



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0908824-5 B1



(22) Data do Depósito: 09/02/2009

(45) Data de Concessão: 11/02/2020

(54) Título: TRANSFERÊNCIA DE DADOS BIDIRECIONAL DENTRO DE UMA ÚNICA OPERAÇÃO DE E/S

(51) Int.Cl.: G06F 13/10.

(30) Prioridade Unionista: 14/02/2008 US 12/030,954.

(73) Titular(es): INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION..

(72) Inventor(es): DANIEL CASPER; JOHN FLANAGAN; MATTHEW KALOS; GUSTAV SITTMANN III; CATHERINE HUANG; UGOCHUKWU NJOKU; DALE RIEDY.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009051450 de 09/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/101053 de 20/08/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/08/2010

(57) Resumo: TRANSFERÊNCIA DE DADOS BIDIRECIONAL DENTRO DE UMA ÚNICA OPERAÇÃO DE E/S Um artigo de fabricação, aparelho e um método para facilitar o processamento de entrada / saída (E/S) para uma operação de E/S em um sistema de computador host configurado para comunicação com uma unidade de controle. O método inclui o sistema de computador host obtendo uma palavra de comando de transporte (TCW) para uma operação de E/S, tendo dados de entrada e saída. A TCW especifica o local dos dados de saída e um local para armazenar os dados de entrada. O sistema de computador host envia a operação de E/S para a unidade de controle para execução. O sistema de computador host reúne os dados de saída em resposta à localização dos dados de saída especificados pela TCW e, em seguida, encaminha os dados de saída para a unidade de controle para uso na execução da operação de E/S. O sistema do computador host recebe os dados de entrada da unidade de controle e armazena os dados de entrada no local especificado pela TCW.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para:
**“TRANSFERÊNCIA DE DADOS BIDIRECIONAL DENTRO DE UMA ÚNICA
OPERAÇÃO DE E/S”.**

Campo da Invenção

[0001] A presente revelação refere-se em geral a processamento de entrada/saída (E/S), e em particular, ao fornecimento de uma operação de E/S que inclui dados tanto de entrada como de saída.

Antecedentes da Invenção

[0002] Operações de entrada/saída (E/S) são usadas para transferir dados entre memória e dispositivos de E/S de um sistema de processamento de E/S. Especificamente, dados são gravados a partir da memória para um ou mais dispositivos de E/S, e dados são lidos de um ou mais dispositivos de E/S para memória por executar operações de E/S.

[0003] Para facilitar processamento de operações de E/S, um subsistema de E/S do sistema de processamento de E/S é empregado. O subsistema de E/S é acoplado à memória principal e aos dispositivos de E/S do sistema de processamento de E/S e orienta o fluxo de informações entre memória e os dispositivos de E/S. Um exemplo de um subsistema de E/S é um subsistema de canal. O subsistema de canal usa percursos de canal como mídia de comunicação. Cada percurso de canal inclui um canal acoplado a uma unidade de controle,

a unidade de controle sendo adicionalmente acoplada a um ou mais dispositivos de E/S.

[0004] O subsistema de canal pode empregar palavras de comando de canal (CCWs) para transferir dados entre os dispositivos de E/S e memória. Uma CCW especifica o comando a ser executado. Para comando que iniciam certas operações de E/S, a CCW designa a área de memória associada à operação, a ação a ser tomada sempre que uma transferência para ou a partir da área for concluída, e outras opções.

[0005] Durante processamento de E/S, uma lista de CCWs é buscada da memória por um canal. O canal analisa cada comando da lista de CCWs e envia um número dos comandos, cada comando para sua própria entidade, para uma unidade de controle acoplada ao canal. A unidade de controle então processa os comandos. O canal rastreia o estado de cada comando e controla quando o próximo conjunto de comandos deve ser enviado para a unidade de controle para processamento. O canal assegura que cada comando é enviado para a unidade de controle em sua própria entidade. Além disso, o canal insere certas informações associadas ao processamento da resposta a partir da unidade de controle para cada comando.

[0006] A execução de processamento de E/S em uma base por CCW pode envolver uma grande quantidade de processamento

overhead para o subsistema de canal, visto que os canais analisam CCWs, rastreiam informação de estado, e reagem a respostas a partir das unidades de controle. Portanto, pode ser benéfico deslocar grande parte da carga de processamento associada à interpretação e gerenciamento de CCW e informação de estado a partir do subsistema de canal para as unidades de controle. A simplificação do papel de canais em comunicar entre as unidades de controle e um sistema operacional no sistema de processamento de E/S pode aumentar a capacidade de transmissão de comunicação visto que menos handshaking é realizado. A simplificação do papel de canais em comunicação pode incluir agrupar múltiplos comandos em uma única operação de E/S. Entretanto, a alteração de sequências de comando por agrupar dois ou mais comandos juntos em uma operação de E/S única pode resultar na operação de E/S tendo tanto dados de entrada como dados de saída. Atualmente, uma operação de E/S pode suportar uma área de dados única que pode ser utilizada para entrada de dados ou saída de dados, porém não ambos na mesma operação de E/S. isso limita os tipos de comandos que podem ser agrupados juntos em uma única operação de E/S e desse modo, limita o aumento na capacidade de transmissão que pode ser obtido por agrupar comandos. Por conseguinte, há necessidade na técnica de ser capaz de transferir tanto

dados de entrada como dados de saída em uma única operação de E/S.

Sumário da Invenção

[0007] Uma concretização exemplar inclui um produto de programa de computador para facilitar processamento de entrada/saída (E/S) para uma operação de E/S em um sistema de computador hospedeiro configurado para comunicação com uma unidade de controle. O produto de programa de computador inclui uma mídia de armazenamento tangível legível por um circuito de processamento e instruções de armazenamento para execução pelo circuito de processamento para executar um método. O método inclui o sistema de computador hospedeiro obtendo uma palavra de comando de transporte (TCW) para uma operação de E/S tendo dados tanto de entrada como de saída. A TCW especifica um local dos dados de saída e um local para armazenamento dos dados de entrada. O sistema de computador hospedeiro envia a operação de E/S para a unidade de controle para execução. O sistema de computador hospedeiro coleta os dados de saída responsivos ao local dos dados de saída especificados pela TCW, e então envia os dados de saída para a unidade de controle para uso na execução da operação de E/S. O sistema de computador hospedeiro recebe os dados de entrada a partir da unidade de controle e armazena os dados de entrada no local especificado pela TCW.

[0008] Outros produtos industriais, aparelhos, e/ou métodos de acordo com concretizações serão ou tornar-se-ão evidentes para uma pessoa versada na técnica após exame dos seguintes desenhos e descrição detalhada. Pretende-se que todos esses produtos industriais adicionais, aparelhos, e/ou métodos sejam incluídos nessa descrição, estejam incluídos no escopo da presente invenção e sejam protegidos pelas reivindicações em anexo.

Breve Descrição dos Desenhos

[0009] A matéria que é considerada como a invenção é particularmente indicada e distintamente reivindicada nas reivindicações na conclusão do relatório descritivo. Os objetivos, características e vantagens acima e outros, da invenção, são evidentes a partir da seguinte descrição detalhada tomada em combinação com os desenhos em anexo nos quais:

[0010] A figura 1 mostra uma concretização de um sistema de processamento de E/S incorporando e usando um ou mais aspectos da presente invenção;

[0011] A figura 2A mostra um exemplo de uma palavra de comando de canal da técnica anterior;

[0012] A figura 2B mostra um exemplo de um programa de canal de palavra de comando de canal da técnica anterior;

[0013] A figura 3 mostra uma concretização de um protocolo de link da técnica anterior usado na comunicação entre um canal e unidade de controle para executar o programa de canal de palavra de comando de canal da figura 2B;

[0014] A figura 4 mostra uma concretização de um programa de canal de palavra de controle de transporte (TCW), de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0015] A figura 5 mostra uma concretização de um protocolo de link usado para comunicar entre um canal e unidade de controle para executar o programa de canal TCW da figura 4, de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0016] A figura 6 mostra uma concretização de um protocolo de link da técnica anterior usado para comunicar entre um canal e unidade de controle para executar quatro comandos de leitura de um programa de canal de palavra de comando de canal;

[0017] A figura 7 mostra uma concretização de um protocolo de link usado para comunicar entre um canal e unidade de controle para processar os quatro comandos de leitura de um programa de canal TCW, de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0018] A figura 8 mostra uma concretização de uma unidade de controle e um subsistema de canal, de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0019] A figura 9 mostra uma concretização de uma TCW de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0020] A figura 10 mostra uma concretização de um programa de canal TCW, de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0021] A figura 11 mostra uma concretização de um protocolo de link usado para comunicar entre um canal e unidade de controle para executar o programa de canal TCW da figura 10, de acordo com um aspecto da presente invenção;

[0022] A figura 12 mostra uma concretização de um processo para transferência de dados bidirecional em uma única operação de E/S, de acordo com um aspecto da presente invenção; e

[0023] A figura 13 mostra uma concretização de um produto industrial incorporando um ou mais aspectos da presente invenção.

[0024] A descrição detalhada explica as concretizações preferidas da invenção, juntamente com vantagens e características, como exemplo com referência aos desenhos.

Descrição Detalhada da Invenção

[0025] De acordo com um aspecto da presente invenção, o processamento de entrada/saída (E/S) é facilitado por permitir que uma operação de E/S única inclua tanto dados de

entrada como dados de saída. Desse modo, cada operação de E/S pode ser utilizada para transferir tanto um fluxo de entrada como um fluxo de saída. Isso facilita processamento de E/S por reduzir comunicação entre componentes de um sistema de processamento de E/S usado para executar o processamento de E/S. Por exemplo, o número de trocas e sequências entre um adaptador de comunicação de E/S, como um canal, e uma unidade de controle é reduzido. Isso é realizado por enviar uma pluralidade de comandos a partir do adaptador de comunicação de E/S para a unidade de controle como uma entidade única para execução pela unidade de controle, e pela unidade de controle enviando os dados resultantes dos comandos, caso haja, como uma entidade única. A pluralidade de palavras de comando de dispositivo (DCWs) enviadas como uma entidade única para uma unidade de controle pode incluir comandos tanto de ler como de gravar.

[0026] A pluralidade de comandos é incluída em um bloco, mencionado aqui como um bloco de controle de comando de transporte (TCCB), cujo endereço é especificado em uma palavra de controle de transporte (TCW). A TCW é enviada a partir de um sistema operacional (OS) ou outro aplicativo para o adaptador de comunicação I/P, que, por sua vez, envia o TCCB em uma mensagem de comando para a unidade de controle para processamento. A unidade de controle processa cada dos

comandos ausentes de um rastreamento de status em relação àqueles comandos individuais pelo adaptador de comunicação de E/S. A pluralidade de comandos também é mencionada como um programa de canal, que é analisado e executado na unidade de controle ao invés do adaptador de comunicação de E/S.

