

## AD2 – Organização de Computadores 2014.1

Data de entrega:18/11/2014

1) (1,5) Considere um sistema com relógio de frequência igual a 400 MHz. Este sistema pode realizar operações de entrada e saída por programação (polling) ou por interrupção. O número de ciclos de relógio para uma operação por programa é igual a 180 (inclui a chamada à rotina de “polling”, acesso ao dispositivo e retorno da chamada). O número de ciclos de relógio para atender uma interrupção é igual a 400. Define-se overhead como o percentual de ciclos de relógio que são utilizados para operação de entrada e saída em relação ao número total de ciclos de relógio disponíveis em 1 segundo. Baseado nesta definição, responda as seguintes questões:

a) determine o overhead que ocorre quando se utiliza a interface por programa para os seguintes dispositivos:

i) (0,2) Um mouse que deve ser interrogado pelo sistema 50 vezes por segundo para garantir que nenhum movimento dele seja perdido.

*O mouse é consultado 50 vezes por segundo. Cada operação de consulta consome 180 ciclos. São necessários, então, 9000 ciclos/segundo para as operações de consulta ao mouse.*

*O relógio é de 400MHz, que corresponde a  $400 \times 10^6$  ciclos.*

*O overhead será obtido pela seguinte razão:*

$$9000 \text{ ciclos/seg} / 400 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,0000225 \text{ ou } 0,00225\%$$

ii) (0,3) Um disco rígido que gera dados a uma taxa de 8 MBytes/segundo para sua controladora que possui um buffer de 16 bytes, ou seja, os dados são transferidos para o sistema em unidades de 16 bytes.

*Taxa de transferência = 8MB/s = 8.000.000 B/seg.*

*Em cada operação é transferida uma unidade de 128 bits ou 16 bytes.*

*A cada segundo ocorrem  $8.000.000 \text{ B} / 16 \text{ B} = 500.000$  operações, como cada operação leva 180 ciclos. O total será  $500.000 \times 180 = 90 \times 10^6$  ciclos/seg.*

*O overhead será obtido pela seguinte razão:*

$$90 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 400 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,225 \text{ ou } 22,5\%$$

*OBS: as taxas de transferência utilizam a base 10, e não a base 2. 1KB/s corresponde a 1.000B/seg, 1MB/s a 1.000.000B/seg.*

b) Determine o overhead que ocorre quando se utiliza a interface por interrupção para o disco rígido nas seguintes situações:

i) (0,3) O disco está ativo (gera dados) 100 % do tempo.

*Taxa de transferência = 8MB/s = 8.000.000 B/seg.*

*Em cada operação é transferida uma unidade de 128 bits ou 16 bytes.*

*A cada segundo ocorrem  $8.000.000 \text{ B} / 16 \text{ B} = 500.000$  operações, como cada operação leva 400 ciclos. O total será  $500.000 \times 400 = 200 \times 10^6$  ciclos/seg.*

*O overhead será obtido pela seguinte razão:*

$$200 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 400 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 50\% \text{ de overhead estando ativo } 100\% \text{ do tempo}$$

ii) (0,2) O disco está ativo (gera dados) em média 5 % do tempo.

*Taxa de transferência = 8MB/s = 8.000.000 B/seg.*

*Em cada operação é transferida uma unidade de 128 bits ou 16 bytes.*

*A cada segundo ocorrem  $8.000.000 \text{ B} / 16 \text{ B} = 500.000$  operações, como cada operação leva 400 ciclos. O total será  $500.000 \times 400 = 200 \times 10^6$  ciclos/seg.*

*O overhead será obtido pela seguinte razão:*

$$200 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 400 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,5 \text{ ou } 50\% \text{ se estivesse ativo o tempo todo.}$$

Como está ativo apenas 5% do tempo, o overhead será:  $50\% * 5\% = 2,5\%$ .

iii) (0,5) Para se tentar diminuir o overhead, aumentou-se o tamanho do buffer da controladora para 64 bytes, ou seja somente quando o buffer estiver com 64 bytes é que deverá ser gerada uma transferência. Mostre se esta medida irá diminuir o overhead quando o disco está 100% ativo.

