

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2009.02.09</b>	(73) Titular(es): <b>INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION</b> <b>NEW ORCHARD ROAD ARMONK, NY 10504 US</b>
(30) Prioridade(s): <b>2008.02.14 US 30961</b>	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2010.04.14</b>	
(45) Data e BPI da concessão: <b>2010.09.22</b> <b>205/2010</b>	(72) Inventor(es): <b>DANIEL CASPER</b> US <b>MARK BENDYK</b> US <b>ROGER HATHORN</b> US <b>JOHN FLANAGAN</b> US <b>CLINT HARDY</b> US
	(74) Mandatário: <b>PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA</b> <b>RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA</b> PT

(54) Epígrafe: **REDUÇÃO DE CONFLITOS DE ACESSO A DISPOSITIVOS RESERVADOS**

(57) Resumo:

PROPORCIONAM-SE UM PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR, UM APARELHO E UM MÉTODO PARA REDUZIR CONFLITOS DE ACESSO A DISPOSITIVOS RESERVADOS NUMA UNIDADE DE CONTROLO EM COMUNICAÇÃO COM UMA PLURALIDADE DE SISTEMAS OPERATIVOS ATRAVÉS DE UM OU MAIS CANAIS. O PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR INCLUI UM MEIO DE ARMAZENAMENTO TANGÍVEL LEGÍVEL POR UM CIRCUITO DE PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO INSTRUÇÕES PARA EXECUÇÃO PELO CIRCUITO DE PROCESSAMENTO PARA EXECUTAR UM MÉTODO QUE INCLUI RECEBER UMA MENSAGEM DE COMANDO NA UNIDADE DE CONTROLO A PARTIR DE UM PRIMEIRO SISTEMA OPERATIVO, INCLUINDO UM COMANDO DE OPERAÇÃO DE I/O PARA UM DISPOSITIVO. UM INDICADOR DE DISPOSITIVO OCUPADO É RECEBIDO, INDICANDO QUE UM SEGUNDO SISTEMA OPERATIVO RESERVOU O DISPOSITIVO. UMA MENSAGEM DE COMANDO É COLOCADA NUMA FILA DE DISPOSITIVO OCUPADO EM RESPOSTA AO INDICADOR DE DISPOSITIVO OCUPADO. A UNIDADE DE CONTROLO MONITORIZA A EXISTÊNCIA DE UM INDICADOR DE TERMINAÇÃO DE DISPOSITIVO. ACEDE-SE À FILA DE DISPOSITIVO OCUPADO PARA EXECUTAR O COMANDO DE OPERAÇÃO DE I/O EM RESPOSTA AO INDICADOR DE TERMINAÇÃO DE DISPOSITIVO.

## **RESUMO**

### **"REDUÇÃO DE CONFLITOS DE ACESSO A DISPOSITIVOS RESERVADOS"**

Proporcionam-se um produto de programa de computador, um aparelho e um método para reduzir conflitos de acesso a dispositivos reservados numa unidade de controlo em comunicação com uma pluralidade de sistemas operativos através de um ou mais canais. O produto de programa de computador inclui um meio de armazenamento tangível legível por um circuito de processamento e armazenamento instruções para execução pelo circuito de processamento para executar um método que inclui receber uma mensagem de comando na unidade de controlo a partir de um primeiro sistema operativo, incluindo um comando de operação de I/O para um dispositivo. Um indicador de dispositivo ocupado é recebido, indicando que um segundo sistema operativo reservou o dispositivo. Uma mensagem de comando é colocada numa fila de dispositivo ocupado em resposta ao indicador de dispositivo ocupado. A unidade de controlo monitoriza a existência de um indicador de terminação de dispositivo. Acende-se à fila de dispositivo ocupado para executar o comando de operação de I/O em resposta ao indicador de terminação de dispositivo.

## **DESCRIÇÃO**

### **"REDUÇÃO DE CONFLITOS DE ACESSO A DISPOSITIVOS RESERVADOS"**

#### **ÂMBITO DA INVENÇÃO**

A presente divulgação refere-se, em geral, a um processamento de entrada/saída e, em particular, à redução de problemas de conflitos entre dispositivos associada com múltiplos pedidos para aceder a um dispositivo reservado.

#### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

As operações de entrada/saída (I/O) são utilizadas para transferir dados entre memórias e dispositivos de I/O de um sistema de processamento I/O. Especificamente, os dados são escritos, a partir de uma memória, em um ou mais dispositivos de I/O e os dados são lidos, a partir de um ou mais dispositivos de I/O, para a memória executando operações de I/O.

Para facilitar o processamento de operações de I/O, é empregue um sub-sistema de I/O do sistema de processamento de I/O. O sub-sistema de I/O está ligado à memória principal e aos dispositivos de I/O do sistema de processamento de I/O e direcciona o fluxo de informação entre a memória e os dispositivos de I/O. Um exemplo de um sub-sistema I/O é um sub-sistema de canal. O sub-sistema de canal utiliza percursos de canal como meios de comunicação. Cada percurso de canal

inclui um canal ligado a uma unidade de controlo, estando ainda a unidade de controlo ligada a um ou mais dispositivos de I/O.

O sub-sistema de canal pode empregar palavras de comando de canal (CCW) para transferir dados entre os dispositivos de I/O e a memória. Uma CCW especifica o comando a ser executado. Para comandos iniciando certas operações de I/O, a CCW designa a área de memória associada com a operação, a acção a ser tomada sempre que uma transferência de ou a partir da área é completada e outras opções.

Durante o processamento de I/O, uma lista de CCW é extraída de uma memória por um canal. O canal decompõe cada comando a partir da lista de CCW e encaminha vários comandos, cada comando como uma entidade própria, para uma unidade de controlo ligada ao canal. A unidade de controlo processa, depois, os comandos. O canal segue o estado de cada comando e controla o instante em que o próximo conjunto de comandos deve ser enviado para a unidade de controlo para processamento. O canal assegura que cada comando seja enviado para a unidade de controlo como uma entidade própria. Além disso, o canal infere certas informações associadas com o processamento da resposta da unidade de controlo para cada comando.

Executar o processamento I/O por CCW pode envolver uma grande quantidade de processamento adicional para o sub-sistema de canal, uma vez que os canais decompõem as CCW, seguem a informação de estado e reagem às respostas das unidades de controlo. Portanto, pode ser benéfico desviar muita da carga de processamento, associada com a interpretação e gestão das CCW e da informação de estado do sub-sistema de canal, para as unidades de controlo. Simplificando o papel dos canais na

comunicação entre as unidades de controlo e um sistema operativo no sistema de processamento I/O, pode aumentar a capacidade da comunicação uma vez que são executadas menos troca de sinalização mútua.

Problemas adicionais podem surgir na gestão dos pedidos de canais controlados por múltiplos sistemas operativos para comandar um dispositivo de I/O comum através de uma unidade de controlo. Os múltiplos sistemas operativos podem existir sobre um computador central comum ou através de múltiplos computadores centrais, incluindo cada computador central um sub-sistema de canal e elementos de processamento. Quando múltiplos sistemas operativos tentam aceder a um dispositivo de I/O comum que tenha sido reservado, a unidade de controlo recebe, tipicamente, um indicador de dispositivo ocupado do dispositivo de I/O e reporta o indicador de dispositivo ocupado aos canais controlados pelos sistemas operativos requerendo acesso. O pedido de acesso pode ser um comando para executar uma operação de I/O com ou sem reserva. Quando o dispositivo de I/O deixa de estar ocupado, a unidade de controlo envia um indicador de terminação de dispositivo para os sistemas operativos, através dos seus canais respectivos, para os notificar de que o dispositivo de I/O está disponível. Os sub-sistemas de canal podem, então, fazer novamente o pedido tentado anteriormente, ganhando o canal que chegou primeiro a condição de competição relativamente a outros canais competindo para aceder ao dispositivo de I/O. Um computador central de resposta mais rápida pode, efectivamente, bloquear computadores centrais de resposta mais lenta, uma vez que os pedidos de reserva são concedidos ao primeiro sistema a efectuar o pedido. Por exemplo, um sistema operativo em execução num computador central que está mais distante do dispositivo de I/O pode ser impedido de aceder ao dispositivo de I/O por longos

períodos de tempo, dado que um sistema operativo em execução num computador central que está mais perto do dispositivo de I/O tem um atraso de transporte de comunicação mais curto. Então, dado que a disputa para reservar o dispositivo de I/O e os pedidos de acesso subsequentes aumentam, a disparidade entre sistemas operativos no acesso ao dispositivo de I/O também aumenta. Desta forma, existe uma necessidade na técnica de redução de conflitos entre dispositivos de I/O reservados numa unidade de controlo em comunicação com uma pluralidade de sistemas operativos através de um ou mais canais.

O documento US 2005/0102456 divulga um método para executar a arbitragem para o acesso a um recurso partilhado, de acordo com a porção pré-caracterizadora da reivindicação 1.

### **BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A invenção proporciona um método como reivindicado na reivindicação 1 e sistema e programa de computador correspondentes.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

O assunto que é considerado como a invenção é salientado em particular e reivindicado distintamente nas reivindicações na conclusão da descrição. Os objectivos anteriores e outros objectivos, características e vantagens da invenção são evidentes a partir das descrições detalhadas seguintes consideradas em associação com os desenhos anexos nos quais:

A FIG. 1 mostra uma forma de realização de um sistema de processamento de I/O, incorporando e utilizando um ou mais aspectos da presente invenção;

A FIG. 2A mostra um exemplo de uma palavra de comando de canal de uma técnica anterior;

A FIG. 2B mostra um exemplo de um programa de canal de uma palavra de comando de canal da técnica anterior;

A FIG. 3 mostra uma forma de realização de um protocolo de ligação da técnica anterior, utilizado para comunicar entre um canal e uma unidade de controlo, para executar o programa de canal de uma palavra de comando de canal da FIG. 2B;

A FIG. 4 mostra uma forma de realização de um programa de canal de uma palavra de controlo de transporte, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 5 mostra uma forma de realização de um protocolo de ligação, utilizado para comunicar entre um canal e uma unidade de controlo, para executar o programa de canal de uma palavra de controlo de transporte da FIG. 4, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 6 mostra uma forma de realização de um protocolo de ligação de uma técnica anterior, utilizado para comunicar entre um canal e uma unidade de controlo, para executar quatro comandos lidos de um programa de canal de uma palavra de controlo de transporte;

A FIG. 7 mostra uma forma de realização de um protocolo de ligação, utilizado para comunicar entre um canal e uma unidade de controlo, para processar os quatro comandos lidos de um programa de canal de uma palavra de controlo de transporte, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 8 mostra uma forma de realização de uma unidade de controlo e de um canal, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 9 mostra uma forma de realização de uma mensagem de resposta, comunicada a partir de uma unidade de controlo para um canal, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 10 mostra uma forma de realização de uma unidade de controlo em comunicação com uma pluralidade de computadores centrais, de acordo com um aspecto da presente invenção;

A FIG. 11 mostra uma forma de realização de um processo para a redução de conflitos entre dispositivos reservados; e

A FIG. 12 mostra uma forma de realização de um programa de computador incorporando um ou mais aspectos da presente invenção.

A descrição detalhada explica as formas de realização preferidas da invenção, conjuntamente com as vantagens e características, a título de exemplo, fazendo referência aos desenhos.



## **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

De acordo com um aspecto da presente invenção, o processamento de entrada/saída I/O é facilitado com a redução de conflitos para aceder a um dispositivo de I/O reservado. Por exemplo, o processamento I/O é facilitado por permitir facilmente acesso à informação, tal como dados de estado e de medição, associada com o processamento de I/O. Além disso, o processamento de I/O é facilitado, num exemplo, por reduzir as comunicações entre componentes de um sistema de processamento de I/O utilizado para executar o processamento de I/O. Por exemplo, é reduzido o número de trocas e sequências entre um adaptador de comunicações I/O de um computador central, tal como um canal, e uma unidade de controlo. Isto é conseguido enviando uma pluralidade de comandos do adaptador de comunicações de I/O para a unidade de controlo como uma entidade única para execução pela unidade de controlo e enviando, pela unidade de controlo, os dados resultantes dos comandos, se existirem, como uma entidade única.

A pluralidade de comandos é incluída num bloco, referido daqui em diante como bloco de controlo de comando de transporte (TCCB), cujo endereço é especificado numa palavra de controlo de transporte (TCW). A TCW é enviada de um sistema operativo ou de outra aplicação para o adaptador de comunicações de I/O que, por sua vez, encaminha o TCCB numa mensagem de comando para a unidade de controlo para processamento. A unidade de controlo processa cada um dos comandos que não possua um seguimento do estado relativo a esses comandos individuais por parte do adaptador de comunicações de I/O. A pluralidade de comandos é também referida como um programa de canal, que é decomposto e

executado na unidade de controlo e não no adaptador de comunicações de I/O.

