República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0708338-6 A2**

BRPI0708338A2

(22) Data de Depósito: 13/02/2007
(43) Data da Publicação: 24/05/2011
(RPI 2107)

(51) Int.Cl.:
G06F 15/16 2006.01
G06F 15/00 2006.01
G06F 13/10 2006.01

(54) Título: **MIGRAÇÃO DE UMA MÁQUINA VIRTUAL QUE POSSUI UM RECURSO TAL COMO UM DISPOSITIVO DE HARDWARE**

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2006 US 11/363.897

(73) Titular(es): Microsoft Corporation

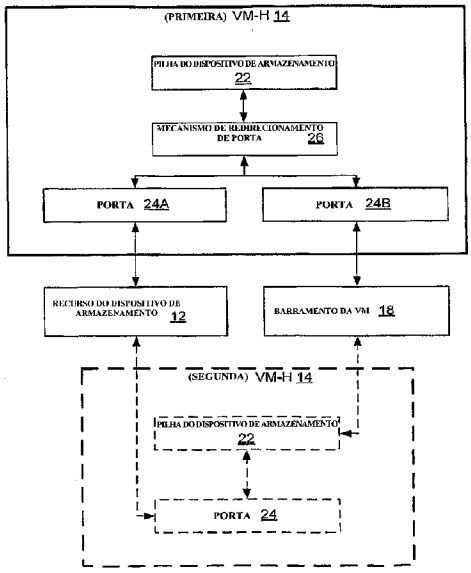
(72) Inventor(es): Jacob Oshins

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel Shores

(86) Pedido Internacional: PCT US2007004047 de 13/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/100508de 07/09/2007

(57) Resumo: MIGRAÇÃO DE UMA MÁQUINA VIRTUAL QUE POSSUI UM RECURSO TAL COMO UM DISPOSITIVO DE HARDWARE Um dispositivo de computação tem primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) e um recurso atribuido para a primeira VM. Cada solicitação de acesso pelo recurso é enviada para ele até que a primeira VM é para ser salva ou migrada. A seguir, cada solicitação de acesso é enviada para uma fila de sujeição. Quando o recurso tiver agido sobre todas as solicitações de acesso enviadas para ele, o recurso é novamente atribuído para a segunda VM, e cada solicitação de acesso na fila de sujeição é enviada para a segunda VM e a seguir o recurso. Assim, todas as solicitações de acesso pelo recurso são influenciadas pelo recurso mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM, e o salvamento ou migração da primeira VM pode ser, a seguir, concluído.



"MIGRAÇÃO DE UMA MÁQUINA VIRTUAL QUE POSSUI UM RECURSO TAL COMO UM DISPOSITIVO DE HARDWARE"

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um método e mecanismo que podem ser utilizados para migrar uma máquina virtual que possui um recurso tal como um dispositivo de hardware ou um outro dispositivo físico de uma primeira máquina ou plataforma para uma segunda máquina ou plataforma. Em particular, a presente invenção refere-se a um tal método e mecanismo que permitem a migração tal como de uma máquina virtual sem perder qualquer informação de estado relacionada com o recurso.

ANTECEDENTES

Como deve ser verificado, uma máquina virtual é uma construção de software ou semelhante operando em um dispositivo de computação ou semelhante com a finalidade de imitar um sistema de hardware. Tipicamente, embora não necessariamente, a máquina virtual é uma aplicação ou semelhante e é utilizada no dispositivo de computação para hospedar uma aplicação do usuário ou semelhante enquanto ao mesmo tempo isolando tal aplicação do usuário de tal dispositivo de computação ou de outras aplicações em tal dispositivo de computação. Uma variação diferente de uma máquina virtual pode ser, por exemplo, escrita para cada uma de uma pluralidade de dispositivos de computação diferentes de modo que qualquer aplicação do usuário escrita para a máquina virtual pode ser operada em qualquer um dos dispositivos de computação diferentes. Assim, uma variação diferente da aplicação do usuário para cada dispositivo de computação diferente não é necessária.

Novas arquiteturas para dispositivos de computação e novo software agora permitem que um dispositivo de computação único instancie e execute uma pluralidade de partições, cada uma das quais pode ser utilizada para instanciar uma máquina virtual para, por sua vez, hospedar uma instância de um sistema operacional sobre o qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas. Tipicamente, embora não necessariamente, o dispositivo de computação inclui uma camada de virtualização com um monitor de máquina virtual ou semelhante que age como uma aplicação supervisora ou 'hipervisora', onde a camada de virtualização supervisiona e/ou de outra forma gerencia aspectos de supervisão de cada máquina virtual, e age como uma ligação possível entre cada máquina virtual e o mundo fora de tal máquina virtual.

Entre outras coisas, uma máquina virtual particular em um dispositivo de computação pode exigir acesso a um recurso associado com o dispositivo de computação. Como pode ser verificado, tal recurso pode ser qualquer tipo de recurso que possa ser associado com um dispositivo de computação. Por exemplo, o recurso pode ser um dispositivo de armazenamento para armazenar e recuperar dados, e geralmente para qualquer finalidade que um dispositivo de armazenamento seria utilizado. Da mesma forma, o recurso pode ser

qualquer outro bem tais como uma rede, uma impressora, um scanner, uma unidade de rede, uma unidade virtual, um servidor e semelhantes. Dessa maneira, qualquer que possa ser o recurso, a máquina virtual pode ser provida, na realidade, com acesso aos serviços providos por tal recurso.

Em um dispositivo de computação com múltiplas partições instanciadas, qualquer recurso particular do dispositivo de computação pode ser dinamicamente atribuído para uma partição particular / máquina virtual (a seguir 'máquina virtual' ou 'VM') de modo que a VM particular pode controlar diretamente tal recurso e solicitações de serviço para o recurso de outras VMs no dispositivo de computação. Tal VM particular, então, é na realidade um hospedeiro que provê capacidades de recurso como uma VM hospedeira de recurso ('VM-H') que 'possui' o recurso particular. Similarmente, tal VM-H provê serviços de recurso para uma outra VM que é, na realidade, um cliente que consome tais capacidades como uma VM de cliente de recurso ('VM-C'). Assim, a VM-C e a VM-H em combinação realizam operações que exigem o uso do recurso particular.

Uma VM-C particular operando em um dispositivo de computação tipicamente é construída para operar como se uma máquina real. Isto é, a VM-C particular acessando um recurso particular tipicamente age como se tal recurso particular fosse acessível por meio de solicitações diretas para ele. Dessa maneira, pode ser o caso em que a VM-C construiu uma trajetória ou pilha (a seguir, 'pilha') de acionadores para os quais tais solicitações são direcionadas, com a expectativa sendo que o recurso particular esteja no fim da pilha. Como foi estabelecido, entretanto, a VM-C não é, na realidade, uma máquina real e o recurso particular não está, de fato, no fim da pilha.

Dessa maneira, pode ser o caso em que o recurso é imitado pela camada de virtualização / monitor da máquina virtual como estando no fim da pilha. Na realidade, a camada de virtualização envia uma solicitação pelo recurso para a VM-H que possui ou tem acesso a tal recurso. Similarmente, pode ser o caso em que a VM-C pode ser dotada com capacidades iluminadas nas quais tal VM-C está ciente da sua existência virtual, e envia as solicitações para o recurso particular por meio de uma pilha 'iluminada' no fim da qual está um barramento da VM ou outra trajetória de comunicações que conecta a VM-C com a VM-H que possui ou tem acesso ao recurso, onde o barramento da VM desvia da camada de virtualização. Também similarmente, pode ser o caso em que a VM-C com capacidades iluminadas envie solicitações para o recurso particular por meio de uma canalização virtual entre a VM-C e a VM-H como implementado com o barramento da VM. Qualquer que seja o protocolo de comunicações utilizado, a VM-C acessa o recurso particular por meio da VM-H, e dessa maneira, cada solicitação enviada pela VM-C para o recurso particular segue uma trajetória para o recurso particular por meio da VM-H correspondente.

Particularmente com relação à VM-H que possui o recurso particular, então, deve

ser verificado que tal VM-H pode acessar diretamente o recurso por meio de um adaptador apropriado para o recurso que é atribuído para a VM-H. Tipicamente, embora não necessariamente, o adaptador é um pedaço de hardware ou software no dispositivo de computação da VM-H, onde tal hardware ou software faz interface com o recurso para a VM-H. Por exemplo, tal adaptador pode ser uma placa de interface de rede ou uma placa de vídeo, ou o software equivalente. Com acesso direto a tal adaptador, então, a VM-H pode utilizar o recurso com um grau de eficiência e desempenho relativamente alto. Observe aqui que um recurso particular pode ter múltiplos adaptadores correspondentes, cada um potencialmente atribuído para uma VM-H particular, e dessa maneira múltiplas VM-Hs podem possuir um recurso particular. Entretanto, somente uma VM-H pode ser atribuída para ou 'possuir' um adaptador particular em qualquer momento, pelo menos tipicamente. Em qualquer taxa, pode ser assumido tipicamente que a posse de um adaptador particular é igual à posse do recurso do adaptador particular.

Uma marca registrada de uma VM é que a VM como uma construção virtual pode ser parada e reiniciada à vontade, e também que a VM ao ser parada pode ser salva, recuperada e reiniciada à vontade. Em particular, a VM quando instanciada em um dispositivo de computação particular é uma construção de software singular que pode ser puramente colocada em pacote visto que a construção de software inclui todos os dados relacionados com tal VM, incluindo dados operacionais e informação de estado relacionada com a VM. Como um resultado, uma VM em um primeiro dispositivo de computação pode ser movida ou 'migrada' para um segundo dispositivo de computação parando a VM no primeiro dispositivo de computação, movendo a VM parada para o segundo dispositivo e reiniciando a VM movida no segundo dispositivo de computação ou semelhante. De forma mais geral, uma VM pode ser migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma em uma maneira similar, onde as plataformas representam dispositivos de computação diferentes ou configurações diferentes do mesmo dispositivo de computação. No último caso, e como deve ser verificado, um dispositivo de computação pode ter uma configuração diferente se, por exemplo, memória adicional é adicionada, um processador é alterado, um dispositivo de entrada adicional é provido, um dispositivo de seleção é removido, etc.

Observe, contudo, que, às vezes, nem toda a informação de estado relacionada com uma VM está incluída dentro da construção de software de tal VM. Em particular, uma VM-H que possui um recurso ou um adaptador da mesma pode ter a informação de estado particular relacionada com o recurso armazenada com tal recurso ou com tal adaptador da mesma. Como apenas um exemplo, se uma VM-H possui um recurso que é uma rede e o adaptador correspondente como possuído pela VM-H é uma placa de interface de rede, pode ser o caso em que a informação de estado, tal como certos comandos de leitura e escrita para a rede, seja armazenada na placa da interface de rede, pelo menos temporariamente

até ser influenciada. Como um outro exemplo, se o recurso é uma unidade de leitura de disco ótico com um adaptador incluído, pode ser da mesma forma o caso em que a informação de estado, tal como certos comandos de leitura para a unidade, esteja armazenada em tal unidade. Como ainda um outro exemplo, se o recurso é uma impressora e o adaptador correspondente inclui um spooler de impressão, também pode ser da mesma forma o caso em que a informação de estado, tal como certos comandos de escrita para impressora, esteja armazenada em tal spooler.

Em qualquer taxa, é para ser entendido que quando uma porção da informação de estado de uma VM não está incluída dentro da construção de software da VM, tal como pode ser o caso quando uma VM-H possui um recurso e armazena informação de estado com o recurso, a migração da VM de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma se torna mais difícil. Em particular, tal migração não deve acontecer até que a informação de estado no recurso seja manipulada tal que tal informação de estado no recurso não seja perdida ou de outra forma permanentemente separada da VM.

