

FIRJAN  
CIRJ  
SESI  
SENAI  
IEL

# ELETROMECAÂNICA AUTOMOTIVA

Eletricidade básica  
automotiva





# Eletromecânica automotiva - Eletricidade

## Eletricidade básica automotiva



# Eletromecânica automotiva - Eletricidade

## Eletricidade básica automotiva

Rio de Janeiro

2001

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro  
Eduardo Eugênio Gouvêa Vieira  
Presidente

Diretoria Corporativa Operacional  
Augusto César Franco de Alencar  
Diretor

SENAI - Rio de Janeiro  
Paulo Roberto Gaspar Domingues  
Diretor Regional do SENAI - RJ

Diretoria de Educação  
Regina Maria de Fátima Torres  
Diretora

Gerência de Educação Profissional  
Luis Roberto Arruda  
Gerente



# Eletromecânica automotiva - Eletricidade

## Eletricidade básica automotiva

© 2001

SENAI - Rio de Janeiro

Diretoria de Educação

Gerência de Educação Profissional

## Ficha Técnica

Gerência de Educação Profissional

Luis Roberto Arruda

Gerência de Produto Automotivo

Darci Pereira Garios

Coordenação

Vera Regina Costa Abreu

Elaboração

Almir Pires dos Santos

Jaime José Gomes Moreira

Fábio Barreto de Abreu

Revisão gramatical e editorial

Izabel Maria de Freitas Sodré

Projeto gráfico

Emerson Gonçalves Moreira

Hugo Norte

Colaboração (Gerência de Produto Automotivo)

Denver Brasil Pessoa Ramos

Silvio Romero Soares de Souza

SENAI - Rio de Janeiro

GEP - Gerência de Educação Profissional

Rua Mariz e Barros, 678 - Tijuca

20270-002 - Rio de Janeiro - RJ

Tel: (21) 2587-1121

Fax: (21) 2254-2884

<http://www.rj.senai.br>

# Sumário

Eletricidade  
VOL I

Apresentação

Uma palavra inicial

## 01

Eletricidade básica automotiva

Introdução

Fundamentos da eletricidade 19

Definições

Eletricidade 22

Tipos

Tipos de corrente elétrica

Grandezas elétricas 24

Conceituação

Corrente elétrica

Tensão elétrica

Resistência elétrica

Potência elétrica

Unidades e símbolos elétricos

Circuito elétrico 26

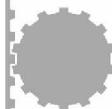
Tipos de circuito



Eletricidade  
VOL I

Lei de Ohm	27
Fusível	
Magnetismo	29
Ímãs	
Pólo magnético	
Campo magnético	
Força magnética	
Linhas de força	
Eletromagnetismo	30
Motor elétrico/gerador	
Bibliografia	31

# Apresentação



A dinâmica social dos tempos de globalização exige dos profissionais atualização constante. Mesmo as áreas tecnológicas de ponta ficam obsoletas em ciclos cada vez mais curtos, trazendo desafios que são renovados a cada dia e tendo como consequência para a educação a necessidade de encontrar novas e rápidas respostas.

Nesse cenário impõe-se a educação continuada, exigindo que os profissionais busquem atualização constante, durante toda a sua vida – e os docentes e alunos do SENAI/RJ incluem-se nessas novas demandas sociais.

É preciso, pois, promover, tanto para docentes como para alunos da Educação Profissional, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de ensinar e de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia, de forma competente.

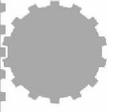
Assim, não cabe mais a utilização de materiais didáticos únicos e que não apresentam flexibilidade. Este material constitui-se numa base de dados a ser consultada pelos docentes e alunos, uma dentre várias fontes que podem ser usadas.



Portanto, aos dados aqui apresentados é preciso somar outros, resultantes de pesquisas realizadas por docentes e alunos, bem como é importante propiciar situações de aprendizagem estimulantes e desafiadoras.

Reforça essa indicação a constatação de que também na área de Eletromecânica Automotiva ocorrem rápidas mudanças, com evolução constante dos modelos de automóveis, que é necessário acompanhar, buscando atualização em fontes diversificadas, principalmente nos Manuais de Uso e de Reparações que acompanham os modelos.

# Uma palavra inicial



Meio ambiente...

Saúde e segurança no trabalho...

O que é que nós temos a ver com isso?

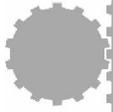
Antes de iniciarmos o estudo deste material, há dois pontos que merecem destaque: a relação entre o processo produtivo e o meio ambiente; e a questão da saúde e segurança no trabalho.

As indústrias e os negócios são a base da economia moderna. Produzem os bens e serviços necessários, e dão acesso a emprego e renda; mas, para atender a essas necessidades, precisam usar recursos e matérias-primas. Os impactos no meio ambiente muito freqüentemente decorrem do tipo de indústria existente no local, do que ela produz e, principalmente, de *como* produz.

