condutores. Se a resistência do condutor for muito alta, classificamos como mau condutor, se a resistência for baixa, classificamos como bom condutor.

### 6.5.1. Lei de Ohm

As grandezas descritas são relacionadas pela lei de **Ohm** :

$$V = R \times I$$

**V** = diferença de potencial (d.d.p.)

**R** = resistência em ohms ( $\Omega$ )

**I** = corrente em ampères (A)

#### Exemplo 1

Queremos saber a (d.d.p.) de um equipamento que, através de uma resistência de 100ohms, estabelece uma corrente de 1 ampère.

#### Solução

$$V = R \times I$$

$$V = 100 \times 1 = 100V$$

#### Exemplo 2

Qual a corrente que circula através de um condutor de 10 ohms de resistência, quando em suas extremidades existe um equipamento de 110 “Volts” ?

#### Solução

$$V = R \times I$$

$$I = V/R$$

$$I = 110 / 10 = 11A$$

#### Exemplo 3

Queremos saber resistência oposta ao deslocamento de uma corrente de 5 ampères, quando existe uma ( d.d.p. ) de 220 “Volts” fornecida por uma fonte.

#### Solução

$$V = R \times I$$

$$R = V / I$$

$$R = 220 / 5 = 44\Omega$$

Em correntes alternadas há uma outra parcela de resistência que se opõe ao deslocamento dos elétrons a qual é conhecida como Reatância Indutiva ou Capacitiva. A soma vetorial das resistências e reatâncias é denominada Impedância. Em corrente contínua a resistência ôhmica dos condutores se opõe ao deslocamento dos elétrons.

## 7.4ª Grandeza Elétrica: Potência Elétrica (P)

Todo condutor sujeito a uma tensão é atravessado por uma corrente. Essa corrente que passa pelo condutor é capaz de produzir algum trabalho, assim como ocorre com os motores elétricos. **Essa capacidade de produzir trabalho é definida como Potência Elétrica** e normalmente é referenciada pela letra **P**. Apesar dos nomes serem parecidos não devemos confundir potência elétrica com potencial elétrico. Relembrando, o *potencial elétrico é determinado pela quantidade de cargas elétricas acumuladas e a potência elétrica é a capacidade de produzir trabalho da corrente que passa por um condutor*. Um determinado equipamento terá uma potência maior ou menor de acordo com a sua capacidade de produzir mais ou menos trabalho elétrico.

- A unidade de medida da Potência Elétrica é o Watt (**W**)
- O Aparelho utilizado para medir a Potência Elétrica é o **Wattímetro**.

### 7.1. Múltiplos do Watt

QUILOWATTS: Abreviado pelas letras KW.

Um Quilowatt (1 KW) é igual a 1000 W.

$$1KW = 1000W$$

Para converter Quilowatt em watt deve-se **multiplicar** o valor dado em Quilowatt (KW) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em watt (W).

Ex.: Converter 2,5 KW em W.

$$2,5 \times 1000 = 2500W.$$

Para converter watt em Quilowatt, deve-se **dividir** o valor dado em Quilowatt (KW) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em watt.

Ex.: Converter 2000W em KW

$$2000 / 1000 = 2KW.$$

### 7.2. Submúltiplos do Watt

MILIWATT: abreviada por mA

Um Miliwatt (mW), equivale a 0,001W

$$1mW = 0,001W$$

Para converter Miliwatt em watt, deve-se **dividir** o valor dado em Miliwatt (mW) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em watt.

Ex.: Converter 400mW em W

$$400 / 1000 = 0,4 W$$

Para converter watt em Miliwatt deve-se **multiplicar** o valor dado em watt (W) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em Miliwatt (mW).

Ex.: Converter 2W em mW.

$$2 \times 1000 = 2000mW$$

### 7.3. Medida da Potência Elétrica em VA

A potência elétrica é medida em “Watts” e referenciada pela letra **W**. O “watt” é a potência gerada por uma corrente de 1 A, passando por um condutor submetido a uma tensão de 1 V. A potência é utilizada para determinar o consumo de energia dos equipamentos.

As unidades múltiplas do “watt” que serão mais utilizadas são o “KiloWatt” kW e o “MiliWatt” mW. Pode-se, também, representar a potência pela unidade **VA**, isto é “Volt-Ampère”. Essa unidade de potência é bastante utilizada pelos eletricitistas e veremos mais a frente neste tópico.

A potência serve para avaliarmos o consumo de energia elétrica de uma dada situação.

**Ex.:**

Necessitamos saber se um determinado transformador suporta a carga de um computador, uma impressora e um monitor colorido.

**Solução :**

Devemos, primeiramente, avaliar a potência total desses equipamentos e em seguida verificar a potência de trabalho do transformador. Se este for maior que a soma das potências dos equipamentos então poderemos utilizá-lo.

### 7.4. Carga média dos principais equipamentos

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA em VA
Monitor Color 14 ou 15	100
Monitor Color 17 ou 21	160
Impressora Matricial	200
Impressora Jato de Tinta	100
Impressora laser	600
Hub 24 Portas	170
PC + Monitor Color 14 ou 15	300
Scanner de Mão	30
Scanner de Mesa	100
Plotter Colorido	100

**Recordando...** O Watt é a potência gerada por uma corrente de um ampère passando por um condutor sujeito a uma tensão de 1 volt.

**Ou seja:**

$$P = V \times I$$

Por sua vez o volt (v) é obtido pela relação entre a Resistência Elétrica medida em ohms e a amperagem.

**Ou seja:**

$$V = R \times I$$

Se fizermos as devidas relações matemáticas teremos:

$$P = V \times I \quad \text{e} \quad V = R \times I$$

$$\text{Então: } P = R \times I \times I$$

$$P = R \times I^2$$

Resumindo estaremos a partir de agora trabalhando com as seguintes fórmulas e suas devidas relações matemáticas:

$$P = V \times I \quad - \quad V = R \times I \quad - \quad P = R \times I^2$$

Só para exercitar um pouco estas fórmulas vamos fazer o exercício abaixo:

### 7.5. EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

- 1º Qual a potência de um liquidificador que usa 220v de tensão e corrente de 1,2A ?
- 2º Qual a voltagem que um rádio tem quando usa uma resistência de 220  $\Omega$  e amperagem de 1,4A ?
- 3º Qual a potência de um chuveiro elétrico que tem 220 $\Omega$  de resistência e corrente de 4A?
- 4º Qual a resistência elétrica de um brinquedo que usa corrente de 220v e corrente de 2A ?
- 5º Qual a corrente que uma batedeira usa para funcionar quando a sua resistência é de 4 $\Omega$  e sua potência elétrica é de 100W ?
- 6º Qual a tensão de uma geladeira que tem 200W de potência e usa uma corrente de 1,12 A ?
- 7º Qual a potência em W de uma impressora que tem tensão de 220v e corrente de 0,9A ?
- 8º Quantos watts 5 computadores de tensão 240v e amperagem de 1,2 a penduram em um estabilizador.

### 7.6. Potência em KVA

É importante que se faça uma abordagem especial sobre essa unidade, pois quando se fala de equipamento elétrico, principalmente quando se trata de fontes de alimentação, a unidade de potência utilizada é o KVA (QuiloVolt-Ampère). A unidade em KVA é obtida através da seguinte fórmula.

$$\mathbf{KVA} = \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{450}}$$

**A origem desta fórmula é a seguinte:**

A medida em VA está relacionada com a potência através de duas outras grandezas: o fator potência e o rendimento. O fator potência é sempre menor que 1 (um) e maior que 0 (zero) dependendo do equipamento. Por medida de segurança usamos como valendo 0,5 que atenderá a todos ou a grande maioria dos casos relacionados a informática.

O rendimento é uma valor também entre 1 (um) e 0 (zero) e também varia de um equipamento para outro. Como segurança, usamos pela mesma razão que o fator de potência o valor 0,9 para o rendimento.

Assim temos a fórmula que relaciona a potência em Watts com a potência em kVA:

$$\mathbf{Medida\ em\ VA} = \frac{\mathbf{Medida\ em\ Watts}}{\mathbf{Fator\ de\ Potência\ x\ Fator\ rendimento}}$$

De acordo com os valores estipulados por segurança temos:

$$\mathbf{Medida\ em\ VA} = \frac{\mathbf{Medida\ em\ Watts}}{\mathbf{0,5\ x\ 0,9}} = \frac{\mathbf{Medida\ em\ Watts}}{\mathbf{0,45}}$$

**Exemplo:**

Qual a potência do estabilizador que devo comprar para ligar um micro computador que usa uma fonte de 300W em seu gabinete junto com o monitor que tem 150 W ?

Para resolvermos este difícil problema faremos os seguintes passos:

1° Somaremos as duas potências:

$$300W + 150W = 450W$$

2° Agora transformaremos para KVA

$$\mathbf{KVA} = \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{450}} \quad \therefore \quad \frac{\mathbf{450W}}{\mathbf{450}} = \mathbf{1.0\ KVA.}$$

Simple, não ?

**Obs.:** Se você quiser fazer os cálculos de qualquer aparelho basta olhar o manual que o acompanha ou olhar na traseira deles que com certeza você irá encontrar os dados que você precisa para obter a potência tanto em watts como em KVA.

## 7.7. Exercícios de Fixação

1º Explique o que você entende por Carga Elétrica

2º Cite os tipos de Carga Elétrica com seus respectivos sinais

3º Explique o equilíbrio das cargas elétricas

4º Faça um breve relatório sobre: Bons Condutores e Maus Condutores.

5º O que define se um material é condutor ou isolante ? Cite a tabela

6º Quando um corpo carregado entra em contato com a terra o que acontece ? Porque ?

7º Cite as particularidades sobre: Terra

5º Sobre D.D.P

- Defina
- Sua Unidade de Medida
- Qual aparelho utilizado para medi-la. (Desenhe seu símbolo)
- Como também é chamada
- Cite seus múltiplos

6º Sobre Corrente Elétrica:

- Defina
- Quais os tipos existentes (Desenhe os respectivos gráficos)
- Sua Unidade de Medida
- Seus efeitos
- E Qual o seu sentido
- Qual aparelho utilizado para medi-la (Desenhe seu símbolo)
- Quais os seus múltiplos
- Que símbolos representam esta grandeza elétrica

7º Sobre Resistência Elétrica

- Defina
- Sua Unidade de Medida

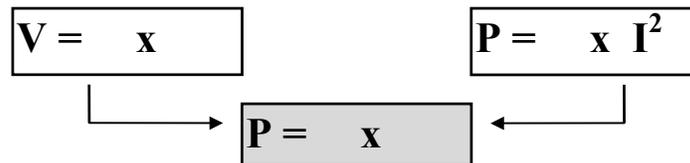
- Qual aparelho utilizado para medi-la (Desenhe seu símbolo)
- Cite a lei de OHM

8º Sobre Potência

- Defina
- Sua Unidade de Medida
- Como faz para medi-la ?
- Qual aparelho utilizado para medi-la
- Cite seus múltiplos

9º Em que tipo de unidade de medida devemos trabalhar em relação a Potência e por que ?

10º Complete as devidas relações entre: Potência X Resistência X Amperagem e Voltagem:



11º Sabendo que uma impressora jato de tinta tem tensão de 110 V e uma corrente de 0,85 i, qual a sua potência dada em Kva?

12º Uma empresa de transportes urbanos está instalando uma rede de microcomputadores. Esta se compõe de 01 Servidor AMD Athlon 1Ghz com fonte de 400 Watts e um monitor colorido com tensão nominal de 240V e uma corrente de 1,7 A, 05 estações PENTIUM III 850 Mhz com tensão nominal de 230 V e corrente de 0,8 A, todos com monitores de 180 Watts. Qual a potência do Estabilizador em KVA ?

13º Um escritório deseja montar um CPD e para isso adquiriu um computador PENTIUM III com fonte de 300W, um monitor de 17" com tensão nominal de 240v e corrente de 0,8A , uma impressora a laser com uma tensão de 230v e corrente de 6A e uma impressora jato de tinta com potência de 100W. Calcule a potência do estabilizador em VA.

14º) Você foi contratado(a) para dimensionar a potência de um estabilizador que deverá suportar 12 computadores Pentium II de 500 Mhz cujas fontes são de 500 W, monitor de 17" Svga com tensão de 220 V e corrente 1,31 i, 04 impressoras matriciais de 80 colunas com tensão de 110 e corrente 0,23 e uma copiadora com tensão de 220 e corrente 4,3 i. Qual a potência do estabilizador em Kva?

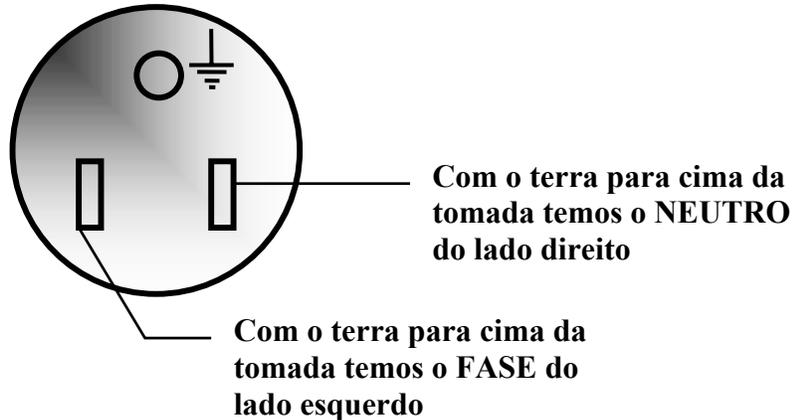
14º) Qual a potência de um estabilizador que deve suportar 23 computadores Pentium MMX 233 Mhz com fontes de 350 W, monitores Svga de 14" cuja tensão é de 110 V e a corrente 1,2, e uma impressora Jato de tinta para cada um com corrente de 0,53 A e tensão de 110 V ?

## 8. Polarização da Tomada Tripolar

Antes de começarmos a tocar no assunto aterramento, é necessário termos o conhecimento da polarização da tomada, pois é nela que iremos fazer o cálculo de aterramento.

A tomada que usamos para o computador é chamada de **tomada tri-polar** ou também chamada de tomada 2P+T (2 pólos mais terra).

Vamos agora polarizá-la, ou seja, colocar os fios fase, terra e neutro no local correto. Usaremos aqui a convenção da **ABNT** (Associação Brasileira de Normas Técnicas).



