Instrumentação

11ª. Aula

Sistemas de Aquisição de dados

Medidas Digitais

2019

Sistemas de aquisição de dados

- **Micro computadores:**
  - Micro processador: principal parte de um micro computador. É um chip (dispositivo que contém milhares de transistores) que pode receber instruções de um programa e comandar periféricos.
  - Micro computador: equipamento que combina um micro processador embutido em circuito com outros componentes tais como memórias, dispositivos de entrada e saída e de interface com operador.
  - Datalogger: equipamento que combina microprocessador, memórias e dispositivos de entrada e saída (um micro controlador)

Processadores

- Microprocessador Intel 8086 (16 bits)

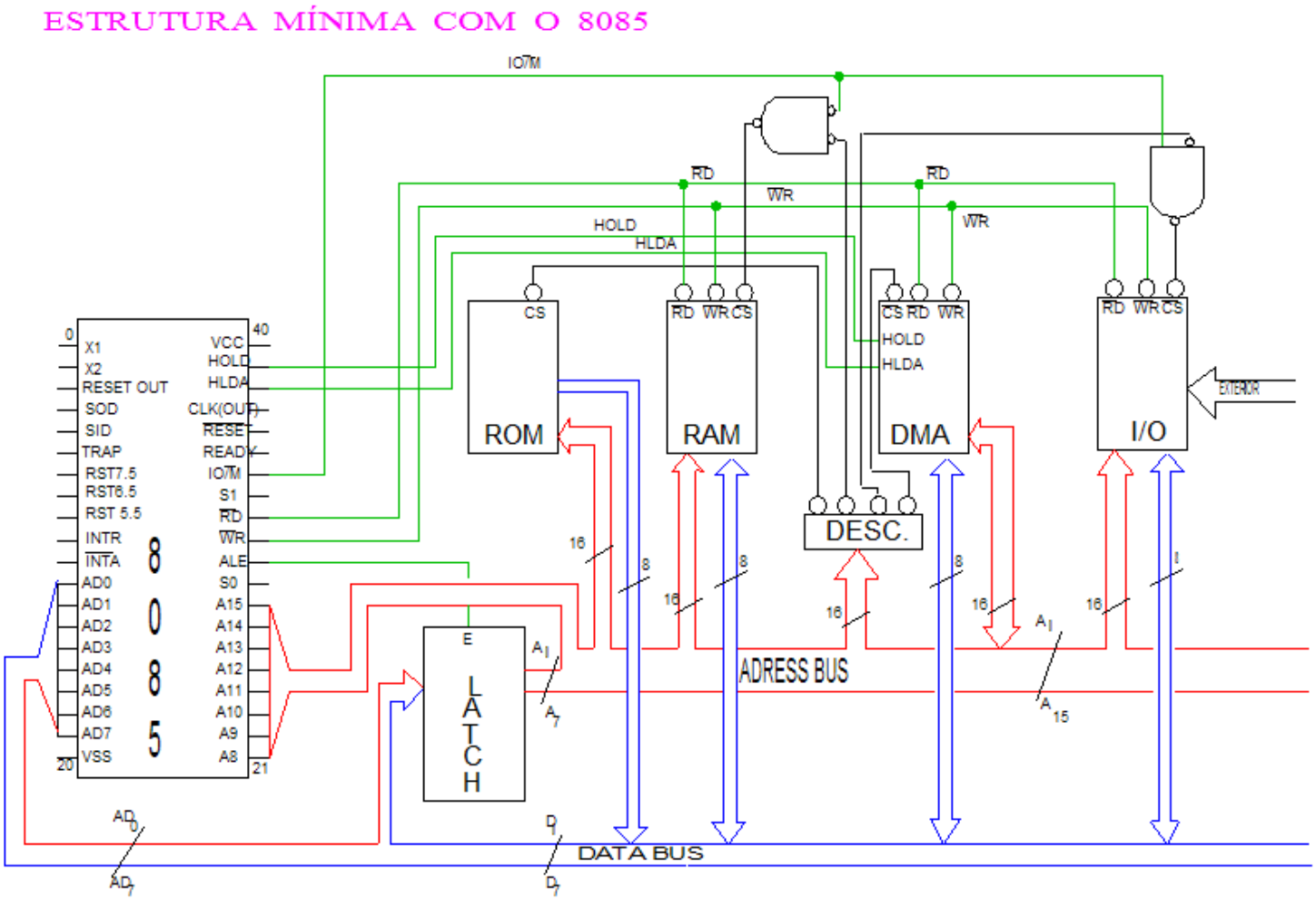
Processadores

- Microprocessador Intel Pentium (64 bits)

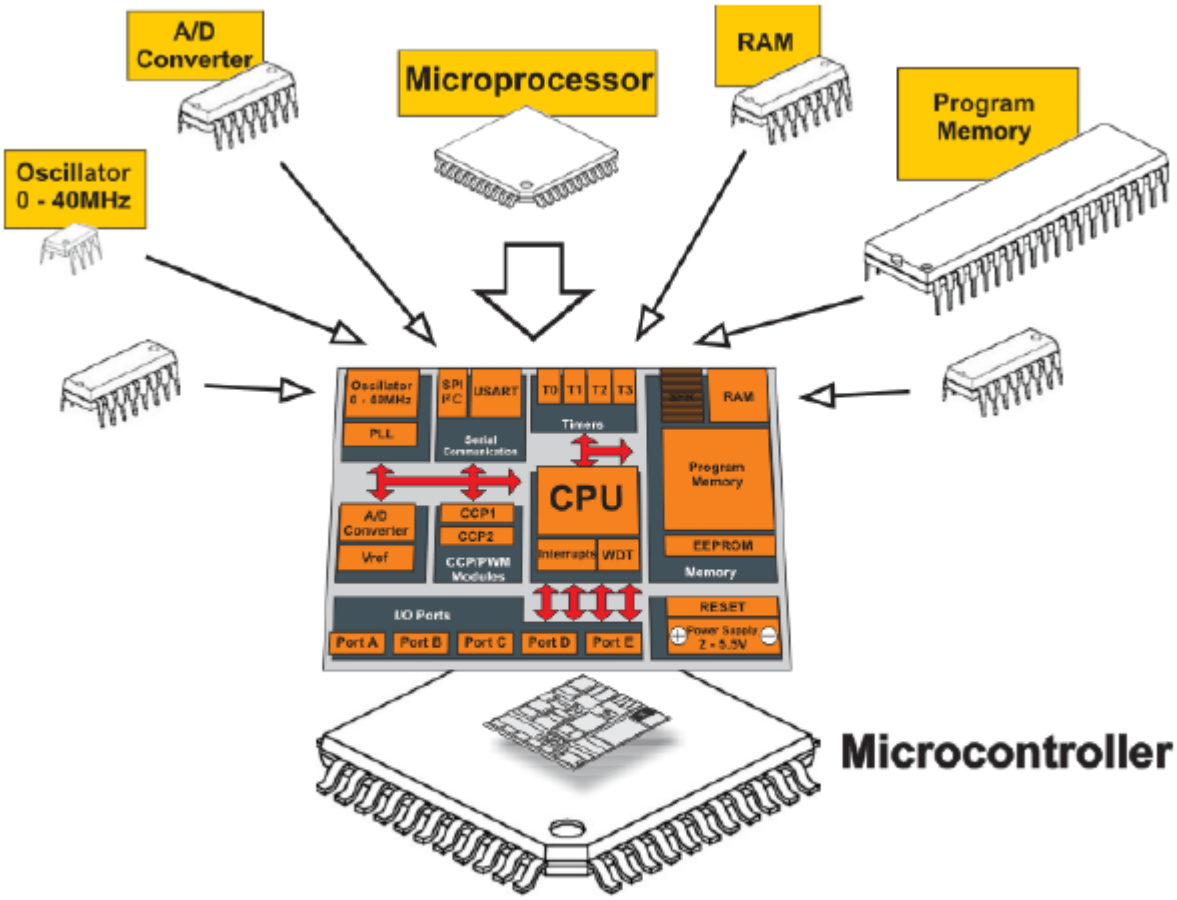
Processadores

O processador mais poderoso da família INTEL

Computador = microprocessador + periféricos



Microcontrolador (especializado)



