



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

(11) BR 102013008143-4 B1



(22) Data do Depósito: 04/04/2013

(45) Data de Concessão: 20/10/2020

(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA PROCESSAR INFORMAÇÕES EM UMA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA

(51) Int.Cl.: G06Q 50/06; H02J 13/00; H02J 3/00; G06F 11/00; G06F 1/26; (...).

(30) Prioridade Unionista: 13/04/2012 US 13/446,850.

(73) Titular(es): THE BOEING COMPANY.

(72) Inventor(es): VYACHESLAV KHOZIKOV; RONALD WARD SACKMAN; GEORGE MICHAEL ROE.

(57) Resumo: SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE EVENTO PARA UM SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA. A presente invenção refere-se a um método e aparelho que comprehende um agente (400). O agente (400) é configurado para receber informações (406) a partir de uma rede de energia elétrica (202). O agente (400) é adicionalmente configurado para identificar um evento (408) a partir das informações (406). O agente (400) é adicionalmente configurado para classificar o evento (408). O agente (400) é adicionalmente configurado para determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento (408). O agente (400) é adicionalmente configurado para iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"APARELHO E MÉTODO PARA PROCESSAR INFORMAÇÕES EM UMA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA".

Antecedentes da Invenção

[0001] A presente descrição se refere geralmente à energia elétrica e, em particular, a sistemas de energia elétrica. Ainda mais particularmente, a presente descrição se refere a um método e aparelho para classificar eventos em um sistema de energia elétrica usando informações coletadas por agentes distribuídos ao longo do sistema de energia elétrica.

[0002] Uma fonte de energia elétrica fornece energia elétrica para cargas. A fonte de energia elétrica pode gerar energia elétrica mecânica, química, térmica e/ou outros tipos de energia. A fonte de energia elétrica transmite esta energia elétrica como potência elétrica para as cargas. Uma fonte de energia elétrica também pode armazenar a energia elétrica que foi previamente gerada. A energia elétrica pode ser distribuída a partir de um número de fontes de energia elétrica para um número de cargas usando uma rede de energia elétrica. Uma rede de energia elétrica é compreendida por um número de fontes de energia elétrica, cargas, o nós e linhas de energia. Um nó se situa em uma conexão de duas ou mais linhas de energia.

[0003] Uma rede inteligente é uma rede de energia elétrica que reúne, distribui e realiza operações em resposta às informações sobre a rede de energia elétrica. Estas informações podem incluir, por exemplo, sem limitação, informações sobre uso de energia, geração de energia, fluxo de energia, e outros tipos de parâmetros na rede de energia elétrica.

[0004] Permite-se que uma rede inteligente use diferentes tipos de dispositivos de captação e medição que monitoram diversos parâmetros em uma rede de energia elétrica e processe informações sobre estes

parâmetros. Estas informações podem ser distribuídas para a rede de energia elétrica que usa, por exemplo, uma rede de comunicações para a rede de energia elétrica.

[0005] A rede de energia elétrica pode usar estas informações para gerenciar alterações na distribuição de energia, geração de energia, uso de energia e outros parâmetros para a rede de energia elétrica. Em particular, a rede de energia elétrica pode usar as informações geradas pelos dispositivos de captação e medição diferentes para manter a distribuição de energia desejada dentro da rede de energia elétrica.

[0006] Com este tipo de rede inteligente, preocupações em relação à segurança física e segurança de informações da rede inteligente podem estar presentes. Por exemplo, uma preocupação de segurança pode consistir em um ataque cibernético na rede inteligente. Em um ataque cibernético, uma terceira parte indesejada, tal como, um sistema de computador não autorizado, pode assumir o controle de uma ou mais porções da rede inteligente. Em alguns casos, as informações podem ser roubadas ou manipuladas de uma maneira indesejada dentro da rede inteligente durante um ataque cibernético.

[0007] De maneira adicional, com as configurações atualmente disponíveis para uma rede inteligente, o processamento das informações adquiridas pelos dispositivos de captação e medição diferentes ao longo de toda a rede de energia elétrica pode ser mais difícil e/ou mais demorado que o desejado. Por exemplo, o processamento das informações que são distribuídas ao longo de uma rede de comunicações para a rede de energia elétrica identificar eventos e determinar como responder a estes eventos pode ser mais difícil e/ou mais demorado que o desejado. Portanto, pode ser desejável ter um método e aparelho que levem em consideração pelo menos alguns dos problemas discutidos acima, assim como, outros possíveis problemas.

Sumário da Invenção

[0008] Em uma modalidade ilustrativa, um aparelho compreende um agente. O agente é configurado para receber informações a partir de uma rede de energia elétrica. O agente é adicionalmente configurado para identificar um evento a partir das informações. O agente é adicionalmente configurado para classificar o evento. O agente é adicionalmente configurado para determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento. O agente é adicionalmente configurado para iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação.

[0009] Em outra modalidade ilustrativa, um aparelho compreende uma pluralidade de nós em uma rede de energia elétrica, uma rede de comunicações e um número de agentes associados à pluralidade de nós. A pluralidade de nós é configurada para controlar a energia elétrica transmitida em um número de linhas na rede de energia elétrica. A rede de comunicações é configurada para transmitir informações. Os um número de agentes são configurados para enviar informações uns aos outros usando a rede de comunicações. Um agente entre o número de agentes é configurado para receber informações a partir da rede de energia elétrica. O agente entre o número de agentes é adicionalmente configurado para identificar um evento a partir das informações. O agente entre o número de agentes é adicionalmente configurado para classificar o evento. O agente entre o número de agentes é adicionalmente configurado para determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento. O agente entre o número de agentes é adicionalmente configurado para iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação.

[00010] Em ainda outra modalidade ilustrativa, um método para processar as informações em uma rede de energia elétrica encontra-se presente. As informações são recebidas a partir de um número de agentes na rede de energia elétrica. Um evento é identificado a partir

das informações. O evento é classificado. Uma determinação é efetuada quanto ao fato de iniciar uma ação com base em uma classificação do evento. A ação é iniciada em resposta a uma determinação para iniciar a ação.

[00011] Os recursos e funções podem ser atingidos de maneira independente em diversas modalidades da presente descrição ou podem ser combinados em ainda outras modalidades nas quais os detalhes adicionais podem ser observados em referência à seguinte descrição e aos desenhos.

Breve Descrição dos Desenhos

[00012] Os novos recursos considerados característicos das modalidades ilustrativas são estabelecidos nas reivindicações em anexo. As modalidades ilustrativas, entretanto, assim como, um modo preferido de uso, objetivos e recursos adicionais destes, serão mais bem entendidos em referência à seguinte descrição detalhada de uma modalidade ilustrativa da presente descrição quando lida em conjunto com os desenhos em anexo, em que:

A Figura 1 é uma ilustração de um modelo de potência, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 2 é uma ilustração de um ambiente de energia elétrica sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 3 é uma ilustração de uma pluralidade de nós sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 4 é uma ilustração de um agente sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 5 é uma ilustração de um ambiente de energia elétrica, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 6 é uma ilustração de um ambiente de energia

elétrica, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 7 é uma ilustração de um nó de controle, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 8 é uma ilustração de um agente, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 9 é uma ilustração de um agente, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 10 é uma ilustração de um processo para processar informações em uma rede de energia elétrica sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 11 é uma ilustração de um processo para classificar um evento sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

As Figuras 12A e 12B são ilustrações de um processo para classificar um evento de comutação sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 13 é uma ilustração de um processo para classificar um evento de energia sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 14 é uma ilustração de um processo para classificar um evento de dispositivo sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 15 é uma ilustração de um processo para classificar uma solicitação sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 16 é uma ilustração de um processo para classificar um comando, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 17 é uma ilustração de um processo para responder a um evento físico com base em uma classificação do evento sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 18 é uma ilustração de um processo para responder a um comando com base em uma classificação do comando sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 19 é uma ilustração de um processo para responder a uma solicitação com base em uma classificação da solicitação sob a forma de um fluxograma; e

A Figura 20 é uma ilustração de um sistema de processamento de dados sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa.

Descrição Detalhada da Invenção

[00013] Agora, em referência à Figura 1, mostra-se uma ilustração de um modelo de potência, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o modelo de potência 100 é um modelo de potência tridimensional. O modelo de potência 100 pode ser usado para modelar a energia elétrica em uma rede de energia elétrica. De maneira mais específica, o modelo de potência 100 permite que o fluxo de energia, gerenciamento de energia e controle de energia para uma rede de energia elétrica sejam tratados de maneira independente uns dos outros.

[00014] Conforme mostrado, o modelo de potência 100 inclui o plano de fluxo de energia 102, plano de gerenciamento de energia 104 e o plano de controle de energia 106. Neste exemplo ilustrativo, o plano de fluxo de energia 102 inclui aspectos físicos do fluxo de energia elétrica através de uma rede de energia elétrica. Estes aspectos físicos incluem a camada física elétrica 108, camada física térmica 110 e segurança física 112.

[00015] Neste exemplo ilustrativo, o plano de gerenciamento de energia 104 e o plano de controle de energia 106 incluem camadas 114, que fazem parte do modelo de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI). O modelo de Interconexão de Sistemas Abertos é um modelo de uma

arquitetura de comunicações e rede de computador dividido em sete camadas.

[00016] O plano de gerenciamento de energia 104 inclui funções realizadas por um sistema de computador centralizado para gerenciar o fluxo de energia elétrica em uma rede de energia elétrica. Por exemplo, um sistema de computador centralizado pode se comunicar com a porção de uma rede de energia elétrica dentro de um limite para gerenciar o fluxo de energia elétrica dentro do limite.

[00017] Um limite proporciona uma separação para porções de uma rede de energia elétrica. O limite pode ser, por exemplo, um limite geográfico, um limite organizacional, um limite administrativo ou algum outro tipo adequado de limite. Por exemplo, um limite organizacional pode separar duas porções de uma rede de energia elétrica gerenciada por dois fornecedores elétricos diferentes.

[00018] O plano de controle de energia 106 inclui funções realizadas por componentes associados a uma rede de energia elétrica ao longo de múltiplos limites organizacionais. Estes componentes incluem, por exemplo, processos que executam nos sistemas de processamento de dados associados à rede de energia elétrica. Estes processos podem se comunicar de maneira autônoma para controlar o fluxo de energia elétrica através da rede de energia elétrica. Conforme usado no presente documento, o termo "de maneira autônoma" significa sem controle e/ou intervenção humana.

[00019] A descrição do modelo de potência 100 na Figura 1 é pretendida como uma ilustração e não como uma limitação arquitetônica para as diferentes modalidades ilustrativas. Por exemplo, em outros exemplos ilustrativos, o modelo de potência 100 pode ter camadas além das, ou no lugar das diferentes camadas mostradas no modelo de potência 100 na Figura 1.

[00020] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em

consideração uma ou mais considerações diferentes. Por exemplo, as modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que as técnicas atualmente usadas para proteger redes de computador podem não funcionar tão bem em uma rede de computador dentro de um ambiente de energia elétrica.

[00021] Por exemplo, as modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que algumas soluções de segurança atualmente disponíveis podem ser implementadas dentro de um sistema centralizado. Entretanto, em outros tipos de arquiteturas, tal como, por exemplo, um sistema distribuído, estas soluções de segurança atualmente disponíveis podem ser menos eficientes que o desejado. Em particular, estas soluções atualmente disponíveis podem ser incapazes de proporcionar um nível desejado de segurança com um nível desejado de velocidade e/ou eficiência.

[00022] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que as soluções atualmente usadas para as redes de computador podem ser aplicadas a redes em ambientes de energia elétrica. Estas soluções incluem, por exemplo, integridade de verificação de mensagens, contagem de bits, agrupamento de dados e outras soluções conhecidas. As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que estas soluções são aplicadas ao plano de controle de energia 106 no modelo de potência 100 para um ambiente de energia elétrica.

[00023] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que existem menos soluções para o plano de gerenciamento de energia 104 e estas soluções não são tão robustas como desejado. As técnicas atualmente usadas incluem firewalls e monitoramento dos sistemas.

[00024] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que problemas de segurança podem afetar o plano de

gerenciamento de energia 104, plano de controle de energia 106, ou tanto o plano de gerenciamento de energia 104 como o plano de controle de energia 106. Estes problemas de segurança incluem, por exemplo, ataques cibernéticos que podem atacar um ou ambos os planos.

[00025] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que modelos podem ser criados para proteger ambos os planos. Estes modelos podem conectar o plano de gerenciamento de energia 104 e o plano de controle de energia 106 através do plano de fluxo de energia 102. Estes modelos, entretanto, são tipicamente limitados aos tipos conhecidos de problemas de segurança. Por exemplo, os modelos podem identificar apenas os tipos conhecidos de ataques cibernéticos. Estes modelos podem levar em consideração apenas os eventos relacionados a ataques cibernéticos conhecidos, tais como, assumir o controle de parte de uma rede de energia elétrica, interromper um componente, ou outros eventos que podem ocorrer em ataques cibernéticos conhecidos.

[00026] As modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que este tipo de modelo, entretanto, em muitas instâncias, pode não proporcionar um nível de segurança que seja tão alto como desejado. Estes tipos de modelos são incapazes de levar em consideração novos tipos de ataques cibernéticos com eventos que não são atualmente conhecidos.

[00027] As modalidades ilustrativas também reconhecem e levam em consideração que muitas das técnicas atualmente usadas para identificar problemas de segurança são centralizadas. Em outras palavras, o processamento de informações ocorre tipicamente em um local. Como um resultado, a obtenção de informações pode resultar no congestionamento das informações móveis dentro da rede de energia elétrica. Ademais, as modalidades ilustrativas reconhecem e levam em

consideração que eventos similares podem ser tratados da mesma maneira, embora a origem destes eventos possa ser diferente. Deste modo, as modalidades ilustrativas proporcionam um método e aparelho para proporcionar segurança para uma rede de energia elétrica que pode ser realizada em um nível distribuído através de agentes distribuídos dentro da rede de energia elétrica.

[00028] Como um resultado, as modalidades ilustrativas reconhecem e levam em consideração que pode ser desejável processar informações geradas na rede de energia elétrica para identificar eventos, assim como, classificar os eventos. Na classificação dos eventos, a identificação de eventos que pode indicar a presença de um ataque físico ou ataque cibernético potencial pode ser realizada para aumentar a segurança em um nível desejado.

[00029] Agora, em referência à Figura 2, mostra-se uma ilustração de um diagrama de blocos de um ambiente de energia elétrica, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, ambiente de energia elétrica 200 inclui a rede de energia elétrica 202 e a rede de comunicações 204. A rede de energia elétrica 202 é configurada ao uso com o plano de fluxo de energia 102 na Figura 1. A rede de comunicações 204 é configurada ao uso com o plano de gerenciamento de energia 104 e/ou plano de controle de energia 106 na Figura 1.

[00030] Conforme mostrado neste exemplo, a rede de energia elétrica 202 inclui um número de fontes 206, um número de cargas 208, linhas 210 e nós 212. A rede de energia elétrica 202 é configurada para distribuir a energia elétrica 214 a partir de um número de fontes 206 para um número de cargas 208. As linhas 210 podem ser usadas para distribuir a energia elétrica 214 a partir de um número de fontes 206 para um número de cargas 208. Neste exemplo ilustrativo, as linhas 210 assumem a forma de linhas de transmissão. De maneira mais

específica, as linhas 210 assumem a forma de linhas de energia elétrica.

[00031] Duas ou mais linhas nas linhas 210 são conectadas a um nó nos nós 212. Os nós 212 transferem a energia elétrica 214 transmitida em uma linha nas linhas 210 para uma ou mais outras linhas nas linhas 210. Os nós 212 incluem pelo menos um sensor de linha, um dispositivo de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativo, um filtro eletrônico, um comutador de fase, um transformador, um adaptador, uma unidade de processador e/ou outros dispositivos adequados.

[00032] Conforme usado no presente documento, a expressão "pelo menos um entre", quando usada com uma lista de itens, significa que combinações diferentes de um ou mais dos itens listados podem ser usadas e apenas um de cada item na lista pode ser necessário. Por exemplo, "pelo menos um entre o item A, item B e item C" pode incluir, por exemplo, sem limitação, o item A ou item A e item B. Este exemplo também pode incluir o item A, item B e item C, ou item B e item C. Em outros exemplos, "pelo menos um entre" pode ser, por exemplo, sem limitação, dois do item A, um do item B, e 10 do item C; quatro do item B e sete do item C; e outras combinações adequadas.

[00033] Nestes exemplos mostrados, as linhas 210 e nós 212 são interconectados na rede de energia elétrica 202. Em outras palavras, o fluxo de energia elétrica 214 através de pelo menos uma das linhas 210 e/ou pelo menos um dos nós 212 pode afetar o fluxo de energia elétrica 214 através de outras linhas 210 e/ou nós 212. Ademais, os dispositivos dentro de um nó nos nós 212 podem afetar o fluxo de energia elétrica 214 através de outros nós 212.

[00034] Nestes exemplos ilustrativos, a rede de comunicações 204 é associada à rede de energia elétrica 202. Um primeiro componente pode ser considerado associado a um segundo componente ao ser preso ao segundo componente, ligado ao segundo componente, fixado

ao segundo componente, e/ou conectado ao segundo componente de alguma outra maneira adequada. Por exemplo, um primeiro componente pode ser conectado a um segundo componente através de fios, sem fio, ou de alguma outra maneira. O primeiro componente também pode ser conectado ao segundo componente através de um terceiro componente. O primeiro componente também pode ser considerado associado ao segundo componente ao fazer parte de e/ou uma extensão do segundo componente.

[00035] A rede de comunicações 204 inclui sistemas de processamento de dados 216 e links de comunicações 223. Os sistemas de processamento de dados 216 são associados aos nós 212. Como um exemplo, os sistemas de processamento de dados 216 podem ser conectados por fios aos nós 212. Nestes exemplos ilustrativos, cada sistema de processamento de dados nos sistemas de processamento de dados 216 é associado a um nó nos nós 212. Em outros exemplos ilustrativos, apenas uma porção dos nós 212 pode ser associada aos sistemas de processamento de dados 216.

[00036] Conforme mostrado, os agentes 218 podem ser implementados nos sistemas de processamento de dados 216. Os agentes 218 podem ser implementados usando hardware, software, ou uma combinação dos dois. Em um exemplo ilustrativo, os agentes 218 podem ser processados por software sob a forma de código de programa configurado para executar nos sistemas de processamento de dados 216.

[00037] Os agentes 218 são associados a pelo menos uma porção dos nós 212. Esta porção pode ser algum ou todos os nós 212. Nestes exemplos ilustrativos, cada um dos agentes 218 executa em um sistema diferente dos sistemas de processamento de dados 216 nestes exemplos ilustrativos. Desta maneira, cada agente nos agentes 218 é associado a um nó nos nós 212.

[00038] Nestes exemplos mostrados, quando um nó nos nós 212 for associado a um agente nos agentes 218, o nó é referido como nó de controle 213. Em alguns exemplos ilustrativos, um nó nos nós 212 pode ser associado a mais de um agente nos agentes 218. Por exemplo, um sistema de processamento de dados nos sistemas de processamento de dados 216 associados a um nó nos nós 212 pode executar mais de um dos agentes 218.

[00039] A rede de comunicações 204 permite a troca de informações entre os agentes 218 que executam nos sistemas de processamento de dados 216. Ademais, a rede de comunicações 204 permite a troca de informações entre um número de processos que executam no sistema de processamento de dados 219 e agentes 218. Nestes exemplos, o sistema de processamento de dados 219 pode fazer parte do centro de operações 235. O centro de operações 235 pode se situar fora da rede de energia elétrica 202. Um operador no centro de operações 235 pode monitorar e/ou controlar o fluxo de energia elétrica 214 através da rede de energia elétrica 202 usando a rede de comunicações 204.

[00040] Esta troca de informações na rede de comunicações 204 ocorre usando os links de comunicações 223 na rede de comunicações 204. Por exemplo, os agentes 218 se comunicam entre si usando os links de comunicações 223 na rede de comunicações 204.

[00041] Os links de comunicações 223 podem incluir pelo menos uma das linhas 210, links de comunicações sem fio 225, links de comunicações com fio 227, cabos de fibra óptica 229 e outros links de comunicações adequados. Ademais, a rede de comunicações 204 pode incluir outros tipos de dispositivos, tais como, por exemplo, sem limitação, comutadores, roteadores e outros tipos adequados de dispositivos de comunicações. Nestes exemplos mostrados, a rede de comunicações 204 pode ser implementada usando uma rede Protocolo de Internet (IP).

[00042] Os agentes 218 que executam nos sistemas de processamento de dados 216 fazem parte do sistema de controle 221 no ambiente de energia elétrica 200. Em outros exemplos ilustrativos, o sistema de controle 221 pode incluir outros processos que executam em outros sistemas de processamento de dados. Estes outros sistemas de processamento de dados podem se situar dentro e/ou fora da rede de energia elétrica 202. Por exemplo, o sistema de controle 221 pode incluir o sistema de processamento de dados 219 no centro de operações 235.

[00043] Nestes exemplos ilustrativos, o sistema de controle 221 é configurado para controlar o fluxo de energia elétrica 214 através da rede de energia elétrica 202 usando os agentes 218. De maneira mais específica, cada agente nos agentes 218 controla o fluxo de energia elétrica através do nó nos nós 212 associados ao agente.

[00044] Nestes exemplos ilustrativos, os agentes 218 no sistema de controle 221 se comunicam entre si usando a rede de comunicações 204 para formar o circuito 220. O circuito 220 é um circuito de potência virtual 222 nestes exemplos. O circuito de potência virtual 222 inclui o circuito de fluxo de energia 242 e circuito de controle de energia 244. O circuito de fluxo de energia 242 é formado dentro da rede de energia elétrica 202. Ademais, o circuito de fluxo de energia 242 opera dentro do plano de fluxo de energia 102 na Figura 1. O circuito de controle de energia 244 é formado dentro da rede de comunicações 204. O circuito de controle de energia 244 opera com o plano de controle de energia 106 na Figura 1.

[00045] O circuito de fluxo de energia 242 é formado na rede de energia elétrica 202 pelo primeiro ponto de extremidade 230, segundo ponto de extremidade 232, pluralidade de nós 224 nos nós 212, e um número de linhas 233 nas linhas 210. O primeiro ponto de extremidade 230 pode ser selecionado a partir de uma fonte em um número de fontes 206 e um nó em pluralidade de nós 224. O segundo ponto de

extremidade 232 pode ser selecionado a partir de uma carga em um número de cargas 208 e um nó na pluralidade de nós 224.

[00046] O primeiro ponto de extremidade 230, segundo ponto de extremidade 232 e pluralidade de nós 224 são conectados por um número de linhas 233 nas linhas 210. O circuito de potência virtual 222 transporta a porção 231 da energia elétrica 214 na rede de energia elétrica 202 em um número de linhas 233 nestes exemplos. A porção 231 pode ser alguma ou toda a energia elétrica 214, dependendo da configuração do circuito de potência virtual 222.

[00047] O circuito de fluxo de energia 242 no circuito de potência virtual 222 pode compartilhar os componentes com um número de outros circuitos de fluxo de energia na rede de energia elétrica 202. Como um exemplo ilustrativo, o circuito de fluxo de energia 242 pode compartilhar pelo menos uma porção do número de linhas 233 com outro circuito de fluxo de energia.

[00048] Por exemplo, uma porção da energia elétrica que flui em um número de linhas 233 pode ou não ter um mesmo ponto inicial que outra porção da energia elétrica que flui em um número de linhas 233. Ademais, uma porção da energia elétrica que flui em um número de linhas 233 pode ou não ser distribuída para um mesmo ponto final que outra porção da energia elétrica que flui em um número de linhas 233. Estas porções diferentes de energia elétrica que fluem em um número de linhas 233 podem ser indistinguíveis umas às outras. Ademais, estas porções diferentes de energia elétrica que fluem em um número de linhas 233 podem ser indistinguíveis no plano de fluxo de energia 102 na Figura 1.

[00049] Nestes exemplos mostrados, a pluralidade de nós 224 é selecionada pelos agentes 218 como um grupo. Por exemplo, um, alguns ou todos os agentes 218 selecionam a pluralidade de nós 224. Em outras palavras, a pluralidade de nós 224 para o circuito de potência

virtual 222 é selecionada por pelo menos uma porção dos agentes 218 no sistema de controle 221. Pelo menos uma porção dos agentes 218 se comunica entre si para identificar um número de agentes 226 nos agentes 218 associados à pluralidade de nós 224.

[00050] Um número de agentes 226 executa em um número de sistemas de processamento de dados 228 associados à pluralidade de nós 224. Um número de agentes 226 que executa em um número de sistemas de processamento de dados 228 forma o circuito de controle de energia 244 no circuito de potência virtual 222.

[00051] Nestes exemplos, as localizações de um número de sistemas de processamento de dados 228 no circuito de controle de energia 244 podem seguir as localizações da pluralidade de nós 224 no circuito de fluxo de energia 242 na rede de energia elétrica 202. Em outras palavras, o circuito de controle de energia 244 pode se assemelhar ao circuito de fluxo de energia 242 nestes exemplos.

[00052] Um número de agentes 226 configura a pluralidade de nós 224 que faz parte do circuito de fluxo de energia 242 no circuito de potência virtual 222. Esta configuração da pluralidade de nós 224 pode se basear em um número de políticas para um número de agentes 226. Em alguns exemplos, um agente em um número de agentes 226 pode usar mais de uma política.

[00053] Ademais, a configuração da pluralidade de nós 224 inclui usar a rede de comunicações 204 para selecionar um número de linhas 233 e reservar uma capacidade em um número de linhas 233 para a distribuição da porção 231 da energia elétrica 214 através da pluralidade de nós 224. Um número de agentes 226 no circuito de controle de energia 244 monitora e controla a distribuição e o fluxo da porção 231 de energia elétrica 214 através de um número de linhas 233 e da pluralidade de nós 224 no circuito de fluxo de energia 242.

[00054] Uma linha em um circuito de fluxo de energia pode transmitir

diferentes fluxos de energia elétrica 214 para diferentes circuitos de fluxo de energia formados dentro da rede de energia elétrica 202. Diferentes circuitos de controle de energia dentro da rede de comunicações 204 permite que estes fluxos diferentes de energia elétrica 214 transportados na linha sejam distinguidos uns dos outros no plano de controle de energia 106 na Figura 1. Em outras palavras, cada circuito de controle de energia monitora e controla o fluxo de energia elétrica 214 para um circuito de fluxo de energia particular.

