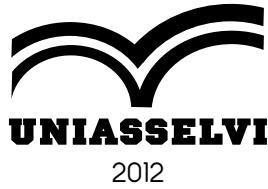


ARQUITETURA DE COMPUTADORES

Prof. Judson Michel Cunha

Prof. Danton Cavalcanti Franco Junior





Copyright © UNIASSELVI 2012

Elaboração:

Prof. Judson Michel Cunha

Prof. Danton Cavalcanti Franco Junior

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

004

C972a Cunha, Judson Michael

Arquitetura de computadores / Judson Michael Cunha e Danton Cavalcanti Franco Junior. Indaial : Uniasselvi, 2012.

223 p. : il

ISBN 978-85-7830- 588-8

1. Arquitetura de computadores.

I. Centro Universitário Leonardo da Vinci.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) acadêmico(a)!

Estamos iniciando o estudo da disciplina de Arquitetura de Computadores. Esta disciplina objetiva proporcionar uma aprendizagem autônoma sobre os componentes que formam um computador, bem como conhecer as funcionalidades e características de cada um dos componentes e das diversas partes em que são divididos.

Para melhor organizar o seu aprendizado, este caderno está dividido em três unidades de estudo. Iniciamos com o estudo da matemática binária, portas lógicas e expressões lógicas, que são as principais fundamentações na construção de circuitos lógicos. Em seguida conheceremos as funções, componentes e demais aspectos dos processadores e das memórias de um computador. Como fechamento da disciplina, veremos os demais componentes que formam uma arquitetura computacional, como as placas-mães, placas de vídeo, unidades de armazenamento e outros.

Durante o texto você encontrará dicas de leitura e ao final de cada unidade um texto complementar que lhe auxiliará na busca de informações complementares.

Buscando viabilizar a melhor apropriação dos conhecimentos, esta produção norteará os seus estudos.

**Prof. Judson Michel Cunha
Prof. Danton Cavalcanti Franco Junior**



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, tablet ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!

BATE SOBRE O PAPO ENADE!



:

Olá, acadêmico!



Você já ouviu falar sobre o ENADE?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?



EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.



Que prova é essa?



É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.



Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.



Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE! ✓



SUMÁRIO

UNIDADE 1 – PRINCÍPIOS DA ARQUITETURA DE COMPUTADORES E MATEMÁTICA DIGITAL	1
TÓPICO 1 – ARQUITETURA BÁSICA DE UM COMPUTADOR	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 ELEMENTOS BÁSICOS DA ARQUITETURA COMPUTACIONAL	5
3 CPU (UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO) – O PROCESSADOR	8
4 MEMÓRIA	10
4.1 MEMÓRIA PRINCIPAL	11
4.2 MEMÓRIA SECUNDÁRIA	12
4.3 MEMÓRIA CACHE	13
4.4 REGISTRADORES	13
5 BARRAMENTOS	13
6 UNIDADES DE ENTRADA E SAÍDA (PERIFÉRICOS)	15
7 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES POR TIPO	16
7.1 COMPUTADORES ANALÓGICOS	16
7.2 COMPUTADORES DIGITAIS	17
7.3 COMPUTADORES HÍBRIDOS	17
8 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES QUANTO AO TAMANHO	17
9 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES QUANTO À FUNÇÃO	18
RESUMO DO TÓPICO 1	20
AUTOATIVIDADE	21
TÓPICO 2 – MATEMÁTICA BINÁRIA	23
1 INTRODUÇÃO	23
2 SOMA BINÁRIA	24
3 SUBTRAÇÃO BINÁRIA	26
4 MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA	27
5 DIVISÃO BINÁRIA	29
RESUMO DO TÓPICO 2	30
AUTOATIVIDADE	31
TÓPICO 3 – EXPRESSÕES BINÁRIAS	33
1 INTRODUÇÃO	33
2 CONCEITO	34
3 EXPRESSÕES BINÁRIAS x EXPRESSÕES MATEMÁTICAS	34
4 OPERADORES E OPERANDOS	36
5 TABUADA BINÁRIA	37
6 EXPRESSÕES BINÁRIAS	40
RESUMO DO TÓPICO 3	43
AUTOATIVIDADE	44
TÓPICO 4 – PORTAS LÓGICAS BINÁRIAS	45
1 INTRODUÇÃO	45

2 PORTA LÓGICA OR (OU, +)	47
2.1 TABELA VERDADE PORTA OR	47
2.2 SAÍDA DA PORTA OR	47
2.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA OR	48
3 PORTA LÓGICA AND (E, *)	48
3.1 TABELA VERDADE PORTA AND	48
3.2 SAÍDA DA PORTA AND	49
3.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA AND	49
4 PORTA LÓGICA NOT (Inversor, ')	49
4.1 TABELA VERDADE PORTA NOT	49
4.2 SAÍDA DA PORTA NOT	50
4.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOT	50
5 PORTA LÓGICA NOR	50
5.1 TABELA VERDADE PORTA NOR	51
5.2 SAÍDA DA PORTA NOR	51
5.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOR	51
6 PORTA LÓGICA NAND	52
6.1 TABELA VERDADE PORTA NAND	52
6.2 SAÍDA DA PORTA NAND	52
6.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NAND	52
7 PORTA LÓGICA XOR	53
7.1 TABELA VERDADE PORTA XOR	53
7.2 SAÍDA DA PORTA XOR	53
7.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XOR	54
8 PORTA LÓGICA XNOR	54
8.1 TABELA VERDADE PORTA XNOR	54
8.2 SAÍDA DA PORTA XNOR	55
8.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XNOR	55
RESUMO DO TÓPICO 4	56
AUTOATIVIDADE	57
 TÓPICO 5 – CIRCUITOS DIGITAIS	59
1 INTRODUÇÃO	59
2 CIRCUITOS DIGITAIS COM PORTAS LÓGICAS	60
3 EXEMPLOS DE CIRCUITOS DIGITAIS	62
3.1 CIRCUITO DE SOMA	63
3.2 CIRCUITOS MULTIPLEXADORES	65
3.3 CIRCUITOS DECODIFICADORES	67
LEITURA COMPLEMENTAR	69
RESUMO DO TÓPICO 4	72
AUTOATIVIDADE	73
 UNIDADE 2 – ARQUITETURA PRINCIPAL DO COMPUTADOR (PROCESSADOR E MEMÓRIA)	75
 TÓPICO 1 – ARQUITETURA DOS PROCESSADORES	77
1 INTRODUÇÃO	77
2 CHIPS LSI, MSI,SSI	79
3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	80
3.1 NÚMERO DE PINOS	80
3.2 TAMANHO EXTERNO	82
3.3 NÚMERO DE TRANSISTORES	83

3.4 TAMANHO DO NÚCLEO	83
3.5 VOLTAGEM DO PROCESSADOR	84
3.6 VOLTAGEM DO COMPUTADOR	84
4 ARQUITETURAS RISC e CISC	85
4.1 ARQUITETURA CISC (COMPLEX INSTRUCTION SET COMPUTER)	85
4.2 ARQUITETURA RISC (REDUCED INSTRUCTION SET COMPUTER)	85
4.3 ARQUITETURA DOS PROCESSADORES DE MERCADO	85
RESUMO DO TÓPICO 1	88
AUTOATIVIDADE	89
TÓPICO 2 – ARQUITETURA INTERNA DO PROCESSADOR	91
1 INTRODUÇÃO	91
2 UNIDADE DE CONTROLE (UC).....	94
3 UNIDADE DE EXECUÇÃO (UE)	95
4 ULA (UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA)	96
5 REGISTRADORES	97
6 CLOCK (RELÓGIO)	98
6.1 CLOCK SPEC ou CLOCK RATE	99
6.2 OVERCLOCK	100
7 REGISTRADOR DE INSTRUÇÕES (RI)	102
8 CONTADOR DE INSTRUÇÃO (PC, DO INGLÊS PROGRAM COUNTER)	102
9 DECODIFICADOR DE INSTRUÇÃO	103
10 REGISTRADOR DE DADOS (RD) DE ENDEREÇO (RE)	103
11 INTERRUPÇÕES	103
12 PIPELINES	104
13 MEDIDAS DE DESEMPENHO DO PROCESSADOR	106
RESUMO DO TÓPICO 2	107
AUTOATIVIDADE	108
TÓPICO 3 – EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES	109
1 INTRODUÇÃO	109
2 FABRICANTES DOS PROCESSADORES	109
2.1 INTEL	110
2.2 AMD	110
3 PROCESSADORES INTEL	111
3.1 PENTIUM	111
3.2 PENTIUM MMX	112
3.3 PENTIUM II	112
3.4 PENTIUM III	113
3.5 CELERON	114
3.6 PENTIUM 4	114
3.7 INTEL ITANIUM	115
3.8 PROCESSADORES INTEL FAMÍLIA i	116
3.8.1 O processador i3	116
3.8.2 O processador i5	117
3.8.3 O processador i7	117
3.9 DEMAIS PROCESSADORES INTEL	118
4 PROCESSADORES AMD	118
4.1 AMD ATHLON	118
4.2 AMD ATHLON XP	119
4.3 AMD ATHLON 64 FX	120
4.4 AMD SEMPRON	120

4.5 AMD OPTERON	121
4.6 AMD Phenom II X4	121
4.7 AMD Phenom II X6	122
4.8 OUTROS PROCESSADORES AMD	122
RESUMO DO TÓPICO 3	123
AUTOATIVIDADE	124
TÓPICO 4 – TECNOLOGIAS ATUAIS DOS PROCESSADORES	125
1 INTRODUÇÃO	125
2 TECNOLOGIA AMD	125
2.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA AMD	126
2.2 TECNOLOGIA HyPERTRANSPORT	128
3 TECNOLOGIA INTEL	130
3.1 TECNOLOGIA HT (HYPERTHREADING)	132
4 TECNOLOGIA DUAL CORE	133
5 TECNOLOGIA MULTICORE	135
RESUMO DO TÓPICO 4	137
AUTOATIVIDADE	138
TÓPICO 5 – ARQUITETURA DE MEMÓRIAS	139
1 INTRODUÇÃO	139
2 MEMÓRIA RAM	142
2.1 VELOCIDADE DA MEMÓRIA E TAXA DE TRANSFERÊNCIA	143
2.2 MULTI CHANNEL	144
2.3 TIPOS DE MEMÓRIA RAMs	145
2.3.1 Quanto ao formato usado (SIMM e DIMM)	145
2.3.2 Quanto à tecnologia usada (EDO, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 e RAMBUS)	147
3 REGISTRADORES	150
4 MEMÓRIA CACHE	150
4.1 CACHE L1	152
4.2 CACHE L2	152
4.3 CACHE L3	152
LEITURA COMPLEMENTAR	153
RESUMO DO TÓPICO 4	155
AUTOATIVIDADE	156
UNIDADE 3 – DEMAIS ASPECTOS DA ARQUITETURA COMPUTACIONAL:	
PLACA-MÃE, BARRAMENTO, DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA ..	157
TÓPICO 1 – PLACA-MÃE	159
1 INTRODUÇÃO	159
2 CIRCUITOS E FUNÇÕES DE APOIO DA PLACA-MÃE	160
2.1 CMOS (Complementary Metal-Oxide Semicondutor)	160
2.2 BIOS (Basic Input Output System, ou Sistema Básico de Entrada e Saída)	161
2.3 SETUP	162
2.4 BATERIA	162
2.5 PADRÃO AT, ATX, BTX, LPX e ITX	164
2.6 CHIPSET	165
2.7CLOCKS	167
2.8 DMA	168
2.9 BARRAMENTOS	169

RESUMO DO TÓPICO 1	170
AUTOATIVIDADE	171
TÓPICO 2 – BARRAMENTOS INTERNOS DA PLACA-MÃE	173
1 INTRODUÇÃO	173
2 SLOTS	174
3 SOCKETS	175
4 PADRÃO ISA	176
5 PADRÃO EISA	177
6 PADRÃO PCI	178
7 PADRÃO AGP	179
8 PADRÃO PCI EXPRESS	180
8.1 PCI EXPRESS 2.0	180
8.2 PCI EXPRESS 3.0	181
RESUMO DO TÓPICO 2	182
AUTOATIVIDADE	183
TÓPICO 3 – BARRAMENTOS EXTERNOS DA PLACA-MÃE	185
1 INTRODUÇÃO	185
2 PS/2	186
3 SERIAL	186
4 PARALELA	187
5 USB	188
5.1 USB 2.0	190
5.2 USB 3.0	190
6 FIREWIRE	190
7 PCMCIA	191
8 INFRAVERMELHO/ INFRARED / IrDA	192
9 BLUETOOTH	194
RESUMO DO TÓPICO 3	195
AUTOATIVIDADE	196
TÓPICO 4 – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO	197
1 INTRODUÇÃO	197
1.1 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO	197
1.2 CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO	198
1.3 CACHE DE ARMAZENAMENTO INTERNO	199
1.4 ARQUITETURA DE UMA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO	200
1.5 DESLOCAMENTO MECÂNICO PARA A BUSCA DE DADOS	202
2 BARRAMENTO DE DADOS DAS UNIDADES DE ARMAZENAMENTO	202
2.1 ATA	203
2.2 SCSI	204
2.3 SATA	206
2.3.1 Velocidade do padrão SATA	207
3 RAID DE HDs	208
3.1 RAID 0	209
3.2 RAID 1	210
3.3 RAID 0 (zero) + 1	211
3.4 DEMAIS RAIDs	212
3.5 ARQUITETURA DE RAID	212
4 DVD	213
4.1 OS TIPOS DE DVD	213
4.2 DVD-ROM	214

4.3 DVD-RAM	214
4.4 DVD-R	214
4.5 DVD+R	214
4.6 DVD-RW	215
4.7 DVD+RW	215
4.8 TIPOS DE MÍDIAS PARA DVDS	215
5 HD DVD	216
6 BLU-RAY	216
7 MEMÓRIAS FLASH	217
8 DRIVES SSD	217
LEITURA COMPLEMENTAR	218
RESUMO DO TÓPICO 4	220
AUTOATIVIDADE	221
REFERÊNCIAS	222



UNIDADE 1

PRINCÍPIOS DA ARQUITETURA DE COMPUTADORES E MATEMÁTICA DIGITAL

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Após o término da Unidade 1 você terá a capacidade de:

- conhecer os principais componentes de uma arquitetura computacional, o relacionamento entre esses componentes e as principais funções de cada um;
- compreender a aplicação da matemática binária na formação dos circuitos digitais;
- conhecer as diversas portas lógicas que compõem os circuitos digitais;
- criar circuitos lógicos a partir de expressões matemáticas e saber relacionar as igualdades entre a matemática convencional e a matemática lógica binária;
- compreender a formação dos circuitos digitais a partir de portas lógicas.

PLANO DE ESTUDOS

Para a sua melhor compreensão e para que os objetivos dessa unidade sejam cumpridos, ela foi dividida em cinco tópicos, sendo que ao final de cada um deles você encontrará atividades que auxiliarão na apropriação dos conhecimentos.

TÓPICO 1 – ARQUITETURA BÁSICA DE UM COMPUTADOR

TÓPICO 2 – MATEMÁTICA BINÁRIA

TÓPICO 3 – EXPRESSÕES COM PORTAS LÓGICAS

TÓPICO 4 – PORTAS LÓGICAS BINÁRIAS

TÓPICO 5 – CIRCUITOS DIGITAIS

ARQUITETURA BÁSICA DE UM COMPUTADOR

1 INTRODUÇÃO

Um computador é uma máquina composta de um conjunto de partes eletrônicas (memória, processador, *chips* etc.) e eletromecânicas (*Hard Drives*, *Drives* de CD e demais componentes que possuem partes mecânicas), com capacidade de coletar, armazenar e manipular dados, além de fornecer diversas informações de forma automática. Ele executa suas funções através de um sistema digital programável, que são sequências de instruções guardadas em memória. Através dessas instruções, o computador é instruído para executar diversas operações e repassar os resultados de diversas formas para nós humanos.



O *chip* também é conhecido por CI (Círculo Integrado) ou *microchip*. Basicamente um chip é um circuito eletrônico muito pequeno composto por milhares (algumas vezes passando de 1 bilhão de transístores – como nos processadores mais modernos).

Os componentes de um *chip* não são montados, mas sim formados através de processos químicos controlados, o que faz com que tenham uma resistência mecânica elevada e um alto grau de confiabilidade.



O conjunto dessas instruções armazenadas na memória é o que chamamos de programas. Esses programas estão em formato binário. Veremos mais adiante o que isso significa!

Atualmente, os computadores são utilizados num variado conjunto de tarefas, tendo em vista não só a execução rápida e viável das mesmas, como também a realização de tarefas humanamente impraticáveis, como grandes armazenamentos de dados.

Essas tarefas estão divididas em diversas áreas, conforme veremos na listagem a seguir:

- tarefas Científicas, como os cálculos balísticos;
- tarefas Comerciais, como cálculo de folhas de pagamento e contabilidade;
- tarefas de Simulação, como simulação de tráfegos e grafos matemáticos;
- tarefas de Controle de Processos, como as executadas em usinas nucleares e grandes indústrias.

Um detalhe importante do computador é que ele se diferencia das demais máquinas de cálculo, por diversas características, dentre elas destacamos:

- alta velocidade na execução de suas operações;
- grande capacidade de armazenar informações;
- capacidade de trabalhar ininterruptamente;
- capacidade de executar longas sequências de operações, como a maioria dos programas computacionais faz.

Claro que, como toda máquina, os computadores possuem suas vantagens e desvantagens. Algumas são listadas a seguir:

Vantagens:

- grandes quantidades de dados podem ser processadas em cálculos rápidos;
- executam longas tarefas que requeiram repetições em diversas fases;
- fazem cálculos exatos através de fórmulas ou equações complicadas;
- alta capacidade de armazenar os dados, e formas variadas de representação dos resultados (gráficos, planilhas, listas, imagens etc.).

Desvantagens:

- não são criativos (só executam tarefas programadas);
- não corrigem erros;
- ainda não conseguem interpretar de forma eficiente a voz humana (claro que em algumas aplicações isso já é possível, mas pouco difundido);
- não leem manuscritos;
- o alto custo ainda é uma das suas desvantagens, uma vez que a grande maioria da população não tem acesso a ele;
- dificuldade em programá-los, isso ainda hoje requer conhecimentos específicos;
- alto consumo de energia;
- geração de muito calor, sendo necessário sistemas complexos e caros de refrigeração;
- suscetível a falhas, como falta de energia, ou queima de componentes.

Apesar das diversas desvantagens que ainda existem no uso dos computadores, o número de vantagens é bem maior, e seria impraticável fazer o levantamento de todas. Mas podemos ter uma ideia dessa grandiosidade ao observarmos que em nosso redor sempre estamos em contato direto ou indireto com o computador.



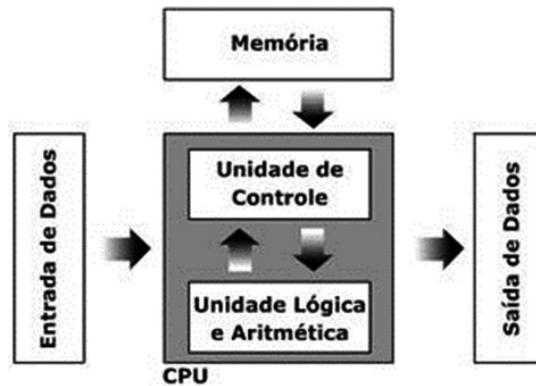
Você já imaginou hoje um supermercado sem o auxílio dos computadores para processar as vendas? Ou já pensou em como seria o sistema financeiro hoje sem as máquinas para processar a compensação e os caixas eletrônicos?
E um hospital? Já imaginou como seria se não existissem computadores para ajudar nos diagnósticos e exames?
Refita!

Sendo assim, a sua compreensão e o entendimento da sua arquitetura e de seu funcionamento são de extrema importância, principalmente aos profissionais da informática. E é com esse objetivo que segue a seguir, em detalhes, a formação básica de um computador e a sua arquitetura funcional.

2 ELEMENTOS BÁSICOS DA ARQUITETURA COMPUTACIONAL

Apesar da existência de uma grande diversidade em termos de arquiteturas, pode-se enumerar, num ponto de vista mais genérico, os componentes básicos da arquitetura computacional atual.

FIGURA 1 – ARQUITETURA VON NEUMANN



FONTE: Disponível em: <<http://professored.files.wordpress.com/2007/03/cap-2-introducao-a-arquitetura-dos-computadores.doc>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

A figura anterior destaca os elementos que compõem um computador. Apesar da grande evolução ocorrida na área de informática desde o aparecimento dos primeiros computadores, o esquema apresentado na figura pode ser utilizado tanto para descrever um sistema computacional atual como os computadores da década de 40, projetados por engenheiros como John von Neumann.

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Por esse motivo, até hoje essa arquitetura é conhecida como Arquitetura de Von Neumann.

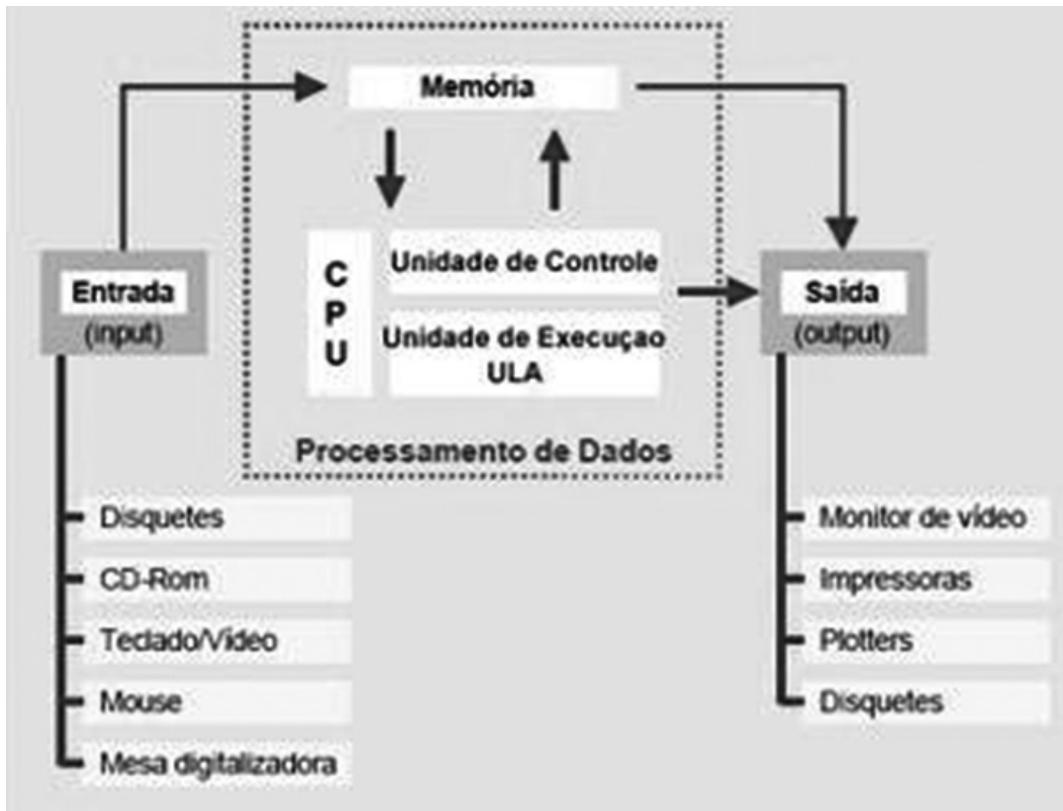
Os principais elementos que a arquitetura apresenta são:

- A CPU – Unidade Central de Processamento (o processador): É responsável pelo tratamento de informações armazenadas em memória (programas em código de máquina e dos dados);
- A Memória: É responsável pela armazenagem dos programas e dos dados.
- Os Dispositivos de I/O (Entrada e Saída): São os dispositivos responsáveis pelas entradas e saídas de dados do computador, ou seja, pelas interações entre o computador e o mundo externo. Como exemplo de periféricos tem-se o monitor, teclados, *mouses*, impressoras, etc.
- Os Barramentos: Ligam todos estes componentes e são vias de comunicação de alto desempenho por onde circulam os dados tratados pelo computador. Os barramentos são divididos em: Dados, Controles e Endereços.

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Sendo assim, podemos descrever a execução do computador e o seu relacionamento com o mundo externo conforme descrito na figura a seguir:

FIGURA 2 – COMUNICAÇÃO DO COMPUTADOR COM O MUNDO EXTERNO



FONTE: Disponível em: <<http://professored.files.wordpress.com/2007/03/cap-2-introducao-a-arquitetura-dos-computadores.doc>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

Os usuários, através do teclado e demais dispositivos de entrada e saída (I/O), entram com dados para serem processados pelo processador (CPU). A CPU busca esses dados na memória e processa as informações, enviando os resultados para outros dispositivos de I/O, como um monitor de vídeo. Todas essas informações utilizam os diversos barramentos existentes para o deslocamento dentro do computador.

Essa seria a forma mais simples de operação do computador utilizando os diversos elementos da arquitetura de Von Neumann. A seguir iremos detalhar um pouco mais cada um desses componentes.

3 CPU (UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO) - O PROCESSADOR

A Unidade Central de Processamento é o principal componente da arquitetura computacional. Trata-se de um circuito integrado que executa todos os programas dos usuários, além de controlar todos os demais dispositivos do computador.

Sua principal função é buscar os dados que estão armazenados na memória do computador, descobrir que tipo de procedimento deve ser feito com esses dados, executar esses procedimentos e retornar os resultados para o usuário.

A unidade central de processamento é conhecida pelas siglas, em inglês: CPU - Central Processing Unit; ou em português: UCP - Unidade Central de Processamento.

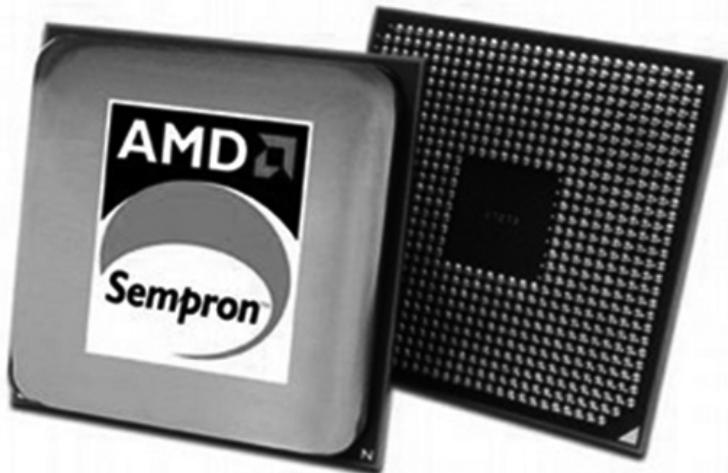
FONTE: Disponível em: <<http://www.forumpcs.com.br/viewtopic.php?p=1443017>>. Acesso em: 27 ago. 2012.



É incorreto dizermos que a CPU é o gabinete do nosso computador. Ela é, na verdade, uma pequena parte que está dentro do gabinete do computador.

O processador é uma parte importantíssima do computador. Nos primórdios da computação, o processador era formado por um grande número de *chips*, distribuídos ao longo de uma ou diversas placas. Depois surgiu o microprocessador, que nada mais é do que um processador (CPU) inteiro, dentro de um único *chip*. Um exemplo de um microprocessador pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 3 – PROCESSADOR



FONTE: Disponível em: <http://www.mtf.pt/images/proc_sempron.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Ligando-se um microprocessador a alguns *chips* de memória e alguns outros *chips* auxiliares, tornou-se possível construir um computador inteiro em uma única placa de circuito.

Esta placa, como pode ser observado na figura a seguir, é comumente chamada de placa-mãe dos microcomputadores.

FONTE: Disponível em: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

FIGURA 4 – PLACA-MÃE (MOTHER BOARD)



FONTE: Disponível em: <[Http://www.intel.com/products/motherboard/pix/d975xbx2.jpg](http://www.intel.com/products/motherboard/pix/d975xbx2.jpg)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Internamente, as CPUs dividem-se em unidades menores:

- Unidade de Controle: Que é responsável por analisar cada instrução de um programa, controlar as informações na memória principal, ativar a seção de aritmética e lógica, ativar os canais de entrada ou saída, selecionando os dados a serem transferidos e o dispositivo que será empregado na transferência. Ativa os diversos circuitos do computador para a efetiva execução dessas instruções.
- Memória Cache: Armazena os dados a serem processados. Inicialmente a memória *cache* ficava na placa-mãe; atualmente, com a evolução dos processadores, ela está situada dentro do CPU.
- Registradores: São o tipo de memória de maior valor para o computador. Localizados no núcleo, eles contêm as instruções que estão sendo executadas pela CPU.
- Unidade Aritmética e Lógica: Serve para realizar os cálculos aritméticos (soma, subtração, multiplicação, divisão, radiciação etc.) e lógicos (comparações).

Essas três unidades em conjunto realizam quatro atividades primordiais a todos os computadores. Essas operações são definidas como ciclo de busca e execução ou ciclo de *fetch* e representam as atividades a seguir:

- a) buscar a instrução da memória e colocá-la dentro da CPU;
- b) controlar todo o processo de busca e execução;
- c) executar as instruções;
- d) retornar o resultado para a memória principal.

Todas essas atividades envolvem dados e dispositivos externos à CPU, os quais são representados pelos demais elementos da arquitetura de Von Neumann vistos a seguir:

4 MEMÓRIA

Todo computador é dotado de uma quantidade de memória (que pode variar de computador para computador), a qual constitui um conjunto de circuitos capazes de armazenar os dados e os programas executados pelo próprio computador. As memórias são classificadas em diferentes categorias, representadas pelo gráfico a seguir:

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.



A quantidade de memória é dada pela quantidade de *bits* que um processador é capaz de gerenciar.
Por exemplo, 32 *bits* máximo de 4GB, pois
 $2^{32} = 4.294.967.296$ bytes \equiv 4GB

Já uma máquina com 64 *bits* pode gerenciar até 16EB (isso mesmo, Exabyte), pois:
 $2^{64} = 18.446.744.073.709.600.000$ bytes \equiv 16EB

FIGURA 5 – ARQUITETURA DE MEMÓRIAS



FONTE: Os autores

4.1 MEMÓRIA PRINCIPAL

Ou memória de trabalho, onde normalmente devem estar armazenados os programas e dados a serem manipulados pelo processador.

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Geralmente é esta memória que se referencia na especificação de um microcomputador. Hoje, as quantidades de memória mais usuais disponíveis nos microcomputadores são 6 *Gigabytes*, 4 *Gigabytes*, 2 *Gigabytes*, e em alguns casos 1 *Gigabyte*. Nos micros mais抗igos, essa unidade era dada em *Megabytes*, como 512 *Megabytes*, 256 *Megabytes* etc.

Em termos básicos, a memória principal é vista como um conjunto de *chips* que são inseridos na placa-mãe do computador.

4.2 MEMÓRIA SECUNDÁRIA

Este tipo de memória não é acessado diretamente pela CPU. Seu acesso é feito através de interfaces ou controladoras especiais. A memória secundária é uma memória do tipo permanente (não se apaga quando o computador está desligado), que tem uma alta capacidade de armazenamento, e um custo muito mais baixo em relação ao da memória principal.

A memória secundária não é formada por *chips* e, sim, por dispositivos que utilizam outras tecnologias de armazenamento. Alguns exemplos de memória secundária: o disco rígido, *drives* de BluRay, unidades de DVD e os antigos CD-ROM e disquetes, além de fitas magnéticas e memórias *flash*. O disco rígido, assim como os disquetes e as unidades de fita, usam a tecnologia magnética para armazenar dados. Os discos CD-ROM usam tecnologia ótica.



Você conhece as unidades de medida da informática? Abaixo uma relação de unidades utilizadas, com seus respectivos valores.

Unidade	Valor (em bytes)
Kilobyte (KB)	1024
Megabyte (MB)	1.048.576
Gigabyte (GB)	1.073.741.824
Terabyte (TB)	1.099.511.627.776
Petabyte (PB)	1.125.899.906.842.624
Exabyte (EB)	1.152.921.504.606.846.976
Zettabyte (ZB)	1.180.591.620.717.411.303.424
Yottabyte (YB)	1.208.925.819.614.629.174.706.176

4.3 MEMÓRIA CACHE

A memória *cache* é uma memória pequena e rápida. Geralmente encontramos as memórias *caches* dentro dos processadores, pois são responsáveis por passar os dados da memória principal para o núcleo do processador. O acesso é mais rápido que o da memória principal, porém o seu tamanho é bem reduzido em relação à mesma.

Dividida em três níveis:

- L1: Porção pequena (medida em KB), dividida em dois níveis (dados e instruções).
- L2: Medida em MB, é uma auxiliar à L1. Quanto mais memória *cache*, melhor a velocidade no processamento, contudo, mais caro fica o processador, já que essa memória também fica dentro da CPU.
- L3: Quando existe, fica na placa-mãe. É uma memória mais rápida que a RAM e que fica entre ela e a memória *cache* L2.



Alguns dispositivos também possuem memória cache (algumas vezes chamada de buffer), são exemplos os discos rígidos e as unidades de CD, DVD e BluRay.

4.4 REGISTRADORES

São as memórias de menor capacidade, encontradas dentro do núcleo do próprio processador, porém não menos importante, pois uma instrução, para ser executada, necessita estar no registrador.

5 BARRAMENTOS

O barramento, também chamado de BUS, nada mais é do que um caminho comum pelo qual os dados trafegam dentro do computador. São linhas condutoras de eletricidade que fazem a informação sair da CPU até o periférico,

e vice-versa. Este caminho é usado para comunicações e pode ser estabelecido entre dois ou mais elementos do computador.

FONTE: Adaptado de: <<http://professored.files.wordpress.com/2007/03/cap-2-introducao-a-arquitetura-dos-computadores.doc>>. Acesso em: 15 fev. 2007.



O tamanho de um barramento é importante, pois ele determina quantos dados podem ser transmitidos em uma única vez. Por exemplo, um barramento de 16 bits pode transmitir 16 bits de dados, e um barramento de 32 bits pode transmitir 32 bits de dados a cada vez, e assim sucessivamente.

Todo barramento tem uma velocidade medida em MHz. Um barramento rápido permite transmitir dados rapidamente, e torna as aplicações mais rápidas. Todos os barramentos têm três partes: um barramento de endereçamento, um barramento de dados e um barramento de controle. O barramento de dados transfere o dado em si (por exemplo, o valor de memória), o barramento de endereço transfere a informação de onde o dado se encontra, ou seja, o endereço da memória onde o dado é encontrado; já o barramento de controle mantém o sincronismo e faz o gerenciamento do uso dos canais pelos diversos dispositivos que o compartilham.

A seguir são listados alguns barramentos que serão discutidos em um capítulo específico, mais adiante.

Barramentos Internos:

- Ligam a CPU diretamente aos periféricos. Exemplo: IDE, ISA, PCI, AGP, SCSI.

Barramentos Externos:

- Ligam os periféricos à placa-mãe. Exemplos: PS/2, Serial, Paralela, USB, *Firewire*, PCMCIA.



Alguns autores consideram um quarto barramento, considerado barramento de energia, ou de alimentação. Contudo, podemos considerar que a alimentação do sistema é dada pelos canais de energia, presentes nos dispositivos.

6 UNIDADES DE ENTRADA E SAÍDA (PERIFÉRICOS)

Os Dispositivos de Entrada/Saída são equipamentos utilizados como portadores das informações que o computador irá processar. Por exemplo, quando se pressiona uma tecla, faz com que o teclado transmita o código da tecla pressionada. Este código é recebido por um circuito chamado de interface do teclado. Ao receber o código de uma tecla, a interface de teclado avisa a CPU que existe um caractere recebido.

Por outro lado, quando a CPU precisa enviar uma mensagem para o usuário, precisa que a mensagem seja colocada na tela. Isto é feito com auxílio de um circuito chamado de interface vídeo. A CPU envia para a interface de vídeo a mensagem, seja ela em forma de texto ou figura. A interface de vídeo coloca então a mensagem na tela.

Existem, portanto, no computador, os chamados de periféricos ou dispositivos de I/O (*Input/Output*, ou mesmo E/S Entrada/Saída). Através desses dispositivos o computador pode armazenar, ler, transmitir e receber dados. Dentro os diversos dispositivos de E/S existem alguns que são especializados apenas em entrada, outros especializados apenas em saída, e outros em entrada e saída. Podemos citar os seguintes exemplos:

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Somente ENTRADA:

- Teclado - lê os caracteres digitados pelo usuário;
- Mouse - lê os movimentos e toque de botões;
- *Drive de BluRay-ROM/ DVD-ROM ou CD-ROM* - lê dados de discos óticos nos respectivos formatos. Importante salientar que um BluRay lê DVD e CD, já um DVD lê DVD e CD, e um CD, apenas CD;
- Microfone - transmite sons para o computador;
- Scanner - usado para o computador à entrada de figuras ou fotos, processo conhecido como digitalização.

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Somente SAÍDA:

- Vídeo - Mostra ao usuário caracteres e gráficos em tela. Importante lembrar que hoje existem monitores que são também de entrada e saída, esses monitores

são conhecidos como *Touch Screen*. Mas, mesmo assim, a grande maioria dos monitores é apenas de saída;

- Impressora - Imprime caracteres e gráficos. Há diversos tipos de impressoras, as mais comuns hoje são jato de tinta e *laser*;
- Altofalante - Realiza comunicação com o usuário através de som.

ENTRADA E SAÍDA:

- Disco rígido - grava e lê dados;
- *Drive* de disquete - grava e lê dados em disquetes. Esses dispositivos eram bem usados no passado, hoje é muito raro seu uso, sendo quase que completamente substituídos por *pendrives*;
- Unidade de fita magnética - grava e lê dados em fitas magnéticas. São muito usadas para *backups* em empresas;
- *Modem* - transmite e recebe dados pela linha telefônica.

FONTE: Adaptado de: <http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

7 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES POR TIPO

Agora que verificamos a composição básica da arquitetura dos computadores, vamos estudar a sua classificação, que será apresentada abaixo. Basicamente, a classificação dos computadores se dá, principalmente, pelo seu modo de operação e pelo seu tamanho. Vejamos a seguir.

7.1 COMPUTADORES ANALÓGICOS

São aqueles que processam sinais elétricos e que costumam ser aplicados a problemas de controle de processos. Sua programação é integrada aos circuitos e sua precisão e velocidade são menores que as dos computadores digitais. Geralmente seus cálculos são feitos através de medidores, como ponteiros, cores etc. Possuem velocidade de processamento lenta, e pouca capacidade de armazenamento de dados.

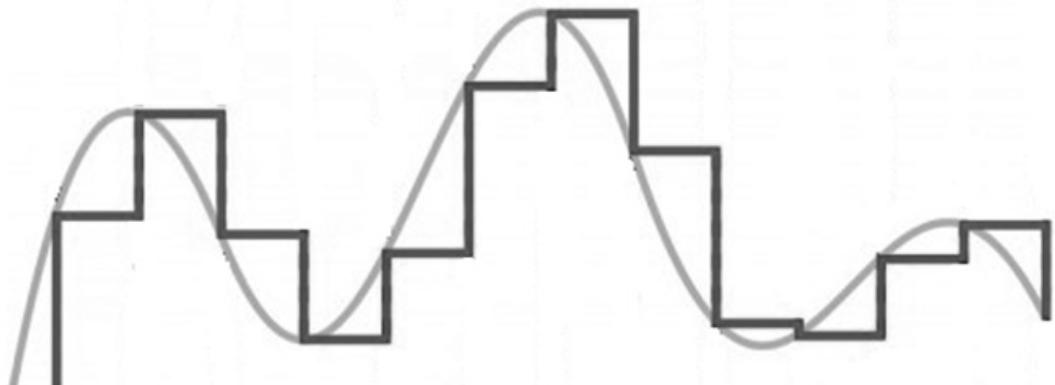
Como exemplo de computadores analógicos temos: Analisadores de Processos Químicos, Analisadores Atômicos.

7.2 COMPUTADORES DIGITAIS

Representam tanto sua programação como os dados por meio de dígitos: através de cadeias de zeros (0) e uns (1) é possível representar qualquer caractere. São os atuais PCs.

A figura a seguir representa a diferença entre analógico e digital. Note que um sinal analógico é uma onda perfeita, já o digital é aproximado em formato serrilhado.

FIGURA 6 – SINAL ANALÓGICO (CINZA) E SINAL DIGITAL (VERMELHO)



FONTE: Os autores

7.3 COMPUTADORES HÍBRIDOS

Possuem as características dos dois anteriores. A entrada de dados costuma ser controlada por um conversor analógico/digital; a informação é processada por um computador digital e a saída canalizada através de um conversor digital/analógico.

Como exemplo temos: Termômetros digitais, medidores de batimento cardíaco digitais, medidores de pressão digitais etc.

8 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES QUANTO AO TAMANHO

Todos nós sabemos reconhecer um computador. Por isso, agora iremos aprender a classificar os computadores de acordo com o seu tamanho e de acordo com as suas funções.

Atualmente vemos muitos computadores parecidos, mas de acordo com a função que cada um desempenha, temos determinadas definições. Vejamos a seguir a maioria das definições criadas para os computadores:

Mainframes: São os computadores de grande porte. Geralmente possuem grande capacidade de memória e processamento rápido. Porém, sua maior característica é o tamanho físico. Os *mainframes* antigos possuem tamanhos consideráveis, parecendo verdadeiros armários. Os atuais já são menores, e são capazes de oferecer processamento a vários usuários conectados através de terminais diretos ou conexões de rede.

Computadores de médio porte: Menos poderosos, porém mais baratos e de tamanho menor que um *mainframe*;

Servidor: Fornece *software* e outros recursos, como serviços através de uma rede;

Minicomputadores: Computadores de uso pessoal, como PC de mesa (*desktop*) e *notebooks*.

Server Farm: Grande grupo de servidores mantidos por um fornecedor comercial, disponível para o comércio eletrônico e outras atividades.

Microcomputadores: Computadores portáteis como: PDA, instrumentos de informação, *notebooks* e *desktops*.

Servidor de Rede: Poderoso microcomputador utilizado em pequenas LANs, responsável pela conectividade de serviços.

9 CLASSIFICAÇÃO DOS COMPUTADORES QUANTO À FUNÇÃO

Em relação à função, os computadores são classificados como:

Computador pessoal (PC): Pequeno computador de mesa ou portátil. São nossos *notebooks* e *desktops*.

Workstation: Computador de mesa com recursos gráficos e matemáticos poderosos. Normalmente são PCs, mas recebem o nome de *Workstation* por estarem em ambientes empresariais.

Supercomputador: Altamente sofisticado e poderoso, executa cálculos complexos. São os *mainframes* e servidores. Geralmente usados em pesquisas, pois têm altíssimo poder de processamento e grande quantidade de memória. A figura a seguir mostra uma foto do Earth Simulator, que já foi o computador mais rápido do mundo.

FIGURA 7 – EARTH SIMULATOR



©JAMSTEC

FONTE: Disponível em: <<http://www.jamstec.go.jp/esc/gallery/index.en.html>>. Acesso em: 10 jun. 2012.



Se você quiser saber a lista atualizada dos computadores mais rápidos e potentes do mundo, acesse: <<http://www.top500.org/>>. A lista é atualizada duas vezes por ano (novembro e junho).

RESUMO DO TÓPICO 1

Caro(a) acadêmico(a), neste primeiro tópico você estudou os seguintes aspectos da arquitetura básica de um computador:

- A arquitetura básica dos computadores persiste a mesma desde a década de 40, projetada pelo engenheiro John von Neumann.
- Um computador é formado basicamente por quatro unidades: CPU, Memória, Dispositivos de I/O e Barramentos.
- A CPU é o coração do computador, capaz de executar diversas tarefas de forma rápida e eficiente.
- A CPU é composta por três unidades, as quais chamamos de: Unidade de Controle (UC), Unidade de Aritmética e Lógica (ULA) e Registradores.
- É na memória que ficam armazenados os programas para serem executados na CPU.
- Os Dispositivos de I/O representam a comunicação da CPU com o mundo externo.
- Os Barramentos são os caminhos por onde os dados trafegam dentro do computador.
- Compreendeu a diferença entre computadores analógicos e digitais.
- Estudou a classificação dos computadores, tanto em relação ao tamanho quanto à função.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

- 1 Cite os elementos básicos da Arquitetura Von Neumann e a função de cada um.



- 2 Quais as unidades de compõem uma CPU? Qual a principal função de cada unidade?



- 3 Cite os diversos tipos de memórias e as diferenças entre eles.



- 4 O que é o ciclo de busca e execução? Cite um ciclo de busca e execução do mundo real.



- 5 Cite a classificação dos computadores quanto ao seu tamanho e à sua função.



MATEMÁTICA BINÁRIA

1 INTRODUÇÃO

Agora que os principais componentes de uma arquitetura computacional já foram citados, iremos mergulhar um pouco mais no mundo dos componentes chamados CIs (Circuitos Integrados), os quais formam, dentre outros dispositivos, os processadores, conhecidos como CPU, além das diversas placas e periféricos encontrados nos computadores.

Iniciaremos o estudo dos CIs a partir da formação da sua lógica. Os CIs executam suas funções somente com dados binários, representados pelos números 0 (zero) e 1 (um). Portanto, se as funções dos CIs são efetuadas a partir de números, compreende-se que as suas funções são, na sua grande maioria, operações matemáticas.

As operações matemáticas realizadas pelo computador são as mais simples, como a soma, subtração, multiplicação ou divisão. A partir destas, todas as demais operações se tornam possíveis. Toda essa matemática é denominada computacionalmente de “matemática binária”, pois será efetuada com números binários.

Apesar de parecer um assunto simples, a matemática binária possui diversas diferenças entre a matemática convencional. Tais diferenças serão analisadas a seguir, através do ensino das operações binárias soma, subtração, multiplicação e divisão.



As representações de sistemas numéricos como: binária, decimal, octal e hexadecimal, bem como as transformações entre as bases, já foram vistas no Caderno de Estudos de Computação.

Mas, caso tenha esquecido, segue uma representação dos números nestas bases até a contagem de 15 (decimal):

Dec	Bin	Oct	Hex
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F



Assim como na matemática convencional, o sistema numérico binário pode ser usado para realizar duas operações básicas: adição e subtração. Mas, pelo uso de adição e subtração, você pode então realizar multiplicações, divisões, e qualquer outra operação numérica.

2 SOMA BINÁRIA

A Soma binária, como toda soma matemática, segue os mesmos princípios. Se formos analisar a fundo, a soma binária é idêntica à soma decimal, porém, efetuada sobre a base 2 (binária) em vez de utilizarmos a base 10 (decimal).

Dessa forma, temos sempre que analisar a tabela abaixo, onde encontramos as regras da soma binária, para compreendermos melhor o seu funcionamento.

FIGURA 8 – REGRAS DA SOMA BINÁRIA

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \quad \text{com transporte de 1}$$

$$1 + 1 + 1 = 1 \quad \text{com transporte de 1}$$

FONTE: Disponível em <[://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm](http://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm)> Acesso em: 15 fev. 2012.