Microcontrolador versus Microprocessador

Aquisição de Dados

- **Aquisição de dados:** Uso de sistemas digitais para leitura e armazenamento de dados:

- **Partes de um sistema de aquisição de dados:**
  - Transdutores para as variáveis de interesse
  - Microcontrolador
    - Conversor analógico digital
    - Memória (RAM, EEPROM, Flash)
    - Duto de comunicação de dados
    - Micro computador
  - Fonte de alimentação

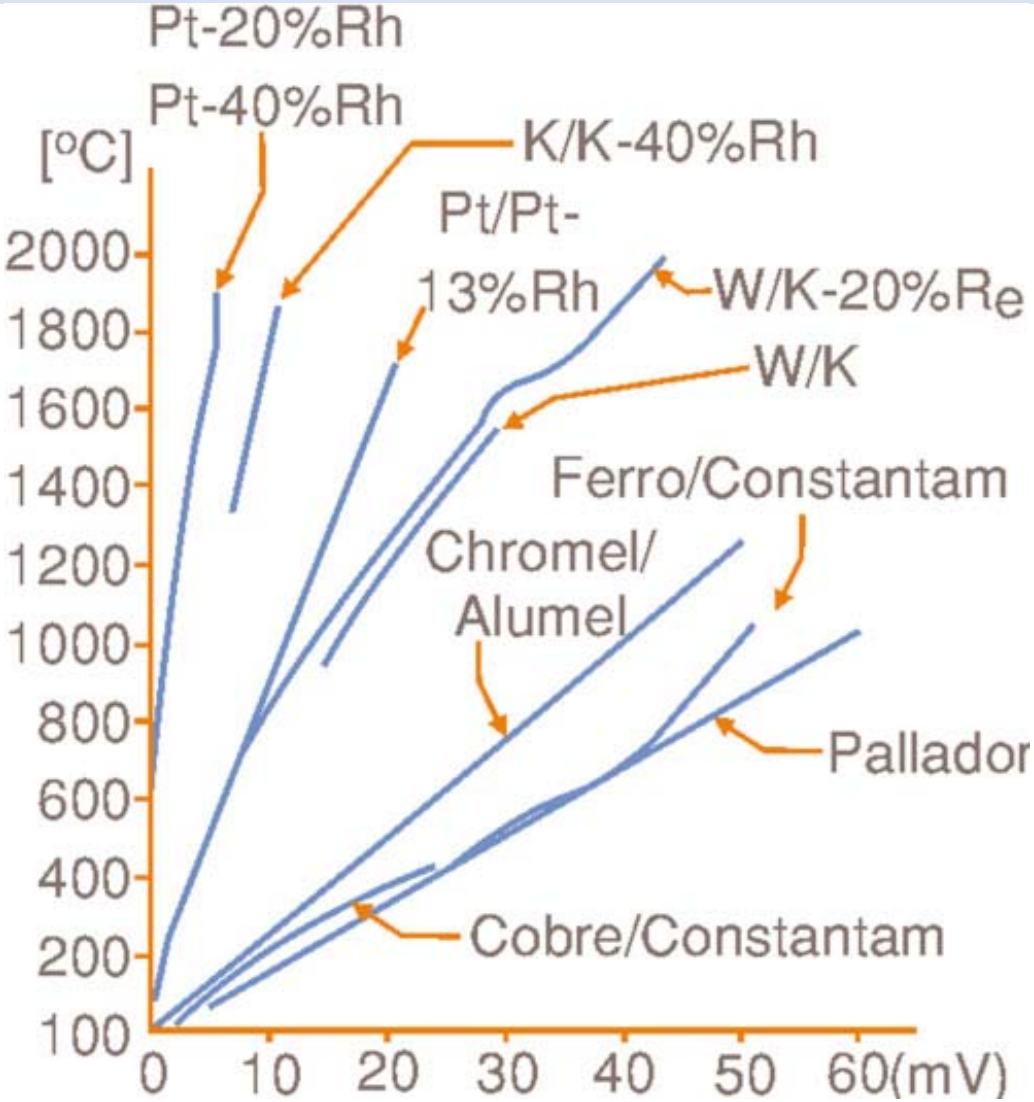
Transdutores

- Dispositivos de medida que têm um sensor para a variável de interesse associado um elemento de conversão de variáveis que fornece uma tensão elétrica proporcional à intensidade da variável.

- Transdutores mais comuns: temperatura, pressão, força, torque, corrente elétrica, umidade, nível de líquidos, posição e movimento etc.