[0027] Em uma concretização exemplar, a TCW provê os ponteiros para o canal para todos os blocos de controle necessários para executar a operação de E/S. Em uma concretização exemplar, a TCW inclui ponteiros tanto para um endereço de dados de entrada como um endereço de dados de saída. Isso permite que dados sejam transferidos em ambas as direções, (por exemplo, a partir de um canal para uma unidade de controle e a partir de uma unidade de controle para um canal) em uma operação de E/S única.

[0028] Um exemplo de um sistema de processamento de E/S incorporando e usando um ou mais aspectos da presente invenção é descrito com referência à figura 1. O sistema de processamento de E/S 100 inclui um sistema hospedeiro 101, que inclui ainda, por exemplo, uma memória principal 102, uma ou mais unidades de processamento central (CPUs) 104, um elemento de controle de armazenamento 106, e um subsistema de canal 108. O sistema hospedeiro 101 pode ser um sistema de computação em grande escala, como um mainframe ou servidor. O sistema de processamento de E/S 100 também inclui

uma ou mais unidades de controle 110 e um ou mais dispositivos de E/S 112, cada um dos quais é descrito abaixo.

[0029] A memória principal 102 armazena dados e programas, que podem ser entrados a partir dos dispositivos de E/S 112. Por exemplo, a memória principal 102 pode incluir um ou mais sistemas operacionais (OSs) 103 que são executados por uma ou mais das CPUs 104. Por exemplo, uma CPU 104 pode executar um sistema operacional Linux® 103 e um sistema operacional z/OS® 103 como instâncias de máquina virtual diferente. A memória principal 102 é diretamente endereçável e provê processamento em alta velocidade de dados pelas CPUs 104 e subsistema de canal 108.

[0030] A CPU 104 é o centro de controle do sistema de processamento de E/S 100. Contém instalações de sequenciamento e processamento para execução de instrução, ação de interrupção, funções de temporização, carregamento de programa inicial, e outras funções relacionadas à máquina. A CPU 104 é acoplada ao elemento de controle de armazenamento 106 através de uma conexão 114, como um barramento bidirecional ou unidirecional.

[0031] O elemento de controle de armazenamento 106 é acoplado à memória principal 102 através de uma conexão 116, como um barramento; a CPUs 104 através da conexão 114; e ao subsistema de canal 108 através de uma conexão 118. O

elemento de controle de armazenamento 106 controla, por exemplo, enfileiramento e execução de solicitações feitas por uma ou mais da CPU 104 e subsistema de canal 108.

[0032] Em uma concretização exemplar, o subsistema de canal 108 provê uma interface de comunicação entre o sistema hospedeiro 101 e unidades de controle 110. O subsistema de canal 108 é acoplado ao elemento de controle de armazenamento 106, como descrito acima, e a cada das unidades de controle 110 através de uma conexão 120, como um link serial. A conexão 120 pode ser implementada em qualquer modo conhecido na técnica, incluindo um link ótico, empregando guias de onda de modo único ou multimodos em um pano de Canal de fibra (por exemplo, uma rede de canal de fibra). O subsistema de canal 108 orienta o fluxo de informação entre dispositivos de E/S 112 e memória principal 102. Alivia as CPUs 104 da tarefa de comunicar diretamente com os dispositivos de E/S 112 e permite que processamento de dados prossiga simultaneamente com o processamento de E/S. O subsistema de canal 108 usa um ou mais percurso de canal 122 como os links de comunicação no gerenciamento do fluxo de informação para ou a partir dos dispositivos de E/S 112. Como parte do processamento de E/S, o subsistema de canal 108 também executa as funções de gerenciamento de percurso de teste para disponibilidade de percurso de canal,

seleção de um percurso de canal disponível 122 e início de execução da operação com os dispositivos de E/S 112.

[0033] Cada percurso de canal 122 inclui um canal 124 (canais 124 são localizados no subsistema de canal 108, em um exemplo, como mostrado na figura 1), uma ou mais unidades de controle 110 e uma ou mais conexões 120. Em outro exemplo, também é possível ter um ou mais comutadores dinâmicos (não mostrados) como parte do percurso de canal 122. Um comutador dinâmico pode ser acoplado a um canal 124 e uma unidade de controle 110 e fornece a capacidade de interconectar fisicamente quaisquer dois links que são ligados ao comutador. Em outro exemplo, também é possível ter múltiplos sistemas, e, portanto, múltiplos subsistemas de canal (não mostrados) ligados a uma ou mais das unidades de controle 110.

[0034] Também são localizados no subsistema de canal 108 subcanais (não mostrados). Um subcanal é fornecido para e dedicado a cada dispositivo de E/S 112 acessível a um programa através do subsistema de canal 108. Um subcanal (por exemplo, uma estrutura de dados, como uma mesa) fornece a aparência lógica de um dispositivo para o programa. Cada subcanal fornece informações referentes ao dispositivo de E/S associado 112 e sua fixação ao subsistema de canal 108. O subcanal também fornece informações referentes a operações

de E/S e outras funções envolvendo o dispositivo de E/S associado 112. O subcanal é o meio pelo qual o subsistema de canal 108 fornece informações sobre dispositivos de E/S associados 112 a CPUs 104, que obtêm essa informação por executar instruções E/S.

[0035] O subsistema de canal 108 é acoplado a uma ou mais unidades de controle 110. Cada unidade de controle 110 fornece lógica para operar e controla um ou mais dispositivos de E/S 112 e adapta, através do uso de instalações comuns, as características de cada dispositivo de E/S 112 à interface de link fornecida pelo canal 124. As instalações comuns fornecem a execução de operações de E/S, indicações referentes ao status do dispositivo de E/S 112 e unidade de controle 110, controle da temporização de transferências de dados sobre o percurso de canal 122 e certos níveis do controle do dispositivo de E/S 112.

[0036] Cada unidade de controle 110 é fixada através de uma conexão 126 (por exemplo, um barramento) a um ou mais dispositivos de E/S 112. Dispositivos de E/S 112 recebem informações ou armazenamento informações na memória principal 102 e/ou outra memória. Os exemplos de dispositivos de E/S 112 incluem leitoras de cartão e perfuradoras, unidades de fita magnética, dispositivos de armazenamento de acesso direto, displays, teclados, impressoras, dispositivos

de indicação, dispositivos de teleprocessamento, controladores de comunicação e equipamento baseado em sensor, citando alguns.

[0037] Um ou mais dos componentes acima do sistema de processamento de E/S 100 são adicionalmente descritos em "*IBM® z/Architecture Principles of operation,*" publicação no. SA22-7832-05, 6ª edição, abril de 2007; patente US no. 5.461.721 intitulada "*System for transferring data between E/S devices and main or expanded storage under dynamic control of independent indirect address words (IDAWS),*" Cornier e outros, expedida em 24 de outubro de 1995, e patente US no. 5.526.484 intitulado "*Method and system for pipelining the processing of channel command words,*" Casper e outros, expedida em 11 de junho de 1996, cada uma das quais é pela presente incorporada a título de referência na íntegra. IBM é uma marca registrada da International Business Machines Corporation, Armonk, Nova York, EUA. Outros nomes usados aqui podem ser marcas registradas, marcas comerciais ou nomes de produtos da International Business Machines Corporation ou outras companhias.

[0038] Em uma concretização, para transferir dados entre dispositivos de E/S 112 e memória 102, palavras de comando de canal (CCWs) são usadas. Uma CCW especifica o comando a ser executado, e inclui outros campos para

controlar processamento. Um exemplo de uma CCW é descrito com referência à figura 2A. Uma CCW 200 inclui, por exemplo, um código de comando 202 especificando o comando a ser executado (por exemplo, ler, ler para trás, controlar, detectar e gravar), uma pluralidade de indicadores 204 usados para controlar a operação de E/S; para comandos que especificam a transferência de dados, um campo de contagem 206 que especifica o número de bytes na área de armazenamento designada pela CCW a ser transferida; e um endereço de dados 208 que aponta para um local na memória principal que inclui os dados, quando endereçamento direto é empregado, ou a uma lista (por exemplo, lista contígua) de palavras de endereço de dados indireto modificado (MIDAWs) a serem processadas; quando endereçamento de dados indireto modificado é empregado. Endereçamento indireto modificado é adicionalmente descrito no pedido US número de série 11/464.613, intitulado "*Flexibly controlling the transfer of data between input/output devices and memory,*" Brice e outros, depositado em 15 de agosto de 2006, que é pelo presente incorporado a título de referência na íntegra.

[0039] Uma ou mais CCWs disposta para execução sequencial formam um programa de canal, também mencionado aqui como um programa de canal CCW. O programa de canal CCW é configurado, por exemplo, por um sistema operacional ou

outro software. O software configura as CCWs e obtém os endereços de memória atribuídos ao programa de canal. Um exemplo de um programa de canal CCW é descrito com referência à figura 2B. Um programa de canal CCW 210 inclui, por exemplo, uma CCW de definir extensão 212 que tem um ponteiro 214 para um local na memória de dados de definir extensão 216 a serem usados com o comando de definir extensão. Nesse exemplo, uma transferência no canal (TIC) 218 segue o comando de definir extensão para encaminha o programa de canal para outra área na memória (por exemplo, uma área de aplicativo) que inclui uma ou mais outras CCWs, como um registro de localizar 217 que tem um ponteiro 219 para dados de registro de localizar 220, e uma ou mais CCWs de leitura 221. Cada CCW de leitura 220 tem um ponteiro 222 para uma área de dados 224. A área de dados inclui um endereço para diretamente acessar os dados ou uma lista de palavras de endereço de dados (por exemplo, MIDAWs ou IDAWs) para indiretamente acessar os dados. Além disso, programa de canal de CCW 210 inclui uma área predeterminada no subsistema de canal definido pelo endereço de dispositivo chamado o subcanal para status 226 resultando da execução do programa de canal de CCW.

[0040] O processamento de um programa de canal de CCW é descrito com referência à figura 3, bem como com

referência à figura 2B. Em particular, a figura 3 mostra um exemplo das várias trocas e sequências que ocorrem entre um canal e uma unidade de controle quando um programa de canal de CCW está sendo executado. O protocolo de link usado para as comunicações é FICON (Conectividade de fibra) nesse exemplo. Informações referentes a FICON são descritas em "Fibre channel single byte command Code sets-3 mapping protocol" (FC-SB-3), T11/Project 1357-D/Rev. 1.6. INCITS (março de 2003), que é pelo presente incorporado a título de referência na íntegra.

[0041] Com referência à figura 3, um canal 300 abre uma troca com uma unidade de controle 302 e envia um comando definir extensão e dados associados ao mesmo 304 para a unidade de controle 302. O comando é buscado a partir de CCW definir extensão 212 (figura 2B) e os dados são obtidos a partir da área de dados de definir extensão 216. O canal 300 usa TIC 218 para localizar a CCW de localizar registro e a CCW de leitura. Busca o comando de localizar registro 305 (figura 3) a partir da CCW de localizar registro 217 (figura 2B) e obtém os dados a partir dos dados de localizar registro 220. O comando de leitura 306 (figura 3) é buscado da CCW de leitura 221 (figura 2B). Cada é enviado para a unidade de controle 302.