Como podemos observar, as regras acima nos apresentam todas as possibilidades de somas entre dois números binários. Podemos dar ênfase nas somas entre os números $1 + 1$, onde o resultado é zero com transporte de 1. Isso se dá porque o número 2 é o limite da base. Portanto, em vez de colocarmos como resultado o número 2, colocamos o número 0, que é o início da base, e transportamos uma base para a esquerda. Em se tratando de soma decimal, seria a mesma coisa que somarmos $9 + 1$. Teríamos como resultado o número 10. Porém, como dez não seria o resultado final, colocaríamos 0 embaixo de $9 + 1$ e transportaríamos o 1 para a esquerda, simbolizando que a próxima soma seria acrescida desse transporte.

Outro ponto que deve ser observado é a soma de $1 + 1 + 1$. Como sabemos que $1 + 1$ o resultado é 0 com transporte de 1, podemos dizer que $1 + 1 = 0$, e somando mais 1 teríamos 0 (resultado anterior) + 1, resultando em 1 novamente.

Vejamos um exemplo a seguir:

FIGURA 9 – SOMA BINÁRIA

Transporte	1	1	0	1
Parcela	1	1	0	1
	+	1	1	0
Soma	1	1	0	1

FONTE: Disponível em <[://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm](http://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm)> Acesso em: 15 fev. 2012.

3 SUBTRAÇÃO BINÁRIA

A diminuição binária também é realizada da mesma forma que a diminuição decimal. Devemos sempre tomar cuidado com a base que estamos trabalhando, nunca esquecendo que se trata da base 2 e não da base 10, sendo assim temos apenas os dígitos 0 e 1 para representação.

Por exemplo, se subtraímos 335 – 009, efetuando-se a subtração número a número, teríamos como primeira subtração 5 – 9. Como 5 é menor que 9, iríamos ter que emprestar uma base do número posterior. Porém, como o número posterior é 3, pegamos uma base dele e passamos para o 5. Sendo assim, o 5 se torna 15 e o 3 se torna 2 (Na verdade, o 30 se torna 20). Agora podemos efetuar a soma, onde $15 - 9 = 6$, $2 - 0 = 2$ e $3 - 0 = 3$. Concatenando as informações, teríamos como resultado o número 326.

Da mesma forma ocorre com os números binários, conforme podemos observar nas regras a seguir:

FIGURA 10 – REGRAS DA SUBTRAÇÃO BINÁRIA

1	0	-	0	= 0
2	1	-	1	= 0
3	1	-	0	= 1
4	0	-	1	= 1 empresta 1

FONTE: Disponível em <://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm>
Acesso em: 15 fev. 2012.

Portanto, se formos subtrair os números binários 11011 – 1101 teríamos a seguinte resolução (figura a seguir):

FIGURA 11 – SUBTRAÇÃO BINÁRIA

Empréstimo	0	1	0	1	0	0
Minuendo	1	1	0	1	1	
Subtraendo	-	1	1	0	1	
Diferença			1	1	1	0

FONTE: Disponível em <://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm> Acesso em: 15 fev. 2012.



Você sabia que o computador pode subtrair somando?

Existem duas técnicas para isso:

- Complemento a um: Onde há a inversão dos bits do número. Ex.: o número 0011 seria representado por 1100.
- Complemento a dois: Pega-se um número com representação em complemento de um, e soma-se um bit a mais. Ex.: número 0011, fazendo o complemento de um, teríamos 1100, a esse resultado somaríamos 1. Então: $1100 + 1 = 1101$ (representação final do número em complemento de dois).

Se você quiser saber mais sobre complemento a um e complemento a dois, disponível em: <<http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/rmano/rd3compl.html>>. Acesso em: 10 maio 2012.

4 MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA

Como já conhecemos a adição binária e a subtração, é bem mais fácil calcularmos a multiplicação binária. Sabemos que a multiplicação nada mais é do que a soma do multiplicando pelo multiplicador tantas vezes quanto forem os números pertencentes ao multiplicador.

Por exemplo, se multiplicarmos 1654 por 125, sabemos que temos que multiplicar 1654 por 5, depois multiplicar 1654 por 2 e depois multiplicarmos 1654 por 1. Após todas as multiplicações, efetuamos a soma de todos os resultados e teremos o resultado final.



Lembre-se de que após a multiplicação do multiplicando por cada número do multiplicador, temos que avançar uma casa à esquerda para se manter a correta relação das unidades.

Assim como a soma e a subtração, a multiplicação binária segue o mesmo procedimento dos cálculos decimais, atentando-se as regras a seguir:

FIGURA 12 – REGRAS DA MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA

1	0 × 0 = 0
2	0 × 1 = 0
3	1 × 0 = 0
4	1 × 1 = 1

FONTE: Disponível em <://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm>
Acesso em: 15 fev. 2012.

Sendo assim, a seguir apresentamos as multiplicações dos números 1001 por 1100 e 1001 por 1100.

FIGURA 13 – MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA (EXEMPLO 1)

Multiplicando	1 0 0 1
Multiplicador	x 1 1 0 0
1º Produto	0 0 0 0
2º Produto	0 0 0 0
3º Produto	1 0 0 1
4º Produto	1 0 0 1
Transporte	0 0 0 0
Produto Final	1 1 0 1 1 0 0

Multiplicando	1 0 0 1
Multiplicador	x 1 1 0 0
3º Produto	1 0 0 1 0 0
4º Produto	1 0 0 1
Transporte	0 0 0 0
Produto Final	1 1 0 1 1 0 0

FONTE: Disponível em <://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm> Acesso em: 15 fev. 2012.

5 DIVISÃO BINÁRIA

A divisão decimal significa quantas vezes um determinado número está dentro de outro, ou seja, quantas vezes o divisor está dentro do dividendo. Sendo assim, da mesma forma que a multiplicação é feita através de somas, a divisão é feita através de constantes subtrações.

A divisão torna-se mais difícil que a multiplicação porque usamos duas operações para o cálculo. Uma delas é justamente a multiplicação, onde multiplicamos o quociente pelo divisor para se obter o número que será subtraído do dividendo. Depois, como já foi comentado, subtraímos o número do dividendo, obtendo-se o resto. Se o resto for maior que o divisor, repete-se a operação. Já se o resto não for maior que o divisor, ou deixamo-lo simplesmente como resto, ou iniciamos a divisão com casas decimais.

Nos nossos exercícios serão utilizados somente números binários com divisão exata, para não tornar os cálculos muito complexos. Pois, assim como na aritmética decimal, os números binários também podem representar valores fracionários.

Para ilustrar a divisão binária, iremos ilustrar a seguir a divisão do número 2754 (decimal), que em binário é representado por 101011000010, por 51 (decimal), que em binário é 110011:

FIGURA 14 – DIVISÃO BINÁRIA (EXEMPLO 1)

Dividendo	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	/	1	1	0	0	1	1
Divisor													1	1	0	1	1	0
Quociente																		
1 ^a Subtração	-	1	1	0	0	1	1											
Resto		1	0	0	0	1	1	0										
2 ^a Subtração	-	1	1	0	0	1	1											
Resto		1	0	0	1	1	0	0										
3 ^a Subtração	-	1	1	0	0	1	1											
Resto		1	1	0	0	1	1	1										
4 ^a Subtração	-	1	1	0	0	1	1											
Resto		0	0	0	0	0	0	0										
5 ^a Subtração	-	0	0	0	0	0	0											
Resto		0	0	0	0	0	0	0										

FONTE: Disponível em <://www.icea.gov.br/ead/anexo/22101.htm>. Acesso em: 15 fev. 2012.

RESUMO DO TÓPICO 2

Caro acadêmico, neste tópico você estudou os seguintes aspectos da matemática binária:

- A matemática binária é a fundamentação lógica para a formação dos circuitos;
- As operações matemáticas que o computador sabe fazer são as operações de soma e subtração. A partir dessas duas operações básicas, ele consegue desenvolver todas as demais operações.
- A matemática convencional trabalha com os números decimais (base 10) e a matemática computacional, ou matemática binária, trabalha com os números binários (base 2).
- As operações de soma, subtração, multiplicação e divisão operam da mesma forma tanto na base binária quanto na base decimal. A diferença entre elas é que a base binária implementa algumas regras para os cálculos.
- Regras da soma binária são:
 $0 + 0 = 0$
 $0 + 1 = 1$
 $1 + 1 = 0$ com transporte de 1
 $1 + 1 + 1 = 1$ com transporte de 1
- Regras da subtração binária são:
 $0 - 0 = 0$
 $1 - 1 = 0$
 $1 - 0 = 1$
 $0 - 1 = 1$ com empréstimo de 1
- Regras da multiplicação binária são:
 $0 * 0 = 0$
 $0 * 1 = 0$
 $1 * 0 = 0$
 $1 * 1 = 1$
- A divisão assume as regras da subtração binária.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões a seguir e estará reforçando seu aprendizado.

1 Efetue a Soma Binária para:

- a) 100011001 + 111110111
- b) 11100111 + 11111
- c) 111100 + 101100110
- d) 100011111 + 111100110 + 1100101



2 Efetue a Subtração Binária para:

- a) 111110111 - 100011001
- b) 11100111 - 11111
- c) 101100110 - 111100
- d) 100000011 - 1111110



3 Efetue a Multiplicação Binária para:

- a) 111110111 * 1001
- b) 11100111 * 111
- c) 101100110 * 110
- d) 100000011 * 101



4 Efetue a Divisão Binária para:

- a) 111101111 / 1001
- b) 11100111 / 111
- c) 101100010 / 110
- d) 100000010 / 10



EXPRESSÕES BINÁRIAS

1 INTRODUÇÃO

Partindo do conhecimento da matemática binária, iremos estudar agora as expressões binárias. As expressões binárias nada mais são do que expressões matemáticas utilizadas sobre a base 2, ou seja, a base binária. É muito comum encontrarmos referências às expressões binárias como sendo expressões lógicas, pois os números binários 0 e 1 também são definidos como FALSO e VERDADEIRO. Por sua vez, os valores FALSO e VERDADEIRO são chamados de valores booleanos.

Sendo assim, as expressões binárias também são chamadas de expressões booleanas, matemática booleana, ou até mesmo álgebra booleana. Esse nome é referência a George Boole, matemático inglês, que foi o primeiro a defini-las como parte de um sistema de lógica, em meados do século XIX. Mais especificamente, a álgebra booleana foi uma tentativa de utilizar técnicas algébricas para lidar com expressões no cálculo proposicional.



Se você quiser saber mais sobre George Boole, acesse sua biografia em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/George_Boole>. Acesso em: 12 maio 2012. Vale a pena a leitura!

Hoje, a álgebra booleana tem muitas aplicações na eletrônica e na computação. Especialmente na arquitetura dos computadores, podemos definir a álgebra booleana como a interligação lógica dos processadores. Todas as ligações entre os transistores representam expressões binárias, uma vez que vimos que os computadores realizam as suas operações através dessa matemática.

Dessa forma, é de grande importância o seu estudo, conforme veremos a seguir.



Para um melhor esclarecimento das expressões booleanas, iremos exemplificá-las com expressões matemáticas simples, da mesma forma que fizemos no estudo da matemática binária (operações de soma, subtração, multiplicação e divisão).

2 CONCEITO

Uma expressão lógica é uma função matemática cujos valores de entradas são representados pelos números 0 ou 1 e o resultado também é expresso pelos valores 0 e 1, que representam o falso e verdadeiro, respectivamente.

3 EXPRESSÕES BINÁRIAS x EXPRESSÕES MATEMÁTICAS

Pode-se estabelecer algumas semelhanças entre as expressões binárias e as expressões matemáticas. Sabe-se que determinados valores de entrada nas expressões matemáticas geram determinados valores de saída. Em resumo, dizemos que as saídas dependem das entradas. O mesmo ocorre com as expressões binárias, onde os *bits* de entrada vão resultar nas saídas subsequentes.

Outro detalhe é que as expressões matemáticas são aquelas que representam como resultado algum valor numérico de base 10 (combinações de 0 a 9), que podem ser inteiros (valores sem casas decimais) ou reais (valores com casas decimais).



Os operandos numa expressão matemática são os números envolvidos no cálculo, já os operadores são as funções a serem efetuadas sobre os operandos. Como operadores tem-se a soma (+), subtração (-), divisão (/), multiplicação (*), entre outros.

Para entender melhor essas diferenças, vamos estudar um exemplo de expressões matemáticas na base 10. Veja o problema a seguir:

João possui uma plantação de maçãs e colhe "X" maçãs por hora. Sabendo que João trabalha 8 horas por dia colhendo maçãs, qual será o número de maçãs que ele colherá por "Y" dias de colheita? E qual será o valor que João receberá no final desses "Y" dias de colheita, sabendo que ele venderá cada maçã por "M" reais?

Para resolvemos essa expressão, primeiramente temos que fazer o levantamento das variáveis e valores envolvidos na expressão. Com isso teremos:

Dados de Entrada da Expressão:

X = maçãs colhidas por hora

8 = número de horas que João trabalha por dia colhendo maçãs

Y = números de dias de colheita

M = valor de venda de cada maçã.

Criação das Expressões:

Número de Maçãs colhidas em Y dias = N (define-se um nome que representa a expressão do problema).

Com isso $N = ((X * 8) * Y)$

Valor recebido pela venda das maçãs = V (novamente define-se um nome que representa a segunda expressão do problema)

Com isso $V = (N * M)$

Resolução das expressões:

Para resolvemos uma expressão matemática, tem-se que ter os valores de todas as variáveis e aplicar esses valores na expressão. Os valores geralmente são dados por quem utiliza as expressões, ou seja, os usuários. Vejamos agora a resolução do problema proposto.

João colhe 10 maçãs por hora (X), trabalha 8 horas por dia, colhe as maçãs durante 15 dias (Y) e vende cada maçã por (R\$ 0,25).

Com essas informações é possível calcularmos os resultados das expressões matemáticas:

$N = ((X * 8) * Y)$, portanto $N = ((10 * 8) * 15) = 1.200$, significando que João colherá no final de 15 dias 1.200 maçãs.

$V = (N * M)$, portanto $V = (1.200 * 0.25) = 300$, significando que João receberá pela colheita R\$ 300,00.



Entendendo a resolução das expressões matemáticas, você já está apto a entender e construir as expressões booleanas. Caso ainda tenha dificuldades sobre expressões matemáticas, aconselha-se um aprimoramento nesse assunto para seguir adiante com a disciplina de Arquitetura de Computadores.

Faça pesquisas na internet, leia artigos a respeito. Segue uma lista de lugares que podem lhe auxiliar neste entendimento:

- <<http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/fundam/expralg/expralg.htm>>.
- <<http://quimsigaud.tripod.com/expnumericas/>>.
- <http://pt.wikibooks.org/wiki/Matem%C3%A1tica_elementar/Express%C3%B5es_alg%C3%A9bricas>. Acessos em: 12 maio 2012.

Sendo assim, da mesma forma que se constrói uma expressão matemática, e da mesma forma que se aplica os valores às variáveis obtendo os resultados, é que efetuamos todos os cálculos de uma expressão binária. Porém, algumas diferenças se fazem necessárias, conforme será visto a seguir.

4 OPERADORES E OPERANDOS

Como já foi dito, as expressões matemáticas trabalham com números decimais (0 a 9), enquanto as expressões binárias trabalham com estados binários (0 ou 1), referenciados também como Verdadeiro e Falso. Sendo assim, qualquer resultado esperado das expressões binárias será sempre: Verdadeiro (1) ou Falso (0). Com isso, tem-se como operandos das expressões binárias os seguintes valores:

- Verdadeiros ou Positivo = 1 (um)
- Falso ou Negativo = 0 (zero).



É um pouco estranho considerarmos o valor Negativo como zero, porém, em se tratando de valores binários, não podemos esquecer que, para o computador, esses valores representam voltagens negativas ou voltagens positivas no caso do bit 1. Da mesma forma, sempre que nos referenciamos a algo verdadeiro, binariamente é representado por 1, e algo falso, representado por 0.

Na matemática convencional, tem-se como operadores básicos as Somas (+), Subtrações (-), Multiplicações (*) e Divisões (/). Já nas expressões binárias (e aí é que vem a grande diferença) tem-se como operadores os símbolos OU, E e NOT. Analogamente, representam as operações matemáticas:

- OU = +
- E = *
- NOT = ' ou -



O NOT não possui um operador matemático relativo. É uma operação de Inversão, exclusiva das expressões binárias. Ou seja, inverte os bits de representação: 0011 => 1100.

Veremos a seguir a representação dos operadores binários e os valores que eles representam.

5 TABUADA BINÁRIA

A tabuada binária representa quais os valores de saída a partir da combinação das entradas. Analogamente, podemos dizer que da mesma forma que temos na matemática convencional valores como $2 \times 2 = 4$, temos na matemática binária também dados como $1 \times 1 = 1$, e assim por diante. Abaixo apresentamos mais detalhadamente a tabuada binária. Bem mais simples que a tabuada aritmética.

Para criarmos a tabuada binária, temos que prestar atenção nos seguintes aspectos:

- Valores de Entrada, que são os valores das variáveis. Iremos representar aqui a tabuada com duas variáveis A e B;
- Todas as possíveis combinações de estados que as variáveis podem assumir (0 ou 1);
- Operadores binários (OU, E e NOT).

Sendo assim, teremos a tabuada representada a seguir:

Valor Variável A	Valor Variável B	Operador OU		Operador E		Operador NOT(A)	
		Expressão	Resultado	Expressão	Resultado	Expressão	Resultado
0	0	(0+0)	0	(0*0)	0	0'	1
0	1	(0+1)	1	(0*1)	0	0'	1
1	0	(1+0)	1	(1*0)	0	1'	0
1	1	(1+1)	1	(1*1)	1	1'	0

Seja que na tabuada acima todas as possíveis combinações de valores binários das variáveis foram utilizadas. Para se obter esse número de possibilidades, a fórmula é $2^{\text{número de variáveis}}$. Por exemplo, com três variáveis, teríamos 2^3 que seriam 8, ou seja, 8 combinações possíveis dos estados binários (ou valores binários) das três variáveis. Essa forma de representação, onde todas as combinações binárias possíveis entre as variáveis são exibidas, chamamos de TABELA VERDADE. Dependendo do número de variáveis, as tabelas verdade podem se tornar gigantescas.

Para montar essas combinações sem errar, segue a regra:

- Faça potência da base 2 pelo número de entradas, para encontrar a quantidade de elementos da tabela;
- Divida o resultado por 2, e comece a preencher a primeira coluna com 0, na quantidade de vezes, da divisão, depois, inicie com 1;

- c) Divida novamente o resultado anterior, caso o mesmo não seja 1. E comece novamente a representação de 0 (zeros) depois 1 (uns);
 d) Repita essa sequência até que fique apenas 0 e 1.

Veja um exemplo:

Temos 3 entradas, sejam elas A, B e C.

a) $2^3 = 8$

- b) $8 / 2 = 4$ (portanto, a primeira coluna será preenchida com 4 zeros, depois 4 uns):

A	B	C
0		
0		
0		
0		
1		
1		
1		
1		

- c) Dividiremos agora o 4 por 2: $4/2=2$, como o resultado da divisão não é 1, ainda temos mais uma a fazer, vamos preencher a coluna seguinte, com dois zeros e dois uns, repetindo até o final:

A	B	C
0	0	
0	0	
0	1	
0	1	
1	0	
1	0	
1	1	
1	1	

- d) Como visto anteriormente, não chegamos ao valor de 1 na divisão, portanto vamos pegar o resultado anterior e dividi-lo novamente por dois: $2/2 = 1$, assim vamos repetir a sequência, de 0 e 1 na última coluna:

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

- e) Agora que chegamos ao fim da montagem da sequência, basta aplicar os operadores e resolver a tabela verdade.

Observando agora a tabuada binária, algumas anotações se fazem importantes para o entendimento:

- a) O operador OU (que simboliza a soma) aplicado entre duas variáveis sempre retorna o valor binário 1 se "pelo menos umas das variáveis for 1". Se todos os valores das variáveis forem 0 o resultado será 0.



Há um operador denominado XOR, ou OU EXCLUSIVO. Sua saída será verdade se, e somente se, apenas uma entrada for verdadeira.

Veja:

A	XOR	B	Resultado
0		0	0
0		1	1
1		0	1
1		1	0



Há uma pequena diferença entre a soma de números binários, pois as expressões binárias representam valores lógicos e não valores matemáticos. Por exemplo, na soma binária temos $1 + 1 = 10$. Já na soma lógica temos $1 + 1 = 1$, ou seja, se na soma houver um valor verdadeiro, tem-se como resultado um valor verdadeiro, não importando quantos falsos existam. Também deve ser citado que não há, na soma lógica, o conceito de transporte.

- b) O operador E (que simboliza a multiplicação) aplicado entre duas variáveis sempre retorna o valor binário 1 se TODAS as variáveis forem 1. Se pelo menos o valor de uma das variáveis for 0, o resultado será 0. O operador E utiliza os mesmos conceitos da multiplicação binária. Havendo um valor falso, toda a expressão terá como resultado o valor falso.

- c) Já o operador NOT (simbolizado também pelos caracteres ' ou -) sempre irá inverter o valor da variável à qual ele se aplica. Por isso, na tabuada acima foi usada somente a variável A com os valores 0 e 1. Fazendo uma analogia com a aritmética decimal, o operador NOT seria o mesmo que multiplicarmos o resultado de alguma expressão ou até mesmo o valor de alguma variável por -1. Como no exemplo que segue:

$$X = (N * M) = (1.200 * 0.25) = 300$$

Se aplicarmos NOT(X) ou X' , teríamos o inverso de X , portanto, $X = X * -1$, ou seja, $X = 300 * -1 = -300$.

Traduzindo essa expressão para binária, poderíamos ter a seguinte situação: $X = (1 * 0) = 0$, aplicando X' , teríamos $X = X' = 0' = 1$ (inverso de ZERO).



O sinal do inverter pode estar em qualquer ponto de uma expressão. Poderíamos, por exemplo, ter $X = (N * M)', X = (N' * M), X = (N * M')$. Enfim, qualquer formatação é possível. Claro que deve haver lógica na utilização do inverter.

6 EXPRESSÕES BINÁRIAS

Conhecendo os operandos e operadores binários, podemos a partir de agora criar toda e qualquer expressão binária com a combinação de diversas variáveis, operadores e operados. É de extrema importância que você fixe o fato de que as expressões binárias são utilizadas para se obter resultados VERDADEIROS ou FALSOS. Sendo assim, elas podem ser aplicadas somente em situações onde os resultados possam assumir somente esses valores. É similar a você fazer perguntas a alguém, e essa pessoa poder responder somente SIM e NÃO. Se ela tem a possibilidade de responder TALVEZ, já não é mais uma expressão binária. Vamos a um exemplo:

Da mesma forma que criamos a expressão matemática de valores sobre a colheita do João, podemos criar expressões lógicas que representem situações verdadeiras ou falsas. Por exemplo, se quiséssemos saber se o João vai poder vender as suas maçãs ou não, poderíamos representar essa situação através de uma expressão binária.

Sendo assim, criamos a descrição de um problema de expressões binárias conforme segue:

João irá vender as maçãs se elas estiverem em boas condições E se o mercado pagar um preço justo.

As variáveis da expressão binária acima são:

- Maçãs em boas condições (VERDADEIRO ou FALSO): Representado pela variável A
- Mercado pagar um preço justo (VERDADEIRO ou FALSO). Representado pela variável B

A saída da expressão seria João vender as maçãs ou não vendê-las, então, João vende as maçãs é representado pela variável X (você pode usar qualquer outra letra para representar as variáveis).

Como existe uma dependência para que João venda as maçãs, que é elas estejam em boas condições E o mercado pagar um preço justo, utilizamos como operador lógico E (multiplicação).

Com isso, a montagem da expressão é:

$$X = (A \text{ E } B), \text{ ou seja, } X = (A * B)$$

Os resultados possíveis da expressão seriam:

A (maçãs em boas condições)	B (mercado paga um preço justo)	Expressão (A * B)	Operador E	Resultado (João vende as maçãs)
0 (falso)	0 (falso)	(0*0)	0 (falso)	0 (falso)
0 (falso)	1 (verdadeiro)	(0*1)	0 (falso)	0 (falso)
1 (verdadeiro)	0 (falso)	(1*0)	0 (falso)	0 (falso)
1 (verdadeiro)	1 (verdadeiro)	(1*1)	1 (verdadeiro)	1 (verdadeiro)

Com isso, podemos concluir que João venderá as maçãs somente se A e B forem verdadeiros.



- Para sabermos escolher quais serão as variáveis de uma expressão binária, basta ficar atentos para as afirmações das frases. Se uma afirmação pode ser verdadeira ou falsa, ela se tornará uma variável.
- Para sabermos escolher onde encaixar um operador OU, basta verificarmos onde existem diversas variáveis, e a relação entre elas não é obrigatória.
- Para sabermos escolher onde encaixar um operador E, basta verificarmos onde existem diversas variáveis, e a relação entre elas é de dependência ou de obrigatoriedade.
- Para sabermos escolher onde encaixar um operador NOT, basta verificarmos onde existem variáveis que são analisadas pela sua negativa.
- Se desejar usar o operador XOR, basta verificar as situações onde somente uma expressão pode ser verdade por vez; exemplo do sexo, só há feminino e masculino, não há um sexo intermediário.

Vamos a outro exemplo:

Você aprenderá expressões binárias se houver dedicação aos estudos E estiver acompanhando as aulas presenciais. Ou aprenderá expressões binárias se for dedicado aos estudos E fazer os exercícios. E aprenderá expressões binárias se NÃO for relaxado.

Vamos analisar primeiro as variáveis desse problema.

O que eu quero como resultado é aprender expressões binárias, então:
Aprender expressões binárias = X

As condições para aprender expressões binárias são:

- Ter dedicação aos estudos = A
- Acompanhar as aulas presenciais = B
- Fazer os exercícios = C
- Não ser relaxado = D' (negação da afirmação Ser Relaxado)

Agora, temos que analisar a relação entre as variáveis para decidir quais operadores usar:

- A e B são dependentes, pois utilizam o E
- A e C são dependentes, pois utilizam o E
- D' é obrigatório
- A e B não é dependente entre A e C, pois utiliza o OU

Com isso, podemos montar a expressão binária da seguinte forma:

- $X = ((A \cdot E \cdot B) \vee (A \cdot E \cdot C)) \cdot E \cdot D'$
- $X = ((A * B) + (A * C)) * D'$



Sabemos que o aprendizado das expressões binárias demanda, além de muito treino e exercícios, uma forma de pensar diferente, à qual não estamos acostumados. Mas não se preocupe, vá praticando o pensamento lógico e automaticamente se tornará uma cultura para você.

RESUMO DO TÓPICO 3

Caro acadêmico, neste tópico você estudou os seguintes aspectos das expressões binárias:

- As expressões binárias também são conhecidas como expressões booleanas, em reconhecimento aos estudos feitos pelo matemático inglês George Boole.
- Expressões binárias são muito parecidas com as expressões matemáticas, porém, enquanto as expressões matemáticas utilizam os números de 0 a 9, as expressões binárias utilizam somente os números binários 0 a 1.
- As expressões binárias possuem operandos, que são os valores lógicos aplicados nas expressões, e operadores, que são as operações lógicas que podem ser realizadas. Como foi visto, os operandos são os próprios valores binários, e os operadores são E, OU e NOT.
- O Operador E é análogo à multiplicação binária.
- O Operador OU é análogo à soma binária.
- O operador NOT é um operador especial de inversão dos operandos. Inverte o valor 1 para 0 e o valor 0 para 1.
- Conheceu o operador XOR, que é um OU EXCLUSIVO.
- Devemos utilizar o operador OU quando em uma expressão lógica houver relação entre as variáveis e essa relação não é obrigatória.
- Devemos utilizar o operador AND quando em uma expressão lógica houver relação entre as variáveis e essa relação é de dependência ou de obrigatoriedade.
- Devemos utilizar o operador NOT quando em uma expressão lógica houver variáveis que são analisadas pela sua negativa.
- Toda operação booleana é resultante de uma tabela verdade, que representa todas as possíveis combinações dos estados de entradas. A tabela verdade é sempre formada pela fórmula 2^n , onde “n” é o número de variáveis de entrada.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

- 1 A previsão do tempo nos diz que irá chover somente se o tempo estiver nublado E frio E com alto grau de umidade.



- 2 Manuel vai à praia se tiver dinheiro OU se o tempo estiver ensolarado. OU então se ele tiver dinheiro E o tempo não estiver ensolarado, ele também vai poder ir à praia. Outra forma de Manuel ir para a praia será se alguém o convidar.



- 3 Alberto quer um computador novo. Porém, ele somente conseguirá um computador novo se trabalhar durante o dia OU se economizar a mesada. Outra forma dele comprar o computador será não trabalhando, porém, terá que pedir dinheiro ao pai E mesmo assim economizar.



- 4 Você chegará à Uniasselvi se vier de ônibus OU de carro E jamais poderá vir com ambos.



- 5 Para aprender matemática booleana o aluno deverá prestar atenção nas aulas E resolver os exercícios E corrigi-los junto com os colegas.



- 6 Uma pessoa terá saúde se tiver uma alimentação saudável OU estiver fazendo exercícios físicos E exames e medicamentos regulares.



- 7 Crie a tabela verdade para as expressões binárias abaixo.
Para resolução das questões abaixo, siga a tabuada binária:

- a) $A * B * C$
- b) $(A + B) + C$
- c) $(A + B) * (C * D)$
- d) $(A + B') + C'$



PORTAS LÓGICAS BINÁRIAS

1 INTRODUÇÃO

Vamos verificar nesse tópico a utilização de todos os conceitos vistos até aqui sobre matemática binária e expressões binárias. Também iremos compreender e estudar a composição básica dos circuitos elétricos que formam os *chips* dos computadores. Esses *chips* vão desde pequenas utilidades nas placas de vídeo, placas de redes etc, até o próprio processador, que simboliza um dos maiores *chips* encontrados nos computadores.

Todos eles são formados pelo que chamamos de “portas lógicas”, que são na verdade a representação física da aritmética e expressões binárias. Essas portas lógicas são, por sua vez, formadas por componentes eletrônicos, em sua maioria transístores.



Podemos fazer uma comparação e dizer que as células humanas estão para as pessoas assim como as portas lógicas estão para os circuitos integrados. Eles são as menores unidades encontradas nos computadores.

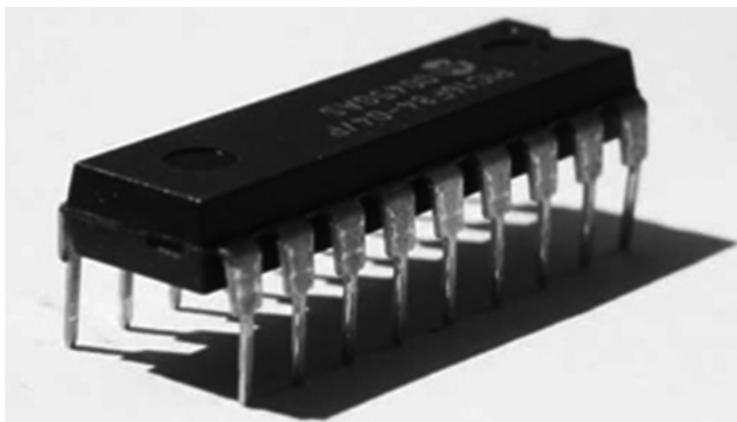
Sendo assim, uma definição formal para as portas lógicas é que são dispositivos, ou circuitos lógicos, que operam um ou mais sinais lógicos de entrada, para produzir uma e somente uma saída. Essa saída é totalmente dependente da função implementada no circuito lógico ou da expressão lógica que ele representa. As portas lógicas foram escolhidas para a composição dos circuitos computacionais, por operarem no formato binário, podendo apresentar a presença de sinal, simbolizada pelo nível "1", ou ausência de sinal, simbolizada pelo nível "0".

Dessa forma, as portas lógicas trabalham com os conceitos de "Verdadeiro" e "Falso" da mesma forma que as expressões binárias definidas pela álgebra de Boole. Porém, apesar da similaridade com a matemática booleana, somente em 1938 é que o engenheiro americano Claude Elwood Shannon utilizou as teorias da álgebra de Boole para a solução de problemas de circuitos lógicos, tendo publicado um trabalho denominado *Symbolic Analysis of Relay and Switching*, praticamente

introduzindo na área tecnológica o campo da eletrônica digital. Devido à utilização da álgebra de Boole na eletrônica digital é que os operadores binários (AND, OR, XOR e NOT) dão nomes à maioria das portas lógicas existentes.

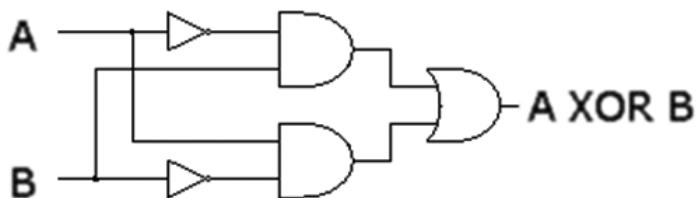
Concluindo, dizemos que todas as complexas operações computacionais são combinações de operações simples, como somas, subtrações, comparações de *bits*, movimento de *bits*, etc. Essas operações estão implementadas dentro dos circuitos eletrônicos. Na figura a seguir vemos um desses circuitos, cuja principal composição se dá pelos arranjos de portas lógicas, também demonstrado na figura 16. Essa, por sua vez, representa a função XOR, através da combinação de outras portas lógicas.

FIGURA 15 – CIRCUITO INTEGRADO



FONTE: Disponível em <http://www.bpiropo.com.br/graficos/FPC_AC20051107f.jpg> Acesso em: 15 fev. 2007.

FIGURA 16 – PORTA LÓGICA



FONTE: Disponível em <http://www.lithium.it/stampa_art.asp?code=52&pag=1> Acesso em: 15 fev. 2012.

A seguir, vamos estudar as diversas portas lógicas e saber um pouco mais sobre seus conceitos e sua utilização.

2 PORTA LÓGICA OR (OU, +)

A porta lógica OR simboliza, assim como o próprio operador binário OU, um circuito de soma entre duas entradas. Os resultados desse circuito seguem os resultados da tabuada booleana (visto anteriormente).



Lembre-se de que uma tabela verdade simboliza todas as possíveis combinações binárias de acordo com o número de entrada. A fórmula para descobrir o número de combinações é 2^n , onde "n" é o número das entradas. Como as portas lógicas possuem sempre duas entradas, sempre teremos as possibilidades de 2^2 , que nos dá quatro possibilidades.

Se ainda tiver dúvidas, volte e reveja como montar esta tabuada no item 5 do capítulo anterior.

2.1 TABELA VERDADE PORTA OR

A tabela verdade da porta lógica OR é apresentada a seguir:

FIGURA 17 – TABELA VERDADE DA PORTA OR

A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

FONTE: Os autores

2.2 SAÍDA DA PORTA OR

Analisando a tabela verdade da porta OR, define-se que a saída de uma porta OR será o nível lógico 1 se pelo menos uma das entradas for positiva. Caso contrário, se todas forem negativas, a saída será 0.

2.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA OR

Para representar uma porta lógica OR num circuito eletrônico usa-se o símbolo abaixo, onde A e B são as entradas e S a saída. Lembrando que uma porta lógica sempre produzirá uma única saída.

FIGURA 18 – PORTA LÓGICA OR



FONTE: Os autores

3 PORTA LÓGICA AND (E, *)

A porta lógica AND simboliza, assim como o próprio operador binário E, um circuito de multiplicação entre duas entradas. Os resultados desse circuito também seguem os resultados da tabuada booleana.

3.1 TABELA VERDADE PORTA AND

A tabela verdade da porta lógica AND é apresentada a seguir:

FIGURA 19 – TABELA VERDADE DA PORTA AND

A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

FONTE: Os Autores

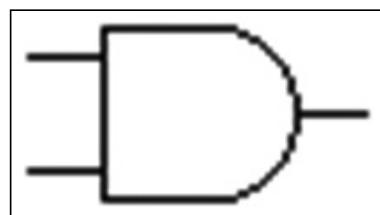
3.2 SAÍDA DA PORTA AND

Sendo assim, pode-se também definir que a saída de uma porta AND será o nível lógico 1 se todas as entradas forem positivas. Caso contrário, se pelo menos uma entrada for negativa, a saída será 0.

3.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA AND

Para se representar uma porta lógica AND num circuito eletrônico usa-se o símbolo abaixo, onde A e B são as entradas e S a saída.

FIGURA 20 – PORTA LÓGICA AND



FONTE: Os autores

4 PORTA LÓGICA NOT (Inversor, ')

A porta lógica NOT simboliza, assim como o próprio operador binário NOT, um circuito inversor de sinais. Vale ressaltar que, como estamos utilizando operandos binários, as possibilidades são: 1 como entrada e 0 como saída ou 0 como entrada e 1 como saída. A porta lógica NOT é a única porta que possui somente uma entrada.

4.1 TABELA VERDADE PORTA NOT

A tabela verdade da porta lógica NOT é apresentada a seguir:

FIGURA 21 – TABELA VERDADE DA PORTA NOT

A	NOT A
0	1
1	0

FONTE: Os autores

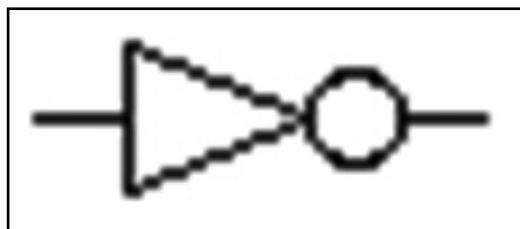
4.2 SAÍDA DA PORTA NOT

Observando a combinação da entrada com a saída fornecida pela porta lógica NOT, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NOT sempre será Verdadeiro se a ÚNICA entrada for Falsa ou vice-versa. Como operação principal da porta NOT, podemos dizer que o sinal sempre será invertido na saída.

4.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOT

Para se representar uma porta lógica NOT num circuito eletrônico usa-se o símbolo a seguir, onde A é a entrada e S a saída.

FIGURA 22 – PORTA LÓGICA NOT



FONTE: Os autores

5 PORTA LÓGICA NOR

A porta lógica NOR simboliza um circuito inversor do resultado de uma porta OR. Simplificando, ela representa uma porta OR cuja saída passa por uma porta NOT, por isso dá inversão do sinal. Ela é uma porta derivativa da OR.

5.1 TABELA VERDADE PORTA NOR

A tabela verdade da porta lógica NOR é apresentada a seguir:

FIGURA 23 – TABELA VERDADE DA PORTA NOR

A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

FONTE: Os autores

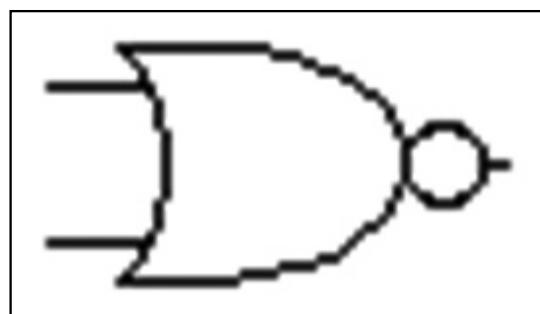
5.2 SAÍDA DA PORTA NOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica NOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NOR sempre será Verdadeiro se TODAS as entradas forem Falsas. Caso contrário, se pelo menos uma entrada for verdadeira, o resultado será falso.

5.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOR

Para se representar uma porta lógica NOR num circuito eletrônico usa-se o símbolo abaixo, onde A é a entrada e S a saída.

FIGURA 24 – PORTA LÓGICA NOR



FONTE: Os autores

6 PORTA LÓGICA NAND

A porta lógica NAND simboliza um circuito inversor do resultado de uma porta AND. Simplificando, ela representa uma porta AND cuja saída passa por uma porta NOT, por isso dá inversão do sinal. Assim como a porta NOR, ela também é uma derivada, só que da porta AND.

6.1 TABELA VERDADE PORTA NAND

A tabela verdade da porta lógica NAND é apresentada a seguir:

FIGURA 25 – TABELA VERDADE DA PORTA NAND

A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

FONTE: Os autores

6.2 SAÍDA DA PORTA NAND

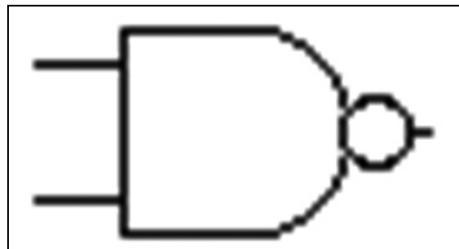
Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica NAND, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NAND sempre será Verdadeiro se SOMENTE UMA OU NENHUMA das entradas for Verdadeira. Se ambas as entradas forem verdadeiras, o resultado da porta AND será 0.

Analogamente poderíamos dizer que a porta lógica NAND nos diz se é VERDADE a pergunta: "Pelo menos uma das ENTRADAS é ZERO?".

6.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NAND

Para se representar uma porta lógica NAND num circuito eletrônico usa-se o símbolo a seguir, onde A é a entrada e S a saída.

FIGURA 26 – PORTA LÓGICA NAND



FONTE: Os autores

7 PORTA LÓGICA XOR

A porta lógica XOR simboliza um circuito que compara as entradas para saber se uma e somente uma é verdadeira, representando um ou exclusivo.

7.1 TABELA VERDADE PORTA XOR

A tabela verdade da porta lógica XOR é apresentada a seguir:

FIGURA 27 – TABELA VERDADE DA PORTA XOR

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

FONTE: Os autores

7.2 SAÍDA DA PORTA XOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica XOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica XOR sempre será Verdadeiro se UMA E APENAS UMA ENTRADA FOR VERDADEIRA. Caso contrário, o resultado será Falso.

7.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XOR

Para se representar uma porta lógica XOR num circuito eletrônico usa-se o símbolo a seguir, onde A é a entrada e S a saída.

FIGURA 28 – PORTA LÓGICA XOR



FONTE: Os autores

8 PORTA LÓGICA XNOR

A porta lógica XNOR simboliza um circuito que compara as entradas para saber se todas são iguais. Simplificando, ela representa uma porta XOR invertida.

8.1 TABELA VERDADE PORTA XNOR

A tabela verdade da porta lógica XNOR é apresentada a seguir:

FIGURA 29 – TABELA VERDADE DA PORTA XNOR

A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

FONTE: Os autores

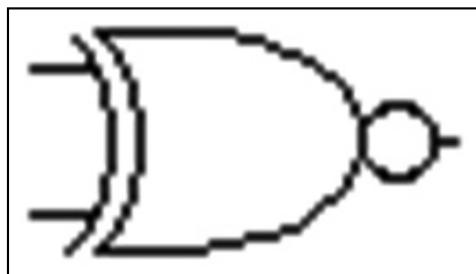
8.2 SAÍDA DA PORTA XNOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica XNOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica XNOR sempre será Verdadeiro se TODAS as entradas forem iguais. Caso contrário, o resultado será Falso.

8.3 SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XNOR

Para se representar uma porta lógica XNOR num circuito eletrônico usa-se o símbolo a seguir, onde A é a entrada e S a saída.

FIGURA 30 – PORTA LÓGICA XNOR



FONTE: Os autores

RESUMO DO TÓPICO 4

Caro(a) acadêmico(a), neste tópico você estudou os seguintes aspectos das portas lógicas:

- As portas lógicas são os menores circuitos que encontramos na composição de um circuito integrado.
- Elas simbolizam as expressões binárias materializadas.
- Possuem o nome de portas lógicas por utilizarem como regras de funcionamento a matemática booleana (lógica binária), e tendo como resultados os sinais positivos ou negativos. Esses resultados fazem analogia aos resultados verdadeiro e falso que nos fornece a matemática booleana.
- Outra analogia das portas lógicas é que estas receberam os nomes dos operadores booleanos. Entre eles citamos as portas AND, OR, NOT etc.
- As portas lógicas mais comuns são as portas AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR e XNOR.
- Cada porta lógica possui uma tabela verdade própria que simboliza o seu estado de saída em relação às suas entradas.
- A porta lógica AND é a multiplicação binária.
- A porta lógica OR é a soma binária.
- A porta lógica NAND é a inversão da multiplicação binária.
- A porta lógica NOR é a inversão da soma binária.
- A porta lógica XOR é um circuito que compara as entradas para saber se todas são diferentes.
- A porta lógica XNOR é um circuito que compara as entradas para saber se todas são iguais.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

- 1 Cite quais as portas lógicas mais utilizadas na eletrônica digital e na formação dos microprocessadores.



- 2 Quais as semelhanças entre as portas lógicas e os operadores booleanos?



- 3 Comente sobre a tabela verdade das portas XOR e XNOR. Diga como as saídas de cada combinação binária são formadas.



- 4 Qual é a pergunta lógica que podemos responder utilizando as portas lógicas AND, OR, NAND, NOR, XOR e XNOR?



- 5 Comente se você considera ser possível a representação de expressões binárias através de portas lógicas. Justifique sua resposta.



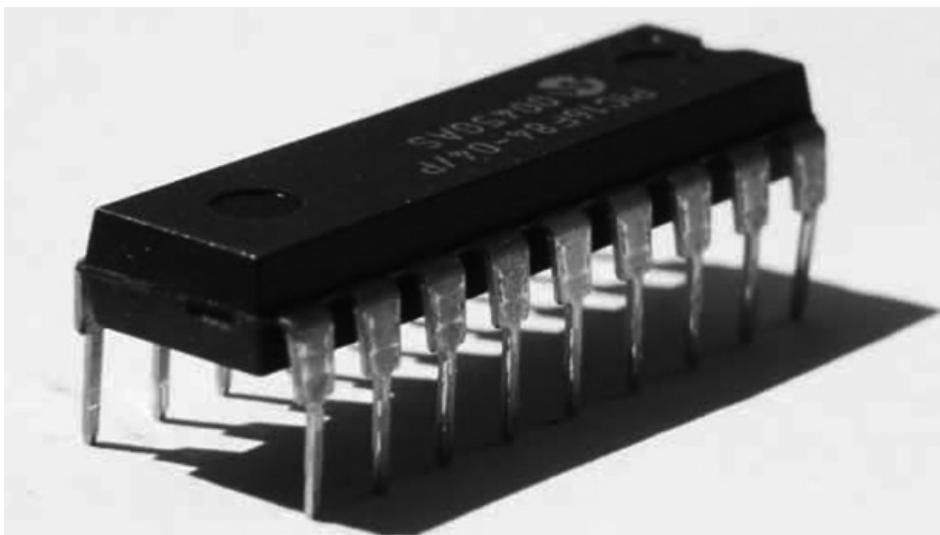
CIRCUITOS DIGITAIS

1 INTRODUÇÃO

Um circuito digital, também conhecido por *chip*, nada mais é do que um dispositivo microeletrônico constituído de muitas portas lógicas (às vezes chegando à casa dos milhares), além de outros componentes. Todas as portas lógicas, bem como os demais componentes, estão interligados e possuem alta capacidade para desempenhar suas funções. É por essa interligação que são também denominados de circuitos integrados, ou simplesmente CIs. Suas dimensões são extremamente reduzidas e sua construção é feita em pastilhas de material semicondutor, o Silício.

A seguir está ilustrado um circuito lógico, onde podemos ver que, apesar do tamanho de todo o bloco, o circuito é pequeno e conhecido como o núcleo do CI.

