



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº PI 1011032-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 1011032-1

**(22) Data do Depósito:** 21/05/2010

**(43) Data da Publicação Nacional:** 28/11/2017

**(51) Classificação Internacional:** G01N 23/04.

**(30) Prioridade Unionista:** US 61/180,471 de 22/05/2009.

**(54) Título:** SISTEMA COMPACTO DE VARREDURA DE CARGA MÓVEL

**(73) Titular:** RAPISCAN SYSTEMS, INC.. Endereço: 2805 Columbia Street Torrance CA 90503, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

**(72) Inventor:** EDWARD JAMES MORTON; FRANK BALDWIN; ANDREAS F. KOTOWSKI.

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/135620 de 25/11/2010

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 21/05/2010, observadas as condições legais

**Expedida em:** 19/11/2019

Assinado digitalmente por:  
**Liane Elizabeth Caldeira Lage**  
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**SISTEMA COMPACTO DE VARREDURA DE CARGA MÓVEL****REFERÊNCIA CRUZADA**

A presente invenção se refere ao Pedido de Patente Provisória U.S. N° 61/180.471, depositado em 22 de maio de 5 2009, para prioridade.

A presente invenção é uma continuação em parte do Pedido de Patente U.S. N° 12/339.591, intitulado Rotatable Boom Cargo Scanning System, depositado em 19 de dezembro de 2008, o qual é uma continuação em parte do Pedido de 10 Patente dos Estados Unidos Número 11/948.814, intitulado "Single Boom Cargo Scanning System", depositado em 30 de novembro de 2007, o qual é uma continuação da Patente dos Estados Unidos Número 7.322.745, intitulada "Single Boom Cargo Scanning System", depositada em 9 de agosto de 2004, 15 a qual se baseia, na prioridade, no Pedido de Patente Provisória dos Estados Unidos Número 60/493.935, depositado em 8 de agosto de 2003, e é uma continuação em parte do Pedido de Patente dos Estados Unidos Número 10/201.543, intitulado "Self-Contained Portable Inspection System and 20 Method", depositado em 23 de julho de 2002, e agora Patente dos Estados Unidos Número 6.843.599. O pedido '591 ainda se baseia no Pedido Provisório U.S. 61/014.814, depositado em 19 de dezembro de 2007, para prioridade. O pedido '591 também é uma continuação em parte do Pedido de Patente dos 25 Estados Unidos Número 12/051.910, intitulado "Single Boom Cargo Scanning System", e depositado em 20 de março de 2008, o qual é uma continuação da Patente dos Estados Unidos Número 7.369.463, do mesmo título, depositada em 12 de janeiro de 2007, a qual é uma continuação em parte da 30 Patente dos Estados Unidos Número 7.322.745.

A presente invenção também é uma continuação em parte do Pedido de Patente dos Estados Unidos Número 12/263.160, intitulado "Cargo Scanning System", e depositado em 31 de outubro de 2008, o qual ainda se baseia no Pedido de Patente Provisória dos Estados Unidos Número 60/984.786, depositado em 2 de novembro de 2007, para prioridade, e é uma continuação em parte da Patente dos Estados Unidos Número 7.322.745.

O presente pedido também é uma continuação em parte de 12/349.534, o qual é uma continuação do Pedido de Patente dos Estados Unidos Número 10/939.986, intitulado "Self-Contained Mobile Inspection System", e depositado em 13 de setembro de 2004, o qual é uma continuação em parte de 10/915.687 (emitido como Patente N° 7.322.745), o qual é continuação em parte de 10/201.543 (emitido como Patente N° 6.843.599) e ainda se baseia no Pedido de Patente Provisória dos Estados Unidos Número 60/502.498, depositado em 12 de setembro de 2003, para prioridade.

Todos os pedidos de patente listados acima são incorporados aqui como referência.

#### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere geralmente a um sistema de inspeção independente e a um método e, mais especificamente, a métodos e sistemas melhorados para a detecção de materiais escondidos em uma ampla variedade de receptáculos e/ou recipientes de carga. Em particular, a presente invenção se refere a métodos e sistemas melhorados para a inspeção de receptáculos e/ou de contêineres de usando uma lança única que pode ser dobrada, de modo que o sistema de inspeção seja de peso leve e relativamente

compacto em uma configuração armazenada e tenha baixa altura e um centro de gravidade que se presta a uma maneabilidade maior.

#### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 Os sistemas de raio X são usados para fins de inspeção médica, industrial e de segurança, porque eles podem gerar de forma efetiva em termos de custos imagens de espaços internos não visíveis para o olho humano. Os materiais expostos a uma radiação de raios X absorvem quantidades  
10 diferentes de radiação de raios X e, portanto, atenuam um feixe de raio X para graus variáveis, resultando em um nível transmitido de radiação que é característico do material. A radiação atenuada pode ser usada para a geração de uma descrição útil do conteúdo do objeto irradiado. Uma  
15 configuração de raio X de energia única típica usada no equipamento de inspeção de segurança pode ter um formato de ventilador ou um feixe de raio X de varredura que é transmitido através do objeto inspecionado. A absorção de raios X é medida por detectores, após o feixe ter passado  
20 através do objeto e uma imagem ser produzida de seu conteúdo e apresentada para um operador.

Uma fraude em negócios, contrabando e terrorismo aumentaram a necessidade desses sistemas de inspeção não intrusivos em aplicações variando de inspeção de meio-fio  
25 de veículos estacionados a uma varredura em portos congestionados e de tráfego alto, porque sistemas de transporte, os quais eficientemente proveem o movimento de mercadorias através de fronteiras, também proveem oportunidades para a inclusão de itens de contrabando, tais  
30 como armas, explosivos, drogas ilícitas e metais preciosos.

O termo porto, embora geralmente aceito como se referindo a um porto marítimo, também se aplica a um cruzamento de uma fronteira terrestre ou qualquer porto de entrada.

Com um aumento no comércio global, as autoridades portuárias requerem espaços marítimos para atracagem adicionais e um espaço de armazenamento de contêiner associado. As exigências adicionais de espaço tipicamente são atendidas pela introdução de pilhas mais altas de contêiner, uma expansão de portos ao longo da linha costeira ou pelo movimento para dentro da costa. Contudo, estes cenários tipicamente não são possíveis. O espaço em geral é uma demanda substancial e um suprimento que falta. Os portos existentes operam sob uma rotina que não é facilmente modificada sem causar uma perturbação na infraestrutura inteira do porto. A introdução de novos procedimentos ou tecnologias frequentemente requer uma mudança substancial nos procedimentos operacionais do porto existente, de modo a se contribuir para a produção do porto, a eficiência e a operabilidade.

Com espaço limitado e uma necessidade de expansão, encontrar espaço adequado para a acomodação de instalações de inspeção adicionais ao longo da rota de processo normal permanece difícil. Adicionalmente, as localizações selecionadas não são necessariamente permanentes o bastante para que os operadores de porto se comprometam com uma instalação de longo prazo de um equipamento de inspeção. Mais ainda, sistemas incorporando fontes de raio X de energia alta ou aceleradores lineares (LINAC) requerem um grande investimento em material de blindagem (geralmente na forma de formações ou edificações de concreto) ou o uso de

zonas de exclusão (espaço morto) em torno da edificação em si. Em qualquer caso, a área ocupada de edificação é significativa, dependendo do tamanho de contêineres de carga a serem inspecionados.

5 Um sistema de inspeção móvel oferece uma solução apropriada para a necessidade de capacidades melhoradas de inspeção. Devido ao fato de o sistema ser realocável e um investimento em uma edificação permanente para a acomodação do equipamento ser eliminado, a alocação de local se torna  
10 um problema menor e a introdução de um sistema como esse se torna menos perturbadora. Também, um sistema de raio X móvel provê aos operadores, através de uma produção mais alta, a capacidade de inspecionar um arranjo maior de carga, remessas, veículos e outros contêineres.

