

Processador Pentium 4

Sandro Rogerio Pereira

RA: 028352

sandro.pereira@gmail.com

RESUMO

Este estudo objetiva especificamente analisar microprocessadores do fabricante Intel, buscando identificar o ganho de desempenho adquirido nesta arquitetura. Para isso, foram analisadas principais tecnologias empregadas na microarquitetura Intel (hiper threading, hiper pipeline, SSE2) e melhoria nos componentes deste processador (Cache Nível1/Nível2, barramento do sistema, chipset e gerenciamento de memória). Em seguida iremos quantificar o ganho de desempenho do Pentium 4 em comparação ao Pentium III a partir das principais métricas de desempenho.

1. INTRODUÇÃO

Os computadores da geração Pentium 4, podem parecer idênticos para alguns, pelo fato de pertencerem a mesma categoria ou microarquitetura. É importante ressaltar que o desempenho não depende apenas da velocidade do processador. Existem outras características que têm impacto direto no desempenho final, como as memórias de duplo canal, o FSB de 800 MHz e a tecnologia Hyper-Threading (HT). Sem conhecer essas características, corre-se o risco de comprar um computador com um desempenho indesejado, visto que o desempenho não depende apenas do clock do processador. Podemos encontrar, por exemplo, dois modelos aparentemente com a mesma configuração: Pentium 4 de 2.8 GHz, 512 MB de memória, HD de 80 GB e vídeo integrado. Entretanto, o modelo mais barato pode usar uma placa mãe de baixa qualidade, pode usar uma versão do Pentium 4 com 8 MHz mas com FSB menor e sem a tecnologia HT, usar memórias mais lentas e de canal simples, ao invés do duplo canal, ou ter um vídeo onboard de baixo desempenho. Muitas vezes, para conseguir oferecer um PC com um preço um pouco menor, o fabricante pode piorar a qualidade geral dos componentes. Para os clientes que conhecem apenas características básicas, como a velocidade do processador e a quantidade de memória, sem conhecimento dos conceitos mais avançados, acaba decidindo pela máquina pior, mesmo que a diferença no preço seja pequena.

2. HISTÓRICO

Todas as famílias de processador, como Pentium II, Pentium III e Celeron, estavam baseadas no mesmo núcleo e só diferiram pelo tamanho, implementações de cache L2 e a presença de instruções de SSE que eram características do Pentium III. O Pentium 4 original pertence à sétima-geração de microprocessadores com arquitetura x86 e a sexta geração de processador fabricado pela Intel. Ao contrário do Pentium II, Pentium III, e os vários Celerons o Pentium 4 "Willamette" foi lançado em Novembro de 2000 com uma CPU totalmente redesenhada desde o Pentium Pro de 1995 e funcionando a 1.4 e 1.5 GHz. Uma das razões que empurram a Intel para o desenvolvimento do Pentium 4 foi aumento de freqüência na CPU que não provia mais crescimento de desempenho significante

devido à alta latência da arquitetura quando as diferentes subunidades da CPU são requisitadas.

Em relação ao velho projeto do Pentium III, o Pentium 4 não melhorou nenhuma das duas medidas chave de desempenho normal: velocidade de processamento de inteiros ou no desempenho de pontos flutuantes: pelo contrário, perdeu o desempenho por ciclo para ganhar em velocidades de clock e desempenho de SSE.

3. ARQUITETURA INTEL

Para efeito de estudos, iremos analisar os principais recursos e tecnologias incorporados pelo processador Intel® Pentium® 4, da microarquitetura Intel® NetBursts™.