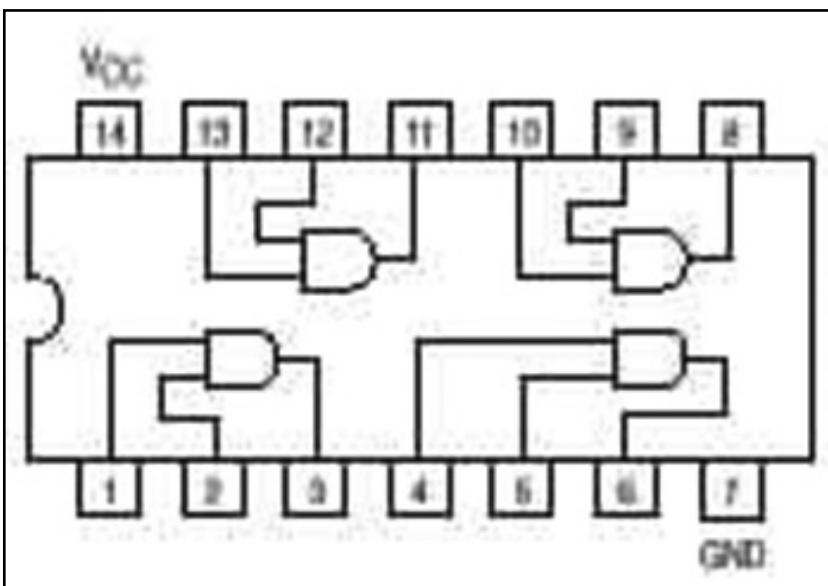
FIGURA 31 – CIRCUITO INTEGRADO



FONTE: Disponível em <http://www.bpiropo.com.br/graficos/FPC_AC20051107f.jpg>
Acesso em: 15 fev. 2012.

Sabendo que um CI é constituído de portas lógicas, dessa forma, a figura 30 abaixo poderia representar a estrutura interna do CI, bem como a lógica que esse CI representa. Um CI contendo a estrutura lógica a seguir é formado por quatro portas AND. A interligação das portas lógicas representa a expressão binária definida para o CI. Em outras palavras, a função que o CI irá desempenhar.

FIGURA 32 – PORTAS LÓGICAS DE UM CI

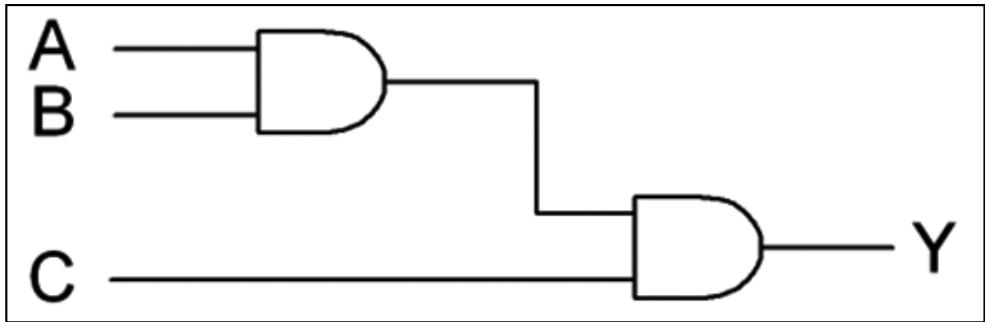


FONTE: Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/ine5365/portlog.html>> Acesso em: 15 fev. 2012.

2 CIRCUITOS DIGITAIS COM PORTAS LÓGICAS

Como podemos observar, através da figura anterior, na maioria das vezes os CIs são construídos pelas interligações entre portas lógicas. Na verdade, trata-se de dependências entre as portas lógicas, aonde os sinais vão passando de porta em porta, gerando saídas. A saída de uma determinada porta pode representar a entrada de outra porta, e assim por diante, formando um circuito lógico combinacional. Esse aspecto poderá ser visto no circuito a seguir:

FIGURA 33 – CIRCUITO INTEGRADO COM PORTAS LÓGICAS



FONTE: Disponível em <<http://www.clubedohardware.com.br/printpage/1139>> Acesso em: 15 fev. 2007.

Sabemos que diversos problemas ou necessidades do mundo real podem ser representados através de expressões binárias. As expressões binárias são representadas por entradas binárias e operadores AND, OR, NOT XOR e seus derivados. Os operadores binários, por sua vez, podem ser representados por portas lógicas que possuem também as entradas binárias. Sendo assim, podemos dizer que:

Uma necessidade do mundo real = uma expressão binária = portas lógicas = circuito integrado (ou uma combinação de circuitos integrados).

Ou seja, uma vez que se pode representar uma expressão binária através de portas lógicas, juntam-se essas portas lógicas que resolvem a expressão binária e se constrói um CI.

Vamos a um exemplo:

No tópico 3 desta unidade representamos uma expressão binária sobre o aprendizado de um aluno. Vamos rever o exemplo:

Você aprenderá expressões binárias se houver dedicação aos estudos E estiver acompanhando as aulas presenciais. Ou aprenderá expressões binárias se for dedicando aos estudos E fazer os exercícios. E aprender expressões binárias se NÃO for relaxado.

Vamos analisar primeiro as variáveis desse problema.

O que eu quero como resultado é aprender expressões binárias, então:
Aprender expressões binárias = X.

As condições para aprender expressões binárias são:

Ter dedicação aos estudos = A

Acompanhar as aulas presenciais = B

Fazer os exercícios = C

Não ser relaxado = D' (negação da afirmação Ser Relaxado)

Agora, temos que analisar a relação entre as variáveis para decidir quais operadores usar:

A e B são dependentes, pois utilizam o E

A e C são dependentes, pois utilizam o E

D' é obrigatório

A e B não é dependente entre A e C, pois utiliza o OU

Com isso, podemos montar a expressão binária da seguinte forma:

$$X = ((A \cdot E \cdot B) \text{ OU } (A \cdot E \cdot C)) \text{ E } D'$$

$$X = ((A * B) + (A * C)) * D'$$

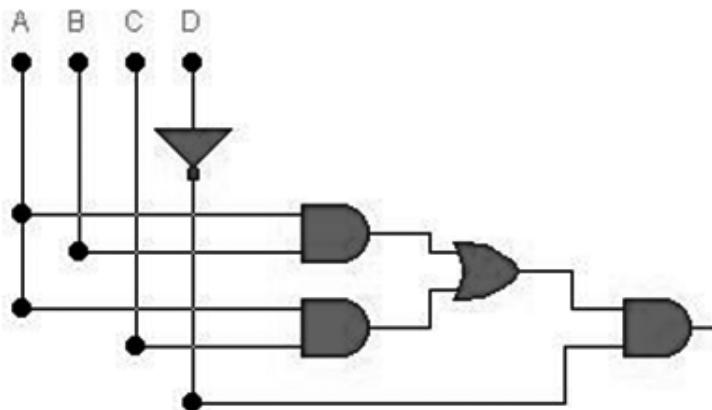
Nesse exemplo chegamos à expressão binária acima. Agora, como construir um CI a partir dessa expressão binária? É simples, basta sabermos que cada operador binário representa uma porta lógica e qual a sequência matemática correta para a resolução desse problema, ou seja, qual a ordem em que os cálculos são feitos.

Na matemática os cálculos são executados na seguinte forma:

1. Resolve-se os parênteses.
2. Resolve-se as inversões.
3. Resolve-se as multiplicações.
4. Resolve-se as somas.

Sendo assim, teríamos a criação do circuito lógico a seguir, representando o problema do aprendizado de um aluno.

FIGURA 34 – CIRCUITO



FONTE: Os autores

3 EXEMPLOS DE CIRCUITOS DIGITAIS

A seguir serão apresentados alguns circuitos digitais mais comuns encontrados nos computadores. Serão vistos somente três tipos de circuitos. Os circuitos de soma, os multiplexadores e os decodificadores.

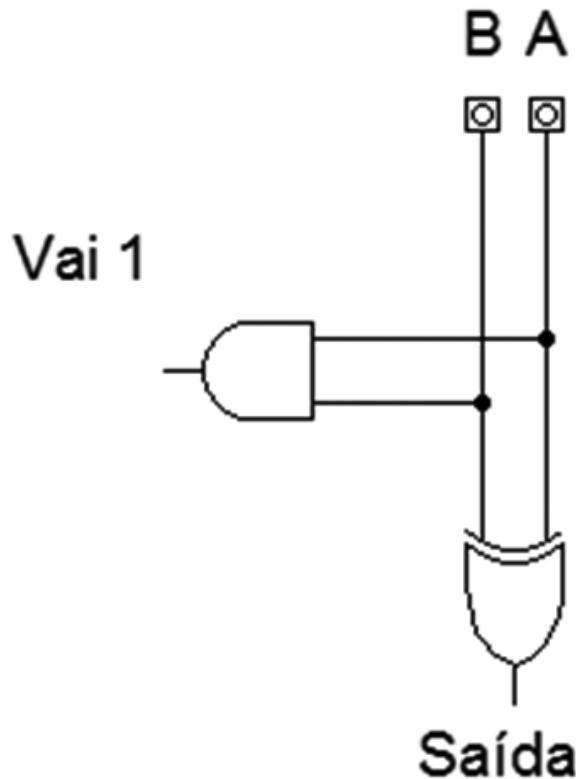
3.1 CIRCUITO DE SOMA

Para exemplificar uma das operações matemáticas elementares, iremos montar o circuito lógico da operação SOMA. A operação de soma será dividida em duas partes, a primeira exibirá a soma de dois *bits* separadamente, depois criaremos o circuito da soma de 4 *bits*. Para se obter o circuito da soma de 8 *bits* é só acrescentarmos mais somadores unitários. Este circuito também é conhecido como somador simples. Em ambos os exemplos será verificada a tabela verdade.

Como exemplo, iremos somar os dois últimos *bits* dos números binários a seguir:

$$\begin{array}{r} \text{A} \quad 1001101 [1] \\ \text{B} \quad + 1000001 [1] \end{array} \Rightarrow \text{Esses seriam os } bits \text{ tratados pelo circuito a seguir.}$$

FIGURA 35 – CIRCUITO DE SOMA DE 1 BIT



FONTE: Os autores

Analisando a figura anterior, veremos que as entradas são representadas por A e B. A saída é o resultado da soma e o vai 1 é o transporte para a próxima soma.

Em relação à Tabela Verdade e da Soma de dois *bits*, teríamos a descrição a seguir:

FIGURA 36 – TABELA VERDADE DA SOMA DE 1 BIT

A	B	Soma	Vai 1
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

FONTE: Os autores

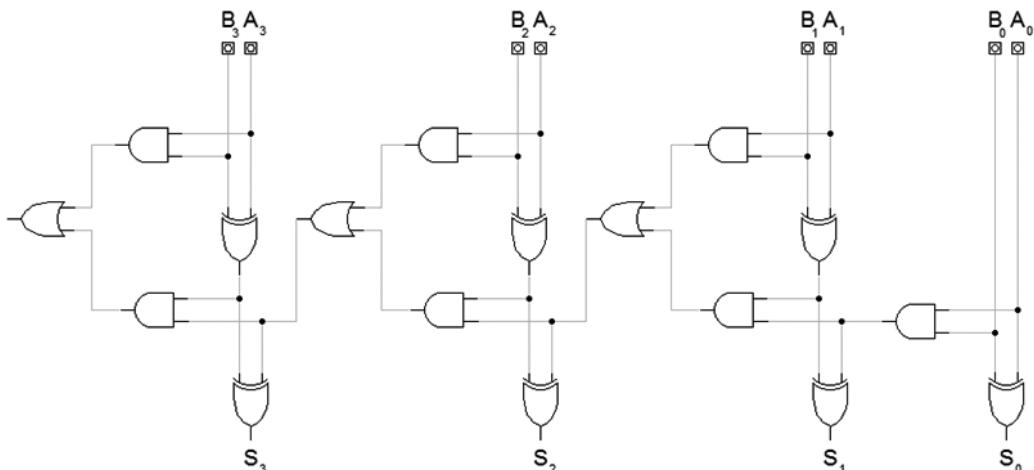
Outro exemplo seria somar os quatro últimos *bits* dos números binários. Usaremos então um somador completo. Note que esse circuito contempla o somador simples, com o restante do somador. E para somar muitos *bits*, basta que esse circuito seja replicado. Observe também que o circuito inicia com o somador simples.

Veja a figura a seguir:

A 1001 [1011]

B + 1000 [0011] ==> Esse seriam os *bits* tratados pelo circuito a seguir.

FIGURA 37 – CIRCUITO DE SOMA DE 4 BITS



FONTE: Os autores

Analisando a figura, veremos que as entradas são representadas por todos os pares A_n e B_n . O Vem 1 seria a entrada do transporte anterior, que só não existe na primeira soma. As saídas (S_0, S_1, S_2 e S_3) são os resultados de todas as somas e a vai 1 é o transporte para a próxima soma.

Em relação à Tabela Verdade da Soma de 4 bits, teríamos a descrição a seguir:

FIGURA 38 – TABELA VERDADE DA SOMA DE 4 BITS

A	B	Vem 1	Soma	Vai 1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

FONTE: Os autores

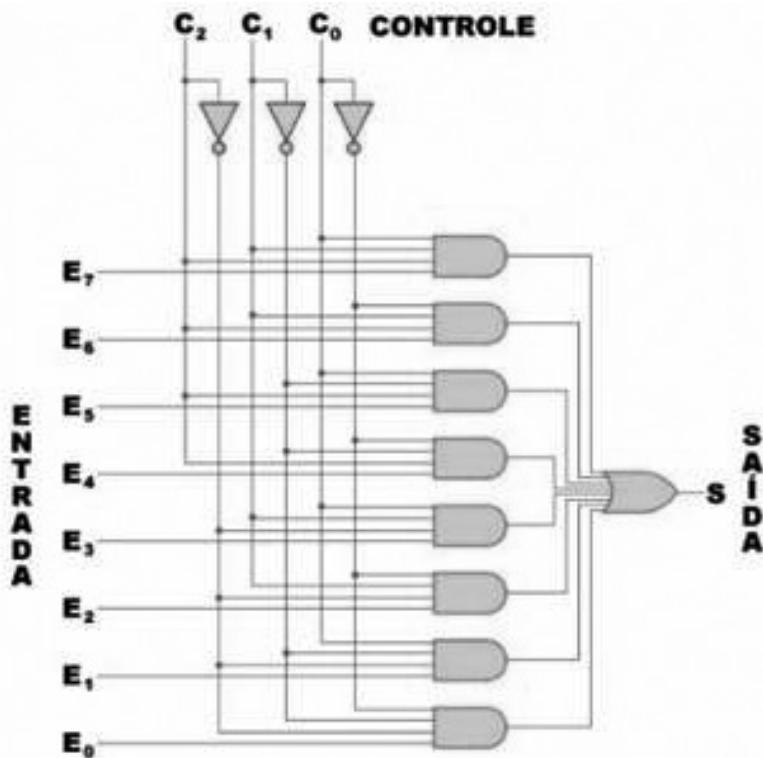


Como você deve ter visto, as figuras acima representam um circuito somador de 1 bit e de 4 bits, porém, podemos ver que os circuitos utilizam 2 e 8 bits, respectivamente. Essa definição de somador de 1 bit, 4 bits, 8 bits, e assim por diante, é definido pela quantidade de colunas de bits que o somador tem capacidade. Como vimos, no somador de 1 bit utiliza somente uma coluna dos números binários, e o de 4 bits utiliza as últimas quatro colunas.

3.2 CIRCUITOS MULTIPLEXADORES

Circuitos multiplexadores (também chamados de multiplexer, mux ou multiplex) são capazes de selecionar o dado de uma de suas diversas linhas de entrada e fornecê-lo na saída. Um circuito multiplexador tem 2^n entradas de dados, uma única saída e n entradas de controle. O valor introduzido nas entradas de controle seleciona uma única entrada, cujo dado será enviado à saída. Um multiplexador, na verdade, é um circuito selecionador, ou seja, deixa passar para a saída somente uma das entradas. A seguir é ilustrado um circuito multiplexador.

FIGURA 39 – CIRCUITO MULTIPLEXADOR



FONTE: Disponível em: <www.bpiropo.com.br/fpc20051017.htm>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Note que o circuito multiplexador reúne várias entradas em um único caminho. Analogicamente a uma ponte que deve ser atravessada por muitos carros, se essa ponte for estreita, os carros se afunilarão para atravessá-la.

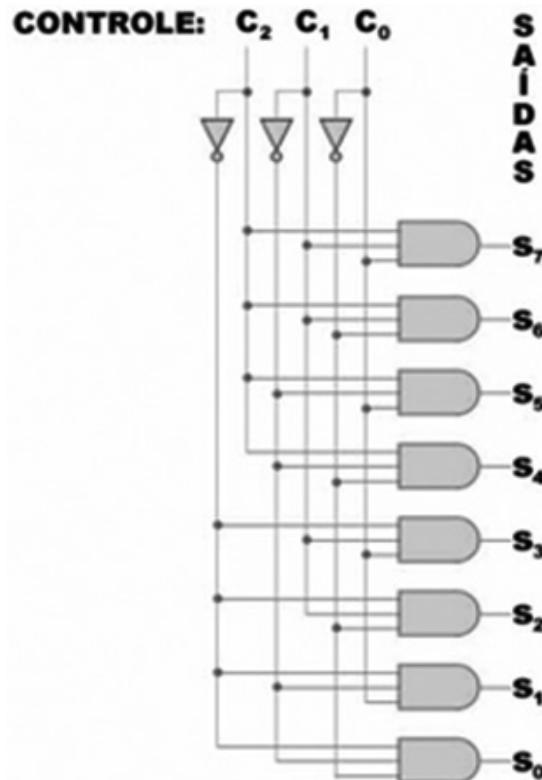


O termo multiplexar pode ser analogamente comparado ao termo dividir. Por exemplo, um canal de comunicação multiplexado é um canal dividido em diversas faixas de frequências, onde cada frequência simboliza um novo canal de comunicação. Com isso, tem-se diversos canais de comunicação em um único.

3.3 CIRCUITOS DECODIFICADORES

Circuitos decodificadores são capazes de selecionar uma de suas diversas linhas de saída em função do dado fornecido na entrada. Um circuito decodificador tem n entradas e $2n$ saídas. Quando se introduz um número (em binário) nos terminais de entrada, seleciona-se (coloca-se em 1) a saída correspondente a esse número e apenas ela. A seguir é ilustrado um circuito decodificador.

FIGURA 40 – CIRCUITO DECODIFICADOR



FONTE: Disponível em: <www.bpiropo.com.br/fpc20051017.htm>. Acesso em: 15 fev. 2012.



Caro acadêmico, leia o texto a seguir e complete seus conhecimentos sobre circuitos eletrônicos.

Programa permite construção de circuito eletrônico com nanotubos de carbono

Construir um *chip* é o suprassumo da precisão, empacotando componentes eletrônicos e fios de cobre de algumas dezenas de nanômetros de espessura na menor área possível, sem que nenhum toque o outro, o que poderia causar curto-circuitos e inutilizar o microprocessador. Há muito tempo os cientistas olham com enorme interesse para os nanotubos de carbono - que possuem propriedades mecânicas, elétricas e eletrônicas que os tornam candidatos naturais para uma nova geração de chips, substituindo não apenas os fios de cobre, ouro e prata, mas também na composição dos transistores, os blocos básicos com que são construídos os *chips*.

O ponto de partida foi uma porta NAND, um elemento básico de um circuito eletrônico. Os pesquisadores conseguiram fazer com que esse elemento funcionasse mesmo com nanotubos de carbono trançados e tortos.

A seguir eles fizeram uma abstração do funcionamento dessa porta - como ela funciona em teoria, apesar dos nanotubos desalinhados - e generalizaram seus cálculos. O resultado foi um algoritmo - o raciocínio lógico por trás de um programa de computador - que garante um desenho funcional para qualquer elemento de um circuito, mesmo que vários nanotubos estejam desalinhados.

Usando simulações em computador, os cientistas demonstraram não apenas que o seu algoritmo funciona, como também verificaram que os circuitos de nanotubos de carbono assim construídos são comparáveis aos circuitos tradicionais em termos de custo, velocidade e consumo de energia.

FONTE: Inovação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 2 jun. 2012.

LEITURA COMPLEMENTAR

“A era da Lei de Moore está caminhando para o fim”.

Limitações físicas podem impedir que os processadores continuem dobrando o número de transistores.

Você já ouviu falar na Lei de Moore? Ela diz que, a cada 18 meses, o número de transistores existentes em um processador aumenta 100% (ou seja, ele dobra). E isso tem sido uma verdade bastante visível na tecnologia (não apenas na informática, mas também em fotografia, por exemplo), como pode ser observado em uma rápida análise dos *chips* criados nas últimas décadas.

Alguns pesquisadores e entusiastas da computação quântica começam a dizer que a Lei de Moore não pode ser eterna, afinal de contas, é difícil que os transistores aumentem para um número muito maior do que já são. Mas, antes de entrarmos com mais detalhes sobre os processadores quânticos, temos de responder a uma pergunta muito importante...

Quem foi Moore, afinal?

Gordon Earle Moore é um dos fundadores da Intel, uma das maiores empresas fabricantes de *chips* de processamento do mundo. Porém, antes de criar a empresa, ele foi responsável pela tese que deu origem a uma das maiores leis a reger a informática. É claro que estamos falando da Lei de Moore, que foi proposta em 1965.

Para sermos sinceros, apesar de as proposições terem sido feitas em 1965, somente nos anos 70 elas ganharam o título de “Lei de Moore”. O responsável pelo batismo foi o professor Carver Mead, que lecionava na Caltech (uma das universidades em que Moore estudou).

Até onde vai a lei?

Atualmente, um grupo de cientistas envolvidos com o tema diz que não é possível que a Lei de Moore dure muito tempo. Todos reconhecem a importância dela para a tecnologia mundial, mas há outro ponto em que concordam: não há como criar processadores com o número de transistores muito maior do que é possível hoje.

Uma das limitações, segundo Gerhard Klimeck (pesquisador da Universidade de Purdue), é o espaço físico dos processadores. Ele contou ao Kurzweil AI que os processos de fabricação já estão com menos de 50 nanômetros e dificilmente será possível fazer algo menor do que isso no futuro – o que seria necessário para abrigar mais transistores.

Para que os *chips* pudessem reunir mais do que alguns bilhões de transístores, seria necessário também que eles iniciassem um processo contrário ao que acontece hoje. Ou seja, os processadores teriam de voltar a crescer, o que causaria problemas para a economia de energia, que é tão necessária na “era dos portáteis”.

Mas qual seria a solução para que os processadores pudessem continuar diminuindo, sem que seja preciso cortar o poder de *performance* deles? Segundo um grupo de cientistas das universidades de South Wales, Purdue e Melbourne, a resposta está em utilizar apenas um átomo. Sim, estamos falando de computação quântica.

Processadores quânticos

Os pesquisadores que acabamos de citar estão trabalhando para desenvolver um processador capaz de ser controlado por transístores compostos por um único átomo de fósforo, que teria apenas 0,1 nanômetro. Isso seria muito importante para que os *chips* conseguissem prosseguir na diminuição gradual das últimas décadas.

Por enquanto, o que eles conseguiram fazer foi criar transístores que unem fósforo e silício, criando uma estrutura com um átomo de altura e quatro átomos de largura – e que apresentou propriedades muito similares às de ligações feitas com fios e transístores com base em cobre.

A estrutura pode, inclusive, ser conectada a outras do mesmo tipo e ter tensão elétrica aplicada, respondendo aos comandos de um dispositivo controlador. Em breve, isso pode ser transformado em um processador completo, com funções similares às desempenhadas por *chips* atuais.

Problemas atômicos

Quando trabalhamos com átomos pouco estáveis, acabamos esbarrando em algumas limitações complicadas. Por enquanto, os transístores de fósforo e silício só conseguem responder com a qualidade desejada em temperaturas muito baixas (cerca de 196 graus negativos), o que exige um resfriamento criogênico dos componentes.

Cada átomo se anexa a um canal para conseguir operar como um transístor. Para que o funcionamento seja normal, os elétrons precisam ficar nesses mesmos canais. O problema é que, com temperaturas mais altas, os elétrons se movem mais do que o necessário e “escapam” dos canais. Isso impossibilita a utilização deles.

Até quando vamos esperar?

Não é possível afirmar quando os processadores com transístores comuns serão deixados de lado. O fato é que os pesquisadores têm razão ao dizer que vai faltar espaço para tantos componentes, mas ainda não é possível utilizar outras tecnologias de maneira satisfatória.

Por enquanto, só nos resta torcer para que os avanços nas pesquisas continuem e os *chips* de controle de computadores continuem oferecendo qualidade no funcionamento e tamanhos reduzidos. Ou então, que os processadores atômicos cheguem logo – com preços acessíveis.

FONTE: Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/processadores/20738-a-era-da-lei-de-moore-esta-caminhando-para-o-fim.htm>>. Acesso em: 10 maio 2012.

RESUMO DO TÓPICO 5

Caro(a) acadêmico(a), neste tópico você estudou os seguintes aspectos dos circuitos digitais:

- Um Circuito Integrado é um circuito eletrônico constituído de diversas portas lógicas.
- Em um Circuito Integrado cada porta lógica não opera sozinha, mas faz parte de pequenos agrupamentos dentro do próprio CI. As entradas de uma determinada porta podem ser as saídas de portas anteriores. As saídas de uma determinada porta podem ser as entradas de portas posteriores. E assim completa-se o circuito, interligando de maneira lógica todas essas portas.
- Há uma ligação explícita entre os CIs e as necessidades do mundo real. Por exemplo, algum problema do mundo real pode ser representado por uma expressão binária. Por sua vez, uma expressão binária pode ser codificada em portas lógicas, o que forma um CI. Pronto, criamos um CI para um problema específico.
- Um CI mais complexo é formado por diversos CI menores, como os CIs somadores, decodificadores, multiplexadores, etc.
- Um CI multiplexador é um CI de várias entradas de dados e várias entradas de controle. Conforme forem as entradas de controle, o multiplexador nos dá como saída o valor de uma das entradas de dados.
- Um CI Decodificador possui várias entradas de controle e, conforme forem essas entradas, o decodificador terá como saída a posição numérica representada pelo controle.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

1 O que é um circuito digital?



2 Qual a constituição básica de um CI?



3 Descreva a relação entre CI <--> Portas Lógicas <--> Expressões Binárias.



4 Descreva a funcionalidade de um CI Somador.



5 Descreva a funcionalidade de um CI Multiplexador.



6 Descreva a funcionalidade de um CI Decodificador.





UNIDADE 2

ARQUITETURA PRINCIPAL DO COMPUTADOR (PROCESSADOR E MEMÓRIA)

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Após o término da Unidade 2 você terá a capacidade de:

- conhecer os principais componentes dos processadores e das memórias;
- saber diferenciar as diversas tecnologias dos processadores;
- identificar as melhores opções de processadores de acordo com as aplicações;
- fazer análise de desempenho nas arquiteturas existentes;
- identificar os tipos de memórias e as suas características.

PLANO DE ESTUDOS

Para a sua melhor compreensão e para que os objetivos dessa unidade sejam cumpridos, ela foi dividida em cinco tópicos. Ao final de cada um deles você encontrará atividades que auxiliarão na apropriação dos conhecimentos.

TÓPICO 1 – ARQUITETURA DOS PROCESSADORES

TÓPICO 2 – ESTRUTURA INTERNA DO PROCESSADOR

TÓPICO 3 – EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES

TÓPICO 4 – TECNOLOGIAS ATUAIS DOS PROCESSADORES

TÓPICO 5 – ARQUITETURA DE MEMÓRIAS

ARQUITETURA DOS PROCESSADORES

1 INTRODUÇÃO

Como já conhecemos a construção básica dos processadores, formados pela lógica computacional e pelos circuitos lógicos, vamos estudá-los mais detalhadamente, conhecendo as suas funções e os componentes que formam a sua arquitetura.

A primeira característica a se considerar num computador é sua unidade central de processamento, que poderá fornecer uma série de indicações sobre o equipamento. A **CPU** (do inglês *Central Process Unit*) também é conhecida como **UCP** (Unidade Central de Processamento), processador ou microprocessador. Tudo o que acontece num computador provém da CPU, que gerencia todos os recursos disponíveis no sistema.

FONTE: Disponível em: <<http://www.apostilaz.com.br/infraestrutura/apostila-sobre-microprocessadores.html>>. Acesso em: 29 ago. 2012.



Na unidade anterior já falamos sobre a CPU. Caso ainda restem dúvidas em sua estrutura, volte e releia o material.

O seu funcionamento é coordenado pelos programas, que indicam o que deve ser feito e quando. Basicamente, a CPU executa cálculos muito simples, como somas e comparações entre números, mas com uma característica muito especial: uma velocidade extremamente elevada.

FONTE: Disponível em: <[www.ibytes.com.br/3.php?url=a...caracteristica...computador-e...>](http://www.ibytes.com.br/3.php?url=a...caracteristica...computador-e...). Acesso em: 29 ago. 2012.

Antes da existência dos microprocessadores, as CPUs dos computadores eram formadas por um grande número de *chips*, distribuídos ao longo de uma ou diversas placas. Com o passar do tempo, essas placas foram ficando menores, a ponto de caberem todas dentro de um único *chip*.

FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABiMgAC/cap02-informatica-basica>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Podemos ver na figura a seguir a foto de uma CPU Intel Pentium III. Atualmente, as CPUs contêm todos os circuitos que antigamente eram formados por essas diversas placas.

FIGURA 41 – CPU OU PROCESSADOR



FONTE: Disponível em: <[http://www.cpu-world.com/CPUs/Pentium-III/L_Intel-600EB-256-133-1.65V%20\(FC-PGA\).jpg](http://www.cpu-world.com/CPUs/Pentium-III/L_Intel-600EB-256-133-1.65V%20(FC-PGA).jpg)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Como função, a CPU possui uma tarefa básica: executar as instruções dos programas. O que diferencia todos os CPU é sua estrutura interna e, o mais importante, o fato de cada uma ter seu conjunto de instruções próprio. Dessa maneira, um programa escrito para uma CPU Intel e AMD pode não rodar em outros processadores, pois suas instruções são diferentes. Essa diferença entre as CPUs é um dos principais motivos da atual incompatibilidade entre os computadores.

A seguir, estudaremos as características dos processadores para conhecê-los melhor.

2 CHIPS LSI, MSI, SSI

Um primeiro aspecto a conhecer dos processadores é a sua classificação, de acordo com o grau de integração. Essa informação leva em consideração o número de transistores num único circuito.

Sendo assim, listamos a seguir as possíveis classificações dos processadores em relação à sua integração:

Tecnologia	Número de transistores	Época de desenvolvimento
SSI Small Scale Integration	1 a 100	Anos 60
MSI Medium Scale Integration	100 a 1.000	Anos 70
LSI Large Scale Integration	1000 a 10.000	Anos 80
VLSI Very Large Scale Integration	10.000 a 1.000.000	Início dos anos 90
UHSI Ultra High Scale Integration	1.000.000 a 1.000.000.000	Final década de 90

A seguir, também será apresentada a evolução dos processadores em relação ao número de transistores:

Processador	Ano de lançamento	Transistores
8080	1974	6 mil
8088	1978	29 mil
286	1982	134 mil
386DX	1985	275 mil
486DX	1989	1,2 milhões
Pentium	1993	3,1 milhões
Pentium Pro	1995	5,5 milhões
Pentium MMX	1996	4,5 milhões
Pentium II	1997	7,5 milhões
Pentium III	1999	9,5 milhões
Pentium IV	2000	42 milhões
Pentium IV "Prescott"	2004	125 milhões
Pentium D	2005	230 milhões
Core 2	2006	152 milhões
Core 2 Duo	2007	820 milhões
Core i7	2008	731 milhões
Core i7 2ª Geração	2011	1,2 bilhões
Core i7 3ª Geração	2012	1,4 bilhões

Atualmente, os processadores chegam a mais de 500.000.000 (quinhetos milhões de transístores), alguns passando de um bilhão. Dessa forma, observa-se a diferença de integração e evolução dos antigos processadores com os processadores atuais.



O transístor (ou transistor) é um dos principais componentes eletrônicos na construção dos microprocessadores. Com eles é que são construídas as portas lógicas e, consequentemente, os circuitos lógicos.

3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Todo processador possui diversas características que diferenciam um do outro. Sempre que falamos em processador, fazemos diversas comparações. Uma delas é a velocidades dos processadores, onde dizemos que tal processador é de 3 GHz e que outro processador é de 2,5 GHz. Outra diferenciação comum em relação às características dos processadores refere-se ao seu fabricante. Sempre comparamos processadores da Intel, AMD, Motorola etc.

Porém, existem algumas características que nem sempre mencionamos. Refiro-me às características físicas dos processadores, como tamanho, pinagem e demais. Analisaremos algumas a seguir.

3.1 NÚMERO DE PINOS

Uma das características físicas dos processadores refere-se ao número de pinos externos que ele possui. Os pinos externos simbolizam o número de conexões que o processador possui com a placa-mãe e com os demais periféricos. Simbolizam também o número de canais de dados e canais de endereços.

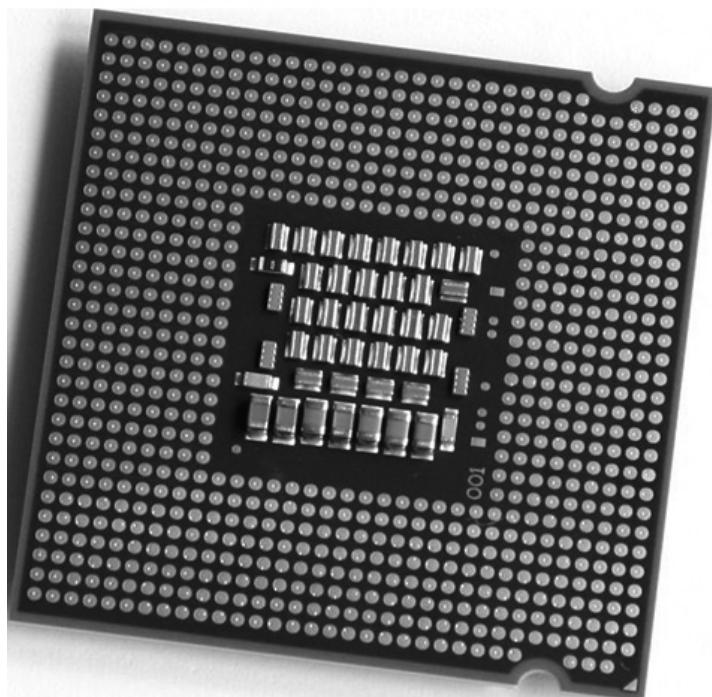
À medida que os processadores forem evoluindo, o número de pinos tende a aumentar, como podemos observar na exposição das figuras a seguir:

FIGURA 42 – PINAGEM DE UM PROCESSADOR ANTIGO



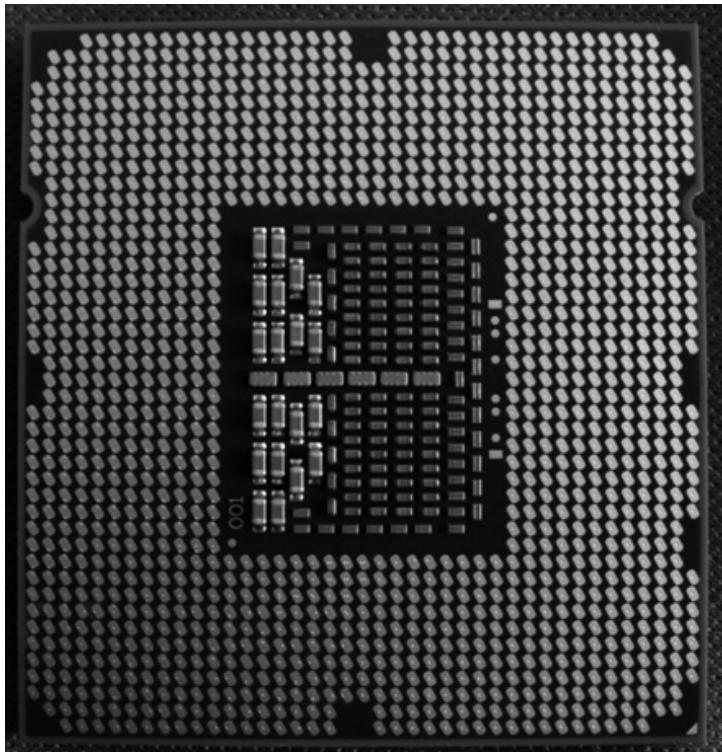
FONTE: Disponível em: <http://www.aliatron.com/loja/catalog/product_info.php?cPath=22&products_id=418>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FIGURA 43 – PINAGEM DE UM PROCESSADOR CORE 2 DUO



FONTE: Disponível em: <<http://www.tomshardware.com/forum/280460-28-explain-pins-core>>. Acesso em: 6 jun. 2012.

FIGURA 44 – PINAGEM DE UM PROCESSADOR I7



FONTE: Disponível em <http://elitebastards.com/index.php?option=com_content&task=view&id=705&Itemid=27&limitstart=2>. Acesso em: 6 jun. 2012.

Observe que os processadores mais antigos possuíam os pinos em suas laterais. Atualmente, os processadores possuem a pinagem em sua parte inferior, pois esta possui uma maior área e evita quebras, porque funcionam a partir de contatos.

3.2 TAMANHO EXTERNO

O tamanho externo refere-se fisicamente às medidas do processador em termos de cm^2 . Atualmente, os processadores tendem a ficar menores e mais velozes. Claro que não podemos relacionar o tamanho dos processadores com a sua capacidade de processamento. Já houve momentos em que os processadores se tornaram pequenos, porém, menos velozes que seus sucessores de maior tamanho. Hoje, os processadores com maior capacidade de processamento são relativamente pequenos.

Uma das técnicas usadas para miniaturizar os processadores é a inclusão de mais núcleos. Veremos mais adiante como isto funciona.

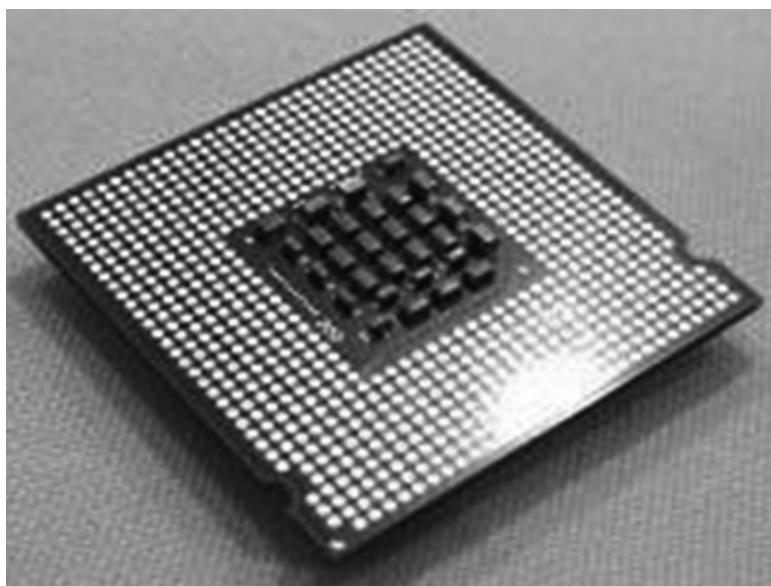
3.3 NÚMERO DE TRANSISTORES

Conforme já foi analisado, o número de transistores influencia diretamente a velocidade e número de operações que um computador poderá efetuar por determinado tempo. Com isso, pode-se dizer que quanto maior a capacidade de integrar os transistores, maior a velocidade do computador.

3.4 TAMANHO DO NÚCLEO

Ao contrário do que pensamos, o tamanho da CPU é extremamente reduzido em relação ao seu tamanho externo. Como podemos verificar na CPU a seguir, o tamanho do núcleo refere-se basicamente aos circuitos internos do processador. Enquanto que o seu tamanho físico é maior devido às diversas conexões que tem que haver entre o mundo externo e o processador, além de proporcionar uma área para dissipação de calor.

FIGURA 45 – NÚCLEO DO PROCESSADOR



FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/fotos/processador-lga.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Um ponto importante a ser destacado é que, quanto menores os transistores, menor o caminho que um pulso elétrico precisa percorrer para chegar ao seu destino, sendo assim mais veloz.

3.5 VOLTAGEM DO PROCESSADOR

As tensões do processador variam de 0,65 volts a 3,5 volts. Assim, como o fator de multiplicação dos *clocks*, a voltagem pode ser configurada por meio de chaves. A tendência dos processadores é trabalharem cada vez mais com voltagens menores. Uma vez que os componentes tendem a se tornar menores, é necessária menor voltagem para se evitar o superaquecimento. Além disso, uma menor voltagem possibilita economia de energia e duração maior da bateria no caso de micros portáteis.

3.6 VOLTAGEM DO COMPUTADOR

A voltagem do computador, ao contrário da voltagem da CPU, é um pouco mais elevada. Ela é controlada pela fonte de alimentação do computador. Por sua vez, a fonte é projetada para transformar as tensões comuns da rede elétrica em níveis compatíveis da CPU, além de filtrar ruídos e estabilizar.

FONTE: Adaptado de: <www.filoczar.com.br/Apostilas/Defeitos%20em%20Hardware.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Ter uma boa fonte é fundamental, pois ela garante uma vida mais longa aos componentes do computador.

As fontes utilizadas nos computadores modernos são do tipo chaveada, sendo mais eficientes e, em geral mais baratas, por dois motivos:

- a) A regulagem chaveada é mais eficaz porque gera menos calor, em vez de dissipar energia.
- b) As altas frequências em que os computadores operam permitem o uso de transformadores e circuitos de filtragem menores e mais baratos.

FONTE: Adaptado de: <www2.contilnet.com.br/.../Fonte%20de%20alimentação%2001.doc>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Existem diversas outras características físicas a se tratar na arquitetura de processadores e na arquitetura computacional em si, porém as mais relevantes foram apresentadas acima.

4 ARQUITETURAS RISC e CISC

Outra característica dos computadores e que influencia drasticamente em toda a sua arquitetura, refere-se ao padrão de construção do processador. Atualmente, temos dois padrões definidos na construção dos processadores: A arquitetura RISC e a arquitetura CISC. Sobre elas falaremos a seguir:

4.1 ARQUITETURA CISC (*COMPLEX INSTRUCTION SET COMPUTER*)

Um processador CISC é um processador que contém um grande número de instruções, consequentemente, um grande número de circuitos para que as operações sejam executadas. Esses circuitos são microprogramas, que rodam diretamente no núcleo. Isso é uma vantagem, pois a estrutura está fisicamente montada. No entanto, um contratempo, pois a atualização do processador não é possível.

4.2 ARQUITETURA RISC (*REDUCED INSTRUCTION SET COMPUTER*)

Um processador RISC contém um número pequeno de instruções, além de serem instruções mais simples. Dessa forma, o próprio *software* em execução faz o trabalho pesado. Nos processadores RISC, o desempenho é superior aos CISC.

4.3 ARQUITETURA DOS PROCESSADORES DE MERCADO

Em relação aos processadores mais encontrados no mercado, como da Intel e AMD, todos são de tecnologia CISC. Cada novo processador lançado no mercado mantém a compatibilidade com os processadores anteriores a ele, isto é, um programa feito para o 8088 dos micros XT deve rodar num Pentium ou Athlon sem problemas. Obviamente, que o inverso não é possível.

Esse armazenamento de funções anteriores nos novos processadores gera atrasos que são totalmente eliminados com os *chips* de tecnologia **RISC** (Reduced Instruction Set Computing), pois é o *software* que possui as instruções pesadas e não os processadores. Eles mantêm sempre uma lógica simples e rápida.

Atualmente, os *chips* RISC são utilizados em computadores denominados *Workstations*, um tipo de computador mais caro e com muito maior desempenho, rodando, normalmente, sob o sistema operacional UNIX e utilizados em processamentos científicos, com grandes bases de dados e aplicações que exijam proteção absoluta dos dados e processamento imediato.

FONTE: Adaptado de: <<http://m.albernaz.sites.uol.com.br/componentespc.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

A IBM foi a pioneira dessa tecnologia na década de 1970, o que resultou numa arquitetura de processador chamada **POWER** (Performance Optimized With Enhanced RISC), a qual foi inicialmente implementada na primeira *Workstation* IBM RS/6000 (RISC System/6000). Introduzida em fevereiro de 1990, e eventualmente formou a base para os processadores PowerPC da Apple/IBM/Motorola.

FONTE: Disponível em: <www.abusar.org.br/ftp/pitanga/Diversas_apostilas/hardware.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

A ideia do *chip* RISC é que, por simplificar a lógica necessária para implementar um processador (fazendo este capaz de executar apenas simples instruções), o processador pode ser menor, menos caro e mais rápido, usando inclusive menos energia.

FONTE: Disponível em: <<http://m.albernaz.sites.uol.com.br/componentespc.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

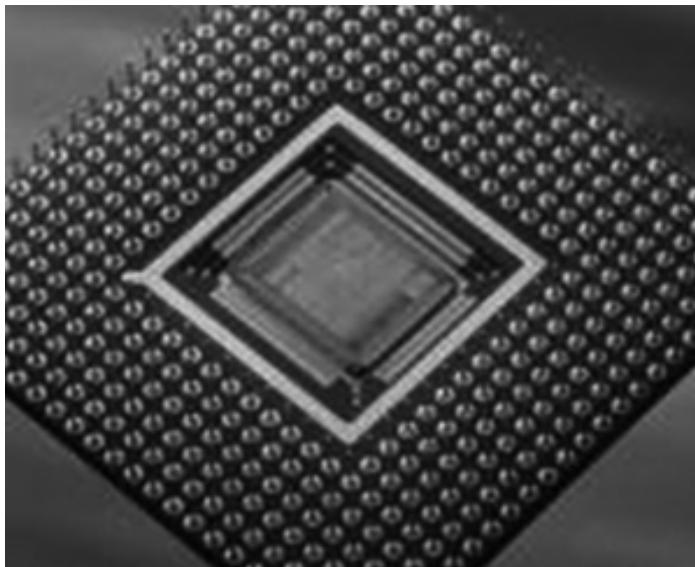


Existem os processadores da linha Itanium da Intel, que não são RISC nem CISC. Eles trabalham com uma nova arquitetura, conhecida por EPIC. Nessa arquitetura, os processadores podem trabalhar com baixas frequências, porém executam muitas instruções num mesmo ciclo de máquina. Com os processadores EPIC, a Intel eliminou toda a carga de legado das instruções dos processadores desde o 8088. Para a compatibilidade com os processadores RISC e CISC, essa arquitetura oferece emulação de hardware.

Através do uso de um compilador eficiente, o processador pode ainda processar qualquer tarefa requerida (por combinar simples instruções em tempo de compilação). Como exemplos de processadores RISC, podemos citar: Intel i860, i960, Digital Alpha 21064, HPPA-RISC, MIPS, Sun Sparc PC (Macintosh) etc.

A seguir apresentamos os processadores RISC Digital Alpha 21064:

FIGURA 46 – PROCESSADOR RISC DIGITAL ALPHA 21064



FONTE: Disponível em: <<http://fjt.webmasters.gr.jp/hogehoge/21064.png>>. Acesso em: 15 fev. 2012.



Os novos processadores Intel e AMD, apesar de serem processadores CISC na sua concepção, são chamados atualmente de processadores CRISC, que é um híbrido entre CISC e RISC. Tal fato, deve-se à implementação de rotinas RISC para a execução de instruções dentro dos processadores CISC, ou seja, processadores híbridos.