É preciso entender que todas as atividades humanas transformam o ambiente. Estamos sempre retirando materiais da natureza, transformando-os e depois jogando o que “sobra” de volta ao ambiente natural. Ao retirar do meio ambiente os materiais necessários para produzir bens, altera-se o equilíbrio dos ecossistemas e arrisca-se ao esgotamento de diversos recursos naturais que não são renováveis ou, quando o são, têm sua renovação prejudicada pela velocidade da extração, superior à capacidade da natureza para se recompor. É necessário fazer planos de curto e longo prazo, para diminuir os impactos que o processo produtivo causa na natureza. Além disso, as indústrias precisam se preocupar com a recomposição da paisagem e ter em mente a saúde dos seus trabalhadores e da população que vive ao redor dessas indústrias.

Com o crescimento da industrialização e a sua concentração em determinadas áreas, o problema da poluição aumentou e se intensificou. A questão da poluição do ar e da água é bastante complexa, pois as emissões poluentes se espalham de um ponto fixo para uma grande região, dependendo dos ventos, do curso da água e das demais condições ambientais, tornando difícil localizar, com precisão, a origem do problema. No entanto, é importante repetir que, quando as indústrias depositam no solo os resíduos, quando lançam efluentes sem tratamento em rios, lagoas e demais corpos hídricos, causam danos ao meio ambiente.

O uso indiscriminado dos recursos naturais e a contínua acumulação de lixo mostram a falha básica de nosso sistema produtivo: ele opera em linha reta. Extraem-se as matérias-primas através de processos de produção desperdiçadores e que produzem subprodutos tóxicos. Fabricam-se produtos de utilidade limitada que, finalmente, viram lixo, o qual se acumula nos aterros. Produzir, consumir e dispensar bens desta forma, obviamente, não é sustentável.



Enquanto os resíduos naturais (que não podem, propriamente, ser chamados de “lixo”) são absorvidos e reaproveitados pela natureza, a maioria dos resíduos deixados pelas indústrias não tem aproveitamento para qualquer espécie de organismo vivo e, para alguns, pode até ser fatal. O meio ambiente pode absorver resíduos, redistribuí-los e transformá-los. Mas, da mesma forma que a Terra possui uma capacidade limitada de produzir recursos renováveis, sua capacidade de receber resíduos também é restrita, e a de receber resíduos tóxicos praticamente não existe.

Ganha força, atualmente, a idéia de que as empresas devem ter procedimentos éticos que considerem a preservação do ambiente como uma parte de sua missão. Isto quer dizer que se devem adotar práticas que incluam tal preocupação, introduzindo processos que reduzam o uso de matérias-primas e energia, diminuam os resíduos e impeçam a poluição.

Cada indústria tem suas próprias características. Mas já sabemos que a conservação de recursos é importante. Deve haver crescente preocupação com a qualidade, durabilidade, possibilidade de conserto e vida útil dos produtos.

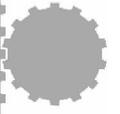
As empresas precisam não só continuar reduzindo a poluição, como também buscar novas formas de economizar energia, melhorar os efluentes, reduzir a poluição, o lixo, o uso de matérias-primas. Reciclar e conservar energia são atitudes essenciais no mundo contemporâneo.

É difícil ter uma visão única que seja útil para todas as empresas. Cada uma enfrenta desafios diferentes e pode se beneficiar de sua própria visão de futuro. Ao olhar para o futuro, nós (o público, as empresas, as cidades e as nações) podemos decidir quais alternativas são mais desejáveis e trabalhar com elas.

Infelizmente, tanto os indivíduos quanto as instituições só mudarão as suas práticas quando acreditarem que seu novo comportamento lhes trará benefícios — sejam estes financeiros, para sua reputação ou para sua segurança.

A mudança nos hábitos não é uma coisa que possa ser imposta. Deve ser uma escolha de pessoas bem-informadas a favor de bens e serviços sustentáveis. A tarefa é criar condições que melhorem a capacidade de as pessoas escolherem, usarem e disporem de bens e serviços de forma sustentável.

Além dos impactos causados na natureza, diversos são os malefícios à saúde humana provocados pela poluição do ar, dos rios e mares, assim como são inerentes aos processos produtivos alguns riscos à saúde e segurança do trabalhador. Atualmente, acidente do trabalho é uma



questão que preocupa os empregadores, empregados e governantes, e as conseqüências acabam afetando a todos.

De um lado, é necessário que os trabalhadores adotem um comportamento seguro no trabalho, usando os equipamentos de proteção individual e coletiva, de outro, cabe aos empregadores prover a empresa com esses equipamentos, orientar quanto ao seu uso, fiscalizar as condições da cadeia produtiva e a adequação dos equipamentos de proteção.

A redução do número de acidentes só será possível à medida que cada um – trabalhador, patrão e governo – assuma, em todas as situações, atitudes preventivas, capazes de resguardar a segurança de todos.

Deve-se considerar, também, que cada indústria possui um sistema produtivo próprio, e, portanto, é necessário analisá-lo em sua especificidade, para determinar seu impacto sobre o meio ambiente, sobre a saúde e os riscos que o sistema oferece à segurança dos trabalhadores, propondo alternativas que possam levar à melhoria de condições de vida para todos.

Da conscientização, partimos para a ação: cresce, cada vez mais, o número de países, empresas e indivíduos que, já estando conscientizados acerca dessas questões, vêm desenvolvendo ações que contribuem para proteger o meio ambiente e cuidar da nossa saúde. Mas, isso ainda não é suficiente... faz-se preciso ampliar tais ações, e a educação é um valioso recurso que pode e deve ser usado em tal direção. Assim, iniciamos este material conversando com você sobre o meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, lembrando que, no seu exercício profissional diário, você deve agir de forma harmoniosa com o ambiente, zelando também pela segurança e saúde de todos no trabalho.