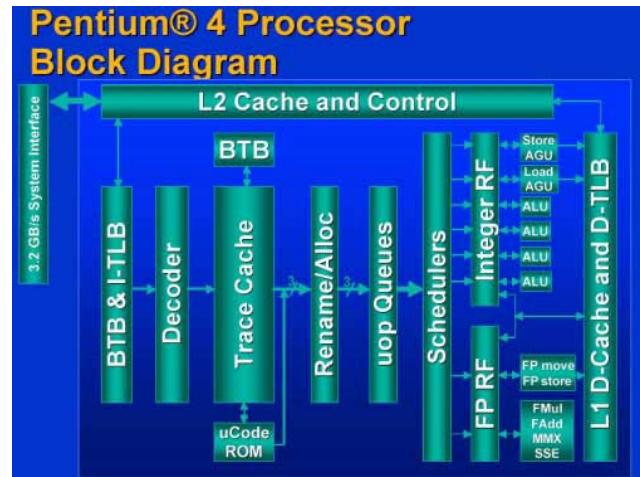


Figura 2. Diagrama de bloco da Arquitetura NetBursts

- ❑ Motor de execução rápida com capacidade de duplicar a velocidade das ALU (Arithmetics Logic Unit), com uma maior performance e diminuição dos tempos e intervalos de execução entre cálculos e processamentos. A Unidade Lógica Aritmética (ULA ou ALU) pode trabalhar com o dobro do clock interno do processador para aumentar o desempenho em cálculos usando números inteiros.

- ❑ Tecnologia hyper-pipelined que duplica a capacidade de sequência para 20 etapas, aumentando o desempenho do processador e capacidade (MHz).

- ❑ Trace Cache. O Pentium 4 usa uma cache especial para armazenar instruções decodificadas.

- ❑ Alteração na Cache de L1 no que diz respeito ao seu tamanho e tipo de informação armazenada.

- ❑ Novas extensões Streaming SIMD 2 (SSE2) que aumentam a tecnologia MMX™ e SSE existente no seu antecessor PIII, contem ainda cerca de 114 novas instruções novas para a tecnologia MMX, já existente.

- ❑ Transferência avançada de cache nível 2 que é um canal de comunicação de dados mais rápido entre a cache nível 2 e o núcleo do processador.
 - ❑ Barramento de sistema (FSB) a 400 MHz. Este novo barramento, em conjunto com o novo sistema de execução dinâmica e cálculo de ponto flutuante, trouxeram melhorias significativas na performance geral deste processador em relação ao anterior PIII.
 - ❑ Memória de Duplo canal.
 - ❑ Suporte à tecnologia HiperThreading.
 - ❑ Previsão de Desvios (Execução Dinâmica Avançada).

3.1 Motor de execução rápida (Rapid Execution Engine)

A parte mais simples das CPUs de hoje é a ALU (unidade lógica e aritmética). Considerando que é uma unidade relativamente simples e organizada, a Intel conseguiu fazê-la rodar a duas vezes a frequência do núcleo do processador. Assim, a ALU de um Pentium 4 de 1.4 GHz pode trabalhar a 2.8 GHz.



Figura 1. Esquema de funcionamento da ALU. Duas ALUs processam instruções mais simples, duas AGUs se encarregam de ler e gravar dados e uma terceira ULA é encarregada de decodificar/processar as instruções mais complexas

ALUs executam instruções de inteiro simples, por isso a nova CPU deverá se mostrar perfeita em operações de inteiro. Porém, dobrar a frequência da ALU não interfere no desempenho do Pentium 4 ao trabalhar com operações com ponto flutuante, SSE ou MMX.

Dessa forma, a latência da ALU torna-se significativamente baixa. Comparado ao Pentium III de 1GHz que gasta 1ns para executar uma instrução do tipo “soma”, o Pentium 4 de 1.4 GHz gasta apenas 0.35ns para a mesma instrução.

3.2 Tecnologia de Hyper-Pipelined

A Intel chama o pipeline do Pentium 4 de "Tecnologia Hyper Pipelined" por causa de sua profundidade comparativa de 20 estágios (o pipeline do Pentium III tem apenas 10 estágios de profundidade). Quando a execução de cada comando é dividida em partes menores, fica mais fácil e mais rápido de se executar do que o comando inteiro.

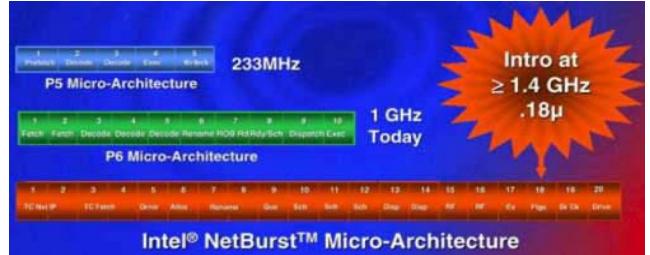


Figura 3. Profundidade dos Pipelines

Enquanto uma tecnologia de 0,18 mícron permite alcançar apenas 1GHz ou 1,3 GHz no processador Pentium de III, os processadores Pentium 4 podem chegar a 3,4 GHz de frequência de funcionamento. Porém, um pipeline mais fundo possui algumas desvantagens:

A partir do momento em que há mais fases para se executar antes da operação ser completada, o tempo global requerido para cada operação aumenta. Dessa forma, se a Intel lançasse um Pentium 4 de 1GHz, seria batido por um Pentium III também de 1GHz. Para provar que os novos Pentium 4 rodam mais rápidos que os antigos Pentium III, a Intel iniciou a família de processador a 1.4 GHz.

