





# Sistemas Embarcados

O que são os sistema embarcados e tecnologias habilitadoras.

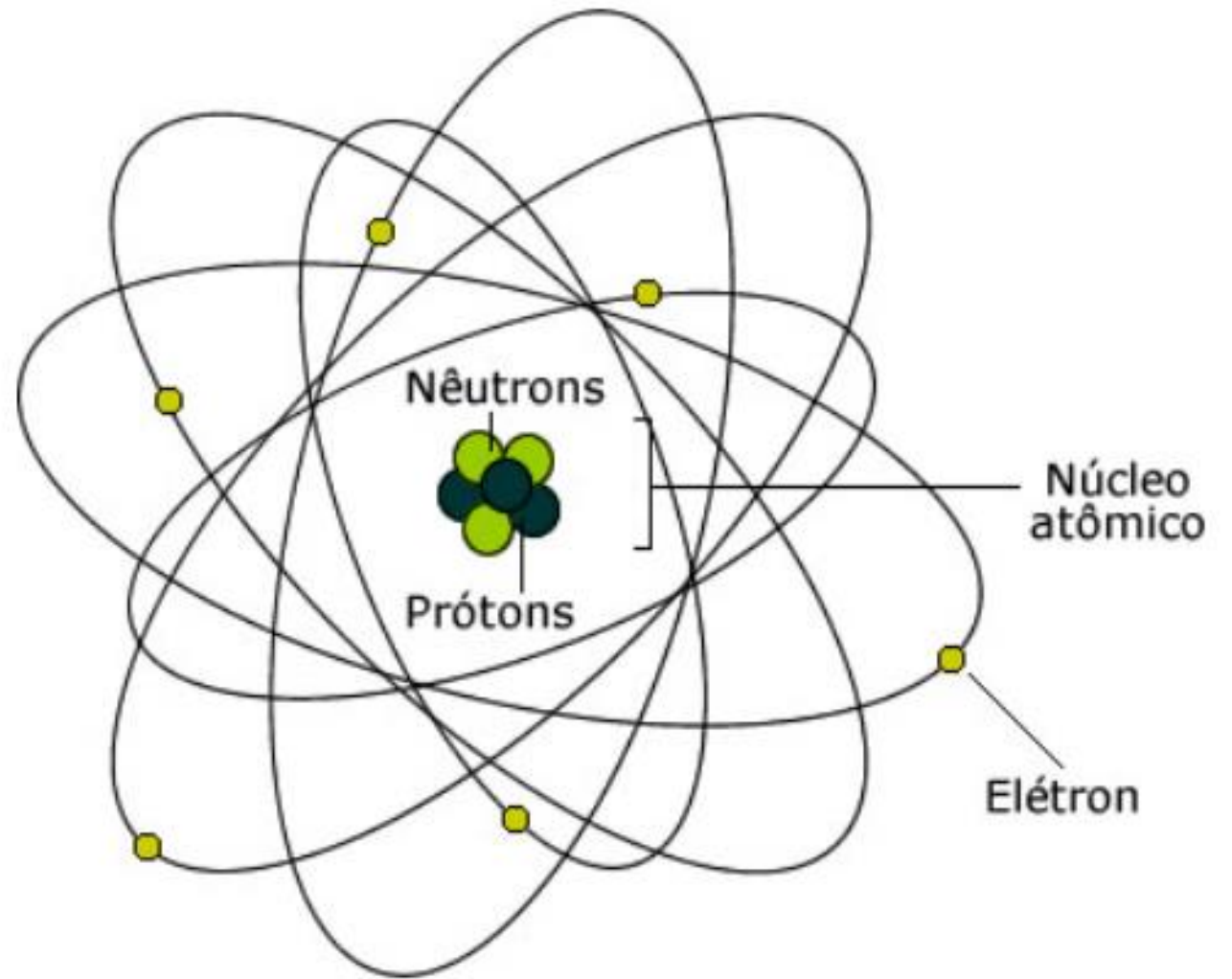


- Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2006). Atua em pesquisa e desenvolvimento na área de eletrônica e automação industrial. Possui vasta experiência em desenvolvimento de hardware, mais especificamente, placas de circuito impresso, dentre elas: placas de instrumentação analógica e digital utilizadas em sistemas de testes, placas processadoras baseadas em microcontroladores de diversos fabricantes, placas utilizadas em sistemas de comunicação digital com tecnologias cabeadas como RS485, RS422, Ethernet e tecnologias sem fio como Wi-fi 802.11, Zigbee 802.15 dentre outras. Possui experiência em desenvolvimento de firmware em diversas plataformas dentre elas: Intel 8088, 8051, Atmel, Microchip, ESP8266, Arduino.
- <http://lattes.cnpq.br/5067803336101638>



- Conceitos de Eletricidade;
- Geração de Energia;
- Resistores;
- Termistores;
- Potênciômetros;
- Capacitores;
- Semicondutores;
- Diodos;
- Transistores;
- Transistores MOS-FET;

# Conceito de eletricidade

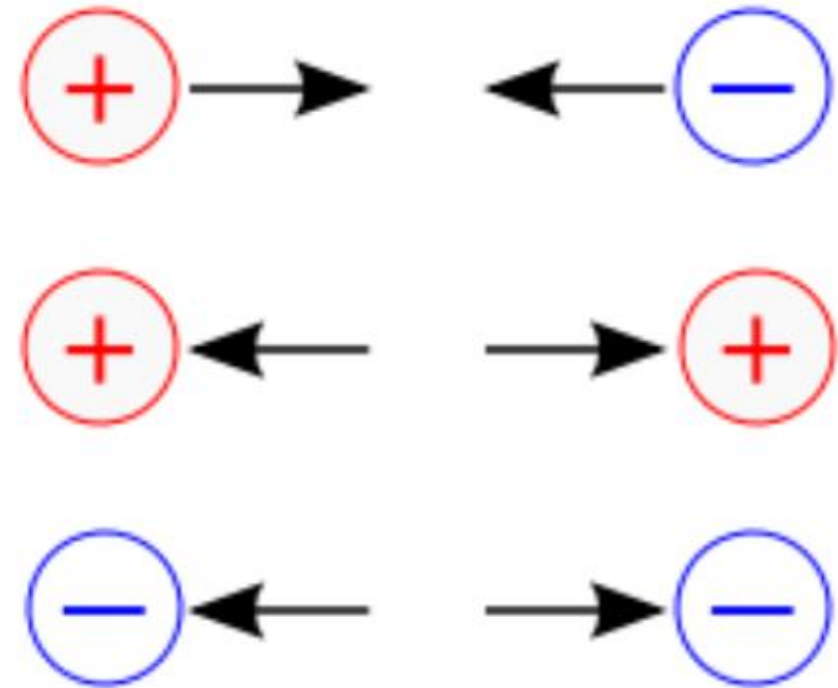




- Os átomos são compostos de prótons, elétrons e nêutrons.
- Os **prótons** possuem carga positiva;
- Os **elétrons** possuem carga negativa;
- Os **nêutrons** não possuem cargas.