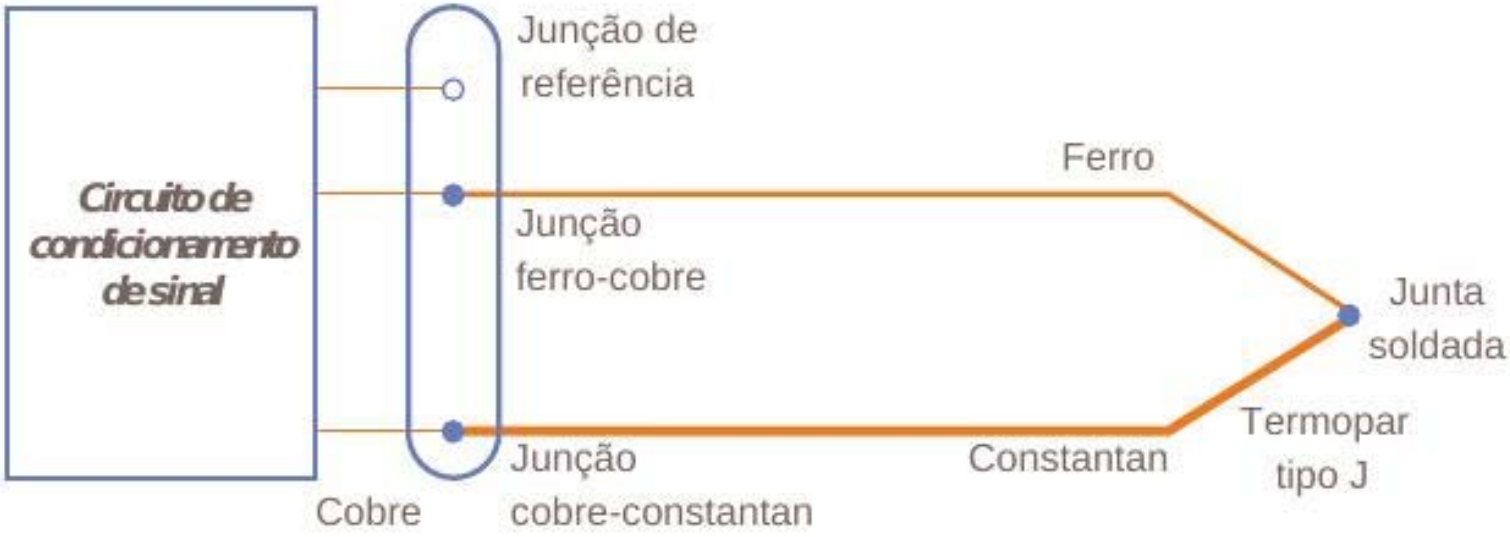
Transdutores de pressão

Transdutor de temperatura - pares termoelétricos

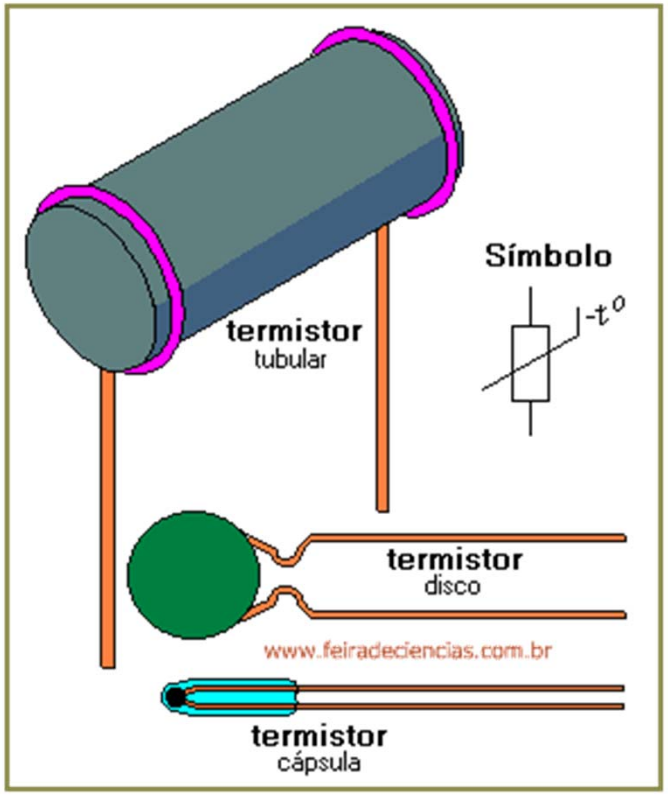


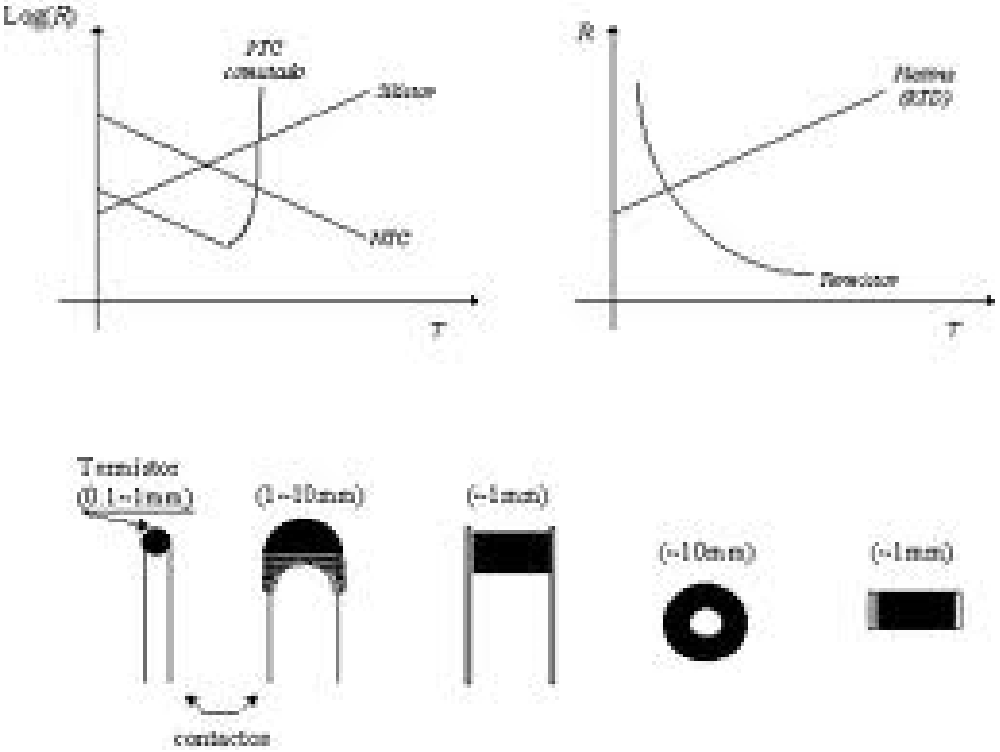
Par termoelétrico

- Temperatura de referência e interferências



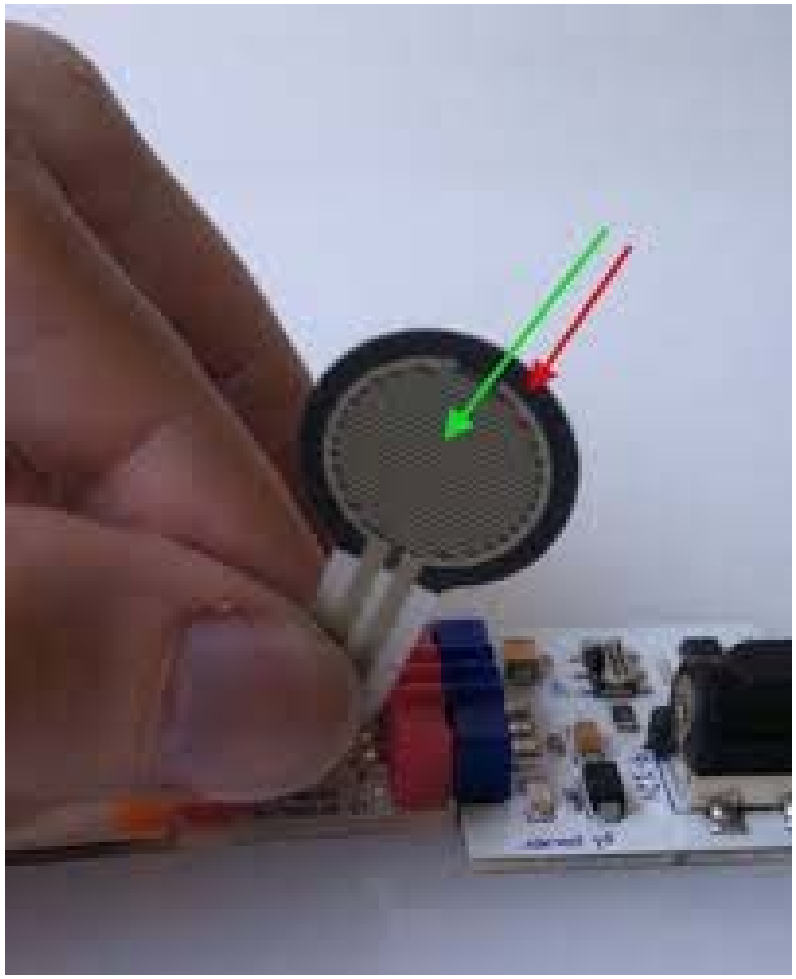
Transdutor de temperatura Thermistor





Transdutores de deslocamento

Transdutor de força



Transdutores

- Os sinais elétricos produzidos precisam ser tratados para serem adequadamente usados, em operação conhecida como

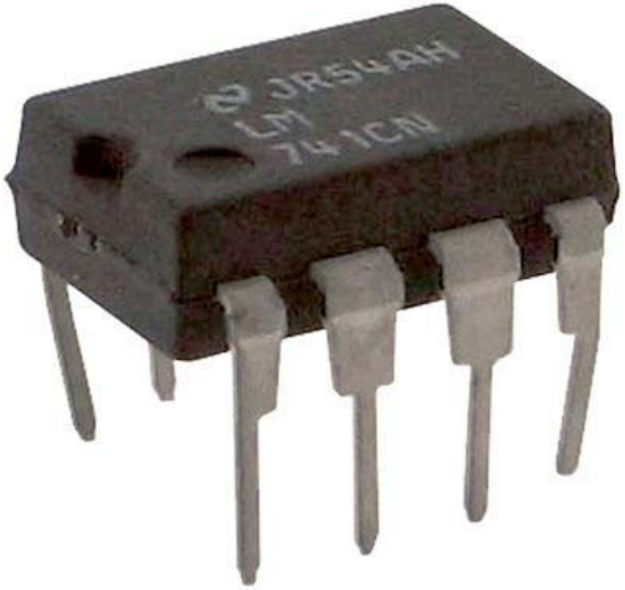
Condicionamento do sinal.

- O condicionamento é feito por circuitos eletrônicos com a finalidade de:
  - Amplificar
  - Somar
  - Comparar etc.

