



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

(21) PI 0719542-7 A2



* B R P I 0 7 1 9 5 4 2 A 2 *

(22) Data de Depósito: 27/11/2007
(43) Data da Publicação: 21/01/2014
(RPI 2246)

(51) Int.Cl.:
G06Q 50/00

(54) Título: SISTEMA DE MÚLTIPLOS ESTÁGIOS
PARA VERIFICAÇÃO DE CONTEÚDO DE
CONTÊINER.

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 28/11/2006 US 11/564,193,
17/01/2007 US 11/624,089, 17/01/2007 US 11/624,121

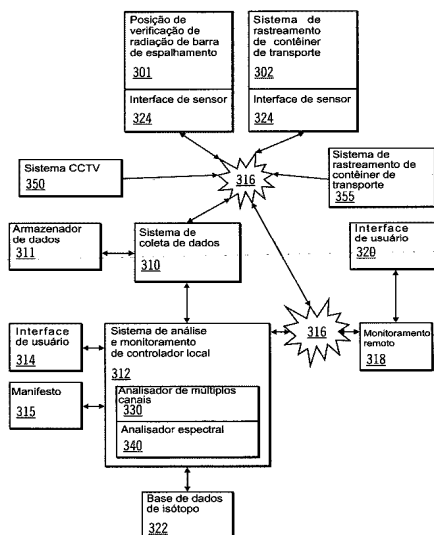
(73) Titular(es): Innovative American Technology, Inc.

(72) Inventor(es): David L. Frank

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007085578 de
27/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/118219 de
02/10/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA VERIFICAÇÃO DE CONTEÚDO DE CONTÊINER**".

Antecedentes da Invenção

5 Campo da Invenção

Essa invenção refere-se em geral a sistemas de detecção de conteúdo de containers de transporte, e mais particularmente a um sistema não-invasivo, e método para detecção e identificação de materiais perigosos dentro de containers, tal como materiais de emissão de radiação e/ou nêutrons, explosivos, e materiais especiais tal como urânio altamente enriquecido e adicionalmente para a identificação de materiais radiológicos de ocorrência normal dentro dos containers.

Descrição da Técnica Relacionada

15 As tentativas atuais de se fornecer sistemas de detecção de materiais de radiação, nêutrons, explosivos e especiais para verificação de containers de transporte, tal como os que foram montados nos braços de guindastes de cavalete, apresentam um tempo limitado para a identificação de isótopos presentes. Os sistemas de sensor de radiação para detecção e identificação de materiais radiológicos mantidos dentro de containers de transporte podem não ter o tempo de exposição necessário para se identificar especificamente todos os tipos de isótopos que podem estar presentes. O tempo limitado para a detecção e identificação dos isótopos presentes pode afetar a capacidade de avaliação da validade do conteúdo. O tempo limitado fornecido pelos sistemas de detecção de containers atuais, tal como

20 para uso com guindastes de cavalete, afetam de forma prejudicial à viabilidade comercial dos materiais de radiação, nêutrons, explosivos e especiais, os sistemas de detecção e fazem com que os containers sejam manualmente interrogados o que resulta em impactos negativos para o fluxo do comércio.

30 Portanto, existe uma necessidade de se superar os problemas relacionados com a técnica anterior como discutido acima.

Sumário da Invenção

De acordo com uma modalidade da presente invenção, um sistema e método de detecção de múltiplos estágios detectam a radiação gama e de nêutrons fornecendo tempos de captura de dados adicionais quando materiais radiológicos são detectados e uma posição secundária para análise posterior. Os detectores de raios gama e de nêutrons montados na barra de espalhamento de um guindaste de cavalete fornecem uma identificação inicial da presença de materiais radiológicos dentro do container de transporte. A barra de espalhamento fornece tipicamente até 30 segundos de proximidade para os sensores de radiação analisarem o container de transporte. Os dados de radiação capturados são analisados por identificação de isótopo específico. No caso de o sistema exigir mais dados para completar a análise, o contato da barra de espalhamento com o container de transporte é estendido para permitir a captura de dados adicionais. Adicionalmente, e o container de transporte exigir mais tempo de análise para determinar os isótopos específicos presentes, uma modalidade da presente invenção fornece uma posição de análise de radiação secundária compreendida de um conjunto de sensores de radiação desenvolvidos para permitir que o container-alvo seja analisado adicionalmente. A presente invenção, de acordo com uma modalidade, permite um tempo estendido para a análise de radiação para esses containers de transporte em que os materiais radiológicos foram detectados e em que o fluxo normal do movimento do guindaste de cavalete não permite uma análise completa. Adicionalmente, uma modalidade da presente invenção fornece uma posição de análise de radiação secundária em que o tempo adicional para a análise é necessário além do que é fornecido no guindaste de cavalete. Outra modalidade fornece o rastreamento e o monitoramento do container de transporte-alvo à medida que o mesmo move da barra de espalhamento para a posição de análise de radiação secundária.

A fim de se verificar se os materiais radioativos estão encerrados dentro de um container de transporte, os sistemas de percepção e identificação de isótopos podem ser desenvolvidos em associação com um container, tal como com um conjunto de guindaste utilizado para erguer os containers

de transporte e transferência. Tipicamente, o guindaste de container inclui uma fixação de elevação que engata o container de transporte. Um sistema de percepção e identificação de isótopos consistiria em um ou mais detectores de gama e nêutron que são montados na fixação de elevação do guindaste (ou no braço de espalhamento) e que fornecem dados espectrais de radiação detalhados para um sistema de computador realizando a análise espectral para detecção e identificação dos isótopos que estão presentes nos containers. Muitos materiais radiológicos de ocorrência natural existem em bens comuns e fazem com que os sistemas de detecção de radiação produzam alarmes falsos.

O primeiro estágio desse processo é a detecção da presença de materiais radiológicos dentro do container. O segundo estágio é a identificação de isótopos específicos que estejam presentes. Esse segundo estágio pode ser completado em um período de 30 segundos que é típico para a barra de espalhamento de um guindaste de cavalete ser fixada ao container de transporte à medida que o mesmo é movido para e da embarcação. Por os casos nos quais tempo adicional é necessário para se coletar os dados radiológicos para a identificação dos isótopos presentes, o tempo durante o qual a barra de espalhamento é conectada ao container de transporte pode ser estendido. Isso pode ser realizado de várias formas. Por exemplo, o movimento da barra de espalhamento pode ter sua velocidade reduzida ou a barra de espalhamento pode permanecer conectada ao recipiente por um período de tempo estendido depois de ter sido colocada em posição.

Pela identificação dos isótopos específicos que estão presentes é possível que o sistema também identifique os tipos de bens ou materiais que os isótopos representam. Com uma lista de bens em potencial que representam os isótopos identificados, o sistema pode realizar uma comparação entre os bens identificados ou materiais e o manifesto do container de transporte para determinar se os materiais radiológicos presentes combinam com os materiais esperados dentro do container. O processo de 1) identificação dos isótopos que estado dentro do container, 2) identificação dos bens ou materiais que os isótopos representam e 3) verificação do conteúdo

do manifesto contra os bens identificados, permite a verificação eficiente do container sem impacto negativo ao fluxo do comércio.

De acordo com outra modalidade, um dispositivo de pulso de nêutrons é posicionado na barra de espalhamento para fornecer a análise
5 ativa para determinar se materiais protegidos tal como urânio altamente enriquecido, explosivos ou outros materiais estão presentes.

De acordo com outra modalidade, o sistema de sensor de radiação possui uma posição secundária desenvolvida para análise adicional de um container de transporte em que os materiais radiológicos foram detecta-
10 dos e análise adicional é necessária para determinar os isótopos específicos que estão presentes. Essa posição secundária juntamente com a posição de sensor de radiação da barra de espalhamento são parte de um sistema de análise radiológica integrado. Cada sistema de análise radiológica é configura-
do como um nó em um sistema de múltiplos nós. Os dados adquiridos a
15 partir dos sensores da barra de espalhamento são utilizados em conjunto com os dados adquiridos na posição secundária para análise do conteúdo de container de transporte. O container de transporte é monitorado à medida que é movido da posição da barra de espalhamento para a posição secundária. O container de transporte pode ser monitorado através do uso de câ-
20 meras CCTV ou dispositivos de rastreamento sem-fio tal como dispositivos de identificação de frequência de rádio.

De acordo com outra modalidade, as posições do sensor de radiação são monitoradas por uma estação de monitoramento central. Essa
estação de monitoramento central pode incluir um monitor gráfico interativo
25 ilustrando o mapa do porto, a colocação dos guindastes de cavalete, a colocação das posições secundárias, as câmeras de vídeo e a posição do container de transporte-alvo à medida que se move através do porto para a posição secundária.

De acordo com outra modalidade, os sensores de radiação para
30 cada nó no sistema são conectados a um sistema processador que coleta e analisa os níveis de energia gama e os dados espectrais detectados, e então envia esses dados para um motor de análise espectral. Os dados de cada

nó são endereçados individualmente e enviados para o motor de análise espectral para permitir a análise de dados de detector individual ou dados de grupo de detectores. Motor de análise pode combinar os dados de múltiplos nós para uso na análise do conteúdo do container de transporte.

5 O sistema processador e um sistema de coleta de dados são eletricamente acoplados aos sensores de cada nó para coletar os sinais do conjunto de dispositivos de sensor de nêutron para formar histogramas com os dados espectrais coletados. Os histogramas são utilizados pelo sistema de análise espectral para identificar os isótopos que estão presentes.

10 O sistema de análise espectral, de acordo com uma modalidade, inclui um sistema de processamento de informação e software que analisa os dados coletados e identifica os isótopos que estão presentes. O software de análise espectral consiste em mais de um método para fornecer múltiplas confirmações dos isótopos identificados. No caso de mais de um isótopo
15 estar presente, o sistema identifica a razão de cada isótopo presente. Exemplos de métodos que podem ser utilizados para a análise espectral tal como no software de análise espectral de acordo com uma modalidade de um sistema de verificação de container incluem: 1) um método de determinação de margem como descrito na patente U.S. Nº 6.847.731; e 2) um método
20 LINSKAN (uma análise linear do método de espectros) e/ou um método de Detecção de Pico Avançado, como descrito no pedido de patente U.S. Nº 11/624.121, depositado em 17 de janeiro de 2007 e intitulado "Advanced Pattern Recognition Systems for Spectral Analysis", e como será discutido em mais detalhes abaixo; todos os ensinamentos coletivos dos quais estão
25 sendo incorporados por referência.

Uma interface de usuário do sistema de processamento de informação, de acordo com uma modalidade, fornece uma visão gráfica dos espectros de radiação detectados e dos isótopos identificados. A interface de usuário permite que um usuário do sistema visualize, entre outras coisas,
30 os detectores individuais, os grupos de detectores, sensores individuais e grupos de sensores, nós individuais e uma combinação de múltiplos nós para identificar rapidamente as condições de manutenção, radiação detectada

e isótopos identificados.

Breve Descrição dos Desenhos

5 A figura 1 é uma imagem representando um container em proximidade com um conjunto de braço de guindaste (ou uma barra de espalhamento) com sensores nos alojamentos de sensor, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

figura 2 é um diagrama simplificado de uma posição de verificação de radiação secundária;

10 figura 3 é um diagrama em bloco de um exemplo de um sistema de coleta e análise de dados, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

figura 4 é um diagrama em bloco ilustrando um exemplo de um sistema de monitoramento central de acordo com uma modalidade da presente invenção;

15 figura 5 é um diagrama ilustrando sensores de radiação desenvolvidos em uma configuração de barra de empurrar e puxar de uma barra de espalhamento de guindaste, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

20 figura 6 é um diagrama ilustrando os sensores de radiação desenvolvidos em torno do corpo principal de uma barra de espalhamento de guindaste, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

figura 7 é um diagrama ilustrando múltiplos efeitos ambientais da radiação de fundo;

25 figura 8 é um diagrama ilustrando a compensação dos efeitos da radiação de fundo dinâmica;

figura 9 é uma fórmula útil para a compensação dos efeitos de radiação de fundo dinâmica.