Numa forma de realização exemplificativa, a unidade de controlo gera uma mensagem de resposta incluindo informação de estado e de estado estendido em resposta à execução do programa de canal. A unidade de controlo também pode gerar uma mensagem de resposta sem executar o programa de canal num número limitado de cenários de comunicação, e. g., para informar o adaptador de comunicações de I/O de que o programa de canal não será executado. A unidade de controlo pode incluir vários elementos para apoiar a comunicação entre o adaptador de comunicações de I/O e os dispositivos de I/O, bem como apoiar a execução do programa de canal. Por exemplo, a unidade de controlo pode incluir lógica de controlo para decompor e processar mensagens, para além de uma ou mais filas, temporizadores e registos para facilitar a comunicação e monitorização do estado. O adaptador de comunicações de I/O decompõe a mensagem de resposta, extraíndo a informação de estado e de estado estendido, e executa cálculos adicionais utilizando a informação extraída.

Quando múltiplos sistemas operativos em execução em um ou mais computadores centrais tentam aceder a um dispositivo de I/O reservado através de uma unidade de controlo em comunicação com um ou mais adaptadores de I/O num ou mais computadores centrais, pode acontecer conflitos de acesso. De forma a executar certas operações de I/O, o dispositivo de I/O pode ser reservado para acesso exclusivo a um conjunto de canais (grupo de caminhos) sob o controlo de um sistema operativo requisitante. Um grupo de caminhos pode ser estabelecido de forma a permitir a existência de uma reserva de dispositivo a partir de múltiplos canais para o mesmo computador central. Uma vez o dispositivo de I/O seja

reservado, são bloqueadas tentativas subsequentes por outros sistemas operativos de reservar ou utilizar o dispositivo de I/O, enviando o dispositivo de I/O, de volta, um indicador de dispositivo ocupado. Numa forma de realização exemplificativa, múltiplos comandos incluindo pedidos de reserva recebidos na unidade de controlo para o dispositivo de I/O, são colocados numa fila enquanto o indicador de dispositivo ocupado estiver presente. Em resposta à remoção, pelo dispositivo de I/O, do indicador de dispositivo ocupado, e. g., um indicador de terminação de dispositivo, a unidade de controlo acede à fila e determina o próximo comando a ser processado. A fila pode utilizar várias técnicas de gestão de filas, tais como o serviço primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO), serviço baseado em prioridades e serviço em sequência periódica. O serviço FIFO trata os comandos pela ordem de recepção. O serviço baseado nas prioridades permite que os comandos com elevada prioridade sejam servidos antes dos comandos com prioridades baixas. O serviço em sequência periódica trata cada ligação de comunicação a partir de diferentes sistemas operativos de forma cíclica. Utilizar uma fila para gerir os pedidos para aceder a um dispositivo de I/O reservado simplifica a comunicação entre a unidade de controlo e os adaptadores I/O controlados por sistemas operativos e reduz os conflitos para evitar que computadores centrais com resposta mais lenta sejam bloqueados de forma desproporcionada por computadores centrais de resposta mais rápida.

Um exemplo de um sistema de processamento de I/O incorporando e utilizando um ou mais aspectos da presente invenção é descrito em referência à FIG. 1. O sistema 100 de processamento de I/O inclui um computador 101 central, que inclui ainda, por exemplo, uma memória 102 principal, uma ou mais unidades 104 de processamento centrais (CPU), um elemento

106 de controlo de armazenamento e um sub-sistema 108 de canal. O computador central pode ser um sistema de computação de larga escala, tal como um computador principal ou servidor. O sistema 100 de processamento de I/O inclui também uma ou mais unidades 110 de controlo e um ou mais dispositivos 112 de I/O, cada um dos quais é descrito em seguida.

A memória 102 principal armazena dados e programas, que podem ser introduzidos a partir de dispositivos 112 de I/O. Por exemplo, a memória 102 principal pode incluir um ou mais sistemas 103 operativos (OS) que são executados por uma ou mais das CPU 104. Por exemplo, uma CPU 104 pode executar um sistema 103 operativo Linux® e um sistema 103 operativo z/OS® como diferentes instâncias de máquina virtual. A memória 102 principal é endereçável directamente e assegura um processamento de dados de alta velocidade pelas CPU 104 e pelo sub-sistema 108 de canal.

A CPU 104 é o centro de controlo do sistema 100 de processamento de I/O. Esta contém unidades de sequenciação e processamento para a execução de instruções, interrupção de acções, funções de sincronização, carregamento de programa inicial e outras funções relacionadas com o equipamento. A CPU 104 está ligada ao elemento 106 de controlo de armazenamento através de uma ligação 114, tal como um barramento bidireccional ou unidireccional.

O elemento 106 de controlo de armazenamento está ligado à memória 102 principal através de uma ligação 116, tal com um barramento; às CPU 104 através da ligação 114; e ao sub-sistema 108 de canal através de uma ligação 118. O elemento 106 de controlo de armazenamento controla, por exemplo, a colocação

numa fila e a execução dos pedidos feitos pela CPU 104 e o sub-sistema 108 de canal.

Numa forma de realização exemplificativa, o sub-sistema 108 de canal fornece um interface de comunicação entre o computador 101 central e as unidades 110 de controlo. O sub-sistema 108 de canal está ligado ao elemento 106 de controlo de armazenamento, como descrito anteriormente, e a cada unidade 110 de controlo através de uma ligação 120, tal como uma ligação série. A ligação 120 pode ser implementada como uma ligação óptica, empregando guias de onda monomodo ou multimodo numa fabricação de Canal em Fibra. O sub-sistema 108 de canal dirige o fluxo de informação entre os dispositivos 112 de I/O e a memória 102 principal. Este liberta as CPU 104 da tarefa de comunicar directamente com os dispositivos 112 de I/O e permite que o processamento de dados prossiga paralelamente com o processamento de I/O. O sub-sistema 108 de canal utiliza um ou mais percursos 122 de canal como ligações de comunicação na gestão do fluxo de informação para ou dos dispositivos 112 de I/O. Como parte do processamento de I/O, o sub-sistema 108 de canal também executa as funções de gestão de percursos para testar a disponibilidade de percursos de canal, seleccionando um percurso 122 de canal disponível e iniciando a execução da operação com os dispositivos 112 de I/O.

Cada percurso 122 de canal inclui um canal 124 (os canais 124 estão localizados dentro do sub-sistema 108 de canal, num exemplo, como mostrado na FIG. 1), uma ou mais unidades 110 de controlo e uma ou mais ligações 120. Noutro exemplo, é também possível ter um ou mais comutadores dinâmicos (não representados) como parte do percurso 122 de canal. Um comutador dinâmico está ligado a um canal 124 e a uma unidade 110 de

controle e fornece a capacidade de interligar fisicamente quaisquer duas ligações que estejam ligadas ao comutador. Noutro exemplo, é também possível ter múltiplos sistemas e, portanto, múltiplos sub-sistemas de canal (não representados) ligados à unidade 110 de controle.

Também existem sub-canais (não representados) localizados dentro do sub-sistema 108 de canal. Um sub-canal é fornecido para e dedicado a cada dispositivo 112 de I/O acessível a um programa através do sub-sistema 108 de canal. Um sub-canal (e. g., uma estrutura de dados, tal como uma tabela) fornece a aparência lógica de um dispositivo para o programa. Cada sub-canal fornece informação relativa ao dispositivo 112 I/O associado e a sua ligação ao sub-sistema 108 de canal. O sub-canal também fornece informação relativa às operações de I/O e outras funções envolvendo o dispositivo 112 de I/O associado. O sub-canal é o meio pelo qual o sub-sistema 108 de canal fornece informação acerca dos dispositivos 112 de I/O associados à CPU 104, que obtém esta informação executando instruções de I/O.

O sub-sistema 108 de canal está ligado a uma ou mais unidades 110 de controle. Cada unidade 110 de controle fornece a lógica para operar e controlar um ou mais dispositivos 112 de I/O e adapta, através da utilização de facilidades comuns, as características de cada dispositivo 112 de I/O ao interface de ligação fornecido pelo canal 124. As facilidades comuns fornecem, para a execução de operações de I/O, indicações relativas o estado do dispositivo 112 de I/O e da unidade 110 de controle, controle dos dados de temporização sobre o percurso 122 de canal e certos níveis de controle do dispositivo 112 de I/O.

Cada unidade 110 de controlo está ligada através de uma ligação 126 (e. g., um barramento) a um ou mais dispositivos 112 I/O. Os dispositivos 112 I/O recebem informação ou armazenam informação na memória 102 principal e/ou outra memória. Exemplos de dispositivos 112 de I/O incluem leitores de cartões e furadores, unidades de banda magnética, dispositivos de armazenamento de acesso directo, monitores, teclados, impressoras, dispositivos apontadores, dispositivos de teleprocessamento, controladores de comunicação e equipamento baseado em sensores, para nomear alguns.

Um ou mais dos componentes anteriores do sistema 100 de processamento de I/O são, além disso, descritos em "IBM® z/Architecture Principles of Operation," Publicação No. SA22-7832-05, 6ª Edição, Abril de 2007, na Patente U.S. Nº. 5461721 intitulada "System For Transferring Data Between I/O Devices And Main Or Expanded Storage Under Dynamic Control Of Independent Indirect Access Words (IDAWS)," Cormier *et al.*, publicada em 24 de Outubro de 1995; e na Patente U.S. Nº. 5526484 intitulada "Method And System For Pipelining The Processing Of Channel Command Words," Casper *et al.*, publicada em 11 de Junho de 1996. IBM é uma marca registada da International Business Machines Corporation, Armonk, Nova Iorque, EUA. Outros nomes utilizados aqui podem ser marcas registadas, marcas ou nomes de produtos da International Business Machines Corporation ou outras empresas.

Numa forma de realização, são utilizadas palavras de comando de canal (CCW) para transferir dados entre os dispositivos 112 de I/O e a memória 102. Uma CCW especifica o comando a ser executado e inclui outros campos para processamento de controlo. Um exemplo de uma CCW é descrito em

referência à FIG. 2A. Uma CCW 200 inclui, por exemplo, um código 202 de comando especificando o comando a ser executado (e. g., ler, ler para trás, controlo, amostrar e escrever); uma pluralidade de indicadores 204 utilizados para controlar a operação de I/O; para comandos que especificam a transferência de dados, um campo 206 de contagem que especifica o número de bytes na área de armazenamento designada pelo CCW para ser transferida; e um endereço 208 de dados que aponta para uma localização na memória principal que inclui dados, quando o endereçamento directo é utilizado, ou para uma lista (e. g., uma lista contínua) de palavras de endereço de dados indirecto modificadas (MIDAW) para serem processadas, quando o endereçamento de dados indirecto modificado é utilizado. O endereçamento indirecto modificado é descrito, além disso, no Pedido de Patente Publicada U.S. Número 20080043563, intitulada "Flexibly Controlling The Transfer Of Data Between Input/Output Devices And Memory," Brice *et al.*, apresentada em 15 de Agosto de 2006.

Uma ou mais CCW organizadas para execução sequencial formam um programa de canal, também referido aqui por programa de canal CCW. O programa de canal CCW é instalado por, por exemplo, um sistema operativo, ou outro software. O software instala as CCW e obtém os endereços de memória atribuídos ao programa de canal. Um exemplo de um programa de canal CCW é descrito em referência à FIG. 2B. Um programa 210 de canal CCW inclui, por exemplo, uma CCW 212 de definição de extensão que tem um apontador 214 para uma localização de memória para dados de definição de extensão 216 para ser utilizado com o comando de definição de extensão. Neste exemplo, uma transferência no canal 218 (TIC) segue-se ao comando de definição de extensão que refere o programa de canal para outra área de memória (e. g., uma área de aplicação) que



inclui um ou mais CCW, de forma a localizar o registo 217 que tem um ponteiro 219 para localizar os dados 220 de registo, e um ou mais CCW 221 de leitura. Cada CCW 221 de leitura tem um ponteiro 222 para uma área 224 de dados. A área de dados inclui um endereço para aceder directamente aos dados ou uma lista de palavras de endereços de dados (e. g., MIDAW ou IDAW) para aceder aos dados indirectamente. Além disso, o programa 210 de canal CCW inclui uma área pré-determinada no sub-sistema de canal definida pelo endereço do dispositivo chamado o sub-canal para o estado 226 resultante da execução do programa de canal CCW.

O processamento de um programa de canal CCW é descrito em referência à FIG. 3, bem como em referência à FIG. 2B. Em particular, a FIG. 3 mostra um exemplo das várias trocas e sequências que ocorrem entre um canal e uma unidade de controlo quando um programa de canal CCW está a ser executado. O protocolo de ligação utilizado para a comunicação é o FICON (Conectividade por Fibra), neste exemplo. A informação relativa ao FICON é descrita em "Fibre Channel Single Byte Command Code Sets-3 Mapping Protocol (FC-SB-3), T11/Projecto 1357-D/Rev. 1.6, INCITS (Março de 2003).

