

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA – INE
BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

OVERCLOCK

Florianópolis
2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA – INE
BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

OVERCLOCK

Monografia apresentada para a
conclusão do Curso de Graduação
em Ciências da Computação pela
Universidade Federal de Santa
Catarina.

Autor: Ciro Francisco Imhof Júnior.

Orientador: Prof. Dr. Vitório Bruno Mazzola.

Banca Examinadora: Prof. Dr. Antônio Augusto Fröhlich.
Prof. Dr. José Mazzucco Junior.

Florianópolis
2004

Monografia defendida por **Ciro Francisco Imhof Júnior** para a obtenção do bacharelado no curso de Ciências da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina, referente ao tema **Overclock**, em Florianópolis, no ano de 2004.

Prof. Dr. Vitório Bruno Mazzola
Orientador
mazzola@inf.ufsc.br

Prof. Dr. Antônio Augusto Fröhlich
Membro da Banca Examinadora
guto@inf.ufsc.br

Prof. Dr. José Mazzucco Junior
Membro da Banca Examinadora
mazza@inf.ufsc.br

“As pessoas muito prudentes costumam ser chatas.
Já as pessoas que correm riscos são bem mais divertidas”.

Mario Henrique Simonsen

Dedico este trabalho a meus pais e amigos,
sem os quais nada disso seria possível.

Agradecimentos

Agradeço antes de tudo, a meus pais, Ciro Francisco Imhof e Regina Maria Gevaerd Imhof, pelo carinho e dedicação dispensados a mim por toda vida e ao apoio dado nestes anos de aprendizado e descobertas.

Agradeço à minha família, meu irmão, avôs e avós, tios e tias, primos e primas. Vocês me confortaram, ampararam e sempre me impulsionaram. Nunca me esquecerei de nenhum de vocês.

Agradeço a meus amigos, vocês são minha outra família, tenho o mesmo carinho e respeito por todos e tenho certeza que não chegaria aqui sem vocês. Colegas da faculdade, vocês sempre estarão em meu coração.

Agradeço aos meus professores, pelo ensino e pelos laços de amizade formados. A vocês que me refiro, e que sabem quem são, gostaria também de enfatizar que suas atitudes são exemplares. Vocês optaram por descer do tablado, deixar sua posição de lado e se juntar a nós, como pessoas as quais não nos envergonharemos de chamar pelo primeiro nome e estender a mão daqui a dez anos quando nos encontrarmos no supermercado, ao contrário daqueles que infelizmente preferimos deixar cair no esquecimento.

Agradeço aos membros de minha banca, por aceitarem meu convite, dedicarem-se ao meu trabalho, dispensarem seu valioso tempo para prestigiar-me com suas presenças em minha defesa, e mesmo aqueles que não compareceram, meu muito obrigado pela atenção e pelo compromisso arcado comigo.

Agradeço a meu orientador, Vitório Bruno Mazzola, pela amizade, companheirismo e cumplicidade. Você pode pensar que não ajudou o quanto deveria, mas pra mim, sua “ajuda” foi indispensável.

Um agradecimento especial, à secretária do Curso de Ciências da Computação da UFSC, Elizabeth Chaves de Souza Ulbrich, a Beth. Você é nosso porto seguro, sempre pronta a nos ajudar e aconselhar com um sorriso no rosto. Só lamento pelo tempo que perdi, por não poder ter a amizade e o carinho que tenho por você e você por mim desde o começo da faculdade.

Agradeço a todos que estiveram presentes em minha vida, nesses quatro anos, que me ajudaram e me aceitaram do jeito que sou.

Obrigado...

SUMÁRIO

Lista de Figuras	09
Lista de Tabelas	10
Lista de Siglas e Abreviaturas	11
Resumo	13
Abstract	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. HISTÓRICO DOS PROCESSADORES E TECNOLOGIAS	16
3. PROCESSADORES	26
3.1 Introdução.....	26
3.2 Clock e Frequência	27
3.3 FSB.....	28
3.4 Multiplicador.....	29
3.5 Memória Cache	29
3.6 Pipeline.....	30
3.6.1 Pipeline Bubble	32
3.6.2 Conflitos em Pipelines.....	32
3.6.2.1 Conflitos Estruturais.....	32
3.6.2.2 Conflitos por Dados	32
3.6.2.3 Conflitos de Controle	34
3.7 Throughput	35
4. MEMÓRIAS RAM	36
4.1 Introdução.....	36
4.2 Histórico das memórias RAM	38
4.3 Principais Tecnologias das memórias RAM.....	40
4.3.1 Fast Page Mode RAM(FPM RAM)	40

4.3.2 Static RAM(SRAM).....	40
4.3.3 Dynamic RAM(DRAM)	41
4.3.4 Extended Data Output RAM(EDO RAM).....	41
4.3.5 Synchronous Dynamic(SDRAM)	42
4.3.6 Memória PC – 100	42
4.3.7 Memória PC – 133	42
4.3.8 Double Data Rate–Synchronous DRAM(DDR–SDRAM) ...	42
4.3.9 Rambus DRAM	43
5. OVERCLOCK	44
5.1 Introdução.....	44
5.2 Tipos de Overclock	45
5.2.1 Overclock de Barramento.....	45
5.2.2 Overclock de Multiplicador	46
6. CONSEQÜÊNCIAS DO OVERCLOCK.....	48
6.1 Introdução.....	48
6.2 Eletromigração.....	49
7. CONCLUSÃO	51
7.1 Trabalhos Futuros.....	51
ANEXO A	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE FIGURAS

3.1	Exemplo de Datapath num processador sem pipeline	31
3.2	Exemplo de Datapath num processador com pipeline de 5 estágios com 4 registradores	31
3.3	Técnica de Bypass, solucionando o conflito de dados no pipeline.....	33
3.4	Técnica de Bypass, solucionando o conflito de dados no pipeline para o caso de uma instrução do tipo R seguinte a uma instrução do tipo load word.	34
4.1	Módulo DIP.....	38
4.2	Módulo SIPP	38
4.3	Módulo SIMM com 30 pinos.....	39
4.4	Módulo SIMM com 72 pinos.....	39
4.5	Módulo DIMM.....	40
6.1	Exemplo de transferência de elétrons pelo aumento da temperatura no processador.....	49
6.2	Imagem de ruptura na ligação entre transistores num processador superaquecido.....	50

LISTA DE TABELAS

4.1 Relação entre a capacidade e o tempo de acesso das memórias com seu respectivo ano.....	37
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C. - Antes de Cristo
AGP - Accelerated Graphics Port
AMD - Advanced Micro Devices
BIOS - Basic Input Output System
CI - Circuito Integrado
CPI - Cycles per Instruction
DDR - SDRAM - Double Data Rate - Synchronous DRAM
DIMM - Double in Line Memory Module
DIP - Dual in Parallel
DRAM - Dynamic RAM
EDO - Extended Data Output
ENIAC - Eletronic Numerical Interpreter and Calculator
FSB - Frontside Bus
FPM - Fast Page Mode
FPU - Floating Point Unit
Gb - Gigabit
GB - Gigabyte
GHz - Gigahertz
IBM - International Business Machines
IC - Integrated Circuit
IDE - Integrated/Intelligent Drive Electronics
Kb - Kilobits
L1, L2 - Level 1, Level 2
MB - Megabyte
MHz - Megahertz
MIPS - Milhões de Instruções por Segundo
MMU - Memory Management Unit
MMX - Multi Media Extended
NS - Nanossegundos
PC - Personal Computer
PC - Program Counter
PCI - Peripheral Component Interconnect
RAM - Random Access Memory

RISC - Reduced Instruction Set Computing

SDRAM - Synchronous Dynamic RAM

SIMM - Single in Line Memory Module

SIPP - Single in Line Pin Package

SO - Sistema Operacional

SRAM - Static RAM

Tb - Terabit

ULA - Unidade Lógica Aritmética

VLIW - Very Long Instruction Word

WWW - World Wide Web

XT - Extended Technology

Resumo

O presente trabalho é uma pesquisa relacionada ao tema Overclock, relatando definições e conseqüências desta técnica. O principal significado de Overclock consiste em aumentar a freqüência de operação de um dispositivo eletrônico, fazendo-o trabalhar a uma freqüência acima da recomendada pelo fabricante, muitas vezes suportável devido a uma tolerância usada como uma forma de garantia do componente.

Inicialmente o presente trabalho traz um histórico da evolução dos processadores bem como suas tecnologias, para uma melhor compreensão de como era e de como é hoje em dia. Técnicas novas incorporadas ao hardware permitem explorar brechas e combiná-las de forma a extrapolar limites impostos por fabricantes, atingindo performances melhores.

Prosseguindo, são apresentados conceitos fundamentais para a compreensão da técnica de Overclock, assim como alguns deles estão relacionados e combinados, ocasionando conseqüências diversas dependendo de suas configurações.

Mais adiante, é apresentado um capítulo que traz conceitos e características sobre memórias RAM, que são indispensáveis na realização desta técnica por sua relação direta com a performance do computador, e conseqüentemente, por estar intimamente ligada ao processador, uma vez que nelas são buscadas instruções para execução de programas.

Posteriormente, o assunto em si é abordado num capítulo que trata de suas definições, características, tipos, e em seguida, apresentadas conseqüências do uso desta técnica.

Finalmente, os benefícios e vantagens são mostrados nas conclusões do trabalho, onde cabe ao leitor optar em aplicar ou não esta técnica.

Abstract

The present work is a research related to the Overclock subject, telling definitions and consequences of this technique. The main meaning of Overclock consists of increasing the frequency clock of an electronic device, making it to work in a frequency above of the recommended for the manufacturer, many times bearable to a used tolerance as a form of guarantee of the component.

Initially the present work brings a description of the evolution of the processors as well as its technologies, for one better understanding of as it was and of as is nowadays. Incorporated new techniques to the hardware allow to explore breaches and to combine them of form to surpass limits taxes for manufacturers, reaching better performances.

Continuing, basic concepts for the understanding of the technique of Overclock are presented, as well as some of them are related and agreed, causing diverse consequences depending on its configurations.

More ahead, a chapter that it consequently brings concepts and characteristics on memories RAM, that is indispensable in the accomplishment of technique for its direct relation with the performance of the computer, and, for being intimately on to the processor is presented, a time that them are responsible by the search of instructions to execution of programs.

Later, the subject in itself is boarded in a chapter that deals with its definitions, characteristics, types, and after that, presented consequences of the use of this technique.

Finally, the benefits and advantages are shown in the conclusions of the work, where it fits to the reader to opt in applying or not this technique.

1. INTRODUÇÃO

A satisfação de fazer algo funcionar melhor do que deveria sempre impulsionou o homem desde seus primórdios, talvez pelo simples fato de fazê-lo por suas próprias mãos, e isso não seria diferente em computação. Baseado nessa satisfação, ou talvez alguma necessidade, ou quem sabe ainda, simples desespero, surgiu o conceito de overclock, que consiste num aumento da frequência de um dispositivo eletrônico, de maneira a fazê-lo funcionar acima da capacidade recomendada pelo fabricante.

O fato de fazer um hardware funcionar melhor do que o sugerido acarreta alguns perigos no que se refere a sua integridade física, gerando possíveis instabilidades, fazendo-o comportar-se de maneira esdrúxula, ou mesmo danificando-o.

Mediante esta consequência foi desenvolvido este trabalho, para auxiliar futuros aventureiros, ou mesmo instruir pesquisadores a ficarem a par dos riscos e benefícios desta técnica que ao contrário do que muitos pensam danifica o hardware, apenas se feita de maneira errada e inconseqüente.

Isso sem mencionar que o overclock movimenta um imenso mercado altamente lucrativo no que se refere a sistemas de refrigeração, ganhos de performance, imensos gastos em investimentos e pesquisas desde materiais para confecção de hardware ao relacionamento destes para melhor suportar suas consequências como aumento de temperatura, por exemplo.

2. HISTÓRICO DOS PROCESSADORES E TECNOLOGIAS

Para entender o presente é necessário conhecer o passado. Assim sendo, este capítulo retrata os principais fatos acontecidos na história da computação, descrevendo descobertas, invenções e curiosidades a respeito dos acontecimentos que contribuíram para que chegássemos ao nível que estamos hoje.

