

# Índice

Eletricidade .....	7
Atração e Repulsão .....	8
Grandezas Elétricas .....	9
Multímetro .....	10
Tensão Elétrica .....	11
Corrente Elétrica .....	12
Resistência Elétrica .....	13
Potência Elétrica .....	14
Múltiplos e Submúltiplos .....	15
Submúltiplos de Unidades de Medida .....	16
Exercício .....	17
Lei de Ohm.....	18
Exercício 1 .....	19
Exercício 2 .....	20
Exercício 3 .....	21
Exercício 4 .....	22
Resistores .....	23
Resistores – Código de Cores .....	24
Associação de Resistências .....	25

Exercício .....	26
Associação em Paralelo .....	27
Associação em Série e Paralelo em um único circuito .....	31
Exercício .....	32
Conectores .....	33
Interruptor .....	34
Fusível.....	35
Lâmpadas .....	36
Capacitores.....	37
Diodos.....	38
Diodos Retificadores.....	39
Teste do Diodo.....	40
Diodos Zener.....	41
Diodo Zener como Regulador de Tensão .....	42
Diodos Emissores de Luz (LED).....	43
Transistor.....	44
Transistor como uma Chave .....	45
Exercício 1 .....	46
Exercício 2 .....	47
Condutores Elétricos.....	48
Dimensionamento de Cabos Elétricos - Tabelas .....	49
Dimensionamento de Cabos Elétricos .....	51
Determinação do Condutor.....	53

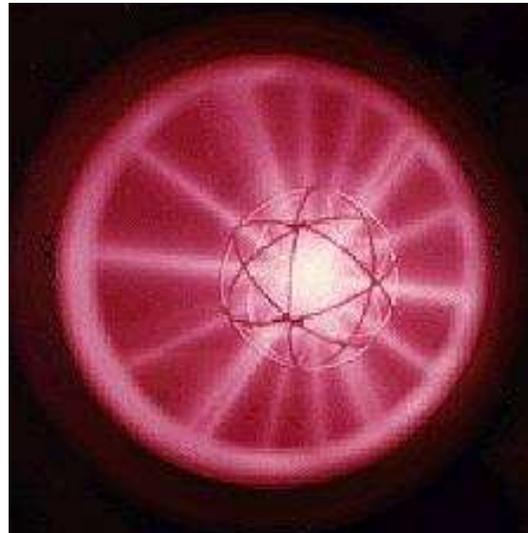
Eletromagnetismo.....	54
Motores Elétricos e Geradores.....	55
Motores de Passo .....	56
Relés e Solenóides.....	57
Bateria .....	58
Leitura e Interpretação de Esquemas Elétricos.....	63
Arquitetura Eletrônica.....	66
Comunicação CAN.....	69
Sinal On / Off (Ligado / Desligado).....	72
Sinal PWN (Modulação por Largura de pulso).....	73
Sinal Digital ou Binário .....	74
Sensor Reed.....	75
Potenciômetro .....	76
Sensor Hall .....	77
Sensor Indutivo.....	78
Sensor Capacitivo .....	79
Sensor de Pressão .....	80
Sensor de Aceleração .....	81
Sensor de Temperatura - NTC.....	82
Sensor de Temperatura - PTC .....	83
Sensor de Pressão .....	84
Módulo ADM - Funcionamento.....	85
Diagrama em Bloco – PLD e ADM.....	86