- **Cargas com sinais diferentes se atraem;**

- **Cargas com sinais iguais se repelem;**



# Conceitos de eletricidade



GRUPO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PERÍODO	1	1 <b>H</b> hidrogênio 1,008																	2 <b>He</b> hélio 4,0026	
	2	3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,0122											5 <b>B</b> boro 10,81	6 <b>C</b> carbono 12,011	7 <b>N</b> nitrogênio 14,007	8 <b>O</b> oxigênio 15,999	9 <b>F</b> flúor 18,998	10 <b>Ne</b> neônio 20,180	
	3	11 <b>Na</b> sódio 22,990	12 <b>Mg</b> magnésio 24,305											13 <b>Al</b> alumínio 26,982	14 <b>Si</b> silício 28,085	15 <b>P</b> fósforo 30,974	16 <b>S</b> enxofre 32,06	17 <b>Cl</b> cloro 35,45	18 <b>Ar</b> argônio 39,948	
	4	19 <b>K</b> potássio 39,098	20 <b>Ca</b> cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> escândio 44,956	22 <b>Ti</b> titânio 47,867	23 <b>V</b> vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> cromo 51,996	25 <b>Mn</b> manganês 54,938	26 <b>Fe</b> ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> níquel 58,693	29 <b>Cu</b> cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> zinco 65,38(2)	31 <b>Ga</b> gálio 69,723	32 <b>Ge</b> germânio 72,630(8)	33 <b>As</b> arsênio 74,922	34 <b>Se</b> selênio 78,971(8)	35 <b>Br</b> bromo 79,904	36 <b>Kr</b> criptônio 83,798(2)	
	5	37 <b>Rb</b> rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> estrôncio 87,62	39 <b>Y</b> ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> zircônio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> nióbio 92,906	42 <b>Mo</b> molibdênio 95,95	43 <b>Tc</b> tecnécio [98]	44 <b>Ru</b> rutênio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> ródio 102,91	46 <b>Pd</b> paládio 106,42	47 <b>Ag</b> prata 107,87	48 <b>Cd</b> cádmio 112,41	49 <b>In</b> índio 114,82	50 <b>Sn</b> estanho 118,71	51 <b>Sb</b> antimônio 121,76	52 <b>Te</b> telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> iodo 126,90	54 <b>Xe</b> xenônio 131,29	
	6	55 <b>Cs</b> césio 132,91	56 <b>Ba</b> bário 137,33	57 - 71		72 <b>Hf</b> háfnio 178,49(2)	73 <b>Ta</b> tântalo 180,95	74 <b>W</b> tungstênio 183,84	75 <b>Re</b> rênio 186,21	76 <b>Os</b> ósmio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> irídio 192,22	78 <b>Pt</b> platina 195,08	79 <b>Au</b> ouro 196,97	80 <b>Hg</b> mercúrio 200,59	81 <b>Tl</b> tálio 204,38	82 <b>Pb</b> chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> bismuto 208,98	84 <b>Po</b> polônio [209]	85 <b>At</b> astato [210]	86 <b>Rn</b> radônio [222]
	7	87 <b>Fr</b> frâncio [223]	88 <b>Ra</b> rádio [226]	89 - 103		104 <b>Rf</b> rutherfordio [267]	105 <b>Db</b> dúbnio [268]	106 <b>Sg</b> seabórgio [269]	107 <b>Bh</b> bóhrio [270]	108 <b>Hs</b> hássio [269]	109 <b>Mt</b> meitnério [278]	110 <b>Ds</b> darmstádio [281]	111 <b>Rg</b> roentgênio [281]	112 <b>Cn</b> copernício [285]	113 <b>Nh</b> nihônio [286]	114 <b>Fl</b> fleróvio [289]	115 <b>Mc</b> moscóvio [288]	116 <b>Lv</b> livermório [293]	117 <b>Ts</b> tenessino [294]	118 <b>Og</b> oganessônio [294]
				57 <b>La</b> lantânio 138,91	58 <b>Ce</b> cério 140,12	59 <b>Pr</b> praseodímio 140,91	60 <b>Nd</b> neodímio 144,24	61 <b>Pm</b> promécio [145]	62 <b>Sm</b> samário 150,36(2)	63 <b>Eu</b> europio 151,96	64 <b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)	65 <b>Tb</b> térbio 158,93	66 <b>Dy</b> disprósio 162,50	67 <b>Ho</b> hólmio 164,93	68 <b>Er</b> érbio 167,26	69 <b>Tm</b> túlio 168,93	70 <b>Yb</b> itérbio 173,05	71 <b>Lu</b> lutécio 174,97		
				89 <b>Ac</b> actínio [227]	90 <b>Th</b> tório 232,04	91 <b>Pa</b> protactínio 231,04	92 <b>U</b> urânio 238,03	93 <b>Np</b> netúnio [237]	94 <b>Pu</b> plutônio [244]	95 <b>Am</b> amerício [243]	96 <b>Cm</b> cúrio [247]	97 <b>Bk</b> berquelio [247]	98 <b>Cf</b> califórnio [251]	99 <b>Es</b> einstênio [252]	100 <b>Fm</b> férmio [257]	101 <b>Md</b> mendelévio [258]	102 <b>No</b> nobélio [259]	103 <b>Lr</b> laurêncio [262]		

3

**Li**

lítio

peso atômico  
(ou número de massa do isótopo mais estável)

número atômico

símbolo químico

nome

Não metais

Metais alcalinos

Semimetais

Outros metais

Lantanídeos

Gases nobres

Metais alcalino-terrosos

Halogênios

Metais de transição

Actinídios



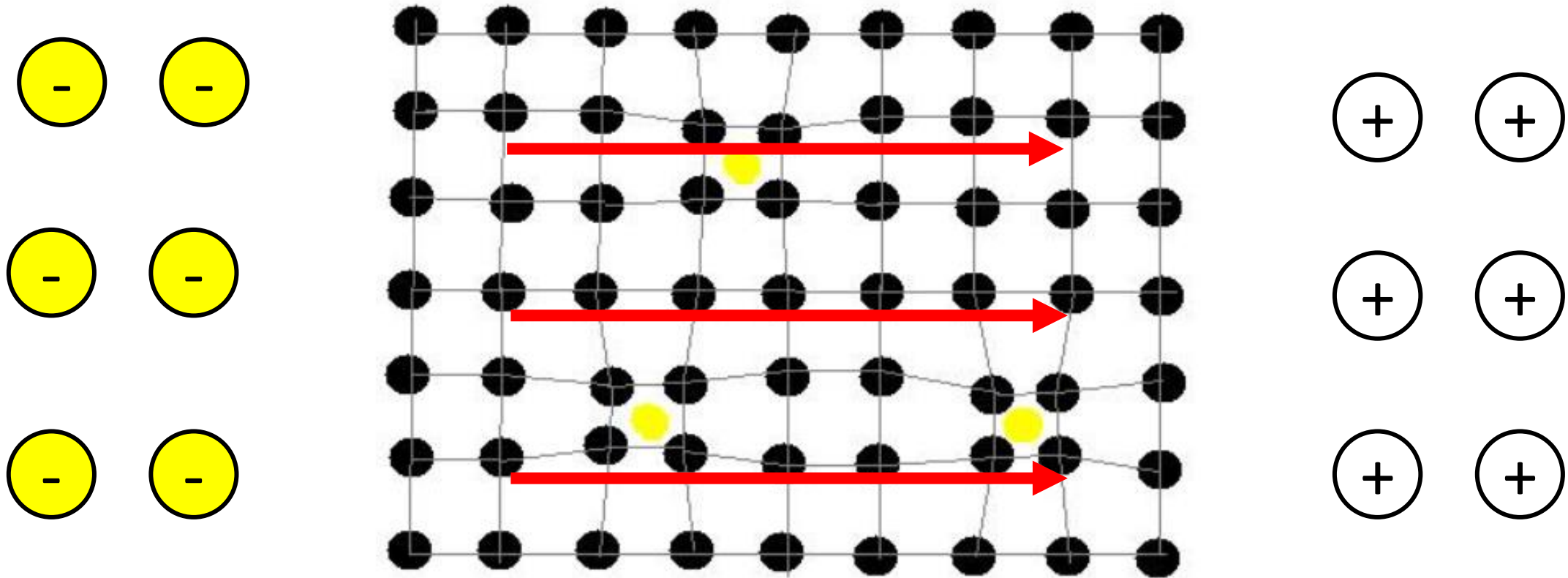
- Em geral, o processo de condução elétrica acontece nos **metais**. Este tipo de substância possui um bom ordenamento em sua estrutura cristalina, e também elétrons livres que podem se locomover através da rede de átomos.
- Os elétrons se movimentam em virtude das diferenças de potencial aplicadas nas extremidades deste material.
- Estas diferenças de potencial surgem devido à falta de elétrons em algumas regiões e à sobra de elétrons em outra região



# Conceito de eletricidade



- Estrutura cristalina do metal





- Durante o deslocamento destas cargas ocorrem interações entre os elétrons e a cadeia de átomos. Isto causa alguma resistência ao movimento destes elétrons.
- Esta resistência à passagem da corrente elétrica é devido à resistividade, que é uma característica de cada material. Matematicamente, esta resistividade elétrica é dada por:

$$\rho = R.S/L$$

$\rho$  = Resistividade elétrica;

$R$  = Resistência elétrica;

$S$  = Área da seção transversal;

$L$  = Comprimento do material



- A partir da fórmula da resistividade podemos encontrar a formula da resistência elétrica do material.

$$R = \rho L/s$$

R = Resistência;

$\rho$  = Resistividade;

L = Comprimento;

S = Área da seção transversal



- As constantes de resistividade dos materiais encontram-se em tabelas, como a mostrada abaixo.

Material	Resistividade ( $\Omega.m$ )
Prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Ouro	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Carbono	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Silício	$2,5 \cdot 10^2$
Vidro	De $10^{10}$ a $10^{14}$
Borracha	$10^{13}$



- Exercício:

Encontre a resistência elétrica de um fio de cobre com diâmetro de 4mm e um comprimento de 100m

$$R = \rho L / S$$

R = Resistência;

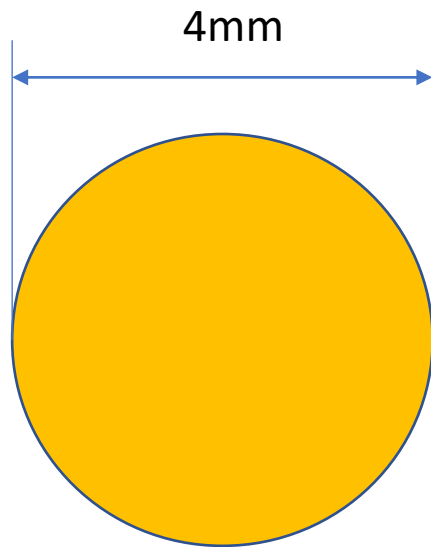
$\rho$  = Resistividade;

L = Comprimento;

S = Área da seção transversal

Material	Resistividade ( $\Omega \cdot m$ )
Prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Ouro	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Carbono	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Silício	$2,5 \cdot 10^2$
Vidro	De $10^{10}$ a $10^{14}$
Borracha	$10^{13}$

- Solução



$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = 3,14 \cdot 4 = 12,56 \text{ mm}^2 = 12,56 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