Descrição Detalhada

30 Enquanto a especificação conclui com as reivindicações definindo as características da invenção que são consideradas novas, acredita-se que a invenção será mais bem compreendida a partir de uma consideração da descrição a seguir em conjunto com as figuras do desenho, nas quais

referências numéricas similares são levada adiante. Deve-se compreender que as modalidades descritas são meramente ilustrativas da invenção, que pode ser consubstanciadas de várias formas. Portanto, os detalhes estruturais e funcionais específicos descritos aqui não devem ser interpretados como limitadores, mas meramente como uma base para as reivindicações e como uma base representativa para o ensinamento dos versados na técnica para empregar de forma variada a presente invenção virtualmente em qualquer estrutura detalhada adequada. Adicionalmente, os termos e frases utilizados aqui não devem ser considerados limitadores; mas, ao invés disso, devem fornecer uma descrição compreensível da invenção.

Os termos "um", "uma", como utilizados aqui, são definidos como um ou mais de um. O termo "pluralidade", como utilizado aqui, é definido como dois, ou mais de dois. O termo "outro", "outra", como utilizado aqui, é definido como pelo menos um segundo ou mais. Os termos "incluindo" e/ou "possuindo", como utilizados aqui, são definidos como compreendendo (isso é, linguagem aberta). O termo "acoplado", como utilizado aqui, é definido como conectado, apesar de não necessariamente diretamente e não necessariamente de forma mecânica. Os termos "programa", "programa de computador", "aplicativo de software" e similares como utilizados aqui são definidos como uma sequência de instruções projetadas par execução em um sistema computador. Um programa, um programa de computador, um aplicativo de software podem incluir uma sub-rotina, uma função, um procedimento, um método de objeto, uma implementação de objeto, um aplicativo executável, um applet, um servlet, um código fonte, um código de objeto, uma biblioteca compartilhada/biblioteca de carga dinâmica e/ou outra sequência de instruções projetada para execução em um sistema de computador. Um meio de armazenamento de dados, como definido aqui, inclui muitos tipos diferentes de mídia legível por computador que permite que um computador leia dados a partir da mesma e que mantenha os dados armazenados para o computador ser capaz de ler os dados novamente. Tais meios de armazenamento de dados podem incluir, por exemplo, memória não-volátil, tal como ROM, memória Flash, RAM suportada por bateria, memória de drive de dis-

co, CD-ROM, DVD e outra mídia de armazenamento permanente. No entanto, mesmo o armazenamento volátil tal como RAM, armazenadores temporários, memória cache, e circuitos de rede são contemplados para servir como tais meios de armazenamento de dados de acordo com diferentes modalidades da presente invenção.

A presente invenção, de acordo com uma modalidade, supera os problemas com a técnica anterior fornecendo um processo de verificação de radiação de múltiplos estágios para o conteúdo de um container de transporte. Os dados de sensor de radiação coletados em cada estágio do processo de verificação são utilizados para permitir a detecção e identificação dos isótopos específicos que estão presentes em um container sendo examinado.

Um sistema de detecção e verificação não-invasivo do conteúdo do container, de acordo com uma modalidade da presente invenção, opera sem ter que entrar na cavidade de um container sendo examinado. O sistema pode incluir múltiplos sistemas de sensor de radiação que utilizam os sensores digitais integrados para detecção gama e de nêutrons, e com uma capacidade de análise espectral para identificar os isótopos específicos dos materiais nos containers. O sistema de múltiplos estágios fornece o monitoramento e o direcionamento de containers-alvo que são distribuídos para uma estação de verificação secundária. O sistema de múltiplos estágios fornece conexões de rede entre a posição da barra de espalhamento e a posição de verificação secundária para permitir a integração de informação. Tal sistema de múltiplos estágios também pode incluir detecção e identificação de explosivos e materiais especiais nos containers. Esses materiais especiais podem incluir urânio altamente enriquecido.

Uma modalidade da invenção inclui sensores de radiação desdobrados na barra de espalhamento de um guindaste de cavalete para fornecer detecção de radiação e identificação de isótopos para o conteúdo do container de transporte. A barra de espalhamento é conectada ao container de transporte por aproximadamente 30 segundos à medida que o container é movido para ou da embarcação em um porto. O sistema de verificação de radiação de múltiplos estágios permite a detecção e análise de radiação do

conteúdo dentro do container de transporte dentro do prazo normal de 30 segundos enquanto a barra de espalhamento é conectada ao container de transporte. O sistema de múltiplos estágios também permite um período de tempo estendido para a barra de espalhamento permanecer conectada ao container de transporte quando materiais radiológicos foram detectados visto
5 que a análise durante os 30 segundos iniciais não permite tempo adequado para a identificação dos isótopos presentes. Adicionalmente, o sistema de verificação de radiação de múltiplos estágios utiliza uma posição de sensor secundária para análise continuada do container de transporte se tempo adicional for necessário além do tempo estendido fornecido na barra de espalhamento. O container de transporte pode ser rastreado à medida que se move da posição de barra de espalhamento para a posição secundária. Um exemplo dos dispositivos de rastreamento e monitoramento incluem câmeras CCTV e tecnologias de rastreamento sem-fio tal como dispositivos de
10 identificação de frequência de rádio.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, um sistema de sensor montado em um conjunto de braço de guindaste pode compreender um nó dentro de uma rede distribuída de posições de sensor de radiação. Um exemplo de tal sistema é descrito no pedido de patente U.S.
20 Nº 11/624.089, depositado em 17 de janeiro de 2007 e intitulado "System Integration Module for CBRNE Sensors," todo o ensinamento do qual sendo incorporado aqui por referência.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, um sistema de sensor de radiação montado no braço de guindaste (barra de espalhamento) é utilizado para a detecção e o primeiro estágio de identificação
25 de isótopos para o material radiológico detectado dentro de um container de transporte. Um exemplo de tal sistema é descrito no pedido de patente U.S. 11/363.594 depositado em 27 de fevereiro de 2006, e intitulado "Container Verification System for Non-Invasive Detection of Contents," todo o ensinamento do qual está incorporado aqui por referência.
30

Uma unidade de concentrador de sensor pode ser utilizada para conectar múltiplos sensores em um grupo e permite a conexão eficiente com

o processador central para análise espectral. Essa configuração pode utilizar uma unidade de interface de sensor (SIU) que é compreendida de um analisador de múltiplos canais integrados, um suprimento de energia de alta voltagem, um sistema de voltagem e uma interface de comunicações. Essa
5 configuração SIU utiliza uma unidade de concentrador para combinar múltiplos sensores em um canal de comunicações concentrado para conexão com o processador central. O concentrador de comunicações fornece IP individual endereçado a cada grupo de sensor. Um exemplo da unidade de concentrador é um dispositivo que fornece múltiplas portas USB para a co-
10 nexão de sensor e concentra as portas USB em uma conexão Ethernet para canal de transporte de retorno.

Uma unidade de processador embutida pode ser utilizada para conectar múltiplos sensores em um grupo e permite a conexão eficiente com o processador central para análise espectral. Essa configuração pode utilizar
15 uma unidade de interface de sensor (SIU) que é compreendida de um analisador de múltiplos estágios integrados, um suprimento de energia de alta voltagem, um sistema de voltagem e uma interface de comunicações. Essa configuração SIU é conectada a um processador embutido que suporta múltiplos sensores e fornecendo um ou mais canais de comunicação para cone-
20 xão com o processador central. O processador embutido fornece IP individual endereçado a cada sensor.

De acordo com outra modalidade da presente invenção, o tempo que a barra de espalhamento é conectada ao container de transporte pode ser estendido para permitir análise e aquisição de dados radiológicos adicionais.
25

De acordo com outra modalidade da presente invenção, o tempo durante o qual a barra de espalhamento é conectada ao container de transporte pode ser estendido para permitir análise e aquisição de dados radiológicos adicionais.

30 De acordo com outra modalidade da presente invenção, um sistema de verificação de radiação secundário pode ser desenvolvido como outro nó do sistema de verificação de radiação para permitir análise e aqui-

sição de dados radiológicos adicionais.

De acordo com outra modalidade da presente invenção, o container de transporte-alvo pode ser direcionado e/ou monitorado à medida que se move para o sistema de verificação de radiação secundário.

5 Descrito agora é um exemplo de um sistema de detecção e identificação de radiação, e múltiplos estágios com um nó montado em uma barra de espalhamento de um conjunto de guindaste e outro nó desdobrado como uma posição de verificação de radiação secundária. Um exemplo de um processo para operação do sistema também é discutido.

10 Um sistema de detecção e identificação de radiação desenvolvido em um braço de guindaste (ou barra de espalhamento 102, tal como ilustrado na figura 1, fornece os primeiro e segundo estágios de um sistema de verificação de radiação de múltiplos estágios. A figura 1 ilustra as posições de instalação ilustrativas para vários alojamentos de sensor 101, 110. De-

15 terminadas características inventivas e vantagens das modalidades ilustrativas de um sistema de detecção e identificação de radiação, tal como desenvolvido com relação a um conjunto de guindaste ou outra operação de manuseio de container de transporte, serão discutidas abaixo. No entanto, é considerado que o leitor tenha uma compreensão das tecnologias de radiação e sensor.

20

 Com referência às figuras 1 e 2, um exemplo de um sistema de verificação de radiação de múltiplos nós é ilustrado. O sistema inclui um nó de barra de espalhamento (como ilustrado na figura 1) e um nó de verificação de radiação secundário 202 como ilustrado na figura 2. Um caminhão

25 220 transporta um container 222 que contém carga 215 dentro do container 222. Múltiplos sensores de radiação 202 são desenvolvidos em qualquer um ou ambos os lados do container 222 para permitir a análise adicional do conteúdo 215. Uma estação de distribuição de potência 203 fornece energia para os sensores. Um módulo de distribuição de comunicação 204 acopla

30 sinais entre os múltiplos sensores de radiação 202 e uma rede de distribuição 210 dos quais é adicionalmente descrito na figura 3. Uma vez que uma carga de container 215 é identificada no estágio de barra de espalhamento

como suspeita, o container 222 é rastreado e movido para a posição de barra de espalhamento (como ilustrado na figura 1) para a posição de verificação secundária (como ilustrado na figura 2) para análise adicional. Nesse exemplo, a posição de verificação secundária inclui o posicionamento do container 222 pela utilização de um caminhão para mover o container 222 para os múltiplos sensores de radiação 202 desdobrados em qualquer um ou ambos os lados do container 222.

Com referência à figura 3, um sistema de coleta de dados 310, nesse exemplo, é acoplado de forma comunicativa através de cabeamento, link de comunicação sem-fio, e/ou outro link de comunicação 305 com cada um dos dispositivos de sensor de radiação gama 301 e dispositivos de sensor de nêutron 302 em cada unidade de sensor, e com cada dispositivo de sensor de pulso de nêutron 303. O sistema de coleta de dados 310 inclui um sistema de processamento de informação com interfaces de comunicação de dados 324 que coleta sinais das unidades de sensor de radiação 301, 302 e dos dispositivos de pulso de nêutron 303. Os sinais coletados, nesse exemplo, representam dados espectrais detalhados de cada dispositivo de sensor que detectou a radiação.

O sistema de coleta de dados 310 é modular em desenho e pode ser utilizado especificamente para a detecção e identificação de radiação, ou para a coleta de dados para a detecção e identificação de explosivos e materiais especiais.