*Taxa de transferência = 8MB/s = 8.000.000 B/seg.*

*Em cada operação é transferida uma unidade de 512 bits ou 64 bytes.*

*A cada segundo ocorrem  $8.000.000B / 64B = 125.000$  operações, como cada operação leva 400 ciclos. O total será  $125.000 \times 400 = 50 \times 10^6$  ciclos/seg.*

*O overhead será obtido pela seguinte razão:*

$$50 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 400 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,125 \text{ ou } 12,5\% \text{ estando } 100\% \text{ ativo}$$

2) (1,5) 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:

a) Considere o seguinte conjunto de bits representado em hexadecimal A3700. Indique o valor deste número em decimal, considerando-se que o conjunto representa:

$$(A3700)_{16} = (1010\ 00110111\ 00000000)$$

i) um inteiro sem sinal.

$$2^{19} + 2^{17} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^9 + 2^8 = +669.440$$

ii) um inteiro em sinal magnitude.

$$-(2^{17} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^9 + 2^8) = -145.152$$

iii) um inteiro em complemento a 2.

$$-2^{19} + (2^{17} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^9 + 2^8) = -379.136$$

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

i) +25,125

$$\text{Convertendo para binário} = 11001,001 = 1,1001001 \times 2^{+4}$$

Temos então:

*Sinal = 0 (positivo)*

*Expoente = +4 = (representando em complemento a 2) = 0000100*

*Mantissa = , 1001001*

*Resultado: 0 0000100 100100100000*

ii) -133,25

$$\text{Convertendo para binário} = 10000101,01 = 1,000010101 \times 2^{+7}$$

Temos então:

*Sinal = 1 (negativo)*

*Expoente = +7 = (representando em complemento a 2) = 0000111*

*Mantissa = , 000010101*

*Resultado: 1 0000111 000010101000*

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

$$\begin{aligned} \text{Maior positivo: } 0 \ 0111111 \ 111111111111 &= \\ 1, 111111111111 \times 2^{+63} &= +1,84 \times 10^{+19} \\ \text{Menor positivo: } 0 \ 1000000 \ 000000000000 &= \\ 1, 000000000000 \times 2^{-64} &= +5,42 \times 10^{-20} \end{aligned}$$

d) 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.

$$\begin{aligned} \text{Maior positivo: } 0 \ 1111110 \ 111111111111 &= \\ 1, 111111111111 \times 2^{+63} &= +1,84 \times 10^{+19} \\ \text{Menor positivo: } 0 \ 0000001 \ 000000000000 &= \\ 1, 000000000000 \times 2^{-62} &= +2,17 \times 10^{-19} \end{aligned}$$

3) (1,0) Explique como funciona um CD-ROM e um DVD. (sugestões de fonte de consulta: livro do Stallings e do Mário Monteiro e o site [www.guiadohardware.net/](http://www.guiadohardware.net/). Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).

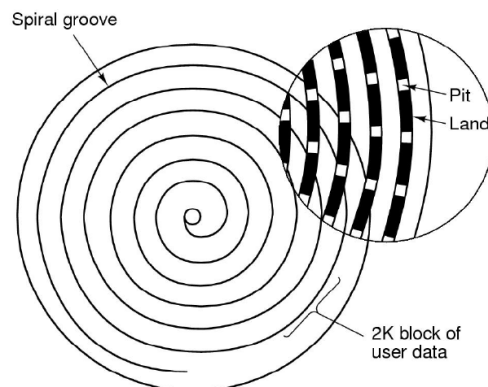
**Textos base encontrados em:**

**Arquitetura e Organização de Computadores – William Stallings**

**Organização estruturada de Computadores - Tanenbaum**

Parte das figuras retiradas do site <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>

