

"Atenção: Como a avaliação a distância é individual, caso seja constatado que provas de alunos distintos são cópias umas das outras, independentemente de qualquer motivo, a todas será atribuída a nota ZERO. As soluções para as questões podem ser buscadas por grupos de alunos, mas a redação final de cada prova tem que ser individual."

1. (0,6) Considere uma máquina que utiliza n bits para representar inteiros com sinal em complemento a 2. Em uma operação de soma S de dois valores $N1$ e $N2$, **não há detecção de estouro (overflow)**. Responda as perguntas abaixo:

a) Caso ocorra estouro, indique o valor que será considerado pela máquina em função de S e do número de bits n

Na ocorrência de um estouro o valor passará a ter o sinal inverso ao do valor esperado. Por exemplo, ocorre estouro quando a soma S dos números positivos $N1$ e $N2$ for negativa.

b) Indique uma maneira de se detectar que houve estouro baseando-se nos sinais de $N1$, $N2$ e S .

Sinais			Comentários
$N1$	$N2$	S	
0	0	0	Não houve overflow
0	0	1	Houve overflow, soma de 2 números positivos resulta em número negativo
0	1	0	Não houve overflow
0	1	1	Não houve overflow
1	0	0	Não houve overflow
1	0	1	Não houve overflow
1	1	0	Houve overflow, soma de 2 números negativos resulta em número positivo
1	1	1	Não houve overflow

A partir do quadro acima, observamos que na soma de 2 números ($N1, N2$) com sinais diferentes nunca teremos overflow, este só ocorrerá quando houver soma de 2 números ($N1, N2$) de mesmo sinal e o resultado com sinal diferente (S), como explicado no item a

2. (2,0) Considere um computador, cuja representação para ponto fixo e para ponto flutuante utilize 20 bits. Na representação em ponto flutuante, as combinações possíveis de bits representam números normalizados do tipo $\pm(1.b_1b_2b_3b_4b_5b_6b_7b_8b_9b_{10}b_{11}b_{12} \times 2^{\text{Expoente}})$, onde o bit mais à esquerda representa o sinal (0 para números positivos e 1 para números negativos), os próximos 7 bits representam o expoente em complemento a 2 e os 12 bits seguintes representam os bits b_1 a b_{12} , como mostrado na figura a seguir:

S	Expoente representado em complemento a 2	$b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8 b_9 b_{10} b_{11} b_{12}$
---	--	--

1

7

12

a) (0,4) Considere o seguinte conjunto de bits representado em hexadecimal CD100. Indique o valor deste número **em decimal**, considerando-se que o conjunto representa:

$$(CD100)_{16} = (1100\ 11010001\ 00000000)_2$$

(a.1) um inteiro sem sinal

$$2^{19} + 2^{18} + 2^{15} + 2^{14} + 2^{12} + 2^8 = 839936$$

(a.2) um inteiro em sinal magnitude

$$-(2^{18} + 2^{15} + 2^{14} + 2^{12} + 2^8) = -315648$$

(a.3) um inteiro em complemento a 2

$$-2^{19} + (2^{18} + 2^{15} + 2^{14} + 2^{12} + 2^8) = -208640$$

(a.4) um real em ponto flutuante conforme descrição do enunciado.

$(1100\ 11010001\ 00000000)_2$

Sinal: 1 (negativo)

Expoente: 1001101 (complemento a 2) = $-2^6 + (2^3 + 2^2 + 2^0) = -51$

Mantissa: 1, 000100000000

Resposta: $1,0001 \times 2^{-51} = 2^{-51} + 2^{-55} = 4,7 \times 10^{-16}$

b) (0,2) Qual será a representação em ponto flutuante dos seguintes valores decimais neste computador:

b.1) +105,25

Convertendo para binário = 1101001,01 => normalizando $1,10100101 \times 2^6$

Temos então:

Sinal = 0 (positivo)

Expoente (complemento a 2) = +6 = 0000110

Mantissa = 10100101

Resultado: 0 0000110 101001010000

b.2) -3,2

Convertendo para binário = 11,0011001100110011... => normalizando $1,10011001100110011... \times 2^1$

Temos então:

Sinal = 1 (negativo)

Expoente (complemento a 2) = +1 = 0000001

Mantissa = 100110011001100110011...

