

Fundamentos de Arquitetura de Computadores

CPU

Prof. Pedro Neto

Aracaju – Sergipe - 2011

Conteúdo

4. CPU

- i. Introdução
- ii. O Trabalho de um Processador
- iii. Barramentos
- iv. Clock Interno e Externo
- v. Bits do Processador
- vi. 32 bits x 64 bits
- vii. A influência do Sistema Operacional
- viii. Reflexão
- ix. Memória Cache
- x. Processador com mais de 1 núcleo
- xi. Registradores

CPU

Introdução

Os processadores (ou CPUs, de *Central Processing Unit*) são chips responsáveis pela execução de cálculos, decisões lógicas e instruções que resultam em todas as tarefas que um computador pode fazer e, por esse motivo, são também referenciados como "cérebros" dessas máquinas. Embora haja poucos fabricantes (essencialmente, Intel, AMD e VIA), o mercado conta com uma grande variedade de processadores. Apesar disso e das diferenças existentes entre cada modelo, todos compartilham de alguns conceitos e características.

CPU

O Trabalho de um Processador

O processador é um chip de silício responsável pela execução das tarefas cabíveis a um computador. Para entender como um processador trabalha, é conveniente dividirmos um computador em três partes: processador, memória e um conjunto de dispositivos de entrada e saída (ou I/O, de *Input/Output*). Neste último, encontra-se qualquer item responsável pela entrada ou saída de dados no computador, como monitores de vídeo, teclados, mouses, impressoras, scanners, discos rígidos, etc. Nesse esquema, obviamente, o processador exerce a função principal, já que a ele cabe o acesso e a utilização da memória e dos dispositivos de entrada e saída para a execução de suas atividades.

CPU

O Trabalho de um Processador

Para entender melhor, suponha que você queira que o seu computador execute um programa qualquer. Um programa consiste em uma série de instruções que o processador deverá executar para que a tarefa solicitada seja realizada. Para isso, o processador transfere todos os dados necessários à execução, de um dispositivo de entrada e/ou saída - como um disco rígido - para a memória. A partir daí, todo o trabalho é realizado e o que vai ser feito do resultado depende do programa. O processador pode ser orientado a enviar as informações processadas para o HD novamente ou para uma impressora, por exemplo, tudo depende das instruções com as quais lidar.

