

Introdução à Informática

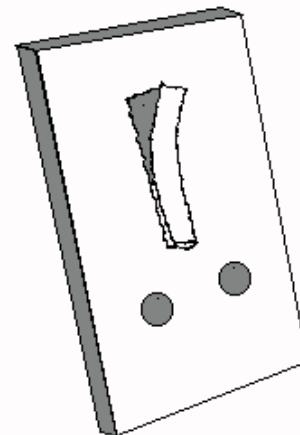
Alexandre Meslin
(meslin@nce.ufrj.br)

Aula 2

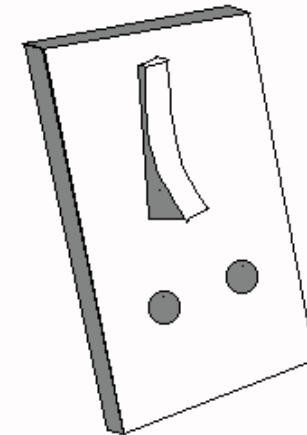
- Bit
- Byte
- Unidades e seus Multiplicadores
 - ❖ Armazenamento
 - ❖ Freqüência
 - ❖ Tempo

Unidades – bits

- Menor unidade de armazenamento
- Somente pode representar números de 0 até 1
- Poder estar em um entre dois estados
 - ❖ Acesso – apagado
 - ❖ Aberto – fechado
 - ❖ Ligado – desligado
 - ❖ 0 – 1



"0"



"1"

Conjunto de bits

- 2 bits
 - ❖ 4 combinações
 - ❖ 00 01 10 11
 - ❖ Pode ser associado a 4 números
 - ❖ 0 até 3 (0, 1, 2, 3)
 - ❖ -2 até 1 (-2, -1, 0, 1)
- 3 bits
 - ❖ 8 combinações
 - ❖ 000 001 010 011 100 101 110 111
 - ❖ Pode ser associado a 8 números
 - ❖ 0 até 7 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)
 - ❖ -4 até 3 (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)

Unidades – byte

- Nome dado a um conjunto de 8 bits
- Pode assumir 256 valores diferentes.
- Usado como medida de capacidade de armazenamento de informações.
- Pode ser associado a 256 números
 - ❖ 0 até 255
 - ❖ -128 até 127

Multiplicadores e Divisores

- Multiplicadores convencionais

- ❖ 10^1 deca da decalitro (dal)
- ❖ 10^2 hecto h hectograma (hg)
- ❖ 10^3 quilo k quilometro (km)

- Multiplicadores não muito convencionais

- ❖ 10^6 mega M
- ❖ 10^9 giga G
- ❖ 10^{12} tera T
- ❖ 10^{15} peta P
- ❖ 10^{18} exa E
- ❖ 10^{21} zeta Z
- ❖ 10^{24} yota Y

Multiplicadores e Divisores

- Divisores convencionais

- ❖ 10^{-1} deci d decigrama (dg)
- ❖ 10^{-2} centi c centímetro (cm)
- ❖ 10^{-3} mili m mililitro (ml)

- Divisores não muito convencionais

- ❖ 10^{-6} micro μ
- ❖ 10^{-9} nano η
- ❖ 10^{-12} pico p
- ❖ 10^{-15} fento f
- ❖ 10^{-18} ato a
- ❖ 10^{-21} zepto z
- ❖ 10^{-24} yocto y

Unidades – Multiplicadores

- Atualmente
 - ❖ 1 bit
 - ❖ 1 byte = 8 bits
 - ❖ 1 Kbyte = 1024 bytes (4 algarismos)
 - ❖ 1 Mbyte = 1024 Kbytes = 1048576 bytes (7 algarismos)
 - ❖ 1 Gbyte = 1024 Mbytes (gigabyte) (10 algarismos)
 - ❖ 1 Tbyte = 1024 Gbytes (terabyte) (13 algarismos)
- Para o futuro
 - ❖ 1 Pbyte = 1024 Tbytes (petabyte) (16 algarismos)
 - ❖ 1 Ebyte = 1024 Pbytes (exabyte) (19 algarismos)
 - ❖ 1 Zbyte = 1024 Ebytes (zetabyte) (22 algarismos)
 - ❖ 1 Ybyte = 1024 Zbyte (yotabyte) (25 algarismos)