Resultado: 1 0000001 1001100110011001

c) (0,6) Indique o menor e o maior valor positivo normalizado na representação em ponto flutuante para este computador. Mostre os valores **em decimal**.

Menor positivo 0 1000000 000000000000 = $1,000000000000 \times 2^{-64} \approx 5,4 \times 10^{-20}$

Maior positivo 0 0111111 1111111111 = $1,111111111111 \times 2^{63} \approx 1,8 \times 10^{19}$

d) (0,8) Caso se deseje utilizar a representação em excesso para representar o expoente, indique o excesso a ser utilizado e o menor e o maior valor positivo normalizado para esta nova representação. Mostre os valores **em decimal**.

Excesso = $2^{e-1} - 1$, sendo $e = 7$, excesso = 63

Menor positivo 0 0000000 000000000000 = $1,000000000000 \times 2^{-63} \approx 1,1 \times 10^{-19}$

Maior positivo 0 1111111 1111111111 = $1,111111111111 \times 2^{64} \approx 3,7 \times 10^{19}$

3. (1,4) Explique o funcionamento dos três seguintes tipos de impressora: matricial, jato de tinta e laser. (sugestões de fonte de consulta: livro do Stallings e do Mário Monteiro e o site www.guiadohardware.net/. Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).

(Texto retirado do site www.guiadohardware.net/)

Matricial

As impressoras matriciais utilizam um conjunto de agulhas, geralmente 9, que produzem impacto sobre uma fita de impressão, deixando marcas no papel.

As impressoras matriciais são bastante econômicas em comparação com impressoras jato de tinta e laser, pois a fita de impressão é extremamente barata, e pode ser usada por muito tempo.

O uso de agulhas permite o uso de vários tipos de fonte e também a impressão em modo gráfico, embora sem muita qualidade e apenas em preto. Existem também impressoras matriciais coloridas, que utilizam uma fita de

impressão especial com quatro cores. O problema é que, além da impressão demorar bem mais, as cores nunca ficam perfeitas, pois como as mesmas agulhas entram em contato sucessivamente com as quatro cores de tinta, acabam misturando-as, alterando sua tonalidade.

Mesmo com a popularização das impressoras jato de tinta e laser, as impressoras matriciais ainda são usadas em muitos lugares, devido ao seu baixo custo de impressão, durabilidade e, principalmente, devido à sua capacidade de imprimir formulários em duas ou três vias com carbono muito comum em PDVs (pontos de venda) em comércios.

Laser

Numa impressora a laser, a imagem a ser impressa em papel é primeiramente formada num cilindro, ou molde. Um feixe de raios laser gera cargas de eletricidade estática em algumas partes do cilindro. Ao ser passado no reservatório de toner, as partes carregadas do cilindro o atraem, formando um molde perfeito da imagem a ser impressa. Em seguida, o molde é prensado contra o papel, com a ajuda de um mecanismo chamado conjunto fusor, sendo o toner transferido e gerando a página impressa. Além das impressoras a laser monocromáticas, temos também as coloridas, que usam quatro cores de toner para conseguir cores perfeitas.

As impressoras a laser oferecem uma qualidade superior de impressão, além de serem muito mais rápidas. O maior obstáculo à sua popularização é seu custo, mas este dia-a-dia se torna menor.

As impressoras a laser são muito mais rápidas e suportam um volume de impressão muito maior.

Impressora jato de tinta

As impressoras jato de tinta trabalham espirrando gotículas de tinta sobre o papel, conseguindo uma boa qualidade de impressão, próxima à de impressoras a laser. Outra vantagem destas impressoras é seu baixo custo, o que as torna perfeitas para o uso doméstico.

As impressoras jato de tinta podem usar basicamente três tecnologias de impressão: a Bubble Jet, ou jato de bolhas, a Piezoelétrica e a de troca de estado.

A tecnologia Bubble Jet foi criada pela Canon, que detém a patente do nome até hoje. Esta tecnologia consiste em aquecer a tinta através de uma pequena resistência, formando pequenas bolhas de ar, que fazem a tinta espirrar com violência sobre o papel. Esta tecnologia é usada em várias marcas de impressoras, como as da própria Canon. No caso das impressoras HP, a tecnologia recebe o nome de "Ink Jet", apesar do princípio de funcionamento ser o mesmo.