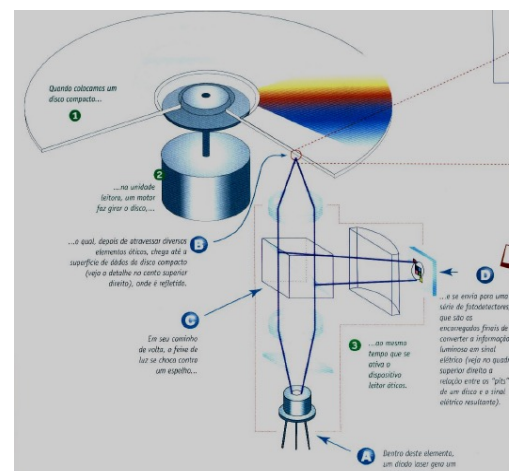
CD-ROM (compact disc read-only-memory) – disco compacto de memória apenas de leitura. A principal diferença de um CD de áudio para CD-ROM é mais resistente e possui mecanismo de correção de erros para assegurar que os dados sejam transferidos corretamente. O disco é constituído de uma resina do tipo policarbonato e revestido com uma superfície com alto índice de reflexão, normalmente de alumínio. A informação digital registrada é impressa nessa superfície refletiva (LANDs) como uma série de sulcos microscópicos (PITs). A gravação é feita primeiramente, um laser de alta intensidade muito bem focado para criar um disco matriz. Essa matriz é utilizada para fazer um molde para estampar cópias. A superfície sulcada das cópias é protegida contra pó e arranhões por uma cobertura de laca ou verniz clara.



A informação gravada em um CD-ROM é lida por um feixe de laser de baixa potência, acondicionando no dispositivo de leitura do tipo óptico.

Na reprodução, os CDs são iluminados por luz infravermelha com 0,78 micron de comprimento de onda que incide sobre os pits e lands. O laser está do lado do policarbonato, fazendo com que os pits se comportem nesse lado da mesma maneira que as saliências se comportam do lado contrário.

A luz refletida no pit em conjunto com a luz refletida na



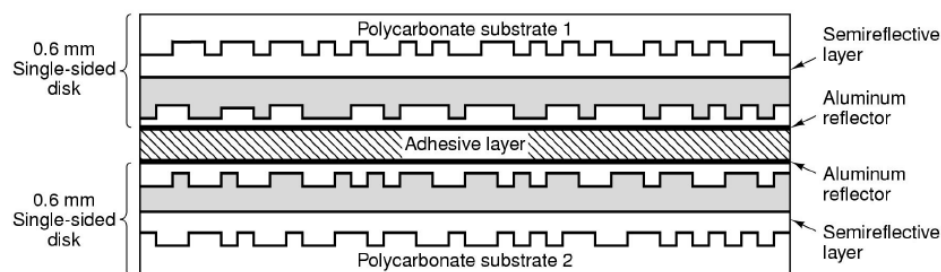
superfície é destrutiva e retornam menos luz para o dispositivo fotodetector do CD player do que a luz que sai de um land. Entretanto em vez de usar o pit para 0 e o land para 1, usa-se a transição de pit-land ou land-pit para representar o bit 1 e a ausência dessa transição de 0.

Os pits e os lands são escritos em uma única espiral contínua, começando próximo ao buraco do CD, espiral essa que se desenvolve em direção à borda do CD, com 32 mm de distância entre duas linhas. A espiral gera 22188 revoluções em torno do disco (600 por mm) isso equivale à 5,6 km.

DVD: originalmente uma abreviatura de Digital VideoDisk, mas agora oficialmente, Digital VersatileDisk. Os DVDs usam o mesmo design dos CD-ROMs, com discos de 120mm de policarbonato contendo pits e lands e que são iluminados por um diodo a laser e lidos por um fotodetector. A novidade está no uso de: pits menores (0,4 micron), uma pista espiral mais apertada (0,74 micron), um laser vermelho e mais fino (0,65 micron). Essas inovações fizeram com que a capacidade aumentasse sete 7x, alcançando a marca de 4,7GB. Um drive de DVD com velocidade de 1x opera a 1,4MB/s

Formatos de DVD:

- Um único lado, uma única camada: 4,7GB
- Um único lado, duas camadas (8,5GB)
- Dois lados, uma única camada (9,4GB)
- Dois lados, duas camadas (17GB)



## O aparelho de DVD e mecanismo de leitura e gravação

Um aparelho de DVD é muito parecido com um aparelho de CD. Ele possui um mecanismo que projeta um raio laser sobre a superfície do disco para ler o padrão de saliências. O aparelho de DVD decodifica o filme MPEG-2, transformando-o em um sinal de vídeo composto padrão. O aparelho também decodifica o fluxo de dados de áudio ("stream") e o envia para um decodificador, onde ele é amplificado e enviado para os alto-falantes.

