



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE

# ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

TECNOLOGIAS EM REDES DE  
COMPUTADORES

Semestre 2015.2  
Prof. Dsc. Jean Galdino

# AULA 04

- PROCESSADORES E MEMÓRIAS
- INTRODUÇÃO - PROCESSADORES
- MEMÓRIAS

# Processadores

- A evolução dos computadores tem sido caracterizada
  - pelo aumento na velocidade do processador;
  - Pela diminuição no tamanho dos componentes;
  - Aumento na capacidade de armazenamento de dados;
  - Aumento na velocidade dos componentes;
- verdadeiros ganhos devido a organização do computador
  - Técnicas pipeline, execução paralela e especulativa;
  - Manter o processador ocupado o máximo de tempo.

# Memória Semicondutora

- Décadas de 50 e 60
  - Memória magnética
    - Cara, volumosa e destrutiva
- Década de 70
  - Primeira memória semicondutora
    - 256 bits
- Gerações
  - 1K, 4K, 16K, 64K, 1M, 4M, 16M, 64M, 256M, 1G, 4G, 16G em um único chip

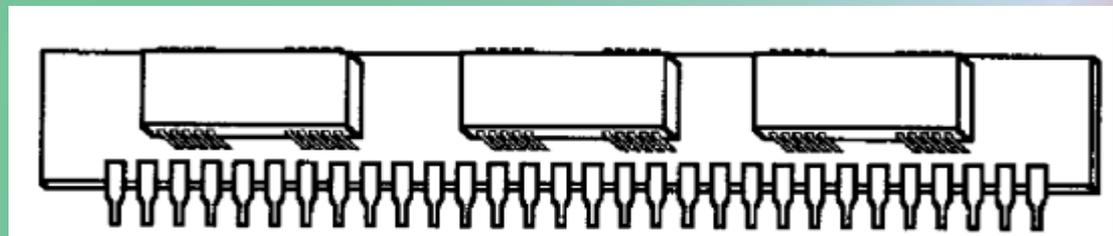
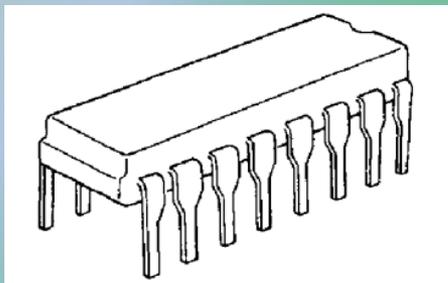


# Memória RAM

- As memórias RAM são responsáveis por armazenar as informações que estão em uso no computador, fazendo com que o acesso aos dados seja mais rápido.

# Encapsulamento e instalação da DRAM

- Até o final dos anos 80, a memória DRAM era feita com o encapsulamento DIP, que tinha que ser encaixada na placa-mãe. Logo depois surgiu o encapsulamento SIPP, que deu lugar, por sua vez, ao encapsulamento SIMM.



# Encapsulamento e instalação da DRAM

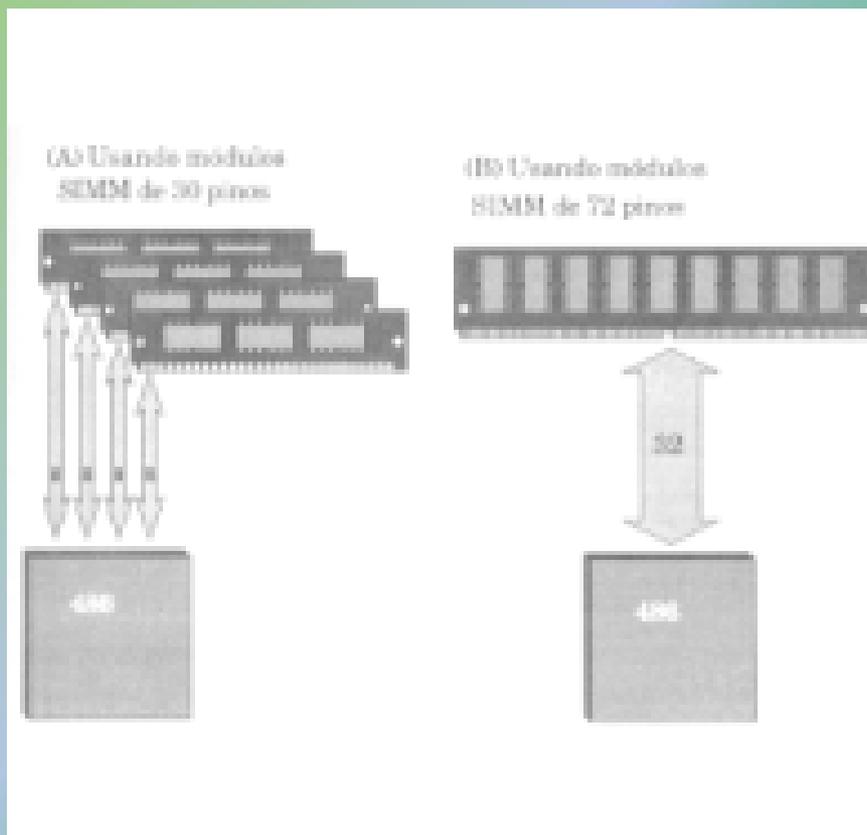
- O SIMM surgiu por volta de 1992 e, até hoje, os chips de memória que compõem as placas adaptadoras são do tipo DIP (Dual In-Line Package).



# Encapsulamento e instalação da DRAM

- Entre 1992 e 1994, usou-se muito os módulos de memória SIMM pequenos, de 30 pínos.
- Operam com 8 bits cada um.
- Os módulos 30 pínos conseguíam compor no máximo 4MB em um único módulo.
- Para completar um banco de memória num 80386, eram necessários 4 desses módulos, pois  $4 \times 8$  bits significa 32 bits, o suficiente para um 80386 ou 80486.

# Encapsulamento e instalação da DRAM



- Combinação para chegar a 32 bits num 486

As placas-mãe que possuíam os soquetes para SIMM de 30 pinos eram geralmente de oito encaixes. Esses oito encaixes acabam formando dois bancos, que chamamos de BANK0 E BANK1

# Encapsulamento e instalação da DRAM

- Mais tarde, surgiram os módulos SIMM de memória de 72 vias, operando a 32 bits, que os últimos 486 fabricados usavam muito, também, algumas vezes, em conjunto com os de 30 vias. Esses módulos de memória de 72 vias podem ter até 32MB e um único módulo. Como esses módulos são de 32 bits, para poder completar um banco num Pentium, que é de 64 bits, são necessários 2 módulos.

# Encapsulamento e instalação da DRAM

- Em 1997 surgiram as memórias no encapsulamento DIMM (Dual In-Line Memory Module), que é uma módulo de memória com um encaixe igual ao do SIMM, mas que é de 168 pínos, praticamente o dobro do tamanho de um SIMM. Essa memória é de 64 bits. Assim, para um Pentium, basta um desses módulos de memória para funcionar.