RESUMO DO TÓPICO 1

Caro(a) acadêmico(a), neste tópico você estudou os seguintes aspectos da arquitetura dos processadores:

- O processador é a peça mais importante do computador e o coordenador de todos os processos que nele ocorrem.
- Você observou que os processadores se diferenciam mais por seus aspectos internos, e principalmente, pelo conjunto de instruções que executam. Isso faz com que um programa criado para ser executado em um determinado processador, muitas vezes, não funcione em outro.
- Atualmente, a integração de um processador é altíssima, chegando a ter milhões de transistores internos. A isso chamamos de tecnologia **UHSI** (Ultra High Scale Integration).
- Foram verificadas as características externas dos processadores, como: número de pinos, tamanho externo, número de transístores, tamanho do núcleo, voltagem do processador e voltagem do computador, dentre outros.
- A arquitetura de construção de um processador é definida como arquitetura RISC ou arquitetura CISC.
- Os processadores da arquitetura **CISC** (Complex Instruction Set Computer) possuem internamente um grande número de instruções, o que os tornam mais lentos que um processador RISC e fazem com que estes dissipem mais calor.
- Os processadores **RISC** (Reduced Instruction Set Computer) possuem sua arquitetura mais simples, o que os torna extremamente rápidos.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões a seguir para reforçar seu aprendizado. Boa atividade!

1 Cite a importância dos processadores na arquitetura computacional.



2 Cite as características físicas dos processadores apresentadas e comente sobre cada uma.



3 Quais as diferenças entre os processadores CISC e RISC.



4 Onde são mais utilizados os processadores CISC? E os RISC?



5 Cite exemplos de processadores CISC e RISC.



6 Os processadores mais encontrados no mercado (Intel e AMD) são RISC, CISC ou CRISC? Justifique sua escolha.



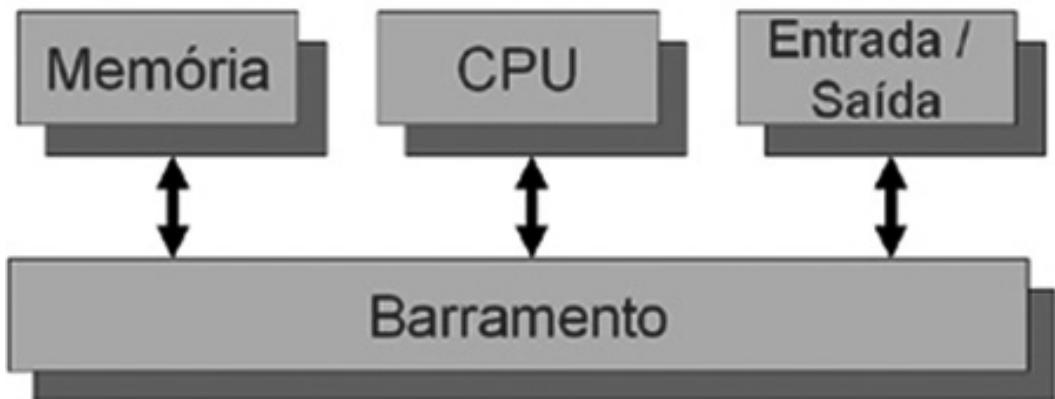
ARQUITETURA INTERNA DO PROCESSADOR

1 INTRODUÇÃO

A estrutura interna dos processadores segue um modelo bem antigo, o modelo chamado “Von Neumann”. Esse modelo consiste na estruturação do computador em quatro subsistemas, os quais são: CPU, Memória, Sistema de Entrada e Saída (também chamado de Sistema de I/O) e Barramento. Como objetivo de estudo desse tópico, iremos expandir as informações a respeito da CPU. Os demais subsistemas serão estudados posteriormente.

A seguir apresentamos uma figura ilustrativa do modelo de Von Neumann, e igualmente uma figura do próprio idealizador, John von Neumann (figura a seguir).

FIGURA 47 – ARQUITETURA VON NEUMANN



FONTE: Os autores

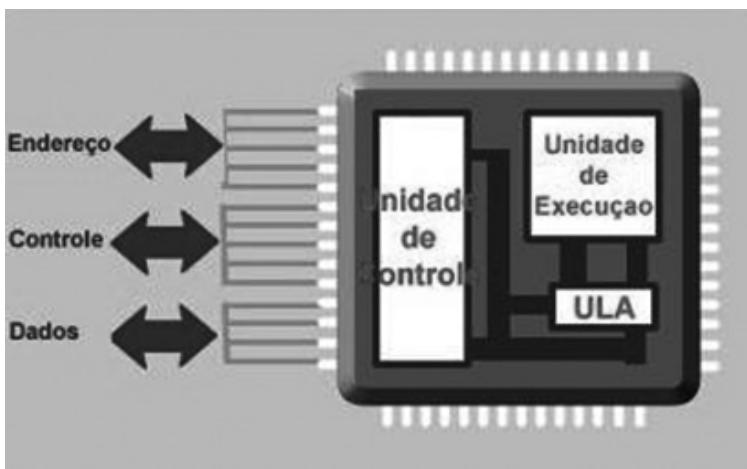
FIGURA 48 – JOHN VON NEUMANN



FONTE: Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d6/JohnvonNeumann-LosAlamos.jpg/250px-JohnvonNeumann-LosAlamos.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

A figura que abre este tópico nos ilustra a arquitetura Von Neumann analisada externamente ao processador. Internamente ao processador, temos uma divisão estruturada, de acordo com a figura a seguir:

FIGURA 49 – ESTRUTURA INTERNA DO PROCESSADOR



FONTE: Os autores

A figura demonstra as três principais unidades dos processadores, divididas em Unidade de Controle (UC), Unidade de Execução (EU) que contém os registradores, e a Unidade Lógica e Aritmética (ULA). Essas três unidades juntas são responsáveis para que a CPU realize as suas principais tarefas:

- 1 Busca a instrução apontada pelo registrador PC na memória e carrega no registrador RI.
- 2 Muda o registrador PC para apontar para a próxima instrução na memória.
- 3 Decodifica a instrução, determina o seu tipo, se tem operandos etc.
- 4 Se a instrução possuir operandos, busca os mesmos na memória.
- 5 Carrega os dados nos registradores.
- 6 Executa a instrução.
- 7 Armazena os resultados na memória.

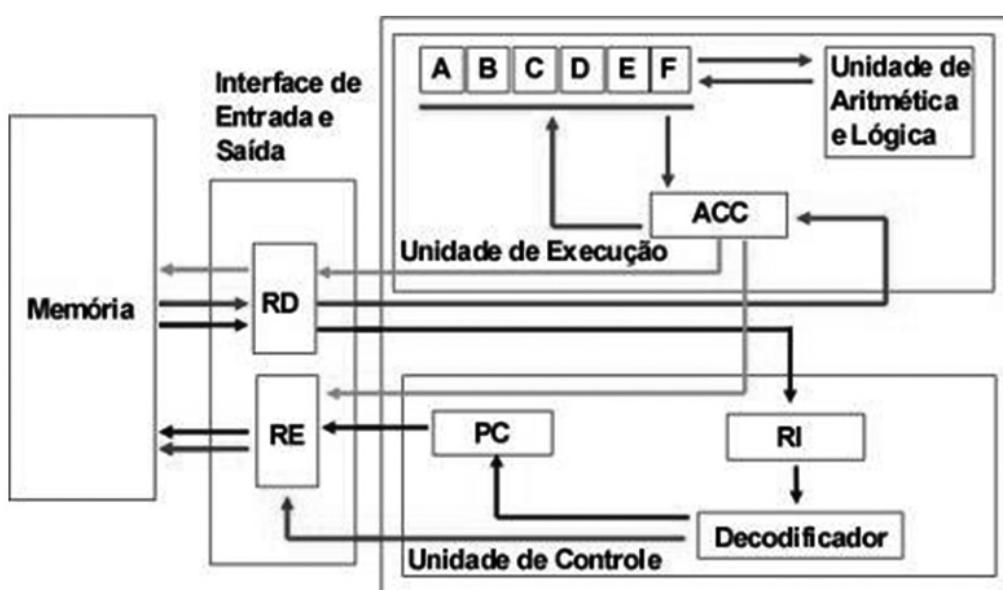
FONTE: Adaptado de: <<http://rubensoares11.blogspot.com.br/2010/12/organizacao-de-um-computador.html>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

O processo descrito nos passos 1 a 7 é chamado de Ciclo de Fetch, Decode e Execute, conforme descrito a seguir:

- **Ciclo de Fetch:** refere-se à busca de uma instrução na memória e seus parâmetros e a passagem dessa instrução para a CPU.
- **Ciclo de Decodificação:** refere-se aos passos necessários para a decodificação de uma instrução.
- **Ciclo de Execução:** refere-se aos passos necessários para a execução de uma instrução.

Esse ciclo também é demonstrado na figura a seguir:

FIGURA 50 – CICLO DE FETCH, DECODE E EXECUTE



FONTE: Os autores

Nessa imagem podemos observar alguns circuitos importantes, os quais são descritos a seguir:

- **Memória:** RE (Registrador de Endereço de Memória) e RD (Registrador de Dados). O RE é o circuito responsável por receber da CPU qual o endereço que deve ser lido na memória. O RD é o circuito responsável por armazenar os dados lidos a partir do endereço do RE e mandar esses dados para a CPU.
- **Unidade de Controle:** PC (Contador do Programa) e RI (Registrador de Instruções). O PC é o circuito responsável por armazenar a posição do programa que está sendo executado. Sempre que a CPU executa uma instrução, o PC é incrementado para apontar para a próxima instrução. Assim, quando a CPU quer buscar a próxima instrução, ela consulta o endereço dessa instrução do PC. O RI é o circuito que grava a instrução que será executada pelo processador. Consultando o RI é que o processador saberá o que fazer.
- **Unidade de Execução:** ULA (Unidade de Lógica e Aritmética), ACC (Acumulador) e A, B, C, D, E, F (Registradores de Dados). Os Registradores de Dados são as menores unidades de armazenamento da CPU. Sempre que uma determinada instrução utilizar dados, a CPU busca esses dados na memória e grava-os nos registradores.

A ULA é o circuito responsável pela execução das tarefas matemáticas. Dessa forma, sempre que alguma operação matemática deve ser executada, a unidade de controle ativa os circuitos da ULA para que as operações sobre os registradores sejam feitas. Os resultados também ficam armazenados nos registradores e depois passam novamente para a memória principal.

O ACC é o circuito responsável por armazenar os resultados do processamento na memória. Ele programa o RE e o RD para a gravação dos dados em memória.

A seguir iremos detalhar mais todos os registradores e as três unidades em que a CPU é dividida.

2 UNIDADE DE CONTROLE (UC)

É o dispositivo mais complexo da CPU. Além de possuir a lógica necessária para realizar a movimentação de dados e instruções da memória para a CPU, através dos sinais de controle que emite em instantes de tempo programados, esse dispositivo controla todas as ações da CPU.

FONTE: Adaptado de: <www.filoczar.com.br/.../trabalho%20sobre%20processadores.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Os sinais de controle emitidos pela UC ocorrem em vários instantes durante o período de realização de um ciclo de instrução e, de modo geral, todos possuem uma duração fixa e igual, originada em um gerador de sinais usualmente conhecido como relógio (*clock*).

FONTE: Disponível em: <www.professores.uff.br/mquinet/04_FAC.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Ao contrário de circuitos integrados mais comuns, cuja função é limitada pelo hardware, a unidade de controle é mais flexível. Ela recebe instruções da unidade de E/S, as converte em um formato que pode ser entendido pela unidade de aritmética e lógica e controla qual etapa do programa está sendo executada.

FONTE: Disponível em: <www.ibytes.com.br/3.php?url=a-unidade-de-controle-do...mais..>. Acesso em: 29 ago. 2012.

A Unidade de Controle tem a maior importância na operação de um computador, uma vez que é esta unidade que assume toda a tarefa de controle das ações a serem realizadas pelo computador, comandando todos os demais componentes de sua arquitetura. É este elemento quem deve garantir a correta execução dos programas e a utilização dos dados corretos nas operações que os manipulam. É a unidade de controle que gerencia todos os eventos associados à operação do computador, particularmente as chamadas interrupções, tão utilizadas nos sistemas há muito tempo.

FONTE: Disponível em: <algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_arq_computador.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

A unidade de controle mantém todo o sincronismo entre as entradas e saídas, proporcionando assim o bom funcionamento do computador.

3 UNIDADE DE EXECUÇÃO (UE)

Encarrega-se de realizar as atividades relacionadas com a efetiva execução de uma operação, ou seja, processar.

FONTE: Disponível em: <www.acso.uneb.br/leandro/NOVOSITE/academic/docs/arq/002.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

O dispositivo principal desta área de uma CPU é chamado de **ULA** (Unidade Lógica e Aritmética). Os demais componentes relacionados com a função processamento são os registradores, que servem para armazenar dados a serem usados pela ULA.

FONTE: Disponível em: <187.72.160.210/marcos/universo/1.../Aula%202012-05-28.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Como já estudamos anteriormente, somente os dados que estão nos registradores podem ser processados. A interligação entre estes componentes é efetuada pelo barramento interno da CPU.

4 ULA (UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA)

A ULA é o dispositivo da CPU que executa realmente as operações matemáticas com os dados. A ULA é um aglomerado de circuitos lógicos e componentes eletrônicos simples que, integrados, realizam todas as operações matemáticas.

Ela pode ser uma parte pequena da pastilha do processador, usada em pequenos sistemas ou pode compreender um considerável conjunto de componentes lógicos de alta velocidade.

FONTE: Disponível em: <www.corradi.junior.nom.br/RespExProc.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Uma ULA é capaz de executar as seguintes operações:

- somar, subtrair, multiplicar e dividir dois números;
- executar as operações lógicas AND, OR e NOT com dois números;
- executar as seguintes operações unárias: complemento, incremento, decremento, deslocamento à direita e deslocamento à esquerda (o deslocamento de *bits* é uma função de muita importância para o processamento rápido de informações).

5 REGISTRADORES

A CPU contém internamente uma memória de alta velocidade que permite o armazenamento de valores temporariamente ou das próprias instruções a serem executadas. Esta memória é denominada de conjunto de registradores, na qual cada registrador tem uma função própria.

Os registradores são utilizados para assegurar o armazenamento temporário de informações importantes para o processamento de uma instrução.

FONTE: Disponível em: <paralogike.com.br/Aula%203Org.Comput.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Conceitualmente, um registrador interno da CPU e a memória RAM são semelhantes. Porém, a localização, a capacidade de armazenamento e os tempos de acesso às informações é que os diferenciam. Os registradores se localizam no interior de um microprocessador, enquanto a memória é externa a este.

FONTE: Disponível em: <revistadestaklogo.com.br/.../Apostila%20de%20Radiologia.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Um registrador memoriza um número limitado de *bits*, geralmente uma palavra de memória. Já a memória externa possui um grande volume de armazenamento, que pode ser expandido se necessário, o que não ocorre com os registradores.

Outra função dos registradores é para que um dado possa ser transferido para a ULA. É necessário que ele permaneça, mesmo que por um breve instante, armazenado em um registrador.

Além disso, o resultado de uma operação aritmética realizada na ULA também deve ser armazenado temporariamente, de modo que possa ser utilizado mais adiante ou apenas para ser, em seguida, transferido para a memória.

FONTE: Disponível em: <www.professores.uff.br/mquinet/04_FAC.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

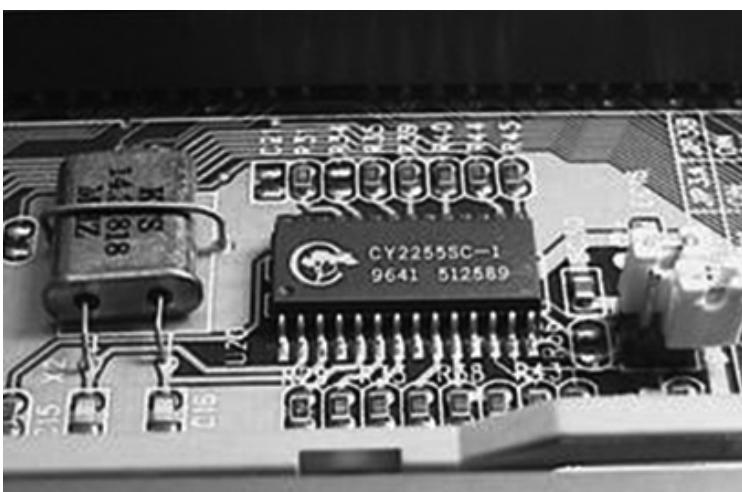
Salientamos que existem registradores específicos, como contador de programa, base da pilha, topo da pilha e registradores genéricos, considerados acumuladores.

6 CLOCK (RELÓGIO)

O computador possui internamente (na placa-mãe) um dispositivo gerador de pulsos. A quantidade de vezes em que este pulso básico se repete em um segundo chamamos de *clock*.

Essa geração é ocasionada pela oscilação de um cristal, o qual se encontra numa caixa lacrada, em cima da placa-mãe, conforme observamos a seguir:

FIGURA 51 – CRISTAL GERADOR DO CLOCK



FONTE: Disponível em: <<http://www.laercio.com.br/artigos/HARDWARE/HARD-010/hard-069.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Por sua vez, o *clock* possui uma unidade de medida usual chamada de Hertz (Hz), que significa 1 ciclo/*clock* por segundo. Como se trata de frequências elevadas, abreviam-se os valores usando-se milhões de Hertz (Megahertz – MHz) ou até mesmo bilhões de Hertz (Gigahertz – GHz).

FONTE: Disponível em: <www.degrauacultural.com.br/ArqConteudoOffLine/Arq359.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Assim, por exemplo, se um determinado processador funciona com seu relógio oscilando 25 milhões de vezes por segundo. Sua frequência de operação é de 25 MHz, ao passo que um computador que opera a 2.8GHz. Tem um *clock* pulsando dois bilhões e oitocentos milhões de vezes por segundo.



Atualmente, a unidade mais comum que observamos de medida de clocks é GHz (Gigahertz), que representa 1 bilhão de ciclos por segundo.

A seguir relacionamos alguns processadores e seus *clocks*.

FIGURA 52 – CLOCKS DOS PROCESSADORES

Processador	Clock	Multiplicador
Pentium 133	66 MHz	2,0
Pentium 150	60 MHz	2,5
Pentium 166	66 MHz	2,5
Pentium 200	66 MHz	3,0
AMD K5 PR100	66 MHz	1,5
AMD K5 PR120	60 MHz	2,0
AMD K5 PR133	66 MHz	2,0
AMD K5 PR166	66 MHz	2,5
Cyrix 6x86MX PR2	75 MHz	2,5
Cyrix 6x86MX PR2	83 MHz	2,5

FONTE: Os autores



O *clock* representa a quantidade de ciclos por segundo em que a placa-mãe trabalha. O multiplicador representa quantas vezes mais veloz o processador trabalha em relação à placa-mãe. Portanto, como podemos observar no primeiro exemplo, um Pentium 133 opera duas vezes mais rápido que a placa-mãe. O que representamos por 66 Mhz de clock x 2.0 de multiplicador. Arredondando-se, temos um processador de 133 MHz.

6.1 CLOCK SPEED OU CLOCK RATE

É a velocidade na qual um microprocessador executa suas instruções. Quanto mais rápido o *clock*, mais instruções uma CPU pode executar por segundo. A velocidade de *clock*, conforme já vimos, é expressa em Megahertz (MHz) e Gigahertz (GHz).



1 Hz é igual a 1 ciclo por segundo.

1 kHz é igual a 1.000 (mil) ciclos por segundo.

1 MHz é igual a 1.000.000 (milhão) de ciclos por segundo.

1 GHz é igual a 1.000.000.000 (bilhão) de ciclos por segundo.

6.2 OVERCLOCK

Overclock é o aumento da frequência do processador para que ele trabalhe mais rapidamente. Para isso, tem-se que mudar os fatores que determinam a frequência de operação dos computadores, que são:

- A velocidade de operação da placa-mãe, conhecida também como velocidade de barramento.
- O multiplicador de *clock*, criado a partir dos 486, que permite ao processador trabalhar internamente a uma velocidade maior que a da placa-mãe.

FONTE: Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/overclock/basico/>>. Acesso em: 29 ago. 2012.



Vale lembrar que os outros periféricos do computador (memória RAM, placa de vídeo etc.) continuam trabalhando na velocidade de barramento.

Como exemplo, citamos um computador Pentium 166 trabalhando com velocidade de barramento de 66 MHz e multiplicador de 2,5x. Fazendo o cálculo, $66 \times 2,5 = 166$, ou seja, o processador trabalha a 166 MHz, mas se comunica com os demais componentes do micro a 66 MHz.

Tendo um processador Pentium 166 (como o do exemplo acima), pode-se fazê-lo trabalhar a 200 MHz, simplesmente aumentando o multiplicador de *clock* de 2,5x para 3x. Caso a placa-mãe permita, pode-se usar um barramento de 75 ou até mesmo 83 MHz.

FONTE: Disponível em: <www.abusar.org.br/ftp/pitanga/Diversas_apostilas/hardware.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Neste caso, mantendo o multiplicador de *clock* de 2,5x, o Pentium 166 poderia trabalhar a 187 MHz ($2,5 \times 75$) ou a 208 MHz ($2,5 \times 83$). As frequências de barramento e do multiplicador podem ser alteradas simplesmente através de *jumpers* de configuração da placa-mãe, ou através da configuração da BIOS.

FONTE: Adaptado de: <www.abusar.org.br/ftp/pitanga/Diversas_apostilas/hardware.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Mas cuidado! O aumento da velocidade de barramento da placa-mãe pode criar problemas caso algum periférico não suporte essa velocidade.

Quando se faz um *overclock*, o processador passa a trabalhar a uma velocidade maior do que ele foi projetado, fazendo com que haja um maior aquecimento do mesmo. Com isto, reduz-se a vida útil do processador. Esse aquecimento excessivo também pode causar frequentes travamentos do sistema operacional durante o seu uso, obrigando o usuário a reiniciar a máquina.

FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPC8AA/montagem-emanutencao-pc>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

O *overclock* deve sempre ser feito com cuidado. Se você desejar fazer isso, aumente gradativamente e observe o comportamento do seu micro. Se ele começar a travar, você chegou ao limite. Outro ponto a ser observado na hora de se fazer *overclock* é o sistema de refrigeração. Ventile sua máquina e use bons *coolers*.



Para um *overclock* mais agressivo, sistemas de refrigeração com nitrogênio líquido são utilizados. Se você ficou interessado, assista aos vídeos selecionados a seguir:

- <<http://www.youtube.com/watch?v=0A3vbV6oOmI>>
- <http://www.youtube.com/watch?v=Od3yJ_-LUok>
- <<http://www.youtube.com/watch?v=r6QuC2fbVeU>>

Todos os links foram acessados em: 20 maio 2012.

7 REGISTRADOR DE INSTRUÇÕES (RI)

Conforme pode ser visto na figura sobre ciclo de Fetch, Decode e Execute, encontramos dentro da unidade de controle um registrador com o nome de RI. O RI tem a função específica de armazenar a instrução a ser executada pela CPU.

Ao se iniciar um ciclo de instrução, a Unidade de Controle (UC) emite o sinal de controle que acarretará na realização de um ciclo de leitura para buscar a instrução na memória, e que, via RE e RD, será armazenada no RI (observe novamente a figura sobre ciclo de Fetch, Decode e Execute).

8 CONTADOR DE INSTRUÇÃO (PC, DO INGLÊS PROGRAM COUNTER)

É o registrador cuja função específica é armazenar o endereço da próxima instrução a ser executada. Tão logo a instrução que vai ser executada seja buscada (lida) da memória para a CPU. O sistema providencia a modificação do conteúdo do PC, de modo que ele passe a armazenar o endereço da próxima instrução na sequência. Por isso, é comum definir a função do PC como sendo a de “**armazenar o endereço da próxima instrução**”, que é o que realmente ele faz durante a maior parte da realização de um ciclo de instrução.

FONTE: Disponível em: <www.lnaffah.com/ioc/material/Processador.ppt>. Acesso em: 29 ago. 2012.

9 DECODIFICADOR DE INSTRUÇÃO

É um dispositivo utilizado para identificar as operações a serem realizadas, que estão correlacionadas à instrução em execução. Em outras palavras, cada instrução é uma ordem para que a CPU realize uma determinada operação. Como são muitas instruções, é necessário que cada uma possua uma identificação própria e única. A unidade de controle está, por sua vez, preparada para sinalizar adequadamente aos diversos dispositivos da CPU, conforme ela tenha identificado a instrução a ser executada.

FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAB1pgAK/trabalho-sobre-processadores>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

10 REGISTRADOR DE DADOS (RD) DE ENDEREÇO (RE)

São os registradores utilizados pela CPU para ler e gravar os dados na memória. Enquanto o RE recebe em qual endereço deve ler ou gravar os dados. O RD é o registrador que contém os dados a serem gravados na memória ou os dados que foram lidos da memória para serem encaminhados à CPU.

11 INTERRUPÇÕES

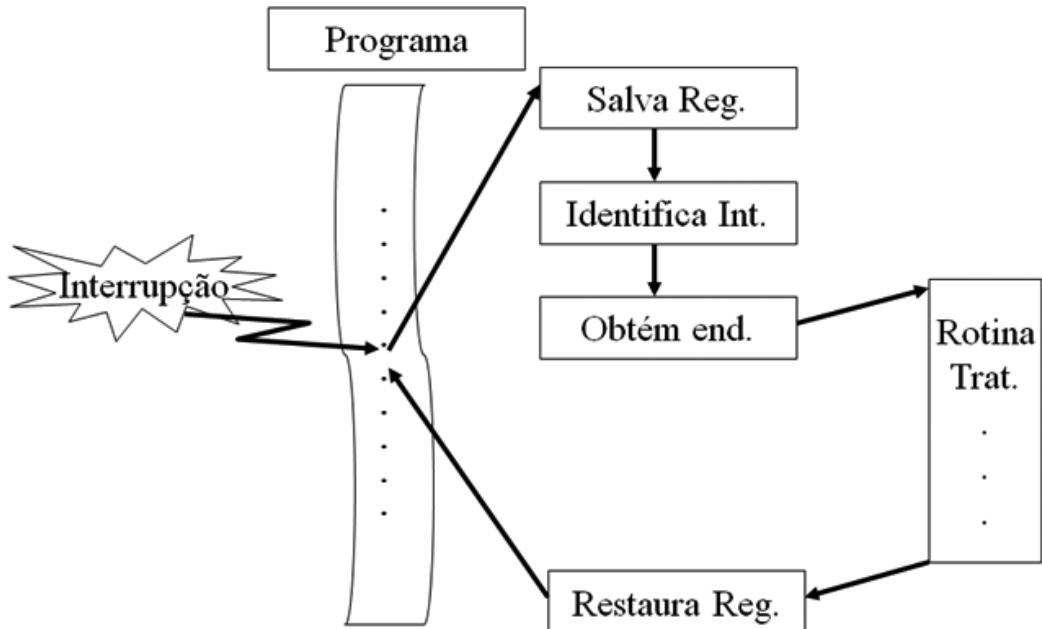
As interrupções simbolizam os caminhos, os sinais, pelos quais os periféricos, como teclado, *mouse*, placa de vídeo etc, se comunicam com a CPU. Todos os periféricos possuem um código específico de interrupção e cada vez que um deles quer se comunicar com a CPU, encaminha esse código para a CPU. A CPU, ao detectar essa interrupção, atende ao periférico e depois volta a executar o programa que estava sob seu controle.

Imagine quando você digita alguma letra pelo teclado e essa letra aparece na tela. Nesse ponto, duas interrupções ocorrem. Uma deles é o teclado, quer que a CPU receba a letra que você digitou, a segunda é a resposta da placa de vídeo, informando que o caractere que a CPU mandou para ela já se encontra no vídeo.

Todas as interrupções são transferidas através do barramento de controle, juntamente com o barramento de dados e de endereço.

A figura a seguir mostra o diagrama de acontecimentos na hora em que ocorre uma interrupção. Note que o controle retorna exatamente no ponto em que parou.

FIGURA 53 – SEQUÊNCIA DE ACONTECIMENTOS EM UMA INTERRUPÇÃO



FONTE: Os autores

12 PIPELINES

Nas indústrias existe uma forma de execução que consiste em dividir o processo de fabricação em estágios independentes. Por isso, podem ser feitas várias execuções em paralelo. Denomina-se esse termo por *pipeline*. Após algumas gerações, o termo pipeline e a forma de execução por etapas foram adotados pela informática. E a metodologia de construção da CPU composta de estágios permitiu que também nestes sistemas se adotasse esta técnica.

Essas premissas foram então aplicadas às CPUs de forma que elas tivessem vários pontos de processamento simultâneos. Podemos representar esses pontos pela visão básica do ciclo de execução:

Busca → Decodificação → Execução → Retorno dos Resultados.

Frente a esse ciclo básico, podemos definir que todos os itens citados acima caracterizam uma *pipeline*. Com isso, ao mesmo tempo em que a CPU pode estar buscando uma instrução a ser executada, uma instrução pode estar sendo decodificada. Outra pode estar já em execução e uma instrução anteriormente já executada pode estar sendo encaminhada para a memória.

Para obter produtividade e rapidez do sistema, as CPUs foram construídas de diversos estágios, ou *pipeline*, conforme podemos observar na figura a seguir. Quanto maior a quantidade de *pipeline*, mais aumenta a velocidade e poder de execução das CPUs.

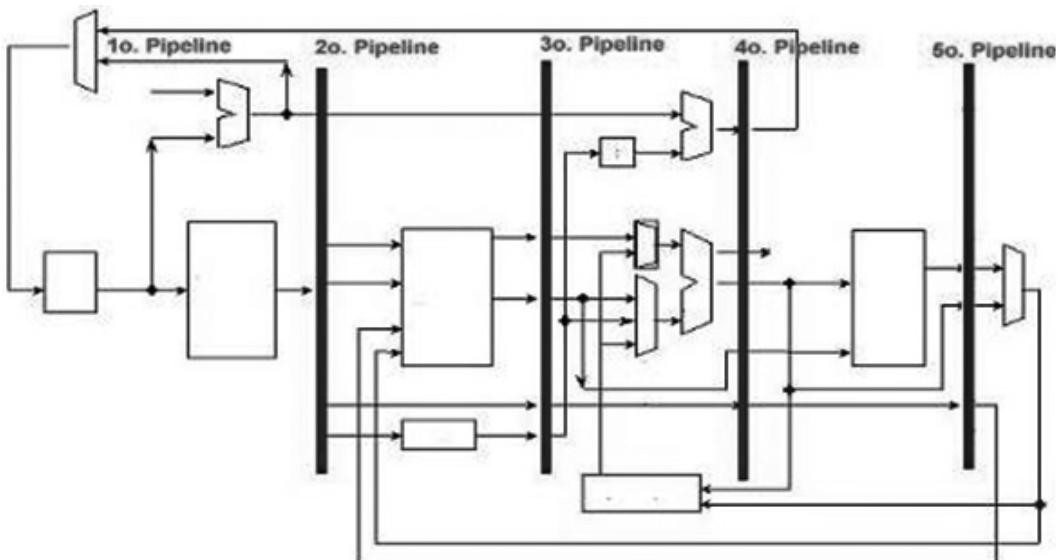
Resumidamente, considere a seguinte situação: quatro máquinas, sendo uma de lavar roupa, outra para secar, outra para passar e outra para guardar. Isso significaria ter quatro níveis de *pipeline*. Sendo assim, é possível lavar, secar, passar e guardar a roupa ao mesmo tempo. Cada uma em sua respectiva máquina, aumentando a produtividade em relação ao uso individual de cada máquina.



É importante ressaltar que o tempo de duração de cada estágio deve ser o mais semelhante possível, de modo que um estágio não espere o término do outro para iniciar a execução seguinte.

A seguir observamos um exemplo de CPU com *pipeline*:

FIGURA 54 – PIPELINES



FONTE: Os autores



Pipeline é a base para o processamento paralelo de alto desempenho.

13 MEDIDAS DE DESEMPENHO DO PROCESSADOR

Existem várias formas para se obter o desempenho de uma CPU. Geralmente, as CPUs são analisadas pela sua capacidade de processamento em MB/s ou GB/s. Basicamente, a capacidade de processamento é calculada multiplicando-se o *clock* interno do processador pelo tamanho do barramento com que ele trabalha. Como exemplo, vamos imaginar uma CPU que trabalha a 3 GHz e com um barramento de 64 bits.

Se quisermos calcular o desempenho dessa CPU, temos que seguir o cálculo e a fórmula a seguir:

$$\text{Desempenho} = \text{Velocidade (em Hertz)} * \text{Barramento (em Bits)}$$

Portanto:

$$\begin{aligned} \text{Desempenho} &= 3.000.000.000 \text{ Hz/s} * 64 \text{ bits} = 192.000.000.000 \text{ bits/s} / 8 \\ &= 24.000.000.000 \text{ B/s}. \text{ Fazendo divisões por 1024, teremos no final o valor do} \\ &\text{desempenho de 22,35 GB/s (Gigabyte por segundo).} \end{aligned}$$



Outra medida de velocidade são os *benchmarks*, que são testes que executam um conjunto padrão de operações com a finalidade de medir a *performance* de um dispositivo, podendo ser o processador, memórias, HD etc.

Existem no mercado vários programas que fazem isso, alguns grátis e outros pagos. O próprio Windows oferece um sistema que avalia o desempenho da máquina, o “Índice de Experiência com o Windows”.

RESUMO DO TÓPICO 2

Caro(a) acadêmico(a), neste tópico você estudou os seguintes aspectos da arquitetura interna dos processadores:

- A Arquitetura de Computadores segue desde o seu princípio a arquitetura desenvolvida por John von Neumann.
- A Arquitetura de John von Neumann divide o computador em quatro subsistemas: CPU, Memória, Sistema de Entrada e Saída e Barramento.
- O Subsistema CPU é formado de três unidades: Unidade de Controle (UC), Unidade de Execução (UE) e Unidade de Lógica e Aritmética (ULA).
- Essas três unidades são responsáveis pelo ciclo básico de processamento, denominado Ciclo de Fetch, Decode e Execute (Busca, Decodificação e Execução) das instruções.
- Dentro da Unidade de Execução, os processadores possuem os Registradores, que são porções de memória pequenas e extremamente rápidas. São utilizadas para o armazenamento temporário de informações durante o Ciclo de Fetch, Decode e Execute.
- Atualmente, os computadores conseguem processar diversas instruções ao mesmo tempo, desde que em operações distintas, ou seja, desde que essas instruções não ocupem os mesmos circuitos dentro da CPU. Esse “poder” de processamento paralelo deve-se exclusivamente à implementação de *Pipelines* dentro das CPUs.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado. Boa atividade!

1 Descreva os passos do Ciclo de Fetch, Decode e Execute.



2 Quais as funções da Unidade de Controle?



3 Quais as funções da Unidade de Execução?



4 Quais as funções da Unidade de Lógica e Aritmética?



5 Quais os principais circuitos envolvidos no Ciclo de Fetch, Decode e Execute? Qual a função de cada um?



6 O que são *Pipelines* e qual a sua utilidade?



7 Calcule o desempenho de um processador de 2,8 GHz de clock e que processa um barramento de 32 bits.



EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES

1 INTRODUÇÃO

Esse tópico refere-se a um levantamento sobre o processo evolutivo dos processadores, desde o famoso Eniac, computador formado por válvulas que ocupava uma sala inteira, até os processadores mais avançados, como i7.

FONTE: Adaptado de: <<http://trabalhodeaoc2012.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

O levantamento dos processadores leva em consideração diversos aspectos, desde o avanço das velocidades dos processadores até a comparação entre o número de componentes, como registradores, pinagem, voltagens e características físicas.

Antes da apresentação dos processadores, descreveremos um pouco sobre os fabricantes de processadores atuais e, a seguir, a evolução dos seus produtos.

2 FABRICANTES DOS PROCESSADORES

Existem diversos fabricantes de processadores. Os mais conhecidos são as empresas Intel e AMD. Porém, não podemos esquecer que outras empresas, como a IBM, Nexgen, Cyrix, Texas Instruments, Motorola, também fabricam processadores. Muitos deles não entram no mercado de *desktops*. No entanto, possuem uma expressiva representação em outros mercados, como dispositivos móveis, e até equipamentos específicos, como máquinas hospitalares, robôs industriais etc.

Nesse tópico, devido à nossa familiaridade, estudaremos um pouco mais a evolução dos processadores das empresas Intel e AMD.

2.1 INTEL

A Intel Corporation (*Integrated Electronics Corporation*) é uma empresa multinacional de origem americana, fabricante de circuitos integrados, especialmente microprocessadores. Fabrica também *chips* para placa-mãe (também conhecidos como *chipsets*) e memórias *flash* usadas em dispositivos como tocadores de MP3. Foi fundada em 1968 por Gordon E. Moore (um químico e físico) e Robert Noyce (um físico e coinventor do circuito integrado).

FONTE: Adaptado de: <<http://www.intercominformatica.com.br/parceiros.php?id=12>>. Acesso em: 29 ago. 202.

No Brasil, é registrada como Intel Semicondutores do Brasil, com sede em São Paulo. Em abril de 2012 completou 25 anos no Brasil. A empresa é detentora da marca Pentium e agora dos mais recentes processadores, os da família ix (com i3, i5 e i7).

FIGURA 55 – LOGOMARCA INTEL



FONTE: Disponível em: <http://www.infowester.com/blog/blog_imagens/intel_antes_depois.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2.2 AMD

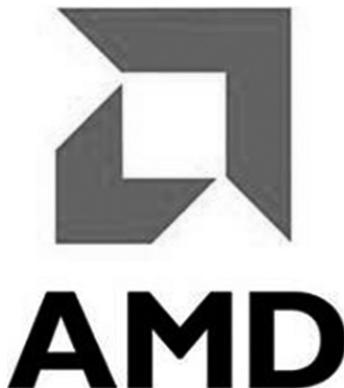
A AMD (*Advanced Micro Devices*) também é uma empresa americana. Seus produtos concorrem diretamente com os processadores fabricados pela Intel. Seu produto mais famoso é o processador Athlon, utilizado em computadores pessoais.

Mais conhecida por seus processadores x86 e x86-64 K5, K6-II, K6-III, Athlon, Duron, Sempron, Athlon 64 (Arquitetura de 64 bits), Opteron (para servidores) e Turion 64 (para notebooks), a AMD também fabrica circuitos de uso mais gerais, como os encontrados em algumas calculadoras e dispositivos eletrônicos.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.jornallivre.com.br/326088/amd-uma-das-melhores-fabricante-de-processadores.html>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Alguns de seus circuitos são encontrados também entre os usados pela Apple em seus produtos, como o Mac Mini.

FIGURA 56 – LOGOMARCA AMD



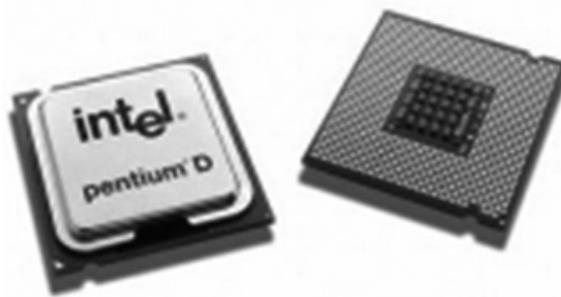
FONTE: Disponível em: <<http://media.bestofmicro.com/0/F/15/3/15.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

3 PROCESSADORES INTEL

3.1 PENTIUM

O lançamento dos processadores Pentium foi a grande revolução da Intel. O processador chegava a uma velocidade de no máximo 200 MHz. Já possuía barramento de dados de 64 bits e endereçava até 4 GB de memória. Para aumentar o desempenho tinha duas memórias *cache* internas, a L1 (Instruções) e L2 (dados), de 16 Kb cada. Possuía 3,1 milhões de transistores e a tecnologia chamada de superescalar, executando duas instruções por *clock*. Como barramento externo o Pentium operava a 66 MHz.

FIGURA 57 – PROCESSADOR INTEL PENTIUM



FONTE: Disponível em: <http://www.inetmidia.com.br/loja/images/pentium_d.JPG>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.2 PENTIUM MMX

O processador Intel Pentium MMX nada mais era do que um Pentium com instruções adicionais para multimídia. Possibilitava um som vívido, ricas cores, rendimento 3D realístico, animação suave em vídeo, dentre outros aspectos. Também possuía barramento de dados de 64 bits e foi implementado sobre uma nova conexão com a placa-mãe chamada de Socket7. Opera com uma baixa voltagem: de 2,8V. Possuía uma velocidade um pouco maior que o Pentium, pois chegava ao *clock* de 233 MHz. A *cache* interna aumentou de 16 Kb para 32 Kb tanto para a *cache* L1 (Instruções) quanto para a *cache* L2 (dados). Como barramento externo o Pentium operava a 66 MHz.

FIGURA 58 – PROCESSADOR INTEL PENTIUM MMX



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/32/Intel_Pentium_MMX_166_PGA_Back.jpg/600px-Intel_Pentium_MMX_166_PGA_Back.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.3 PENTIUM II

O Pentium II foi lançado em 1997 e possuía 7,5 milhões de transístores, chegando a uma velocidade de até 300 MHz. Possuía *cache* L1 (instruções) de 32 Kb trabalhando na mesma frequência do núcleo, e L2 (dados) de 516 Kb trabalhando na metade da frequência do núcleo. O barramento externo o Pentium podia operar com *clocks* de 50, 60 ou 66 MHz. Utilizava um novo formato de encapsulamento, chamado de SEC. Era o encapsulamento onde o processador ficava dentro de um cartucho.

FIGURA 59 – PROCESSADOR INTEL PENTIUM II



FONTE: Disponível em: <http://www.atmarkit.co.jp/fsys/pcencyclopedia/010procs_hist04/pentium_ii-l.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.4 PENTIUM III

O Pentium III possui velocidade máxima de até 933 MHz interna. Trabalhava com placas-mães com frequência de barramento externo podendo chegar a 133Mhz, ou seja, 1,06 GB/s de transmissão.

Acessava até 4 GB de memória e possui 9,5 milhões de transistores. Internamente possuía registradores de 64 bits de capacidade de armazenamento. O Pentium III foi a junção do Pentium II com o Pentium MMX. Possuía a opção de encapsulamento SEC-2, em cartucho ou em um *chip* normal. Nele, foram implementadas novas rotinas para acelerar o processamento com arquivos no formato MPEG e Imagens 3D.

FIGURA 60 – PROCESSADOR INTEL PENTIUM III



FONTE: Disponível em: <[http://www.cpu-world.com/CPUs/Pentium-III/L-Intel-600EB-256-133-1.65V%20\(FC-PGA\).jpg](http://www.cpu-world.com/CPUs/Pentium-III/L-Intel-600EB-256-133-1.65V%20(FC-PGA).jpg)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.5 CELERON

Os processadores Pentium Celeron foram fabricados paralelamente aos processadores Pentium, Pentium II, Pentium III, Pentium IV e demais modelos Intel. São sempre processadores com menos *cache* ou alguma diminuição interna em relação ao Pentium original. Tal característica o torna um processador tecnologicamente avançado (contudo, com algumas limitações de processamento), porém de menor valor (lembre-se, caro aluno, que a memória *cache* é muito rápida, porém de muito valor).

Por exemplo, o Pentium Celeron do Pentium III não possuía a memória *cache* L2 e a velocidade da *cache* L1 era metade da velocidade do processador.

FIGURA 61 – PROCESSADOR INTEL CELERON



FONTE: Disponível em: <<http://www.varsolucoes.com.br/varshop/loja/foto/celeron.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Atualmente, os processadores Celeron caíram em desuso, sendo substituídos por processadores como o Athlon, e i3 mais potentes, mas, ao mesmo tempo e baratos.

3.6 PENTIUM 4

O Pentium IV é um Pentium III com algumas modificações para torná-lo mais rápido. A ULA trabalha com o dobro do *clock* interno do processador, aumentando o desempenho em cálculos.

Possui a tecnologia SSE-2, contendo 144 novas instruções para tornar mais rápidas as execuções, e registradores de 128 bits. Opera com frequências internas entre 2,4 e 3,4 GHz. No Pentium 4, a Intel incorporou o que chamou de “Microarquitetura NetBurst”, ou seja, o processador possuía, além da cache L1 e L2, a cache L3, com capacidade de até 2MB. Operava com uma frequência externa de 200 MHz, mas com a tecnologia Quadpump, que possibilitava uma frequência externa de até 800 MHz. Possui a tecnologia HyperThreading (HT), que permite executar dois processos ao mesmo tempo com um processador (equivale a um dual) e Hyper Pypelined que prevê desvios condicionais de até 20 instruções à frente.

FIGURA 62 – PROCESSADOR INTEL PENTIUM IV



FONTE: Disponível em: <http://www.capsl.udel.edu/~weirong/misc/intel/intelpentiumiv_478.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.7 INTEL ITANIUM

O Itanium é um Pentium IV com tecnologia RISC e não CRISC como nos processadores anteriores. Possui algumas características como a *Explicitly Parallel Instruction Computing* (EPIC), que possibilita que o processador trabalhe com 20 operações simultaneamente. Possui melhor *performance* para trabalhar com dados criptografados, incluindo SSL e IPSec informação.

Endereça número ilimitado de memória, possui um sistema de detecção e correção de erros. Cache L1 e L2 dentro do processador e a possibilidade de um cache L3 de 2MB a 4MB operando a 800MHz.

FONTE: Disponível em: <inas.ispgaya.pt/~pmmm/pdf/IC_3_arquitectura_Pc.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

FIGURA 63 – PROCESSADOR INTEL ITANIUM



FONTE: Disponível em: <http://64-bit-computers.com/wp-content/intel_itanium_2.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3.8 PROCESSADORES INTEL FAMÍLIA i

Os mais novos processadores da Intel, agora já na terceira geração, dividem-se em três categorias: i3, i5 e i7.

3.8.1 O processador i3

O processador i3 é uma linha básica, contando com dois núcleos, e dois emuladores de núcleos denominados Hyper-Threading, totalizando quatro núcleos. Além disso, conta com uma placa de vídeo integrada ao processador e 4MB de memória cache. Conta também com o novo socket LGA 1156.

FIGURA 64 – PROCESSADOR INTEL i3

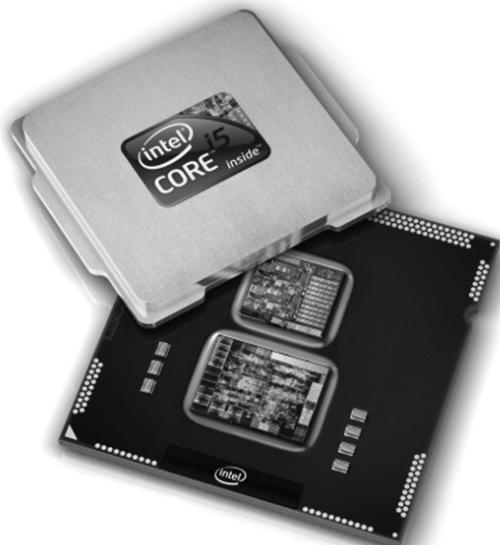


FONTE: Disponível em: <<http://msrit-eee.blogspot.com.br/2010/03/about-intel-core-i3-550-processor-32ghz.html>>. Acesso em: 10 maio 2012.