Assim, existe uma necessidade de se lidar com a informação de estado de uma VM-H em um recurso possuído por ela quando a VM-H deve ser migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma. Em particular, existe uma necessidade por um método e mecanismo pelos quais a informação de estado no recurso pode ser deletada do recurso na sua operação comum antes da migração, ou se não pode ser armazenada para a recuperação posterior pela VM-H depois da migração, ou se não pode ser processada por uma outra VM-H.

SUMÁRIO

As necessidades acima mencionadas são satisfeitas pelo menos em parte pela presente invenção na qual um sistema de computação tem um recurso para prover um serviço de recurso e um dispositivo de computação tendo primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) instanciadas nele. Cada VM hospeda uma instância de um sistema operacional no qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas. A primeira VM é inicialmente acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso é inicialmente atribuído para a primeira VM tal que a primeira VM inicialmente possui o recurso e o serviço provido por esse. A primeira VM é uma construção de software no dispositivo de computação que pode ser salva e migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma.

A primeira VM inclui uma pilha de recurso correspondendo com e acessando o recurso de acordo com solicitações de acesso enviadas por meio de tal pilha de recurso, uma primeira porta acoplada de modo comunicativo no recurso, uma segunda porta acoplada de modo comunicativo em um meio de comunicações e um mecanismo de redirecionamento de porta acoplado de modo comunicativo na pilha de recurso, na primeira porta e na segunda porta. O mecanismo de redirecionamento de porta envia cada solicitação de acesso da pilha

de recurso para ser enfileirada em uma da primeira porta e da segunda porta.

Em particular, o mecanismo de redirecionamento de porta envia cada solicitação de acesso da pilha de recurso para ser enfileirada na primeira porta até que a primeira VM é direcionada para ser salva ou migrada. Cada solicitação de acesso na primeira porta é também enviada, por sua vez, para o recurso para ser influenciada por tal recurso. Quando a primeira VM é direcionada para ser salva ou migrada, a seguir, o mecanismo de redirecionamento de porta envia cada solicitação de acesso da pilha de recurso para a segunda porta. Cada solicitação de acesso na segunda porta é também enviada, por sua vez, somente depois que o recurso agiu sobre todas as solicitações de acesso enfileiradas na primeira porta e a seguir foi removido da posse pela primeira VM.

A segunda VM subseqüentemente é acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso é subseqüentemente atribuído para a segunda VM depois que o recurso é removido da primeira VM tal que a segunda VM subseqüentemente possui o recurso e o serviço provido por ele. A segunda VM como dona do recurso é acoplada de modo comunicativo na segunda porta da primeira VM por intermédio do meio de comunicações, e cada solicitação de acesso na segunda porta é também enviada, por sua vez, para a segunda VM por intermédio do meio de comunicações e a seguir também enviada, por sua vez, para o recurso por intermédio da segunda VM para ser influenciada por tal recurso. Dessa maneira, todas as solicitações de acesso da pilha de recurso da primeira VM são influenciadas pelo recurso sucessivamente mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM e o salvamento ou migração pode ser completado a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

O resumo precedente, bem como a descrição detalhada seguinte das modalidades da presente invenção serão entendidos melhor quando lidos em conjunto com os desenhos anexos. Com a finalidade de ilustrar a invenção, são mostradas nos desenhos as modalidades que são atualmente preferidas. Como deve ser entendido, entretanto, a invenção não é limitada às disposições e meios precisos mostrados. Nos desenhos:

A figura 1 é um diagrama de blocos representando um ambiente de computação não limitador exemplar no qual a presente invenção pode ser implementada,

A figura 2 é um diagrama de blocos representando um ambiente de rede exemplar tendo uma variedade de dispositivos de computação nos quais a presente invenção pode ser implementada,

A figura 3 é um diagrama de blocos mostrando um dispositivo de computação executando uma pluralidade de partições incluindo uma partição de hospedeiro com uma máquina virtual (VM-H) que possui um recurso particular e provê serviços de recurso para ele, e uma partição de cliente com uma máquina virtual (VM-C) que utiliza os serviços de recurso da VM-H de acordo com modalidades da presente invenção,

A figura 4 é um diagrama de blocos mostrando a VM-H da figura 3 em detalhes adicionais quando acoplada em um recurso possuído por tal VM-H,

A figura 5 é um diagrama de blocos mostrando a VM-H da figura 3 em detalhes adicionais quando acoplada em um recurso possuído por tal VM-H de acordo com uma modalidade da presente invenção e

A figura 6 é um diagrama de fluxo mostrando etapas essenciais executadas em conjunto com a VM-H da figura 5 para executar um salvamento ou migração da VM-H enquanto garantindo que todas as solicitações de acesso ao recurso sejam apropriadamente manipuladas de acordo com uma modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

AMBIENTE DE COMPUTADOR

A figura 1 e a discussão seguinte são planejadas para prover uma breve descrição geral de um ambiente de computação adequado no qual a invenção pode ser implementada. Deve ser entendido, entretanto, que dispositivos de computação de mão, portáteis e outros de todos os tipos são considerados para uso em conjunto com a presente invenção. Embora um computador de uso geral seja descrito abaixo, esse é apenas um exemplo. Assim, a presente invenção pode ser implementada em um ambiente de serviços hospedados em rede nos quais recursos de cliente mínimos ou muito poucos são implicados, por exemplo, um ambiente em rede no qual o dispositivo do cliente serve meramente como um navegador ou interface para a Rede Difundida Mundial (World Wide Web).

Embora não requerido, a invenção pode ser implementada via uma interface de programação de aplicação (API), para uso por um desenvolvedor e/ou incluída dentro do software de navegação da rede que será descrito no contexto geral de instruções executáveis pelo computador, tal como módulos de programa, sendo executadas por um ou mais computadores, tais como estações de trabalho de cliente, servidores ou outros dispositivos. De forma geral, módulos do programa incluem rotinas, programas, objetos, componentes, estruturas de dados e assim por diante, que executam tarefas particulares ou implementam tipos de dados abstratos particulares. Tipicamente, a funcionalidade dos módulos de programa pode ser combinada ou distribuída como desejado em várias modalidades. Além do mais, aqueles versados na técnica verificarão que a invenção pode ser praticada com outras configurações de sistema de computador. Outros sistemas de computação, ambientes e/ou configurações bem conhecidos que podem ser adequados para uso com a invenção incluem, mas não são limitados a, computadores pessoais (PCs), máquinas de caixa registradora automáticas, computadores servidores, dispositivos portáteis ou laptops, sistemas de multiprocessador, sistemas com base em microprocessador, eletrônica de consumidor programável, PCs de rede, minicomputadores, computadores de grande porte e semelhantes. A invenção pode também ser praticada em ambientes de computação distribuídos onde as

tarefas são executadas por dispositivos de processamento remoto que são ligados através de uma rede de comunicações ou outro meio de transmissão de dados. Em um ambiente de computação distribuído, módulos de programa podem estar localizados em ambos os meios de armazenamento no computador local e remoto incluindo dispositivos de armazenamento de memória.

A Figura 1 assim ilustra um exemplo de um ambiente de sistema de computação adequado 100 no qual a invenção pode ser implementada, embora como deixado claro acima, o ambiente do sistema de computação 100 é somente um exemplo de um ambiente de computação adequado e não é planejado para sugerir qualquer limitação quanto ao escopo de uso ou funcionalidade da invenção. Nem deve o ambiente de computação 100 ser interpretado como tendo qualquer dependência ou exigência relacionada com qualquer um ou uma combinação dos componentes ilustrados no ambiente de operação exemplar 100.

Com referência à Figura 1, um sistema exemplar para implementar a invenção inclui um dispositivo de computação de uso geral na forma de um computador 110. Componentes do computador 110 podem incluir, mas não são limitados a, uma unidade de processamento 120, uma memória do sistema 130 e um barramento do sistema 121 que une vários componentes do sistema incluindo a memória do sistema na unidade de processamento 120. O barramento do sistema 121 pode ser qualquer um de vários tipos de estruturas de barramento incluindo um barramento de memória ou controlador de memória, um barramento periférico e um barramento local usando qualquer uma de uma variedade de arquiteturas de barramento. Por meio de exemplo, e não limitação, tais arquiteturas incluem barramento Industry Standard Architecture (ISA), barramento Micro Channel Architecture (MCA), barramento Enhanced ISA (EISA), barramento local Video Electronics Standards Association (VESA), barramento Peripheral Component Interconnect (PCI) (também conhecido como barramento Mezzanine) e PCI Express.

O computador 110 tipicamente inclui uma variedade de meios legíveis pelo computador. Meios legíveis pelo computador podem ser quaisquer meios disponíveis que possam ser acessados pelo computador 110 e incluem ambos os meios voláteis e não voláteis, meios removíveis e não removíveis. Por meio de exemplo, e não limitação, meios legíveis por computador podem compreender meios de armazenamento no computador e meios de comunicação. Meios de armazenamento no computador incluem ambos meios voláteis e não voláteis, removíveis e não removíveis implementados em qualquer método ou tecnologia para armazenamento de informação tais como instruções legíveis pelo computador, estruturas de dados, módulos do programa ou outros dados. Meios de armazenamento no computador incluem, mas não são limitados a, RAM, ROM, EEPROM, memória flash ou outra tecnologia de memória, CD-ROM, discos versáteis digitais (DVD) ou outro armazenamento de disco ótico, cassetes magnéticos, fita magnética, armazenamento de disco magnético ou

outros dispositivos de armazenamento magnético ou qualquer outro meio que possa ser usado para armazenar a informação desejada e que possa ser acessado pelo computador 110. Meios de comunicação tipicamente personificam instruções legíveis pelo computador, estruturas de dados, módulos do programa ou outros dados em um sinal de dados modulado tal como uma onda portadora ou outro mecanismo de transporte e incluem quaisquer meios de entrega de informação. O termo "sinal de dados modulado" significa um sinal que tem uma ou mais de suas características ajustadas ou mudadas em uma tal maneira de modo a codificar a informação no sinal. Por meio de exemplo, e não limitação, meios de comunicação incluem meios ligados por fio tal como uma rede ligada por fio ou conexão ligada por fio direta ou conexão de fibra ótica e meios sem fio tais como acústicos, de RF, de infravermelho, óticos, antena em fase operando em qualquer comprimento de onda, emissores e receptores eletromagnéticos direcionais e não direcionadis operando em qualquer comprimento de onda e outros meios sem fio. As combinações de qualquer um dos acima deve também ser incluída dentro do escopo de meios legíveis por computador.

A memória do sistema 130 inclui meios de armazenamento no computador na forma de memória volátil e/ou não volátil tais como memória somente de leitura (ROM) 131 e memória de acesso aleatório (RAM) 132. Um sistema básico de entrada/saída 133 (BIOS), contendo as rotinas básicas que ajudam a transferir a informação entre elementos dentro do computador 110, tal como durante a partida, é tipicamente armazenado na ROM 131. A RAM 132 tipicamente contém dados e/ou módulos de programa que são imediatamente acessíveis para e/ou atualmente sendo operados pela unidade de processamento 120. Por meio de exemplo, e não limitação, a Figura 1 ilustra o sistema operacional 134, programas aplicativos 135, outros módulos de programa 136 e dados do programa 137.

O computador 110 pode também incluir outros meios de armazenamento no computador removíveis/não removíveis, voláteis/não voláteis. Por meio de exemplo somente, a Figura 1 ilustra uma unidade de disco rígido 140 que lê de ou escreve nos meios magnéticos não removíveis, não voláteis, uma unidade de disco magnético 151 que lê de ou escreve em um disco magnético removível não volátil 152 e uma unidade de disco ótico 155 que lê de ou escreve em um disco ótico removível, não volátil 156 tal como um CD-ROM ou outros meios óticos. Outros meios de armazenamento no computador removíveis/não removíveis, voláteis/não voláteis que podem ser usados no ambiente operacional exemplar incluem, mas não são limitados a, cassetes de fita magnética, placas de memória flash, discos versáteis digitais, fita de vídeo digital, RAM de estado sólido, ROM de estado sólido e assim por diante. A unidade de disco rígido 141 é tipicamente conectada no barramento do sistema 121 através de uma interface de memória não removível tal como a interface 140 e a unidade de disco magnético 151 e a unidade de disco ótico 155 são tipicamente conectadas no barramento do sistema 121 por uma interface de memória removível, tal como a interface

150.