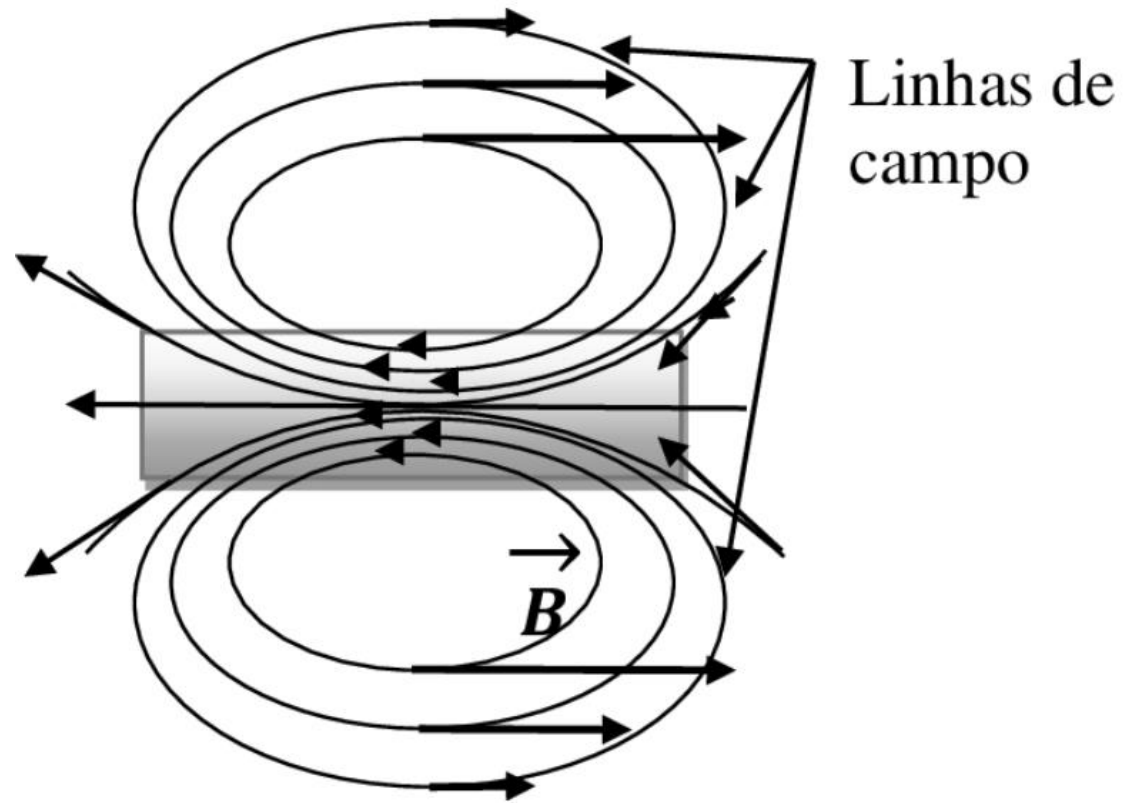
$$R = (1,7 \cdot 10^{-8}) \cdot 10^2 / 12,56 \cdot 10^{-3}$$