# Encapsulamento e instalação da DRAM



# DDR

- Tipo de memória, atualmente, nas memórias mais recentes existem o DDR, DDR2 e DDR3, sendo o último tipo, o mais recente, portanto o mais rápido.
- A capacidade é o tamanho de armazenamento que a memória pode ter, atualmente: 512MB, 1Gb, 2Gb, 4GB e 8Gb.

# DDR

- double data rate, ou dupla taxa de transferência. Quando o padrão DDR surgiu dobrou a taxa de transferência de dados de então. Depois do DDR, vieram o DDR 2 e o atual DDR 3 - cada número indica que houve a multiplicação por dois da taxa de transferência em relação à geração anterior. Memória com padrão DDR 4 já é uma realidade.
- Exemplos: DDR-400, DDR2-667, DDR3-1600,

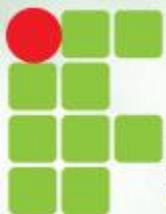
# DDR

Nome Padrão	Clock ( em MHz)	Dados por segundo (em milhões)	Nome do Modulo	Taxa de Transferência (em MB/s)
DDR-200	100	200	PC-1600	1600
DDR-266	133	266	PC-2100	2100
DDR-300	150	300	PC-2400	2400
DDR-333	166	333	PC-2700	2700
DDR-400	200	400	PC-3200	3200



# DDR2

Nome Padrão	Clock da memória (emMhz)	Dados por segundo (em milhões)	Nome do Modulo	Taxa de Transferência (em MB/s)	Taxa do barramento (em MHz)
DDR2-400	100	400	PC2-3200	3200	200
DDR2-533	133	533	PC2-4200 PC2-4300*	4266	266
DDR2-667	166	666	PC2-5300 PC2-5400*	5333	333
DDR2-800	200	800	PC2-6400	6400	400
DDR2-1066	266	1066	PC2-8500 PC2-8600*	8533	532
DDR2-1300	325	1300	PC2-10400	10400	650



# DDR3

Nome Padrão	Clock da memória (em MHz)	Dados por segundo (em milhões)	Nome do Modulo	Taxa de Transferência (em MB/s)	Taxa do barramento (em MHz)
DDR3-800	100	800	PC3-6400	6400	400
DDR3-1066	133	1066	PC3-8500	8500	532
DDR2-1300	166	1300	PC3-10600	10600	666
DDR2-1600	200	1600	PC3-12800	12800	800

# Velocidade da RAM

- A eficiência da memória RAM está ligada à quantidade de dados que ela consegue enviar para o processador: quanto mais dados, num menor espaço de tempo, melhor.
- Essa velocidade tem a ver com a frequência (quanto maior a frequência, mas vezes a memória está enviando dados), e tem a ver com largura de banda - ou seja, quantos dados é possível transmitir de uma só vez.

# Velocidade das memórias

- Velocidade, ou frequência: quanto maior for a velocidade (medida em Mhz – Mega Hertz) maior será o desempenho, no entanto, é o principal fator que origina incompatibilidade quando se faz upgrade, como já dissemos deve ser sempre igual à que lá está e também deve obedecer aos requisitos da motherboard.

# Dual Channel

- Apesar da evolução do padrão DDR, as memórias ainda não conseguem atingir a mesma velocidade do processador. Para tentar diminuir essa distância os computadores mais modernos lançam mão do recurso Dual Channel, ou canal duplo.



# O que é o Dual Channel

- O Dual Channel permite ao processador comunicar em simultâneo com duas memórias, tornando assim o processo de transferência e processamento de dados mais rápido. Existe também o Tríplice Channel, cujo o princípio de funcionamento é igual mas com três memórias, mas existe apenas nas motherboards mais recentes.

# O que é o Dual Channel

- Se um computador com quatro pentes de memória, por exemplo, o controlador organiza a atividade das memórias para que as informações de dois pentes sejam transmitidas de uma só vez para o resto do computador, enquanto os outros dois pentes estão recebendo informações que vêm da máquina. Com isso, é possível dobrar a capacidade dos pentes.

# O que é o Dual Channel

- Por isso é importante que os pentes sejam idênticos. Já há placas que trabalha com Tríplice Channel, ou canal triplo. Nesse caso, sempre são necessários múltiplos de 3 para os pentes de memória. São máquinas que trabalham com 3, 6 ou 9 slots, por exemplo.

# Front Side Bus (FSB)

- Os Barramentos de comunicação são responsáveis por transmitir dados entre dispositivos de hardware. Entre os vários barramentos existentes no PC, o mais importante é o Front Side Bus (FSB), efetuando a comunicação entre a CPU e memória, incluindo outros dispositivos.

