

Evolução da Arquitetura x86

Johnny Marcos Silva Soares, José Robertty de Freitas Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)
Quixadá – CE – Brasil

{johnnymarcos, robertty}@alu.ufc.br

1. Introdução

Robert Noyce e Gordon Earle Moore fundaram a Intel em 1968, lançando inicialmente uma memória RAM, que em cerca de 2 anos virou líder desse mercado, entretanto, ela ficou realmente conhecida por desenvolver processadores, sendo o primeiro grande sucesso da Intel o processador 8080, que foi utilizado nos computadores da IBM. Com o sucesso de venda dos computadores da IBM, a Intel ficou conhecida mundialmente pela qualidade e desempenho melhor que os processadores da época.

A sua linha de processadores mais conhecidos são da família x86, pelo rápido melhoramento e desenvolvimento tecnológico aplicado nessa arquitetura, acarretando, em equipamentos cada vez mais sofisticados, com funcionamento em alta velocidade e cada vez menores, que começou a partir do processador 8086, por esse motivo a denominação de x86.

Neste artigo é mostrado a evolução dos processadores da Intel por meio de parâmetros que são relevantes para um processador, os parâmetros escolhidos foram: frequência de clock, barramento, conjunto de instruções e memória endereçável. Temos que entender a priori como e porquê os parâmetros escolhidos são bons para efeitos comparativos.

- Frequência de clock: garante a simultaneidade da comunicação entre os dispositivos. O tempo é inversamente proporcional a frequência, logo quanto maior for a frequência de clock de um dispositivos menor será o tempo que eles poderão se comunicar.
- Barramento: é o canal de comunicação entre os dispositivos, quanto maior o barramento maior será o fluxo de dados que o processador poderá transferir por vez.
- Conjunto de Instruções: é o grupo de instruções (operações) que o processador fornece para o programador. Quanto maior o número de instruções mais

operações são possíveis fazer, com isso é aberto uma série de opções e de possibilidade de desenvolvimento.

- Memória endereçável: refere-se ao ao número máximo de bytes de memória que o processador pode endereçar. Dessa forma, quanto maior for a memória endereçável mais endereços de memória o processador poderá acessar.

2. 8086

Os processadores da época trabalhavam com barramento interno, externo, Unidade Lógica/Aritmética e registradores de 8 bits, por esse motivo a Intel deu um tiro no escuro ao desenvolver o processador 8086, pelo fato deste processador possuir o funcionamento inteiro baseado em 16 bits e os utilizados no ano de 1978 eram de 8 bits. Este modelo não foi um dos mais aceitos, pois para substituir o processador usado anteriormente em uma máquina era necessário um custo muito alto de adaptação das partes do computador ao processador.

Inicialmente desenvolvido com a frequência de *clock* de 4,77 Mhz, entretanto, a Intel resolveu melhorar o desempenho com o aumento da frequência do clock para 8 Mhz e em seguida para 10 Mhz, sendo o primeiro processador a superar a frequência de 5 Mhz. Outra característica importante do 8086 é em relação ao endereçamento de memória, pelo fato de seu funcionamento ser baseado em valores de 16 bits, mas o barramento de memória possui 20 bits que possibilita o endereçamento de 1MB já que a memória é endereçável por byte.

3. 8088

Lançado um ano após o lançamento do 8086 o processador 8088 é extremamente similar à versão anterior, pois também possuiu o barramento interno, registradores e ULA de 16 bits, também mapeando 1 MB na memória. A frequência de clock também era semelhante, entretanto a única grande e importante diferença foi a mudança no barramento externo, que anteriormente era de 16 bits e passou a possuir 8 bits, por esse motivo o 8088 se adaptou a demanda do mercado na época, no qual foi utilizado no IBM PC.

4. 80286

Pertenceu a segunda geração dos processadores x86 da Intel, trabalhava em 16 bits e sua principal novidade foi que ele podia atuar em modo protegido, mas ainda apresentava problemas para mudanças do modo protegido para o modo real. Este processador era capaz de endereçar até 16 MB de memória. Ele também apresentou a

característica de funcionar em multitarefa cooperativa (os programas eram executados em pequenas partes por um pequeno intervalo de tempo, fazendo com que a execução parecesse simultânea). A velocidade dos primeiros processadores 80286 foi de 6 a 8 Mhz.