Em referência à FIG. 3, um canal 300 inicia uma troca com uma unidade 302 de controlo e envia um comando de definição de extensão e os dados a este associados 304 para a unidade 302 de controlo. O comando é buscado a partir da CCW 212 de definição de extensão (FIG. 2B) e os dados são obtidos a partir da área 216 de dados de definição de extensão. O canal 300 utiliza o TIC 218 para localizar o CCW de localização de registo e a CCW de leitura. Extrair o comando 305 de localização de registo (FIG. 3) a partir da CCW 217 de localização de registo (FIG. 2B) e

obtem os dados a partir dos dados 220 de localização de registo. O comando 306 de leitura (FIG. 3) é buscado a partir da CCW 221 de leitura (FIG. 2B). Cada um é enviado para a unidade 302 de controlo.

A unidade 302 de controlo inicia uma troca 308 com o canal 300, em resposta à troca aberta do canal 300. Isto pode ocorrer antes ou depois do comando 305 de localização e/ou do comando 306 de leitura. Juntamente com a troca aberta, é encaminhada uma resposta (CMR) para o canal 300. A CMR fornece uma indicação para o canal 300 que a unidade 302 de controlo está activa e em operação.

A unidade 302 de controlo envia os dados pedidos 310 para o canal 300. Adicionalmente, a unidade 302 de controlo fornece o estado do canal 300 e termina a troca 312. Em resposta a esta acção, o canal 300 armazena os dados, examina o estado e termina a troca 314, que indica à unidade 302 de controlo que o estado foi recebido.

O processamento do programa de canal CCW acima para ler 4 k de dados requer que duas trocas sejam abertas e fechadas e sete sequências. O número total de trocas e sequências entre o canal e a unidade de controlo é reduzido através do colapsar de múltiplos comandos do programa de canal num TCCB. O canal, e. g. o canal 124 da FIG. 1, utiliza uma TCW para identificar a localização do TCCB, bem como as localizações para aceder a e armazenar o estado e os dados associados com a execução do programa de canal. A TCW é interpretada pelo canal e não é enviada ou vista pela unidade de controlo.

Um exemplo de um programa de canal para ler 4 k de dados, como na FIG. 2B, mas que inclui um TCCB, em vez de CCW individuais separadas, é descrito em referência à FIG. 4. Como mostrado, um programa de canal 400, referido aqui como um programa de canal TCW, inclui uma TCW 402 especificando uma localização na memória de um TCCB 404, bem como uma localização na memória de uma área 406 de dados ou uma TIDAL 410 (*i. e.*, uma lista de palavras de endereço de dados indirecto de modo de transferência (TIDAW), semelhante às MIDAW) que aponta para a área 406 de dados, e uma área de estado 408. As TCW, os TCCB, e o estado são descritos em maior detalhe em seguida.

O processamento de um programa de canal TCW é descrito em referência à FIG. 5. O protocolo de ligação utilizado para estas comunicações é, por exemplo, o Protocolo de Canal de Fibra (FCP). Em particular, são utilizadas 3 fases de protocolo de ligação FCP, permitindo que sejam utilizados adaptadores de barramento hospedeiro que suportam FCP para executar transferências de dados controladas por CCW. O FCP e as suas fases são descritas além disso, em "Information Technology - Fibre Channel Protocol for SCSI, Third Version (FCP-3)," T10 Projecto 1560-D, Revisão 4, 13 de Setembro de 2005.

Em referência à FIG. 5, um canal 500 inicia uma troca com uma unidade 502 de controlo e envia o TCCB 504 para a unidade 502 de controlo. Num exemplo, o TCCB 504 e a iniciativa de sequência são transferidos para a unidade 502 de controlo num comando FCP, referido como unidade de informação (IU) FCP\_CMND ou um comando de transporte IU. A unidade 502 de controlo executa os múltiplos comandos do TCCB 504 (*e. g.*, comando de definição de extensão, comando de localização de registo, comando de leitura como palavras de controlo de dispositivo

(DCW) e encaminha dados 506 para o canal 500 através, por exemplo, de um FCP\_Data IU. Também fornece o estado e termina a troca 508. Num exemplo, o estado final é enviado numa trama de estado FCP que tem um bit activo no, por exemplo, byte 10 ou 11 da carga de um FCP\_RSP IU, também referido como resposta de transporte IU. A carga FCP\_RSP IU pode ser utilizada para transportar o estado de terminação do FICON juntamente com informação de estado adicional, incluindo parâmetros que suportam o cálculo de palavras de medidas estendidas e notifica o canal 500 do número máximo de trocas iniciadas suportadas pela unidade 502 de controlo.

Noutro exemplo, para escrever 4 k de dados de cliente, o canal 500 utiliza as fases do protocolo de ligação FCP, como se segue:

1. Transferir um TCCB no FCP\_CMND IU.
2. Transferir a IU de dados, e a iniciativa de sequência para a unidade 502 de controlo.
3. O estado final é enviado numa trama de estado FCP que tem um bit activo no, por exemplo, byte 10 ou 11 da carga de um FCP\_RSP IU. O campo FCP\_RSP\_INFO ou campo de amostragem é utilizado para transportar o estado de terminação do FICON juntamente com informação de estado adicional, incluindo parâmetros que suportam o cálculo de palavras de medidas estendidas e notifica o canal 500 do número máximo de trocas iniciadas suportadas pela unidade 502 de controlo.

Executando o programa de canal TCW da FIG. 4, existe apenas uma troca iniciada e terminada (ver, também, a FIG. 5), em vez

de duas trocas para o programa de canal CCW da FIG. 2B (ver, também, a FIG. 3). Além disso, para o programa de canal TCW, existem três sequências de comunicação (ver FIGS. 4-5), em comparação com as sete sequências para o programa de canal CCW (ver FIGS.. 2B-3).

O número de trocas e sequências permanece o mesmo para um programa de canal TCW, mesmo se comandos adicionais tiverem sido adicionados ao programa. Comparem-se, por exemplo, as comunicações do programa de canal CCW da FIG. 6 com as comunicações do programa de canal TCW da FIG. 7. No programa de canal CCW da FIG. 6, cada um dos comandos (e. g., o comando de definição de extensão 600, o comando 601 de localização de registo, o comando 602 de leitura, o comando 604 de leitura, o comando 606 de leitura, o comando 607 de localização de registo e o comando 608 de leitura) é enviado em sequências separadas a partir do canal 610 para a unidade 612 de controlo. Além disso, cada bloco de dados de 4 k (e. g., dados 614-620) é enviado em sequências separadas a partir da unidade 612 de controlo para o canal 610. Este programa de canal CCW requer o início e a terminação de duas trocas (e. g., trocas iniciadas 622, 624 e trocas terminadas 626, 628) e quatorze sequências de comunicação. Isto é comparado com as três sequências e uma troca para o programa de canal TCW da FIG. 7, que consegue efectuar a mesma tarefa que o programa de canal CCW da FIG. 6.

Como mostrado na FIG. 7, um canal 700 inicia uma troca com uma unidade 702 de controlo e envia um TCCB 704 para a unidade 702 de controlo. O TCCB 704 inclui o comando de definição de extensão, os dois comandos de localização de registo e os quatro comandos de leitura em DCW, como descrito acima. Em resposta à recepção do TCCB 704, a unidade 702 de controlo executa os

comandos e envia, numa única sequência, os 16 k de dados 706 para o canal 700. Além disso, a unidade 702 de controlo fornece o estado para o canal 700 e termina a troca 708. Assim, o programa de canal TCW requer muito menos comunicações para transferir a mesma quantidade de dados do que o programa de canal CCW da FIG. 6.

Considerando agora a FIG. 8, uma forma de realização da unidade 110 de controlo e do canal 124 da FIG. 1 que suporta a execução do programa de canal TCW é mostrada em maior detalhe. A unidade 110 de controlo inclui a lógica 802 de controlo CU para decompor e processar mensagens de comando contendo um TCCB, tal como o TCCB 704 da FIG. 7, recebido do canal 124 através da ligação 120. A lógica 802 de controlo CU pode extrair DCW e dados de controlo do TCCB recebido na unidade 110 de controlo para controlar um dispositivo, por exemplo, o dispositivo 112 de I/O, através da ligação 126 para executar um ou mais comandos de operação de I/O. A lógica 802 de controlo CU envia comandos de dispositivo e dados para o dispositivo 112 de I/O, e também recebe informação de estado e outra informação de retorno do dispositivo 112 de I/O. Por exemplo, o dispositivo 112 de I/O pode estar ocupado devido a um pedido prévio de reserva relativo ao dispositivo 112 de I/O. Para gerir potenciais problemas de conflitos de reserva de dispositivo que pode surgir quando a unidade 110 de controlo recebe múltiplos pedidos para aceder ao mesmo dispositivo 112 de I/O, a lógica 802 de controlo CU segue e armazena as mensagens de dispositivo ocupado e os dados associados numa fila de dispositivo 804 ocupado. Numa forma de realização exemplificativa, um OS 103 da FIG. 1 reserva o dispositivo 112 de I/O para impedir outros OS 103 de aceder ao dispositivo 112 de I/O enquanto a reserva estiver activa. Apesar da reserva de dispositivo não ser necessária para todas as

operações de I/O, a reserva de dispositivo pode ser utilizada para suportar operações que necessitem de acesso exclusivo durante um período de tempo fixo, e. g., formatação de disco.

A lógica 802 de controlo CU pode aceder e controlar outros elementos dentro da unidade 110 de controlo, tais como temporizadores 806 CU e registos 808 CU. Os temporizadores 806 CU podem incluir múltiplas funções de temporização para conhecer quanto tempo demora a completar uma sequência de operações de I/O. Os temporizadores 806 CU podem, além disso, incluir um ou mais temporizadores de contagem decrescente para monitorizar e abortar operações de I/O e comandos que não terminem dentro de um período pré-determinado. Os registos 808 podem incluir valores fixos que fornecem informação de configuração e estado, bem como informação de estado dinâmico que é actualizada à medida que os comandos são executados pela lógica 802 de controlo CU. A unidade 110 de controlo pode, além disso, incluir outros buffers ou elementos de memória (não mostrados) para armazenar múltiplas mensagens ou informação de estado associada às comunicações entre o canal 124 e o dispositivo 112 de I/O. Os registos 808 CU podem incluir um parâmetro de troca de unidade de controlo máximo que define o número máximo de trocas iniciadas pela unidade de controlo que a unidade 110 de controlo suporta.

O canal 124 no sub-sistema 108 de canal inclui múltiplos elementos para suportar a comunicação com a unidade 110 de controlo. Por exemplo, o canal 124 pode incluir a lógica 810 de controlo CHN que faz o interface com os temporizadores de sub-sistema 812 CHN e os registos 814 de sub-sistema. Numa forma de realização exemplificativa, a lógica 810 de controlo CHN controla a comunicação entre o sub-sistema 108 de canal e a

unidade 110 de controlo. A lógica 810 de controlo CHN pode ter um interface directamente para a lógica 802 de controlo CU através da ligação 120 para enviar comandos e receber respostas, tais como o comando de transporte e os IU de resposta. Em alternativa, os interfaces de mensagens e/ou buffers (não mostrados) podem ser colocados entre a lógica 810 de controlo CHN e a lógica 802 de controlo CU. Os temporizadores 812 de sub-sistema CHN podem incluir múltiplas funções de temporização para conhecer quanto tempo demora a completar uma sequência de operações de I/O, em adição ao tempo calculado pela unidade 110 de controlo. Os temporizadores 812 de sub-sistema CHN podem, além disso, incluir um ou mais temporizadores de contagem decrescente para monitorizar e abortar operações de I/O e comandos que não terminem dentro de um período pré-determinado. Os registos de sub-sistema 814 CHN podem incluir valores fixos que fornecem informação de configuração e estado, bem como informação de estado dinâmico que é actualizada à medida que os comandos são transportados e as respostas são recebidas.

Um exemplo de uma mensagem 900 de resposta 900, *e. g.*, uma resposta de transporte IU, comunicada a partir da unidade 110 de controlo para o canal 124 após a terminação de um programa de canal TCW, é mostrada na FIG. 9. A mensagem 900 de resposta fornece informação de estado ao canal 124 e pode indicar que uma troca iniciada entre o canal 124 e a unidade 110 de controlo deve ser terminada. A informação de estado fornecido quando um programa de canal TCW (*e. g.*, como mostrado nas FIGS. 5 e 7) é executado inclui informação adicional além da informação de estado enviada após a terminação de um programa de canal CCW (*e. g.*, como mostrado nas FIGS. 3 e 6). A mensagem 900 de resposta inclui uma secção 902 de estado e uma secção 904 de estado estendido. Quando o canal 124 recebe uma mensagem 900 de



resposta, armazena partes da secção 902 de estado no sub-canal para o dispositivo com o qual o TCW estava a operar e a secção 904 de estado estendido numa localização de memória definida pelo TCW associado com o programa de canal TCW que despoletou a mensagem 900 de resposta. Por exemplo, um TCW pode designar uma secção da memória 102 principal da FIG. 1 para armazenamento da secção 904 de estado estendido.