O aparelho de DVD tem o trabalho de localizar e ler os dados armazenados como saliências no DVD. Considerando o tamanho extremamente pequeno dessas saliências, o aparelho de DVD é um equipamento de precisão excepcional. O dispositivo consiste de três componentes fundamentais:

- **um motor de acionamento** para girar o disco - o motor de acionamento é controlado com precisão para girar entre 200 e 500 rpm, dependendo de qual trilha é lida;
- **um sistema de laser e lente** para focalizar e ler as saliências - a luz proveniente deste laser possui um comprimento de onda menor (640 nanômetros) do que a luz do laser de um aparelho de CD (780 nanômetros), o que permite que o laser do DVD focalize as cavidades menores do DVD;
- **um mecanismo de rastreamento** que pode mover o conjunto do laser de modo que seu raio acompanhe a trilha espiral - o sistema de rastreamento deve ser capaz de mover o laser com resoluções da ordem de milésimo de milímetro.

O trabalho fundamental do aparelho de DVD é focalizar o laser sobre a trilha de saliências. O laser pode focalizar o material refletor semitransparente atrás da camada mais próxima ou, no caso de um disco de camada dupla, através dessa camada e até o material refletor atrás da camada interna. O raio laser passa através da camada de policarbonato, se reflete na camada refletora atrás dela e atinge o dispositivo optoeletrônico que detecta mudanças na luz. As saliências refletem a luz diferentemente das áreas planas do disco e o sensor optoeletrônico detecta essa mudança na refletividade. A eletrônica no drive interpreta as mudanças na refletividade para ler os bits que compõem os bytes.

A parte mais difícil da leitura do DVD é manter o raio laser centralizado sobre a trilha de dados. Essa centralização é o trabalho do **sistema de rastreamento**. Conforme o DVD é reproduzido, o sistema de

*rastreamento precisa mover o laser continuamente para fora. À medida que o laser se move para fora em relação ao centro do disco, as saliências passam pelo laser com maior velocidade. Isso acontece por causa da velocidade linear ou tangencial das saliências, que é igual ao raio do disco multiplicado pela velocidade na qual o disco está girando. Assim, conforme o laser se move para fora, o motor do fuso precisa diminuir a velocidade de giro do DVD, para que os ressaltos passem pelo laser em velocidade constante e os dados sejam lidos do disco também a uma taxa constante.*

4) (1,0) Explique como funciona a tecnologia plug and play que significa “ligar e usar” (sugestões de fonte de consulta: existem vários sites na Internet que explicam esta tecnologia. Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).

*Fonte: texto base encontrado em [www.clubedohardware.com](http://www.clubedohardware.com)*

*A tecnologia ligar e usar (em inglês: Plug and Play ou ainda, PnP), foi criada em 1993 com o objetivo de fazer com que o computador reconheça e configure automaticamente qualquer dispositivo que seja instalado, facilitando a expansão segura dos computadores e eliminando a configuração manual baseada no chaveamento por jumpers e chaves do tipo dip-switch.*

*A solução para o problema plug and play consiste em fazer com que o hardware, firmware, sistema operacional e aplicativos sejam capazes de compartilhar dispositivos através da definição de formatos de identificadores de dispositivos (tipo, de placa, fabricante, versão, etc.) e recursos exigidos (interrupção, canal de DMA e endereços de I/O ou memória), e que são estruturas de dados, padronizadas pela arquitetura plug and play.*

*O primeiro passo para que seja constituído o ambiente plug and play é identificar a configuração da máquina (feito inicialmente pela BIOS e posteriormente gerenciada pelo sistema operacional), ou seja, construindo-se uma árvore de hardware. Tal árvore deve conter os registros necessários para estabelecerem-se a assinatura ou identificação dos dispositivos e a informação necessária para automaticamente localizar e carregar os device-drivers (arquivos que contém a estrutura de dados e mais comumente chamados por drivers). Após carregar o device-driver, adiciona-se à árvore de hardware, mesmo em tempo de execução, um nó de dispositivo associado ao device-driver.*

*Dispositivos periféricos conectados diretamente à placa mãe do sistema (temporizadores, RAM CMOS, controladores de interrupção e DMA, interface de teclado e outros) e as placas ISA estáticas (que não são reconfiguráveis) têm seus recursos estrategicamente alocados como num PC convencional. Então, apenas os recursos restantes poderão vir a ser compartilhados pelas placas plug and play. As placas atuais, como as que satisfazem à especificação PCI, já são, por natureza, plug and play. Tal especificação já reserva, para cada slot PCI lógico, 256 endereços de I/O consecutivos, onde, pelos primeiros 64, são feitas as programações de recursos e oferecidas informações outras, como identificações do fabricante e da versão e a localização da ROM de expansão. O mínimo exigido para um sistema ser plug and play é que ele contenha uma BIOS plug and play, ou seja, que disponha ao sistema operacional e aos aplicativos serviços padronizados de gerenciamento de recursos.*