CPU

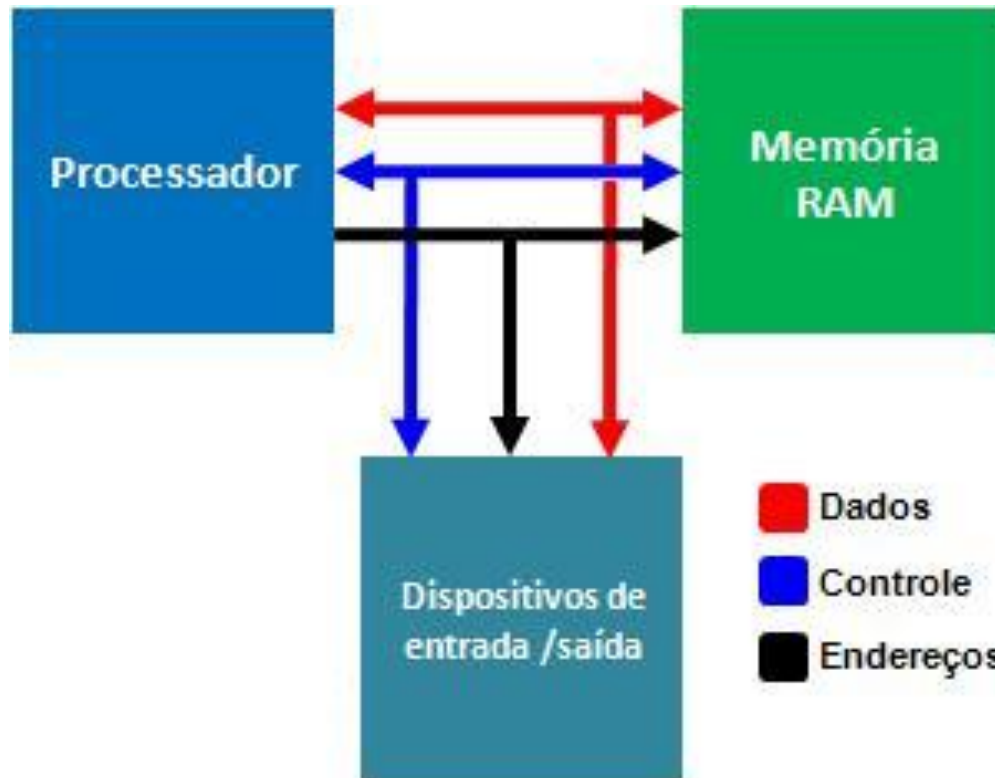
Barramentos

A imagem a seguir ilustra a comunicação entre o processador, a memória e o conjunto de dispositivos de entrada e saída. Note que a conexão entre esses itens é indicada por setas. Isso é feito para que você possa entender a função dos barramentos. De maneira geral, estes são os responsáveis pela interligação e comunicação dos dispositivos em um computador. Note que, para o processador se comunicar com a memória e com o conjunto de dispositivos de entrada e saída, há 3 setas, isto é, barramentos:

- um se chama barramento de endereços (*address bus*);
- outro, barramento de dados (*data bus*);
- o terceiro, barramento de controle (*control bus*).

CPU

Barramentos



CPU

Barramentos

O barramento de endereços, basicamente, indica de onde os dados a serem processados devem ser retirados ou para onde devem ser enviados. A comunicação por esse barramento é unidirecional, razão pela qual só há seta em uma das extremidades da linha no gráfico que representa a sua comunicação. Como o nome deixa claro, é pelo barramento de dados que os dados transitam. Por sua vez, o barramento de controle faz a sincronização das referidas atividades, habilitando ou desabilitando o fluxo de dados, por exemplo.

CPU

Barramentos

Para você compreender melhor, imagine que o processador necessita de um dado presente na memória. Pelo barramento de endereços, ele obtém a localização desse dado dentro da memória. Como precisa apenas acessar o dado, o processador indica pelo barramento de controle que esta é uma operação de leitura na memória. O dado é então localizado e inserido no barramento de dados, por onde o processador, finalmente, o lê.

CPU

Clock Interno e Clock Externo

Em um computador, todas as atividades necessitam de sincronização. O **clock** serve justamente para isso, ou seja, basicamente, atua como de sinal de sincronização. Quando os dispositivos do computador recebem o sinal de executar suas atividades, dá-se a esse acontecimento o nome de "pulso de clock". Em cada pulso, os dispositivos executam suas tarefas, param e vão para o próximo ciclo de clock.

CPU

Clock Interno e Clock Externo

A medição do clock é feita em *hertz* (Hz), a unidade padrão de medidas de frequência, que indica o número de oscilações ou ciclos que ocorre dentro de uma determinada medida de tempo, no caso, segundos. Assim, se um processador trabalha à 800 Hz, por exemplo, significa que é capaz de lidar com 800 operações de ciclos de clock por segundo. Repare que, para fins práticos, a palavra *kilohertz* (KHz) é utilizada para indicar 1000 Hz, assim como o termo *megahertz* (MHz) é usado para indicar 1000 KHz (ou 1 milhão de hertz). De igual forma, *gigahertz* (GHz) é a denominação usada quando se tem 1000 MHz, e assim por diante. Com isso, se um processador tem, por exemplo, uma frequência de 800 MHz, significa que pode trabalhar com 800 milhões de ciclos por segundo.

CPU

Clock Interno e Clock Externo

As frequências com as quais os processadores trabalham são chamadas também de **clock interno**. Neste ponto, você certamente já deve ter entendido que é daí que vem expressões como Pentium 4 de 3,2 GHz, por exemplo. Mas, os processadores também contam com o que chamamos de **clock externo** ou ***Front Side Bus*** (FSB) ou, ainda, **barramento frontal**.

CPU

Clock Interno e Clock Externo

O FSB existe porque, devido a limitações físicas, os processadores não podem se comunicar com a memória usando a mesma velocidade do clock interno. Assim, quando essa comunicação é feita, o clock externo, de frequência mais baixa, é que é usado. Note que, para obter o clock interno, o processador usa uma multiplicação do clock externo. Para entender melhor, suponha que um determinado processador tenha clock externo de 100 MHz. Como o seu fabricante indica que esse chip trabalha à 1,6 GHz (ou seja, tem clock interno de 1,6 GHz), seu clock externo é multiplicado por 16: $100 \times 16 = 1600$ MHz ou 1,6 GHz.