Capacidades Média de Armazenamento

- Disquete de 3½”
 - ❖ 1,44 Mbytes
- Zip disk
 - ❖ 100 Mbytes
- Memória de Computador Doméstico
 - ❖ 128 Mbytes
- Discos magnéticos
 - ❖ 40 Gbytes

Representação de Números Inteiros

MÓDULO 1
AULA 2

- 1 byte – 8 bits
 - ❖ Números de 0 até 255
 - ❖ Números de –128 até 127
- 2 bytes – 16 bits
 - ❖ Números de 0 até 65535
 - ❖ Números de –32768 até 32767
- 4 bytes – 32 bits
 - ❖ Números de 0 até 4.294.967.295
 - ❖ Números de –2.147.483.648 até 2.147.483.647
- Mais detalhes no módulo 2

Representação de Números Reais

MÓDULO 1
AULA 2

- Números reais representados usando notação mantissa/expoente

S | Expoente | 10 Parte Fracionária

Representação de Símbolos de Grafia

MÓDULO 1
AULA 2

- Necessidade de armazenar os símbolos de grafia em forma de dados binários
- Símbolos de grafia (caracteres): letras, números, pontuação, acentuação, espaço, etc
- Utilização de tabelas de conversão
 - ❖ EBCDIC
 - ❖ ASCII
 - ❖ UNICODE

Tabela ASCII

- Tabela que contém a maior parte dos caracteres ocidentais
- Possui 256 caracteres
- Problemas de compatibilidade de implementação entre países que posuem letras acentuadas e/ou diferentes do alfabeto inglês.
- Primeira parte (caracteres de 0 até 127) padronizada
- Segunda parte (caracteres de 128 até 255) com divergência entre implementações
- Para maiores informações, consulte:
<http://www.neurophys.wisc.edu/www/comp/docs/ascii.html>

Divisões da Tabela ASCII

- Pode ser dividida em 2 grandes partes
- Primeira parte
 - ❖ Caracteres entre 0 e 127
 - ❖ Padrão mundial
 - ❖ Não possui letras acentuadas
 - ❖ Somente caracteres da língua inglesa
- Segunda parte
 - ❖ Não está totalmente utilizada
 - ❖ Possui caracteres acentuados e outros símbolos
 - ❖ Foi acrescentada recentemente

Divisões da Tabela ASCII

- Primeira Parte: dividida em 4 áreas

- ❖ Posições de 0 até 31

- Caracteres de controle

- ❖ Posições de 32 até 63

- Alguns caracteres de pontuação
 - Caracteres numéricos em ordem alfabética
 - Mais caracteres de pontuação

!"#\$%&'()*+,-./

0123456789

::<=>?