## 9. Circuito Elétrico

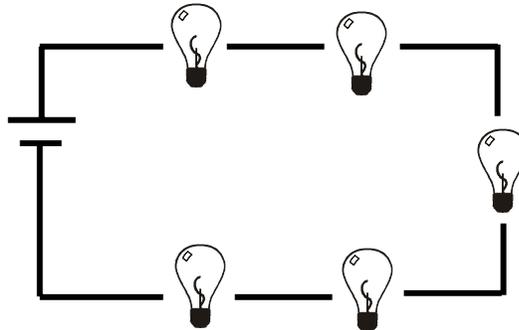
É o caminho fechado por onde circula a corrente elétrica. Se dividem em circuito em série e circuito paralelo.

É composto de :

- Fonte Geradora
- Condutor
- Consumidor
- Dispositivos de Proteção

### 9.1. 11.1 - Circuito em Série

É aquele no qual todos os elementos se encontram interligados em série com a fonte de energia.



Um bom exemplo desse tipo de ligação, é aquele de cordões para iluminação para árvores de Natal.

Numa ligação em série a potência total da fonte na qual está ligada o circuito, é dividido entre os componentes que compõe este circuito. Por exemplo: se o cordão de iluminação para árvore de Natal tiver 10 lâmpadas de 12V, então a tensão total envolvida neste circuito é de 120V, ou seja, 10 lâmpadas X 12 V.

**Em um circuito em série a corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito e a tensão é dividida proporcionalmente em cada uma das lâmpadas. (Isso se todas as lâmpadas tiverem a mesma resistência)**

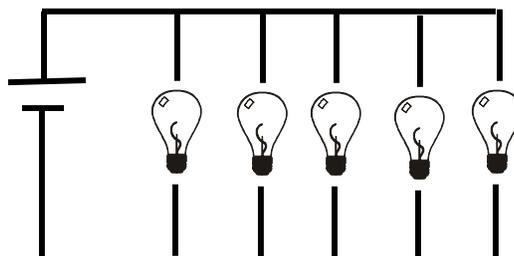
Outra característica importante é que todos os componentes do circuito em série são dependentes uns dos outros, ou seja, se uma lâmpada queimar, todas as outras param de funcionar, pois o caminho da corrente elétrica foi interrompido. Quando isto ocorre dizemos que o circuito está aberto.

### 9.2. 11.2 Circuito Paralelo

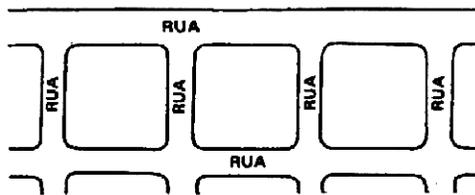
Podemos citar como exemplo de paralelismo:

Circuito elétrico paralelo é aquele onde todos os elementos se encontram em paralelo com a fonte de energia.

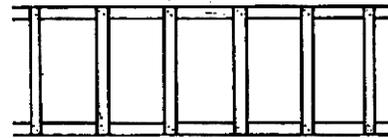
Exemplo:



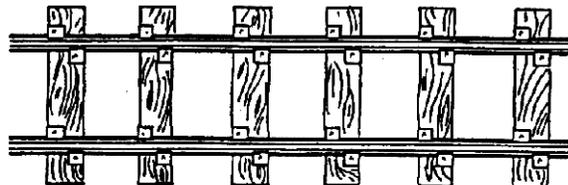
### Ruas Paralelas



### Os degraus de uma escada



### Trilhos do trem



O circuito paralelo apresenta vários caminhos para a corrente, isto significa que se uma das lâmpadas se queimar, as demais permaneceram acesas.

Um bom exemplo de circuito paralelo é a instalação da nossa residência. Cada equipamento está ligado em paralelo a prova é que quando queima a luz do banheiro, sua TV, geladeira e as outras lâmpadas continuam funcionando corretamente.

**Em um circuito em paralelo a tensão é a mesma em todos os pontos do circuito. Porém a corrente varia de acordo com a resistência e é dividida pelo circuito.**

## 10. Instrumentos de Medidas Elétricas



São aparelhos utilizados para medir as grandezas elétricas. Podem ser de campo ou de bancada com diferentes grau de precisão, podendo ser ainda analógico ou digital. Apresentaremos abaixo os principais instrumentos de medida.

## 10.1. Voltímetro



Instrumento utilizado para medida da tensão elétrica (voltagem) composto por duas ponteiros através da qual devem ser ligadas em paralelo pois mede a diferença de potencial entre dois pontos. Tem como característica uma impedância de entrada elevada.

## 10.2. Amperímetro



Instrumento utilizado para medida da corrente elétrica (amperagem) composto por duas ponteiros através da qual devem ser ligadas em série fazendo com que a corrente passe por dentro do instrumento. Tem como característica uma impedância de entrada baixa.

### 10.3. Wattímetro



Instrumento utilizado para medida da potência elétrica efetiva composto por três ou quatro ponteiros através das quais devem ser ligadas em série e em paralelo. As ponteiros que são ligadas em paralelo são responsáveis em medir a tensão na qual o equipamento está submetida e as ponteiros em série a corrente.

### 10.4. Ohmímetro

Instrumento utilizado para medir resistência elétrica (em ohms). Também dotado de duas ponteiros. Para fazer a medição é necessário que o componente seja parcialmente desligado do circuito.

**Obs:** Não deve ser conectado a circuitos energizados.

### 10.5. Osciloscópio



Instrumento que além de medir tensão, frequência, etc..., possibilita visualizar a forma de onda do circuito em medição. São dotados de dois ou quatro canais que possibilitam fazer a medição simultânea.

## 10.6. Multímetro



Instrumento de medida multifuncional que reúne a função de voltímetro, ohmímetro e amperímetro.

## 10.7. 6.7 - Terrômetro



Instrumento utilizado para a medição da resistividade do solo.

## 11. Classificação do fornecimento em tensão secundária de distribuição 380/220V (Tabela oficial da Celpe)

A tabela a seguir, classifica o modo de distribuição que a concessionária local (no nosso caso a Celpe) irá fornecer para o cliente.

Tipo de Fornecimento	Número de fios/tensão de fornecimento	Carga Instalada	Equipamento que não pode ser ligado
<b>MONOFÁSICO</b>	2 fios – Uma fase e um neutro (220V)	Carga instalada igual ou menor que <b>15 KW</b> Quando houver carga trifásica o fornecimento será trifásico.	Motor monofásico com potência superior a 3 CV.
			Máquina de solda a transformador com potência superior a 2 KVA
			Aparelho de Raio-X com potência superior a 2 KVA
<b>BIFÁSICO</b>	3 Fios – Duas fases e um neutro (380/220V)	Carga instalada menor ou igual a <b>30 KW</b>	Motor monofásico com potência superior a 3 CV
			Máquina de solda a transformador com potência superior a 2,5 KVA
			Aparelho de Raio-X com potência superior a 5 KVA
<b>TRIFÁSICO</b>	4 Fios – Três fases e um neutro 380/220V	Carga instalada até <b>50 KW</b>	Os equipamentos não permitidos no monofásico, se instalados na tensão fase-neutro
			Motor trifásico com potência superior a 30 CV
			Máquina de solda a transformador com potência superior a 5 KVA

Obs.: Acima de 50 KW é necessário um a subestação.

## 12. Subestação

Nome dado a entrada de energia elétrica de um consumidor quando este tem uma potência instalada superior a 50 KVA. É dotada de transformador e sua alimentação é em geral na rede de média e alta tensão, pode ser do tipo aérea (transformador fixado no poste) ou abrigada (cubículo de alvenaria).

## 13. Conversão de AWG para mm<sup>2</sup>

A partir deste ponto, começaremos a tratar de instalações elétricas e de aterramento. Para tal, precisamos ter o domínio sobre as bitolas dos fios. Abaixo você encontrará uma tabela que converte fios do padrão AWG para mm<sup>2</sup> e ainda com suas respectivas amperagens. O padrão AWG (**American Wire Gang**) foi utilizado por muitos anos, mas agora o padrão está em milímetros quadrado (mm<sup>2</sup>). Será muito útil pois o padrão AWG ainda é muito utilizado informalmente por pedreiros, eletricitistas e outras pessoas do ramo.

Obs.: Preste bastante atenção na coluna de amperagem, pois a ABNT mudou alguns valores do sistema antigo (AWG) para o sistema (mm<sup>2</sup>).

<b>Conversão de AWG em mm<sup>2</sup></b>			
<b>AWG</b>	<b>Ampère</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>Ampère</b>
20	7	0,5	7
18	10,5	0,75	10
16	12,5	1	12
14	15	1,5	15,5
12	20	2,5	21
10	30	4	28
8	40	6	36
6	55	10	50
4	70	16	58
2	95	25	89
1	110	35	111
1/0	125		
		50	134
2/0	145		
3/0	165	70	171
4/0	195		
95	207		
250	215		
300	240	120	239
350	260		
		150	272
400	280		
		185	310
500	320		
600	355		
		240	364
700	385		
750	400		
800	410	300	419
900	435		
1000	455		
		400	502
		500	578

### 13.1. Exercício de Fixação

1º O que é um circuito elétrico

2º Classifique os circuitos elétricos, citando exemplos de cada um deles e faça um desenho explicativo de cada um deles.

3º Em um circuito em série, qual é o estado da tensão e da corrente ao longo do percurso ?

4º Em um circuito paralelo, qual é o estado da tensão e da corrente ao longo do percurso ?

5º Sobre os instrumentos de medidas elétricas, cite a função de cada um deles:

Voltímetro  
Ohmímetro  
Amperímetro  
Terrômetro  
Wattímetro  
Multímetro  
Osciloscópio

6º Segundo a tabela oficial da Celpe, classifique a fornecimento de tensão e explique a quantidade de fios de cada um deles:

Monofásico  
Bifásico  
Trifásico

7º Quando é necessário a instalação de uma subestação

8º Cite os tipos de subestação

9º Sobre o padrão de bitolas de fios:

Qual o padrão utilizado atualmente ?

Qual padrão foi substituído ?

10º Complete

Fio 12 AWG = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

Fio 14 AWG = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

Fio 10 AWG = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

Fio 8 AWG = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

Fio 16 AWG = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

## 14. Aterramento

Como já foi dito antes, os cuidados que devem ser tomados com as instalações elétricas para computadores é uma questão polêmica.

O Aterramento não foge dessa polêmica. Os engenheiros elétricos dividem-se quanto a necessidade de aterramentos. Entretanto a maioria os defende.

Não é a toa que nas construções modernas dos países desenvolvidos já incluem sistemas de aterramento.

O aterramento de uma instalação elétrica qualquer deveria ser uma regra geral. Porém, na maioria dos casos, o aterramento é deixado de lado para reduzir custos.

O aterramento tem três finalidades básicas:

- proteger o usuário de determinado equipamento contra descargas ou choque;
- proteger o equipamento contra corrente de retorno ou estática;
- proteger a rede de alimentação contra qualquer tipo de vazamento de corrente.

No caso de instalações elétricas para computadores, o aterramento **é condição vital para os equipamentos**. Todo equipamento eletrônico, composto por circuitos integrados (chips), deve ser aterrado para evitar danos caso haja uma corrente de retorno ou para diminuir os efeitos da estática. Os circuitos dos computadores e periféricos trabalham internamente com níveis de corrente muito pequenos.

Isso faz com que estes circuitos sejam muito sensíveis a qualquer tipo de descarga elétrica, por menor que seja. E muitas vezes, nós seres humanos, somos insensíveis a certas cargas que nos equipamentos eletrônicos são “mortais”.

### 14.1. Considerações Gerais

Um bom terra faz com que o gabinete dos computadores (e seu neutro interno) seja comum a todos, evitando que diferenças de tensão e potencial trafeguem de um computador a outro quando estes são conectados em uma rede local (network). Na maioria dos casos uma diferença de potencial entre computadores acaba por destruir as interfaces do computador.

### 14.2. Aterramento com computadores em rede

Se a empresa tiver grandes dimensões e várias malhas para ligar os micros espalhados pelo prédio, recomenda-se que as malhas estejam interligadas entre si, atentando sempre para que esta interligação não cruze por geradores de campos magnéticos ou elétricos.

### 14.3. Pontos Fundamentais para um Aterramento

#### 14.3.1. Tipo de Haste

As hastas são feitas de aço revestido de cobre e medem em média entre 2,5m e 3,5m.

#### 14.3.2. Tipo de Solo

**Rochoso:** Alta quantidade de rochas

**Saibroso:** Solo que contém barro, argila...

**Orgânico:** Solo geralmente úmido, adubado. Normalmente encontrado em jardins.

Resistividade (ohm/ metro)	Tipo de Terreno
10 a 200	Terreno orgânico
400 a 800	Terreno saibroso
1000 ou mais	Terreno rochoso

No terreno orgânico é fácil conseguir um bom aterramento, em razão da baixa resistência da terra.

Quanto maior for a resistividade do solo, mais dificuldade teremos em conseguir eliminar a tensão de fuga, através do dispersor de terra.

#### 14.4. 14.2.3 - Rede Elétrica

Devemos tomar cuidado e implementar uma rede exclusiva, independente dos demais circuitos existentes. Dessa forma evitamos que qualquer problema elétrico de um outro equipamento venha causar danos ao computador.

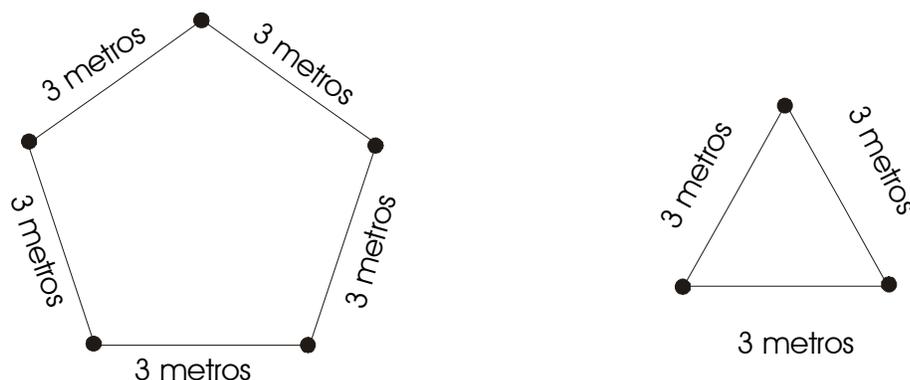
#### 14.5. 14.2.4 - Cabeamento

Devemos utilizar fios de bitola (espessura) alta, ou seja, fios grossos. As bitolas recomendadas são de 1,5 a 6 mm<sup>2</sup>.