15 Os sistemas de inspeção realocáveis convencionais geralmente compreendem pelo menos duas lanças, em que uma lança conterà uma pluralidade de detectores e a outra lança conterà pelo menos uma fonte de raio X. Os detectores e a fonte de raio X funcionam em uníssono para a varredura da  
20 carga no veículo em movimento. Em sistemas de inspeção realocáveis de lança única convencionais, a fonte de raio X está localizada em um caminhão ou leito plano, e os detectores em uma estrutura de lança se estendendo para fora a partir do caminhão. Estes sistemas são  
25 caracterizados por sistemas de motor de varredura em movimento, em que o sistema de detector de fonte se move com respeito a um objeto estacionário a ser inspecionado. Também, os detectores e a fonte de radiação são montados em um leito móvel, uma lança ou um veículo, de modo que eles  
30 sejam integralmente ligados ao veículo. Isto limita a

flexibilidade de desmontagem do sistema inteiro para uma portabilidade ótima e um emprego ajustável para a acomodação de um arranjo amplo de cargas de tamanho diferente, remessas, veículos e outros contêineres. Também, como resultado, estes sistemas podem ser complicados de empregar e impõe várias desvantagens e restrições.

Por exemplo, em um sistema de motor de varredura em movimento, o movimento da fonte e do detector, em relação a um objeto estacionário, pode causar uma torção lateral e uma elevação e queda do detector ou da fonte, devido ao movimento do scanner sobre um terreno não uniforme, induzindo distorções nas imagens varridas e um desgaste mais rápido e destruição do sistema de scanner. Os sistemas em que o peso do detector ou da fonte é mantido em uma lança requerem alta resistência estrutural para a lança, de modo a ter a lança estável para o processo de formação de imagem, desse modo se somando mais peso ao sistema. Esses sistemas que requerem uma lança com detector montado se desdobrando durante um emprego podem causar um deslocamento instável do centro de gravidade do sistema para fora da base, fazendo com que o sistema tombe. Ainda, no caso de sistemas de motor de varredura em movimento, usando uma abordagem de lança de "braço oscilante", o motorista dirigindo o caminhão scanner é incapaz de medir a possibilidade de bater na caixa de detector, montada em uma lança, com um veículo sob inspeção (VUI), já que a caixa de detector está no outro lado do VUI durante uma varredura e não é visível para o motorista.

Adicionalmente, com sistemas de motor de varredura em movimento, sempre é requerido que o caminhão suportando o

sistema de scanner mova o peso pleno do scanner, independentemente do tamanho e da carga do VUI, impondo uma deformação maior no sistema de varredura. Também é desvantajoso em sistemas convencionais o fato de que eles  
5 sofrem de uma falta de rigidez, são difíceis de implementar e/ou têm campos de visão menores.

Assim sendo, há uma necessidade de métodos e sistemas melhorados de inspeção construídos em um veículo para rodovias regulares independentes que possam ser levados  
10 para um local e rapidamente empregados para inspeção. O método e o sistema melhorados podem servir, portanto, a múltiplos locais de inspeção e estabelecer inspeções de surpresa para frustrar traficantes contrabandistas que, tipicamente, desvia operações de contrabando de postos de  
15 fronteira que têm medidas de interdição firmes para pontos de fronteira com menores capacidades de inspeção. Mais ainda, há uma necessidade adicional de métodos e sistemas que requeiram uma área ocupada mínima para a realização de uma inspeção e que usem uma faixa suficiente de espectro de  
20 energia de radiação para envolver uma varredura segura e efetiva de veículos comerciais leves, bem como de contêineres de carga ISO substancialmente carregados de 20 pés (6,1 m) ou 40 pés (12,2 m). É importante que essa varredura seja realizada sem comprometimento da integridade  
25 da carga e deve ser empregável prontamente, de forma ideal, em uma variedade de ambientes variando de aeroportos a portos de entrada, onde um modo de inspeção de lado único precisa ser usado, devido à ambientes congestionados. Necessidades similares são consideradas na Patente dos  
30 Estados Unidos Número 6.543.599, intitulada "Self-Contained

Portable Inspection System and Method", a qual é incorporada aqui como referência em sua totalidade.

Os métodos e sistemas melhorados são adicionalmente necessários para se manter a posição relativa entre a fonte de radiação e o detector fixado para se evitar uma distorção em imagens causada pelo movimento do scanner e/ou dos detectores por um terreno não uniforme ou devido a estruturas instáveis. Mais ainda, há uma necessidade de métodos e sistemas melhorados que possam prover uma varredura de carga compreensiva em cenários portáteis e estacionários. Especificamente, são necessários métodos e sistemas nos quais uma lança única seja empregada para a geração de imagens de qualidade para inspeção. Ainda, o sistema deve ser montado em um veículo realocável, capaz de receber e empregar a lança.

O que também é necessário é um sistema de varredura de carga de lança única que permite um emprego rápido e fácil, rigidez e alinhamento firme das fontes de radiação e detectores, e um feixe de radiação colimado estreito, assim se permitindo uma zona de exclusão menor. Além disso, o que é necessário é um projeto de sistema de varredura ótimo que permite que uma fonte de radiação seja mais próxima do Objeto sob Inspeção ("OUI"), desse modo se permitindo uma capacidade de penetração mais alta e uma varredura completa do veículo alvo, sem um corte de canto. Necessidades similares são consideradas na Patente dos Estados Unidos Número 7.322.745, intitulada "Single Boom Cargo Scanning System", a qual é incorporada aqui como referência em sua totalidade.

Ainda, nos sistemas de inspeção de carga móveis

conhecidos na técnica, as estruturas de lança são tipicamente pesadas, desse modo se fazendo com que o peso geral do sistema de varredura seja perto dos ou mesmo além dos limites de carga de eixo admissíveis. Ainda, as lanças são volumosas quando armazenadas, de modo que o veículo tem aproximadamente 4 m de altura acima do nível da estrada. Isto torna um sistema de varredura móvel não apenas difícil de manobrar, mas, também, restringe seu movimento em territórios diferentes, devido às restrições de rodagem aplicáveis em peso de transporte. Portanto, também é uma necessidade um sistema de varredura que possa ser armazenado em uma área relativamente compacta, de modo que possa ser facilmente transportado em estradas, bem como por ar. Além disso, também há uma necessidade de um sistema de varredura o qual seja de peso leve, e tem uma altura baixa e um centro de gravidade em uma posição armazenada, desse modo se permitindo um transporte por estrada, mesmo em áreas desafiadoras, íngremes e com encostas.

O que é necessário é um sistema de varredura que pode ser empregado a partir de uma configuração armazenada para uma configuração operacional em áreas de operação tendo espaço horizontal ou vertical.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção é um sistema de inspeção móvel independente e método para a detecção de materiais escondidos em uma ampla variedade de receptáculos e/ou contêineres de carga. Em particular, a presente invenção é um método melhorado e um sistema para a inspeção de receptáculos e/ou contêineres de carga usando uma lança única que pode ser dobrada e desdobrada, de modo que o

sistema de inspeção seja relativamente compacto em uma configuração armazenada e tenha uma altura baixa se prestando a maior maneabilidade. Esta e outras modalidades da presente invenção serão descritas em maior profundidade nos desenhos e na descrição detalhada providos abaixo.