[00055] A ilustração do ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2 não significa implicar em limitações físicas ou arquitetônicas à maneira na qual diferentes modalidades ilustrativas podem ser implementadas. Outros componentes além de e/ou no lugar daqueles ilustrados podem ser usados. Alguns componentes podem ser desnecessários em algumas modalidades ilustrativas. Também, os blocos são apresentados para ilustrar alguns componentes funcionais. Um ou mais destes blocos podem ser combinados e/ou divididos em diferentes blocos quando implementados em diferentes modalidades ilustrativas.

[00056] Por exemplo, o processo de controle 238 no sistema de controle 221 pode executar no sistema de processamento de dados 219 situado fora da rede de energia elétrica 202. O processo de controle 238 pode se comunicar com os agentes 218 através de links de comunicações sem fio 225. O processo de controle 238 pode selecionar um número de agentes 226 nos agentes 218 para o circuito de controle de energia 244. Ademais, o processo de controle 238 pode enviar comandos para um número de agentes 226 que configuram a pluralidade de nós 224 para fazer parte do circuito de fluxo de energia 242.

[00057] Ainda, em outras modalidades ilustrativas, os agentes 218 podem ser executados em unidades de processador 240 nos nós 212. Por exemplo, as unidades de processador 240 podem fazer parte de

dispositivos diferentes nos nós 212.

[00058] Agora, em referência à Figura 3, mostra-se uma ilustração de um diagrama de blocos de uma pluralidade de nós, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, a pluralidade de nós 300 é um exemplo de uma implementação para a pluralidade de nós 224 na Figura 2. A pluralidade de nós 300 faz parte de um circuito em uma rede de energia elétrica, tal como, o circuito 220 na rede de energia elétrica 202 na Figura 2.

[00059] Conforme mostrado, a pluralidade de nós 300 inclui o nó 302. O nó 302 se situa na conexão da linha de energia 301 e da linha de energia 303. O nó 302 inclui o sensor de linha 306, sensor de linha 307, dispositivo de controle 308, dispositivo de controle 309 e unidade de processador 310. O sensor de linha 306 e o dispositivo de controle 308 se situam na linha de energia 301. O sensor de linha 307 e o dispositivo de controle 309 se situam na linha de energia 303.

[00060] Neste exemplo ilustrativo, a unidade de processador 310 pode ser implementada em um número de dispositivos diferentes, tais como, um sistema de processamento de dados, um nó, um sensor, ou algum outro dispositivo adequado. Por exemplo, o sistema de processamento de dados pode ser um sistema de processamento de dados nos sistemas de processamento de dados 216 na Figura 2. Os exemplos de unidade de processador 310 incluem um processador de sinal digital, um controlador, uma unidade de processamento central, um processador de múltiplos núcleos, ou algum outro tipo similar de componente de hardware. A unidade de processador 310 é configurada para comunicações com o sensor de linha 306, sensor de linha 307, dispositivo de controle 308 e dispositivo de controle 309.

[00061] Conforme mostrado, o agente 318 executa na unidade de processador 310. Em um exemplo ilustrativo, o agente 318 é implementado em software. Certamente, o agente 318 também pode

ser implementado em hardware ou uma combinação dos dois. Em outras palavras, um ou mais processos realizados pelo agente 318 podem ser implementados usando circuitos em vez de o software executar na unidade de processador 310 em algumas modalidades ilustrativas.

[00062] Conforme mostrado, o agente 318 monitora, rastreia e controla o fluxo de energia elétrica 316 através do nó 302. O agente 318 inclui um número de processos. Estes processos incluem pelo menos um entre o processo de interface de dispositivo de controle 321, processo de interface de sistema de demanda e resposta 323, processo de otimização 325, processo de estabilização 327, processo de sinalização de fluxo de energia 329, processo de anúncio 331, processo de segurança cibernética 333 e outros processos. Neste exemplo ilustrativo, o processo de segurança cibernética 333 pode processar informações para identificar e classificar os eventos de acordo com uma modalidade ilustrativa.

[00063] Os diferentes agentes associados à pluralidade de nós 300 podem ser configurados para realizar diferentes operações, dependendo dos processos dentro dos agentes diferentes. Por exemplo, alguns agentes podem ser configurados para realizar apenas uma única operação, enquanto outros agentes podem ser configurados para realizar quatro ou cinco diferentes tipos de operações.

[00064] Quando o agente 318 inclui o processo de interface de dispositivo de controle 321, processo de interface de sistema de demanda e resposta 323, processo de otimização 325, processo de estabilização 327, processo de sinalização de fluxo de energia 329, processo de anúncio 331 e processo de segurança cibernética 333, o agente 318 é referido como o agente de porta de entrada de energia inteligente 320.

[00065] O agente de porta de entrada de energia inteligente 320 pode

ter mais memória, mais recursos de computação, e taxas de transmissão de dados mais rápidas quando comparadas a outros tipos de agentes. O agente de porta de entrada de energia inteligente 320 pode se encontrar em locais selecionados em uma rede de energia elétrica. Estes locais são selecionados para reduzir as latências na troca de informações, otimizar o uso de dados, coordenar os nós na pluralidade de nós 300 para equilíbrio de carga, e reduzir a largura de banda usada na troca de informações.

[00066] Neste exemplo ilustrativo, o sensor de linha 306 e o sensor de linha 307 são configurados para enviar informações 319 sobre um número de parâmetros para a linha de energia 301 e a linha de energia 303, respectivamente, ao agente 318. As informações 319 incluem, por exemplo, a capacidade para a linha de energia, tensão e/ou outras informações adequadas. Uma capacidade para a linha de energia pode ser uma capacidade térmica. Ademais, esta capacidade pode variar em relação ao tempo.

[00067] As informações 319 podem ser enviadas para o agente 318 usando uma rede de comunicações, tal como, a rede de comunicações 204 na Figura 2. As informações 319 são enviadas para o agente 318 em resposta a um evento. Este evento pode ser, por exemplo, sem limitação, uma solicitação para informações 319, a decorrência de um período de tempo, um início de um ciclo em um sinal, ou algum outro evento adequado. Uma solicitação para informações 319 pode ser efetuada em resposta a uma solicitação para um serviço recebido pelo agente 318. O serviço pode incluir, por exemplo, sem limitação, a conversão de dados, a geração de alertas, o fornecimento de uma interface para troca de informações, e/ou outras operações adequadas.

[00068] O agente 318 efetua determinações sobre o fluxo de energia elétrica através do nó 302 usando as informações 319. O agente 318 envia os comandos 322 para o dispositivo de controle 308 e/ou

dispositivo de controle 309 com base nestas determinações. O dispositivo de controle 308 e o dispositivo de controle 309 são dispositivos de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativos (FACTS) neste exemplo ilustrativo. O dispositivo de controle 308 e o dispositivo de controle 309 são configurados para alterar o fluxo de energia elétrica 316 através do nó 302 em resposta ao recebimento de comandos 322.

[00069] Neste exemplo ilustrativo, o agente 318 armazena as informações 319 no banco de dados 324 na unidade de processador 310. O banco de dados 324 é uma coleção de informações. Ademais, o banco de dados 324 pode ser compreendido por um número de processos e/ou interfaces para acessar a coleção de informações.

[00070] O banco de dados 324 pode ser atualizado com informações 319 quando as informações 319 forem recebidas pelo agente 318. Em outros exemplos ilustrativos, o banco de dados 324 pode ser atualizado com base em um evento. O evento pode ser, por exemplo, sem limitação, a decorrência de um período de tempo, recebimento de uma solicitação para uma atualização no banco de dados 324 ou algum outro evento adequado.

[00071] O banco de dados 324 é o banco de dados distribuído 341 nestes exemplos. O banco de dados distribuído 341 contém informações para outros nós na pluralidade de nós 300 além do nó 302. O banco de dados distribuído 341 pode ser associado a todos ou parte da pluralidade de nós 300 neste exemplo ilustrativo. Por exemplo, o agente 318 pode enviar informações 319 armazenadas no banco de dados distribuído 341 no nó 302 para outros agentes em outros nós na pluralidade de nós 300. Estes outros agentes podem armazenar informações 319 nos bancos de dados associados a estes outros nós. Estes bancos de dados são substancialmente iguais ao banco de dados distribuído 341 nestes exemplos ilustrativos.

[00072] Ademais, nestes exemplos ilustrativos, o banco de dados distribuído 341 pode ser distribuído ao longo dos limites organizacionais. Desta maneira, pelo menos uma porção dos agentes para a pluralidade de nós 300 pode trocar informações ao longo dos limites organizacionais para criar e/ou atualizar o banco de dados distribuído 341.

[00073] Como um exemplo ilustrativo, o agente 326 executa na unidade de processador 328 associada ao nó 330 na pluralidade de nós 300. O agente 326 recebe as informações 332 e armazena as informações 332 no banco de dados 324 na unidade de processador 328. O agente 326 também envia as informações 332 para o agente 318 usando uma rede de comunicações, tal como, a rede de comunicações 204 na Figura 2. O agente 318, então, armazena as informações 332 no banco de dados 324 armazenado na unidade de processador 310. Desta maneira, a pluralidade de nós 300 pode atualizar de maneira autônoma o banco de dados 324.

[00074] As informações são armazenadas no banco de dados 324 com base em um número de fatores. Estes fatores podem incluir, por exemplo, sem limitação, o tipo de informações, a qualidade de informações, um período de tempo para armazenamento, a disponibilidade de espaço de armazenamento no banco de dados 324, e outros fatores adequados. O armazenamento de informações 319 no banco de dados 324 também pode se basear em uma latência e/ou taxa de transferência da rede de comunicações usada pelos agentes diferentes.

[00075] Nestes exemplos ilustrativos, os agentes associados à pluralidade de nós 300 trocam informações usando os protocolos de rede TCP/IP padrões. Entretanto, em alguns exemplos ilustrativos, os agentes podem trocar informações usando objetos móveis. Estes objetos móveis são informações contendo código de programa. Estas

informações podem incluir informações para o nó, tais como, informações de capacidade, informações de roteamento e/ou outras informações adequadas. Estas informações também podem incluir, por exemplo, código de programa para um novo processo, novas regras e/ou políticas, atualizações de software e/ou outros tipos adequados de informações.

[00076] Os objetos móveis podem ser enviados para o agente 318 a partir de um centro de operações. O agente 318 lê o objeto móvel e armazena as informações dentro do objeto móvel. O objeto móvel se clona. O agente 318 envia estes clones para outros agentes.

[00077] A ilustração da pluralidade de nós 300 na Figura 3 não significa implicar em limitações físicas ou arquitetônicas à maneira na qual as modalidades ilustrativas diferentes podem ser implementadas. Outros componentes além de e/ou no lugar daqueles ilustrados podem ser usados. Alguns componentes podem ser desnecessários em algumas modalidades ilustrativas. Também, os blocos são apresentados para ilustrar alguns componentes funcionais. Um ou mais destes blocos podem ser combinados e/ou divididos em diferentes blocos quando implementados em diferentes modalidades ilustrativas.

[00078] Por exemplo, em algumas modalidades ilustrativas, a unidade de processador 310 pode fazer parte do sistema de processamento de dados 334. O sistema de processamento de dados 334 pode ser conectado ao nó 302 em vez de ser incluído no nó 302. Em outras modalidades ilustrativas, a unidade de processador 310 pode fazer parte do dispositivo de controle 308 e/ou dispositivo de controle 309 no nó 302.

[00079] Em outras modalidades ilustrativas, as linhas de energia, além da linha de energia 301 e da linha de energia 303, podem ser conectadas ao nó 302.

[00080] Ainda em outros exemplos ilustrativos, os sensores além do,

ou no lugar do sensor de linha 306 e/ou sensor de linha 307 podem ser associados à linha de energia 301 e/ou linha de energia 303. Estes sensores podem ser configurados para detectar parâmetros, tais como, por exemplo, sem limitação, temperatura, fluxo de corrente, fase de potência, tensão de linha, um local para as linhas de energia, e/ou outros parâmetros adequados para as linhas de energia.

[00081] Em alguns exemplos ilustrativos, o banco de dados 324 pode se encontrar em um dispositivo de armazenamento conectado à pluralidade de nós 300. Por exemplo, o banco de dados 324 pode se encontrar em um dispositivo de armazenamento que pode ser acessado pelo agente 318 e outros agentes associados a outros nós na pluralidade de nós 300 usando links de comunicações sem fio.

[00082] Agora, em referência à Figura 4, mostra-se uma ilustração de um agente sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo mostrado, o agente 400 é um exemplo de uma implementação para um agente nos agentes 218 na Figura 2. Em alguns casos, o agente 400 pode ser o agente 318 na Figura 3. O agente 400 pode ser implementado usando hardware, software, ou uma combinação dos dois.

[00083] Conforme mostrado, o agente 400 compreende o classificador 402 e o analisador 404. O classificador 402 é configurado para receber informações e processar informações 406. As informações 406 podem ser recebidas, por exemplo, sem limitação, a partir de um ou mais sensores associados à rede de energia elétrica 202 na Figura 2, um sistema de computador configurado para se comunicar de maneira sem fio com o agente 400 usando a rede de comunicações 204 na Figura 2, ou alguma outra fonte.

[00084] Em alguns exemplos ilustrativos, estas informações podem incluir uma identificação do evento 408. Em outros exemplos ilustrativos, o agente 400 pode ser configurado para identificar o evento 408 usando

as informações 406.

[00085] Nestes exemplos ilustrativos, o evento 408 pode ser um entre o evento físico 410 e o evento cibernético 412. O evento físico 410 é um evento que ocorre dentro da rede de energia elétrica 202 na Figura 2. Por exemplo, o evento físico 410 pode ser um evento que ocorre em relação a um ou mais dispositivos na rede de energia elétrica 202. Em alguns casos, o evento físico 410 pode ser uma alteração em um parâmetro para um componente da rede de energia elétrica 202.

[00086] Conforme mostrado, o evento físico 410 pode assumir a forma, por exemplo, sem limitação, do evento de comutação 414, do evento de energia 416, do evento de dispositivo 418, ou algum outro tipo de evento físico. O evento de comutação 414 é um evento que afeta as conexões entre os componentes dentro da rede de energia elétrica 202. Por exemplo, o evento de comutação 414 pode ser uma conexão ou desconexão de uma carga, uma fonte de energia ou algum outro tipo adequado de componente dentro da rede de energia elétrica 202.

[00087] O evento de energia 416 é um evento que se refere à energia na rede de energia elétrica 202. O evento de energia 416 pode ser, por exemplo, sem limitação, uma alteração na demanda de energia, uma alteração na produção de energia, uma alteração na distribuição de energia, uma alteração no consumo de energia, ou algum outro tipo adequado de evento relacionado ao estado de energia dentro da rede de energia elétrica 202. De maneira adicional, o evento de energia 416 pode ser uma redução de tensão ao longo de uma linha de energia, uma alteração na disponibilidade de energia a partir de uma fonte de energia renovável, uma alteração na disponibilidade de energia a partir de uma fonte de armazenamento, um re-roteamento do fluxo de energia através de uma ou mais linhas de energia na rede de energia elétrica 202, ou algum outro tipo adequado de evento.

[00088] Conforme mostrado, o evento de dispositivo 418 é um evento

que se refere ao estado dos dispositivos na rede de energia elétrica 202. O evento de dispositivo 418 pode ser, por exemplo, sem limitação, a reconfiguração de um dispositivo de proteção, a ativação de um dispositivo de proteção, desativação de um dispositivo de proteção, reconfiguração de um dispositivo de roteamento, ou algum outro tipo adequado de evento que se refere a um ou mais dispositivos na rede de energia elétrica 202.

[00089] Nestes exemplos ilustrativos, um dispositivo de proteção pode ser, por exemplo, um fusível, um sistema de aterramento, um disjuntor, um relé de energia, ou algum outro tipo de dispositivo configurado para proteger uma porção de rede de energia elétrica 202. Um dispositivo de roteamento pode ser, por exemplo, um relé, um transformador, um reator, ou algum outro tipo adequado de dispositivo usado para rotear a energia.

[00090] O evento cibernético 412 é um evento de informações ou um evento baseado em computador. Por exemplo, o evento cibernético 412 pode assumir a forma da mensagem 420. A mensagem 420 pode ser informações de qualquer tipo. Em um exemplo ilustrativo, a mensagem 420 pode assumir a forma do comando 422, solicitação 424, ou algum outro tipo adequado de informações.

[00091] O comando 422 pode ser uma diretriz para o agente 400 realizar uma ação dentro da rede de energia elétrica 202. O comando 422 também pode ser referido como uma solicitação para uma ação a ser realizada. A solicitação 424 pode ser uma solicitação para informações adquiridas pelo agente 400 e/ou um ou mais outros agentes. Em alguns casos, o processamento do comando 422 e solicitação 424 pode resultar em uma ação que, por sua vez, resulta em um evento, tal como, por exemplo, sem limitação, o evento 408. Deste modo, a mensagem 420 também pode ser uma causa de um evento.

[00092] Nestes exemplos ilustrativos, o classificador 402 é

configurado para classificar o evento 408. Em um exemplo ilustrativo, o classificador 402 classifica o evento 408 como um evento esperado normal 430, evento esperado anormal 432, evento inesperado normal 434, evento inesperado anormal 436 ou alguma outra classificação adequada para um evento.

[00093] O evento 408 é classificado como evento esperado normal 430 quando o evento 408 for um evento que geralmente ocorre e é esperado a partir da operação da rede de energia elétrica 202. O evento esperado normal 430 pode incluir, por exemplo, sem limitação, pelo menos a conexão de uma carga, a desconexão de uma carga, a conexão de uma fonte de energia, a desconexão de uma fonte de energia, uma reconfiguração de um dispositivo de roteamento de energia, uma ativação ou desativação de um comutador durante uma atividade de manutenção programada, uma flutuação de energia dentro das tolerâncias selecionadas e/ou que dura menos que um limite selecionado de tempo, e outros tipos adequados de eventos esperados normais.

[00094] O evento 408 é classificado como evento esperado anormal 432 quando o evento 408 não ocorre durante a operação normal de rede de energia elétrica 202, porém, é esperado durante a operação da rede de energia elétrica 202. O evento esperado anormal 432 pode incluir, por exemplo, sem limitação, pelo menos uma cintilação de tensão, um curto circuito, uma ruptura do isolamento, uma iniciação de uma operação de backup, distorção harmônica, um corte de linha de energia, uma redução de tensão, uma interrupção, um evento de emergência, e outros tipos adequados de eventos esperados anormais.

[00095] Ademais, o evento 408 é classificado como o evento inesperado normal 434 quando não se espera que o evento 408 ocorra durante a operação normal da rede de energia elétrica 202, porém, se encontra dentro das tolerâncias armazenadas para a operação normal

da rede de energia elétrica 202. Em outras palavras, o evento inesperado normal 434 é um evento que se encontra dentro dos limites operacionais para a operação normal da rede de energia elétrica 202, porém, isto não é esperado.

[00096] O evento inesperado normal 434 pode incluir, por exemplo, sem limitação, pelo menos um aumento no consumo de energia, um aumento na geração de energia, um re-roteamento do fluxo de energia e outros tipos adequados de eventos inesperados normais. Os eventos inesperados normais podem se encontrar dentro de limites selecionados, porém, inesperados, com base nos dados de sensor da rede de energia elétrica 202.

[00097] O evento 408 é classificado como evento inesperado anormal 436 quando o evento 408 for um evento que geralmente não ocorre e não espera-se que ocorra durante a operação da rede de energia elétrica 202. O evento inesperado anormal 436 pode incluir, por exemplo, sem limitação, pelo menos um ente uma violação de segurança cibernética, uma invasão hostil na rede de comunicações 204 associada à rede de energia elétrica 202, equipamento roubado, equipamento danificado, e outros tipos de eventos inesperados anormais.

[00098] O analisador 404 no agente 400 é configurado para determinar se deve-se iniciar um número de ações 438 com base na classificação do evento 408. Em particular, o analisador 404 pode identificar o número apropriado de ações 438 que precisam ser tomadas com base na classificação do evento 408 e, em alguns casos, iniciar um número de ações 438 em resposta a uma determinação que um número de ações 438 devem ser iniciadas.

[00099] Em alguns exemplos ilustrativos, o analisador 404 pode ser configurado para reclassificar o evento 408 após o classificador 402 já ter classificado o evento 408. Por exemplo, em alguns casos, o

analisador 404 pode reclassificar a mensagem 420 que foi classificada como o evento inesperado normal 434. Em outros exemplos ilustrativos, o analisador 404 pode determinar que uma determinada classificação para o evento 408 é inapropriada e pode solicitar que o classificador 402 reclassifique o evento 408.

[000100] Conforme mostrado, o classificador 402 e o analisador 404, quando implementados em software, podem ser implementados como processos separados, dentro de um mesmo processo, ou parte de um ou mais outros processos que executam no agente 318 na Figura 3. Por exemplo, o classificador 402 e o analisador 404 podem ser implementados no processo de segurança cibernética 333, conforme mostrado no agente 318 na Figura 3.

[000101] Desta maneira, quando os agentes 218 forem implementados de uma maneira similar ao agente 400, a classificação de eventos físicos e eventos cibernéticos que ocorrem dentro do ambiente de energia elétrica 200 pode ocorrer de uma maneira distribuída ao longo da rede de energia elétrica 202 e da rede de comunicações 204. Ademais, este tipo de determinação de classificação de ações de resposta para eventos que usam os agentes 218 distribuídos ao longo da rede de energia elétrica 202 pode permitir que os eventos sejam classificados e manipulados de maneira mais rápida quando comparados à realização destas operações em um sistema centralizado dentro da rede de energia elétrica 202. De maneira adicional, quando um agente nos agentes 218, tal como, o agente 400, for incapaz de realizar a classificação de um evento ou determinar ações de resposta para o evento, um agente vizinho ao agente 400 pode ser capaz de realizar estas operações.

[000102] A ilustração do agente 400 na Figura 4 não significa implicar em limitações físicas ou arquitetônicas à maneira na qual as modalidades ilustrativas diferentes podem ser implementadas. Outros

componentes além de e/ou no lugar daqueles ilustrados podem ser usados. Tais componentes podem ser desnecessários em algumas modalidades ilustrativas. Também, os blocos são apresentados para ilustrar alguns componentes funcionais. Um ou mais destes blocos podem ser combinados e/ou divididos em diferentes blocos quando implementados em diferentes modalidades ilustrativas.

[000103] Por exemplo, em alguns casos, o classificador 402 pode ser configurado para classificar o evento 408 como um tipo particular de evento que é diferente das diferentes classificações para o evento 408 mostrado na Figura 4. Ademais, em alguns exemplos ilustrativos, o classificador 402 e o analisador 404 podem fazer parte do mesmo processo.

[000104] Em outros exemplos ilustrativos, diferentes classificações podem ser usadas para o evento 408. Por exemplo, o evento 408 pode ser classificado apenas quanto ao fato de o evento 408 ser esperado ou inesperado.

[000105] Agora, em referência à Figura 5, mostra-se uma ilustração de um ambiente de energia elétrica, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o ambiente de energia elétrica 500 é um exemplo de uma implementação para o ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. O ambiente de energia elétrica 500 inclui a rede de energia elétrica 502. A rede de energia elétrica 502 é um exemplo de uma implementação para a rede de energia elétrica 202 na Figura 2.

[000106] Neste exemplo ilustrativo, a rede de energia elétrica 502 tem o limite 504. O limite 504 separa a porção 506 da rede de energia elétrica 502 da porção 508 da rede de energia elétrica 502. Ademais, o limite 504 impede o gerenciamento de energia coordenado da porção 506 e da porção 508. Por exemplo, o limite 504 pode ser um limite geográfico, um limite organizacional, um limite administrativo, ou algum outro tipo adequado de limite.

[000107] Como um exemplo ilustrativo, a porção 506 da rede de energia elétrica 502 pode ser gerenciada pelo centro de operações 507, enquanto a porção 508 da rede de energia elétrica 502 pode ser gerenciada pelo centro de operações 510. O centro de operações 507 e o centro de operações 510 podem não ser capazes de coordenar o gerenciamento de energia para a rede de energia elétrica 502 neste exemplo.

[000108] Conforme mostrado, o centro de operações 507 pode incluir o sistema de processamento de dados 509 operado pelo operador 511. O centro de operações 510 pode incluir o sistema de processamento de dados 513 operado pelo operador 515. Neste exemplo ilustrativo, a rede de energia elétrica 502 inclui o gerador 512 e a carga 514. O gerador 512 é um exemplo de uma implementação para uma fonte em um número de fontes 206 na Figura 2. A carga 514 é um exemplo de uma implementação para uma carga em um número de cargas 208. A carga 514 pode ser uma carga domiciliar, industrial, empresarial, ferramenta, ou algum outro tipo adequado de carga. A rede de energia elétrica 502 é configurada para distribuir a energia fornecida pelo gerador 512 para a carga 514.

[000109] A rede de energia elétrica 502 também inclui os nós 516, 518, 520, 522, 524 e 526 junto com as linhas de energia 528, 530, 532, 534, 536, 538, 540, 542, 544 e 545. Os nós 516, 518, 520, 522, 524 e 526 incluem os dispositivos de controle 517, 519, 521, 523, 525 e 527. Estes dispositivos de controle são dispositivos de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativos (FACTS) neste exemplo ilustrativo. Entretanto, em outros exemplos ilustrativos, estes dispositivos de controle podem ser dispositivos semicondutores de energia ou outros tipos adequados de dispositivos.

[000110] Ademais, o nó 516 inclui o sensor de linha 529 situado na linha de energia 530 e o sensor de linha 531 situado na linha de energia

532. O nó 518 inclui o sensor de linha 533 situado na linha de energia 534 e o sensor de linha 535 situado na linha de energia 538. O nó 520 inclui o sensor de linha 572 situado na linha de energia 536 e o sensor de linha 537 situado na linha de energia 540. O nó 522 inclui o sensor de linha 539 situado na linha de energia 542. O nó 524 inclui o sensor de linha 541 situado na linha de energia 544.