#### 14.6. 14.2.5 - O número de Hastes

É proporcional ao número de equipamentos que utilizarão o aterramento. A proporcionalidade (na prática) é uma haste para até cinco microcomputadores. **Mas quem irá definir o número certo é o terrômetro.**

### 14.7. Malha (Geometria) do Aterramento



**Obs:** 3 Metros é o espaçamento mínimo, quando não há condições de seguir as normas da ABNT que recomenda afastar as hastes pelo menos o dobro do comprimento fincado ao chão.

Exemplo: Se uma haste de 3,5m for enterrada, a próxima deverá estar a 7m desta.

## 14.8. Tipos de Aterramento

Existem basicamente três tipos de aterramento

- Aterramento Ideal
- Aterramento Alternativo
- Aterramento Não Recomendado

## 14.9. ATERRAMENTO IDEAL

Com certeza o termo aterramento vem de Terra, e isto é condição primordial para fazer um aterramento: **TER TERRA**.

Aqui nós vamos de uma vez por todas abominar um dispositivo vendido no comércio chamado terra eletrônico. Este dispositivo não faz o que se propõe fazer pois como foi dito: PARA ATERRAR PRECISA-SE DE TERRA e não de aparelhos milagrosos. OK ?

**Para um aterramento residencial precisaremos dos seguintes materiais:**

- Uma barra para aterramento (3/8" x 2,20m)
- Uma conector para prender o fio a barra
- Uma caixa ARSTOP
- Uma tomada Tri-Polar
- Um disjuntor de 10A
- A Quantidade de fio 2,5 mm<sup>2</sup> da tomada ao terreno onde será enterrada a barra
- Uma Braçadeira
- Quatro parafusos com bucha de 5mm para prender a caixa ASTOP na parede

Bom já que sabemos o que precisamos, basta saber o que é chamado de aterramento ideal.

O aterramento ideal é aquele em que a diferença entre a medida do **fase/neutro** subtraída da medida encontrada entre **fase/terra** é menor e igual a dois.

Veja a fórmula:

$$\text{FASE/NEUTRO} - \text{FASE/TERRA} \leq 2 \text{ V}$$

Agora se depois de enterrarmos a barra de terra e fizermos todos os passos necessários para o aterramento e a diferença não chegar ao correto tomaremos os seguintes procedimentos:

### 14.9.1. Se a diferença for maior que 2

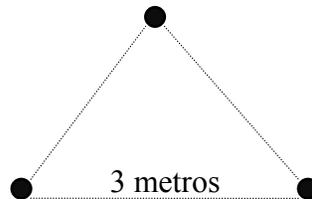
Alternativas:

- Cavar ao redor da barra enterrada e aumentar a condutibilidade do solo com materiais condutores, como por exemplo limalha de ferro, sal grosso, carvão ativado...
- Comprar um produto específico nas lojas da cidade que serve para aumentar a condutibilidade do solo

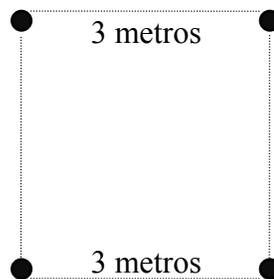
- Enterrar outra barra para aterramento e ligar as duas em paralelo. Lembrar que deve-se respeitar a distância mínima de 3m de uma barra para a outra. (\*)
- Se mais uma barra não for suficiente você deverá enterrar mais uma até chegar ao índice entre zero e dois. (\*)

(\*) Quando falamos em enterrar mais de uma barra para aterramento deve-se seguir algumas regras em que a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Quando a quantidade de barras enterradas passar de 2 você deverá formar um triângulo equilátero com 3m de lado.



Se a quantidade passar de três barras, deve-se fazer uma malha de aterramento composta por quadrados com lados de 3m. Se não vamos sair enterrando barras de aterramento de Recife até o João Pessoa.

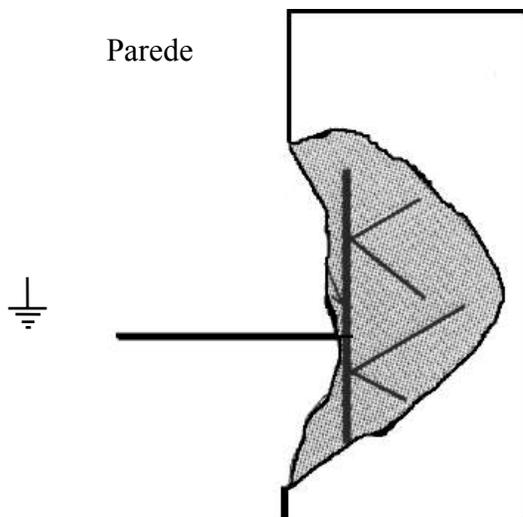


**Obs:** Vale a pena alertar que o aterramento feito para o computador não deve ser usado de nenhuma forma por outro tipo de equipamento, somente para o computador.

#### 14.10. Aterramento Alternativo (Também não recomendado)

Este tipo de aterramento é recomendado para pessoas que moram em prédios e não querem gastar muito dinheiro com a quantidade enorme de fios que terão que levar do micro até o chão do prédio.

Este aterramento consiste em “quebrar” a quina da parede no local onde está instalado o micro até achar a estrutura metálica da viga do prédio, depois deve-se soldar o fio que sai do terra da tomada tri-polar nesta coluna de metal.



Após feito isto deve-se medir o aterramento, se não der o cálculo correto deve-se soldar mais outros fios até que chegue ao cálculo correto.

Apesar de reconhecer que algumas vezes este tipo de aterramento funciona eu como autor do manual discordo deste tipo de prática e apresento minhas razões:

- Cimento é isolante
- A Barra não é contínua, ela é apenas um pedaço de ferro que está presa a estrutura de concreto do prédio
- A Barra não toca na terra na base do prédio pois na base do edifício existe uma estrutura de cimento chamada “sapata”.
- Da mesma forma que você aterrou seu micro na estrutura do prédio, o seu vizinho do andar de cima também poderá ter aterrado o chuveiro elétrico ou sua máquina de lavar roupas. E é bom lembrar: *o aterramento feito para o computador não deve ser usado de nenhuma forma por outro tipo de equipamento, somente para o computador.*

A melhor alternativa seria ou não ter aterramento (o que é pior) ou realmente gastar um pouquinho mais e fazer o aterramento lá na base do prédio.

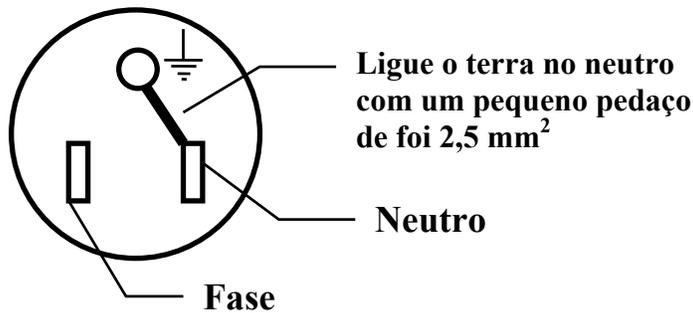
**Lembre-se: O barato sai caro.**

**Obs: Pelas normas da ABNT, o aterramento considerado alternativo pelos técnicos em geral, é considerado NÃO RECOMENDADO.**

### 14.11. Aterramento Não Recomendado.

É também chamado de Aterramento Suicida ou Aterramento Roleta-Russa, pois consiste em ligar internamente na tomada tri-polar o terra no neutro.

Isto realmente funciona até que dê um curto-circuito na rua e venha a famosa corrente de retorno e como o neutro está ligado no terra entrará corrente pelo terra do micro e isto quer dizer BUMM!, ou seja você permitiu que entrasse corrente elétrica por um local que só foi feito para sair. **Algo semelhante a beber água pelo nariz.** Mais se você mesmo assim quiser beber água pelo nariz, ou melhor, fazer o aterramento não recomendado aí vai o esquema:



Outros métodos de aterramento não recomendados são:

- Aterramento Eletrônico (sem qualquer eficácia)
- Na estrutura de metal da tomada (sem qualquer eficácia)

### Nota Importante:

Apesar de toda esta parte de aterramento estar fundamentada em vários autores conhecidos de hardware, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT, não reconhece em nenhuma de suas normas estas formas de aterramento apresentadas neste capítulo. A norma da NBR-5410 (Norma Brasileira 5410) não faz em nenhum momento menção a medida de aterramento em volts, pois aterramento está relacionado com a resistividade do solo e a unidade de resistência é o ohm e não o volt. Não existe nenhuma relação entre volt e ohms, pelo menos no que diz a resistência do solo. A NBR-5410 fala que o cálculo correto para um aterramento seria de acordo com a tabela abaixo:

Entre 0 e 5 ohms – Aterramento Excelente  
Entre 5 e 15 ohms – Aterramento bom  
Entre 15 e 30 ohms – Aterramento aceitável  
maior que 30 – Aterramento condenado.

Só é possível chegar a certeza como a um cálculo de aterramento utilizando o terrômetro. Como o terrômetro tem preço astronômico, ficamos a mercê de nossos cálculos “maceteados” que é o que a maioria dos profissionais que trabalham com aterramento fazem: a diferença entre fase/neutro e fase/terra < 2.

O nosso objetivo com esta nota é dizer que existe o método usual e conveniente, tecnicamente está errado. Mas com certeza não iremos rodar a terra ao contrário... OU VAMOS ?

## 14.12. Exercícios de Fixação

- 1° Por que se faz necessário o Aterramento ?
- 2° Cite os tipos de Aterramentos .
- 3° O que poderíamos chamar de Aterramento Ideal ?
- 4° Cite os aterramentos não recomendados
- 5° Quais os cuidados necessários para aterramentos de computadores que estão em rede ?
- 6° Cite os tipos de solo e qual a resistividade de cada um ohm por metro
- 7° Qual é o único aparelho que pode dizer se o nosso aterramento está realmente ideal ?
- 8° Na prática, quantas hastes por microcomputadores deveremos colocar ?
- 9° Cite os materiais necessários para um aterramento residencial ?
- 10° Cite a norma da ABNT que regulamenta o aterramento
- 11° Explique qual a posição da ABNT sobre aterramento em relação aos aterramentos praticados pelos profissionais da área. Cite a classificação do aterramento por esta norma.

## 15. Equipamentos de Proteção

Não só o aterramento pode ser eficaz quando se fala de equipamentos de informática. Diz um ditado popular que “O homem prevenido, morre de velho ...”.

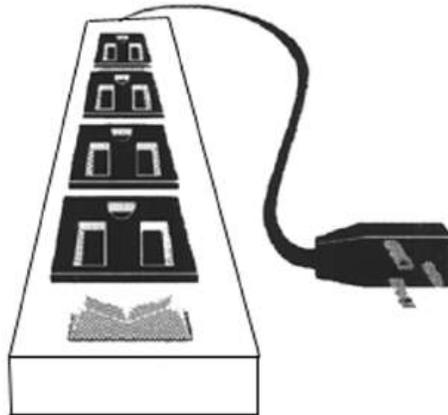
Apresentaremos a seguir, alguns destes dispositivos que visam proteger os equipamentos que estão logo após eles.

### 15.1. Filtro de Linha

Dispositivo que é preparado para eliminar os ruídos e interferências provenientes da rede elétrica.

Por exemplo quando ligamos o liquidificador aparecem aquelas faixas brancas na televisão, são estas interferências que chamamos de **transientes** e são estes transientes que são muito prejudiciais ao computador. Para eliminá-los usamos o filtro de linha. Para a nossa sorte não precisamos comprar este aparelho adicional pois nossas fontes e estabilizadores já trazem internamente o filtro de linha.

Para você se certificar que a sua fonte existe um filtro de linha basta você abri-la e verificar se existe uma estrutura com fio de cobre toda “enrolada” como se fosse um bambolê, se tiver então sua fonte tem um filtro de linha.

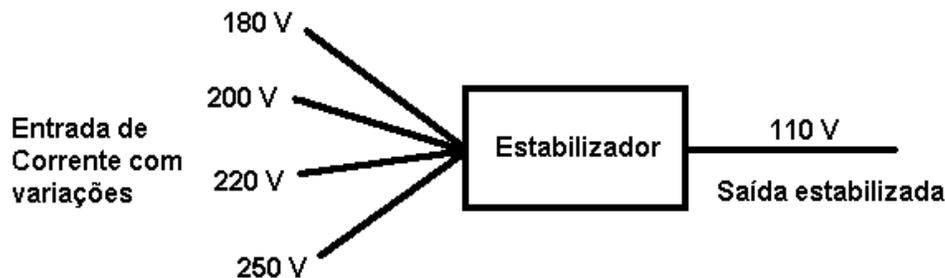


## 15.2. Estabilizador

Os estabilizadores são dispositivos que protegem os computadores contra interferências elétricas, picos de tensão na rede, transientes e ruídos elétricos diversos.

O princípio de funcionamento é a junção de um transformador controlado eletronicamente com um filtro de linha. Esse transformador mantém a tensão estável e livre dos problemas, desde que sejam alterações de pequena ordem.

O Estabilizador permite uma variação entre 10% e 15% tanto para cima quanto para baixo. Por exemplo se sua rede fornece 100v o estabilizador “suportará” até 115v ou até 85v. Para melhores informações consulte o manual do seu estabilizador.



## 15.3. No-breaks

Tem como objetivo continuar fornecendo energia ao microcomputador, periféricos ou outros equipamentos eletrônicos conectados na sua saída, na da falta de energia (VAC) por um determinado período de tempo que dependerá da carga da bateria ou de um gerador ligado ao No-break, nos EUA é chamado de **U.P.S** ( Uninterrupted Power System ). Este equipamento é muito complexo e o mais eficiente na proteção do micro, lembre-se que a finalidade do no-break é dar tempo de se fechar os programas ou sistemas e desligar os equipamentos evitando-se problemas de hardware ou software.

Além das vantagens de ter um no-break, este aparelho permite ao usuário, monitorar em tempo real, todos os eventos que estão ocorrendo na rede elétrica; características funcionais internas; programação liga/desliga e supervisão via TCP/IP(Internet). Além disso, o no-break armazena automaticamente todas as ocorrências de sobretensão, subtensão, ruídos, picos de tensão, blackouts e falhas na energia para que você possa realizar uma análise posterior mais detalhada da rede elétrica que você usa.

