

AD2 - Organização de Computadores 2013.2

Data de entrega: 15/10/2013

1. (2,0) Faça uma pesquisa no site <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Tudo-o-Que-Voce-Precisa-Saber-Sobre-a-Tecnologia-de-Virtualizacao-da-Intel/1144> e explique a técnica de virtualização.
2. (2,0) Faça uma pesquisa sobre clusters de processadores multicore, definindo em geral sua arquitetura, aplicações, vantagens e dificuldades na sua utilização.
3. (2,0) Explique em detalhes:
 - a) Compilação e interpretação.
 - b) Tipos de instruções de máquina, explicitando suas aplicações, vantagens e desvantagens de cada tipo.
4. (1,0) Explique em detalhes o funcionamento dos seguintes tipos de interface de E/S: por programa, por interrupção e por acesso direto à memória.
5. (1,0) Considere um sistema onde o número de ciclos de relógio para uma operação por programa é igual a 100, o processador utiliza um relógio de 100MHZ para executar as instruções e nenhuma transferência de dados pode ser perdida. Determine o overhead, em termos de fração de tempo de CPU consumida, que ocorre quando se utiliza a interface por programa para os seguintes dispositivos:
 - a) Um mouse que deve ser interrogado pelo sistema 24 vezes por segundo para garantir que nenhum movimento dele seja perdido.
 - b) Um CD-ROM que transfere dados para o processador em unidades de 16 bits e possui uma taxa de transferência de dados de 200KB/segundo.
 - c) Um disco rígido que transfere dados para o processador em unidades de 32 bits e possui uma taxa de transferência de 5MB/segundo.
6. (1,0) Explique como funciona um disco rígido (sugestões de fonte de consulta: livro do Stallings e sites na Internet. Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).
7. (1,0) Considere um computador, cuja representação para ponto fixo e para ponto flutuante utilize 32 bits. Na representação para ponto flutuante, utiliza-se o padrão IEEE 754 para precisão simples.
 - a) Caso o computador tenha armazenado o conteúdo $(E3B86C25)_{16}$, qual o valor deste número em decimal, se considerarmos que este padrão de bits representa um inteiro utilizando-se representação sinal magnitude, um inteiro em complemento a 2 e um real em ponto flutuante?
 - b) Qual será a representação em ponto flutuante dos seguintes valores decimais neste computador:
 - i. +4161,75
 - ii. -7,125
 - c) Mostre a representação dos números dos itens da questão acima, caso se utilizasse a representação complemento a 2 para representar o expoente.
 - d) Supondo que se utilize a representação complemento a 2 para o expoente ao invés da representação em excesso, indique quais o menor e o maior valor positivos normalizados na representação em ponto flutuante para este computador (Considere, neste caso, que todas as representações são utilizadas para números normalizados, não existem os casos especiais).

AD2 - Organização de Computadores 2013.2 -Gabarito

1. (2,0) Faça uma pesquisa no site <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Tudo-o-Que-Voce-Precisa-Saber-Sobre-a-Tecnologia-de-Virtualizacao-da-Intel/1144> e explique a técnica de virtualização.

Fonte: site citado no título

A tecnologia de virtualização da Intel (VT) permite que um processador funcione como vários computadores independentes, permitindo que vários sistemas operacionais possam ser executados ao mesmo tempo na mesma máquina. Os sistemas operacionais podem ser diferentes, como Linux e Windows executados de forma paralela em uma mesmo computador.

Existem dois modos de execução dentro da virtualização: root e não-root. Normalmente apenas o software de controle da virtualização roda no modo root, enquanto que os sistemas operacionais trabalhando no topo das máquinas virtuais rodam no modo não-root. Programas sendo executados no topo das máquinas virtuais são também chamados “programas convidados”.