Tente responder à pergunta que inicia este texto: meio ambiente, a saúde e a segurança no trabalho – o que é que **eu** tenho a ver com isso? Depois, é partir para a ação. Cada um de nós é responsável. Vamos fazer a nossa parte?

# Eletricidade básica automotiva

01



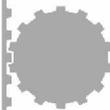
# Introdução



A natureza da força elétrica é muito difícil de ser visualizada, mas é facilmente observável quanto aos seus efeitos. A eletricidade produz resultados perfeitamente previsíveis.

Ao longo dos anos, vários cientistas descobriram que a eletricidade parece se comportar de maneira constante e previsível em dadas situações, ou quando sujeita a determinadas condições. Observaram e descreveram as características da corrente elétrica, sob a forma de regras. Estas regras recebem comumente o nome de leis. Pelo aprendizado das regras ou leis aplicáveis ao comportamento da eletricidade, você terá aprendido eletricidade.

# Fundamentos da eletricidade



## Definições

Para compreender melhor a eletricidade, vejamos as seguintes definições:

## Matéria

É toda substância sólida, líquida ou gasosa que ocupa lugar no espaço.

## Molécula

É a menor partícula, na qual devemos dividir uma matéria, sem que esta perca suas propriedades básicas.

## Átomo

São partículas infinitamente pequenas que constituem a molécula.

É no átomo que se dá o movimento eletrônico.

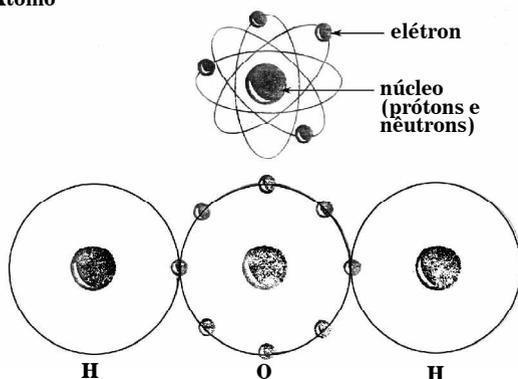
## Constituição

O átomo se constitui de

- **prótons** (cargas elétricas positivas)
- **nêutrons** (cargas nulas)
- **elétrons** (cargas elétricas negativas)

Os elétrons giram ao redor do núcleo. (prótons e nêutrons). (fig. 1)

fig. 1  
Átomo



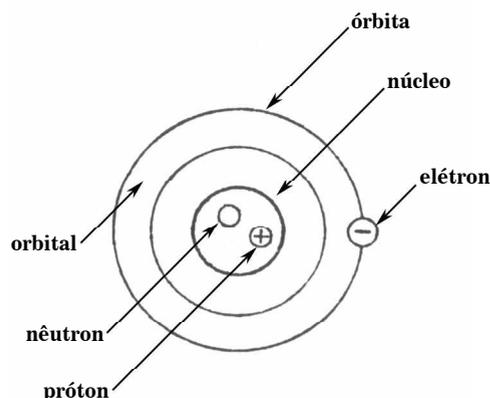
H<sub>2</sub>O – molécula de água

## Regiões

O átomo é configurado por duas regiões:

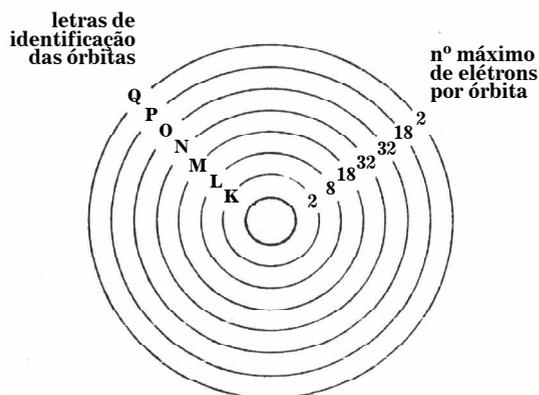
- Região central ou núcleo
- Região periférica ou orbital (eletrosfera), onde as órbitas são produzidas pelo giro dos elétrons em alta velocidade. (fig. 2)

fig. 2



Os átomos podem ter uma ou várias órbitas, dependendo do seu número de elétrons, sendo que cada órbita contém um número específico de elétrons. (fig. 3)

fig. 3



## Íons

Todos os elétrons podem ser removidos de seus átomos bastando, para isso, alterar, através da aplicação de uma força externa, o equilíbrio entre as forças centrífuga e centrípeta que os mantêm em suas órbitas.

A remoção dos elétrons de suas órbitas provoca o desequilíbrio elétrico do átomo. Como os elétrons possuem cargas negativas, o átomo se tornará eletricamente positivo.

Os elétrons livres são elétrons das órbitas externas dos átomos, principalmente os da última órbita. Esses elétrons são removidos com relativa facilidade.

A teoria eletrônica estuda o átomo só no aspecto da sua eletrosfera (região periférica ou orbital), nunca alterando o seu núcleo.

A parte da Física que estuda a alteração do núcleo do átomo é a física nuclear.