As unidades e seus meios de armazenamento no computador associados, discutidos acima e ilustrados na Figura 1, provêem armazenamento das instruções legíveis por computador, estruturas de dados, módulos do programa e outros dados para o computador 110. Na Figura 1, por exemplo, a unidade de disco rígido 141 é ilustrada como armazenando o sistema operacional 144, programas aplicativos 145, outros módulos de programa 146 e dados do programa 147. Observe que esses componentes podem ser os mesmos que ou diferentes do sistema operacional 134, programas aplicativos 135, outros módulos do programa 136 e dados do programa 137. O sistema operacional 144, programas aplicativos 145, outros módulos do programa 146 e dados do programa 147 são fornecidos com números diferentes aqui para ilustrar que, no mínimo, eles são cópias diferentes. Um usuário pode inserir comandos e informação no computador 110 através de dispositivos de entrada tais como um teclado 162 e um dispositivo de indicação 161, geralmente citado como um mouse, trackball ou base sensível ao toque. Outros dispositivos de entrada (não mostrados) podem incluir um microfone, barra de direção, base de jogos, disco de satélite, scanner ou semelhantes. Esses e outros dispositivos de entrada são freqüentemente conectados na unidade de processamento 120 através de uma interface de entrada do usuário 160 que é acoplada no barramento do sistema 121, mas pode ser conectada por outra interface e estruturas de barramento, tais como uma porta paralela, porta de jogos ou um barramento serial universal (USB).

Um monitor 191 ou outro tipo de dispositivo de exibição é também conectado no barramento do sistema 121 através de uma interface, tal como uma interface de vídeo 190. Uma interface gráfica 182, tal como Northbridge, pode também ser conectada no barramento do sistema 121. Northbridge é um conjunto de circuitos integrados que se comunica com a CPU, ou unidade de processamento hospedeira 120, e assume a responsabilidade pelas comunicações da porta gráfica acelerada (AGP). Uma ou mais unidades de processamento gráfico (GPUs) 184 podem se comunicar com a interface gráfica 182. Sob esse aspecto, as GPUs 184 geralmente incluem armazenamento de memória no circuito integrado, tal como armazenamento do registrador e GPUs 184 se comunicam com uma memória de vídeo 186. As GPUs 184, entretanto, são apenas um exemplo de um co-processador e assim uma variedade de dispositivos de co-processamento pode ser incluída no computador 110. Um monitor 191 ou outro tipo de dispositivo de exibição é também conectado no barramento do sistema 121 via uma interface, tal como uma interface de vídeo 190, que pode, por sua vez, se comunicar com a memória de vídeo 186. Além do monitor 191, os computadores podem também incluir outros dispositivos de saída periférica tais como alto-falantes 197 e impressora 196, que podem ser conectados através de uma interface periférica de saída 195.

O computador 110 pode operar em um ambiente de rede usando conexões lógicas

para um ou mais computadores remotos, tal como um computador remoto 180. O computador remoto 180 pode ser um computador pessoal, um servidor, um roteador, um PC de rede, um dispositivo par ou outro nó de rede comum, e tipicamente inclui muitos ou todos os elementos descritos acima em relação ao computador 110, embora somente um dispositivo de armazenamento de memória 181 tenha sido ilustrado na Figura 1. As conexões lógicas representadas na Figura 1 incluem uma rede local (LAN) 171 e uma rede remota (WAN) 173, mas pode também incluir outras redes. Tais ambientes de rede são comuns em escritórios, redes de computador empresariais, intranets e na Internet.

Quando usado em um ambiente de rede LAN, o computador 110 é conectado na LAN 171 através de uma interface de rede ou adaptador 170. Quando usado em um ambiente de rede WAN, o computador 110 tipicamente inclui um modem 172 ou outro dispositivo para estabelecer as comunicações através da WAN 173, tal como a Internet. O modem 172, que pode ser interno ou externo, pode ser conectado no barramento do sistema 121 através da interface de entrada do usuário 160 ou outro mecanismo apropriado. Em um ambiente de rede, módulos do programa representados em relação ao computador 110, ou porções do mesmo, podem ser armazenados no dispositivo de armazenamento de memória remoto. Por meio de exemplo, e não limitação, a Figura 1 ilustra programas aplicativos remotos 185 como residindo no dispositivo de memória 181. Será verificado que as conexões de rede mostradas são exemplares e outros modos de estabelecimento de uma ligação de comunicações entre os computadores podem ser usados.

Alguém versado na técnica pode verificar que um computador 110 ou outro dispositivo de cliente pode ser disposto como parte de uma rede de computador. Sob esse aspecto, a presente invenção diz respeito a qualquer sistema de computador tendo qualquer número de memória ou unidades de armazenamento, e qualquer número de aplicações e processos que ocorrem através de qualquer número de unidades de armazenamento ou volumes. A presente invenção pode se aplicar em um ambiente com computadores servidores e computadores clientes dispostos em um ambiente de rede, tendo armazenamento remoto ou local. A presente invenção pode também se aplicar a um dispositivo de computação independente, tendo funcionalidade de linguagem de programação, capacidades de interpretação e de execução.

A computação distribuída facilita o compartilhamento dos recursos de computador e serviços pela troca direta entre os dispositivos de computação e os sistemas. Esses recursos e serviços incluem a troca de informação, armazenamento em cache e armazenamento em disco para os arquivos. A computação distribuída tira vantagem da conectividade de rede, permitindo que os clientes alavanquem sua força coletiva para se beneficiarem de todo o empreendimento. Sob esse aspecto, uma variedade de dispositivos pode ter aplicações, objetos ou recursos que podem interagir para implicar em técnicas de autenticação da pre-

sente invenção para canalização(ões) gráfica(s) de confiança.

A figura 2 provê um diagrama esquemático de um ambiente de computação exemplar de rede ou distribuído. O ambiente de computação distribuído compreende objetos de computação 10a, 10b, etc. e objetos ou dispositivos de computação 110a, 110b, 110c, etc. Esses objetos podem compreender programas, métodos, armazenamentos de dados, lógica programável, etc. Os objetos podem compreender porções dos mesmos dispositivos ou diferentes tais como PDAs, televisões, reprodutores de MP3, televisões, computadores pessoais, etc. Cada objeto pode se comunicar com um outro objeto por meio da rede de comunicações 14. Essa rede pode ela própria compreender outros objetos de computação e dispositivos de computação que provêem serviços para o sistema da figura 2. De acordo com um aspecto da invenção, cada objeto 10 ou 110 pode conter uma aplicação que poderia solicitar as técnicas de autenticação da presente invenção para canalização(ões) gráfica(s) de confiança.

Também pode ser verificado que um objeto, tal como 110c, pode ser hospedado em um outro dispositivo de computação 10 ou 110. Assim, embora o ambiente físico representado possa mostrar os dispositivos conectados como computadores, tal ilustração é meramente exemplar e o ambiente físico pode ser alternativamente representado ou descrito compreendendo vários dispositivos digitais tais como PDAs, televisões, reprodutores de MP3, etc., objetos de software tais como interfaces, objetos COM e semelhantes.

Existe uma variedade de sistemas, componentes e configurações de rede que suportam ambientes de computação distribuídos. Por exemplo, sistemas de computação podem ser conectados juntos por sistemas ligados por fiação ou sem fio, por redes locais ou redes amplamente distribuídas. Atualmente, muitas das redes são acopladas na Internet, que provê a infra-estrutura para a computação amplamente distribuída e abrange muitas redes diferentes.

Nos ambientes de rede residenciais, existem pelo menos quatro meios de transporte de rede diferentes que podem suportar, cada um, um protocolo único tal como linha de força, dados (ambos sem fio e com fio), voz (por exemplo, telefone) e mídia de entretenimento. A maior parte dos dispositivos de controle residencial tais como interruptores de luz e aparelhos pode usar a linha de força para conectividade. Serviços de dados podem entrar na residência como banda larga (por exemplo, ou DSL ou modem a cabo) e ficam acessíveis dentro da casa usando tanto a conectividade sem fio (por exemplo, HomeRF ou 802.11b) ou com fio (por exemplo, Home PNA, Cat 5, até mesma linha de força). O tráfego de voz pode entrar na casa como ligado por fiação (por exemplo, Cat 3) ou sem fio (por exemplo, telefones celulares) e pode ser distribuído dentro da casa usando fiação de Cat 3. A mídia de entretenimento pode entrar na residência através de satélite ou cabo e é tipicamente distribuída na casa usando cabo coaxial. IEEE 1394 e DVI estão também emergindo co-

mo interligações digitais para grupos de dispositivos de mídia. Todos esses ambientes de rede e outros que possam surgir como padrões de protocolo podem ser interligados para formar uma intranet que pode ser conectada no mundo exterior por meio da Internet. Em resumo, uma variedade de fontes diferentes existe para o armazenamento e a transmissão de dados, e conseqüentemente, mais adiante, os dispositivos de computação exigirão maneiras de proteger o conteúdo em todas as porções da canalização de processamento de dados.

A 'Internet' geralmente se refere à coleção de redes e portas que utilizam o conjunto TCP/IP de protocolos, que são bem conhecidos na técnica da rede de computação. TCP/IP é um acrônimo para "protocolo de controle de transmissão/protocolo da Internet". A Internet pode ser descrita como um sistema de redes de computador remotas geograficamente distribuídas interligadas por protocolos de rede de processamento de computadores que permitem que os usuários interajam e compartilhem informação através das redes. Por causa de tal compartilhamento de informação difundido, redes remotas tal como a Internet, assim, até o momento evoluíram geralmente para um sistema aberto para o qual desenvolvedores podem projetar aplicações de software para executar operações ou serviços especializados, essencialmente sem restrição.

Assim, a infra-estrutura de rede possibilita um hospedeiro de topologias de rede tais como cliente/servidor, não hierárquico ou arquiteturas híbridas. O "cliente" é um elemento de uma classe ou grupo que usa os serviços de uma outra classe ou grupo ao qual ele não está relacionado. Assim, na computação, um cliente é um processo, isto é, aproximadamente um conjunto de instruções ou tarefas que solicita um serviço provido por um outro programa. O processo do cliente utiliza o serviço solicitado sem ter que "conhecer" quaisquer detalhes de trabalho sobre o outro programa ou o próprio serviço. Em uma arquitetura de cliente/servidor, particularmente um sistema de rede, um cliente é geralmente um computador que acessa recursos de rede compartilhados providos por um outro computador, por exemplo, um servidor. No exemplo da figura 2, os computadores 110a, 110b, etc. podem ser imaginados como clientes e o computador 10a, 10b, etc. podem ser imaginados como o servidor onde o servidor 10a, 10b, etc. mantém os dados que são então replicados nos computadores do cliente 110a, 110b, etc..

Um servidor é tipicamente um sistema de computador remoto acessível através de uma rede remota tal como a Internet. O processo do cliente pode estar ativo em um primeiro sistema de computador, e o processo do servidor pode estar ativo em um segundo sistema de computador, se comunicando através de um meio de comunicações, assim provendo funcionalidade distribuída e permitindo que múltiplos clientes tirem vantagem das capacidades de reunião de informação do servidor.

O cliente e o servidor se comunicam utilizando a funcionalidade provida por uma

camada de protocolo. Por exemplo, o protocolo de transferência de hipertexto (HTTP) é um protocolo comum que é usado em conjunto com a rede difundida mundial (WWW). Tipicamente, um endereço da rede de computador tal como uma localização universal de recursos (URL) ou um endereço de protocolo da Internet (IP) é usado para identificar os computadores de servidor ou de clientes entre si. O endereço de rede pode ser citado como um endereço de localização universal de recursos. Por exemplo, a comunicação pode ser provida através de um meio de comunicações. Em particular, o cliente e o servidor podem ser unidos entre si via conexões TCP/IP para comunicação de alta capacidade.