3.8.2 O processador i5

É um processador intermediário, consideravelmente superior ao i3. Possui dois ou quatro núcleos, onde os modelos de dois núcleos possuem Hyper-Threading, e os de quatro, somente núcleos verdadeiros, o que os torna mais rápidos. Tem um *clock* superior ao i3, e dependendo do modelo, podem chegar a até 8MB de memória cache. O diferencial desta linha em relação ao i3 é o Turbo Boost, que pode fazer um *overclock* automaticamente em função do processamento exigido no momento.

FIGURA 65 – PROCESSADOR INTEL i5



FONTE: Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/processadores/3904-quais-as-diferenças-entre-os-processadores-intel-core-i3-i5-e-i7-.htm>>. Acesso em: 10 maio 2012.

3.8.3 O processador i7

A linha top de processadores. Todos possuem quatro núcleos, com mais quatro núcleos de Hyper-Threading, sendo que alguns modelos, da série *extreme*, podem chegar a 12 núcleos (6 + 6 HT). Além disso, possui a tecnologia Intel HD Boost, que possibilita rodar programas de alto desempenho que usam o conjunto de instruções SSE4, além, é claro, das funções dos processadores i3 e i5.

Alguns modelos desta série possuem também o QuickPath, que aumenta a largura de banda, fazendo com o que processador trabalhe mais rápido.

FIGURA 66 – PROCESSADOR INTEL i7



FONTE: Disponível em: <<http://develop3d.com/blog/2009/02/intel-core-i7-processor>>. Acesso em: 10 maio 2012.

3.9 DEMAIS PROCESSADORES INTEL

Além de todos os processadores já citados (pois merecem destaque, visto que são muito populares), ainda temos os processadores Pentium IV D (dois núcleos), Core Duo (dois núcleos), Pentium IV Extreme Edition, Pentium IV M, Core 2 Duo (dois núcleos), Xeon, Core 2 Extreme (dois núcleos), Core 2 Extreme Quad-Core (quatro núcleos).

4 PROCESSADORES AMD

4.1 AMD ATHLON

O processador AMD Athlon é também conhecido como K7, por ser uma nova versão dos processadores K6 da AMD. Porém, sua arquitetura é completamente diferente. Dentre as características mais marcantes dos processadores Athlon estão o tamanho do *cache* L1 de 128KB e *cache* L2 de 512 KB a 8MB. Velocidade máxima de 1,4 GHz com velocidade do barramento (FSB) de 200 MHz (escalável para 400 MHz), pois trabalha com a transferência de dois dados por *clock*.

FIGURA 67 – PROCESSADOR AMD ATHLON



FONTE: Disponível em: <http://www.imagemrio.com.br/img/prod_g/ADA3200BP.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4.2 AMD ATHLON XP

O Athlon XP é um aperfeiçoamento do Athlon padrão. Opera também com uma frequência FSB de até 400 MHz e com *clock* interno até 2,2 MHz. Além do mais, possui uma otimização de acesso às *caches L1* e *L2*.

FIGURA 68 – PROCESSADOR AMD ATHLON XP



FONTE: Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ae/AMD-AthlonXP-1700.jpg/200px-AMD-AthlonXP-1700.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4.3 AMD ATHLON 64 FX

O processador ATHLON 64 FX é o processador anterior ao Opteron para computadores servidores.

FIGURA 69 – PROCESSADOR AMD ATHLON 64 FX



FONTE: Disponível em: <http://www.simhq.com/_technology/images/technology_029a_001.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4.4 AMD SEMPRON

O processador Sempron é um concorrente do Celeron da Intel, ou seja, um processador mais barato e com menos *cache* interna.

FIGURA 70 – PROCESSADOR AMD SEMPRON



FONTE: Disponível em: <http://c-shop.gr/images/amd_semprom_front_back.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4.5 AMD OPTERON

O Opteron é o processador *64 bits* da AMD. É compatível com instruções *x86* (dos processadores anteriores) e possui novos registradores e instruções *64 bits*. Permite executar tanto instruções 32 quanto instruções *64 bits* sem perda de desempenho. Acessa até 256 TB (*Terabytes*) de memória e pode ser utilizado numa placa-mãe com até oito processadores.

FIGURA 71 – PROCESSADOR AMD OPTERON



FONTE: Disponível em: <[http://www.textorm.com/images/produit/grand/ amd64opteron.jpg](http://www.textorm.com/images/produit/grand/amd64opteron.jpg)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4.6 AMD Phenom II X4

Processador de *64 bits*, com quatro núcleos e com a tecnologia Hyper Transport 4.0, que possibilita alta velocidade na comunicação entre os circuitos internos do computador (segundo a própria AMD, essa velocidade poder ser aumentada em até 48 vezes).

FIGURA 72 – PROCESSADOR AMD Phenom II X4



FONTE: Disponível em: <http://www.legitreviews.com/images/reviews/860/ Phenom_II_Chip_2.jpg>. Acesso em: 10 maio 2012.

4.7 AMD Phenom II X6

É um processador de alto desempenho, concorrente direto do i7 da Intel, possui seis núcleos e velocidade de até 3,7 GHz, e com a vantagem de ser mais econômico que os processadores da Intel.

FIGURA 73 – PROCESSADOR AMD Phenom II X6



FONTE: Disponível em: < http://cdn2.mos.techradar.com//Review%20images/PC%20Format/PCF%20249/PCF249.w_rev11.amd_back_comb-580-90.jpg >. Acesso em: 10 maio 2012.

4.8 OUTROS PROCESSADORES AMD

Além dos processadores já vistos, temos também outros modelos, como: o Athlon 64 XP, Athlon 64 Mobile, Turion 64, Turion 64 X2 (dois núcleos) e o Phenom II X3.

RESUMO DO TÓPICO 3

Caro(a) acadêmico(a), neste tópico você estudou os diversos tipos de processadores das principais fabricantes: Intel e AMD.

A seguir, há um resumo dos principais processadores da família Intel e AMD, bem como a recomendação dos próprios fabricantes para a sua utilização.

Fabricante	Processador	Recomendação de Utilização
AMD	Athlon 64	Desenvolvido para Desktops com médio desempenho
AMD	Athlon 64 FX	Desenvolvido para Desktops com alto desempenho
AMD	Athlon 64 XP	Desenvolvido para Desktops com alto desempenho
AMD	Athlon 64 X2 (2 núcleos)	Desenvolvido para Desktops com alto desempenho
AMD	Semprom	Desenvolvido para Desktops com baixo desempenho
AMD	Athlon 64 Mobile	Desenvolvido para Notebooks com médio desempenho
AMD	Turion 64	Desenvolvido para Notebooks com médio desempenho
AMD	Turion 64 X2 (2 núcleos)	Desenvolvido para Notebooks com alto desempenho
AMD	Opteron (2 núcleos);	Desenvolvido para Servidores com alto desempenho
INTEL	Celeron	Desenvolvido para Desktops com baixo desempenho
INTEL	Pentium IV	Desenvolvido para Desktops com médio desempenho
INTEL	Pentium IV D (2 núcleos)	Desenvolvido para Desktops com alto desempenho
INTEL	Core Duo (2 núcleos)	Pentium D melhorado
INTEL	Pentium IV Extreme Edition	Desenvolvido para Desktops com alto desempenho
INTEL	Pentium IV M	Desenvolvido para Notebooks com médio desempenho
INTEL	Centrino	Plataforma da Intel para Notebooks com Pentium M, Chipset Intel e Rede Wireless intel
INTEL	Core 2 Duo (2 núcleos)	Pentium M de 2 núcleos para o mercado de Notebooks
INTEL	Xeon	Desenvolvido para Servidores com médio desempenho
INTEL	Xeon XP	Desenvolvido para Servidores com alto desempenho
INTEL	Core 2 Extreme (2 núcleos)	Desenvolvido para Servidores com alto desempenho
INTEL	Core 2 Extreme Quad-Core (4 núcleos)	Desenvolvido para Servidores com alto desempenho
INTEL	Itanium	Desenvolvido para Servidores com alto desempenho

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões a seguir e estará reforçando seu aprendizado. Boa atividade!

1 Quais as empresas descritas no texto que fabricam processadores, atualmente?



2 Cite os processadores que você conhece de cada empresa destacada no texto.



3 Segundo o que o texto descreve, quais as vantagens que os processadores Intel Pentium IV possuem sobre os antigos processadores Intel?



4 Segundo o que o texto descreve, quais as vantagens que os processadores AMD Athlon possuem sobre os antigos processadores AMD?



5 Quais os processadores que a Intel recomenda para os seguintes segmentos?



- a) *Desktops*:
- b) Servidores:
- c) *Notebooks*:

6 Quais os processadores que a AMD recomenda para os seguintes segmentos:



- a) *Desktops*:
- b) *Notebooks*:
- c) Servidores:

TECNOLOGIAS ATUAIS DOS PROCESSADORES

1 INTRODUÇÃO

Como pôde ser visto no tópico anterior, os grandes fabricantes de processadores da atualidade são a **Intel** e a **AMD**. Claro, que não podemos definir essas duas empresas como as únicas empresas mundiais a fabricar processadores.

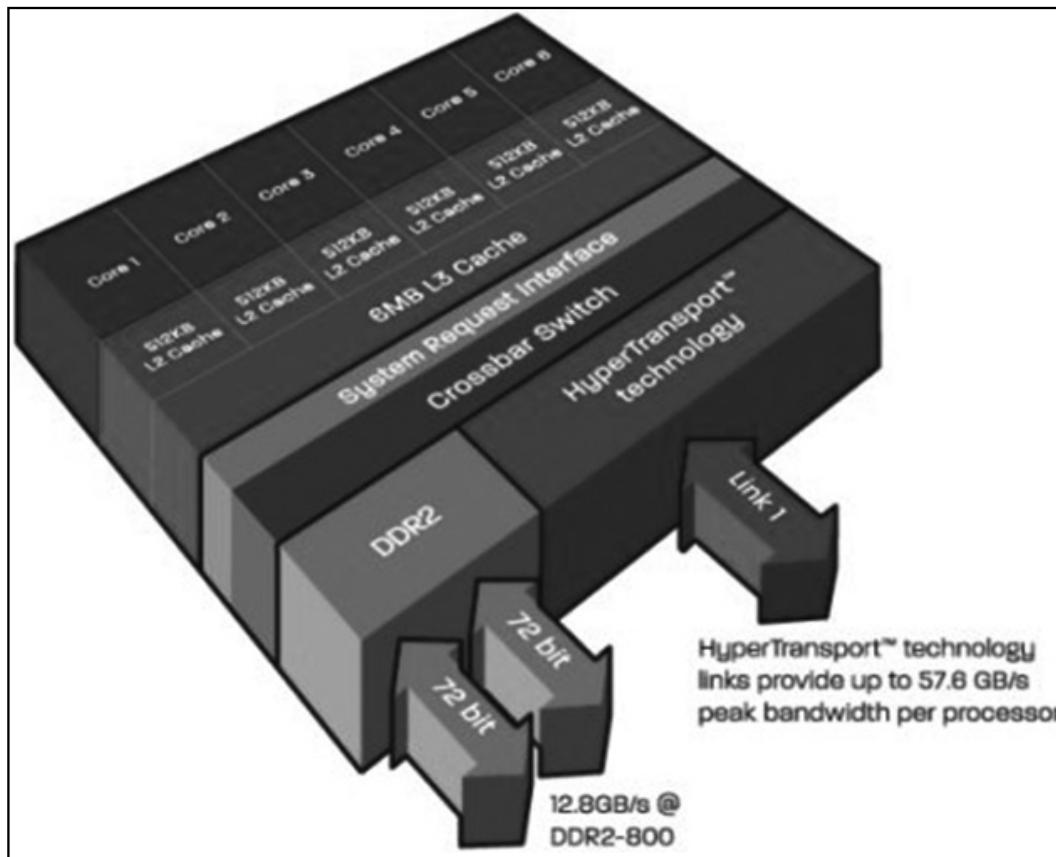
Existem muitos outros fabricantes, como a própria IBM, Cyrix, Nexgen e outras, como vimos anteriormente. Porém, estas não possuem uma grande expressão no mercado de processadores. Inclusive algumas fabricam processadores para outros segmentos do mercado, como, por exemplo, os *mainframes* da IBM. Uma máquina Macintosh, direcionada para o mercado gráfico, também possui o processador PowerPC da IBM e assim por diante.

E devido à grande expressividade que a Intel e a AMD possuem no mercado é que iremos estudar, nesse tópico, algumas das diversas tecnologias utilizadas por esses dois fabricantes.

2 TECNOLOGIA AMD

A atual tecnologia da AMD chama-se Phenom II X6. É um processador de 64 bits (operando também em 32 bits). Suas principais características são memória cache total L2 de 3MB, e L3 de 6MB, *clock* variando de 2.7 GHz a 3.3 GHz, tecnologia CMOS de 45nm SOI e suporte à virtualização.

FIGURA 74 – ARQUITETURA INTERNA DA AMD



FONTE: Disponível em: <http://adrenalin.uol.com.br/files/upload/reviews/2010/amd_phenom2_x6_1090t/scheme.jpg>. Acesso em: 10 maio 2012.

2.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA AMD

Os processadores da linha Phenom II X6 possuem as seguintes características:

- Seis núcleos com tecnologia AMD Turbo Core, que se adaptam dinamicamente às necessidades dos usuários. Quando necessitam de alto processamento, três núcleos passam de 3.2 GHz para 3.6 GHz.
- **AMD64 with Direct Connect Architecture:** melhora a eficiência do processador, habilitando o transporte de 32 bits de forma simultânea, fazendo assim os 64 bits de processamento. Aumenta o desempenho dos aplicativos.
- **Hyper Transport:** aumenta a comunicação entre os circuitos internos do computador, veremos em detalhes mais adiante essa tecnologia.

- **AMD Balanced Smart Cache:** a memória cache L3 é compartilhada, sendo 512KB por núcleo, totalizando 3MB.
- **AMD Wide Floating Point Accelerator:** possui 128 *bits* para cálculos com ponto flutuante, o que dá um considerável aumento no poder de efetuar cálculos matemáticos.
- **Integrated DRAM Controller with AMD Memory Optimizer Technology:** controlador de memória integrado e otimizado, suportando desde memórias DDR2 até DDR3.
- **AMD Virtualization:** recursos aprimorados para aplicativos virtualizados.
- **AMD PowerNow:** recursos avançados para o gerenciamento de energia, ajustando os estados de forma automática em função dos requisitos no momento do processamento.
- **AMD CoolCore:** tecnologia que reduz o consumo de energia do processador, a energia pode ser ligada ou desligada de forma automática em um único ciclo de *clock*, sem alterar o desempenho do processador.
- **Dual Dynamic Power Management:** possui planos de gerenciamento de energia separados por cada núcleo e controlador de memória.

2.2 TECNOLOGIA HyPERTRANSPORT

Essa tecnologia merece destaque, e é um grande diferencial da tecnologia AMD. Uma das principais diferenças entre os processadores AMD e todos os demais processadores existentes no mercado é que eles possuem internamente um circuito chamado controlador de memória, como já foi comentado.

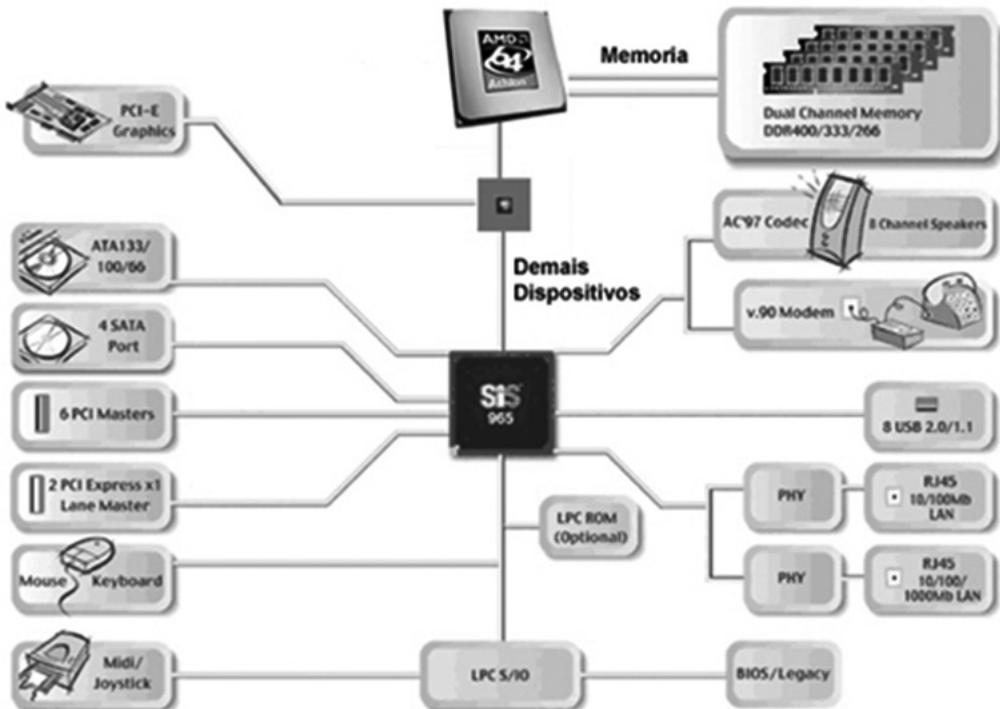
Nos outros processadores, este circuito não existe, e é o *chipset* da placa-mãe (mais especificamente, um circuito chamado ponte norte) que efetua a tarefa de escrita e leitura com a memória RAM.

Já o Phenom II possui dois barramentos externos (essa tecnologia é usada desde o Athlon). Um para o acesso à memória RAM e outro para acesso ao *chipset*. Este segundo barramento é chamado HyperTransport, conforme pode ser visto na figura a seguir.

Teoricamente, esta arquitetura é melhor, já que nos demais processadores só há um barramento externo, que é usado para comunicar-se com o *chipset* (circuito ponte norte). E ele fica responsável por comunicar-se tanto com a memória RAM, quanto com os demais circuitos do micro. Em teoria, o Phenom II pode comunicar-se com a memória e com os demais circuitos do micro ao mesmo tempo, coisa impossível nos demais processadores, por só existir um único caminho de comunicação.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.hardware.com.br/comunidade/fsb-processadores/196331/>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

FIGURA 75 – BARRAMENTO PHENOM



FONTE: Os autores

Também se observa na figura a seguir a utilização de placas com mais de um processador AMD.

FIGURA 76 – BARRAMENTO AMD MULTIPROCESSADOR



FONTE: Disponível em: <www.apple.com/br/macpro/intelxeon.html>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Outra vantagem do HyperTransport é que ele tem um caminho separado para a transmissão e outro para a recepção de dados. Na arquitetura tradicional, um único caminho é usado tanto para a transmissão quanto para a recepção de dados. Em teoria, o Phenom pode transmitir e receber dados ao mesmo tempo para o *chipset*.

FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/689>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

3 TECNOLOGIA INTEL

A atual tecnologia da Intel chama-se i7 em sua terceira geração. É um processador de 64 bits. Suas principais características são memória cache L3, que grava as instruções dos programas, que neste modelo é de 8MB (podendo chegar a até 15MB na versão Extreme Edition).

A Intel supõe que a probabilidade do processador usa o resultado do cálculo atual para os comandos posteriores é grande. Por isso, colocou a cache L3 integrada ao núcleo do processador. Sendo assim, caso o processador utilize algum dado calculado anteriormente, em vez de buscar na memória, busca da cache L3 interna. Como a própria AMD, as memórias *caches* trabalham na mesma velocidade do núcleo da CPU.

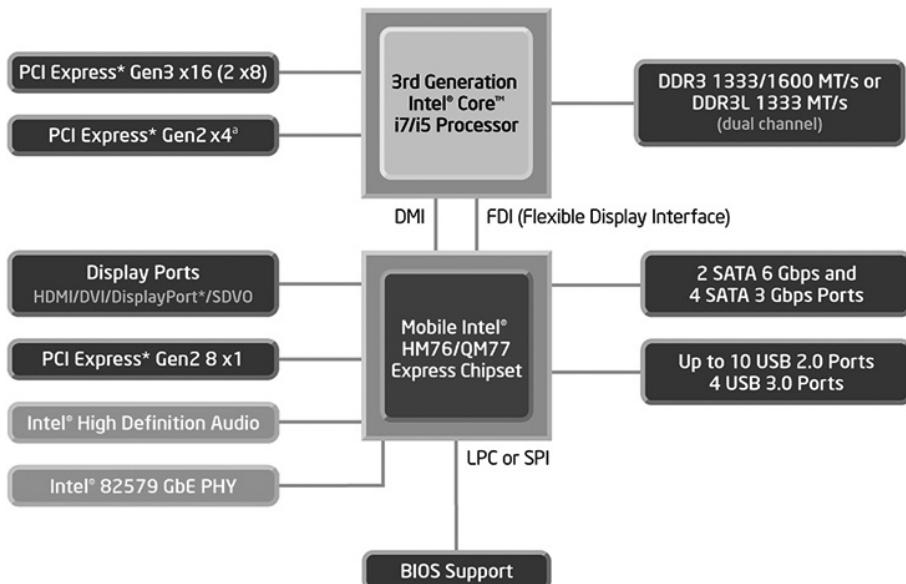
O processador pode ter o *clock* de até 3,9 GHz, quando operando em modo Turbo Boost, que acelera o processador, conforme a demanda no momento.

Possui quatro núcleos, mais quatro *threads* (podendo ser 6 + 6 na versão Extreme Edition). Este processador suporta memória DDR3 de até 1600MHz e trabalhando com quatro canais, ou seja, pode transmitir dados para a memória quatro vezes mais rápido.

Outra grande característica dessa família é ter embutida dentro do próprio processador uma placa de vídeo, o que aumenta consideravelmente o processamento de vídeo, sendo potente até para rodar jogos mais pesados.

A seguir podemos observar a tecnologia Intel juntamente com os demais dispositivos do sistema e o barramento utilizado.

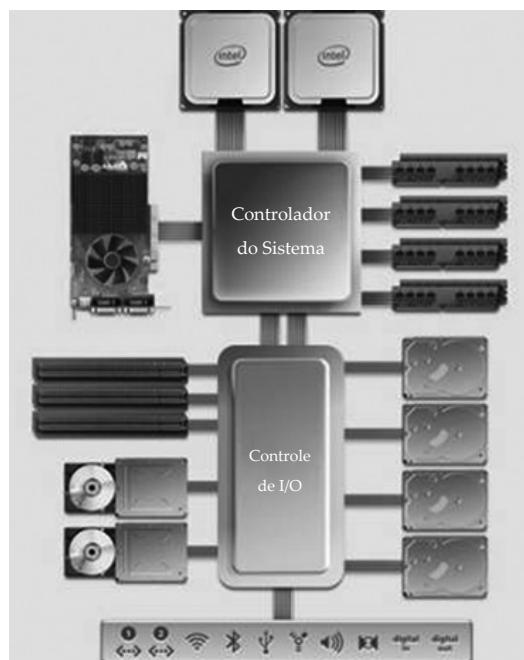
FIGURA 77 – ESTRUTURA DE BARRAMENTOS DO I7



FONTE: Disponível em: <http://www.intel.com/p/pt_BR/embedded/hwsw/hardware/core-hm76/overview>. Acesso em: 10 maio 2012.

Também se observa na figura a seguir a utilização de placas com mais de um processador.

FIGURA 78 – BARRAMENTO MULTIPROCESSADOR



FONTE: Disponível em: <www.apple.com/br/macpro/intelxeon.html>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Os processadores da série i são divididos em:

- I3 (*desktop* e móveis)
- I5 (*desktop* e móveis)
- I7 (*desktop* e móveis)
- I7 *extreme* (processadores de extrema potência e poder – e caros – para os entusiastas).



Os processadores possuem famílias, e sem dúvida uma das famílias mais conhecidas é a Pentium, dada a sua popularização, e ainda, a família i ter pouco mais de três anos.

Os modelos de processadores da Intel com a tecnologia Pentium IV são, entre outros:

- O Pentium M é voltado para o mercado de *notebooks*.
- O processador CETRINO é, na verdade, uma plataforma composta pelo Pentium M, *chipset* Intel e Rede Wireless Intel.
- O Pentium D é o primeiro processador da Intel com dois núcleos.
- O Core Duo é o Pentium D melhorado.
- O Core 2 Duo é o processador Pentium M de dois núcleos para o mercado de *notebooks*;
- O Xeon, Xeon XP são processadores Pentium IV para servidores.
- O Xeon 51xx é um Core 2 Duo para servidores.
- O Core 2 Extreme possui quatro núcleos.

3.1 TECNOLOGIA HT (HYPERTHREADING)

A tecnologia HyperThreading, desenvolvida pela Intel, é mais uma técnica criada para oferecer maior eficiência na utilização dos recursos de execução do processador. Segundo a Intel, a HyperThreading oferece um aumento de desempenho de até 30%, dependendo da configuração do sistema.

A tecnologia HyperThreading simula em um único processador físico dois processadores lógicos. Cada processador lógico recebe seu próprio controlador de interrupção programável e conjunto de registradores. Os outros recursos do processador físico, tais como *cache* de memória, unidade de execução, unidade lógica e aritmética, unidade de ponto flutuante e barramentos, são compartilhados entre os processadores lógicos.

Em termos de *software*, significa que o sistema operacional pode enviar tarefas para os processadores lógicos como se estivesse enviando para processadores físicos em um sistema de multiprocessamento.

O primeiro processador da Intel a implementar a tecnologia HyperThreading foi o Intel Xeon. O Intel Xeon utiliza a arquitetura NetBurst e é voltado para o mercado de servidores. Essa tecnologia deu muito certo. Hoje, praticamente quase todos os processadores da Intel possuem HT. Novos processadores i7 trabalham com até seis núcleos HT na versão Extreme.

Na figura a seguir, podemos observar o funcionamento dos processadores HT com dois programas. Dentro do processador, os dois programas podem estar simultaneamente em execução. Porém, fora do processador eles irão compartilhar o barramento de dados. Observe que são executadas mais instruções do programa 1 (amarelo) do que o programa 2 (azul), pois o amarelo roda num núcleo real, já o azul no núcleo HT.

FIGURA 79 – TECNOLOGIA HYPERTHREADING

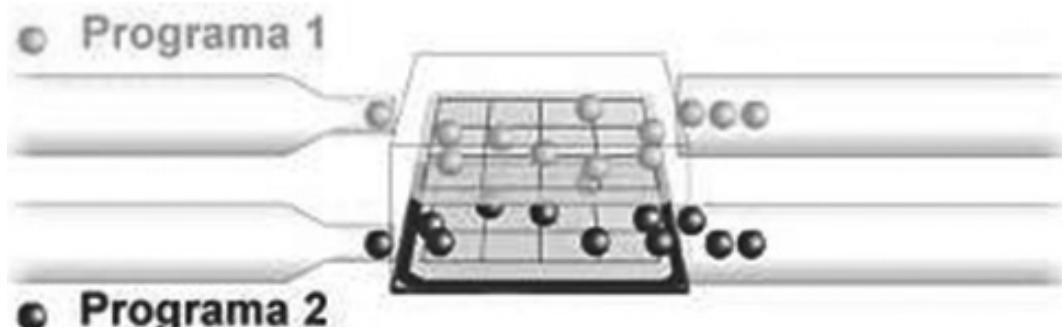


FONTE: Disponível em: <www.dsysteem.com.br/DKD721>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4 TECNOLOGIA DUAL CORE

A tecnologia DUAL CORE, encontrada em alguns processadores Intel e AMD, é na verdade a implementação de dois processadores numa única placa de silício. Como pode ser observado na figura a seguir, os dois processadores internos e o barramento para esses dois processadores são completamente independentes. Dessa forma, é tarefa do sistema operacional decidir qual programa vai utilizar qual processador. Note que os programas executam simultaneamente, de verdade, um dentro de cada núcleo.

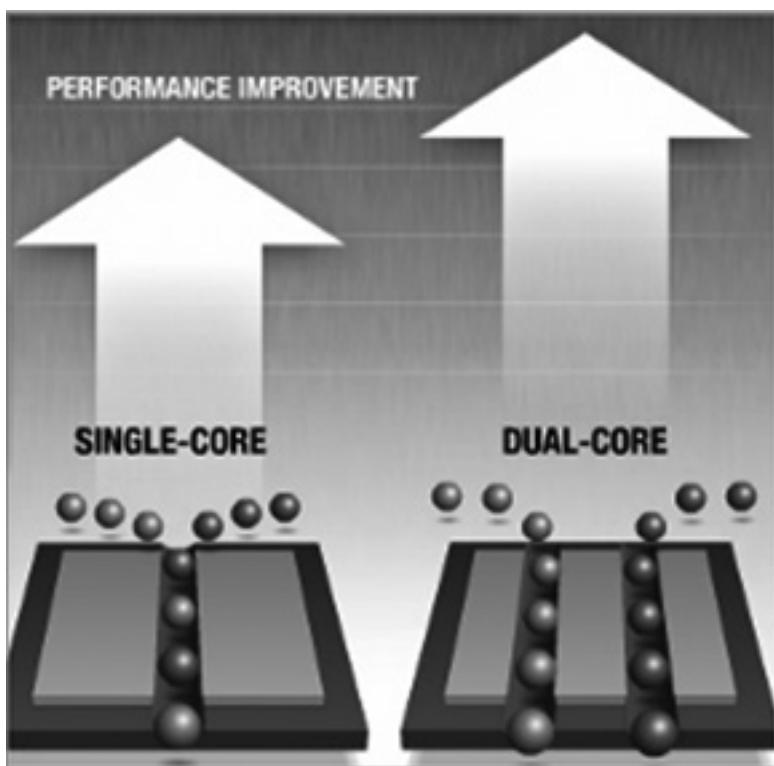
FIGURA 80 – TECNOLOGIA DUAL CORE



FONTE: Disponível em: <www.dsysteem.com.br/DKD721>. Acesso em: 15 fev. 2012.

A figura a seguir ilustra também a forma de processamento em um sistema Dual Core.

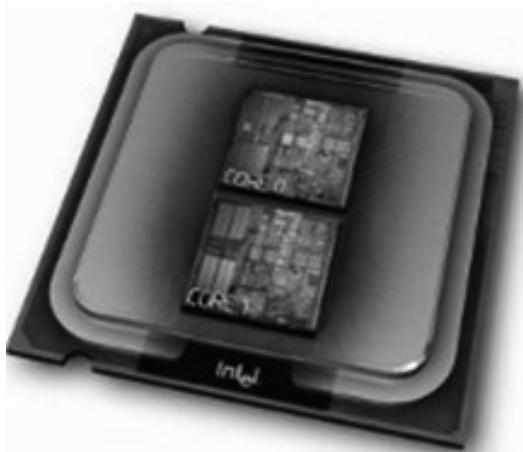
FIGURA 81 – PROCESSADOR DUAL CORE



FONTE: Disponível em: <<http://www.xtrahost.co.uk/files/dual-core-comparison.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

A seguir apresentamos um processador com a tecnologia Dual Core.

FIGURA 82 – NÚCLEO DE UM PROCESSADOR DUAL CORE



FONTE: Disponível em: <http://www.tt-hardware.com/img/news4/news201205_18dujour.gif>. Acesso em: 15 fev. 2012.

5 TECNOLOGIA MULTICORE

Os processadores com vários núcleos simbolizam um avanço dos processadores antigos. Eles são na verdade processadores com dois ou mais núcleos. A sua forma de processamento é idêntica aos processadores Dual Core, porém com a quantidade maior de núcleos.

Vale salientar que, mesmo com multicore, geralmente são associados multi HT, um para cada núcleo.



Caro(a) acadêmico(a), leia o texto a seguir, extraído de "*Inovação Tecnológica*".

Nele você entende o poder dos processamentos com múltiplos núcleos (*multicore*).

PROCESSAMENTO PARALELO CHEGA AOS COMPUTADORES DE MESA

Pesquisadores da Universidade de Maryland, Estados Unidos, deram um passo importante rumo ao objetivo de trazer para os computadores de mesa o poder do processamento paralelo utilizado pelos supercomputadores. Eles criaram uma nova arquitetura que permite que dezenas ou centenas de processadores sejam vistos pelos softwares como se fossem um só.

PROCESSAMENTO PARALELO

Os supercomputadores já utilizam o processamento paralelo há anos. Entretanto, não tem sido possível trazer esse conceito para os computadores pessoais devido à grande dificuldade em se desenvolver programas que tirem vantagem dos múltiplos processadores. Todos os aplicativos conhecidos teriam que ser inteiramente reescritos, e com um nível de complexidade que não estaria ao alcance de muitos programadores.

O processamento paralelo possibilita ao computador fazer várias tarefas simultaneamente, em contraste com o processamento serial dos computadores pessoais atuais, nos quais uma tarefa deve terminar para que a próxima possa se iniciar.

SUPERCOMPUTADOR DE MESA

O novo computador representa, segundo os engenheiros que o criaram, a próxima geração de computadores pessoais. A tecnologia é baseada no processamento paralelo em um único *chip*, conseguindo alcançar velocidades até 100 vezes maiores do que os mais modernos computadores de mesa atuais.

O protótipo, desenvolvido pela equipe do Dr. Uzi Vishkin, utiliza uma placa com as dimensões aproximadas de uma placa-mãe normal, sobre a qual foram montados 64 processadores paralelos. Para controlar esses processadores, os engenheiros desenvolveram uma arquitetura de processamento paralelo que permite que os processadores trabalhem em conjunto, tornando a tarefa de desenvolvimento de aplicativos mais simples e mais rápida.

FONTE: Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 2 jul. 2012.

RESUMO DO TÓPICO 4

Caro(a) acadêmico(a), a seguir se encontra um resumo das tecnologias atuais dos processadores Intel e AMD.

- Os atuais processadores da AMD possuem a tecnologia chamada Phenom II X6, cujas características são:

Processamento 64 Bits
Barramento DDR3
Velocidade Mais de até 3,3 GHz
Núcleos 6
Tecnologias HyperTransport
AMD Virtualization
AMD PowerNow
AMD Wide Floating Point Accelerator

- Os atuais processadores da Intel possuem a tecnologia chamada i7, cujas características são:

Processamento 64 Bits
Barramento DDR3, operando em 4 canais
Velocidade Até 3,9 GHz
Núcleos 6
Tecnologias HyperThreading
Vídeo interno no processador
8MB de cache, podendo chegar a 15MB em alguns modelos

- A tecnologia HyperTransport da AMD faz com que os processadores Athlon acessem a memória sem passar pelo controle do *chip set* da placa-mãe. Esse processo torna a leitura e escrita em memória mais rápida.
- A tecnologia HyperThreading da Intel faz com que em um único processador possam ser executados dois programas paralelamente, pois a HT simboliza dois processadores físicos em um único *chip*. Os processadores HT não podem ser chamados de processadores de dois núcleos, porque alguns dispositivos, como os registradores e *caches*, entre outros, são compartilhados entre os dois seminúcleos de processamento.
- Os processadores DUAL CORE simbolizam processadores com dois núcleos completos.
- Os processadores MULTICORE simbolizam processadores com vários núcleos, podendo chegar a até seis (complementados com mais seis virtuais).

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões a seguir e estará reforçando seu aprendizado. Boa atividade!

1 Destaque as características dos processadores AMD e Intel.



2 Destaque as diferenças de acesso à memória entre os processadores AMD e Intel.



3 Descreva as tecnologias HyperTransport e HyperThreading.



4 Qual a diferença entre os processadores Dual Core e Quad Core?



5 Cite exemplos de processadores Intel com a arquitetura Pentium IV.



6 Cite exemplos de processadores AMD com a arquitetura Athlon.



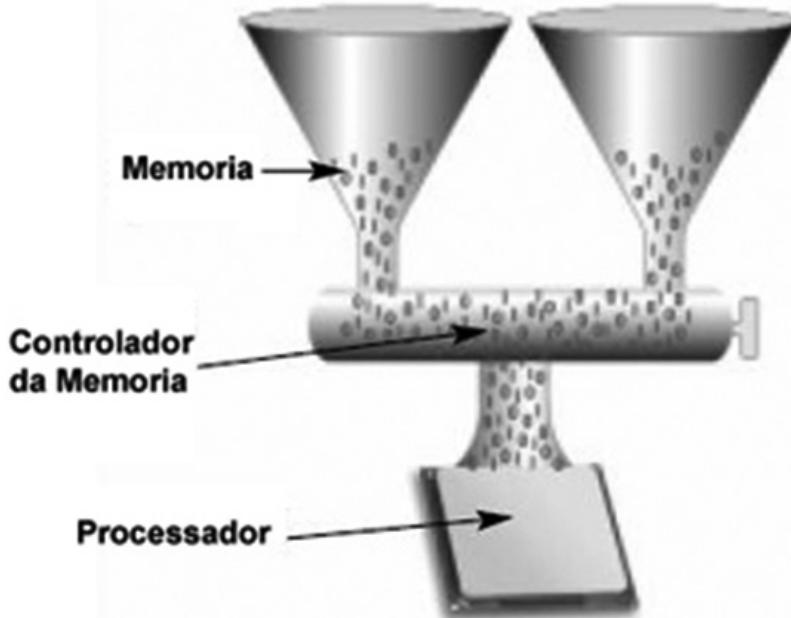
ARQUITETURA DE MEMÓRIAS

1 INTRODUÇÃO

O segundo componente que iremos estudar da arquitetura computacional são as memórias. Como já vimos, o processador interage sempre com a memória principal para a busca dos dados. Esses dados são processados e os resultados desses processamentos também são gravados na memória.

Dessa forma, o processador não encaminha nem recebe dados de nenhum outro periférico sem passar pela memória. Portanto, ela é um dos principais dispositivos encontrados numa arquitetura computacional. Na figura a seguir relacionamos a comunicação do processador com a memória.

FIGURA 83 – COMUNICAÇÃO MEMÓRIA x PROCESSADOR



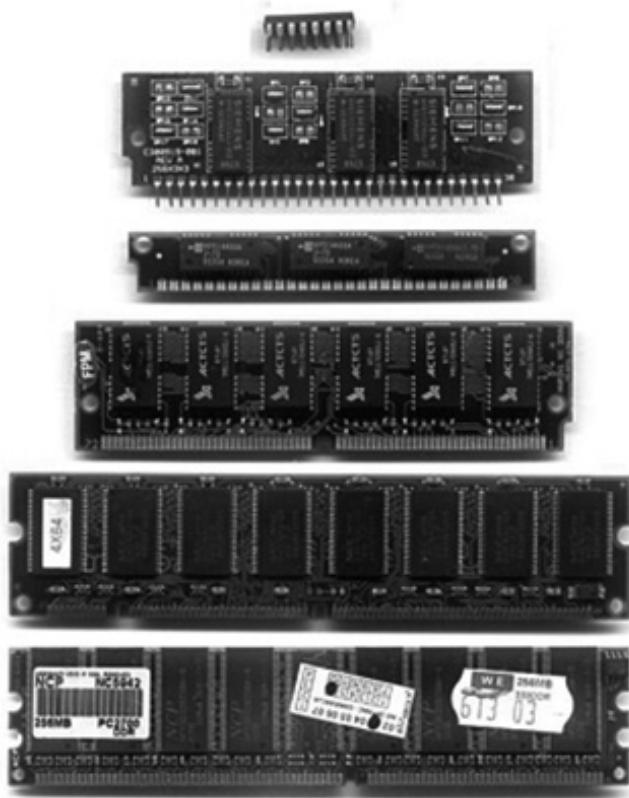
FONTE: Disponível em: <<http://www.baboforum.com.br/idealbb/files/21405-dualch4.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Da mesma forma que os processadores, as memórias possuem características, como:

- frequência de operação, medida atualmente em MHz;
- tamanho do barramento, medida em *bits*;
- taxa de transferência, que se refere à capacidade que a memória possui de transferir dados para o processador ou de receber dados deste, medida em MB/s, dentre outras.

O computador possui diversos tipos de memórias. Podemos encontrar desde memórias dentro do próprio processador, como as memórias *caches* e os registradores, e memórias fora do processador, como as memórias RAMs (Random Access Memory), ROMs (Read Only Memory), HDs, CDs/DVDs/BluRays, fitas magnéticas etc. (os dispositivos como CD/DVD, HD são considerados memórias de massa, também conhecidas como memória secundária).

FIGURA 84 – EVOLUÇÃO DAS MEMÓRIAS



FONTE: Disponível em: <http://i4.ebayimg.com/05/s/07/6c/c0/d1_2.JPG>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Podem ser vistos na Figura 84 pentes de memória de 256 KB, como a primeira ilustração, até pentes de memória de 1GB, conforme é demonstrado na mesma figura. Com isso, podemos concluir que o tamanho físico das memórias não

aumentou tanto com o passar do tempo, mas sua capacidade de armazenamento sim.

Como exemplo dessa afirmação, basta analisarmos que em 256 KB de capacidade de memória cabem 2.048 vezes num pente de memória de 512 MB. Esse aumento de capacidade de armazenamento em pequenas áreas é devido ao alto grau de encapsulamento dos componentes que formam um *chip* de memória. Hoje em dia, já é comum pentes de 4GB e até 8GB.



Importante salientar que somente máquinas com 64 bits podem utilizar memórias com mais de 4GB, pois a capacidade é dada em função do tamanho do registrador de endereçamento: $2^{\text{qtdBits}} - 1$

Importante salientar que somente máquinas com 64 bits podem utilizar memórias com mais de 4GB, pois a capacidade é dada em função do tamanho do registrador de endereçamento: $2^{\text{qtdBits}} - 1$

Também devemos saber que as memórias do computador são divididas em dois grandes grupos.

No primeiro grupo temos a "**Memória Primária**" ou memória principal, que é definida pela memória RAM. Geralmente, encontramos a memória RAM nas unidades de 1GB, 2GB, 3GB, 4GB, 6GB ou 8GB. Mais capacidade também é suportada, porém em máquinas de maior porte.

No segundo grupo temos as "**Memórias Secundárias**", onde podemos citar todos os demais dispositivos de armazenamento que não sejam a memória RAM. Nesse grupo, encontramos os HDs, CDs/DVDs/BlueRays, pendrives (substitutos dos antigos disquetes), fitas magnéticas, entre outros.

A seguir estudaremos detalhadamente os diversos tipos de memórias RAMs e alguns tipos de memórias secundárias.

As unidades de armazenamento secundárias serão estudadas mais adiante.

2 MEMÓRIA RAM

A Memória RAM (*Random Access Memory*) ou memória de acesso aleatório é um tipo de memória que permite leitura e escrita. É utilizada como memória primária nos computadores, conforme já mencionado. O termo acesso aleatório identifica a capacidade de acesso a qualquer posição da memória em qualquer momento.

FONTE: Disponível em: <www.ceunes.ufes.br/downloads/2/wanderleycardoso-Memórias.ppt>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Pode-se acessar diretamente qualquer parte da memória, ao contrário das memórias ditas sequenciais, onde para se acessar um dado, todos os que vêm antes devem ser percorridos.

Podemos fazer uma comparação entre um CD e uma fita cassette, onde em um CD podemos ir direto a uma determinada faixa e na fita cassette, temos que passar faixa a faixa até chegarmos à música desejada.

A memória RAM também é dita memória volátil, isto é, todo o seu conteúdo é perdido quando a alimentação da memória é desligada.

Algumas memórias RAM necessitam que seus dados sejam frequentemente realimentados (reenergizados), e são designadas por DRAM (*Dynamic RAM*) ou somente RAM Dinâmica. Isso ocorre porque elas não conseguem armazenar o sinal elétrico por muito tempo, por isso o sistema precisa ser eletrificado novamente.

Esse processo é chamado de *Refresh*. Em contrapartida, existem alguns circuitos de memórias RAMs que não precisam ser realimentadas, são as denominadas SRAM (*Static RAM*) ou RAM Estática.

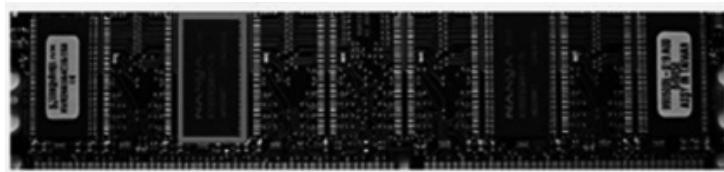
Outro aspecto da memória RAM é que a forma física de uma memória RAM pode ser constituída por um circuito integrado, chamado de DIP, ou por módulos, denominados SIMM, DIMM, SO-DIMM etc. As nomenclaturas utilizadas para as memórias, geralmente definem suas características, como: velocidade, taxa de transmissão etc.

Para computadores pessoais, elas são normalmente adquiridas em “pentes de memória”, que são placas de circuito impresso que contêm várias memórias já montadas e configuradas, de acordo com a arquitetura usada na máquina.

FONTE: Disponível em: <<http://www.edinfo.com.br/curso/curso.html>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Na figura a seguir podemos verificar a diferença entre o pente de memória e o *chip* de memória. Analogamente, podemos dizer que um pente de memória possui diversos *chips* de memória.

FIGURA 85 – DIFERENÇA ENTRE CHIP DE MEMÓRIA E PENTE DE MEMÓRIA



Chip de Memória
Pente de Memória

FONTE: Os autores

2.1 VELOCIDADE DA MEMÓRIA E TAXA DE TRANSFERÊNCIA

A velocidade de funcionamento de uma memória é medida em Hz ou MHz. Este valor está relacionado com a quantidade de blocos de dados (tamanho do barramento) que podem ser transferidos durante um segundo.

FONTE: Disponível em: <missias.webcindario.com/apostilas/RAM.doc>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Portanto, supondo que uma memória opere numa velocidade ou clock de 133 MHz e possua um barramento de 32 bits, podemos dizer que o bloco de dados ou capacidade de transmissão dessa memória é expresso pela fórmula:

- Taxa de Transferência da Memória = Velocidade(**) * Tamanho do Barramento
- Taxa de Transferência da Memória = $133.000.000 \text{ Hz} * 32 \text{ bits} = 4.256.000.000 \text{ bits/s}$
(***) = 0,49 GB/s

** A velocidade sempre deverá ser expressa em Hz. Portanto, 1 MHz = 1.000.000 Hz.

*** A taxa de transferência sempre é expressa em B/s (bytes por segundo), KB/s (Kilobytes por segundo), MB/s (Megabytes por segundo), GB/s (Gigabytes por segundo), etc.

Portanto, 4.256.000.000 bits/s divide-se por 8 para se obter a unidade em B/s, sendo igual a 532.000.000 B/s. Após são feitas sucessivas divisões por 1024 para se obter as demais unidades. Divide-se até onde for possível e no final iremos obter a taxa de aproximadamente 0,49 GB/s.

2.2 MULTI CHANNEL

Multi Channel é a capacidade que as memórias têm de trafegar mais de uma transferência de dados em um único ciclo de *clock*.

Existem algumas memórias RAM que podem efetuar duas transferências de dados no mesmo ciclo de relógio, duplicando a taxa de transferência de informação para a mesma frequência de trabalho.