O sistema de coleta de dados 310 é acoplado de forma comunicativa a um sistema controlador e de monitoramento local 312. O sistema local 312 compreende um sistema de processamento de informação que inclui um computador, memória, armazenador e uma interface de usuário 314 tal como uma exibição em um monitor e um teclado, ou outro dispositivo de entrada/saída de usuário. Nesse exemplo, o sistema local 312 também inclui um analisador de múltiplos canais 330 e um analisador espectral 340.

O analisador de múltiplos canais (MCA) 330 compreende um dispositivo constituído de muitos analisadores de canal único (SCA). O analisador de canal único interroga os sinais analógicos recebidos a partir de

detectores de radiação individuais 301, 302, e determina se a faixa de energia específica do sinal recebido é igual à faixa identificada pelo canal único. Se a energia recebida estiver dentro de SCA o contador SCA é atualizado. Com o tempo, as contagens SCA são acumuladas. Em um intervalo de tempo específico, um analisador de múltiplos estágios 330 inclui um número de contagens SCA, que resulta na criação de um histograma. O histograma apresenta a imagem espectral da radiação que está presente. O MCA 330, de acordo com um exemplo, utiliza conversores de analógico para digital combinados com memória de computador que é equivalente a centenas de SCAs e contadores e é drasticamente mais poderoso e mais barato.

O histograma é utilizado pelo sistema de análise espectral 340 para identificar isótopos que estão presentes em materiais contidos no container sendo examinado. Uma das funções realizadas pelo sistema de processamento de informação 312 é a análise espectral, realizada pelo analisador espectral 340, para identificar um ou mais isótopos, materiais explosivos ou especiais contidos em um recipiente sendo examinado. Com relação à detecção de radiação, o analisador espectral 340 compara uma ou mais imagens espectrais da radiação presente com isótopos conhecidos que são representados por uma ou mais imagens espectrais 350 armazenadas na base de dados de isótopos 322. Pela captura de múltiplas variações de dados espectrais para cada isótopo existem inúmeras imagens que podem ser comparadas a uma ou mais imagens espectrais da radiação presente. A base de dados de isótopos 32 mantém as uma ou mais imagens espectrais 350 de cada isótopo a ser identificados. Essas múltiplas imagens espectrais representam vários níveis de aquisição de dados de radiação espectral de forma que os isótopos possam ser comparados e identificados utilizando várias quantidades de dados espectrais disponíveis a partir de um ou mais sensores. Se existem pequenas quantidades (ou grandes quantidades) de dados adquiridas a partir do sensor, o sistema de análise espectral 340 compara os dados de radiação adquiridos do sensor a uma ou mais imagens espectrais para cada isótopo a ser identificado. Isso melhora de forma significativa a confiabilidade e eficiência de combinação dos dados de imagem

espectral adquiridos do sensor com dados de imagem espectral de cada possível isótopo a ser identificado. Uma vez que um ou mais isótopos possíveis são determinados como presentes na radiação detectada pelos sensores, o sistema de processamento de informação 312 pode comparar a mistura de isótopos com os possíveis materiais, bens e/ou produtos que podem estar presentes no container sendo examinado. Adicionalmente, uma base de dados de manifesto 315 inclui uma descrição detalhada do conteúdo de cada recipiente que deve ser examinado. O manifesto 315 pode ser referido pelo sistema de processamento de informação 312 para determinar se os possíveis materiais, bens e/ou produtos, contidos no container combinam com os materiais, bens e/ou produtos autorizados esperados descritos no manifesto para o container particular sendo examinado. Esse processo de combinação, de acordo com uma modalidade da presente invenção, é significativamente mais eficiente e confiável do que qualquer processo de monitoramento de conteúdo de container no passado.

O sistema de análise espectral 340, de acordo com uma modalidade, inclui um sistema de processamento de informação e software que analisa os dados coletados e identifica os isótopos que estão presentes. O software de análise espectral consiste em mais de um método para fornecer a múltipla confirmação dos isótopos identificados. No caso de mais de um isótopo estar presente, o sistema identifica a razão de cada isótopo presente. Exemplos de métodos que podem ser utilizados para a análise espectral tal como no software de análise espectral de acordo com uma modalidade de um sistema de verificação de conteúdo de container, inclui: 1) um método de configuração de margem como descrito na patente U.S. Nº 6.847.731; e 2) um método LINSKAN (uma análise linear do método de espectros) e/ou um método de Detecção de Pico Avançado, como descrito no pedido de patente U.S. No 11/624.121, depositado em 17 de janeiro de 2007 e intitulado "Advanced Pattern Recognition Systems for Spectral Analysis," os ensinamentos dos quais são incorporados aqui por referência.

Com relação à análise dos dados coletados pertencentes aos materiais explosivos e/ou especiais, o analisador espectral 340 e o sistema

de processamento de informação 312 compara os possíveis materiais explosivos e/ou especiais identificados ao manifesto 315 pela conversão dos dados do manifesto armazenados referentes ao container de transporte sendo examinado com os materiais explosivos e/ou radiológicos esperados e então
 5 pela comparação dos materiais explosivos e/ou especiais possíveis identificados com os materiais explosivos e/ou radiológicos esperados. Se o sistema determinar que não há combinação com o manifesta para o container, então os possíveis materiais explosivos e/ou especiais identificados não são autorizados. O sistema pode então fornecer informação para o pessoal de
 10 supervisão de sistema para alertar sobre a condição de alarme e para que se tome a ação adequada.

Remoção de Efeitos de Fundo da Radiação

Antecedentes Dinâmicos

A radiação de fundo em um porto e mais especificamente o fundo
 15 do alterado associado a um container movendo através da terra, do mar, embarcações e em alturas diferentes, impõem um desafio específico à detecção de radiação e identificação de isótopos. De acordo com uma modalidade da presente invenção, esse problema é solucionado através do uso de um método de fundo dinâmico utilizado para compensar os efeitos de mu-
 20 dança de ambiente. Esse método aplica atualizações contínuas de ambiente contra os dados de ambiente principal. Diferentes alturas e intervalos podem variar para as atualizações de ambiente para se alcançar o ambiente dinâmico adequado para a aplicação específica. Uma fórmula ilustrativa é fornecida abaixo, e também ilustrada na figura 9.

$$25 \quad B_i(x) = A_i(x) * \alpha + B_{i-1}(x) * (1 - \alpha) \quad (1)$$

$$B_i(X) = A_i(x) * \alpha + B_{i-1}(x) * (1 - \alpha)$$

novos ambiente imagem taxa de ambiente diferencial
 dinâmico do ambiente aprendido anterior

Como ilustrado na figura 7, os efeitos da radiação de fundo po-
 30 dem variar dependendo de um fundo variável que pode ser experimentado pelos sensores, tal como os sensores localizados na barra de espalhamento e/ou sensores localizados nos locais relativos aos ambientes de fundo em

mutação. Por exemplo, os sensores na barra de espalhamento podem estar sobre a água, sobre um navio, muito distante do solo, perto do solo, ou dentro do navio. Esses ambientes de fundo diferentes podem afetar a detecção de radiação e identificação de isótopos. A radiação do céu devem ser tipicamente predominantes e permanecem normais durante o movimento da barra de espalhamento. Além disso, os sensores na barra de espalhamento devem ser tipicamente protegidos pelo recipiente sendo examinado e a barra de espalhamento da maior parte da radiação de ambientes que vem do chão, água, e através do navio. De acordo, uma abordagem nova para compensar os efeitos de alteração de fundo aplica atualizações de contínuo contra os dados de fundo principais.

Como ilustrado na figura 8, o fundo dinâmico é constituído de fundo primário e fundo incrementado. À medida que os dados de radiação são coletados e processados para análise, de acordo com uma modalidade da presente invenção, os efeitos do fundo podem ser subtraídos dos dados coletados utilizando atualizações de fundo contínuo contra dados de fundo principal. Por exemplo, os dados de radiação coletados podem ser ajustados dinamicamente de acordo com a alteração dinâmica dos dados de radiação de fundo, tal como referentes à água, terra, ar, solo e outras estruturas. Essa abordagem de compensação de fundo dinâmica tem as vantagens de velocidade aumentada e sensibilidade à captura de fundo dinâmico, eficiência de memória no processamento dos dados coletados e flexibilidade para se ajustar aos parâmetros de sistema variáveis e para endereçar as aplicações específicas. Adicionalmente, um sistema de processamento de informação pode aprender um processo em particular utilizado nos sensores de localização durante a coleta de dados, de forma a antecipar as mudanças nos efeitos de fundo em uma operação normal e movimento da barra de espalhamento. Adicionalmente, a abordagem de compensação de fundo dinâmico pode fornecer uma subtração de diferencial contínua dos efeitos do fundo variável. Essa abordagem melhora a qualidade dos dados analisados levando a uma detecção de radiação e identificação de isótopos melhor e mais confiável.

De acordo com uma modalidade alternativa da presente inven-

ção, uma abordagem de análise de múltiplos fundos pode ser utilizada para remover os efeitos de fundo variável nos dados coletados. Em um exemplo, um detector de GPS é mecanicamente acoplado à estrutura de suporte dos sensores de movimento, tal como a barra de espalhamento de guindaste, e
5 fornece dados de localização contínua (da barra de espalhamento) para um sistema de processamento de informação que está processando os dados coletados. A localização da barra de espalhamento, por exemplo, pode indicar o tipo de fundo que está sendo experimentado pelos sensores na barra de espalhamento. O detector GPS opera de uma forma bem conhecida e
10 pode fornecer ambas a informação de localização geográfica e a informação de elevação. Conhecer-se a elevação da barra de espalhamento acima, digamos, do solo ou do nível do mar, pode indicar o tipo de efeitos de fundo que são experimentados pelos sensores na barra de espalhamento. A informação de elevação, e/ou a informação de localização geográfica, podem
15 ser, por exemplo, comparadas com um mapa esperado de estruturas e ambientes de fundo em proximidade com a barra de espalhamento. Esses ambientes de fundo esperados correspondem aos efeitos de fundo que podem, por exemplo, ser subtraídos dos dados coletados para fornecer dados melhores e mais confiáveis para análise resultando em uma detecção de radiação e identificação de isótopos melhores e mais confiáveis. Dispositivos de
20 detecção de localização alternativos, incluindo dispositivos mecânicos e/ou dispositivos elétricos e/ou registro de dados manual, podem ser utilizados pelo sistema para rastrear fundos em mutação e efeitos de fundo correspondentes nos dados coletados.

25 Outro uso da informação de elevação e a informação de localização geográfica por um sistema de processamento de informação serve para controlar os gatilhos e efeitos dos dispositivos utilizados para coletar os dados de radiação. Por exemplo, um pulso de nêutrons pode ser gerado por um dispositivo de pulso de nêutrons que é incluído no sistema de sensor
30 desdobrado na barra de espalhamento ou no guindaste de cavalete para fornecer uma análise ativa em que o retorno gama seguindo o pulso de nêutrons pode identificar os materiais radiológicos protegidos tal como urânio

altamente enriquecido, explosivos e drogas ilícitas, dentro dos containers. No entanto, uma implementação de sistema em particular pode limitar a ativação do dispositivo de pulso de nêutrons para áreas geográficas particulares e/ou elevações acima do solo e/ou do nível do mar. Por exemplo, um

5 dispositivo de pulso de nêutrons pode ser controlado para permanecer inativo enquanto o guindaste e/ou barra de espalhamento estão em proximidade com uma cabine do operador do guindaste ou uma área protegida tal como a normalmente ocupada por pessoas. A flexibilidade e o ajuste dinâmico para diferentes ambientes operacionais enquanto melhora a velocidade e confiabilidade da análise de dados, como discutido acima, é uma vantagem significativa do presente sistema inventivo que não estava disponível no passado.