O homem utilizava equipamentos para auxiliar o processamento de seus problemas matemáticos há muitos anos antes de Cristo. As primeiras indicações de que o homem utilizava instrumentos para ajudar em seus cálculos datam de 500 a.C., com o ábaco, usado pelos babilônicos, o qual, mais tarde foi aprimorado pelos chineses, tomando a forma pela qual é conhecida hoje. Mas a computação só começou a ter avanços significativos centenas de anos depois, em 1614, com Scotsman John Napier e sua descoberta, o logaritmo. Ele desenvolve uma máquina capaz de multiplicar, dividir e calcular raízes quadrada e cúbica. Mais tarde, Wilhelm Schickard, em 1623, fabrica uma máquina capaz de fazer somas e subtrações com números de até seis dígitos e que toca um sino ao ser detectado overflow. Essa máquina ficou conhecida como “Calculating Clock”.

Anos mais tarde, em 1642, Blaise Pascal constrói uma máquina mecânica de somar que, apesar de fazer contas com até oito dígitos, e ficar muito mais conhecida que o “Calculating Clock” de Schickard, era mais limitada.

Em 1822, Charles Babbage teoriza seu primeiro computador mecânico, a sua máquina de diferença, que resolveria polinômios. Ele também teoriza sobre a máquina analítica, um dispositivo de propósito matemático geral. Na época, estas máquinas eram muito complicadas para serem construídas, mas a teoria funcionava. Estas máquinas utilizariam cartões perfurados para o armazenamento dos dados.

Um outro avanço importante ocorre em 1848, quando George Boole cria sua álgebra booleana. Uma álgebra que trabalha com valores binários, o que veio dar sustentação e base para a construção dos computadores binários, quase um século depois.

Em 1896, a empresa Tabulating Machine Company é fundada por Herman Hollerith, que mais tarde tornar-se-ia a famosa IBM. Hollerith venceu uma

competição realizada na época em que os Estados Unidos sofriam com problemas para a realização do censo de 1890, o qual ainda era feito a mão. Nesta competição, estimava-se que o censo demoraria em torno de 10 anos para ser finalizado, o qual levou apenas seis semanas seguindo a idéia de Hollerith de usar máquinas e cartões perfurados para armazenar os dados.

A válvula, inventada em 1906 por Lee De Forest possibilita a futura construção de computadores digitas.

Em 1911, a Tabulating Machine Company se funde a outras empresas, incluindo a Computing - Tabulating - Recording Company. Mais fusões acontecem e, em 1924, a International Business Machines (IBM) é fundada, por Hermann Hollerith. Esta empresa será a responsável pelo lançamento do IBM PC, um sucesso de vendas, baseado em microprocessadores Intel®.

Em 1928, surge a: a Galvin Manufacturing Corporation. Esta será a futura Motorola, hoje uma das maiores empresas em tecnologia de comunicação sem fio, e que produz processadores também.

A Hewlett-Packard (HP) é fundada em uma garagem da Califórnia, em 1939. Neste ano também começa a segunda guerra mundial. Apesar de seu caráter, esse marco propicia o surgimento de várias novas tecnologias, que ajudam no desenvolvimento dos computadores e processadores como um todo.

O ENIAC, um dos primeiros computadores, é finalizado em 1946. Era enorme e pesava cerca de 30 toneladas. Utilizava cerca de 18.000 válvulas em sua construção e era capaz de realizar 100.000 cálculos por segundo. Foi utilizado principalmente para calcular trajetórias balísticas e testes de teorias relativas à bomba de hidrogênio.

Em 1947, no Bell Laboratories, aconteceu um dos mais importantes momentos para a história da computação, e para a dos processadores. Estudando maneiras de amplificar sinais elétricos, William B. Shockley, John Bardeen e Walter H. Brattain inventam o transistor. De tamanho e consumo de energia menores que a válvula, e com funcionamento imediato (ao contrário da válvula que precisava aquecer para funcionar), este invento possibilitaria a construção dos atuais processadores.

Um pouco mais adiante, em 1951, Maurice V. Wilkes descreve os conceitos iniciais da microprogramação, uma técnica que seria utilizada para implementar os controles internos de um microprocessador.

Outro grande marco para os processadores foi a invenção do circuito integrado, ou IC (Integrated Circuit). Teve-se a seguinte idéia: construir todas as partes de um circuito, não apenas o transistor, em silício. Se isso fosse possível, então se poderia construir todos eles em uma única placa desse material. Jack Kilby, da Texas Instruments, e Robert Noyce, da Fairchild Semiconductor, são considerados os pais do circuito integrado. Isso porque a mesma idéia ocorreu aos dois, quase que ao mesmo tempo. Ambos construíram protótipos e solicitaram patentes dos seus circuitos.

Até 1969 as principais descobertas já estavam feitas. Algumas das grandes empresas de hoje também já haviam sido fundadas. Em 1968, uma das maiores fabricantes de microprocessadores da atualidade é fundada: a Intel, por Robert Noyce. Um ano depois, uma de suas maiores concorrentes nos dias atuais, a Advanced Micro Devices (AMD), também é fundada, por Jarry Sanders.

Em 1970 é dada a partida inicial no projeto do IBM 801, que será um dos marcos iniciais para a formação do que hoje chamamos de processadores RISC (Reduced Instruction Set Computing).

Em novembro de 1971, a Intel lança o seu primeiro processador comercial, o 4004. Já havia tecnologia de processo de manufatura suficiente para colocar dentro dele 2300 transistores. Era um processador de 4 bits, possuía 46 instruções, cada uma com 8 bits de “comprimento”. Trabalhava com um clock de 108 kHz e era capaz de executar cerca de 60000 interações por segundo (0,06 MIPS). Endereçava 1 Kb de memória de dados e 4 Kb de memória de instruções. Era utilizado em calculadoras, como as da empresa Busicom Business Machines.

A Intel lança uma extensão do 4004, o 4040. Ele possuía mais 14 instruções, e um PC (program counter) de 14 bits, contra 12 do seu antecessor. Além disso, possuía mecanismos para lidar com interrupções.

Em Janeiro de 1972, a Intel lança o 8008, um processador de 8 bits. Parecido com o 4040, possuía 3500 transistores. Era capaz de endereçar 16 Kb de memória.

A mesma Intel lança, em 1974, o 8080. Era um processador de 8 bits, mas que utilizava 16 bits para endereçamento e possuía um stack pointer, um registrador que mantinha uma referência à região da memória onde estava a

pilha do processador. Era a substituição da pilha interna que havia nos modelos anteriores pela pilha em memória.

No mesmo ano, a Motorola lança seu primeiro processador, de 8 bits, o MC6800. Nele já havia 4000 transistores. Além disso, a empresa Zilog é fundada por ex-engenheiros da Intel.

Em 1976, a Zilog lança o seu processador Z80. A intenção era fazer dele um 8080 melhorado, mas com mais funcionalidades. Por isso, ele executava as instruções do 8080, mas possuía mais 80. Trabalhava a 2.5 MHz e era de 8 bits.

O Z80 tinha um banco de registradores maior do que o 8080, e possuía, além disso, registradores de índice (IX e IY), além do registrador IV, que permitia a realocação do vetor de interrupção. Tudo isso facilitava as trocas de contexto entre as aplicações, feitas pelo sistema operacional. Este chip equipava o micro brasileiro CP 500, da Prológica.

No mesmo ano, a Intel lança o 8085, um melhoramento do 8080, assim como era o Z80. A MOS Technologies, uma empresa fundada por ex-engenheiros da Motorola, lança seu primeiro processador, o 6502. Este é escolhido para equipar os micros Apple II, da Apple Computing. Possuía clock de 1 MHz, barramento de dados de 8 bits e de endereços de 16 bits. Tinha 56 instruções e 13 modos de endereçamento.

Na mesma época desses microprocessadores, era finalizado o Cray 1, o primeiro supercomputador comercial. Havia 200000 circuitos integrados em sua estrutura, e ele era capaz de realizar 150.000 operações de ponto flutuante por segundo.

Em 1978, a Intel lança o 8086, um processador de 16 bits. Foi seu primeiro processador de sucesso comercial. Trabalhava a 8 MHz, e possuía 300 instruções. Também já possuía registradores de segmento, utilizados para gerenciar a memória. Havia em sua construção 29000 transistores e atingia marcas de 0.8 MIPS. Mais além, podia executar um pre-fetching da instrução seguinte enquanto executava a anterior, no que poderíamos chamar de um primeiro estágio de implementação de pipelining.

Como muitos dispositivos ainda trabalhavam com 8 bits, tornava-se mais caro e difícil implementar sistemas com o 8086, pois este tinha 16 bits de dados. Deste modo, a Intel, em 1979, lança o 8088, um chip igual ao 8086,

mas com barramento de dados de 8 bits. Assim ele poderia interfacear com outros dispositivos de 8 bits, bem como os de 16 bits.

Neste mesmo ano, a Motorola lança o 68000. Possuía registradores de 32 bits, e barramento de dados e ALU de 16 bits. Mas internamente era um processador de 32 bits. Os endereços eram calculados usando-se 32 bits, mas externamente usavam-se 24 bits de endereço, para que coubesse em um encapsulamento de 64 pinos. Também possuía uma primeira implementação de pipelining, com o fetch da próxima instrução ocorrendo paralelamente à execução da anterior. Nesse ano, Joseph Fisher introduz o conceito de trace scheduling. É a teoria que dará base à arquitetura VLIW (Very Long Instruction Word).

Ainda em 1979, já haviam sido lançados os micros da Apple e da Comodore. A IBM começa, então, a perder o mercado de seus micros para essas duas empresas.

Em 1981, um dos maiores sucessos comerciais do mundo da computação surge: o IBM PC. Um microcomputador doméstico, baseado no processador Intel 8088, que possuía 64 Kb de memória RAM (outra invenção da Intel) e custava inicialmente dois mil oitocentos e oitenta dólares, um preço altíssimo se comparado com o que poderíamos conseguir com este dinheiro, em termos de processamento, nos tempos atuais. Era equipado com o sistema operacional PC-DOS, da Microsoft. A IBM não esperava que o sucesso fosse tamanho, recebendo 100.000 encomendas para a época do natal. Nesse mesmo ano, a revista americana Time elege como “man of the year”, algo como “a personalidade do ano”, o IBM PC.

Enquanto isso corriam paralelamente projetos nas Universidades de Berkeley e de Stanford. Ambas pesquisavam arquiteturas RISC, sendo o projeto do MIPS (Microprocessor Without Interlocked Pipelining) desenvolvido na última. As premissas técnicas dessas arquiteturas eram: obter CPI (Cycles per Instruction) igual a um, utilizar-se de pipelining, e colocar um grande número de registradores no processador, para tentar diminuir a quantidade de acessos à memória, e trabalhar tranqüilamente com a idéia de load-store.

Em 1982, o 80286 é lançado pela Intel. É um processador de 16 bits, capaz de endereçar 16 MB de memória, bem mais que seus antecessores. Possuía também esquemas de memória virtual, de modo que ele podia endereçar 1 Gb dela. Para isso, o 80286 já incorpora uma MMU (Memory Management Unit),

uma unidade dedicada a fazer o mapeamento da memória virtual em física, e vice-versa. Também apresenta o que se chama de segmentação, uma técnica de dividir a memória em segmentos menores, indexados por registradores especiais. Além disso, utilizava o conceito de modo protegido, o que é um conceito que permite um certo nível de multitasking, ou a execução de mais de uma tarefa ao mesmo tempo. No seu lançamento, o modelo mais rápido trabalhava a 12.7 MHz, era capaz de chegar a 2,7 MIPS e possuía 134.000 transistores, com tecnologia de construção de 1,5 micrômetros. Tornou-se o processador da maioria dos micros considerados PCs na sua época. No mesmo ano, a Sun Microsystems, a criadora do Java e da SPARC, é fundada.

A IBM continua a investir no mercado de microcomputadores, lançando, em 1983, o PC XT. O XT do nome quer dizer extended technology.

No ano seguinte, Joseph Fisher, o desenvolvedor dos conceitos de trace scheduling funda a Multiflow, empresa cujo objetivo era construir supercomputadores baseados na arquitetura VLIW (Very Long Instruction Word).