- ❖ Posições de 64 até 95

- Caracter arroba
 - Letras maiúsculas
 - Mais símbolos

@

ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ

[]^_

- ❖ Posições de 96 até 127

- Crase
 - Letras minúsculas
 - Mais símbolos

`

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

{|}~

Tabla ASCII

dec.	hex.	octal	ASCII	mnem.	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII
0	00	000	^@	NUL	32	20	040	!	64	40	100	@	96	60	140	`
1	01	001	^A	SOH	33	21	041	"	65	41	101	A	97	61	141	a
2	02	002	^B	STX	34	22	042	#	66	42	102	B	98	62	142	b
3	03	003	^C	ETX	35	23	043	\$	67	43	103	C	99	63	143	c
4	04	004	^D	EOT	36	24	044	%	68	44	104	D	100	64	144	d
5	05	005	^E	ENQ	37	25	045	&	69	45	105	E	101	65	145	e
6	06	006	^F	ACK	38	26	046	*	70	46	106	F	102	66	146	f
7	07	007	^G	BELL	39	27	047	,	71	47	107	G	103	67	147	g
8	08	010	^H	BS	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h
9	09	011	^I	HTAB	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	0A	012	^J	LF	42	2A	052	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	0B	013	^K	VTAB	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	0C	014	^L	FF	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	0D	015	^M	CR	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	0E	016	^N	SO	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	0F	017	^O	SI	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	020	^P	DLE	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	021	^Q	DC1	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	022	^R	DC2	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	023	^S	DC3	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	024	^T	DC4	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	025	^U	NACK	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	026	^V	SYN	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	027	^W	ETB	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	030	^X	CAN	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	031	^Y	EN	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	032	^Z	SUB	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	033	^_	ESC	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{
28	1C	034	^`	FS	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	
29	1D	035	^]	GS	61	3D	075	=	93	5D	135]	125	7D	175	}
30	1E	036	^~	RS	62	3E	076	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	037	^_	US	63	3F	077	?	95	5F	137	_	127	7F	177	DEL

Tabela ASCII – Primeiro Grupo

dec.	hex.	octal	ASCII	mnem.	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII
0	00	000	^@	NUL	32	20	040	!	64	40	100	@	96	60	140	`
1	01	001	^A	SOH	33	21	041	"	65	41	101	A	97	61	141	a
2	02	002	^B	STX	34	22	042	#	66	42	102	B	98	62	142	b
3	03	003	^C	ETX	35	23	043	\$	67	43	103	C	99	63	143	c
4	04	004	^D	EOT	36	24	044	%	68	44	104	D	100	64	144	d
5	05	005	^E	ENQ	37	25	045	&	69	45	105	E	101	65	145	e
6	06	006	^F	ACK	38	26	046	*	70	46	106	F	102	66	146	f
7	07	007	^G	BELL	39	27	047	'	71	47	107	G	103	67	147	g
8	08	010	^H	BS	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h
9	09	011	^I	HTAB	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	0A	012	^J	LF	42	2A	052	,	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	0B	013	^K	VTAB	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	0C	014	^L	FF	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	0D	015	^M	CR	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	0E	016	^N	SO	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	0F	017	^O	SI	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	020	^P	DLE	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	021	^Q	DC1	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	022	^R	DC2	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	023	^S	DC3	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	024	^T	DC4	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	025	^U	NACK	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	026	^V	SYN	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	027	^W	ETB	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	030	^X	CAN	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	031	^Y	EN	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	032	^Z	SUB	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	033	^_	ESC	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{
28	1C	034	^`	FS	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	
29	1D	035	^]	GS	61	3D	075	=	93	5D	135]	125	7D	175	}
30	1E	036	^^	RS	62	3E	076	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	037	^_	US	63	3F	077	?	95	5F	137	—	127	7F	177	DEL

Tabela ASCII – Segundo Grupo

dec.	hex.	octal	ASCII	mmn.	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII
0	00	000	^@	NUL	32	20	040	!	64	40	100	@	96	60	140	`
1	01	001	^A	SOH	33	21	041	!	65	41	101	A	97	61	141	a
2	02	002	^B	STX	34	22	042	"	66	42	102	B	98	62	142	b
3	03	003	^C	ETX	35	23	043	#	67	43	103	C	99	63	143	c
4	04	004	^D	EOT	36	24	044	\$	68	44	104	D	100	64	144	d
5	05	005	^E	ENQ	37	25	045	%	69	45	105	E	101	65	145	e
6	06	006	^F	ACK	38	26	046	&	70	46	106	F	102	66	146	f
7	07	007	^G	BELL	39	27	047	'	71	47	107	G	103	67	147	g
8	08	010	^H	BS	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h
9	09	011	^I	HTAB	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	0A	012	^J	LF	42	2A	052	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	0B	013	^K	VTAB	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	0C	014	^L	FF	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	0D	015	^M	CR	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	0E	016	^N	SO	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	0F	017	^O	SI	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	020	^P	DLE	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	021	^Q	DC1	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	022	^R	DC2	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	023	^S	DC3	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	024	^T	DC4	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	025	^U	NACK	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	026	^V	SYN	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	027	^W	ETB	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	030	^X	CAN	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	031	^Y	EN	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	032	^Z	SUB	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	033	^_	ESC	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{
28	1C	034	^`	FS	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	
29	1D	035	^]	GS	61	3D	075	=	93	5D	135]	125	7D	175	}
30	1E	036	^~	RS	62	3E	076	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	037	^_	US	63	3F	077	?	95	5F	137	_	127	7F	177	DEL