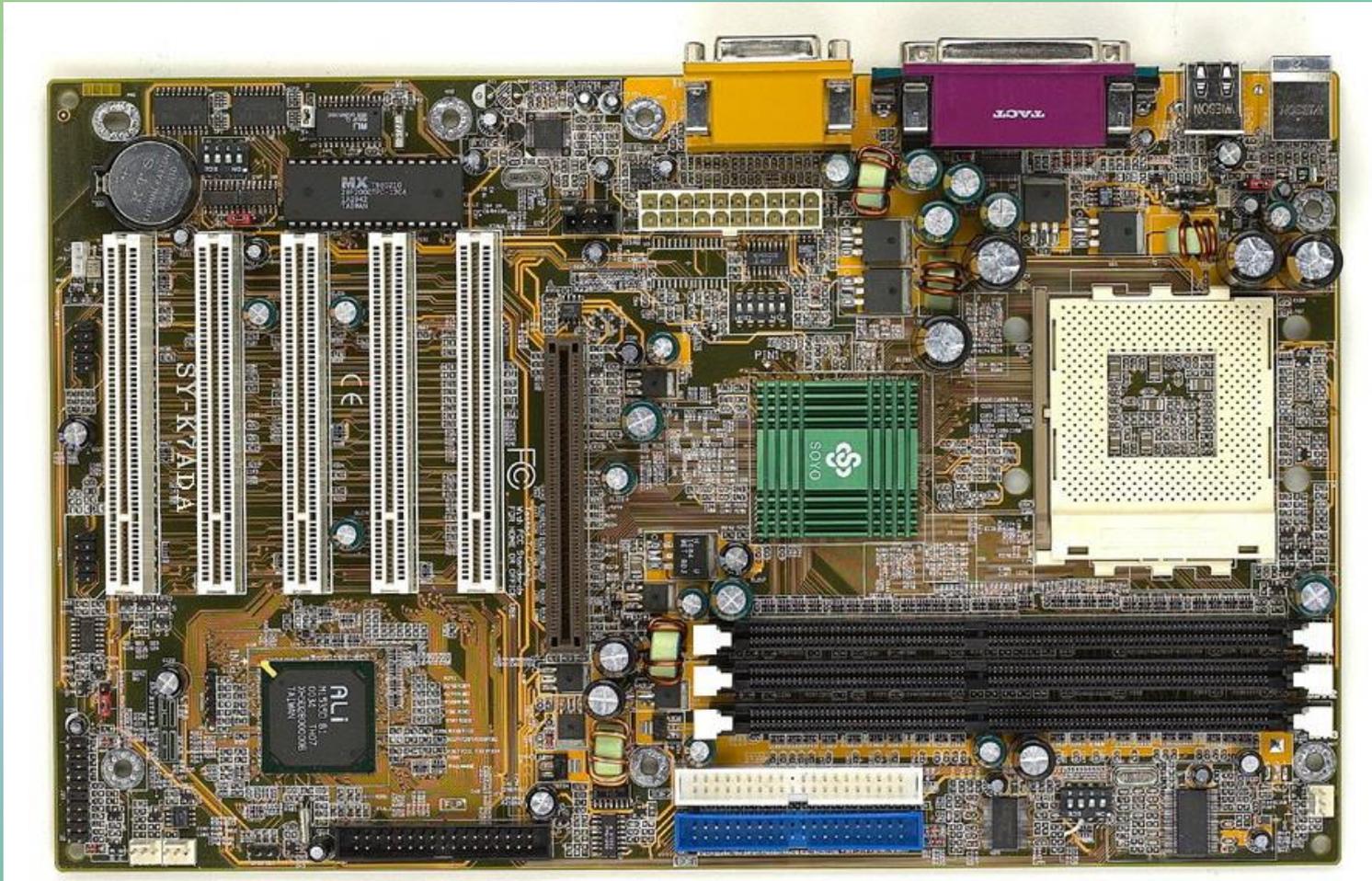


# Front Side Bus (FSB)

- Por isso, é muito importante que o FSB seja rápido o suficiente, caso contrário, muito da capacidade do CPU e da memória é desperdiçada na prática. Durante essa matéria, vários casos irão exemplificar como o FSB pode realmente limitar o desempenho do sistema de forma geral.



# Slot para as memórias



# Slot para as memórias

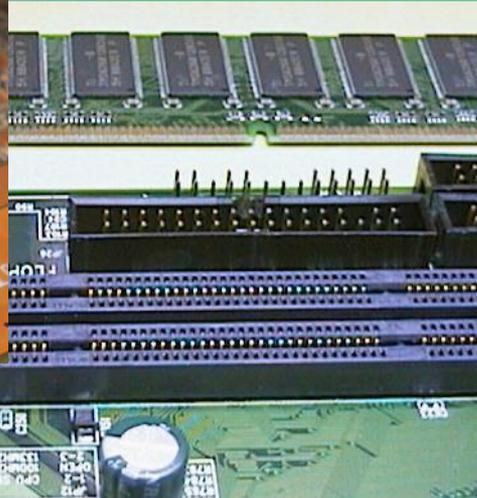
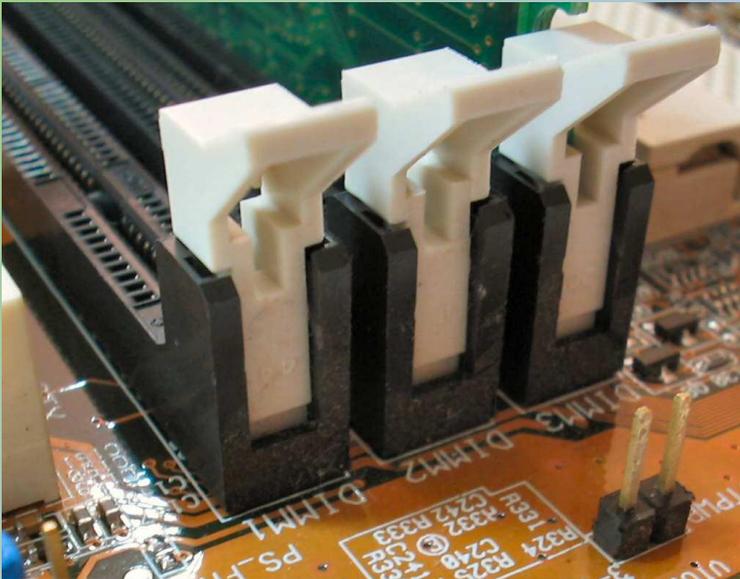
- Os soquetes de memória são numerados: 1, 2 e 3.
- Instale memória primeiro no 1, depois no 2, depois no 3.
- Normalmente não é permitido deixar o 1 vazio e instalar memórias no 2 e/ou 3.
- O 1 pode ser o mais próximo do processador, mas nem sempre, às vezes o 1 é o mais distante.

# Slot para as memórias

- É preciso respeitar a ordem da instalação dos módulos de memória. Se instalarmos, por exemplo, um módulo de memória no soquete 2, deixando o soquete 1 vazio, é possível que o computador não funcione, mas isso depende muito da placa de CPU em questão. Para não ter problemas, é bom sempre começar pelo soquete 1.



# Slot para as memórias



# Slot para as memórias

- Os módulos de memória possuem pequenos cortes (chanfros) que se alinham em saliências existentes no soquete. Os chanfros servem para alinhar corretamente o módulo sobre o soquete. Eles impedem que o módulo seja encaixado na posição invertida. Também impedem que o tipo de memória errado seja instalado, pois cada tipo possui chanfros diferentes



# Slot para as memórias

- Observe sempre a posição dos chanfros antes de encaixar um módulo de memória.



# Slot para as memórias

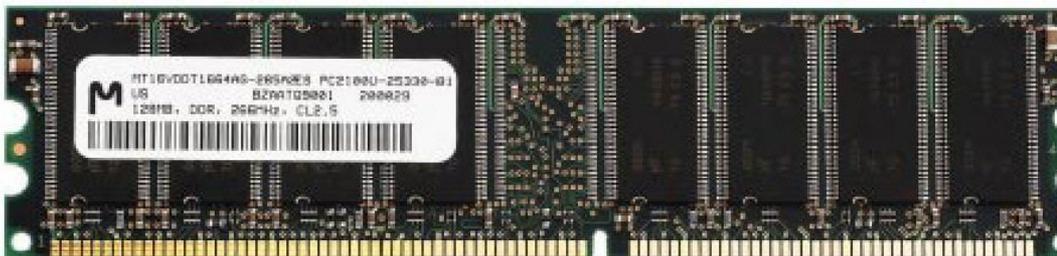
- Os tipos mais comuns de memória são:
- **SDRAM:** seu módulo é chamado DIMM/168. Note que possui dois chanfros na parte inferior, e um chanfro em cada lateral.
- **DDR:** seu módulo é chamado DIMM/184. Possui um chanfro na parte inferior e dois chanfros em cada lateral.