A secção 902 de estado da mensagem 900 de resposta pode incluir múltiplos campos, tais como um cabeçalho 906 de endereço, um indicador 908 de estado, um parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo, indicadores 912 de resposta, um código 914 de resposta, uma contagem 916 residual, um comprimento 918 de resposta, uma localização 920 reservada, um tipo de amostrador SPC-4 922, um indicador 924 de estado, um indicador 926 de estado, o estado 928 do dispositivo, e uma palavra 930 de verificação de redundância longitudinal (LRC). Cada campo 902 da secção de estado está atribuída a um endereço de byte particular para suportar a análise da mensagem 900 de resposta. Apesar de um arranjo de campos dentro da secção 902 de estado ser mostrado na FIG. 9, deve ser entendido que a ordem dos campos pode ser rearranjada para uma ordenação alternativa dentro do âmbito da divulgação. Além disso, os campos da mensagem 900 de resposta podem ser omitidos ou combinados dentro do âmbito da invenção, e. g., combinando os indicadores de estado dois 924 e três 926 num campo único. Os SPC-4 são descritos, além disso, em "SCSI Primary Commands - 4 (SPC-4)", Projecto T10/1731-D, Rev. 11, INCITS (Maio de 2007).

Numa forma de realização exemplificativa, o cabeçalho 906 de endereço é colocado com o mesmo valor do que o valor recebido pela unidade 110 de controlo no TCCB que iniciou o programa de

canal TCW. Apesar do cabeçalho 906 de endereço não ser necessário, incluir o cabeçalho 906 de endereço pode suportar o teste do comando de seguimento e as mensagens de resposta num dispositivo 112 de I/O quando múltiplos dispositivos 112 de I/O estão a ser acedidos.

Os indicadores 908 de estado um podem indicar informação, tal como o estado de sucesso de uma operação de I/O. Múltiplos bits dentro das indicadores 908 de estado um podem fornecer informação de estado adicional.

O parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo identifica o número máximo de trocas que a unidade 110 de controlo permite ao canal 124 abrir. Um valor de zero pode informar o canal 124 que a unidade 110 de controlo não alterou o valor corrente que o canal 124 está a utilizar. Numa forma de realização exemplificativa, o canal 124 estabelece um valor por omissão para o número máximo de trocas iniciadas, e. g., 64, que a unidade 110 de controlo pode modificar através do parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo. O valor do parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo enviado na mensagem 900 de resposta pode ser o valor verdadeiro ou um valor semente para uma equação. Por exemplo, o valor no parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo pode ser incrementado e/ou multiplicado pelo canal 124 para determinar o número máximo de trocas iniciadas verdadeiro, e. g., um valor de "1" interpretado como "32" pelo canal 124.

A utilização de um valor por defeito para o número máximo de trocas abertas proporciona a cada unidade 110 de controlo e canal 124 um ponto inicial comum que pode ser modificado de acordo com o determinado pela unidade 110 de controlo.

Numa forma de realização, o canal 124 verifica o parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo recebido na mensagem 900 de resposta a partir da unidade 110 de controlo para determinar se o parâmetro de troca da unidade 910 de controlo máximo é mais baixo do que o valor de omissão ou de um valor previamente recebido. Se o novo número for mais pequeno que o número actual de trocas iniciadas, o canal 124 não conduz novos comandos de I/O para a unidade 110 de controlo até o número actual de trocas utilizadas ser menor do que o novo limite.

Numa forma de realização exemplificativa, o campo de indicadores 912 de resposta utiliza a definição normalizada como definido no FCP (referenciado anteriormente) e pode ser colocado no valor por omissão, *e. g.*, dois. O código 914 de resposta pode ser equivalente a um campo de estado de um Interface de Sistema de Computador Pequeno (SCSI) e pode ser colocado num valor por omissão, tal como zero. A contagem 916 residual para comandos de ler ou escrever indica a diferença entre quantos bytes foram comandados para ser lidos ou escritos versus o número de bytes que foram realmente lidos ou escritos. O comprimento de resposta 918 é uma contagem adicional dos bytes de informação na mensagem 900 de resposta após a localização 920 reservada. O comprimento 918 de resposta suporta mensagens 900 de resposta de tamanho variável. O tipo de amostragem 922 SPC-4 pode ser atribuído a um valor particular baseado no tipo de mensagem, *e. g.*, uma resposta de transporte IU = 7F hexadecimal. Numa forma de realização, os indicadores 924 de estado dois são colocados num valor de 80 hexadecimal para indicar que a operação de I/O está completa, com um valor válido para a contagem 916 residual. Os indicadores 926 de estado três são colocados num valor de um quando a operação de I/O está completa, indicando que o estado 904 estendido está incluído como parte da mensagem 900 de

resposta. O estado do dispositivo 928 encaminha informação de estado gerada pelo dispositivo 112 de I/O. A palavra 930 LRC é uma palavra de verificação que cobre os outros campos na secção 902 de estado da mensagem 900 de resposta para verificar a integridade da secção 902 de estado. A palavra 930 LRC pode ser gerada através da aplicação de uma operação ou-exclusivo a um valor inicial semente com cada campo incluído no cálculo do LRC em sucessão.

A secção 904 de estado estendido fornece informação ao sub-sistema 108 de canal e ao OS 103 associado com a operação da unidade 110 de controlo num modo de transporte capaz de executar um programa de canal TCW. A secção 904 de estado estendido suporta definições configuráveis com diferentes tipos de definições de estado para cada tipo. Numa forma de realização exemplificativa, a secção 904 de estado estendido inclui um cabeçalho 932 de estado de transporte (TSH), uma área 934 de estado de transporte (TSA), e uma palavra 936 LRC da TSH 932 e a TSA 934. A TSH 932 pode incluir um comprimento de estado 940 estendido, indicadores 942 de estado estendido, uma desvio 944 DCW, uma contagem 946 residual DCW, e uma localização 948 reservada. O TSH 932 é comum para os diferentes formatos, com cada formato definido por um código tipo nos indicadores 942 de estado estendido. A TSA 934 pode incluir um parâmetro 950 de temporização de dispositivo total, um parâmetro 952 de temporização deferido, um parâmetro 954 de temporização de fila, um parâmetro 956 de temporização de dispositivo ocupado, um parâmetro 958 de temporização de dispositivo activo único e dados 960 de amostragem de dispositivo adicionados. Cada campo é destes é descrito em maior detalhe em sequência.

O comprimento 940 de estado estendido é o tamanho da secção 904 de estado estendido. Na forma de realização exemplificativa, os indicadores 942 de estado estendido tem a seguinte definição:

Bit 0 - Um desvio 944 DCW é válido.

Bit 1 - A contagem 946 residual DCW é válida.

Bit 2 - Este bit colocado a um informa o OS 103 da FIG. 1 numa forma definitiva quando a unidade 110 de controlo teve de aceder um meio lento para dados, *e. g.*, uma falha de cache.

Bit 3 - Parâmetros 950-958 de temporização são válidos. O código tipo colocado a um indica que todos ou os parâmetros 950-958 de temporização são válidos.

Bit 4 - Reservado.

Bits 5 a 7 - Estes três bits são o código tipo que define o formato da TSA 934 da secção 904 de estado estendido. Os nomes dos códigos são:

0. Reservado.

1. Estado de I/O. A secção 904 de estado estendido contém estado de terminação válido para a operação de I/O de modo de transporte.

2. Excepção de I/O. A secção 904 de estado estendido contém informação relativa à terminação da operação de I/O de modo de transporte devido a uma condição de excepção.

3. Estado de Interrogação. A secção 904 de estado estendido contém um estado para uma operação de interrogação.

4. a 7. Reservado.

O desvio 944 DCW indica um desvio no TCCB de uma DCW falhada. De forma semelhante, a contagem 946 residual DCW indica a contagem de byte residual de uma DCW falhada (*i. e.*, onde a execução das DCW foi interrompida).

Numa forma de realização exemplificativa, a definição da TSA 934 quando o código tipo dos indicadores 942 ES indica um tipo de Estado de I/O inclui os parâmetros 950-958 de temporização, bem como os dados 960 de amostragem de dispositivo adicionados. Os parâmetros 950-958 de temporização representam valores de tempo e podem ser escalados para quaisquer unidades de tempo, tais como microssegundos. Os temporizadores 806 CU da FIG. 8 são utilizados para calcular os parâmetros 950-958 de temporização e os registos 808 CU podem também ser empregues para capturar valores dos temporizadores 806 CU num evento de desencadeamento.

O parâmetro 950 de temporização de diapositivo total é o tempo decorrido desde quando a unidade 110 de controlo recebeu o comando de transporte IU até ter enviado a resposta de transporte IU (*i. e.*, a mensagem 900 de resposta) para a operação de I/O. O parâmetro 952 de temporização deferido indica o tempo de deferimento da unidade de controlo. Este é o tempo acumulado pela unidade 110 de controlo trabalhando com o dispositivo 112 de I/O quando não é executada nenhuma comunicação com o canal 124. Nos programas de canal CCW, tal

como mostrado na FIG. 3, a unidade 302 de controlo desliga-se do canal 300 durante este período de tempo.

O parâmetro 954 de temporização de fila é o tempo durante o qual uma operação de I/O é colocada numa fila na unidade 110 de controlo, mas não inclui o tempo na fila para tempo de dispositivo ocupado quando o dispositivo 112 de I/O está reservado por um OS 113 diferente no mesmo ou noutro computador 101 central. O parâmetro de temporização de dispositivo ocupado é o tempo durante o qual o comando de transporte IU é colocado na fila na unidade 110 de controlo esperando num dispositivo ocupado provocado pelo dispositivo 112 de I/O ter sido reservado por um OS 113 diferente no mesmo ou noutro computador 101 central.

O parâmetro 958 de temporização de dispositivo activo único é o tempo decorrido entre uma terminação de canal (CE) e uma terminação de dispositivo (DE) na unidade 110 de controlo, quando a unidade 110 de controlo mantém a CE até que a DE esteja disponível. A CE pode indicar que a porção de uma operação de I/O envolvendo uma transferência de dados ou informação de controlo entre o canal 124 e a unidade 110 de controlo foi completada. A DE pode indicar que a porção do dispositivo de uma operação de I/O foi completada. Os dados 960 de amostragem de dispositivo adicionados são um estado suplementar que a unidade 110 de controlo fornece condicionalmente em resposta a um bit de verificação de unidade activa (UC) no estado 928 do dispositivo.

A palavra 936 LRC é uma palavra de verificação de redundância longitudinal da TSH 932 e da TSA 934, calculada de uma forma semelhante à da palavra 930 LRC na secção 902 de estado da mensagem 900 de resposta. A palavra 936 LRC pode ser calculada

num número variável de palavras, dependendo do número de palavras incluído nos dados 960 de estado de dispositivo adicionados.

Considerando agora a FIG. 10, os múltiplos computadores 101 centrais são mostrados em comunicação com a unidade 110 de controlo através de ligações 120. Cada computador 101 central inclui o sub-sistema 108 de canal com um ou mais canais 124. Apesar de apenas um canal 124 ser representado em cada computador 101 central da FIG. 10, deve ser entendido que cada computador 101 central pode incluir múltiplos canais 124 controlados por múltiplos OS 103. Os computadores 101 centrais também incluem outros elementos de sistemas de processamento, como anteriormente apresentado e descrito em referência à FIG. 1, *i. e.*, uma ou mais CPU 104 ligadas ao elemento 106 de armazenamento e à memória 102 principal. Cada computador 101 central pode executar um ou mais OS 103, podendo cada OS 103 fazer um pedido de reserva para acesso exclusivo ao dispositivo 112 de I/O. Os OS 103 em cada computador 101 central podem controlar individualmente um ou mais canais 124 para iniciar operações de I/O. Os OS 103 podem utilizar sub-canais diferentes (não mostrados) num ou em mais canais 124 para comunicar com a unidade 110 de controlo.

Cada ligação 120 entre um canal 124 e a unidade 110 de controlo pode ser uma ligação directa. Alternativamente, as ligações 120 podem passar através de um ou mais comutadores 1002 como parte de uma rede de Canal de Fibra para reduzir o número de ligações físicas na unidade 110 de controlo.

Como descrito previamente em referência à FIG. 8, a lógica 802 de controlo CU decompõe e processa as mensagens de comando



contendo TCCB, tal como o TCCB 704 da FIG. 7, recebido a partir dos canais 124 através das ligações 120. Alguns comandos recebidos na lógica 802 de controlo CU podem incluir um pedido de reserva de dispositivo. Apesar da reserva de dispositivo não ser necessária para todas as operações de I/O, a reserva de dispositivo pode ser pedida numa base por OS 103 para operações de I/O que requerem acesso exclusivo ao dispositivo 112 de I/O. Por exemplo, os diferentes OS 103 podem ambos pedir para ler blocos de dados a partir do dispositivo 112 de I/O. A unidade 110 de controlo pode servir cada pedido de leitura sem reservar o dispositivo 112 de I/O. Contudo, quando um dos OS 103 reserva um dispositivo 112 de I/O sobre um dos canais 124, outros OS 103 tentando aceder ao dispositivo 112 de I/O são bloqueados enquanto o dispositivo 112 de I/O estiver reservado.