A outra desvantagem de um pipeline mais profundo chama a atenção para o caso de acontecerem erros de previsão e desvio. Como qualquer outra CPU moderna, Pentium 4 é capaz de executar instruções em série como também em paralelo. Em último caso, as instruções não seguem sempre a ordem que elas são listadas nos programas e os desvios não são sempre preditos corretamente. Para escolher o desvio certo de execução a CPU prediz os resultados julgando o seu estado atual. Porém, se o processador errar um desvio, todas as execuções preditas especulativamente devem ser retiradas do pipeline do processador para reinicializar a execução da instrução no desvio de programa correto. Em projetos de pipeline mais profundos, mais instruções devem ser desviadas no pipeline, resultando em um tempo maior de recuperação de um desvio errado ou perdido. O resultado líquido é que aplicações que têm muitos desvios difíceis de predizer, tenderão a ter um mais baixo nível comum de instruções por ciclo de processamento.

3.3 Trace Cache

Pentium 4 não tem um cache de L1 regular o qual foi dividido em duas partes pelo Pentium III: um para dados e um para instruções. A aproximação é totalmente diferente. As instruções já não são armazenadas em cache de L1: foi planejado somente para dados. Para armazenar as instruções o Pentium 4 usa o Trace Cache, que pode ostentar muitas vantagens em cima do cache de L1 regular enquanto assegurando que todas as unidades de execução de alta-freqüência (inteiro e ponto flutuante) são mantidas ocupadas e é impedido de ficar inativo no caso de desvios errados ou mal predito.

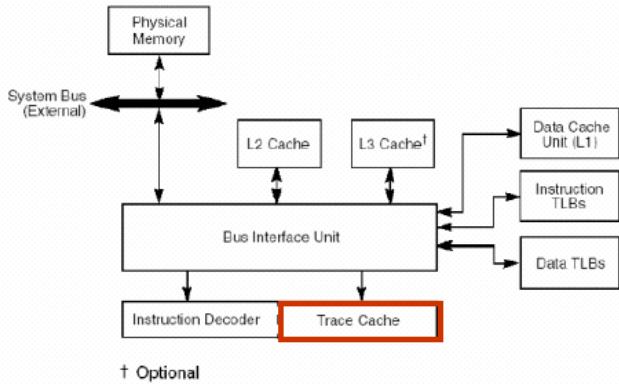


Figura 4. Armazenamento de micro-código no Trace Cache

O mais importante sobre Trace Cache é o fato de que há o armazenamento de instruções decodificadas (micro-operações) a serem manipuladas pelo núcleo do processador. Armazenar as micro-operações no Trace Cache permite evitar a decodificação repetida das instruções de x86 se o segmento de programa é executado uma vez mais no caso de desvio mal predito.

A segunda coisa positiva sobre o Trace Cache é a oportunidade de reter a ordem de execução de micro-operações armazenadas. Embora a ordem correta esteja definida pela previsão de desvio, resulta em um método muito seguro, porque, como nós já dissemos acima, a capacidade de previsão de desvio de Pentium 4 é bastante alta e consequentemente os erros de predição não são ameaçadores assim.

Os artigos publicados pela Intel não revelaram o tamanho de seu Trace Cache, porém, é sabido que pode armazenar aproximadamente 12,000 micro-operações.

O processador Pentium 4 baseado no núcleo de Willamette tem apenas 8KB cache de L1 que é até mesmo pequeno se comparado ao 16KB do cache de L1 do Pentium III. Para compensar o cache L1 de tamanho pequeno e aumentar o desempenho do processador, eles usaram um algoritmo novo por acessar o cache de L1.