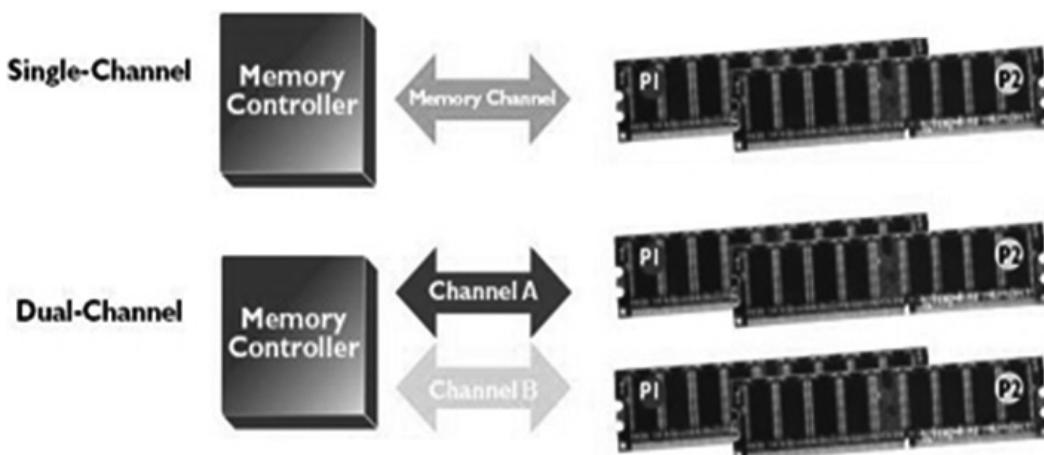
FONTE: Disponível em: <missias.webcindario.com/apostilas/RAM.doc>. Acesso em: 30 ago. 2012.

A colocação dos pentes de memórias em pares, chamada, atualmente, de DUAL CHANNEL, permite multiplicar a taxa de transferência da memória. Sendo assim, o sistema transfere um bloco de dados de cada pente por *clock*. Essa transferência ocorre em canais diferentes e vale lembrar que essa transferência ocorre nas direções Memória → CPU ou CPU → Memória.

Um aspecto importante, a saber, é que a opção de DUAL CHANNEL tem que existir a partir da placa-mãe do computador, e os pentes de memória que formarem os pares deverão ser de mesma velocidade.

Por exemplo, se tivermos quatro *slots* para colocação de pentes de memória, poderemos ter um ou dois pares DUAL CHANNEL, conforme ilustrado na figura a seguir. Se colocarmos pentes em número ímpar, não só a opção de DUAL CHANNEL pode não funcionar, como a própria inicialização da máquina se torna comprometida.

FIGURA 86 – MEMÓRIA DUAL CHANNEL



FONTE: Disponível em: <<http://www.baboforum.com.br/idealbb/files/21405-dualch10.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Dessa forma, se tivermos dois pentes de memória configurados para DUAL CHANNEL com velocidade de 133 MHz e paramento de 32 bits, iremos duplicar a taxa de transferência de 1.11 GB/s para 2.22 GB/s. É uma ótima opção para se melhorar a *performance* do computador.

Da mesma forma, existe o Triple-channel. No modo triplo, a latência da memória é reduzida, devido à intercalação, o que significa que cada módulo é acessado sequencialmente para pequenos pedaços de dados, ao invés de encher completamente um módulo antes de acessar o próximo. Dessa forma, os dados são espalhados entre os módulos em um padrão alternado, triplicando banda de memória disponível.

Essa arquitetura pode ser utilizada quando todas as três, ou um múltiplo de três módulos de memória são idênticos na capacidade e velocidade e são colocados em três canais/ranhuras.

Nas arquiteturas mais modernas, temos o Quadruple-channel, onde as quatro memórias (ou múltiplos de quatro) são acessadas simultaneamente. Isso aumenta em quatro vezes a velocidade da memória. Do mesmo modo, todos os pentes de memória devem ser iguais.

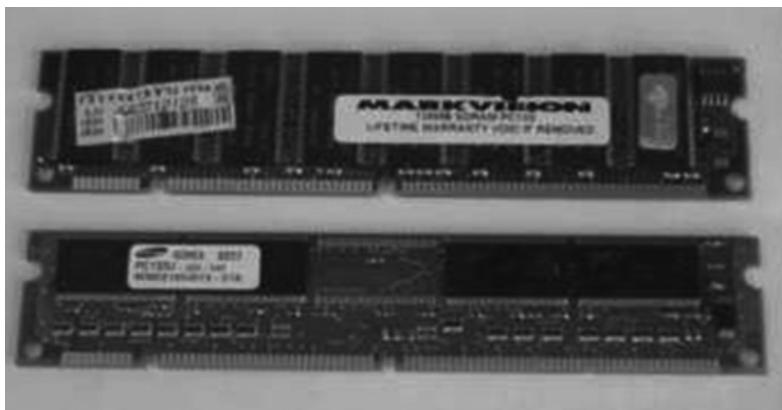
2.3 TIPOS DE MEMÓRIA RAMs

2.3.1 Quanto ao formato usado (SIMM e DIMM)

- **DIMM:** (*Double Inline Memory Mode*). Os módulos de memória de 168 vias. Os módulos DIMM possuem contatos em ambos os lados do módulo. Os módulos DIMM trabalham com palavras binárias de 64 bits. Existem módulos DIMM de memória SDRAM PC-66, PC-100, PC-133, PC-150 etc., onde esse número indica a frequência máxima de operação suportada pelo módulo, ou seja, a sua velocidade.

FONTE: Adaptado de: <www.lfg.com.br/material/.../master_infor_correcaoprova_110807.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

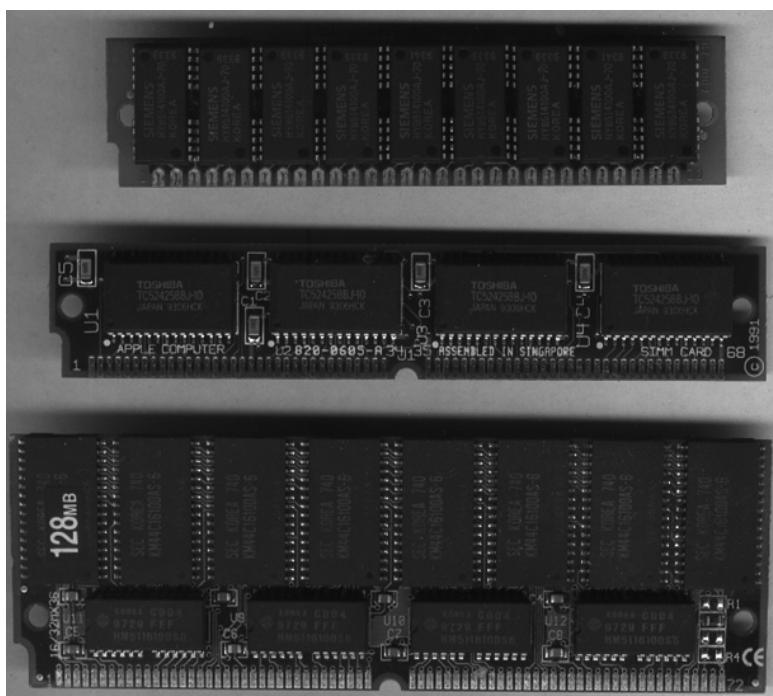
FIGURA 87 – PENTES DE MEMÓRIA DIMM



FONTE: Disponível em: <http://images03.olx.com/ui/7/43/70/1278896969_104694370_1-Memoria-Dimm-128-Mb-JABAQUARA-1278896969.jpg>. Acesso em: 15 maio 2012.

- **SIMM:** (*Single Inline Memory Mode*). São os módulos de memória de 30 e 72 vias, usados em micros 386, 486 e Pentium.

FIGURA 88 – PENTES DE MEMÓRIA SIMM - DO ALTO PARA BAIXO: 30, 60 E 72 PINOS, RESPECTIVAMENTE



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/SIMM_30_68_72.png>. Acesso em: 15 maio 2012.

2.3.2 Quanto à tecnologia usada (EDO, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 e RAMBUS)

- **EDO:** Synchronous DRAM, o tipo de memória encontrada na forma de módulos SIMM. As memórias EDO são assíncronas, isto significa que elas trabalham em seu próprio ritmo, independentemente dos ciclos da placa-mãe.

FONTE: Adaptado de: <www.htbraz.com.br/tutoriais/Montagem/HTTUDO.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

A velocidade padrão de uma memória EDO é de 66 MHz transferindo palavras de 32 bits.

- **SDRAM:** Synchronous DRAM, o tipo de memória encontrada na forma de módulos DIMM. As memórias SDRAM operam sempre sincronizadas com a frequência da placa-mãe. O que explica a existência de módulos PC-66, PC-100, PC-133, PC-150 etc., que indicam a frequência máxima suportada por cada um. Devido a essa sincronização, as memórias SDRAM sempre leem uma palavra binária por ciclo.

- **DDR:** a sigla DDR vem de *double data rate*. Possui 184 terminais. A sigla indica justamente a capacidade das memórias DDR transmitirem dados duas vezes por ciclo, uma transferência no início do ciclo de *clock* e uma segunda transferência no final do pulso. Um módulo DDR de 266 MHz, por exemplo, não trabalha a 266 MHz, mas sim a apenas 133 MHz. Entretanto, como são feitas duas transferências por ciclo, o desempenho é equivalente ao que seria alcançado por um módulo de 266 MHz.

FONTE: Disponível em: <www.okazakienterprise.com/sp/empresas/arquivos/aula06.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2012.

As memórias DDR, em vez de trazerem na sua especificação a velocidade que operam, trazem a taxa de transferência, por isso é comum vermos memórias DDR com as siglas PC-1600 e PC-2100 etc.

Os números referem-se às capacidades teóricas de transmissão de dados dos módulos, respectivamente 1600 e 2100 MB/s.

FONTE: Disponível em: <www.rjunior.com.br/download/DicionarioCaE.doc>. Acesso em: 30 ago. 2012.

- **DDR2:** são as sucessoras das memórias DDR. Possuem 240 terminais. Elas suportarão quatro acessos por ciclo, novamente dobrando a velocidade de transmissão de dados teórica em relação às memórias DDR. Uma vantagem adicional é que utilizarão uma voltagem um pouco mais baixa. Enquanto as memórias SDRAM comuns usam voltagem de 3.3 V e as DDR usam 2.5 V, as DDR II utilizarão apenas 1.8.

FONTE: Adaptado de: <www.rjunior.com.br/download/DicionarioCaE.doc>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Sendo assim, uma memória DDR2 de 200 MHz trabalhando com tamanho da palavra de 64 bits teria capacidade de transmitir informações conforme o cálculo:

- **Taxa de transmissão:** $200\text{MHz} * 64\text{ bits} * 4 = 200.000.000\text{Hz} * 64\text{ bits} * 4 = 6,4\text{ GB/s}$, aproximadamente. Como operam com quatro palavras por ciclo, comumente iremos encontrar uma memória DDR2 com velocidade de 800MHz, que são justamente os 200MHz reais vezes quatro.

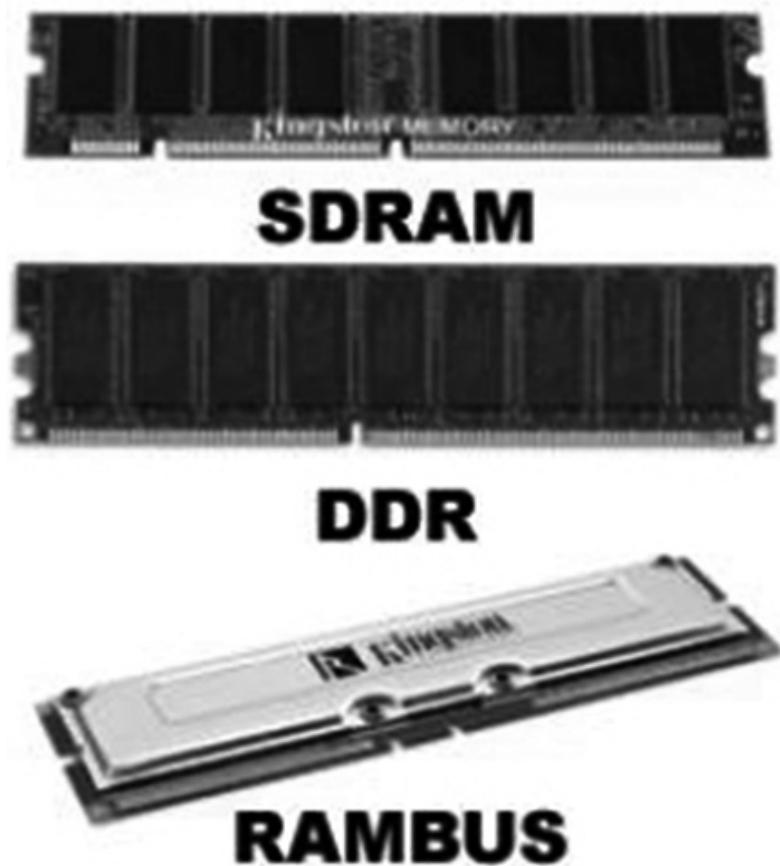
- **RAMBUS:** as memórias RAMBUS são um modelo de memória com alta velocidade. As memórias Direct Rambus, ou simplesmente Rambus, permitem um barramento de dados de apenas 16 bits de largura, em oposição aos 64 bits utilizados pelos módulos de memória SDRAM, suportando, em compensação, velocidades de barramento de até 400 MHz com duas transferências por ciclo, o que na prática equivale a uma frequência de 800 MHz.

Em outras palavras, usando memórias Rambus o processador pode ler menos dados de cada vez, mas em compensação tem que esperar menos tempo entre cada leitura. As memórias Rambus permitem uma banda total de 1.6 Gigabytes por segundo, as mesmas taxas alcançadas por memórias DDR de 100 MHz.

FONTE: Adaptado de: <<http://moysescohen.com.br/Dicionario/dicionario019.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

A seguir, veremos algumas diferenças físicas entre os tipos de memória SDRAM, DDR e RAMBUS.

FIGURA 89 – MEMORIA SDRAM, DDR e RAMBUS



FONTE: Os autores



Deve-se observar que o cálculo para taxa de transferência de uma memória faz as divisões de volumes por 1000 em vez de 1024. Por isso, vemos geralmente impressas nas memórias as classificações PC6400, simbolizando uma memória DDR2 de 6,4 GB/s. Mas, se fizermos o cálculo pela divisão correta, que é 1024, teremos uma memória de aproximadamente 5,96 GB/s. É mais uma jogada de mercado do que cálculo matemático.

- **Memórias DDR3:** o novo modelo de memória para os computadores que substituem os pentes de memória DDR2. Basicamente, a grande diferença entre elas está no fato da memória DDR3 trabalhar com uma voltagem menor que as DDR2, possibilitando assim um menor aquecimento da memória e maiores *clocks*. A voltagem de trabalho da DDR3 é de 1,5V, ao contrário da DDR2, que opera a 1,8V. Isso possibilita as memórias DDR3 trabalharem a frequências de 800 MHz e 1067 MHz, subindo para 1333 MHz e até 1667 MHz.

3 REGISTRADORES

O registrador é a menor unidade de memória encontrada em um computador. É uma unidade de armazenamento pequena e muito veloz, encontrada dentro do núcleo da CPU. Por estar dentro do próprio núcleo, sua velocidade de escrita e leitura é sempre a mesma velocidade do próprio núcleo.

A CPU utiliza os registradores para armazenamento temporário dos dados durante um processamento. O acesso entre a unidade central de processamento e o registrador é mais rápido que o acesso à memória cache.

O tamanho dos registradores não depende do processador em que estão inseridos. Como exemplo, já vimos que tanto os processadores da Intel, quanto os processadores da AMD possuem registradores de 128 bits. O número de registradores dentro do processador influencia um pouco em seu rendimento, mas não de forma expressiva.

Existem registradores específicos, como os ponteiros de pilha ou apontador de programa, e outro de propósito geral, como os acumuladores.

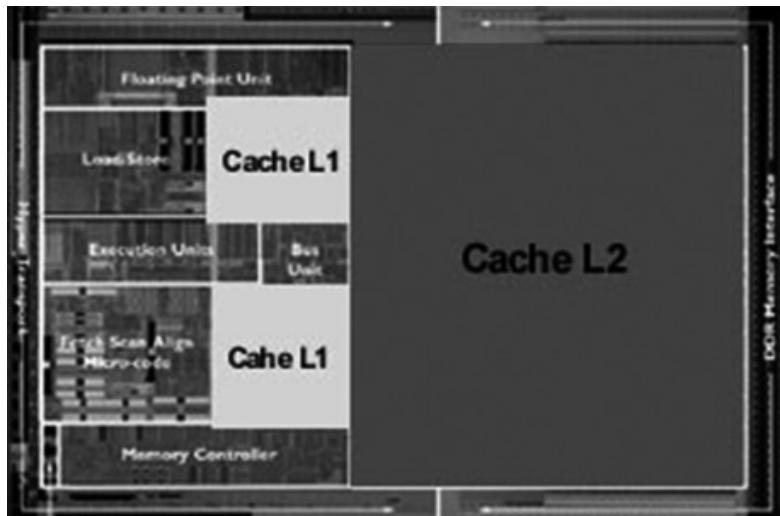
4 MEMÓRIA CACHE

Com a evolução da velocidade dos microprocessadores em relação a das memórias externas, o processador passou a esperar muito tempo para que a memória pudesse abastecê-lo com dados. Pois, o acesso à memória era centenas de vezes mais lento que a capacidade de processamento do processador. Com isso, a probabilidade do processador esperar pela memória é grande.

Para resolver esse problema, a solução foi instalar uma pequena quantidade de memória RAM de alta velocidade no *chip* do microprocessador, acelerando assim o desempenho das memórias externas. A essa memória deu-se o nome de CACHE.

Como pode ser analisado na figura a seguir:

FIGURA 90 – MEMORIA CACHE



FONTE: Disponível em: <http://chip--rchiitect.com/news/Quad_vs_Dual3.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Basicamente, o funcionamento das *caches* se dá do seguinte modo: a memória externa (RAM) abastece as caches internas do processador e o processador, por sua vez, busca os dados e instruções para execução na memória cache. Se a memória cache não tiver a informação que o processador necessita, aí sim, ele irá buscar na memória RAM.

Vale lembrar que hoje a memória cache fica dentro do processador. No passado, ela ficava na placa-mãe.

Uma das características importantes das memórias caches é o seu funcionamento em relação a previsões, ou seja, quando o processador pede um determinado dado que está na memória RAM, esse dado é carregado para a cache, juntamente com mais alguns blocos sucessivos da memória.

Esses blocos sucessivos são carregados na memória cache, pois a cache subentende que as instruções estão armazenadas de forma sequencial na memória. Sendo assim, a chance da próxima instrução que o processador necessita estar armazenada junto às instruções anteriores é grande. Por esse motivo, a cache já carrega essas próximas instruções para que estejam dentro do processador.

Desse ponto de vista, podemos concluir que quanto maior a cache interna do processador, maior será a sua capacidade de processamento, uma vez que uma grande quantidade de dados está perto do núcleo. As memórias caches podem ser divididas em três categorias, classificadas basicamente pela sua função e aproximação do núcleo.

As mesmas serão analisadas a seguir:

4.1 CACHE L1

É uma pequena porção de memória cache presente dentro do processador. Em alguns tipos de processador, como o Pentium 2, o L1 é dividido em dois níveis: dados e instruções. É a memória cache mais próxima do núcleo do processador.

4.2 CACHE L2

Possuindo a cache L1 em tamanho reduzido e não apresentando uma solução ideal, foi desenvolvido a cache L2, que contém muito mais memória que o cache L1.

FONTE: Disponível em: <memoriasac.wordpress.com/tipos-de-memorias/memoria-cache/>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Ela é mais um caminho para que a informação requisitada não tenha que ser procurada na lenta memória RAM. Em relação à cache L1, a cache L2 encontra-se mais afastada do núcleo. Geralmente, é uma cache maior que a L1.

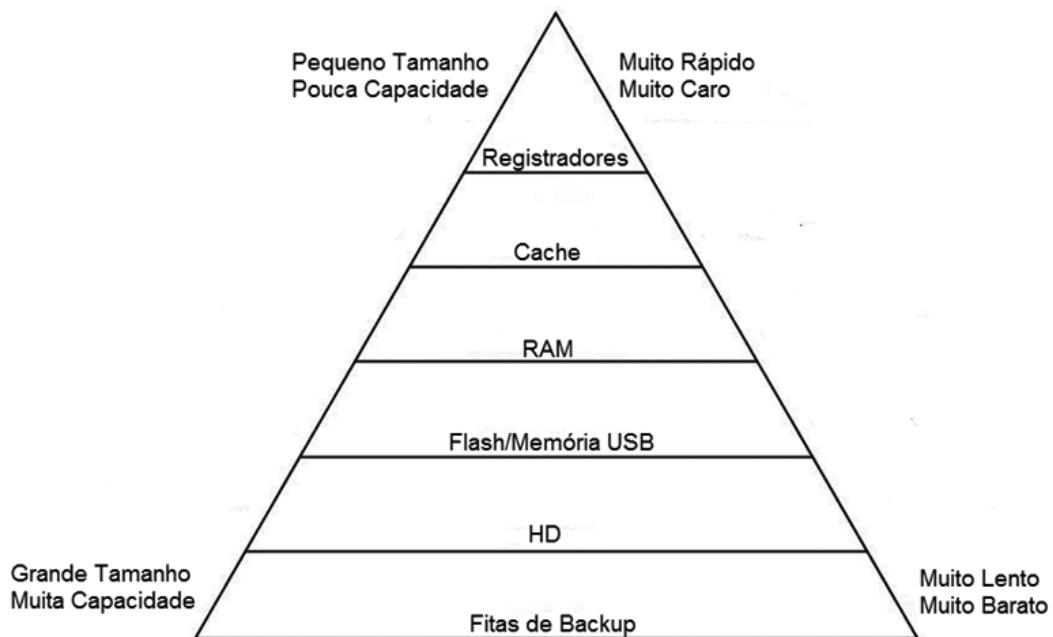
4.3 CACHE L3

É o terceiro nível de cache de memória. Inicialmente, foi utilizado pelo AMD K6-III e encontrava-se presente na placa-mãe e não no *chip* do próprio processador. Hoje, está acoplada ao próprio processador, sendo uma cache de maior tamanho e mais longe do núcleo que a L2.



Atualmente, diversos níveis de cache podem ser encontrados nos processadores. Podemos ter processadores com L1, L2 ou L3 de diversos tamanhos. As configurações de tamanho e velocidade de operação das memórias cache variam de processador para processador.

FIGURA 91 – COMPARATIVO DE TAMANHO/CAPACIDADE VS. VELOCIDADE/CUSTO DAS MEMÓRIAS DO COMPUTADOR



FONTE: Os autores

LEITURA COMPLEMENTAR

TRANSISTORES COM ESTRUTURA 3D EM PROCESSADORES – TRI-GATE

A Intel anunciou um avanço científico e uma inovação histórica, apresentando transistores chamados Tri-Gate, que serão adotados na tecnologia de produção dos próximos processadores ainda este ano, em um *chip* de codinome Ivy Bridge. Além da melhora de *performance*, os transistores tridimensionais permitem que eles sejam colocados mais próximos uns dos outros, economizando espaço no *chip* e permitindo maior quantidade de transistores no processador.

A tecnologia Tri-Gate foi revelada pela empresa pela primeira vez em 2002 e representa uma mudança fundamental na estrutura dos transistores. “Os novos transístores 3D ajudarão a Intel a reduzir dramaticamente o consumo de energia e os custos por transístor, ao mesmo tempo em que melhoram o desempenho”, afirma Paul Otellini, presidente e CEO da Intel.

É essa estrutura 3D que poderá dar continuidade ao ritmo da Lei de Moore (**Gordon Moore**, cofundador da Intel, disse que os transistores ficariam cada vez menores, mais baratos e mais eficientes no consumo de energia).

“Esse marco vai muito além do acompanhamento do ritmo da Lei de Moore. Os benefícios da baixa voltagem e do baixo consumo de energia ampliam em

muito o que normalmente vemos com a transição de um processo tecnológico para o próximo. Esses benefícios darão aos *designers* de produtos a flexibilidade para tornar os atuais dispositivos mais inteligentes, além de criar outros inteiramente novos. Acreditamos que essa inovação ampliará ainda mais a liderança da Intel sobre o resto da indústria de semicondutores”.

Os transistores 3D possibilitam que os *chips* operem em voltagens menores e com menos perdas, fornecendo uma combinação de alto desempenho com eficiência no consumo de energia, se comparado ao melhor transístor da geração anterior. Essas capacidades dão aos projetistas de *chips* a flexibilidade para escolher transístores voltados para baixo e alto desempenho, dependendo da aplicação.

Processador de 50 Núcleos

É bem provável que o PC da sua casa, ou o seu *laptop*, tenha um processador com um ou dois núcleos. Mas, que tal 50 núcleos trabalhando ao mesmo tempo? É o que a Intel apresentou esta semana, durante a conferência de supercomputação SC11, em Seattle, EUA.

A novidade, de codinome “Knights Corner”, é capaz de entregar mais de 1 Teraflop de performance com os núcleos integrados. Só para se ter uma ideia, em 1997 a Intel utilizou 9680 processadores Pentium Pro para alcançar 1 Teraflop. Hoje, essa mesma *performance* é conseguida com um único *chip*.

Na verdade, o novo processador é direcionado para supercomputadores capazes de executar tarefas bastante complexas, como previsão do tempo, tomografia computadorizada, pesquisas científicas e simulações do comportamento de materiais.

O Knights Corner vai utilizar a última tecnologia da empresa, chamada **Tri-Gate**, que é composta de transístores tridimensionais de 22 nm, permitindo ainda mais *performance*. De qualquer forma, a Intel promete que a novidade será compatível com o modelo x86, bastante utilizado atualmente. Outra tecnologia, chamada **MIC (many integrated core)**, permite a “conversa” entre os núcleos para que eles funcionem de maneira mais eficiente. Com o MIC, também não é necessário portar o código para um novo ambiente de programação. Dessa forma, será possível usar o supercomputador em conjunto com outros dispositivos x86 – até mesmo um *desktop*.

FONTE: Disponível em: <<http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/labcd/?p=222>>. Acesso em: 2 maio 2012.

RESUMO DO TÓPICO 5

Caro(a) acadêmico(a), a seguir se encontra um resumo das memórias.

- A memória é um dos principais componentes do computador, pois qualquer comunicação do processador que envolve dados passa necessariamente pela memória.
- Os Registradores são as menores unidades de memória, porém, como ficam dentro do núcleo do processador, são as memórias de mais rápido acesso.
- Memória Cache é a memória interna ao processador. É um tipo de memória mais rápida que a memória RAM, pois trabalha geralmente na mesma velocidade do processador.
- A memória cache é dividida em três níveis: L1, L2 e L3.
- Memória RAM é a principal memória encontrada no computador. É externa ao processador e é onde ficam armazenados os programas durante o processamento.
- A memória RAM é dita como memória primária, e todas as demais memórias (com exceção das memórias *caches* e registradores) são consideradas memórias secundárias, como os HDs, CDs, disquetes, fitas magnéticas, entre outros.
- As memórias são classificadas, dentre outros aspectos, como *single-channel* ou *dual-channel*. *Single-Channel* é quando o sistema consegue ler um pente de memória por ciclo. *Dual-Channel* é quando o sistema consegue ler, no mesmo ciclo, dois pentes de memória, duplicando assim o volume de dados lidos da memória.
- Quanto ao formato, as memórias podem ser SIMM ou DIMM.
- Quanto à tecnologia, podem ser EDO, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 e RAMBUS.
- O custo e a velocidade da memória são inversamente proporcionais ao seu tamanho e capacidade.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões a seguir e estará reforçando seu aprendizado. Boa atividade!

1 Defina qual a importância da memória RAM em um computador.



2 Qual a diferença entre memória primária e memória secundária?



3 O que simboliza o *refresh* nas memórias RAMs?



4 Como funciona a memória *dual channel*?



5 Explique os formatos de memória SIMM e DIMM.



6 Explique as tecnologias da arquitetura de memórias EDO, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 e RAMBUS.



7 Cite os níveis das memórias *caches* e a diferença entre eles.





UNIDADE 3

DEMAIS ASPECTOS DA ARQUITETURA COMPUTACIONAL: PLACA-MÃE, BARRAMENTO, DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Após o término da Unidade 3 você terá a capacidade de:

- conhecer os principais componentes das placas-mães e os demais periféricos que compõem um computador;
- saber escolher as tecnologias de conexão e os dispositivos corretamente;
- conhecer as unidades de armazenamento e as suas funcionalidades;
- analisar as tecnologias de placa-mãe, conexão e armazenamento disponíveis no mercado de acordo com as suas características;
- calcular taxas de desempenho dos dispositivos computacionais.
- trabalhar com vetorização (RAID) de discos.

PLANO DE ESTUDOS

Para a sua melhor compreensão e para que os objetivos dessa unidade sejam cumpridos, ela foi dividida em quatro tópicos. Ao final de cada um deles você encontrará atividades que auxiliarão na apropriação dos conhecimentos.

TÓPICO 1 – PLACA-MÃE

TÓPICO 2 – BARRAMENTOS INTERNOS DA PLACA-MÃE

TÓPICO 3 – BARRAMENTOS EXTERNOS DA PLACA-MÃE

TÓPICO 4 – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO

1 INTRODUÇÃO

A placa-mãe, juntamente com a CPU, também pode ser considerada um dos principais dispositivos encontrados no computador. Também conhecida como Mother Board, a placa-mãe é responsável pela interligação de todos os dispositivos de um computador. É sobre ela que encontramos acoplados o processador e a memória, e a função da placa-mãe entre esses dois dispositivos é a comunicação de dados.

A placa-mãe interliga os diversos dispositivos através do que chamamos de barramentos, que são os caminhos seguidos pelos dados entre os diversos dispositivos, entre os dispositivos e a memória, entre a memória e o processador e demais caminhos necessários tanto para a comunicação de dados, quanto para o envio e recebimento de informações.

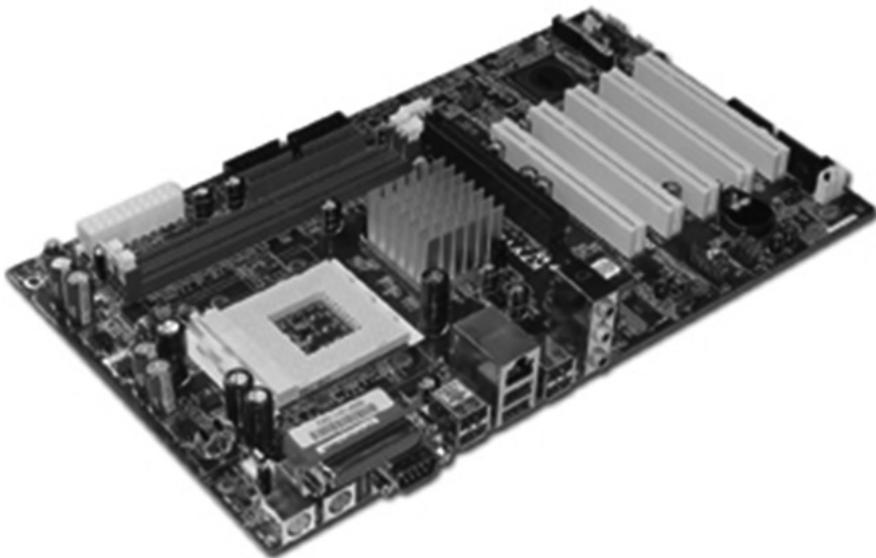
Esses barramentos encontrados na placa-mãe são divididos em dois grupos. Os barramentos internos, ou seja, os que estão implementados na própria placa-mãe, e os barramentos externos, os que são utilizados fora do gabinete. Apesar de o barramento externo ser usado externamente ao computador, todos os controladores desses barramentos devem ser suportados pela placa-mãe. Com isso, dizemos que a placa-mãe deve ter, pelo menos, os conectores desses barramentos para que a comunicação seja efetivada.

A partir dos barramentos, acoplamos à placa-mãe todas as demais placas que o computador necessita. Essas placas são muito conhecidas como placas de vídeo, rede, som, etc. Caso esses dispositivos venham junto com a placa-mãe, dizemos que a placa-mãe é *on-board*; caso venham desacoplados da placa-mãe, dizemos que se trata de uma placa-mãe *off-board*.

Uma placa-mãe *on-board* é mais barata que uma *off-board*, contudo, bastante limitada, e geralmente com poucos *slots* de expansão. Outro problema de uma placa *on-board* é que se algum dispositivo der problema, dependendo da gravidade, a placa toda pode ser inutilizada. Ao passo que nas placas *off-board* o usuário tem a total liberdade e configura os dispositivos que quiser, desde que essa placa seja compatível com tal. Embora de preço mais alto, vale a pena o investimento.

A foto a seguir exibe uma placa-mãe totalmente *off-board*, ou seja, sem dispositivos acoplados.

FIGURA 92 – PLACA-MÃE



FONTE: Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagen:ASRock_K7VT4A_Pro_Mainboard.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2 CIRCUITOS E FUNÇÕES DE APOIO DA PLACA-MÃE

2.1 CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*)

A CMOS é um circuito integrado de baixíssimo consumo de energia, onde ficam armazenadas as informações do sistema, as quais podem ser modificadas pelo programa SETUP. Estes dados são necessários na montagem do microcomputador, refletindo a configuração do *hardware* (tipo de HD, números e tipo de *drivers*, data e hora, configurações gerais, velocidade de memória, etc.), permanecendo armazenados na CMOS e mantidos através da bateria interna.

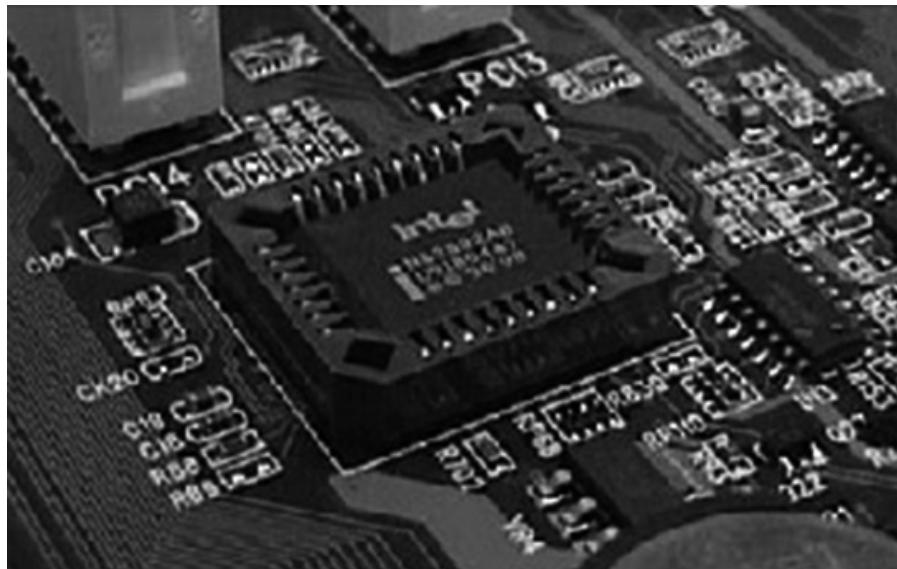
Muitos desses itens estão diretamente relacionados com o processador e seu *chip set*, portanto é recomendável usar o *default* sugerido pelo fabricante da BIOS. Mudanças nesses parâmetros podem ocasionar o travamento da máquina, intermitência na operação, mal funcionamento dos *drivers* e até perda de dados do HD.

Qualquer modificação deve ser feita somente se o usuário conhece realmente o significado dos termos ou, então, por um técnico especializado.

Quando a placa-mãe começa a perder a configuração frequentemente, devemos trocar a bateria interna que se encontra nela, pois toda vez que a bateria não possuir carga suficiente para manter armazenados os dados da CMOS, o computador perde as configurações feitas pelo usuário e retorna às configurações de fábrica, o que, geralmente, não possui a configuração final do computador.

A seguir é observada uma CMOS encontrada nos computadores atuais.

FIGURA 93 – CMOS



FONTE: Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Fig1-b.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2.2 BIOS (*Basic Input Output System*, ou Sistema Básico de Entrada e Saída)

Já sabemos que é na CMOS que ficam gravadas as informações sobre os *hardwares* que temos em nossa máquina para iniciar o computador quando o ligamos. Falamos também que essas informações podem ser alteradas pelo usuário através do programa SETUP. Esse programa grava informações para outro programa, chamado BIOS, que é na verdade o primeiro programa executado pelo computador ao ser ligado. Sua função primária é preparar a máquina para que o sistema operacional, que pode estar armazenado em diversos tipos de dispositivos (discos rígidos, disquetes, CDs etc.), possa ser executado.

Com isso, o BIOS é armazenado num *chip* CMOS e pode ser alterado pelo programa SETUP. Os BIOS mais conhecidos são: AMI, Award e Phoenix. Aproximadamente 50% dos micros utilizam BIOS AMI.



Alguns fabricantes possibilitam a atualização do programa BIOS, com a finalidade de corrigir bugs, melhorar desempenho ou até mesmo inclusão de novas funcionalidades. Mas cuidado, a atualização do BIOS é um processo que deve ser feito com muita cautela, preferencialmente por um técnico em informática.

2.3 SETUP

Como já falamos, o SETUP é um programa responsável pela alteração da memória CMOS. Assim como o BIOS, ele se encontra também na CMOS.



Como o SETUP está gravado no mesmo chip de memória ROM que o BIOS, muita gente confunde as bolas, chamando o setup de BIOS ("Fulano, entra no BIOS e configura..."), o que está tecnicamente errado. Nós não entramos no BIOS e sim no SETUP.

2.4 BATERIA

Para que as configurações que gravamos na CMOS não sejam perdidas, os computadores possuem uma pequena bateria na placa-mãe que fica alimentando constantemente a CMOS e também o relógio do micro. Dessa forma não precisamos, toda vez que ligamos a máquina, reconfigurar todo o SETUP.

Essas baterias podem ser de três tipos, conforme veremos a seguir:

- **Baterias de Lítio:** Duram cerca de dois anos, e depois disso precisam ser trocadas. É uma bateria comum, do mesmo tipo usado nos relógios. A maioria dos fabricantes produz esta bateria com o código CR2032. A tensão das baterias desta classe é 3 volts. Para trocá-la basta substituir a bateria. Deve-se apenas tomar cuidado para que esse processo não extrapole 10 minutos, pois isso pode fazer com que os dados configurados na CMOS sejam comprometidos.

- **Baterias de Níquel:** Esta bateria é recarregável, encontrada em placas-mães produzidas há alguns anos. Com o tempo, caiu em desuso. Depois de alguns anos a bateria começa a apresentar problemas, e em alguns casos pode até vazar, danificando componentes da placa-mãe.

FONTE: Adaptado de: <<http://gerds.utp.br/andre/hardware/BIOS.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.



Você encontra as baterias de níquel facilmente nas lojas especializadas em componentes eletrônicos ou em lojas de informática. Para trocá-la, basta retirar a bateria problemática da placa-mãe e soldar a nova. Preste atenção na polaridade e tome muito cuidado para não danificar a placa.

- **Baterias NVRAM:** Raro de se encontrar. É um *chip* CMOS e uma bateria de lítio encapsulados juntos. Tem um grave problema: esta bateria embutida tem duração de cinco a 10 anos. Quando termina a carga desta bateria, não encontramos módulos NVRAM para vender. Os existentes em placas antigas também estão com suas baterias descarregadas, o que inviabiliza a troca. Finalmente, para piorar as coisas, esses módulos são normalmente soldados na placa-mãe, dificultando ainda mais sua substituição.

FONTE: Adaptado de: <<http://gerds.utp.br/andre/hardware/BIOS.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

A seguir observamos a figura de uma bateria de lítio.

FIGURA 94 – BATERIA DE LÍTIO



FONTE: Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Battery-lithium-cr2032.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2.5 PADRÃO AT, ATX, BTX, LPX e ITX

As placas-mãe podem assumir atualmente cinco formatos na sua construção:

- AT (*Advanced Technology*)
- ATX (*Advanced Technology Extended*)
- BTX (*Balanced Technology Extended*)
- LPX (*Low Profile Extension*)
- ITX (*Integrated Technology Extended*)

Basicamente, as placas são muito parecidas. A seguir relacionaremos as especificidades de cada uma.

As placas AT caíram em desuso e hoje foram substituídas pelas ATX, com melhor aproveitamento em relação aos espaços internos do computador, que não eram bem aproveitados pelo padrão AT. Nas placas-mãe ATX os conectores para cabos ficam próximos do disco rígido, da unidade de CD-ROM e da unidade de disquete, não fazendo com que os cabos fiquem embolados dentro do gabinete, como ocorre quando o micro possui uma placa AT.

Nas placas AT o processador é instalado próximo aos *slots* ISA, impedindo a instalação de placas periféricas que sejam maiores que o *slot*, como, por exemplo, placas de som. Já em placas-mãe ATX, o processador é instalado longe dos *slots*, de forma a não atrapalhar a inserção de placas periféricas. Os módulos de memória nas placas AT ficam “espremidos” ao lado da fonte de alimentação do gabinete, dificultando a instalação de memória. Na placa-mãe ATX isso não ocorre, pois os soquetes para a instalação dos módulos de memória ficam em outra posição.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Padrao-ATX/569>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

O formato BTX tem como principal objetivo maximizar a dissipação térmica dos componentes. Comparada com uma placa ATX, há algumas mudanças, como posição dos *slots* (imagine uma ATX vista no espelho, essa é a cara de uma BTX), a distância da placa do chassi do gabinete para a placa-mãe que foi aumentada e a presença de *slots* PCI Express (demandando um conector de energia diferente, a fim de proporcionar mais potência para esta placa).

As placas LPX são usadas em computadores “de marca”, como “Compaq”, por exemplo. Sua principal característica é a ausência de *slots*, pois estes foram transferidos para uma placa separada chamada de *backplane*, que se liga à placa-mãe através de uma conexão especial. Este padrão permite máquinas mais finas.

Já as placas padrão ITX são usadas em micros altamente compactados, propiciando máquinas incrivelmente pequenas (e baratas), pois tudo é *on-board* (áudio, vídeo, *modem*, rede, etc.), sua fonte de alimentação também é reduzida, pois há poucos componentes.

2.6 CHIPSET

O *chipset* visto na figura a seguir é um *chip* responsável pelo controle de uma série de itens da placa-mãe, como acesso à memória, barramentos e outros. Principalmente nas placas-mães atuais, é bastante comum que existam dois *chips* para esses controles: Ponte Sul (l1) e Ponte Norte (l2):

FONTE: Adaptado de: <http://www.inf.ufes.br/~pet/projetos/tutoriais_linux/apostila.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

FIGURA 95 – CHIPSET



FONTE: Disponível em: <<http://www.dmwinfo.com.br/images/chipset2.gif>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

- **Ponte Sul (South Bridge)**: este geralmente é responsável pelo controle de dispositivos de entrada e saída, como as interfaces IDE ou SATA. Placas-mãe que possuem som *on-board* podem incluir o controle desse dispositivo também na Ponte Sul.
- **Ponte Norte (North Bridge)**: este *chip* faz um trabalho “mais pesado” e, por isso, geralmente requer um dissipador de calor para não esquentar muito. A Ponte Norte é responsável pelas tarefas de controle do FSB (*Front Side Bus* - velocidade na qual o processador se comunica com a memória e com componentes da placa-mãe), da frequência de operação da memória, do barramento AGP, etc.

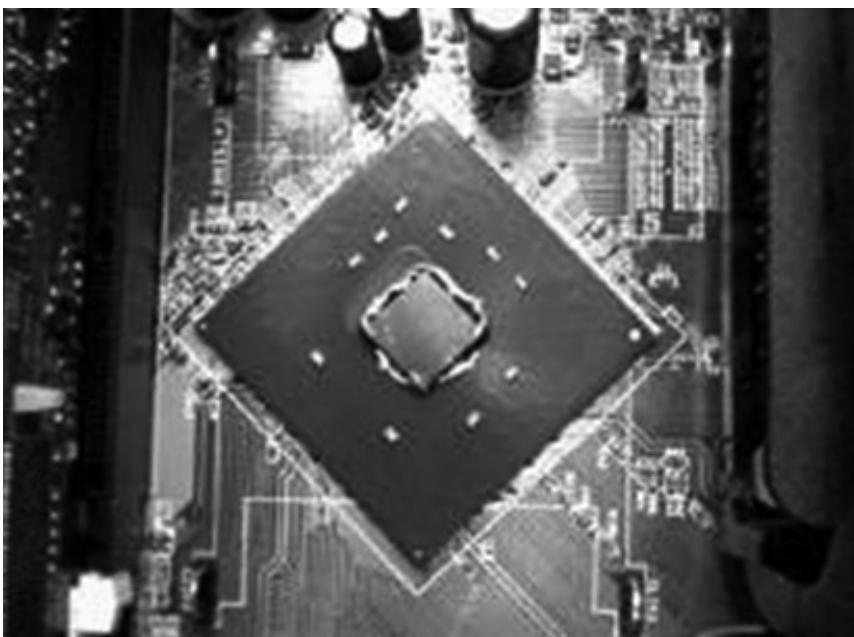
Os *chip sets* não são desenvolvidos pelos fabricantes das placas-mãe e sim por empresas como VIA Technologies, SiS e Intel (esta é uma exceção, já que fabrica *motherboards* também). Assim sendo, é comum encontrar um mesmo *chip set* em modelos concorrentes de placa-mãe.

FONTE: Adaptado de: <http://www.inf.ufes.br/~pet/projetos/tutoriais_linux/apostila.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

Alguns *chip sets* são popularmente conhecidos como TRITON, como os da linha Intel: i430FX Triton, i430HX Triton II, i430VX Triton III , i430TtX Triton IV.

A seguir vemos a imagem de um *CHIPSET* do tipo North Bridge:

FIGURA 96 – CHIPSET NORTH BRIDGE



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d0/Schipset_Norte_North_Bridge.jpg/150px-Schipset_Norte_North_Bridge.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2.7 CLOCKS

Refere-se ao número de pulsos por segundo gerados por um oscilador (na forma de um cristal de quartzo) que determina uma frequência de um processador. Operacionalmente falando, o cristal dentro do oscilador vibra, gerando ondas digitais, às quais damos o nome de *clock*.

A medida do *clock* é Hz, ou seja, a quantidade de ciclos por segundo. Atualmente os processadores e a própria placa-mãe possuem *clocks* tão rápidos que precisam ser medidos em MHz (megahertz - milhões de ciclos por segundo), GHz (gigahertz - bilhões de ciclos por segundo), e assim por diante.

O *Clock* também é responsável pelo *clock* da própria placa-mãe, também chamado de *clock* externo. O *clock* externo das atuais placas-mãe varia de 1 GHz até 3,9 GHz e simboliza a velocidade que os dispositivos comunicam com o processador. Mesmo que a placa-mãe trabalhe com um determinado *clock*, isso não significa que todos os dispositivos conectados nela também trabalhem nessa velocidade. Dependendo do dispositivo, muda-se o *clock*. Com o passar do tempo, os *clocks*, tanto dos dispositivos quanto das placas-mãe, tendem a aumentar de velocidade, assim como tudo na informática.

Por outro lado, o processador trabalha sempre numa velocidade maior que a placa-mãe e, ao mesmo tempo, tem que reconhecer a velocidade desta. Por esse motivo que o processador possui o que chamamos de Multiplicador, que simboliza quantas vezes ele é mais rápido que o *clock* da placa-mãe.