# Slot para as memórias

**SDRAM, DIMM/168**

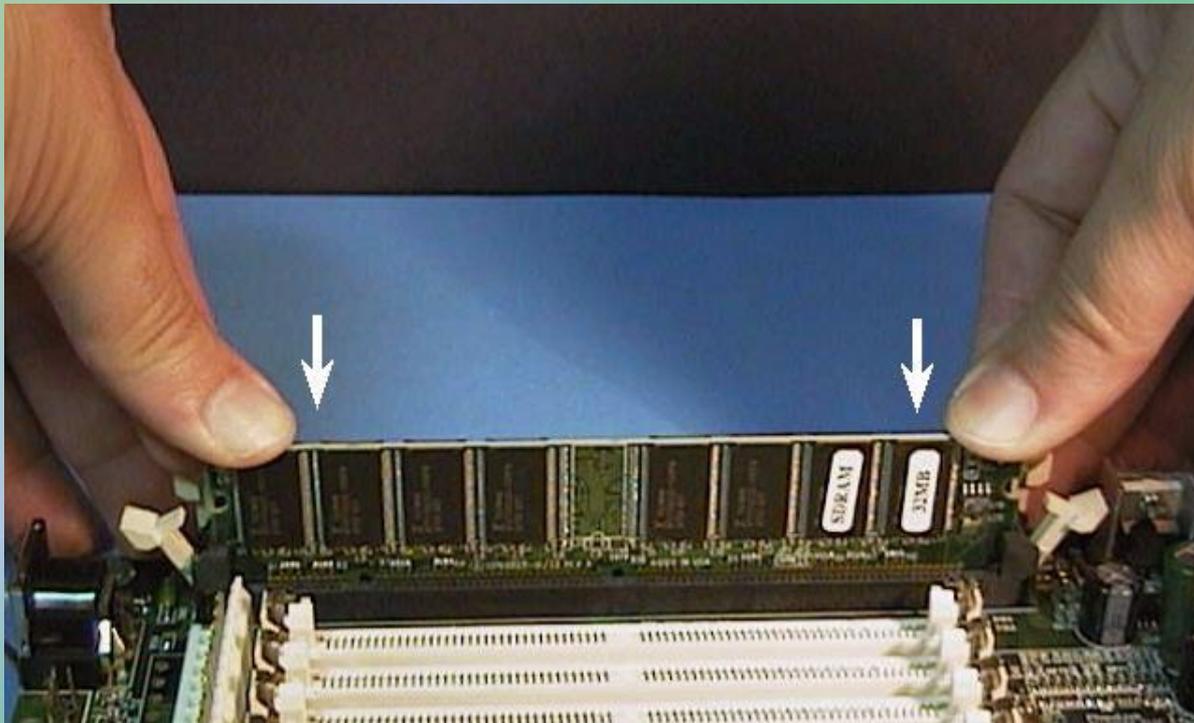


**DDR, DIMM/184**



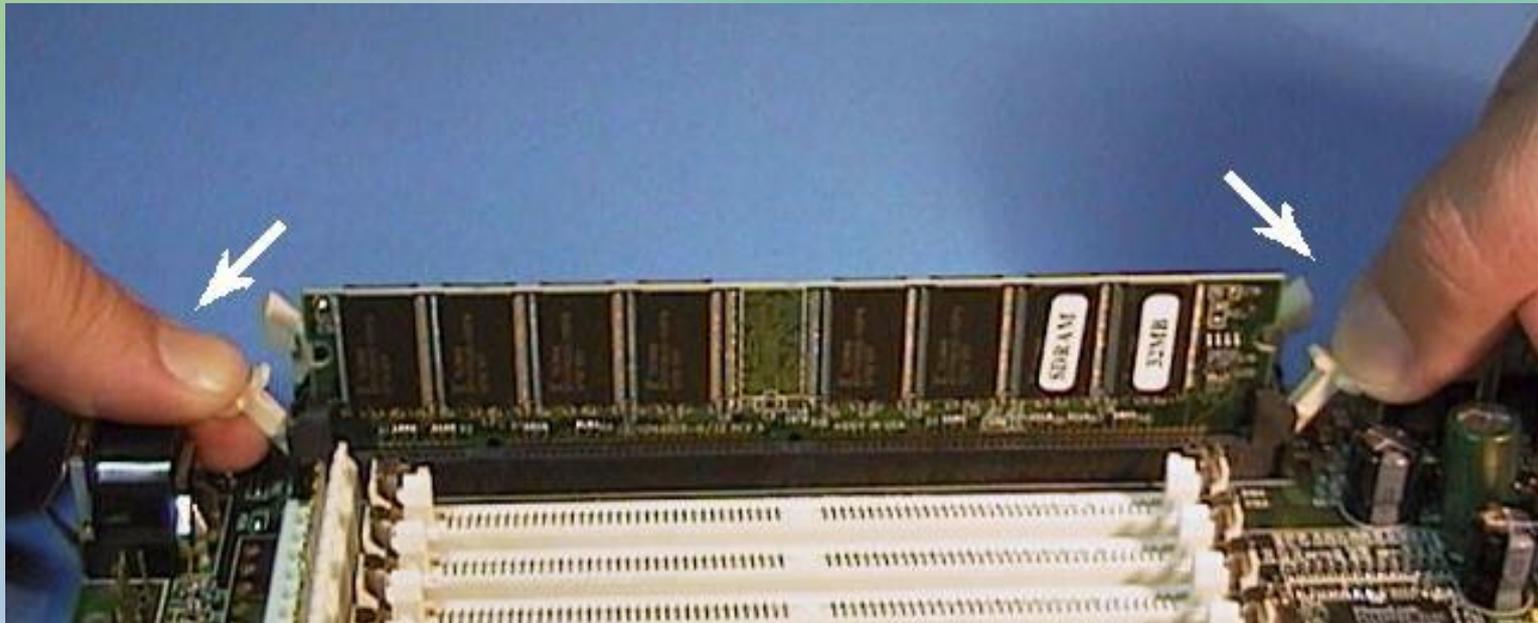


# Conectando o módulo





# Conectando o módulo



# Memórias

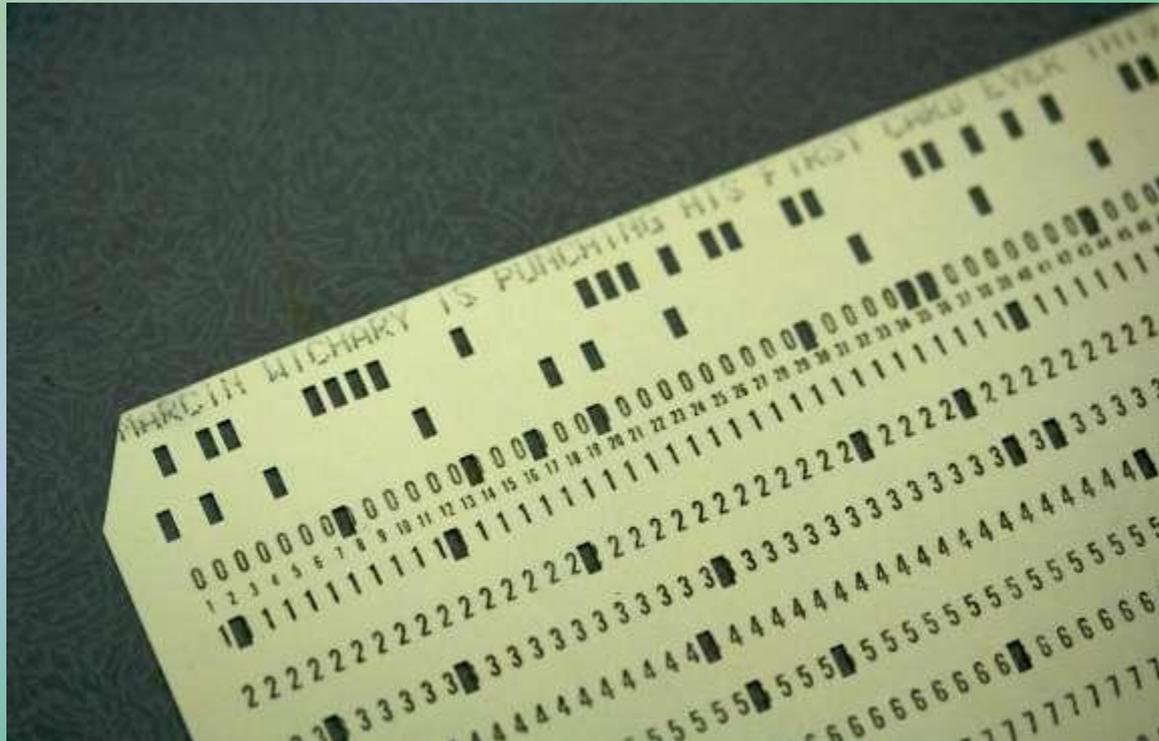
- Introdução;
- Memória Cache;
  - L1;
  - L2;
  - L3;
- Memória Virtual;
  - Page file;
  - Swapping.