[000111] Neste exemplo ilustrativo, os nós 516, 518, 520, 522, 524 e 526 são conectados aos sistemas de processamento de dados 546, 548, 550, 552, 554, e 556, respectivamente. Os agentes 558, 560, 562, 564, 566 e 568 executam nos sistemas de processamento de dados 546, 548, 550, 552, 554 e 556, respectivamente. Estes agentes controlam o fluxo de energia elétrica através dos nós 516, 518, 520, 522, 524 e 526. Em particular, os agentes usam um número de políticas para controlar o fluxo de energia elétrica através dos nós.

[000112] Os agentes 558, 560, 562, 564, 566 e 568 podem se comunicar de maneira autônoma entre si usando os links de comunicações, tais como, os links de comunicações 223 na Figura 2. Estes links de comunicações são linhas de energia 528, 530, 532, 534, 536, 538, 540, 542, 544 e 545 neste exemplo ilustrativo. Em particular, estes links de comunicações assumem a forma de banda larga ao longo das linhas de energia. Os agentes 558, 560, 562, 564, 566 e 568 se comunicam entre si para formar o circuito de potência virtual 570.

[000113] O circuito de potência virtual 570 inclui o circuito de fluxo de energia 571 e o circuito de controle de energia 573. O circuito de fluxo de energia 571 inclui o gerador 512, o nó 516, o nó 518, o nó 524, o nó 526, carga 514 e linhas de energia 528, 530, 532, 538, 542 e 544. As linhas de energia 528, 530, 532, 538, 542 e 544 conectam o gerador 512, o nó 516, o nó 518, o nó 524, o nó 526 e carga 514. O circuito de fluxo de energia 571 no circuito de potência virtual 570 é configurado para distribuir a energia elétrica do gerador 512 para a carga 514.

[000114] O circuito de controle de energia 573 no circuito de potência virtual 570 inclui os agentes 558, 560, 564 e 568 associados aos nós 516, 518, 524 e 526, respectivamente. O circuito de controle de energia 573 monitora e controla o fluxo de energia elétrica a partir do gerador 512 através dos nós 516, 518, 524 e 526 e até a carga 514.

[000115] Neste exemplo ilustrativo, o agente 558 e o agente 568 são configurados para realizar um número maior de operações que os agentes 560, 562, 564 e 566. Por exemplo, o agente 558 e o agente 568 podem ser agentes de porta de entrada de energia inteligentes, tal como, o agente de porta de entrada de energia inteligente 320 na Figura 3.

[000116] Neste exemplo mostrado, o agente 558 e o agente 568 podem trocar informações com o centro de operações 507 e o centro de operações 510, respectivamente. Esta troca de informações permite que o operador 511 no centro de operações 507 e o operador 515 no centro de operações 510 gerenciem a porção 506 e a porção 508, respectivamente, da rede de energia elétrica 502 usando o agente 558 e o agente 568, respectivamente.

[000117] Ademais, o circuito de potência virtual 570 inclui componentes tanto da porção 506 como da porção 508 da rede de energia elétrica 502. Os agentes diferentes dentro do circuito de controle de energia 573 no circuito de potência virtual 570 são selecionados para trocar informações através do limite 504.

[000118] Por exemplo, o agente 560 e o agente 564 são selecionados para trocar informações através do limite 504. O agente 562 e o agente 566 são selecionados para trocar informações através do limite 504. Nestes exemplos ilustrativos, estes agentes trocam informações para criar e/ou atualizar um banco de dados distribuído, tal como, o banco de dados distribuído 341 na Figura 3.

[000119] Agora, em referência à Figura 6, mostra-se uma ilustração

de um ambiente de energia elétrica, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o ambiente de energia elétrica 600 é um exemplo de uma implementação do ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. O ambiente de energia elétrica 600 inclui a rede de energia elétrica 602.

[000120] Neste exemplo ilustrativo, a rede de energia elétrica 602 inclui o gerador 604, gerador 605, gerador 606, carga 608, carga 610, o nó 612, o nó 614, o nó 616, o nó 618, linha de energia 620, linha de energia 622, linha de energia 624, linha de energia 626, linha de energia 628, linha de energia 630, linha de energia 632, linha de energia 634 e linha de energia 635.

[000121] Os nós 612, 614, 616 e 618 incluem os dispositivos de controle 613, 615, 617 e 619, respectivamente. Estes dispositivos de controle são dispositivos de transmissão flexível em corrente alternada cooperativos neste exemplo. Ademais, o nó 612 inclui o sensor de linha 621 situado na linha de energia 624 e o sensor de linha 623 situado na linha de energia 626. O nó 614 inclui o sensor de linha 625 situado na linha de energia 628. O nó 616 inclui o sensor de linha 627 situado na linha de energia 630. O nó 618 inclui o sensor de linha 629 situado na linha de energia 632 e na linha de energia 634.

[000122] Conforme mostrado neste exemplo, os nós 612, 614, 616 e 618 são conectados aos sistemas de processamento de dados 636, 638, 640 e 642. Os agentes 644, 646, 648 e 650 executam nos sistemas de processamento de dados 636, 638, 640 e 642, respectivamente. Os agentes 644, 646, 648 e 650 são associados aos nós 612, 614, 616 e 618, respectivamente. Estes agentes controlam o fluxo de energia elétrica através dos nós.

[000123] Ademais, os agentes 644, 646, 648 e 650 se comunicam de maneira autônoma entre si usando a rede de comunicações 652. A rede de comunicações 652 é um exemplo de uma implementação para a rede

de comunicações 204 na Figura 2. A rede de comunicações 652 proporciona as comunicações através de links de comunicações sem fio neste exemplo ilustrativo.

[000124] Os geradores 604, 605 e 606 também podem usar a rede de comunicações 652 para se comunicar com os agentes 644, 646, 648 e/ou 650. Os sensores de linha 621, 623, 625, 627 e 629 usam a rede de comunicações 652 para trocar informações com os agentes 644, 646, 648 e 650.

[000125] Um número de circuitos de potência virtual pode ser formado na rede de energia elétrica 602 para proporcionar a energia fornecida por pelo menos um dos geradores 604, 605 e 606 para pelo menos uma entre a carga 608 e a carga 610. Por exemplo, o primeiro circuito de potência virtual 660 pode incluir o gerador 605, carga 608, carga 610, o nó 612, o nó 614, o nó 618, linha de energia 622, linha de energia 624, linha de energia 628, linha de energia 632 e linha de energia 634. Os agentes 644, 646 e 650 configuram os nós 612, 614 e 618 para se encontrarem no primeiro circuito de potência virtual 660.

[000126] O segundo circuito de potência virtual 662 pode incluir o gerador 604, carga 608, carga 610, o nó 612, o nó 616, o nó 618, linha de energia 620, linha de energia 626 e linha de energia 630. Os agentes 644, 646 e 650 configuram os nós 612, 616 e 618 para se encontrarem no circuito de potência virtual 662.

[000127] O terceiro circuito de potência virtual 664 pode incluir o gerador 604, carga 608, carga 610, o nó 612, o nó 616, o nó 618, linha de energia 620, linha de energia 626 e linha de energia 630. Os agentes 644, 646 e 650 configuram os nós 612, 616 e 618 para se encontrarem no terceiro circuito de potência virtual 664. Conforme mostrado, a linha de energia 620, linha de energia 626 e linha de energia 630 transportam os fluxos de energia elétrica tanto para o segundo circuito de potência virtual 662 como para o terceiro circuito de potência virtual 664.

[000128] O fluxo de energia elétrica é diferente no segundo circuito de potência virtual 662 e no terceiro circuito de potência virtual 664. Uma primeira porção da energia elétrica que flui nas linhas de energia 620, 626 e 630 serve para o segundo circuito de potência virtual 662. Uma segunda porção da energia elétrica que flui nas linhas de energia 620, 626 e 630 serve para o terceiro circuito de potência virtual 664. Entretanto, estas porções de energia elétrica nas linhas de energia 620, 626 e 630 para cada um destes circuitos de potência virtual são indistinguíveis no plano de fluxo de energia 102 na Figura 1.

[000129] Os agentes 644, 648 e 650 no segundo circuito de potência virtual 662 e no terceiro circuito de potência virtual 664 são capazes de distinguir entre estes fluxos de energia elétrica através das linhas de energia 620, 626 e 630. Ademais, os agentes 644, 648 e 650 rastreiam, monitoram e controlam estes múltiplos fluxos de energia elétrica. Desta maneira, os circuitos de potência virtual podem ser usados para carregar o equilíbrio do fluxo de energia elétrica através da rede de energia elétrica 602.

[000130] As ilustrações do ambiente de energia elétrica 500 na Figura 5 e do ambiente de energia elétrica 600 na Figura 6 não têm intenção de implicar em limitações físicas ou arquitetônicas à maneira na qual as modalidades ilustrativas diferentes podem ser implementadas. Por exemplo, em algumas modalidades ilustrativas, a rede de comunicações 652 pode proporcionar comunicações através das linhas de energia na rede de energia elétrica 502. Em outras palavras, as informações podem ser trocadas usando estas linhas de energia em vez dos links de comunicações sem fio.

[000131] Agora, em referência à Figura 7, mostra-se uma ilustração de um nó de controle, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o nó de controle 700 é um exemplo de uma implementação de um nó nos nós 212 na Figura 2. Ademais, o nó de

controle 700 é um exemplo de uma implementação para o nó 302 na Figura 3.

[000132] Conforme mostrado neste exemplo, a linha de energia 701 e a linha de energia 703 são conectadas no nó de controle 700. O nó de controle 700 inclui o sensor de linha 702, sensor de linha 704, dispositivo de controle 706, dispositivo de controle 708, comutador 710 e unidade de processador 712 neste exemplo ilustrativo. O agente 713 executa na unidade de processador 712.

[000133] O sensor de linha 702 e o dispositivo de controle 706 são situados na linha de energia 701. O sensor de linha 704 e o dispositivo de controle 708 são situados na linha de energia 703. O dispositivo de controle 706 e o dispositivo de controle 708 são dispositivos de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativos (FACTS) neste exemplo ilustrativo.

[000134] O sensor de linha 702 e o sensor de linha 704 são configurados para captar um número de parâmetros para a linha de energia 701 e a linha de energia 703, respectivamente. Estes parâmetros podem incluir, por exemplo, sem limitação, energia elétrica capacidade, temperatura, fluxo de corrente, fase de potência, tensão de linha, uma localização das linhas de energia e outros parâmetros adequados para as linhas de energia. Nestes exemplos, o sensor de linha 702 e o sensor de linha 704 são configurados para armazenar informações para um número de parâmetros.

[000135] Neste exemplo ilustrativo, o comutador 710 permite que o sensor de linha 702, sensor de linha 704, dispositivo de controle 706, dispositivo de controle 708 e agente 713 que executam na unidade de processador 712 se comunicam entre si dentro do nó de controle 700. Por exemplo, o sensor de linha 702 e o sensor de linha 704 são configurados para enviar as informações para um número de parâmetros para a linha de energia 701 e a linha de energia 703,

respectivamente, até a unidade de processador 712 através do comutador 710.

[000136] Neste exemplo ilustrativo, o agente 713 que executa na unidade de processador 712 recebe as informações para um número de parâmetros enviados a partir do sensor de linha 702 e do sensor de linha 704 através do comutador 710. O agente 713 envia comandos para o dispositivo de controle 706 e/ou dispositivo de controle 708 com base nas informações recebidas.

[000137] Nestes exemplos ilustrativos, o agente 713 pode efetuar determinações sobre se o fluxo de energia elétrica através da linha de energia 701 e/ou linha de energia 703 se encontra dentro de um limite desejado. Com base nestas determinações, o agente 713 pode enviar comandos para o dispositivo de controle 706 e/ou dispositivo de controle 708 controlar o fluxo de energia elétrica através do nó de controle 700.

[000138] Neste exemplo ilustrativo, o agente 713 que executa na unidade de processador 712 pode trocar informações com outros agentes associados a outros nós de controle. A troca de informações inclui pelo menos um entre enviar e receber informações. Por exemplo, o agente 713 pode enviar informações para o agente 715 que executa na unidade de processador 714 e/ou o agente 717 que executa na unidade de processador 716. A unidade de processador 714 e a unidade de processador 716 são associadas a um nó de controle diferente.

[000139] Neste exemplo mostrado, as informações trocadas entre o agente 713, agente 715 e/ou agente 717 podem ser armazenadas em um banco de dados distribuído, tal como, o banco de dados distribuído 341 na Figura 3.

[000140] Em outros exemplos ilustrativos, a unidade de processador 712 pode não se encontrar no nó de controle 700. Por exemplo, a unidade de processador 712 pode ser implementada em um sistema de processamento de dados conectado ao nó de controle 700.

[000141] Agora, em referência à Figura 8, mostra-se uma ilustração de um agente, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o agente 800 é um exemplo de uma implementação para um agente nos agentes 218 na Figura 2 e/ou agente 318 na Figura 3. Ademais, o agente 800 pode fazer parte de um circuito de potência virtual, tal como, circuito de potência virtual 222 na Figura 2.

[000142] O agente 800 inclui a interface de plano de controle de energia 802, interface de plano de gerenciamento de energia 804 e interface de plano de fluxo de energia 806. Estas interfaces podem ser, por exemplo, interfaces de Ethernet. A interface de plano de controle de energia 802 permite comunicações entre o agente 800 e outros agentes em uma rede de energia elétrica. A interface de plano de gerenciamento de energia 804 permite comunicações entre o agente 800 e um centro de operações. A interface de plano de fluxo de energia 806 permite comunicações entre o agente 800 e os dispositivos incluídos em um nó associado ao agente 800. Os dispositivos no nó podem incluir, por exemplo, um número de dispositivos de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativos, um número de sensores de linha e outros dispositivos adequados.

[000143] O agente 800 inclui o processo de sinalização de fluxo de energia 808, processo de anúncio 810, processo de otimização 812, processo de estabilização 814 e processo de interface de demanda e resposta 816. Estes processos permitem que o agente 800 realize operações dentro do plano de controle de energia 106 na Figura 1.

[000144] Neste exemplo ilustrativo, o processo de sinalização de fluxo de energia 808 envia a solicitação para capacidade 818 para um dispositivo de controle no nó associado ao agente 800 usando a interface de plano de fluxo de energia 806. O dispositivo de controle pode ser, por exemplo, o dispositivo de sistema de transmissão flexível em corrente alternada cooperativo. O dispositivo de controle envia a

mensagem 820 para o processo de sinalização de fluxo de energia 808 para indicar que a solicitação será concedida.

[000145] O processo de sinalização de fluxo de energia 808 também envia e/ou recebe solicitações para a capacidade 822 para e/ou a partir de outros agentes. Ademais, o processo de sinalização de fluxo de energia 808 envia e/ou recebe mensagens 824 para e/ou a partir de outros agentes que indicam que as solicitações para capacidade 822 serão concedidas. Estes agentes são associados aos nós que podem se encontrar, por exemplo, ao longo de um caminho entre uma fonte de energia e uma carga.

[000146] O processo de anúncio 810 recebe informações 826 a partir do sensor de linha. O processo de anúncio 810 armazena as informações 826 em um banco de dados, tal como, o banco de dados distribuído 341 na Figura 3. Ademais, o processo de anúncio 810 envia o anúncio 828 para outros agentes. O anúncio 828 inclui as informações 826. Os outros agentes podem, então, armazenar as informações 826 em bancos de dados substancialmente similares. As informações 826 podem incluir, por exemplo, sem limitação, uma capacidade de uma linha de energia conectada ao nó associado ao agente 800, tensão de barramento, fluxo de energia, ângulo de fase, e/ou outras informações adequadas.

[000147] Neste exemplo ilustrativo, o processo de otimização 812 recebe dados de engenharia de tráfego 830 a partir do processo de anúncio 810. Os dados de engenharia de tráfego 830 incluem pelo menos uma porção das informações 826 neste exemplo, assim como, outras informações adequadas. Por exemplo, os dados de engenharia de tráfego 830 inclui o fluxo de energia atravessante e a capacidade de linhas conectadas ao nó associado ao agente 800, assim como, outras informações adequadas.

[000148] O processo de otimização 812 também recebe as

informações de caminho de circuito de potência virtual 832 a partir dos outros agentes associados a outros nós. As informações de caminho de circuito de potência virtual 832 inclui informações, tais como, por exemplo, o fluxo de energia atravessante e a capacidade para outros nós e linhas que não fazem parte do circuito de potência virtual no qual o agente 800 é incluído.

[000149] O processo de otimização 812 usa dados de engenharia de tráfego 830 e informações de caminho de circuito de potência virtual 832 para otimizar o fluxo de energia elétrica através de uma rede de energia elétrica. Por exemplo, o processo de otimização 812 pode assegurar que o nó associado ao agente 800 se encontre em um circuito de potência virtual. Este circuito de potência virtual é usado para carregar o equilíbrio do fluxo de energia dentro da rede de energia elétrica, de modo que o fluxo de energia elétrica através das linhas de energia na rede de energia elétrica não seja maior que uma capacidade para as linhas de energia.

[000150] Ademais, esta otimização do fluxo de energia elétrica através do processo de otimização 812 reduz a perda de energia dentro da rede de energia elétrica, reduz um custo de distribuição de energia dentro da rede de energia elétrica e reduz o congestionamento na rede de energia elétrica. Ademais, esta otimização também protege os dispositivos de controle da operação fora dos limites de segurança e aumenta o fluxo de energia em relação à capacidade da rede de energia elétrica. Nestes exemplos, um custo é um custo financeiro.

[000151] O processo de otimização 812 troca informações de otimização 834 com o processo de sinalização de fluxo de energia 808. O processo de sinalização de fluxo de energia 808 pode usar as informações de otimização 834 para configurar o nó associado ao agente 800 para otimização do circuito de potência virtual. Ademais, o processo de otimização 812 também envia informações de otimização

836 para os outros agentes no circuito de potência virtual. Os outros agentes podem, então, usar as informações de otimização 836 para configurar os outros nós associados a outros agentes para otimização.

[000152] As informações de otimização 836 podem incluir, por exemplo, uma configuração para um número de circuitos de potência virtual na rede de energia elétrica que usa a capacidade das linhas de energia na rede de energia elétrica com uma eficiência desejada.

[000153] O processo de estabilização 814 recebe informações de estabilidade 838 a partir de um número de dispositivos no nó associado ao agente 800. As informações de estabilidade 838 podem incluir valores para um número de parâmetros para o número de dispositivos. Por exemplo, as informações de estabilidade 838 podem incluir dados de tensão, dados de volt-ampères reativos (VAr) e outros tipos adequados de dados para o nó.

[000154] Por exemplo, as informações de estabilidade 838 podem indicar a presença de flutuações indesejadas na distribuição de energia elétrica através do nó. Os comandos 840 podem ser enviados para um dispositivo de controle no nó para configurar o dispositivo de controle para manter uma distribuição substancialmente desejada de energia elétrica através do nó.

[000155] Ademais, o processo de estabilização 814 também envia informações de estabilidade 839 para o processo de anúncio 810. O processo de anúncio 810 pode armazenar informações de estabilidade 838 no banco de dados. Ademais, o processo de anúncio 810 pode enviar as informações de estabilidade 839 para os outros agentes a serem armazenados nos bancos de dados substancialmente similares.

[000156] O processo de interface de demanda e resposta 816 se comunica com um centro de operações, tal como, o centro de operações 507 e/ou centro de operações 510 na Figura 5. Esta comunicação ocorrer através da interface de plano de gerenciamento de energia 804.

Um operador no centro de operações pode enviar a solicitação 842 para informações para o processo de interface de demanda e resposta 816. Estas informações podem ocorrer a partir de um número de dispositivos no nó e/ou a partir de outros dispositivos em outros nós. O processo de interface de demanda e resposta 816 envia a mensagem 844 que indica que a solicitação 842 será concedida.

[000157] O processo de interface de demanda e resposta 816 envia solicitação para capacidade 846 para o processo de sinalização de fluxo de energia 808. Em resposta ao recebimento da solicitação para capacidade 846, o processo de sinalização de fluxo de energia 808 envia a solicitação para capacidade 818 para um dispositivo de controle no nó associado ao agente 800 e solicitações para capacidade 822 para outros agentes. Em particular, as solicitações para capacidade 822 são enviadas para um número de agentes ao longo de um caminho entre uma fonte de energia e uma carga na rede de energia elétrica. Este número de agentes pode ser usado para configurar os nós associados a um número de agentes para se encontrarem em um circuito de potência virtual.

[000158] Neste exemplo mostrado, o nó associado ao agente 800 e os nós associados a um número de agentes enviam a mensagem 820 e as mensagens 824, respectivamente, para o processo de sinalização de fluxo de energia 808. Estas mensagens indicam que a solicitação para capacidade 818 e as solicitações para mensagens 824 serão concedidas. Em outras palavras, estas mensagens indicam que os nós estão disponíveis e têm a capacidade de fazer parte do circuito de potência virtual.

[000159] Em resposta ao recebimento da mensagem 820 e das mensagens 824, o processo de sinalização de fluxo de energia 808 envia a mensagem 847 para o processo de interface de demanda e resposta 816 que indica que a solicitação para as informações será

concedida.

[000160] Em alguns exemplos ilustrativos, o agente 800 assume a forma de um agente de porta de entrada de energia inteligente, tal como, o agente de porta de entrada de energia inteligente 320 na Figura 3. Nestes exemplos, o processo de interface de demanda e resposta 816 é usado para trocar informações com outros agentes de porta de entrada de energia inteligentes.

[000161] Por exemplo, o processo de interface de demanda e resposta 816 pode enviar a solicitação para energia 850 para outro agente de porta de entrada de energia inteligente através da interface de plano de controle de energia 802. O processo de interface de demanda e resposta 816 recebe a mensagem 852 a partir deste agente de porta de entrada de energia inteligente através da interface de plano de controle de energia 802 que confirma a solicitação para energia 850.

[000162] Neste exemplo ilustrativo, o processo de sinalização de fluxo de energia 808 também envia as informações 848 para o centro de operações usando a interface de plano de gerenciamento de energia 804. As informações 848 servem para a integridade e o estado do circuito de potência virtual.

[000163] Agora, em referência à Figura 9, mostra-se uma ilustração de um agente, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o agente 900 é um exemplo de uma implementação para um agente nos agentes 218 na Figura 2 e/ou agente 318 na Figura 3. Conforme mostrado neste exemplo, o agente 900 inclui a interface de plano de controle de energia 902, interface de plano de gerenciamento de energia 904 e interface de plano de fluxo de energia 906. Estas interfaces podem ser, por exemplo, interfaces de Ethernet.

[000164] O agente 900 também inclui o processo de gerenciamento de energia 908, processo de segurança cibernética 910, processo de segurança física 912 e processo de interface de modelagem/simulação

914. Estes processos permitem que o agente 900 realize as operações no plano de gerenciamento de energia 104 na Figura 1. Ademais, estes processos, neste exemplo ilustrativo, podem ser apenas uma porção dos processos no agente 900.

[000165] O processo de gerenciamento de energia 908 envia solicitações de comandos e estados 916 para um número de dispositivos no nó associado ao agente 900. Os solicitações de comandos e estados 916 são informações de integridade de estado para um número de dispositivos no nó associado ao agente 900. Um número de dispositivos envia respostas 918 para o processo de gerenciamento de energia 908. As respostas 918 incluem as informações de integridade de estado solicitadas nestes exemplos. O processo de gerenciamento de energia 908 também pode receber solicitações de comandos e estados 920 a partir de um centro de operações. Em resposta às solicitações de comandos e estados 920, o processo de gerenciamento de energia 908 envia informações e respostas de estado 922 para o centro de operações.

[000166] O processo de segurança cibernética 910 envia informações de segurança cibernética 924 para outros agentes e recebe informações de segurança cibernética 925 a partir dos outros agentes. As informações de segurança cibernética 924 podem incluir logs, alertas, eventos de segurança, senhas, regras, limites, políticas, e/ou outros tipos adequados de informações. Ademais, o processo de segurança cibernética 910 recebe solicitações de comandos e estados 926 a partir do centro de operações. O processo de segurança cibernética 910 envia informações de segurança cibernética 928 para o centro de operações. As informações de segurança cibernética 928 podem incluir logs, alertas, eventos de segurança, e/ou outros tipos adequados de informações.

[000167] O processo de segurança física 912 envia solicitações de

comandos e estados 930 para um número de dispositivos no nó associado ao agente 900. O processo de segurança física 912 recebe informações de segurança física 932 a partir de um número de dispositivos no nó. Por exemplo, as solicitações de comandos e estados 930 podem ser enviadas para uma câmera no nó. A câmera pode enviar o vídeo de volta nas informações de segurança física 932.

[000168] Ademais, o processo de segurança física 912 recebe solicitações de comandos e estados 934 a partir do centro de operações. O processo de segurança física 912 envia informações de segurança física 936 para o centro de operações. As informações de segurança física 936 incluem logs, eventos de segurança física, alertas, e/ou outras informações adequadas.

[000169] Nestes exemplos ilustrativos, o processo de segurança cibernética 910 e/ou processo de segurança física 912 pode ser configurado para receber informações diretamente a partir e/ou sobre a rede de energia elétrica. Por exemplo, o processo de segurança física 912 ou processo de segurança cibernética 910 pode receber uma notificação de um evento que ocorreu dentro da rede de energia elétrica.

[000170] Em particular, o processo de segurança física 912 pode receber uma notificação de um evento físico que ocorreu ou está ocorrendo dentro da rede de energia elétrica. Ademais, o processo de segurança cibernética 910 pode receber uma notificação de um evento de informações, tal como, uma a mensagem a partir de outro agente.

[000171] O processo de segurança cibernética 910 e o processo de segurança física 912 são configurados para classificar eventos. Ademais, estes processos são configurados para determinar se uma ou mais ações precisam ser iniciadas com base nas classificações destes eventos. Em alguns exemplos ilustrativos, estes processos são configurados para iniciar as ações necessárias para responder a estes eventos.

[000172] O processo de interface de modelagem/simulação 914 pode realizar simulações para o nó associado ao agente 900. Estas simulações podem servir para uma distribuição de energia elétrica no nó.

[000173] O processo de interface de modelagem/simulação 914 recebe a solicitação 938 a partir do centro de operações. A solicitação 938 pode servir para informações geradas executando-se as simulações para o nó. O processo de interface de modelagem/simulação 914 envia as informações 940 para o centro de operações.