O processador com Tecnologia de Virtualização possui algumas novas instruções para controlar a virtualização. Com essas instruções, o controle do software (chamado VMM, Virtual Machine Monitor) pode ser mais simples, o que resulta em um maior desempenho se comparado a soluções baseadas apenas em software.

O conjunto de instruções extra de virtualização é chamado de Virtual Machine Extensions (Extensões de Máquina Virtual) ou VMX. O VMX traz 10 novas instruções específicas de virtualização para o processador: VMPTRLD, VMPTRST, VMCLEAR, VMREAD, VMWRITE, VMCALL, VMLAUNCH, VMRESUME, VMXOFF e VMXON.

Para entrar no modo de virtualização, o programa deve executar a instrução VMXON e então chamar o software VMM. Feito isso, o software VMM pode entrar em cada máquina virtual usando a instrução VMLAUNCH, e sair delas usando a instrução VMRESUME. Se a VMM quiser parar todas as máquinas virtuais e sair do modo de virtualização, ela executa a instrução VMXOFF.

Processadores mais recentes apresentam uma extensão chamada EPT (Extended Page Tables ou Tabelas de Página Estendidas), que permite que cada convidado tenha sua própria tabela de página, de modo a monitorar quais endereços de memória que o convidado está acessando correspondem a quais endereços de memória no sistema de memória do computador. Sem esta extensão, o VMM tem de sair da máquina virtual para executar esta tarefa, o que reduz seu desempenho. Portanto, a extensão EPT aumenta o desempenho da virtualização.

2. (2,0) Faça uma pesquisa sobre clusters de processadores multicore, definindo em geral sua arquitetura, aplicações, vantagens e dificuldades na sua utilização.

Cluster é o nome dado a um sistema que relaciona dois ou mais computadores para que estes trabalhem de maneira conjunta no intuito de processar uma tarefa. Estas máquinas dividem entre si as atividades de processamento e executam este trabalho de maneira simultânea. Clusters podem ter uma das finalidades a de alta disponibilidade, que em caso de falha de uma ou mais máquinas ou na conexão desta(s), as demais poderão continuar o atendimento às solicitações, embora com menor poder computacional.

Cada computador que faz parte do cluster recebe o nome de nó computacional. Teoricamente, não há limite máximo de nós, mas independentemente da quantidade de máquinas que o compõe, o cluster deve ser "transparente", ou seja, ser visto pelo usuário ou por outro sistema que necessita deste processamento como um único computador. Os nós do cluster se comunicam através de uma rede de interconexão.

Aplicações dos clusters: sistemas meteorológicos, ferramentas de mapeamento genético, simuladores geotérmicos, programas de renderização de imagens tridimensionais, entre tantos outros. Atualmente, com o advento da computação em nuvens, este cenário se torna ainda mais amplo: pode-se ter uma infraestrutura tecnológica atendendo a aplicações de vários clientes executados de forma simultânea.

O uso de cluster apresenta vantagens em relação a um computador de alto poder computacional como: alcançar alto desempenho com máquinas relativamente mais simples e mais baratas (melhor custo benefício), não depender de um único fabricante ou prestador de serviço para reposição de componentes, possibilidade de aumentar a capacidade de um cluster com a adição de nós ou a redução com remoção de máquinas, opções de software direcionados a clusters disponibilizados livremente. Desvantagens do uso de cluster: os melhores desempenhos são alcançados, em geral, com soluções proprietárias, e consequentemente, maior custo e dependência do fornecedor; Clusters de grande capacidade requerem uma quantidade maior de nós computacionais, consequentemente um maior gasto com energia para alimentação e refrigeração.

As principais partes de uma arquitetura de um cluster são: os nós computacionais, redes de interconexão e sistemas de armazenamento. A prioridade em um projeto de um cluster, quando se objetiva custo/desempenho, é a definição dos processadores a serem utilizados nos nós computacionais. Para a escolha dos processadores são levados em consideração a quantidade de núcleos de cada, frequência de operação, consumo, dissipação de calor e o custo. Os clusters facilmente atingem a quantidade de milhares de processadores, comum nos dias de hoje, e consequentemente uma grande quantidade de energia gasta no processamento e na compensação do calor dissipado.