Assim, a figura 2 ilustra um ambiente exemplar de rede ou distribuído, com um servidor em comunicação com computadores clientes via um barramento / rede, no qual a presente invenção pode ser utilizada. Em mais detalhes, um número de servidores 10a, 10b, etc., é interligado via uma rede de comunicações / barramento 14, que pode ser uma LAN, WAN, Intranet, a Internet, etc., com um número de dispositivos de computação remotos ou clientes 110a, 110b, 110c, 110d, 110e, etc., tais como um computador portátil, computador de mão, cliente fino, aparelho de rede ou outro dispositivo tais como um VCR, TV, forno, luz, aquecedor e semelhantes de acordo com a presente invenção. É assim considerado que a presente invenção pode se aplicar a qualquer dispositivo de computação em conjunto com o qual é desejável processar, armazenar ou renderizar conteúdo seguro de uma fonte de confiança, e a qualquer dispositivo de computação com o qual é desejável renderizar gráficos de alto desempenho gerados por uma máquina virtual.

Em um ambiente de rede no qual a rede de comunicações / barramento 14 é a Internet, por exemplo, os servidores 10 podem ser servidores de rede com os quais os clientes 110a, 110b, 110c, 110d ,110e, etc. se comunicam via qualquer um de um número de protocolos conhecidos tal como HTTP. Os servidores 10 podem também servir como clientes 110, como pode ser característico de um ambiente de computação distribuído. As comunicações podem ser por fio ou sem fio, onde apropriado. Dispositivos clientes 110 podem ou não se comunicar via rede de comunicações / barramento 14 e podem ter comunicações independentes associadas com eles. Por exemplo, no caso de uma TV ou VCR, pode existir ou não um aspecto de rede para o seu controle. Cada computador cliente 110 e computador servidor 10 podem ser equipados com vários módulos de programa aplicativo ou objetos 135 e com conexões ou acesso a vários tipos de elementos ou objetos de armazenamento, através dos quais os arquivos podem ser armazenados ou para os quais porções de arquivos podem ser transferidas ou migradas. Assim, a presente invenção pode ser utilizada em um ambiente de rede de computador tendo computadores clientes 110a, 110b, etc. que podem acessar e interagir com uma rede de computador / barramento 14 e computadores servidores 10a, 10b, etc. que podem interagir com computadores clientes 110a, 110b, etc. e outros dispositivos 111 e bancos de dados 20.

Dispositivo de Computação Particionado

Com referência agora à figura 3, um dispositivo de computação 10 inclui ou tem acesso a um recurso particular 12 que é utilizado para prover um serviço de recurso para o dispositivo de computação 10. Tal dispositivo de computação 10, recurso 12 e serviço de recurso podem ser qualquer dispositivo de computação, recurso e serviço de recurso apropriado sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção. Por exemplo, o dispositivo de computação 10 pode ser um computador pessoal tal como um computador de mesa ou laptop ou semelhante com uma unidade de disco rígido como o recurso 12 provendo serviços de armazenamento de dados. Da mesma forma, o dispositivo de computação 10 pode ser uma máquina de reprodução portátil tal como um reprodutor de áudio ou vídeo portátil com uma tela de exibição como o recurso 12 provendo serviços de exibição. Similarmente, o dispositivo de computação 10 pode ser uma máquina servidor com uma rede de comunicações de dados como o recurso 12 provendo serviços de comunicações. Em uma maneira similar, a máquina servidor pode ser, ela própria, o recurso 12. Observe que o recurso 12 pode ser um pedaço particular de hardware, um adaptador para acessar um pedaço particular de hardware, um serviço remoto, um serviço local, uma combinação desses e semelhantes.

Significativamente, o dispositivo de computação 10 foi configurado para executar uma pluralidade de partições, onde cada partição pode ser utilizada para instanciar uma máquina virtual para, por sua vez, hospedar uma instância de um sistema operacional no qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas. Como observado, em tal dispositivo de computação 10, o recurso particular 12 do dispositivo de computação 10 é atribuído para uma partição particular ou máquina virtual 14 (a seguir, VM 14) de modo que a VM particular 14 pode controlar diretamente tal recurso particular 12. Tal VM particular 14, então, é um hospedeiro que provê capacidades de recurso ('VM-H 14'). Similarmente, tal VM-H 14 provê serviços de recurso para uma ou mais outras VMs 16, cada uma das quais é, na realidade, um cliente que consome tais serviços ("VM-C 16"). Tipicamente, cada VM-C 16 e VM-H 14 se comunicam por meio de um tubo ou canal tal como um barramento da máquina virtual (VM) 18 ou semelhante para realizar as operações relacionadas com o recurso.

O barramento da VM 18 pode ser estabelecido como um objeto em e de si mesmo no dispositivo de computação 10, ou pode ser, ao invés disso, estabelecido como um objeto conceitual que não existe em e de si mesmo, sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção. No último caso, e como deve ser verificado, tal barramento de VM conceitual 18 é manifestado como um conduto de comunicações entre VMs 14,16 quando tais VMs 14,16 escolhem estabelecer as comunicações entre elas. Em particular, a manifestação de tal barramento da VM 18 pode ser considerada surgindo quando, no curso das VMs 14, 16 escolhendo a comunicação entre elas, tais VMs 14, cada uma estabelece os serviços ne-

cessários para tal comunicação e, na realidade, utilizam tais serviços para se comunicarem assim. Em tal instância, as comunicações podem ocorrer sobre qualquer meio de comunicações apropriado dentro do dispositivo de computação 10 sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção.

O dispositivo de computação 10 da figura 3 e cada VM 14,16 do mesmo podem ser funcionalmente operados para incluir ambos um modo de usuário e um modo de núcleo, embora tais modos não sejam percebidos como sendo absolutamente necessários para as finalidades da presente invenção. Em qualquer taxa, e como pode ser verificado, o modo do usuário é um estado geralmente não privilegiado onde o código de execução é proibido pelo hardware de executar certas operações, tal como, por exemplo, escrever na memória não atribuída para tal código. Geralmente, tais operações proibidas são essas que poderiam desestabilizar o sistema operacional da VM 14,16 ou constituir um risco de segurança. Em termos do sistema operacional, o modo do usuário é um modo de execução não privilegiado análogo onde o código de execução é proibido pelo núcleo de executar operações potencialmente perigosas tal como escrever em arquivos de configuração do sistema, eliminar outros processos, reinicializar o sistema e semelhantes.

Como pode também ser verificado, o modo de núcleo ou modo privilegiado é o modo no qual o sistema operacional e os componentes de núcleo relacionados funcionam. A execução do código no modo de núcleo tem acesso ilimitado à memória do sistema e recursos que são atribuídos para as VMs / partições 14, 16. De forma geral, a quantidade de código funcionando no modo de núcleo é minimizada, tanto por finalidade de segurança quanto elegância. Falando de maneira genérica, um usuário de um dispositivo de computação 10 faz interface com ele mais diretamente através do modo do usuário e as aplicações operando nele, enquanto o dispositivo de computação 10 faz interface com os recursos, incluindo o recurso particular 12, mais diretamente através do modo de núcleo.

Migração de uma VM-H 14 Possuindo Recurso de Hardware 12

Como foi evidenciado acima, uma VM 14, 16 como uma construção virtual pode ser parada, salva, recuperada e reiniciada à vontade. Como um resultado, uma VM 14, 16 em uma primeira plataforma quando salva pode ser movida ou 'migrada' para uma segunda plataforma, onde as plataformas representam dispositivos de computação diferentes ou configurações diferentes do mesmo dispositivo de computação. Assim, uma VM 14,16 que é um servidor da rede, por exemplo, pode ter parada a sua execução em uma primeira máquina física, migrada e reiniciada em uma segunda máquina física sem que quaisquer clientes do servidor de rede até mesmo saibam que tal servidor de rede foi movido. Com tal migração, então, a primeira máquina física pode ser retirada de linha para a manutenção ou reconfiguração sem interromper o trabalho funcionando nela. Além disso, tal migração permite que um grupo de máquinas físicas equilibre dinamicamente a carga. Similarmente, uma VM 14,

16 que representa o espaço de trabalho pessoal de um usuário pode ser movida pelo usuário entre os dispositivos de computação 12 no trabalho, em casa e semelhantes.

Observe, entretanto, que às vezes nem toda a informação de estado relacionada com uma VM 14, 16 está incluída dentro da construção de software de tal VM 14,16. Em particular, uma VM-H 14 que possui um recurso 12 que é um pedaço de hardware ou um adaptador do mesmo pode ter informação de estado particular relacionada com o recurso 12 armazenada com tal recurso 12. Na situação onde uma porção da informação de estado de uma VM-H 14 em particular não está incluída dentro da construção de software de tal VM-H 14, então, a migração da VM-H 14 de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma se torna mais difícil. Em particular, tal migração não deve acontecer até que a informação de estado da VM-H 14 no recurso 12 seja manipulada tal que tal informação de estado no recurso 12 não seja perdida ou de outra forma permanentemente separada da VM-H 14.

Em um cenário onde a VM-H 14 pode tolerar uma interrupção no uso do recurso de hardware 12, a informação de estado no recurso 12 é relativamente benigna por natureza e provavelmente pode ser influenciada e deletada do recurso 12 antes de parar a VM-H 14 para sua migração. Por exemplo, se o recurso 12 é uma impressora e a informação de estado se refere a uma tarefa de impressão, a tarefa de impressão pode ser possibilitada de completar tal que a informação de estado é consumida pela impressora, depois do que a posse do recurso da impressora 12 pode ser tirada da VM-H 14 e tal VM-H 14 pode ser migrada.

Em um outro cenário onde a VM-H 14 pode tolerar uma interrupção no uso do recurso de hardware 12, a informação de estado no recurso 12 é um pouco menos benigna por natureza, mas provavelmente pode ser movida para a VM-H 14 antes de parar a VM-H 14 para sua migração. Por exemplo, se o recurso 12 é a mesma impressora como antes e a informação de estado se refere à mesma tarefa de impressão como antes, mas tal tarefa de impressão não pode ser completada em uma duração de tempo razoável, a tarefa de impressão pode ser parada e a informação de estado restante relacionada com a tarefa de impressão pode ser movida para a VM-H 14 antes de parar a VM-H 14 para sua migração, depois do que a posse do recurso da impressora 12 pode novamente ser tirada da VM-H 14 e tal VM-H 14 pode ser migrada. Depois da migração, então, e presumindo que a VM-H 14 novamente possui o mesmo recurso de impressora 12, a informação de estado restante relacionada com a tarefa de impressão pode ser movida da VM-H 14 para tal impressora para completar a tarefa de impressão.

Entretanto, pode ter o caso em que a suposição anteriormente mencionada não possa ser feita. Assim, o recurso da impressora 12 possuído pela VM-H 14 depois da migração pode ser um recurso de impressora inteiramente diferente 12 tal como um tipo diferente de impressora, ou um recurso de impressora ligeiramente diferente 12 tal como a mesma

impressora com um controlador de impressão atualizado. Significativamente, em qualquer caso é provável que a informação de estado restante relacionada com a tarefa de impressão não possa ser movida da VM-H 14 para tal impressora para completar a tarefa de impressão visto que o recurso de impressora diferente não pode mais reconhecer ou agir sobre tal informação de estado.