*Em resumo, o processo de configuração de recursos é realizado em duas situações: primeira, por parte da BIOS, durante a inicialização do computador, naturalmente, fazendo parte do POST (Power On Self Test) e, segundo, em tempo de execução, sob gerenciamento do sistema operacional. Após a instalação, os nós de dispositivos são acrescentados ou modificados segundo às necessidades do sistema operacional.*

5) (2,0) Consulte o site [www.top500.org](http://www.top500.org), que contém a lista dos sistemas computacionais de maior desempenho da atualidade e explique em detalhes as três primeiras máquinas que aparecem no topo da lista. Em sua explicação detalhe os conceitos de processadores multicore, clusters de processadores, GPGPU's (general purpose graphic processing units).

*Outras fontes:*

*<http://gizmodo.uol.com.br/>*

*<http://www.tecnomundo.com.br>*

*Segundo a listagem de novembro/2014 disponível no site [www.top500.org](http://www.top500.org), seguem os 3 primeiros colocados:*

**1o. colocado: Tianhe-2 (MilkyWay-2)** possuindo 3.120.000 cores contabilizados a partir de 32 mil

processadores Intel Xeon E5-2692 de 12 núcleos, que funcionam a 2,2 Ghz, e 48 mil coprocessadores Xeon Phi, chips de altíssimo desempenho da Intel que são ligados a uma porta PCI Express, cada um com mais de 50 núcleos de processamento. A máquina tem 17,8 megawatts de potência e roda Kylin Linux, uma distribuição desenvolvida pela universidade chinesa. Ainda faz parte do sistema computacional cerca de 1 petabyte de Memória Principal (RAM). A conexão entre os processadores é feita por uma rede proprietária de alto desempenho, a TH Express-2.

De acordo com a classificação de Flynn o Tianhe se enquadra como um MIMD (conjunto de processadores que executam simultaneamente sequências diferentes de instruções sobre conjunto de dados diferentes). E também como um MPP (Massively Parallel Processors) classificação que consiste de multicomputadores compostos por um grande número de processadores, fortemente acoplados através de uma rede de alta velocidade, em geral, redes de interconexão proprietárias.

**2o. colocado: Titan.** Tem a capacidade de 17,59 Pflops (quadrilhões de cálculos com ponto flutuante) devido aos seus 560.640 cores. A criação do computador aconteceu graças a três empresas: a NVidia, que forneceu 18 mil GPUs Nvidia Tesla K20 (totalizando 261 mil processadores), a AMD, que forneceu os chipsets que controlam as CPUs, e a fabricante de supercomputadores Cray, que ficou responsável pela tarefa de montar o sistema computacional que está instalado no laboratório nacional da cidade de Oak Ridge, no estado do Tennessee. O desenvolvimento do Titan começou quando a Oak Ridge decidiu melhorar o Jaguar, o líder anterior de sistemas de ciência aberta e antigo supercomputador mais potente do mundo. A atualização adicionou os aceleradores de GPU Tesla K20, substituindo os módulos de computação para transformar os 200 gabinetes do sistema em um supercomputador Cray XK7, e 710 terabytes de memória. O Titan é 10 vezes mais rápido e cinco vezes mais eficiente do ponto de vista energético do que seu predecessor, o sistema Jaguar de 2,3 petaflops. Similar ao Tianhe, os processadores são interconectados através da rede proprietária Cray Gemini interconnect.

O Titan, possui uma composição mista de elementos MIMD e também SIMD em função de suas unidades de processamento gráfico para uso geral (GPGPU's) cuja função é acelerar processamento em cálculos vetoriais e matriciais. As GPGPUs, ou simplesmente GPUs são compostas de vários processadores streaming onde são decodificadas sequências de instruções (threads) e executadas em um grupo de unidades de cálculos (ULAs), em geral 32 unidades para cada processador. As GPUs, se analisadas de forma isolada são enquadradas como SIMD (vários elementos de processamento que executam a mesma sequência de instruções simultaneamente. Cada elemento de processamento tem uma memória local. Assim, cada elemento de processamento executa a mesma instrução sobre um conjunto de dados diferente).