A Intel, em 1985, lança o que podemos considerar como o precursor dos seus microprocessadores modernos : o 80386DX. Um processador de 32 bits, que trabalhava a 16 MHz no seu lançamento. Possuía 275000 transistores. Era capaz de endereçar 4 Gb de memória física, e até 64 Tb de memória virtual, um grande salto em relação a seus irmãos mais velhos. A Intel até coloca em seu site a seguinte frase, com respeito à capacidade de endereçamento do 80386: “Can address enough memory to manage an eight-page history of every person on earth”.

Ainda em 1985, a primeira versão do Windows, da Microsoft, é lançada. Começa aí uma história de grande sucesso comercial no mundo do software. O Windows também se tornará o sistema operacional mais comum nas máquinas domésticas, o que aumenta muito a disponibilidade de softwares para esse sistema.

Em 1987, é lançada segunda versão da Connection Machine, uma máquina que se utiliza de processamento paralelo, como 65536 processadores “simples”. Essa idéia nasceu de um estudante do MIT Artificial Intelligence Lab, chamado Danny Hillis. Ele pensou em uma máquina que fosse inspirada no cérebro, e que utilizasse, ao invés de apenas um processador, muitos deles, trabalhando

em paralelo. Máquinas desse tipo foram produzidas na Thinking Machines Company.

No mesmo ano, a Multiflow produz o seu Trace/200, um computador que opera sobre a arquitetura VLIW. Ele possuía instruções que usavam de 256 a 1024 bits cada.

Já em 1988, para ganhar compatibilidade com dispositivos de 16 bits, o 80386SX é lançado pela Intel. É um 80386DX com barramento de dados de 16 bits multiplexado. Primeiro trafegam os 16 bits, depois mais 16, completando os 32 necessários.

Com o desenvolvimento das tecnologias de networking, as redes de computadores começam a ganhar grande espaço, e em 1989 surge a WWW, ou world wide web, que permitia acesso a informações pela Internet. Em um futuro próximo, a grande rede tornar-se-á um grande vetor de distribuição de software, aumentando a disponibilidade desses produtos, muitos deles até mesmo de graça.

A evolução continua e a Intel lança, em 1989 também, o 80486DX. Uma evolução natural do 80386 contava com 1,2 milhão de transistores, e inicialmente trabalhava a 25 MHz. Possuía uma FPU (floating point unit), para acelerar o processamento de números de ponto flutuante. E já trabalhava com um nível de cache. Versões posteriores trabalhavam com clocks mais altos, como 66 e 100 MHz.

Já em 1990, o Windows 3 é lançado pela Microsoft. Possuía algumas características de multitarefa, mas ainda não era um sistema operacional. Rodava como um ambiente operacional do DOS, também da Microsoft. Mesmo assim, foi um sucesso, devido à interface gráfica, que trouxe, indubitavelmente, facilidade de uso.

No ano subsequente, a Intel lança o 80486SX, um 80486DX sem a FPU. No mesmo ano, a IBM e a Motorola começam a desenvolver o PowerPC, um processador RISC, que equiparia os AIX da IBM e os Machintosh da Apple.

Um fato interessante desse mesmo ano foi o “nascimento” do Linux, na usenet, com uma mensagem de Linus Torvalds, que dizia: “Hello everybody out there using minix- I'm doing a (free) operating system (just a hobby, won't be big and professional like gnu) for 386(486) AT clones”.

O Linux se tornará um dos concorrentes da linhagem Windows em vários ambientes de trabalho, e mesmo nos ambientes domésticos.

Em 1992, dois acontecimentos no mundo de software agitam a disponibilidade de programas para as plataformas existentes, principalmente aquelas denominadas PCs: o lançamento do Windows NT (para trabalhar em redes de computadores) e do Windows 3.1, pela Microsoft, e do jogo da Id Software, Wolfenstein 3D. Este último é o precursor dos sucessos Doom e Doom II. Hoje há diversos títulos de jogos para computador, a maioria rodando em ambientes Windows, e o mercado desse tipo de software hoje movimenta muito dinheiro.

A Intel, então, lança o Pentium, em 1993. Com 3,1 milhões de transistores, nas versões iniciais trabalhava a 60 e 66 MHz, e possuíam o que é chamado de arquitetura superescalar. Esta técnica consiste em replicar as unidades funcionais do pipeline, permitindo que mais de uma instrução seja executada a cada ciclo de clock. Para isso são buscadas mais de uma instrução da memória cache, e estas são escalonadas utilizando-se de uma heurística para decidir quais instruções são independentes e podem ser executadas ao mesmo tempo. O Pentium podia executar 2 instruções ao mesmo tempo. Além disso, o chip possuía 16 Kb de memória cache interna.

Em 1995, há o lançamento do Windows 95. Este realmente era um sistema operacional, diferente do Windows 3.1. A família Windows 9x, como é chamada, tornar-se-á o S.O. padrão para micros domésticos. A Intel também lança o Pentium Pro. O mais rápido operava a 200 MHz, e possuía 5.5 milhões de transistores, com tecnologia de 0,35 micrômetros. Seu pipeline era grande: tinha 14 estágios. Executava três instruções por ciclo de clock, e possuía uma memória cache de 2 níveis: L1 e L2. Dependendo do modelo, a cache L2 podia ser de 256 Kb, 512 Kb ou até 1 Mb. E também dispunha de um recurso que a Intel chamava de Dynamic Execution, mas é também conhecida por speculative execution, relativa ao fato de se tentar manter os estágios do pipeline tão ocupados quanto possível, executando instruções antes mesmo de saber se elas serão necessárias. Também possuía branch prediction.

Em 1997, a Intel cria uma tecnologia nova: A MMX, que consistia na verdade de um conjunto de instruções especiais para processamento multimídia acrescentado ao chip Intel comum. O primeiro microprocessador a carregar estas instruções foi o Pentium MMX. A AMD também lança o seu K6 MMX, copiando a tecnologia da Intel. Mas uma briga judicial obrigou a AMD a retirar o MMX do nome do processador, conferindo este direito apenas à Intel.

No mesmo ano, é lançado o Pentium II. Com um encapsulamento bem diferente daqueles que haviam sido utilizados até o momento, trabalhava inicialmente a 300 MHz. Tinha uma cache L2 de 512 Kb e 7,5 milhões de transistores. Era capaz de endereçar 64 Gb de memória física. Os modelos Celeron (um chip mais barato e com menos cache), Xeon (pensado para servidores de trabalho mais intenso) e as versões para laptops também são lançadas.

Em 1999, a Intel lança o Pentium III, com 9,5 milhões de transistores, e frequências de clock iniciais de 450 e 500 MHz. Já era construído com tecnologia de 0,25 micrômetros. Tinha cache L2 de 512 Kb. O barramento externo já opera a 100 ou 133 MHz. Versões mais novas foram construídas já com tecnologia de 0,18 micrômetros, e contavam com o que a Intel chama de Advanced Transfer Cache integrada. A AMD também entra no mercado da concorrente com o K6 III 3DNow. Essa tecnologia era parecida com a MMX, destinada a multimídia e gráficos 3D.

Em 2000 a Transmeta lança o Crusoe. Embora empregue a tecnologia VLIW, foi projetado para ser compatível com a família x86. Consome de 60 a 70% menos energia que seus concorrentes, transferindo a parte de determinar quais instruções serão executadas e quando para um software que emprega um processo chamado code morphing, que traduz dinamicamente instruções x86 em instruções VLIW. Tal processador é indicado para dispositivos móveis alimentados por baterias.

Ainda no ano de 2000, a barreira de 1 GHz de clock é ultrapassada: A Intel lança o seu Pentium III com esse clock. A AMD também coloca o seu Athlon 1 GHz no mercado. A Intel lança então, em 2001, o Pentium 4, seu último modelo para desktops de uso geral. Ainda neste ano, a Intel coloca no mercado o seu processador Itanium. Este é baseado na arquitetura VLIW.

Em 2002, o chip mais atual do Pentium 4 é construído com uma tecnologia de 0,13 micrômetros e possui 55 milhões de transistores. O barramento externo opera a até 533 MHz, e seu clock do processador é de 2,53 GHz. Possui 512 Kb de Advanced Transfer Cache.

No mesmo ano, a AMD lança o seu Athlon XP 2200+, o mais avançado processador da linha XP, que opera a 1,8 GHz. Possui o que a fabricante chama de QuantiSpeed technology, uma reunião de técnicas relativas à arquitetura superescalar e superpipelining, que visa aumento de desempenho.

Futuramente a empresa pretende lançar o AMD Opteron, com arquitetura de 64 bits, mas mantendo a compatibilidade com aplicações de 32 bits.

3. PROCESSADORES

3.1 Introdução

Segundo Torres [TOR 2001], “processadores são circuitos integrados passíveis de serem programados para executar uma tarefa predefinida, basicamente manipulando e processando dados. Resumidamente, o papel do microprocessador é somente um: pegar dados, processá-los conforme programação prévia e devolver o resultado. De onde vêm tais dados e para onde vai o resultado é, para ele, indiferente.”

Atualmente, milhares de processadores são produzidos no mundo. Quase todos os equipamentos eletrônicos possuem um processador, seja ele simples ou complexo. Porém, de todos esses processadores produzidos, somente 2% deles acabam em computadores. Todos os outros 98% destinam-se a aparelhos de som, fornos de microondas, carros, videocassetes, relógios, resumindo, tudo o que é programável ou precisa ser controlado automaticamente, possui um processador. Essa programação é feita por meio de instruções, que nada mais são que comandos que o processador entende. A quantidade de instruções e complexidade das mesmas varia de processador para processador. Processadores de uso dedicado, como o de um forno de microondas, possuem uma quantidade limitada de tarefas que podem executar, assim sendo, eles possuem uma quantidade reduzida de instruções, realizando apenas operações muito específicas. Não é o que acontece com os processadores desenvolvidos para computadores. Estes processadores são de uso geral e podem ser programados indefinidamente, de acordo com a vontade do programador.

O funcionamento dos processadores está associado a diversas características de sua arquitetura, arquitetura que evolui com a tecnologia. Todas essas características trabalhando em conjunto definem hoje a performance dos processadores, não mais somente a frequência. É sabido hoje que, processadores embora com frequências menores, resultam numa performance muito mais satisfatória em relação ao throughput somente pelo fato de como “administram” as instruções que devem executar. Não é necessário

que as façam rápido, e sim que façam mais. Se for possível fazer mais e mais rápido, perfeito.

Em meio a essa “administração” de instruções, outras ações afetam a performance dos processadores. Ações como características da memória, a forma de acesso, velocidade de barramento, clock, frequência, alimentação, tudo isso trabalhando em conjunto resultam numa performance mais satisfatória. Para isso é necessário que todo o conjunto esteja em “harmonia”. De nada adianta um processador com altíssima frequência trabalhando com uma memória de acesso lento. O processador será defasado em toda sua velocidade, uma vez que a performance será regida pela frequência mais baixa. Assim sendo, estudaremos mais a fundo essas características, para saber em que parte do processo ocorre sua influência maior.

3.2 Clock e Frequência

Segundo Vasconcellos [VAS 2002], “praticamente todos os circuitos eletrônicos utilizam um cristal de quartzo para controlar o fluxo de sinais elétricos responsáveis pelo seu funcionamento. Cada transistor é como um farol, que pode estar aberto ou fechado para a passagem de corrente elétrica. Este estado pode alterar o estado de outros transistores mais adiante, criando o caminho que o sinal de clock irá percorrer para que cada instrução seja processada. De acordo com o caminho tomado, o sinal irá terminar num local diferente, gerando um resultado diferente.

A cada pulso do cristal, o circuito gera um certo número de clocks, de acordo com a sua frequência de operação. Dentro de cada ciclo de clock deve haver tempo suficiente para que o sinal percorra todo o processador e todas as operações necessárias sejam concluídas. Existe sempre uma frequência máxima de operação suportada pelo circuito, determinada pela técnica de produção usada (0.18 ou 0.13 micron, por exemplo), pelo projeto do processador, pelo número de transistores, etc.