5. 80386

Primeiro processador da Intel a trabalhar em 32 bits, os processadores da época somente trabalhavam com 32 bits de forma ou interna ou externa. Ele foi o primeiro processador a conseguir trabalhar bem com o modo protegido, mesmo que por muito tempo o 80836 tenha trabalhado somente no modo real para que pudesse ter uma maior compatibilidade com dispositivos anteriores. Este foi o primeiro processador a conseguir intercalar do modo real para o modo protegido livremente. Também foi a partir deste processador que começaram a agrupar as tão famosas instruções x86.

Este processador possui 4GB de memória endereçável e inicialmente ele possuía uma frequência de clock de 12,5 Mhz, mas logo foi substituído por processadores 80836 que operavam a 33 Mhz. Assim que foi lançado o processador 80386 possuía 275 mil transistores e fez continuar valer a lei de Moore (Moore afirmou a partir de estudos que o número de transistores a cada 18 meses duplicaria).

Esse processador foi o primeiro a implementar o escalonador de tarefas, ele foi desenvolvido em nível de Hardware, com isso, foi possível que vários programas pudessem utilizar o processamento da CPU de forma coordenada e cooperativa. Sendo o primeiro processador a fazer troca de contexto, que em outras palavras significa a alteração do processo que irá usar a CPU, contudo, para que essa operação ocorra corretamente, é indispensável que todas as informações que estavam nos registradores sejam salvos, para que esse processo possa ter o acesso a CPU novamente com todos os dados utilizados da mesma maneira quando foi parado.

6. 80486

Este processador de 32 bits coincidiu com o lançamento de sistemas operacionais de 32 bits (naquela época já existiam processadores de 32 bits, porém não existiam sistemas operacionais de 32 bits). Este foi processador foi o primeiro processador da Intel a se utilizar de técnicas RISC (Reduced Instruction Set Computer).

Naquela época começou-se a sentir necessidade da existência de clock interno ao processador, já que os outros componentes eram bem mais lentos que o processador não fazia sentido sincronizar internamente o processador com os demais dispositivos.

Foi justamente no 80486 que surgiu o conceito de multiplicador de clock, onde os processadores 80486 foram divididos em 3 classes: clock simples, clock duplicado e clock triplicado. Onde, por exemplo, na classe dos processadores de clock duplicado tinham o clock interno o dobro do clock dos demais dispositivos.

Foram desenvolvidos vários modelos de processadores para o 80486, entre eles estão: 80486DX, 80486DX2, 808486SL e o 80886 OverDrive.

7. Pentium

O sucessor do 80486 iria se chamar 80586, entretanto, numeros não poderiam ser registrado, por esse motivo foi preciso a mudança de nomenclatura, então a Intel escolheu Pentium. Várias grandes diferenças foram apresentadas nesta nova linha.

Um grande diferencial foi a sua arquitetura superescalar, ou seja, ele não possui apenas um canal de dados, sendo possível até executar duas instruções em 1 ciclo de clock. Esse método é chamado de *Pipeline*, que consiste em subdividir a execução de uma instrução, a fim de gerenciar as partes da execução, levando em conta que uma parte da instrução foi executada, então outra instrução pode utilizar esse segmento que já está desocupado, e assim até chegar no caso de todos os segmentos para realizar uma instrução estejam preenchidos por processos diferentes.

Outro fator que alavancou a aceitação do Pentium foi o seu barramento de dados de 64 bits, sendo possível buscar operando mais rápidos e melhorando muito o desempenho do sistema, contudo, não era suportado executar instruções de 64 bits, pois a ULA e os registrados eram de 32 bits. Outro motivo de seu desempenho melhorado foi possuir mais de 3 milhões de transistores em um único chip, pois quanto maior a proximidade entre os componentes mais rápido será a comunicação.

O segundo processador da mesma linha foi o Pentium MMX, possuindo um conjunto de instruções do tipo SIMD(*Simple Instruction, Multiple Data*) para trabalhar com arquivos e sistemas de multimídia, possuindo basicamente as mesmas características técnicas do Pentium 1, entretanto, foi aberta uma gama de possibilidades na área gráfica.