Em uma modalidade, o presente relatório mostra um sistema de inspeção que compreende um veículo que tem um primeiro eixo próximo de uma dianteira do referido veículo e um eixo traseiro próximo de uma traseira do referido veículo, em que uma primeira área é delimitada pelo eixo traseiro se estendendo até a dianteira do referido veículo e uma segunda área é delimitada pelo eixo traseiro se estendendo até a traseira do referido veículo; uma fonte radiológica; e uma lança afixada de forma móvel ao referido veículo, em que a referida lança compreende uma primeira seção vertical, uma segunda seção vertical e uma seção horizontal e em que, quando plenamente empregada, a referida lança define uma área que tem uma altura em uma faixa de 2000 mm a 5300 mm e uma largura em uma faixa de 2000 mm a 4000 mm, em que o referido sistema pesa menos do que 20.000 kg e é capaz de obter uma penetração radiológica de pelo menos 30 mm de aço. Opcionalmente, a penetração mínima pode ser de 31 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 120 mm ou algum incremento ali.

A fonte radiológica é afixada ao referido veículo. A fonte radiológica é afixada ao referido veículo, mas não afixada à referida lança. A fonte radiológica é uma fonte de raio X, que é pelo menos um dentre um gerador de raio X com uma voltagem de tubo de 100 kVp a 500 kVp e uma corrente de tubo de 0,1 mA a 20 mA, uma fonte de acelerador

linear de 0,8 MV a 2,5 MV com uma taxa de extração de dose de menos de 0,1 Gy/min a 1 m e uma fonte de acelerador linear de 2,5 MV a 6 MV com uma taxa de dose de extração em uma faixa de 0,1 Gy/min a 1 m a 10 Gy/min a 1 m. O veículo  
5 tem apenas um eixo traseiro, mas em algumas configurações pode ter mais de um. A lança tem um peso, e em que a referida lança é posicionada de modo que o peso atue substancialmente sobre o eixo traseiro. A lança tem um peso, e em que a referida lança é posicionada de modo que o  
10 peso atue sobre a primeira área.

A lança tem uma estrutura de retículo compreendendo uma pluralidade de seções de lança conectadas por uma pluralidade de nós, em que a referida estrutura define uma área interna de retículo. A caixa de detector ou sensor é  
15 conectada ao exterior da área interna de retículo. O veículo compreende uma pluralidade de alvos, em que cada um dos referidos alvos está em uma parte diferente do referido veículo.

O sistema de inspeção ainda compreende uma câmera em  
20 comunicação de dados com um controlador, em que a referida câmera captura um movimento dos referidos alvos e em que o referido controlador determina que porção do referido veículo se moveu, com base no movimento do referido alvo. O controlador determina uma velocidade do referido veículo  
25 com base no referido movimento dos referidos alvos. O controlador modula uma frequência na qual dados de raio X são coletados com base na referida velocidade.

Em uma outra modalidade, o sistema de inspeção compreende um veículo que tem um primeiro eixo próximo de  
30 uma dianteira do referido veículo e um eixo traseiro

próximo de uma traseira do referido veículo, em que uma primeira área é delimitada pelo eixo traseiro se estendendo até a dianteira do referido veículo e uma segunda área é delimitada pelo eixo traseiro se estendendo até a traseira do referido veículo; uma fonte radiológica; e uma lança, que tem um peso, afixada de forma móvel ao referido veículo, em que a referida lança compreende uma primeira seção vertical, uma segunda seção vertical e uma seção horizontal e em que o referido peso é posicionado de modo a atuar substancialmente sobre a referida primeira área e não na referida segunda área, em que o referido sistema pesa 15.000 kg ou menos.

O sistema é capaz de obter uma penetração radiológica de pelo menos 30 mm de aço. Quando plenamente empregada, a lança define uma área que tem uma altura em uma faixa de 2000 mm a 5300 mm e uma largura em uma faixa de 2000 mm a 4000 mm. A fonte radiológica é afixada ao referido veículo e capaz de ser movida de uma primeira posição para uma segunda posição, em que cada uma das referidas primeira e segunda posições é próxima do referido veículo. A fonte radiológica é uma fonte de raio X que é pelo menos um dentre um gerador de raio X com uma voltagem de tubo de 100 kVp a 500 kVp e uma corrente de tubo de 0,1 mA a 20 mA, uma fonte de acelerador linear de 0,8 MV a 2,5 MV com uma taxa de extração de dose de menos de 0,1 Gy/min a 1 m e uma fonte de acelerador linear de 2,5 MV a 6 MV com uma taxa de dose de extração em uma faixa de 0,1 Gy/min a 1 m a 10 Gy/min a 1 m. A lança tem uma estrutura de retículo compreendendo uma pluralidade de seções de lança conectadas por uma pluralidade de nós, em que a referida estrutura

define uma área interna de retículo.

**BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

Estes e outros recursos e vantagens da presente invenção serão apreciados, conforme eles se tornarem mais bem entendidos por uma referência à descrição detalhada a seguir, quando considerados em relação aos desenhos associados, em que:

a figura 1 ilustra o sistema de inspeção móvel de acordo com uma modalidade da presente invenção em um modo transportável com a lança armazenada no veículo;

a figura 2a mostra três seções de uma lança quando plenamente empregada, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 2b mostra uma vista lateral de uma modalidade de um veículo de inspeção móvel com a lança em uma condição armazenada ou dobrada;

a figura 3a descreve o funcionamento de uma seção de suporte vertical de uma lança de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 3b descreve o funcionamento de uma seção de suporte vertical de uma lança de acordo com uma outra modalidade da presente invenção;

a figura 4a descreve a montagem de uma seção de suporte vertical de uma lança em uma modalidade do veículo de inspeção móvel em uma condição empregada;

a figura 4b descreve a montagem de uma seção de suporte vertical de uma lança em uma modalidade do veículo de inspeção móvel em uma condição armazenada;

a figura 5a ilustra uma primeira configuração de uma estrutura de retículo de massa baixa de exemplo a qual atua

para a redução do peso da lança, conforme usado em uma modalidade da presente invenção;

a figura 5b ilustra uma segunda configuração de uma estrutura de retículo de massa baixa de exemplo a qual atua para a redução do peso da lança, conforme usado em uma modalidade da presente invenção;

a figura 5c ilustra uma terceira configuração de uma estrutura de retículo de massa baixa de exemplo a qual atua para a redução do peso da lança, conforme usado em uma modalidade da presente invenção;

a figura 5d ilustra uma segunda configuração de uma estrutura de retículo de massa baixa de exemplo a qual atua para a redução do peso da lança, conforme usado em uma modalidade da presente invenção;

a figura 6 mostra um projeto de exemplo para uma lança e uma caixa de detector combinadas;

a figura 7 apresenta um mecanismo de exemplo para dobramento e desdobramento da lança horizontal para fora do suporte vertical;

a figura 8a mostra um mecanismo de travamento de exemplo, o qual é usado quando a lança está desdobrada;

a figura 8b mostra um mecanismo de travamento de exemplo, o qual é usado quando a lança está desdobrada;

a figura 9 mostra uma estrutura de suporte de lança adicional a qual pode ser usada opcionalmente para ajudar no emprego da lança;

a figura 10 mostra uma outra estrutura de suporte de lança;

a figura 11a ilustra um primeiro arranjo de dobramento de economia de espaço entre uma lança horizontal e uma

lança vertical, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 11b ilustra um segundo arranjo de dobramento de economia de espaço entre uma lança horizontal e uma  
5 lança vertical, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 12a ilustra uma configuração de lança de exemplo a qual limita a rotação da fonte de raio X;

a figura 12b ilustra uma outra configuração de lança  
10 de exemplo a qual limita a rotação da fonte de raio X;

a figura 13a ilustra um mecanismo de exemplo para a minimização do movimento de oscilação da fonte de raio X durante um emprego de lança;

a figura 13b ilustra um outro mecanismo de exemplo  
15 para a minimização do movimento de oscilação da fonte de raio X durante um emprego de lança;

a figura 14a ilustra uma configuração para a montagem da fonte de raio X;

a figura 14b ilustra uma configuração alternativa para  
20 a montagem da fonte de raio X;

a figura 15a ilustra um mecanismo de travamento de exemplo para a lança e a fonte de raio X;

a figura 15b ilustra um outro mecanismo de travamento de exemplo para a lança e a fonte de raio X;

a figura 16a ilustra um alinhamento de feixe de raio X  
25 com os detectores;

a figura 16b ilustra um outro alinhamento de feixe de raio X com os detectores;

a figura 17a ilustra uma configuração de exemplo na  
30 qual o sistema de varredura da presente invenção pode ser

empregado;

a figura 17b ilustra uma outra configuração de exemplo na qual o sistema de varredura da presente invenção pode ser empregado;