Observe, também, que uma VM-H 14 que possui um recurso 12 pode incluir informação de estado no recurso incluindo listas de tarefa, variáveis de máquina de estado internas e semelhantes. Se a VM-H 14 é arbitrariamente parada e reiniciada, a informação de estado no recurso 12 provavelmente será diferente e solicitações resistentes serão, na melhor das hipóteses, derrubadas, o que pode fazer com que a VM-H 14 falhe. Na pior das hipóteses, um acionador ou semelhante para o recurso 12 entenderá mal a situação e na programação do recurso 12 corromperá a memória no recurso 12, novamente fazendo com que a VM-H 14 falhe, e também talvez fazendo com que outras VMs 14,16 no dispositivo de computação 10 falhem também.

Assim, se pode ser garantido que a VM-H 14 depois da migração será reiniciada no mesmo dispositivo de computação 10 e com o mesmo recurso 12 disponível para ela, pode ser suficiente que o sistema operacional da VM-H 14 mova toda a informação de estado para fora do recurso 12 e armazene a mesma com a VM-H 14 antes da sua migração. Quando a VM-H 14 é reiniciada depois da migração, então, o sistema operacional da VM-H 14 pode mover a informação de estado armazenada de volta para o recurso 12 para ação adicional nele.

Entretanto, se uma tal garantia não pode ser feita, ou se a carga de trabalho impede o movimento de toda a informação de estado antes da migração, deve ser verificado que é freqüentemente suficiente remover ou 'ejetar' o recurso 12 da posse pela VM-H 14 antes da migração. Como pode ser verificado, tal ejeção pode ser realizada com a solicitação apropriada para o sistema operacional da VM-H 14. Em uma modalidade da presente invenção, tal ejeção é comandada antes de parar a VM-H 14 para ser migrada, o que faz com que o sistema operacional da VM-H 14 mova somente essa informação de estado para fora do recurso 12 e para dentro da VM-H 14 que é considerada significativa, e que é presumivelmente menos do que toda a informação de estado no recurso 12. Como deve ser entendido, depois da ejeção, o recurso 12 não tem informação de estado relacionada com a VM-H 14 e não é mais possuído por ou disponível para a VM-H 14 antes ou depois da migração. Assim, depois da migração, a VM-H 14 não tentará mover qualquer informação de estado de volta para o recurso 12 e quaisquer problemas possíveis de um tal movimento são dessa maneira evitados. Naturalmente, a VM-H 14 terá que obter novamente a posse do recurso 12 se disponível e assim desejado.

Em ainda um outro cenário, entretanto, a VM-H 14 não pode tolerar uma interrup-

ção no uso do recurso de hardware 12 e a informação de estado no recurso 12 é assim relativamente crítica por natureza. Por exemplo, se o recurso 12 é o dispositivo de armazenamento principal utilizado pela VM-H 14, tal como uma unidade de disco, o acesso ao mesmo é crítico para a VM-H 14 ou se não o sistema operacional da VM-H 14 falhará. Assim, em tal cenário, não existe ponto no tempo no qual a posse do recurso da unidade de disco 12 pode ser tirada da VM-H 14 visto que a VM-H 14 deve sempre ser capaz de direcionar a informação de estado para tal recurso 12. Em tal cenário, então, algum mecanismo deve ser utilizado para pausar a operação do recurso 12 e remover qualquer informação de estado da VM-H dele, enquanto ao mesmo tempo ainda permitindo que a VM-H 14 direcione a informação de estado para tal recurso 12.

Com referência agora à figura 4, é observado que uma VM-H típica 14 acessa um recurso 12 tal como um recurso de dispositivo de armazenamento 12 por meio de uma pilha de dispositivo de armazenamento 22, que pode incluir um acionador do sistema de arquivo, um acionador de partição, um acionador de volume, um acionador de disco e semelhantes. Naturalmente, a presente invenção não é limitada a um recurso de dispositivo de armazenamento 12, mas ao contrário pode ser qualquer outro tipo de recurso 12 sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção, em cujo caso uma pilha correspondente apropriada 22 ou semelhante pode ser utilizada para acessar o mesmo.

Como mostrado, a pilha do dispositivo de armazenamento 22 da figura 4 se comunica com o recurso de dispositivo de armazenamento 12 por meio de um acionador de porta 24 ou semelhante (a seguir, 'porta 24' ou equivalente). Como pode ser verificado, e como é típico, a porta 24 traduz comandos genéricos idealizados e solicitações da pilha do dispositivo de armazenamento 22 para comandos ou solicitações específicos para o recurso do dispositivo de armazenamento 12. Notavelmente, se, por exemplo, o recurso do dispositivo de armazenamento 12 inclui uma porção da memória na qual o sistema operacional da VM-H 14 reside, tal recurso do dispositivo de armazenamento 12 deve ficar em operação contínua para aceitar solicitações de paginação e semelhantes, ou se não o sistema operacional da VM-H 14 falhará. Dito de maneira simples, em tal caso, o acesso ao recurso do dispositivo de armazenamento 12 não pode ser interrompido, pelo menos à medida que a VM-H 14 deve sempre ser capaz de direcionar a informação de estado na forma de solicitações de acesso e semelhantes para tal recurso do dispositivo de armazenamento 12.

Dessa maneira, e com referência agora à figura 5, em uma modalidade da presente invenção, a porta única 24 da figura 4 é substituída por um par de portas 24a, 24b, onde a porta 24a acopla de modo comunicativo a pilha do dispositivo de armazenamento 22 com o recurso do dispositivo de armazenamento 12 e a porta 24b acopla de modo comunicativo a pilha do dispositivo de armazenamento 22 com um destino alternado por intermédio de um meio de comunicações. Como mostrado, o meio de comunicações é o barramento da VM 18

e presumivelmente o destino alternado é uma outra VM-H 14, 16 operando no dispositivo de computação 10. Entretanto, o destino alternado e o meio de comunicações podem ser qualquer destino alternado e meio de comunicações apropriado sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção.

Significativamente, em uma modalidade da presente invenção, e como observado na figura 5, cada porta 24a, 24b é unida na pilha do dispositivo de armazenamento 22 por meio de um mecanismo de redirecionamento de porta 26. Como pode ser verificado, o mecanismo de redirecionamento de porta 26 direciona cada solicitação de acesso para o recurso do dispositivo de armazenamento 12 para tal recurso do dispositivo de armazenamento 12 por intermédio da porta 24a ou para o destino alternado por intermédio da porta 24b e meio de comunicações / barramento de VM 18. Principalmente, o mecanismo de redirecionamento de porta 26 determina como direcionar cada solicitação de acesso na maneira apresentada abaixo.

Com referência agora à figura 6, e em uma modalidade da presente invenção, é observado que uma seqüência de operações que pode ser utilizada para migrar uma VM-H 14 que possui um recurso 12 tal como o recurso do dispositivo de armazenamento 12 é mostrada. Observe também, que tal seqüência de operações pode também ser utilizada para salvar uma tal VM-H 14 sem necessariamente migrar a mesma. Se migrando ou salvando, durante a operação do tempo de execução normal da VM-H 14, o recurso do dispositivo de armazenamento 12 é possuído pela VM-H 14, o mecanismo de redirecionamento de porta 26 direciona solicitações de acesso e semelhantes da pilha do dispositivo de armazenamento 22 da VM-H 14 para o recurso do dispositivo de armazenamento 12 por intermédio da porta 24a, e a porta 24a e o recurso do dispositivo de armazenamento 12 ficam em fila e processam tais solicitações de acesso e semelhantes (etapa 601). Entretanto, depois que um salvamento ou migração da VM-H 14 é acionado, por qualquer que seja a fonte apropriada (etapa 603), o mecanismo de redirecionamento de porta 26 direciona as solicitações de acesso e semelhantes da pilha do dispositivo de armazenamento 22 da VM-H 14 para a porta 24b (etapa 605).

Inicialmente, a porta 24b enfileira as solicitações de acesso recebidas e semelhantes enquanto a porta 24a e o recurso do dispositivo de armazenamento 12 processam quaisquer solicitações de acesso restantes e semelhantes neles (etapa 607). Assim, todas as solicitações de acesso ou semelhantes na porta 24a e recurso do dispositivo de armazenamento 12 podem completar, depois do que nenhuma informação de estado relacionada com a mesma permanece com o recurso do dispositivo de armazenamento 12 (etapa 609). Criticamente, embora tais solicitações de acesso ou semelhantes na porta 24a e recurso do dispositivo de armazenamento 12 possam completar, solicitações de acesso adicionais ou semelhantes são enfileiradas na porta 24b e tais solicitações de acesso ou semelhantes não

são negadas, ignoradas ou de outra forma repudiadas de qualquer maneira que faria com que o sistema operacional da VM-H 14 falhasse.

Significativamente, depois que todas as solicitações de acesso ou semelhantes na porta 24a e recurso do dispositivo de armazenamento 12 concluíram e nenhuma informação de estado relacionada com a mesma permanece com o recurso do dispositivo de armazenamento 12, o recurso do dispositivo de armazenamento 12 é removido da (primeira) VM-H 14 tal que a (primeira) VM-H 14 não mais possui o mesmo, talvez por meio de uma ejeção ou semelhantes (etapa 611), e tal recurso do dispositivo de armazenamento 12 é então atribuído para uma outra VM 14,16, tal uma outra VM 14, 16 agora sendo uma segunda VM-H 14 que possui o recurso do dispositivo de armazenamento 12 (etapa 613). Como pode ser verificado, a execução de tais ações de remoção e atribuição pode ser feita em qualquer maneira apropriada e por qualquer entidade apropriada sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção.

Também significativamente, e em uma modalidade da presente invenção, depois que o recurso do dispositivo de armazenamento 12 foi atribuído para a segunda VM-H 14, a porta 24b é acoplada em tal segunda VM-H 14 por meio do barramento da VM 18 ou semelhantes (etapa 615) e as solicitações de acesso ou semelhantes enfileiradas em tal porta 24b são então enviadas para tal segunda VM-H 14 para conclusão no recurso do dispositivo de armazenamento 12 agora possuído por ela (etapa 617). Como deve agora ser verificado, em algum ponto, todas as solicitações de acesso necessárias ou semelhantes foram enviadas para o recurso do dispositivo de armazenamento 12 pela pilha do dispositivo de armazenamento 12 da primeira VM-H 14 no decorrer do seu salvamento ou migração acionado, por intermédio da porta 24a ou porta 24b, e o recurso do dispositivo de armazenamento 12 processou todas tais solicitações de acesso enviadas ou semelhantes (etapa 619). Dessa maneira, o salvamento ou migração da primeira VM-H 14 podem ser concluídos com o conhecimento que todas as solicitações de acesso da VM-H 14 para o recurso do dispositivo de armazenamento 12 foram influenciadas, diretamente por intermédio da porta 24a ou indiretamente por intermédio da porta 24b e da segunda VM-H 14, e com o conhecimento que o recurso do dispositivo de armazenamento 12 foi ejetado da primeira VM-H 14 sem reter qualquer informação de estado de tal primeira VM-H 14 (etapa 621).

Como deve agora ser verificado, a nova atribuição do recurso do dispositivo de armazenamento 12 para a primeira VM-H 14 depois da sua migração é essencialmente o oposto da remoção como executada nas etapas 603-621. Dessa maneira, detalhes de tal nova atribuição não precisam ser apresentados aqui em qualquer detalhe.

Observe aqui que a porta 24b da primeira VM-H 14 não deve converter os comandos genéricos recebidos por ela para comandos específicos. Como tal, não é requerido que a pilha do dispositivo de armazenamento 22 da segunda VM-H 14 seja qualquer coisa mais

do que funcionalmente equivalente à pilha do dispositivo de armazenamento 22 da primeira VM-H 14. Em particular, desde que tais pilhas 22 emitem comandos genéricos, tais comandos genéricos como recebidos na porta 24 da segunda VM-H 14 podem ser feitos específicos dessa forma.