Os átomos no estado natural são sempre eletricamente neutros, isto é, o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas ( $n^\circ$  de prótons =  $n^\circ$  de elétrons). Quando esses números são diferentes, aparecem os íons, átomos eletricamente desequilibrados, pois perderam ou receberam elétrons através de uma força externa.

Os íons são classificados em positivos e negativos.

## Cátions

São átomos que perderam elétrons (íons positivos).

## Ânions

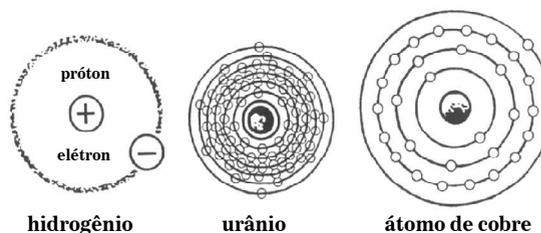
São átomos que receberam elétrons (íons negativos).

## Número atômico

Cada elemento pode ser identificado por seu número atômico, que é o número de prótons existentes no núcleo deste elemento. Por exemplo, o número atômico do hidrogênio é 1, do oxigênio é 8, do urânio é 92 e do cobre é 29, o que significa dizer que tais elementos possuem 1, 8, 92 e 29 prótons, respectivamente.

Cada elemento possui o seu número atômico. No espaço, existem mais de 100 elementos diferentes com seus respectivos números atômicos. (fig. 4)

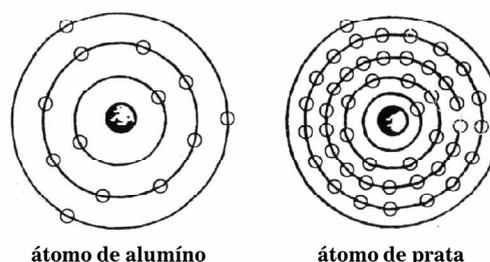
fig. 4



As características elétricas de um elemento, em grande parte, são determinadas pelo número de elétrons de sua camada mais externa.

Elementos que contêm menos de 4 elétrons na última camada são geralmente classificados como bons condutores de eletricidade, com graus variáveis de condutibilidade entre si. (fig. 5) Os elementos que contêm mais de 4 elétrons na última camada são maus condutores de eletricidade, e são chamados de isolantes ou dielétricos. Os que contêm 4 elétrons na última camada são classificados como semicondutores. (fig. 5)

fig. 5





## Semicondutores

São materiais que, dependendo da utilização, são ou não condutores.

## Condutores

São os componentes responsáveis pelo transporte da corrente elétrica. Normalmente são fios de metal, cobre ou alumínio.

Todos os metais, geralmente, são bons condutores de eletricidade. Isto decorre da facilidade de os elétrons se liberarem. No entanto, alguns metais conduzem a eletricidade melhor que outros, característica esta da resistência de cada tipo de material.

## Resistência

Os condutores oferecem alguma dificuldade ou resistência elétrica ao fluxo da corrente. Esta resistência resulta de dois fatores:

1. cada átomo resiste à remoção de elétrons devido à atração exercida nos elétrons pelos prótons do núcleo;
2. as infinitas colisões que ocorrem entre os elétrons, à medida que se movem através do condutor, representam resistência elétrica e conseqüentemente provocam elevação da temperatura.

Os fatores que influem na resistência da passagem dos elétrons no condutor estão ligados à temperatura, diâmetro ou seção, natureza (material) e comprimento do condutor.

**Obs.:** Resistência elétrica como unidade elétrica será tratada adiante.

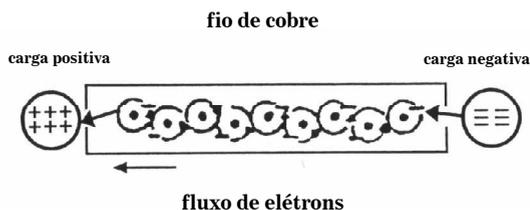


# Eletricidade

Os átomos são eletricamente neutros, considerando-se que as cargas de prótons (+) e elétrons (-) são iguais em módulos.

Um fio de cobre, por exemplo, contém uma infinidade de átomos. Colocando-se uma carga positiva e outra negativa em cada extremidade do condutor, o elétron de um átomo próximo da extremidade positiva do fio será atraído pela carga positiva, abandonando seu átomo, que ficará positivamente carregado, porque liberou um elétron, e exercerá uma força de atração no elétron do átomo vizinho. Este dará seu elétron e, simultaneamente, colherá um elétron do outro vizinho. (fig. 6)

fig. 6



O efeito de deslocamento de elétrons continuará, enquanto forem mantidas as cargas positivas e negativas nas extremidades deste fio. Portanto, pode-se dizer que a eletricidade é o fluxo de elétrons de átomo a átomo num condutor. É, pois, através do desequilíbrio do átomo, que, forçosamente, se dará o movimento de elétrons. Este movimento é chamado de eletricidade.