Destinado a proteção de equipamentos de informática, tais como servidores de rede, terminais de computador, estações multimídia, CAD e linha SOHO( Small Office, Home Office), o no-break também

pode ser utilizado para proteger telões, home theater, aparelhos de som, balanças eletrônicas, caixas registradoras (PDV), circuitos e sistemas de segurança, centrais PABX e demais equipamentos eletrônicos que necessitem de energia pura e estabilizada para operar corretamente.

### 15.3.1. Tipos de Nobreaks

Basicamente, os nobreaks são divididos em duas famílias: **Nobreak off-line** e **Nobreak on-line**.

No **Nobreak off line**, quando há uma queda da rede elétrica na entrada do nobreak, a tensão de saída na carga é interrompida por alguns milésimos de segundos, normalmente entre 0,8 e 8 milésimos. Os modelos off line possuem duas classes: Stand by e Line interactive.

- **Stand by**, quando há falta de energia, as baterias são chaveadas fornecendo energia ao inversor que gera uma forma de onda quadrada ou retangular, quando a tensão da rede elétrica é normal a carga recebe energia direta da rede.

- **Line interactive**, quando há falta de energia, a tensão na carga é interrompida por um tempo muito pequeno ( milésimos de segundos ) acionando um inversor que trabalha em paralelo gerando uma forma de onda quase-senoidal ( PWM ) com controle de amplitude ou senoidal dependendo da tecnologia, estes tipos possuem estabilizador que corrigem o nível de tensão na carga controlando o acionamento da bateria, economizando-a, possuem ainda estabilizador eletrônico com filtro de rede.

No **Nobreak on line**, quando há uma queda da rede elétrica na entrada do nobreak, a tensão de saída na carga não é interrompida, pois, a tensão na carga é fornecida ora pela bateria-inversor, ora pelo conjunto rede elétrica-inverso, ou ambos dependendo da tecnologia. Os modelos on line possuem duas configurações básicas: On line série ou On line Paralelo.

- **On line série**, a energia é fornecida todo o tempo pelo inversor. Há a carga sem o uso da chave de transferência, a tensão da rede elétrica ( AC ) é retificada e transformada em contínua ( DC ) para as baterias e para o inversor que gera uma tensão de saída senoidal igual a da rede elétrica.

- **On line Paralelo**, a energia é fornecida a carga pela rede elétrica e pelo inversor ao mesmo tempo ( paralelo ), não usa chave de transferência, tem forma de onda igual a da rede elétrica. A tensão VAC não é transformada em tensão Contínua ( DC ).

### 15.3.2. Itens que Devem ser Observados em um Nobreak

- **Potência Máxima** fornecida, Varia de 300 até 3000 VA, " ou mais, para uso profissional ". este item é de suma importância pois o consumo da carga não deve ser superior a 90% da potência do Nobreak, caso contrário o transformador do aparelho poderá aquecer e pegar fogo.

- **Tempo de carga**, determina qual vai ser o período que o(s) equipamento(s) ligados a saída do no-break permanecerem energizados, geralmente varia de 15 minutos a 2 horas dependendo do tipo e quantidade de baterias e preço do nobreak.

- **Tolerância das tensões de entrada e saída**, geralmente menor que 10%, exemplo:  $\pm 3,0\%$

- **Tensão de entrada** 220/115 VAC, de acordo com o fornecimento da sua cidade ou empresa. recomenda-se o tipo bivolt.

- **Tensão de saída**, normalmente é 115 volts.

- **Número de tomadas** de saída de tensão, recomenda-se quatro ou mais.

- **Tomadas de proteção telefônica**, os modelos novos já vem com esta opção.

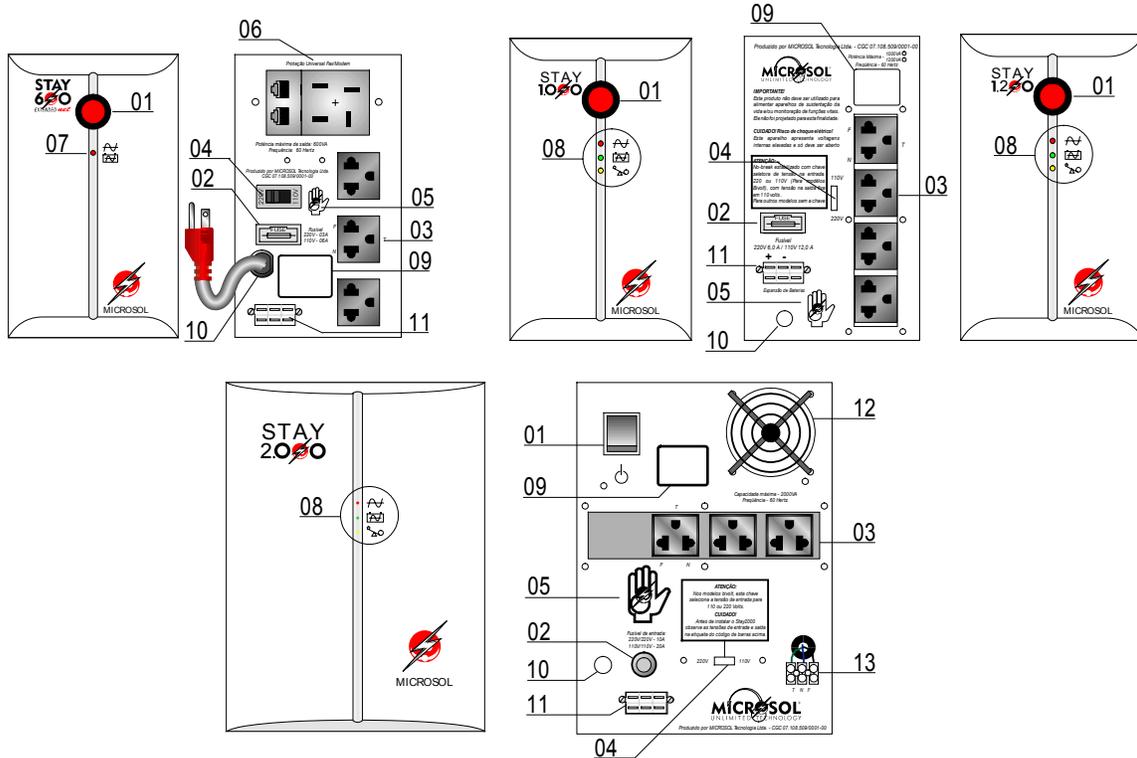
- **Filtro de Linha embutido**, verifique a sua existência e qual o tipo de proteção eletrônica empregada ( EMI e RFI ).

- **Rendimento**, Todo aparelho para funcionar consome energia, este valor deve ser o mais baixo possível, exemplo: maior que 95 %. ou seja, ele consome 5 % de energia para funcionar, e fornece 95 % de trabalho.
- **Tempo de resposta** ( milisegundos ), é o tempo que o nobreak levar para perceber a queda da tensão na entrada, acionando a bateria que alimentará o inversor, depende da tecnologia, Quanto menor melhor.
- **Micro processamento**, este recurso permite que o nobreak se comunique através da interface serial com o microcomputador usando um software de controle que monitora a situação da rede tomando decisões, como desligar um servidor de rede. Chamamos essa característica de **INTELIGENTE**.
- **Outras características**, Regulagem eletrônica, Painel digital, Voltímetro eletrônico embutido, grau de aterramento e isolamento, controle remoto, é obvio que o preço esta atrelado a tecnologia e recursos.

## 15.4. Exemplos de No-break:

### 15.4.1. EXEMPLO1: Ups Stay

Abaixo você verá o **Stay** que é um no-break controlado por processador RISC fabricado pela Microsol (www.microsol.com.br).



01. Chave Liga/Desliga;

02. Fusível proteção de entrada;

03. Tomadas de saída;

04. Chave seletora de tensão;

05. Proteção contra sobrecarga;

06. Proteção universal Fax/Modem (Linha 600 NET);

07. Led Rede/Inversor (Linha Stay 600);

08. Led Rede/Inversor/Carga (Linha Stay 1000/1200/2000);

09. Etiqueta de identificação do produto (Código de barras);

10. Cabo de força;

11. Conector de expansão de baterias;

12. Mini Ventilador Exaustor;

13. Barra Sindal para conexão de extensão

### Características do Stay:

- ◆ Estabilizador de tensão incorporado. Dispensa o uso de estabilizador externo;
- ◆ Função transformador entrada 220V/110V , saída 110V (modelo Bivolt);
- ◆ Carregador inteligente de baterias. Proporciona maior autonomia, menor tempo de recarga e maior vida útil das baterias;
- ◆ Baterias seladas livres de manutenção instaladas internamente de fábrica;
- ◆ Alarme sonoro de 03 estágios indicando a proximidade do final de carga das baterias;
- ◆ Proteção da placa de fax-modem (Stay 600 versão Net);

- ◆ Proteção contra picos de tensão(Surtos) por varistor<sup>2</sup> ;
- ◆ Sextupla proteção contra picos de tensão (surtos) por varistor<sup>2</sup> (Stay 2000);
- ◆ Inversor<sup>3</sup> sincronizado com a rede elétrica, proporcionando comutação rápida e suave;
- ◆ Permite ser ligado na ausência da rede elétrica;
- ◆ Proteção total contra sobrecarga e curto-circuito na saída (modo inversor);
- ◆ Regulação com dupla monitoração (saída e entrada);
- ◆ Recurso de desligamento sem consumo;
- ◆ Conector para expansão de Baterias;
- ◆ Barra sindal<sup>4</sup> para conexão de extensões (Stay 2000);

**Quando a rede elétrica está normal, o Stay fornece:**

Energia filtrada estabilizada e protegida dos picos de tensão a partir da própria rede elétrica (MODO REDE).

**Quando a rede elétrica falta ou atinge valores acima ou abaixo da faixa de tolerância, o Stay fornece:**

Energia filtrada e estabilizada a partir do inversor, utilizando as baterias (MODO INVERSOR).

Toda operação do Stay é gerenciada por um microcontrolador “RISC” de última geração, proporcionando confiabilidade, precisão e eficiência aliada a baixo custo.

**Características Especiais:**

- ◆ Estabilizador de tensão incorporado. Dispensa o uso de estabilizador externo;
- ◆ Função transformador entrada 220V/110V , saída 110V (modelo Bivolt);
- ◆ Carregador inteligente de baterias. Proporciona maior autonomia, menor tempo de recarga e maior vida útil das baterias;
- ◆ Baterias seladas livres de manutenção instaladas internamente de fábrica;
- ◆ Alarme sonoro de 03 estágios indicando a proximidade do final de carga das baterias;
- ◆ Proteção da placa de fax-modem (Stay 600 versão Net);
- ◆ Proteção contra picos de tensão(Surtos) por varistor;
- ◆ Sextupla proteção contra picos de tensão (surtos) por varistor (Stay 2000);
- ◆ Inversor sincronizado com a rede elétrica, proporcionando comutação rápida e suave;
- ◆ Permite ser ligado na ausência da rede elétrica;
- ◆ Proteção total contra sobrecarga e curto-circuito na saída (modo inversor);
- ◆ Regulação com dupla monitoração (saída e entrada);
- ◆ Recurso de desligamento sem consumo;
- ◆ Conector para expansão de Baterias;
- ◆ Barra sindal para conexão de extensões (Stay 2000);

**Informações de Segurança:**

**1. ATENÇÃO!** O Stay apresenta internamente voltagens elevadas capazes de causar choque elétrico. Qualquer reparo somente deverá ser efetuado pela assistência técnica autorizada dos produtos Microsol.

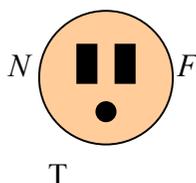
**2. CUIDADO!** As tomadas de saída do Stay podem estar energizadas, mesmo quando o cabo de força estiver desconectado da rede elétrica.

Para reduzir o risco de choque elétrico, sempre que for conectar qualquer equipamento ao Stay, desligue a sua chave no painel frontal(para cima) e desconecte o seu cabo de força (cor vermelha) de alimentação da rede elétrica.

**3. ATERRAMENTO!** O perfeito aterramento na sua tomada da rede elétrica é importantel para sua segurança e para o correto funcionamento do Stay e dos equipamentos que serão alimentados.

\*Utilize o Módulo Isolador da Microsol que substitui o aterramento, facilitando a instalação do Stay 600/1000/1200.

**4. POLARIDADE!** Siga as instruções da figura abaixo para uma correta padronização (Fase, Neutro e Terra) da Tomada da Rede Elétrica:



\*O Módulo Isolador da Microsol corrige a inversão da polaridade automaticamente.

**Obs.:** Nunca remova o pino terra do cabo de força do Stay e nem instale a sua tomada da rede elétrica em desacordo com o especificado acima. Estas situações resultam na perda da garantia do equipamento.

**Evite os seguintes procedimentos:**

- ♦ Não instale o Stay em redes elétricas compartilhadas com equipamentos de ar-condicionados, geladeiras e etc.
- ♦ Evite instalar o Stay em locais sujeitos à umidade ou poeira excessiva, vapores químicos ou gases inflamáveis.
- ♦ A fim de evitar sobreaquecimento, não instale o Stay em locais expostos à luz solar direta ou próximo a fontes de calor.
- ♦ Não ligue eletrodomésticos( enceradeira, aspirador de pó, refrigeradores, secadores de cabelo, ventiladores, etc) nas tomadas de saída do Stay.
- ♦ Evite a entrada de água ou qualquer outro líquido e de objetos estranhos no Stay.
- ♦ Evite deixar o seu Stay desligado por um período superior a 1 mês. A baterias seladas perdem a carga mesmo que não sejam utilizadas.
- ♦ recurso de desligamento sem consumo do Stay garante a carga das baterias por um período de 10 dias, sendo necessário após este tempo, recarregá-las de imediato, ligando o Stay na rede elétrica.