$$R = 1,7 \cdot 10^{-3} / 12,56$$

$$R = 0,135 \text{ Ohms}$$

# Geração de energia

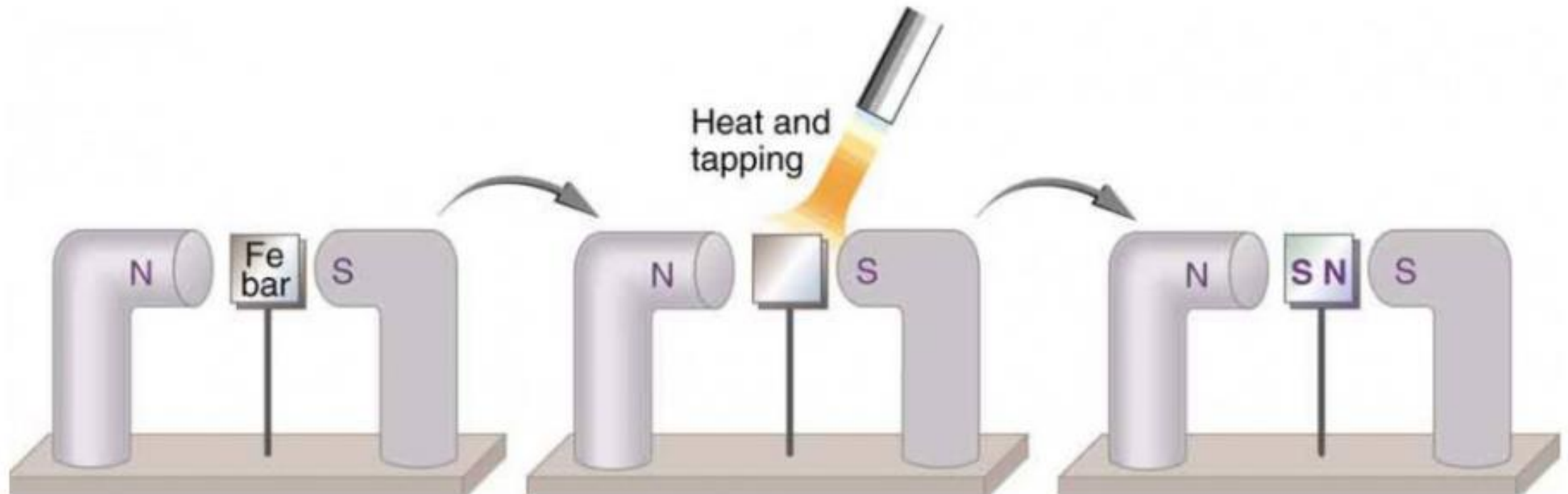
- Imã permanente



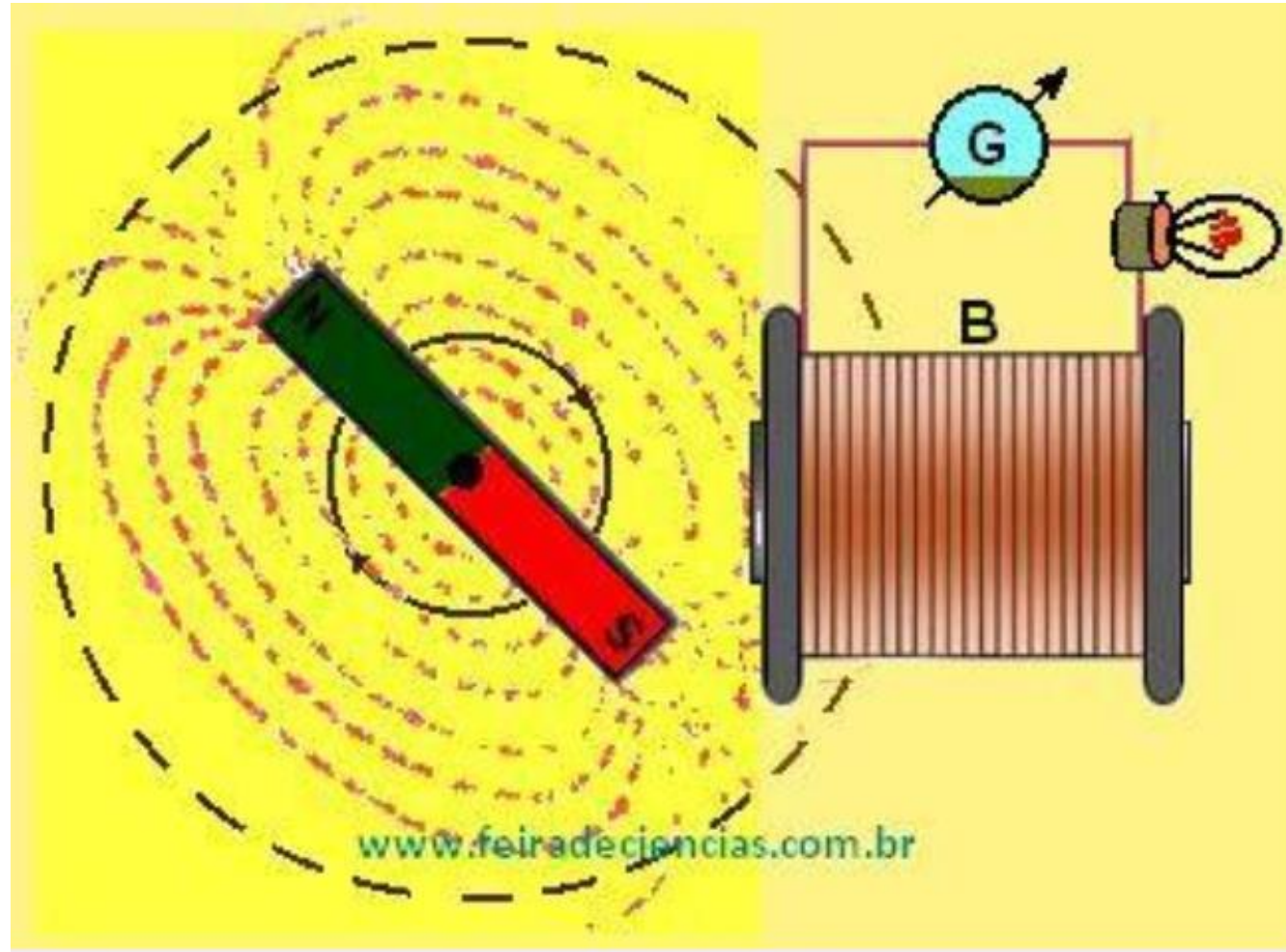
# Geração de energia



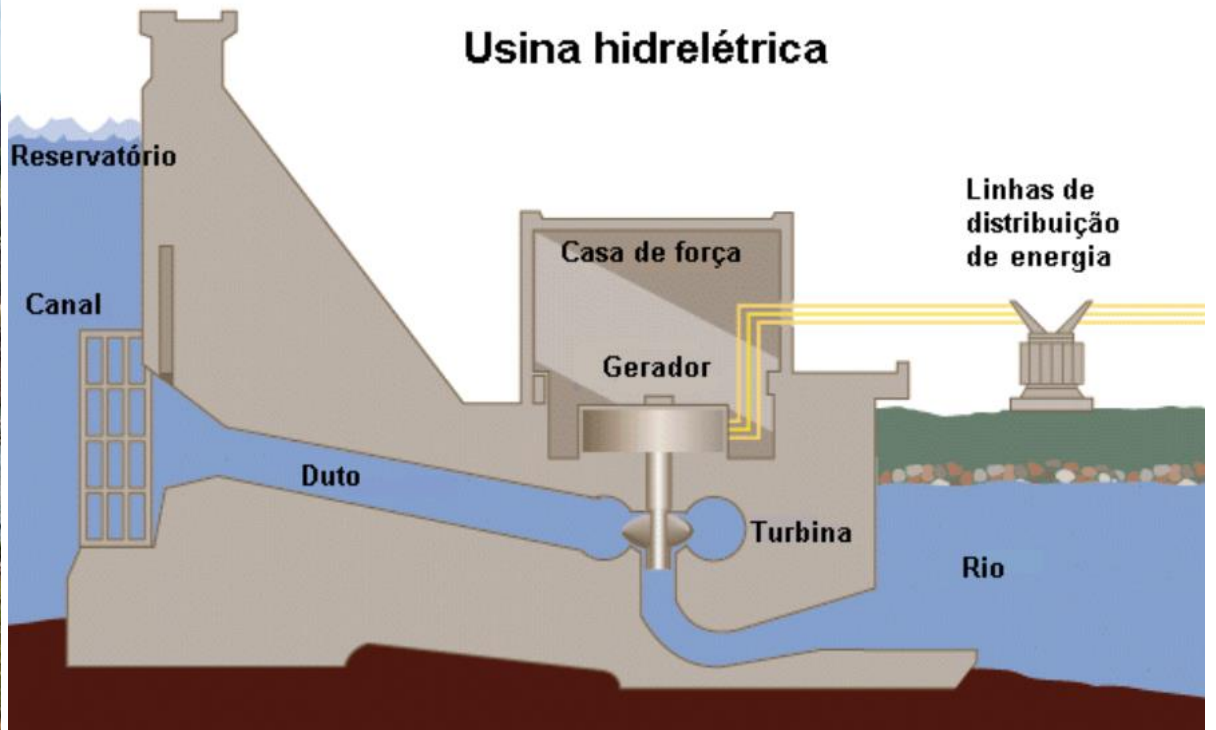
- Como são feitos os ímãs







# Geração de energia



# Resistores



- Resistores são dispositivos eletrônicos utilizados para limitar a corrente e condicionar níveis de tensões em circuitos.



**223**  
223  
 $= 22 \times 10^3$   
 $= 22,000 \text{ Ohm}$   
 $= 22\text{K Ohm}$   
Three-Digit Resistor

**8202**  
8202  
 $= 820 \times 10^2 \text{ Ohm}$   
 $= 82,000 \text{ Ohm}$   
 $= 82 \text{ KOhm}$   
Four-Digit Resistor

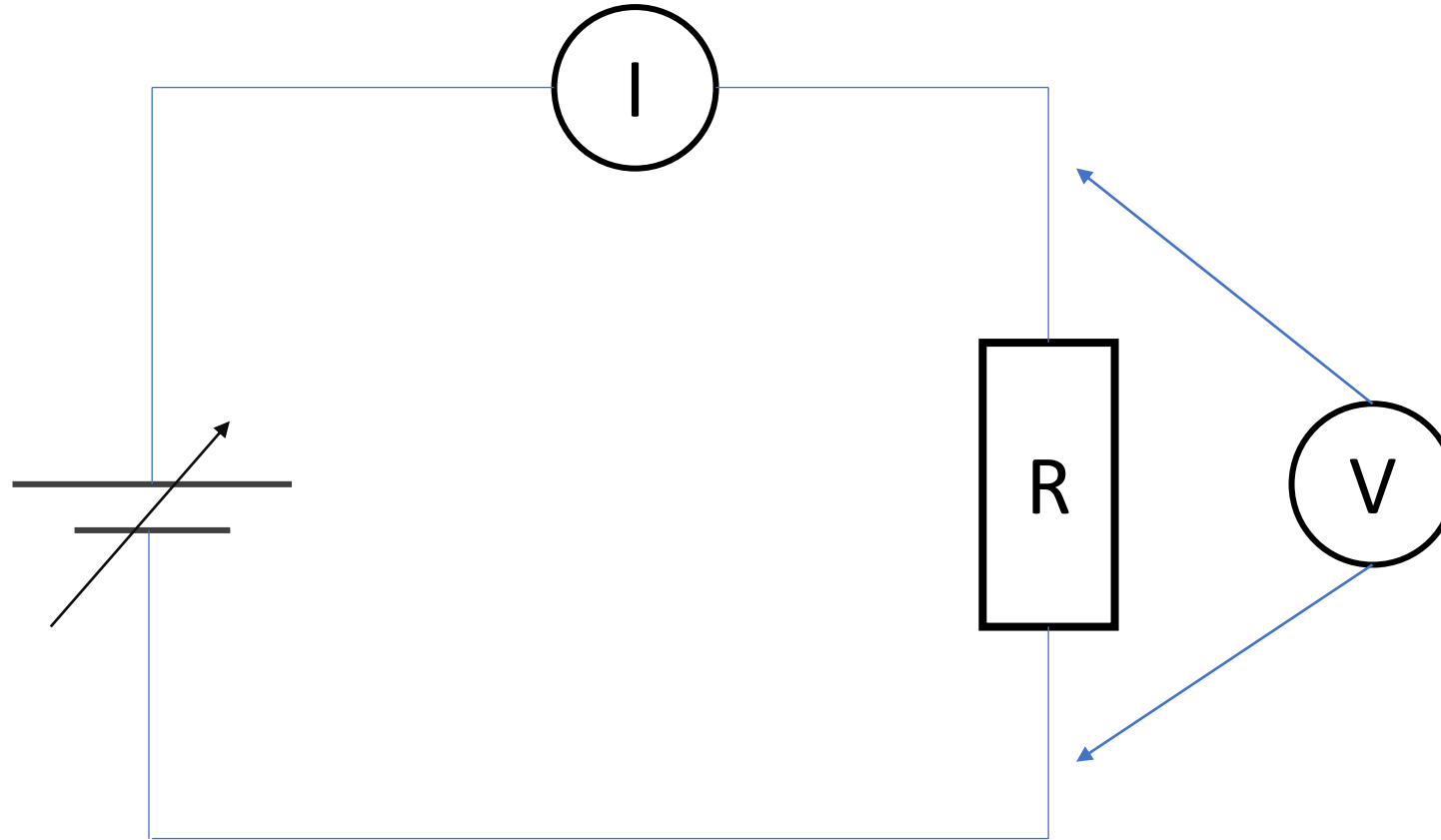
**4R7**  
4R7  
 $= 4.7 \text{ Ohm}$   
Resistor With Radix Point

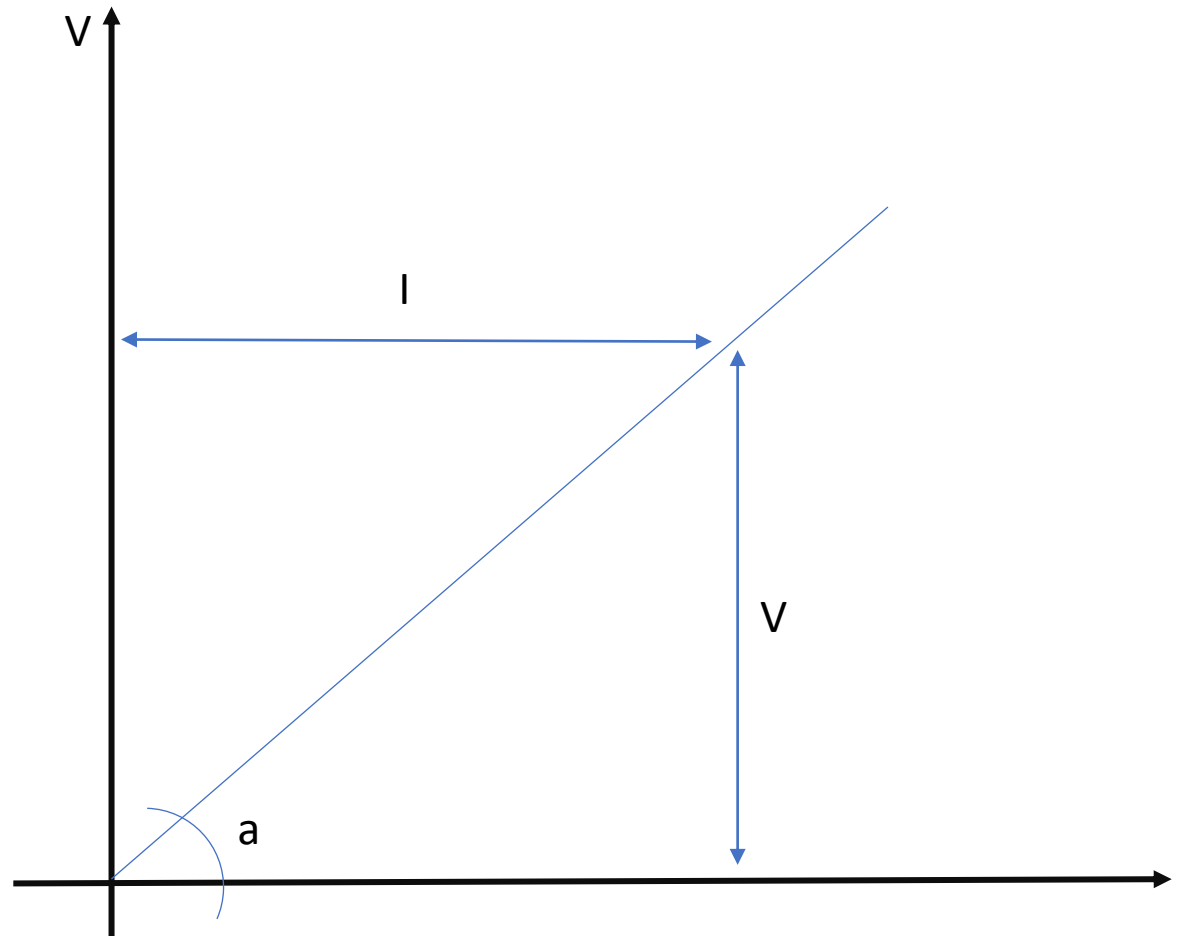
**0R22**  
0R22  
 $= 0.22 \text{ Ohm}$   
Resistor With Radix Point