3.4 Cache de L1

Segundo pesquisas sobre o Cache de L1 do Pentium 4, ele só é usado para dados, porque todas as instruções são armazenadas agora no Trace Cache. No entanto, o processador Pentium 4 original (Willamette) tem apenas 8KB cache de L1, ou seja, menor que o cache de L1 do Pentium III de 16KB. O objetivo desta mudança foi torná-lo ainda menor por causa do grande tamanho do encapsulamento do Pentium 4. Com a miniaturização do núcleo do processador através do avanço da tecnologia industrial, a arquitetura Pentium 4 poderá aceitar um cache de L1 ainda maior.

De qualquer maneira, a Intel fez seu melhor para compensar o cache L1 de tamanho pequeno e aumentar o desempenho do processador. Eles usaram um algoritmo novo por acessar o cache de L1. Isso fez com que sua latência baixasse 2 clocks comparado aos 3 clocks do Pentium III. Assim, levando em conta que Pentium 4 trabalha a freqüências mais altas, seu cache de L1 precisa em torno de 1.4ns para responder (modelo de CPU de 1.4 GHz) comparando novamente a quase 3ns do Pentium III de 1GHz.

Como o cache de L1 do Pentium III, o cache no Pentium 4 é também write-through, 4-way set associative e utiliza 64bytes de linha de cache.

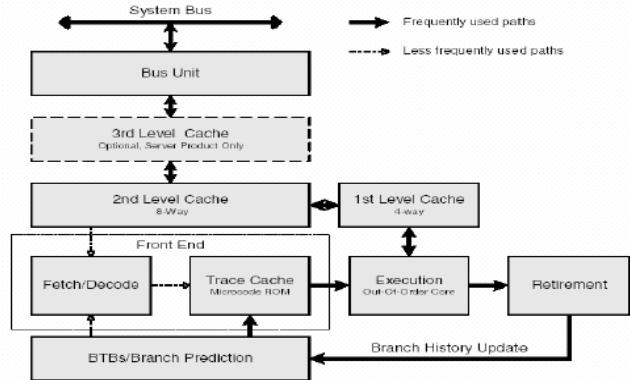


Figura 5. Hierarquia de Memória Cache.

3.5 Instruções SSE/SSE 2

Quando a AMD implementou um novo pipeline na FPU (Unidade de Ponto Flutuante) de seu processador Athlon, o Pentium III ficou incapaz de bater o Athlon em operações de ponto flutuante chegando sempre atrás. Porém, em seu processador Pentium 4, a Intel decidiu não se focar apenas em um enriquecimento simples de seu FPU, mas também aumentar o conjunto de instruções SSE. Como resultado disso, o Pentium 4 possui instruções de SSE2 estendidas, que são as 70 instruções antigas mais 144 novas instruções. Esta solução também nasceu por ideologia do NetBurst que se foca no acelerar do processamento de fluxo de dados.

Instruções de SSE são permitidas a manipular oito 128-bits XMM...XMM7 registradores, armazenando quatro únicos números reais de precisão. Note que todas as instruções de SSE foram executadas simultaneamente em cima dos conjuntos de quatro números que proveram um ganho de desempenho tangível nas aplicações especialmente aperfeiçoadas que levam a cabo muitos cálculos semelhantes (na realidade, jogos 3D também podem entrar aqui, porque os jogos não são feitos apenas de dados streaming).

Instruções SSE2 manipulam os mesmos registradores e tem compatibilidade retroativa com o SSE do Pentium III. O conjunto de instruções foi estendido tanto porque as operações com 128bit podem ser executadas agora, não só em registradores de quatro-números com conjuntos únicos de números reais de precisão, mas também com pares de números reais de dual-precisão, com inteiros de 16 único-byte, com inteiros de 8 dual-byte curtos, com inteiros de 4 quatro-bytes, com inteiros de 2 oito-bytes longos ou com inteiros de 16-bytes. Em outras palavras, a simbiose de hoje entre MMX, SSE e SSE2, permite operar todas as classificações de dados que ajustam em registradores 128bits. Assim, a SSE2 é muito mais flexível e permite alcançar um ganho de desempenho incrível.