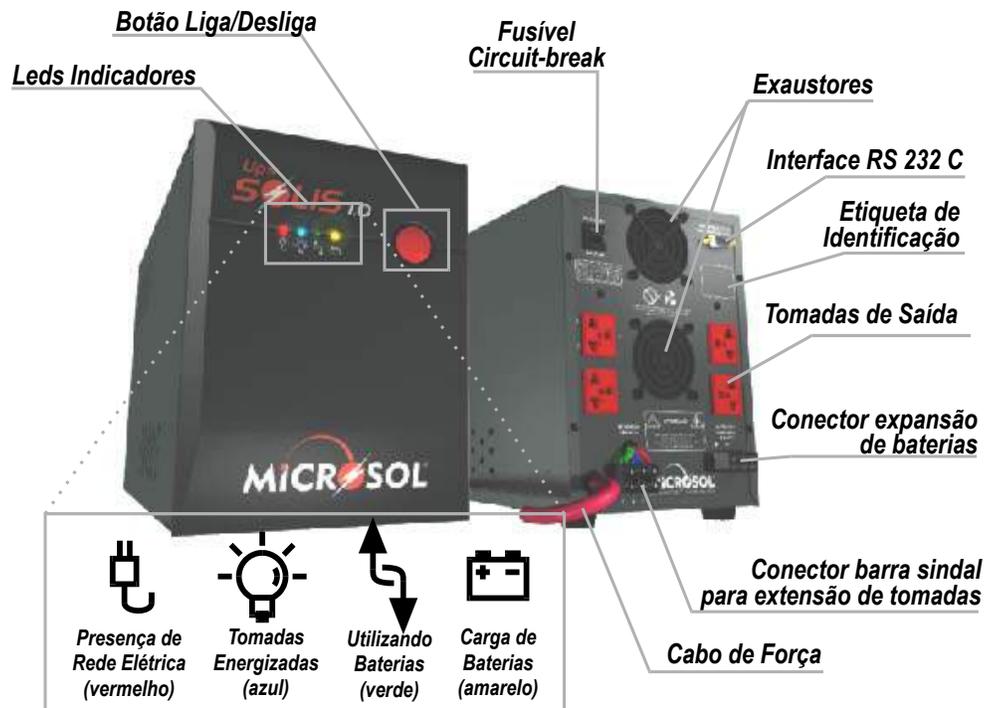
**Importante:**

**Este produto não deve ser utilizado para alimentar aparelhos de sustentação da vida e/ou monitoração de funções vitais do corpo humano. Ele não foi projetado para esta finalidade .**

**Este manual é de propriedade da Microsol Tecnologia.  
Todos os direitos reservados.**

### 15.4.2. EXEMPLO 2: Ups Solis

Este é o O Ups Solis é um no-break senoidal, on-line, isolado e compacto, microcontrolado por processador RISC fabricado pela Microsol (www.microsol.com.br).



#### Características do Ups Solis

- ◆ No-break Senoidal<sup>1</sup> On-line Isolado;
- ◆ Seleção automática de tensão de entrada, com intervalos admissíveis de 90V~140V e 180V~260V.
- ◆ Modelo de 1kVA(700W) , 1,5kVA(1050W) e 2kVA(1400W);
- ◆ Tensão de saída 110V (opcional 220V).
- ◆ Estabilizador de tensão incorporado. Dispensa o uso de estabilizador externo;
- ◆ Botão liga-desliga com circuito temporizador evitando desligamentos acidentais.
- ◆ Na presença da rede elétrica normal, inicia a recarga das baterias independente de estar acionado o botão liga-desliga no painel frontal. O seu circuito inteligente de recarga, proporciona maior autonomia, menor tempo de reposição da carga e maior vida útil das baterias;
- ◆ Leds indicadores de rede elétrica, alimentação para as tomadas de saída, subtensão ou sobretensão na rede elétrica e carregador de bateria em processo de carga e carga completa.
- ◆ Baterias seladas livres de manutenção instaladas internamente de fábrica.
- ◆ Alarme sonoro de 03 estágios indicando a proximidade do final de carga das baterias;

- ♦ Conector para expansão de bateria (maior autonomia);
- ♦ Sêxtupla Proteção contra picos de tensão(Surtos) por varistor<sup>2</sup>;
- ♦ Permite ser ligado na ausência da rede elétrica (leia partida a frio);
- ♦ Proteção total contra sobrecarga ou curto-circuito nas suas tomadas de saída, na presença da rede elétrica ou não;
- ♦ Regulação com dupla monitoração (saída e entrada);
- ♦ Fusível de entrada com rearme manual para o caso de desarme em proteção aos picos de tensão da rede elétrica;
- ♦ Barra Sindal para conexão de extensão de energia;
- ♦ Desligamento de energia para as suas tomadas de saída pela ausência de consumo(DAPAC).

**Quando a rede elétrica está normal, o Ups Solis fornece:**

Energia filtrada, estabilizada, isolada e senoidal livres dos problemas da rede elétrica.

**Quando a rede elétrica falta ou atinge valores acima ou abaixo da faixa de tolerância, o Ups Solis fornece:**

Energia filtrada, estabilizada, isolada e senoidal livres dos problemas da rede elétrica.

**Informações de Segurança:**

**1. ATENÇÃO!** O Ups Solis apresenta internamente voltagens elevadas capazes de causar choque elétrico. Qualquer reparo somente deverá ser efetuado pela assistência técnica autorizada dos produtos Microsol.

**2. CUIDADO!** As tomadas de saída do Ups Solis podem estar energizadas, mesmo quando o cabo de força estiver desconectado da rede elétrica.

*Para reduzir o risco de choque elétrico, sempre que for conectar qualquer equipamento ao Solis, desligue-o mantendo pressionado por dois segundos o botão vermelho em seu painel frontal(leia instalação).*

**3. ATERRAMENTO!** O Ups Solis por ser Isolado garante um perfeito funcionamento em caso de falha ou falta do aterramento.

**4. POLARIDADE!** Independente da posição do Fase, Neutro e Terra na Tomada da Rede Elétrica, o Ups Solis, devido a sua Isolação interna funcionará corretamente.

**Evite os seguintes procedimentos:**

- ♦ Não instale o Ups Solis em redes elétricas terminais com equipamentos de ar-condicionados, geladeiras e etc.
- ♦ Evite instalar o Ups Solis em locais sujeitos à umidade ou poeira excessiva, vapores químicos ou gases inflamáveis.
- ♦ A fim de evitar sobreaquecimento, não instale o Ups Solis em locais expostos à luz solar direta ou próximo a fontes de calor.
- ♦ Não ligue eletrodomésticos( enceradeira, aspirador de pó, refrigeradores, secadores de cabelo, ventiladores, etc) nas tomadas de saída ou barra sindal de extensão do Ups Solis.
- ♦ Evite a entrada de água ou qualquer outro líquido e de objetos estranhos no Ups Solis.
- ♦ Este produto não deve ser utilizado para alimentar aparelhos de sustentação da vida e/ou monitoração de funções vitais do corpo humano. Ele não foi projetado para esta finalidade.

Tabela de autonomia do Solis

Número de Equipamentos	Solis 10	Solis 15	Solis 2.0
1 Servidor Pentium® 166 Mhz Monitor 14" Multimídia ou similar	1 h 20 min	---	---
2 Computadores Pentium® Multimídia ou similar	40 minutos	50 minutos	---
4 Computadores Pentium® Multimídia ou similar	---	30 minutos	1 hora
8 Computadores Pentium® Multimídia ou similar	---	---	25 minutos

\* Tabela com variação de + ou - 20%

\*\* Todos os equipamentos com monitor Colorido 14"

### Instalação do solis monitor (Software de gerenciamento do UPS)

Para facilitar a visualização de todos os eventos da rede elétrica e também as características funcionais internas do Ups Solis, possibilitando uma programação para ligar e desligar a energia das tomadas de saída com simplicidade e agilidade, ou efetuar um gerenciamento através da internet, instale o software Solis Monitor (compatível com Windows 95®, Windows 98® e Windows NT®) que acompanha o seu No-break Senoidal On-line Isolado e desfrute das vantagens oferecidas.

*Kit do Software:*

- ◆ Dois disquetes 3 ½.
- ◆ Cabo serial para comunicação Ups Solis computador.
- ◆ Adaptador DB25 - DB9.

### Siga as instruções abaixo para instalar o Software Solis Monitor:

1. Conecte o cabo serial de comunicação no computador utilizando uma das portas COM1~COM4. Indicamos como default a COM2, lembrando que a interrupção IRQ3 utilizada pela porta não deverá ser compartilhada por outro software;

2. Em seguida conecte o outro lado do cabo de comunicação na porta serial (DB9) do Ups Solis localizado em sua parte traseira(leia apresentação dos produtos).

3. O Solis Monitor deverá ser instalado no computador em um ambiente windows;

4. Insira o disco 1 do Solis Monitor na unidade de disquete de 3 ½ do seu computador;

5. Clique na tecla Iniciar do Windows e em seguida na tecla Executar;

6. No item Procurar, clique na unidade de disquete 3 1/2 onde se encontra o disco 1 e selecione o arquivo Setup.exe. Em seguida clique em OK para executá-lo;

7. O Software auxiliar iniciará a instalação mostrando a primeira tela : UPS UPS MONITOR. Clique no botão Next;

8. A próxima tela informará o nome do computador. Clique no botão Next;

9. A próxima tela informará o diretório onde será instalado o Solis Monitor(default C:\Solis). Clique no botão Next;

10. A próxima tela será de adição do programa. Clique no botão Next;

11. A próxima tela é a de confirmação e início da descompactação do software. Clique em Next;

12. Após 27% de conclusão da descompactação dos arquivos, será solicitado a inclusão do disco 2;
13. Insira o disco 2 na unidade de disquete e clique OK;
14. A próxima tela será a de finalização da gravação. Clique no botão Finish;
15. Abra a pasta denominada Microsol Tecnologia e execute o arquivo Solis.exe;
16. O software será iniciado com a tela de abertura Ups Solis Monitor iniciando...;
17. Na próxima tela, informe a porta de comunicação serial que será utilizada (COM1~COM4). Confirme clicando no botão verde do lado direito;

O Software abrirá a tela de trabalho com as informações abaixo:



Obs.: Para maiores informações sobre o recurso de programação de desligar e religar o Ups Solis incluindo o shutdown com religamento automático, monitoração via internet e um maior conhecimento sobre o funcionamento dos comandos, leia o conteúdo da ajuda interna do software Solis Monitor ou ligue para o Serviço de Atendimento Microsol - SAM - 0800 850777 (Ligação Gratuita).

<sup>1</sup>**Senoidal**: Forma de onda apresentada pela corrente elétrica alternada.

<sup>2</sup>**Varistor**: Fonte ajustável de corrente alternada.

<sup>3</sup>**Inversor**: Circuito eletrônico que transforma corrente contínua em alternada.

<sup>4</sup>**Barra de Sindal**: borne de conexão utilizado para emendar condutores.

**Este manual é de propriedade da Microsol Tecnologia.  
Todos os direitos reservados.**

### 15.4.3. Margem de segurança no cálculo de No-Breaks

Na hora de calcular a potência de um no-break deve-se deixar uma margem de segurança especificada pelos fabricantes.

Para o no-break off-line, deve-se deixar uma margem de 10% e para o on-line: 20%.

Veja o exemplo.

Imagine que a potência achada para o estabilizador seja de 2.00 Kva então:

O No-break Off-Line seria 2.2 Kva

O No-Break On-Line seria 2.4 Kva

Resumindo:

**OFF-LINE: + 10%**

**ON-LINE: + 20%**

### 15.5. Cuidados com no-breaks.

Para manusear um no-break é imprescindível a leitura do manual, pois lá existem informações preciosas para o bom funcionamento deste aparelho. Mais aqui vão algumas dicas que fará que você fique por dentro de algumas das particularidades do funcionamento de um no-break.

- ♦ Nunca desrespeite a margem de cálculo de um no-break. Se ele foi projetado para suportar 1.0 Kva não ultrapasse este limite
- ♦ Não deixe um grande concentração de no-breaks em uma sala sem ventilação, pois as baterias eliminam gases que se não circularem pode por em risco a saúde dos usuários e até podendo causar uma explosão
  - ♦ Respeite o limite de operação da bateria que é no máximo de 3 anos
  - ♦ Para trocar a bateria procure a assistência técnica autorizada para fazer tal serviço.
  - ♦ Não jogue a bateria antiga no lixo, sempre devolva-a a empresa responsável. Inclusive este cuidado se estende a baterias de celular e automotiva.
- ♦ Não instale o no-break em redes elétricas terminais com equipamentos de ar-condicionados, geladeiras e etc.
- ♦ Evite instalar o no-break em locais sujeitos à umidade ou poeira excessiva, vapores químicos ou gases inflamáveis.
- ♦ A fim de evitar sobreaquecimento, não instale o no-break em locais expostos à luz solar direta ou próximo a fontes de calor.
- ♦ Não ligue eletrodomésticos (enceradeira, aspirador de pó, refrigeradores, secadores de cabelo, ventiladores, etc) nas tomadas de saída ou barra sindal de extensão do no-break.
- ♦ Evite a entrada de água ou qualquer outro líquido e de objetos estranhos no no-break.
- ♦ Este produto não deve ser utilizado para alimentar aparelhos de sustentação da vida e/ou monitoração de funções vitais do corpo humano. Ele não foi projetado para esta finalidade.