[000174] Em alguns exemplos ilustrativos, os processos no agente 900 e os processos no agente 800 na Figura 8 podem ser processos associados ao mesmo nó. Por exemplo, o agente 800 e o agente 900 podem ambos executados em uma unidade de processador em um nó.

[000175] Os processos no agente 900 e os processos no agente 800 na Figura 8 podem trocar informações e/ou trabalhar juntos para realizar as operações. Por exemplo, o processo de segurança cibernética 910 no agente 900 pode ser usado com o processo de anúncio 810 no agente 800.

[000176] Como um exemplo mais específico, o anúncio 828 pode ser enviado a partir do processo de anúncio 810 no agente 800 para outros agentes apenas após as informações de segurança cibernética 924 serem enviadas pelo processo de segurança cibernética 910 no agente 900 para os outros agentes. Desta maneira, os outros agentes podem verificar o nó associado ao agente 900 e ao agente 800.

[000177] Agora, em referência à Figura 10, mostra-se uma ilustração de um processo para processar informações em uma rede de energia elétrica sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 10 pode ser implementado no

ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado usando um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000178] O processo começa ao receber informações a partir de um número de agentes na rede de energia elétrica (operação 1000). Estas informações podem ser recebidas em um número de formas diferentes. Por exemplo, as informações podem compreender pelo menos um entre os dados de sensor, medições, uma leitura de medidor, uma leitura de tensão, um alerta, uma mensagem, uma solicitação, um comando, uma imagem, um vídeo, uma notificação, dados de controle e outros tipos adequados de informações.

[000179] A seguir, o processo determina se um evento de interesse ocorreu usando as informações (operação 1002). Por exemplo, na operação 1002, o processo pode determinar se um evento físico, tal como, o evento físico 410 na Figura 4, ou um evento cibernético, tal como, o evento cibernético 412 na Figura 4, ocorreu.

[000180] Se um evento de interesse tiver ocorrido, o processo classifica o evento (operação 1004). O processo, então, determina se uma ação será iniciada com base na classificação do evento (operação 1006). Se uma ação for iniciada, a ação é identificada (operação 1008). Posteriormente, a ação é iniciada (operação 1010), com o processo retornando à operação 1000, conforme descrito acima.

[000181] Referindo-se novamente à operação 1006, se uma ação não for iniciada, o processo retorna para a operação 1000, conforme descrito acima. Referindo-se novamente à operação 1002, se um evento de interesse não tiver ocorrido, o processo retorna para a operação 1000, conforme descrito acima.

[000182] Referindo-se agora à Figura 11, uma ilustração de um fluxograma de um processo para classificar um evento é mostrada, de

acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 11 pode ser usado para implementar a operação 1004 na Figura 10.

[000183] O processo começa ao receber um evento (operação 1100). O evento pode ser, por exemplo, o evento que foi determinado como ocorrido na operação 1002 na Figura 10. O processo, então, gera dados para um número de parâmetros com base no evento (operação 1102). Quando o evento for um evento físico, os parâmetros podem incluir, por exemplo, sem limitação, uma quantidade de energia, um nível de tensão, um nível de corrente, frequência, e/ou outros tipos adequados de parâmetros.

[000184] O processo, então, determina se o evento é um evento esperado que usa pelo menos um dos dados para um número de parâmetros e um conjunto de eventos esperados (operação 1104). O conjunto de eventos esperados pode ser um ou mais eventos que foram previamente identificados como eventos esperados.

[000185] Se o evento for um evento esperado, o processo determina se o evento esperado é um evento normal que usa pelo menos um dos dados para um número de parâmetros e um conjunto de eventos normais (operação 1106). O conjunto de eventos normais pode ser um ou mais eventos que foram previamente identificados como eventos normais.

[000186] Conforme usado no presente documento, um "evento normal" pode ser um evento no qual os valores para os parâmetros que correspondem à rede de energia elétrica são nominais, dentro dos selecionados, ou fora dos limites selecionados, porém, dentro de intervalos de tempo selecionados. Estes parâmetros podem incluir, por exemplo, sem limitação, nível de energia, corrente, tensão, frequência, fator de energia, e/ou outros tipos adequados de parâmetros. Um valor para um parâmetro que se encontra fora dos limites selecionados, porém, dentro de um intervalo de tempo selecionado é um valor que se

encontra fora dos limites selecionados para um período de tempo abaixo de um limite selecionado.

[000187] Um evento que não é um evento normal é considerado um evento anormal. Conforme usado no presente documento, um "evento anormal" pode ser um evento no qual os valores para parâmetros que correspondem à rede de energia elétrica não são nominais ou se encontram fora dos limites selecionados e fora dos intervalos de tempo selecionados. Ademais, um evento anormal pode ser um tipo de emergência de evento. Por exemplo, um tipo de emergência de evento pode ser uma corrente de fuga, um curto circuito, uma cintilação de tensão, uma queda de tensão, uma ruptura do isolamento, uma operação de back-up, distorção harmônica, ou algum outro tipo adequado de tipo de emergência de evento.

[000188] Se o evento esperado for um evento normal, então, o evento é classificado como um evento esperado normal (operação 1108), com o processo encerrando posteriormente. De outro modo, o evento esperado é classificado como um evento esperado anormal (operação 1110), com o processo também encerrando posteriormente.

[000189] Referindo-se novamente à operação 1104, se o evento não for um evento esperado, o processo determina se o evento inesperado é um evento normal que usa pelo menos um dos dados para um número de parâmetros e o conjunto de eventos normais (operação 1112). Se o evento inesperado for um evento normal, então, o evento inesperado é classificado como um evento inesperado normal (operação 1114), com o processo também encerrando posteriormente. De outro modo, o processo classifica o evento inesperado como um evento inesperado anormal (operação 1116), com o processo também encerrando posteriormente.

[000190] Agora, em referência às Figuras 12A e 12B, as ilustrações de um processo para classificar um evento de comutação sob a forma

de um fluxograma são mostradas, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado nas Figuras 12A e 12B pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000191] Este processo pode ser um exemplo ilustrativo de como um evento físico, tal como, evento de comutação 414 na Figura 4, pode ser classificado como um evento esperado ou um evento inesperado dentro do ambiente de energia elétrica 200. Ademais, o processo ilustrado nas Figuras 12A e 12B podem ser usados para implementar a operação 1104 na Figura 11.

[000192] O processo começa pelo agente que recebe uma identificação do evento de comutação (operação 1200). Neste exemplo ilustrativo, o evento de comutação é uma conexão de uma carga à rede de energia elétrica. Certamente, em outros exemplos ilustrativos, o evento de comutação pode ser uma desconexão de uma carga a partir da rede de energia elétrica ou algum outro tipo de evento de comutação.

[000193] O agente, então, identifica os valores para um número de parâmetros para o evento de comutação que usa a rede de energia elétrica (operação 1202). Por exemplo, o agente pode se comunicar com o segmento da rede de energia elétrica na qual o evento de comutação ocorreu. Este segmento é uma porção do conjunto de circuitos dentro da rede de energia elétrica.

[000194] O agente determina se o tipo de conexão formado pelo evento de comutação é uma conexão permissível com base no conjunto de circuitos dentro do segmento no qual a conexão ocorreu (operação 1204). Se o tipo de conexão não for uma conexão permissível, o processo identifica o evento de comutação como um evento inesperado (1206), com o processo também encerrando posteriormente.

[000195] De outro modo, o agente determina se a energia consumida pela carga recentemente conectada se encontra dentro dos limites permissíveis usando dados de energia obtidos a partir da rede de energia elétrica (operação 1208). Os dados de energia podem incluir, por exemplo, leituras de energia a partir dos medidores de energia, medidores inteligentes e/ou outros dispositivos adequados dentro e/ou próximos ao segmento da rede de energia elétrica na qual a conexão ocorreu.

[000196] Se a energia consumida pela carga recentemente conectada não se encontrar dentro dos limites permissíveis, o processo avança até a operação 1206, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se o tipo de carga conectada é uma carga permissível que usa pelo menos um dos dados de tensão, dados de corrente e dados de fator de energia data a partir da rede de energia elétrica (operação 1210).

[000197] Se o tipo de carga não for uma carga permissível, o processo avança até a operação 1206, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se uma razão de consumo de tempo versus energia se encontra dentro dos limites selecionados (operação 1212). Esta determinação pode ser realizada usando, por exemplo, sem limitação, um período de tempo selecionado após a conexão ser formada e um nível de consumo de energia através da carga durante o período de tempo selecionado.

[000198] Se a razão de consumo de tempo versus energia não se encontra dentro dos limites selecionados, o processo avança até a operação 1206, conforme descrito acima. De outro modo, o agente classifica o evento como um evento esperado (operação 1214), com o processo também encerrando posteriormente.

[000199] Agora, em referência à Figura 13, mostra-se uma ilustração de um processo para classificar um evento de energia sob a forma de

um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 13 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000200] O processo na Figura 13 pode ser um exemplo ilustrativo de como um evento físico, tal como, o evento de energia 416 na Figura 4, pode ser classificado como um evento esperado ou um evento inesperado dentro do ambiente de energia elétrica 200. O processo ilustrado na Figura 13 pode ser usado para implementar a operação 1104 na Figura 11.

[000201] O processo começa pelo agente que recebe uma identificação do evento de energia (operação 1300). Neste exemplo ilustrativo, o evento de energia é uma alteração na geração de energia dentro da rede de energia elétrica. Certamente, em outros exemplos ilustrativos, o evento de energia pode ser uma alteração na demanda de energia dentro da rede de energia elétrica ou algum outro tipo de evento de energia.

[000202] O agente, então, determina se a quantidade através da qual a geração de energia alterou é permissível (operação 1302). Esta determinação é efetuada usando, por exemplo, sem limitação, uma determinação quanto ao fato de que a alteração ocorre durante uma alta temporada ou uma baixa temporada, informações meteorológicas, dados de energia, e/ou outros tipos adequados de dados.

[000203] Se a quantidade através da qual a geração de energia alterou não for permissível, o agente classifica o evento de energia como um evento inesperado (operação 1304), com o processo também encerrando posteriormente. De outro modo, o agente determina se a alteração na geração de energia afeta a capacidade da rede de energia elétrica atender a demanda de energia de uma maneira indesejada

(operação 1306).

[000204] Se a alteração na geração de energia afeta a capacidade da rede de energia elétrica de atender a demanda de energia de uma maneira indesejada, o processo avança até a operação 1304, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se a energia que é gerada corresponde à energia que é distribuída para um número de cargas dentro de tolerâncias selecionadas (operação 1308).

[000205] Se a energia que é gerada não corresponde à energia que é distribuída para um número de cargas dentro de tolerâncias selecionadas, o processo avança até a operação 1304, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se o nível de qualidade de energia dentro da rede de energia elétrica após a alteração na geração de energia é aceitável (operação 1310). Se o nível de qualidade de energia não for aceitável, o processo avança até a operação 1304, conforme descrito acima. De outro modo, o agente classifica o evento de energia como um evento esperado (operação 1312), com o processo também encerrando posteriormente.

[000206] Agora, em referência à Figura 14, mostra-se uma ilustração de um processo para classificar um evento de dispositivo sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 14 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000207] O processo ilustrado na Figura 14 pode ser um exemplo ilustrativo de como um evento físico, tal como, o evento de dispositivo 418 na Figura 4, pode ser classificado como um evento esperado ou um evento inesperado dentro do ambiente de energia elétrica 200. O processo ilustrado na Figura 14 pode ser usado para implementar a operação 1104 na Figura 11.

[000208] O processo começa pelo agente que recebe uma identificação de um evento de dispositivo (operação 1400). Neste exemplo ilustrativo, o evento de dispositivo é uma ativação de um dispositivo de proteção. Certamente, em outros exemplos ilustrativos, o evento de dispositivo pode ser uma desativação de um dispositivo de proteção ou algum outro tipo de evento de dispositivo. O agente, então, determina se um evento de disparo para o evento de dispositivo pode ser identificado usando os dados a partir da rede de energia elétrica (operação 1402).

[000209] Na operação 1402, o agente pode usar dados a partir do segmento da rede de energia elétrica na qual o evento de dispositivo ocorreu e valores conhecidos para parâmetros para o conjunto de circuitos neste segmento para identificar o evento de disparo. O evento de disparo pode ser, por exemplo, outro evento físico que ocorreu dentro da rede de energia elétrica ou um evento cibernético.

[000210] Se um evento de disparo para o dispositivo não puder ser identificado, o agente determina se o evento de disparo era uma diretriz a partir de um controlador principal ou centro de operações para a rede de energia elétrica (operação 1404). Por exemplo, o agente pode se comunicar com o controlador principal ou centro de operações para a rede de energia elétrica efetuar esta determinação.

[000211] Se o evento de disparo não era uma diretriz a partir do controlador principal ou centro de operações para a rede de energia elétrica, o agente classifica o evento de dispositivo como um evento inesperado (operação 1406), com o processo também encerrando posteriormente. De outro modo, o agente determina se o evento de disparo foi classificado (operação 1408).

[000212] Se o evento de disparo não for classificado, o processo avança até a operação 1406, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se um número de elementos de aterramento e/ou

de ligação à terra estão presentes no local do evento de dispositivo (operação 1410). Esta determinação pode ser efetuada usando, por exemplo, dados de tensão obtidos a partir da rede de energia elétrica.

[000213] Se os elementos de aterramento e/ou de ligação à terra estiverem presentes no local do evento de dispositivo, o processo avança até a operação 1406, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se os lados de corrente alternada diferentes do local no qual o dispositivo de proteção usado para ser conectado está sincronizado (operação 1412).

[000214] Se os lados de corrente alternada diferentes não estiverem sincronizados, o processo avança até a operação 1406, conforme descrito acima. De outro modo, o agente classifica o evento de dispositivo como esperado (operação 1414), com o processo também encerrando posteriormente. Referindo-se novamente à operação 1402, se o evento de disparo puder ser identificado, o processo avança até a operação 1408, conforme descrito acima.

[000215] Agora, em referência à Figura 15, mostra-se uma ilustração de um processo para classificar uma solicitação sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 15 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000216] O processo ilustrado na Figura 15 pode ser um exemplo ilustrativo de como um evento cibernético, tal como, a solicitação 424 na Figura 4, pode ser classificado como um evento esperado ou um evento inesperado dentro do ambiente de energia elétrica 200. O processo ilustrado na Figura 15 pode ser usado para implementar a operação 1104 na Figura 11.

[000217] O processo começa pelo agente que recebe a solicitação

para informações (operação 1500). O agente determina se a solicitação é uma solicitação programada para informações que usam uma programação obtida através de um processo de segurança cibernética (operação 1502). Se a solicitação não for um evento programado, o agente determina se a solicitação foi recebida em resposta a uma emergência (operação 1504). Se a solicitação não foi recebida em resposta a uma emergência, o agente classifica a solicitação como uma solicitação inesperada (operação 1506), com o processo também encerrando posteriormente.

[000218] De outro modo, o agente determina se as medições de segurança cibernética foram satisfeitas usando o processo de segurança cibernética (operação 1508). Esta determinação pode ser efetuada avaliando-se a integridade da solicitação usando o processo de segurança cibernética.

[000219] Se as medições de segurança cibernética não foram satisfeitas, o processo avança até a operação 1506, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se as informações que são solicitadas são obteníveis (operação 1510). Na operação 1510, o agente efetua esta determinação usando-se o processo de segurança cibernética para avaliar o conteúdo da solicitação. O agente determina se as informações que são solicitadas foram gravadas ou medidas.

[000220] Se as informações que são solicitadas não forem obteníveis, o processo avança até a operação 1506, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se as informações que são solicitadas podem ser enviadas com base nas regras de segurança (operação 1512). Por exemplo, na operação 1512, o agente determina se enviar as informações para a solicitação pode violar uma ou mais regras de segurança ou compartilhar regras estabelecidas pelo processo de segurança cibernética.

[000221] Se as informações que são solicitadas não puderem ser

enviadas com base nas regras de segurança, o processo avança até a operação 1506, conforme descrito acima. De outro modo, o agente classifica a solicitação como uma solicitação esperada (operação 1514), com o processo também encerrando posteriormente. Referindo-se novamente à operação 1502, se a solicitação dor um evento programado, o processo avança até a operação 1508, conforme descrito acima.

[000222] Agora, em referência à Figura 16, mostra-se uma ilustração de um processo para classificar um comando, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 16 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

[000223] O processo ilustrado na Figura 16 pode ser um exemplo ilustrativo de como um evento cibernético, tal como, o comando 422 na Figura 4, pode ser classificado como um evento esperado ou um evento inesperado dentro do ambiente de energia elétrica 200. O processo ilustrado na Figura 16 pode ser usado para implementar a operação 1104 na Figura 11.

[000224] O processo começa pelo agente que recebe um comando que solicita que uma ação seja realizada (operação 1600). O agente determina se o comando é um comando programado usando uma programação obtida através de um processo de segurança cibernética (operação 1602). Se o comando não for um evento programado, o agente determina se o comando foi recebido em resposta a uma emergência (operação 1604). Se o comando não foi recebido em resposta a uma emergência, o agente classifica o comando como uma solicitação inesperada (operação 1606), com o processo também encerrando posteriormente.

[000225] De outro modo, o agente determina se as medições de segurança cibernética foram satisfeitas usando o processo de segurança cibernética (operação 1608). Esta determinação pode ser efetuada avaliando-se a integridade do comando usando o processo de segurança cibernética.

[000226] Se as medições de segurança cibernética não foram satisfeitas, o processo avança até a operação 1606, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se a ação que é solicitada pelo comando é permissível (operação 1610). Na operação 1610, o agente efetua esta determinação usando-se o processo de segurança cibernética, por exemplo, para avaliar as regras de segurança estabelecidas pelo processo de segurança cibernética.

[000227] Se ação que é solicitada não for permissível, o processo avança até a operação 1606, conforme descrito acima. De outro modo, o agente determina se o comando foi recebido em resposta a uma ação que é identificável usando o processo de segurança cibernética (operação 1612). Esta determinação pode ser efetuada usando-se o processo de segurança cibernética para avaliar o conteúdo do comando. Por exemplo, o agente determina se o comando é o resultado de uma ação que pode ser definida ou medida de alguma maneira.

[000228] Se o comando não foi recebido em resposta a uma ação que é identificável, o agente determina se o comando é previsível com base no estado da rede de energia elétrica (operação 1614). Se o comando não for previsível, o agente determina se o comando é um comando simulado (operação 1616). Conforme usado no presente documento, um "comando simulado" pode ser um comando que foi gerado para simular um comando real. O comando simulado pode ser gerado para os propósitos de testar a rede de energia elétrica.

[000229] Se o comando for um comando simulado, o agente identifica o comando como um evento esperado (operação 1618), com o processo

também encerrando posteriormente. De outro modo, o processo avança até a operação 1606, conforme descrito acima.

[000230] Referindo-se novamente à operação 1614, se o comando for previsível, o processo avança até a operação 1618. Referindo-se novamente à operação 1612, se o comando foi recebido em resposta a uma ação que é identificável, o processo avança até a operação 1618, conforme descrito acima. Ademais, referindo-se novamente à operação 1602, se o comando for um comando programado, o processo avança até a operação 1608, conforme descrito acima.

[000231] Agora, em referência à Figura 17, mostra-se uma ilustração de um processo para responder a um evento físico com base em uma classificação do evento sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 17 pode ser usado para implementar a operação 1004 e a operação 1006 na Figura 10.

[000232] O processo ilustrado na Figura 17 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4. Em particular, o processo ilustrado na Figura 17 pode ser implementado usando, por exemplo, sem limitação, o classificador 402 e/ou analisador 404 no agente 400 na Figura 4.

[000233] O processo começa pelo agente que determina se o evento é classificado como um evento esperado normal, um evento esperado anormal, um evento inesperado normal ou um evento inesperado anormal (operação 1700). Se o evento for classificado como um evento esperado normal, o agente determina que nenhuma ação adicional é requerida (operação 1702), com o processo também encerrando posteriormente.

[000234] Se o evento for classificado como um evento esperado

anormal, o agente identifica e realiza uma ação indicada por um padrão elétrico (operação 1704). O padrão elétrico usado pode ser, por exemplo, o Código Elétrico Nacional (NEC).

[000235] Referindo-se novamente à operação 1700, se o evento for classificado como um evento inesperado normal, o agente identifica um número de parâmetros para o evento que se encontram fora dos limites selecionados para o número de parâmetros (operação 1706). Posteriormente, o agente monitora o número de parâmetros por um período de tempo selecionado (operação 1708). Por exemplo, na operação 1708, o agente pode monitorar o consumo de energia total, leituras de medidor e/ou outros tipos de dados para monitorar estes parâmetros. O agente, então, determina se uma inconsistência foi detectada (operação 1710). A inconsistência pode ser alguma ocorrência indesejada dentro da rede de energia elétrica.

[000236] Se uma inconsistência não foi detectada, o agente reclassifica o evento como um evento esperado (operação 1712), com o processo também encerrando posteriormente. Nestes exemplos ilustrativos, o classificador 402 no agente 400 pode receber esta reclassificação do evento e começar a reclassificação adicional do evento na operação 1106 na Figura 11.

[000237] Referindo-se novamente à operação 1710, se uma inconsistência for detectada, o processo determina se uma origem do evento é um evento autorizado (operação 1714). A origem do evento pode ser, por exemplo, um comando que resultou no evento, uma mensagem que resultou no evento, um evento físico natural, ou algum outro tipo adequado de origem para o evento. Por exemplo, uma mensagem pode causar uma ação que resulta no evento. Na operação 1714, o agente pode usar os dados de controle recebidos a partir de um agente de controle principal para a rede de energia elétrica, dados a partir de um centro de operações, e/ou outros dados adequados para

efetuar a determinação.

[000238] Se a origem do evento for autorizada, o processo avança até a operação 1712, conforme descrito acima. De outro modo, o processo avança até a operação 1716 descrita abaixo. Referindo-se novamente à operação 1700, se o evento for classificado como um evento inesperado anormal, o agente localiza e isola uma porção da rede de energia elétrica na qual o evento ocorreu ou está ocorrendo (operação 1716). Esta porção da rede de energia elétrica pode ser referida, por exemplo, como um segmento afetado da rede de energia elétrica. O isolamento desta porção da rede de energia elétrica pode incluir interromper um fluxo de energia nesta área.

[000239] O agente, então, identifica um número de ações a serem iniciadas com base no evento (operação 1718). Na operação 1718, o número de ações pode incluir, por exemplo, sem limitação, entrar em contato com um número de clientes, entrar em contato com um gerenciador, gerar um número de alertas, despachar uma equipe, iniciar um processo de segurança cibernética, redistribuir energia para a área afetada se um desvio for permitido e/ou outros tipos adequados de ações. O agente pode, então, iniciar um número de ações identificadas (operação 1720), com o processo também encerrando posteriormente.

[000240] Agora, em referência à Figura 18, mostra-se uma ilustração de um processo para responder a um comando com base em uma classificação do comando sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 18 pode ser usado para implementar a operação 1004 e a operação 1006 na Figura 10.

[000241] O processo ilustrado na Figura 18 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4.

Em particular, o processo ilustrado na Figura 18 pode ser implementado usando, por exemplo, sem limitação, o classificador 402 e/ou analisador 404 no agente 400 na Figura 4.

[000242] O processo começa pelo agente que determina se o comando é classificado como um evento esperado normal, um evento esperado anormal, um evento inesperado normal ou um evento inesperado anormal (operação 1800). Se o comando for classificado como um evento esperado normal, o agente inicia a ação solicitada pelo comando (operação 1802), com o processo também encerrando posteriormente.

[000243] Se o comando for classificado como um evento esperado anormal, o agente determina se uma origem do comando é autorizada (operação 1804). Se a origem do comando for autorizada, o agente marca a classificação do comando como um erro e reavalia o comando (operação 1806). Nestes exemplos ilustrativos, a reavaliação do comando pode ser realizada usando o classificador 402 e/ou analisador 404 no agente 400 na Figura 4.

[000244] Em particular, o comando ainda será considerado um comando esperado, porém, o comando é reavaliado para determinar se o comando é normal ou anormal. Na operação 1806, a reavaliação pode ser realizada a analisar o estado da rede de energia elétrica e determinar como a ação solicitada pelo comando irá afetar a rede de energia elétrica.

[000245] O agente, então, determina se o comando é normal (operação 1808). Se o comando for normal, o processo avança até a operação 1802, conforme descrito acima. De outro modo, o agente inicia um processo de segurança cibernética (operação 1810), com o processo também encerrando posteriormente. O processo de segurança cibernética pode ser iniciado para proteger a rede de energia elétrica.

[000246] Referindo-se novamente à operação 1804, se a origem do comando não for autorizada, o processo avança até a operação 1810. Ademais, referindo-se novamente à operação 1800, se o comando for classificado como um evento inesperado normal, o agente determina se uma origem do comando é autorizada (operação 1812).

[000247] Se a origem do comando não for autorizada, o processo avança até a operação 1810. De outro modo, o agente reavalia o comando (operação 1814). Em particular, o comando ainda é considerado um comando normal, porém, o comando é reavaliado para determinar se o comando é esperado ou inesperado com base em um estado da rede de energia elétrica e da ação que é solicitada pelo comando.

[000248] O agente, então, determina se o comando é esperado (operação 1816). Se o comando for esperado, o processo avança até a operação 1802, conforme descrito acima. De outro modo, o processo avança até a operação 1804, conforme descrito acima.

[000249] Referindo-se novamente à operação 1800, se o comando for classificado como um evento inesperado anormal, o agente isola o comando (operação 1818). O agente, então, identifica um número de ações a serem adotadas com base na origem do comando e/ou da ação que é solicitada pelo comando (operação 1820). Em alguns exemplos ilustrativos, a realização da operação 1810 pode ser considerada uma das ações que podem ser adotadas. O agente, então, inicia um número de ações identificadas (operação 1822), com o processo também encerrando posteriormente.

[000250] Agora, em referência à Figura 19, mostra-se uma ilustração de um processo para responder a uma solicitação com base em uma classificação da solicitação sob a forma de um fluxograma, de acordo com uma modalidade ilustrativa. O processo ilustrado na Figura 19 pode ser usado para implementar a operação 1004 e a operação 1006 na

Figura 10.