5 a figura 17c ilustra uma outra configuração de exemplo na qual o sistema de varredura da presente invenção pode ser empregado;

a figura 18 ilustra uma configuração de sensor de exemplo para controle do sistema de raio X quando operando  
10 no modo de passagem de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 19 mostra uma localização de exemplo de três alvos de visão com respeito a um veículo sendo inspecionado;

15 a figura 20 mostra a saída de um sensor de laser de varredura como uma função do tempo;

a figura 21 ilustra uma modalidade em que um controlador lógico de processo (PLC) é usado para controle do controle de tráfego e do mecanismo de controle de raio X  
20 no sistema de varredura da presente invenção;

a figura 22 ilustra uma configuração de detector de exemplo de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a figura 23 ilustra uma outra configuração de exemplo em que os detectores são empilhados, de acordo com uma  
25 modalidade da presente invenção;

a figura 24 mostra uma vista em elevação lateral do veículo de inspeção móvel da presente invenção compreendendo uma cápsula de inspeção de acordo com uma modalidade;

30 a figura 25a mostra uma vista de topo do veículo de

inspeção móvel da presente invenção compreendendo uma cápsula de inspeção em estado retrátil para viagem;

a figura 25b mostra uma vista de topo do veículo de inspeção móvel da presente invenção compreendendo uma cápsula de inspeção em estado extensível durante um emprego/uma operação;

a figura 26a mostra uma vista em elevação lateral do veículo de inspeção móvel da presente invenção compreendendo uma cápsula de inspeção acessível para um inspetor que pode estar sentado acima do nível da roda dianteira;

a figura 26b mostra uma vista de topo do veículo de inspeção móvel da presente invenção compreendendo uma cápsula de inspeção acessível para um inspetor que pode estar sentado acima do nível da roda dianteira;

a figura 27 mostra uma vista de topo do veículo de inspeção móvel da presente invenção que tem um leito rotativo;

a figura 28a mostra uma modalidade de estrutura/configuração de lança para movimento de um ponto de pivô da lança para frente das rodas traseiras do veículo de inspeção móvel;

a figura 28b mostra um suporte vertical da lança da figura 28a estendida em uma orientação plenamente vertical juntamente com a lança horizontal estando perpendicular ao suporte vertical;

a figura 28c mostra a lança horizontal da lança da figura 28a sendo rotada a 90 graus para ser perpendicular ao lado longo do veículo móvel;

a figura 28d mostra a lança vertical da lança da

figura 28a sendo abaixada para um emprego pleno completo;

a figura 29a mostra uma modalidade de estrutura/configuração de lança, quando em uma condição armazenada, de acordo com um outro aspecto da presente  
5 invenção;

a figura 29b mostra um suporte vertical da lança da figura 29a em posição vertical juntamente com fazer com que a lança horizontal se estenda para fora em uma direção perpendicular à borda longa do veículo;

10 a figura 29c mostra a lança vertical da lança da figura 29a sendo abaixada para um emprego pleno completo;

a figura 30 mostra uma modalidade da estrutura/configuração de lança da presente invenção, onde a lança é empregada usando-se um guindaste de bordo;

15 a figura 31a mostra uma modalidade da estrutura/configuração de lança da presente invenção compreendendo quatro componentes;

a figura 31b mostra as duas seções verticais da lança da figura 31a desdobrada em uma configuração de extremidade  
20 a extremidade;

a figura 31c mostra a lança horizontal da figura 31a sendo estendida perpendicularmente à borda longa do veículo através de um movimento de rotação de 90 graus da plataforma de rotação;

25 a figura 31d mostra uma modalidade da lança da figura 31a em que o suporte vertical superior é retrátil/extensível de forma telescópica para/a partir do suporte vertical inferior;

a figura 32a mostra uma modalidade da  
30 estrutura/configuração de lança da presente invenção

compreendendo quatro componentes;

a figura 32b mostra as duas seções de suporte vertical da lança da figura 32a estendidas a partir da horizontal (posição armazenada) para a posição vertical; e

5 a figura 32c mostra as seções de lança horizontais e verticais dobradas da lança da figura 32a sendo movidas da orientação horizontal para a vertical.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção é dirigida a um sistema de  
10 inspeção portátil para a geração de uma representação de imagem de objetos alvos usando uma fonte de radiação, que compreende um veículo móvel; um arranjo de detector fisicamente anexado a uma lança móvel única que tem uma extremidade proximal e uma extremidade distal e pelo menos  
15 uma fonte de radiação, em que a fonte de radiação é afixada de forma fixa à extremidade proximal da lança e ajustável para uma altura de varredura desejável. A imagem é gerada pela introdução de objetos alvos entre a fonte de radiação e o arranjo de detector, desse modo se expondo objetos a  
20 uma radiação e subsequentemente à detecção da radiação. A lança pode ser desdobrada a partir de uma primeira configuração armazenada para uma segunda configuração empregada e operacional.

O sistema da presente invenção é vantajoso pelo fato  
25 de prover uma configuração armazenada altamente compacta e ter uma altura alta, de modo que a parte mais alta da lança não exceda à altura da cabine do motorista, dentre outros benefícios. O sistema de inspeção da presente invenção provê uma configuração empregada forte com a fonte de  
30 radiação e os detectores prontamente alinhados e uma

posição de ângulo de varredura selecionável, e pode ser convertido de uma configuração empregada para uma configuração empregada e operacional em áreas tendo espaço horizontal e vertical limitado. Ainda, o sistema de  
5 inspeção da presente invenção é capaz de usar um LINAC pequeno ou grande, em energias altas, bem como baixas. Também pode ser usado com fontes de radiação convencionais.

Em uma modalidade, a presente invenção é dirigida a uma nova configuração de lança para o sistema de inspeção  
10 móvel, a qual se dirige a muitas das questões que afetam projetos de lança conhecidos na técnica. O projeto de lança da presente invenção provê um sistema de varredura de peso leve, e a lança também pode ser armazenada de uma maneira compacta. Isto torna o veículo de inspeção móvel resultante  
15 altamente manobrável. Ainda, devido a seus pesos de eixo baixos, o veículo de inspeção móvel não está sujeito a quaisquer restrições de rodagem, e pode se mover livremente através de todos os territórios do mundo.

Deve ser apreciado que os vários movimentos mecânicos  
20 e/ou hidráulicos aqui podem ocorrer por uma manipulação manual das estruturas físicas ou dos componentes hidráulicos ou, conforme é preferido, por sinais transmitidos por um controlador. Em uma modalidade, um dispositivo de computação com uma interface gráfica de  
25 usuário é empregado para receber comandos de usuário, transmitir comandos de usuário para controladores que estejam em comunicação de dados com os vários componentes de lança, de suporte, de guincho e/ou hidráulicos descritos aqui, e recebem dados dos controladores indicativos do  
30 estado de cada um dos vários componentes de lança, de

suporte, de guincho e/ou hidráulicos descritos aqui. Qualquer dispositivo de computação ou sistema de controlador pode ser usado, incluindo laptops, dispositivos móveis, componentes de mesa e centros de controle de raio X, e qualquer forma de comunicação de dados pode ser usada, incluindo comunicações com fio ou sem fio.