A próxima versão foi o Pentium Pro que possuía uma série de mudanças em relação ao Pentium 1, como a frequência de clock base maior, um sistema de previsão de instrução que monitorava 20 passos à frente, no qual era verificada a dependência das instruções e feito uma lista das possíveis instruções. Com isso o Pentium Pro conseguia executar 3 instruções por ciclo de clock. Depois desse lançamento, foi a vez

do Pentium 2 ir ao mercado, possuindo 7,5 milhões de transistores, 2 milhões a mais do que o modelo anterior. Também foi implementado sistema de melhorias MMX, sendo esse processador desenvolvido com foco empresarial. Baseado nele foi criado o Celeron com uma cache L2 menor. Também possui uma frequência de clock reduzida, por esse motivo o consumo do Celeron é reduzido sendo recomendado para notebooks.

A quantidade de mudanças do Pentium 3 foi extremamente grande, sendo algumas delas citadas abaixo:

1. Houve um aumento na frequência de clock, podendo chegar até a 133MHz.
2. Otimização de mídia com MMX.
3. 21 milhões de transistores (quase o triplo da versão anterior).
4. 70 novas instruções do tipo SIMD voltadas para Internet.
5. A volta do uso da pinagem soquete 370 em novos modelos do Pentium 3, já que no Pentium 2 e no primeiro modelo do Pentium 3 ainda usava o cartucho com o Processador.
6. Executava 5 operações por ciclo de clock.

Com a melhoria dos processadores outros pontos importantes começaram a ser levados em consideração, não apenas a velocidade do computador, mas agora o consumo de energia elétrica, pois o próximo processador da linha Pentium, sendo nomeado de Pentium 4 consumia muita energia, pois ele conseguia ter a velocidade de clock de 3GHz, com isso era necessário um sistema de resfriamento mais potente, aumentando o consumo. Nesse processador também foi implementado o recurso de *Hyper Pipelined*, que consiste em dividir o processador em muitas operações, com a divisão do processador em várias partes é possível executar um número de operações maior.

8. Pentium Core 2 Duo

Ele foi desenvolvido com 2 núcleos encapsulado melhorando bastante o número de instruções executadas. Outro fator importante foi o aumento da cache L2, sendo muito maior que a cache utilizada nos modelos anteriores. Também foi combinado alto desempenho com baixo consumo, utilizando métodos para o uso regulado de energia pelo processador.

Entretanto, a maior diferença em relação a todos os outros modelos foi o suporte a virtualização, sendo possível simular outro sistema simultaneamente.

9. Pentium Dual Core

Este processador é uma evolução do Pentium 4. A principal diferença entre eles dois é que o Pentium Dual Core apresentava 2 núcleos e cada núcleo atuava de forma independente. Ele opera em uma frequência de clock que fica entre 2.6 a 3.6 Ghz e possui um barramento de 64 bits. O número de transistores desse processador, dependendo do modelo, poderia chegar a quase 400 milhões e possui uma memória endereçável de 64 GB. O seu desempenho pode ser comparado ao desempenho do Core 2 Duo.

10. Core i3

Primeiro processador da quarta geração da Intel, o Core i3 foi lançado pensando na linha de baixo custo de computadores. Ele é o mais simples comparado aos outros processadores de sua geração e da sua arquitetura. A arquitetura dos Cores é chamada arquitetura Nehalem, também existem modelos da arquitetura Sandy Bridge. Além disso todos dos processadores Cores i3/i5/i7 são baseados em instruções Avx. O Core i3 possui a tecnologia de dois núcleos e além dos dois núcleos ele se utiliza do recurso Hyper-Threading (recurso do Pentium 4), onde ele consegue simular outros núcleos. Possui 64 KB de cache L1 e 256 KB de cache L2 tendo uma maior eficiência comparado com modelos de gerações anteriores. Foi pensado na utilização em Desktops x86-64.

11. Core i5

O primeiro processador Core i5 (i5-760) possuía nada menos que uma frequência de 2.6 Ghz. Este processador usava cache L3 de 8MB e dependendo do modelo do processador possui 4 núcleos (Quad Core). Outra característica forte dos processadores Core i5 é fato de os controladores de vídeo já estarem associadas ao processador, facilitando a comunicação CPU e GPU, tendo um aumento de performance.

12. Core i7

A grande diferença que podemos citar aqui entre Core i5 e Core i7 é que os processadores Core i7 já tiveram uma controladora gráfica PCI Express, o que fez com que a eficiência aumentasse significativamente. Possui de 4 a 10 núcleos dependendo do modelo. Uma grande novidade que esse processador trouxe foi a integração do controlador de memória (DDR3). Também nesse modelo passou-se a usar o socket LGA1366.