Uma desvantagem desta tecnologia é que, devido ao aquecimento, a cabeça de impressão costuma se desgastar depois de pouco tempo, perdendo a precisão. Por outro lado, por serem extremamente simples, as cabeças são baratas, e por isso são embutidas nos próprios cartuchos de impressão.

As impressoras Epson por sua vez, utilizam uma cabeça de impressão Piezoelétrica, que funciona mais ou menos como uma bomba microscópica, borrifando a tinta sobre o papel. A cabeça de impressão consiste em uma pequena canalização, com um cristal piezoelétrico próximo da ponta. Quanto recebe eletricidade, este cristal vibra, fazendo com que gotículas de tinta sejam expelidas para fora do cartucho.

Esta tecnologia traz como vantagem uma maior precisão, que permite uma impressão com resolução muito maior. A Epson Stylus 600, por exemplo, é capaz de imprimir com até 1440 DPI (pontos por polegada) enquanto uma HP 692C, que está na mesma faixa de preço, imprime no máximo a 600 DPI.

Como as cabeças de impressão Piezoelétricas possuem maior durabilidade e são muito mais complexas e caras do que as bubble-jet, elas não são trocadas junto com os cartuchos, fazendo parte da impressora. Por um lado isso é bom, pois permite baratear um pouco os cartuchos, mas por outro lado, torna a impressora mais susceptível a problemas, como o entupimento das cabeças de impressão, sendo que a troca em uma autorizada muitas vezes acaba custando mais da metade do preço de uma impressora nova.

Existem também impressoras de troca de estado, que utilizam tinta sólida, um tipo de cera, geralmente em forma de fitas. Nestas impressoras, a tinta é derretida e espirrada sobre o papel. A vantagem é que, como a tinta é um tipo de cera, a impressão assume um aspecto brilhante, com qualidade semelhante à de uma foto, mesmo usando papel comum.

Um exemplo de impressora de troca de estado é a Citizen Printiva, que possui uma qualidade de impressão surpreendente, mas que demora cerca de 6 minutos para imprimir uma página colorida e possui um custo de impressão salgado.

4. (1,0) Explique como funcionam as três técnicas para realizar operações de entrada e saída: E/S programada, E/S dirigida por interrupção e acesso direto à memória. Indique pelo menos uma vantagem e uma desvantagem para cada uma delas.

E/S por programa: O processador tem controle direto sobre a operação de E/S, incluindo a detecção do estado do dispositivo, o envio de comandos de leitura ou escrita e transferência de dados. Para realizar uma transferência de dados, o processador envia um comando para o módulo de E/S e fica monitorando o módulo para identificar o momento em que a transferência pode ser realizada. Após detectar que o módulo está pronto, a transferência de dados é realizada através do envio de comandos de leitura ou

escrita pelo processador. Se o processador for mais rápido que o módulo de E/S, essa espera representa um desperdício de tempo de processamento. As vantagens deste método são: hardware simples e todos os procedimentos estão sobre controle da UCP. As desvantagens são: utilização do processador para interrogar as interfaces, o que acarreta perda de ciclos de processador que poderiam ser utilizados na execução de outras instruções, utilização do processador para realizar a transferência de dados, o que também acarreta perda de ciclos de processador.

E/S por interrupção: Neste caso, o processador envia um comando para o módulo de E/S e continua a executar outras instruções, sendo interrompido pelo módulo quando ele estiver pronto para realizar a transferência de dados, que é executada pelo processador através da obtenção dos dados da memória principal, em uma operação de saída, e por armazenar dados na memória principal, em uma operação de entrada. A vantagem deste método é que não ocorre perda de ciclos de processador para interrogar a interface, já que neste caso, não se precisa mais interrogar a interface, ela avisa quando está pronta. As desvantagens são: necessidade de um hardware adicional (controlador de interrupções, por exemplo), gerenciamento de múltiplas interrupções e perda de ciclos de relógio para salvar e recuperar o contexto dos programas que são interrompidos.