A figura 1 ilustra o veículo de inspeção móvel 101 da presente invenção em seu modo de transporte normal, em que a lança 102 está armazenada no veículo. Na modalidade da figura 1, o veículo de inspeção 101 é um caminhão e a lança 102 na condição armazenada fica substancialmente paralela ou plataforma 103 do caminhão 101. A cabine 104 do caminhão é a parte mais alta do veículo e, tipicamente, está a uma altura de 2,6 metros do solo até o ponto mais alto. A lança 102 da presente invenção é projetada de modo que seja capaz de ser dobrada para se ajustar em um espaço mais baixo do que a altura da cabine 104, isto é, a parte mais alta da lança 102 não excede à altura da cabine de motorista 104.

As pessoas de conhecimento comum na técnica devem notar que a dimensão de veículo geral padrão máxima de um caminhão tipicamente é de 12 m (L) x 2,5 m (W) x 4 m (H). Contudo, a área ocupada geral do veículo de inspeção móvel 101 da presente invenção com a lança compacta 102 quando armazenada nele é de 11 m (L) x 2,5 m (W) x 4 m (H) de acordo com uma modalidade. Em uma modalidade alternativa, a área ocupada do veículo 101 é de 8 m (L) x 2,5 m (W) x 2,6 m (H). O projeto compacto do veículo 101 com a lança armazenada 102 da presente invenção oferece um tamanho geral substancialmente pequeno para o veículo de inspeção, quando usado com um túnel de inspeção de tamanho pleno de

4,6 m (H) x 3,5 m (W), tipicamente.

A figura 2a mostra a lança quando plenamente empregada. A lança compreende três seções: suporte vertical 201a (conectado a uma fonte de raio X 201d), lança horizontal 202a e lança vertical 203a.

A figura 2b mostra uma vista lateral do veículo de inspeção móvel 200, quando está em uso, de modo que a lança esteja em uma condição empregada. Conforme mencionado, o projeto de lança da presente invenção compreende três componentes - suporte vertical 201b (conectado a uma fonte de raio X 203d), lança horizontal 202b e lança vertical 203b, os quais na condição armazenada podem ser dobrados paralelos a cada outro, de maneira tal que o espaço total ocupado pela lança seja minimizado. Uma vez que a lança é colapsível para um volume pequeno (de 1,5 m (H) x 1,2 m (W) x 5,0 m (L) em uma modalidade), quando armazenada, a altura geral do veículo de inspeção é substancialmente reduzida, quando configurado para transporte. Em uma modalidade, a altura geral do veículo de inspeção é de em torno de 2,6 m durante o transporte, quando comparado com uma altura de 4,0 m para veículos convencionais. Isto ainda permite o transporte do veículo por avião (tal como um transportador militar C-130) para um emprego rápido, onde apropriado.

Com referência, agora, às figuras 2a e 2b em conjunto, as seções de suporte verticais 201a, 201b são fabricadas usando-se um material forte, o qual, em uma modalidade, é aço. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que outros materiais de engenharia, tais como um compósito de fibra de carbono, alumínio ou estruturas compósitas de metal, também podem ser usados.

Uma vantagem da estrutura/do projeto de lança da presente invenção é que o peso geral do veículo de inspeção móvel 200 é substancialmente reduzido. Por exemplo, um veículo de túnel de varredura de tamanho pleno de 4,6 m (H) x 3,5 m (W) tem um peso total de menos de 25.000 kg, preferencialmente menos de 20.000 kg e, mais preferencialmente, de menos de 15.000 kg. As pessoas de conhecimento comum na técnica apreciariam que este peso do veículo de inspeção móvel da presente invenção é substancialmente menor, quando comparado com o caminhão padrão da técnica anterior que, tipicamente, pesaria mais de 25.000 kg. O veículo mais leve 200 da presente invenção vantajosamente permite que o veículo/caminhão opere com um eixo dianteiro único e um eixo traseiro único. Os projetos convencionais requerem pelo menos 2 e, frequentemente, 3 eixos traseiros para adequação aos regulamentos de estradas em certos países/regiões, devido aos pesos comparativamente altos dos veículos da técnica anterior. Este sistema também permite a obtenção de uma penetração de aço de mais de 90 mm, incluindo 100 mm, 120 mm, 150 mm, 180 mm e qualquer incremento ali.

Devido ao peso leve, a um número reduzido de eixos e ao tamanho geral menor, o veículo 200 da presente invenção é muito mais capaz de operar em um terreno difícil do que os projetos convencionais da técnica anterior.

O funcionamento do suporte vertical é adicionalmente detalhado nas figuras 3a e 3b. Conforme mostrado na figura 3a, o suporte vertical 301a está em uma posição quase horizontal, quando não empregado. Em uma modalidade, o suporte vertical 301a está em um ângulo na faixa de 5 a 20

graus com a horizontal, quando em uma posição armazenada. Um ponto fixo 302a é provido em torno do qual o suporte vertical é habilitado a pivotar. Assim, para emprego, a posição do suporte vertical 301a muda de quase horizontal na figura 3a para vertical, conforme descrito em 301b na figura 3b.

A ação de rotação do suporte vertical pelo ponto fixo 302a, 302b pode ser comandada por um número de mecanismos, incluindo, mas não restringindo, um ou mais êmbolos hidráulicos, um ou mais motores elétricos e caixas de transmissão associadas ou um sistema de acionamento por polia. É preferível ser capaz de travar o suporte vertical no lugar, uma vez que tenha sido rodado para a condição de operação ou armazenada. Isto pode ser obtido pelo uso, a título de exemplo, de pinos cônicos (não mostrados), que passam através de uma estrutura de suporte na plataforma de caminhão e para os orifícios localizados adequadamente no suporte vertical. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que outros mecanismos de travamento conhecidos na técnica também podem ser usados no lugar de ou além do exemplo dado.

Em uma modalidade, a fonte de raio X do sistema de varredura é montada de forma rígida na base do suporte vertical, de modo que oscile perto da superfície de rodagem, uma vez que o suporte vertical seja empregado. Isto é ilustrado na figura 4a. Com referência à figura 4a, a fonte de raio X 401a é montada em uma posição deslocada no suporte vertical 402a, de modo que o ponto focal 403a da fonte de raio X esteja em linha com os detectores de raio X (não mostrados) que, em uma modalidade, são montados nas

estruturas de lança horizontal e vertical (não mostradas na figura 4a). Nesta modalidade, a fonte de radiação é posicionada no suporte vertical, o que é uma porção da lança próxima do caminhão, desse modo oferecendo um melhor alinhamento entre a fonte e os detectores. Em sistemas de inspeção convencionais, a fonte de radiação é posicionada no caminhão em si, tal como na lateral ou na traseira do caminhão ou na extremidade distal da lança.

A figura 4b mostra a fonte de raio X 401b juntamente com o suporte vertical 402b na posição armazenada. Pode ser notado a partir da figura 4b que substancialmente todo o peso do suporte vertical 402b atua sobre, está em alinhamento com ou de outra forma é posicionado sobre o eixo traseiro 404b do caminhão. Portanto, o suporte vertical 402b é projetado para a minimização do peso geral do veículo de inspeção móvel, de modo a garantir que o carregamento sobre o eixo traseiro seja mantido em um nível razoável.