Pedal do Acelerador.....	87
Tacômetro.....	91
Indicador de Pressão .....	92
Indicador de Temperatura.....	94
Lâmpadas Indicadoras .....	95
Bloqueios .....	97
Limitador de Velocidade - Tacógrafo.....	98
Freio Motor .....	99
Freio Motor – Gráfico 2.....	100
Freio Motor – Gráfico 3.....	101
Transmissão Automática.....	102
Ar Condicionado .....	103
ADR – Controle de Rotação para Serviços Especiais .....	104
ADR – Controle de Rotação para Serviços Especiais – Segundo Exemplo .....	105
Saída de Sinal para Reles IWK .....	106
Parâmetros do ADM.....	107
Parâmetros ADM – Retardador Ativo .....	108
Parâmetros ADM – Limitações de Validades Gerais .....	109
Parâmetros ADM – Limitadoes Comutáveis (Ar Condicionado).....	110
Parâmetros ADM – Configuração das Rotações do Serviço.....	111
Parâmetros ADM – Valor de Rotação em uma ADR .....	112
Parâmetros ADM – Avaliação do Sinal B7 .....	113
Parâmetros ADM – Saída do Valor Atual.....	114

Parâmetros ADM – Pedal do Acelerador .....	115
Parâmetros ADM – Proteção da Caixa de Mudanças .....	117
Parâmetros ADM – Entrada Analógica 1 .....	120
Tabelas das Conexões do ADM - 1 .....	124
Tabelas das Conexões do ADM - 2 .....	125
Módulo de Gerenciamento de Motor - MR .....	126
Módulo de Gerenciamento de Motor – Construção e Funcionamento .....	127
Funções de Proteção do Motor .....	137
Funções de Proteção do Motor – Redução de Torque .....	138
Funções de Proteção do Motor – Redução de Potência .....	139
Funções de Proteção do Motor – Nível de Óleo .....	140
Funções de Proteção do Motor - Testes .....	141
Funções de Proteção do Motor – Deslocamento Volante .....	142
Funções de Proteção do Motor – Desligamento Cilindros .....	143
Sensores do Motor .....	144
Sensores de Temperatura e Pressão do Ar de Admissão .....	145
Sensor de Temperatura do Combustível .....	146
Sensor de Pressão e Temperatura do Óleo do Motor .....	147
Sensores Indutivos de RPM (volante) e de Sincronismo (comando) .....	148
Sensor de Indutivo do Volante .....	149
Sensor de Indutivo do Comando .....	150
Curva de Resposta dos Sensores de Pressão .....	151

## Eletricidade

Você provavelmente sabe que tudo em nosso mundo é composto de átomos, e os átomos por sua vez, possuem um núcleo rodeado por pequenas partículas chamadas elétrons. A eletricidade é uma forma de energia causada pelo fluxo de elétrons. A energia elétrica é facilmente convertida em outras formas de energia como a luz, o calor, o som e o movimento.



## Atração e Repulsão

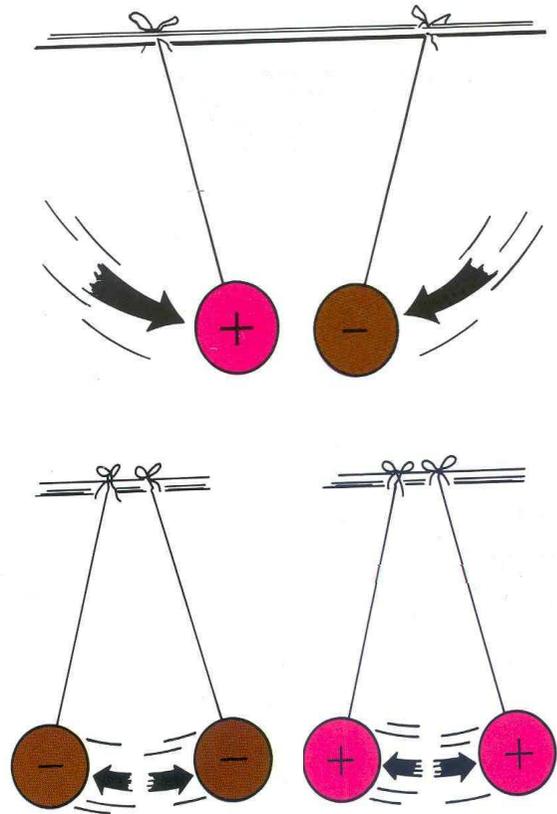
A eletricidade se baseia no princípio de atração e repulsão.  
As cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e as de sinais opostos se atraem.