E/S por DMA: Nesse caso a transferência de dados entre o módulo de E/S e a memória principal é feita diretamente sem envolver o processador. Existe um outro módulo denominado controlador de DMA que realiza a transferência direta de dados entre a memória e o módulo de E/S. Quando o processador deseja efetuar a transferência de um bloco de dados com um módulo de E/S, ele envia um comando para o controlador de DMA indicando o tipo de operação a ser realizada (leitura ou escrita de dados), endereço do módulo de E/S envolvido, endereço de memória para início da operação de leitura ou escrita de dados e número de palavras a serem lidas ou escritas. Depois de enviar estas informações ao controlador de DMA, o processador pode continuar executando outras instruções. O controlador de DMA executa a transferência de todo o bloco de dados e ao final envia um sinal de interrupção ao processador, indicando que a transferência foi realizada. As vantagens deste método são: permite transferência rápida entre interface e memória porque existe um controlador dedicado a realizá-la e libera a UCP para executar outras instruções não relacionadas a entrada e saída. A desvantagem é que precisamos de hardware adicional.

5. (1,0) Compare máquinas de 1, 2 e 3 endereços escrevendo programas para calcular:

$$X = (A + B \times C) / (D - E \times F)$$

As instruções disponíveis para uso são as seguintes:

1 Endereço:	2 Endereços:	3 Endereços:
LOAD M	MOV (X=Y)	MOV (X=Y)
STORE M	ADD (X=X+Y)	ADD (X=Y+Z)
ADD M	SUB (X=X-Y)	SUB (X=Y-Z)
SUB M	MUL (X=X*Y)	MUL (X=Y*Z)
MUL M	DIV (X=X/Y)	DIV (X=Y/Z)
DIV M		

M é um endereço de memória de 16 bits, e X, Y e Z são ou endereços de memória de 16 bits ou de registradores de 4 bits. A máquina de 1 endereço usa um acumulador, e as outras duas têm 16 registradores e instruções operando sobre todas as combinações de endereços de memória e registradores. SUB X,Y subtrai Y de X e SUB X,Y,Z subtrai Z de Y e coloca o resultado em X. Assumindo códigos de operação de 8 bits e comprimentos de instruções que são múltiplos de 4, quantos bits cada máquina precisa para calcular X?

1 endereço (ou operando) $X = (A + B \times C) / (D - E \times F)$

```

LOAD B      =>  ACC <- B
MUL C       =>  ACC <- ACC * C
ADD A       =>  ACC <- ACC + A
STORE X     =>  X <- ACC
LOAD E      =>  ACC <- E
MUL F       =>  ACC <- ACC * F
STORE T1    =>  T1 <= ACC
LOAD D      =>  ACC <= D
SUB T1      =>  ACC <= ACC - T1
STORE T1    =>  T1 <= ACC
LOAD X      =>  ACC <= X
DIV T1      =>  ACC <= ACC / T1
STORE X     =>  X <= ACC

```

2 endereços (ou operandos)

Sem perda de conteúdo

```

MOV X,B     =>  X • B
MUL X,C     =>  X • X * C
ADD X,A     =>  X • X + A
MOV T1,E    =>  T1 • E
MUL T1,F    =>  T1 • T1 * F
MOV T2,D    =>  T2 • D
SUB T2,T1   =>  T2 • T2 - T1
DIV X,T2    =>  X • X / T2

```

Com perda de conteúdo

```

MUL B,C     =>  B • B * C
ADD A,B     =>  A • A + B
MUL E,F     =>  E • E * F
SUB D,E     =>  D • D - E
DIV A,D     =>  A • A / D

```

3 endereço (ou 3 operandos):

```

MUL X, B, C  =>  X = B * C
ADD X, A, X  =>  X = A + X
MUL T1, E, F  =>  T1 = E * F
SUB T1, D, T1  =>  T1 = D - T1
DIV X, X, T1  =>  X = X / T1

```

6. (1,0) Explique o que são e como funcionam os processos de montagem, compilação e ligação.