## Tipos

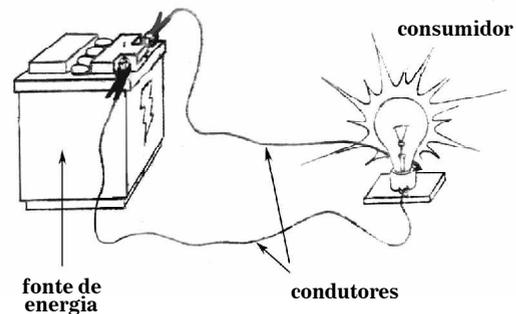
### Eletricidade estática

É a eletricidade que envolve cargas elétricas paradas. É gerada por atrito, pela perda de elétrons durante o friccionamento.

### Eletricidade dinâmica

É o fluxo de elétrons através de um condutor. Para que este fenômeno ocorra, é necessário, no mínimo, uma fonte de energia, um consumidor e os condutores fechando o circuito. (fig. 7)

fig. 7

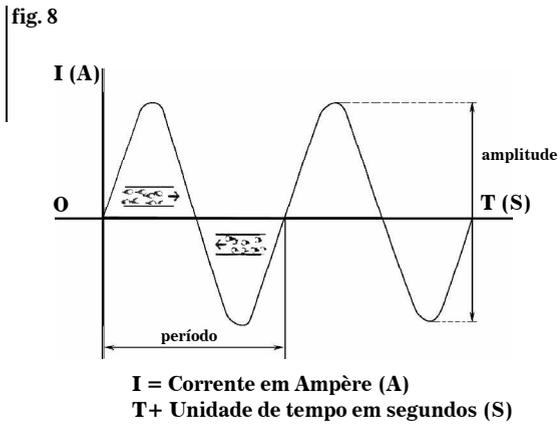


## Tipos de corrente elétrica

### Corrente alternada

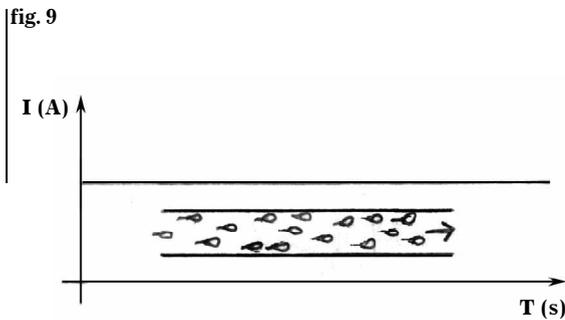
É a corrente em que o fluxo de elétrons alterna periodicamente seu sentido. É utilizada normalmente em

sistemas residenciais e industriais.  
(fig. 8)



## Corrente contínua

É a corrente em que o fluxo de elétrons mantém sentido constante ao longo do tempo. É utilizada normalmente nos sistemas elétricos veiculares.  
(fig. 9)





# Grandezas elétricas

## Conceituação

Grandeza é tudo aquilo que pode ser medido.

Grandezas elétricas são as que envolvem efeitos elétricos, ou ainda, que contribuem ou interferem nesses efeitos. As mais importantes para esse estudo são:

## Corrente elétrica

Toda vez que houver um desequilíbrio elétrico num material, haverá deslocamento de elétrons. A esse fluxo de elétrons dar-se-á o nome de corrente elétrica, cuja unidade de medida é o coulomb (C).

1 coulomb é igual a  $6,25 \times 10^{18}$  elétrons, ou seja, 6250000000000000000 (seis quintilhões e duzentos e cinquenta quatrilhões) de elétrons.

Quando circularerem  $6,25 \times 10^{18}$  elétrons por um condutor, dir-se-á que está circulando uma corrente elétrica de 1 coulomb.

O coulomb não é, porém, uma unidade muito usada na área automobilística, pois, com ele, não se faz a medição da intensidade em relação ao tempo. Para se poder medir e comparar a corrente elétrica, houve a necessidade de se medir a intensidade de corrente em relação ao tempo.

Criou-se, em consequência, uma outra unidade, o ampère, que é representado pela letra (A) e equivale a 1 coulomb por segundo.

$$1A = 1 \text{ coulomb/seg ou,} \\ 1A = 1C/s$$

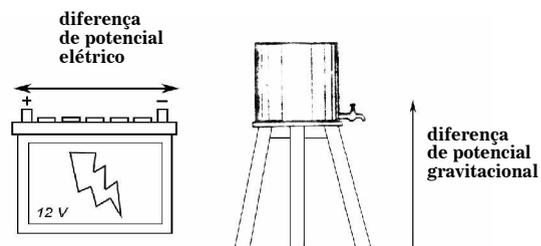
A corrente elétrica é, portanto, o fluxo de elétrons por segundo através do condutor.

## Tensão elétrica

É a diferença de potencial entre dois pontos em um circuito. Para que os elétrons se desloquem através de um condutor, é necessária uma força ou pressão que impulse esses elétrons. Essa força é chamada de tensão.

Estabelecendo um paralelo entre uma bateria e uma caixa d'água, verificamos que a caixa d'água fornece água sob pressão, enquanto que a bateria estabelece a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito, empurrando os elétrons através dos condutores. (fig. 10)

fig. 10

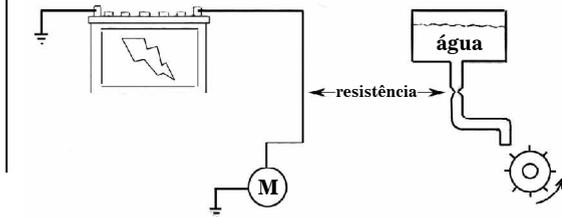


## Resistência elétrica

É definida pela oposição oferecida por uma substância ou material à passagem de corrente elétrica. Assim como um redutor hidráulico reduz o fluxo de água em uma tubulação, a resistência elétrica também limita a corrente elétrica. (fig. 11)



fig. 11



# Potência elétrica

É a medida do trabalho elétrico realizado num determinado tempo. Como é uma grandeza, a potência elétrica pode ser medida. Sua unidade padrão que é o Watt. (W).