10

A interface de usuário 314 permite que o pessoal de serviço ou de supervisão opere o sistema local 312 e monitore a situação da detecção de radiação e identificação de isótopos e/ou a detecção de sinais de RF pela

15 coleta de unidades de sensores 301, 302 e 303 desdobradas na estrutura, tal como no conjunto de braço de guindaste (ou barra de espalhamento).

A interface de usuário 314, por exemplo, por apresentar para um usuário uma representação dos sinais de retorno recebidos coletados, ou identificar possíveis materiais explosivos e/ou especiais no container de

20 transporte sendo examinado, ou qualquer materiais de explosivos e/ou especiais não-autorizados identificados pelo sistema contidos dentro do container de transporte sendo examinado, ou qualquer combinação dos mesmos.

O sistema de coleta de dados também pode ser acoplado comunicativamente a um sistema de monitoramento e controle remoto 318 tal como através de uma rede 316. O sistema remoto 318 compreende um sistema de processamento de informação tal como um computador, uma memória, um armazenador e uma interface de usuário 320 tal como uma exibição em um monitor e um teclado, ou outro dispositivo de entrada/saída de usuário.

25

30 A rede 316 compreende qualquer número de redes de área local e/ou redes de área ampla. Pode incluir redes de comunicação com e/ou sem-fio. Essa tecnologia de comunicação em rede é bem conhecida na técnica. A

interface de usuário 320 permite que o pessoal de serviço ou supervisão localizado remotamente opere o sistema local 312 e monitore a situação de verificação de container de transporte pela coleta das unidades de sensor 301, 302 e 303 localizadas na estrutura, tal como no conjunto de braço do guindaste (ou barra de espalhamento). O sistema de monitoramento central pode exibir a posição do container de transporte à medida que o mesmo é movido para a posição secundária através do uso de câmeras CCTV (350) ou sistemas de rastreamento de container de transporte (355).

Um dispositivo de pulso de nêutrons pode ser incluído no sistema de sensor desenvolvido na barra de espalhamento ou no guindaste de cavalete para fornecer uma análise ativa em que o retorno gama identifica os materiais radiológicos protegidos tal como urânio altamente enriquecido, explosivos ou drogas ilícitas.

Com referência à figura 4, um exemplo de um sistema de verificação de radiação de múltiplos nós inclui múltiplos sistemas de verificação de radiação de barra de espalhamento (401) e nós de verificação de radiação secundária (404), centro de operação (408), sistema de rastreamento de container (410) e câmeras CCTV (402) que são interconectadas por uma rede de dados (405). Em alguns casos um caminhão empilhadeira é utilizado para mover os containers em um terminal. O caminhão empilhadeira (420) é equipado com uma barra de espalhamento e pode ser configurado como um nó de verificação de radiação sem-fio.

Com referência a figura 5, um exemplo de uma barra de espalhamento com sensores de radiação instalados nas barras de impulsão e retração é ilustrado. Na figura 5, um ou mais sensores de radiação são integrados na barra de impulsão e retração 501. Os sensores de radiação são encerrados em uma caixa com conectores de absorção de choque 511. Os sensores gama 512 são montados dentro da caixa no lado inferior da unidade. Os um ou mais sensores gama compreendem a resolução de sensor de 7% ou mais em 662keV. Os sensores de nêutron 514 e as partes eletrônicas de suporte 513 são montados no lado superior da caixa. Disposições de montagem alternativas dos um ou mais sensores de radiação, os sensores

gama 512, os sensores de nêutrons 514 e as partes eletrônicas de suporte 513, com relação à barra de impulsão e retração 501 devem se tornar óbvios aos versados na técnica em vista da discussão atual.

Com referência à figura 6, um exemplo de uma barra de espalhamento com sensores de radiação instalados na unidade principal 601 é ilustrado. No exemplo da figura 6, os sensores de radiação são integrados à unidade principal 601. Os sensores de radiação são encerrados em uma caixa com conectores de absorção de choque 611. Os sensores gama 612 são montados dentro da caixa no lado inferior da unidade. Os sensores de nêutrons 613 e as partes eletrônicas de suporte 614 são montados no lado superior da caixa. Disposições de montagem alternativas dos um ou mais sensores de radiação, sensores gama 612, sensores de nêutrons 613, e partes eletrônicas de suporte 614, com relação à unidade principal 601 devem se tornar óbvios aos versados na técnica em vista da presente discussão.

Pela operação do sistema de forma remota, tal como a partir de uma localização de monitoramento central, um número maior de locais pode se monitorado de forma segura por um número limitado de pessoal de supervisão. Além de monitorar as operações de manuseio de container tal como a partir dos conjuntos de braço de guindaste, como ilustrado no exemplo da figura 1, deve ficar claro que muitas aplicações diferentes podem ser desenvolvidas para os estágios de detecção e identificação iniciais para a análise do recipiente. Por exemplo, unidades de sensor montadas em caminhão tipo empilhadeira se comunicando com um sistema de monitoramento remoto permite a detecção e identificação da radiação em que grandes quantidades de carga são movidas e manuseadas, tal como em portos, ferrovias, e estações intermodais, e em navios, aeronaves, caminhões, depósitos, e outros ambientes, e em tais outros locais que possuem grandes quantidades de carga a serem manuseadas como deve ser compreendido pelos versados na técnica em vista da presente discussão.

Adicionalmente, a função de monitoramento de sistema pode ser combinada para monitorar mais do que radiação e explosivos. Outros tipos de elementos prejudiciais podem ser monitorados em combinação com a

detecção de radiação pela combinação de sensores adequados e detectores para esses outros tipos de elementos prejudiciais com as unidades de sensor de radiação e sistema de monitoramento de acordo com as modalidades alternativas da presente invenção.

5 As modalidades preferidas da presente invenção podem ser realizadas em hardware, software, ou uma combinação de hardware e software. Um sistema de acordo com a modalidade preferida da presente invenção pode ser realizado de forma centralizada em um sistema de computador, ou de forma distribuída em que diferentes elementos são espalhados através de
10 vários sistemas de computador interconectados. Qualquer tipo de sistema de computador – ou outro aparelho adaptado para realizar os métodos descritos aqui – é adequado. Uma combinação típica de hardware e software pode ser um sistema de computador de finalidade geral com um programa de computador que, quando é carregado e executado, controla o sistema de computa-
15 dor de forma que realize os métodos descritos aqui.

 Uma modalidade de acordo com a presente invenção pode ser embutida em um produto de programa de computador, que compreende todas as características que permitem a implementação dos métodos descritos aqui, e que – quando carregada em um sistema de computador – é capaz de
20 realizar esses métodos. Os meios de programa de computador ou programa de computador no presente contexto significam qualquer expressão, em qualquer linguagem, código ou anotação, de um conjunto de instruções destinado a fazer com que um sistema possuindo uma capacidade de processamento de informação realize uma função particular diretamente ou após
25 uma ou ambas a) conversão para outra linguagem, código ou anotação; e b) reprodução em uma forma de material diferente.

 Cada sistema de computador pode incluir um ou mais computadores e pelo menos um meio legível por computador permitindo que um computador leia os dados, instruções, mensagens ou pacotes de mensagem
30 e outra informação legível por computador a partir do meio legível por computador. O meio legível por computador pode incluir memória não-volátil, tal como ROM, memória Flash, memória de acionador de disco, CD-ROM e

outro armazenamento permanente. Adicionalmente, um meio legível por computador pode incluir, por exemplo, armazenamento volátil tal como RAM, armazenadores temporários, memória cache, e circuitos de rede. Adicionalmente, o meio legível por computador pode compreender informação legível por computador em um meio de estado transitório tal como um link de rede e/ou uma interface de rede, incluindo uma rede com fio e uma rede sem-fio que permitem que um computador leia tal informação legível por computador.

Apesar de as modalidades específicas da invenção terem sido descritas, os versados na técnica compreenderão que mudanças podem ser feitas às modalidades específicas sem se distanciar do espírito e escopo da invenção. O escopo da invenção não deve ser restringido, portanto, às modalidades específicas, e as reivindicações em anexo devem englobar todas e quaisquer dessas aplicações, modificações e modalidades dentro do escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de identificação e detecção de radiação de múltiplos estágios, compreendendo:

5 um sistema de sensor de radiação desenvolvido em um guindaste de cavalete e compreendendo:

um ou mais sensores gama; e/ou

um ou mais sensores de nêutron de estado sólido, em que os um ou mais sensores gama e os um ou mais sensores de nêutrons em estado sólido sendo coletivamente montados em uma estrutura acoplada mecanicamente ao guindaste de cavalete e que podem ser localizados em proximidade com um container de transporte sendo examinado;

15 uma posição de sensor de radiação secundário, que é localizado separado do sistema de sensor de radiação desenvolvido no guindaste de cavalete, e compreendendo um ou mais sensores para a análise de materiais radiológicos detectados no container de transporte;

uma rede distribuída acoplando de forma comunicativa o sistema de sensor de radiação de guindaste de cavalete e a posição de sensor de radiação secundário como nós individuais em uma rede de sensor de radiação;

20 um primeiro sistema de coleta de dados digitais, acoplado de forma comunicativa aos sensores de radiação desenvolvidos em um guindaste de cavalete para a coleta de dados de radiação a partir dos sensores de radiação no guindaste de cavalete;

25 um segundo sistema de coleta de dados digitais, acoplado de forma comunicativa aos sensores de radiação desenvolvidos em uma posição de verificação de radiação secundária para a coleta de dados de radiação a partir dos sensores de radiação na posição de verificação de radiação secundária;

30 um sistema de análise de múltiplos canais, acoplado de forma comunicativa aos primeiro e segundos sistemas de coleta de dados digitais, para preparar histogramas dos dados de radiação coletados;

um sistema de análise espectral, acoplado de forma

comunicativa ao sistema de análise de múltiplos canais e os primeiro e segundo sistemas de coleta de dados digitais, para receber e analisar os dados de radiação coletados e histogramas para detectar a radiação e para identificar um ou mais isótopos associados à radiação detectada utilizando os dados adquiridos a partir de um ou mais nós na rede;

um primeiro dispositivo de armazenamento de dados para armazenar dados representando o espectro de isótopo para uso pelo sistema de análise espectral, em que uma ou mais imagens armazenadas na primeira unidade de armazenamento de dados representam cada isótopo, os primeiros meios de armazenamento de dados sendo acoplados de forma comunicativa ao sistema de análise espectral;

um sistema de processamento de informação, acoplado de forma comunicativa ao sistema de análise espectral, para a análise dos um ou mais isótopos identificados e para determinar os possíveis materiais ou bens que representam; e

um segundo meio de armazenamento de dados para armazenar os dados representando um manifesto referente ao container sendo examinado, o segundo meio de armazenamento de dados sendo acoplado de forma comunicativa ao sistema de processamento de informação, o sistema de processamento de informação servindo adicionalmente para comparar os possíveis materiais ou bens determinados com o manifesto com referência ao container sendo examinado para determinar se existem materiais ou bens não-autorizados contidos dentro do container sendo examinado.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um primeiro estágio da análise de radiação consiste na detecção de material radiológico dentro do container de transporte a partir de sensores localizados em uma barra de espalhamento do guindaste de cavalete.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um primeiro estágio a análise de radiação consiste na detecção de material radiológico dentro do container de transporte a partir de sensores localizados em um portal de radiação.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um segundo estágio da análise de radiação consiste na identificação do material radiológico dentro do container de transporte a partir de sensores localizados em uma barra de espalhamento do guindaste de cavalete.