Existem processadores capazes de atingir frequências de operação mais altas que outros, mesmo dentro da mesma técnica de produção. O Pentium 4, por exemplo, graças ao maior número de estágios de pipeline consegue operar a frequências mais altas que um Athlon construído na mesma técnica (um Pentium 4 Willamette contra um Athlon Thunderbird, por exemplo), mas em

compensação o desempenho por clock não é o mesmo. A 0.18 micron o Pentium 4 chegou aos 2.0 GHz, enquanto o Athlon XP chegou apenas aos 1.66 GHz (XP 2000+), mas apesar disso, o desempenho do Athlon XP por clock é bastante superior.

Segundo Torres [TOR 2001], clock é um dos sinais presentes no barramento de controle de qualquer barramento que use comunicação paralela. Ele serve para sincronizar a transferência de dados entre o transmissor e o receptor, que pode ser uma placa, um processador, etc. Segundo ele, o clock designado processadores é o clock interno. Os processadores atualmente usam um esquema de multiplicação de clock, uma vez que o clock do barramento local, aquele que comunica o processador à memória RAM é muito inferior ao clock interno usado pelo processador. Este esquema de multiplicação foi adotado porque é extremamente difícil construir placas mãe que operem em frequências tão altas como as que os processadores conseguem internamente.

3.3 FSB

FSB (Frontside Bus) é o barramento de comunicação do processador com a memória RAM, também conhecido como barramento externo ou clock externo. Através dele, o processador acessa os dados temporariamente armazenados na memória e os usa na execução das respectivas instruções. Quanto maior for a velocidade dessa transferência de dados, maior será a performance do conjunto.

A frequência de operação do processador é obtida multiplicando a frequência do FSB por um certo número, conhecido desde o surgimento dos 486 com o nome de Multiplicador. Esta técnica foi desenvolvida pelo fato de que não é possível atualmente desenvolver placas-mãe, memórias e outros periféricos que trabalhem em frequências tão elevadas como a dos processadores. O Multiplicador multiplica a frequência de comunicação do barramento da placa-mãe com o processador, para que este último possa trabalhar com os dados na sua frequência de costume.

Outro barramento fundamental existente nos processadores, é o Backside Bus, responsável pela conexão do processador com a cache L2, obviamente, em processadores que apresentam essa tecnologia.

3.4 Multiplicador

Placas-mãe e processadores não “conversam” na mesma velocidade. Isso é um problema que tem atrapalhado muito na questão do desempenho dos computadores. Como os processadores trabalham com frequências muito mais elevadas que o barramento das placas-mãe, utiliza-se o multiplicador para elevar essa frequência de barramento a um nível compatível com a velocidade do processador. O multiplicador é um número que só tem um objetivo: dizer para a placa-mãe qual a velocidade do processador. A placa-mãe multiplica esse número pela velocidade do barramento externo e obtém a velocidade final do processador.

3.5 Memória Cache

Antigamente não havia problemas com relação ao retardo sofrido pelo processador no que se refere à busca de informações na memória RAM. Esse retardo era perfeitamente tolerável uma vez que o processador não era tão mais rápido que a memória como é nos dias de hoje.

A partir do 386, viu-se que esse retardo tomava proporções preocupantes na influência da performance dos processadores. O que inicialmente era feito para tentar arrumar isso foi o uso de uma técnica conhecida como wait states, onde o processador esperava pela disponibilidade da memória RAM para receber novos dados, porém isso diminuía muito sua performance já que ele tinha que ficar esperando pela memória, surgindo então o conceito de memória cache.

Memória cache é uma memória RAM de alto desempenho, que se situa entre o processador e a memória principal ou RAM. Nela ficam armazenados os dados mais importantes cuja frequência de utilização, por assim dizer, é mais elevada no processador. Dessa forma, não é necessário ao processador ir até a memória RAM buscar por um dado que se encontra disponível num local mais próximo, mais rápido e de mais fácil acesso.

No começo, a memória cache era localizada na placa-mãe e posteriormente foi incluída no processador. Essa memória interna do processador é conhecida como cache nível 1, ou cache L1. Mais tarde, surgiu a cache nível 2, ou simplesmente cache L2, a qual inicialmente estava na placa-mãe, mas que

hoje também encontra-se no processador. Há ainda processadores que trabalham com caches nível 3 e 4. Isso ocorre porque alguns processadores foram desenvolvidos com uma memória cache L2 internamente, mas a placa-mãe que os suportam já vem com uma memória cache externa ao processador. Assim sendo, eles podem acessá-las como sendo uma memória de nível 3.

O funcionamento deste tipo de memória baseia-se no fato de que a execução dos programas dá-se de maneira seqüencial na sua grande maioria. Assim sendo, quando o processador precisa buscar uma informação na memória principal, não somente a informação é trazida e armazenada nas memórias cache, mas sim blocos contendo instruções anteriores e subseqüentes. Como a memória cache L2 é muito maior que a L1, um bloco maior fica armazenado nela, enviando a memória L1 informações “filtradas” contendo a necessária. Após isso, o processador tentará sempre acessar de maneira mais rápida a informação na memória L1. Caso a encontre (hit), ele ganha em desempenho, pelo fato de não ter que esperar pelo acesso à lenta memória RAM. Se por acaso não a encontrar (miss), será procurada na memória L2, ainda muito mais rápida que a memória principal. Somente no caso de não ser encontrada em nenhuma dessas memórias cache, será necessário recorrer à memória RAM.

3.6 Pipeline

O pipeline é uma técnica de implementação de CPU onde múltiplas instruções são executadas ao mesmo tempo. O processador é construído com diversos estágios distintos, cada um responsável pela execução de uma parte da instrução e possuindo o seu próprio bloco de controle. Assim que um estágio completa a sua tarefa com uma instrução passa esta para o estágio seguinte e passa a tratar da próxima instrução. Desta forma o tempo que uma única instrução demora a ser executada permanece o mesmo de um processador sem pipeline, porém, como diversas instruções são executadas ao mesmo tempo, obtêm-se um acréscimo na performance do programa completo. Resumindo, trata-se de dividir as unidades de execução do processador em várias etapas conhecidas como estágios, onde cada estágio processa uma instrução ou parte dela. O 486 possui 5 estágios de pipeline, o Pentium II possui 10, o Athlon Thunderbird possui 12 e o Pentium 4, 20. A cada ciclo,

cada um dos estágios transfere a instrução para frente e recebe uma nova. Cada instrução demora 20 ciclos para ser processada, mas em compensação, são processadas 20 instruções ao mesmo tempo. Mais estágios permite que o processador seja capaz de atingir frequências mais altas, já que cada estágio fará menos trabalho por ciclo, suportando mais ciclos por segundo, mas por outro lado, o uso de muitos estágios pode prejudicar o desempenho do processador nas operações de tomada de decisão, já que cada instrução demorará mais ciclos para ser concluída.

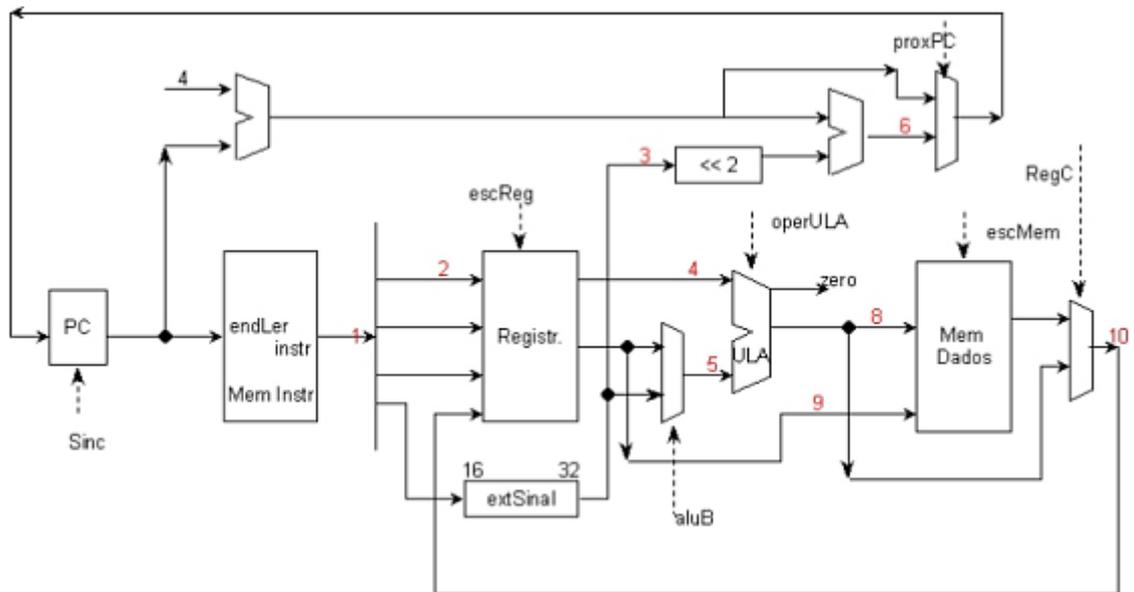
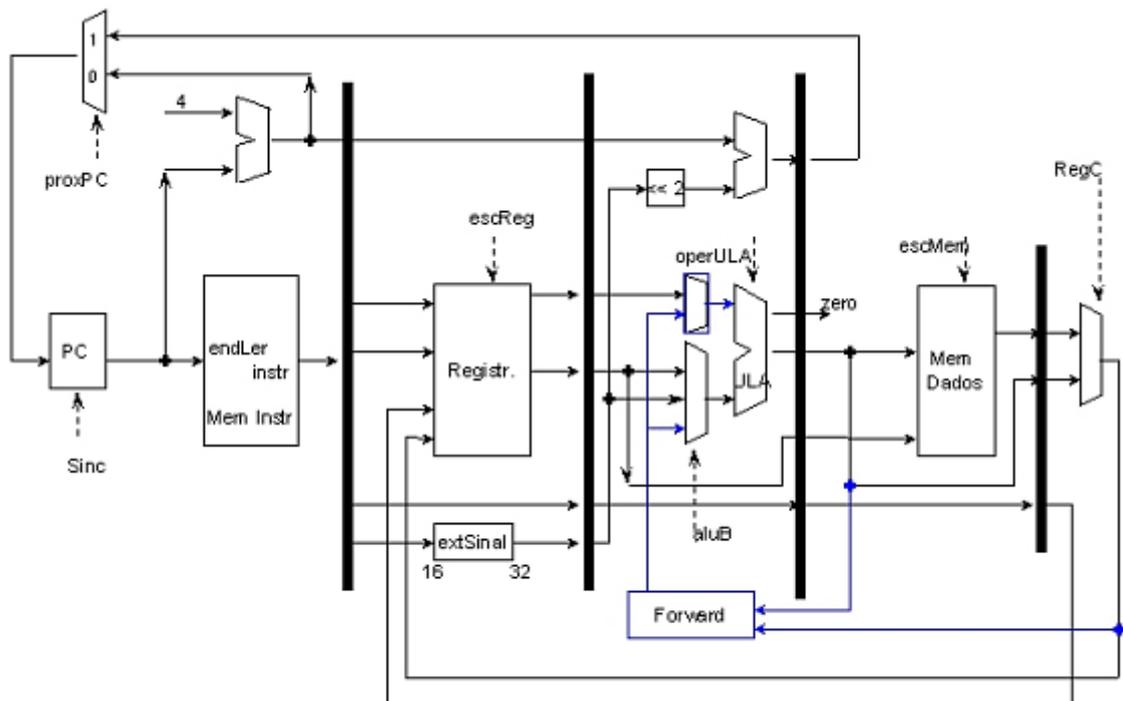


Figura 3.1: Exemplo de Datapath num processador sem pipeline.



Anexo 1 - (As linhas mais grossas são os registradores necessários para um pipeline de cinco estágios)

Figura 3.2: Exemplo de Datapath num processador com pipeline de 5 estágios com 4 registradores.

3.6.1 Pipeline Bubble (Bolhas)

À medida que as instruções entram nos estágios do pipeline e são processadas, em certas ocasiões, o processador pode não conseguir processar determinada parte da instrução pois talvez dependa de um dado que ainda não está disponível, ou tem que usar uma parte do pipeline que está sendo fisicamente utilizada por outra instrução previamente processada. Quando isto acontece, alguns ciclos de processamento são desperdiçados, processando nada. Devido ao grande número de estágios contidos nos pipelines dos processadores atuais, estas "instruções vazias" como as outras, ocupam os estágios, e propagam seu tempo inútil por todo o pipeline, retardando o resultado da instrução, retardo este que se espalha numa reação em cadeia, que pode atrasar indefinidamente a resposta como também pode ser rapidamente recuperado, tudo dependendo da "influência" da instrução no programa.