Os processadores multicore têm a grande vantagem por apresentarem uma relação de consumo versus desempenho muito melhor do que os processadores convencionais, e também um custo por núcleo bem menor. A desvantagem dos multicores está contenção de memória já que compartilham o mesmo espaço de endereçamento de memória do nó computacional (característica do multiprocessador), que apesar de poder executar um processo em cada núcleo, compartilham a mesma memória principal. A concorrência no acesso a memória por vários núcleos em nó computacional pode vir a impactar o desempenho de uma aplicação distribuída.

Fontes: <http://www.infowester.com/cluster.php>

Silva, G. P., Correa, J., Bentes, C., Guedes, S. e Gabioux, M. (2011), The experience in designing and building the high performance cluster netuno. Computer Architecture and High Performance Computing, Symposium on, v. 0, p. 144–151.

3. (2,0) Explique em detalhes:

a) Compilação e interpretação.

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.

b) Tipos de instruções de máquina, explicitando suas aplicações, vantagens e desvantagens de cada tipo.

As instruções podem ser classificadas quanto a representação (quantidade de operandos), ao modo de endereçamento.

1) Quanto à representação (quantidade de operandos): Um processador pode ser projetado para trabalhar com instruções contendo 1 ou mais operandos, e até sem operando.

- *Sem operando: são instruções compostas apenas do código de operação, e costumam ser utilizadas para procedimentos específicos do processador como: WAIT e RESET..*
- *Com 1 operando: são instruções que ocupam pouco espaço de memória. A desvantagem está na execução de operações que necessitem trabalhar com 2 termos, como: soma, multiplicação, entre outras. É necessário transferir um dos termos para um registrador padrão (acumulador) antes de executar a instrução que tem no seu operando o 2º. Termo. O resultado será mantido no acumulador para depois, através de outra instrução, ser transferido para o local destino.*
- *Com 2 operandos: são instruções intermediárias que podem em uma única instrução, realizar operações com 2 termos, sem necessidade do uso do registrador padrão. Embora tenha um tamanho maior que a de 1 operando, utiliza uma menor quantidade de instruções para uma mesmo programa.*
- *Com 3 operandos: permitem realizar uma operação completa com 2 termos e armazenando o resultado diretamente no local destino. Costumam ser instruções de grande tamanho, e uma maior quantidade de ciclos de clock para sua execução em relação as anteriores. Entretanto, uma menor quantidade dessas instruções são necessárias para alcançar o mesmo objetivo que as instruções com um menor número de operandos.*

2) Quanto ao modo de endereçamento, podemos classificar nos seguintes modos:

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

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.

Outra classificação de instruções relaciona-se com a função da instrução, como transferência de dados, operações aritméticas, lógicas, de conversão, de E/S, de controle do sistema e transferência de controle. As comparações de vantagens e desvantagens dependem do processador comercial. Podemos ainda acrescentar uma outra classificação que se relaciona ao tipo de dados: como números inteiros (com e sem sinal, 16, 32 ou 64bits), ponto flutuante (simples e dupla), ponteiros entre outros.

4. (1,0) Explique em detalhes o funcionamento dos seguintes tipos de interface de E/S: por programa, por interrupção e por acesso direto à memória.

Por programa: A Unidade Central de Processamento (UCP) indica à interface de entrada e saída que deseja realizar uma operação de transferência de dados e fica interrogando a interface para saber se ela está pronta para realizar a transferência de dados. Quando a UCP recebe uma resposta positiva da interface, ela realiza a transferência de dados. Para ler dados da interface e colocar os dados na memória, ela realiza operações de leitura de dados da interface e escrita na memória. Para escrever dados na interface, ela realiza operações de leitura da memória e escrita na interface.