### Isolantes

São os materiais que oferecem grande resistência a passagem de corrente elétrica por ter poucos elétrons livres em sua estrutura molecular.  
Ex. Vidro, borracha, plástico, etc

### Condutores

São materiais que permitem a passagem da corrente elétrica devido a grande quantidade de elétrons livres em sua estrutura. Ex. Ouro, prata, alumínio, cobre, etc



## Grandezas Elétricas

### Tabela de grandezas elétricas

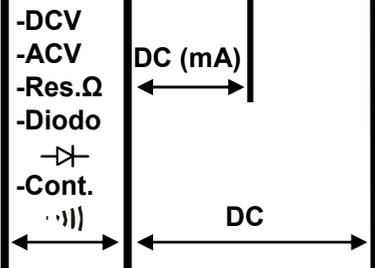
Tabela resumo das grandezas elétricas				
Grandeza	Símbolo da grandeza	Unidades da grandeza	Símbolo da unidade	Aparelho de medição
Corrente	I	Ampere	A	Amperímetro
Tensão	U ou E	Volt	V	Voltímetro
Resistência	R	Ohm	$\Omega$	Ohmímetro
Potência	P	Watt	W	Watímetro

# Multímetro

Tensão Contínua (DCV)		
Faixa	Resolução	
2V	1mV	
20V	10mV	
200V	100mV	
1000V	1V	
Impedância de entrada = 10MΩ		
Proteção Sobrecarga = 1000V DC 750V AC RMS		

Corrente (DCA)		
Faixa	Resolução	
2mA	1μA	
20mA	10μA	
200mA	100μA	
20A	10mA	
Proteção Sobrecarga = Fusível Ação Rápida 0,8A/250V para Entrada mA.		
Sem Fusível para Entrada 20A		

Continuidade $\rightarrow$		
- Indicação: Sonora.		
- Limiar: Um sinal sonoro é emitido quando a resistência medida estiver abaixo de 50Ω.		
- Tensão de Circuito Aberto: 0.3V DC (típico).		
- Proteção de Sobrecarga: 500V DC / 500V AC RMS.		



Tensão Alternada (ACV)		
Faixa	Resolução	
200V	0,1V	
750V	1V	
Leitura de Frequências = 50 à 500Hz		
Impedância de entrada = 4,5MΩ		
Proteção Sobrecarga = 1000V DC 750V AC RMS		

Resistência (Ω)		
Faixa	Resolução	
2KΩ	1Ω	
20KΩ	10Ω	
200KΩ	100Ω	
2MΩ	1KΩ	
20MΩ	10KΩ	
Tensão Circuito Aberto = 0,3V DC (máximo)		
Proteção Sobrecarga = 500V DC 500V AC RMS		

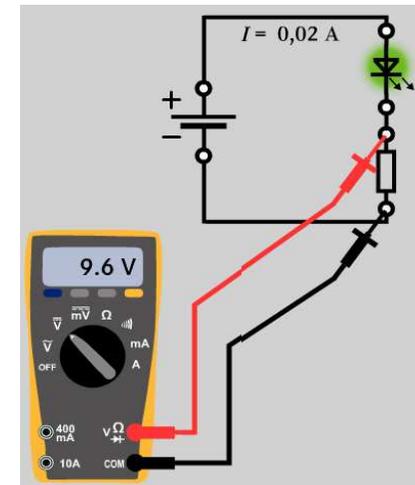
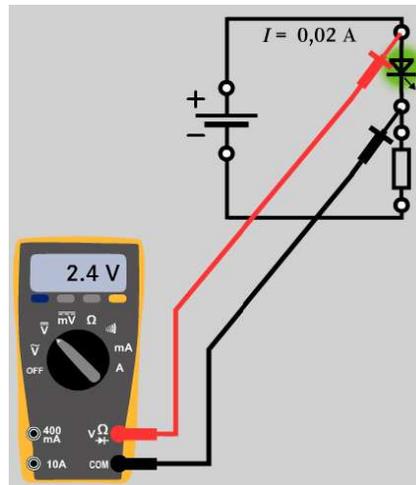
Diodo $\rightarrow$		
- Indicação: Queda de Tensão Direta Aproximada sobre o Diodo.		
- Tensão de Teste: 3V DC (máximo).		
- Corrente de Teste: 1.0mA±0.6mA.		
- Proteção de Sobrecarga: 500V DC / 500V AC RMS.		