Numa forma de realização exemplificativa, a lógica 802 de controlo CU recebe um indicador de dispositivo ocupado a partir do dispositivo 112 de I/O quando o dispositivo 112 de I/O está reservado para um OS 103. À medida que a lógica 802 de controlo CU recebe mensagens de comando quando o indicador de dispositivo ocupado está presente, a lógica 802 de controlo CU pode colocar as mensagens de comando na fila 804 DB. As mensagens de comando podem conter informação de identificação estabelecendo um OS 103 particular e/ou canal 124 associados com cada mensagem de comando. Numa forma de realização exemplificativa alternativa, a lógica 802 de controlo CU faz o seguimento de cada OS 103 particular e/ou canal 124 associados com cada mensagem de comando nos registos 808 CU. Quando o dispositivo 112 de I/O já não está reservado, este notifica a lógica 802 de controlo CU através de um indicador de terminação de dispositivo. Em resposta ao indicador de terminação de dispositivo, a lógica 802 de controlo CU serve a fila 804 DB para extrair uma mensagem de

comando para o dispositivo 112 de I/O executar. A mensagem de comando extraída pode resultar novamente na reserva do dispositivo 112 de I/O, causando atrasos adicionais em servir as mensagens de comando em espera. Alternativamente, a mensagem de comando extraída pode não necessitar de reservar o dispositivo 112 de I/O (e. g., acesso exclusivo ao dispositivo de I/O não é necessário), permitindo o serviço adicional da fila 804 DB para executar mensagens de comando adicionais em sucessão.

O serviço da fila 804 DB pode ser executado utilizando uma variedade de técnicas para gerir a fila 804 DB. Por exemplo, a fila 804 DB pode ser gerida como uma FIFO para extrair cada mensagem de comando na ordem pela qual estas foram colocadas na fila 804 DB. Alternativamente, a fila 804 DB pode ser servida como uma fila com prioridades. A prioridade das mensagens de comando escritas na fila 804 DB pode ser incluída num campo dentro de cada mensagem de comando que é transportado para a unidade 110 de controlo. Cada número de prioridades pode ser estabelecido para um âmbito de opções de escalonamento. Quando a fila 804 DB é servida como uma fila prioritária, a mensagem de comando de prioridade mais elevada na fila 804 DB é extraída antes das mensagens de comando de prioridade mais baixa durante o serviço. A quantidade de tempo em que as mensagens de comando permanecem na fila 804 DB pode ser monitorizada para aumentar a prioridade das mensagens de comando sobre um período de tempo para assegurar que estas são servidas. Outra abordagem ao serviço da fila para a fila 804 DB é o serviço em sequência. Utilizando o serviço em sequência, o OS 103 (ou canal 124) associado com cada mensagem de comando na fila 804 DB é analisada para servir a fila 804 DB numa base por OS 103. O serviço em sequência fornece acesso para cada ligação de comunicação para prevenir uma potencial disparidade que poderia

ocorrer se um OS 103 enviar uma rajada de múltiplos pedidos de acesso para a unidade 110 de controlo.

Quando uma mensagem de comando é colocada na fila 804 DB, é iniciado um temporizador de dispositivo ocupado nos registos 808 CU. Ao servir a fila 804 DB para executar um comando de operação de I/O, o valor do temporizador de dispositivo ocupado nos registos 808 CU é lido para determinar há quanto tempo a mensagem de comando estava em espera na fila 804 DB. O valor do temporizador de dispositivo ocupado é reportado no parâmetro de temporização de dispositivo 956 ocupado da mensagem 900 de resposta da FIG. 9. Podem existir múltiplos temporizadores de dispositivo ocupado nos registos 808 CU para suportar múltiplos OS 103. Alternativamente, o temporizador de dispositivo ocupado nos registos 808 CU pode ser um temporizador funcionando em contínuo com valores de tempo de dispositivo ocupado capturados nos registos 808 CU para múltiplos OS 103 e enviar a saída para cada OS 103 respectivo através dos canais 124.

À medida que múltiplas mensagens de comando são colocadas em fila na fila 804 DB, é monitorizado o comprimento da fila 804 DB. Se a fila 804 DB está cheia de forma a que não podem ser colocadas na fila mais mensagens de comando, a lógica 802 de controlo CU pode enviar uma mensagem de dispositivo ocupado para todos os OS 103 que enviarem novas mensagens de comando enquanto a fila 804 DB está cheia. A lógica 802 de controlo CU pode então enviar uma mensagem de terminação de dispositivo para indicar que o dispositivo 112 de I/O está disponível, o que pode originar que os OS 103 reenviem as mensagens de comando através de um ou mais canais 124. Alternativamente algumas das mensagens de comando na fila 804 DB podem retornar para os OS 103 com um dispositivo ocupado e ser limpas da fila 804 DB. Mais uma vez, a

lógica 802 de controlo CU pode enviar uma mensagem de terminação de dispositivo para indicar que o dispositivo 112 de I/O está disponível, o que pode originar que os OS 103 reenviem as mensagens de comando através de um ou mais canais 124.

Ao gerir a fila 804 DB, a lógica 802 de controlo CU pode notificar os OS 103 de uma condição de ocupado sob uma variedade de cenários para além de uma condição de fila cheia. Por exemplo, a lógica 802 de controlo CU pode utilizar temporizadores 806 CU para monitorizar o tempo de permanência das mensagens de comando na fila 804 DB. Quando uma mensagem de comando está na fila por um período de tempo maior do que um período de tempo limite enquanto o dispositivo de I/O está reservado (e. g., o indicador de terminação de dispositivo não foi recebido), então a mensagem de comando é removida da fila 804 DB, e uma mensagem de dispositivo ocupado é enviada num FCP\_RSP IU para o originador da mensagem de comando. O período de tempo limite do comando pode ser colocado num valor fixo, tal como trinta segundos, ou ser configurável. Numa forma de realização exemplificativa, quando é recebida uma nova mensagem de comando enquanto o dispositivo 112 de I/O está reservado durante um período de tempo maior do que o período de tempo limite, a lógica 802 de controlo CU não coloca a nova mensagem de comando na fila 804 DB. A lógica 802 de controlo CU envia uma mensagem de dispositivo ocupado num FCP\_RSP IU para o originador da nova mensagem de comando.

Os OS 103 podem também monitorizar o tempo decorrido para um pedido de mensagem de comando ser completado. Em resposta à determinação de que um período de tempo limite de um sistema operativo expirou, o OS 103 pode enviar uma mensagem de restauro de confiança para a unidade 110 de controlo para tentar libertar

o dispositivo 112 de I/O. Em resposta a esta, a unidade 110 de controlo entra num período de recuperação de tempo limite do sistema operativo. Se uma nova mensagem de comando é recebida durante o período de recuperação de tempo limite do sistema operativo, a lógica 802 de controlo CU não coloca a nova mensagem de comando na fila 804 DB. A lógica 802 de controlo CU responde com uma mensagem de dispositivo ocupado num FCP\_RSP IU para o originador da nova mensagem de comando.

Considerando agora a FIG. 11, um processo 1100 para reduzir a conflitos de acesso ao dispositivo reservado numa unidade de controlo em comunicação com uma pluralidade de OS através de um ou mais canais será agora descrita de acordo com formas de realização exemplo e em referência ao sistema 100 de processamento de I/O da Fig. 1 e à vista detalhada da unidade 110 de controlo da FIG. 10. No bloco 1102, a unidade 110 de controlo recebe uma mensagem de comando de um primeiro OS de uma pluralidade de OS 103 através de um ou mais canais 124, onde uma mensagem de comando inclui um comando de operação de I/O para o dispositivo 112 de I/O em comunicação com a unidade 110 de controlo. A mensagem de comando pode ser um comando de transporte IU, incluindo um TCCB com múltiplos DCW como parte de um programa de canal TCW. No bloco 1104, a unidade 110 de controlo recebe um indicador de dispositivo ocupado a partir do dispositivo 112 de I/O. O indicador de dispositivo ocupado notifica a unidade 110 de controlo de que um segundo OS de uma pluralidade de OS 103 reservou o dispositivo 112 de I/O.

No bloco 1106, a unidade 110 de controlo coloca na fila a mensagem de comando na fila 804 DB em resposta ao indicador de dispositivo ocupado. À medida que mensagens de comando

adicionais são recebidas na unidade 110 de controlo, as mensagens de comando são colocadas na fila 804 DB.

No bloco 1108, a unidade 110 de controlo monitoriza o dispositivo 112 de I/O por um indicador de terminação de dispositivo, onde o indicador de terminação de dispositivo notifica a unidade 110 de controlo de que o dispositivo 112 de I/O está disponível para receber um novo comando de operação de I/O. No bloco 1110, a unidade 110 de controlo serve a fila 804 DB para extrair uma mensagem de comando e executar comandos de operação de I/O em resposta ao indicador de terminação de dispositivo. A fila 804 DB pode ser servida utilizando o serviço FIFO, o serviço baseado em prioridades ou o serviço em sequência, como descrito previamente.

Os efeitos técnicos das formas de realização exemplo incluem a redução de conflitos de acesso a um dispositivo reservado num sistema de processamento de I/O. Utilizando uma fila de dispositivo ocupado para armazenar temporariamente mensagens de comando recebidas enquanto um dispositivo está reservado permite a uma unidade de controlo gerir a ordem de serviço das mensagens de comando a partir de diferentes OS sem sobrecarregar os subsistemas de canal dos computadores centrais que originaram as mensagens de comando. As vantagens incluem o tratamento de múltiplas mensagens de comando sem interromper a execução de um programa de canal TCW numa unidade de controlo. Assim, a colocação em filas quando o dispositivo está ocupado trata da conflitos de acesso para um dispositivo reservado e, ao mesmo tempo, obtendo vantagens de maior capacidade de comunicação devido em parte à troca de menos mensagens por programa de canal. Uma variedade de técnicas de serviço de filas de dispositivo ocupado podem ser utilizadas dependendo das

preferências do projectista do sistema ou do cliente. Em formas de realização exemplo, as mensagens de comando originadas de computadores centrais de resposta mais lenta são servidas equitativamente em relação a computadores centrais de resposta mais rápida.

Como descrito acima, as formas de realização podem ser realizadas na forma de processos implementados em computador e aparelhos para pôr em prática esses processos. Em formas de realização exemplo, a invenção é realizada num código de programa em computador executado por um ou mais elementos de rede. As formas de realização incluem um produto 1200 de programa de computador como mostrado na FIG. 12 num meio 1202m utilizável em computador com lógica 1204 de código de programa contendo instruções realizadas em meios tangíveis como um artigo manufacturado. Artigos manufacturados exemplo para um meio 1202 utilizável em computador podem incluir disquetes maleáveis, CD-ROM, discos rígidos, drives flash com barramento série universal (USB) ou qualquer outro meio de armazenamento legível por computador, nos quais, quando a lógica 1204 de código de programa em computador é carregada e executada por um computador, o computador se torna um aparelho para praticar a invenção. As formas de realização incluem a lógica 1204 de código de programação em computador, por exemplo, seja armazenado num meio de armazenamento, carregado em e/ou executado por um computador, ou transmitido sobre algum meio de transmissão, tal como sobre linhas ou cabos eléctricos, através de fibras ópticas, ou através de radiação electromagnética, nos quais, quando a lógica 1204 de código de programa em computador é carregada e executada por um computador, o computador se torna um aparelho para praticar a invenção. Quando implementado num microprocessador genérico, os segmentos da lógica 1204 de código

de programa em computador configuram o microprocessador para criar circuitos lógicos específicos.

Lisboa, 15 de Outubro de 2010



## **REIVINDICAÇÕES**

1. Método para reduzir o conflito de acesso a dispositivos reservados numa unidade de controlo em comunicação com uma pluralidade de sistemas operativos através de um ou mais canais, compreendendo o método:

receber (1102) uma mensagem de comando na unidade de controlo de um primeiro sistema operativo da pluralidade de sistemas operativos através de um ou mais canais, em que a mensagem de comando inclui um comando de operação de I/O para um dispositivo em comunicação com a unidade de controlo;

receber (1104) um indicador de dispositivo ocupado a partir do dispositivo, em que o indicador de dispositivo ocupado notifica a unidade de controlo que o dispositivo está reservado por um segundo sistema operativo da pluralidade de sistemas operativos;

colocar (1106) na fila a mensagem de comando numa fila de dispositivo ocupado em resposta ao indicador de dispositivo ocupado;

monitorizar (1108) o dispositivo procurando um indicador de terminação de dispositivo, em que o indicador de terminação de dispositivo notifica uma unidade de controlo que o dispositivo está disponível para receber um novo comando de operação de I/O; e

aceder(1110) à fila de dispositivo ocupado para executar o comando de operação de I/O em resposta ao indicador de terminação de dispositivo;

caracterizado por:

a mensagem de comando ser uma mensagem de unidade de informação de comando de transporte, incluindo um bloco de controlo de comando de transporte (TCCB) contendo o comando de operação de I/O como parte de um programa de canal de palavra de controlo de transporte (TCW) e compreendendo ainda:

iniciar um temporizador de dispositivo ocupado em resposta à colocação na fila da mensagem de comando na fila de dispositivo ocupado;

ler um valor do temporizador de dispositivo ocupado em resposta ao acesso à fila de dispositivo ocupado para executar o comando de operação de I/O; e

emitir o valor do temporizador de dispositivo ocupado numa mensagem de unidade de informação de resposta de transporte para o primeiro sistema operativo através de um ou mais canais.