Condicionamento de sinal

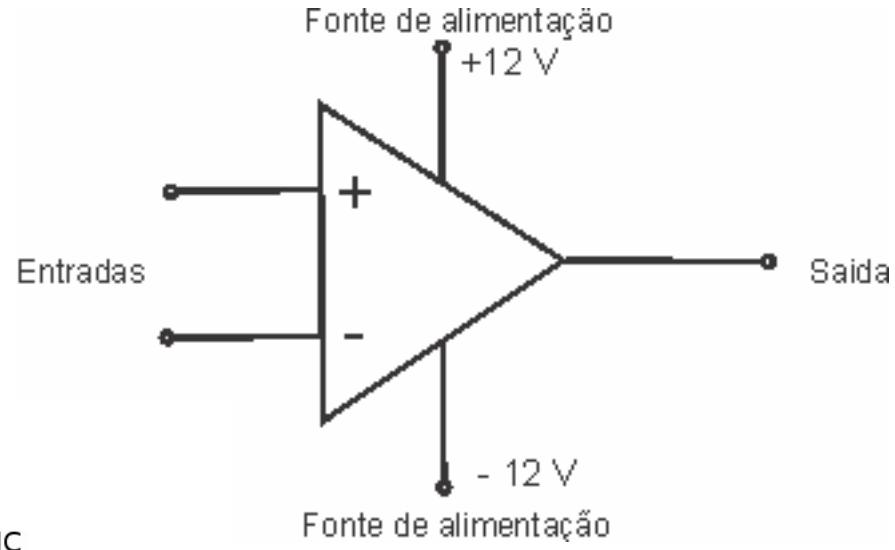
- **O amplificador operacional (op amp):** é um dispositivo eletrônico encapsulado em um **chip**, denominado circuito integrado, que serve de base para a construção de diversos circuitos de condicionamento de sinal.

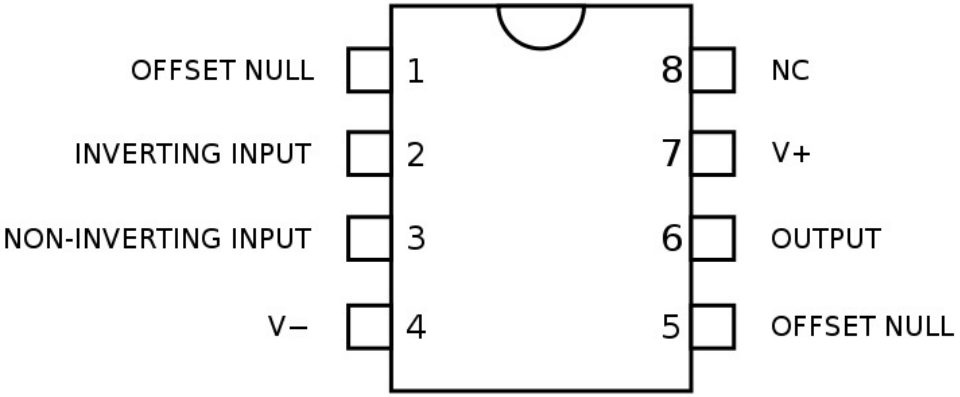
- O **op amp** é, geralmente, encapsulado em um bloco com 8 terminais, dos quais 7 têm função. Dois deles são usados para anular o sinal de saída na ausência de sinal na entrada.



Usos do Amplificador Operacional.

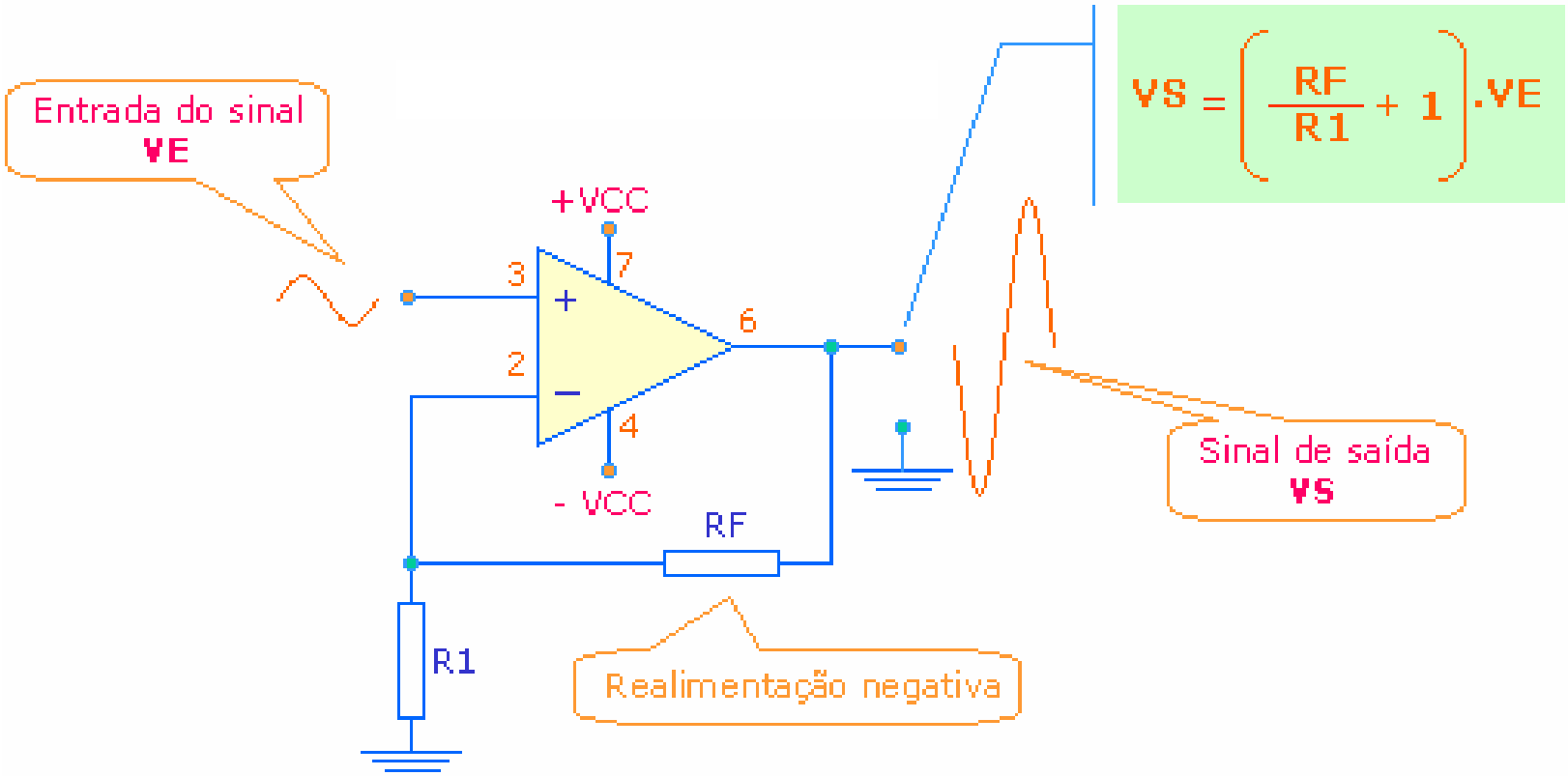
- O esquema básico de um op amp:





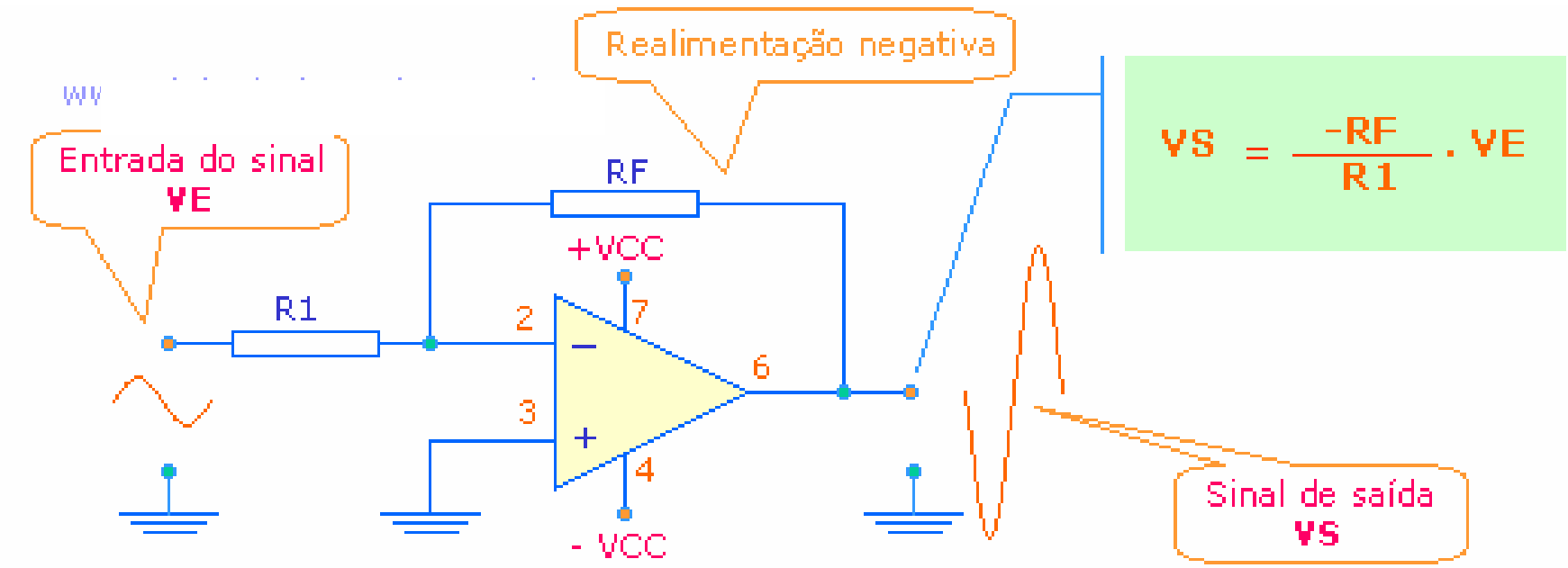
Condicionamento de sinal

- A primeira forma de condicionamento é a amplificação do sinal. Importante no caso do par termoelétrico, cujo sinal de saída é muito baixo.



Condicionamento de sinal

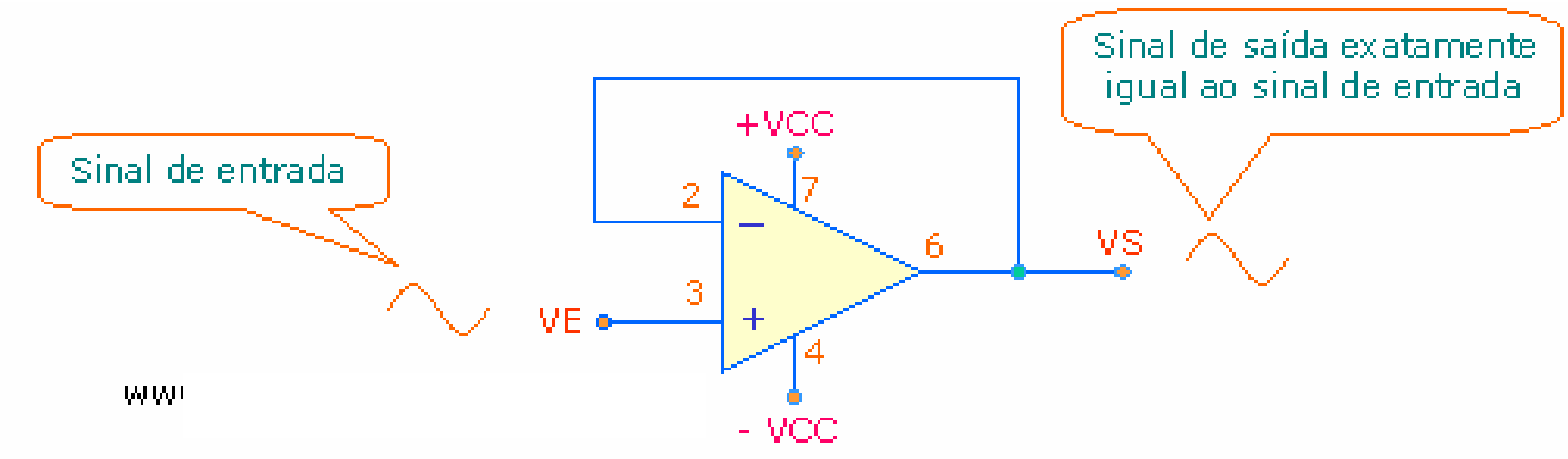
- O amplificador inversor tb é muito usado:



$$VS = \frac{-RF}{R1} \cdot VE$$

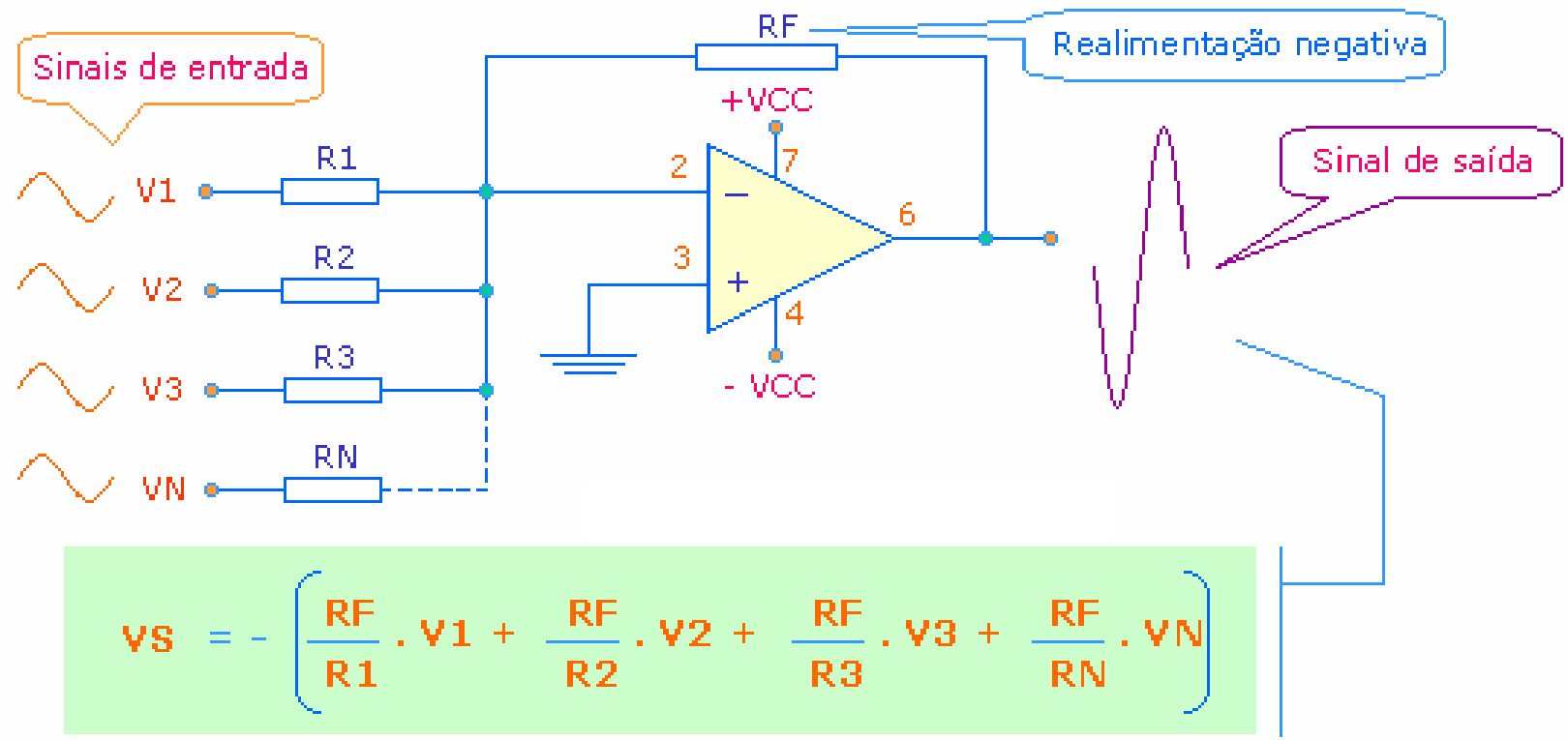
Condicionamento de sinal

- O seguidor de tensão é muito importante:



Condicionamento de sinal

- Circuito somador



$$VS = -\left(\frac{RF}{R1}.V1 + \frac{RF}{R2}.V2 + \frac{RF}{R3}.V3 + \frac{RF}{RN}.VN\right)$$