5 5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um segundo estágio da análise de radiação consiste na manutenção de sensores localizados em uma barra de espalhamento do guindaste de cavalete em proximidade com o container de transporte por um período estendido de tempo em que os dados adicionais são coletados a partir dos
10 sensores para identificar adicionalmente o material radiológico dentro do container de transporte sendo examinado.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um segundo estágio da análise de radiação consiste no uso da posição de sensor de radiação secundário em que o container de transporte é movido
15 para análise adicional.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um segundo estágio da análise de radiação é realizado no container de transporte sendo examinado pelos sensores localizados em um caminhão empilhadeira.

20 8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sistema de análise espectral analisa os dados de radiação coletados e os histogramas para detectar a radiação e para identificar um ou mais isótopos associados à radiação detectada pela utilização de software em um produto de programa de computador, o software fornecendo operações para o
25 sistema de análise espectral incluindo:

um método de configuração de margem como descrito na patente U.S. Nº 6.847.731; e

uma análise linear do método de espectro (um método LINSKAN) como descrito no pedido de patente provisório U.S. Nº
30 60/759.331.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um ou mais sensores gama compreendem a interface analógica integrada e o

conversor de analógico para digital.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual os um ou mais sensores gama compreendem a resolução de sensor de 7% ou mais em 662keV.

5 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual um ou mais sensores de nêutrons em estado sólido compreendem a interface analógica integrada e o conversor analógico para digital.

10 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sistema de processamento de informação é acoplado de forma comunicativa ao sistema de coleta de dados digitais para o ajuste dos dados de radiação coletados para compensar os efeitos de radiação de fundo do fundo.

15 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, no qual o sistema de processamento de informação ajusta dinamicamente os dados de radiação coletados de acordo com os efeitos de radiação de fundo variáveis.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, no qual o sistema de processamento de informação ajusta os dados de radiação coletados de acordo com a análise dos múltiplos efeitos de radiação de fundo.

20 15. Sistema de detecção e identificação de materiais explosivos, especiais e outros materiais, compreendendo:

um gerador de pulso de nêutrons;

25 um ou mais sensores de radiação para identificação de sinais de radiação gama ou outros sinais gerados a partir de materiais dentro do container de transporte como resultado do pulso de nêutrons;

um sistema de coleta de dados, acoplado de forma comunicativa a um ou mais sensores de radiação, para a coleta de sinais de retorno recebidos como resultado do pulso de nêutrons;

30 sistema de análise espectral e processamento de informação, acoplado de forma comunicativa ao sistema de coleta de dados, para analisar os sinais de retorno recebidos coletados para detecção de materiais na cavidade do container de transporte sendo examinado, e para identificar

possíveis materiais explosivos e/ou especiais; e

meios de armazenamento de dados para armazenar os dados representando um manifesto referente ao container de transporte sendo examinado, os meios de armazenamento de dados sendo acoplados de forma comunicativa ao sistema de análise espectral e processamento de informação, o sistema de análise espectral e processamento de informação servindo adicionalmente para comparar os possíveis materiais explosivos e/ou especiais identificados com o manifesto relacionado com o container de transporte sendo examinado para determinar se existem materiais explosivos e/ou especiais não-autorizados contidos no container de transporte sendo examinado;

em que um concentrador de sensor é utilizado para conectar um grupo de sensores desenvolvidos em pelo menos uma estrutura que pode ser localizada fora de em proximidade com o container de transporte para percursos de comunicações concentrados de volta para um processador central, o concentrador de sensor sendo conectado a uma unidade de interface de sensor de cada sensor.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, compreendendo adicionalmente:

uma interface de usuário, acoplada de forma comunicativa ao sistema de análise espectral e processamento de informação, para apresentar para um usuário pelo menos um dentre:

uma representação dos sinais de retorno recebidos coletados;

os possíveis materiais explosivos e/ou especiais identificados no container de transporte sendo examinado; e

os materiais explosivos e/ou especiais não-autorizados identificados pelo sistema contidos dentro do container de transporte sendo examinado.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual os materiais especiais incluem urânio altamente enriquecido.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o sistema de análise espectral e processamento de informação compara os

possíveis materiais explosivos e/ou especiais identificados com o manifesto pela conversão do manifesto referente ao container de transporte sendo examinado para materiais explosivos e/ou especiais esperados, e então compara os materiais explosivos e/ou especiais possíveis identificados com os materiais explosivos e/ou radiológicos esperados.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual um sistema de sensor utilizado para perceber o conteúdo do container sendo examinado é baseado em ressonância nuclear, criação de imagem gama, e outras tecnologias avançadas para a detecção e identificação de materiais explosivos, radiológicos, materiais de proteção, materiais químicos e/ou biológicos.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual um dispositivo gerador de pulso de nêutron é implementado como um módulo integrado dentro de um sistema de sensor para fornecer a análise ativa através do retorno gama das substâncias tal como o urânio altamente enriquecido, explosivos e drogas ilícitas.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual o dispositivo gerador de pulso de nêutron está localizado perto de uma barra de espalhamento de um guindaste de cavalete ou uma empilhadeira para fornecer a análise ativa através do retorno gama das substâncias dentro dos containeres de transporte tal como urânio altamente enriquecido, explosivos e drogas ilícitas.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual um processador embutido é utilizado para conectar um grupo de sensores localizado em uma barra de espalhamento e suporta as comunicações de sensor com um processador central, o processador embutido sendo conectado a uma unidade de interface de sensor de cada sensor.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, no qual um sistema de processamento de informação sendo acoplado de forma comunicativa ao sistema de coleta de dados digitais para o ajuste dinâmico dos dados de radiação coletados para compensar os efeitos de radiação de fundo variável a partir do fundo.

24. Sistema de identificação e detecção de radiação de múltiplos estágios, compreendendo:

um sistema de sensor de radiação desenvolvido em pelo menos uma estrutura e compreendendo:

5 um ou mais sensores gama; e/ou

um ou mais sensores de nêutron de estado sólido, em que os um ou mais sensores gama e os um ou mais sensores de nêutrons em estado sólido sendo coletivamente montados na pelo menos uma estrutura e que podem ser localizados fora de e em proximidade com um container de transporte sendo examinado;

10 uma posição de sensor de radiação secundário, que é localizado separado do sistema de sensor de radiação desenvolvido na pelo menos uma estrutura, e compreendendo um ou mais sensores para a análise de materiais radiológicos detectados no container de transporte;

15 uma rede distribuída acoplado o sistema de sensor de radiação de guindaste de cavalete e a posição de sensor de radiação secundário como nós individuais em uma rede de sensor de radiação;

um primeiro sistema de coleta de dados digitais, acoplado de forma comunicativa aos sensores de radiação desenvolvidos na pelo menos uma estrutura para a coleta de dados de radiação a partir dos sensores de radiação desenvolvidos na pelo menos uma estrutura;

20 um segundo sistema de coleta de dados digitais, acoplado de forma comunicativa aos sensores de radiação desenvolvidos em uma posição de sensor de radiação secundária para a coleta de dados de radiação a partir dos sensores de radiação na posição de sensor de radiação secundária;

25 um sistema de análise de múltiplos canais, acoplado de forma comunicativa aos primeiros e aos segundos sistemas de coleta de dados digitais, para preparar histogramas dos dados de radiação coletados;

30 um sistema de análise espectral, acoplado de forma comunicativa ao sistema de análise de múltiplos canais e os primeiro e segundo sistemas de coleta de dados digitais, para receber e analisar os dados de radiação coletados e histogramas para detectar a radiação e para

identificar um ou mais isótopos associados à radiação detectada utilizando os dados adquiridos a partir de um ou mais nós na rede;

um primeiro dispositivo de armazenamento de dados para armazenar dados representando o espectro de isótopo para uso pelo sistema de análise espectral, em que uma ou mais imagens armazenadas na primeira unidade de armazenamento de dados representam cada isótopo, os primeiros meios de armazenamento de dados sendo acoplados de forma comunicativa ao sistema de análise espectral;

um sistema de processamento de informação, acoplado de forma comunicativa ao sistema de análise espectral, para a análise dos um ou mais isótopos identificados e para determinar os possíveis materiais ou bens que representam; e

um segundo meio de armazenamento de dados para armazenar os dados representando um manifesto referente ao container sendo examinado, o segundo meio de armazenamento de dados sendo acoplado de forma comunicativa ao sistema de processamento de informação, o sistema de processamento de informação servindo adicionalmente para comparar os possíveis materiais ou bens determinados com o manifesto com referência ao container sendo examinado para determinar se existem materiais ou bens não-autorizados contidos dentro do container sendo examinado.

25. Método para a detecção e identificação de materiais radioativos dentro de um ou mais containeres, o método compreendendo:

a coleta, por uma pluralidade de sensores de radiação situados em pelo menos uma estrutura localizada fora de e perto de um container, de pelo menos um conjunto de dados espectrais representando os dados de radiação associados ao container e seu conteúdo, o container sendo localizado perto da pluralidade de sensores de radiação;

a análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado associado ao container e seu conteúdo;

a identificação, com base na análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado, um ou mais isótopos associados

ao conteúdo dentro do container;

a identificação de materiais associados a um ou mais dos isótopos identificados;

5 a comparação dos materiais que foram identificados com pelo menos um manifesto associado ao container, em que o pelo menos um container lista um conjunto de materiais que são declarados como estando contidos no container; e

o armazenamento de um conjunto de resultados da comparação na memória, o conjunto de resultados da comparação sendo associado à
10 comparação dos materiais que foram identificados com o pelo menos um manifesto associado ao container.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, no qual a pluralidade de sensores de radiação incluir pelo menos um dentre:

um conjunto de sensores gama; e
15 um conjunto de sensores de nêutrons em estado sólido.

27. Método, de acordo com a reivindicação 25, compreendendo adicionalmente:

o fornecimento de um conjunto de histogramas correspondente a pelo menos um conjunto de dados espectrais, em que cada histograma no
20 conjunto de histogramas representa uma imagem espectral diferente da radiação associada ao container.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, no qual a identificação de um ou mais isótopos associados ao conteúdo dentro do container, compreende adicionalmente:

25 a comparação de cada histograma no conjunto de histogramas com uma pluralidade de imagens espectrais, em que cada imagem espectral representa um isótopo;

a identificação, com base na comparação de cada histograma, cada uma dentre a pluralidade de imagens espectrais que combina
30 substancialmente com pelo menos uma parte de um histograma no conjunto de histogramas; e

a identificação de um ou mais isótopos associados ao conteúdo

do container, cada um dos isótopos identificados sendo representado por pelo menos uma imagem espectral identificada que combina substancialmente com pelo menos uma parte de um histograma no conjunto de histogramas.

5 29. Método, de acordo com a reivindicação 25, no qual a identificação de materiais, compreende adicionalmente:

 a comparação dos um ou mais isótopos identificados com um ou mais isótopos predefinidos associados a pelo menos um dentre uma pluralidade de materiais, uma pluralidade de bens, e uma pluralidade de
10 produtos, que são conhecidos por compreender qualquer combinação de um ou mais isótopos predefinidos; e

 a identificação, com base na comparação dos um ou mais isótopos identificados, de pelo menos um material, bem ou produto, como estando provavelmente contido no conteúdo do container, o pelo menos um
15 material, bem ou produto, compreendendo um ou mais isótopos identificados.

30. Método, de acordo com a reivindicação 25, no qual a análise espectral compreende adicionalmente:

 a análise espectral de dados de radiação no pelo menos um
20 conjunto de dados espectrais coletado através de uma faixa de frequência e uma contagem de nêutron coletada associada, em que na análise dos dados de radiação uma contagem de nêutrons diferente de zero coletada corresponde à subtração de dados de radiação correspondentes à contagem de nêutrons diferente de zero coletados dos dados de radiação no pelo
25 menos um conjunto de dados espectrais coletado.