## Tensão Elétrica

Tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. Sua unidade de medida é o Volt, o nome é homenagem ao físico italiano Alessandro Volta.

Para facilitar o entendimento do que é tensão elétrica, pode-se fazer um paralelo com a pressão hidráulica. Quanto maior a diferença de pressão hidráulica entre dois pontos, maior será o fluxo do líquido. Ex: Considerando uma caixa d'água e uma torneira, quanto mais alta estiver a caixa d'água, maior será a pressão e a velocidade com que a água sairá na torneira. O fluxo de água citado no exemplo anterior pode ser considerado como corrente elétrica em um circuito elétrico. Da mesma maneira, a pressão hidráulica pode ser considerada como Tensão elétrica em um circuito elétrico.

### Medição de Tensão



# Corrente Elétrica

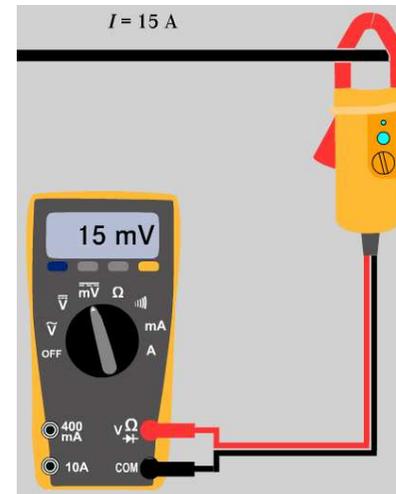
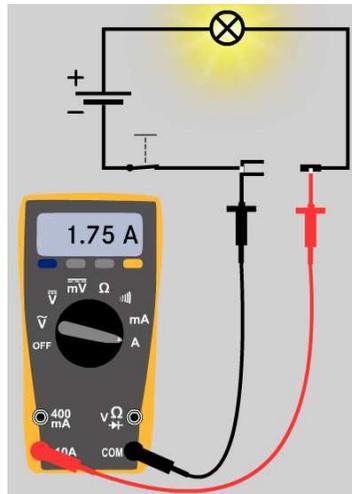
## Corrente elétrica

Na Física, corrente elétrica é o fluxo **ordenado** de partículas portadoras de carga elétrica. Sabe-se que, microscopicamente, as cargas livres estão em movimento aleatório devido a agitação térmica.

Para que a corrente elétrica exista, é necessário a presença de uma tensão elétrica ( diferença de potencial ). Vide exemplo da caixa d'água da página anterior.

A unidade padrão no SI para medida de intensidade de corrente é o **Ampère**.

## Medição de Corrente



## Resistência Elétrica

**Resistência elétrica** é a oposição a passagem de corrente elétrica, quando existe uma diferença de potencial aplicada. Seu cálculo é dado pela Lei de Ohm, e segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI), é medida em Ohms.

Quando uma corrente elétrica é estabelecida em um condutor metálico, um número muito elevado de elétrons livres passa a se deslocar nesse condutor. Nesse movimento, os elétrons colidem entre si e também contra os átomos que constituem o metal. Os elétrons encontram uma certa dificuldade para se deslocar, isto é, existe uma resistência à passagem da corrente no condutor. Para medir essa resistência, os cientistas definiram uma grandeza que denominaram **Resistência elétrica**.