Por interrupção: A UCP indica à interface de entrada e saída que deseja realizar uma operação de transferência de dados e realiza outras instruções que não se referenciam a esta operação, ou seja, a UCP não fica interrogando a interface para identificar quando ela está pronta. Quando a interface está pronta para realizar a transferência, ela gera um sinal de interrupção que é recebido pela UCP. A UCP ao receber este sinal, termina de realizar a instrução que estava sendo realizada, salva o contexto onde esta instrução estava sendo realizada, e executa as instruções para realizar a transferência de dados com a interface.

Por acesso direto à memória (ADM) : Um controlador de ADM realiza diretamente a transferência de dados entre a interface e a memória sem envolver a UCP nesta transferência. A UCP necessita enviar alguns parâmetros para o controlador de ADM: o endereço da interface, o tipo de transferência (escrita ou leitura de dados), o endereço de memória para ler ou escrever os dados e o número de bytes a serem transferidos. O controlador de ADM realiza toda a transferência de dados entre a interface e a memória e a UCP não necessita executar nenhuma instrução para realizar esta transferência. Quando a transferência acaba, o controlador de ADM gera um sinal de interrupção para a UCP indicando que a transferência foi realizada

5. (1,0) Considere um sistema onde o número de ciclos de relógio para uma operação por programa é igual a 100, o processador utiliza um relógio de 100MHz para executar as instruções e nenhuma transferência de dados pode ser perdida. Determine o overhead, em termos de fração de tempo de CPU consumida, que ocorre quando se utiliza a interface por programa para os seguintes dispositivos:

- a) Um mouse que deve ser interrogado pelo sistema 24 vezes por segundo para garantir que nenhum movimento dele seja perdido.

O mouse é consultado 24 vezes por segundo. Cada operação de consulta consome 100 ciclos. São necessários, então, 2400 ciclos/segundo para as operações de consulta ao mouse.

O relógio é de 100MHz, que corresponde a 100×10^6 ciclos.

O overhead será obtido pela seguinte razão:

$$2400 \text{ ciclos/seg} / 100 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,000024 \text{ ou } 0,0024\%$$

- b) Um CD-ROM que transfere dados para o processador em unidades de 16 bits e possui uma taxa de transferência de dados de 200KB/segundo.

Taxa de transferência = 200KB/s = 200.000 B/seg.

Em cada operação é transferida uma unidade de 16 bits ou 2 bytes.

A cada segundo ocorrem $200.000B / 2B = 100.000$ operações, como cada operação leva 100 ciclos. O total será $100.000 \times 100 = 10 \times 10^6$ ciclos/seg.

O overhead será obtido pela seguinte razão:

$$10 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 100 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,10 \text{ ou } 10\%$$

OBS: as taxas de transferência utilizam a base 10, e não a base 2, como unidade. 1KB/s corresponde a 1.000B/seg, 1MB/s a 1.000.000B/seg. A resposta abaixo poderá ser considerada:

O overhead será obtido pela seguinte razão:

$$10,48 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 100 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,105 \text{ ou } 10,5\%$$

- c) Um disco rígido que transfere dados para o processador em unidades de 32 bits e possui uma taxa de transferência de 5MB/segundo.

Taxa de transferência = 5MB/s = 5.000.000 B/seg.

Em cada operação é transferida uma unidade de 32 bits ou 4 bytes.

A cada segundo ocorrem $5.000.000B / 4B = 1.250.000$ operações, como cada operação leva 100 ciclos. O total será $1.250.000 \times 100 = 125 \times 10^6$ ciclos/seg.

O overhead será obtido pela seguinte razão:

$$125 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 100 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 1,25 \text{ ou } 125\%$$

A resposta abaixo também poderá ser considerada:

O overhead será obtido pela seguinte razão:

$$131 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} / 100 \times 10^6 \text{ ciclos/seg} = 0,131 \text{ ou } 13,1\%$$

OBS: Podemos concluir que não é possível um overhead superior a 100%. Na pior das hipóteses, em um cenário onde o overhead é de 100%, além da taxa de transferência ser menor que 5MB/seg, a CPU deverá dedicar-se exclusivamente para o acesso ao dispositivo.