31. Método, de acordo com a reivindicação 25, no qual a identificação de um ou mais isótopos associados ao conteúdo dentro do container compreende adicionalmente:

 a análise espectral de uma imagem espectral em um histograma
30 representando uma imagem espectral composta associada ao container e o conteúdo do container;

 a comparação de uma pluralidade de imagens espectrais com pelo

menos uma parte da imagem espectral no histograma, em que cada imagem espectral na pluralidade de imagens espectrais representa um isótopo;

5 a identificação, com base na comparação, de uma primeira imagem espectral a partir da pluralidade de imagens espectrais que combinam substancialmente pelo menos uma parte da imagem espectral no histograma;

a subtração da primeira imagem espectral identificada a partir da imagem espectral no histograma resultando em uma imagem espectral resultante no histograma; e

10 a repetição da comparação, identificação, e subtração, para cada imagem espectral subsequente na pluralidade de imagens espectrais, em que cada imagem espectral subsequente depois de ter sido identificada em pelo menos uma parte da imagem espectral restante no histograma é então subtraída da imagem espectral restante no histograma.

15 32. Método, de acordo com a reivindicação 25, compreendendo adicionalmente:

antes da análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado, a subtração de um dentre uma pluralidade de dados de radiação de fundo de alteração dinâmica do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado.

20 33. Método para ajustar dinamicamente os dados espectrais coletados a partir de um ou mais containeres para detecção e identificação de materiais radioativos, o método compreendendo:

o fornecimento de uma pluralidade de dados de radiação de fundo de alteração dinâmica correspondente a diferentes ambientes de fundo em torno do container;

25 a coleta, pela pluralidade de sensores de radiação, de pelo menos um conjunto de dados espectrais representando dados de radiação associados ao container e seu conteúdo; o container sendo localizado perto da pluralidade de sensores de radiação; e

30 o ajuste dinâmico do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado de acordo com um dentre a pluralidade de dados de

radiação de fundo de alteração dinâmica.

34. Método, de acordo com a reivindicação 33, no qual o ajuste dinâmico compreende adicionalmente:

5 a seleção de um dentre a pluralidade de dados de radiação de fundo de alteração dinâmica; e

a subtração de um dentre a pluralidade de dados de radiação de fundo de alteração dinâmica selecionado a partir do pelo menos um conjunto de dados espectral coletado.

10 35. Método, de acordo com a reivindicação 33, compreendendo adicionalmente:

a análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletados que foram ajustados dinamicamente;

15 a identificação, com base na análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado que foi dinamicamente ajustado, de um ou mais isótopos associados ao conteúdo dentro do container;

a identificação de materiais associados a um ou mais dos um ou mais isótopos identificados;

20 a comparação dos materiais que foram identificados com pelo menos um manifesto associado ao container, em que o pelo menos um manifesto lista um conjunto de materiais que são declarados como estando contidos no container; e

25 o armazenamento de um conjunto de resultados de comparação na memória, o conjunto de resultados da comparação sendo associado à comparação de materiais que foram identificados com pelo menos um manifesto associado ao container.

36. Método, de acordo com a reivindicação 33, no qual diferentes ambientes de fundo compreendem pelo menos um dentre:

30 água;

terra;

ar;

solo; e

outros containeres.

37. Sistema para a detecção e identificação de materiais radioativos dentro de um ou mais containeres, o sistema compreendendo pelo menos:

5 uma pluralidade de sensores de radiação situados em pelo menos uma estrutura localizada fora de e em proximidade com um container, em que a pluralidade de sensores de radiação é adaptada para coletar pelo menos um conjunto de dados espectrais representando os dados de radiação associados ao container e seu conteúdo; o container sendo localizado em proximidade com a pluralidade de sensores de
10 radiação;

 um sistema de processamento de informação acoplado de forma comunicativa à pluralidade de sensores, em que o sistema de processamento de informação é adaptado para:

15 analisar de forma espectral o pelo menos um conjunto de dados espectrais coletado associado ao container e seu conteúdo;

 identificar, com base na análise espectral do pelo menos um conjunto de dados espectral coletado, um ou mais isótopos associados ao conteúdo dentro do container;

20 identificar os materiais associados a um ou mais dos um ou mais isótopos identificados;

 comparar os materiais que foram identificados com pelo menos um manifesto associado ao container, em que o pelo menos um manifesto lista um conjunto de materiais que são declarados como estando contidos no container; e

25 armazenar um conjunto de resultados da comparação na memória, o conjunto de resultados da comparação sendo associado à comparação de materiais que foram identificados com pelo menos um manifesto associado ao container.

30 38. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, no qual o sistema de processamento de informação é adicionalmente adaptado para:

 fornecer um conjunto de histogramas correspondendo a pelo menos um conjunto de dados espectrais, em que cada histograma no

conjunto de histogramas representa uma imagem espectral diferente de radiação associada ao container.

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 38, no qual o sistema de processamento de informação é adicionalmente adaptado para
5 identificar um ou mais isótopos associados ao conteúdo do container por:

comparação de cada histograma no conjunto de histogramas para uma pluralidade de imagens espectrais, em que cada imagem espectral representa um isótopo;

identificação, com base na comparação de cada histograma, de
10 cada uma dentre a pluralidade de imagens espectrais que combinam substancialmente com pelo menos uma parte de um histograma no conjunto de histogramas; e

identificação de um ou mais isótopos associados ao conteúdo dentro do container, cada um dos isótopos identificados sendo representado
15 por pelo menos uma imagem espectral identificada que combina substancialmente com pelo menos uma parte de um histograma no conjunto de histogramas.

40. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, no qual o sistema de processamento de informação é adicionalmente adaptado para
20 identificar materiais associados a um ou mais dos um ou mais isótopos identificados por:

comparação dos um ou mais isótopos identificados com um ou mais isótopos predefinidos associados a pelo menos um dentre uma pluralidade de materiais, uma pluralidade de bens, e uma pluralidade de
25 produtos que são conhecidos por compreender qualquer combinação de um ou mais isótopos predefinidos; e

identificação, com base na comparação dos um ou mais isótopos identificados, de pelo menos um material, bem ou produto, como estando provavelmente contido no conteúdo do container, o pelo menos um
30 material, bem, ou produto compreendendo um ou mais dos um ou mais isótopos identificados.

41. Método de identificação de isótopos associados ao conteúdo

de um container, o método compreendendo:

- a coleta, por uma pluralidade de sensores de radiação localizados fora de e perto de um container, de um conjunto de dados espectrais representando dados de radiação associados ao container e seu
- 5 conteúdo; e

a identificação sequencial de um ou mais isótopos associados ao conteúdo do container a partir do conjunto de dados espectrais coletados pela utilização de ambos os espectros gama e a presença de nêutrons para a identificação de isótopos.