Conclusão

Embora a presente invenção seja pelo menos parcialmente apresentada em termos de VMs 14, 16 de hospedeiro e cliente, é para ser verificado que a presente invenção é direcionada para qualquer situação onde uma partição ou VM que possui hardware deve ser migrada. Embora tal VM migrante seja provavelmente um hospedeiro para outros clientes, não é necessariamente o caso em que tal VM migrante seja sempre um tal hospedeiro para outros clientes. Além do mais, deve ser verificado que no decorrer da migração, uma VM-H 14 com a renúncia à posse de um dispositivo de hardware, na realidade, se torna uma VM-C 16, pelo menos de acordo com a terminologia usada aqui. Como deve ser verificado, então, a presente invenção embora apropriadamente revelada no contexto de VMs 14, 16 de hospedeiro e cliente, deve mais apropriadamente ser considerada sem se preocupar com termos tais como 'hospedeiro' ou 'cliente', isto é, em termos de uma VM possuindo hardware que é para migrar e, antes de fazer isso, renunciar a posse de tal hardware para uma outra VM.

A programação necessária para efetuar os processos executados em conjunto com a presente invenção é relativamente direta e deve ser evidente para o público de programação relevante. Em particular, a programação necessária para construir cada um dos objetos mostrados na figura 5 em particular e também para efetuar as etapas da figura 6 deve ser evidente com base na funcionalidade necessária para cada tal objeto e etapa. Dessa maneira, tal programação não é incluída aqui. Qualquer programação particular, então, pode ser utilizada para efetuar a presente invenção sem se afastar do seu espírito e escopo.

Na presente invenção, um método e mecanismo são providos para lidar com a informação de estado de uma VM-H 14 em um recurso 12 possuído por ela quando a VM-H 14 deve ser salva ou migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma. A informação de estado no recurso 12 pode ser deletada do recurso 12 na operação comum da mesma antes da migração, ou senão pode ser armazenada para recuperação posterior pela VM-H 14 depois da migração, ou senão pode ser processada por uma outra VM-H 14.

Deve ser verificado que mudanças poderiam ser feitas nas modalidades descritas acima sem se afastar de seus conceitos inventivos. Como um exemplo, embora a presente invenção seja apresentada em termos de um recurso de hardware 12 com informação de estado de uma VM-H 14, tal recurso 12 pode também ser um outro tipo de recurso com a informação de estado de uma VM-H 14, tal como um recurso de software 12, sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção. Como um outro exemplo, embora a presente

invenção seja apresentada em termos de uma pilha 22 e porta 24 para acessar o recurso 12, tal pilha 22 e porta 24 são planejadas para incluir não somente pilhas e portas, respectivamente, mas quaisquer outros mecanismos de acesso apropriados para acessar o recurso 12, todos sem se afastar do espírito e do escopo da presente invenção. Deve ser entendido, portanto, que essa invenção não é limitada às modalidades particulares reveladas, mas é planejada para cobrir modificações dentro do espírito e do escopo da presente invenção como definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de computação, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um recurso para prover um serviço de recurso e

um dispositivo de computação tendo primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) instanciadas no dispositivo de computação, cada VM para hospedar uma instância de um sistema operacional no qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas, a primeira VM inicialmente sendo acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso sendo inicialmente atribuído para a primeira VM tal que a primeira VM inicialmente possui o recurso e o serviço provido por esse, a primeira VM sendo uma construção de software no dispositivo de computação que pode ser salva e migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma, a primeira VM incluindo:

uma pilha de recurso correspondendo com e acessando o recurso de acordo com solicitações de acesso enviadas por meio de tal pilha de recurso,

uma primeira porta acoplada de modo comunicativo no recurso,

uma segunda porta acoplada de modo comunicativo em um meio de comunicações e

um mecanismo de redirecionamento de porta acoplado de modo comunicativo na pilha de recurso, na primeira porta e na segunda porta e enviando cada solicitação de acesso da pilha de recurso para ser enfileirada em uma da primeira porta e da segunda porta,

o mecanismo de redirecionamento de porta enviando cada solicitação de acesso da pilha de recurso para ser enfileirada na primeira porta até que a primeira VM é direcionada para ser salva ou migrada, cada solicitação de acesso na primeira porta sendo também enviada, por sua vez, para o recurso para ser influenciada por tal recurso,

o mecanismo de redirecionamento de porta enviando cada solicitação de acesso da pilha de recurso para a segunda porta com a primeira VM sendo direcionada para ser salva ou migrada e a seguir, cada solicitação de acesso na segunda porta sendo também enviada, por sua vez, somente depois que o recurso agiu sobre todas as solicitações de acesso enfileiradas na primeira porta e a seguir foi removido da posse pela primeira VM,

a segunda VM subseqüentemente sendo acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso sendo subseqüentemente atribuído para a segunda VM depois que o recurso é removido da primeira VM tal que a segunda VM subseqüentemente possui o recurso e o serviço provido por ele, a segunda VM como dona do recurso sendo acoplada de modo comunicativo na segunda porta da primeira VM por intermédio do meio de comunicações, cada solicitação de acesso na segunda porta sendo também enviada, por sua vez, para a segunda VM por intermédio do meio de comunicações e a seguir também enviada, por sua vez, para o recurso por intermédio da segunda VM para ser influenciada por tal recurso,

por meio disso, todas as solicitações de acesso da pilha de recurso da primeira VM

são influenciadas pelo recurso sucessivamente mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM e o salvamento ou migração pode ser completado a seguir.

2. Sistema de computação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação também tem um barramento de VM como o meio de comunicações acoplando de modo comunicativo a primeira VM e a segunda VM.

3. Sistema de computação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação tem o recurso.

4. Sistema de computação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso de hardware.

5. Sistema de computação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso do dispositivo de armazenamento.

6. Método com relação a um sistema de computação, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um recurso para prover um serviço de recurso e

um dispositivo de computação tendo primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) instanciadas no dispositivo de computação, cada VM para hospedar uma instância de um sistema operacional no qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas, a primeira VM sendo inicialmente acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso sendo inicialmente atribuído para a primeira VM, tal que a primeira VM inicialmente possui o recurso e o serviço provido por ele, a primeira VM incluindo:

uma pilha de recurso correspondendo com e acessando o recurso de acordo com as solicitações de acesso enviadas por meio de tal pilha de recurso,

uma primeira porta acoplada de modo comunicativo com o recurso,

uma segunda porta acoplada de modo comunicativo com um meio de comunicações e

um mecanismo de redirecionamento de porta acoplado de modo comunicativo na pilha de recurso, na primeira porta e na segunda porta e enviando cada solicitação de acesso da pilha de recurso para ser enfileirada em uma da primeira porta e da segunda porta,

o método compreendendo:

o mecanismo de redirecionamento de porta inicialmente enviando cada solicitação de acesso da pilha de recurso para ser enfileirada na primeira porta, cada solicitação de acesso quando enfileirada na primeira porta sendo também enviada por sua vez para o recurso para ser influenciada por tal recurso,

em primeiro lugar determinar que a primeira VM foi direcionada para ser salva ou migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma, e com a primeira determinação, o mecanismo de redirecionamento de porta enviando cada solicitação de acesso

da pilha de recurso para ser enfileirada na segunda porta e

em segundo lugar determinar que o recurso agiu sobre todas as solicitações de acesso enfileiradas em e enviadas pela primeira porta e com a segunda determinação:

remover o recurso da posse pela primeira VM e subseqüentemente acoplar de modo comunicativo a segunda VM no recurso e atribuir o recurso para a segunda VM, tal que a segunda VM possui o recurso e o serviço provido por ele,

acoplar de modo comunicativo a segunda VM como dona do recurso na segunda porta da primeira VM por intermédio do meio de comunicações,

também enviar por sua vez cada solicitação de acesso quando enfileirada na segunda porta para a segunda VM por intermédio do meio de comunicações, cada solicitação de acesso então sendo também enviada por sua vez para o recurso por intermédio da segunda VM para ser influenciada pelo dito recurso, por meio disso todas as solicitações de acesso da pilha de recurso da primeira VM são influenciadas pelo recurso sucessivamente mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM e

a seguir completar o salvamento ou migração da primeira VM.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação também tem um barramento de VM como o meio de comunicações acoplando de modo comunicativo a primeira VM e a segunda VM.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação tem o recurso.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso de hardware.

10. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso do dispositivo de armazenamento.

11. Método com relação a um sistema de computação, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um recurso para prover um serviço de recurso e

um dispositivo de computação tendo primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) instanciadas no dispositivo de computação, cada VM para hospedar uma instância de um sistema operacional no qual uma ou mais aplicações podem ser instanciadas, a primeira VM sendo inicialmente acoplada de modo comunicativo no recurso e o recurso sendo inicialmente atribuído para a primeira VM tal que a primeira VM inicialmente possui o recurso e o serviço provido por ele, o método compreendendo:

inicialmente enviar cada solicitação de acesso pelo recurso para tal recurso para ser influenciada pelo tal recurso,

em primeiro lugar determinar que a primeira VM foi direcionada para ser salva ou migrada de uma primeira plataforma para uma segunda plataforma, e com a primeira deter-

minação enviar cada solicitação de acesso pelo recurso para uma fila de sujeição e

em segundo lugar determinar que o recurso agiu sobre todas as solicitações de acesso enviadas para ele, e com a segunda determinação:

remover o recurso da posse pela primeira VM e subseqüentemente acoplar de modo comunicativo a segunda VM no recurso e atribuir o recurso para a segunda VM tal que a segunda VM possui o recurso e o serviço provido por ele,

acoplar de modo comunicativo a segunda VM como dona do recurso na fila de sujeição,

também enviar cada solicitação de acesso na fila de sujeição para a segunda VM, cada solicitação de acesso então sendo também enviada por sua vez para o recurso por intermédio da segunda VM para ser influenciada pelo dito recurso, por meio disso todas as solicitações de acesso pelo recurso são influenciadas pelo recurso mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM e

a seguir completar o salvamento ou migração da primeira VM.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação também tem um barramento de VM como o meio de comunicações acoplando de modo comunicativo a primeira VM e a segunda VM.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de computação tem o recurso.

14. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso de hardware.

15. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso é um recurso do dispositivo de armazenamento.