# Unidades e símbolos elétricos

Observe o quadro a seguir.

Grandeza	Símbolo da grandeza	Unidade de medida	Símbolo da unidade de medida	Múltiplo e sub-múltiplo	Equivalência	Instrumento de medição
Tensão	E	Volt	V	Quilovolt (kV)	1.000 V	Voltímetro
				Milivolt (mV)	0,001 V	
Corrente	I	Ampère	A	Quiloampère (kA)	1.000 A	Amperímetro
				Miliampère (mA)	0,001 A	
Resistência	R	Ohm	$\Omega$	Quilohm (k $\Omega$ )	1.000 $\Omega$	Ohmímetro
				Miliohm (m $\Omega$ )	0,001 $\Omega$	
Potência	P	Watt	W	Quilowatt (kW)	1.000 W	Wattímetro
				Miliwatt (mW)	0,001 W	



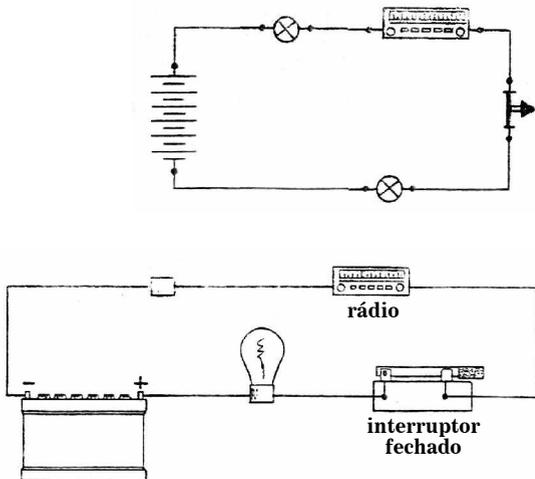
# Circuito elétrico

Dá-se esse nome ao caminho que a corrente elétrica faz para executar um trabalho. Para obtermos um circuito completo, devemos ter, no mínimo, uma fonte de energia (bateria), um consumidor (lâmpada) e o condutor (fio).

## Tipos de circuito

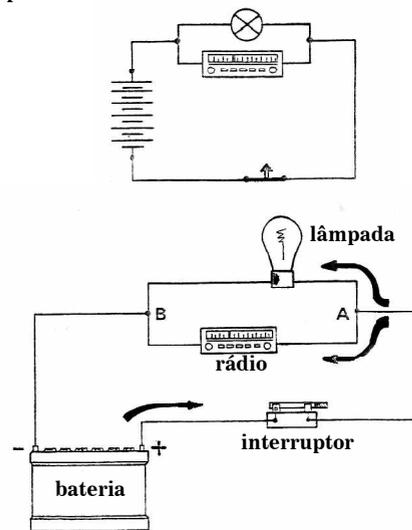
**Circuito em série** — neste circuito, a corrente elétrica tem apenas um caminho, passando por todos os componentes. Se um deles for interrompido, não haverá passagem de corrente e o circuito não funcionará. (fig. 12)

fig. 12  
Circuito em série



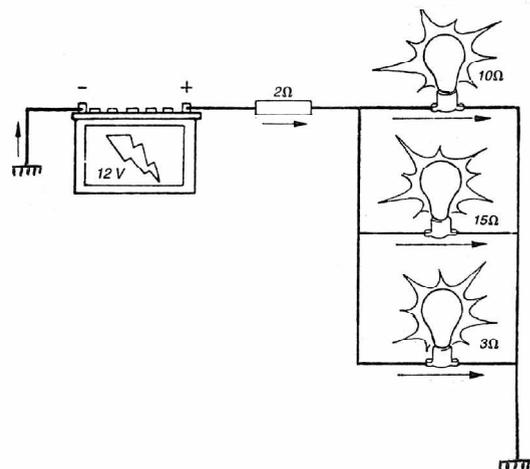
**Circuito paralelo** — neste circuito a corrente elétrica tem mais de um caminho a seguir. Se um componente for interrompido (queimar), o circuito continuará funcionando. (fig.13)

fig. 13  
Circuito paralelo



**Circuito misto** - é o circuito formado pela combinação de dois ou mais circuitos, em série e paralelo. (fig.14)

fig. 14  
Circuito misto



# Lei de Ohm



É a relação matemática das grandezas elétricas, expressa por uma fórmula. As grandezas elétricas se relacionam entre si de maneira bastante simples. Esta relação é chamada de Lei de Ohm, em homenagem ao primeiro físico que a estudou. Várias de suas aplicações são executadas por nós diariamente, como se vê abaixo:



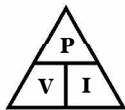
V=tensão  
R=resistência  
I=corrente

$$V = I \cdot R$$

$$I = V \div R$$

$$R = V \div I$$

Se então conhecermos os valores de no mínimo duas grandezas, chegaremos ao resultado da terceira. Ou seja:



P=potência elétrica  
V=tensão  
I=corrente

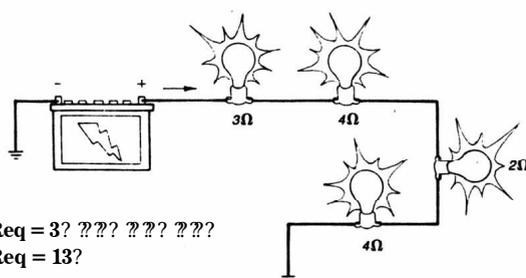
$$P = V \cdot I$$

$$I = P \div V$$

$$V = P \div I$$

A resistência equivalente ( $R_{eq}$ ), ou total num circuito em série, é igual à soma de todas as resistências. (fig.15)

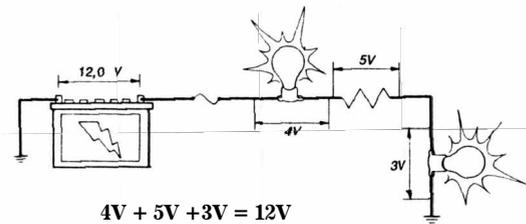
fig. 15



A **corrente** (amperagem), num circuito em série, é a mesma em qualquer ponto do circuito, independente do valor de cada resistência.

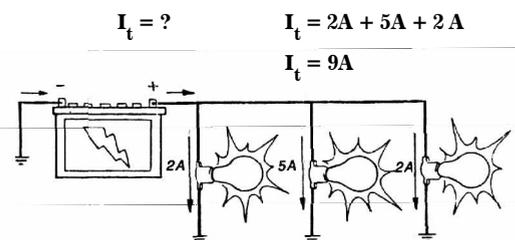
A **tensão**, no circuito em série, é a soma das quedas de tensão em cada componente do circuito e é igual à tensão da fonte (bateria). (fig.16)

fig. 16



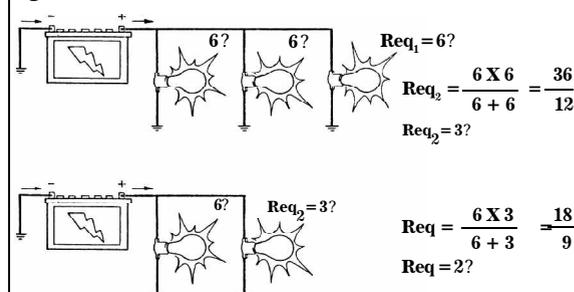
A **corrente**, no circuito paralelo, é igual à soma das correntes em cada ramo do circuito. Várias vias de passagem possibilitam a passagem de mais corrente. (fig. 17)

fig. 17

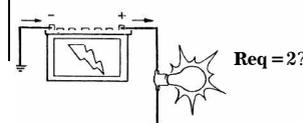


Porém a **tensão**, no circuito em paralelo, é a mesma da fonte (bateria). (fig.18)

fig. 18



Então o circuito resumido para cálculo, torna-se:



## Resumo da Lei de Ohm

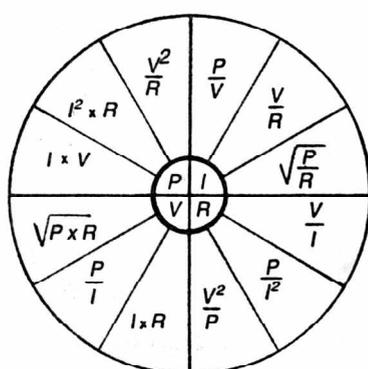
As relações entre potência, tensão, corrente e resistência estão no diagrama abaixo. Observando-se que as duas principais são :

$$V = R \times I \quad e$$

$$P = V \times I,$$

chegaremos com facilidade a qualquer de suas derivações. (fig.19)

fig. 19

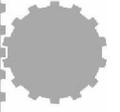


## Fusível

Componente cuja finalidade é proteger o sistema elétrico contra curtos-circuitos ou sobrecargas. Funde-se quando a corrente circulante atinge um limite acima do tolerável, interrompendo o circuito.

Ao se dimensionar um fusível, deve-se conhecer a corrente que circulará pelo circuito, e escolher, então, um com capacidade 25 a 50% maior que a corrente do circuito.

# Magnetismo



Magnetismo – é a propriedade que certas substâncias possuem de atrair materiais ferrosos. Estas substâncias são chamadas de ímãs.

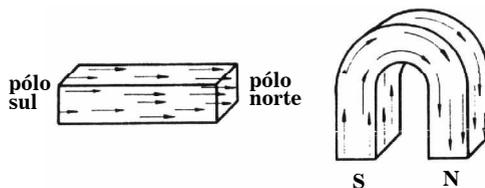
## Ímãs

Os ímãs podem ter a propriedade magnética por tempo indeterminado (longo período), ou de forma temporária (duração limitada, curto período).