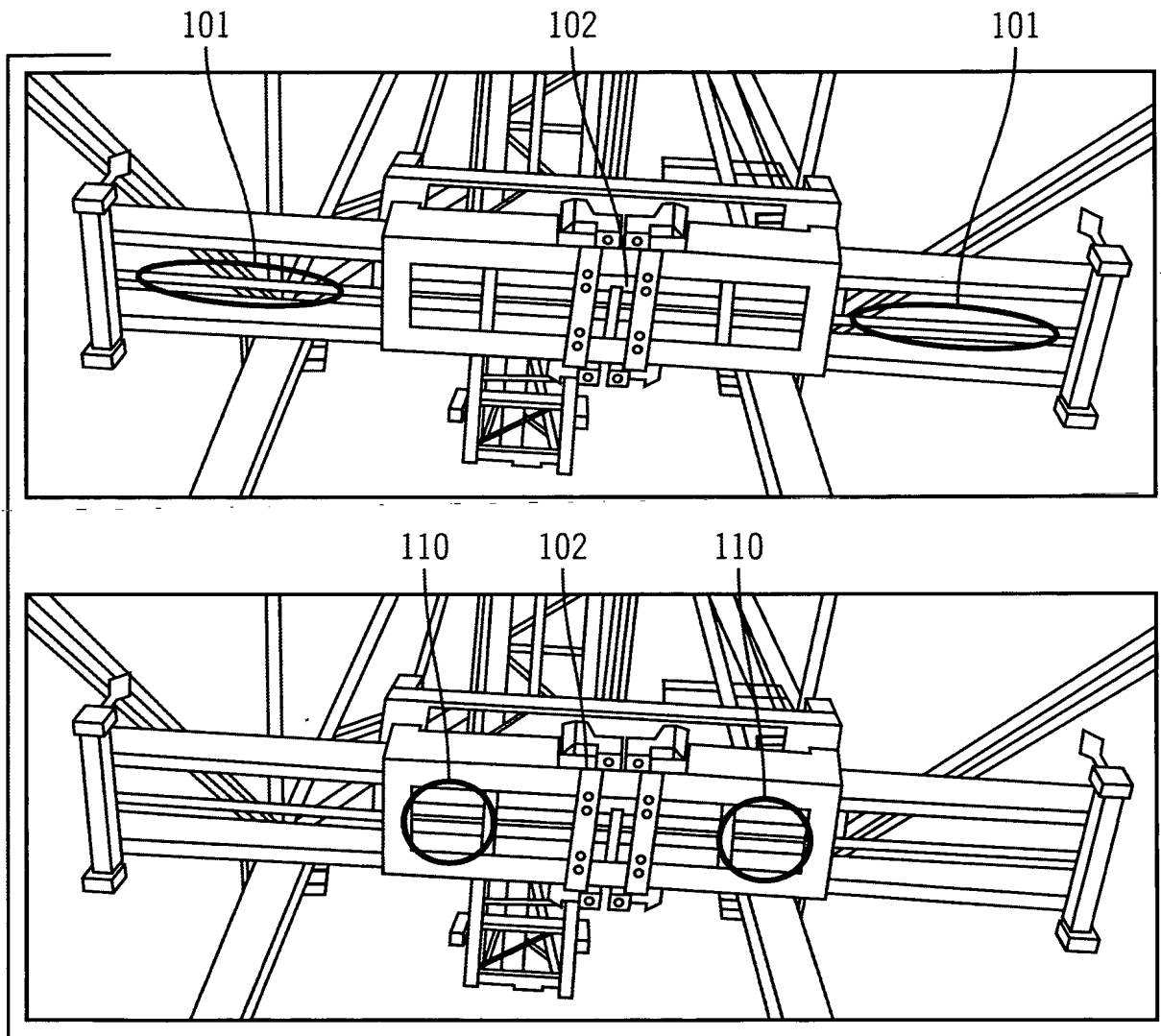


FIG. 1

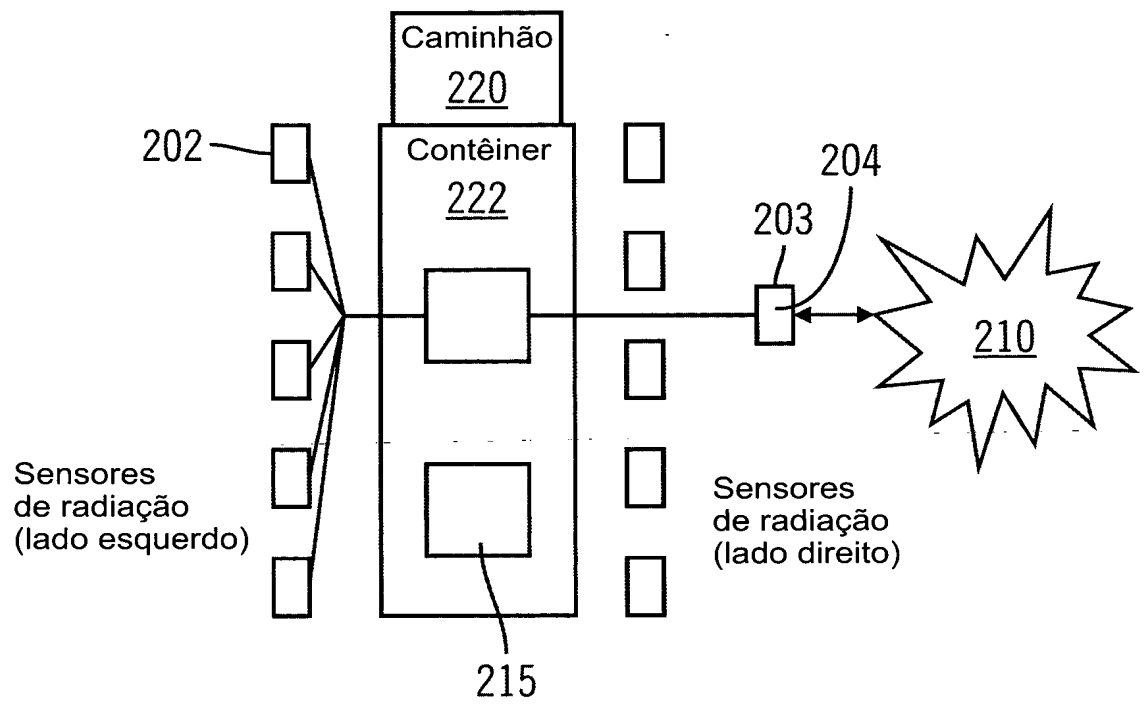


FIG. 2

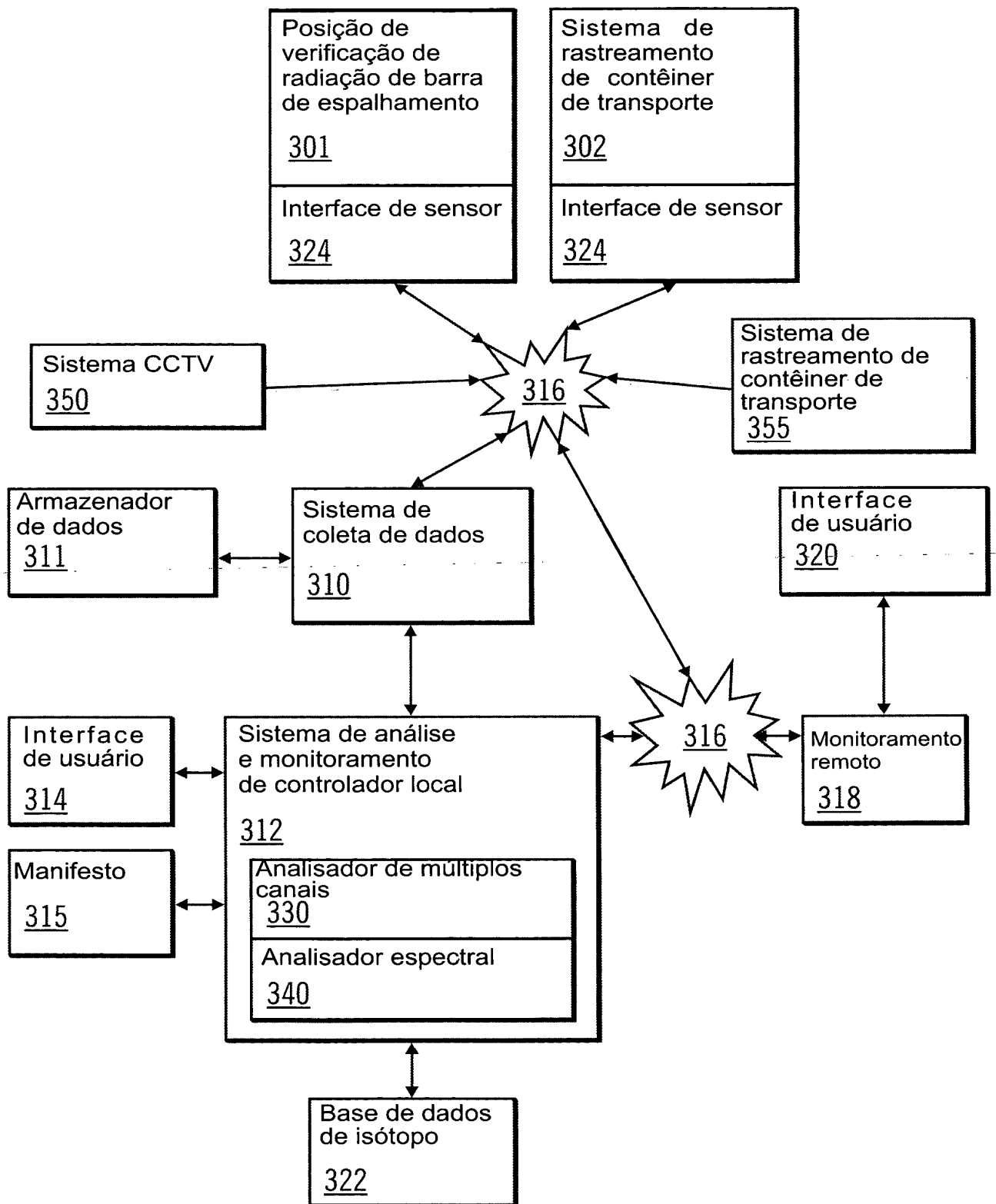


FIG. 3

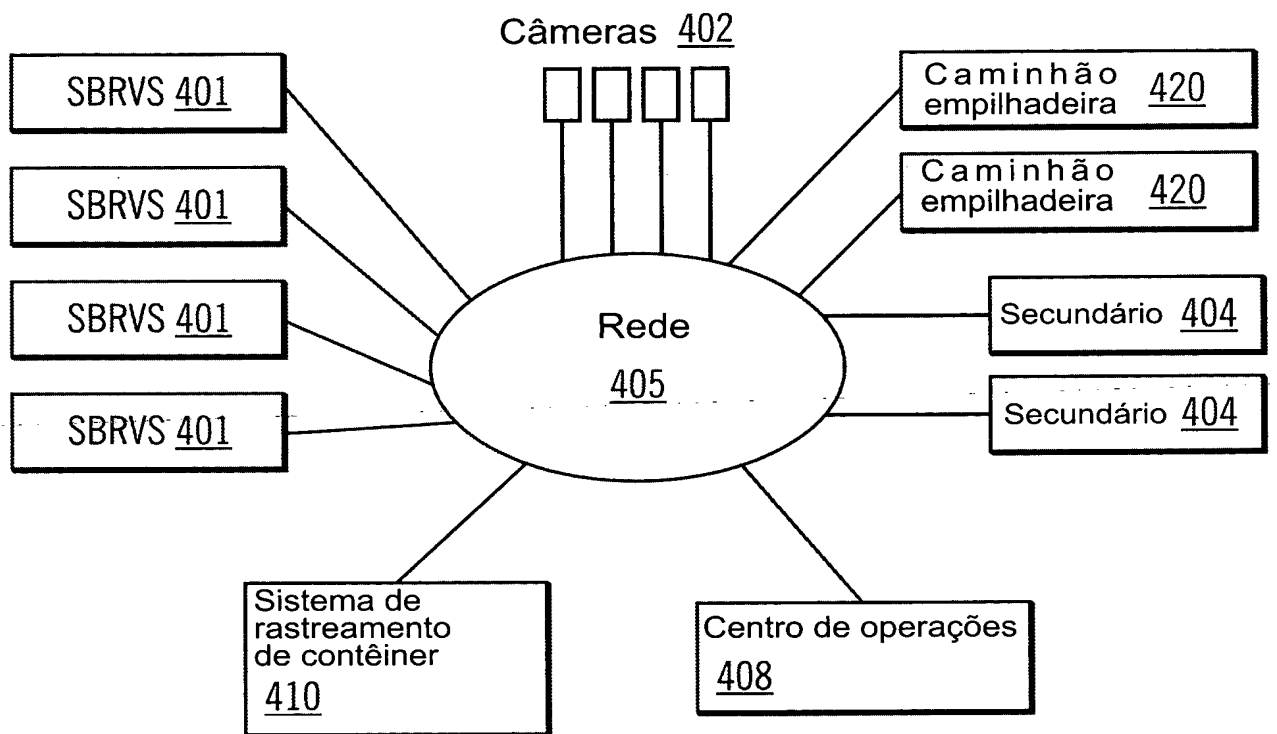
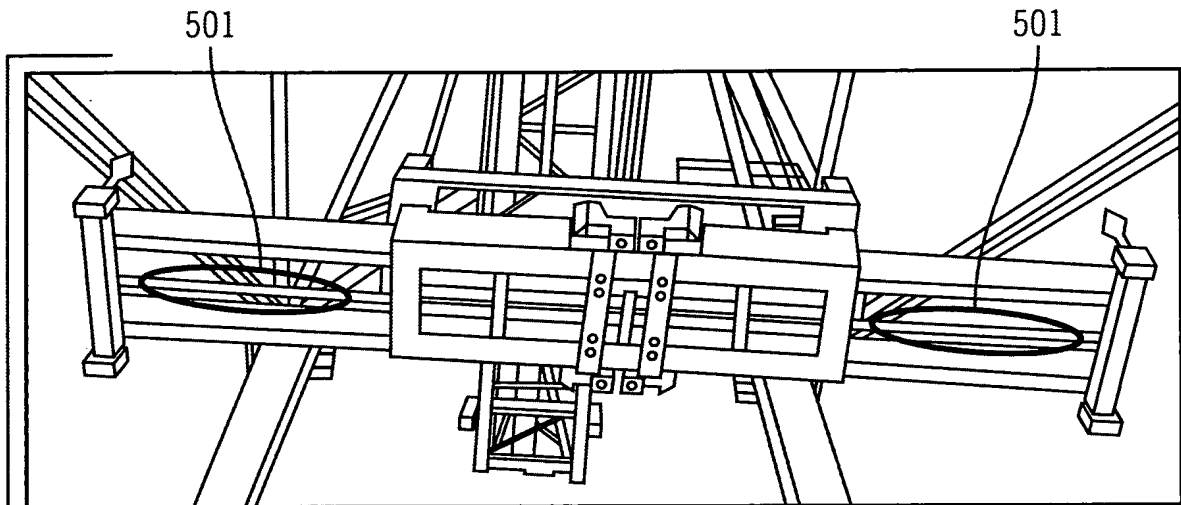