## 15.6. Exercício de Fixação

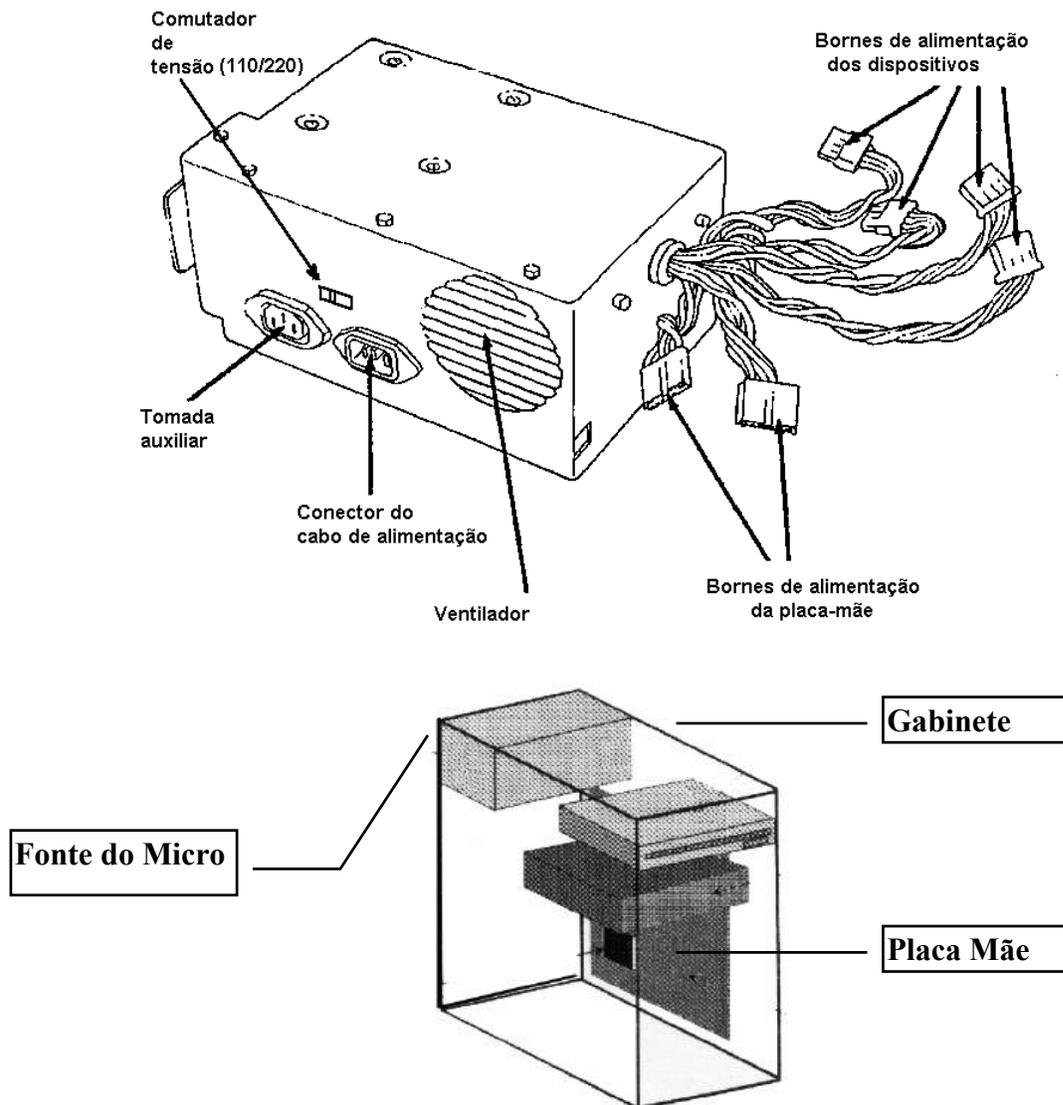
- 1º Qual a função de um filtro de linha ?
  - 2º O que são transientes ?
  - 3º Qual a função de um estabilizador ?
  - 4º Qual a faixa média de tolerância de um estabilizador ?
  - 5º O que é um no-break ?
  - 6º Qual o nome que o no-break é mais conhecido ?
  - 7º Quais são os tipos de no-breaks ? Cite as características de cada tipo
  - 8º Na compra de um no-break, quais os itens que devem ser observados ?
  - 9º Sobre cálculo de potência de um no-break. Qual a margem de segurança que deve ser deixado para cada um deles ?
  - 10º Cite alguns cuidados que deveremos tomar com um no-break
- 11º O Ibratec adquiriu um servidor Risc que usa uma fonte de 500 W, com um monitor de 240v e amperagem igual a 0,7, uma impressora a laser de 220v e 7 ampères , 10 Micro computadores Aptiva de fonte 300W e monitores com voltagem igual a 230 e amperagem de 0,6, 10 Impressoras Epson LX-300 que trabalha com 220 v e 0,3. Calcule a potência do:
- **Estabilizador**
  - **No-Break On-line**
- 12º Ao comprar um micro computador Pentium 100 Mhz que trabalha com uma fonte de 250W, uma impressora Jato de Tinta que trabalha com uma voltagem de 220 v e 0,9 A, uma Matricial LQ-1070 que trabalha com 220v e amperagem de 0,5 A, um monitor Samsung Sync Master 3 NE de 220v e 1A e um scanner Gênus 3.200 d.p.i. de 220v e 1A Qual deve ser a potência do **Estabilizador** que devo comprar ?
- 13º A Ford do Brasil tem um servidor Mac de 500W e 50 computadores ligado em rede com fontes de 250w e monitores de 220v e 0,8A. Calcule:
- **O Estabilizador**
  - **O No-Break On-line e Off-line**

## 15.7. Fontes

Computador como todo aparelho eletrônico necessita de alimentação de energia elétrica. Mas nem sempre a energia fornecida pela tomada de alimentação é a ideal para o nosso equipamento. Seja porque ela é demais ou porque é na medida incorreta, há sempre adaptações a serem processadas para que haja uma compatibilização de valores de tensão e corrente.

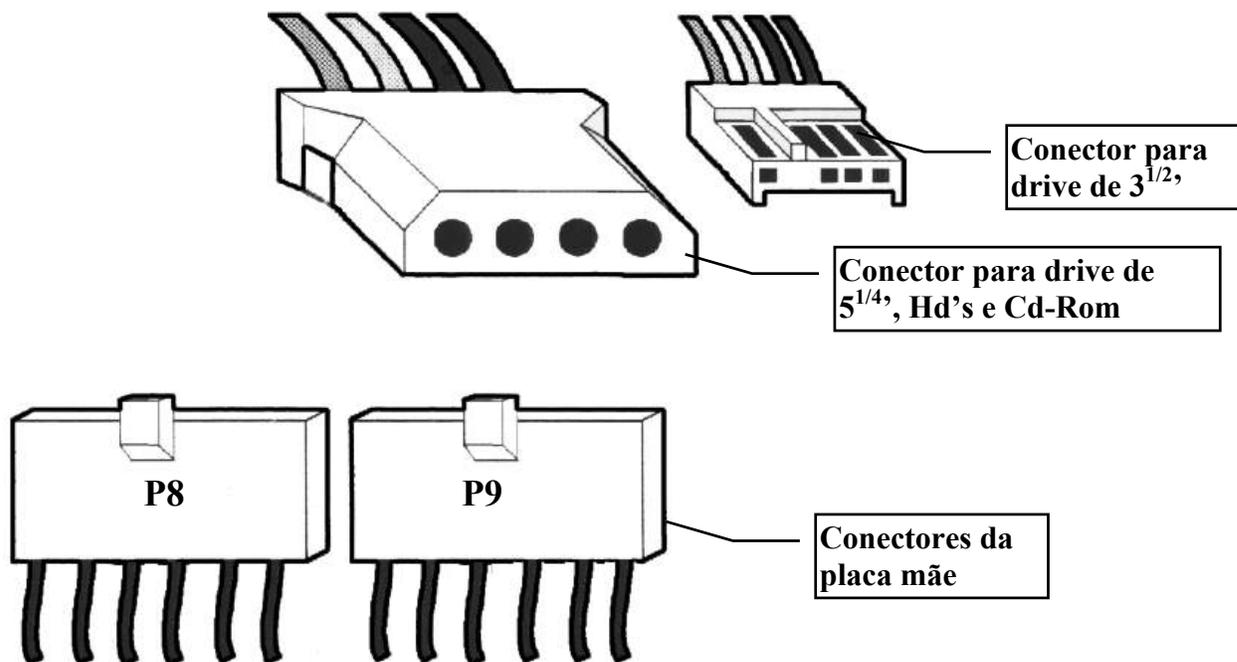
Os aparelhos que realizam essa compatibilização são chamados de fontes.

As fontes são aparelhos que transformam corrente contínua em alternada ou alternada em contínua. Por exemplo os aparelhos conhecidos como “eliminadores de pilha” são exatamente as fontes que estamos falando.



Antes de montarmos um micro devemos medir as tensões dos fios da fonte. Veja abaixo o esquema de tensões dos fios da fonte.

Para isto peque os conectores dos drives e da placa mãe que estão representados logo abaixo e faça as medições.



Cor dos Fios:	Tensão
Amarelo	+12
Branco	-5
Azul	-12
Vermelho	+5
Laranja	+5

## 15.8. Tipos de Fontes

Podemos encontrar dois tipos principais de fontes que são descritos abaixo:

- **Fonte Linear\***, é formada geralmente por um transformador AC-DC, retificador, filtro, Transistor de potência, bloco de controle e saída DC, este circuito é empregado em aparelhos que consomem pouca energia.
- **Fonte Chaveada\***, é o tipo de circuito ideal para aparelhos que usam muita energia, tem como circuitos principais: retificador AC, capacitores dobradores de tensão AC, dois transistores chaveadores de potência Mosfet, integrado controlador PWM ( CI TL494 ), circuito de saída DC.

### 15.8.1. Tensões VDC do conector de alimentação AT

Conectores	Pino	Cores dos fios	Tensão VDC
<b>P8</b>	1	Laranja	+5 V ( Power Good )
	2	Vermelho	+5 Volts
	3	Amarelo	+12 Volts
	4	Azul	-12 Volts
	5	Preto	0 Volts
	6	Preto	0 Volts
<b>P9</b>	7	Preto	0 Volts
	8	Preto	0 Volts
	9	Branco	-5 Volts
	10	Vermelho	+5 Volts
	11	Vermelho	+5 Volts
	12	Vermelho	+5 Volts

**P8 e P9** : São os conectores que alimentam a placa mãe. A maneira de encaixá-los no conector da placa é sempre juntando os fios pretos. Não tem erro. Aqui o Apartheid não tem vez, junta preto com preto e o encaixe é perfeito !

A tensão positiva +5, alimenta vários circuitos da placa mãe Como por exemplo o chipset e as memórias.

A tensão positiva +12, alimenta os motores dos drivers e cooler.

As tensões negativas (-5 e -12) são utilizadas pelas portas seriais (Com1 a Com4, incluindo o teclado).

**Obs:** O fio laranja é o Power Good. Power Good é um sinal que mantém os circuitos digitais (Processadores, Memórias, chipsets, etc.) da placa mãe em reset até que as tensões da fonte se estabilizem nos seus valores nominais.

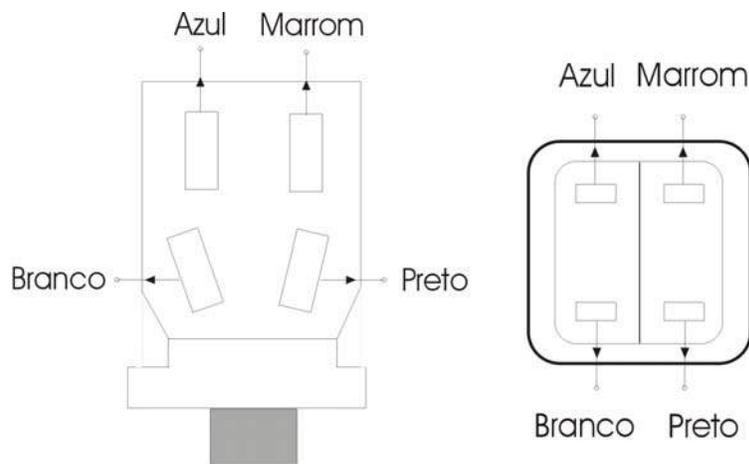
No mercado geralmente as fontes variam na potência de 250 a 350 W. Para você saber melhor como calcular a fonte ideal, consulte a tabela abaixo.

<b>Componente</b>	<b>Consumo*</b>
Motherboard	100 Watts
Modem	20 Watts
Disco rígido 3 1/2	10 Watts
Disco rígido 5 1/4	15 Watts
Módulo de memória	2 Watts
Placa de Vídeo 1M	6 Watts
Teclado	5 Watts
Mouse	2 Watts
Driver de 3 1/2	3 Watts

### 15.9. 15.4.2 – Conector Liga/Desliga de uma fonte AT

O conector de liga e desliga de um gabinete que usa fonte AT é ligado a esta mesma fonte por 4 cabos que quase sempre vem com as cores padrões: Azul, preto, branco e branco. Dois destes fios são fase e os outros dois são retorno (neutro). Quando ligamos o conector, cada fase é ligado ao seu neutro. A regra é simples: se um dia você errar e colocar um fase para se ligar ao outro, você verá um espetáculo inesquecível ... “BUM !!!!!” e sua fonte foi para o espaço ... Para evitar que tal imprevisto aconteça, existem vários métodos “decorébas” que fazem que você não erre nunca. Abaixo vem o exemplo de como ligar estes fios, não interessa a ordem o que interessa é a disposição dos fios. Porém existe um método infalível para saber se a ligação está correta. Depois de feita a ligação, pegue o multímetro e coloque na escala de continuidade (diodo) e coloque na entrada do cabo de força da fonte. Coloque um no fase e outro no neutro. Se for acusado circuito fechado está incorreto. Isto quer dizer que quando você ligar haverá um curto circuito.

Conectores (plug Liga/Desliga) da Fonte AT (vista Interna)



## 15.10. Fonte ATX

Quando a Intel criou o padrão ATX também criou um novo sistema para substituir a antiga fonte AT. A fonte ATX permite o acionamento e desligamento da alimentação por toque ou software compatível com a função Control off ( Ex: Botão desligar do Windows 95/98 ), veja abaixo as características do gabinete ATX.

- Tomada que alimenta a motherboard tem 20 pinos.
- Chave Liga/Desliga que suporta acionamento e desligamento digital por toque ou software ( função suspend/Shut down ).
- Apresenta 3,3 Volts que torna a motherboard mais baratas, pois, a tensão de alimentação do processador é gerada pela fonte e não pela motherboard.

### 15.10.1. Tensões VDC do conector de alimentação ATX

Pino	Descrição	Cores	Pino	Descrição	Cores
1	+3,3 Volts	Laranja	11	3,3 Volts*	Marrom Laranja
2	+3,3 Volts	Laranja	12	-12 Volts	Azul
3	Terra	Preto	13	Terra	Preto
4	+5 Volts	Vermelho	14	PS_ON	Verde
5	Terra	Preto	15	Terra	Preto
6	+5 Volts	Vermelho	16	Terra	Preto
7	Terra	Preto	17	Terra	Preto
8	PWR_OK	Cinza	18	-5 Volts	Branco
9	+5VSB	Purpura	19	+5 Volts	Vermelho
10	+12 Volts	Amarelo	20	+5 Volts	Vermelho

Os pinos Terra ( 0 Volts ) são usados como referência.