13. Conclusão

Os processadores Intel apresentaram uma boa evolução e contínua durante o período de 1978 (ano de lançamento do processador 8086) até os dias atuais. É visível o quanto cada processador foi importante no desenvolvimento dos demais, levando em conta o reaproveitamento dos princípios utilizados nas versões anteriores. Para tentar se manter no topo do mercado dos processadores, a Intel sempre tentou aprimorar o processador lançado, por esse motivo um tipo específico de processador possuía sempre várias versões lançadas.

Atualmente a Intel não trabalha apenas na linha de processadores, possuindo produtos em muitas áreas da tecnologia, como: Memórias, FPGA (Field Programmable Gate Array), Relógios Inteligentes, Microprocessadores e muitos outros equipamentos. Por esse motivo é muito relevante o conhecido sobre a Intel e como a linha de processadores x86 transformaram-na em uma das empresas de maior influência mundial.

Anexos

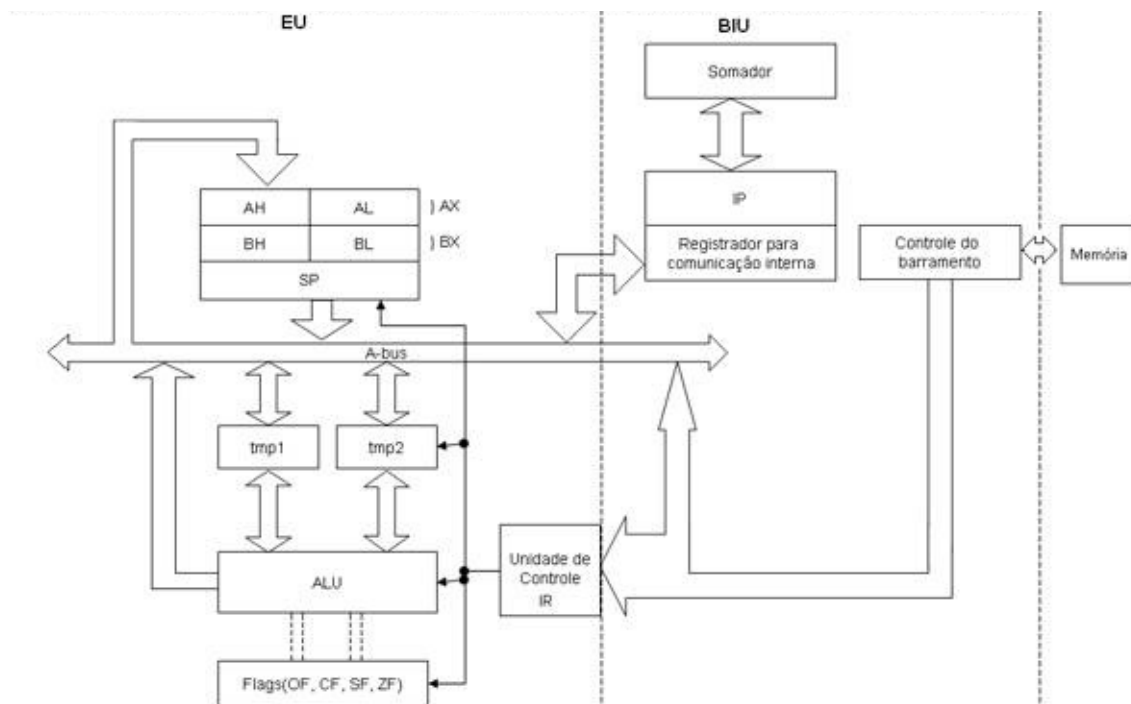


Figura 1 : Arquitetura do 8086

Referências

TANENBAUM, A. S. Organização Estruturada de Computadores. 3. Ed., Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 1999.

“Intel 8086”, <http://www.ppgia.pucpr.br/~santin/cc/2011/4/Site>, Março.

“Historia dos processadores”, <https://www.tecmundo.com.br/historia/2157-a-historia-dos-processadores.htm>, Março.

INTEL Corporation, 80386 Programmer’s Reference Manual, 1986.

“Intel 80286 microprocessor family”, <http://www.cpu-world.com/CPU/80286/index.html> , Março.

“8086 family Users Manual”,

https://edge.edx.org/c4x/BITSPilani/EEE231/asset/8086_family_Users_Manual_1_.pdf,
Março.

“Intel® Pentium® Processor Family”,

<https://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm#pentium>, Março.

“Pentium III”, <http://www.hardware.com.br/termos/pentium-iii>, Março.