CPU

Clock Interno e Clock Externo

É importante deixar claro, no entanto, que se dois processadores diferentes - um da Intel e outro da AMD, por exemplo - tiverem clock interno de mesmo valor - 2,8 GHz, para exemplificar -, não significa que ambos trabalham à mesma velocidade. Cada processador tem um projeto distinto e conta com características que determinam o quão rápido é. Assim, um determinado processador pode levar, por exemplo, 2 ciclos de clock para executar uma instrução. Em outro processador, essa mesma instrução pode requerer 3 ciclos. Além disso, muitos processadores - especialmente os mais recentes - transferem 2 ou mais dados por ciclo de clock, dando a entender que um processador que faz, por exemplo, transferência de 2 dados por ciclo e que trabalha com clock externo de 133 MHz, o faz à 266 MHz. Por esses e outros motivos, é um erro considerar apenas o clock interno como parâmetro de comparação entre processadores diferentes.

CPU

Bits dos Processadores

O número de bits é outra importante característica dos processadores e, naturalmente, tem grande influência no desempenho desse dispositivo. Processadores mais antigos, como o 286, trabalhavam com 16 bits. Durante muito, no entanto, processadores que trabalham com 32 bits foram muitos comuns, como as linhas Pentium, Pentium II, Pentium III e Pentium 4 da Intel, ou Athlon XP e Duron da AMD. Alguns modelos de 32 bits ainda são encontrados no mercado, todavia, o padrão atual são os processadores de 64 bits, como os da linha Core 2 Duo, da Intel, ou Athlon 64, da AMD.

CPU

Bits dos Processadores

Em resumo, quanto mais bits internos o processador trabalhar, mais rapidamente ele poderá fazer cálculos e processar dados em geral, dependendo da execução a ser feita. Isso acontece porque os bits dos processadores representam a quantidade de dados que os circuitos desses dispositivos conseguem trabalhar por vez. Um processador com 16 bits, por exemplo, pode manipular um número de valor até 65.535. Se esse processador tiver que realizar uma operação com um número de 100.000, terá que fazer a operação em duas partes. No entanto, se um chip trabalha a 32 bits, ele pode manipular números de valor até 4.294.967.295 em uma única operação. Como esse valor é superior a 100.000, a operação será possível em uma única vez.

CPU

32 bits x 64 bits

Se você vai a uma loja de informática para comprar um computador, o vendedor pode lhe oferecer dois tipos: um com um processador de 64 bits e outro com um processador de 32 bits. "O de 64 bits é mais caro, porém é muito mais rápido e tem melhor desempenho", lhe diz o vendedor. Isso significa que seus jogos rodarão mais rápidos, assim como programas pesados, como AutoCad, Premiere, entre outros, não? Talvez.

CPU

32 bits x 64 bits

Agora, suponha que você esteja utilizando um editor de textos. É improvável que esse programa chegue a utilizar valores grandes em suas operações. Neste caso, qual a diferença entre utilizar um processador de 32 bits ou 64 bits, sendo que o primeiro será suficiente? Como o editor utiliza valores suportáveis tanto pelos chips de 32 bits quanto pelos de 64 bits, as instruções relacionadas serão processadas ao mesmo tempo (considerando que ambos os chips tenham o mesmo clock).

CPU

32 bits x 64 bits

Por outro lado, aplicações em 3D ou programas como AutoCad requerem boa capacidade para cálculo e aí um processador de 64 bits pode fazer diferença. Suponha que determinadas operações utilizem valores superiores a 4.294.967.296. Um processador de 32 bits terá que realizar cada etapa em duas vezes ou mais, dependendo do valor usado no cálculo. Todavia, um processador de 64 bits fará esse trabalho uma única vez em cada operação.

No entanto, há outros fatores a serem considerados. Um deles é o sistema operacional (SO). O funcionamento do computador está diretamente ligado à relação entre o sistema operacional e o hardware como um todo. O SO é desenvolvido de forma a aproveitar o máximo de recursos da plataforma para o qual é destinado. Assim, o Windows XP ou uma distribuição Linux com um kernel desenvolvido antes do surgimento de processadores de 64 bits são preparados para trabalhar a 32 bits, mas não a 64 bits.