**3o. colocado: Sequoia,** é baseado na arquitetura Blue Gene/Q da IBM, e pertence ao órgão americano NNSA de segurança nuclear. Ele consegue chegar a 16,32 petaflops – ou seja, 16,32 quatrilhões de operações de ponto flutuante por segundo, ele tem 1,6 milhões de núcleos, baseados em processadores Power BQC, com 12 núcleos de 1,6 Ghz, e ainda um total de 1,6 petabytes de RAM. Mesmo com essa quantidade de processadores, ele cabe em uma sala, preenchendo 96 racks.

Como no Tianhe e o Titan o Sequoia é enquadrado como MIMD, e classificado como MPP devido aos processadores fortemente acoplados através de uma rede de alta velocidade proprietária.

Ao observarmos a lista dos 500 maiores computadores percebemos que, se não todos, quase a totalidade utilizam processadores multicore, devido a notável diferença em poder de processamento, como também ao menor consumo de energia e menor liberação de calor o que demanda menor gasto com refrigeração se compararmos com processadores monocores.

## 6) (2,0) Descreva os modos endereçamento existentes, suas vantagens, desvantagens e aplicações.

**Imediato:** O campo operando contém o dado, desta forma o dado é transferido da memória juntamente com a instrução.

**Vantagem:** Rapidez na execução da instrução, pois não requer acesso à memória principal, apenas na busca da própria instrução.

**Desvantagem.** Limitação do tamanho do campo operando das instruções reduzindo o valor máximo do dado a ser manipulado. Trabalho excessivo para alteração de valores quando o programa é executado repetidamente e o conteúdo das variáveis serem diferentes em cada execução.

**Direto:** O campo operando da instrução contém o endereço onde se localiza o dado.

**Vantagem.** Flexibilidade no acesso a variáveis de valor diferente em cada execução do programa

*Desvantagem. Limitação de memória a ser usada conforme o tamanho do operando.*

**Indireto:** O campo de operando contém o endereço de uma célula, sendo o valor contido nesta célula o endereço do dado desejado.

*Vantagem:* Usar como “ponteiro”. Elimina o problema do modo direto de limitação do valor do endereço do dado. Manuseio de vetores (quando o modo indexado não está disponível).

*Desvantagem:* Muitos acesso à MP para execução, requer pelo menos 2 acessos à memória principal.

**Por registrador:** característica semelhante aos modos direto e indireto, exceto que a célula (ou palavra) de memória referenciada na instrução é substituída por um dos registradores da UCP. O endereço mencionado na instrução passa a ser o de um dos registradores.

*Vantagens:* Menor quantidade de bits para endereçar os registradores, por consequência, redução da instrução. E o dado pode ser armazenado em um meio mais rápido (registrador).

*Desvantagens:* Devido ao número reduzido de registradores existentes na UCP causa uma dificuldade em se definir quais dados serão armazenados nos registradores e quais permanecerão na UCP.

**No modo indexado:** consiste em que o endereço do dado é a soma do valor do campo operando (que é fixo para todos os elementos de um dado vetor) e de um valor armazenado em um dos registradores da UCP (normalmente denominado registrador índice).

*Vantagem:* Rapidez de execução das instruções de acesso aos dados, visto que a alteração do endereço dos elementos é realizada na própria UCP

*Exemplo:*

**No modo de endereçamento base mais deslocamento** o endereço é obtido da soma do campo de deslocamento com o conteúdo do registrador base. Este modo de endereçamento tem como principal objetivo permitir a modificação de endereço de programas ou módulos destes, bastando para isso alterar o registrador base.

*Vantagem:* Reduz o tamanho das instruções e facilita o processo de relocação de programas.

**Além dos apresentados acima, podemos citar outros modos de endereçamento (fonte livro do Willian Stallings), em sua maior parte variações dos anteriores.**

**Modo de operando registrador,** o valor a ser utilizado na instrução é localizado em um registrador. Para instruções de caráter geral, tais como transferências de dados e instruções aritméticas ou lógicas, o operando pode ser um dos registradores de propósito geral de 32bits, 16 bits ou 8 bits.