[000251] O processo ilustrado na Figura 19 pode ser implementado no ambiente de energia elétrica 200 na Figura 2. Em particular, este processo pode ser implementado em um ou mais agentes nos agentes 218 na Figura 2, agentes 318 na Figura 3 ou agentes 400 na Figura 4. Em particular, o processo ilustrado na Figura 19 pode ser implementado usando, por exemplo, sem limitação, o classificador 402 e/ou analisador 404 no agente 400 na Figura 4.

[000252] O processo começa pelo agente que determina se a solicitação é classificada como um evento esperado normal, um evento esperado anormal, um evento inesperado normal ou um evento inesperado anormal (operação 1900). A solicitação pode ser uma solicitação para informações.

[000253] Ademais, a solicitação pode ser classificada como um evento esperado normal quando a solicitação for uma solicitação programada e/ou aprovada. A solicitação pode ser classificada como um evento esperado anormal quando a solicitação não for uma solicitação programada, porém, for um tipo de solicitação que pode ser recebida em uma situação de emergência. Ademais, a solicitação pode ser classificada como um evento inesperado normal quando a solicitação não for uma solicitação durante uma emergência. A solicitação pode ser classificada como um evento inesperado anormal quando a solicitação não for programada nem recebida durante uma emergência.

[000254] Se a solicitação for classificada como um evento esperado normal, o agente avança com o fornecimento das informações que são solicitadas (operação 1902), com o processo também encerrando posteriormente. Se a solicitação for classificada como um evento esperado anormal, o processo determina se qualquer porção da rede de energia elétrica é um estado de emergência (operação 1904). Esta porção pode ser, por exemplo, um ou mais segmentos da rede de

energia elétrica. O agente pode usar, por exemplo, dados de sensor e/ou outros tipos de dados a partir da rede de energia elétrica para efetuar esta determinação.

[000255] Se qualquer porção da rede de energia elétrica se encontrar em um estado de emergência, o processo avança até a operação 1902, conforme descrito acima. De outro modo, o agente avança até a operação 1906, conforme descrito abaixo. Referindo-se novamente à operação 1900, se a solicitação for classificada como um evento inesperado normal, o agente determina se uma origem da solicitação é autorizada (operação 1906).

[000256] Se o agente determina que a origem da solicitação é autorizada, o agente determina se a solicitação foi enviada em erro com base em um estado da origem (operação 1908). Na operação 1908, o agente verifica o estado da origem. Por exemplo, o processo pode usar dados de sensor a partir de um dispositivo na rede de energia elétrica que enviou a solicitação para determinar se o dispositivo foi comprometido, está funcionando dentro dos limites selecionados ou operando de alguma outra maneira.

[000257] Se a solicitação não foi enviada em erro, o agente reclassifica a solicitação como um evento esperado normal (operação 1910) e, então, avança até a operação 1902, conforme descrito acima. Referindo-se novamente à operação 1908, se a solicitação foi enviada em erro, o agente abandona a mensagem (operação 1912), com o processo também encerrando posteriormente. Na operação 1912, o agente não proporciona as informações que são solicitadas. Em alguns casos, na operação 1912, o agente envia a solicitação para o classificador 402 no agente 400 para reavaliação.

[000258] Referindo-se novamente à operação 1900, se a solicitação for classificada como um evento inesperado anormal, o agente isola a solicitação e inicia um processo de segurança cibernética (operação

1914), com o processo também encerrando posteriormente. Referindo-se novamente à operação 1906, se o agente determina que a origem da solicitação não é autorizada, o processo avança até a operação 1914, conforme descrito acima.

[000259] Os fluxogramas, fluxos de processo e diagramas de blocos nas diferentes modalidades mostradas ilustram a arquitetura, funcionalidade e operação de algumas implementações possíveis do aparelho e métodos em uma modalidade ilustrativa. Em relação a isto, cada bloco nos fluxogramas, fluxos de processo ou diagramas de blocos pode representar um módulo, segmento, função e/ou uma porção de uma operação ou etapa. Por exemplo, um ou mais dos blocos pode ser implementado como código de programa, em hardware, ou uma combinação do código de programa e do hardware. Quando implementado em hardware, o hardware pode, por exemplo, assumir a forma de circuitos integrados que são fabricados ou configurados para realizar uma ou mais operações nos fluxogramas ou diagramas de blocos.

[000260] Em algumas implementações alternativas de uma modalidade ilustrativa, a função ou funções notadas nos blocos podem ocorrer fora da ordem notada nas Figuras. Por exemplo, em alguns casos, dois blocos mostrados em sucessão podem ser executados de maneira substancialmente simultânea, ou os blocos, algumas vezes, podem ser realizados na ordem inversa, dependendo da funcionalidade envolvida. Também, outros blocos podem ser adicionados além dos blocos ilustrados em um fluxograma ou diagrama de blocos.

[000261] Referindo-se agora à Figura 20, mostra-se uma ilustração de um sistema de processamento de dados sob a forma de um diagrama de blocos, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Neste exemplo ilustrativo, o sistema de processamento de dados 2000 pode ser usado para implementar um sistema de processamento de dados nos sistemas

de processamento de dados 216 na Figura 2 e/ou unidade de processador 310 na Figura 3.

[000262] Ademais, o sistema de processamento de dados 2000 pode ser usado para implementar um agente, de acordo com uma modalidade ilustrativa. Por exemplo, o sistema de processamento de dados 2000 pode ser usado para implementar um agente nos agentes 218 na Figura 2, agente 318 na Figura 3, e/ou agente 400 na Figura 4. Neste exemplo ilustrativo, o sistema de processamento de dados 2000 inclui estrutura de comunicações 2002, que proporciona comunicações entre a unidade de processador 2004, memória 2006, armazenamento persistente 2008, unidade de comunicações 2010, unidade de entrada/saída (I/O) 2012 e tela 2014.

[000263] A unidade de processador 2004 serve para executar instruções para software que podem ser carregados na memória 2006. A unidade de processador 2004 pode ser um número de processadores, um núcleo multiprocessador, ou algum outro tipo de processador, dependendo da implementação particular. Conforme usado no presente documento, em referência a um item, um número significa um ou mais itens. Ademais, unidade de processador 2004 pode ser implementado usando um número de sistemas de processador heterogêneos nos quais um processador principal está presente com processadores secundários em um único chip. Como outro exemplo ilustrativo, a unidade de processador 2004 pode ser um sistema multiprocessador simétrico contendo múltiplos processadores do mesmo tipo.

[000264] A memória 2006 e o armazenamento persistente 2008 são exemplos de dispositivos de armazenamento 2016. Um dispositivo de armazenamento consiste em qualquer parte de hardware que seja capaz de armazenar informações, tais como, por exemplo, sem limitação, dados, código de programa na forma funcional, e/ou outras informações adequadas em uma base temporária e/ou uma base

permanente. Os dispositivos de armazenamento 2016 também podem ser referidos como dispositivos de armazenamento legíveis por computador nestes exemplos. A memória 2006, nestes exemplos, pode ser, por exemplo, uma memória de acesso aleatório ou qualquer outro dispositivo de armazenamento volátil ou não volátil adequado. O armazenamento persistente 2008 pode assumir diversas formas, dependendo da implementação particular.

[000265] Por exemplo, o armazenamento persistente 2008 pode conter um ou mais componentes ou dispositivos. Por exemplo, o armazenamento persistente 2008 pode ser um disco rígido, uma memória flash, um disco óptico regravável, uma fita magnética regravável ou alguma combinação acima. O meio usado pelo armazenamento persistente 2008 também pode ser removível. Por exemplo, um disco rígido removível pode ser usado para o armazenamento persistente 2008.

[000266] A unidade de comunicações 2010, nestes exemplos, proporciona comunicações com outros sistemas ou dispositivos de processamento de dados. Nestes exemplos, a unidade de comunicações 2010 é um cartão de interface de rede. A unidade de comunicações 2010 pode proporcionar comunicações através do uso tanto de links de comunicações físicos como sem fio.

[000267] A unidade de entrada/saída 2012 permite a entrada e saída de dados com outros dispositivos que podem ser conectados ao sistema de processamento de dados 2000. Por exemplo, a unidade de entrada/saída 2012 pode proporcionar uma conexão para entrada de usuário através de um teclado, um mouse e/ou some algum outro dispositivo de entrada adequada. Ademais, a unidade de entrada/saída 2012 pode enviar a saída para uma impressora. A tela 2014 proporciona um mecanismo para exibir informações para um usuário.

[000268] As instruções para o sistema de operação, aplicativos e/ou

programas podem ser localizadas nos dispositivos de armazenamento 2016, que ficam em comunicação com a unidade de processador 2004 através da estrutura de comunicações 2002. Nestes exemplos ilustrativos, as instruções se encontram em uma forma funcional no armazenamento persistente 2008. Estas instruções podem ser carregadas na memória 2006 para execução através da unidade de processador 2004. Os processos das modalidades diferentes podem ser realizados pela unidade de processador 2004 usando instruções implementadas por computador, que podem ser localizadas em uma memória, tal como, a memória 2006.

[000269] Estas instruções são referidas como código de programa, código de programa utilizável por computador ou código de programa legível por computador que podem ser lidas e executadas por um processador na unidade de processador 2004. O código de programa nas modalidades diferentes pode ser incorporado em mídia de armazenamento legível por computador ou física diferente, tal como, a memória 2006 ou armazenamento persistente 2008.

[000270] O código de programa 2018 se situa em uma forma funcional na mídia legível por computador 2020 que é seletivamente removível e pode ser carregado ou transferido para o sistema de processamento de dados 2000 para execução através da unidade de processador 2004. O código de programa 2018 e mídia legível por computador 2020 formam o produto de programa de computador 2022 nestes exemplos. Em um exemplo, a mídia legível por computador 2020 pode ser a mídia de armazenamento legível por computador 2024 ou mídia de sinal legível por computador 2026.

[000271] A mídia de armazenamento legível por computador 2024 pode incluir, por exemplo, um disco óptico ou magnético que é inserido ou colocado em uma unidade ou outro dispositivo que faz parte do armazenamento persistente 2008 para transferência sobre um

dispositivo de armazenamento, tal como, um disco rígido, que faz parte do armazenamento persistente 2008. A mídia de armazenamento legível por computador 2024 também pode assumir a forma de um armazenamento persistente, tal como, um disco rígido, um pen drive ou uma memória flash, que é conectado ao sistema de processamento de dados 2000. Em algumas instâncias, a mídia de armazenamento legível por computador 2024 pode não ser removível do sistema de processamento de dados 2000.

[000272] Nestes exemplos, a mídia de armazenamento legível por computador 2024 é um dispositivo de armazenamento físico ou tangível usado para armazenar código de programa 2018 em vez de um meio que propaga ou transmite o código de programa 2018. A mídia de armazenamento legível por computador 2024 também é referida como um dispositivo de armazenamento legível por computador tangível ou um dispositivo de armazenamento legível por computador físico. Em outras palavras, a mídia de armazenamento legível por computador 2024 é uma mídia que pode ser tocada por uma pessoa.

[000273] De maneira alternativa, o código de programa 2018 pode ser transferido para o sistema de processamento de dados 2000 usando a mídia de sinal legível por computador 2026. A mídia de sinal legível por computador 2026 pode ser, por exemplo, um código de programa contendo sinal de dados propagado 2018. Por exemplo, a mídia de sinal legível por computador 2026 pode ser um sinal eletromagnético, um sinal óptico e/ou qualquer outro tipo adequado de sinal. Estes sinais podem ser transmitidos através de links de comunicações, tais como, links de comunicações sem fio, cabo de fibra óptica, cabo coaxial, um fio e/ou qualquer outro tipo adequado de link de comunicações. Em outras palavras, o link de comunicações e/ou a conexão pode ser físico ou sem fio nos exemplos ilustrativos.

[000274] Em algumas modalidades ilustrativas, o código de programa

2018 pode ser transferido por download através de rede para o armazenamento persistente 2008 a partir de outro dispositivo ou sistema de processamento de dados através da mídia de sinal legível por computador 2026 para uso dentro do sistema de processamento de dados 2000. Por exemplo, o código de programa armazenado em um meio de armazenamento legível por computador em um sistema de processamento de dados de servidor pode ser transferido por download através de uma rede a partir do servidor para o sistema de processamento de dados 2000. O sistema de processamento de dados que proporciona o código de programa 2018 pode ser um computador servidor, um computador cliente ou algum outro dispositivo capaz de armazenar e transmitir o código de programa 2018.

[000275] Os componentes diferentes ilustrados para o sistema de processamento de dados 2000 não têm intenção de apresentar limitações arquitetônicas à maneira na qual as diferentes modalidades podem ser implementadas. As diferentes modalidades ilustrativas podem ser implementadas em um sistema de processamento de dados que inclui componentes além de ou no lugar daqueles ilustrados para o sistema de processamento de dados 2000. Outros componentes mostrados na Figura 20 podem ser variados a partir dos exemplos ilustrativos mostrados. As diferentes modalidades podem ser implementados usando qualquer dispositivo ou sistema de hardware capaz de executar código de programa. Como um exemplo, o sistema de processamento de dados pode incluir componentes orgânicos integrados aos componentes inorgânicos e/ou pode ser totalmente compreendido por componentes orgânicos que excluem um ser humano. Por exemplo, um dispositivo de armazenamento pode ser compreendido por um semicondutor orgânico.

[000276] Em outro exemplo ilustrativo, a unidade de processador 2004 pode assumir a forma de uma unidade de hardware que tem circuitos

que são fabricados ou configurados para um uso particular. Este tipo de hardware pode realizar operações sem necessitar do código de programa a ser carregado em uma memória a partir de um dispositivo de armazenamento a ser configurado para realizar as operações.

[000277] Por exemplo, quando a unidade de processador 2004 assume a forma de uma unidade de hardware, a unidade de processador 2004 pode ser um sistema de circuito, um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um dispositivo lógico programável, ou algum outro tipo adequado de hardware configurado para realizar um número de operações. Com um dispositivo lógico programável, o dispositivo é configurado para realizar um número de operações. O dispositivo pode ser reconfigurado em um tempo posterior ou pode ser permanentemente configurado para realizar um número de operações. Os exemplos de dispositivos lógicos programáveis incluem, por exemplo, uma matriz lógica programável, uma matriz lógica programável em campo, um arranjo de portas programável em campo e outros dispositivos de hardware adequados. Com este tipo de implementação, o código de programa 2018 pode ser omitido, porque o processo para as modalidades diferentes são implementados em uma unidade de hardware.

[000278] Em ainda outro exemplo ilustrativo, a unidade de processador 2004 pode ser implementada usando uma combinação de processadores encontrados em computadores e unidades de hardware. A unidade de processador 2004 pode ter um número de unidades de hardware e um número de processadores que são configurados para executar o código de programa 2018. Com este exemplo mostrado, alguns dos processos podem ser implementados em um número de unidades de hardware, enquanto outros processos podem ser implementados em um número de processadores.

[000279] Em outro exemplo, um sistema de barramento pode ser

usado para implementar a estrutura de comunicações 2002 e pode ser compreendido por um ou mais barramentos, tal como, um barramento de sistema ou um barramento de entrada/saída. Certamente, o sistema de barramento pode ser implementado usando qualquer tipo adequado de arquitetura que proporciona uma transferência de dados entre diferentes componentes ou dispositivos anexados ao sistema de barramento.

[000280] De maneira adicional, uma unidade de comunicações pode incluir um número de dispositivos que transmitem dados, recebem dados ou transmitem e recebem dados. Uma unidade de comunicações pode ser, por exemplo, um modem ou um adaptador de rede, dois adaptadores de rede, ou alguma combinação destes. Ademais, uma memória pode ser, por exemplo, a memória 2006 ou um cache, tal como, encontrado em uma interface e hub de controlador de memória que podem estar presentes na estrutura de comunicações 2002.

[000281] No texto e nas Figuras, em um aspecto, um aparelho inclui: um agente 400 configurado para receber informações 406 a partir de uma rede de energia elétrica 202, identificar um evento 408 a partir das informações 406, classificar o evento 408, determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento 408 e iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação. Em uma variante, o aparelho em que ao ser configurado para iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação, o agente 400 é configurado para identificar a ação e iniciar a ação identificada em resposta à determinação para iniciar a ação. Em outra variante, o aparelho inclui o evento 408 que é classificado como um entre um evento esperado normal 430, um evento esperado anormal 432, um evento inesperado normal 434 e um evento inesperado anormal 436. Em ainda outra variante, o aparelho em que o agente 400 é configurado para determinar se deve-se iniciar a ação em resposta ao evento 408 é classificado

como o evento inesperado anormal 436.

[000282] Em um exemplo, o aparelho em que ao ser configurado para classificar o evento 408, o agente 400 é configurado para determinar se uma mensagem 420 que causa outra ação que resulta no evento 408 é uma mensagem esperada 420, determinar se o evento 408 é um evento normal 408 e classificar o evento 408 com base em se a mensagem 420 é a mensagem esperada 420 e se o evento é o evento normal 408. Em outro exemplo, o aparelho em que o agente 400 é adicionalmente configurado para identificar uma mensagem 420 nas informações 406 em que a mensagem 420 é uma causa do evento 408 e em que ao ser configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408, o agente 400 é configurado a determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 e com base em uma origem da mensagem 420, em que a mensagem 420 é selecionada a partir de um entre um comando 422 e uma solicitação 424. Em ainda outro exemplo, o aparelho em que o agente 400 é configurado para determinar que a ação é necessária quando o evento 408 for classificado como um evento inesperado anormal 436 e a mensagem 420 se origina a partir de fora da rede de energia elétrica 202.

[000283] Em um exemplo, o aparelho em que o agente 400 inclui um classificador 402 configurado para receber as informações 406 a partir da rede de energia elétrica 202, identificar o evento 408 a partir das informações e classificar o evento e um analisador 404 configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 e iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação.

[000284] Em outro exemplo, o aparelho inclui adicionalmente: um nó na rede de energia elétrica 202, em que o agente 400 é associado ao nó.

[000285] Em ainda outro exemplo, o aparelho inclui adicionalmente: um número de linhas 233 na rede de energia elétrica 202, em que o número de linhas 233 é configurado para transmitir a energia elétrica 214; uma pluralidade de nós 224 na rede de energia elétrica 202, em que a pluralidade de nós 224 é configurada para controlar a energia elétrica 214 transportada em um número de linhas 233; uma rede de comunicações 204 configurada para transmitir as informações 406; e um número de agentes 226 associados à pluralidade de nós 224, em que um número de agentes 226 são configurados para se comunicar entre si usando a rede de comunicações 204, configurar a pluralidade de nós 224 na rede de energia elétrica 202 em um circuito, controlar uma distribuição da energia elétrica 214 através do circuito para um número de cargas associadas ao circuito e gerar as mensagens 824.

[000286] Em um aspecto, descreve-se um aparelho que inclui uma pluralidade de nós 224 em uma rede de energia elétrica 202, em que a pluralidade de nós 224 é configurada para controlar a energia elétrica 214 transmitida em um número de linhas 233 na rede de energia elétrica 202; uma rede de comunicações 204 configurada para transmitir informações 406; e um número de agentes 226 associados à pluralidade de nós 224, em que um número de agentes 226 são configurados para enviar informações entre si usando a rede de comunicações 204 e em que um agente 400 entre um número de agentes 226 é configurado para receber as informações 406 a partir da rede de energia elétrica 202, identificar um evento a partir das informações 406, classificar o evento 408, determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento 408 e iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação.

[000287] Em uma variante, o aparelho em que ao ser configurado para iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação, o agente 400 é configurado para identificar a ação iniciar a ação identificada em

resposta à determinação para iniciar a ação. Em outra variante, o aparelho em que o evento 408 é classificado como um entre um evento esperado normal 430, um evento esperado anormal 432, um evento inesperado normal 434 e um evento inesperado anormal 436 e em que o agente 400 é configurado para iniciar a ação em resposta ao evento 408 que é classificado como o evento inesperado anormal 436. Em ainda outra variante, o aparelho em que o agente 400 é adicionalmente configurado para identificar uma mensagem 420 nas informações 406 em que a mensagem 420 é uma causa do evento 408 e em que ao ser configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408, o agente 400 é configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 e com base em uma origem da mensagem 420.

[000288] Em um exemplo, o aparelho em que o agente 400 é configurado para determinar que a ação é necessária quando o evento 408 for classificado como um evento inesperado anormal 436 e a mensagem 420 se origina a partir de fora da rede de energia elétrica 202. Em outro exemplo, o aparelho em que o agente inclui um classificador 402 configurado para receber as informações 406 a partir da rede de energia elétrica 202, identificar o evento a partir das informações 406 e classificar o evento 408 e um analisador 404 configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 e iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação.

[000289] Em um aspecto, descreve-se um método para processar informações em uma rede de energia elétrica 202, o método inclui: receber as informações 406 a partir de um número de agentes 226 na rede de energia elétrica 202; identificar um evento 408 a partir das informações 406; classificar o evento 408; determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento 408; e iniciar a

ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação. Em uma variante, o método inclui iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação que inclui identificar a ação; e

[000290] iniciar a ação identificada em resposta à determinação para iniciar a ação. Em ainda outra variante, o método em que o evento 408 é classificado como um entre um evento esperado normal 408, um evento esperado anormal 432, um evento inesperado normal 434 e um evento inesperado anormal 436.

[000291] Em ainda outra, o método inclui adicionalmente: identificar uma mensagem 420 nas informações 406 nas quais a mensagem 420 é uma causa do evento 408 e em que determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 compreende: determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento 408 e com base em uma origem da mensagem 420, em que a mensagem 420 é selecionada a partir de um entre um comando 422 e uma solicitação 424.

[000292] A descrição das diferentes modalidades ilustrativas foi apresentada para propósitos de ilustração e a descrição não tem intenção de ser exaustiva ou limitada às modalidades na forma descrita. Muitas modificações e variações serão aparentes para aqueles de conhecimento comum na técnica. Ademais, diferentes modalidades ilustrativas podem proporcionar diferentes recursos quando comparadas a outras modalidades desejadas. A modalidade ou modalidades selecionadas são escolhidas e descritas a fim de explicarem melhor os princípios das modalidades, a aplicação prática e permitir que outros com conhecimento comum na técnica entendam a descrição para diversas modalidades com as diversas modificações, à medida que são adequadas ao uso particular contemplado.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho que comprehende:

um agente (400), que comprehende um meio legível por computador, configurado para

receber informações (406) a partir de uma rede de energia elétrica (202),

identificar um evento (408) a partir das informações (406),

classificar o evento (408),

determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento (408),

iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação,

o aparelho **caracterizado pelo fato de** que o agente é configurado ainda para:

determinar se uma mensagem (420) que causa outra ação que resulta no evento (408) é uma mensagem esperada (420),

determinar se o evento (408) é um evento normal (408), e

classificar o evento (408) baseado em se a mensagem (420) é a mensagem esperada (420) e se o evento é o evento normal (408).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que é configurado para iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação, o agente (400) é configurado para identificar a ação e iniciar a ação identificada em resposta à determinação para iniciar a ação.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de** que o evento (408) é classificado como um entre um evento esperado normal (430), um evento esperado anormal (432), um evento inesperado normal (434) e um evento inesperado anormal (436), em que o agente é configurado para determinar se deve-se iniciar a ação em resposta ao evento (408) que

é classificado como o evento inesperado anormal (436).

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de** que o agente (400) é configurado ainda para identificar uma mensagem (420) nas informações (406) em que a mensagem (420) é uma causa do evento (408) e em que ao ser configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento (408), o agente (400) é configurado para determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento (408) e com base em uma origem da mensagem (420), em que a mensagem (420) é selecionada a partir de um comando (422) e uma solicitação (424); e em que o agente (400) é configurado para determinar que a ação é necessária quando o evento (408) for classificado como um evento inesperado anormal (436) e a mensagem (420) se originar a partir de fora da rede de energia elétrica (202).

5. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de** que compreende adicionalmente:

um nó na rede de energia elétrica (202), em que o agente (400) é associado ao nó;

um número de linhas (233) na rede de energia elétrica (202), em que um número de linhas (233) é configurado para transmitir a energia elétrica (214);

uma pluralidade de nós (224) na rede de energia elétrica (202), em que a pluralidade de nós (224) é configurada para controlar a energia elétrica (214) transmitida no número de linhas (233);

uma rede de comunicações (204) configurada para transmitir as informações (406); e

um número de agentes (226) associado à pluralidade de nós (224), em que o número de agentes (226) é configurado para se comunicar entre si usando a rede de comunicações (204), configurar a pluralidade de nós (224) na rede de energia elétrica (202) em um

círculo, controlar uma distribuição da energia elétrica (214) através do círculo para um número de cargas associadas ao círculo e gerar as mensagens (824); e

em que o agente (400) inclui um classificador (402) configurado para receber a informação (406) da rede de energia elétrica (202), identificar evento (408) da informação, e classificar o evento, e um analisador (404) configurado para determinar se inicia-se a ação baseada na classificação do evento (408) e iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação.

6. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de** que compreende:

uma pluralidade de nós (224) em uma rede de energia elétrica (202), em que a pluralidade de nós (224) é configurada para controlar energia elétrica (214) transmitida em um número de linhas (233) na rede elétrica (202);

um rede de comunicações (204) configurada para transmitir informações (406); e

um número de agentes (226) associado à pluralidade de nós (224), em que o número de agentes (226) é configurado para enviar a informação um para o outro usando a rede de comunicações (204) e em que o agente (400) no número de agentes (226) é configurado para receber a informação da rede de energia elétrica, identificar um evento a partir da informação, classificar o evento, determinar se inicia-se a ação com base em uma classificação do evento, e iniciar a ação em resposta a uma determinação de iniciar a ação.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** que ao ser configurado para iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação, o agente (400) é configurado para identificar a ação e iniciar a ação identificada em resposta à determinação para iniciar a ação; em que o evento (408) é classificado

como um entre um evento esperado normal (430), um evento esperado anormal (432), um evento inesperado normal (434) e um evento inesperado anormal (436), e em que o agente (400) é configurado para iniciar a ação em resposta ao evento (408) que é classificado como o evento inesperado anormal (436); e em que o agente (400) é configurado adicionalmente para identificar uma mensagem (420) na informação (406) em que a mensagem (420) é uma causa do evento (408) e em que ao ser configurado para determinar se deve iniciar-se a ação com base na classificação do evento (408), o agente (400) é configurado para determinar se inicia-se a ação com base na classificação do evento (408) e com base em uma origem da mensagem (420).