**0**  
0  
 $= 0 \text{ Ohm}$

**000**  
000  
 $= 0 \text{ Ohm}$

# Resistores





$$R = \operatorname{tg}(a) = V/I$$

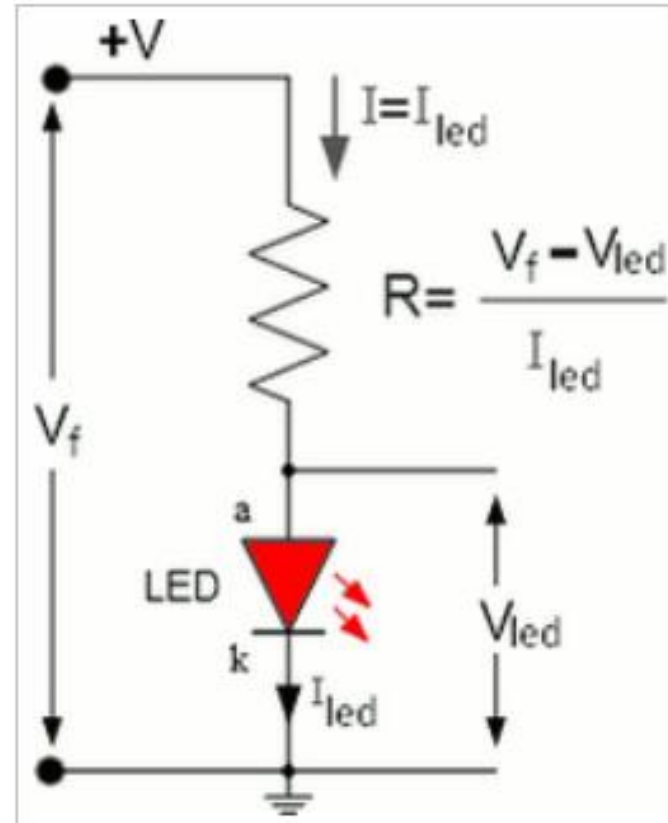
$$R = V/I$$

$$V = R \cdot I$$

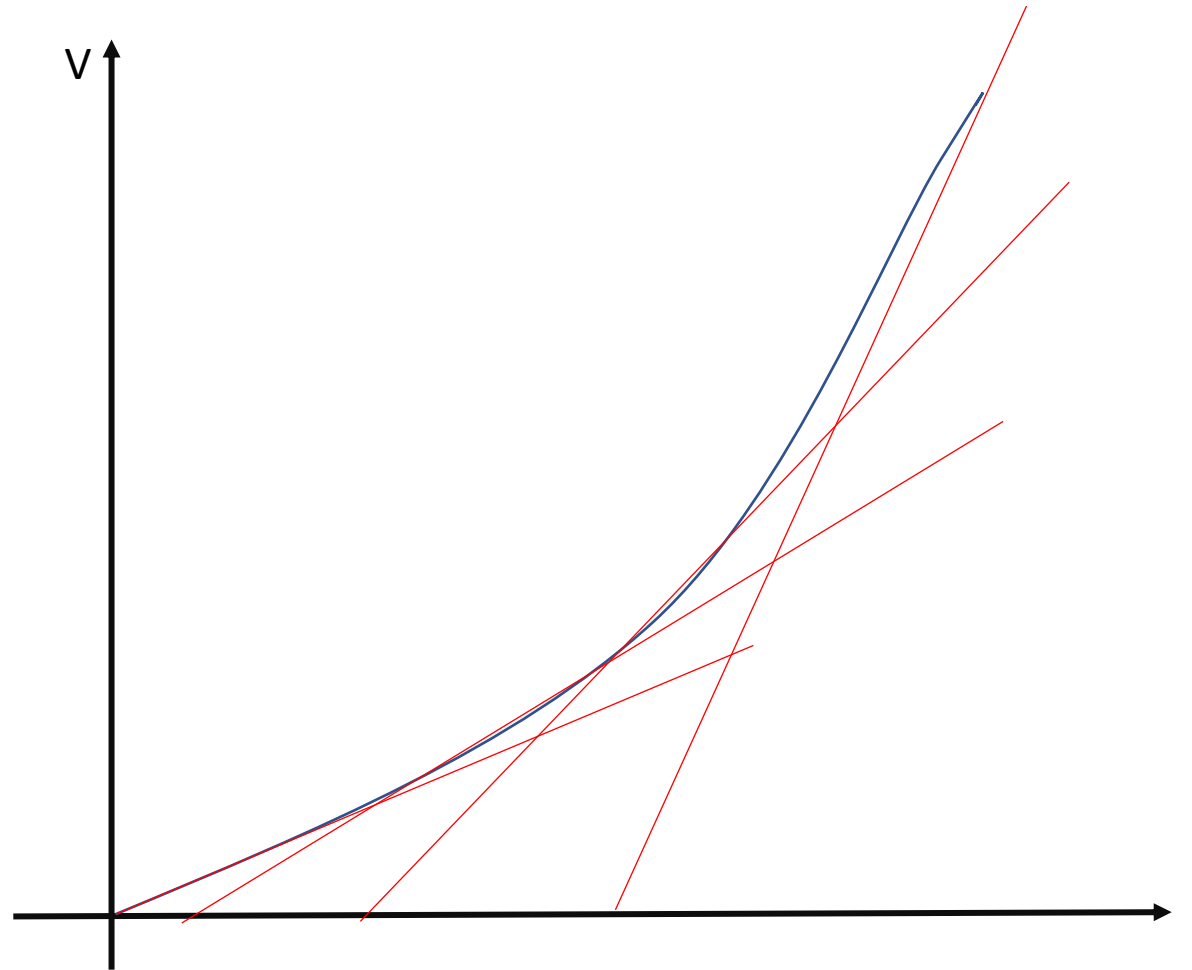
# Resistores



- Limitar corrente de dispositivos