QUADRO 1 – EXEMPLO DE CLOCKS DOS PROCESSADORES EM RELAÇÃO AOS CLOCKS DAS
PLACAS-MÃE

Processador	Clock	Multiplicador
Pentium 133	66MHz	2,0
Pentium 150	60MHz	2,5
Pentium 166	66MHz	2,5
Pentium 200	66MHz	3,0
AMD K5 PR100	66MHz	1,5
AMD K5 PR120	60MHz	2,0
AMD K5 PR133	66MHz	2,0
AMD K5 PR166	66MHz	2,5

FONTE: Os autores



Para identificarmos o *clock* da placa-mãe, temos que verificar o manual do fabricante.

2.8 DMA

O termo DMA é um acrônimo para a expressão em inglês *Direct Memory Access*. O DMA permite que certos dispositivos de *hardware* num computador acedam à memória do sistema para leitura e escrita independentemente da CPU. Muitos sistemas utilizam DMA, incluindo controladores de disco, placas gráficas, de rede ou de som. Esse acesso é controlado pelo *CHIPSET*.

O DMA é uma característica essencial dos computadores modernos. Permite que os dispositivos transfiram dados sem sobrecarregar a CPU. De outra maneira, a CPU teria que copiar todos os dados da fonte até o destino. Isto é tipicamente mais lento do que copiar blocos de dados dentro da memória, já que o acesso a dispositivo de I/O através de barramentos periféricos é mais lento que a RAM. Durante a cópia dos dados a CPU ficaria indisponível para outras tarefas. Desta forma, enquanto um periférico está se comunicando com a memória, a CPU fica livre para efetuar outras tarefas.

FONTE: Adaptado de: <<http://pt.scribd.com/doc/73693084/DMAwiki>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

2.9 BARRAMENTOS

No tópico a seguir iremos estudar detalhadamente os barramentos existentes no computador. Vale a pena iniciarmos nossa conversa sobre barramentos, porque eles representam um dos principais componentes da placa-mãe.

Em primeiro lugar, temos que saber que os barramentos são linhas de comunicação que permitem a interligação entre dispositivos, como o CPU, a memória e outros periféricos. Esses fios estão divididos em três conjuntos:

- Via de dados: onde trafegam os dados;
- Via de endereços: onde trafegam os endereços;
- Via de controle: sinais de controle que sincronizam as duas anteriores.
- Os barramentos também são divididos em grupos, conforme segue:
- **Barramento do Processador:** São os caminhos internos do processador para a transferência de dados e instruções.

- **Barramento de Cache:** É um barramento dedicado para acesso à memória cache do computador.
- **Barramento de Memória:** É responsável pela conexão da memória principal ao processador. É um barramento de alta velocidade.

FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Barramento>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

- **Barramentos Internos:** Trata-se de um conjunto de circuitos e linhas de comunicação internas que ligam as "placas de expansão" ao resto do PC. São definidos como internos, pois ficam dentro do gabinete junto com a placa-mãe. Esses barramentos são, entre outros: ISA, EISA, PCI, AGP e PCI Express.
- **Barramentos Externos:** Da mesma forma que os barramentos internos, são linhas de comunicação que ligam "periféricos", como impressoras, *mouse*, teclado, *modems* ao resto do PC, porém, são dispositivos instalados fora do gabinete. Claro que todas as tecnologias de barramentos externos devem estar internamente implementadas na placa-mãe, seja através de placas de expansão, seja através de *chips* fixados na mesma. Os barramentos externos que iremos estudar são, entre outros: PS/2, Serial, Paralelo, USB, Firewire, PCMCIA, Infrared e Blue Tooth.

RESUMO DO TÓPICO 1

Caro acadêmico, a seguir temos um resumo sobre as placas-mãe:

- A placa-mãe é responsável pela conectividade de todos os periféricos do microcomputador.
- As placas-mãe podem ser *on-board*, com dispositivos como placa de redes e de vídeo acoplados, ou *off-board*, sem nenhum dispositivo acoplado.
- A CMOS é um tipo de memória onde ficam armazenadas todas as configurações do computador.
- O BIOS é o primeiro programa carregado e executado no computador quando ligamos a máquina.
- O SETUP é um programa responsável pela alteração do BIOS.
- O *chipset* é o dispositivo responsável pela comunicação do processador com os periféricos acoplados na placa-mãe.
- O DMA (*Direct Memory Access*) é a tecnologia que permite aos dispositivos comunicarem-se diretamente com a memória sem utilizarem do processamento da CPU.
- Os Barramentos são linhas de acesso na placa-mãe, que interligam fisicamente todos os dispositivos do computador. Neles trafegam dados, endereços e controles.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões a seguir e estará reforçando seu aprendizado.

1 Qual a importância das placas-mãe? Destaque suas funções.



2 Diga qual é a diferença entre CMOS, BIOS e SETUP.



3 Defina as características dos *chipsets*.



4 O que é o *clock*?



5 O que significa e qual a utilização do multiplicador dos processadores?



6 Qual a utilização da tecnologia DMA?



7 Para que servem os barramentos?



BARRAMENTOS INTERNOS DA PLACA-MÃE

1 INTRODUÇÃO

Os barramentos, também denominados de BUS, nada mais são do que caminhos comuns pelos quais os dados trafegam dentro do computador. Estes caminhos são ligações para transporte de dados, através das quais todas as unidades principais do computador são interligadas. Pelo BUS estas unidades recebem dados, endereços de memória, sinais de controle e energia.

O tamanho de um barramento é importante, pois ele determina quantos dados podem ser transmitidos em uma única vez. Por exemplo, um barramento de 16 *bits* pode transmitir 16 *bits* de dado, e um barramento de 32 *bits* pode transmitir 32 *bits* de dados a cada vez, um de 64, 64 *bits*, e assim por diante.

Todo barramento tem uma velocidade medida em MHz. Um barramento rápido permite transmitir dados rapidamente, tornando as aplicações mais rápidas.

Todos os barramentos têm três partes: um barramento de endereçamento e um barramento de dados. O barramento de dados transfere o dado em si (por exemplo, o valor de memória), o barramento de endereço transfere a informação de onde o dado se encontra e o barramento de controle mantém o sincronismo das atividades.

Os barramentos são encontrados na ligação de qualquer dispositivo, conforme já vimos. Por exemplo, se olharmos uma placa-mãe bem de perto, iremos verificar filamentos de metal impressos nessa placa-mãe. Esses filamentos são, na realidade, os barramentos. Fazem parte do barramento alguns mecanismos físicos de conexão, como os *slots* e os *sockets*. Também não podemos esquecer que os barramentos possuem padrões que determinam, dentre outros aspectos, a velocidade de transferência de dados e a forma como esses dados se movimentam entre:

DISPOSITIVOS ↔ MEMÓRIA ↔ CPU.

A seguir iremos relacionar as tecnologias de barramentos mais conhecidas e também as formas de conexão entre os dispositivos.

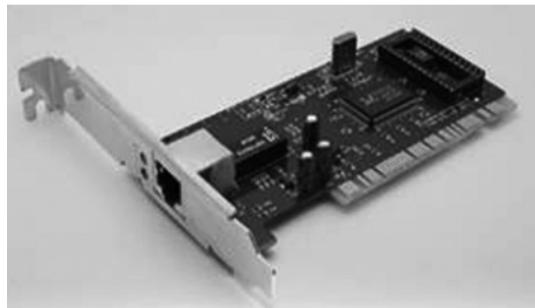
2 SLOTS

Slots são conectores para se encaixar as placas de expansão de um micro, ligando-as fisicamente aos barramentos por onde trafegam dados e sinais. As placas de expansão mais comuns são as placas de vídeo, placa *modem*, placa de rede, etc. Cada *slot* segue um padrão físico de conexão, como tamanho, número de conectores, etc. Esses padrões servem para que os dispositivos conectados através de *slots* sejam sempre conectados aos seus respectivos padrões.

Também se deve saber que cada *slot* físico representa um tipo de barramento lógico, que será visto a seguir. Dessa forma, temos *slots* PCI, *slots* ISA etc...

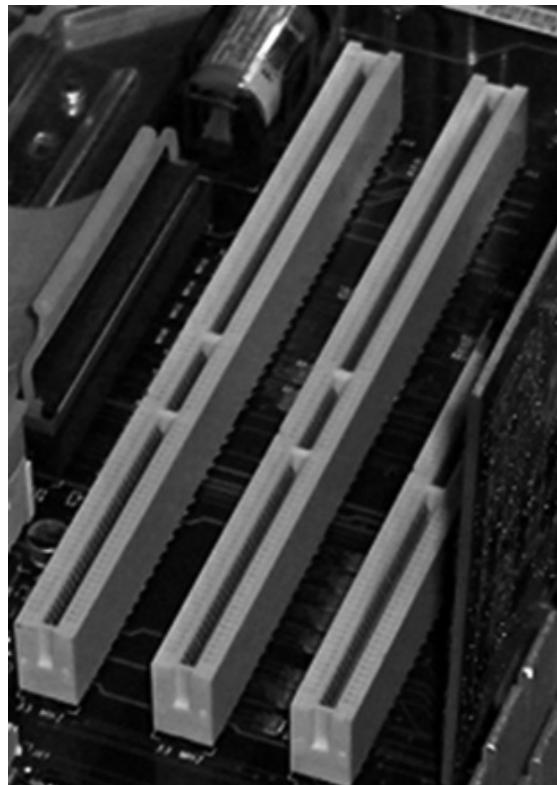
A seguir veremos as imagens de *slots* em uma placa-mãe e de duas placas de expansão.

FIGURA 97 – PLACAS DE EXPANSÃO (REDE E VÍDEO)



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Ethernet_NIC_100Mbit_PCI.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FIGURA 98 – SLOTS



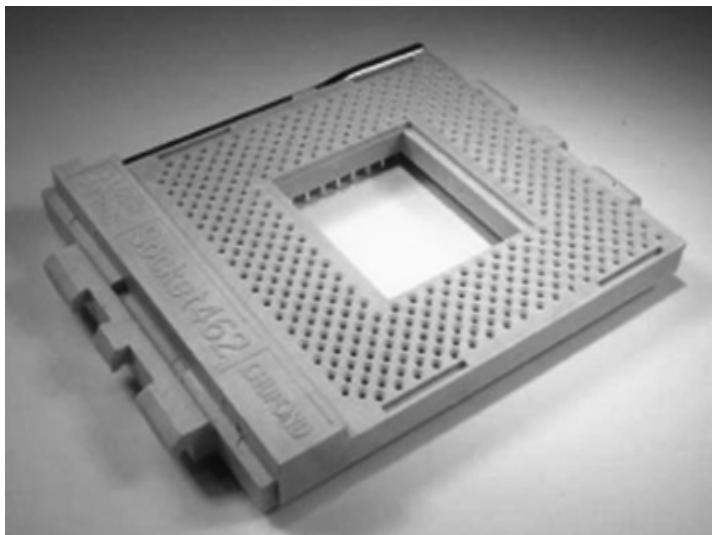
FONTE: Disponível em: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/64bitpci.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3 SOCKETS

O *socket* é um tipo de *slot* especial para os processadores, conforme podemos observar na figura a seguir. Um *socket* possui um determinado número de vias para o encaixe dos pinos dos processadores. Obviamente que, dependendo do tipo de *socket* que uma placa-mãe possui, vai poder suportar um processador ou outro.

Por exemplo, algumas placas-mãe possuem *sockets* que foram projetados para determinados processadores AMD, cujas características de pinagem são exclusivas desse processador. Dessa forma, se você quiser usar um processador Intel, pode haver grandes chances de você ter que trocar a placa-mãe. Pode também ocorrer a possibilidade de você não conseguir fazer um *upgrade* da máquina para outro processador AMD.

FIGURA 99 – SOCKETS



FONTE: Disponível em: <<http://www.chupond.com/PCI,SOJ,mProcessor%20Connectors/0705%20Socket%20A/Socket%20462.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Enfim, tudo isso depende dos padrões de pinagem dos processadores e do *socket* da placa-mãe. Só para exemplificarmos: há *sockets* que podem ser utilizados por determinados processadores, tanto da Intel quanto da AMD; há *sockets* somente para determinados processadores, como, por exemplo, da AMD, e há *sockets* que servem somente para um modelo de processador de um dos fabricantes. Portanto, ao escolher a sua placa-mãe e o processador que irá utilizar, verifique as possibilidades de *upgrades* futuros.

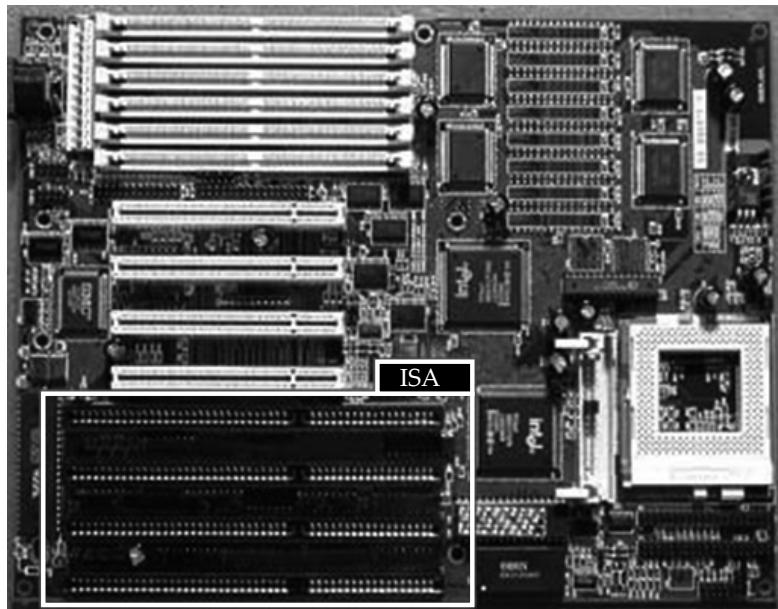
4 PADRÃO ISA

A sigla ISA (*Industry Standard Architecture*) trata-se de um barramento para computadores, padronizado em 1981. O ISA teve dois padrões de mercado, os quais são apresentados a seguir:

- **ISA de 8 bits:** Utilizado para a comunicação com os periféricos em micros antigos. Operava a uma velocidade de 8 MHz utilizando 8 bits para comunicação. Com isso teve uma taxa máquina de transferência de 8 MB/s. Foi o primeiro barramento de expansão.
- **ISA de 16 bits:** Expansão do ISA de 8 bits. Operava a uma velocidade de 8 MHz utilizando 16 bits para comunicação. Com isso teve uma taxa máquina de transferência de 16 MB/s.

A seguir verificamos um *slot* do padrão ISA.

FIGURA 100 – SLOT ISA



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Mainboard_isa.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

5 PADRÃO EISA

O EISA (*Extended Industry Standard Architecture*) é um barramento com maior taxa de transferência, porém, operando na mesma velocidade do padrão ISA, ou seja, a 8 MHz. Porém, utiliza 32 bits para a comunicação, sendo capaz de obter taxas de transferência de 132 MB/s. A seguir verificamos um *slot* do padrão EISA.

FIGURA 101 – SLOT EISA



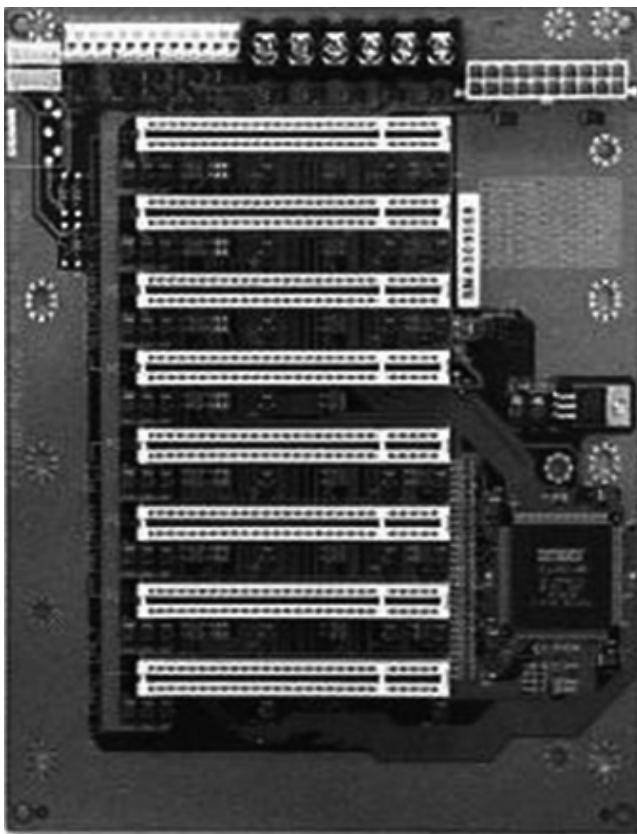
FONTE: Disponível em: <http://content.answers.com/main/content/wp/en-commons/thumb/3/31/300px-EISA_Bus.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

6 PADRÃO PCI

O Barramento PCI (*Peripheral Component Interconnect - Interconector de Componentes Periféricos*) é um barramento criado pela Intel em junho de 1992, juntamente com o processador Pentium. Tem capacidade de trabalhar com transferências de 32 bits a uma velocidade de 33 MHz, oferecendo taxas de transmissão de até 133 MB/s.

De forma geral, os barramentos PCIs são usados por vários tipos de periféricos, como placas de vídeo, placas de som, placas de rede, *modem*, adaptadores USB. A seguir verificamos um *slot* do padrão PCI.

FIGURA 102 – SLOT PCI



FONTE: Disponível em: <<http://www.indocomp.com/ind-pbpci8.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

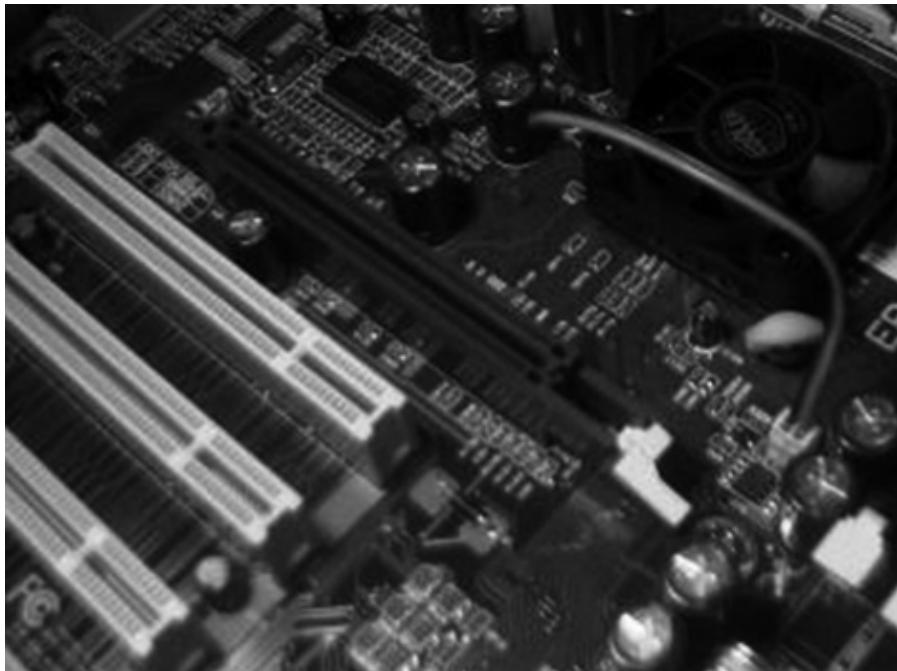
7 PADRÃO AGP

A *Accelerated Graphics Port* (Porta Gráfica Aceleradora) é um barramento de computador que tornou-se o padrão para conexão de placas de vídeo, pois é mais rápido que o PCI. Sua rapidez refere-se ao fato de trabalhar a uma frequência de 66 MHz e tamanho da palavra de 32 bits, dando uma capacidade de transferência de 266 MB/s, o dobro do barramento PCI de 32 bits a 33 MHz. Esse padrão ficou conhecido como AGP 1x. A partir de 2003, novas versões do AGP incrementam a taxa de transferência de 2x a 8x. Todas as versões trabalhavam com 66 MHz, porém transmitindo mais bits por clock. Sendo assim, a tabela abaixo informa as taxas de transmissão de cada barramento AGP.

AGP 1x	→	250 MBps
AGP 2x	→	500 MBps
AGP 4x	→	1000 MBps ou 1 GB/s
AGP 8x	→	2000 MBps ou 2 GB/s

A seguir é apresentado um *slot* AGP:

FIGURA 103 – SLOT AGP



FONTE: Disponível em: <http://slo-tech.com/testi/plate01/agp_slot.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

8 PADRÃO PCI EXPRESS

O barramento PCI Express é o padrão de *slots* para placas PCI de altíssima velocidade. Utiliza para transferência dos dados até 32 canais de transmissão. Os dispositivos atuais operam com um canal, dois canais, quatro canais, oito canais, 16 canais ou 32 canais de transmissão do PCI Express.

A tecnologia PCI Express tem possibilidade de transmissão de 8 *bits* por canal, trabalhando a uma velocidade de 2,5 GHz, dando uma taxa de transferência por canal de 250 MB/s.

Sendo assim, dispositivos que utilizam mais canais de transmissão irão transmitir a taxas maiores, veja a seguir:

- PCI Express 1x → 250 MBps (1 canal)
- PCI Express 2x → 500 MBps (2 canais)
- PCI Express 4x → 1000 MBps ou 1GB/s (4 canais)
- PCI Express 8x → 2000 MBps ou 2GB/s (8 canais)
- PCI Express 16x → 4000 MBps ou 4GB/s (16 canais)
- PCI Express 32x → 8000 MBps ou 8GB/s (32 canais)

8.1 PCI EXPRESS 2.0

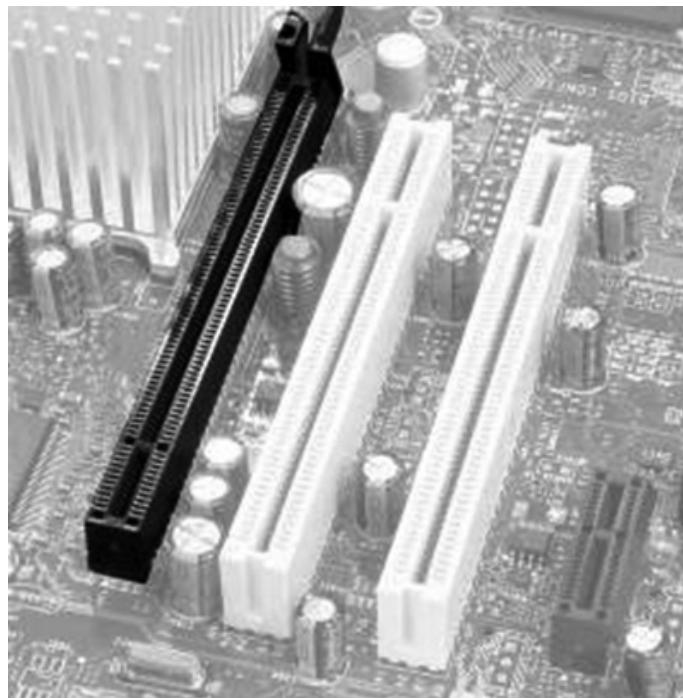
Em janeiro de 2007 foi apresentado o padrão PCI Express 2.0, que oferece o dobro de velocidade do padrão antigo, ou seja, 500 MB/s por canal ao invés dos 250 MB/s.

Sendo assim, a tabela de transferências dos dispositivos por canal é de:

- PCI Express 2.0 1x → 500 MBps (1 canal)
- PCI Express 2.0 2x → 1000 MBps ou 1 GB/s (2 canais)
- PCI Express 2.0 4x → 2000 MBps ou 2 GB/s (4 canais)
- PCI Express 2.0 8x → 4000 MBps ou 3 GB/s (8 canais)
- PCI Express 2.0 16x → 8000 MBps ou 4 GB/s (16 canais)
- PCI Express 2.0 32x → 16000 MBps ou 16 GB/s (32 canais)

A seguir é apresentado um *slot* PCI Express (em preto ao lado dos *slots* PCIs normais).

FIGURA 104 – SLOT PCI EXPRESS



FONTE: Disponível em: <<http://www.karbosguide.com/books/pcarchitecture/images/828.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

8.2 PCI EXPRESS 3.0

Atualmente é o padrão utilizado, nele temos o dobro de velocidade do padrão 2.0, ou seja, 1GB/s por canal ao invés dos 500 MB/s.

Sendo assim, a tabela de transferências dos dispositivos por canal é de:

- PCI Express 2.0 1x → 1000 MBps ou 1 GB/s (1 canal)
- PCI Express 2.0 2x → 2000 MBps ou 2 GB/s (2 canais)
- PCI Express 2.0 4x → 4000 MBps ou 3 GB/s (4 canais)
- PCI Express 2.0 8x → 8000 MBps ou 4 GB/s (8 canais)
- PCI Express 2.0 16x → 16000 MBps ou 16 GB/s (16 canais)
- PCI Express 2.0 32x → 32000 MBps ou 32 GB/s (32 canais)

RESUMO DO TÓPICO 2

Caro(a) acadêmico(a), a seguir se encontra um resumo sobre os barramentos internos:

- Os barramentos internos da placa-mãe são caminhos na placa-mãe por onde trafegam dados, endereços e controles.
- Nas placas-mãe os barramentos são os filamentos de metal que vemos interligando todos os dispositivos.
- As placas de expansão são acopladas ao sistema através de *slots* e dos *sockets*, que também fazem parte do barramento.
- Os *sockets* são conexões exclusivas para os processadores.
- Os *slots* são conexões para as demais placas e periféricos que podem ser acoplados ao computador.
- Os *slots* possuem diversos padrões, os quais se diferenciam pelo formato físico e pela velocidade, dentre outros aspectos.
- Os padrões de *slots* mais encontrados nos computadores são: ISA, EISA, PCI, AGP e PCI Express.
- Conheceu as versões dos barramentos PCI Express usadas atualmente.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico, agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

- 1 Qual a importância do tamanho do barramento interno? Dê um exemplo.



- 2 Quais as duas partes que formam o barramento? O que cada uma faz?



- 3 Defina em poucas palavras os padrões de barramentos:

- a) ISA
- b) EISA
- c) PCI
- d) AGP
- e) PCI Express
- f) PCI Express 2/3



BARRAMENTOS EXTERNOS DA PLACA-MÃE

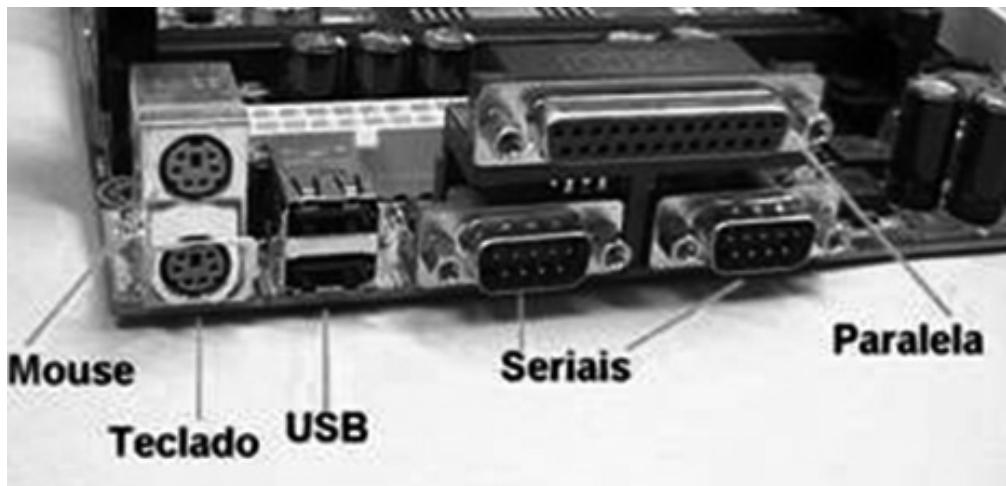
1 INTRODUÇÃO

Da mesma forma que internamente os diversos dispositivos são interligados à placa-mãe através dos barramentos internos, há dispositivos que ficam instalados fora do gabinete do computador. Esses dispositivos são interligados ao computador através do que chamamos de barramentos externos.

Na verdade, cada barramento externo é um padrão de conexão que sempre utiliza para conexão com a placa-mãe um padrão de barramento interno. Normalmente, esse padrão possui o mesmo nome.

Todos esses padrões serão vistos a seguir, juntamente com as características de cada um.

FIGURA 105 – BLOCO DE CONECTORES DE UMA PLACA-MÃE



FONTE: Disponível em: <<http://www.laercio.com.br/ARTIGOS/hardware/hard-011/hard-073.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

2 PS/2

O barramento PS/2 (Personal System/2) é responsável pela conexão dos teclados e *mouses* desse padrão, ao computador. O padrão de barramento externo PS/2 geralmente possui sua conexão interna diretamente ligada à placa-mãe, e externamente é representado por conectores, conforme demonstra a figura a seguir. Esse padrão veio para substituir os conectores antigos para teclados, chamados de DIN. Algumas pessoas referem-se ao padrão PS/2 como Mini-DIN, inclusive. Atualmente esse barramento está caindo em desuso, sendo utilizado em máquinas antigas.

FIGURA 106 – CONECTOR PS/2



FONTE: Disponível em: <http://www.msitec.com.br/images/artigos/suporte/conectores/clip_image002_0008.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Em termos de velocidade de comunicação ou mudanças do sinal, o PS/2 não possui grandes diferenças do padrão DIN ou Serial. Basicamente, esse padrão representa uma diminuição de tamanho dos conectores em relação aos padrões citados acima.

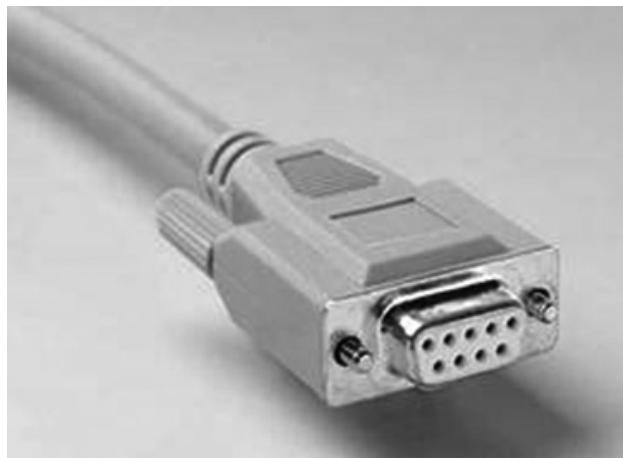
3 SERIAL

No barramento serial, os dados ou caracteres são enviados um a um como um conjunto de *bits*. Diversos dispositivos podem trabalhar com o barramento serial, como *modems*, *mouses*, impressoras, etc. Para conexão com o micro, qualquer placa-mãe, seja AT ou ATX, já vem com um conector serial e os dispositivos possuem um cabo serial para a conexão a esses conectores. O conector da placa-mãe é chamado DB9 macho e o cabo serial que será acoplado a ele possui um DB9 fêmea.

Em relação a velocidades de comunicação, os padrões seriais assumem diversas tecnologias que diferenciam as velocidades dos dispositivos. Essa velocidade é medida em *Bits Por Segundo*, representada pela sigla BPS. Por isso, poderemos encontrar dispositivos de 1200 bps (*bits por segundo*), 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, até velocidades mais altas, como 115.000 bps, 128.000 bps. Para conexão lógica com as placas-mãe os dispositivos seriais utilizam as chamadas portas seriais, representadas no computador pelas siglas: COM1, COM2, COM3, COM4, etc.

Uma vantagem da comunicação serial é que podemos utilizar cabos com um comprimento maior, já que as interferências são menores. Abaixo um exemplo de um conector serial.

FIGURA 107 – CONECTOR SERIAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.msitec.com.br/artigos/07/suporte/fevereiro/conectores.html>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

4 PARALELA

Ao contrário do barramento serial, que transmite os dados *bit a bit*, o barramento paralelo transmite um conjunto de *bits* por vez; na verdade, um conjunto de 8 *bits*. Dessa forma, um barramento paralelo exige no mínimo oito vias para a transmissão dos dados, ao contrário do barramento serial, que transmite utilizando somente duas vias (uma via transmite os dados e uma via recebe os dados).

Sendo assim, na comunicação em paralelo, grupos de *bits* são transferidos simultaneamente (em geral, *byte a byte*) através de diversas linhas condutoras dos sinais. Desta forma, como vários *bits* são transmitidos simultaneamente a cada ciclo, a taxa de transferência de dados é alta.

Fisicamente, a transmissão paralela é representada nos computadores através das portas paralelas, que são interfaces de comunicação entre um computador e um periférico. Quando a IBM criou seu primeiro PC (*Personal Computer* ou Computador Pessoal), a ideia era conectar essa porta a uma impressora, mas atualmente são vários os periféricos que utilizam essa conexão para enviar e receber dados para o computador (exemplos: *scanners*, câmeras de vídeo, unidade de disco removível, entre outros).

Como os *bits* seguem paralelos, uma desvantagem desta comunicação é a velocidade e a distância, pois deve-se manter o sincronismo no cabo de comunicação, o que em longas distâncias é um problema.

A seguir é ilustrada uma figura da porta paralela encontrada nas placas-mãe e o conector paralelo externo.

FIGURA 108 – CONECTOR PARALELO



FONTE: Disponível em: <http://www.skytronic.com/rsc/img/500/501_750.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

5 USB

O Barramento USB simboliza um aperfeiçoamento em relação aos barramentos seriais e paralelos. Na prática ele trabalha da mesma forma que uma porta serial, ou seja, transmitindo os dados *bit a bit*, porém, em velocidades maiores que a comunicação serial.

Outra diferença do barramento USB em relação ao serial deve-se ao fato de o USB poder conectar até 127 equipamentos em cada micro com velocidades de transmissão de 1,5 Mbps 4,8 Gbps, o que dá de 192 KB/s até 600MB/s. Tudo isso sem a necessidade de desligar o computador para fazer as ligações e com o reconhecimento automático dos aparelhos adicionados. É o *Plug and Play* em sua melhor forma.



Plug and Play (*Plugar e Usar*) é uma tecnologia criada em 1993 com o objetivo de fazer com que o computador reconheça qualquer dispositivo instalado, facilitando a expansão e evitando problemas de configuração manual.

Nas figuras a seguir é exibida a porta USB nas placas-mãe, bem como a conexão dos equipamentos através dos cabos USB.

FIGURA 109 – CONECTOR USB



FONTE: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Type_A_USB_connector.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.



Caro acadêmico, leia a seguir o texto extraído de Inovação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 2 jul. 2012. E veja até onde pode chegar a tecnologia USB aliada a outras técnicas.

Equipamentos USB 2.0 poderão se comunicar através da rede elétrica

A velocidade e a facilidade de uso tornaram o padrão USB 2.0 um dos maiores sucessos da indústria de informática. De teclados, impressoras e discos rígidos até brinquedos e resfriadores de suco, o mercado está repleto de equipamentos e quinquilharias que se comunicam ou são abastecidos através de uma porta USB.

Agora, acaba de chegar ao mercado uma solução que vai ampliar ainda mais o leque de possibilidades de uso da interface USB. A empresa Icron Technologies apresentou o protótipo de um hub USB 2.0 que se comunica por meio da rede elétrica comum.

A solução rompe o limite físico da utilização dos equipamentos USB, na medida em que eles não precisarão mais ficar próximos ao computador. O sinal USB viaja através dos fios da rede elétrica da residência ou escritório utilizando a tecnologia HD-PLC, da empresa japonesa Panasonic.

O chipset da Panasonic permite taxas de transferência de dados de 190 Mbps sem qualquer modificação na fiação e nem no computador, que não exige nem mesmo drivers adicionais,

funcionando no padrão plug and play em Windows, Linux e Mac-OS. A empresa Icron Technologies apresentou o protótipo de um hub USB 2.0 que se comunica por meio da rede elétrica comum.

A solução rompe o limite físico da utilização dos equipamentos USB, na medida em que eles não precisarão mais ficar próximos ao computador. O sinal USB viaja através dos fios da rede elétrica da residência ou escritório utilizando a tecnologia HD-PLC, da empresa japonesa Panasonic.

O chipset da Panasonic permite taxas de transferência de dados de 190 Mbps sem qualquer modificação na fiação e nem no computador, que não exige nem mesmo drivers adicionais, funcionando no padrão plug and play em Windows, Linux e Mac-OS.

5.1 USB 2.0

O barramento USB 2.0 ou High-speed USB0 simboliza um barramento USB de alta velocidade. Essa nova versão do USB possui uma taxa máxima de transferência de 480 Mbps, aproximadamente 60 MB/s, bem superior à taxa máxima da USB anterior, de 1,5 MB/s.

Um ótimo avanço em termos de desempenho, porém, a USB 2.0 só irá funcionar nas velocidades mencionadas se todos os dispositivos USB conectados forem também dispositivos com USB 2.0. Sejam periféricos ou HUBs USB.

5.2 USB 3.0

O barramento USB 3.0 foi criado em 2009 e mantém as mesmas arquitetura da versão 2.0, porém com velocidade bem maior, podendo chegar a 4,8 Gigabits por segundo, o equivalente a mais ou menos 600 MB/segundo.

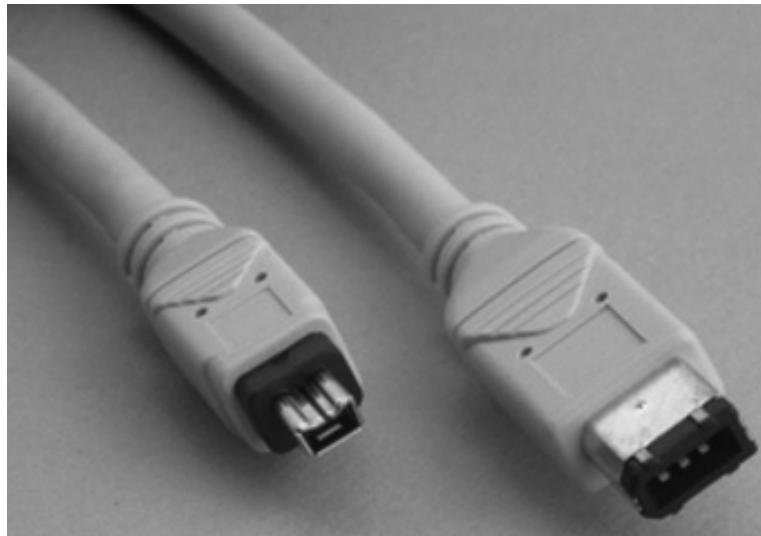
6 FIREWIRE

O padrão de conexão Firewire (traduzido como fio de fogo) surgiu com a ideologia de ser um barramento mais rápido que a USB 1.0. Era, pois operava com uma taxa de transmissão de 100, 200 e 400 Mbps, transmitindo aproximadamente a 50 MB/s contra o máximo de 12 Mbps do USB, que transmitia 1,5 MB/s. Foi criado pela Apple em 1990.

Outra característica das portas Firewire é que permitiam que os dispositivos conectados se comunicassem entre si, sem a intervenção do computador. Uma das desvantagens é que permitiam somente 63 periféricos simultaneamente.

Porém, atualmente as máquinas que viriam com portas Firewire utilizam o padrão USB 2.0, o que fez cair a tecnologia FireWire. A seguir você observa uma porta Firewire com o conector acoplado.

FIGURA 110 – CONECTOR FIREWIRE



FONTE: Disponível em: <<http://www.aydsat.com/tienda/images/Firewire.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

7 PCMCIA

A tecnologia de barramento PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) se refere a uma expansão que os computadores portáteis, como *notebooks* e *handhelds*, possuem para a conexão de dispositivos externos. Da mesma forma que instalamos em nossos computadores novas placas de memória, vídeo, som, fax/modem, instalamos essas mesmas expansões nos *laptop* através das interfaces PCMCIA.

Sendo assim, as interfaces PCMCIA nada mais são do que uma tecnologia diferente para placas de vídeo, cartões de memórias, discos removíveis e demais dispositivos. Todo e qualquer dispositivo externo poderá ser conectado a um computador portátil através dessas placas. Abaixo conferimos uma placa de rede PCMCIA, também podendo ser chamada de “cartão de rede”.

Com a popularização das portas USB 2.0 e 3.0, esse padrão está caindo em desuso.

FIGURA 111 – CONECTORES PCMCIA



FONTE: Disponível em: <<http://www.infosom.net/catalog/images/products/pcm-S.gif>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

8 INFRAVERMELHO/ INFRARED / IrDA

O barramento Infravermelho, também chamado de Infrared ou IrDA (*Infrared Data Association*), é uma tecnologia de comunicação que permite a conexão de dispositivos sem fio ao microcomputador (ou equipamento com tecnologia apropriada), tais como impressoras, telefones celulares, *notebooks* e PDAs.

Para que os equipamentos IrDA se comuniquem é necessário que os dispositivos geradores da luz infravermelha estejam direcionados um para o outro, ou seja, devem estar alinhados a origem e o destino dos dados. Se formos fazer uma analogia, esse tipo de comunicação é a mesma que acontece entre o controle remoto e a TV. Temos que direcionar o controle remoto para a TV, caso contrário o comando não é efetuado. E da mesma forma que cada comando do controle remoto é codificado em infravermelho de formas diferentes, os dados também são codificados como sinais infravermelhos.



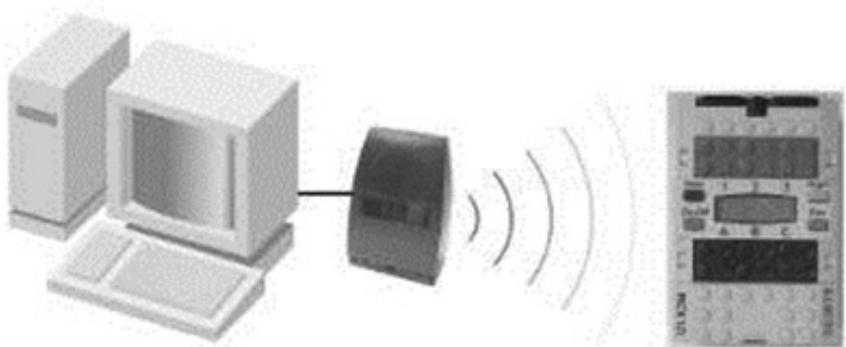
Para conhecer mais sobre a tecnologia apresentada, aconselha-se ler alguns artigos sobre sinais infravermelhos.

Como velocidades de comunicação pelo barramento IrDA temos:

- Versão IrDA 1.0 → com taxas de transmissão de até 115Kbps, ou 15 KB/s
- Versão IrDA 1.1 → com taxas de transmissão de até 4Mbps, ou 5 MB/s

Um dos problemas mais comuns encontrados nas redes infravermelho refere-se à distância entre os dispositivos. Em média a distância máxima entre os dispositivos chega a ser 4,5 metros, sendo que há falhas de comunicação quando as distâncias se tornam maiores. A seguir é observada uma demonstração da comunicação entre dois equipamentos infravermelhos.

FIGURA 112 – COMUNICAÇÃO INFRARED



FONTE: Disponível em: <www.nied.unicamp.br/~siros/slogolego/legorcx.htm>. Acesso em: 15 fev. 2012.

9 BLUETOOTH

A rede Bluetooth transmite dados via ondas de rádio de baixa potência. Ela se comunica em uma frequência de 2,45 GHz (para ser exato, entre 2,402 GHz e 2,480 GHz). Essa banda de frequência, chamada de ISM (*Industrial, Scientific, Medical*), foi reservada por acordo internacional para o uso de dispositivos industriais, científicos e médicos.

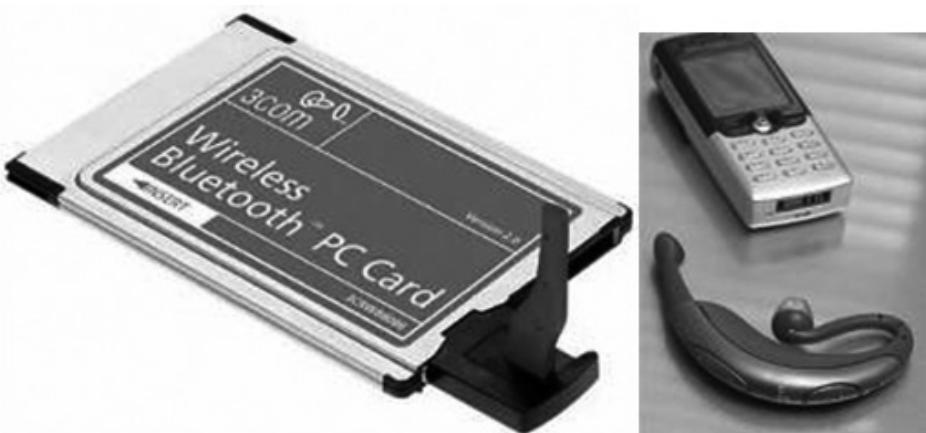
Uma série de dispositivos que você utiliza aproveita essa mesma banda de frequência de rádio. Babás eletrônicas, controles remotos de portas de garagem e a mais nova geração de telefones sem fio usam frequências na banda ISM. Assegurar que todos esses dispositivos Bluetooth não interfiram uns com os outros é parte fundamental do processo.

FONTE: Disponível em: <<http://informatica.hsw.uol.com.br/bluetooth1.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

E para evitar a interferência dos dispositivos Bluetooth em outros sistemas, a tecnologia Bluetooth envia dados com sinais fracos, de cerca de 1 miliwatt. Para comparar, os celulares mais potentes podem transmitir um sinal de 2,5 miliwatts. Se, por um lado, a baixa potência elimina a interferência das redes Bluetooth, por outro lado limita o alcance de um dispositivo Bluetooth a aproximadamente 10 metros. Pode-se transmitir a até 100 miliwatt, alcançando 100 metros de distância.

Como padrão de comunicação, os dispositivos Bluetooth atingem uma velocidade de até 24 Mbit/s. Atualmente temos a versão 3.0. A seguir, demonstramos alguns dispositivos Bluetooth.

FIGURA 113 – EQUIPAMENTOS BLUE TOOTH



FONTE: Disponível em: <<http://static.hsw.com.br/gif/bluetooth-card.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FONTE: Disponível em: <<http://static.hsw.com.br/gif/bluetooth-intro.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

RESUMO DO TÓPICO 3

Caro(a) acadêmico(a), a seguir se encontra um resumo sobre os barramentos externos.

- Os barramentos externos são os padrões de conexão entre equipamentos externos e o processador.
- Esses padrões geralmente utilizam algum padrão de barramento interno para efetivar a conexão.
- Os padrões de barramentos externos mais encontrados atualmente são: PS2, Serial, Paralelo, USB, Firewire, PCMCIA, Infravermelho, BlueTooth, entre outros.
- O padrão Serial e USB efetua a comunicação *bit a bit*, por esse motivo são chamados de seriais.
- O padrão Paralelo efetua a comunicação em grupos de *bits*. Normalmente de 8 em 8 *bits*.
- O padrão USB é uma conexão serial de alta velocidade, se compararmos ao padrão serial normal.
- O padrão Infravermelho é uma tecnologia de comunicação sem fio, da mesma forma que o atual padrão Wireless.
- O padrão BlueTooth é uma tecnologia de comunicação sem fio, da mesma forma que o atual padrão InfraRed, porém com transmissão por ondas de rádio, em vez de luz.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

1 Defina barramento externo.



2 Quais os barramentos externos que foram apresentados?



3 Qual a utilização de cada barramento?



4 Qual a diferença entre os barramentos Seriais, USBs e Paralelos?



DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO

1 INTRODUÇÃO

Os dispositivos de armazenamento, também conhecidos como memória secundária do computador, são dispositivos capazes de receber informações, gravá-las por um período determinado e disponibilizá-las de maneira confiável. Essa é a principal função desses dispositivos.