# Cartão Perfurado

- Uma das primeiras formas de armazenar dados nesse universo foi com cartões perfurados, criados em 1725 por Basile Bouchon e aperfeiçoados por Herman Hollerith.
- Os cartões perfurados armazenam informações simples por meio de buracos estrategicamente posicionados.
- Quando interpretados por uma máquina, esses furos são decodificados em dados;
- Essa tecnologia foi usada até meados do século XX,



# Cartões Perfurados



# Fita Magnética

- Surgiu já no início dos anos 50;
- Era uma fita plástica coberta com óxido magnético, capaz de armazenar informações;
- As fitas magnéticas, precursoras das fitas cassete, foram responsáveis por uma grande revolução na indústria fonográfica.
- O primeiro computador a utilizar as fitas, o UNIVAC.



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO NORTE

# Fita Magnética



# Dísquetes

- Os primeiros modelos de dísquetes surgiram nos anos 70;
- Eram muito frágeis e os dados se perdiam com facilidade, especialmente pela construção maleável dos dísquetes, que facilitavam a ruptura dos filamentos magnéticos que armazenavam as informações.
- Existiam versões com capacidade de 1,2 MB e 1.44MB.



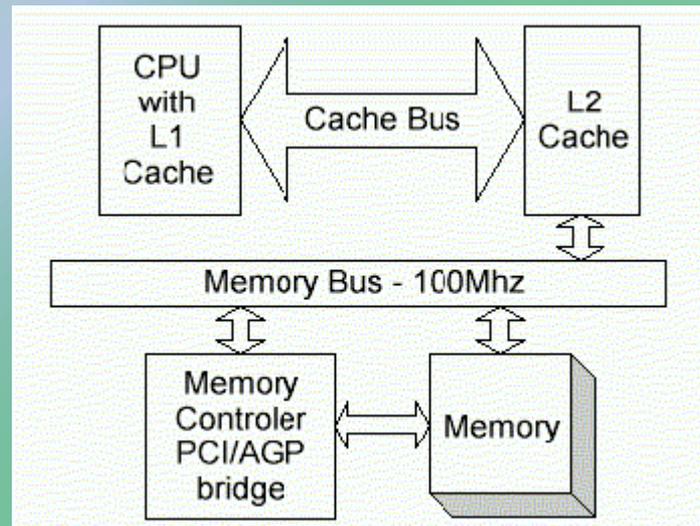
# Dísquetes



# Funcionamento

- A memória do computador está organizada em uma hierarquia;
- onde as mais rápidas estão fisicamente colocadas mais próximas do processador:
  - registradores;
  - cache;
    - que podem ser L1, L2 ou L3, respectivamente, mais rápidas;

# Funcionamento



# Memória Cache

- Memória Cache:
  - é um dispositivo de armazenamento e de acesso rápido;
  - serve de intermediário entre o executor e um outro dispositivo;
  - um bloco de memória para armazenamento temporário;



# Memória Cache

- No processador o principal objetivo de uma cache é acelerar a execução de uma tarefa.
- A utilização de uma cache consiste em evitar o acesso ao dispositivo de armazenamento que é mais lento, armazenando cópia dos dados em meios de acesso mais rápido.



# Memória Cache

- A necessidade e com o avanço tecnológico vários tipos de cache foram criadas:
  - processadores;
  - discos rígidos.
- Por ser mais caro, o recurso mais rápido não pode ser usado para armazenar todas as informações.
  - Sendo assim, usa-se a cache para armazenar apenas as informações mais frequentemente utilizadas.

# Memória Cache

- Lógica de uso da cache:
  - se a cache possuir capacidade de armazenamento limitada (custo), e se não houver mais espaço para armazenar o novo dado, é necessário liberar espaço;
  - a forma utilizada para selecionar o elemento a ser retirado é chamada de política de troca (replacement policy).

# Memória Cache

- Lógica de uso da cache:
  - uma política de troca muito popular é a LRU (least recently used), que significa algo como “elemento recentemente menos usado”;

# Memória Cache

- Lógica de uso da cache:
  - Como funciona no processador:
    - quando o processador necessita de um dado, e este não está presente na cache, ele terá de realizar a busca diretamente na memória RAM, utilizando *wait states*.
    - Como provavelmente será requisitado novamente (localidade temporal) o dado que foi buscado na RAM é copiado na cache.

# Memória Cache

- Cache em níveis (processador):
  - com a evolução na velocidade dos processadores, e devido ao alto custo de produção a cache foi dividido em níveis:
    - Níveis de cache
      - De acordo com a proximidade do processador são atribuídos níveis de cache. Assim, a memória cache mais próxima da UCP recebe o nome de cache L1 (do inglês "level 1" ou nível 1). Se houver outro cache mais distante da CPU este receberá o nome de cache L2 e assim por diante.

# Memória Cache

- Cache em níveis (processador):
  - Cache L1:
    - uma pequena porção de memória estática (SRAM) presente dentro do processador;
      - dividido em cache de: dados e instruções
    - geralmente tem entre 16KB e 128KB;
    - os acessos nesse nível são feitos na velocidade do clock do processador (~10 nano segundos).

# Memória Cache



# Memória Cache

- Cache em níveis (processador):
  - Cache L2:
    - objetivo de complementar o cache L1, devido ao seu tamanho reduzido;
    - proporciona maior rendimento ao processador, mesmo que ele tenha um clock baixo;
    - acesso em torno de 20 a 30 nano segundos;
    - Geralmente tem entre 128 a 512KB;

# Memória Cache

- Cache em níveis (processador):
  - Cache L3:
    - objetivo de complementar o cache L2;
    - mais lenta do que o cache L1 e L2;
    - custo de produção menor;
    - inicialmente implementado pela AMD;
    - maior capacidade de armazenamento, entre  $\sim 1$  a  $\sim 4$  MBS ou superior.