Montagem : Processo que consiste em traduzir um programa em linguagem de montagem (assembly) para seu equivalente em binário. Processo este realizado pelo montador. Esta tradução consiste em substituir a partir dos programas os códigos de operação simbólicos por valores numéricos, nomes simbólicos de endereços por valores numéricos e converter valores de constantes para valores binários. Tipicamente, em montadores de dois passos, o programa é examinado instrução por instrução duas vezes. No primeiro passo são detectados os erros e montada a tabela de símbolos de endereços. No segundo passo é feita a criação do código objeto.

Compilação: Processo que consiste na análise de um programa escrito em linguagem de alto nível (programa fonte) e sua tradução em um programa em linguagem de máquina (programa objeto). Processo este realizado pelo compilador. A Análise feita pelo compilador consiste em 3 partes:

- A análise léxica onde o programa fonte é decomposto em seus elementos individuais (comandos, operadores, variáveis, etc), gerando erros se for encontrada alguma incorreção.
- A análise sintática onde são criadas as estruturas de cada comando e verificação de acordo com as regras gramaticais da linguagem.
- A análise semântica onde são verificadas as regras semânticas estáticas, podendo produzir mensagens de erros.

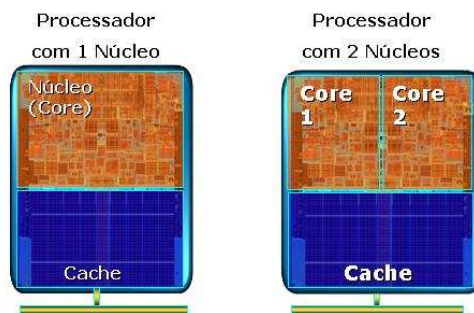
Ligação: Processo onde é feita a interpretação à chamada a uma rotina e respectiva conexão entre o código objeto principal e o código da rotina. Este processo é executado pelo ligador. O ligador examina o código-objeto, procura referências externas não resolvidas e suas localizações nas bibliotecas substituindo a linha de chamada pelo código da rotina emitindo mensagem de erro em caso de não encontrar a rotina.

7. (1,0) Faça uma pesquisa sobre arquiteturas Multicore, descreva suas principais características e exemplifique detalhando as características dos processadores da Intel (Multicore Intel Xeon) e da Sun (processador Niagara SPARC) .

Arquiteturas Multicore.

Por definição, multicore consiste de 2 ou mais núcleos (core) dentro de um mesmo circuito integrado (chip). A nomenclatura usual para 2 núcleos é dual-core, quad-core para 4 núcleos e assim por diante.

A principal característica dos multicore é implementar o multiprocessamento, ou melhor, múltiplos núcleos permitem trabalhar em um ambiente multitarefa, isto porque o sistema operacional trata esses núcleos como se cada um fosse um processador diferente, com seus próprios recursos de execução. Já sistemas de um só núcleo, as funções de multitarefa podem ultrapassar a capacidade da CPU, resultando em queda no desempenho enquanto as operações aguardam serem processadas. Cada núcleo pode implementar otimizações como execuções superescalares, pipeline e multithreading.



Comparação de um singlecore e um dualcore
(fonte <http://blogs.intel.com/>)

São vantagens do multicore:

- ⇒ Maior eficácia (throughput) do sistema e desempenho aprimorado de aplicativos em computadores executando vários aplicativos simultaneamente
- ⇒ Desempenho aprimorado para aplicativos multithreaded
- ⇒ Compatibilidade para mais usuários ou tarefas em aplicativos com muitas transações
- ⇒ Desempenho superior em aplicativos que utilizam processamento de forma intensiva

- ⇒ Economia no preço de licenciamento de softwares proprietários, passando a ter um maior poder de processamento sem necessitar de uma nova máquina
- ⇒ Redução da dissipação térmica quando comparado ao Single-Core

(Fonte: <http://www.wikipedia.org> e <http://multicore.amd.com/WhatIsMC>)