A figura 28a mostra uma estrutura de lança/configuração para movimento do ponto de pivô 2806 da lança 2800 para frente das rodas traseiras 2804 do veículo de inspeção móvel 2810, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Nesta modalidade, a lança 2800 compreende três componentes - suporte vertical 2801, lança horizontal 2802 e lança vertical 2803. O suporte vertical 2801 é montado em sua extremidade inferior em uma plataforma rotativa 2805, a qual é fixada de forma segura no chassi de veículo de inspeção. Um atuador é usado para movimento do suporte vertical 2801 de uma orientação substancialmente horizontal (quando armazenado) para uma

orientação vertical em torno de uma articulação ou de um ponto de pivô 2806, o qual é afixado à plataforma rotativa 2805. A lança horizontal 2802 é afixada em uma de suas extremidades ao topo do suporte vertical 2801 usando-se um pino de pivô 2807. Durante o emprego, conforme um atuador estende o suporte vertical 2801, uma ligação mecânica mantém o mesmo ângulo 2820 entre a lança horizontal 2802 e o suporte vertical 2801, como o ângulo 2815 entre o suporte vertical 2801 e a plataforma rotativa 2805. Como resultado, um atuador é usado para a extensão das duas lanças em uma ação ou de forma substancialmente concorrente.

A figura 28b mostra o suporte vertical 2801 estendido em uma orientação plenamente vertical com referência à plataforma rotativa 2805 juntamente com a lança horizontal 2802 também sendo perpendicular ao suporte vertical 2801. Uma vez que o suporte vertical 2801 e a lança horizontal 2802 estejam empregados, conforme mostrado na figura 28b, um outro atuador é usado para rotação da plataforma rotativa 2805 até 90 graus, de modo que a lança horizontal 2802 esteja perpendicular ao lado longo 2825 do veículo e se estendendo para fora, conforme mostrado na figura 28c. Finalmente, conforme mostrado na figura 28d, um terceiro atuador é usado para se abaixar a lança vertical 2803 a partir de um ponto de articulação 2822 na extremidade distal da lança horizontal 2802.

As pessoas de conhecimento comum na técnica devem notar que a configuração de lança das figuras 28a a 28d com o ponto de pivô de lança 2806 sendo vantajosamente à frente das rodas traseiras 2804 reduz substancialmente a carga sobre o eixo traseiro, desse modo tornando o veículo de

inspeção 2810 mais fácil de dirigir e mais compacto, enquanto provê maior proteção para a fonte de raio X (que é montada na extremidade inferior/base do suporte vertical). Um peso mais baixo também contribui para um emprego mais rápido do sistema. Em uma modalidade, o carregamento sobre o eixo traseiro está abaixo de 9 toneladas para um veículo plenamente carregado.

A figura 29a mostra uma perspectiva de topo de uma outra modalidade de estrutura/configuração da lança 2900 quando na condição armazenada, de acordo com um outro aspecto da presente invenção. Nesta modalidade, a lança 2900 compreende dois componentes - um primeiro componente compreendendo o suporte vertical 2901 e a lança horizontal 2902 e um segundo componente compreendendo a lança vertical 2903. O suporte vertical 2901 e a lança horizontal 2902 são fixados a 90 graus entre cada outro, para a formação de um conjunto rígido do primeiro componente. A lança vertical 2903 é articulada a partir da extremidade distal 2922 da lança horizontal 2902.

A base de suporte vertical 2901 é articulada em torno de um ponto 2906, o qual, em uma modalidade, está a 45 graus com a borda longa 2925 do lado do veículo móvel 2910. A articulação o conjunto de primeiro componente (do suporte vertical 2901 e da lança horizontal 2902 em um ângulo fixo de 90 graus com cada outro) em torno do ponto 2906 faz com que o suporte vertical 2901 se torne vertical (durante um emprego) a partir de seu aspecto horizontal de partida (quando armazenado), enquanto simultaneamente faz com que a lança horizontal 2902 se estenda para fora em uma direção perpendicular à borda longa 2925 do veículo, conforme

mostrado na figura 29b. De novo, conforme ilustrado na figura 29c, uma vez que o suporte vertical 2901 e a lança horizontal 2902 estejam em posição, a lança vertical 2903 é abaixada (usando-se um atuador) em torno de um ponto de articulação na extremidade distal 2922 da lança horizontal 2902 para um emprego completo.

Em uma modalidade, é preferível ter o suporte vertical 2901 compreendendo uma primeira porção a qual é fixada de forma rígida ao chassi do veículo 2910 e uma segunda parte, a qual é articulada a partir do topo da primeira parte. Neste caso, a articulação vantajosamente se estenderá por um ângulo de mais de 90 graus, de modo que a interseção entre a parte superior de suporte vertical e a lança horizontal 2902 fique mais perto do chassi do veículo.

A figura 30 mostra ainda uma outra modalidade da estrutura/configuração de lança 3000 de acordo com um aspecto da presente invenção. Nesta modalidade, a lança 3000 compreende três componentes - suporte vertical 3001, lança horizontal 3002 e lança vertical 3003. A lança 3000 compreendendo estes três componentes é armazenada/carregada na traseira do veículo móvel 3010. O veículo 3010 é provido com um guindaste operado manualmente (não mostrado), tal com um Hiab (equipamento semelhante ao da Munck - guindaste em veículo móvel), o qual é usado para elevar as seções de lança para o lugar para formar um pórtico estático 3005 que é usado no modo de portal de passagem. Durante um emprego, em uma modalidade, um operador eleva a lança vertical 3003 para a posição. Em seguida, o operador eleva o suporte vertical 3001 para posição. Finalmente, o operador eleva a lança horizontal 3002 para posição, de modo que ela forme

uma 'ponte' entre o suporte vertical 3001 e a lança vertical 3003. Neste ponto, o operador pode armazenar o guindaste e a lança está pronta para uso.

Em uma modalidade alternativa da presente invenção, uma placa de posicionamento 3015 é primeiramente colocada em posição, desse modo regulando-se uma localização predeterminada exata para a base da lança vertical 3003 em relação ao veículo 3010. Esta placa de posicionamento 3015 pode ser desdobrada a partir do lado do veículo ou pode ser colocada em posição usando-se um guindaste montado em veículo.

Em ainda uma outra modalidade alternativa da presente invenção, o suporte vertical 3001 e a interface gráfica de usuário 3003 são articulados, cada um, a partir de suas respectivas extremidades da lança horizontal 3002 para a formação de um conjunto. O guindaste montado em veículo é usado para a elevação do conjunto de três componentes, a partir da condição armazenada, para uma posição apropriada para emprego. Com o conjunto suspenso no guindaste, o suporte vertical 3001 e a lança vertical 3003 são abaixados a partir de uma posição substancialmente horizontal (em que eles estavam quando armazenados) para uma posição substancialmente vertical usando-se um ou mais guinchos elétricos ou operados manualmente. A lança em formato de "U invertido" 3000 então é abaixada para sua posição de operação e o guindaste é removido para sua posição de armazenamento. A lança 3000 então está pronta para uso. Para o armazenamento da lança, o guindaste é usado para elevação do conjunto, o suporte vertical 3001 e a lança vertical 3003 são guinchados para trás para um aspecto

substancialmente horizontal e, assim, o conjunto é armazenado de volta no veículo 3010.

A figura 31a mostra ainda uma outra modalidade de estrutura/configuração de lança 3100 de acordo com um outro  
5 aspecto da presente invenção. Nesta modalidade, a lança 3100 compreende quatro componentes - suporte vertical inferior 3101a, suporte vertical superior 3101b, lança horizontal 3102 e lança vertical 3103. O suporte vertical inferior 3101a é afixado de forma rígida a uma plataforma  
10 rotativa 3105, enquanto um atuador roda a plataforma 3105 através de 90 graus em um plano perpendicular ao plano do suporte vertical inferior 3101a. O suporte vertical superior 3101b é afixado ao suporte vertical inferior 3101a usando-se uma articulação (não mostrada) a qual pode rodar  
15 as duas seções de suporte verticais por 90 graus com respeito a cada outra. O suporte vertical superior 3101b é afixado de forma rígida em 90 graus com a lança horizontal 3102. A lança vertical 3103 é articulada na extremidade 3122 da lança horizontal 3102, a qual é mais distante do  
20 suporte vertical superior 3101b. Na condição armazenada, o suporte vertical superior 3101b está dobrado substancialmente paralelo ao suporte vertical inferior 3101a.