[0042] A unidade de controle 302 abre uma troca 308 com o canal 300, em resposta à troca aberta do canal 300. Isso pode ocorrer antes ou após o comando de localizar 305 e/ou comando de leitura 306. Juntamente com a troca aberta, uma resposta (CMR) é enviada para o canal 300. O CMR provê uma indicação para o canal 300 de que a unidade de controle 302 está ativa e em operação.

[0043] A unidade de controle 302 envia os dados solicitados 310 para o canal 300. Adicionalmente, a unidade de controle 302 provê o status para o canal 300 e fecha a troca 312. Em resposta ao mesmo, o canal 300 armazena os dados, examina o status e fecha a troca 314, que indica para a unidade de controle 302 que o status foi recebido.

[0044] O processamento do programa de canal de CCW acima para ler 4k de dados requer que duas trocas sejam abertas e fechadas e sete sequências. O número total de trocas e sequências entre o canal e unidade de controle é reduzido através de múltiplos comandos em colapso do programa de canal em um TCCB. O canal, por exemplo, canal 124 da figura 1, usa uma TCW para identificar a localização do TCCB bem como locais para acessar e armazenar status e dados associados à execução do programa de canal. A TCW é interpretada pelo canal 124 e não é enviada ou vista pela unidade de controle 110.

[0045] Um exemplo de um programa de canal para ler 4k de dados, como na figura 2B, porém inclui um TCCB, ao invés de CCWs individuais separados, é descrito com referência à figura 4. Como mostrado, um programa de canal 400, mencionado aqui como um programa de canal de TCW, inclui uma TCW 402 especificando uma localização na memória de um TCCB 404, bem como um local na memória de uma área de dados 406 ou um TIDAL 410 (isto é, uma lista de palavras de endereço de dados indireto de modo de transporte (TIDAWs), similares a MIDAWs) que aponta para a área de dados 406, e uma área de status 408.

[0046] O processamento de um programa de canal de TCW é descrito com referência à figura 5. O protocolo de link usado para essas comunicações é, por exemplo, Protocolo de canal de fibra (FCP). Em particular, três fases do protocolo de link FCP são usadas, permitindo que adaptadores de barramento hospedeiro sejam usados que suportam FCP para executar transferências de dados controladas por CCWs. FCP e suas fases são descritas adicionalmente em "*Information technology - fibre channel protocol for SCSI, terceira versão (FCP-3)*," T10 Project 1560-D, revisão 4, 13 de setembro de 2005, que é pelo presente incorporado aqui a título de referência na íntegra.

[0047] Com referência à figura 5, um canal 500 abre uma troca com uma unidade de controle 502 e envia TCCB 504 para a unidade de controle 502. Em um exemplo, o TCCB 504 e iniciativa de sequência são transferidos para a unidade de controle 502 em um comando FCP, mencionado como unidade de informação de FCP_CMMD (IU) ou uma IU de comando de transporte. A unidade de controle 502 executa os múltiplos comandos do TCCB 504 (por exemplo, comando de definir extensão, comando de localizar registro, comando de leitura como palavras de controle de dispositivo (DCWs)) e envia dados 506 para o canal 500 através, por exemplo, de uma IU de FCP_Data. Também fornece status e fecha a troca 508. Como um exemplo, status final é enviado em um quadro de status FCP que tem um bit ativo em, por exemplo, byte 10 ou 11 da carga útil de uma IU FCP_RSP, também mencionada como IU de resposta de transporte. A carga útil de FCP_RSP_IU pode ser usada para transportar status de término FICON juntamente com informações de status adicional.

[0048] Em um exemplo adicional, para gravar 4k de dados de cliente, o canal 500 usa as fases de protocolo de link FCP, como a seguir:

[0049] Transferir um TCCB na IU FCP_CMND.

[0050] Transferir a IU de dados, e iniciativa de sequência para a unidade de controle 502. (Transferência de FCP pronta desabilitada)

[0051] O status final é enviado em um quadro de status FCP que tem um bit ativo, por exemplo, no byte 10 ou 11 da Carga Útil de IU FCP_RSP. O campo FCP_RES_INFO ou campo de detecção é usado para transportar status de término FICON juntamente com informação de status adicional.

[0052] Por executar o programa de canal TCW da figura 4, há somente uma troca aberta e fechada (vide também a figura 5), ao invés de duas trocas para o programa de canal de CCW da figura 2B (vide também a figura 3). Além disso, para o programa de canal de TCW, há três sequências de comunicação (vide as figuras 4-5) em comparação com sete sequências para o programa de canal de CCW (vide as figuras 2B-3).

[0053] O número de trocas e sequências permanece igual para um programa de canal de TCW, mesmo se comandos adicionais forem adicionados ao programa. Comparar, por exemplo, a comunicação do programa de canal de CCW da figura 6 com a comunicação do programa de canal de TCW da figura 7. No programa de canal de CCW da figura 6, cada dos comandos (por exemplo, comando de definir extensão 600, comando de localizar registro 601, comando de leitura 602, comando de

leitura 604, comando de leitura 606, comando de localizar registro 607 e comando de leitura 608) é enviado em sequências separadas a partir do canal 610 para a unidade de controle 612. Além disso, cada bloco de 4k de dados (por exemplo, dados 614-620) é enviado em sequências separadas a partir da unidade de controle 612 para o canal 610. Esse programa de canal de CCW requer que duas trocas sejam abertas e fechadas (por exemplo, abrir trocas 622, 624 e fechar trocas 628, 628) e quatorze sequências de comunicação. Isso é comparado com as três sequências e uma troca para o programa de canal de TCW da figura 7, que realiza a mesma tarefa que o programa de canal de CCW da figura 6.

[0054] Como mostrado na figura 7, um canal 700 abre uma troca com uma unidade de controle 702 e envia um TCCB 704 para a unidade de controle 702. O TCCB 704 inclui o comando definir extensão, os dois comandos de localizar registro, e os quatro comandos de leitura em DCWs, como descrito acima. Em resposta ao recebimento do TCCB 704, a unidade de controle 702 executa os comandos e envia, em uma sequência única, os 16k de dados 706 para o canal 700. Adicionalmente, a unidade de controle 702 provê status para o canal 700 e fecha a troca 708. Desse modo, o programa de canal de TCW requer muito menos comunicação para transferir

a mesma quantidade de dados que o programa de canal de CCW da figura 6.

[0055] Voltando agora para a figura 8, uma concretização do canal 124 no subsistema de canal 108 e unidade de controle 110 e canal 124 da figura 1 que suportam execução de programa de canal de TCW são mostrados em maior detalhe. A unidade de controle 110 inclui lógica de controle de CU 802 para analisar e processar mensagens de comando contendo um TCCB, como o TCCB 704 da figura 7, recebidas do canal 124 através da conexão 120. A lógica de controle de CU 802 pode extrair DCWs e controlar dados a partir do TCCB recebido na unidade de controle 110 para controlar um dispositivo, por exemplo, dispositivo de E/S 112 através da conexão 126. A lógica de controle de CU 802 envia comandos de dispositivo e dados para o dispositivo de E/S 112 e recebe informações de status e outro feedback a partir do dispositivo de E/S 112. Por exemplo, o dispositivo de E/S 112 pode estar ocupado devido a uma solicitação de reserva anterior direcionando o dispositivo de E/S 112. Para gerenciar os problemas de conflito de reserva de dispositivo em potencial que podem originar quando a unidade de controle 110 recebe múltiplas solicitações para acessar o mesmo dispositivo de E/S 112, a lógica de controle de CU 802 rastreia e armazena mensagens de dispositivo ocupado e dados

associados em uma fila de dispositivo ocupado 804. Em uma concretização exemplar, um OS 103 da figura 1 reserva o dispositivo de E/S 112 para impedir que outros OSs 103 acessem o dispositivo de E/S 112 enquanto a reserva está ativa. Embora a reserva de dispositivo não seja necessária para todas as operações de E/S, a reserva de dispositivo pode ser usada para suportar operações que necessitam de acesso exclusivo por uma duração fixa de tempo, por exemplo, formatação de disco.

[0056] A unidade de controle 110 pode incluir ainda outros elementos de memória ou buffer (não mostrados) para armazenar múltiplas mensagens ou informações de status associadas a comunicações entre o canal 124 e o dispositivo de E/S 112. Por exemplo, um registro localizado na unidade de controle 110 pode incluir um parâmetro de troca de unidade de controle máximo que define o número máximo de trocas de unidade de controle abertas que a unidade de controle 110 suporta.

[0057] O canal 124 no subsistema de canal 108 inclui múltiplos elementos para suportar comunicação com a unidade de controle 110. Em uma concretização exemplar, a lógica de controle CHN 806 controla comunicação entre o subsistema de canal 108 e a unidade de controle 110. A lógica de controle CHN 806 pode diretamente fazer interface com a lógica de

controle de CU 802 através da conexão 120 para enviar comandos e receber respostas, como IUs de resposta e comando de transporte. Alternativamente, interfaces de envio de mensagem e/ou buffers (não mostrados) podem ser colocadas entre a lógica de controle CHN 806 e a lógica de controle de CU 802.

[0058] Uma concretização exemplar de uma palavra de controle de transporte (TCW) 900 é mostrada na figura 9. A TCW 900 é utilizada pelo canal 124 para configurar a operação de E/S e não é enviada para a unidade de controle 110. A TCW mostrada na figura 9 provê dados tanto de entrada como saída em uma operação de E/S única.

[0059] Em uma TCW exemplar 900 mostrada na figura 9, um campo de formato 902 igual a "00b" indica que o que segue é uma TXW 900. A TCW 900 também inclui bits reservados 904 para uso futuro possível.

[0060] A TCW 900 também inclui um campo de indicadores 906. Os cinco primeiros bits do campo de indicadores 906 são reservados para uso futuro e são definidos em zero. O sexto bit do campo de indicadores 906 é um indicador de leitura TIDAL. Em uma concretização exemplar, o indicador de leitura TIDAL é definido em um quando o campo de endereço de dados de entrada 918 contém um endereço de um TIDAL. Se o indicador de leitura de TIDAL for

definido em zero, então o campo de endereço de dados de entrada 918 contém um endereço de dados. O sétimo bit do campo de indicadores 906 é um indicador TIDAL TCCB. Em uma concretização exemplar, o indicador TIDAL TCCB é definido em um quando o campo de endereço TCCB 922 contém um endereço de um TIDAL. Se o indicador TIDAL TCCB for definido em zero, então o campo de endereço TCCB 922 diretamente endereça o TCCB. O indicador TIDAL TCCB permite que o software do sistema operacional ou o hiper-visor dispore em camada programas de canal de usuário de prefixo e função. O oitavo bit do campo de indicadores 906 é um indicador de gravar TIDAL. Em uma concretização exemplar, o indicador de gravar TIDAL é definido em um quando o campo de endereço de dados de saída 916 contém um endereço de um TIDAL. Se o indicador de gravar TIDAL é definido em zero, então o campo de endereço de dados de saída 916 contém um endereço de dados.