Principais características do Intel Xeon Multi-core

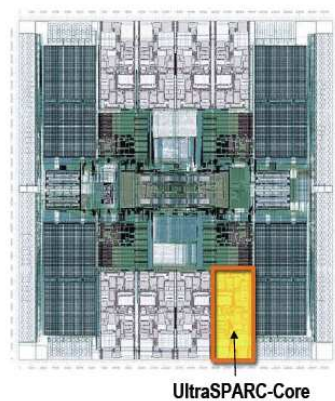
Dunnington – Família que corresponde a um dos mais recentes lançamentos multi-core da Intel

modelo	Frequência (GHz)	L2 Cache (MB) / L3 Cache (MB)	Frequência do barramento externo (MHz)	Consumo (Watts)	Núcleos (cores)	Socket
X7470	2.66	3 / 16	1066	130	6	604
E7459	2.40	3 / 12	1066	95	6	604
E7440	2.40	3 / 12	1066	95	4	604
E7430	2.13	3 / 12	1066	65	4	604
E7420	2.13	3 / 8	1066	65	4	604
L7455	2.13	3 / 12	1066	65	6	604
L7445	2.13	3 / 12	1066	65	4	604

(Fonte: <http://www.wikipedia.org>)

Principais características dos processadores da Série Niagara SPARC

Codename	Modelo	Frequência [GHz]	Versão da Arquitetura	Ano	Núcleos (Cores)	Threads por Core	Transistores [milhões]	Pinos	Consumo [W]	L2 Cache [MB]	L3 Cache [MB]
UltraSPARC T1 (Niagara)	Sun SME1905	1.0 a 1.4	V9 / UA 2005	2005	8	4	300	1933	72	3	none
UltraSPARC T2 (Niagara 2)	Sun SME1908A	1.0 a 1.4	V9 / UA 2007	2007	8	8	503	1831	95	4	none



Esquema de um UltraSparc T1
(fonte <http://www.wikipedia.com>)

8. (1,0) Descreva as categorias da classificação de arquiteturas segundo Flynn.

Consiste em uma das formas mais comuns de classificação de processamento paralelo. São estas as categorias de sistemas de computação:

SISD - *Single instruction stream, single data stream.* Um único processador executa uma única sequência de instruções sobre dados armazenados em uma única memória. Exemplo: Processadores de computadores pessoais.

SIMD – *Single instruction stream, multiple data stream.* Vários elementos de processamento. Cada um tem uma memória de dados. Cada instrução é executada sobre um conjunto de dados diferente. Exemplo: Processadores matriciais.

MISD – *Multiple instruction stream, single data stream.* A sequência de dados é transmitida para um conjunto de processadores, cada um dos quais executa uma sequência de instruções diferente. Não existem processadores comerciais que utilizam este modelo.

MIMD – *Multiple instruction stream, multiple data stream.* Conjunto de processadores executa simultaneamente sequências diferentes de instruções sobre conjuntos de dados diferentes. Exemplo: SMPs, clusters, sistemas NUMA.

9. (1,0) Responda:

a) Analise os modos de endereçamento direto, indireto e imediato, estabelecendo diferenças de desempenho, vantagens e desvantagens de cada um.

Imediato: Seu campo operando contém o dado, não requer acessos a memória principal sendo mais rápido que o modo direto. Possui como vantagem a rapidez na execução da instrução e como desvantagem a limitação do tamanho do dado, e é inadequado para o uso com dados de valor variável.

Direto: Seu campo operando contém o endereço do dado, requer apenas um acesso a memória principal, sendo mais rápido que o modo indireto. Possui como vantagem a flexibilidade no acesso a variáveis de valor diferente em cada execução do programa e como desvantagem a perda de tempo, se o dado for uma constante.

Indireto: O campo operando corresponde ao endereço que contém a posição onde está o conteúdo desejado, necessita de 2 acessos a memória principal, portanto mais lento que os 2 modos anteriores. Tem como vantagem o manuseio de vetores e utilização como ponteiro, e desvantagem como muitos acessos a memória principal.

b) Qual é o objetivo do emprego do modo de endereçamento base mais deslocamento? Qual é a diferença de implementação entre esse modo e o modo indexado?

O base mais deslocamento tem como seu principal objetivo permitir a modificação de endereço de programas ou módulos destes (que é a relocação de programa), bastando para isso uma única alteração no registrador base.

*O base mais deslocamento tem como característica o endereço ser obtido da soma do deslocamento com o registrador base, diferindo do **modo indexado** onde o do registrador base é fixo e variar no deslocamento, ao contrário deste onde o deslocamento é fixo e com a alteração do registrador base permite-se a mudança do endereço.*