Para o emprego da lança 3100, as duas seções de  
25 suporte vertical 3101a, 3101b são desdobradas em uma configuração de extremidade com extremidade (isto é, para se criar um suporte vertical contíguo único), conforme mostrado na figura 31b. A plataforma rotativa 3105 então roda a lança 3100 através de 90 graus, de modo que a lança  
30 horizontal 3102 se estenda perpendicularmente à borda longa

do veículo 3110, conforme ilustrado na figura 31c. A lança vertical 3103 então é desdobrada na direção vertical para completar o emprego da lança, conforme foi descrito na figura 31a. As pessoas de conhecimento comum na técnica  
5 apreciariam que a sequência de armazenamento de lança é exatamente oposta ao processo de emprego descrito acima.

Em uma modalidade alternativa da presente invenção, as seções de suporte verticais superior e inferior 3101b, 3101a, respectivamente, são substituídas por um suporte  
10 vertical único, de modo que a lança seja empregada simplesmente por rodar primeiramente a lança e, então, desdobrar a lança vertical 3103.

Em uma outra modalidade alternativa da presente invenção, o suporte vertical superior 3101b é  
15 retrátil/extensível de forma telescópica para/a partir do suporte vertical inferior 3101a, conforme mostrado na figura 31d, e não é articulado no suporte vertical inferior. Em outras palavras, para emprego, o suporte vertical superior 3101b é simplesmente estendido  
20 verticalmente para cima; a plataforma 3105 rodada a 90 graus e a lança vertical 3103 desdobrada para a direção vertical.

A figura 32a mostra ainda uma outra modalidade de estrutura/configuração de lança 3200, em uma condição  
25 armazenada, de acordo com um outro aspecto da presente invenção. Nesta modalidade, a lança 3200 compreende quatro componentes - suporte vertical inferior 3201a, suporte vertical superior 3201b, lança horizontal 3202 e lança vertical 3203 (visível na figura 32c). Quando armazenada  
30 para transporte, as seções de suporte verticais inferior e

superior 3201a, 3201b, respectivamente, são dobradas sobre  
ada outra com juntas rotativas em cada uma de suas  
extremidades de encontro 3204. As seções de lança  
horizontal e vertical 3202, 3203, respectivamente, são  
5 dobradas para cada outra, enquanto a lança horizontal 3202  
é afixada ao suporte vertical superior 3201b usando-se um  
mancal de pino 3206.

Durante um emprego, um atuador é usado para estender  
as duas seções de suporte verticais 3201a, 3201b a partir  
10 da posição horizontal (posição armazenada) para a vertical,  
conforme mostrado na figura 32b. Isto faz com que as seções  
de lança horizontal e vertical dobradas 3202, 3203 se movam  
da orientação horizontal para a vertical, conforme  
ilustrado na figura 32c. Um atuador então dobra a lança  
15 horizontal 3202 para o aspecto horizontal, levando a lança  
vertical 3203 com ela. Finalmente, a lança vertical 3203 é  
abaixada em torno de seu ponto de articulação na  
extremidade 3222 da lança horizontal 3202. O armazenamento  
de lança adota a mesma sequência, mas em ordem inversa.

20 Com referência de volta à figura 32a, em uma  
modalidade alternativa, o suporte vertical inferior 3201a é  
montado em uma plataforma rotativa (não mostrada), a qual  
pode ser usada para a regulagem de um ângulo do túnel de  
varredura resultante (quando a lança 3200 está plenamente  
25 empregada), de modo que esteja na faixa, tipicamente de 75  
a 90 graus com respeito à borda longa 3225 do veículo 3210.  
Vantajosamente, a fonte de raio X é fixada ao lado inferior  
da plataforma rotativa, de modo que trilhe o ângulo de  
feixe requerido.

30 As pessoas de conhecimento comum na técnica devem

notar que a pluralidade de atuadores, usados para a sequência de emprego ou de armazenamento das estruturas de lança das figuras 28 a 32 da presente invenção pode ser um motor elétrico (com transmissão rotativa ou atuadores de haste roscada linear), cilindro hidráulico e alavanca, guindo elétrico e cabo (com pontos de extremidade removível ou fixa), guincho manual e cabo (com pontos de extremidade removível ou fixa) ou quaisquer outros atuadores conhecidos por aqueles versados na técnica. Quando a plataforma rotativa é usada, os ângulos de emprego de lança são ajustáveis na faixa de 75 graus a 90 graus com respeito à direção de varredura. Também, uma abertura de varredura das estruturas/configurações de lança das figuras 28 a 32 tipicamente é de 2000 mm (H) x 2000 mm (W) no mínimo até 5300 mm (H) x 4000 mm (W) no máximo. Contudo, as lanças alternativamente podem ser configuradas com um exterior de abertura de túnel de dimensões tais como 1000 mm (H), 3000 mm (H), 6000 mm (H), 7000 mm (H), 1000 mm (W), 3000 mm (W), 4500 mm (W), 5000 mm (W), 5500 mm (W), 6000 mm (W), 6500 mm (W), e quaisquer dimensões entre estas.

De novo, as fontes de raio X podem ser selecionadas a partir de qualquer uma das categorias a seguir:

- Um tubo de raio X e gerador com uma voltagem de tubo de 100 kVp a 500 kVp e uma corrente de tubo de 0,1 mA a 20 mA, incluindo fontes de raio X com 160 kV e uma penetração de 30 mm de aço.
- Uma fonte de acelerador linear de 0,8 MV a 2,5 MV, incluindo aquelas fontes com uma taxa de dose de saída baixa, tipicamente de menos de 0,1 Gy/min a 1 m.
- Uma fonte de acelerador linear de 2,5 MV a 6 MV com

uma taxa de dose de saída alta, tipicamente na faixa de 0,1 Gy/min a 1 m a 10 Gy/min a 1 m.

- Fontes de raio X com penetração além de 120 mm de aço, incluindo 180 mm de penetração e qualquer incremento ali.
- Fontes de raio X de 450 keV com uma penetração de aproximadamente 80 mm de aço.

Em uma modalidade, as lanças da presente invenção são adaptadas com batentes de feixe de chumbo ou aço, para redução da intensidade de feixe primário na extensão da zona de exclusão de radiação circundante. O batente de feixe vantajosamente é formado a partir de chumbo com uma espessura de 10 mm a 200 mm, dependendo da energia da fonte de raio X (quanto mais alta a energia, mais espesso o batente de feixe primário). As lanças são adaptadas com detectores de raio X para a medição dos raios X transmitidos a partir da fonte através do objeto sob inspeção. Tipicamente, estes detectores são formados a partir de materiais de cintilação de alta densidade, tais como CdWO<sub>4</sub>, ZnWO<sub>4</sub> ou CsI com uma espessura na faixa de 0,3 mm a 50 mm, dependendo da energia da fonte de raio X e do tipo de medição de transmissão sendo feita.

De forma adicional ou opcional, as lanças da presente invenção são adaptadas com sensores de posição, para a provisão de um retorno para um sistema de emprego de lança automatizado. Estes sensores vantajosamente gravam quando um movimento de atuador está completado em ambas as extremidades de curso. Em uma modalidade, sensores redundantes são empregados para essas medições, para mitigação de uma falha de sensor.