[0061] O nono até vigésimo quarto bits do campo de indicadores 906 são reservados para uso futuro.

[0062] A TCW 900 também inclui um campo de comprimento de TCCB 910 que indiretamente representa o comprimento do TCCB e pode ser utilizado para determinar o comprimento efetivo do TCCB.

[0063] Os bits de ler/gravar 912 na TCW 900 são utilizados para indicar se dados estão sendo lidos e/ou

gravados como resultado de executar a TCW 900. Em uma concretização exemplar, o bit de ler nos bits de ler/gravar 912 é definido em um para indicar que dados de entrada estão sendo transferidos a partir de um dispositivo de E/S 112 para armazenamento de sistema (por exemplo, memória principal 102) no sistema hospedeiro 101 como um resultado de executar a TCW 900. O bit de gravar nos bits de ler/gravar 912 é definido em um para indicar que dados de saída estão sendo transferidos a partir da armazenamento do sistema (por exemplo, memória principal 102) no sistema hospedeiro 101 para um dispositivo de E/S como resultado de executar a TCW 900.

[0064] O campo de endereço de dados de saída 916 inclui o endereço para os dados de saída (caso haja). Como descrito anteriormente, o conteúdo do campo de endereço de dados de saída 916 pode ser um endereço de um TIDAL para dados de saída (por exemplo, um endereço indireto) ou o endereço efetivo dos dados de saída (por exemplo, um endereço direto). O campo de endereço de dados de entrada 918 inclui o endereço para os dados de entrada (caso haja). Como descrito anteriormente, o conteúdo do campo de endereço de dados de entrada 918 pode ser um endereço de um TIDAL para dados de entrada ou o endereço efetivo dos dados de entrada. Em uma concretização exemplar, o campo de endereço de dados

de saída 916 e o campo de endereço de dados de entrada 918 são implementados como sessenta e quatro endereços de bits.

[0065] A TCW 900 também inclui um campo de endereço de bloco de status de transporte 920. Uma porção (por exemplo, a parte de status estendido) de um status de conclusão em uma IU de resposta de transporte para uma operação de E/S é armazenada nesse endereço. O campo de endereço TCCB 922 na TCW 900 inclui um endereço onde o TCCB é localizado na armazenamento do sistema. Como descrito anteriormente, o TCCB no bloco de controle onde as DCWs a serem executadas para a TCW 900 residem. Também como descrito anteriormente, o conteúdo do campo de endereço TCCB 922 pode ser um endereço de um TIDAL para o TCCB ou o endereço efetivo do TCCB. Em uma concretização exemplar, o campo de endereço de bloco de status de transporte 920 e o campo de endereço TCCB 922 são implementados como endereços de sessenta e quatro bits.

[0066] O campo de contagem de saída 924 na TCW 900 indica a quantidade de dados de saída a ser transferida pela TCW/TCCB para uma operação de saída. Em uma concretização exemplar, o campo de contagem de saída 924 especifica o número de bytes na área de armazenamento de saída projetada pela TCW (o endereço de dados de saída 916) para ser transferida. O campo de contagem de entrada 926 na TCW 900

indica a quantidade de dados de entrada a serem transferidos pelo TCW/TCB para uma operação de entrada. Em uma concretização exemplar, o campo de contagem de entrada 926 especifica o número de bytes na área de armazenamento de saída projetado pela TCW (o endereço de dados de entrada 918) para ser transferido. Vários campos adicionais na TCW 900 são reservados: campo reservado 928, campo reservado 930 e campo reservado 932. O campo de endereço interrogar-TCW 934 contém o endereço de outra TCW e é usado pelo canal 124 para interrogar aquele estado de uma operação sob a iniciativa de uma instrução E/S de cancelar subcanal.

[0067] A TCW mostrada na figura 9 é um exemplo de como uma palavra de comando pode ser configurada. Outras configurações são possíveis onde campos adicionais são incluídos e/ou campos mostrados na figura 9 não são incluídos.

[0068] A figura 10 mostra uma concretização de um programa de canal TCW, de acordo com um aspecto da presente invenção quando dados tanto de entrada como de saída são incluídos em uma operação de E/S única. Como mostrado na figura 10, um programa de canal TCW 1000 inclui uma TCW 1002 especificando um local na memória de um TCCB 1004, um local na memória para armazenar dados de entrada 1006 ou um TIDAL 1010 (isto é, uma lista de palavras de endereço de dados

indireto de modo de transporte (TIDAWs) que aponta para o local para os dados de entrada 1006, um local na memória de uma área de dados de saída 1014 ou um TIDAL 1012 que aponta para a área de dados de saída 1006, e uma área de status 1008.

[0069] O processamento do programa de canal TCW 1000 mostrado na figura 10 é descrito com referência à figura 11. Com referência à figura 11, um canal 1100 abre uma troca com uma unidade de controle 1102 e envia um TCCB 1104 e dados de saída 1105 localizados na área de dados de saída 1014 especificada pelo TCW 1002 para a unidade de controle 1102. O canal 1100 determina quantos dados enviar com base no valor da contagem de saída 924 na TCW 1002. A unidade de controle 1102 executa os múltiplos comandos do TCCB 1104 (por exemplo, comando definir extensão, comando localizar registro, comando escrever e comando ler como palavras de controle de dispositivo (DCWs) recebe os dados de saída 1105 a partir do canal 1100 e envia dados de entrada 1106 de acordo com a contagem de dados na DCW para o canal 1100 através, por exemplo, de uma IU FCP_Data. O canal 1100 armazena os dados de entrada 1106 no local especificado pela TCW 1002. A unidade de controle 1102 também fornece status e fecha a troca 1108. Desse modo, dados são entrados no canal 110 e

transmitidos para a unidade de controle 1102 em um programa de canal TCW único 1000 (ou operação de E/S).

[0070] A figura 12 mostra uma concretização de um processo para transferência de dados bidirecionais em uma operação de E/S única, de acordo com um aspecto da presente invenção. Em uma concretização exemplar, o processamento mostrado na figura 12 ocorre em um sistema de computador hospedeiro que está em comunicação de rede com uma unidade de controle. O sistema de computador hospedeiro pode incluir um sistema de processamento de E/S que executa o processo. Adicionalmente, o sistema de processamento de E/S pode incluir um subsistema de canal que executa o processo. No bloco 1202, uma TCW é obtida pelo computador hospedeiro. Em uma concretização exemplar, a TCW é obtida (ou recebida) de um sistema operacional rodando no computador hospedeiro. A TCW inclui tanto um endereço de dados de saída 916 como campo de contagem de saída 924, e um endereço de dados de entrada 918 e campo de contagem de dados de entrada 926. Em uma concretização exemplar, a TCW inclui dados de saída quando o bit de gravar nos bits de ler/gravar 912 é definido em um e a TCW inclui dados de entrada quando o bit de ler nos bits de ler/gravar 912 é definido em um. No bloco 1204 o local de TCCB especificado pela TCW 922 é buscado e enviado para a

unidade de controle. O TCCB contém as DCWs que informam a unidade de controle quais operações de E/S executar.

[0071] No bloco 1206, os dados de saída são coletados a partir do local especificado pela TCW (se o bit de gravar nos bits de ler/gravar 912 é definido em um). A quantidade de dados coletados a ser incluída nos dados de saída se baseia no valor do campo de contagem de dados de saída 924. Como descrito anteriormente, o endereço de dados de saída pode ser um endereço direto dos dados de saída ou um endereço indireto dos dados de saída. Um endereço indireto se refere a um endereço contendo uma lista de um ou mais endereços (por exemplo, um TIDAL) que apontam para uma pluralidade de locais de armazenamento que coletivamente compõem os dados de saída. Um endereço direto se refere a um endereço contendo os dados de saída. Em uma concretização exemplar, o indicador de gravar TIDAL no campo de indicadores 906 na TCW é definido em um quando o campo de endereço de dados de saída 916 contém um endereço de um TIDAL, e definido em zero quando o campo de endereço de dados de saída 916 contém o endereço dos dados de saída.

[0072] No bloco 1208, os dados de saída são enviados para a unidade de controle. Para esse exemplo XFER_RDY é desabilitado.

[0073] No bloco 1210, dados de entrada são recebidos a partir da unidade de controle como resultado de executar a operação de E/S. No bloco 1212, os dados de entrada são armazenados no local especificado pela TCW (o endereço de dados de entrada 918). Em uma concretização exemplar, a TCW inclui dados de entrada quando o bit de leitura nos bits de ler/gravar 912 é definido em um. Como descrito anteriormente, o endereço de dados de entrada 918 pode ser um endereço direto para armazenar os dados de entrada, ou alternativamente pode ser um endereço para uma lista de endereços (por exemplo, um TIDAL ou endereço indireto) que apontam para uma pluralidade de locais de armazenamento, cada armazenando porções dos dados de entrada. Em uma concretização exemplar, o indicador de leitura TIDAL no campo de indicadores 906 na TCW é definido em um quando o campo de endereço de dados de entrada 918 contém um endereço de um TIDAL, e definido em zero quando o campo de endereço de dados de entrada 918 contém o endereço dos dados de entrada.

[0074] Efeitos técnicos de concretizações exemplares incluem a capacidade de incluir dados tanto de entrada como de saída em uma operação de E/S única. Isso fornece flexibilidade em agrupar DCWs e pode levar a uma diminuição no número de trocas necessárias entre um canal e uma unidade de controle.

[0075] Como descrito acima, as concretizações podem ser incorporadas na forma de processos implementados em computador e aparelhos para pôr em prática esses processos. Em concretizações exemplares, a invenção é incorporada em código de programa de computador executado por um ou mais elementos de rede. As concretizações incluem um produto de programa de computador 1300 como mostrado na figura 13 em uma mídia usável em computador 1302 com lógica de código de programa de computador 1304 contendo instruções incorporadas em mídia tangível como um produto industrial. Produtos industriais exemplares para mídia usável em computador 1302 podem incluir disquetes, CD-ROMs, unidades rígidas, barramento serial universal (USB) unidades flash, ou qualquer outra mídia de armazenamento legível em computador, em que, quando a lógica de código de programa de computador 1304 é carregada em e executada por um computador, o computador se torna um aparelho para pôr em prática a invenção.

[0076] As concretizações incluem lógica de código de programa de computador 1304, por exemplo, quer armazenada em uma mídia de armazenamento, carregada em e/ou executada por um computador, ou transmitida através de alguma mídia de transmissão, como através de fiação elétrica ou cablagem, através de fibra ótica, ou via radiação eletromagnética, em

que, quando a logica de código de programa de computador 1304 é carregada em e executada por um computador, o computador se torna um aparelho para pôr em prática a invenção. Quando implementados em um microprocessador de propósito geral, os segmentos da logica de código de programa de computador 1304 configuram o microprocessador para criar circuitos de lógica específicos.