8. Método para processar informações em uma rede de energia elétrica (202), o método que compreende:

receber as informações (406) a partir de um número de agentes (226) na rede de energia elétrica (202);

identificar um evento (408) a partir das informações (406);

classificar o evento (408);

determinar se deve-se iniciar uma ação com base em uma classificação do evento (408);

iniciar a ação em resposta a uma determinação para iniciar a ação;

o método sendo **caracterizado pelas** etapas de:

determinar se uma mensagem (420) que causa outra ação que resulta no evento (408) é uma mensagem esperada (420),

determinar se o evento (408) é um evento normal (408), e

classificar o evento (408) com base em se a mensagem (420) é a mensagem esperada (420) e se o evento é o evento normal (408);

em que o método compreende adicionalmente

identificar uma mensagem (420) nas informações (406) em

que a mensagem (420) é uma causa do evento (408) e em que a determinação se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento (408) comprehende:

determinar se deve-se iniciar a ação com base na classificação do evento (408) e com base em uma origem da mensagem (420), em que a mensagem (420) é selecionada a partir de um dentre um comando (422) e uma solicitação (424).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** que iniciar a ação em resposta à determinação para iniciar a ação comprehende:

identificar a ação; e

iniciar a ação identificada em resposta à determinação para iniciar a ação; e

em que o evento (408) é classificado como um entre um evento esperado normal (408), um evento esperado anormal (432), um evento inesperado normal (434) e um evento inesperado anormal (436).

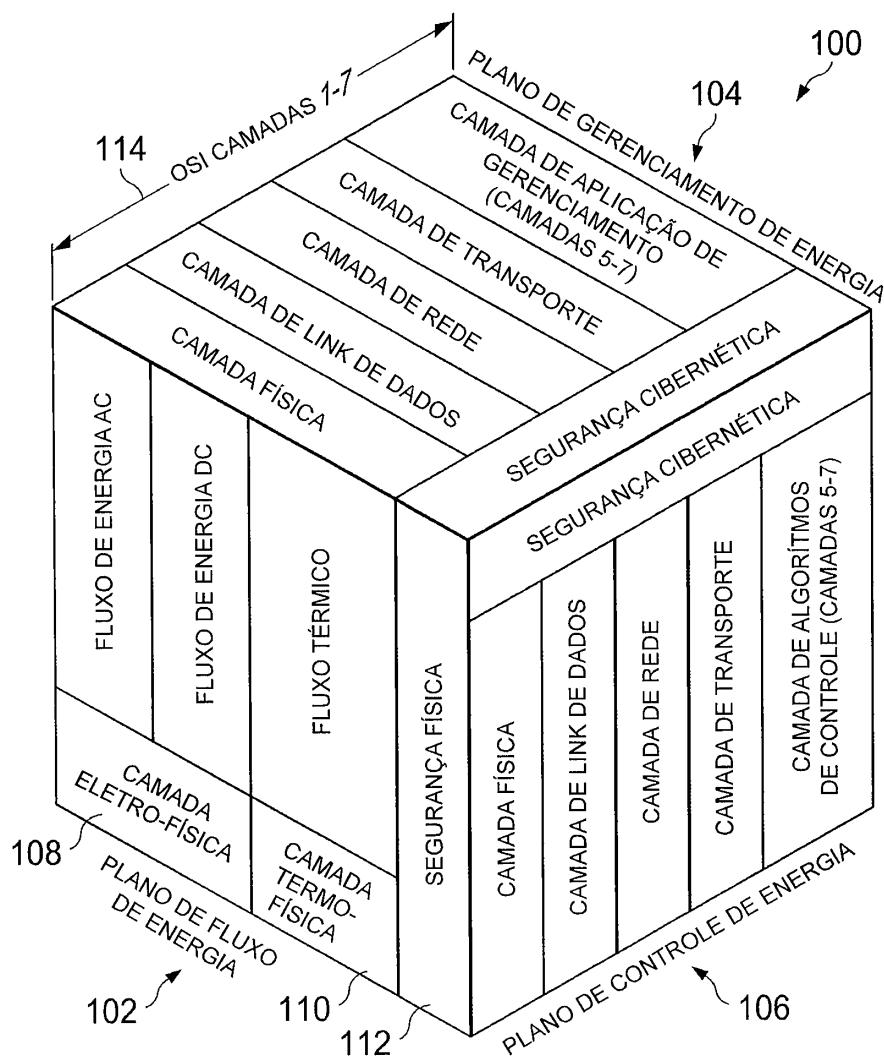


FIG. 1

FIG. 2

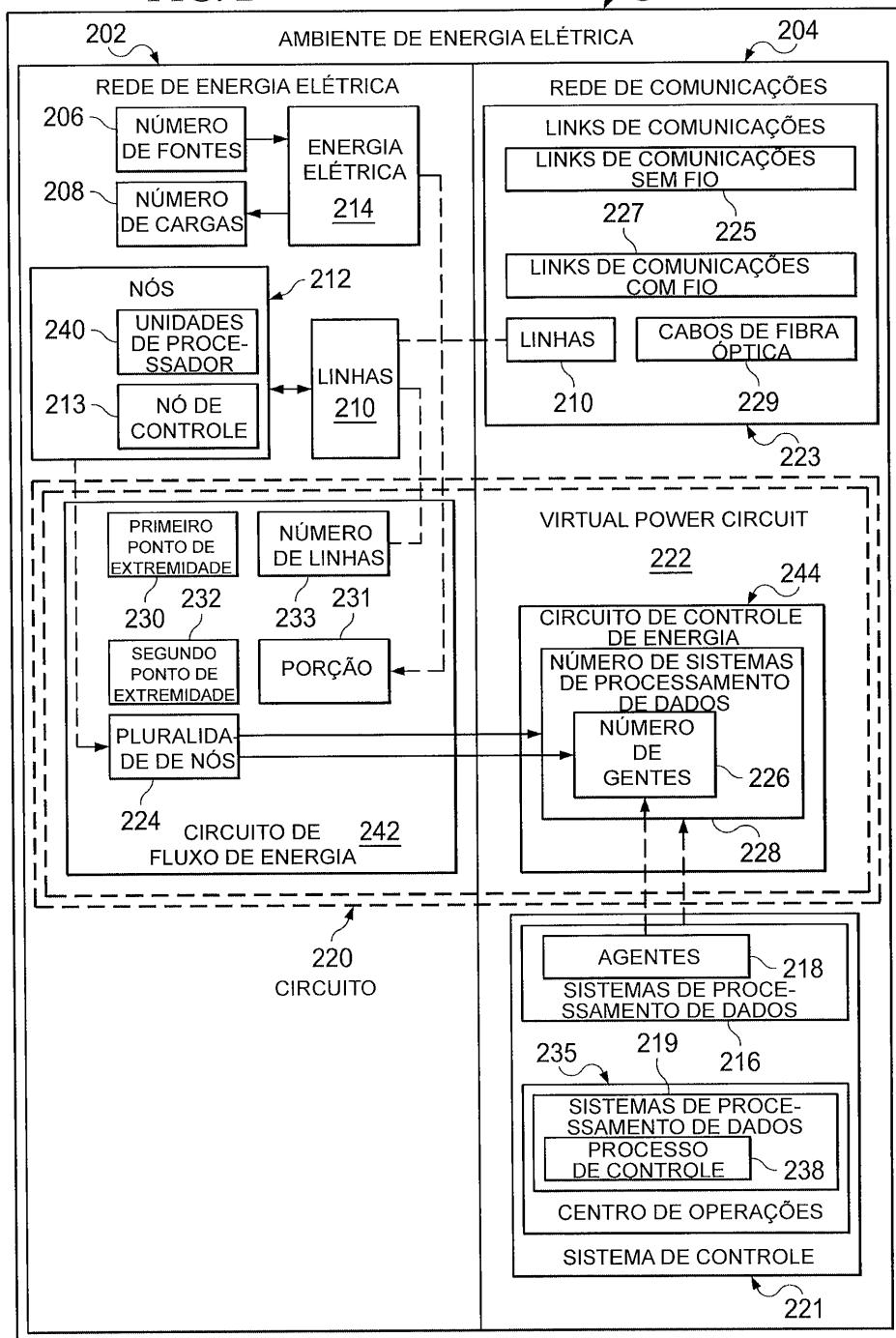
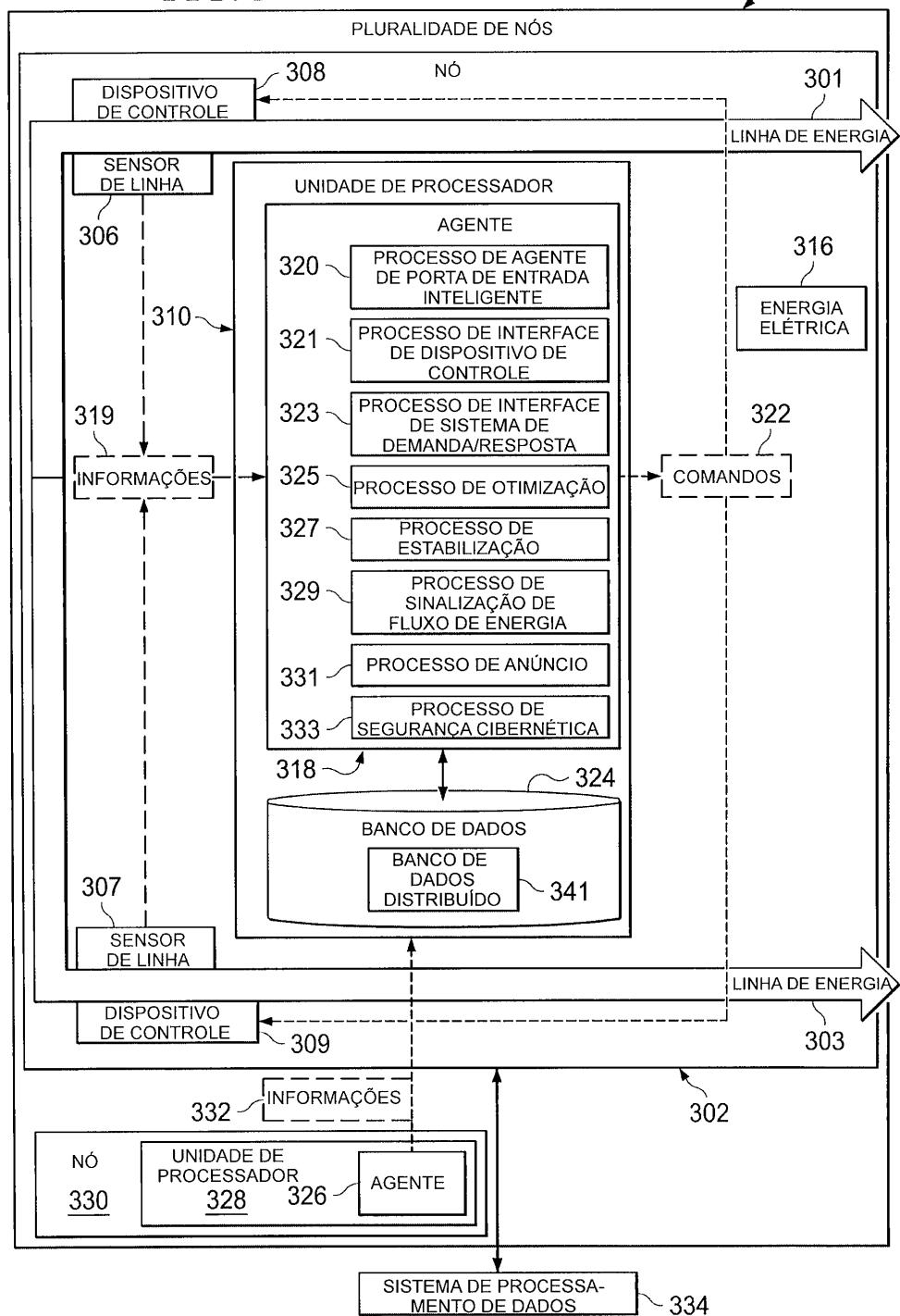
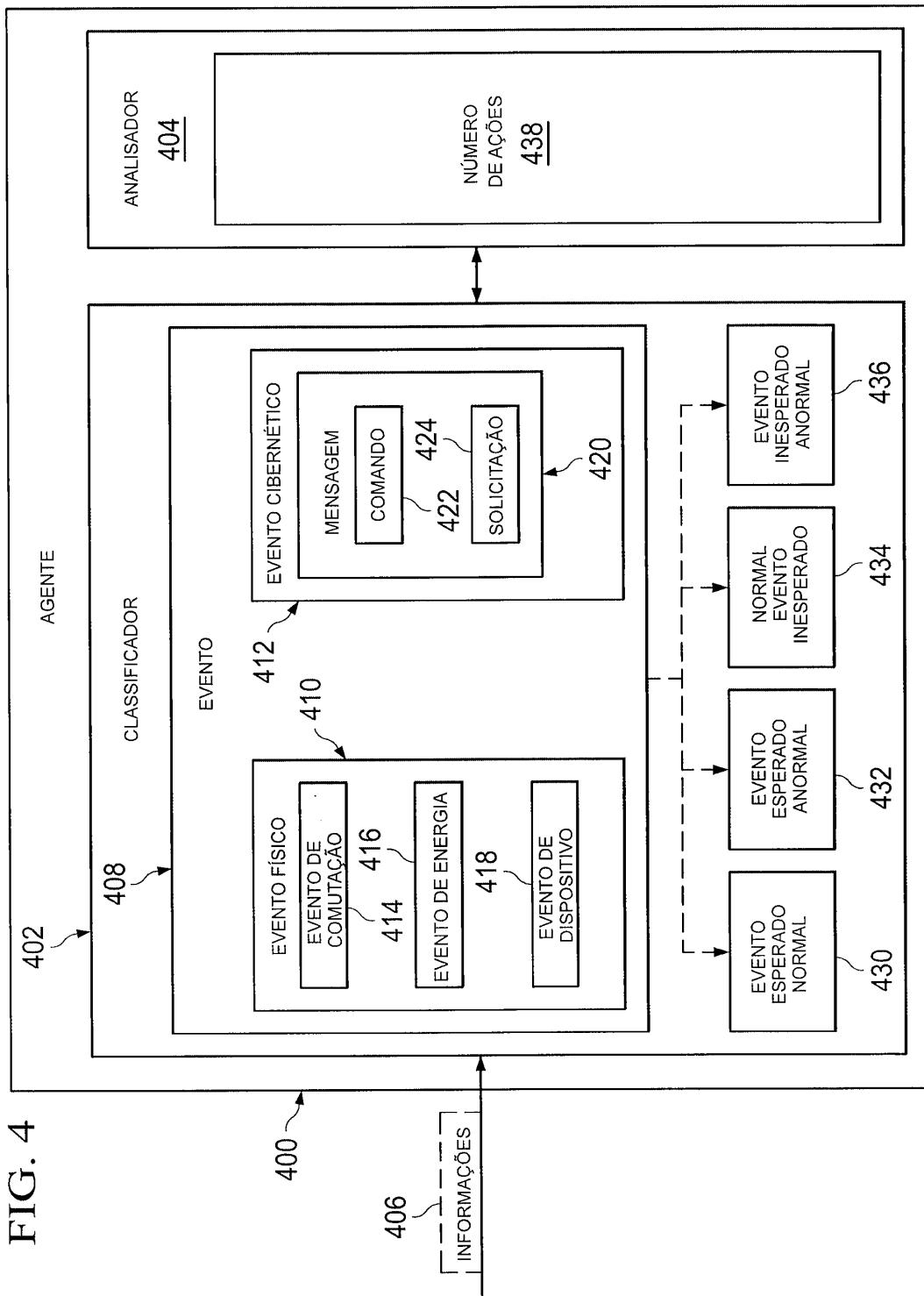
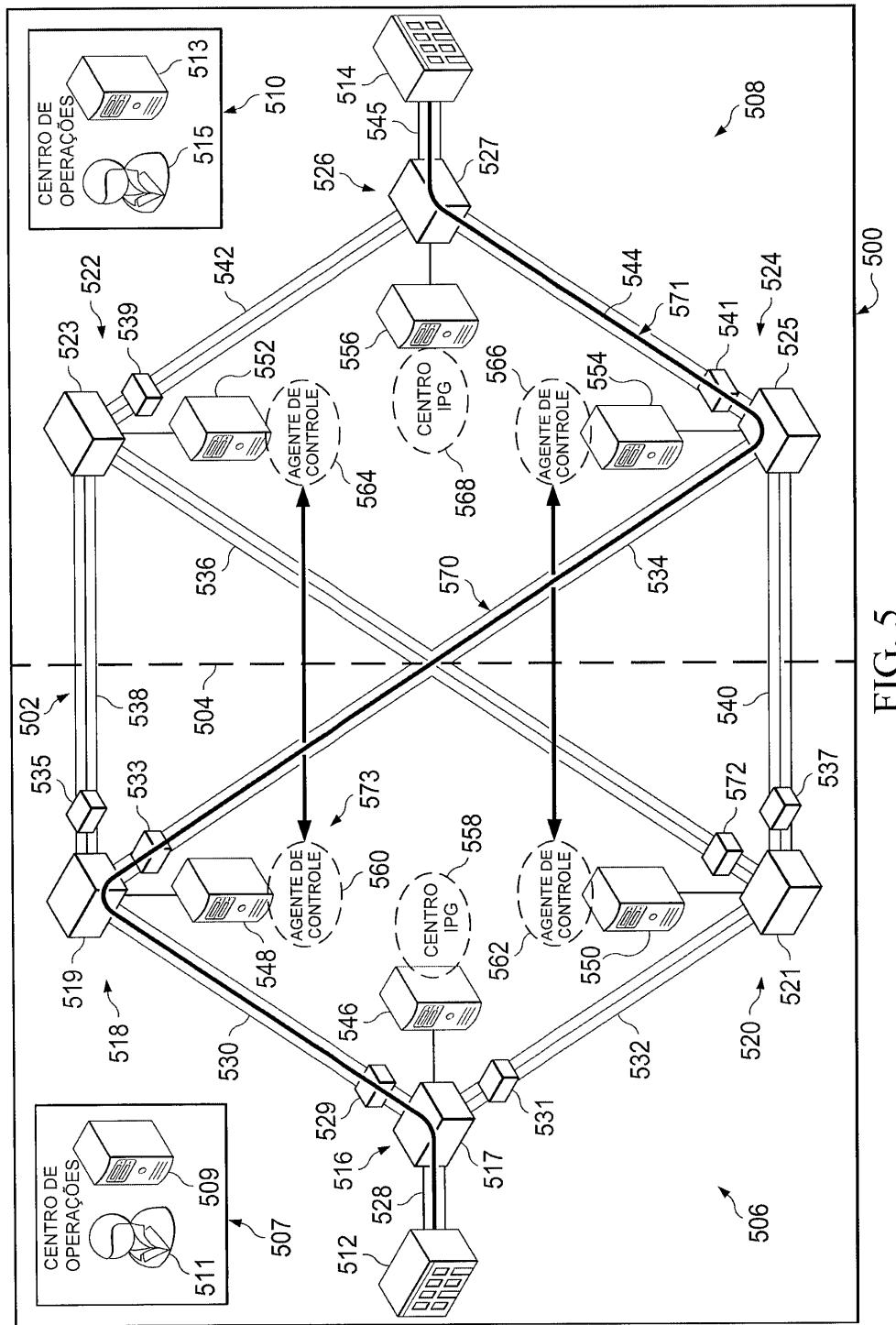