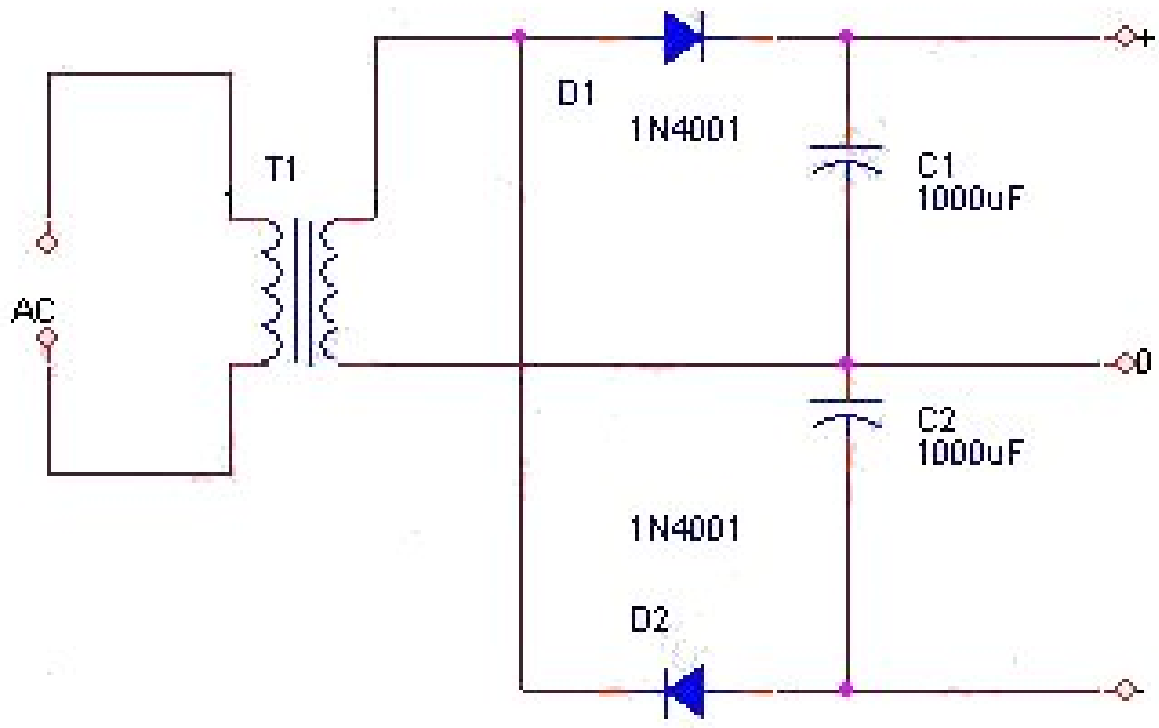
Fontes de alimentação

As fontes de alimentação estão presentes em todos os dispositivos de medida. Podem ser portáteis (baterias e pilhas) ou dependentes da energia elétrica.

- Dependentes da energia elétrica, de dois tipos:
  - Com Transformador
  - Chaveadas
- Baterias, divididas em dois grupos:
  - De reação química irreversível (primária).
  - De reação química reversível (secundária, acumulador ou recarregável)