## 2. Método da reivindicação 1, compreendendo ainda:

receber mensagens de comando adicionais, incluindo comandos de operação de I/O na unidade de controlo, a partir da pluralidade de sistemas operativos através de um ou mais canais;

colocar na fila as mensagens de comando adicionais na fila de dispositivo ocupado em resposta ao indicador de dispositivo ocupado; e

aceder à fila de dispositivo ocupado para executar os comandos de operação de I/O adicionais, em que o acesso à fila de dispositivo ocupado é executado como um de entrar num serviço primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO), um serviço baseado em prioridades e um serviço em sequência periódica.

3. Método da reivindicação 1, compreendendo ainda:

emitir uma mensagem de dispositivo ocupado em resposta a um ou mais de:

receber uma mensagem de comando adicional na unidade de controlo enquanto a fila de dispositivo ocupado está cheia;

receber a mensagem de comando adicional na unidade de controlo enquanto o indicador de terminação de dispositivo não tiver sido recebido dentro de um período de tempo limite de dispositivo ocupado;

receber a mensagem de comando adicional na unidade de controlo dentro de um período de recuperação de tempo limite do sistema operativo; e

determinar que o indicador de terminação de dispositivo não foi recebido dentro de um período de tempo limite do comando.

4. Sistema compreendendo meios adaptados para executar todos os passos do método de acordo com qualquer reivindicação anterior do método.
5. Programa de computador compreendendo instruções para executar todos os passos do método de acordo com qualquer reivindicação anterior do método, quando o referido programa de computador é executado num sistema de computador.

Lisboa, 15 de Outubro de 2010

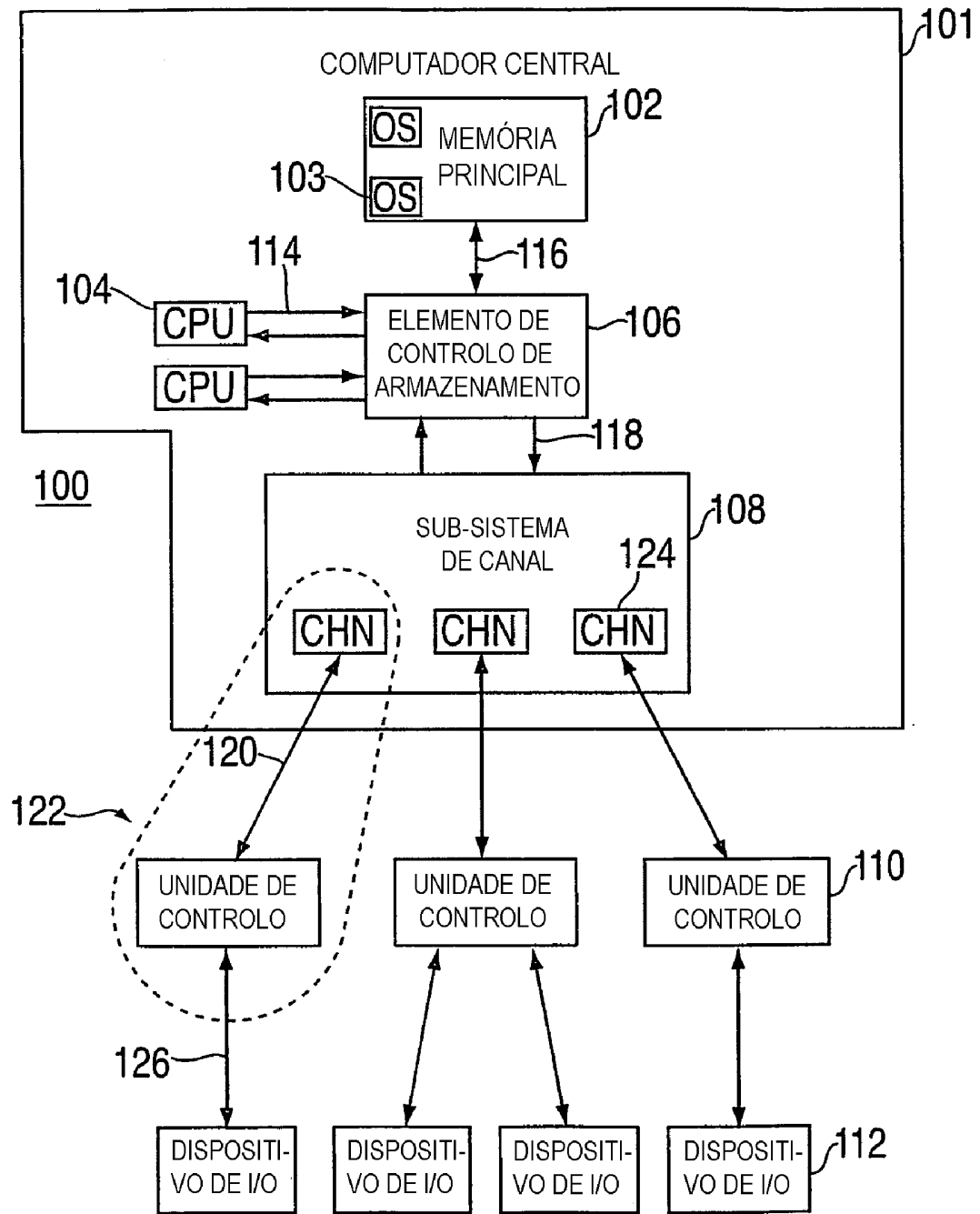
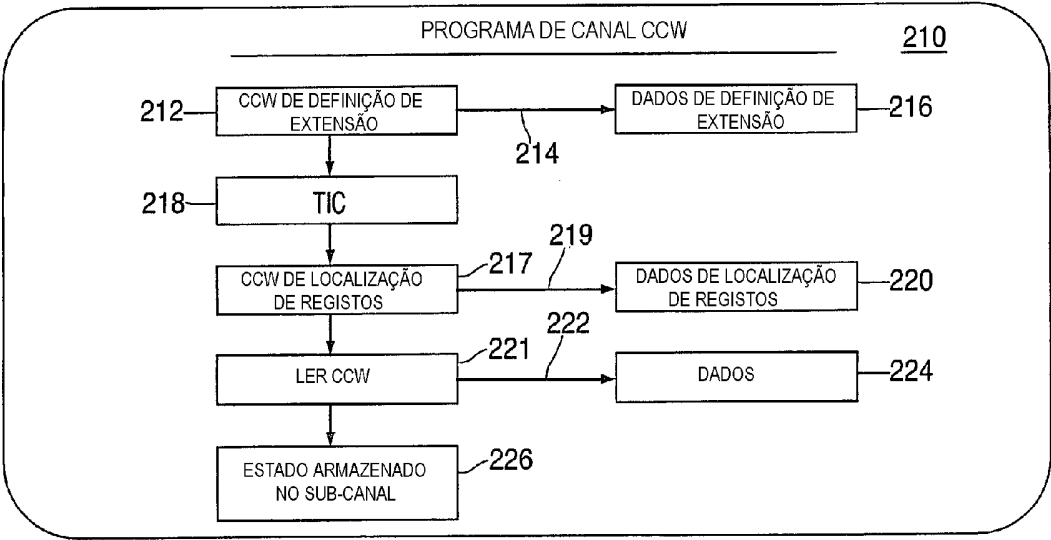
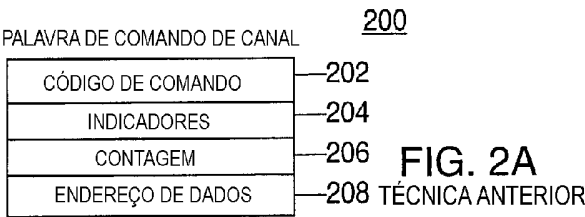
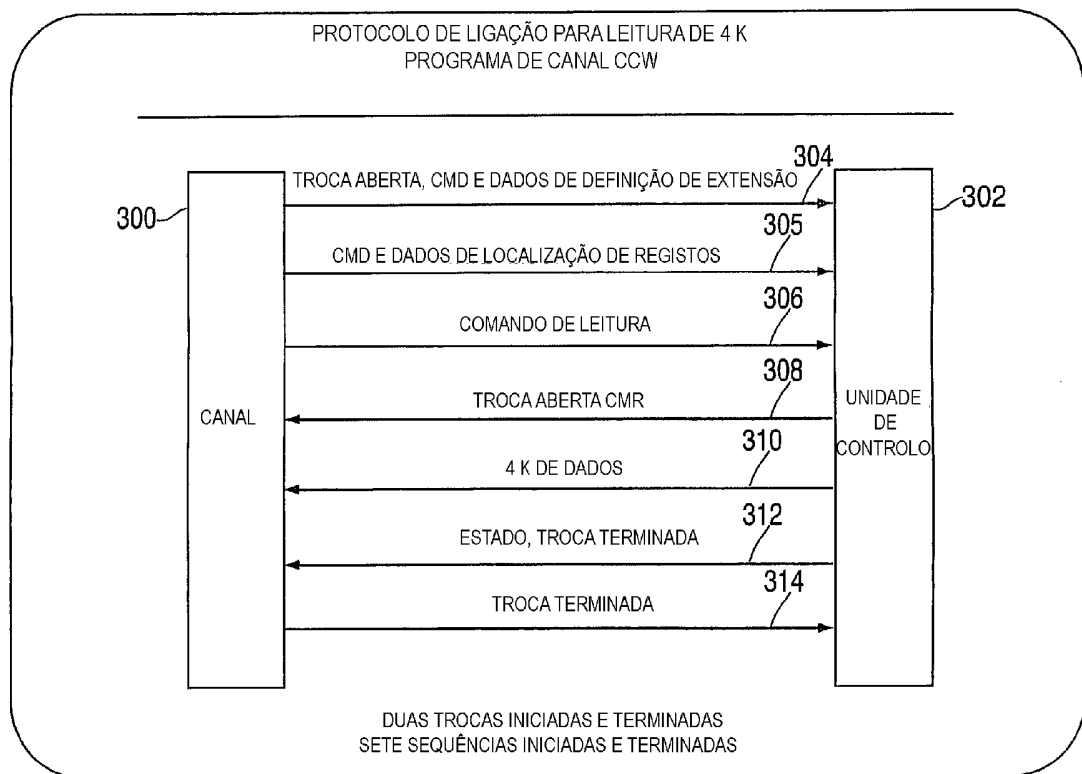