Tabela ASCII – Terceiro Grupo

dec.	hex.	octal	ASCII	mnem.	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII
0	00	000	^@	NUL	32	20	040	!	64	40	100	@	96	60	140	`
1	01	001	^A	SOH	33	21	041	!	65	41	101	A	97	61	141	a
2	02	002	^B	STX	34	22	042	"	66	42	102	B	98	62	142	b
3	03	003	^C	ETX	35	23	043	#	67	43	103	C	99	63	143	c
4	04	004	^D	EOT	36	24	044	\$	68	44	104	D	100	64	144	d
5	05	005	^E	ENQ	37	25	045	%	69	45	105	E	101	65	145	e
6	06	006	^F	ACK	38	26	046	&	70	46	106	F	102	66	146	f
7	07	007	^G	BELL	39	27	047	'	71	47	107	G	103	67	147	g
8	08	010	^H	BS	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h
9	09	011	^I	HTAB	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	0A	012	^J	LF	42	2A	052	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	0B	013	^K	VTAB	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	0C	014	^L	FF	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	0D	015	^M	CR	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	0E	016	^N	SO	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	0F	017	^O	SI	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	020	^P	DLE	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	021	^Q	DC1	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	022	^R	DC2	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	023	^S	DC3	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	024	^T	DC4	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	025	^U	NACK	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	026	^V	SYN	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	027	^W	ETB	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	030	^X	CAN	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	031	^Y	EN	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	032	^Z	SUB	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	033	^_	ESC	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{
28	1C	034	^`	FS	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	
29	1D	035	^]	GS	61	3D	075	=	93	5D	135]	125	7D	175	}
30	1E	036	^~	RS	62	3E	076	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	037	^_	US	63	3F	077	?	95	5F	137	_	127	7F	177	DEL

Tabela ASCII – Quarto Grupo

dec.	hex.	octal	ASCII	mnem.	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII	dec.	hex.	octal	ASCII
0	00	000	^@	NUL	32	20	040	!	64	40	100	@	96	60	140	`
1	01	001	^A	SOH	33	21	041	"	65	41	101	A	97	61	141	a
2	02	002	^B	STX	34	22	042	#	66	42	102	B	98	62	142	b
3	03	003	^C	ETX	35	23	043	\$	67	43	103	C	99	63	143	c
4	04	004	^D	EOT	36	24	044	%	68	44	104	D	100	64	144	d
5	05	005	^E	ENQ	37	25	045	&	69	45	105	E	101	65	145	e
6	06	006	^F	ACK	38	26	046	*	70	46	106	F	102	66	146	f
7	07	007	^G	BELL	39	27	047	'	71	47	107	G	103	67	147	g
8	08	010	^H	BS	40	28	050	(72	48	110	H	104	68	150	h
9	09	011	^I	HTAB	41	29	051)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	0A	012	^J	LF	42	2A	052	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	0B	013	^K	VTAB	43	2B	053	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	0C	014	^L	FF	44	2C	054	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	0D	015	^M	CR	45	2D	055	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	0E	016	^N	SO	46	2E	056	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	0F	017	^O	SI	47	2F	057	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	020	^P	DLE	48	30	060	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	021	^Q	DC1	49	31	061	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	022	^R	DC2	50	32	062	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	023	^S	DC3	51	33	063	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	024	^T	DC4	52	34	064	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	025	^U	NACK	53	35	065	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	026	^V	SYN	54	36	066	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	027	^W	ETB	55	37	067	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	030	^X	CAN	56	38	070	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	031	^Y	EN	57	39	071	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	032	^Z	SUB	58	3A	072	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	033	^_	ESC	59	3B	073	;	91	5B	133	[123	7B	173	{
28	1C	034	^`	FS	60	3C	074	<	92	5C	134	\	124	7C	174	
29	1D	035	^]	GS	61	3D	075	=	93	5D	135]	125	7D	175	}
30	1E	036	^~	RS	62	3E	076	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	037	^_	US	63	3F	077	?	95	5F	137	—	127	7F	177	DEL