[0077] Embora a invenção tenha sido descrita com referência a concretizações exemplares, será entendido por aqueles versados na técnica que várias alterações podem ser feitas e equivalentes podem ser substituídos por elementos das mesmas sem se afastar do escopo da invenção. Além disso, muitas modificações podem ser feitas para adaptar uma situação ou material específico aos ensinamentos da invenção sem se afastar do escopo essencial da mesma. Portanto, pretende-se que a invenção não seja limitada à concretização específica revelada como o melhor modo considerado para realizar essa invenção, porém que a invenção incluirá todas as concretizações compreendidas no escopo das reivindicações anexas. Além disso, o uso dos termos primeiro, segundo, etc., não indicam nenhuma ordem ou importância, porém ao invés os termos primeiro, segundo, etc., são usados para distinguir um elemento do outro. Além disso, o uso dos termos um, uma,

etc., não indicam uma limitação de quantidade, porém ao invés indicam a presença de pelo menos um do item referenciado.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para facilitar o processamento de E/S para uma operação de E/S em um sistema de computador host configurado para comunicação com uma unidade de controle **caracterizado pelo** fato de que compreende:

obter (1202) uma palavra de comando de transporte para uma operação de E/S, tendo dados de entrada e de saída, a palavra de comando de transporte especificando um local dos dados de saída e um local para armazenar os dados de entrada;

coletar (1206) os dados de saída em resposta à localização dos dados de saída especificados pela palavra de comando de transporte;

encaminhar (1208) a operação de E/S e os dados de saída para a unidade de controle para execução;

receber (1210) os dados de entrada da unidade de controle; e

armazenar (1212) os dados de entrada no local especificado pela palavra de comando de transporte para armazenar os dados de entrada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a palavra de comando de transporte especifica ainda um tamanho dos dados de saída, e a coleta de dados de saída é mais sensível ao tamanho dos dados de saída.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a operação de E/S inclui um ou mais comandos a serem executados pela operação de E/S.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que um ou ambos do local dos dados de saída e do local para armazenar os dados de entrada são os endereços diretos.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que um ou ambos o local dos dados de saída e do local para armazenar os dados de entrada são os endereços indiretos.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o sistema de computador host inclui um sistema de processamento de E/S e o método é executado pelo sistema de processamento de E/S.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o sistema de computador host inclui um subsistema de canal e o método é executado pelo subsistema de canal.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a palavra de comando de transporte é obtida a partir de um sistema operacional host.

9. Sistema de computador host **caracterizado pelo** fato de que compreende meios adaptados para realizar todas as

etapas do método, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

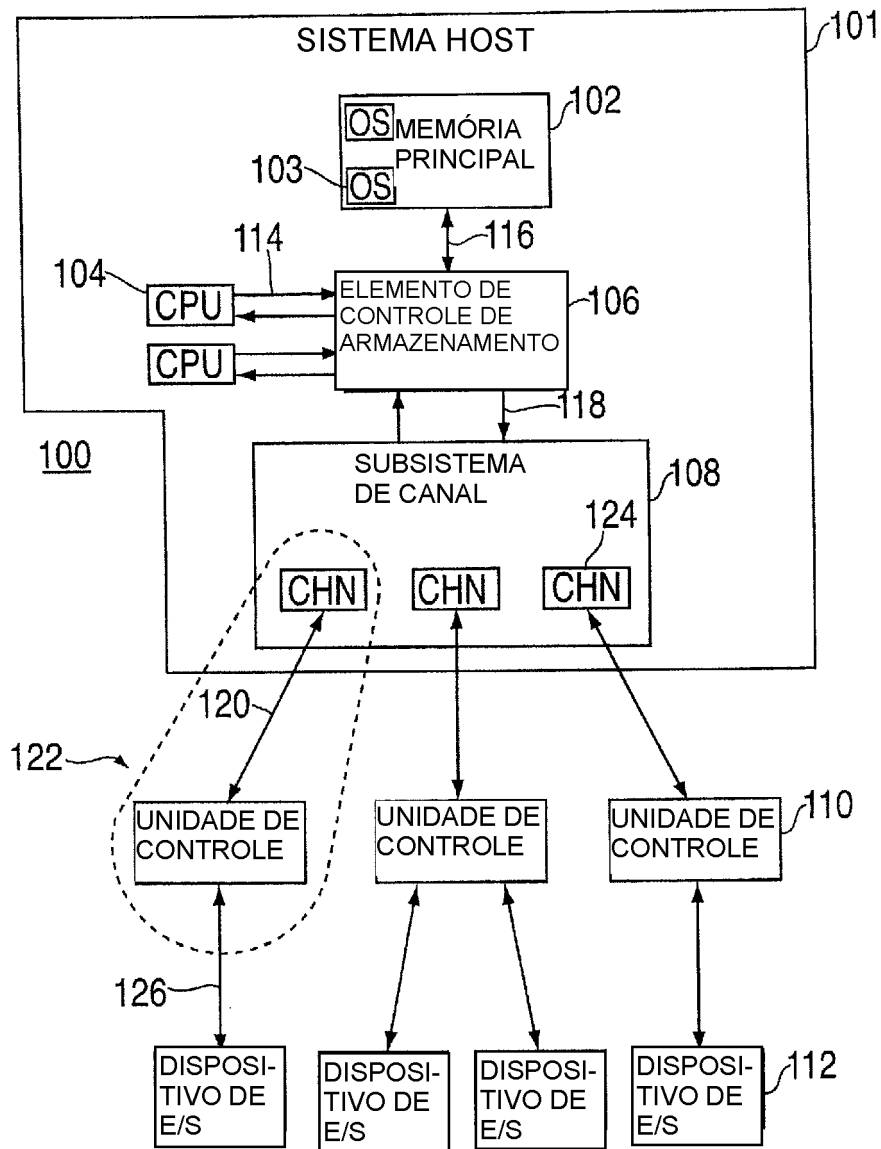


FIG. 1

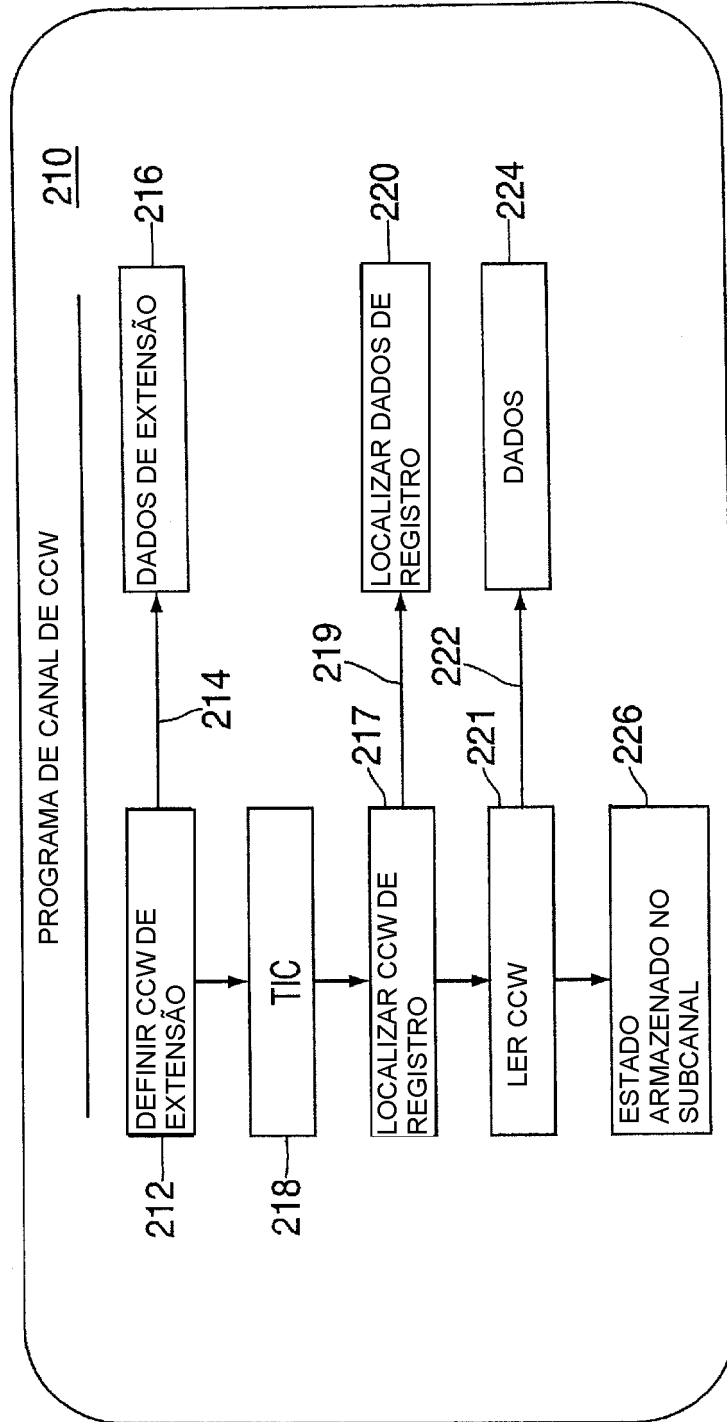
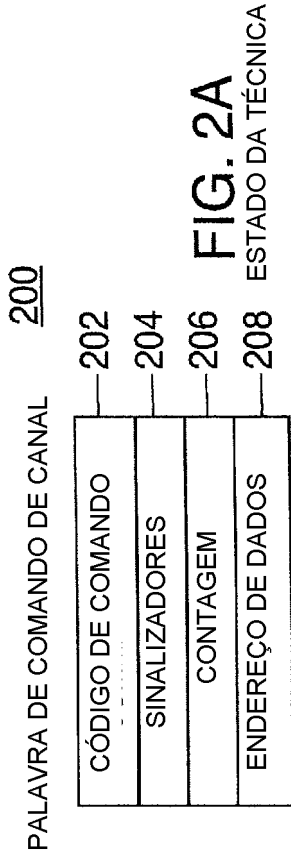