Porém, as aplicações especificamente deveriam ser aperfeiçoadas para SSE2, é por isso que foi difícil encontrar aplicações otimizadas logo depois que a CPU nova foi lançada. SSE2 definitivamente tem um futuro muito promissor. Por isso, até mesmo a AMD está planejando implementar SSE2 em sua nova família de Hammer. As aplicações mais velhas que não

fazem qualquer uso de SSE2 e totalmente confiam em um co-processador de aritmética regular, não rodaram nada mais rápidas, nem mesmo em um sistema Pentium 4. Além disso, apesar das afirmações da Intel de que a FPU do Pentium 4 foi aumentada ligeiramente, a CPU nova requer agora 2 clocks a mais (em média) para as operações de ponto flutuante regulares que seu antecessor, o Pentium III. Os novos processadores Pentium 4 (Prescott) receberam mais 9 instruções especializadas, chamadas SSE3. Essas instruções melhoram ainda mais o desempenho nas aplicações de áudio e vídeo, fazendo uso mais eficiente da tecnologia HT.

Instruction Set Architecture	IA-32 Processor Support
General Purpose	All IA-32 processors
x87 FPU	Intel486, Pentium, Pentium with MMX Technology, Celeron, Pentium Pro, Pentium II, Pentium III Xeon, Pentium III, Pentium III Xeon, Pentium 4, Intel Xeon processors
x87 FPU and SIMD State Management	Pentium II, Pentium II Xeon, Pentium III, Pentium III Xeon, Pentium 4, Intel Xeon processors
MMX Technology	Pentium with MMX Technology, Celeron, Pentium II, Pentium II Xeon, Pentium III, Pentium III Xeon, Pentium 4, Intel Xeon processors
SSE Extensions	Pentium III, Pentium III Xeon, Pentium 4, Intel Xeon processors
SSE2 Extensions	Pentium 4, Intel Xeon processors
System	All IA-32 processors

Figura 6. Conjunto de Instruções.

3.6 Transferência avançada de cache nível 2 (L2 Advanced Cache Transfer)

O Cache L2 de Transferência Avançada com tamanho de 256KB a 512KB pode ostentar um barramento de 256-bits e uma largura da banda de barramento de cache maior e relação aos processadores que usam um barramento de 64bit de cache. Diferentemente do cache L2 do Athlon, o cache do Pentium 4 (como também do Pentium III) não é exclusivo, ou seja, armazena a cópia do cache de L1 como um imperativo.

Considerando que Pentium 4 foi planejado para processar fluxos de dados em primeiro lugar, a velocidade de trabalho do cache de L2 é uma das razões fundamentais para isto. Isso é porque a Intel dobrou o caminho de dados entre o cache L2 e o núcleo do processador. Este engrandecimento só foi possível devido ao fato de que os dados são transferidos do cache de L2 em cada clock principal, enquanto no caso do Pentium III, os dados são transferidos apenas em cada segundo clock principal. Como resultado, um P4 de 1.4 GHz pode entregar uma taxa de transferência de dados de 44.8GB/s (32bytes x 1 dados transferidos por clock) x 1.4 GHz = 44.8GB/s. Isto comparado a uma taxa de transferência de 16GB/s no Pentium III de 1GHz.

Assim como o Pentium III, as características do Pentium 4 de 8-way fixou cache de L2 associativo. Além disso, também tem 128byte de linhas de cache, enquanto o Pentium III só tem 32byte de linha de cache. Também o recém-chegado processador permite extrair as linhas não só como um todo mas também como duas partes de 64bytes.

Falando sobre o sistema de caching do Pentium 4, nós não podemos omitir o fato que a arquitetura de NetBurst também possui 4MB cache de L3. Em setembro de 2003, no fórum de desenvolvimentos da Intel, o Pentium 4 (edição extrema) foi anunciado, a apenas uma semana do lançamento do Atum 64, e Atum 64 Fx. Era quase idêntico ao pentium 4 (ate o ponto em que rodaria nas mesmas placas mãe), mas era diferente devido à adesão de 2 MB no cache de nível 3.

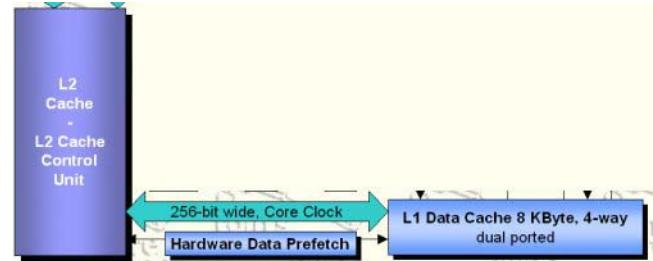


Figura 7. Esquema de transferência de dados em cache.