Unidades de Tempo

- Hertz: utilizado para explicitar a velocidade do processador, de barramentos e, atualmente, de memórias
- $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo por segundo}$
- $1 \text{ Hz} = 1/(1\text{s})$
- $1 \text{ KHz} = 1000 \text{ Hz}$
- $1 \text{ MHz} = 1000 \text{ KHz}$
- $1 \text{ GHz} = 1000 \text{ MHz}$

Freqüências

- Rotação do motor do carro – 15 Hz (900 rpm)
- Energia elétrica – 60 Hz
- Rotação do disco do HD – 120 Hz (7200 rpm)
- Ciclo do 8088 (primeiro PC) – 4,77 MHz
- Ciclo do 286 – 16 MHz
- Ciclo do 386 – 40 MHz
- Rádio FM – 88 MHz – 108 MHz
- Ciclo do 486 – 120MHz
- Ciclo do Pentium – 233 MHz
- Ciclo do PII – 450 MHz
- Ciclo do PIII – 900 MHz
- Ciclo do PIV – 2GHz (2 bilhões de ciclos por segundo)

Unidades de Tempo

- Segundos
- Utilizado para marcar o tempo de acesso a dispositivos (memória, disco, etc)
- 1 s
- $1 \text{ ms} = 0,001 \text{ s}$ (milisegundo)
- $1 \mu\text{s} = 0,001 \text{ ms}$ (microsegundo)
- $1 \eta\text{s} = 0,001 \mu\text{s}$ (nanosegundo)
- $1 \text{ ps} = 0,001 \eta\text{s}$ (picosegundo)

Exemplos de Tempos

- Copo caindo de cima da mesa – pouco menos de 1 segundo
- Tempo para cabeça de HD mudar de trilha – 4 ms
- Leitura de 1 byte da memória – 60 η s
- Leitura entre byte consecutivos da memória – 10 η s

Período x Freqüência

- Comparação entre CPU e módulos de memória
- Processador
 - ❖ Velocidade medida em hertz (Hz)
 - ❖ Atualmente entre 100 MHz e 2 GHz
 - ❖ Ou seja, 1 ciclo = 10 ns – 500 ps
- Memória de baixo custo
 - ❖ Memória lenta
 - ❖ 150 ns - 60 ns
 - ❖ Capacidade máxima: 512 Mbytes
 - ❖ US\$1,00/Mbyte
 - ❖ Baixo consumo de energia
- Memória 6-120 vezes mais lenta que processador

Período x Freqüência

- Comparação entre CPU e memórias cache
- Processador
 - ❖ Velocidade medida em Hertz (Hz)
 - ❖ Atualmente entre 100 MHz e 2 GHz
 - ❖ Ou seja, 1 ciclo = 10 ns – 500 ps
- Memória de alta velocidade
 - ❖ Memória rápida
 - ❖ 10 ns - 6ns
 - ❖ Capacidade máxima: 4 Mbytes
 - ❖ US\$20,00/Mbyte
 - ❖ Alto consumo de energia
- Memória 12-20 vezes mais lenta que processador

Dificuldades e Soluções

- Dificuldades:
 - ❖ Interface do circuito em acionar sinais externos
 - ❖ Degradação do sinal ao percorrer a placa que interligas os circuitos integrados
 - ❖ Sensibilidade dos circuitos em receberem os sinais degradados
- Solução
 - ❖ Inclusão de memórias no interior do processador
 - ❖ Criação de diversos conjuntos de memórias para serem acessados em paralelo