FIG. 2B
ESTADO DA TÉCNICA

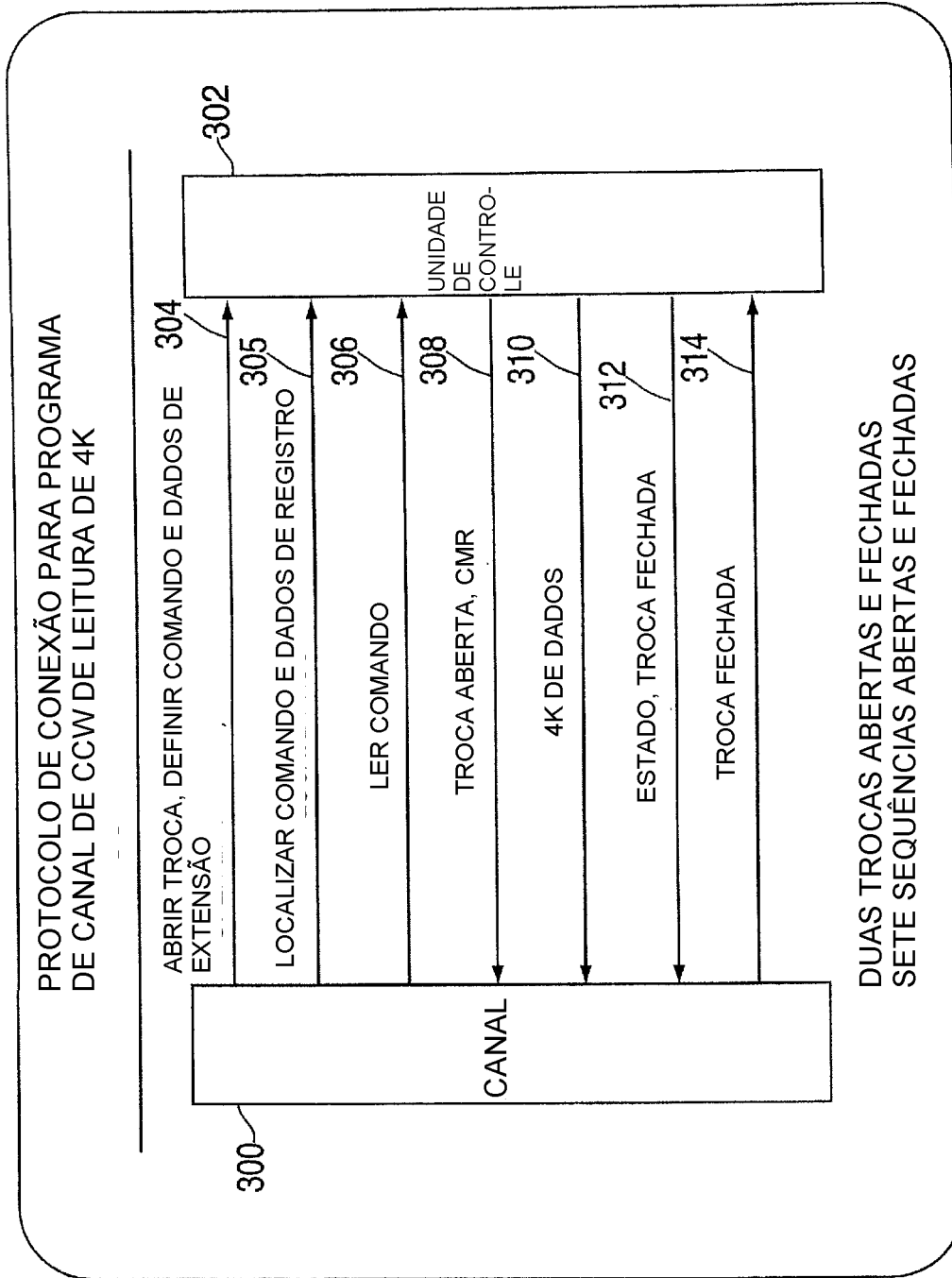


FIG. 3
ESTADO DA TÉCNICA

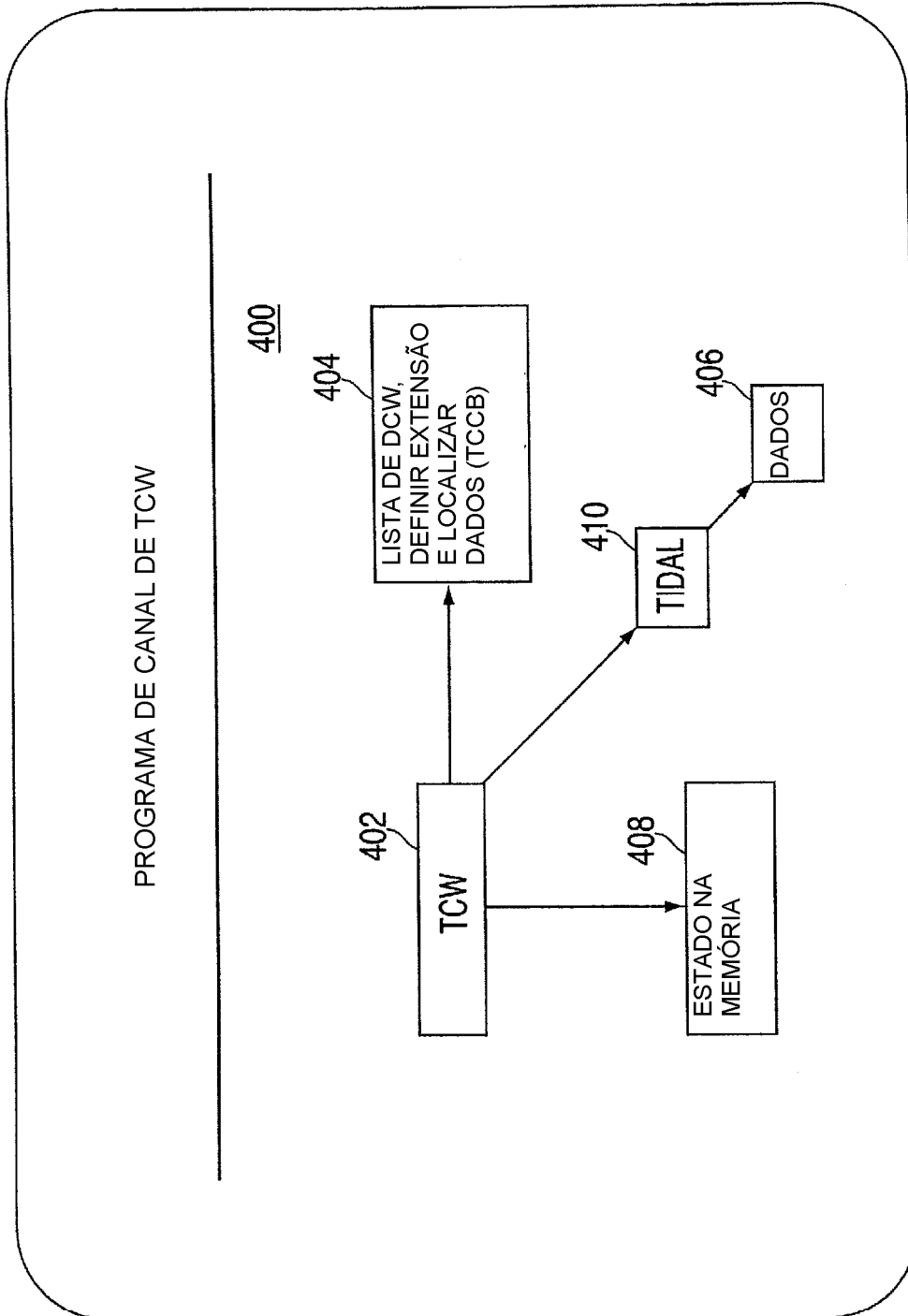


FIG. 4

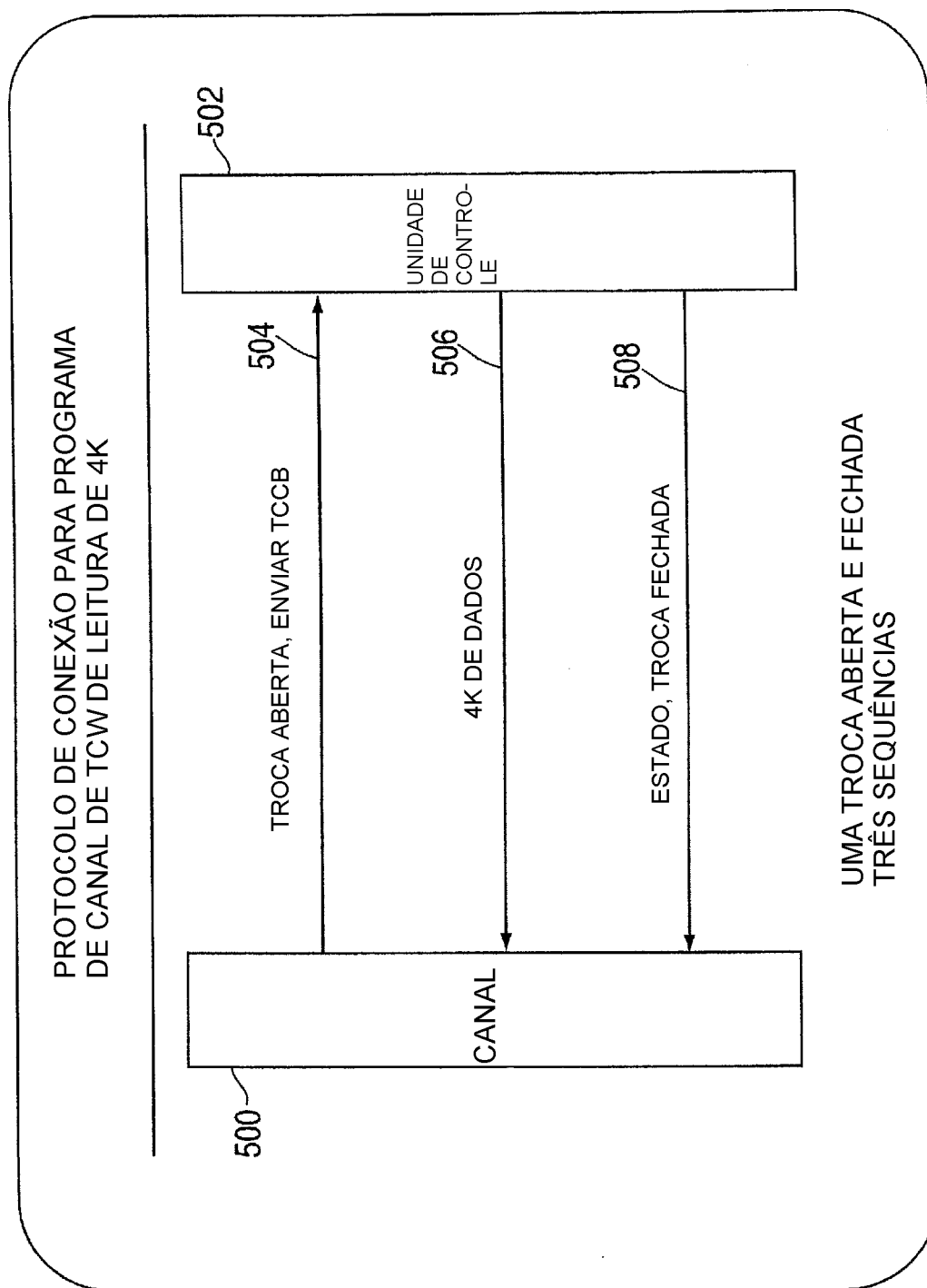
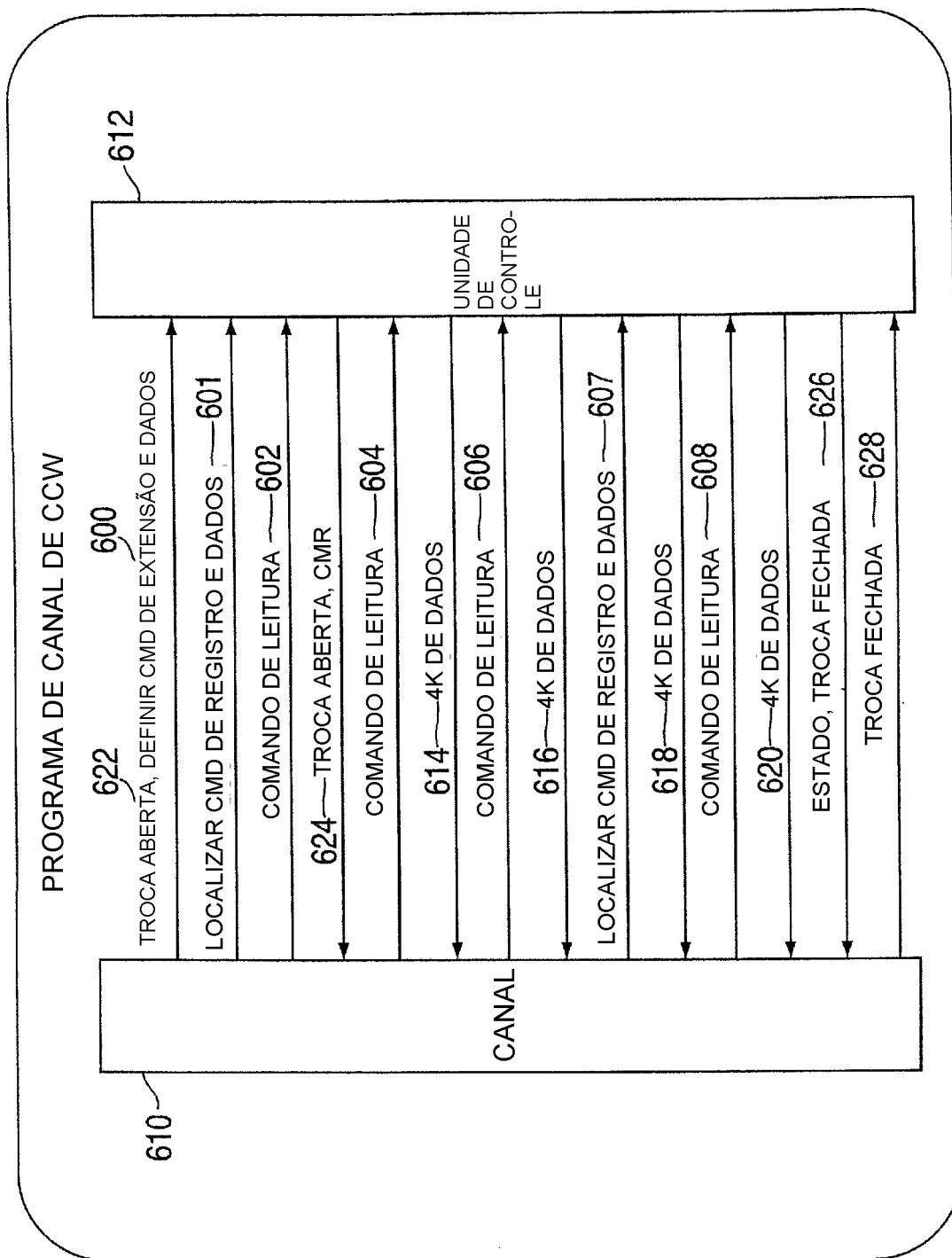