# Memória Cache

- Tempos de acesso médio:
  - memória principal (RAM): em torno de 60 nano segundos;
  - memória secundária (HD): mecânica, lenta (cerca de 12 milissegundos).

# Memória Cache

- Exemplo de outro dispositivo que usa cache:
  - o cache de disco HD
    - uma pequena quantidade de memória incluída na placa lógica.
      - Como exemplo, a unidade Samsung de 160 GB tem 8 MBytes de cache.

# Memória Cache

- Em resumo:
  - o processador acessa à memória RAM em  $\sim 60$  nano segundos (60 bilionésimos de um segundo). Pode parecer rápido, mas é muito lento para um processador. Os processadores podem ter tempos de ciclo de 2 nano segundos.



# Memória Virtual

- Memória virtual, é uma técnica que usa a memória secundária como uma extensão da memória principal;
- A memória virtual consiste em recursos de hardware e software com três funções básicas:
  - realocação;
  - proteção;
  - paginação ou troca.



# Memória Virtual

- realocação (ou recolocação), para assegurar que cada processo (aplicação) tenha o seu próprio espaço de endereçamento, começando em zero;
- proteção, para impedir que um processo utilize um endereço de memória que não lhe pertença;



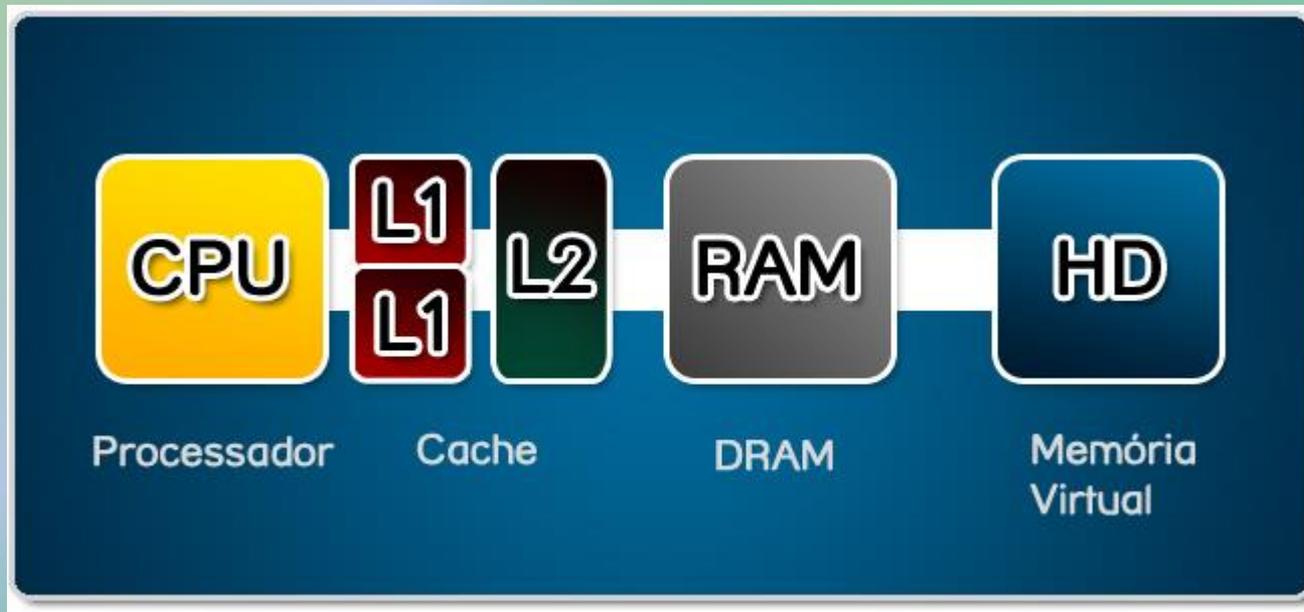
# Memória Virtual

- paginação (paging) ou troca (swapping), que possibilita a uma aplicação utilizar mais memória do que a fisicamente existente (essa é a função mais conhecida).

# Memória Virtual

- O acesso ao HD é mais lento do que o da memória RAM, então, o acesso a memória virtual será mais lento.
- Os computadores atuais usam memória virtual para executar das mais simples, as mais complexas aplicações, tais como processadores de texto, folhas de cálculo, jogos, leitores multimídia, etc.

# Memória virtual



# Memória Virtual

- Funcionamento:
  - Linux em 32 bits
    - chamada de “swap”
    - na arquitetura x86 de 32 bits, o Linux pode endereçar até 4 GB de memória virtual;
    - dimensionada na instalação e somente poderá ser redimensionada se for reparticionada;

# Memória Virtual

- Funcionamento:
  - Windows em 32 bits
    - analogamente ao Linux, as versões atuais do Windows de 32 bits usam um espaço de endereçamento de 4 GB;
    - diferentemente do Linux, o Windows usa apenas arquivos para paginação (paging files). Podendo usar até 16 desses arquivos, e cada um pode ocupar até 4GBs de espaço em disco;
    - o arquivo de paginação usa a extensão "\*.swp".

# Memória Virtual

- Funcionamento:
  - Em ambos os casos o espaço é dividido em dois:
    - o espaço do núcleo (kernel space); e
    - o espaço do usuário (user space).
      - No primeiro caso o espaço é usado para armazenar informações da própria memória virtual, já no segundo caso os dados do programa em execução.

# Memória Virtual

- É recomendado dimensionar a memória virtual entre 2x ou 3x em relação ao tamanho da memória RAM.

# Memória Virtual

- Em resumo:
  - A memória virtual foi inicialmente criada para proporcionar maior extensão da memória principal. Exemplo: um programa que ocupa um total de 64 MBs pode ser executado em um computador com apenas 32 MBs de memória principal disponível.