Fatores que influenciam no valor de uma resistência:

A resistência de um condutor é tanto maior quanto maior for seu comprimento.

A resistência de um condutor é tanto maior quanto menor for a área de sua seção reta, isto é, quanto mais fino for o condutor.

A resistência de um condutor depende do material de que ele é feito

A resistência de um condutor depende da temperatura a que ele está submetido.

### Medição de Resistência elétrica



## Potência Elétrica

Em sistemas elétricos, a potência instantânea desenvolvida por um dispositivo de dois terminais é o produto da diferença de potencial entre os terminais e a corrente que passa através do dispositivo.

Isto é,

$$P = I \cdot V$$

onde  $I$  é o valor instantâneo da corrente e  $V$  é o valor instantâneo da tensão. Se  $I$  está em ampères e  $V$  em volts,  $P$  estará em watts.

Num sistema de corrente contínua em que  $I$  e  $V$  se mantenham invariantes durante um dado período, a potência transmitida é também constante e igual ao produto de  $I \times V$ .

# Múltiplos e Submúltiplos

## Múltiplos e Submúltiplos de Unidades de Medida encontrados na eletricidade

### Múltiplos de Unidades de Medida

Os múltiplos de unidade de medida são designações associadas as unidades, que visam representar valores acima de 1000. Utilizando como unidade de medida o Volt, no exemplo abaixo podemos encontrar as seguintes representações:

1	Volt .....	V
1000	Volts .....	Mil Volts ..... 1KV ( Um Kilo Volt )
1000 000	Volts.....	Um Milhão de Volts .... 1MV ( Um Mega Volt )
1000 000 000	Volts ...	Um Bilhão de Volts ..... 1GV ( Um Giga Volt )
1000 000 000 000	Volts.....	Um Trilhão de Volts .... 1TV ( Um Tera Volt )

Na tabela acima vemos o nome **Kilo** para representar mil, **Mega** para representar um milhão, **Giga** para representar um bilhão e **Tera** para representar um trilhão. Essa nomenclatura é utilizada com outras unidades além do Volt. Ex: M ( Mega Ohms ), KW ( Kilo Watts ), GHz ( Giga Hertz ).

## Submúltiplos de Unidades de Medida

Os submúltiplos de unidade de medida são designações associadas as unidades que visam representar valores menores que um. Utilizando como unidade de medida o Volt, no exemplo abaixo podemos encontrar as seguintes representações:

1	Volt	.....	.....	1V
0,001	Volt	.....	.....	1mV ( Um mili volt )
0,000001	Volt	.....	.....	1 V ( Um micro volt )
0,000000001	Volt	.....	.....	1nV ( Um nano volt )
0,000000000001	Volt	.....	.....	1pV ( Um pico Volt )

Na tabela acima vemos o nome **mili**, para representar valores mil vezes menor que ( Um ), **micro** para representar valores um milhão de vezes menor que ( Um ), **nano** para representar valores um bilhão de vezes menor que ( Um ) e **pico** para representar valores com um trilhão de vezes menor que ( Um ). Essa nomenclatura é utilizada com outras unidades além do Volt. Ex: A ( micro ampére ), mW ( mili Watts ), nF ( nano Farad ).