3.6.2 Conflitos em Pipelines

3.6.2.1 Conflitos Estruturais

Os conflitos estruturais ocorrem quando dois ou mais estágios do pipeline necessitam acessar o mesmo dispositivo de hardware ao mesmo tempo. O conflito pela memória é um exemplo clássico deste tipo de conflito. Estágios de busca da instrução, busca do operando e armazenamento de resultados, podem tentar acessar a memória no mesmo ciclo de clock. Para minimizar os problemas deste tipo de conflito, foi adotado o uso de caches separadas para dados e instruções, de maneira que diminua a quantidade de acessos ao mesmo dispositivo. Em outros casos deste conflito, poderia adotar-se a duplicação do hardware necessitado.

3.6.2.2 Conflito por Dados

Freqüentemente instruções consecutivas podem usar operandos comuns, os quais ainda não foram "atualizados", causando uma dependência vital na

continuação da execução. O que ocorre é que simplesmente, o dado necessário para a próxima instrução não foi obtido ainda, ou foi, mas não foi disponibilizado. Dessa forma, não há como a instrução seguinte continuar a realizar sua execução, causando bolhas, que se proliferam enquanto houver a dependência de dados. Para solucionar esse problema, é usada uma técnica conhecida por adiantamento ou bypass que consiste na disponibilização do resultado logo que este é obtido, na saída da ULA, sem ter que esperar que seja escrito no registrador.

Exemplo de seqüência de instruções que geram conflito por dados:

add \$s0, \$t0, \$t1
sub \$t2, \$s0, \$t3

O processador não consegue executar a segunda instrução antes que seja escrito o valor do registrador \$s0 na memória, acarretando bolhas que atrasarão a execução da segunda instrução, e conseqüentemente a resposta do programa.

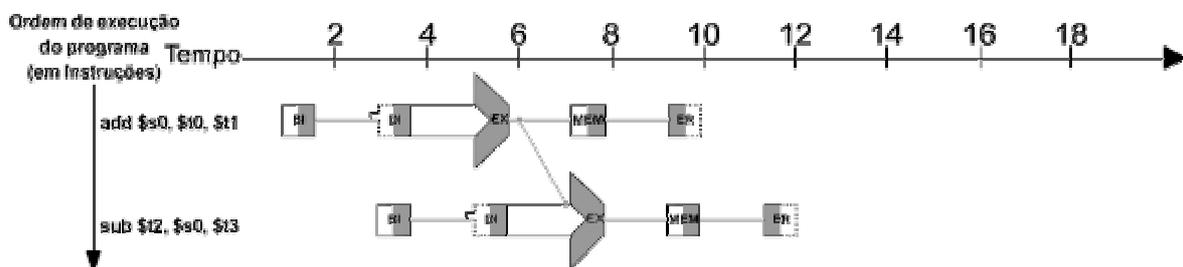


Figura 3.3: Técnica de Bypass, solucionando o conflito de dados no pipeline.

Obs: A solução adotada na figura anterior corrige o conflito gerado pela seqüência de instruções anunciada anteriormente. Ela não resolve os conflitos gerados por todos os tipos de conjuntos de instruções como o exemplo seguinte:

lw \$s0, 20(\$t1)
sub \$t2, \$s0, \$t3

Para tal, faz-se necessário a inserção de bolhas, como no caso da figura seguinte:

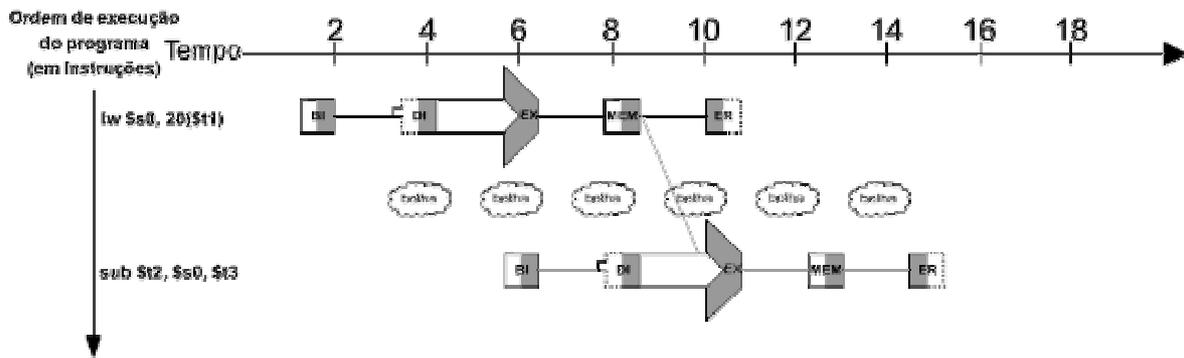


Figura 3.4: Técnica de Bypass, solucionando o conflito de dados no pipeline para o caso de uma instrução do tipo R seguinte a uma instrução do tipo load word.

3.6.2.3 Conflitos de Controle

Os conflitos de controle ocorrem com as instruções de desvio, fazendo com que instruções já buscadas sejam descartadas após o resultado e bolhas sejam inseridas no pipeline, gerando uma execução desnecessária de instruções e conseqüente desperdício de processamento. Este tipo de conflito pode ser gerado condicionalmente ou incondicionalmente.

- **Desvios Incondicionais:** as instruções independentemente do seu resultado, obrigam o programa a saltar para um outro local para continuar sua execução, ocorrendo apenas no estágio de decodificação. Em conseqüência disso, todas as instruções que estiverem nos estágios anteriores devem ser abandonadas.
- **Desvios Condicionais:** ao contrário dos desvios incondicionais, neste caso, o resultado das instruções influencia na determinação da próxima instrução. Isso obriga o processador a executar a instrução até o estágio de execução para obter a resposta se desvia ou não. Uma forma de amenizar os efeitos desse tipo de conflito é a chamada técnica de Predição. Nessa técnica, analisa-se o comportamento das instruções, e de acordo com o caso de maior freqüência, assume-se que a instrução sempre o fará, assim sendo, o processador terá um grande número de acertos, aumentando sua performance. Para os casos em que ele estiver errado, ou seja, a instrução não executar o que “deveria”, ele abandonará todas as instruções que assumiu

estarem corretas, mas isso aconteceria de qualquer forma se não fosse adotada esta técnica.

A predição é mais usada supondo-se que as instruções desviarão, como no caso de loops em programas. A probabilidade de um loop saltar para o endereço de memória onde começa, reiniciando-se, é bem maior do que a de satisfazer de imediato a condição necessária para abandoná-lo. Assim sendo, pressupõe-se que ele realizará algumas vezes a sua função antes de seguir com a próxima instrução fora de seu escopo. O importante é que de um modo geral, o processador acertou mais vezes do que errou, o que garantiu um throughput maior, conseqüentemente uma performance mais satisfatória, apesar de às vezes errar.

Existem ainda preditores ditos dinâmicos, os quais armazenam um histórico dos desvios já feitos, e analisando o passado, tentam acertar o futuro, podendo inclusive alterar a predição adotada para um mesmo desvio dependendo do seu comportamento anterior.

3.7 Throughput

Throughput é o termo mais significativo no que diz respeito à performance de processadores. Freqüência, número de instruções, ciclos por instrução, velocidade de clock, estágios do pipeline, nenhuma destas características pode ser usada como métrica para avaliação da performance de um processador, e sim todas trabalhando em conjunto, ocasionando um throughput maior, que é o que realmente interessa.

De uma forma geral, throughput é a quantidade de dados que um processador consegue processar num intervalo de tempo. Quanto maior o throughput, maior é a performance do processador. A quantidade de trabalho que o processador realizou no intervalo de tempo seria uma outra definição de throughput, e computacionalmente falando, seria “a saída da entrada”.

4. MEMÓRIAS RAM

4.1 Introdução

A evolução dos processadores no decorrer dos últimos anos ocorreu numa velocidade incrível. A barreira do gigahertz foi ultrapassada e não se deu conta do tamanho desta conquista. As frequências continuam aumentando cada vez mais, mesmo sem que outros componentes do computador de suma importância para o desempenho acompanhem esse ritmo.

As memórias RAM tiveram uma evolução muito menor que a dos processadores, o que defasa em muito a performance do computador, uma vez que de nada adianta buscar uma informação a uma velocidade, se para encontrá-la o faz-se com um décimo desta velocidade. Toda essa potência é desperdiçada num gargalo que a obriga a diminuir.

Numa analogia, imagine que você trabalhe num ritmo acelerado, e para realizar o seu trabalho, você precise de uma informação que quem possui é uma pessoa que trabalha num ritmo extremamente inferior ao seu. Você chega completamente desesperado a essa pessoa e pede pela informação, mas ela não altera seu ritmo, vai buscá-la com a mesma calma que faz com todas as informações. Você até pode recebê-la e voltar ao seu ritmo, mas tudo o que você teve para fazer durante essa busca foi esperar, perdendo sua eficiência. Isso até não seria uma coisa tão relevante num caso isolado, mas imagine isso acontecendo milhões de vezes por segundo. Ao final, a quantidade de tempo desperdiçada em relação ao tempo de trabalho total representaria uma enorme fatia.

A tabela abaixo demonstra a evolução da capacidade e do tempo de acesso das memórias no decorrer dos anos. É possível perceber que a capacidade das memórias quadruplica a cada três anos e que seu tempo de acesso é multiplicado por 2/3 a cada 10 anos. Isso é um dado importante na comparação com a velocidade atingida pelos processadores atuais. Nesse ritmo, nunca se será capaz de atingir uma comunicação síncrona na frequência do processador, ou seja, a mais alta. A memória sempre estará defasada em relação à velocidade do processador, e isto é provado na prática.

Ano	Capacidade (MB)	Tempo de Acesso (ns)
1980	0,0625	250
1983	0,25	220
1986	1	190
1989	4	165
1992	16	145
1996	64	120
2000	256	100

Tabela 4.1: Relação entre a capacidade e o tempo de acesso das memórias com seu respectivo ano.

4.2 Histórico das Memórias RAM

Os computadores XT usavam memórias do tipo “Módulo DIP” (Dual in Parallel), as quais também eram utilizadas em alguns PCs 286. Eram CIs encaixados nas placas-mãe. Tratavam-se de módulos de memória de apenas 8 bits, com velocidades de acesso de 150 e 120 nanossegundos (bilionésimos de segundo). Sua instalação era muito trabalhosa, e para facilitar a vida dos usuários os fabricantes construíram placas de circuito impresso onde os circuitos integrados de memória encontravam-se soldados.



Figura 4.1: Módulo DIP.

Os primeiros módulos de memória usados em PCs 286 e nos primeiros PCs 386 foram os “Módulos SIPP – SIPP” (Single in Line Pin Package) que também eram módulos de 8 bits. Mais rápidas que os módulos DIP, foram fabricadas com velocidades de acesso entre 100 e 120 nanossegundos.

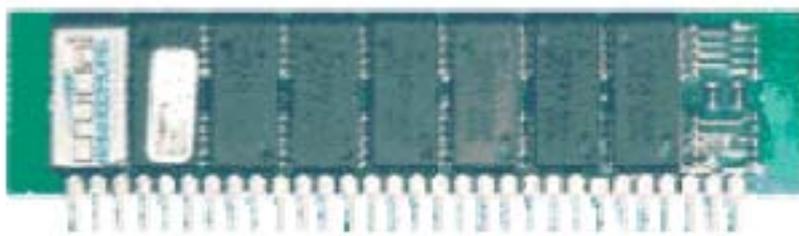


Figura 4.2: Módulo SIPP.

Em alguns PC's 286 mais modernos, nos PCs 386 e em muitos 486 eram utilizadas memórias "Módulo SIMM" (Single in Line Memory Module) com 30 pinos. Continham 20 vias de linha e colunas para endereços multiplexadas (10 vias), 8 vias de dados, 1 via de controle, 3 de alimentação e as demais não conectadas, somando 30 vias. Algumas destas memórias tinham um nono bit chamado bit de paridade que era necessário em algumas placas mãe. Suas velocidades de acesso estavam entre 100 e 70 nanossegundos.