São conhecidos como unidades de armazenamento não voláteis, ou seja, os dados não são perdidos quando o computador é desligado.

Alguns dispositivos de armazenamento utilizam meios óticos para gravar e ler os dados, como exemplo os CDs e DVDs e BluRays; e outros utilizam meios magnéticos, como os HDs, disquetes, tarja de cartões magnéticos e outros *chips* de memória, como os pen *drivers* e *drives* de SSD.

Os diversos dispositivos de armazenamento possuem características em comum e características definidas unicamente pelas tecnologias com as quais foram construídos. Abaixo iremos apresentar as principais características dos dispositivos de armazenamento.

1.1 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

Simboliza a quantidade de dados que o dispositivo pode armazenar. Geralmente é medido em unidades de massa, como KB (*Kilobytes*), MB (*Megabyte*), GB (*Gigabyte*), TB (*Terabytes*) e assim por diante.

De acordo com cada dispositivo, tem-se distintas unidades máximas de armazenamento. Porexemplo, os disquetes de 3½" armazena aproximadamente 1.44 MB. As unidades de CD possuem capacidades aproximadas de 650, 700 ou 800 MB. Os DVDs armazena de 4.7 a 9.4 (dupla camada) GB. Um disco Bluray pode armazenar 25 GB ou 50 GB se for dupla camada. Um Disco Rígido (HD) armazena atualmente de 200 GB até alguns TB. Um *pendrive* possui quantidades de armazenamento variáveis, desde 1 GB até alguns GB. Há alguns anos, a unidade de medida era KB e MB, hoje já estamos falando em GB e TB.



Que 1 TB é igual a 1024 GB.

1.2 CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO

As capacidades de transmissão dos dispositivos de armazenamento simbolizam a quantidade de dados por segundo que os dispositivos conseguem transferir para o processador. É a mesma medida de transmissão de qualquer dispositivo visto até aqui, ou seja, KB/s, MB/s, GB/s, etc.

De acordo com a tecnologia de barramento que o dispositivo utiliza, a capacidade máxima de transmissão de dados é o limite dessa tecnologia. Por exemplo, dispositivos que utilizam como barramento externo de comunicação as tecnologias USB, Bluetooth, Firewire terão como taxas de transmissão máximas a capacidade de cada tecnologia.

Já os dispositivos que utilizam tecnologias de transmissão próprias possuem outras taxas de transmissão, que serão vistas logo mais. Como exemplo, podemos citar os HDs, CDs, DVDs. A seguir temos uma imagem de um HD, com seus discos.

FIGURA 114 – DISCO RÍGIDO (HD)



FONTE: Disponível em: <<http://www.atera.com.br/figuras/hd80gsatas.gif>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

1.3 CACHE DE ARMAZENAMENTO INTERNO

As unidades de armazenamento também contam com uma memória cache. Ela é uma área de armazenamento de acesso rápido encontrada nos HDs (*Hard Disks*) e outras unidades. Basicamente deve-se pensar na cache das unidades de armazenamento como um reservatório de precaução.

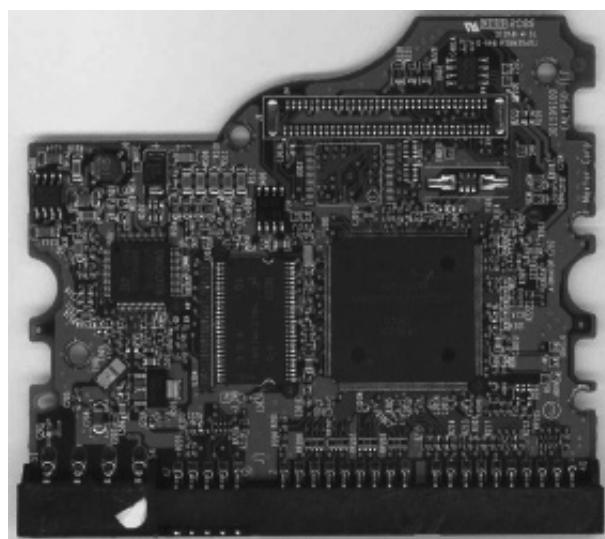
Por exemplo, quando lemos uma pequena quantidade de dados de uma unidade de armazenamento, a própria unidade já coloca os dados armazenados a seguir em cache, com o intuito de que iremos precisar desses dados. Sendo assim, se realmente precisarmos desses dados sequenciais, os mesmos já estarão na cache da unidade e serão lidos diretamente de lá, caso contrário, teriam que ser procurados dentro da unidade de armazenamento e transferidos, processo que levaria mais tempo. Claro que nem sempre os dados que queremos estarão na cache, sendo que a procura e transferência é inevitável.

Esse processo de transferência de dados da unidade de armazenamento para a cache é feito em paralelo ao processamento da CPU. Por exemplo:

- Temos uma unidade de armazenamento de 2MB de cache.
- Lemos dessa unidade 2 MB para a memória.
- Esses dados estão sendo processados pela CPU.
- Paralelamente, a unidade de armazenamento já está colocando mais 2 MB gravados em cache caso o processador queira mais dados.

Esse processo ocorre constantemente. A seguir vemos na placa lógica de um HD os *chips* de memória cache.

FIGURA 115 – PLACA LÓGICA (HD)



FONTE: Disponível em: <<http://www.agathec.com.br/MaxtorD9.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

1.4 ARQUITETURA DE UMA UNIDADE DE ARMAZENAMENTO

As unidades de armazenamento geralmente são constituídas de alguns componentes mecânicos, eletrônicos e lógicos que compõem a sua arquitetura física, conforme demonstrado na figura a seguir:

FIGURA 116 – ARQUITETURA FÍSICA DE UM HD

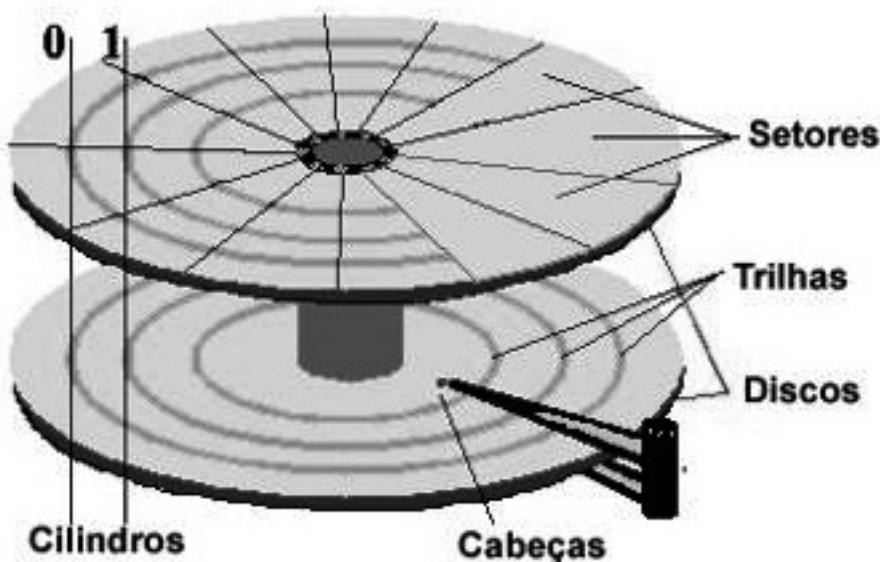


FONTE: Disponível em: <<http://www.g3.x-br.com/hd.gif>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Um dos principais componentes de uma unidade de armazenamento é a mídia ou DISCO (1). Neles é que ficam gravadas as informações, de forma magnética ou em qualquer outro formato. Temos o ATUADOR (2), que é o responsável pelo movimento mecânico do BRAÇO (3) de leitura. Esse movimento mecânico refere-se ao movimento do braço da esquerda para a direita e vice-versa para a procura das informações. Ainda no braço de leitura temos as CABEÇAS (4) de leitura, que são dispositivos capazes de ler e gravar *bits* no disco. Então, dizemos que o braço de leitura posiciona as cabeças para que elas gravem ou leiam os dados da unidade de armazenamento. O CONECTOR (5) é a representação da comunicação externa do HD com a placa-mãe. Atualmente, os conectores mais modernos são SATA3.

Em relação aos componentes lógicos, temos as representações na figura abaixo, que compõem a arquitetura lógica de um HD.

FIGURA 117 – COMPONENTES MECÂNICOS DE UM HD



FONTE: Disponível em: <www.guiadohardware.net/tutoriais/019/print.php>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Um CILINDRO é o número de trilhas das faces de uma unidade de armazenamento. Já os SETORES são as divisões verticais em uma unidade de armazenamento. O tamanho máximo de um setor é de 512 *Bytes* (em discos mais modernos, pode-se optar por setores de 4KB), e ao mesmo tempo ele é a menor unidade de gravação e leitura das cabeças. As divisões horizontais de uma unidade de armazenamento chamamos de TRILHA, e os CLUSTERS são as unidades de leitura e gravação do sistema operacional. Um *cluster* geralmente possui vários setores. Por exemplo, podemos ter *clusters* de leitura e gravação de 2 KB, ou seja, um *cluster* possui quatro setores. Sendo assim, sempre que o sistema operacional vai ler ou gravar um dado no disco, ele lê ou grava um *cluster*.

1.5 DESLOCAMENTO MECÂNICO PARA A BUSCA DE DADOS

Como vimos anteriormente, o braço de uma unidade de armazenamento é o responsável pela movimentação das cabeças de leitura no sentido **Esquerda** \leftarrow \rightarrow **Direita**. Porém, como os dados estão gravados sobre todas as superfícies da unidade de armazenamento, é necessário um movimento rotacional para que toda a superfície seja lida. E esse movimento é feito através de um motor ligado a um eixo, onde a própria unidade de armazenamento também se encontra presa.

Quanto maior a potência desse motor, mais rápido o dado será encontrado, pois a rotação fará com que o dado demore menos para chegar à posição onde as cabeças de leitura se encontram. Como padrões de mercado, as unidades de armazenamento giram mais comumente em 5.400 rpm, 7.200 rpm ou até mesmo 15.000 rpm. Os discos rígidos de *notebooks* possuem velocidade de rotação de 7.200 rpm.



RPM é a sigla de Rotações Por Minuto.

Muitas outras características são relevantes para um bom desempenho das unidades de armazenamento, bem como para a sua confiabilidade. Alguns detalhes a respeito dessas características serão vistos a seguir. Iniciaremos os estudos pelas tecnologias de barramento das unidades de armazenamento.

2 BARRAMENTO DE DADOS DAS UNIDADES DE ARMAZENAMENTO

Como já vimos anteriormente, algumas unidades de armazenamento utilizam as tecnologias de barramentos internos para a transmissão de dados. No caso dos HDs, CDs, DVDs e BluRays, as tecnologias de barramentos que esses dispositivos utilizam são denominadas ATA, SCSI e SATA, entre outras. A seguir iremos explicar com detalhes o seu funcionamento.

2.1 ATA

O barramento ATA (*Advanced Technology Attachment*), trata-se de um barramento de conexão entre as unidades de armazenamento como HDs e CDs com as placas-mãe. Esse padrão também é conhecido no mercado sob a sigla IDE e atualmente está sendo chamado de PATA (Parallel ATA). Em dispositivos como os ZIP Drivers (figura abaixo) o padrão ATA é conhecido como ATAPI (Advanced Technology Attachment Packet Interface), cuja designação formal seria ATA/ATAPI. Mas, siglas vão, siglas vêm, a forma de comunicação desse padrão é o mesmo.

FIGURA 118 – ZIP DRIVE PADRÃO PATA



FONTE: Disponível em: <http://akimages.crossmediaservices.com/dyn_li/80.80.75.0/RSK_imageg_net/graphics/product_images/pRS1R-2754534reg.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2012.

O padrão ATA utiliza para comunicação de dados o barramento de transmissão PARALELO, ou seja, transmite diversos *bits* de dados ao mesmo tempo. Essa conexão é feita através de um cabo paralelo chamado Flat Cable entre a conexão ATA na placa-mãe e do HD. O padrão dos cabos pode ser de 40 vias, com taxa máxima de transmissão de 66 MB/s, ou de 80 vias, com taxa máxima de transmissão de 133 MB/s. Essa diferença dos cabos de 40 e 80 vias refere-se ao fato dos cabos de 80 vias nada mais serem do que cabos de 40 vias com um fio terra para cada via. Isso possibilitou o aumento da frequência de transmissão e, consequentemente, das taxas de transmissão.

Com o passar do tempo, o padrão ATA evoluiu em relação ao seu desempenho, ou seja, a transmissão de dados dos dispositivos para a memória aumentou de tamanho. Isso ocorreu porque os dispositivos ATA antigos utilizavam o processo de transmissão chamado de PIO, e atualmente eles utilizam o processo chamado DMA ou UltraDMA (Direct Memory Access).

No primeiro método (PIO), o processador do micro comanda as transferências entre o disco rígido e a memória RAM. Já no segundo método (UDMA), é o *chipset* da placa-mãe que comanda essas transferências. Isso significa que no modo UDMA o processador da máquina não é utilizado para transferir dados do disco rígido para a memória, o que aumenta significativamente o desempenho do micro, já que o processador ficará livre para fazer outras tarefas durante essas transferências.

Esse aumento de desempenho é demonstrado a seguir:

PIO 0	03,3 MB/s
PIO 1	05,2 MB/s
PIO 2	08,3 MB/s
PIO 3	11,1 MB/s
PIO 4	16,6 MB/s
UDMA mode 1	25,0 MB/s
UDMA mode 2 (UDMA/33)	33,3 MB/s
UDMA mode 3	44,4 MB/s
UDMA mode 4 (UDMA/66)	66,6 MB/s
UDMA mode 5 (UDMA/100)	100,0 MB/s
UDMA mode 6 (UDMA/133)	133,0 MB/s

2.2 SCSI

SCSI (*Small Computer System Interface*) é um padrão de interface paralela usado por computadores Apple Macintosh, alguns PCs e muitos sistemas Unix, para conectar periféricos ao computador (principalmente discos rígidos, CD-ROMs e impressoras).

A interface SCSI provê taxas de transmissão de dados de até 40 MB por segundo. Além disso, pode-se conectar vários acessórios (até sete) em uma única porta SCSI. Por isso o SCSI pode ser considerado um barramento de entrada e saída, ao invés de simples interface.

Pode-se conectar acessórios SCSI no PC inserindo uma placa SCSI em um dos *slots* de expansão. Alguns PCs já vêm com SCSI embutido.

FONTE: Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/52943665/25/%E2%80%A2-SCSI-Small-Computer-System-Interface>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

O comprimento de um barramento SCSI vai de seis a 25 metros, dependendo da tecnologia SCSI do equipamento (desbalanceado ou diferencial). O cabo externo SCSI pode ser de 50, 68 ou 80 vias.

Em relação ao desempenho de transferência do padrão SCSI, o mesmo depende da tecnologia que o adaptador SCSI utiliza. Existem dois padrões: Wide SCSI e Narrow SCSI. Ambos permitem uma velocidade maior no barramento (de 5 a 10 MHz). No entanto, o Wide SCSI usa um cabo adicional de 16 ou 32 bits de largura para enviar dados, o que permite o dobro ou quádruplo da velocidade, respectivamente. Já o Narrow SCSI usa somente 8 bits de largura. O quadro a seguir mostra o comparativo entre esses adaptadores:

QUADRO 2 – COMPARATIVO ENTRE ADAPTADORES

Tipo de SCSI	Wide SCSI (em MB/s)	Narrow SCSI (em MB/s)
SCSI-1	10	5
SCSI-2	20	10
Ultra-SCSI	40	20
Ultra-2 SCSI	80	40
Ultra-3 SCSI	160	

FONTE: Os autores

A seguir, podemos observar um HD SCSI:

FIGURA 119 – HD SCSI



FONTE: Disponível em: <http://img.mercadolivre.com.br/jm/img?s=MLB&f=43132260_2505.jpg&v=P> Acesso em: 15 fev. 2012.

2.3 SATA

O padrão Serial ATA (ou SATA - *Serial Advanced Technology Attachment*) é uma tecnologia para discos rígidos que surgiu no mercado no ano 2000 para substituir a tradicional interface PATA (Paralell ATA ou somente ATA ou, ainda, IDE).

O nome de ambas as tecnologias já indica a principal diferença entre elas: o PATA faz transferência de dados de forma paralela, ou seja, transmite vários bits por vez, como se estivessem lado a lado. No SATA, a transmissão é em série, tal como se cada bit estivesse um atrás do outro. Por isso, você deve imaginar que o PATA é mais rápido, não? Na verdade, não é. A transmissão paralela de dados (geralmente com 16 bits por vez) causa um problema conhecido como "ruído", que nada mais é do que a perda de dados ocasionada por interferência.

FONTE: Disponível em: <<http://www.infowester.com/serialata.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Devido a esse problema, as transmissões não podem assumir grandes velocidades.

No caso do padrão SATA o ruído praticamente não existe, mesmo porque seu cabo de conexão ao computador possui apenas quatro vias e também é blindado. Isso acaba trazendo outro ponto de vantagem ao SATA, pois, como o cabo tem dimensão reduzida, o espaço interno do computador é melhor aproveitado, facilitando inclusive a circulação de ar.

FONTE: Disponível em: <<http://www.infowester.com/serialata.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Há outra característica interessante no SATA: HDs que utilizam essa interface não precisam de *jumpers* para identificar o disco *master* (primário) ou secundário (*slave*).

Outra novidade interessante do SATA é a possibilidade de uso da técnica "*hot-swap*", que torna possível a troca de um dispositivo Serial ATA com o computador ligado. Por exemplo, é possível trocar um HD sem ser necessário desligar a máquina para isso. Este recurso é muito útil em servidores que precisam de manutenção/reparos, mas não podem parar de funcionar.

2.3.1 Velocidade do padrão SATA

O padrão SATA trabalha em três velocidades atualmente:

Padrão SATA I → 150 MB/s. Esse padrão também é conhecido como SATA-150.

Padrão SATA II → 300 MB/s Esse padrão também é conhecido como SATA-300.

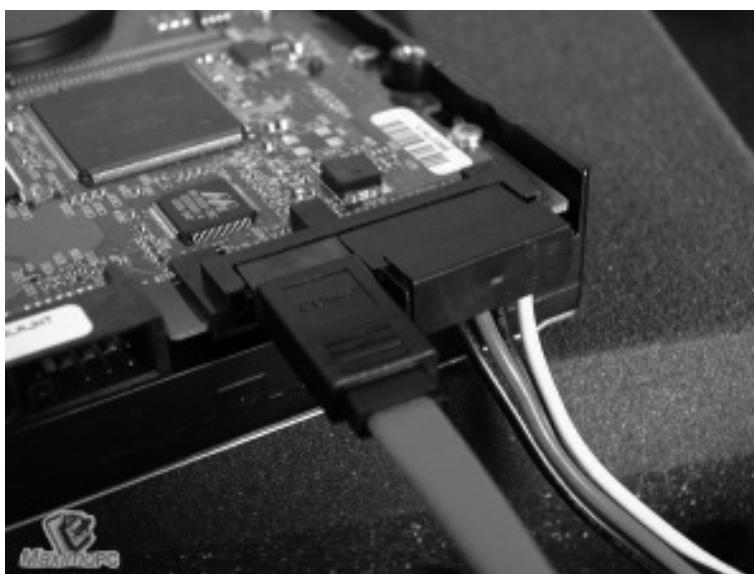
Padrão SATA III → 600 MB/s Esse padrão também é conhecido como SATA-600.



Há outra ressalva importante a ser feita: a entidade que controla o padrão SATA (formada por um grupo de fabricantes e empresas relacionadas) chama-se, atualmente, SATA-IO (SATA International Organization). O problema é que o nome anterior dessa organização era SATA-II, o que gerava certa confusão com a segunda versão do SATA. Aproveitando essa situação, muitos fabricantes inseriram selos da SATA II em seus HDs SATA 1.0 para confundir os usuários, fazendo-os pensar que tais discos eram, na verdade, da segunda geração de HDs SATA. Por isso é necessário olhar com cuidado as especificações técnicas do disco rígido no momento da compra, para não levar "gato por lebre". A SATA-IO chegou a publicar uma nota referente a isso.

A seguir são exibidos um HD SATA, o conector SATA e o cabo SATA.

FIGURA 120 – HD E CABO SATA



FONTE: Disponível em: <<http://www.maximopc.org/images/articulos/37/img.hd.sata.connector.02.jpg>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

3 RAID DE HDs

Como vimos nos tópicos anteriores, a capacidade dos discos de transmitir dados para o processador é diversas vezes mais lento em relação à capacidade do processador. Enquanto os discos estão operando na casa dos MB/s, os processadores já operam em GB/s. Vimos também que um dos discos mais rápidos atualmente no mercado é o SATA III, operando a 600 MB/s. Aí surge a pergunta: E se precisarmos de um melhor desempenho dos discos, o que fazer? A resposta é simples, usa-se RAID. Outro fator importante refere-se à segurança. Como obter *backups* instantâneos dos dados sem perder muito desempenho? Usa-se RAID. Enfim, RAID pode ser usado para diversas situações, e é sobre isso que estudaremos a seguir.

RAID significa *Redundant Array of Independent Disks*, em português: Conjunto Redundante de Discos Independentes. Refere-se basicamente a uma forma de se utilizar diversos discos em conjunto, com a finalidade de duplicação de dados e também o balanceamento do armazenamento de dados em diversos discos.

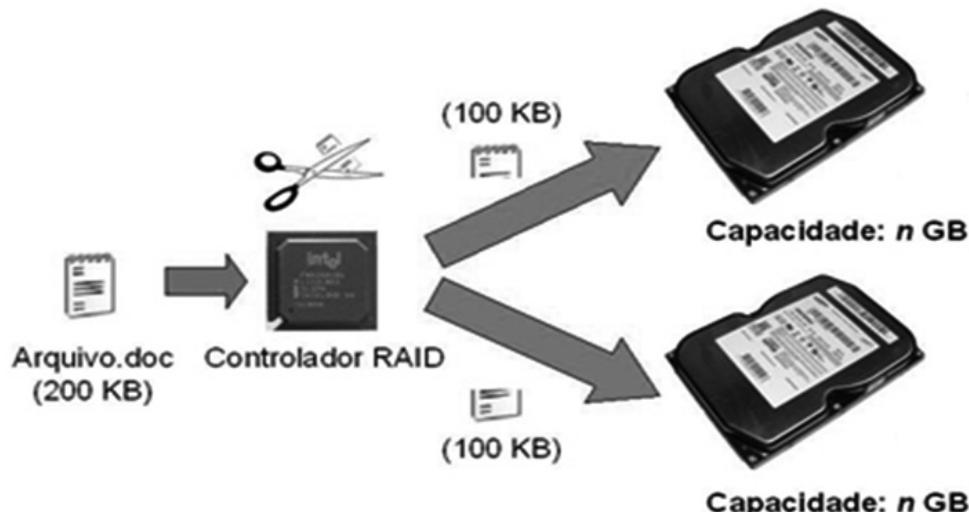
A primeira ideia de RAID foi desenvolvida pela IBM em 1978, para melhorar a confiabilidade e segurança de sistemas através de redundância. Entende-se por redundância a capacidade de gravar o mesmo dado em diversos discos ao mesmo tempo. Depois disso a tecnologia RAID foi sendo aperfeiçoada, chegando aos padrões RAID 1, RAID 2, RAID 3, RAID 4, RAID 5, RAID 0 + 1, RAID 10 e RAID 50. Alguns desses padrões serão vistos a seguir.

O sistema RAID consiste em um conjunto de dois ou mais discos rígidos com dois objetivos básicos: tornar o sistema de disco mais rápido (isto é, acelerar o carregamento de dados do disco), através de uma técnica chamada divisão de dados (*data striping* ou RAID 0) e/ou tornar o sistema de disco mais seguro, através de uma técnica chamada espelhamento (*mirroring* ou RAID 1). Essas duas técnicas podem ser usadas isoladamente ou em conjunto.

3.1 RAID 0

O RAID 0 também é conhecido como DIVISÃO DE DADOS. Para se implementar um RAID 0 utilizamos sempre discos em números pares, por exemplo, 2, 4, 6, 8, etc... Sendo assim, ao gravarmos uma informação, o sistema RAID divide essa informação em “N” partes. Essas “N” partes são exatamente o número de discos do sistema. Um exemplo de RAID 0 é visto na figura a seguir:

FIGURA 121 – RAID 0



FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/imageview.php?image=16120>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Como podemos analisar pela figura acima, o usuário desejou gravar um arquivo de 200 Kb. Como ele possuía um sistema RAID de dois discos e controlado por *hardware* (que será visto a seguir), o RAID fez a divisão desses dados em duas *stripes* (nome dado a um bloco de dados dividido por RAID), e cada *stripe* foi gravada em um disco.



Sempre que utilizamos RAID 0, temos que ter discos do mesmo tamanho. Caso contrário, há desperdício de espaço, pois o sistema usará o espaço igual ao disco de menor capacidade, deixando de usar o resto do disco de maior tamanho.

3.2 RAID 1

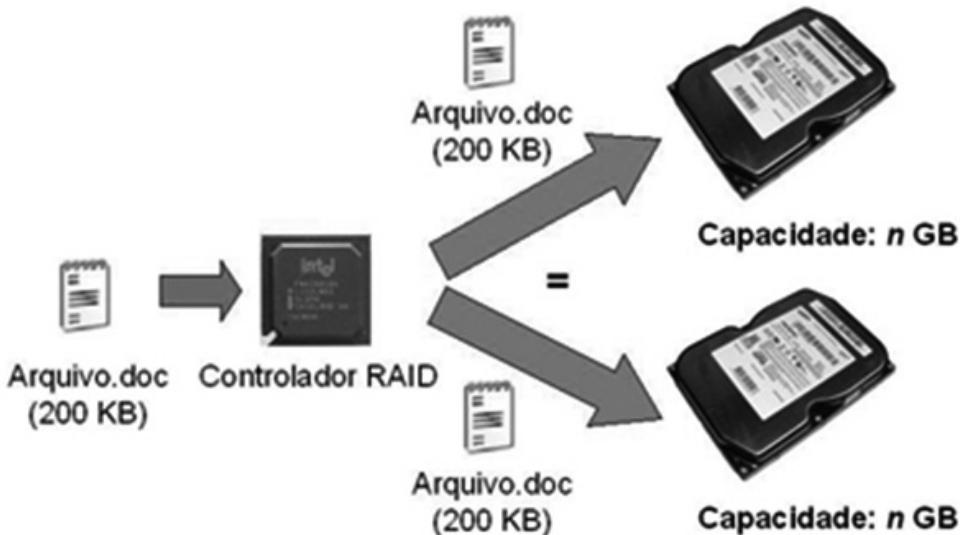
O RAID 1 implementa o espelhamento de disco, também conhecido como *mirror*. Para esta implementação são necessários no mínimo dois discos. O funcionamento deste nível é simples: todos os dados são gravados em dois discos diferentes; se um disco falhar ou for removido, os dados preservados no outro disco permitem que o sistema continue em operação.

Apesar de muitas implementações de RAID 1 envolverem dois grupos de dados (daí o termo espelho ou *mirror*), três ou mais grupos podem ser criados se a alta confiabilidade for desejada.

O RAID 1 é o que oferece maior segurança, pois toda informação é guardada simultaneamente em dois ou mais discos. Se ocorrer uma falha num dos discos, o sistema pode continuar a trabalhar sem interrupções, utilizando o disco que ficou operacional. Os dados então são reconstruídos num disco de reposição (*spare disk*) usando dados do(s) disco(s) sobrevivente(s). O processo de reconstrução do espelho tem algum impacto sobre o desempenho, pois todos os dados terão de ser lidos e copiados do(s) disco(s) intacto(s) para o disco de reposição.

FONTE: Adaptado de: <http://www.hdstorage.com.br/raid_1>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FIGURA 122 – RAID 1



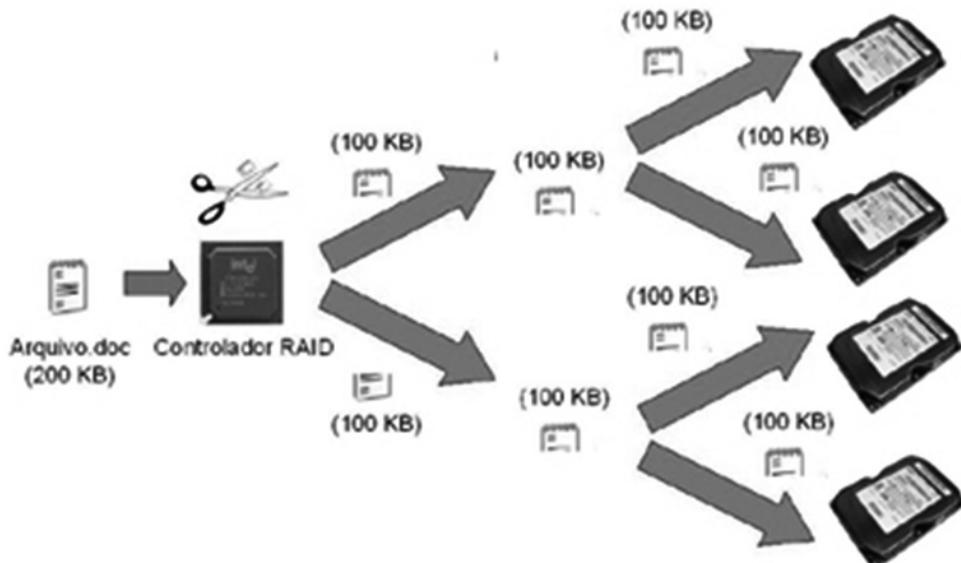
FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/imageview.php?image=16121>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Vejamos que na figura anterior, o sistema RAID gravou o mesmo dado nos dois discos, ou seja, fez um *backup* instantâneo dos dados. Caso dê problema em um dos discos, pode-se retirá-lo do computador, e automaticamente o segundo disco assume as funções de leitura e gravação. Assim que um novo disco é colocado, o sistema RAID irá fazer novamente a duplicação dos dados para os dois discos.

3.3 RAID 0 (zero) + 1

O RAID 0 + 1 é a combinação do RAID 0 e do RAID 1, onde os dados são divididos entre os discos para melhorar o desempenho, mas também utilizam outros discos para duplicar as informações. Assim, é possível utilizar o bom rendimento do nível 0 com a duplicação dos dados do nível 1. No entanto, são necessários pelo menos quatro discos para montar um RAID 0 + 1, conforme veremos na figura a seguir. O RAID 0 + 1 é o mais rápido e seguro, porém o mais caro de ser implantado.

FIGURA 123 – RAID 1



FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/imageview.php?image=16120>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

Como podemos verificar na figura acima, o arquivo de 200 Kb foi dividido em dois *stripes* de 100 Kb e, ao mesmo tempo, cada *stripe* foi duplicado em outros discos.

3.4 DEMAIS RAIDs

RAID 2: Igual ao RAID 0, porém com esquema de correção de erros (ECC).

RAID 3: Igual ao RAID 0, porém usando um disco rígido extra para armazenamento de informações de paridade, aumentando a confiabilidade dos dados gravados.

RAID 4: Similar ao RAID 3, só que mais rápido por usar blocos de dados maiores, isto é, os arquivos são divididos em pedaços maiores.

RAID 5: Similar ao RAID 3 e 4, só que gravando as informações de paridade dentro dos próprios discos, isto é, sem a necessidade de um disco rígido extra.

FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/dicionario/termo/147>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Neste tipo de RAID sempre há a alocação de espaço equivalente a um disco, para o controle da paridade do sistema.

RAID 53: Igual ao RAID 3, porém usando, no mínimo, cinco discos rígidos para aumento de desempenho.

RAID 6: Baseado no RAID 5, o RAID 6 grava uma segunda informação de paridade em todos os discos do sistema, aumentando a confiabilidade.

RAID 7: Marca registrada da empresa Storage Computer Corporation, usa um disco extra para armazenamento de informações de paridade. Sua principal vantagem é o alto desempenho. Pode ser considerado como um RAID 4 com *cache* de disco.

FONTE: Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/dicionario/termo/147>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

3.5 ARQUITETURA DE RAID

O RAID pode ser implementado de duas formas: via *software* ou via *hardware*.

Por *software*, a RAID é feita por *software*, com o sistema operacional ou usando uma aplicação que gere esta configuração.

Por *hardware*, a RAID é feita por um dispositivo que conecta um disco ao outro. Essa conexão é feita por um cabo ou uma placa controladora.

Ao compararmos RAIDs por *software* e por *hardware* é possível perceber que os implementados através de *software* são mais flexíveis que os via *hardware*. Por outro lado, os primeiros exigem da CPU mais tempo de processamento. Nos RAIDs via *hardware*, as controladoras executam este tipo de tarefa, deixando o processador livre.

Comparando os dispositivos de blocos, os *softwares* também são flexíveis, podendo ser usados em discos inteiros, partições ou outro dispositivo de bloco. E por *hardware*, o grupo engloba todas as unidades de disco em um único arranjo.

As vantagens de usar um RAID via *hardware* são as altas taxas de transferência que a memória *cache* oferece, uma vez que o acesso e transferências são geridos por *hardware*, não sendo necessária a intervenção do CPU do sistema.

FONTE: Disponível em: <<http://www.controle.net/detalhestec.asp?cod=3>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4 DVD

Ao comprar um gravador de DVD ou mídias de DVD para gravação, muita gente fica confusa com tanta variedade: DVD-RAM, DVD-ROM, DVD-R, DVD+R, DVD-RW e DVD+RW. Ainda há nomes como Dual Layer, Double Layer e tecnologias mais recentes, como HD-DVD e Blu-ray. Afinal, qual a diferença entre cada tipo? Qual escolher? Por que existe tanta variedade? É o que você verá a seguir.

4.1 OS TIPOS DE DVD

O DVD (*Digital Versatile Disc* ou *Digital Video Disc*) tirou, com merecimento, o lugar das tradicionais fitas VHS em aplicações de vídeo. Com os custos cada vez menores dos gravadores e mídias, agora é a vez dos CDs graváveis e regraváveis (CD-R e CD-RW, respectivamente) perderem parte de seu mercado. O problema é que, ao contrário do que acontece com os CDs, os DVDs possuem vários tipos de mídia. Veja os mais comuns:

FONTE: Disponível em: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.2 DVD-ROM

O DVD-ROM é o tipo mais comum, pois é usado, por exemplo, para armazenar filmes. Assim como um CD de programa ou de música, já vem com seu conteúdo gravado de fábrica. Não é possível apagar ou regravar dados nesse tipo de DVD.

4.3 DVD-RAM

Este é um tipo de DVD gravável e regravável. Sua principal vantagem em relação aos outros padrões é sua vida útil: um DVD-RAM suporta mais de 100 mil gravações, sendo muito útil para *backups* (cópias de segurança) periódicos. Além disso, esse tipo de DVD geralmente pode ser usado sem um programa de gravação, como se fosse um HD.

Os primeiros DVDs do tipo possuíam 2,9 GB de capacidade e ficavam dentro de uma capa protetora, devido à sensibilidade da mídia à sujeira e a marcas de dedo. Versões seguintes surgiram oferecendo capacidade de gravação de 4,7 GB a 8,5 GB, não necessitando mais de tal capa.

FONTE: Disponível em: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.4 DVD-R

Este tipo é um dos que têm maior aceitação nos mais diversos aparelhos. É a melhor opção para a gravação de filmes, pois é aceito por praticamente todos os DVD-players, com exceção para alguns dos primeiros modelos. O DVD-R, assim como o seu antecessor CD-R, só aceita gravação uma única vez e, após isso, seus dados não podem ser apagados. Sua capacidade de armazenamento padrão é de 4,7 GB.

FONTE: Disponível em: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.5 DVD+R

Este tipo é equivalente ao DVD-R, inclusive na capacidade de armazenamento, que é de 4,7 GB. O DVD+R também só pode ser gravado uma única vez e não permite a eliminação de seus dados. O que o DVD-R tem de diferente do DVD+R é o fato dos dados gravados em um DVD+R serem mais rapidamente acessados do que em um DVD-R, característica proveniente do processo de fabricação deste último, que é ligeiramente distinto. Mesmo assim, essa diferença no acesso aos dados é pouco perceptível.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.6 DVD-RW

O DVD-RW é equivalente ao CD-RW, pois permite a gravação e a regravação de dados. Em sua grande maioria, os DVD-players recentes são totalmente compatíveis com DVD-RW, mas exigem que a mídia esteja fechada para executar filmes. Mídia “aberta” significa que você pode inserir dados de maneira gradativa, como em um disquete. Porém, se você fechá-la (isso é feito através do software de gravação), a gravação de novas informações é impossibilitada, sendo necessário formatar o DVD-RW para reutilizá-lo. Assim como seu “irmão” DVD-R, a capacidade de armazenamento padrão do DVD-RW é de 4,7 GB.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.7 DVD+RW

Este formato tem quase as mesmas características do seu rival DVD-RW, inclusive na capacidade de armazenamento, cujo padrão também é de 4,7 GB. No DVD+RW também é necessário fechar a mídia para a execução de filmes em DVD-players. Na prática, sua diferença em relação ao DVD-RW está na velocidade de gravação ligeiramente maior e na possibilidade de uso de tecnologias como “Lossless linking” e “Mount Rainier”, que permitem, respectivamente, interromper uma gravação sem causar erros e alterar dados de apenas um setor sem necessidade de formatar o disco.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

4.8 TIPOS DE MÍDIAS PARA DVDS

Dual Layer e Double Layer: Se você acha que 4,7 GB de capacidade em um disco como o DVD é muita coisa, saiba que é possível ter quase o dobro com tecnologias como Dual Layer e Double Layer.

DVD+R Double Layer: Um DVD que tenha Dual Layer (também conhecido como DVD-9) é capaz de armazenar 8,5 GB de dados por padrão. Isso é possível graças à aplicação de duas camadas de dados em um único lado da mídia. Para isso, uma camada é feita de um material que dá efeito de “semi-transparência”, permitindo que o laser do aparelho consiga acessar a segunda camada “atravessando” a primeira.

As mídias Double Layer são aquelas que permitem gravação em ambos os lados do DVD. Porém, isso é um engano. Mídias assim são denominadas “double side” ou “face dupla”.

A tecnologia Double Layer é, na verdade, equivalente ao padrão Dual Layer. O que acontece é que o primeiro tipo é a denominação padrão do DVD-R que possui tal tecnologia (também chamados de DVD-R DL). O segundo, por sua vez, é aplicado em mídias DVD+R.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

5 HD DVD

O HD-DVD (*High Definition Digital Versatile Disc*) foi desenvolvido graças ao trabalho conjunto de várias empresas, entre elas Toshiba e Microsoft. Sua capacidade padrão de armazenamento de dados é de 15 GB (ou 4 horas de vídeo em alta definição) ou 30 GB, no caso de mídias com duas camadas. Como o próprio nome indica, seu uso é apropriado para aplicações de vídeo com alta qualidade de imagem.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Esse padrão perdeu a “guerra” para o BluRay, e atualmente não é adotado como padrão.

6 BLU-RAY

A tecnologia Blu-ray foi desenvolvida pela Blu-ray Disc Association (BDA), entidade formada por empresas como LG, Pionner, Sony, Samsung, Dell e HP. Assim como o HD-DVD, tem grande potencial para ser o substituto natural do DVD. Seu principal diferencial é sua capacidade de armazenamento de dados: 25 GB em uma única camada, equivalente a seis horas de vídeo em alta definição.

O nome dessa tecnologia é oriundo de seu laser de 405 nanômetros (o DVD utiliza laser de 650 nanômetros, aproximadamente), de cor violeta, que permite gravar mais dados em uma mídia do mesmo tamanho de um CD, já que o feixe é mais fino. A denominação “Blu-ray” faz referência ao termo “raio azul”. Na verdade, azul em inglês é blue, mas a letra “e” foi retirada do nome porque em alguns países a expressão “blue ray” é comumente usada, sendo proibido registrá-la.

FONTE: Adaptado de: <<http://www.infowester.com/tiposdvd.php>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

Essa tecnologia domina o mercado como padrão atualmente.

7 MEMÓRIAS FLASH

As memórias flash são os *chips* de armazenamentos encontrados em equipamentos como câmeras digitais, filmadoras, *pendrives*, etc.

As primeiras versões vinham com 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 *megabytes*. Depois, foram criadas outras maiores, de 1, 2, 4, 8, 16 GB.

8 DRIVES SSD

Unidades SSD (inglês *Solid-State Drive*) ou unidades de estado sólido são a nova tecnologia em armazenamento. Com a proposta de substituir os discos rígidos, têm a vantagem de não possuir dispositivos móveis, já que são construídos com memórias *flash*.

Suas principais vantagens são:

- Velocidade de leitura e gravação
- Sem partes móveis, isso permite maior confiabilidade, durabilidade e resistência
- Mais leves
- Mais econômicos, pois consomem pouca energia
- Podem trabalhar em temperaturas mais elevadas (até 70º C)

Como desvantagem podemos citar o alto custo, pois como é uma tecnologia nova e pouco difundida, ainda é bem caro para se produzir, mas com o tempo a tendência é a popularização e, consequentemente, a redução no preço. Outro ponto que é ruim, ainda, é o fato da capacidade dos SSD ainda ser pequena (entre 250 GB e 500 GB).

A seguir temos uma imagem de um *drive* SSD.

FIGURA 124 – UNIDADE SSD



FONTE: Disponível em: <<http://www.superblog.com.br/wp-content/uploads/2012/02/ssd.jpg>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

LEITURA COMPLEMENTAR

Intel lança drive SSD de 800GB para uso corporativo - Unidades da linha 910 são voltadas a data-centers que demandam alto desempenho, e têm a maior capacidade entre os produtos da empresa.

A Intel anunciou nesta quinta-feira uma nova linha de unidades SSD (*Solid State Drive* - Disco de Estado Sólido) com capacidade de armazenamento de até 800 GB, o que é um novo recorde entre os produtos da empresa.

As unidades SSD da família 910 são as mais rápidas e duráveis já oferecidas pela Intel, disse a empresa em uma declaração à imprensa. Elas estão disponíveis com capacidade de 400 ou 800 GB e, segundo a companhia, são voltadas ao uso em data-centers que demandam alto desempenho para armazenamento de *cache* e dados. O SSD de maior capacidade oferecido pela Intel até agora era um modelo da série 320 para PCs, com 600 GB.

Os SSDs 910 de 800 GB têm velocidade de leitura sequencial de 2 GB por segundo e velocidade de escrita de 1 GB por segundo. Ele também chega à marca de 75.000 IOPS (operações de I/O por segundo) na escrita aleatória de blocos de 4K de dados, ou 180.000 IOPS na leitura sob as mesmas condições.

As novas unidades são mais rápidas que os modelos da série 710 para o mercado corporativo, que foram anunciadas pela Intel em setembro do ano passado.

SSDs são mais rápidos e mais eficientes do que os HDs, mas são mais caros e atualmente têm capacidade de armazenamento menor. A Intel diz que um SSD da série 910 pode substituir múltiplos HDs de alta velocidade e melhorar a velocidade de acesso aos dados, ao mesmo tempo em que consome menos energia e ocupa menos espaço junto ao servidor. As unidades incorporam *firmware* que reduz os erros no acesso aos dados.

Servidores usam SSDs para acelerar a implementação de máquinas virtuais ou acelerar transações em bancos de dados, como no caso dos servidores Dell PowerEdge 12G, que usam SSDs conectados ao barramento PCI-Express 3.0 que podem ser trocados mesmo com a máquina ligada. A Dell afirma que estes servidores podem realizar 18% mais transações por segundo no Microsoft SQL Server do que modelos anteriores equipados com HDs.

Os novos SSDs da Intel usam uma interface PCI-Express e podem ser plugados diretamente a *slots* PCI-Express na placa-mãe de um servidor. Eles estarão disponíveis em meados deste ano. O preço do modelo de 800 GB é de US\$ 3.859, e o de 400 GB custará US\$ 1.929.

FONTE: Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br/ti-corporativa/2012/04/12/intel-lanca-drive-ssd-de-800gb-para-uso-corporativo/>>. Acesso em: 20 maio 2012.

RESUMO DO TÓPICO 4

Caro(a) acadêmico(a), a seguir se encontra um resumo sobre as unidades de armazenamento.

- As unidades de armazenamento são conhecidas como unidades de armazenamento não voláteis, ou seja, os dados não são perdidos quando o computador é desligado.
- Todas as unidades de armazenamento são definidas como memória secundária.
- Possuem características em comum, como capacidade de armazenamento, taxa de transmissão de dados, cache de armazenamento, entre outras.
- Os padrões de barramento das unidades de armazenamento são: ATA, SCSI e SATA.
- A tecnologia de RAID representa a redundância de dados e, dessa forma, uma maneira de obtermos segurança das informações.
- Dentre os diversos RAIDs que podem ser implementados, os mais comuns são os RAID 0 e RAID 1.
- Há novos dispositivos de armazenamento, tais como o DVD, o BluRay e o SSD.

AUTOATIVIDADE



Olá, acadêmico(a), agora é só você resolver as questões abaixo e estará reforçando seu aprendizado.

1 O que são as unidades de armazenamento?



2 Quais as características comuns entre elas?



3 Descreva os itens da arquitetura física de um HD.



4 Descreva os itens da arquitetura lógica de um HD.



5 Quais são os padrões de barramentos de dados das unidades de armazenamento?



6 Qual a diferença entre IDE, ATA e PATA?



7 Quais os padrões de RAID que existem?



8 Qual a vantagem de implementarmos os padrões RAID 0, RAID 1 e RAID 0 + 1?



REFERÊNCIAS

CAPUANO, Franco. **Elementos da eletrônica digital.** São Paulo: Erica, 2004.

CARTER, Nicholas. **Teoria e Problemas de Arquitetura de Computadores.** Porto Alegre: Bookman, 2003.

CLUBE DO HARDWARE. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

DELGADO, Jose; RIBEIRO, Carlos. **Arquitetura de Computadores.** Rio de Janeiro: LTC, 2009.

GUIA DO HARDWARE. Disponível em: <<http://www.guiadohardware.net>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

GOOGLE IMAGES. Disponível em: <images.google.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2012.

HENNESSY, John. **Arquitetura de Computadores.** São Paulo: Campus, 2008.

HONDA, Renato; PAIXÃO, Renato Rodrigues. **Processadores Intel.** São Paulo: Érica, 1999.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

IODETA, I. V.; CAPUANO, F.G. **Elementos de Eletrônica Digital.** São Paulo: Érica, 2006.

IODETA, I. V.; CAPUANO, F. G. **Elementos de Eletrônica Digital.** São Paulo: Érica, 2000.

MONTEIRO, M. **Introdução à organização de computadores.** Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MONTEIRO, M. **Introdução à Organização de Computadores.** São Paulo: LTC, 1999.

SILVA, R. P. **Eletrônica Básica – Um enfoque voltado à informática.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

STALLINGS, Willian. **Arquitetura e Organização de Computadores.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

WEBER, R. F. **Arquitetura de Computadores Pessoais.** Porto Alegre: Sagra Luzzato, 2001.

WIKIPEDIA. A enclopédia livre. Disponível em: <pt.wikipedia.org>. Acesso em: 1 jun. 2012.