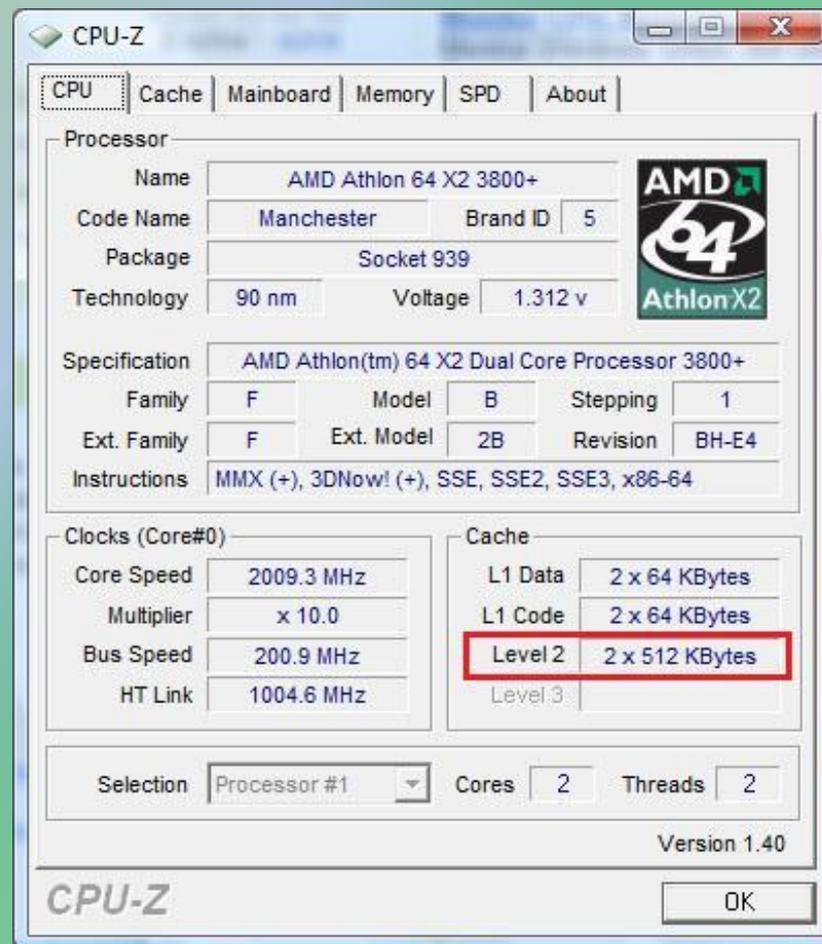
# Memória Virtual

- Memória Cache vs. Memória Virtual:
  - Memória Cache:
    - totalmente implementada em hardware;
    - transparente para o software;
    - envolve uma tradução de endereços;
    - os dados do cache são apenas uma cópia da memória principal;
    - o objetivo é reduzir o tempo de acesso à memória

# Memória Virtual

- Memória Cache vs. Memória Virtual:
  - Memória Virtual:
    - implementada pelo S. O;
    - requer suporte do hardware;
    - envolve uma tradução de endereços;
    - o objetivo é aumentar a memória visível pelos programas.

# Memória virtual



CPU-Z

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

Processor

Name	AMD Athlon 64 X2 3800+		
Code Name	Manchester	Brand ID	5
Package	Socket 939		
Technology	90 nm	Voltage	1.312 v



Specification

AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 3800+

Family	F	Model	B	Stepping	1
Ext. Family	F	Ext. Model	2B	Revision	BH-E4

Instructions MMX (+), 3DNow! (+), SSE, SSE2, SSE3, x86-64

Clocks (Core#0)

Core Speed	2009.3 MHz
Multiplier	x 10.0
Bus Speed	200.9 MHz
HT Link	1004.6 MHz

Cache

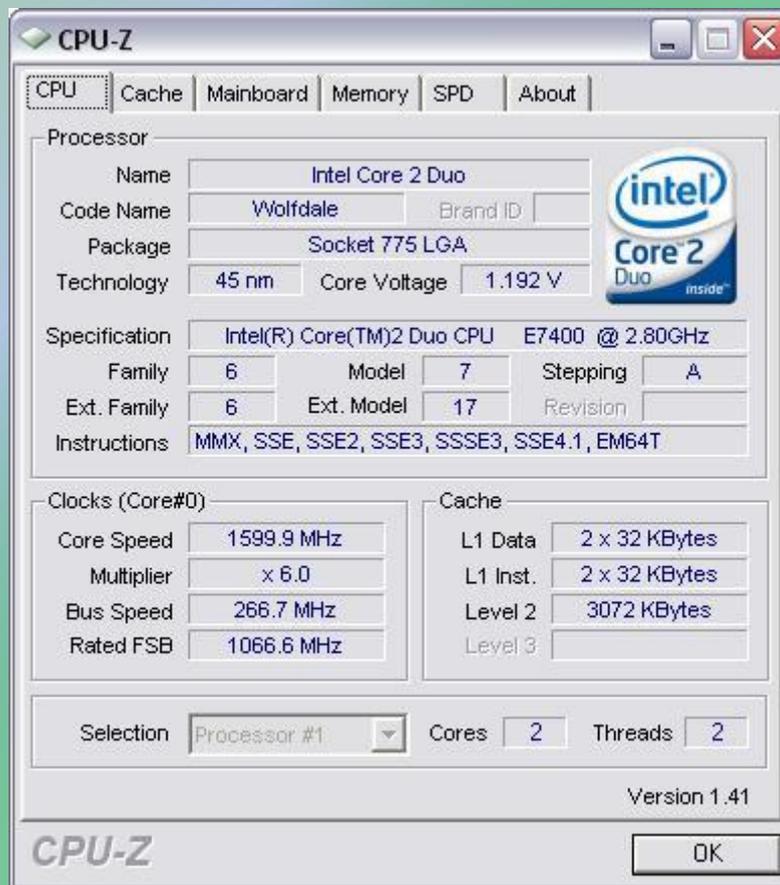
L1 Data	2 x 64 KBytes
L1 Code	2 x 64 KBytes
Level 2	2 x 512 KBytes
Level 3	

Selection Processor #1 Cores 2 Threads 2

Version 1.40

CPU-Z OK

# Memória Virtual



**CPU-Z**

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

Processor

Name	Intel Core 2 Duo		
Code Name	Wolfdale	Brand ID	
Package	Socket 775 LGA		
Technology	45 nm	Core Voltage	1.192 V



Specification Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E7400 @ 2.80GHz

Family	6	Model	7	Stepping	A
Ext. Family	6	Ext. Model	17	Revision	

Instructions MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, EM64T

Clocks (Core#0)

Core Speed	1599.9 MHz
Multiplier	x 6.0
Bus Speed	266.7 MHz
Rated FSB	1066.6 MHz

Cache

L1 Data	2 x 32 KBytes
L1 Inst.	2 x 32 KBytes
Level 2	3072 KBytes
Level 3	

Selection Processor #1 Cores 2 Threads 2

Version 1.41

**CPU-Z** OK

# Memória Virtual

**CPU-Z**

CPU | Caches | Mainboard | Memory | SPD | Graphics | About

**Processor**

Name	Intel Core i3/i5/i7		
Code Name	Sandy Bridge	Max TDP	35 W
Package	Socket 988B rPGA		
Technology	32 nm	Core VID	0.771 V