FIG. 3







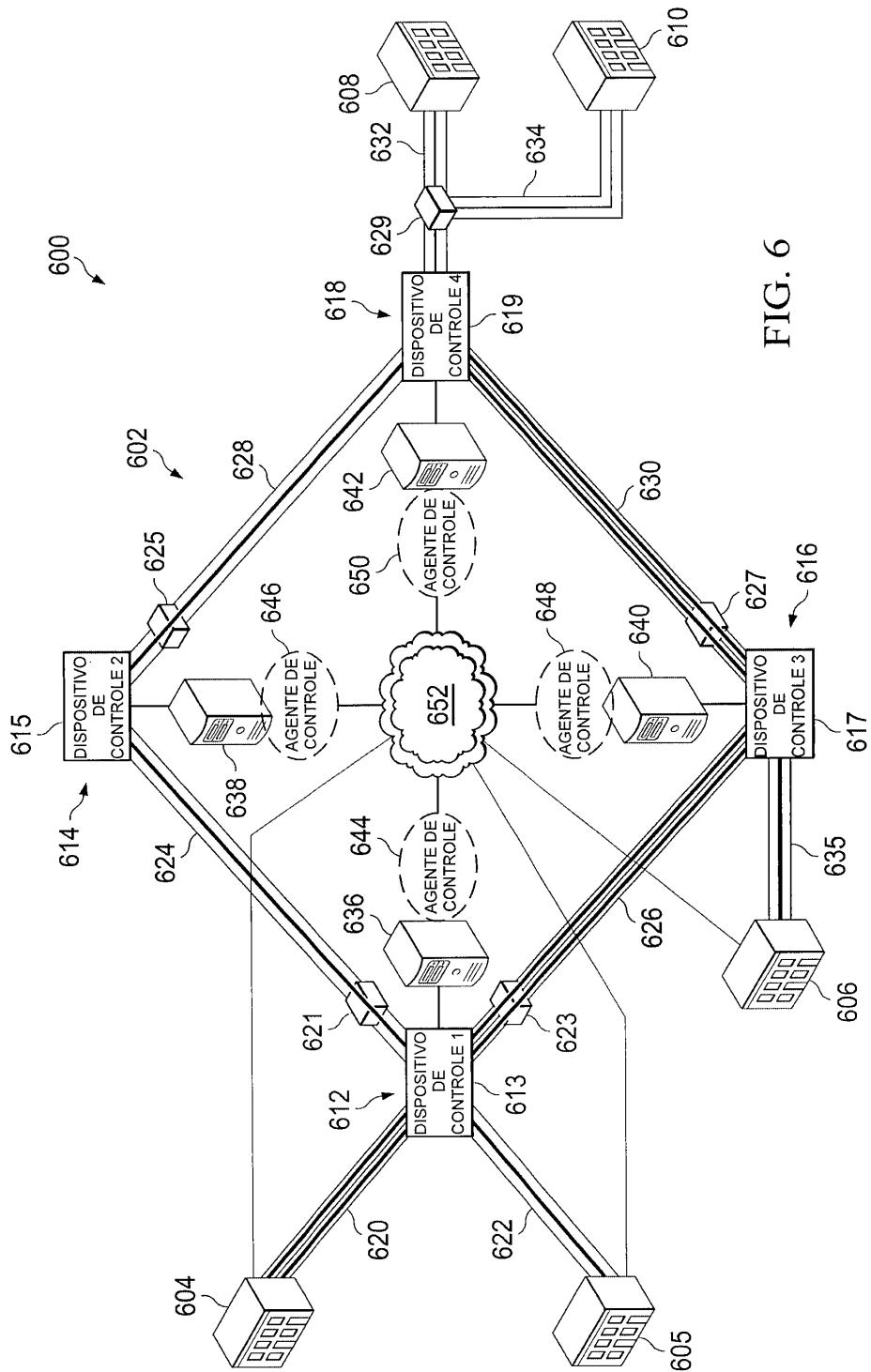


FIG. 6

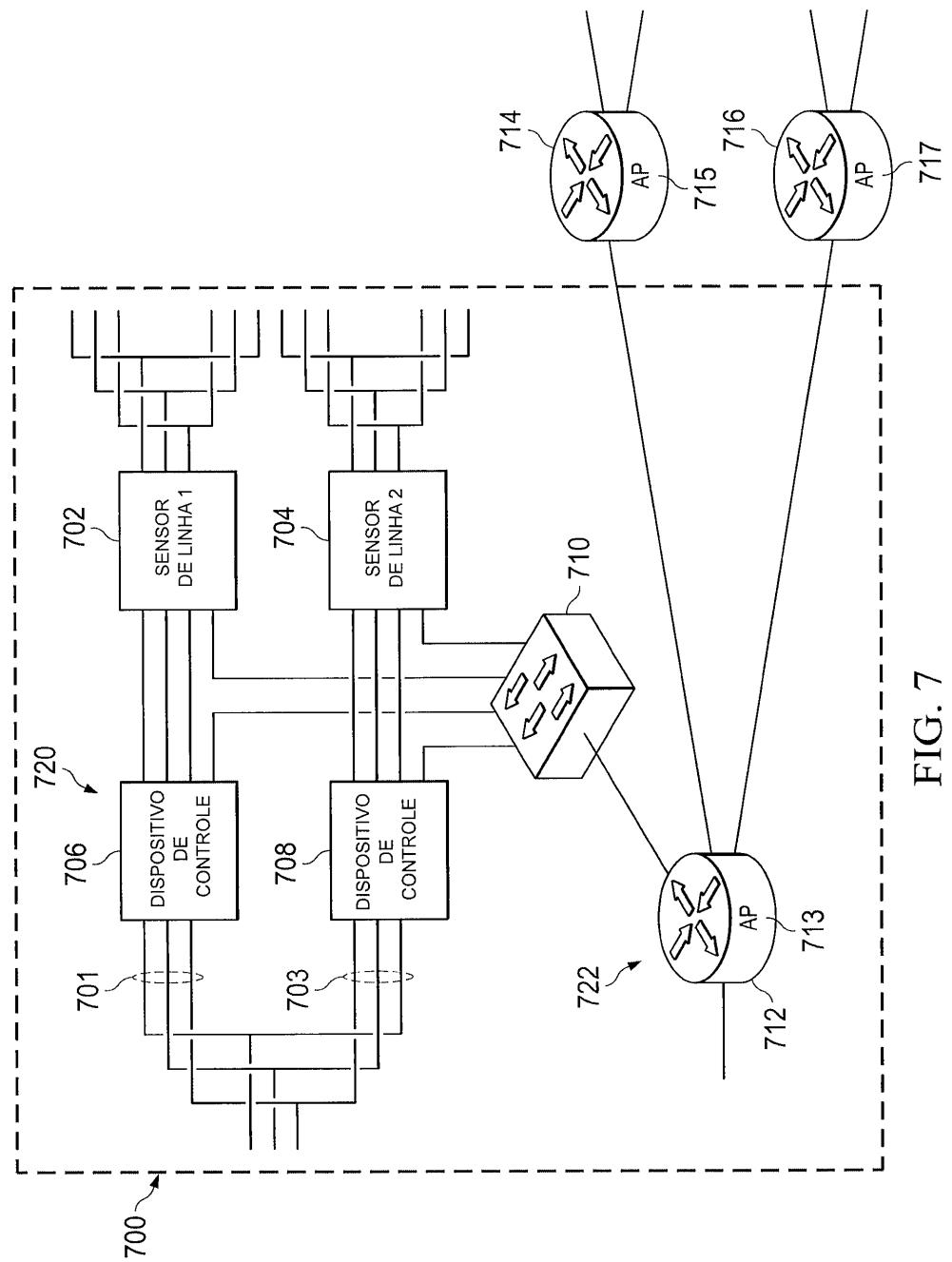


FIG. 7

FIG. 8

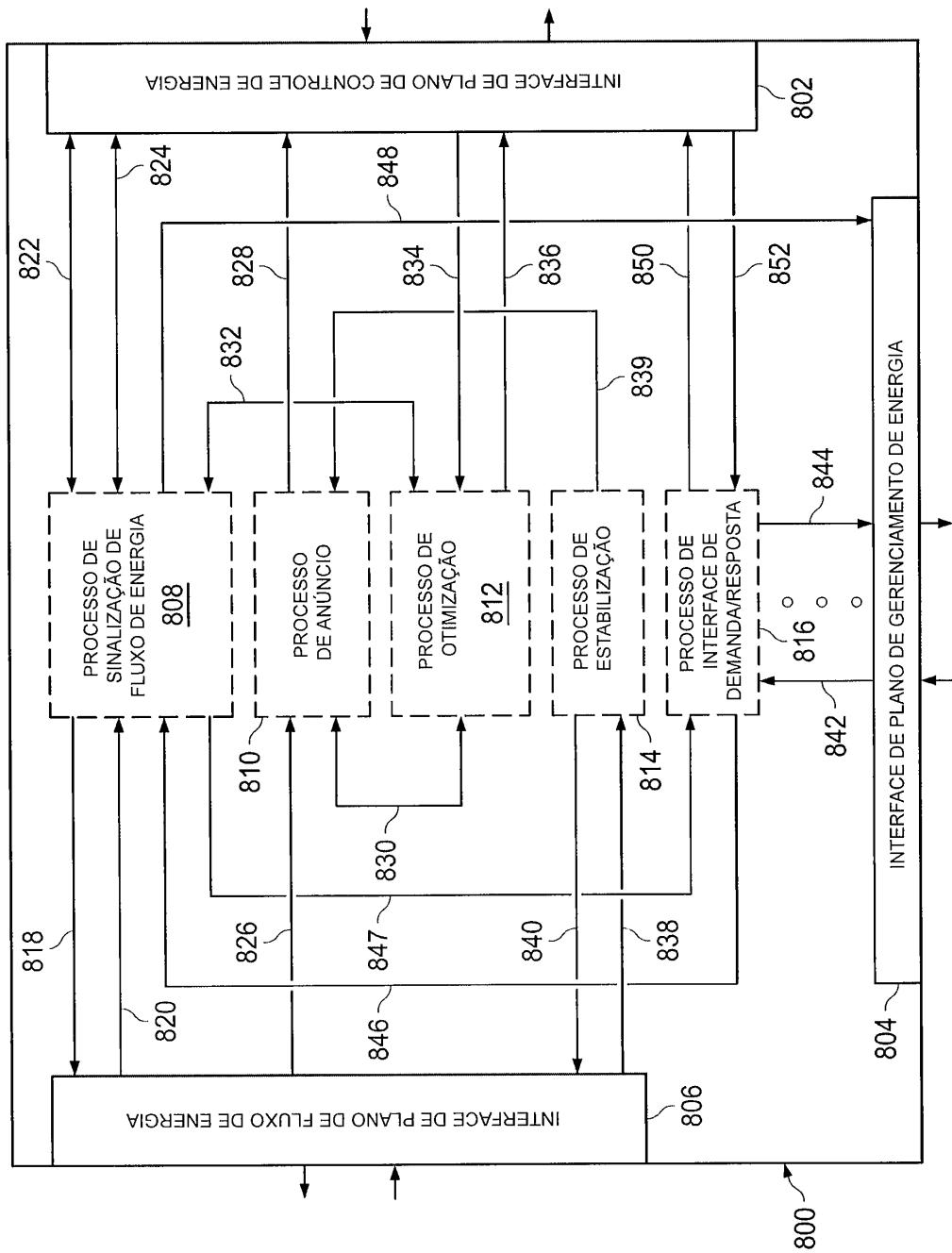
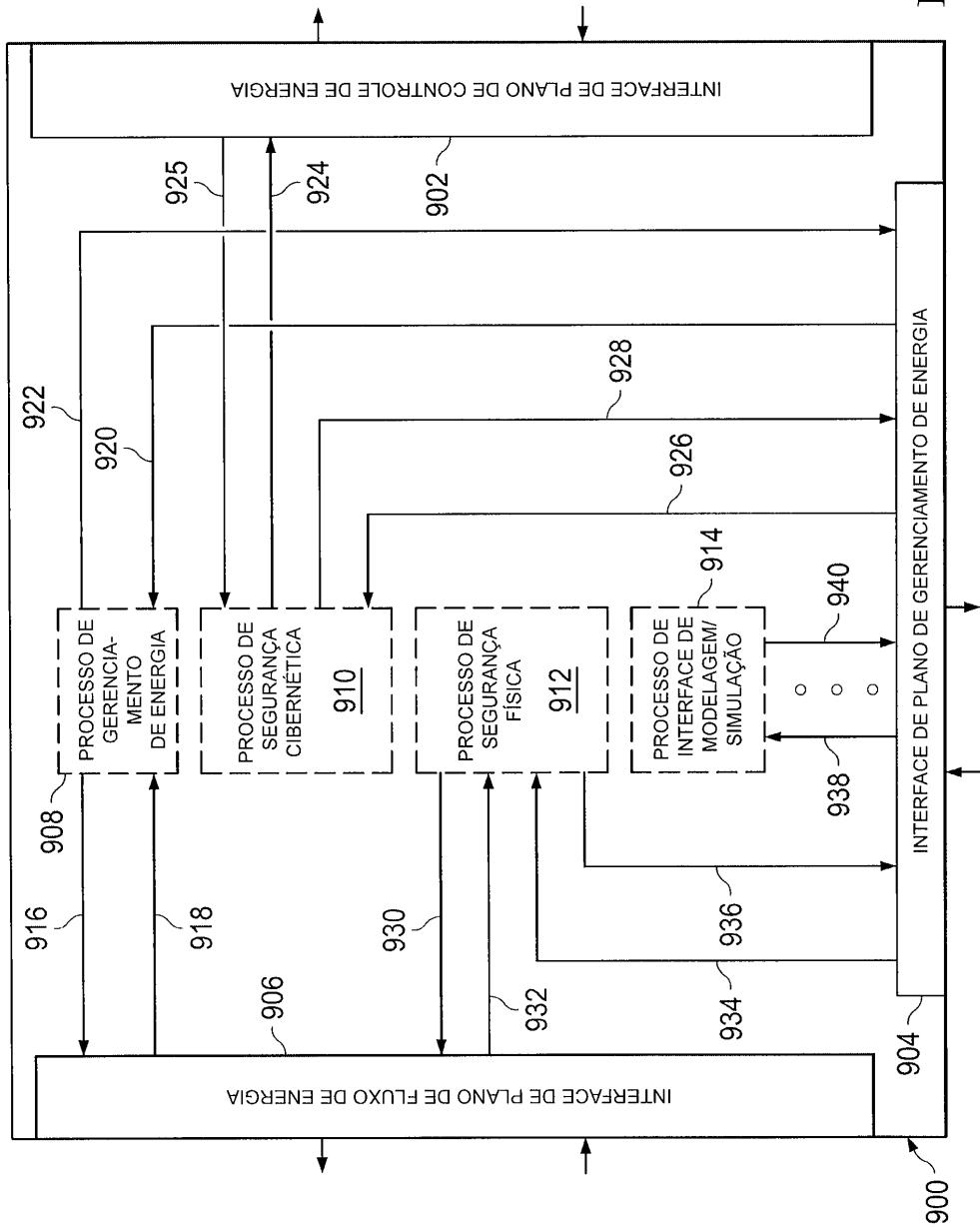


FIG. 9



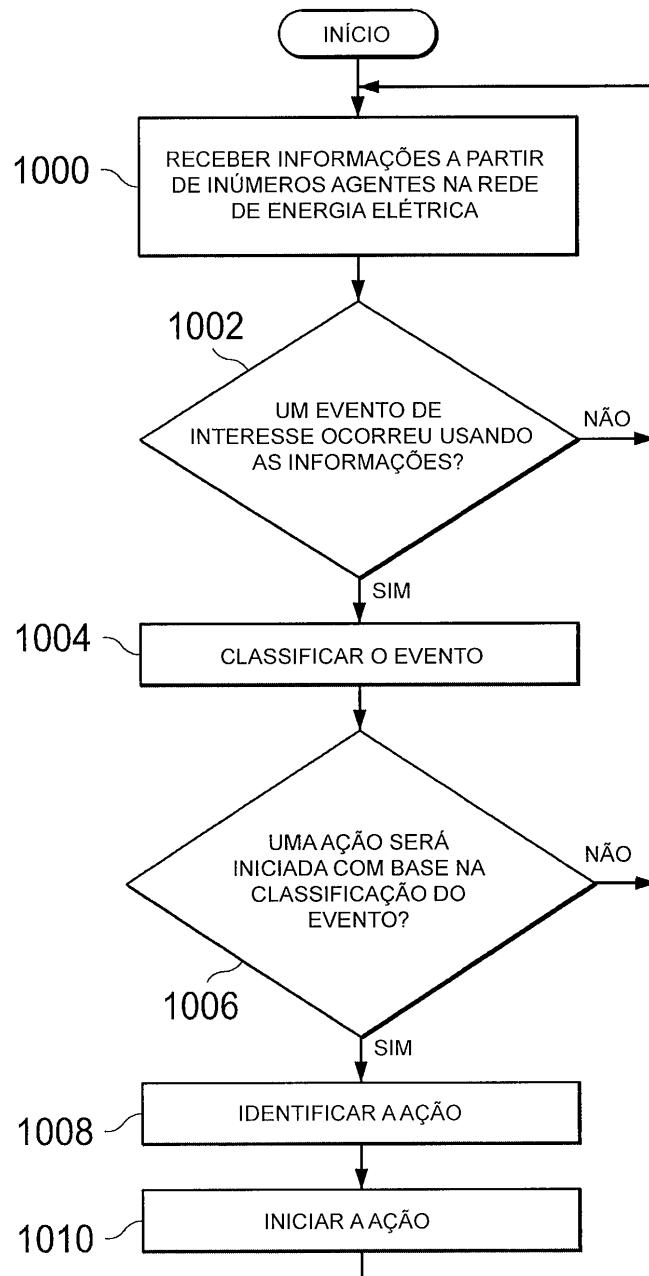


FIG. 10

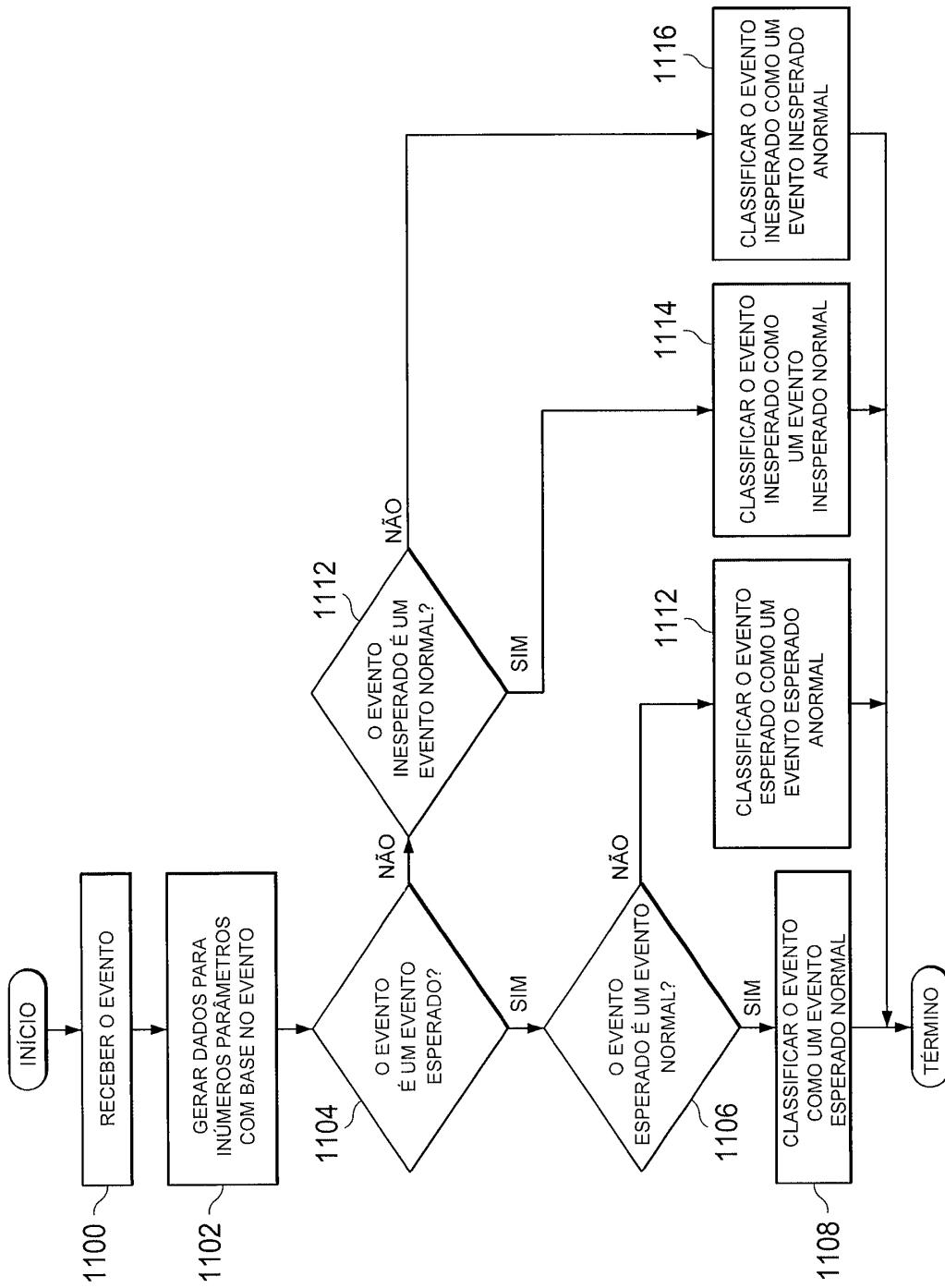
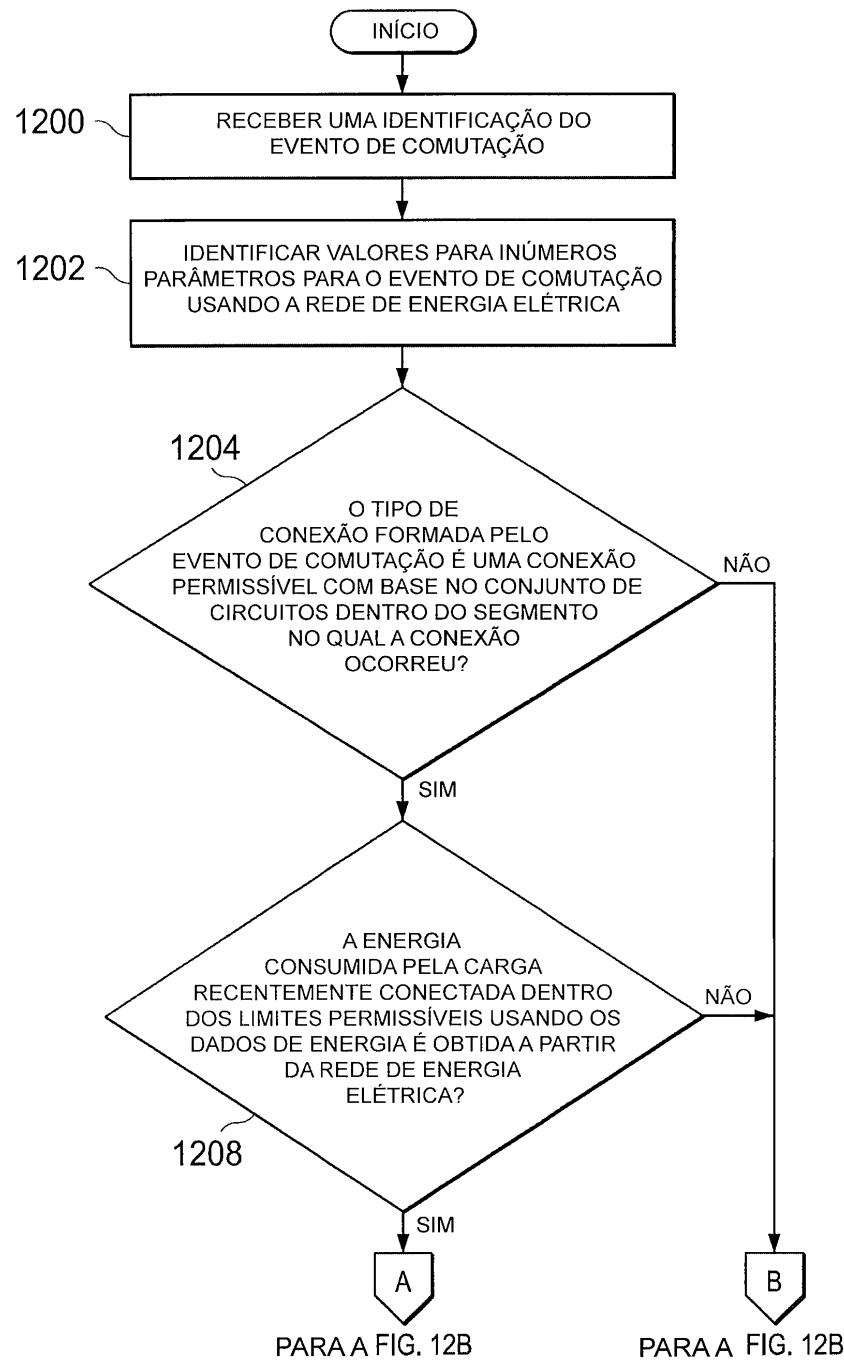