3.7 Barramento de Sistema ou Front Side Bus (FSB)

O FSB (Front Side Bus), também chamado de System Bus, é um conjunto de sinais eletrônicos que partem do processador e são ligados no chipset. A partir daí o processador tem acesso à memória e às demais partes do computador. Um processador com FSB mais veloz também tende a ser mais veloz. No caso do Pentium 4, existem modelos com FSB operando a 400 MHz, outros mais modernos operando a 533 MHz, e finalmente outros ainda mais modernos que operam a 800 MHz, o que significa que teoricamente é capaz de realizar 800 milhões de acessos à memória por segundo. Processadores com FSB mais veloz tendem a ser mais eficiente quando usam programas que fazem acessos intensivos à memória.

Levando em conta que a Intel posiciona sua CPU como a melhor solução para aplicações que processam dados, os chipset deveriam prover processamento alto e taxas altas para os barramentos principais, como o barramento de sistema entre a CPU, os North Bridge e o barramento de memória.

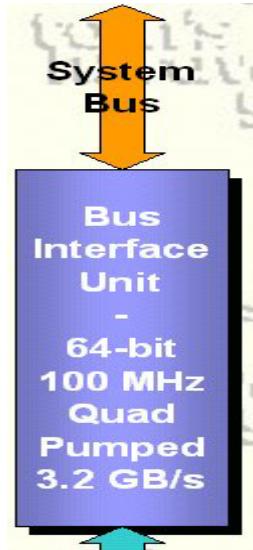


Figura 8. Unidade de Interface de Barramento do Pentium 4.

O primeiro processador Pentium 4 (Quad Pumped) possui um barramento que trabalha a 400MHz. Sua largura da banda é três vezes maior que a largura da banda do barramento Pentium III e faz 3.2GB/sec. Isto ajuda a reduzir a CPU que está ociosa enquanto espera pelos novos conjuntos de dados chegarem. Este barramento de alta velocidade é implementado fisicamente com uma freqüência básica (que é de 100MHz para Pentium 4)

trabalhando de forma quadruplicada, o que resulta em 400 MHz e largura de banda de 3,2 GB/sec (4 x 100 MHz x 8 bytes). Os Modelos atuais com FSB de 800 MHz levam vantagem ainda maior se fizerem da tecnologia Hyper-Threading pelo fato de se poder executar a cada instante, dois programas ao mesmo tempo e fazer ainda mais acessos à memória.

3.8 Memória de duplo canal (Dual Channel Memory)

Operando com FSB de 800 MHz, as versões mais avançadas do Pentium 4 deveriam operar preferencialmente com memórias de 800 MHz, entretanto não existem ainda memórias tão velozes. Por isso a Intel criou uma arquitetura de memória chamada dual channel (duplo canal). A idéia é muito simples. Dois módulos de memória idênticos, ambos do tipo DDR400, operam em paralelo para oferecer desempenho equivalente a 800 MHz. Computadores de menor custo podem operar com canal simples, sobretudo aqueles com processadores com FSB mais lento. Mas para os modelos avançados, com FSB de 800 MHz, somente as memórias em duplo canal permitem obter o desempenho máximo. Note que existem algumas placas de CPU de baixo custo que oferecem FSB de 800 MHz para o Pentium 4, porém sem o duplo canal. A memória fica então limitada a 400 MHz com canal simples, prejudicando o desempenho do processador.



Figura 9. Organização de memória em uma placa de CPU convencional

3.9 Tecnologia de HyperThreading

Em abril de 2003 a Intel lançou novas variantes de processador, com clocks entre 2.4 e 3.0 GHz. As principais novidades destas novas versões foram o suporte Hyper-Threading e um FSB de 800 MHz. O termo “thread” na ciência da computação significa conjunto de instruções pertencentes a um processo (ou programa). Isto faz com que o processador execute uma thread ou processo por vez a cada milésimo de segundo dando a impressão de vários programas estarem sendo executados simultaneamente.

A Intel Corporation (Intel) contratou a empresa Principled TechnologiesSM (PT) para examinar os efeitos da tecnologia Hyper-Threading (Tecnologia HT) no tempo de resposta, ou seja, quantificar a rapidez com que os múltiplos aplicativos comerciais respondem aos comandos do usuário.