FIG. 1



**FIG. 2B**



**FIG. 3**  
TÉCNICA ANTERIOR

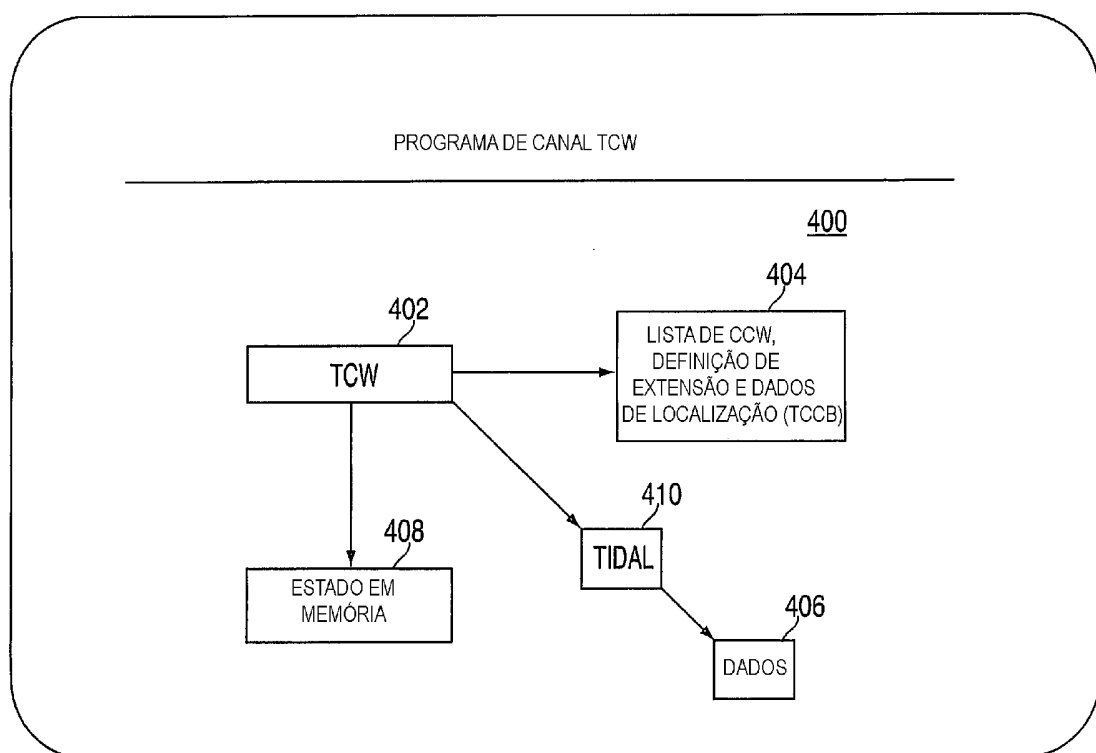


FIG. 4



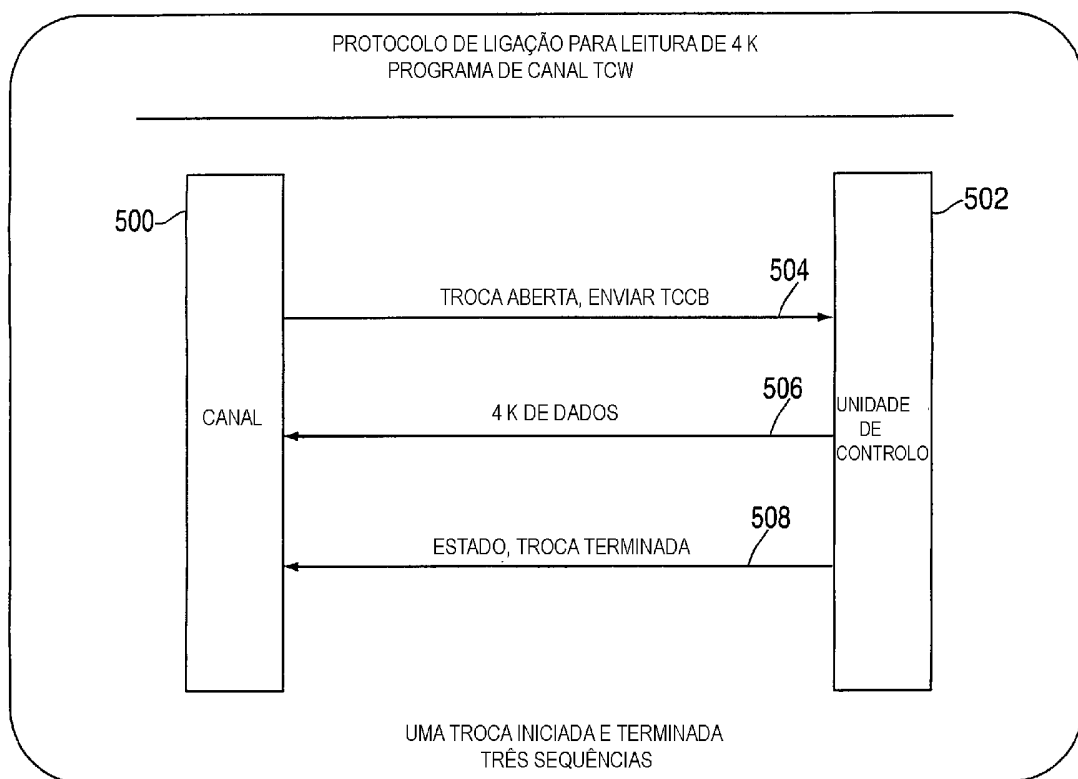
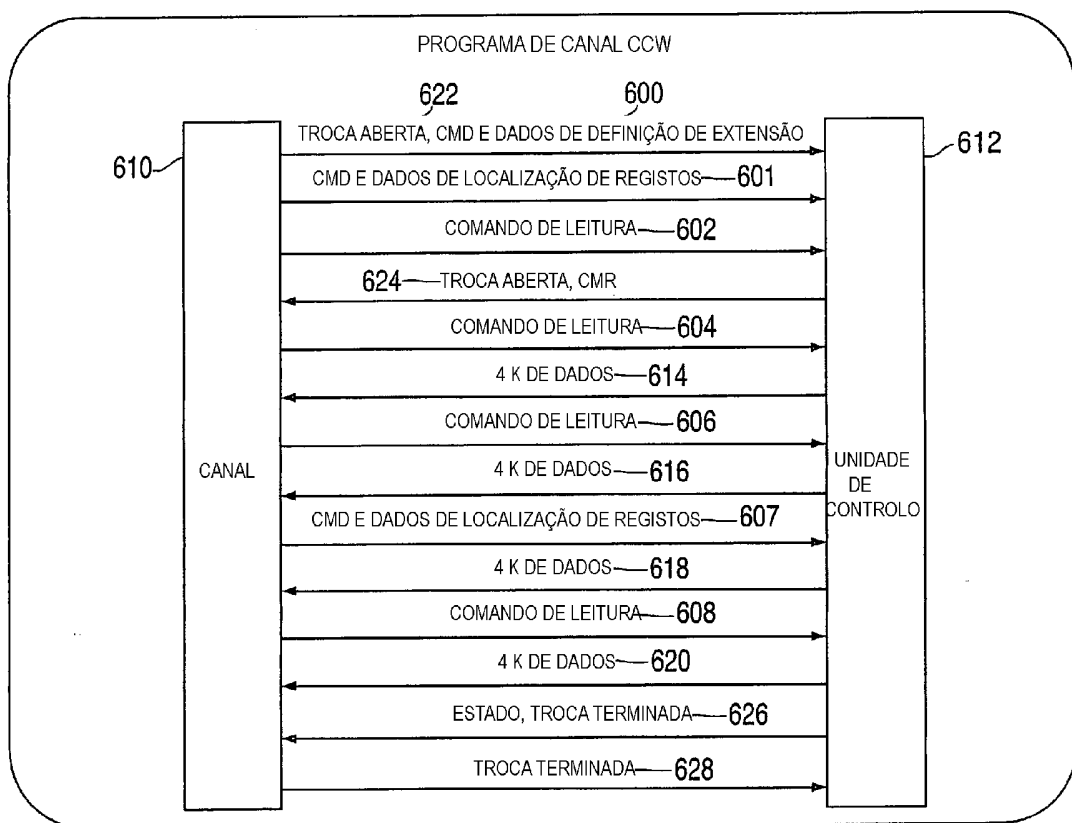