6. (1,0) Explique como funciona um disco rígido (sugestões de fonte de consulta: livro do Stallings e sites na Internet. Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).

Fonte: <http://www.hardware.com.br/livros/hardware-manual/como-funciona-disco-rigido.html>

O nome de disco rígido é proveniente da base onde são gravados os dados. Esta base compõem-se de discos magnéticos chamados platters, formados por discos extremamente rígidos que garantem a qualidade de gravação e leitura. Os platters são compostos de duas camadas, a primeira chamada de substrato. Geralmente feita de alumínio, embora existam modelos mais caros que utilizem vidro como base, esta camada é constituída de um disco polido em salas limpas (sem a presença de fatores ambientais como pó ou sujeira) para se tornar perfeitamente plana e espelhada. O que permite a gravação de dados é uma segunda camada feita de material magnético, aplicada nos dois lados do substrato polido.

A necessidade de utilizar discos totalmente planos vem do fato de a gravação e a leitura serem feitas a velocidades muito grandes, o que faz com que qualquer variação na superfície seja fatal para o funcionamento do componente. Os platters são montados em um eixo geralmente feito de alumínio, que deve ser sólido o bastante para evitar qualquer vibração dos discos, mesmo em altas velocidades. O eixo também passa por um processo de polimento, já que os discos devem ficar perfeitamente presos e alinhados ao componente.



Partes do Disco rígido. Fonte: www.hardware.com.br

Todo o processo de gravação e leitura dos dados de um disco rígido é feito com a utilização de cabeças de leitura eletromagnéticas, presas a um braço móvel que permite o acesso a toda a superfície do disco rígido. A movimentação do braço do disco rígido é feita através de dois poderosos ímãs de neodímio, localizados em cada um de seus lados. A passagem de correntes elétricas de diferentes intensidades faz com que a potência de cada ímã seja alterada, o que ocasiona a movimentação dos braços e, conseqüentemente, das cabeças de leitura.

A gravação e a leitura dos dados são feitas através de minúsculos eletroímãs presentes nas cabeças de leitura do disco rígido. Compostos de uma bobina de fios que envolvem um núcleo de ferro, esses ímãs são extremamente precisos, o que permite a gravação de trilhas medindo centésimos de milímetros.

Para organizar o processo de gravação e leitura dos dados gravados no disco rígido, a superfície dos discos é dividida em trilhas e setores. As trilhas são círculos concêntricos, que começam no final do disco e vão se tornando menores conforme se aproximam do centro. Para facilitar ainda mais o acesso aos dados, as trilhas se dividem em setores, que são pequenos trechos onde são armazenados os dados. As cabeças de leitura são presas ao mesmo braço de leitura, obrigando-as a movimentarem em conjunto fazendo com que cada cabeça seja posicionada na mesma trilha em cada disco, diante disso, deixamos de chamá-las de trilhas e passamos a usar o termo "cilindro". Um cilindro nada mais é do que o conjunto de trilhas com o mesmo número nos vários discos.

7. (1,0) Considere um computador, cuja representação para ponto fixo e para ponto flutuante utilize 32 bits. Na representação para ponto flutuante, utiliza-se o padrão IEEE 754 para precisão simples.
 - a) Caso o computador tenha armazenado o conteúdo $(E3B86C25)_{16}$, qual o valor deste número em decimal, se considerarmos que este padrão de bits representa um inteiro utilizando-se representação sinal magnitude, um inteiro em complemento a 2 e um real em ponto flutuante ?