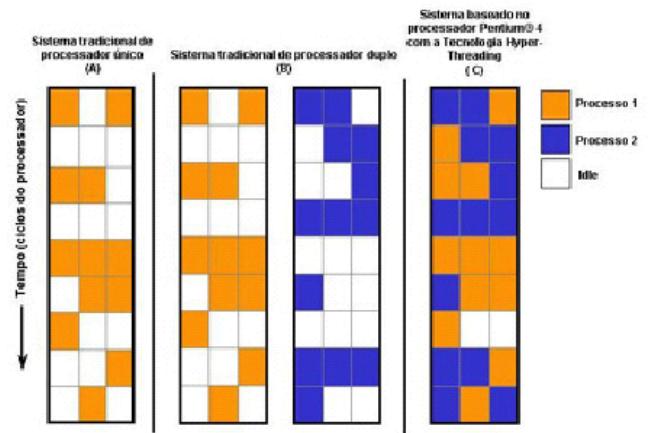


Figura 10. Esquema de gerenciamento de Processos em Sistemas de Processador Único (A), Processador Duplo (B) e Processador com Tecnologia HT (C)

Utilizando o tempo ocioso do processador para executar instruções de um outro processo, a tecnologia HT tem o potencial de melhorar o tempo de resposta dos sistemas que rodam dois ou mais aplicativos ao mesmo tempo. Executando as aplicações em “threads” (blocos de programa) o processador se comporta como uma máquina de dois processadores. Com isso, obtém-se ganho de desempenho de até 30% no processador. Ou seja: um P4 2.4, com o HT habilitado, pode ter desempenho equivalente a um P4 3.2 sem o HT habilitado, em certas aplicações. É claro que este é um caso extremo, e dificilmente será atingido na prática. Mas ganhos de 10 a 20% são comuns em vários programas. O motivo de não se obter ganho de 100% é que o paralelismo não é total, ou seja: apenas alguns circuitos internos são duplicados, mas não o processador inteiro. Por isso, mesmo com o HT habilitado, muitas instruções ainda são executadas de forma seqüencial, sem paralelismo. Para o HT funcionar, é necessário que o processador tenha a função HT, e a placa-mãe com suporte HT. Outro aspecto importante a ser considerado é que alguns ambientes operacionais como Windows 98/SE/ME e XP Home não fazem uso do Hyper Threading. Desta forma o recurso fica desativado.

3.10 Previsão de Desvios (Execução Dinâmica Avançada)

Engenheiros de Intel trabalharam realmente duro para viabilizar a arquitetura do Pentium 4 com um grande número de características objetivando minimizar a penalidade da previsão de desvio e a aumentar a porcentagem de previsões corretas. Todos estes encarecimentos foram implementados em um mecanismo de Execução Dinâmica Avançada. A Intel forneceu uma janela muito grande de instruções para execução fora-de-ordem e aumentou a capacidade de previsão de desvio o que permitiu processador o Pentium 4 ser mais preciso predizendo desvios de programa. Isso foi feito, principalmente, implementando um desvio maior no buffer designado, como também implementando um algoritmo de previsão de desvio mais avançado.

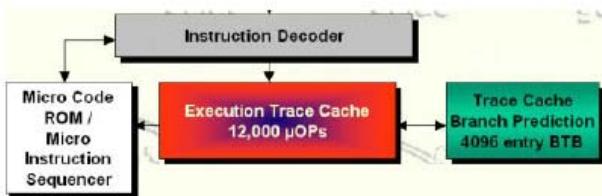


Figura 11. Esquema de decodificação de instruções do Pentium 4

Esta política de previsão dinâmica de desvios, baseada num histórico das condições passadas, é guardado no Branch Target Buffer (BTB) da seguinte forma:

Dois buffers de prefetch com 32 bytes cada, sendo que a cada momento, um buffer está processando instruções em endereços consecutivos até encontrar um desvio;

Se BTB prevê que desvio não ocorre, prefetch continua sequencialmente no mesmo buffer de prefetch;

Se BTB prevê que desvio ocorre, segundo buffer começa prefetch de instruções a partir do novo endereço;

Se a previsão estava errada, pipelines são esvaziados e instrução correta é buscada.