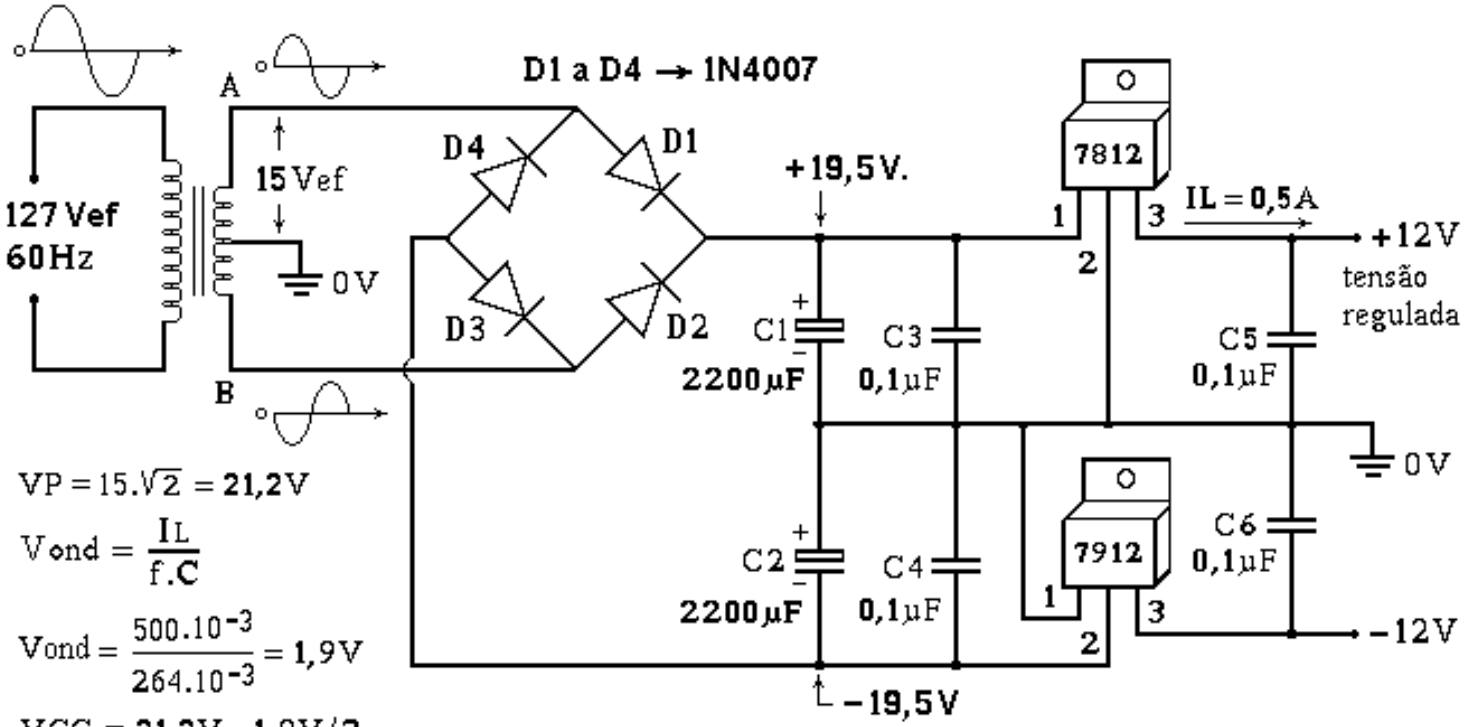
Fontes com transformador

- Fonte simétrica, simples, de meia onda



Fontes com transformador

- Onda completa, com regulador de tensão



$VP = 15.\sqrt{2} = 21{,}2V$

$Vond = \frac{IL}{f.C}$

$Vond = \frac{500.10^{-3}}{264.10^{-3}} = 1{,}9V$

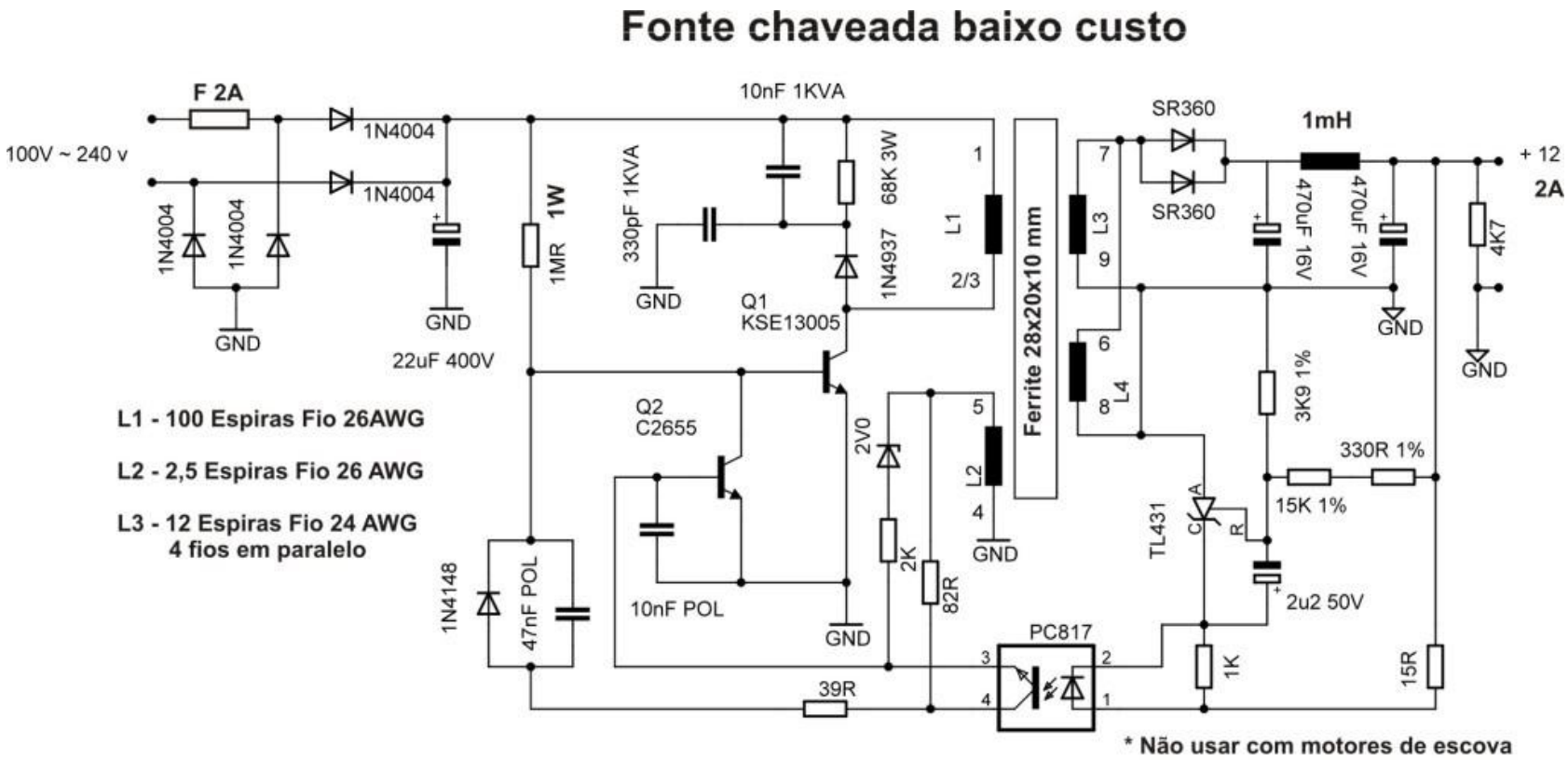
$VCC = 21{,}2V - 1{,}9V/2$

$VCC = \pm 20{,}2V$

Considerando-se a queda de tensão de 0,7V nos diodos tem-se VCC = ±19,5V.

A tensão regulada é de ±12V. Para uma tensão de ±15V utilize os reguladores 7815 e 7915.

Fonte chaveada



Baterias

- As baterias são fontes de energia portáteis e ampla gama de aplicação.
- No S.I. a unidade de medida de carga de uma bateria é o Coulomb = 1 A.s
- Como é uma unidade referente a energia muito pequena, na prática usa-se o A.h, ampère-hora. Em uma bateria a energia pode ser muito variada:
    - 10 mA.h nas pequenas baterias tipo botão.
    - 40 a 250 A.h nas baterias automotivas.
    - 50 kA.h para aplicações militares.

Baterias Primárias (descartáveis)

- **Mercúrio**: de maior densidade de carga, geralmente em tamanho reduzidos, vem sido descontinuadas devido à toxidade dos resíduos.
- **Carbono-Zinco**: são as pilhas comuns, mais baratas, desempenho ruim, tendência a vazar.
- **Alcalinas**: construídas com zinco e manganês, mais caras e de melhor desempenho, suportam correntes mais elevadas e menores temperaturas de operação.
- Prata – Zinco: maiores densidades de energia e curva plana de descarga. Geralmente fabricada nos formatos botão e moeda.

Baterias Primárias (descartáveis)

- **Baterias primária de lítio**: médio custo e alto desempenho. Aplicação na área médica e aeroespacial. Manutenção setup e relógio de computadores.
- **Lítio – Manganês:** Catodo sólido, alta densi-dade de carga, mas só podem ser descarre-gadas lentamente, o que confere longa vida. Ideais para memórias e relógios.

Baterias secundárias (recarregáveis ou acumuladores)

- BATERIAS RECARREGÁVEIS CONVENCIONAIS
  - **Chumbo – ácido**: mais conhecida e mais barata. Baixa densidade de carga, alta corrente de pico. Tensão de 2 V / célula. Tensão máxima 2,4 V / célula. Estoque com tensão perto da máxima.
  - **Níquel – cádmio:** Baixa densidade de carga. Tensão de 1,25 V e vida útil de até 3000 recargas. Apresentam efeito memória. Descarte apropriado devido ao cádmio.
  - **Zinco – óxido de prata:** alta densidade de carga. Muito caras e vida útil curta (50 ciclos de carga).
- BATERIAS RECARREGÁVEIS AVANÇADAS
  - **Zinco – alcalinas:** baixo custo e baixa vida útil. Tensão de 1,25 V.
  - **Níquel – metal hidreto:** muito usadas devido serem isentas de poluentes ambientais. Tensão de 1,25 V e lentas na recarga. Boa vida útil.

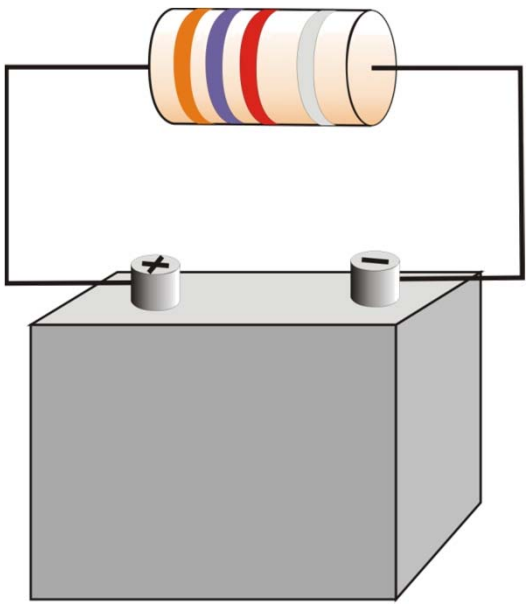
Bateria secundárias

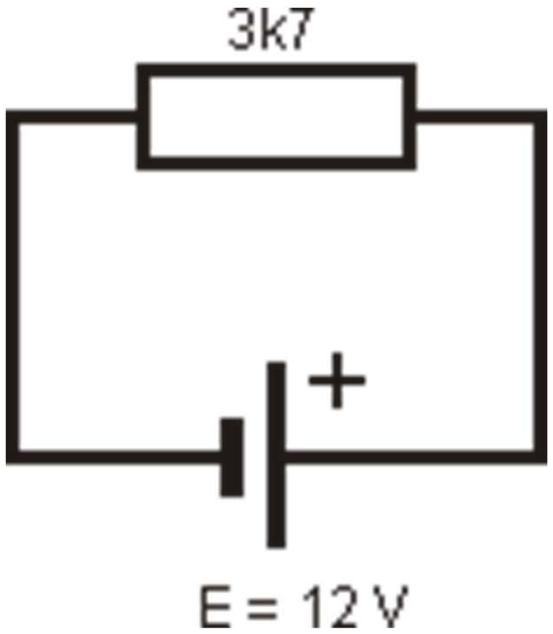
- BATERIAS RECARREGÁVEIS DE LÍTIO
  - **Ion de Lítio:** melhor densidade de carga, sem efeito memória (novos estudos mostram sinais de efeito memória), e pequena perda da carga quando não em uso. Tensão de 2,4 a 2,9 V / célula. Recomenda-se armazenar com 40% de carga. Vida útil maior que 1000 recargas. Devem ser carregadas por circuito especial para controlar corrente de carga e tensão de cada célula.
  - **Lítio – óxido de manganês:** tem alta densidade energética, tensão de 2,8 V / célula. Vida útil de 1000 recargas.