## Pólo magnético

Os ímãs possuem dois pólos magnéticos definidos (pólo norte e pólo sul) nas extremidades onde estão concentradas as forças de atuação. (fig.20)

fig. 20



## Força magnética

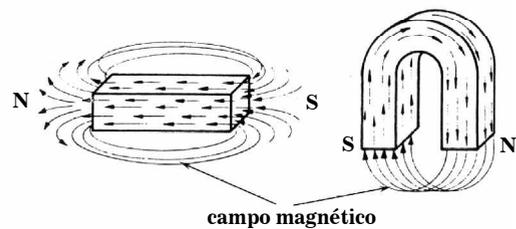
Quando duas cargas elétricas estão em movimento, aparece entre elas uma força que é denominada força magnética.

## Linhas de força

Definem o campo magnético circulante entre os pólos de um ímã.

As linhas de força partem sempre do pólo norte para o pólo sul. Pólos iguais se repelem e pólos diferentes se atraem. (fig.21)

fig. 21



## Campo magnético

Uma carga elétrica em movimento cria, no espaço em torno dela, um campo magnético, que atua sobre outra carga elétrica em movimento, exercendo sobre ela uma força magnética. Logo, é a região do espaço onde se manifesta a força magnética.

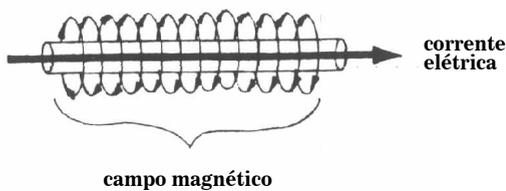


# Eletromagnetismo

Eletromagnetismo é um campo magnético obtido através da corrente elétrica. Ou seja, ao percorrer um condutor, a corrente elétrica gera, em torno do mesmo, um campo magnético. Se o condutor for enrolado em forma de uma bobina e receber uma corrente elétrica, cria-se um campo magnético devido à interação (soma) das linhas de força.

O condutor transforma-se, então, em um eletroímã. (fig.22)

fig. 22

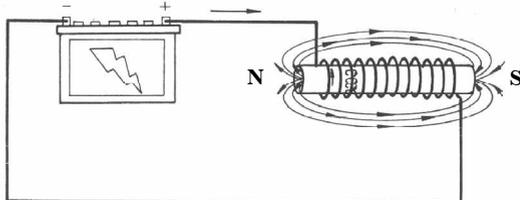


A intensidade desse campo magnético poderá ser aumentada se:

1. for aumentado o número de espiras do condutor;
2. for aumentada a corrente elétrica que circula;
3. for introduzido, no interior da bobina, um núcleo de ferro para concentrar mais o campo magnético.

Podemos inverter a polaridade magnética, invertendo a direção da corrente elétrica. (fig.23)

fig. 23

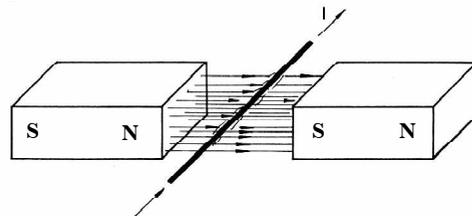


## Motor elétrico / Gerador

Aproveitando a propriedade dos eletroímãs de trocar facilmente as polaridades magnéticas, obteve-se o motor elétrico.

O princípio de funcionamento de um gerador está baseado no fato de um campo magnético cortar ou ser cortado por um condutor. Neste, é gerada uma corrente induzida (fig. 24).

fig. 24



A intensidade dessa corrente induzida é diretamente proporcional:

1. ao número de espiras da bobina;
2. à intensidade do campo magnético;
3. à velocidade do movimento do condutor ou do campo magnético.

# Bibliografia



1. BOSCH. *Conheça os produtos Bosh da parte elétrica e de ignição do seu carro*. Campinas, 1989.
2. FIAT. *Sistemas elétricos I*. Betim: Treinamento Assistencial/Assistência Técnica, [s.d.].
3. GENERAL MOTORS (BRASIL) . *Sistemas elétricos II*. Betim: Treinamento Assistencial/Assistência Técnica, [s.d.].
4. \_\_\_\_\_. *Eletricidade; fase I*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço - veículo).
5. \_\_\_\_\_. *Eletricidade; fase II*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
6. \_\_\_\_\_. *Circuitos elétricos*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
7. JORNAL DA TARDE, KCLICK EDITORIA (ed.) *Conheça seu carro*. [São Paulo, s.d.]. Suplemento.
8. PRIZENDT, Benjamin (org.). *Eletricidade do motor*. São Paulo: Senai-SP/DRD, 1992. (Mecânico de automóvel, III, 9).
9. SELEÇÕES DO READERS DIGEST (ed.) *O livro do automóvel*. São Bernardo do Campo, 1986.
10. VOLKSWAGEN (Brasil). *Conceitos básicos de eletricidade*. São Bernardo do Campo, 1986.
11. \_\_\_\_\_. *Sistemas elétricos*. São Bernardo do Campo, 1989.

**FIRJAN**  
**CIRJ**  
**SESI**  
**SENAI**  
**IEL**

---

*FIRJAN  
Federação  
das Indústrias  
do Estado  
Rio de Janeiro*

*SENAI  
Serviço Nacional  
de Aprendizagem  
Industrial do  
Rio de Janeiro*

*Rua Mariz e Barros, 678  
Pça da Bandeira  
CEP 20270-002 Rio de Janeiro RJ  
Telefone: (021) 2587 1121  
Fax (021) 2254 2884  
Central de atendimento 0800-231231  
<http://www.senai.org.br>*