FIG. 5

**FIG. 6**

ESTADO DA TÉCNICA

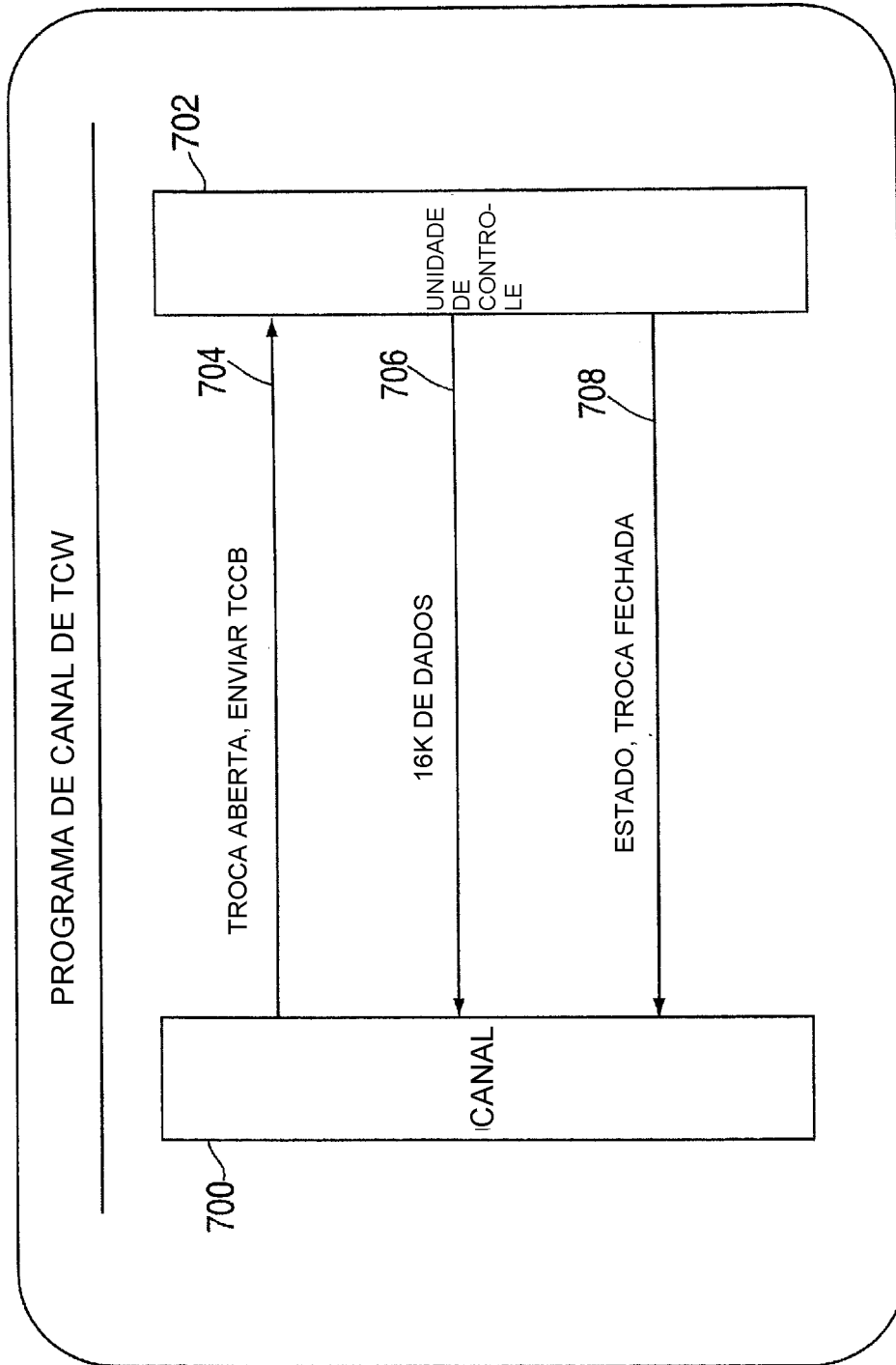


FIG. 7

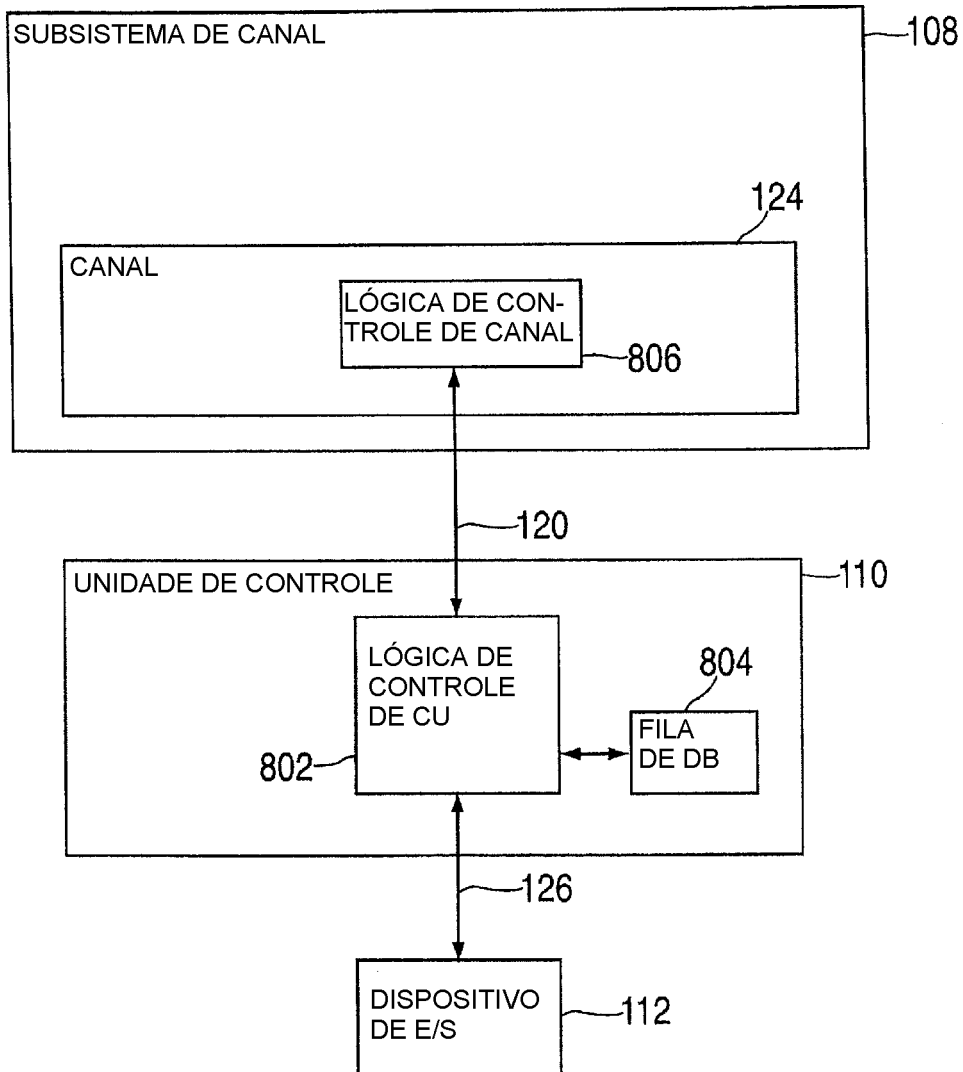


FIG. 8

900

PALAVRA	902								
	BYTE 0	BYTE 1	BYTE 2	BYTE 3	BYTE 4	BYTE 5	BYTE 6	BYTE 7	
0	F 000000 904	sinalizadores		906	reservado	TCCBL (L1) 910	R W	reservado	914
1	916 Endereço de dados de saída								
2	918 Endereço de dados de entrada								
3	920 Endereço de bloco de estado de transporte								
4	922 Endereço de bloco de controle de comando de transporte								
5	Contagem de saída			924	Contagem de entrada			926	
6	reservado			928	reservado			930	
7	reservado			932	Endereço de TCW de interrogação			934	