Assim, existe uma janela de até 126 instruções usada para escolher a próxima instrução a ser executada ou a menor janela, de 42 instruções, típica de arquitetura do Pentium de III, por exemplo. O desvio de buffer que armazena mais detalhe, na história de desvios passados, foi aumentado de até 4KB, enquanto o buffer do Pentium III tinha apenas 512 Bytes. Isto, assim como a previsão de algoritmos modificados, tem o efeito líquido de reduzir o número de previsões de desvio em aproximadamente 33% a mais do que a capacidade de previsão do Pentium III. Este é um valor realmente bom, porque significa que Pentium 4 oferece em média 90-95% de previsões corretas.

4. MÉTRICAS DE DESEMPENHO

As medidas de desempenho podem ser normalmente feitas de duas formas: benchmarks sintéticos ou benchmarks de sistema. Os benchmarks sintéticos procuram medir individualmente o desempenho de cada subsistema do computador: processador, memória, disco rígido, placa de vídeo, rede, etc.

O desempenho final do computador depende do tipo de aplicação a ser executada e do desempenho do disco rígido, por isso as medidas de desempenho de sistema tendem a ser muito próximas, mesmo quando usamos processadores com velocidades distintas ou aplicações de diferentes categorias.

O ganho na velocidade de freqüência do clock de um processador não deve ser traduzido quantitativamente com o mesmo ganho em desempenho. Resultados mostraram que um aumento de 40% a 50% na freqüência resultou em um de ganho de 20% no desempenho em testes com inteiros e de 20% a 70% de ganho em testes com ponto flutuante/aplicações multimídia. Outros testes mais elaborados mostraram que o processador Pentium 4 obteve maior ganho de performance que o seu antecessor Pentium III em função do aumento da freqüência, novos componentes e técnicas avançadas.

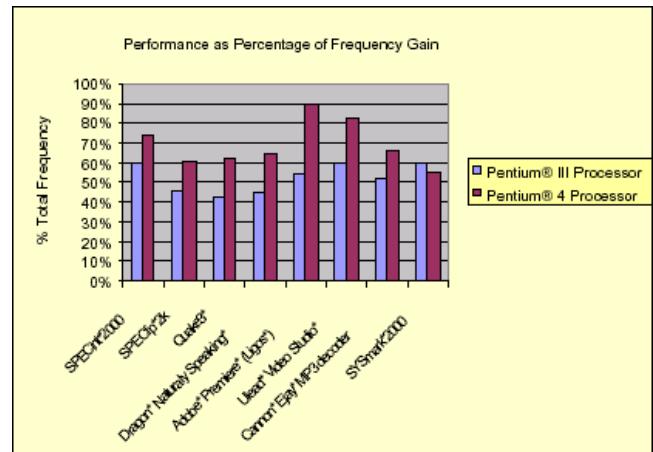


Figura 12. Escala eficiência de performance de aplicações em relação ao aumento da frequencia.

A escala eficiência varia de aplicações e é esperado ser menos que 100% devido a fatores como tipo de código (inteiros versus ponto flutuante, multimídia, etc), grau de branches, quantia de atividades de nível de sistema (disco, rede, etc.) O processador Pentium 4 possui melhor escala de eficiência que o processador Pentium III através de vários benchmarks.

5. CONCLUSÃO

Concluímos que o processador Pentium 4 trouxe ganhos no desempenho devido ao aumento da velocidade do clock e novas técnicas de desempenho que diminuem a latência do processador. No entanto, para aproveitar ao máximo o desempenho de um processador Pentium 4 é preciso fazer a escolha correta como por exemplo usar uma placa mãe com chipset avançado, suporte a memórias DDR400 em duplo canal e uso da tecnologia Hyper-Threading. Isto garante que um grande número de processos executados simultaneamente ou aplicações avançadas funcionem melhor, com a máxima eficiência do processador.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Laércio Vasconcelos. *Computadores avançados com o Pentium 4* (July. 2004).
- [2] Technical Report Order Number 249438-01. Desktop Performance and Optimization for Intel Pentium 4 Processor, (Feb 2001).
- [3] Ricardo Zelenovsky e Alexandre Mendonça. *Celeron, Pentium 4 e Athlon: Como Está a Disputa ?*
- [4] Emiliana Nunes. *Tecnologia Hyper Threading*, 2002 - 2003.
- [5] Guillermo Nudelman Hess. *A EVOLUÇÃO DA FAMÍLIA PENTIUM*, (Dez. 1999).
- [6] Thomas Pabst, *Intel's New Pentium 4 Processor*, (Nov. 2000).