\*o fio do ( 22 AWG ) pino 11 poder ser de cor laranja + 3,3 VDC ou marrom para sensor 3,3 Volts (default)

### 15.11. Descrição dos Sinais da Fonte ATX

**PWR\_OK** ou **Power Good** é um sinal que quando alto "ativado" indica a existência das tensões +5VDC e +3.3VDC na saída da fonte. Quando este sinal é deixado ativado, deve haver tensão VDC suficiente para garantir a operação da fonte dentro das especificações técnicas.

Quando as tensões +5VDC e +3.3VDC estão abaixo ou acima das especificações normais, ou quando as tensões forem removidas da motherboard por um tempo suficientemente longo de forma que a alimentação de tensão não seja garantida, o sinal PWR\_OK é deixado em estado baixo "desativado".

#### **PS\_ON ( Power Supply On )**

PS\_ON é um sinal TTL que quando esta com nível lógico baixo "desligado" permite que a fonte forneça todas as cinco principais tensões DC de saída ( 3.3VDC, 5VDC, -5VDC, 12VDC e -12VDC ). Ele também permite que uma motherboard controle remotamente o suprimento de energia utilizando características como:

- **Soft on/off**, liga e desliga a fonte por meio de software ( ex.: Windows 95/98 )
- **Wake-on-LAN**, ativada a fonte por meio de uma placa de rede.
- **Wake-on-modem**, ativada a fonte por meio de um modem.

Quando o sinal **PS\_ON** está com nível lógico TTL alto ou aberto a motherboard é mantida em curto "aberta" e os cinco circuitos DC da fonte não entregam corrente na saída da fonte e ficam colocados em potencial zero em relação ao terra, mantendo a motherboard fora de funcionamento.

O sinal **PS\_ON** não tem nenhum efeito na tensão +5VSB que é habilitada sempre que a tensão VAC ( 110/220 ) está presente.

#### **+5VSB ( Standby )**

O sinal +5VSB mantém uma fonte de energia para os circuitos que têm que permanecer operacionais quando os cinco circuitos de produção das tensões DC principais de saída ( 3.3VDC, 5VDC, -5VDC, 12VDC e -12VDC ) estão com um estado inválido ou desligados.

#### **Exemplo de circuitos que usam esta tensão**

- Soft power control
- Wake-on-LAN
- Wake-on-modem
- Intrusion detection
- Suspend state activities

É necessário o sinal +5VSB para a implementação do sinal PS\_ON. A produção de +5VSB deve ser capaz de entregar um mínimo de 720 mA, 1 A ou 1,5 A com +5 V e tolerância de  $\pm 5\%$  para os circuitos externos.

## **16. Instalações Elétricas**

A partir deste tópico estaremos abordando algumas características de instalações elétricas. Logo abaixo você verá um pequeno projeto de instalações elétricas para computadores. Para isso você poderá usar as tabelas que vem ao final deste capítulo. Antes estudaremos um pouco sobre instalações elétricas em relação a estrutura de cabeamento de uma rede.

### **16.1. Rede X Instalações Elétricas**

Já que este curso de eletricidade é direcionado para profissionais que vão trabalhar com hardware, é importante comentarmos sobre uma área que está com um crescimento explosivo dentro do contexto atual: **REDES**.

Nosso objetivo aqui não é lhe tornar um profissional de REDES, pois para isso você teria que fazer o curso Projeto Físico de Redes Locais, ministrado aqui pelo Ibratec, mas é muito importante que as noções de eletricidade que você está adquirindo aqui, venha a lhe ajudar mais tarde quando você precisar. Quando entrarmos em montagem, estaremos aprendendo a fazer cabos de rede UTP e Coaxial e lá o seu professor estará lhe dando algumas dicas sobre cabos e redes, mas para aproveitar o ensejo observem algumas:

- Evite que um cabo de rede cruze por um cabo de eletricidade. Se este cabo de eletricidade tiver com tensão de 220v ou 110v não há problemas.
- Se os valores excederem a 220v prefira usar cabos blindados (STP e Coaxial)
- Não existe problemas em colocar cabos de dados e eletricidade em uma mesma calha, contanto que haja uma separação plástica entre os fios (no caso para 110v e 220v)

- Evite que um cabo de rede passe próximo a lâmpadas fluorescentes
- Evite que um cabo de rede passe próximo a motores elétricos
- Evite que um cabo de rede passe próximo a qualquer campo magnético

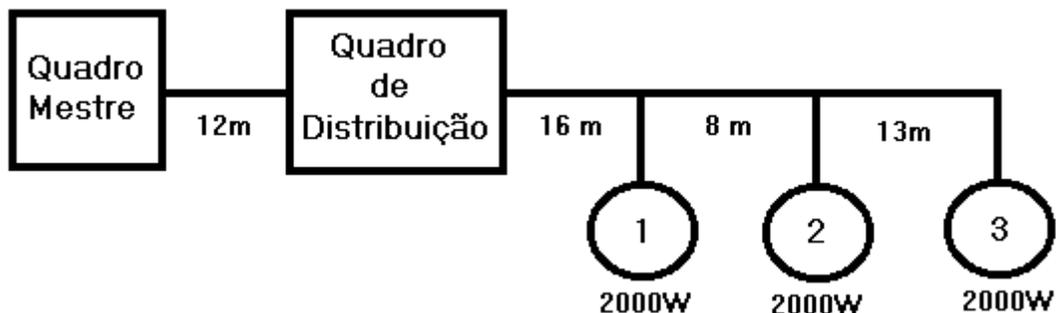
**Obs.: 1ª** Se o cabo de rede tiver que passar por algum lugar descrito nos tópicos acima prefira o uso de cabos blindados (STP e Coaxial).

## 16.2. Projeto de Instalação Elétrica para computadores

Veremos abaixo um projeto simples para abrigar laboratórios de informática. O problema é o seguinte. São três salas cada uma com 2 computadores totalizando 2000W cada, a distância da sala em relação ao quadro de distribuição está assinalada no gráfico e a distância entre o quadro mestre (Celpe) e o quadro da residência é de 25m. O objetivo é descobrir a bitola correta para os fios envolvidos na instalação e os disjuntores que iremos usar para proteger nossos equipamentos.

Existem algumas tabelas que facilitam a vida dos projetistas como esta abaixo, que exhibe as situações mais encontradas e as principais bitolas de fios para estas situações. Mas nem sempre as tabelas trazem tudo, funcionam apenas para os casos mais freqüentes, para isso veremos como calcular bitolas de fios em instalações elétricas. Mas mesmo assim o capítulo 17 trazem várias tabelas que pode lhe ajudar bastante na hora de fazer um projeto.

Seções Mínimas de condutores em Instalações Residenciais	
Tabela calculada pela capacidade de condução de corrente	
Iluminação .....	1,5 mm <sup>2</sup>
Tomadas de corrente em quarto, salas e similares .....	1,5 mm <sup>2</sup>
Tomadas de corrente em cozinhas, áreas de serviço, garagens e similares .....	2,5 mm <sup>2</sup>
Aquecedores de água em geral .....	2,5 mm <sup>2</sup>
Aparelho de ar condicionado .....	2,5 mm <sup>2</sup>
Fogões elétricos (profissional) .....	6 mm <sup>2</sup>



Com perda de 2% (de acordo com a tabela 17.3): Isto quer dizer que teremos uma perda de energia de 2% do valor do quadro de distribuição (Q.D.).

Obs: Lembre-se que quanto menor a perda, maior o custo. Neste mesmo exemplo abaixo, poderíamos ter escolhido perda de 4%, isto depende do bolso.

### **Circuito 1**

Passos para descobrir a bitola do fio do circuito 1

1º O primeiro passo é usar a fórmula Potência x Metro, para achar o valor a ser procurado na tabela 17.3.

$$\begin{aligned} P \text{ (w)} \times L \text{ (m)} \\ 2000 \times 15 = 30.000 \end{aligned}$$

2º Com o valor em mãos (30.000), verificamos na tabela 17.3 na coluna de 2% de perda. Deveremos procurar um número maior ou igual a 30.000.

3º Encontramos o número 58.400, que corresponde ao fio 14 AWG ou 1,5mm<sup>2</sup>. Que suporta 15,5 A (Segundo a tabela 17.4).

Para sabermos se o valor está correto realmente, vamos verificá-lo:

$$\begin{aligned} P = V \times I \quad \therefore \quad I = P / V \\ 2000\text{w} / 220\text{v} = 9,1 \\ \text{Então } I = 9,1 \text{ A} \end{aligned}$$

### **Conclusão:**

O fio escolhido suporta a corrente da carga. Pois 9,1A é menor do que 15,5 A, que é a carga suportada pelo fio de 1,5 mm<sup>2</sup>.

### **Circuito 2**

Passos para descobrir a bitola do fio do circuito 2

1º O primeiro passo é usar a fórmula Potência x Metro, para achar o valor a ser procurado na tabela 17.3.

$$\begin{aligned} P \text{ (w)} \times L \text{ (m)} \\ 2000 \times 23 = 46.000 \end{aligned}$$

**Obs:** A distância é de 23 metros porque a segunda sala está a 8 metros da primeira. Então 15 + 8 = 23m.

2º Com o valor em mãos, 46.000, verificamos na tabela 17.3 na coluna de 2% de perda. Deveremos procurar um número maior ou igual a este.

3º Encontramos o número 58.400, que corresponde ao fio 14 AWG ou 1,5mm<sup>2</sup>. Que suporta 15,5 A. (Segundo a tabela 17.4)

Para sabermos se o valor está correto realmente, vamos verificá-lo:

$$P = V \times I \quad \therefore I = P / V$$

$$2000w / 220v = 9,1$$

$$\text{Então } I = 9,1 \text{ A}$$

**Conclusão:**

O fio escolhido suporta a corrente da carga. Pois 9,1A é menor do que 15,5 A, que é a carga suportada pelo fio de 1,5 mm<sup>2</sup>. (Segundo a tabela 17.4)

**Circuito 3**

Passos para descobrir a bitola do fio do circuito 3

1º O primeiro passo é usar a fórmula Potência x Metro, para achar o valor a ser procurado na tabela 17.3.

$$P \text{ (w)} \times L \text{ (m)}$$

$$2000 \times 36 = 72.000$$

**Obs:** A distância é de 36 metros porque a terceira sala está a 13 metros da segunda e a 23 da primeira. Então 15 + 8 + 13 = 36m.

2º Com o valor em mãos, 72.000, verificamos na tabela 17.3 na coluna de 2% de perda. Deveremos procurar um número maior ou igual a este.

3º Encontramos o número 93.000, que corresponde ao fio 12 AWG ou 2,5mm<sup>2</sup>. Que suporta 21 A. Para sabermos se o valor está correto realmente, vamos verificá-lo:

$$P = V \times I \quad \therefore I = P / V$$

$$2000w / 220v = 9,1$$

$$\text{Então } I = 9,1 \text{ A}$$

**Conclusão:**

O fio escolhido suporta a corrente da carga. Pois 9,1A é menor do que 21 A, que é a carga suportada pelo fio de 2,5 mm<sup>2</sup>. (Segundo a tabela 17.4)

**Cálculo do Quadro Mestre (Q.M) até o Quadro de Distribuição (Q.D).****Circuito Geral:**

**Pt** = Potência Total

**P1** = Potência do circuito 1

**P2** = Potência do circuito 2

**P3** = Potência do circuito 3

Então:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_t = 2000 + 2000 + 2000$$

$$P_t = 6000 \text{ W}$$

Cálculo para saber a bitola do fio do quadro mestre (Q.M) da Celpe para o quadro de distribuição interno (Q.D).

1º O primeiro passo é usar a fórmula Potência x Metro, para achar o valor a ser procurado na tabela 17.3.

$$\mathbf{P (w) \times L (m)}$$
$$\mathbf{6000 \times 12 = 72.000}$$

**Obs:** Lembre-se que a distância aqui é do Quadro Mestre (Q.M.) até o Quadro de Distribuição (Q.D), que é de 12m.

2º Com o valor em mãos, 72.000, verificamos na tabela 17.3 na coluna de 2% de perca. Deveremos procurar um número maior ou igual a este.

3º Encontramos o número 93.000, que corresponde ao fio 12 AWG ou 2,5mm<sup>2</sup>. Que suporta 21 A. (Segundo a tabela 17.4)

Para sabermos se o valor está correto realmente, vamos verificá-lo:

$$\mathbf{P = V \times I \quad \therefore \quad I = P / V}$$
$$\mathbf{6000w / 220v = 27,3 A}$$
$$\mathbf{Então I = 27,3 A}$$

### **Conclusão:**

O fio escolhido pela tabela não suporta a corrente total do circuito, então precisamos escolher na tabela de fio, qual bitola que suporta a corrente encontrada, que é de 27,3 A. Após verificação, conclui-se que o fio apropriado é o de 4 mm<sup>2</sup> que suporta 28 A, mas como a corrente da carga é muito próxima ao valor máximo que o fio de 4 mm<sup>2</sup> suporta é recomendado que seja escolhido o fio imediatamente superior a este, então escolhemos o fio de 6 mm<sup>2</sup> que suporta 36 A.

### **Resumo:**

Circuito 1: Fio 1,5 mm<sup>2</sup>  
Circuito 2: Fio 1,5 mm<sup>2</sup>  
Circuito 3: Fio 2,5 mm<sup>2</sup>  
Circuito geral (do Q.M. até o Q.D.): 6mm<sup>2</sup>

Obs: Só precisamos escolher o fio na tabela de dimensionamento quando o comprimento do circuito for superior a 20m. Quando não, utilizamos a fórmula  $I = P / V$ , o resultado procuramos na tabela de fio qual o que suporta tal corrente.

Dimensionamento de Disjuntores

### **Fórmula :**

$$\text{IN DISJ} = \frac{\text{INc} \times 100}{70}$$

**Sendo:** IN DISJ = Corrente Nominal do Disjuntor  
INc = Corrente Nominal do Circuito

### Circuito 1

INc = 9,1 A

$$\text{IN DISJ} = \frac{\text{INc} \times 100}{70} = \frac{9,1 \times 100}{70} = \text{IN DISJ} = 13\text{A}$$

Valor comercial = 15 A

**Obs:** Como não existe disjuntor de 13A e o fio escolhido para este circuito foi de 1,5 mm<sup>2</sup>, que suporta 15,5A, pode-se utilizar um disjuntor de 15A.