CPU

A influência do Sistema Operacional

Ao se colocar um sistema operacional de 32 bits para rodar em um computador com processador de 64 bits, o primeiro não se adaptará automaticamente e continuará mantendo sua forma de trabalho. Com isso, é necessário o desenvolvimento de sistemas operacionais capazes de rodar a 64 bits.

O Desenvolvimento ou a adaptação de um sistema operacional para trabalhar a 64 bits não é tão trivial assim. Na verdade, é necessário que o SO seja compatível com um processador ou com uma linha de processadores, já que pode haver diferenças entre os tipos existentes. Em outras palavras, o sistema operacional precisa ser compatível com chips da AMD ou com chips da Intel. Se possível, com os dois.

CPU

Reflexão

A grande questão não é "velocidade", mas "capacidade". Compare a uma locomotiva cujo motor é preparado para suportar mais vagões. Ela carregará mais, o que diminui a quantidade de viagens, mas sua velocidade continuará a mesma.

A velocidade dos processadores alcançará um limite, por isso outras características devem ser consideradas para que um processador seja vantajoso em relação a outro, pelo menos até que uma nova tecnologia para esses chips surja (como os computadores quânticos).

CPU

Memória Cache

Os processadores passam por aperfeiçoamentos constantes, o que os tornam cada vez mais rápidos e eficientes. No entanto, o mesmo não se pode dizer das tecnologias de memória RAM. Embora estas também passem por constantes melhorias, não conseguem acompanhar os processadores em termos de velocidade. Assim sendo, de nada adianta ter um processador rápido se este tem o seu desempenho comprometido por causa da "lentidão" da memória.

Uma solução para esse problema seria equipar os computadores com um tipo de memória muito mais rápida, a SRAM (*Static RAM*). Estas se diferenciam das memórias convencionais DRAM (*Dynamic RAM*) por serem muito rápidas, por outro lado, são muito mais caras e não contam com o mesmo nível de miniaturização, sendo, portanto, inviáveis. Apesar disso, a idéia não foi totalmente descartada, pois foi adaptada para o que conhecemos como **memória cache**.

CPU

Memória Cache

A memória cache consiste em uma pequena quantidade de memória SRAM embutida no processador. Quando este precisa ler dados na memória RAM, um circuito especial chamado "controlador de cache" transfere blocos de dados muito utilizados da RAM para a memória cache. Assim, no próximo acesso do processador, este consultará a memória cache, que é bem mais rápida, permitindo o processamento de dados de maneira mais eficiente. Se o dado estiver no cache, o processador a utiliza, do contrário, irá buscá-lo na memória RAM, etapa essa que é mais lenta. Dessa forma, a memória cache atua como um intermediário, isto é, faz com que o processador nem sempre necessite chegar à memória RAM para acessar os dados dos quais necessita. O trabalho da memória cache é tão importante que, sem ela, o desempenho de um processador pode ser seriamente comprometido.

CPU

Memória Cache

Os processadores trabalham, basicamente, com dois tipos de cache: cache L1 (*Level 1* - Nível 1) e cache L2 (*Level 2* - Nível 2). Este último é ligeiramente maior em termos de capacidade e passou a ser utilizado quando o cache L1 se mostrou insuficiente. Antigamente, um tipo distinguia do outro pelo fato da memória cache L1 estar localizada junto ao núcleo do processador, enquanto que a cache L2 ficava localizada na placa-mãe. Atualmente, ambos os tipos ficam localizados dentro do chip do processador, sendo que, em muitos casos, a cache L1 é dividida em duas partes: "L1 para dados" e "L1 para instruções".

Vale ressaltar que, dependendo da arquitetura do processador, é possível o surgimento de modelos que tenham um terceiro nível de cache (L3). Mas, isso não é novidade: a AMD chegou a ter um processador em 1999 chamado K6-III que contava com cache L1 e L2 internamente, algo incomum à época, já que naquele tempo o cache L2 se localizava na placa-mãe. Com isso, esta última acabou assumindo o papel de cache L3.

CPU

Processador com mais de um núcleo

Há tempos que é possível encontrar no mercado placas-mãe que contam com dois ou mais slots para processadores. A maioria esmagadora dessas placas são usadas em computadores especiais, como servidores e *workstations*, que são utilizados em aplicações que exigem grandes recursos de processamento. Para aplicações domésticas e de escritório, no entanto, computadores com dois ou mais processadores são inviáveis devido aos elevados custos que esses equipamentos representam, razão pela qual é conveniente a esses nichos de mercado contar com processadores cada vez mais rápidos.