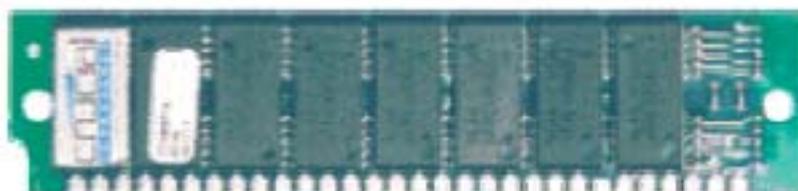


Figura 4.3: Módulo SIMM com 30 pinos.

Com o uso dos processadores de 32 bits, os fabricantes criaram um novo tipo de módulo de memória de 32 bits conhecido como "Modulo SIMM" mas que, ao contrário dos módulos antigos, possuía 72 pinos. Em decorrência disso surgiu nas placas-mãe o chanfro no centro do slot para evitar a colocação acidental de módulos de 30 vias. Esse tipo de memória era usado nos PCs 486 mais modernos e amplamente utilizados nos PCs Pentium, neste caso sendo necessário o uso em pares já que esses processadores trabalhavam em 64 bits. A velocidade deste tipo de memória estava entre 80 e 50 nanossegundos (no caso das EDO).

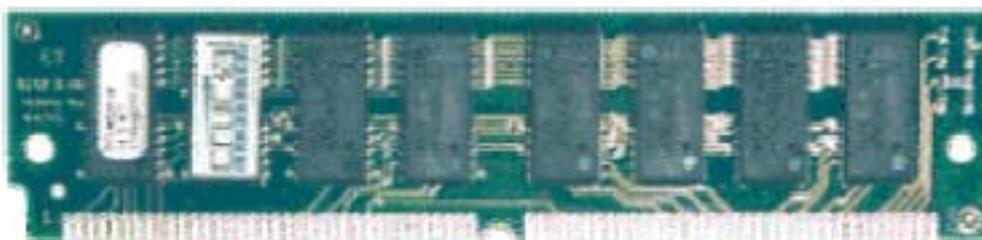


Figura 4.4: Módulo SIMM com 72 pinos.

Com o desenvolvimento dos processadores Pentium, Pentium Pro, Pentium II e Pentium III viu-se também a necessidade de ampliar a largura de

barramento das memórias RAM devido aos 64 bits de barramento destes processadores bem como para aumentar a capacidade máxima em MB. Para isso, surgiram as memórias do tipo “Modulo DIMM” de 168 pinos. Ao contrário das memórias SIMM, estes módulos possuem contactos em ambos os lados do módulo, sendo por isso chamados de DIMM (Double in Line Memory Module).



Figura 4.5: Módulo DIMM.

4.3 Principais Tecnologias das Memórias RAM

Nesta sessão serão apresentadas algumas das principais tecnologias usadas na confecção de memórias RAM.

4.3.1 Fast Page Mode RAM (FPM RAM)

É o mais antigo tipo de memória RAM, sendo também o menos sofisticado. Era usada em PCs 486 e Pentiums mais antigos, possuindo velocidades de 80, 70 e 60 nanossegundos. Funcionava enviando o endereço de linha da matriz de células da memória -RAS e após, o sinal de -CAS (bloco) como um acesso paginado. Os Wait States (intervalos de espera) não podiam ser menores do que 5-3-3-3 (5 ciclos de relógio para o primeiro elemento de dados e 3 ciclos de relógio para cada um dos três elementos de dados seguintes). Além disso, podia ser utilizada em velocidades de barramento de até 66MHz atingindo uma taxa de transferência de 110Mb/s.

4.3.2 Static RAM - (SRAM)

São até 5 vezes mais rápidas, custam o dobro do preço e possuem o dobro do tamanho das DRAM. Em geral são usadas nas memórias cache. São produzidas com capacidade de 8, 16, 32, 64, 256, 512, 1024 e 2048 KB. Esse

tipo de memória usa um encapsulamento DIPP (Dual In-line Pin Package), existindo também em forma de módulos, com formato similar aos módulos de memória DRAM de 168 pinos, que são encaixados na placa-mãe, num slot especial.

4.3.3 Dynamic RAM (DRAM)

Tecnologia usada na confecção dos módulos de memória de 30, 72 e 168 pinos. Possui um aumento considerável de velocidade (de 70-60ns para 50-45ns). Precisa de dois sinais para trabalhar:

-RAS: seleciona o banco de memória a ser utilizado;

-CAS: seleciona a célula na qual o dado vai ser armazenado, de forma semelhante aos cilindros e sectores de um disco rígido. Este tipo de memória precisa estar constantemente alimentado para não perder os dados gravados, necessitando de um circuito de refresh.

A memória DRAM é mais barata que a SRAM, porém mais lenta. Ela ocupa um espaço menor no chip e armazena os dados em um capacitor, atualizado constantemente. Sua fabricação possui o mesmo processo da fabricação dos processadores e não trabalha de forma síncrona com o clock do sistema. Seu ciclo de leitura é 5-3-3-3, trabalhando a 66 MHz.

4.3.4 Extended Data Output RAM (EDO RAM)

Encontrada com velocidades de 70, 60 e 50 nanossegundos, este tipo de RAM funciona de modo semelhante ao da Page-mode, porém com ganho pelo fato de trabalhar de modo otimizado na comunicação com a memória cache.

A memória EDO modifica o sinal -CAS para que permaneça ativo por um breve instante após o último acesso, mantendo válido o ciclo de leitura, de forma que o processador não necessite esperar até que o dado seja válido para fazer a leitura. Para isto, é necessário que o sistema informe quando finalizou o ciclo de leitura. Isto significa que o circuito de controle de memória da placa-mãe precisa possuir tal sinal de controle (Output Enable). Era usada em módulos de 72 vias e em alguns modelos de módulos de 168 vias. As memórias EDO de 60 e 50 nanossegundos suportam trabalhar com barramento

de 75 MHz. É possível conseguir que esse tipo de memória suporte barramento de 83 MHz elevando os Wait States para 5-3-3-3.

4.3.5 Synchronous Dynamic RAM (SDRAM)

A SDRAM é construída com arquitetura superescalar similar aos microprocessadores com pipeline. Os chips SDRAM são feitos em múltiplos e independentes blocos de acesso, proporcionando acesso de um segundo bloco antes do fim de processamento do primeiro. Isto incrementa de maneira drástica a performance da leitura e escrita na memória. Encontrada em módulos de memória DIMM, utiliza Wait States de 5-1-1-1, sendo aproximadamente 10% mais rápida do que as memórias EDO.

São encontradas com velocidade de 10, 8 e 7 nanossegundos e teoricamente funcionariam a 124 MHz, mas na prática isto não acontece, dificilmente passando de 83 MHz, não sendo adequadas para placas-mãe que usam barramento de 100 MHz.

4.3.6 Memórias PC-100 (ou memórias de 100 MHz)

São memórias SDRAM com vários aperfeiçoamentos, o que as permite funcionar estavelmente com barramento de 100 MHz. A maioria das placas-mãe com chipset LX (que suportam barramento de 100 MHz) só aceitam funcionar com memória PC-100, rejeitando memórias SDRAM comuns.

4.3.7 Memórias PC-133 (ou memórias de 133 MHz)

Semelhantes às memórias PC-100, diferenciando-se pela frequência que operam (133 MHz).

4.3.8 Double Data Rate-Synchronous DRAM (DDR-SDRAM)

Um tipo de SDRAM com suporte para transferências de dados duas vezes por ciclo de clock, dobrando a velocidade de acesso. As DDR-SDRAM conseguem suportar velocidades de barramento de cerca de 200 MHz. A

transferência de dados entre o processador e a memória é de cerca de 2.4 gigabytes por segundo.

4.3.9 Rambus DRAM

As memórias RDRAM usam um canal estreito, de alta largura-de-banda, para transmitir dados até 10 vezes mais rápido que as memórias DRAM padrão. Desenvolvida pela empresa Rambus Inc, é extremamente rápida, porém necessita grandes mudanças no controlador de memória e na interface memória/sistema.

Visa diminuir a falha de página na cache integrada, diminuindo o tempo de espera do sistema. Ela pode atingir 500MHz, porém para diminuir as interferências causadas pela alta frequência, ela trabalha a 2V apenas e com sinais digitais em 300mV. Atualmente são utilizadas apenas em algumas máquinas de jogos e em aplicações gráficas muito intensivas.

5. OVERCLOCK

5.1 Introdução

Segundo Torres [TOR 01], “overclock é a técnica de se configurar qualquer tipo de componente eletrônico em um clock acima do especificado”. Traduzindo ao pé da letra, além do clock, significa alterar propositadamente o barramento da placa mãe, de forma a obrigar o processador a trabalhar mais rápido. Isto pode ser feito através do Setup da placa-mãe, via jumpers ou até mesmo por software, dependendo da placa mãe usada. Naturalmente o percentual de overclock possível varia de processador para processador.

A velocidade de barramento corresponde à velocidade com que o acesso à memória, à cache, ao barramento PCI (em parte) e à interface IDE é feito pelo processador. Por isso, a velocidade do barramento (local bus speed) é muito importante para se conseguir uma melhoria de performance.

Os fabricantes de processadores consideram o overclock como uma “técnica proibida”. Rumores de que diminuem a vida útil dos processadores são os principais argumentos usados contra os praticantes desta técnica sem mencionar a queima e inutilização do componente submetido. O fato é que o overclock aumenta o desempenho do computador, e isto sem gastar nada a mais com upgrades. Assim sendo, cabe ao usuário decidir se o fará ou não, desfrutando dos prazeres de sua realização e arcando com suas conseqüências.

Os processadores são feitos para trabalharem a uma freqüência de operação máxima. Mas não é possível determinar com exatidão qual será esta freqüência máxima na construção dos componentes. Assim sendo, o fabricante trabalha com uma estimativa com relação a esse limite. O que acontece é que os processadores produzidos são testados e muito freqüentemente, esses processadores trabalham a freqüências acima do que são rotulados. Então, os fabricantes vendem-nos como processadores com freqüências menores para se adequar a valores que adota comercialmente, ou mesmo para saciar sua demanda de mercado, além de ter uma garantia com relação a essa freqüência máxima, uma espécie de tolerância segura. Por exemplo, se um processador for fabricado e na hora do teste, constata-se que pode trabalhar a 1 GHz, mas

a empresa só negocia processadores de 950MHz, ele será rotulado como um processador de 950 MHz sem problemas, uma vez que o custo para a produção de processadores é o mesmo. O mesmo aconteceria se esta empresa tivesse um enorme estoque de processadores de 1.2 GHz, por exemplo, mas recebesse milhares de pedidos de processadores de 950 MHz. Simplesmente seriam rotulados como tais e vendidos.

5.2 Tipos de Overclock

Existem três tipos básicos de overclock: de barramento, de multiplicador e os dois simultâneos. O overclock de barramento é o mais indicado, por uma simples razão: é o tipo de overclock que vai dar um melhor desempenho real, pelo fato de que todo o conjunto (processador, memória RAM, placa-mãe) trabalhará também em overclock.

5.2.1 Overclock de Barramento

Considerado o que menos compromete a estabilidade do sistema e que oferece maior aumento de desempenho. Este tipo de overclock pode ser feito de três formas, variando de acordo com o tipo de placa-mãe utilizada. É possível fazê-lo por jumpers, através do Setup ou por meio de software.

Placas-mãe mais antigas trazem a opção de realizar overclock por meio de jumpers, os quais através de valores pré-definidos alteram a frequência do barramento seguindo um posicionamento específico. Este posicionamento pode ser verificado no manual do fabricante que acompanha a placa-mãe.

O overclock feito por meio de software é possível em placas-mãe projetadas para overclock. Este tipo de software é distribuído pelo fabricante e acompanha a placa-mãe. Este tipo de software torna mais prática a tarefa de achar o clock ideal para o processador, uma vez que basta você aumentá-lo e aplicá-lo, tendo o único trabalho de checar se o micro travou ou não. Caso não, continue aumentando e aplicando até o momento que ele trave, tendo somente que reiniciá-lo e aplicar a última configuração válida antes do travamento. Isso economiza muito tempo e paciência uma vez que pelo setup do computador, é necessário atribuir um valor, salvá-lo, reiniciar o computador para checar se funcionou ou não, e isto tem que ser feito para cada vez, independente de

travar ou não. Outra vantagem para o uso de softwares para a realização de overclock de barramento é que algumas placas-mãe não vêm com jumpers nem qualquer tipo de configuração no Setup para alterar a frequência do barramento. Elas reconhecem o processador e ajustam a configuração ideal automaticamente, configuração esta que nem sempre é a melhor.