## Exercício

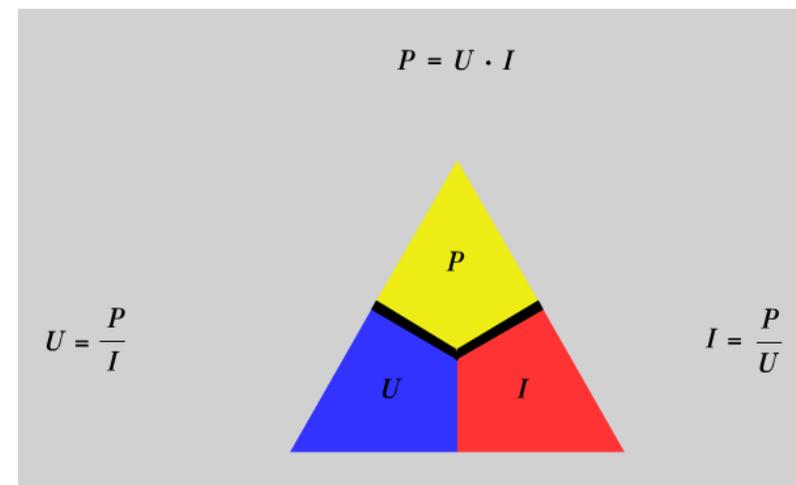
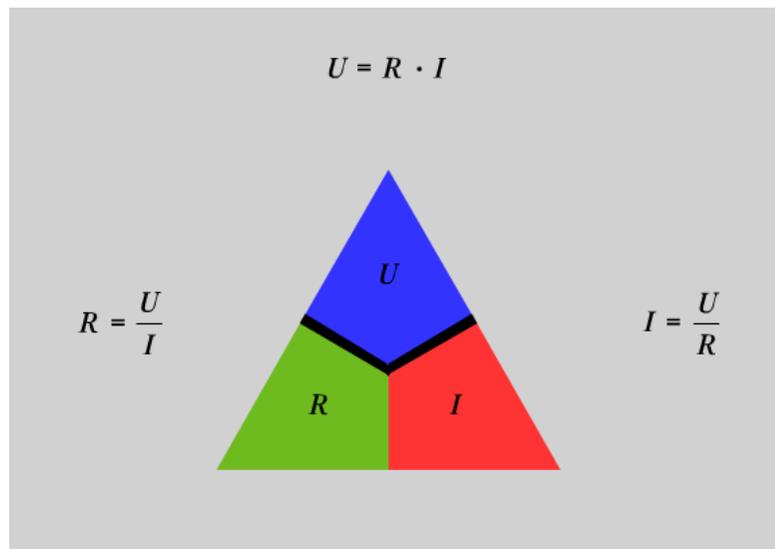
Preencha a tabela abaixo

1 V = _____	mV
_____	mV = 0.001 V
1 K $\Omega$ = _____	$\Omega$
1 M $\Omega$ = _____	$\Omega$
_____	A - 1000 mA
1 mA - _____	A
1 W - _____	kW
1 kW _____	W

## Lei de Ohm

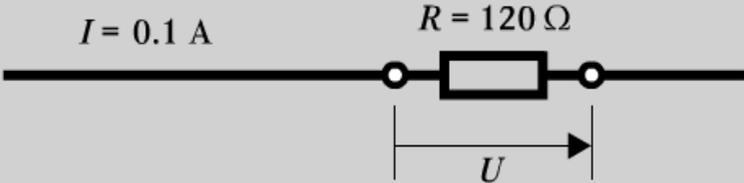
O nome desta importante lei foi dado em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm. Ela é utilizada para o cálculo da tensão (U), corrente (I), resistência (R) e potência (P) num circuito elétrico.

Os triângulos abaixo são a maneira mais fácil de representar as equações da lei de Ohm.



## Exercício 1

Utilizando o triângulo mostrado na página anterior, assinale a fórmula mais correta para calcular a tensão sobre o resistor do circuito abaixo.



The diagram shows a horizontal wire with a resistor in the center. To the left of the resistor, the current is labeled  $I = 0.1 \text{ A}$ . Above the resistor, its resistance is labeled  $R = 120 \Omega$ . Below the resistor, a horizontal arrow labeled  $U$  indicates the voltage drop across it.

Formula:

- $U = \frac{P}{I}$
- $R = \frac{U}{I}$
- $U = R \cdot I$