Até um passado não muito distante, o usuário tinha noção do quão rápido eram os processadores de acordo com a taxa de seu clock interno. O problema é que, quando um determinado valor de clock é alcançado, torna-se mais difícil desenvolver outro chip com clock maior. Limitações físicas e tecnológicas são os motivos para isso. Uma delas é a questão da temperatura: quanto mais megahertz um processador tiver, mais calor ele gerará.

CPU

Processador com mais de um núcleo

Uma das formas encontradas pelos fabricantes para lidar com essa limitação é fabricar e disponibilizar processadores com dois núcleos (*dual-core*) ou mais (*multi-core*). Mas, o que isso significa? Processadores desse tipo contam com dois ou mais núcleos distintos no mesmo circuito integrado, como se houvesse dois processadores dentro de um. Dessa forma, o processador pode lidar com dois processos por vez, um para cada núcleo, melhorando o desempenho do computador como um todo. Note que, em um chip de único núcleo, o usuário pode ter a impressão de que vários processos são executados simultaneamente, já que a máquina está quase sempre executando mais de uma aplicação ao mesmo tempo. Na verdade, o que acontece é que o processador dedica determinados intervalos de tempo a cada processo e isso ocorre de maneira tão rápida, que se tem a impressão de processamento simultâneo.

CPU

Processador com mais de um núcleo

É importante ressaltar que ter processadores com dois ou mais núcleos não implica, necessariamente, em computadores que são proporcionalmente mais rápidos. Uma série de fatores influenciam nesse quesito, como as velocidades limitadas das memórias e dos dispositivos de entrada e saída, e as formas como os programas são desenvolvidos.

CPU

Registradores

Em um sistema de computação, a destinação final do conteúdo de qualquer tipo de memória é o processador (a CPU). Isto é, o objetivo final de cada uma das memórias (ou do subsistema de memória) é armazenar informações destinadas a serem, em algum momento, utilizadas pelo processador. Ele é o responsável pela execução das instruções, pela manipulação dos dados e pela produção dos resultados das operações.

As ações operativas do processador são realizadas nas suas unidades funcionais: na unidade aritmética e lógica - ULA (Arithmetic and Logic Unit) por exemplo. No entanto, antes que a instrução seja interpretada e as unidades da CPU sejam acionadas, o processador necessita buscar a instrução de onde ela estiver armazenada (memória cache ou principal) e armazená-la em seu próprio interior, em um dispositivo de memória denominado registrador de instrução.

CPU

Registradores

Em seguida a este armazenamento da instrução, o processador deverá, na maioria das vezes, buscar dados da memória (cache, principal ou mesmo de unidades de disco em fita) para serem manipulados na ULA. Esses dados também precisam ser armazenados em algum local da CPU até serem efetivamente utilizados. Os resultados de um processamento (de uma soma, subtração, operação lógica, etc.) também precisam, às vezes, ser guardados temporariamente na CPU, ou para serem novamente manipulados na ULA por uma outra instrução, ou para serem transferidos para uma memória externa à CPU. Esses dados são armazenados na CPU em pequenas unidades de memória, denominadas registradores.

Um registrador é, portanto, o elemento superior da pirâmide de memória, por possuir a maior velocidade de transferência dentro do sistema (menor tempo de acesso), menor capacidade de armazenamento e maior custo.

CPU

Questionário

1. Explique qual a finalidade do processador e como é o seu trabalho dentro de um computador.
2. O que são os Barramentos de um processador, quais os tipos e para que servem cada um deles?
3. O que são os Clocks Interno e Externo e qual a diferença entre eles?
4. Explique o que significa a quantidade de bits de um processador e como isso influencia em seu desempenho.
5. Qual a relação entre o Sistema Operacional e os bits do processador?
6. Explique o funcionamento da Memória Cache e sua relação com o desempenho do processador.
7. O que são processadores com mais de um núcleo?
8. O que são registradores e como eles funcionam?

Dados de Contato



79 9949 4098



pedro@pyxistec.com.br



psneto@emsergipe.com



pedro.pyxistec@gmail.com



<http://www.facebook.com/pedro.neto.se>



pedropyxis



<http://lattes.cnpq.br/4891420246888248>