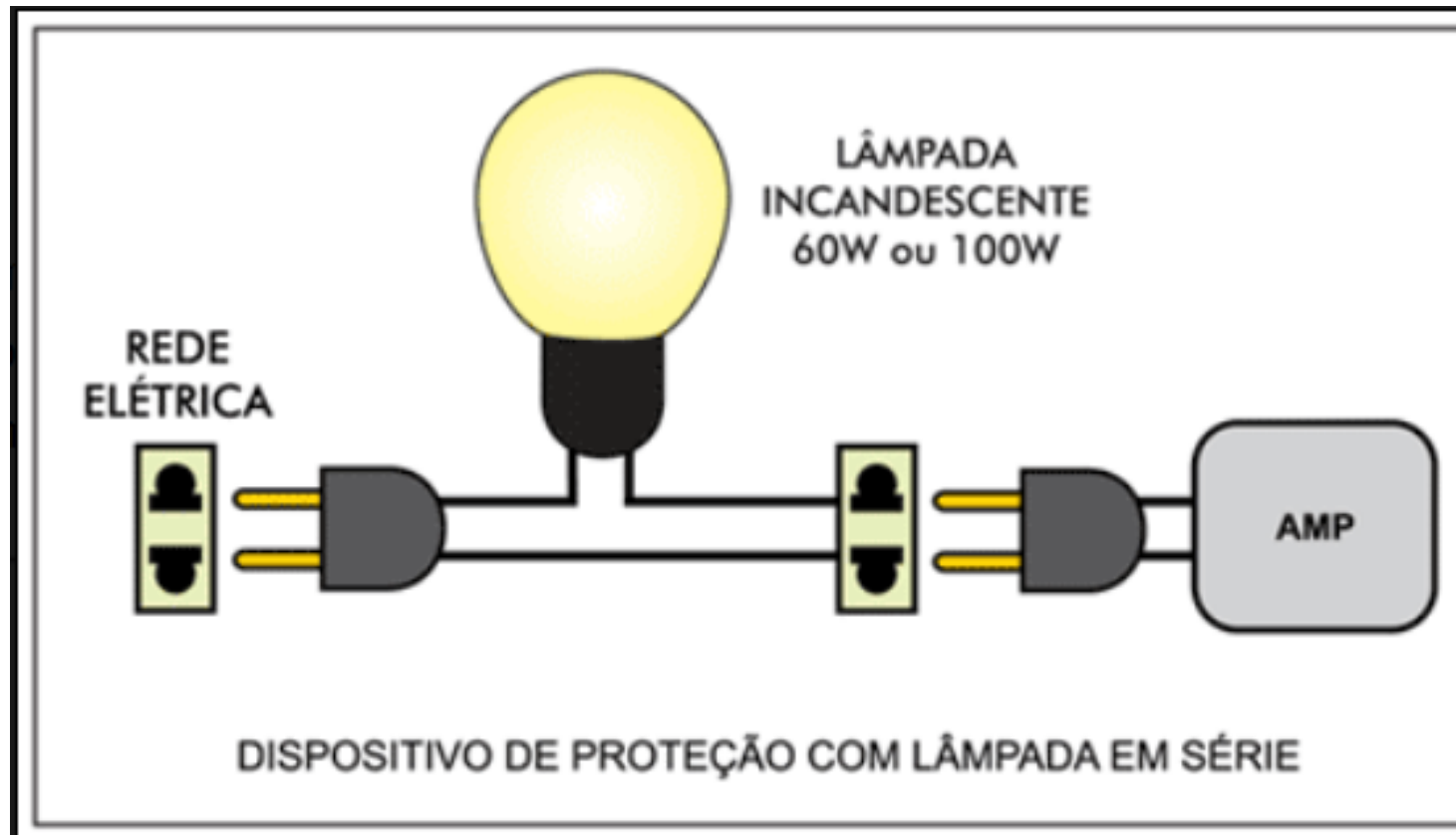


# Resistores não ôhmicos



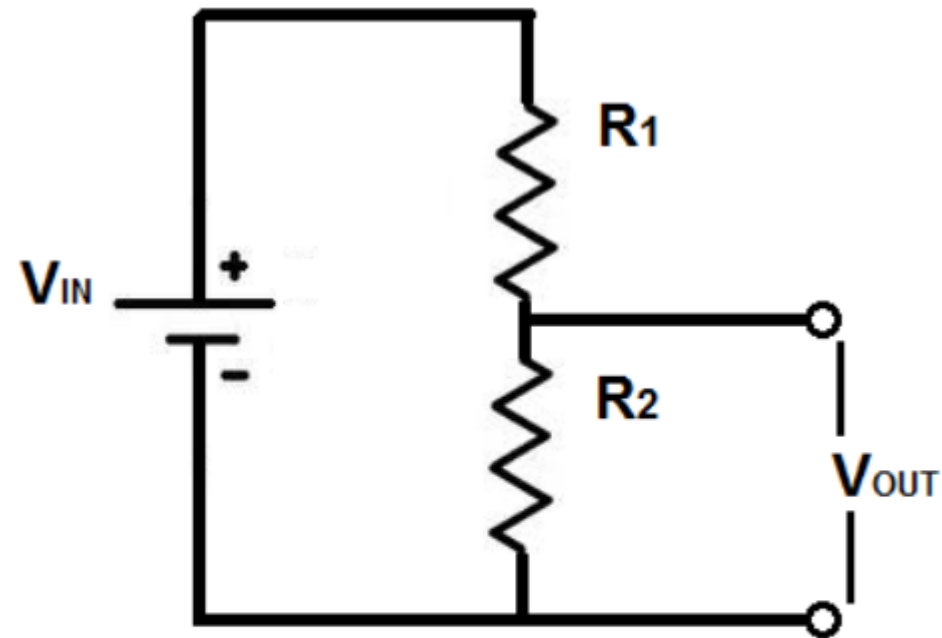


# Resistores não ôhmicos



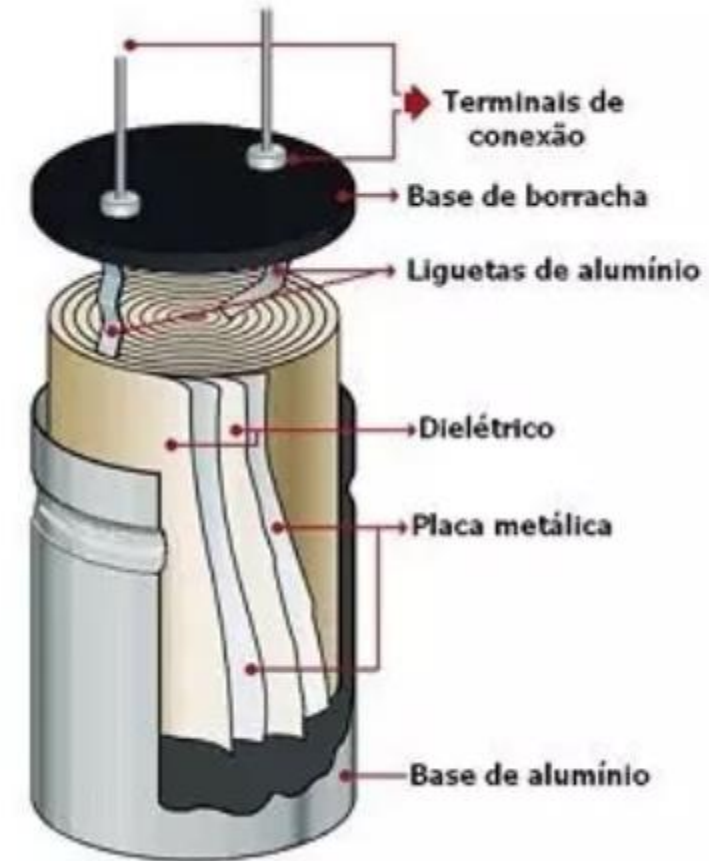


# Divisores de tensão

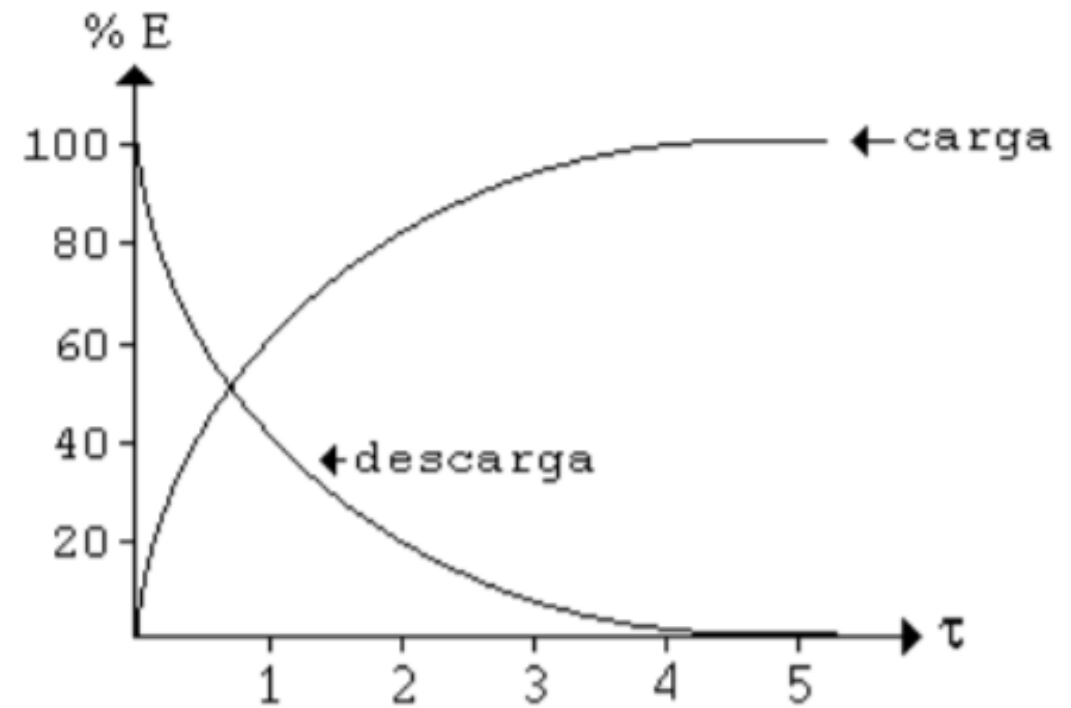
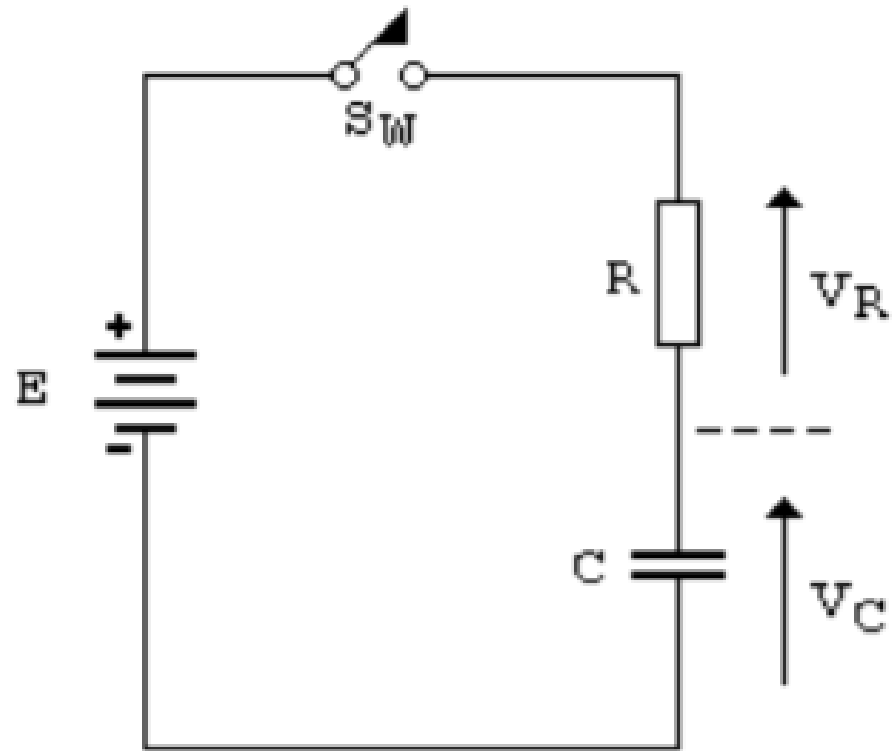