Algumas placas-mãe podem zerar as configurações do overclock aplicado toda vez que o PC for reiniciado, pois precisam reconhecer o processador, e com isso, novamente ajustando as configurações. Para isso, alguns desses programas possuem formas de salvar as configurações feitas no overclock e ativam-nas na inicialização do sistema operacional.

O overclock de barramento feito através do Setup, faz-se na base da tentativa e erro. Ao acessar as configurações de FSB, CPU External Clock, ou algo do gênero, você deve ajustá-las, salvar suas configurações ao sair e observar o que acontece com o computador. Se ele iniciar normalmente, seu overclock funcionou com sucesso. Se o computador não ligar, você precisa reiniciar sua BIOS. Isto é feito através de jumpers, o qual geralmente encontra-se próximo à bateria da placa-mãe, podendo até ter uma cor diferente. Outras placas-mãe possuem jumpers para voltar a frequência do barramento ao normal, além de ter que resetar a BIOS.

Uma forma de ajudar que o overclock funcione é além de uma alimentação maior para o processador, é assegurar-se que o chipset da placa-mãe possui uma frequência de barramento maior que a frequência do barramento externo do processador. O mesmo aplica-se à memória RAM. O ideal é ter uma memória que trabalhe com uma frequência maior que o barramento externo do processador. Da mesma forma que a tolerância a overclock varia para processadores, devido à sua fabricação e demais características, também se aplica às memórias RAM.

5.2.2 Overclock de Multiplicador

Considerado o mais clássico método de overclock. Já que o overclock de barramento atua também nas placas instaladas e na memória, você pode possuir uma placa PCI, uma placa de vídeo AGP ou memórias que não fiquem estáveis em barramentos acima dos especificados de fábrica. Esse é o caso de tentar mudar o multiplicador. Alterando o multiplicador, você aumentará a

freqüência interna do processador, fazendo-o trabalhar mais rápido do que deveria.

Fazer esse tipo de overclock antigamente era impossível, pois os processadores vinham com os multiplicadores travados de fábrica, o que impedia o seu aumento, porém não a sua diminuição. Em alguns casos, é mais interessante diminuir o multiplicador do processador, pois assim é possível atingir uma freqüência maior com relação ao barramento externo. Isso é possível porque o processador possui dois limites: o clock interno e o externo. Muitas vezes, o clock máximo do processador é atingido, mas não o externo, o que poderia ser feito diminuindo-se o multiplicador, no lugar de aumentá-lo. Porém, faz-se necessário o uso de programas de benchmark para testar o desempenho do seu computador e ver se há mais vantagem em diminuir o clock interno para conseguir um clock externo maior ou o inverso.

Alguns programas de testes de performance como o 3DMark[®] e o Winstone[®] podem ser encontrados respectivamente em www.madonion.com ou www.zdbop.com .

Hoje em dia, os multiplicadores vêm destravados, o que facilita a obtenção de resultados ainda mais satisfatórios.

6. CONSEQÜÊNCIAS DO OVERCLOCK

6.1 Introdução

Até então foram apresentadas as formas para realizar overclock, mas não se falou de suas conseqüências. Se o overclock é uma técnica tão boa, porque os fabricantes têm tanta preocupação com relação a ele. Isto se deve ao fato de que o overclock realmente danifica o processador. Porém esse dano é perfeitamente suportável uma vez que não é tão significativo mediante o tempo necessário para inutilizar o hardware e altamente recompensável visto seus efeitos.

Citando TORRES, “tecnicamente falando, o overclock diminui a vida útil dos componentes envolvidos e pode inclusive levar à queima de componentes. Isso ocorre principalmente por causa de um fenômeno chamado eletromigração. Em áreas internas do processador que operam a temperaturas muito altas, o superaquecimento do processador faz com que o silício perca a sua condutividade elétrica. Esse fenômeno não ocorre de uma vez, mas sim ao longo do tempo, e daí o material semicondutor do processador vai perdendo suas características de condutividade (o que demora alguns anos pra acontecer)”.

Levando em consideração que um processador é desenvolvido para durar aproximadamente vinte anos, e que caso seja feito overclock nesse processador seu tempo de vida diminua 75%, valor este extremamente alto e fora da realidade, ainda assim perduraria por 5 anos aproximadamente. Isto quer dizer que seria possível ficar 5 anos com um processador relativamente melhor, dependendo do nível de overclock atingido, gastando menos. Agora resta fazer uma avaliação e ver quanto tempo você ficou com seu ultimo processador sem overclock. Caso você pretenda ficar mais de cinco anos aproximadamente com um mesmo processador, não opte por fazê-lo. Outra informação importante é que o overclock anula todo tipo de garantia do processador por parte do vendedor ou do fabricante.

6.2 Eletromigração

A eletromigração ocorre em processadores operando a frequências acima das permitidas pela arquitetura ou que estejam trabalhando com uma tensão (voltagem) mais alta que a recomendada. A combinação de eletricidade e calor faz com que átomos do metal que formam os filamentos do processador saiam da sua posição inicial. É como se os filamentos se fundissem.

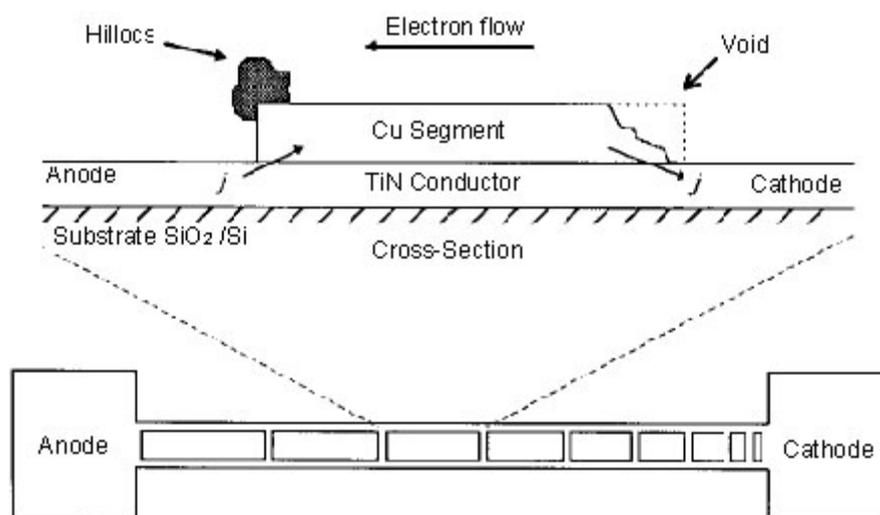


Figura 6.1: Exemplo de transferência de elétrons pelo aumento da temperatura no processador.

Com isso, podem ser estabelecidas rotas que antes não existiam e as rotas originais podem ser perdidas. Em qualquer um dos casos o erro pode tornar o processador instável, fazer com que ele não seja mais capaz de executar algum tipo de função, ou inutilizá-lo definitivamente. A maioria dos processadores possui proteções contra superaquecimento, que desligam o processador ao ser atingida uma temperatura limite.

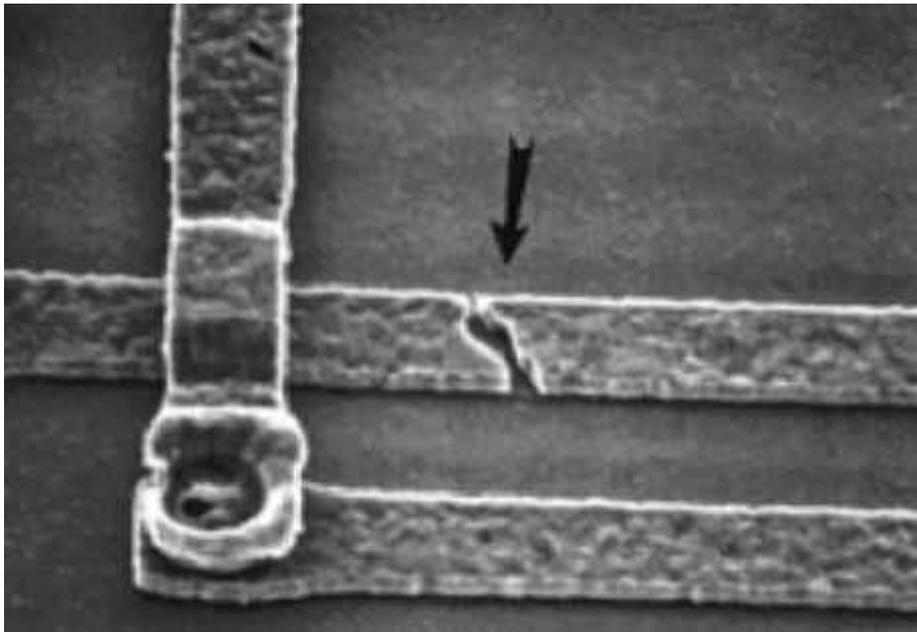


Figura 6.2: Imagem de ruptura na ligação entre transistores num processador superaquecido.

7. CONCLUSÃO

O overclock, considerado por muitos fabricantes de hardware uma técnica proibida mostra-se altamente interessante neste trabalho. O fato de conseguir fazer com que um processador trabalhe acima da frequência recomendada acarreta conseqüências boas e ruins.

Mediante o apresentado, o overclock garante ao praticante um ganho de performance de 5% a 30%, dependendo do grau atingido. Isso significa que seria possível trabalhar com um processador melhor, sem pagar nada mais por isso, economizando com upgrades. É possível conseguir um processador top de linha sem pagar por seu preço normal, uma vez que quando se compra um processador desses, só se paga pelo seu nome ou sua frequência, não implicando necessariamente num processador superior a outro não tão “potente”.

Os danos causados ao processador são completamente toleráveis uma vez que a perda de vida útil do componente dá-se em aproximadamente 40%, isso atingindo um nível considerado absurdo. Mesmo atingindo esse nível, o processador ainda trabalharia por mais ou menos 10 anos, tempo este considerado demasiado longo, falando em termos de tecnologia, onde em questão de meses, qualquer componente pode tornar-se obsoleto.

Apesar dos riscos, a utilização desta técnica vale a pena, desde que feita de maneira consciente e segura. Não é aconselhável extrapolar limites do bom senso como elevar a frequência de um processador de 500MHz a 1Ghz. Provavelmente este processador mesmo refrigerado apropriadamente não se comportará de maneira estável e confiável.

Como cada processador é diferente do outro, e cada computador difere do outro devido a inúmeras características como localização, condições de trabalho, clima, etc... não há responsabilizações ao autor por quaisquer danos causados a componentes devido ao uso deste material.

7.1 Trabalhos Futuros

Como a tecnologia não pára de evoluir, e isto ocorre cada vez mais rápido nos dias de hoje, sugiro o acompanhamento da nova tecnologia de 64 bits, a qual promete ser um marco na divisão da história dos processadores, e

analisar o impacto do overclock em tal tecnologia, observando o desempenho das caches L-3 e L-4 e o nível de overclock que pode ser atingido nessa nova tecnologia.

Outra área de atuação onde merece certa atenção é com relação às placas de vídeo, uma vez que como possuem processadores, pode ser feito overclock.

ANEXO A

OVERCLOCK

Ciro Francisco Imhof Junior¹, Vitório Bruno Mazzola¹

¹INE – Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – 88040-900 – Florianópolis –SC – Brasil

{ciro, mazzola}@inf.ufsc.br

Abstract. *The present article has as objective to present a fast vision of the Overclock technique, which increases the performance of the processor without expenses with upgrades. The forms for its execution will be boarded, cares to be taken and in the end its consequences will be demonstrated. This technique does not damage the hardware as many think, since that done in conscientious and sensible way, as it will be seen more ahead.*

KeyWords: *Overclock, performance, processor.*

Resumo. *O presente artigo tem como objetivo apresentar uma rápida visão da técnica Overclock, a qual aumenta a performance do processador sem gastos com upgrades. Serão abordadas as formas para sua execução, cuidados a serem tomados e no final serão demonstrados suas conseqüências. Esta técnica não danifica o hardware como muitos pensam, desde que feita de maneira consciente e sensata, como será visto mais adiante.*

Palavras-chave: *Overclock, performance, processador.*

Introdução

Overclock consiste num aumento da frequência de um dispositivo eletrônico, de maneira a fazê-lo funcionar acima da capacidade recomendada pelo fabricante.