*Ex.  $LA = R$  (sendo  $R =$  registrador)*

**Modo de endereçamento por deslocamento:** O endereço relativo do operando é especificado como parte da instrução, como um deslocamento de 8, 16 ou 32 bits. O modo de endereçamento por deslocamento é usado em poucas máquinas porque implica em instruções com tamanho grande.

*Ex.  $LA = (SR) + A$  (sendo  $SR =$  registrador de segmento,  $A =$  conteúdo de um campo de endereço na instrução)*

**Modo base com deslocamento:** A instrução inclui um deslocamento a ser adicionado a um registrador-base, que pode ser qualquer registrador de uso geral. Possui utilização em compiladores para apontar para início da área de variáveis locais, indexamento de vetores, endereçamento de campos de registro, sendo o tamanho do campo de deslocamento e registrador-base o início do campo (ou registro).

*Ex.  $LA = (SR) + (B) + A$  (sendo  $SR =$  registrador de segmento,  $B =$  registrador-base,  $A =$  conteúdo de um campo de endereço na instrução)*

**Modo índice com fator de escala e deslocamento:** a instrução inclui um deslocamento que é somado a um registrador índice. O registrador índice pode ser qualquer um dos registradores de uso geral, exceto o ESP (utilizado para endereçamento de pilha). Para calcular o endereço efetivo, o conteúdo do registrador índice é multiplicado por um fator de escala igual a 1, 2, 4 ou 8, e então é adicionado ao deslocamento, sendo muito útil para vetores.

*Ex.  $LA = (SR) + (I) \times S + A$  (sendo  $SR =$  registrador de segmento,  $I =$  registrador índice,  $S =$  fator de escala,  $A =$  conteúdo de um campo de endereço na instrução)*

**Modo base mais índice e deslocamento:** o endereço efetivo é obtido somando os conteúdos do registrador-base, do registrador índice e do deslocamento, tem sua uso direcionado para endereçamento de elementos em um vetor local e um registro de ativação localizado em pilha.

*Ex.  $LA = (SR) + (B) + (I) + A$  (sendo  $SR =$  registrador de segmento,  $I =$  registrador índice,  $B =$  registrador-base,  $A =$  conteúdo de um campo de endereço na instrução)*

**Modo base mais índice com fator de escala e deslocamento:** o conteúdo do registrador índice é multiplicado por um fator de escala e somado com o conteúdo do registrador-base e o deslocamento. Tem seu uso direcionado a vetores que estejam armazenados em um registro de ativação; sendo o tamanho dos elementos do vetor iguais a 2, 4 ou 8 bytes. Permite também indexação para matrizes de 2 dimensões, com elementos do mesmo tamanho do vetor citado.

Ex.  $LA = (SR) + (I) \times S + (B) + A$  (sendo SR = registrador de segmento, I = registrador índice, S = fator de escala, B = registrador-base, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução).

**Modo relativo:** Onde um deslocamento é adicionado ao valor do contador de programa, que aponta para a próxima instrução a ser executada, sendo o deslocamento tratado como um valor com sinal permitindo aumentar ou diminuir o valor do endereço no contador de programa.

Ex.  $LA (PC) + A$  (sendo PC = contador de instruções, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução).

7) (1,0) Explique os modos de tradução de interpretação e de compilação, especificando vantagens e desvantagens de cada um.

A compilação 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). Na interpretação cada comando do código fonte é lido pelo interpretador, convertido em código executável e imediatamente executado antes do próximo comando.

A interpretação tem como vantagem sobre a compilação a capacidade de identificação e indicação de um erro no programa-fonte (incluindo erro da lógica do algoritmo) durante o processo de conversão do fonte para o executável. A interpretação tem como desvantagem o consumo de memória devido ao fato de o interpretador permanecer na memória durante todo o processo de execução do programa. Na compilação o compilador somente é mantido na memória no processo de compilação e não utilizado durante a execução. Outra desvantagem da interpretação está na necessidade de tradução de partes que sejam executadas diversas vezes, como os loops que são traduzidos em cada passagem. No processo de compilação isto só ocorre uma única vez. Da mesma forma pode ocorrer para o programa inteiro, em caso de diversas execuções, ou seja, a cada execução uma nova interpretação.