### Circuito 2

INc = 9,1

$$\text{IN DISJ} = \frac{\text{INc} \times 100}{70} = \frac{9,1 \times 100}{70} = \text{IN DISJ} = 13\text{A}$$

Valor comercial = 15 A

**Obs:** Como não existe disjuntor de 13A e o fio escolhido para este circuito foi de 1,5 mm<sup>2</sup>, que suporta 15,5A, pode-se utilizar um disjuntor de 15A. (Semelhante ao caso anterior)

### Circuito 3

INc = 9,1

$$\text{IN DISJ} = \frac{\text{INc} \times 100}{70} = \frac{9,1 \times 100}{70} = \text{IN DISJ} = 13\text{A}$$

Valor comercial = 15 A

**Obs:** Neste caso, o fio escolhido foi 2,5 mm<sup>2</sup> e poderíamos utilizar o disjuntor de 20A, pois o fio 2,5 mm<sup>2</sup> suporta 21 A, mas para proteger a carga é melhor escolher o de 15A.

### Circuito Geral

INc = 27,3 A

$$\text{IN DISJ} = \frac{\text{INc} \times 100}{70} = \frac{27,3 \times 100}{70} = \text{IN DISJ} = 39\text{A}$$

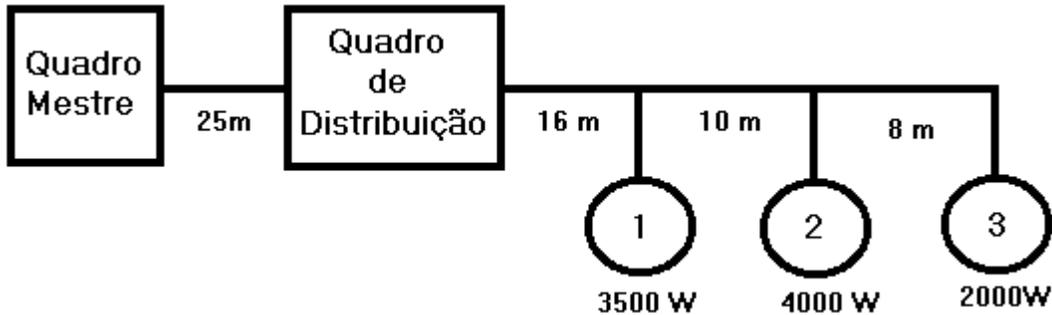
Valor comercial do disjuntor: 35A.

**Obs1:** o fio escolhido para este circuito foi o de 6 mm<sup>2</sup> que suporta 36A, por isso o disjuntor máximo de valor comercial a ser usado é o de 35A.

**Obs2:** O disjuntor escolhido deve ser no máximo igual a corrente que o fio suporta.

## Exercício de Fixação

Dimensionar os condutores e os disjuntores conforme a figura abaixo.



## 17. Tabelas

### 17.1. Tabela de condutores por eletrodutos

**Número de Condutores por Eletroduto (Em relação a bitola do eletroduto)**

A tabela abaixo indica o número máximo de condutores com isolamento termoplástico para 600 volts que podem ser instalados em um mesmo eletroduto com bitola indicada.

Bitola do Condutor	Bitola do Eletroduto							
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
Número Máximo de Condutores								
20	17	30	50	84	115	194	263	420
18	15	26	43	72	98	166	226	360
16	12	21	34	58	79	134	181	289
14	8	14	23	40	54	92	125	198
12	6	11	19	32	43	73	100	159
10	5	9	14	24	32	55	75	120
8	3	5	8	13	17	30	41	65
6	1	3	5	8	10	18	24	39

### 17.2. Tabela de Eletroduto por condutores

**Número de Condutores por Eletroduto (Em relação ao número de condutores)**

Bitola mínima de eletrodutos para condutores com isolamento para 600 volts. Indicando o número de condutores que podem ser instalados em um mesmo eletroduto.

Bitola do Condutor	Número de Condutores							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>18</b>	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
<b>16</b>	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
<b>14</b>	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
<b>12</b>	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"
<b>10</b>	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"
<b>8</b>	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1	1	1"
<b>6</b>	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"

### 17.3. Dimensionamento dos condutores pela queda da tensão admissível

A tabela a seguir dão as quedas percentuais para os alimentadores e ramais em função das distâncias e potências utilizadas, medidas em watts, para circuitos monofásicos.

**Fórmula: Soma das Potências em Watts X Distância em Metros**

Obs.: Tabela para tensão de 110V

Fio	1%	2%	4%
<b>14</b>	7.300	14.600	29.200
<b>12</b>	11.580	23.160	46.320
<b>10</b>	18.500	37.000	74.000
<b>8</b>	29.350	58.700	117.400
<b>6</b>	46.400	92.800	185.600
<b>4</b>	69.800	139.600	279.200
<b>2</b>	117.500	235.000	470.000
<b>0</b>	188.000	376.000	752.000
<b>00</b>	237.500	475.000	950.000
<b>000</b>	300.000	600.000	1.200.000
<b>0 000</b>	376.000	752.000	1.504.000
<b>250MCM</b>	443.000	886.000	1772.000
<b>300 MCM</b>	534.000	1.068.000	2.136.000
<b>400 MCM</b>	709.000	1.418.000	2.836.000
<b>500 MCM</b>	885.000	1.670.000	3.340.000

**Obs.: Tabela para tensão de 220V**

<b>Fio</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
<b>14</b>	29.200	58.400	116.800
<b>12</b>	46.500	93.000	186.000
<b>10</b>	74.000	148.000	296.000
<b>8</b>	118.000	236.000	472.000
<b>6</b>	187.000	374.000	748.000
<b>4</b>	297.000	594.000	1.188.000
<b>2</b>	473.000	946.000	1892.000
<b>0</b>	750.000	1.500.000	3.000.000
<b>00</b>	950.000	1.900.000	3.800.000
<b>000</b>	1.200.000	2.400.000	4.800.000
<b>0 000</b>	1.500.000	3.000.000	6.000.000
<b>250MCM</b>	1.780.000	3.560.000	7.120.000
<b>300 MCM</b>	2.140.000	4.280.000	8.560.000
<b>400 MCM</b>	2.850.000	5.700.000	11.400.000
<b>500 MCM</b>	3.580.000	7.160.000	14.320.000

#### 17.4. Tabela de Fios AWG X mm<sup>2</sup>

Conversão de AWG em mm <sup>2</sup>			
AWG	Ampère	mm <sup>2</sup>	Ampère
20	7	0,5	7
18	10,5	0,75	10
16	12,5	1	12
14	15	1,5	15,5
12	20	2,5	21
10	30	4	28
8	40	6	36
6	55	10	50
4	70	16	58
2	95	25	89
1	110	35	111
1/0	125		
		50	134
2/0	145		
3/0	165	70	171
4/0	195		
95	207		
250	215		
300	240	120	239
350	260		
		150	272
400	280		
		185	310
500	320		
600	355		
		240	364
700	385		
750	400		
800	410	300	419
900	435		
1000	455		
		400	502
		500	578

### 17.5. Tabela de Potência de equipamentos

Tabela oficial da Celpe de potência de equipamentos para projeto de instalações elétricas.

Equipamentos	KW	Equipamentos	KW
Ar condicionado 7000 BTUS	0,65	Espremedor de laranjas alto	0,25
Ar condicionado 7500 BTUS	0,65	Exaustor pequeno	0,03
Ar condicionado 9000 BTUS	0,85	Exaustor grande	0,05
Ar condicionado 10000 BTUS	0,85	Ferro elétrico	0,55
Ar condicionado 11000 BTUS	1,05	Ferro elétrico automático	0,70
Ar condicionado 12000 BTUS	1,05	Ferro de solda pequeno	0,10
Ar condicionado 14000 BTUS	1,25	Ferro de solda médio	0,40
Ar condicionado 15000 BTUS	1,25	Ferro de solda grande	0,60
Ar condicionado 16000 BTUS	1,25	Fogão elétrico	2,0
Ar condicionado 18000 BTUS	1,65	Forno de Microondas	1,14
Ar condicionado 21000 BTUS	2,00	Forno para cerâmica pequeno	2,0
Ar condicionado 24000 BTUS	2,00	Forno para cerâmica médio	6,00
Ar condicionado 30000 BTUS	2,40	Forno para cerâmica grande	8,50
Amplificador de Som	0,05	Freezer horizontal 170 l	0,18
Aspirador de Pó residencial	0,75	Freezer horizontal 220 l	0,18
Aspirador de Pó comercial	2,24	Freezer horizontal 330 l	0,21
Assadeira pequena	0,50	Freezer horizontal 480 l	0,28
Assadeira grande	1,00	Freezer horizontal 600 l	0,28
Balança elétrica	0,02	Freezer vertical 120 l	0,10
Balcão frigorífico pequeno	0,50	Freezer vertical 180 l	0,10
Balcão frigorífico grande	1,00	Freezer vertical 280 l	0,10
Fritadeira de batata pequena	2,50	Frigobar	0,08
Fritadeira de batata grande	3,00	Furadeira pequena	0,35
Fritadeira de batata grande	5,00	Furadeira grande	0,65
Barbeador elétrico	0,05	Geladeira comum 253 l	0,10
Batedeira de bolo	0,15	Geladeira comum 310 l	0,10
Bebedouro	0,08	Geladeira duplex 430 l	0,15
Betoneira	1,00	Geladeira triplex 430 l	0,15
Bomba d'água ¼ HP	0,19	Grelha elétrica pequena	0,50
Bomba d'água 1/3 HP	0,25	Grelha elétrica grande	1,50
Bomba d'água ½ HP	0,37	Grill	1,20
Bomba d'água ¾ HP	0,56	Lâmpada 40W	0,04
Bomba d'água 1 HP	0,75	Lâmpada 60 W	0,06
Bomba d'água 2 HP	1,50	Lâmpada 100 W	0,10
Bomba d'água 3 HP	2,25	Lâmpada 150 W	0,15
Cafeteira elétrica residencial	0,50	Lâmpada infravermelha	0,15
Cafeteira elétrica comercial	0,75	Líquidificador	0,20
Chuveiro elétrico	2,50	Lixadeira pequena	0,35
Conjunto de som residencial	0,10	Lixadeira grande	0,65
Cortador de grama	1,60	Máquina de costura	0,25

Enceradeira	0,35	Máquina de calcular	0,10
Estufa	1,00	Máquina de lavar pratos	1,20
Máquina de lavar roupas	1,00	Máquina de escrever elétrica	0,14
Máquina de solda	0,50	Máquina copiadora pequena	1,40
Máquina copiadora grande	2,00	Microcomputador	0,10
Micro forno elétrico	1,00	Moedor de carne	0,32
Multicorte	0,18	Panela elétrica	1,20
Pipoqueira residencial	0,08	Pistola de solda	0,10
Politriz	0,65	Processador / Centrifuga	0,46
Rádio relógio digital	0,04	Rádio transistorizado	0,03
Registradora elétrica	0,10	Secadora de roupas residencial	1,10
Secadora de roupas comercial	5,00	Serra elétrica	1,00
Serra tico-tico pequena	0,24	Serra tico-tico grande	0,60
Sauna residencial	4,50	Sauna comercial	12,0
Sorveteira	0,02	Purificador de água residencial	0,04
Televisor preto e branco	0,09	Televisor a cores	0,10
Torneira elétrica	2,00	Torradeira	0,80
Turbo circulador	0,20	Ventilador pequeno	0,10
Ventilador médio	0,20	Ventilador grande (de teto)	0,25
Vibrador	1,00	Vídeo game	0,01
Vídeo cassete	0,03	Secador de cabelo pequeno	0,70
Secador de cabelo grande	1,25	Forno elétrico “Olimpo” 2 câm.	52,2
Forno elétrico “Mag forno” 2 câm.	21,6	Forno elétrico “Universal” 2 câm.	35,0
Forno elétrico “Curitiba”	38,0	Forno elétrico “Vulcão” 4 câm.	22,0
Forno elétrico “Especial” 2 câm.	30,0	Forno elétrico “Capital” 2 câm.	10,0
Forno elétrico “Ital Bras.” 2 câm.	25,0	Forno elétrico “Pastel Italbras”	16,5
Forno elétrico “Sire” 1 câm.	3,00	Forno elétrico “Tubos lisboa” 1 câm	28,8
Forno elétrico “ABC” 1 câm.	2,00	Forno elétrico “Metalcone” 1 câm.	3,00
Forno elétrico “Eletro Grant” 3 câm	24,4	Forno elétrico “Superfacta” 2 câm.	28,8

## 18. Ficha Técnica

### Elaboração:

Dailson Fernandes

Ivson Ribeiro – Senai-PE

### Revisão Técnica:

Ivson Ribeiro – Senai-PE

### Conteúdo:

Dailson Fernandes

Ivson Ribeiro – Senai-PE

### Diagramação e Digitação

Dailson Fernandes

### Revisão Final

Dailson Fernandes

### Editoração:

Ibratec Edições

## 19. Bibliografia

- CAVALIN Geraldo e CERVELIN Severino - **Instalações Elétricas Prediais**. 2ª Edição – 1999.
- FERNANDES, Dailson – **Aprenda Eletricidade**. 1ª Edição. 1998
- MATTOS, Edson – **Manual de Introdução a Eletricidade**. 1ª Edição - 1997
- PAULA GIL, Anahuac – **Apostila de Introdução à Eletricidade do Ibratec** – 1997.
- LOBO, Alexandre – **Apostila de Introdução à Eletricidade do Ibratec** – 1994.
- MANUAL DA CELPE (Companhia de Eletricidade de Pernambuco)
- **Apostila de Eletricidade Predial** – SENAI-PE
- **Normas de Aterramento** (NBR-5410) – ABNT.
- **Normas de Pára-Raio** – ABNT.
- Manuais de Estabilizadores e No-breaks da **Microsol** ([www.microsol.com.br](http://www.microsol.com.br))
- Fotos de Instrumentos de medição da **Minipa** ([www.minipa.com.br](http://www.minipa.com.br))
- Fotos de Instrumentos de medição da **Engro** ([www.engro.com.br](http://www.engro.com.br))
- Artigos sobre redes e eletricidade - Paulo Lucchesi – Recicabos – PE ([www.recicabos.com.br](http://www.recicabos.com.br))
- Artigos de Eletricidade Predial, Aterramento – Ivson Ribeiro – SENAI-PE.
- Pesquisas – Giuseppe Marconi – TELÕES & CIA. - PE
- Pesquisas na Internet