**Specification**

Intel(R) Core(TM) i3-2310M CPU @ 2.10GHz

Family	6	Model	A	Stepping	7
Ext. Family	6	Ext. Model	2A	Revision	D2

Instructions: MMX, SSE (1, 2, 3, 3S, 4.1, 4.2), EM64T, VT-x, AVX

**Clocks (Core #0)**

Core Speed	798.1 MHz
Multiplier	x 8.0
Bus Speed	99.8 MHz
Rated FSB	

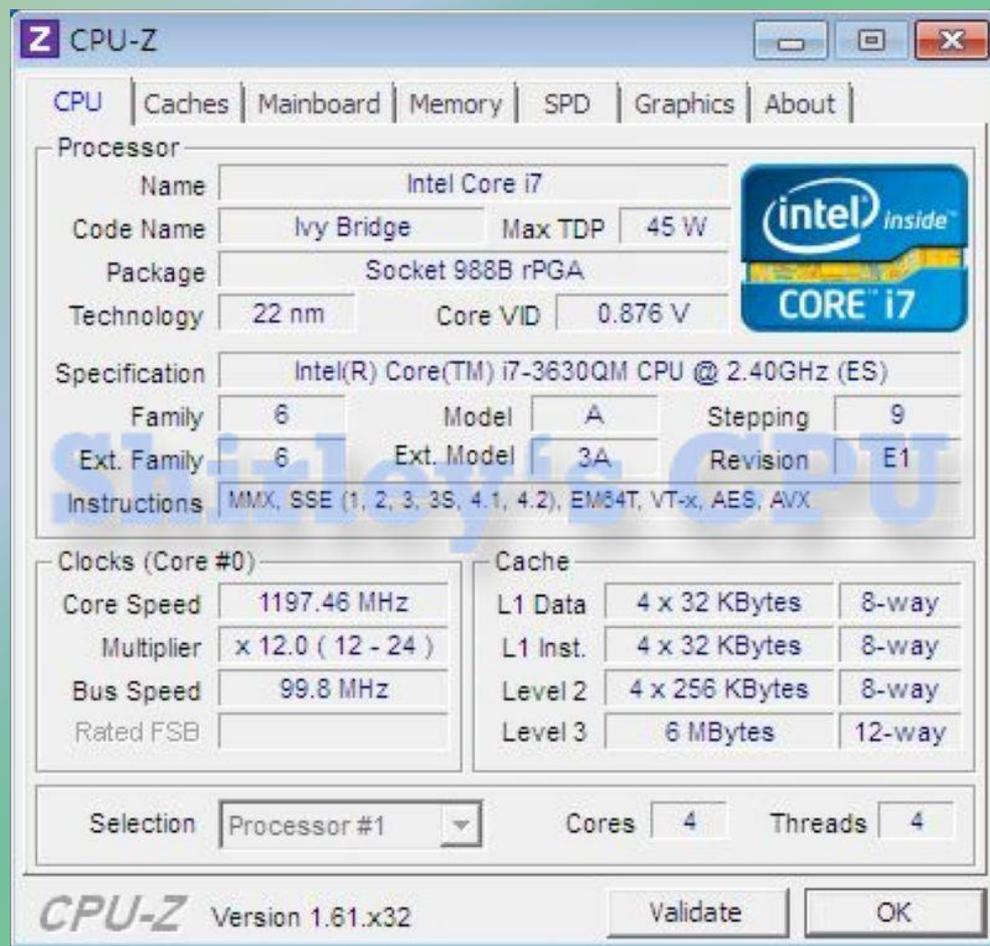
**Cache**

L1 Data	2 x 32 KBytes	8-way
L1 Inst.	2 x 32 KBytes	8-way
Level 2	2 x 256 KBytes	8-way
Level 3	3 MBytes	12-way

Selection: Processor #1 | Cores: 2 | Threads: 4

**CPU-Z** Version 1.58 | Validate | OK

# Memória Virtual



**CPU-Z** Version 1.61.x32

Processor: Intel Core i7 (Ivy Bridge, Socket 988B rPGA, 22 nm, 45 W, 0.876 V)

Specification: Intel(R) Core(TM) i7-3630QM CPU @ 2.40GHz (ES)

Family	6	Model	A	Stepping	9
Ext. Family	6	Ext. Model	3A	Revision	E1

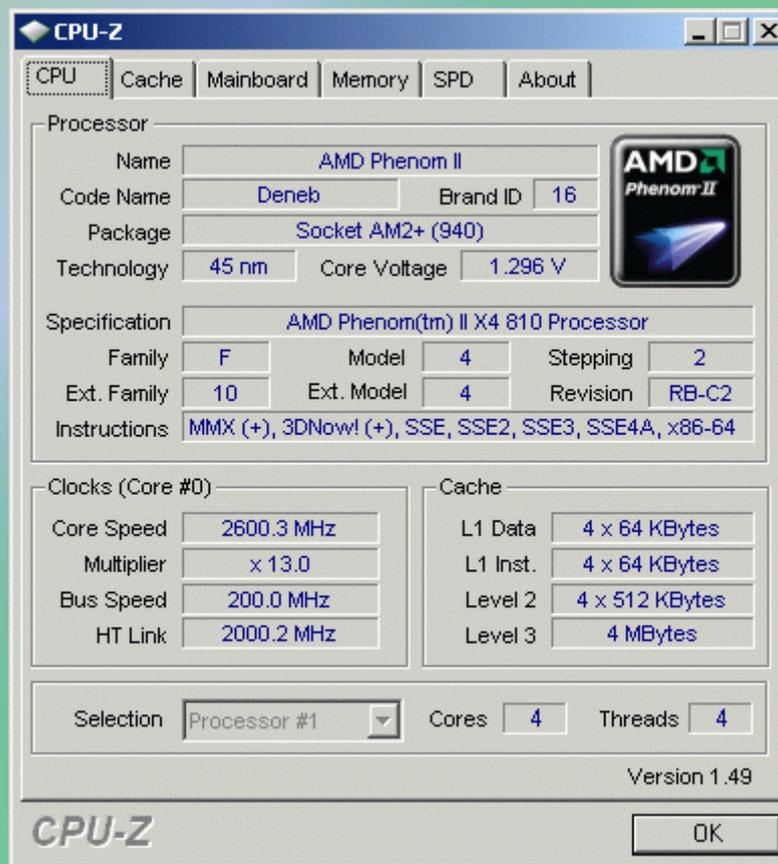
Instructions: MMX, SSE (1, 2, 3, 3S, 4.1, 4.2), EM64T, VT-x, AES, AVX

Clocks (Core #0)		Cache	
Core Speed	1197.46 MHz	L1 Data	4 x 32 KBytes 8-way
Multiplier	x 12.0 ( 12 - 24 )	L1 Inst.	4 x 32 KBytes 8-way
Bus Speed	99.8 MHz	Level 2	4 x 256 KBytes 8-way
Rated FSB		Level 3	6 MBytes 12-way

Selection: Processor #1 | Cores: 4 | Threads: 4

Buttons: Validate, OK

# Memória Virtual



**CPU-Z**

Cache Mainboard Memory SPD About

**Processor**

Name	AMD Phenom II		
Code Name	Deneb	Brand ID	16
Package	Socket AM2+ (940)		
Technology	45 nm	Core Voltage	1.296 V

**Specification**

AMD Phenom(tm) II X4 810 Processor			
Family	F	Model	4
		Stepping	2
Ext. Family	10	Ext. Model	4
		Revision	RB-C2
Instructions	MMX (+), 3DNow! (+), SSE, SSE2, SSE3, SSE4A, x86-64		

**Clocks (Core #0)**

Core Speed	2600.3 MHz
Multiplier	x 13.0
Bus Speed	200.0 MHz
HT Link	2000.2 MHz

**Cache**

L1 Data	4 x 64 KBytes
L1 Inst.	4 x 64 KBytes
Level 2	4 x 512 KBytes
Level 3	4 MBytes

Selection: Processor #1    Cores: 4    Threads: 4

Version 1.49

**CPU-Z**    OK