$$V_{OUT} = V_{IN} \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

# Capacitores



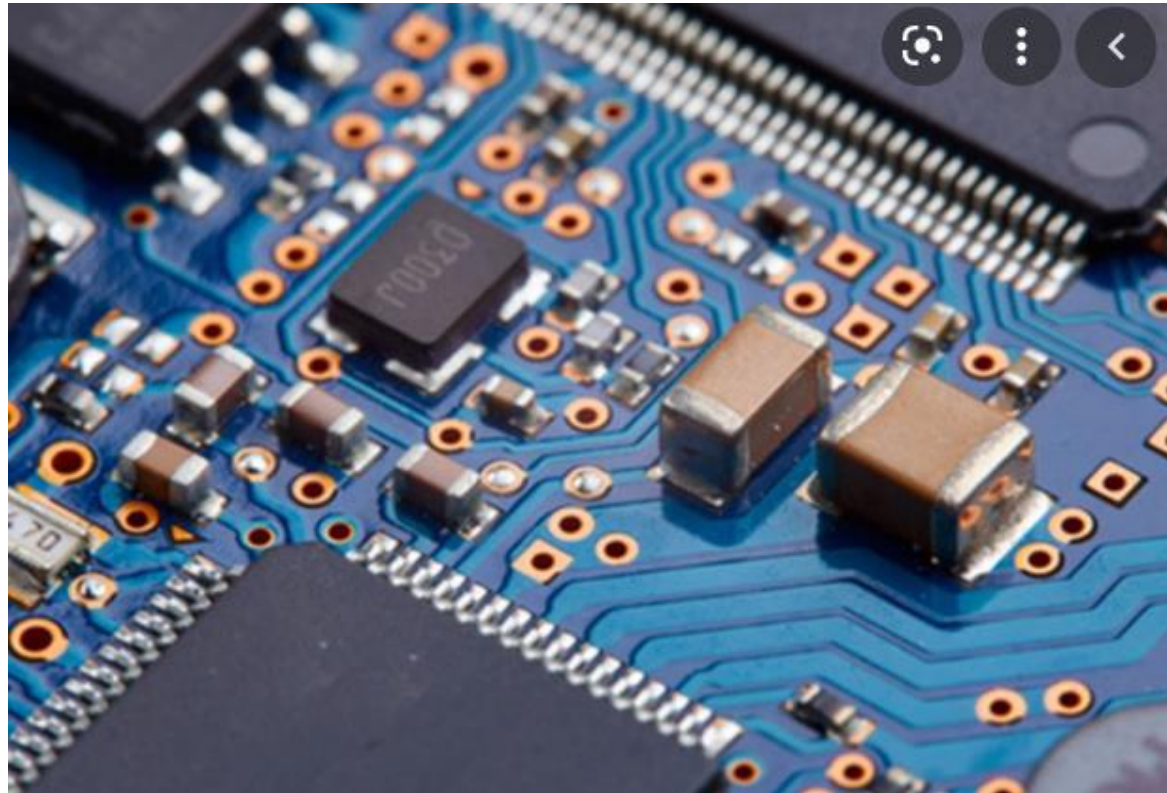
# Comportamento dos Capacitores em CC

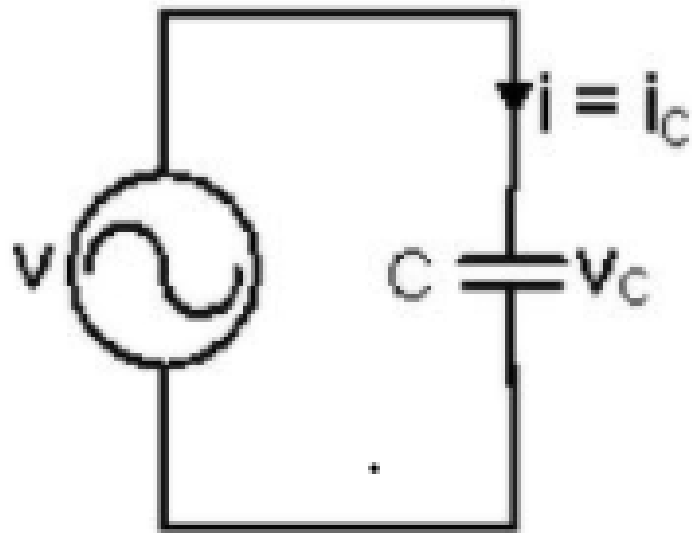


# Capacitores



- Os capacitores são largamente utilizados em circuitos digitais para filtragem de ruídos e para garantir a alimentação correta dos dispositivos digitais.





$$X_C = \frac{1}{2\pi FC}$$

**$X_C$**  - reatância capacitiva (Ohm)  
 **$F$**  - frequência (Hertz)  
 **$C$**  - Capacitância (Farad)

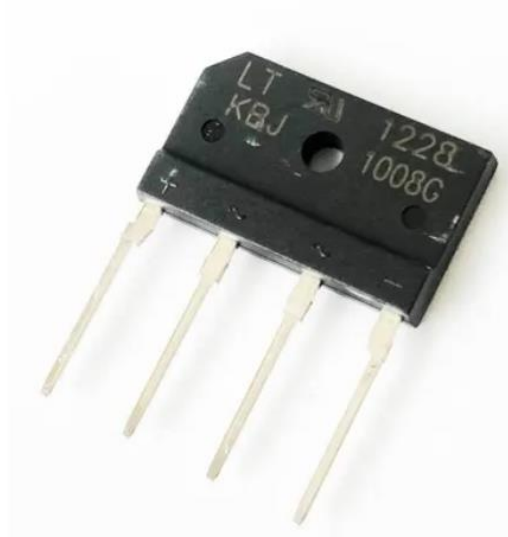


- Em corrente alternada os capacitores tem o comportamento parecido com o dos resistores, eles fornecem uma reatância capacitiva, que é uma resistência proporcional a frequência aplicada.
- Observando a formula vemos que quanto maior for a frequência menor será a reatância capacitiva.

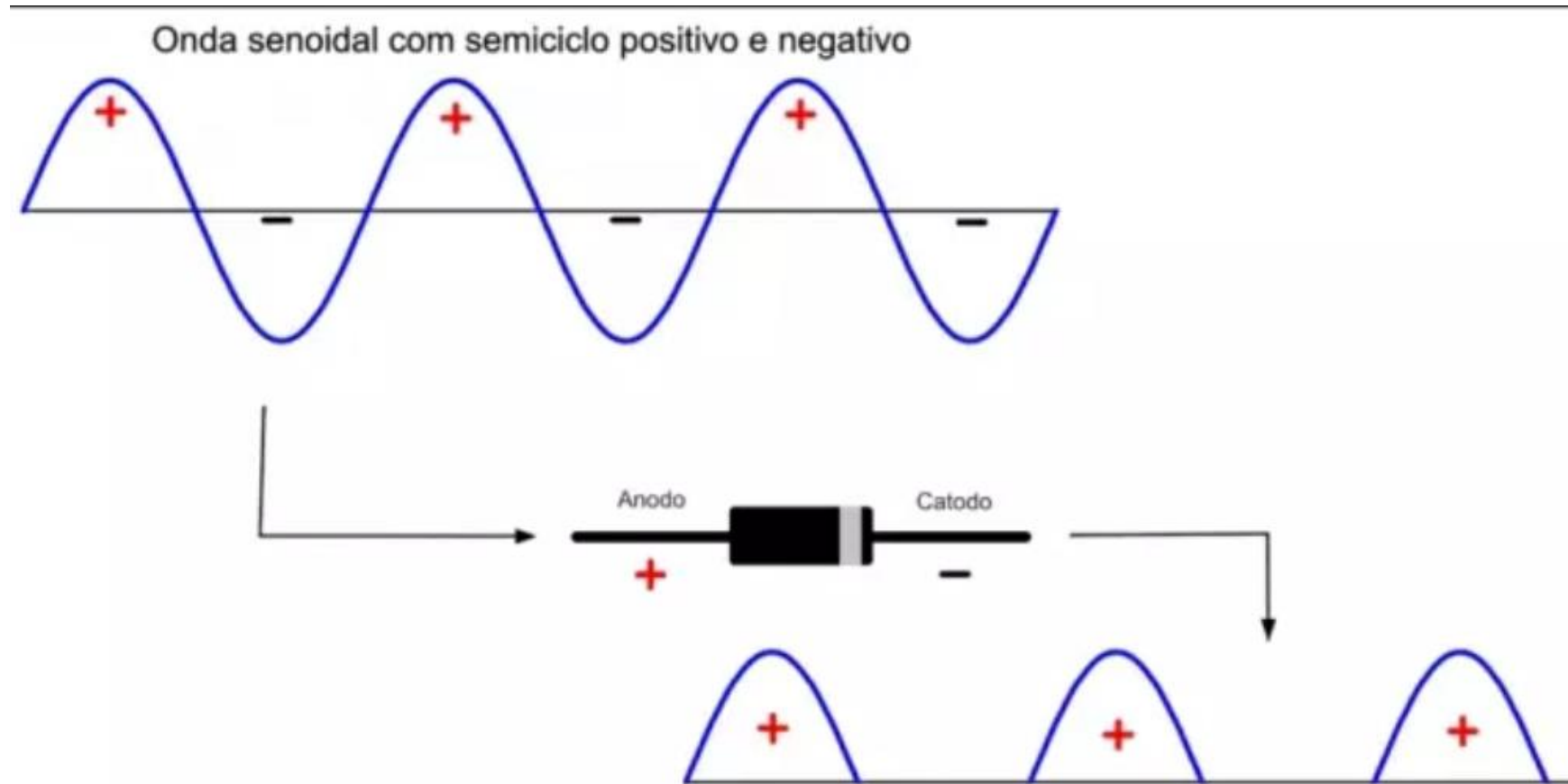
- Diodos são dispositivos semicondutores largamente utilizados em circuitos eletrônicos, sua característica principal é a permissividade de corrente somente em um sentido.