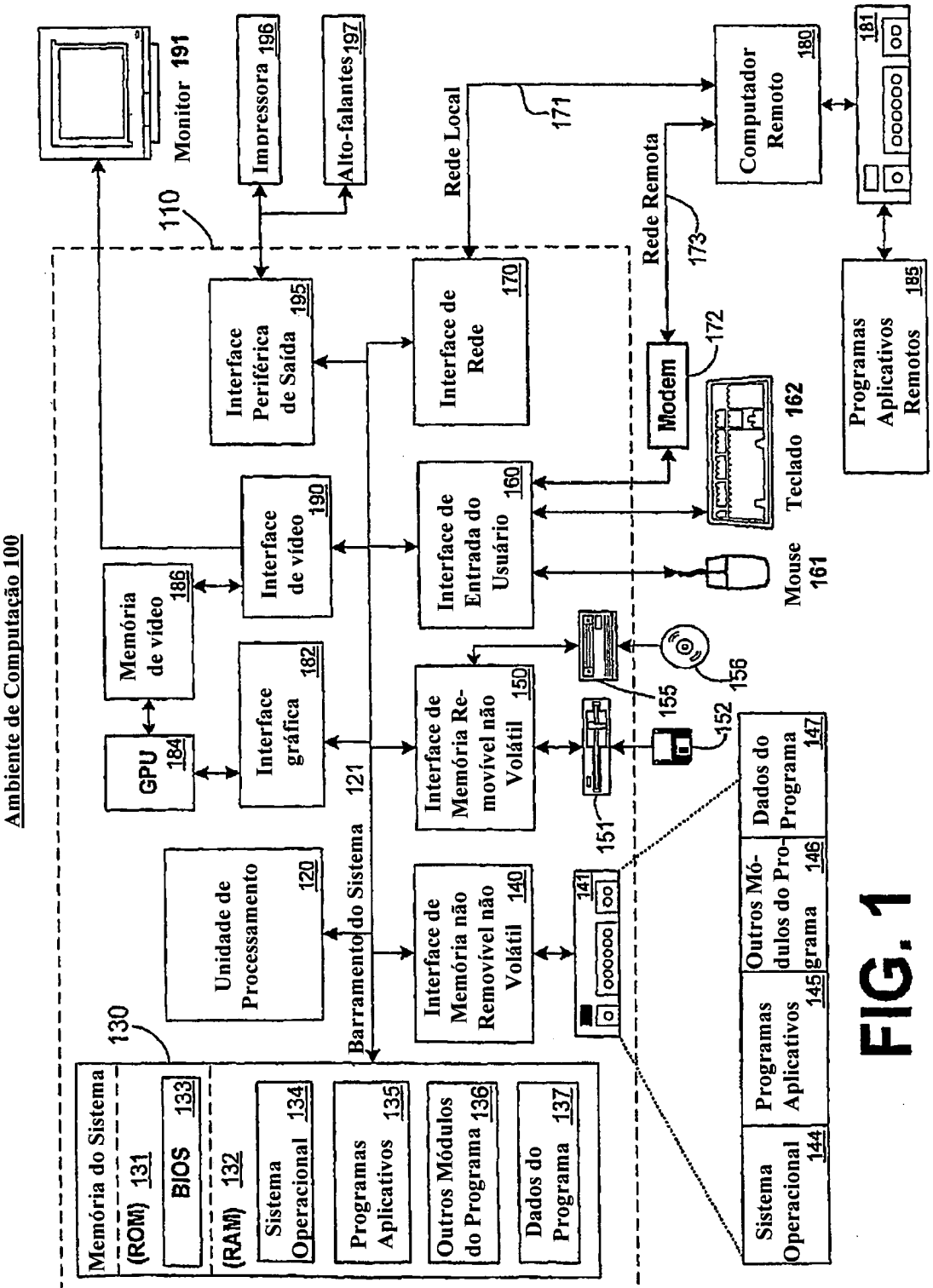

Ambiente de Computação 100
Memória do Sistema
(ROM) 131
BIOS 133
(RAM) 132
Sistema Operacional 134
Programas Aplicativos 135
Outros Módulos do Programa 136
Dados do Programa 137
130
Unidade de Processamento 120
Barramento do Sistema 121
Interface de Memória não Removível não Volátil 140
Interface de Memória Removível não Volátil 150
Interface gráfica 182
GPU 184
Memória de vídeo 186
Interface de vídeo 190
Interface Periférica de Saída 195
Interface de Rede 170
Interface de Entrada do Usuário 160
110
Monitor 191
Impressora 196
Alto-falantes 197
Rede Local 171
Rede Remota 173
Modem 172
Computador Remoto 180
Programas Aplicativos Remotos 185
181
Mouse 161
Teclado 162
141
151
155
156
152
Sistema Operacional 144
Programas Aplicativos 145
Outros Módulos do Programa 146
Dados do Programa 147

FIG. 1

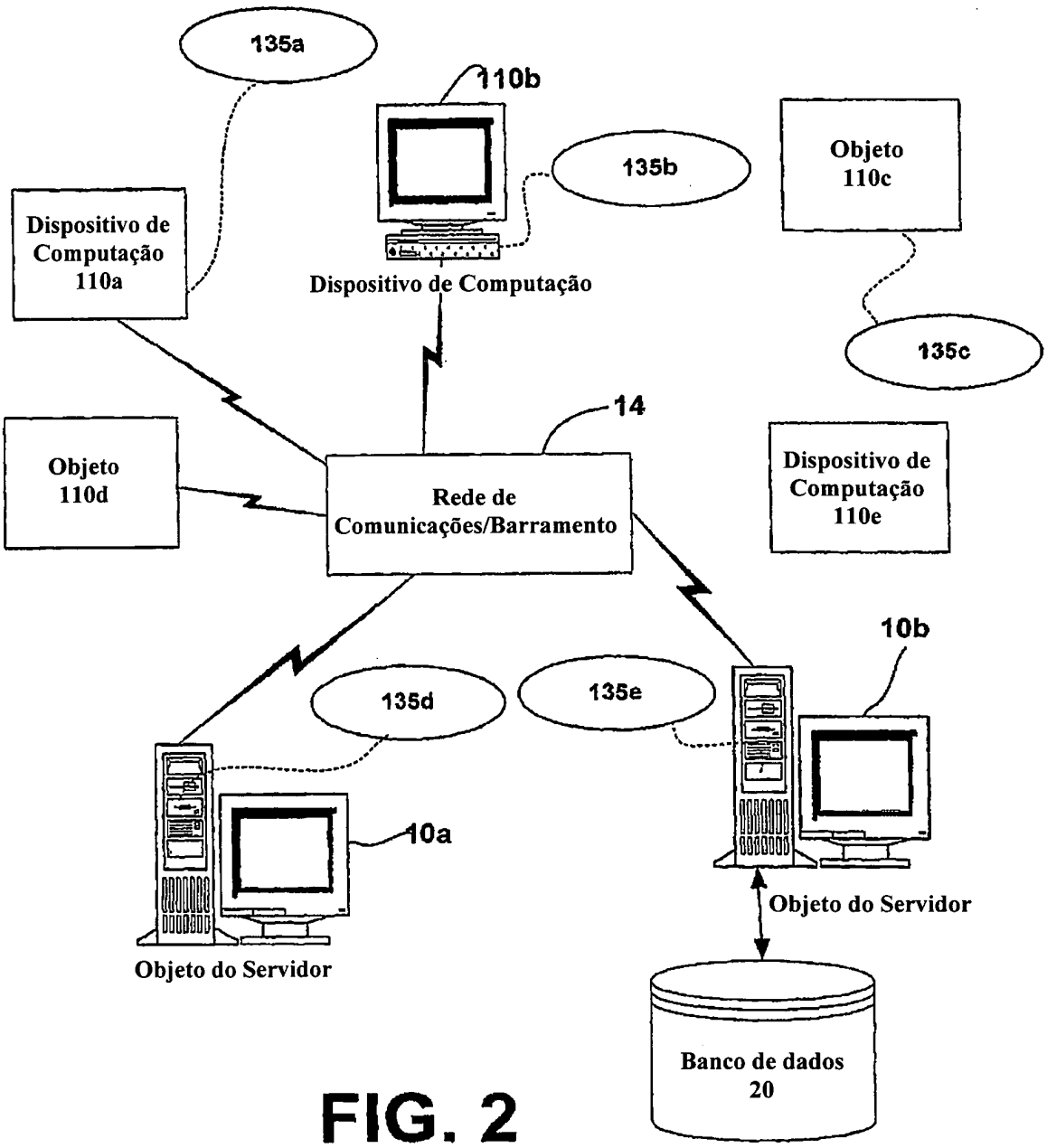

135a
110b
135b
Objeto
110c
Dispositivo de
Computação
110a
Dispositivo de Computação
135c
14
Objeto
110d
Rede de
Comunicações/Barramento
Dispositivo de
Computação
110e
10b
135d
135e
10a
Objeto do Servidor
Objeto do Servidor
Banco de dados
20

FIG. 2

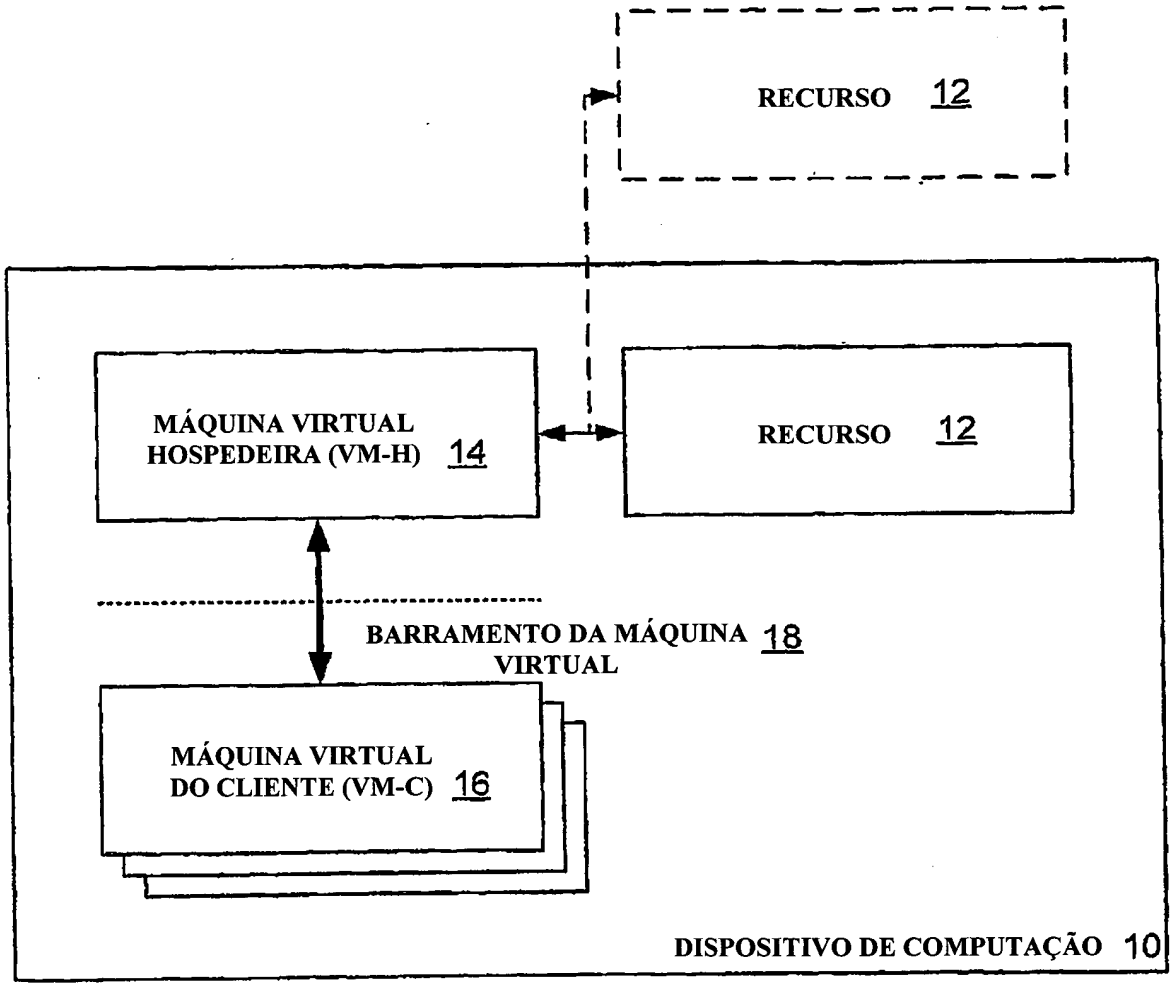

RECURSO 12
MÁQUINA VIRTUAL HOSPEDEIRA (VM-H) 14
RECURSO 12
BARRAMENTO DA MÁQUINA VIRTUAL 18
MÁQUINA VIRTUAL DO CLIENTE (VM-C) 16
DISPOSITIVO DE COMPUTAÇÃO 10