O fato de fazer um hardware funcionar melhor do que o sugerido acarreta alguns perigos no que se refere a sua integridade física, gerando possíveis instabilidades, fazendo-o comportar-se de maneira esdrúxula, ou mesmo danificando-o.

Vale mencionar que o overclock movimenta um imenso mercado altamente lucrativo no que se refere a sistemas de refrigeração, ganhos de performance, imensos gastos em investimentos e pesquisas desde materiais para confecção de hardware ao relacionamento destes para melhor suportar suas conseqüências como aumento de temperatura, por exemplo.

Processadores

Processadores são circuitos integrados passíveis de serem programados para executar uma tarefa predefinida, basicamente manipulando e processando dados. Resumidamente, o papel do microprocessador é somente um: pegar dados, processá-los conforme programação prévia e devolver o resultado. De onde vêm tais dados e para onde vai o resultado é, para ele, indiferente.

Atualmente, milhares de processadores são produzidos no mundo. Quase todos os equipamentos eletrônicos possuem um processador, seja ele simples ou complexo. Porém,

de todos esses processadores produzidos, somente 2% deles acabam em computadores. Todos os outros 98% destinam-se a aparelhos de som, fornos de microondas, carros, videocassetes, relógios, resumindo, tudo o que é programável ou precisa ser controlado automaticamente, possui um processador. Essa programação é feita por meio de instruções, que nada mais são que comandos que o processador entende. A quantidade de instruções e complexidade das mesmas varia de processador para processador. Processadores de uso dedicado, como o de um forno de microondas, possuem uma quantidade limitada de tarefas que podem executar, assim sendo, eles possuem uma quantidade reduzida de instruções, realizando apenas operações muito específicas. Não é o que acontece com os processadores desenvolvidos para computadores. Estes processadores são de uso geral e podem ser programados indefinidamente, de acordo com a vontade do programador.

O funcionamento dos processadores está associado a diversas características de sua arquitetura, arquitetura que evolui com a tecnologia. Todas essas características trabalhando em conjunto definem hoje a performance dos processadores, não mais somente a frequência. É sabido hoje que, processadores embora com frequências menores, resultam numa performance muito mais satisfatória em relação ao throughput somente pelo fato de como “administram” as instruções que devem executar. Não é necessário que as façam rápido, e sim que façam mais. Se for possível fazer mais e mais rápido, perfeito.

Em meio a essa “administração” de instruções, outras ações afetam a performance dos processadores. Ações como características da memória, a forma de acesso, velocidade de barramento, clock, frequência, alimentação, tudo isso trabalhando em conjunto resultam numa performance mais satisfatória. Para isso é necessário que todo o conjunto esteja em “harmonia”. De nada adianta um processador com altíssima frequência trabalhando com uma memória de acesso lento. O processador será defasado em toda sua velocidade, uma vez que a performance será regida pela frequência mais baixa.

Overclock

Overclock é a técnica de se configurar qualquer tipo de componente eletrônico em um clock acima do especificado. Isto pode ser feito através do Setup da placa-mãe, via jumpers ou até mesmo por software, dependendo da placa mãe usada. Naturalmente o percentual de overclock possível varia de processador para processador.

A velocidade de barramento corresponde à velocidade com que o acesso à memória, à cache, ao barramento PCI (em parte) e à interface IDE é feito pelo processador. Por isso, a velocidade do barramento (local bus speed) é muito importante para se conseguir uma melhoria de performance.

Os fabricantes de processadores consideram o overclock como uma “técnica proibida”. Rumores de que diminuem a vida útil dos processadores são os principais argumentos usados contra os praticantes desta técnica sem mencionar a queima e inutilização do componente submetido. O fato é que o overclock aumenta o desempenho do computador, e isto sem gastar nada a mais com upgrades. Assim sendo, cabe ao usuário decidir se o fará ou não, desfrutando dos prazeres de sua realização e arcando com suas conseqüências.

Os processadores são feitos para trabalharem a uma frequência de operação máxima. Mas não é possível determinar com exatidão qual será esta frequência máxima na construção dos componentes. Assim sendo, o fabricante trabalha com uma estimativa com relação a esse limite. O que acontece é que os processadores produzidos são testados e muito frequentemente, esses processadores trabalham a frequências acima do que são rotulados. Então, os fabricantes vendem-nos como processadores com frequências menores para se adequar a valores que adota comercialmente, ou mesmo para saciar sua demanda de mercado, além de ter uma garantia com relação a essa frequência máxima, uma espécie de tolerância segura.

Tipos de Overclock

Existem três tipos básicos de overclock: de barramento, de multiplicador e os dois simultâneos. O overclock de barramento é o mais indicado, por uma simples razão: é o tipo de overclock que vai dar um melhor desempenho real, pelo fato de que todo o conjunto (processador, memória RAM, placa-mãe) trabalhará também em overclock.

Overclock de Barramento

Considerado o que menos compromete a estabilidade do sistema e que oferece maior aumento de desempenho. Este tipo de overclock pode ser feito de três formas, variando de acordo com o tipo de placa-mãe utilizada. É possível fazê-lo por jumpers, através do Setup ou por meio de software.

O overclock feito por meio de software é possível em placas-mãe projetadas para overclock. Este tipo de software é distribuído pelo fabricante e acompanha a placa-mãe.

O overclock de barramento feito através do Setup, faz-se na base da tentativa e erro. Ao acessar as configurações de FSB, CPU External Clock, ou algo do gênero, você deve ajustá-las, salvar suas configurações ao sair e observar o que acontece com o computador. Se ele iniciar normalmente, seu overclock funcionou com sucesso. Se o computador não ligar, você precisa reiniciar sua BIOS. Isto é feito através de jumpers, o qual geralmente encontra-se próximo à bateria da placa-mãe, podendo até ter uma cor diferente. Outras placas-mãe possuem jumpers para voltar a frequência do barramento ao normal, além de ter que resetar a BIOS.

Uma forma de ajudar que o overclock funcione é além de uma alimentação maior para o processador, é assegurar-se que o chipset da placa-mãe possui uma frequência de barramento maior que a frequência do barramento externo do processador. O mesmo aplica-se à memória RAM. O ideal é ter uma memória que trabalhe com uma frequência maior que o barramento externo do processador.

Overclock de Multiplicador

Considerado o mais clássico método de overclock. Já que o overclock de barramento atua também nas placas instaladas e na memória, você pode possuir uma placa PCI, uma placa de vídeo AGP ou memórias que não fiquem estáveis em barramentos acima dos especificados de fábrica. Esse é o caso de tentar mudar o multiplicador. Alterando o multiplicador, você aumentará a frequência interna do processador, fazendo-o trabalhar mais rápido do que deveria.

Fazer esse tipo de overclock antigamente era impossível, pois os processadores vinham com os multiplicadores travados de fábrica, o que impedia o seu aumento, porém não a sua diminuição. Em alguns casos, é mais interessante diminuir o multiplicador do processador, pois assim é possível atingir uma frequência maior com relação ao barramento externo. Isso é possível porque o processador possui dois limites: o clock interno e o externo. Muitas vezes, o clock máximo do processador é atingido, mas não o externo, o que poderia ser feito diminuindo-se o multiplicador, no lugar de aumentá-lo. Porém, faz-se necessário o uso de programas de benchmark para testar o desempenho do seu computador e ver se há mais vantagem em diminuir o clock interno para conseguir um clock externo maior ou o inverso.

Hoje em dia, os multiplicadores vêm destravados, o que facilita a obtenção de resultados ainda mais satisfatórios.

Conseqüências do Overclock

Até então foram apresentadas as formas para realizar overclock, mas não se falou de suas conseqüências. Se o overclock é uma técnica tão boa, porque os fabricantes têm tanta preocupação com relação a ele. Isto se deve ao fato de que o overclock realmente danifica o processador. Porém esse dano é perfeitamente suportável uma vez que não é tão significativo mediante o tempo necessário para inutilizar o hardware e altamente recompensável visto seus efeitos.

O overclock diminui a vida útil dos componentes envolvidos e pode inclusive levar à queima de componentes. Isso ocorre principalmente por causa de um fenômeno chamado eletromigração. Em áreas internas do processador que operam a temperaturas muito altas, o superaquecimento do processador faz com que o silício perca a sua condutividade elétrica. Esse fenômeno não ocorre de uma vez, mas sim ao longo do tempo, e daí o material semiconductor do processador vai perdendo suas características de condutividade (o que demora alguns anos pra acontecer).

Levando em consideração que um processador é desenvolvido para durar aproximadamente vinte anos, e que caso seja feito overclock nesse processador seu tempo de vida diminua 75%, valor este extremamente alto e fora da realidade, ainda assim perduraria por 5 anos aproximadamente. Isto quer dizer que seria possível ficar 5 anos com um processador relativamente melhor, dependendo do nível de overclock atingido, gastando menos. Agora resta fazer uma avaliação e ver quanto tempo você ficou com seu ultimo processador sem overclock.

O overclock garante ao praticante um ganho de performance de 5% a 30%, dependendo do grau atingido. Isso significa que seria possível trabalhar com um processador melhor, sem pagar nada mais por isso, economizando com upgrades. É possível conseguir um processador top de linha sem pagar por seu preço normal, uma vez que quando se compra um processador desses, só se paga pelo seu nome ou sua frequência, não implicando necessariamente num processador superior a outro não tão “potente”.

Os danos causados ao processador são completamente toleráveis uma vez que a perda de vida útil do componente dá-se em aproximadamente 40%, isso atingindo um nível considerado absurdo. Mesmo atingindo esse nível, o processador ainda trabalharia por mais ou menos 10 anos, tempo este considerado demasiado longo, falando em termos de tecnologia, onde em questão de meses, qualquer componente pode tornar-se obsoleto.

Como cada processador é diferente do outro, e cada computador difere do outro devido a inúmeras características como localização, condições de trabalho, clima, etc... não há responsabilizações ao autor por quaisquer danos causados a componentes devido ao uso deste material.

Referências Bibliográficas

- [PAT 00] PATTERSON, David & HARNESSY, John. **Organização e projetos de computadores – A interface HARDWARE/SOFTWARE**. Editora LTC, 2ª Edição, 2000.
- [TOR 01] TORRES, Gabriel. **HARDWARE, Curso Completo**. Editora Axcel Books, 4ª Edição, 2001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AMD 03] AMD, Advanced Micro Devices. Site Oficial Disponível em <<http://www.amd.com>>. Acesso em: 25 de agosto de 2003.
- [AMZ 03] AMDZONE. Site Disponível em <http://www.amdzone.com>. Acesso em: 27 de agosto de 2003.
- [DWP 03] DWPG. Electromigration In-Depth. Site Disponível em <<http://www.dwpg.com>>. Acesso em 26 de agosto de 2003.
- [FUT 03] FUTUREMARK, Corporation. Site Disponível em <<http://www.futuremark.com>>. Acesso em 22 de agosto de 2003.
- [INT 03] INTEL, Corporation. Site Disponível em <<http://www.intel.com>>. Acesso em: 25 de agosto de 2003.
- [MOR 02] MORIMOTO, Carlos E. **Manual de Hardware Completo**. 3ª Edição, 2002.
- [OCI 03] OCINSIDE. Site Disponível em <<http://www.ocinside.de>>. Acesso em: 22 de agosto de 2003.
- [PAT 00] PATTERSON, David & HARNESSY, John. **Organização e projetos de computadores – A interface HARDWARE/SOFTWARE**. Editora LTC, 2ª Edição, 2000.
- [SAN 02] SANTOS, Luiz Cláudio Villar. **Material de Aula**. Aula 01 – Transparência 13.
- [TOR 01] TORRES, Gabriel. **HARDWARE, Curso Completo**. Editora Axcel Books, 4ª Edição, 2001.