FIG. 11

FIG. 12A



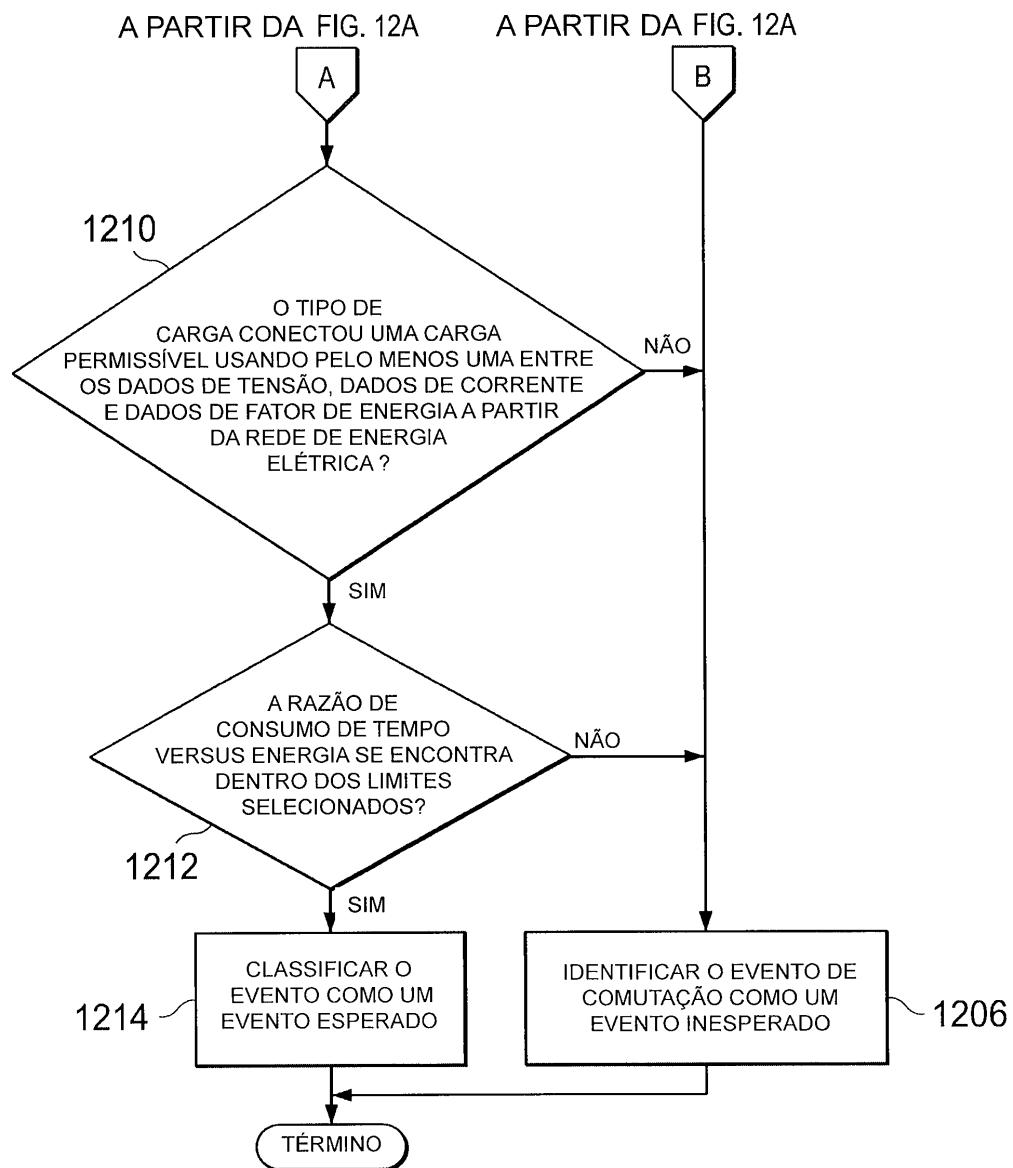


FIG. 12B

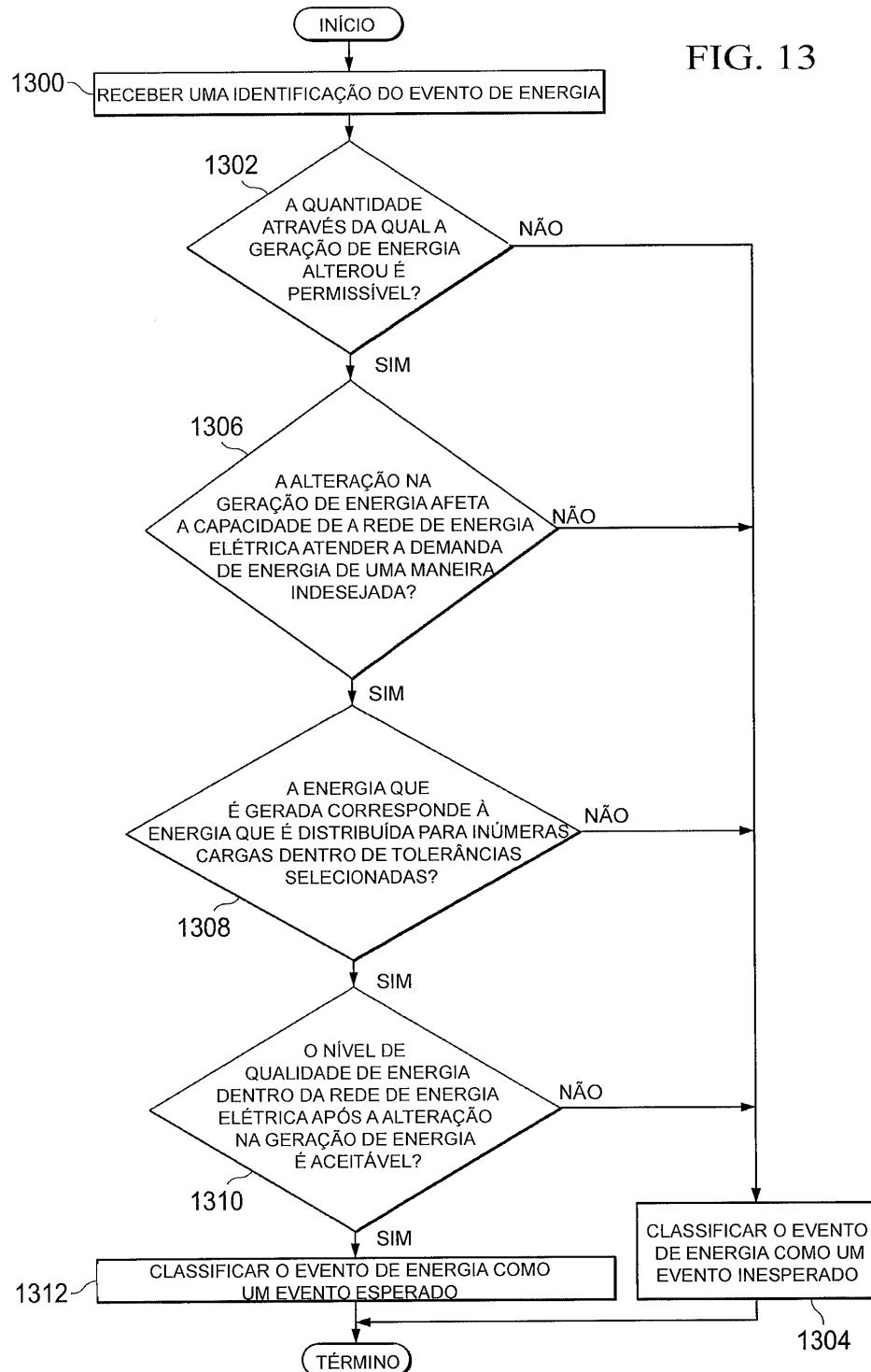


FIG. 14

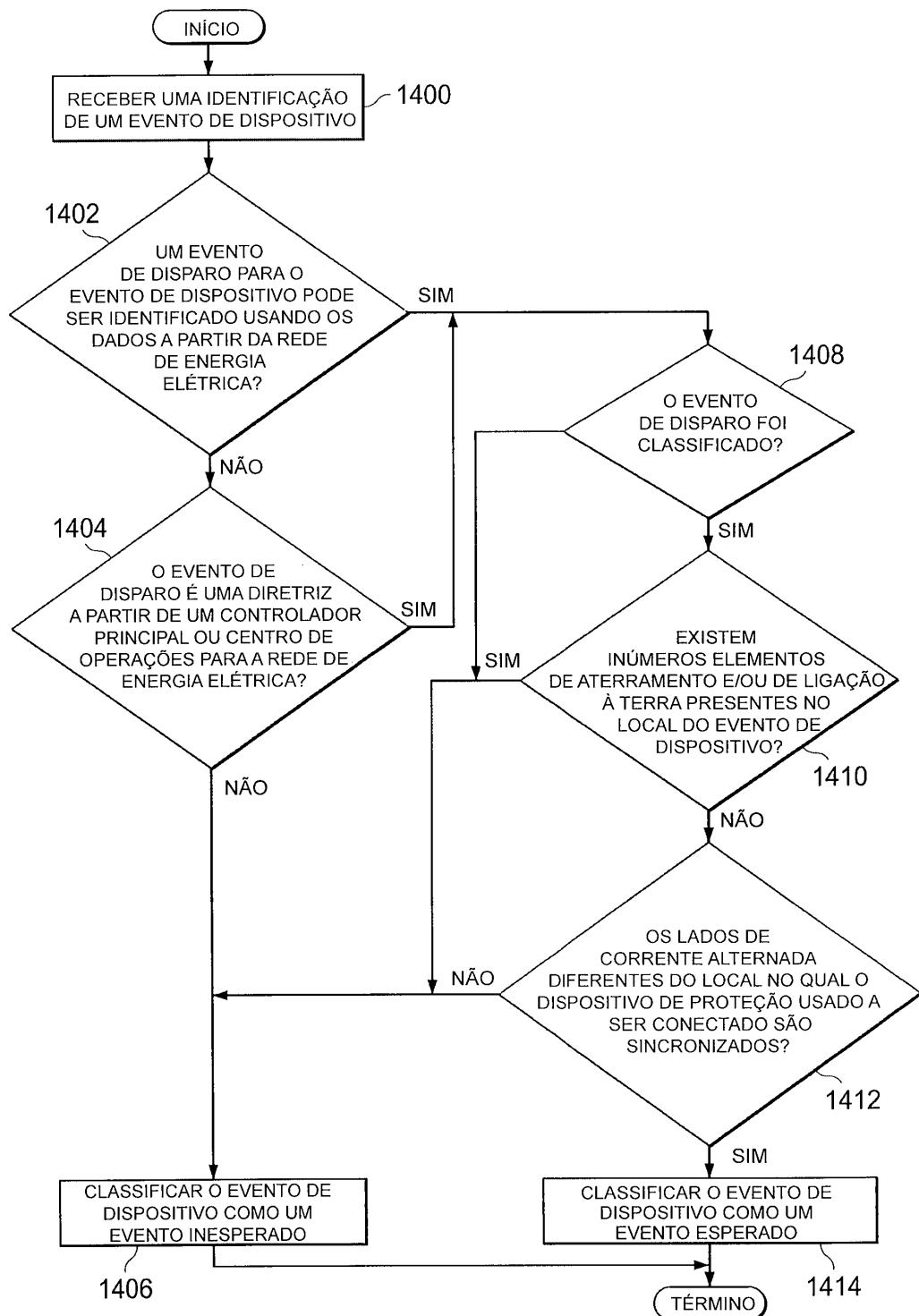


FIG. 15

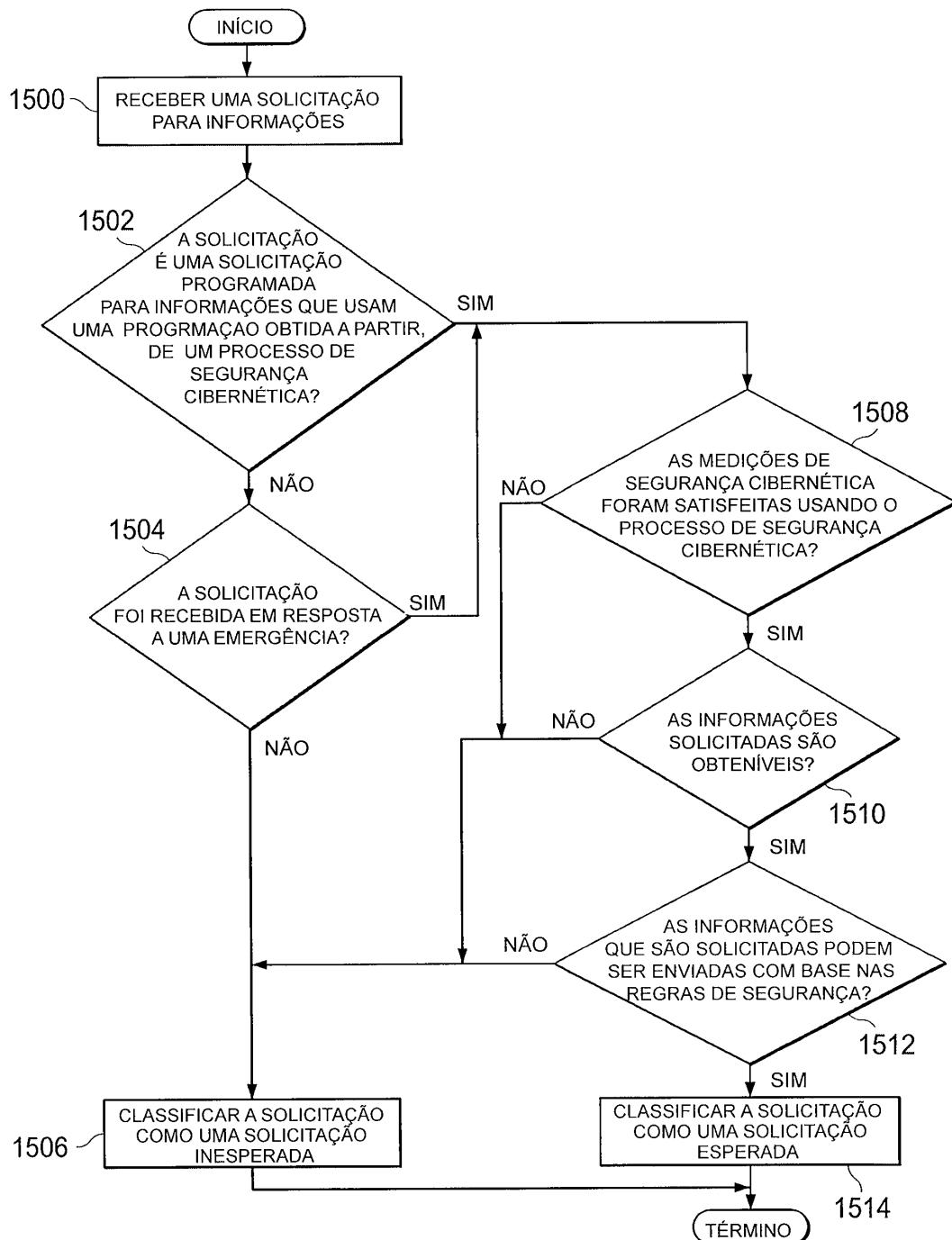


FIG. 16

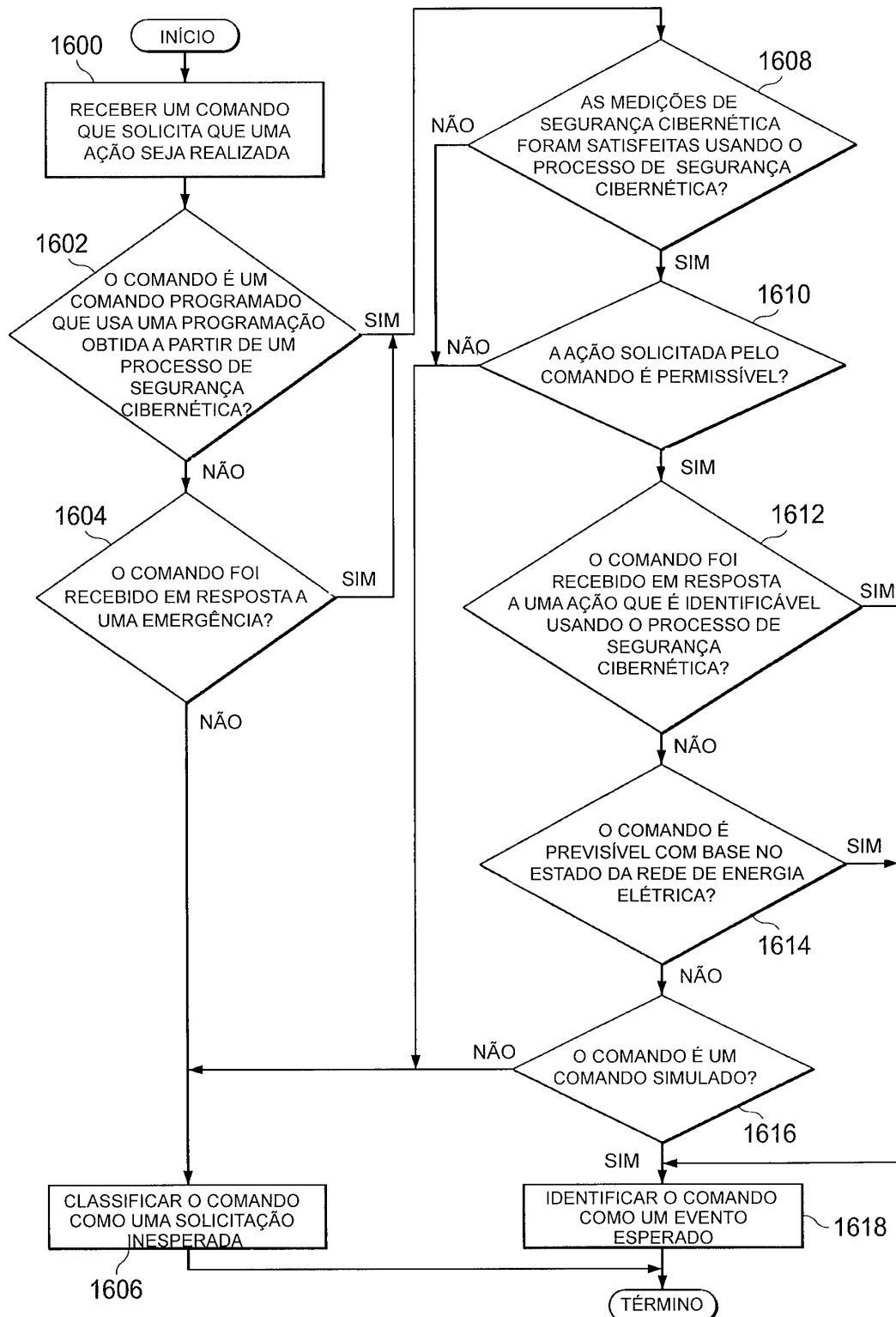


FIG. 17

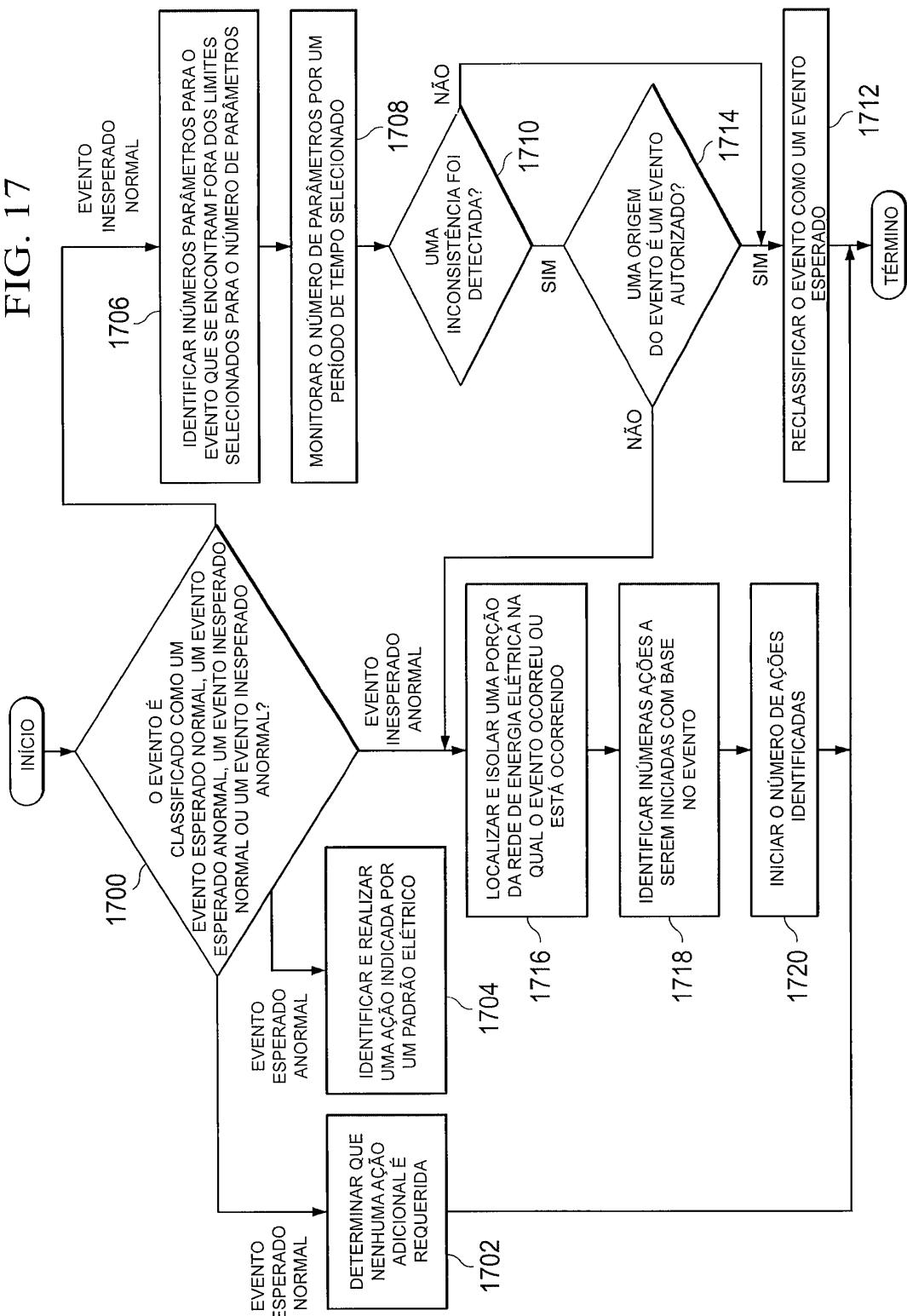


FIG. 18

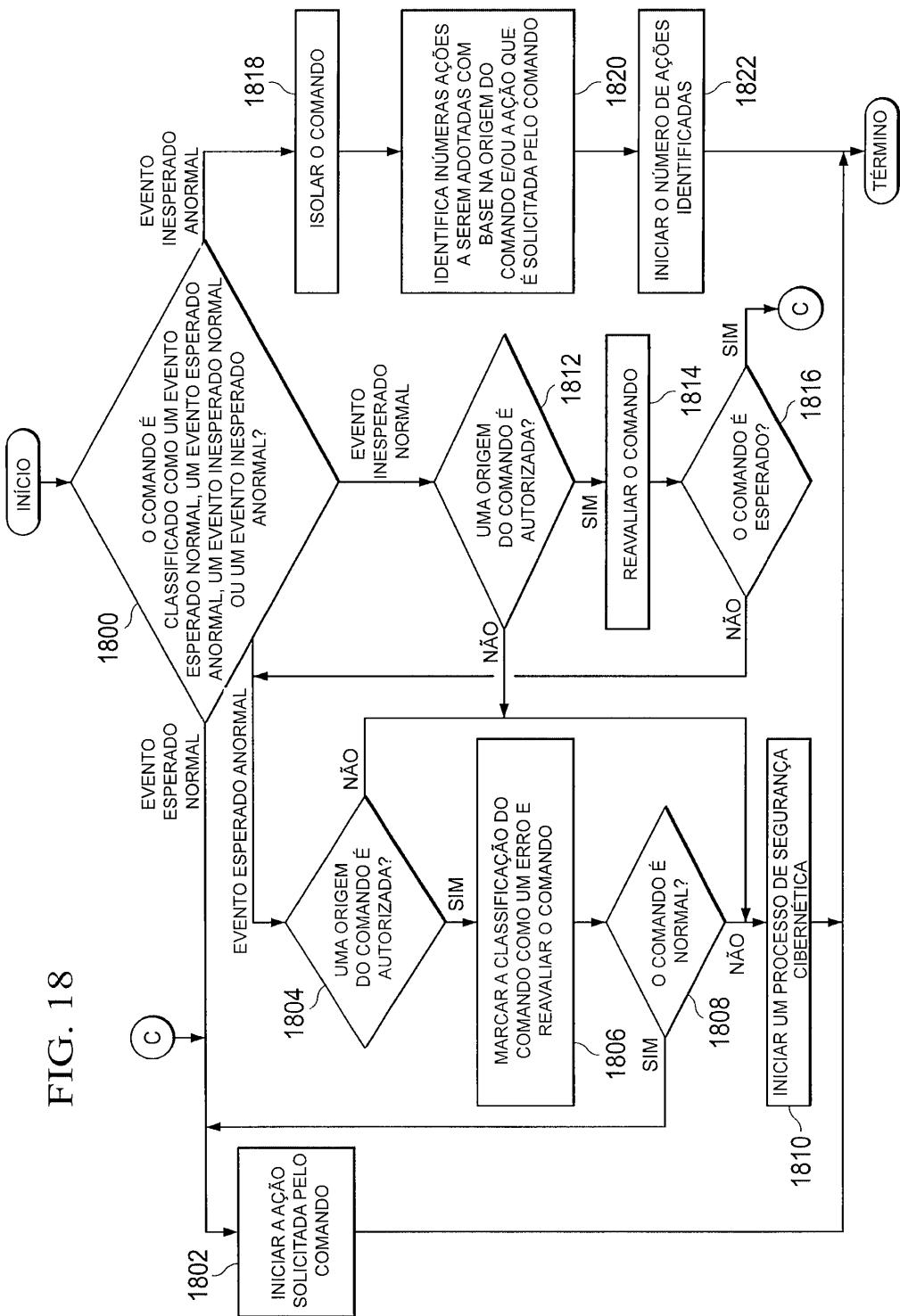
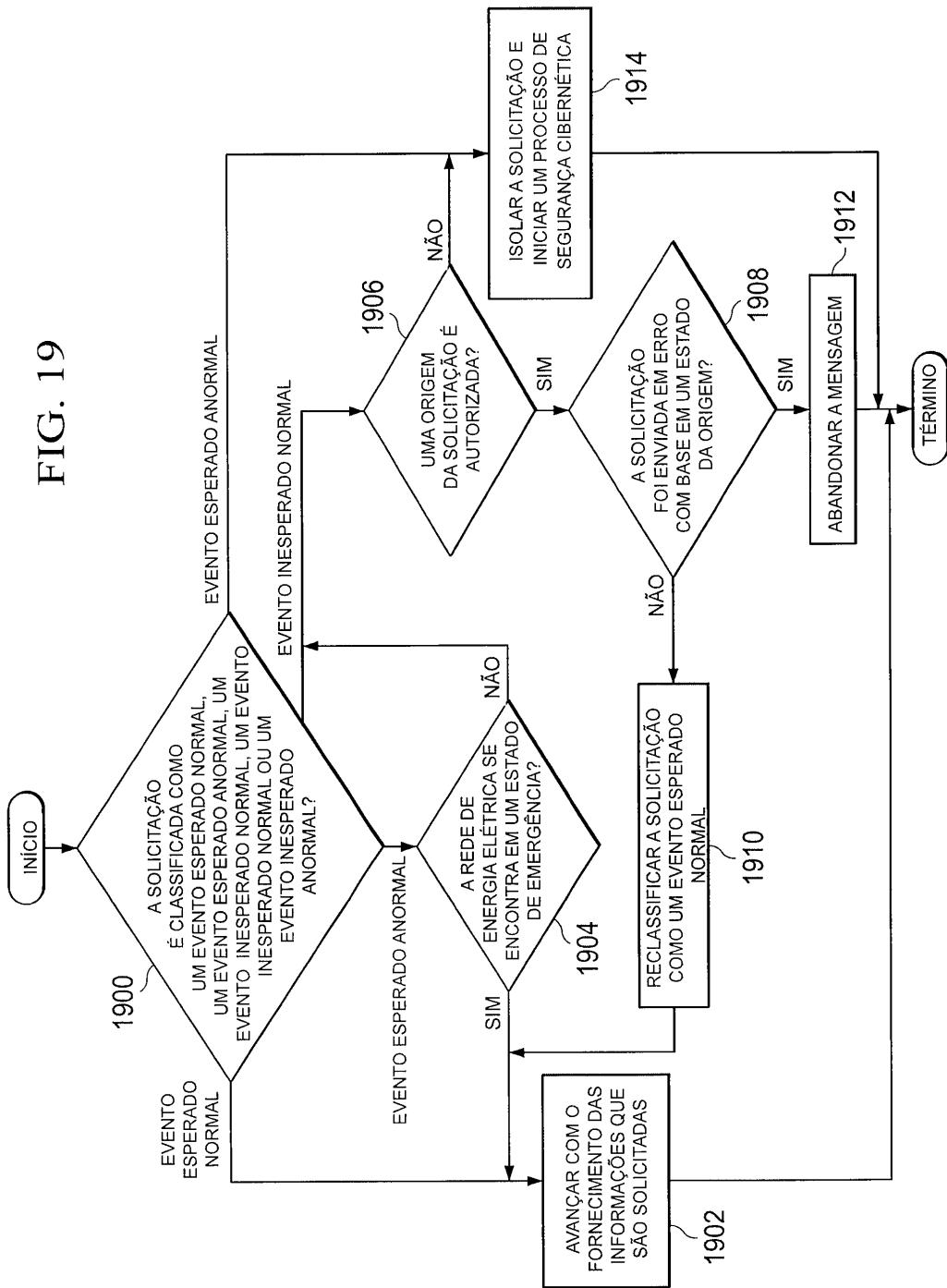


FIG. 19



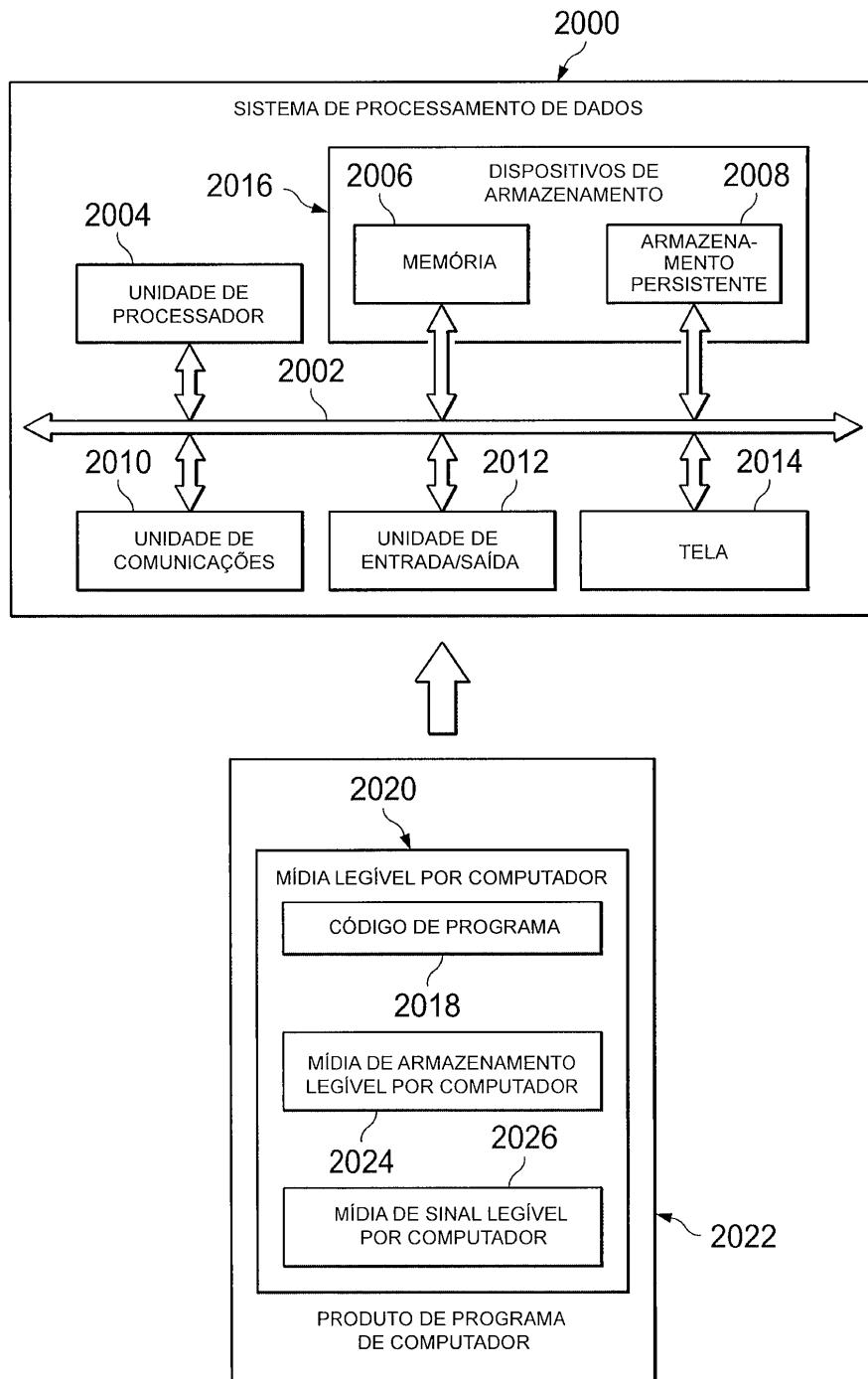


FIG. 20