$$(E3B86C25)_{16} = (11100011 \ 10111000 \ 01101100 \ 00100101)_2$$

=> um inteiro em sinal magnitude

$$-(2^{30}+2^{29}+2^{25}+2^{24}+2^{23}+2^{21}+2^{20}+2^{19}+2^{14}+2^{13}+2^{11}+2^{10}+2^5+2^2+2^0) = -1.673.030.693$$

=> um inteiro em complemento a 2

$$-2^{31} + (2^{30}+2^{29}+2^{25}+2^{24}+2^{23}+2^{21}+2^{20}+2^{19}+2^{14}+2^{13}+2^{11}+2^{10}+2^5+2^2+2^0) = -4.744.52.955$$

=> real em ponto flutuante

$$(1\ 11000111\ 01110000110110000100101)_2$$

$$\text{excesso} = 2^{(n-1)} - 1 \text{ (n é o número de bits = 8)} = 2^{(8-1)} - 1 = 127$$

Sinal = 1 => negativo

Expoente = 11000111 (por excesso) = 199 - 127 => expoente = +72

Mantissa = 01110000110110000100101

$$\text{Temos então} \Rightarrow -1,01110000110110000100101 \times 2^{+72} =$$

$$-101110000110110000100101 \times 2^{+49} = -12.086.309 \times 562.949.953.421.312 =$$

ou

$$-2^{72}+2^{70}+2^{69}+2^{68}+2^{63}+2^{62}+2^{60}+2^{59}+2^{54}+2^{51}+2^{49} = -6,804 \times 10^{+21}$$

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

i. +4161,75

$$\text{Convertendo para binário} = 1000001000001,11 = 1,00000100000111 \times 2^{12}$$

Temos então:

Sinal = 0 (positivo)

Expoente = (12 + 127 = 139) = 10001011

Mantissa = , 00000100000111

Resultado: 0 10001011 00000100000111000000000

ii. -7,125

$$\text{Convertendo para binário} = 111,001 \Rightarrow \text{normalizando } 1,11001 \times 2^2$$

Temos então:

Sinal = 1 (negativo)

Expoente = (2 + 127 = 129) = 10000001

Mantissa = , 11001

Resultado: 1 10000001 11001000000000000000000

c) Mostre a representação dos números dos itens da questão acima, caso se utilizasse a representação complemento a 2 para representar o expoente.

i. +4161,75

$$\text{Convertendo para binário} = 1000001000001,11 = 1,00000100000111 \times 2^{12}$$

Temos então:

Sinal = 0 (positivo)

Expoente = +12 = 00001100 (na representação por complemento a 2)

Mantissa = , 00000100000111

Resultado: 0 00001100 00000100000111000000000

ii. -7,125

$$\text{Convertendo para binário} = 111,001 \Rightarrow \text{normalizando } 1,11001 \times 2^2$$

Temos então:

Sinal = 1 (negativo)

Expoente = +2 = 00000010 (na representação por complemento a 2)

Mantissa = , 11001

Resultado: 1 00000010 11001000000000000000000

- d) Supondo que se utilize a representação complemento a 2 para o expoente ao invés da representação em excesso, indique quais o menor e o maior valor positivos normalizados na representação em ponto flutuante para este computador (Considere, neste caso, que todas as representações são utilizadas para números normalizados, não existem os casos especiais).

Não são considerando os casos especiais, como a representação do 0, nulo e não número.
Para os casos especiais, agora não considerados, costuma-se reservar aqueles cujo

expoente

possui todos os bits 0 ou todos os bits 1. Então,

$$\begin{aligned} \text{Maior positivo: } 0 \ 01111111 \ 111111111111111111111111 &= \\ 1, 111111111111111111111111 \times 2^{127} &= +3,40 \times 10^{-38} \\ \text{Menor positivo: } 0 \ 10000000 \ 000000000000000000000000 &= \\ 1, 000000000000000000000000 \times 2^{-128} &= +2,94 \times 10^{-39} \end{aligned}$$