FIG. 5



**FIG. 6**  
TÉCNICA ANTERIOR

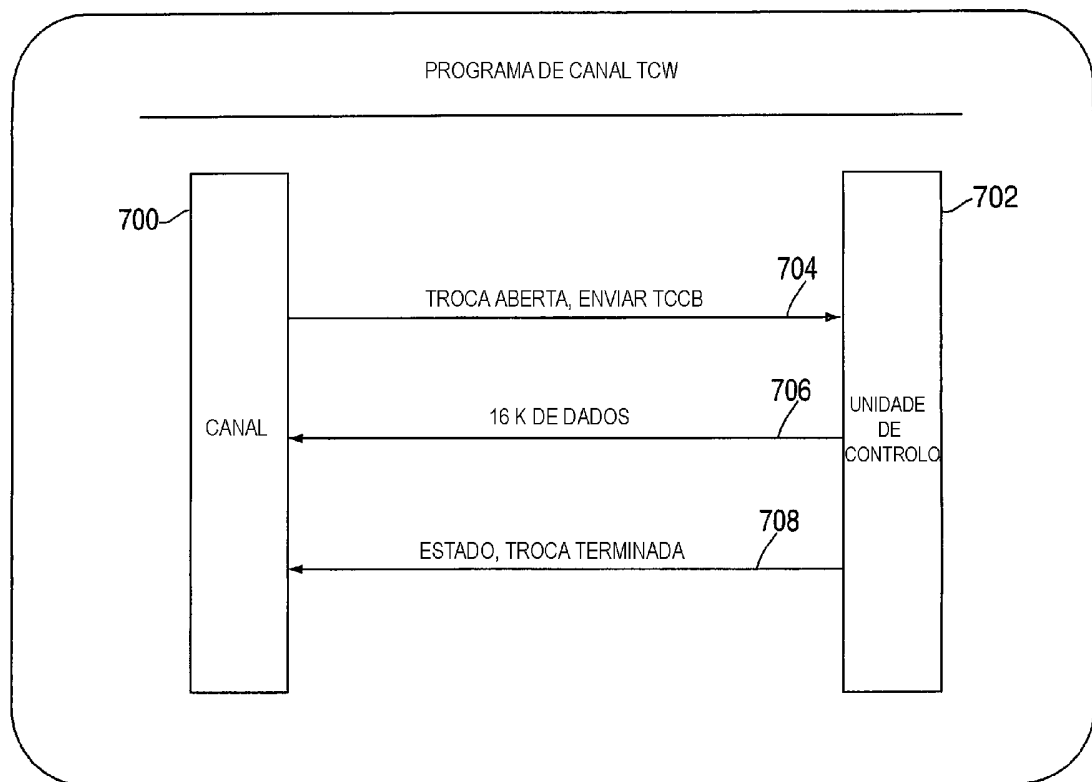


FIG. 7

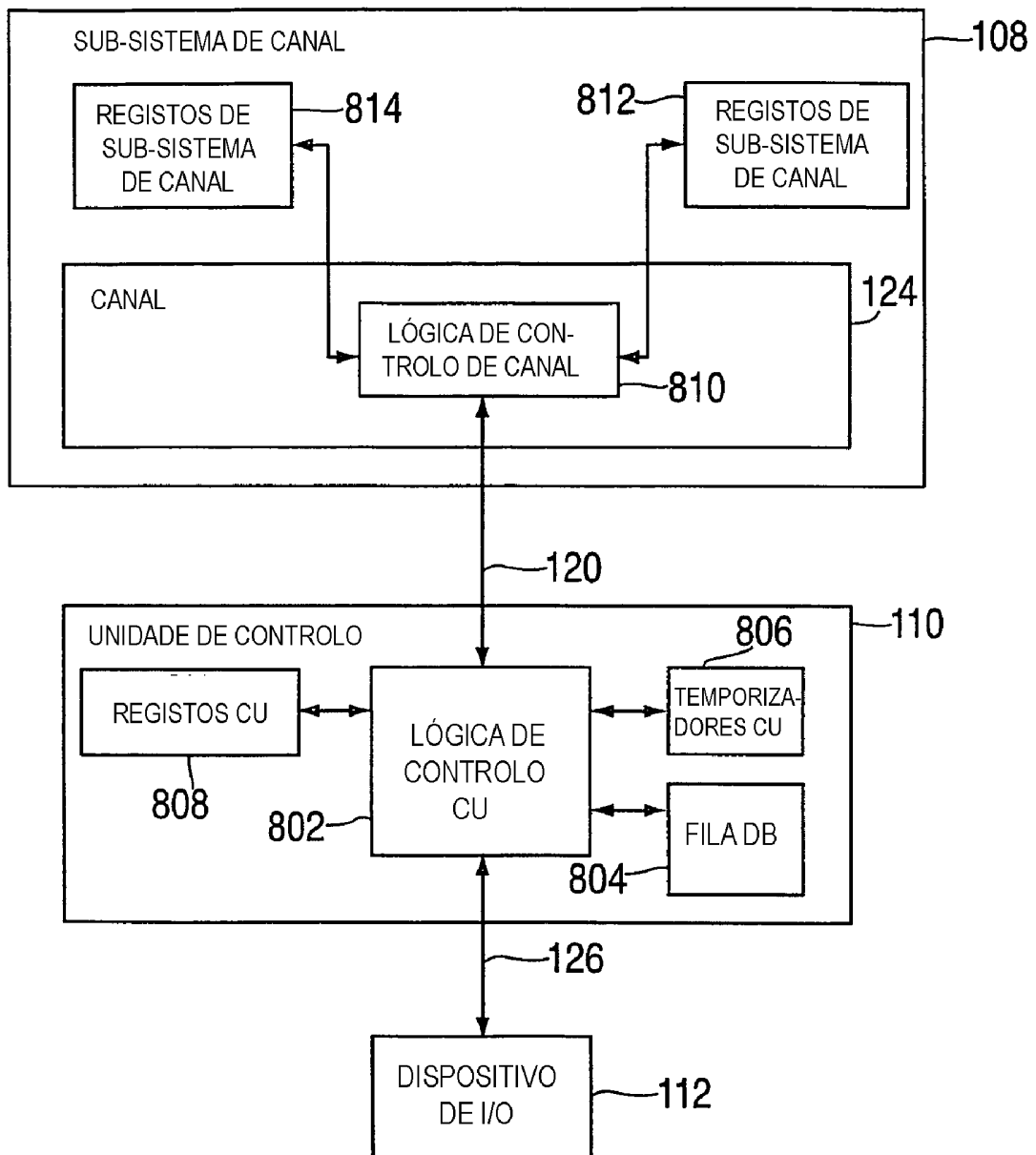


FIG. 8

900

DEFINIÇÃO	PALAVRA	BYTE 0	1	2	3
ESTADO <u>902</u>	00	CABEÇALHO DE ENDEREÇO <u>906</u>			
	01				
	02	INDICADORES DE ESTADO 1 <u>908</u>	PARÂMETRO DE TROCA DA CU MÁXIMO <u>910</u>	INDICADORES DE RESPOSTA <u>912</u>	CÓDIGO DE RESPOSTA <u>914</u>
	03	CONTAGEM RESIDUAL <u>916</u>			
	04	COMPRIMENTO DE RESPOSTA <u>918</u>			
	05	RESERVADO <u>920</u>			
	06	TIPO DE AMOSTRAGEM SPC-4 <u>922</u>	INDICADORES DE ESTADO 2 <u>924</u>	INDICADORES DE ESTADO 3 <u>926</u>	ESTADO DO DISPOSITIVO <u>928</u>
	07	LRC NAS PALAVRAS 0 A 6 ACIMA <u>930</u>			
ESTADO ESTEN- DIDO <u>904</u>	TSH <u>932</u>	08	COMPRIMENTO ES <u>940</u>	INDICADORES ES <u>942</u>	DESVIO DCW <u>944</u>
		09	CONTAGEM RESIDUAL <u>946</u>		
		10	RESERVADO <u>948</u>		
	TSA <u>934</u>	11	PARÂMETRO DE TEMPORIZAÇÃO DE DISPOSITIVO TOTAL <u>950</u>		
		12	PARÂMETRO DE TEMPORIZAÇÃO DEFERIDO <u>952</u>		
		13	PARÂMETRO DE TEMPORIZAÇÃO DE FILA <u>954</u>		
		14	PARÂMETRO DE TEMPORIZAÇÃO DE DISPOSITIVO OCUPADO <u>956</u>		
		15	PARÂMETRO DE TEMPORIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ACTIVO ÚNICO <u>958</u>		
	LRC	15 + N	ATÉ 8 PALAVRAS DE DADOS DE ESTADO DE DISPOSITIVO ADICIONADOS <u>960</u>		
		15 + N + 1	LRC NA PALAVRA 08 a 15+N		

936

FIG. 9

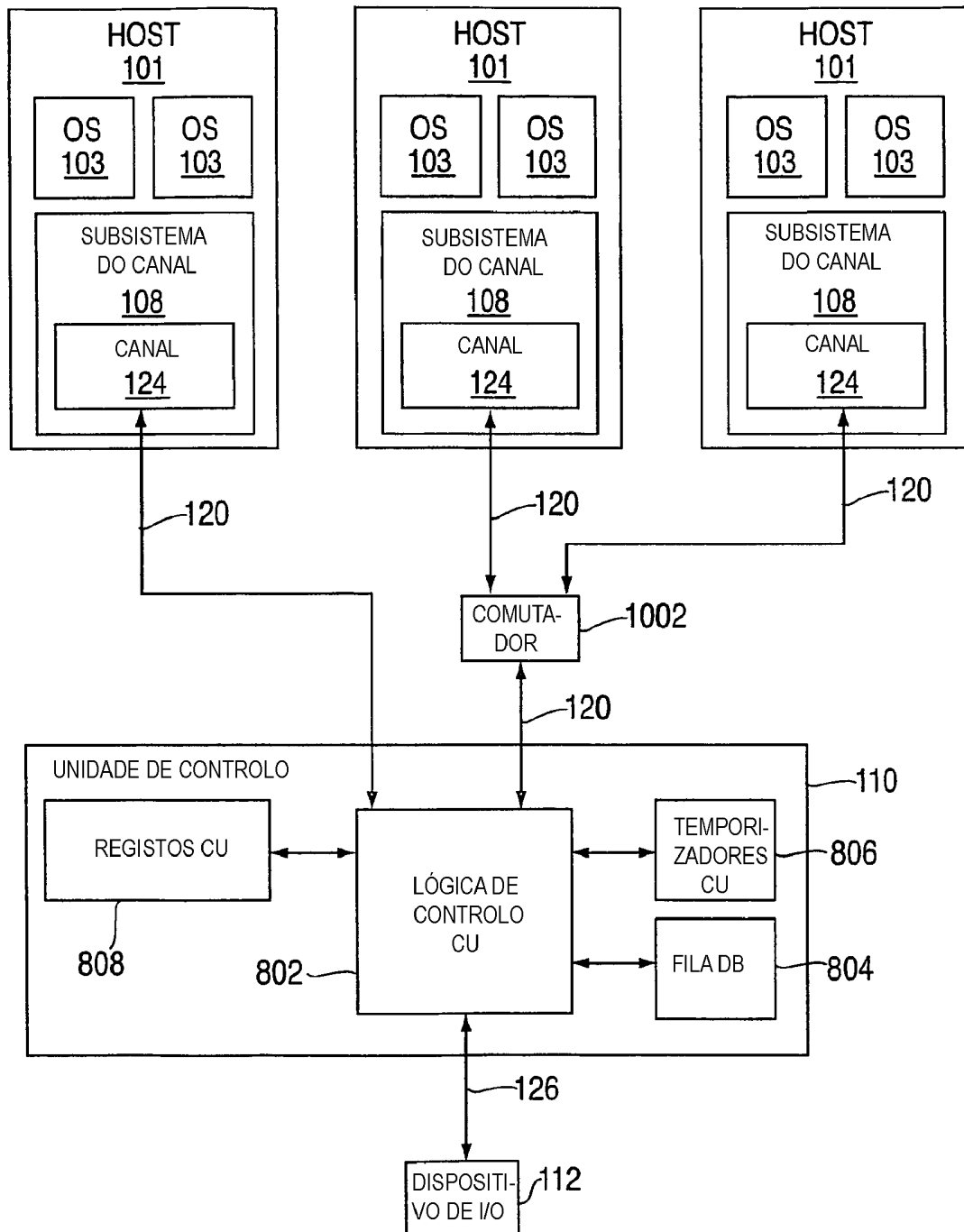


FIG. 10

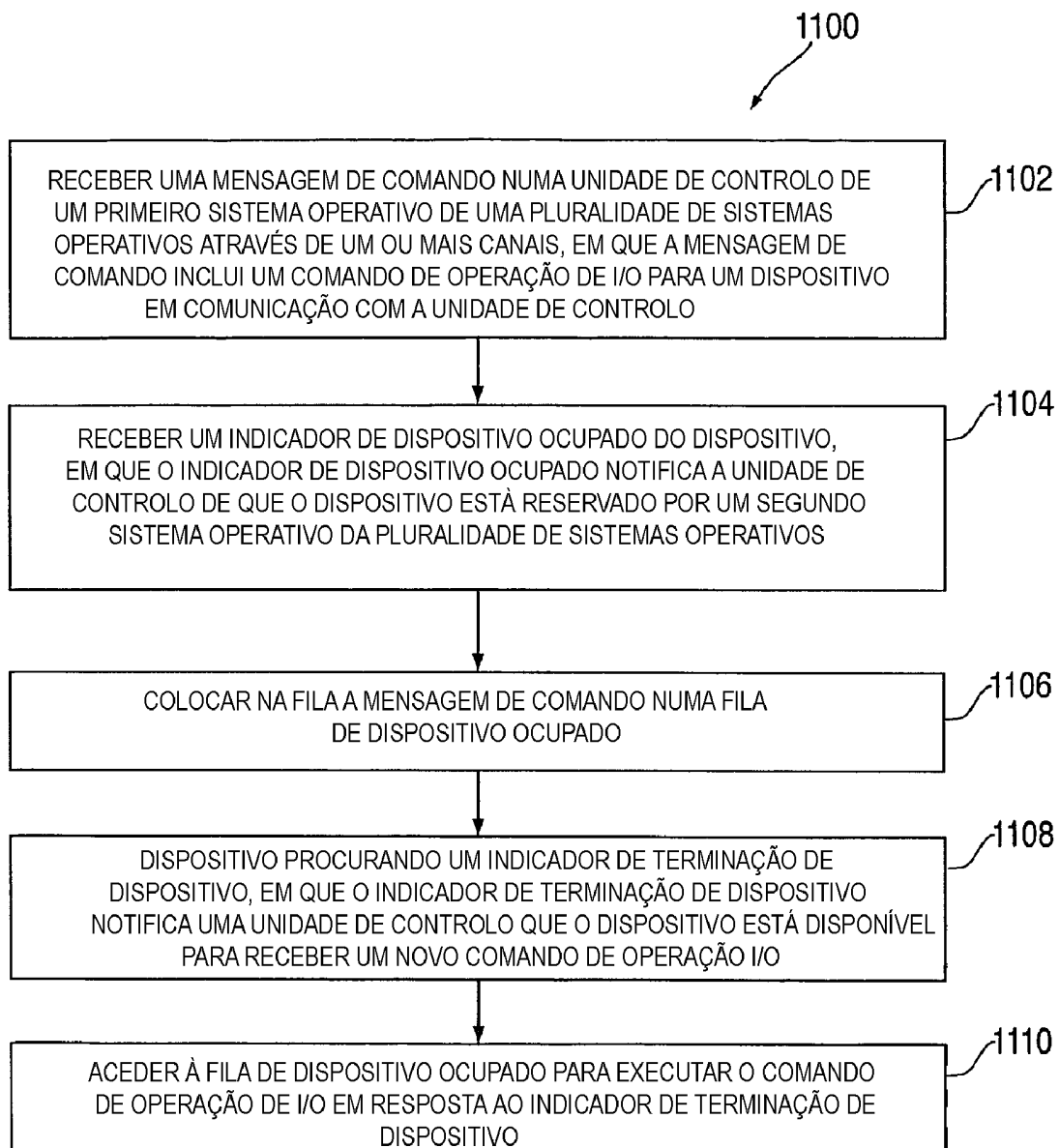


FIG. 11

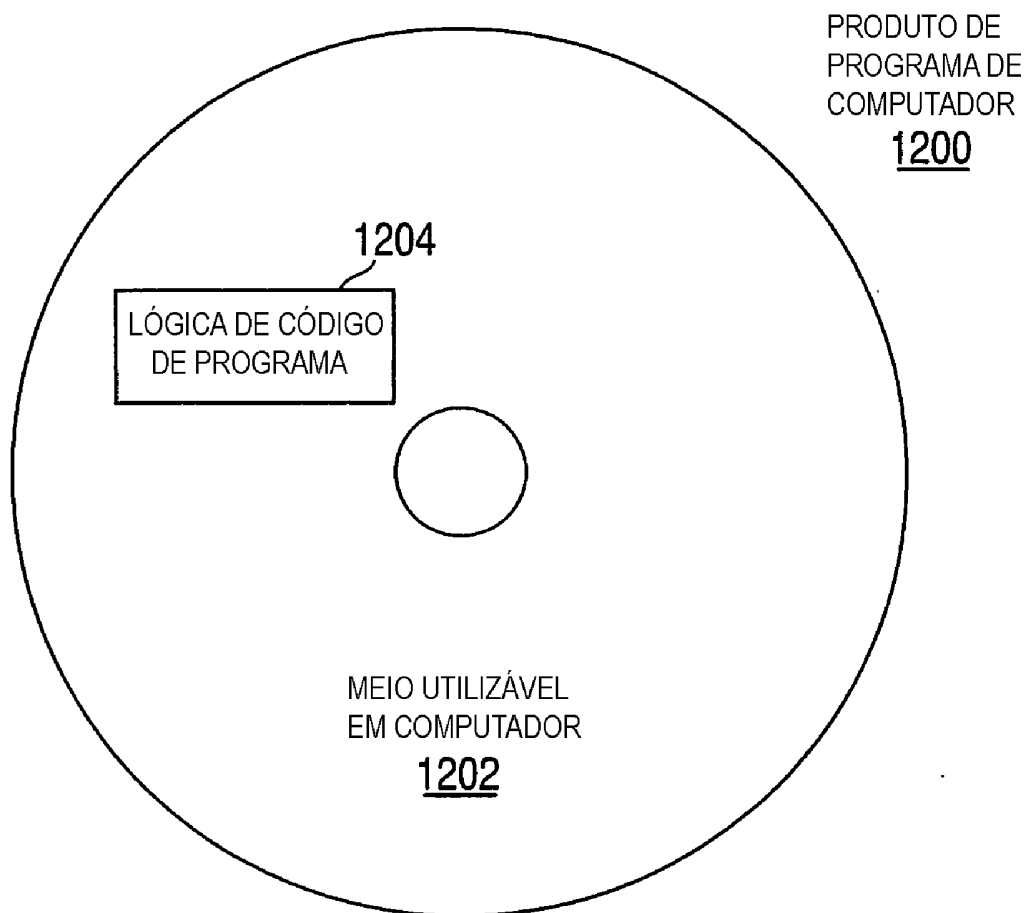


FIG. 12