- **Carga de baterias:** recomenda-se usar 1/10 do número de ampère hora da bateria.

Circuito de Corrente Contínua

- Composto por fontes de tensão (baterias) e resistências.





Dados digitais

- A aquisição de dados por computadores exige que as tensões elétricas provenientes dos transdutores, devidamente condicionadas, seja convertida em formato digital, para poder ser armazenada em memórias digitais.
- Os circuitos de conversão utilizam técnicas digitais e trabalham com a numeração binária levando a uma transição para a eletrônica digital.

Números binários

- Os números binários tornaram-se importantes com o desenvolvimento dos computadores digitais.
- Como os circuitos eletrônicos só conhecem dois estados, ligado ou desligado, tornou-se necessário um sistema de numeração com apenas esses dois estados.
- Assim foi adotada a lógica TTL, onde o estado desligado definido pela tensão 0 volts representa o ZERO, (0), e o estado ligado definido pela tensão 5 volts representa o UM, (1).
- Como temos dois algarismos, 0 e 1, como base para gerar os números, denominamos de binário.

Números binários

- Cada algarismo de um numero binário é chamado de “bit” .
- Nos computadores adotou-se o código binário – decimal, BCD (do ingles Binary – Coded Decimal) pelo qual cada digito decimal é representado por 4 bits.

BCD	decimal	BCD	decimal
0000	0	0101	5
0001	1	0110	6
0010	2	0111	7
0011	3	1000	8
0100	4	1001	9

Código binário

- A troca de informações entre computadores e/ou periféricos também precisou ser padronizada. Adota-se o código ASCII (American Standard Code for Information Interchange).
- É um código composto por 8 bits, sendo 7 bits uteis e um de controle, podendo representar portanto 127 diferentes caracteres ou comandos.
- O oitavo bit é chamado “paridade” e controla a qualidade do dados. Esse bit foi tornado útil no código estendido.

Código ASCII estendido

- Número 5 → 00110101
- Letra M → 01001101
- Comando CR → 00001101
- Usa 8 linhas para transmitir os dados, em comunicação denominada paralela.

Código ASCII

Dec	Hx	Oct	Char		Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL	(null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH	(start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX	(start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX	(end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT	(end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ	(enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK	(acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL	(bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS	(backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB	(horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF	(NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT	(vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF	(NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR	(carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO	(shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI	(shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE	(data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1	(device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2	(device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3	(device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4	(device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK	(negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN	(synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB	(end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN	(cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM	(end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB	(substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC	(escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS	(file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS	(group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS	(record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US	(unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

Source: www.LookupTables.com

www.LookupTables.com

Código ASCII estendido

128	Ç	144	É	160	á	176	░	192	└	208	╨	224	α	240	≡
129	ü	145	æ	161	í	177	▒	193	┴	209	╤	225	ß	241	±
130	é	146	Æ	162	ó	178	▓	194	┬	210	╥	226	Γ	242	≥
131	â	147	ô	163	ú	179	│	195	├	211	╙	227	π	243	≤
132	ä	148	ö	164	ñ	180	┤	196	─	212	╘	228	Σ	244	⌠
133	à	149	ò	165	Ñ	181	╡	197	┼	213	╒	229	σ	245	⌡
134	å	150	û	166	ª	182	╢	198	╞	214	╓	230	µ	246	÷
135	ç	151	ù	167	º	183	╖	199	╟	215	╫	231	τ	247	≈
136	ê	152	ÿ	168	¿	184	╕	200	╚	216	╪	232	Φ	248	°
137	ë	153	Ö	169	⌐	185	╣	201	╔	217	┘	233	Θ	249	∙
138	è	154	Ü	170	¬	186	║	202	╩	218	┌	234	Ω	250	·
139	ï	155	¢	171	½	187	╗	203	╦	219	█	235	δ	251	√
140	î	156	£	172	¼	188	╝	204	╠	220	▄	236	∞	252	ⁿ
141	ì	157	¥	173	¡	189	╜	205	═	221	▌	237	φ	253	²
142	Ä	158	₧	174	«	190	╛	206	╬	222	▐	238	ε	254	■
143	Å	159	ƒ	175	»	191	┐	207	╧	223	▀	239	∩	255	

Source: www.LookupTables.com

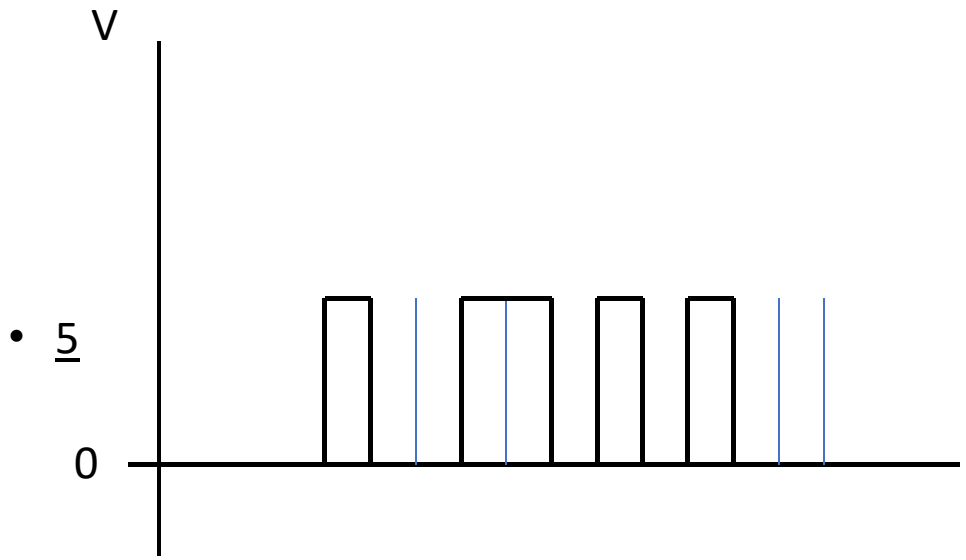
www.LookupTables.com

Código ASCII serial

- Para permitir transmissão em distâncias longas definiu-se a transmissão serial. Nela o código ASCII é transmitido bit a bit pela mesma linha. O código é acrescido de um bit de inicio e dois de final de caractere, passando a 11 bits:
- Número 5 → 10011010100
- Em TTL, o 1 é um valor de 5 volts e chamado “marca” e o 0 é um valor de 0 V, “espaço”.

Representação do dado em série

- 100 11 0101 0 0 (5)



Para que o receptor entenda, tem que haver coincidência da frequência de transmissão.

Transmissão do dado à distância

- Como só se usa uma linha para transmitir o dado, ele pode ser enviado por qq meio:
  - Linha telefonica
  - Linha celular
  - Rádio
  - Fibra ótica

Modem

- Para adequar o sinal à linha de transmissão são utilizados os <u>mo</u>duladores e <u>demo</u>duladores, modem.
- São equipamentos que usam modulação em frequência das marcas e espaços para torná-los aptos a serem transmitidos por telefonia ou rádio.
- Na fibras óticas a modulação é feita por laser.

Conversor analógico digital

- O processo de conversão analógico digital compreende a tomada da medida em um instante e transformar o valor obtido em um numero binário.
- O processo depende do número de bits do conversor:
- Conversor intervalos de medida
- 8 bits ➔ 256
- 10 bits ➔ 1024
- 12 bits ➔ 4096

Conversor A/D

- Um conversor de 8 bits só pode definir 256 intervalos de medida (0 → 255). Então se o range de medida for de 10 V, o menor intervalo medido (resolução) será de
- 10 / 256 = 0,039 V ~ 40 mV
- Já um conversor de 10 bits tem resolução de
- 10 / 1024 = 0,0098 V ~ 10 mV
- e de
- 12 bits → 10/ 4096 = 0,0024 ~ 2,5 mV

Memórias

- RAM – memórias voláteis, de acesso aleatório, necessitam alimentação por baterias para manterem os valores armazenados.
- PROM – memórias não voláteis, só aceitam uma programação, não podem ser apagadas.
- EEPROM – memorias não volateis, mas que podem ser apagadas eletricamente e serem reescritas.
- Flash – memórias não voláteis regraváveis (pendrive)