FIG. 4



Localização aproximada do conjunto de senso de impulsão/retração em STS-45

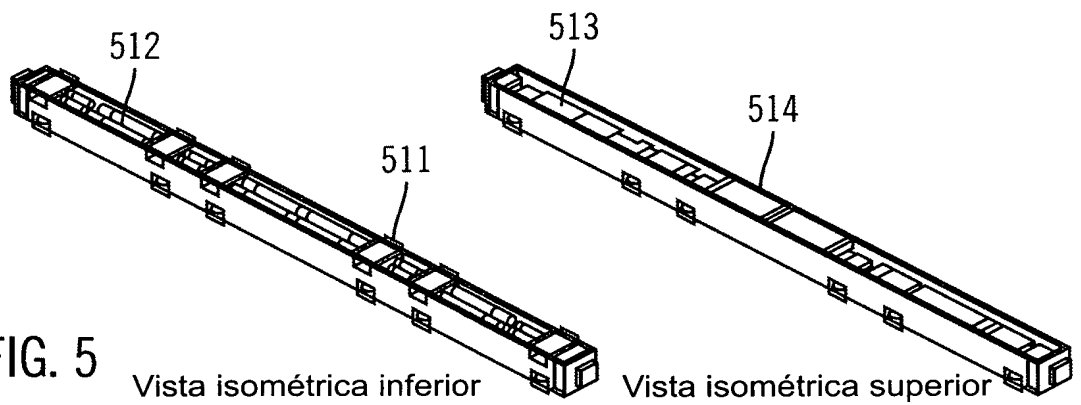
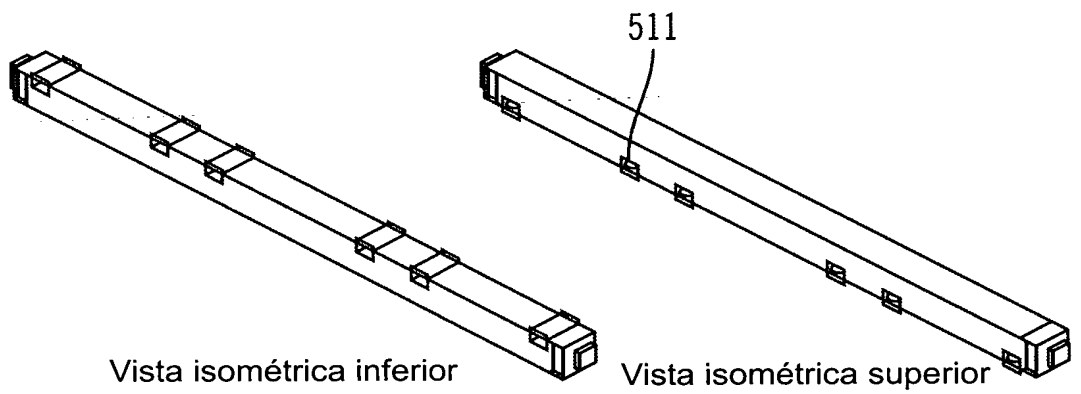
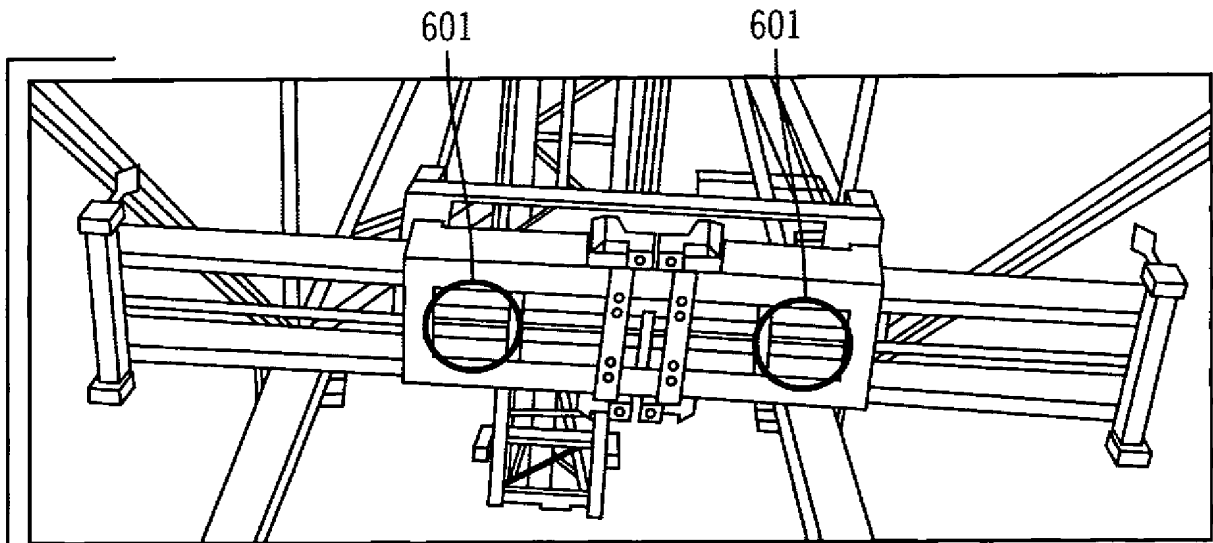
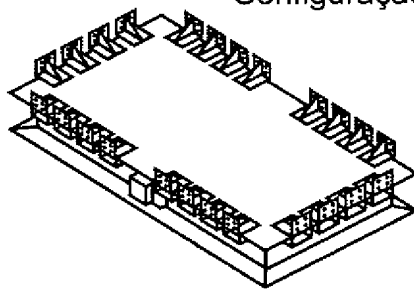


FIG. 5

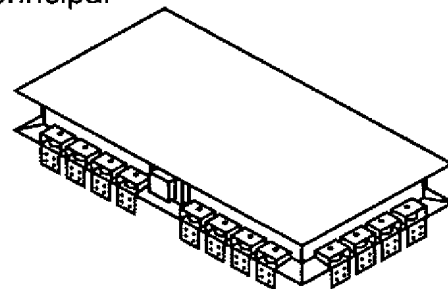


Localização aproximada da unidade principal em STS-45

Configuração principal

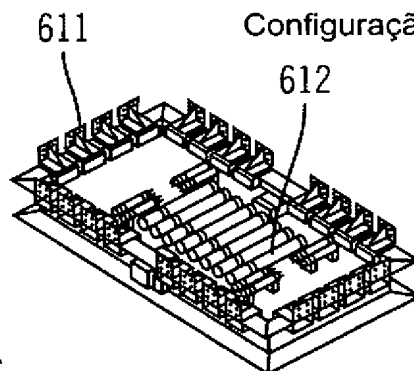


Vista isométrica inferior

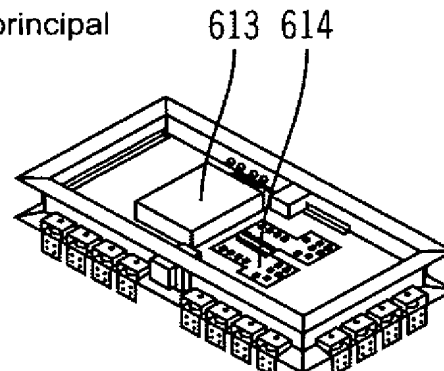


Vista isométrica superior

Configuração principal

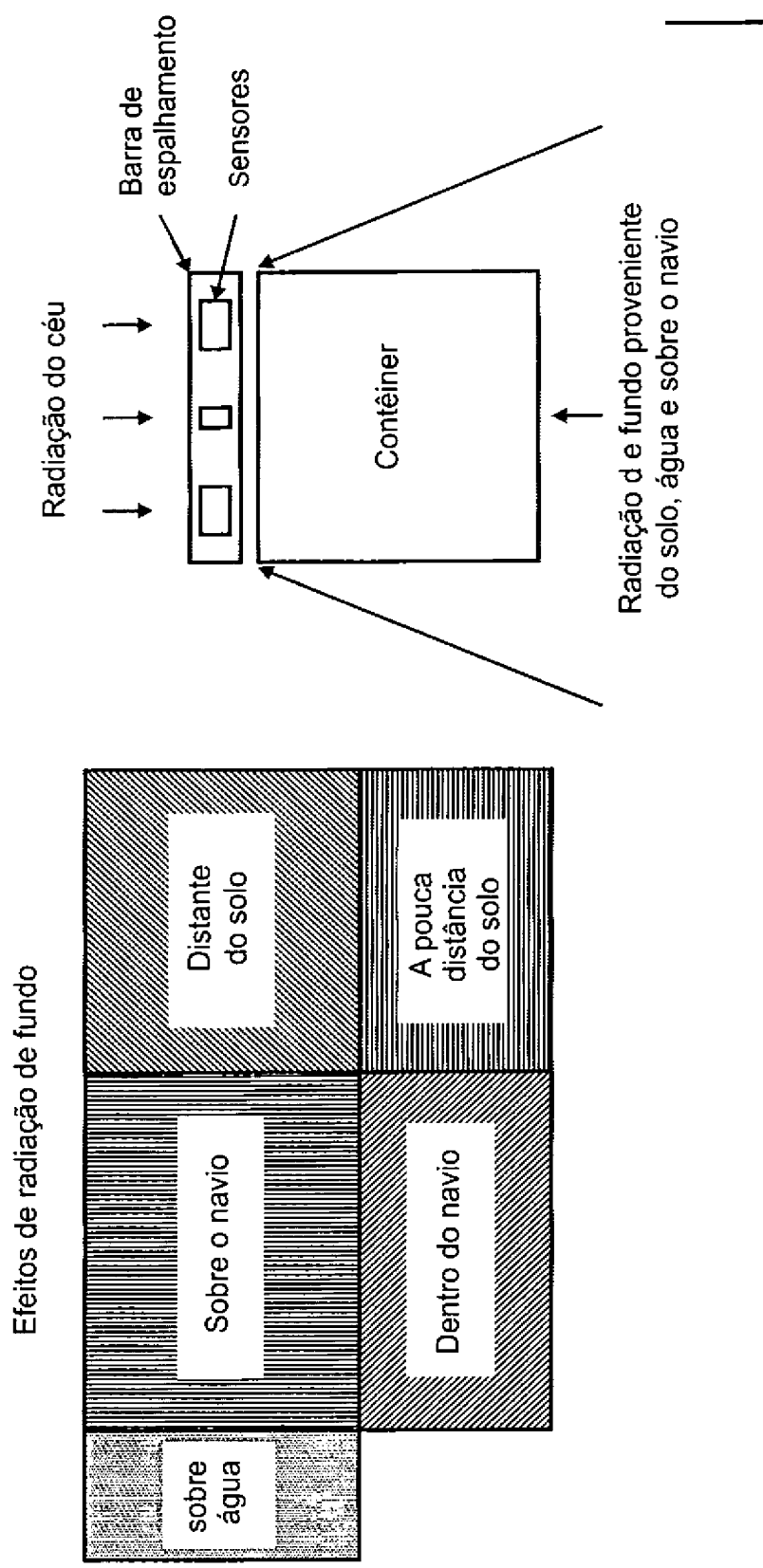


Vista isométrica inferior



Vista isométrica superior

FIG. 6



Fundo incrementado
Fundo primário

= Fundo dinâmico

FIG. 8

$$B_i(X) = A_i(X) * \alpha + B_{i-1}(X) * (1-\alpha)$$

$B_i(X) =$	$A_i(X)$	$* \alpha$	$+ B_{i-1}(X)$	$* (1-\alpha)$
Novo fundo dinâmico	Imagem de fundo	Taxa de aprendizado	Fundo anterior	Diferencial

B = Fundo calculado

A = Fundo incrementado

X = Número de canal

FIG. 9

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DE MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA VERIFICAÇÃO DE CONTEÚDO DE CONTÊINER"**.

5 A presente invenção refere-se a um processo de múltiplos estágios que detecta e que identifica materiais de radiação, explosivos e especiais dentro de um container de transporte. O processo utiliza sensores de radiação configurados como nós em uma rede distribuída. O processo coleta dados de radiação a partir dos nós. Os dados de radiação são associados ao container e seu conteúdo. Os dados de radiação coletados são ajustados
10 dinamicamente de acordo com os dados de radiação de fundo de alteração dinâmica, tal como com relação à água, terra, ar, solo e outras estruturas. O processo compara os dados de radiação coletados e ajustados a imagens espectrais representando isótopos para a identificação de um ou mais isótopos presentes. Os isótopos identificados são correspondidos com possíveis
15 materiais que representam. Os possíveis materiais são comparados a um manifesto do container para confirmar a identidade dos materiais contidos no container ou para detectar e/ou identificar materiais não-autorizados no container. Um dispositivo de pulso de nêutrons pode ser utilizado para identificar materiais protegidos, explosivos e outros tipos de materiais.