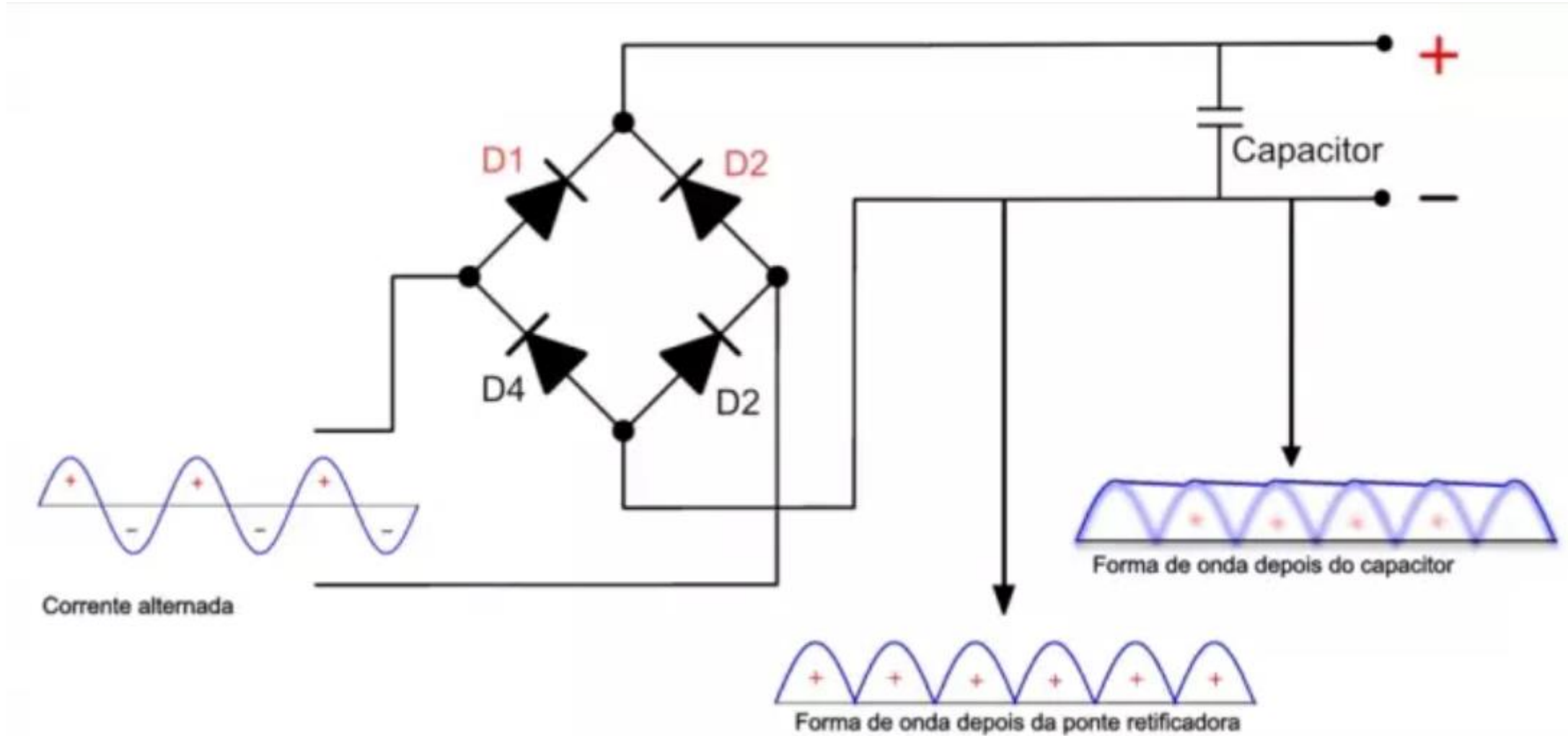
# Diodos

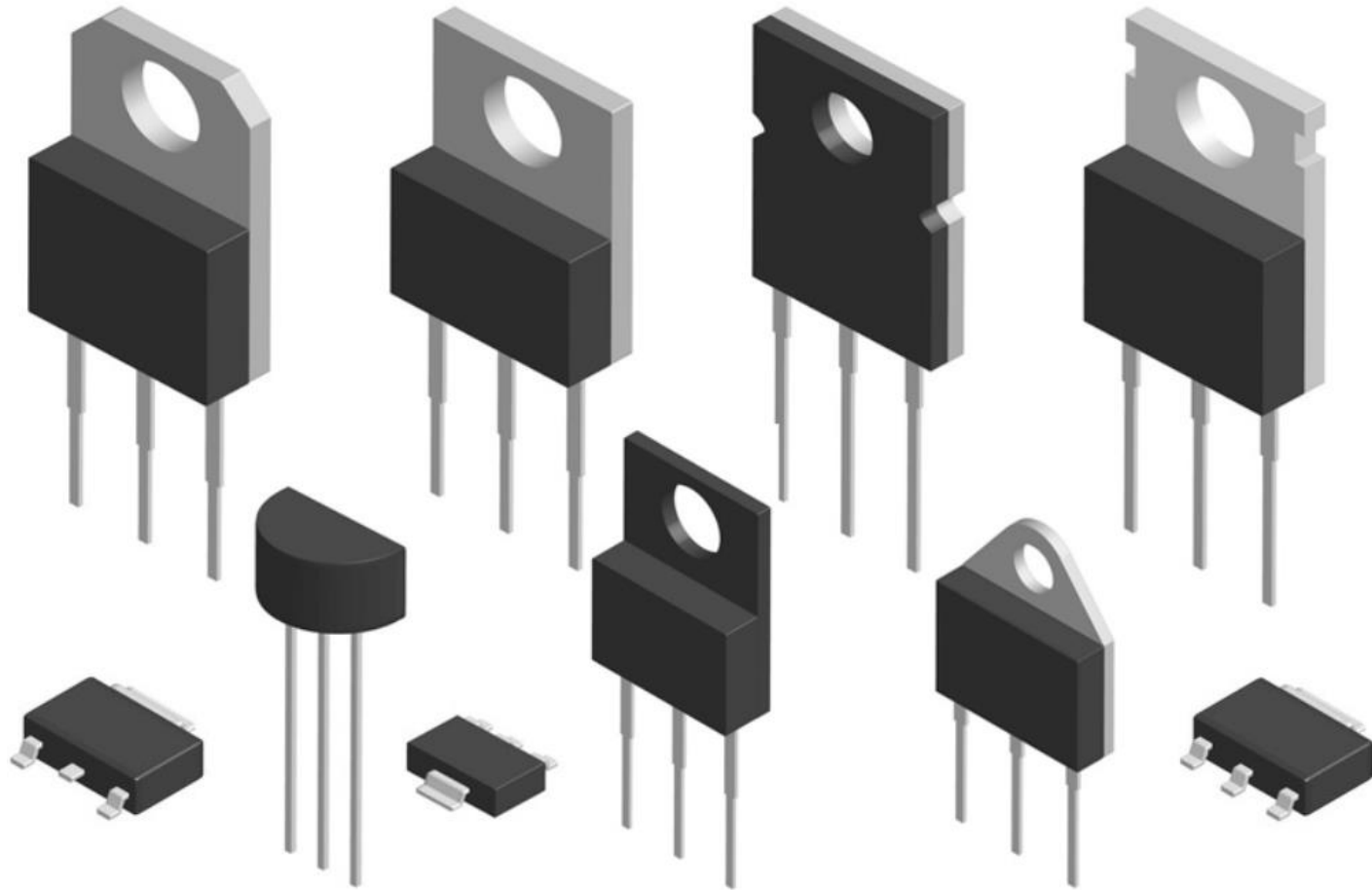






# Retificadores com diodo





# Transistores



- Utilizados para realizar o chaveamento de cargas