FIG. 9

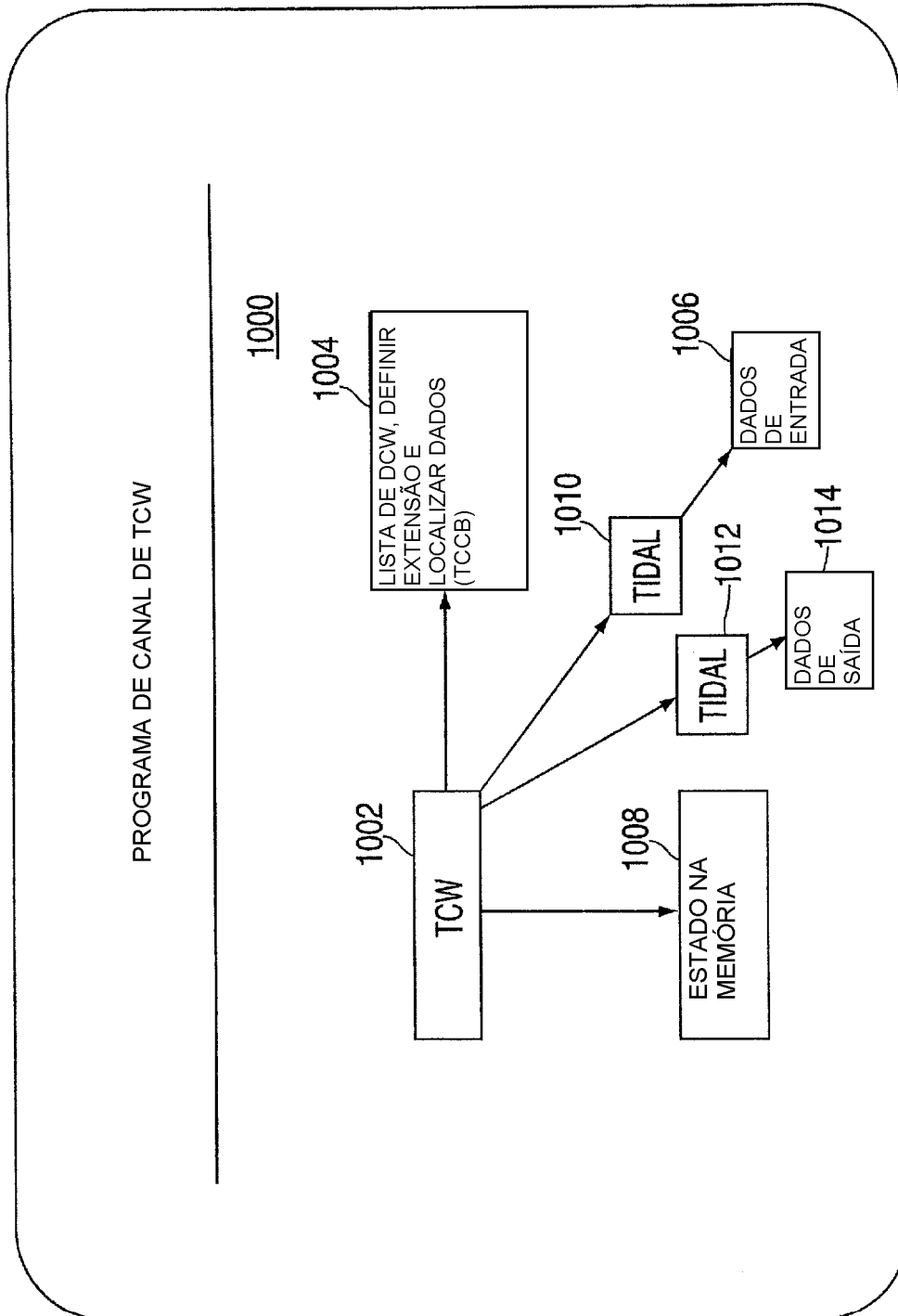


FIG. 10

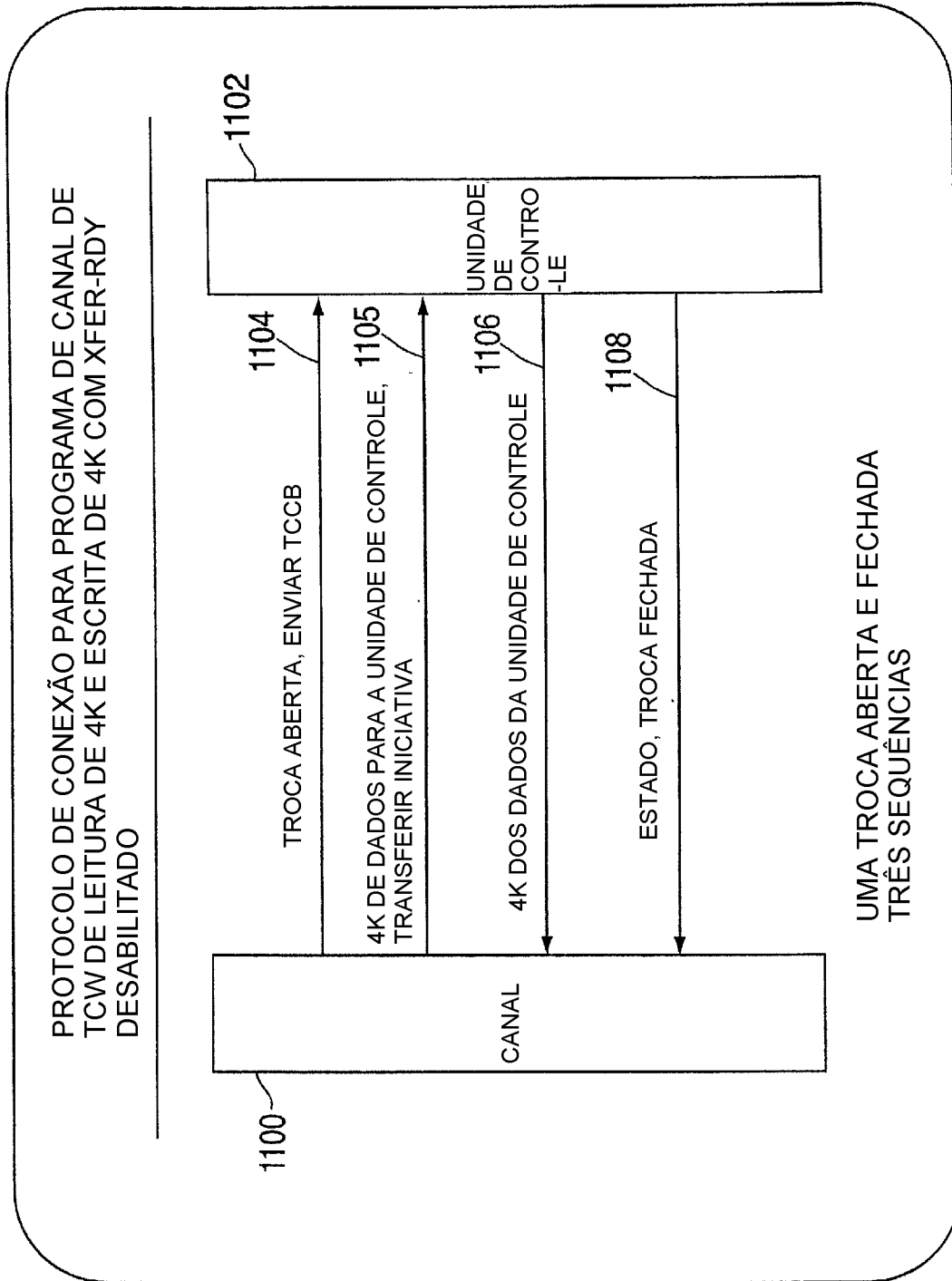


FIG. 11

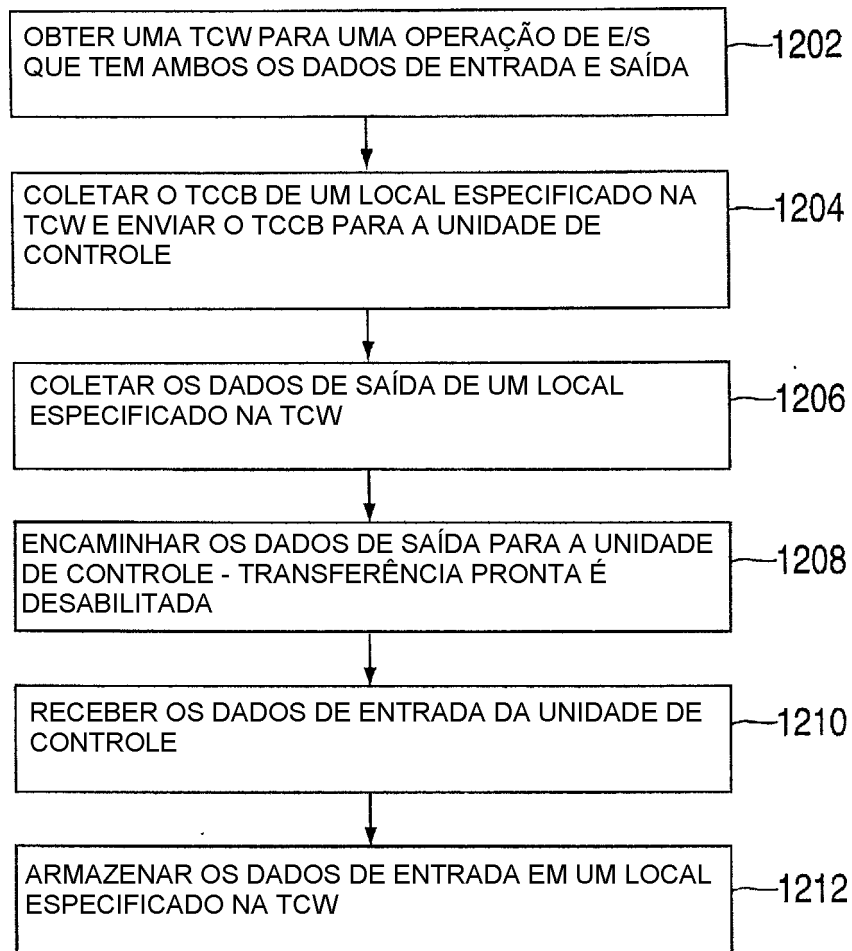


FIG. 12



FIG. 13