FIG. 3

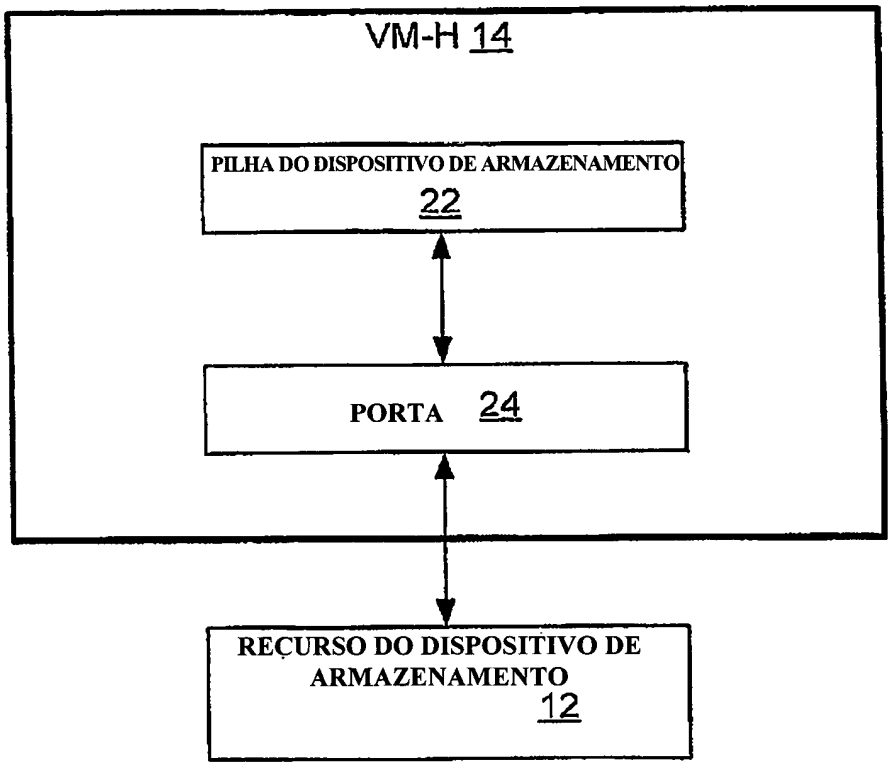

VM-H 14
PILHA DO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO
22
PORTA 24
RECURSO DO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO
12

FIG. 4

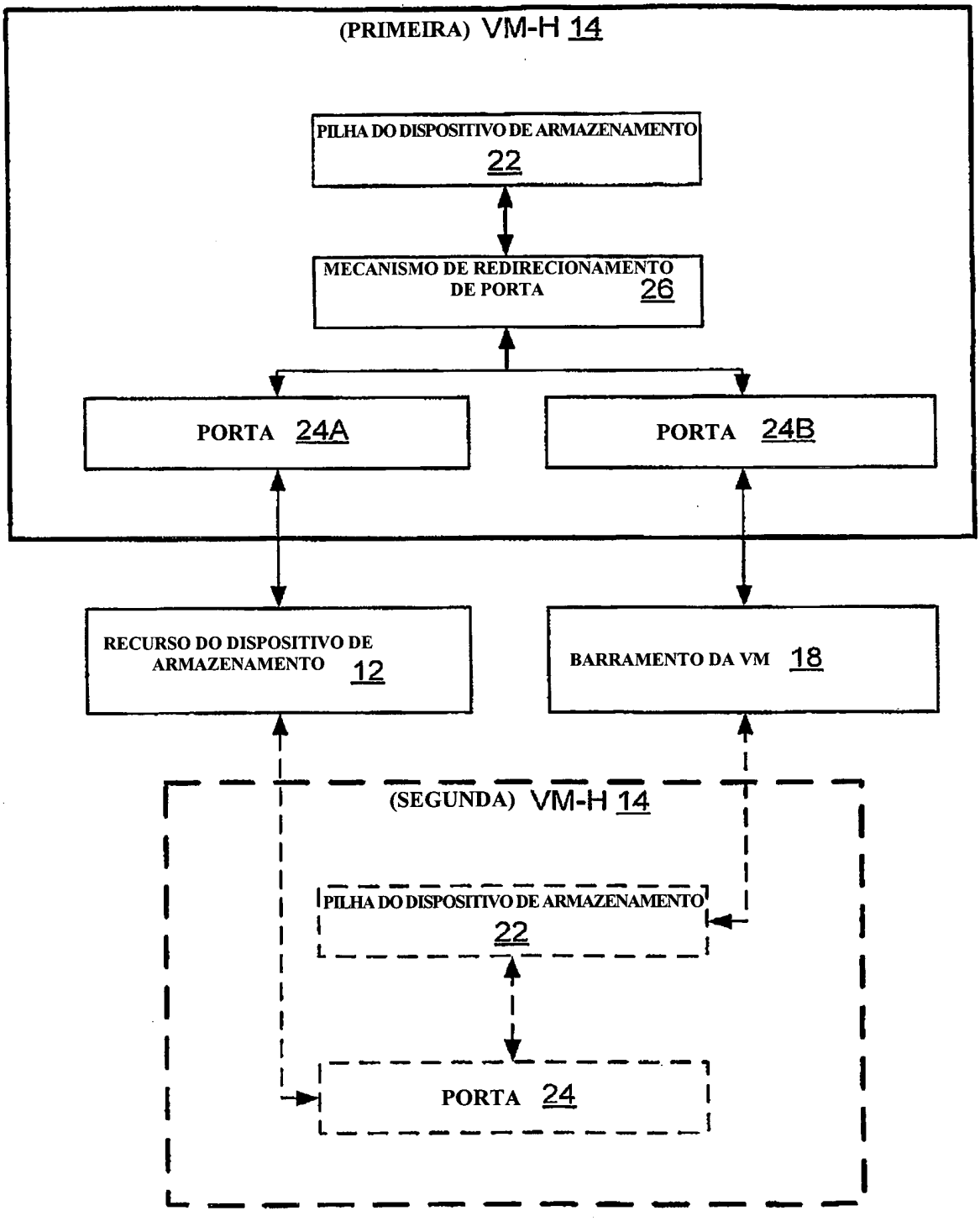

(PRIMEIRA) VM-H 14
PILHA DO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 22
MECANISMO DE REDIRECIONAMENTO DE PORTA 26
PORTA 24A
PORTA 24B
RECURSO DO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12
BARRAMENTO DA VM 18
(SEGUNDA) VM-H 14
PILHA DO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 22
PORTA 24

FIG. 5

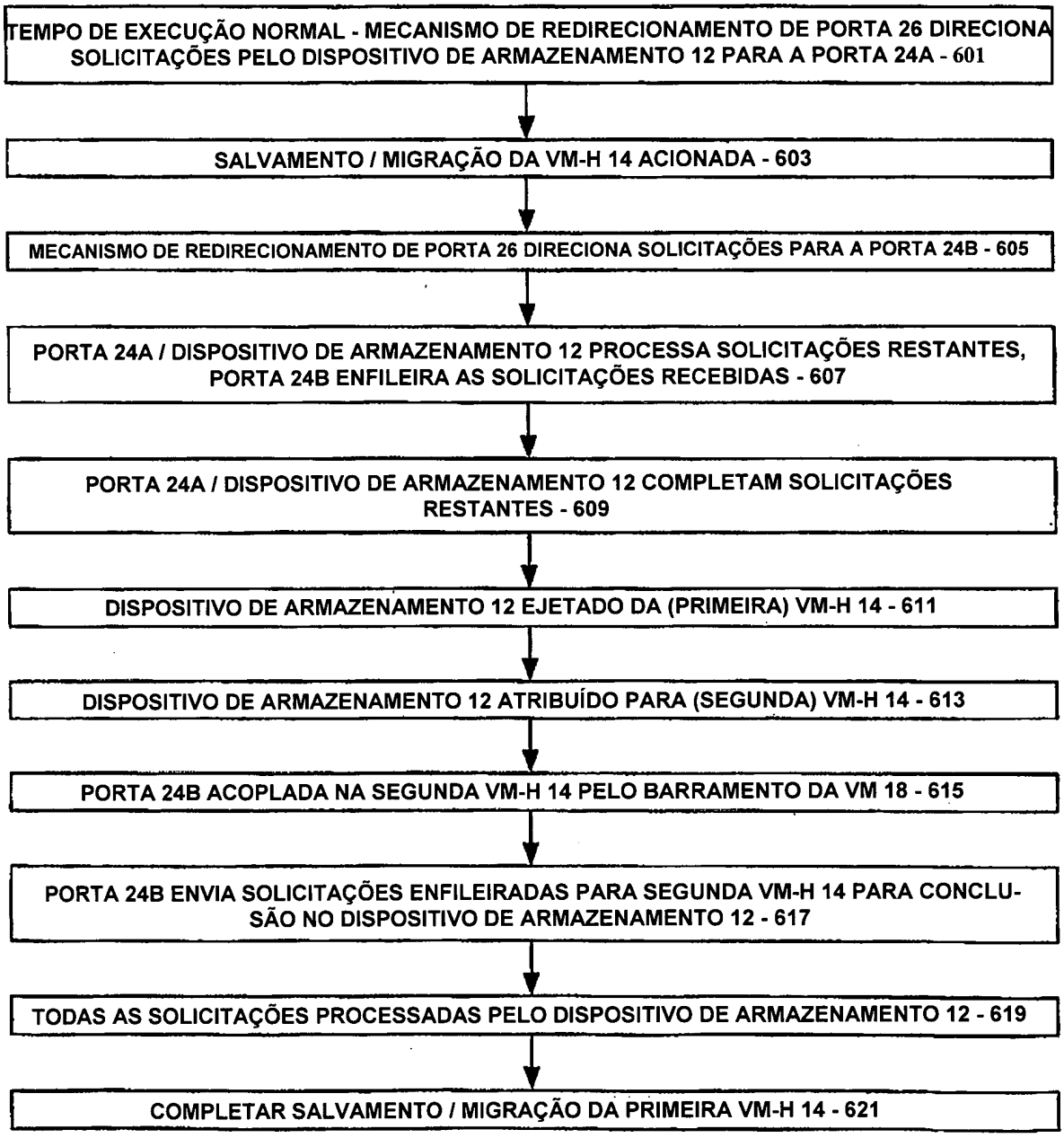

TEMPO DE EXECUÇÃO NORMAL - MECANISMO DE REDIRECIONAMENTO DE PORTA 26 DIRECIONA SOLICITAÇÕES PELO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 PARA A PORTA 24A - 601
SALVAMENTO / MIGRAÇÃO DA VM-H 14 ACIONADA - 603
MECANISMO DE REDIRECIONAMENTO DE PORTA 26 DIRECIONA SOLICITAÇÕES PARA A PORTA 24B - 605
PORTA 24A / DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 PROCESSA SOLICITAÇÕES RESTANTES, PORTA 24B ENFILEIRA AS SOLICITAÇÕES RECEBIDAS - 607
PORTA 24A / DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 COMPLETAM SOLICITAÇÕES RESTANTES - 609
DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 EJETADO DA (PRIMEIRA) VM-H 14 - 611
DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 ATRIBUÍDO PARA (SEGUNDA) VM-H 14 - 613
PORTA 24B ACOPLADA NA SEGUNDA VM-H 14 PELO BARRAMENTO DA VM 18 - 615
PORTA 24B ENVIA SOLICITAÇÕES ENFILEIRADAS PARA SEGUNDA VM-H 14 PARA CONCLUSÃO NO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 - 617
TODAS AS SOLICITAÇÕES PROCESSADAS PELO DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO 12 - 619
COMPLETAR SALVAMENTO / MIGRAÇÃO DA PRIMEIRA VM-H 14 - 621

FIG. 6

PI0708338-6

RESUMO

"MIGRAÇÃO DE UMA MÁQUINA VIRTUAL QUE POSSUI UM RECURSO TAL COMO UM DISPOSITIVO DE HARDWARE"

Um dispositivo de computação tem primeira e segunda máquinas virtuais (VMs) e um recurso atribuído para a primeira VM. Cada solicitação de acesso pelo recurso é enviada para ele até que a primeira VM é para ser salva ou migrada. A seguir, cada solicitação de acesso é enviada para uma fila de sujeição. Quando o recurso tiver agido sobre todas as solicitações de acesso enviadas para ele, o recurso é novamente atribuído para a segunda VM, e cada solicitação de acesso na fila de sujeição é enviada para a segunda VM e a seguir o recurso. Assim, todas as solicitações de acesso pelo recurso são influenciadas pelo recurso mesmo depois que o recurso é removido da primeira VM e atribuído para a segunda VM, e o salvamento ou migração da primeira VM pode ser, a seguir, concluído.