Em uma modalidade, por exemplo, é possível completar um emprego de lança em menos de 2 minutos. Tempos ainda mais rápidos podem ser obtidos, quando componentes adequados de aumento de resistência forem adaptados às várias lanças, para a mitigação de uma carga de atuador. Ainda, um armazenamento de lança também pode ser completado em uma duração de tempo similar.

As lanças horizontais e verticais no sistema de varredura da presente invenção são projetadas para conterem tão pouco material quanto possível. Isto permite a minimização do peso e, daí, reduz o momento ao tombamento no chassi do caminhão. Vários materiais podem ser selecionados para a fabricação das lanças, incluindo aço, alumínio e materiais compósitos. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que outros materiais de peso leve também podem ser usados para esta finalidade. Em uma modalidade, o projeto de lança utiliza novas estruturas de retículo para garantia da baixa massa na lança. As figuras 5a a 5d ilustram algumas estruturas de retículo de massa baixa de exemplo as quais atuam para a redução do peso das lanças. As lanças são adicionalmente projetadas para incluírem um alojamento estanque à luz, mas compacto, para os conjuntos de detector de raio X.

Com referência à figura 5a, uma seção da lança 501a é mostrada em seção transversal. Esta estrutura de lança utiliza componentes de seção de caixa de perfil quadrado 502a, ou nós, onde três desses componentes de seção de caixa 502a são fisicamente conectados por uma seção de viga 504a. A caixa de sensor 503a é montada no lado da estrutura de lança usando braçadeiras de suporte de metal (não

mostrada), as quais se afixam à seção de lança triangular 501a.

A figura 5b mostra um projeto alternativo na seção transversal, em que a lança tem uma seção transversal quadrada 501b com os componentes de sensor 503b montados no lado e é feita de quatro componentes de seção de caixa de perfil quadrado 502b, onde os componentes 502b são fisicamente conectados por uma seção de viga 504b. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que também seria possível montar a caixa de sensor 503b na seção quadrada 501b. Contudo, isto resultaria em um enfraquecimento da estrutura, uma vez que a caixa de sensor precisaria formar um formato de "U" para permitir um acesso desimpedido de raios X aos detectores.

A figura 5c mostra um projeto adicional no qual a caixa de detector 503c é protegida em uma seção de lança compreendida por dois quadros de suporte triangulares 501c da lança. Cada um dos quadros de suporte triangulares 501c compreende três componentes de seção de caixa de perfil 502c, em que os componentes 502c são fisicamente conectados por uma seção de lança 504c. As duas seções triangulares são adicionais, fisicamente conectados por uma seção de lança 505c.

A figura 5d mostra um outro projeto da lança, no qual "anteparos" 504d são montados ao longo do comprimento da lança, a qual, em si, é formada a partir de componentes de seção de caixa 502d. A caixa de sensor 503d neste caso está encerrada na seção de lança.

Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que muitas outras estruturas também podem ser usadas para o

projeto de lança para cumprimento do objetivo de massa baixa, incluindo, por exemplo, uma tubulação de seção redonda e estruturas compósitas fundidas. O uso de estruturas de retículo de quadro aberto e invólucros de detector, tal como ilustrado acima, não apenas torna a 5 lança de peso leve, mas, também, a torna menos resistente a ventos, devido ao fluxo passante, embora ainda se mantendo sua rigidez.

É requerido que a caixa de detector usada com a lança 10 seja leve, estanque e impermeável à umidade. Por meio de um bom projeto, em uma modalidade, a caixa de detector é combinada com a estrutura de lança para a provisão de resistência adicional, enquanto também se provê bom acesso à eletrônica do detector. A figura 6 mostra um projeto de 15 exemplo para uma lança e uma caixa de detector combinadas. Com referência à figura 6, a seção transversal de lança 601 é estendida para incluir uma seção de caixa 602 para os detectores de raio X pela conexão de uma seção de viga 608 a partir de seus três componentes de seção de caixa de 20 perfil 609, onde os componentes 609 são fisicamente conectados por seções de viga 610. A seção de viga 608 fisicamente se conecta a um componente de caixa 610, o qual então se conecta a um segundo componente de caixa 611. A eletrônica de detector 603 é provida com coberturas de 25 acesso removíveis 604 em um lado e uma cobertura dianteira removível 605, a qual é substancialmente transparente aos raios X chegando 606. Ainda, uma cobertura de folha estanque à luz fina 607 é provida para proteção do lado traseiro do conjunto e do lado oposto à cobertura de 30 acesso.

As estruturas de retículo para a lança e a caixa de detector ilustradas nas figuras 5 e 6 podem ser fabricadas usando-se qualquer técnica adequada conhecida por pessoas de conhecimento comum na técnica. Como um exemplo, seria vantajoso fabricar a estrutura mostrada na figura 6 usando-se uma fabricação soldada de componentes de seção de caixa de aço de 50 mm x 50 mm com espessura de parede de 2,5 mm à qual uma folha de aço de 1 mm de espessura é soldada para a formação do invólucro de detector, da cobertura de detector e das coberturas de acesso. Preferencialmente, a caixa de detector é revestida com um material de isolamento térmico para a minimização do choque térmico para os detectores, devido a uma mudança da técnica anterior e, também, para ajudar na redução de uma condensação que pode ocorrer em climas particularmente frios.

Em uma modalidade do sistema da presente invenção, apenas um material de engenharia comum é usado para a fabricação da lança. Isto não apenas prova ser efetivo em termos de custos, mas, também, assegura que uma deformação não uniforme na lança não ocorra sob uma mudança na temperatura ambiente, como pode ser o caso quando múltiplos materiais são usados em um projeto de lança.

Conforme mencionado anteriormente, um objetivo da presente invenção é assegurar um método compacto de armazenamento da lança, quando não empregada. De modo a dobrar a lança horizontal fora do suporte vertical para emprego, vários mecanismos podem ser usados. A figura 7 apresenta um projeto de exemplo para dobramento e desdobramento de seções de lança, conforme usado em uma modalidade da presente invenção. Com referência à figura 7,

um êmbolo hidráulico único 701 é usado para forçar a separação da lança horizontal 702 do suporte vertical 703. A separação é facilitada por meio de um acoplamento rígido intermediário 704, o qual roda em torno de um ponto 705 no suporte vertical.

Em uma modalidade, a ação de desdobramento ilustrada na figura 7 é cumprida por um arranjo de pino de travamento, de modo que, após um emprego, uma potência hidráulica possa ser perdida, sem a lança se dobrar de volta para cima. Um mecanismo de travamento de exemplo é mostrado nas figuras 8a e 8b. Com referência às figuras 8a e 8b, a lança horizontal 801a é estendida de modo que se dobre para trás acima do suporte vertical 802a. Um acessório em formato de domo 803a, 803b afixado de forma rígida ao topo do suporte vertical 802a se encaixa com placas de também 804a, 804b na lança horizontal. As placas de travamento 804a, 804b são carregadas por mola, de modo que sejam empurradas para trás quando a lança estiver sendo dobrada pela estrutura em formato de domo 803a, 803b no suporte vertical 802a. Uma vez que a lança 801a esteja plenamente empregada, as placas de também 804a, 804b se encaixam com pressão de volta para sua posição inativa sob o domo, e a lança é travada em posição. Quando a lança 801a é para ser armazenada, as placas de também 804a, 804b podem ser retiradas usando-se qualquer meio adequado, tal como um solenoide elétrico, um motor elétrico, um atuador hidráulico ou qualquer outro dispositivo conhecido por pessoas de conhecimento comum na técnica. Uma pessoa de conhecimento comum na técnica também apreciaria que muitos outros mecanismos de também podem ser divisados, que

proveem um bom equilíbrio entre eficiência, custo e segurança.

A figura 9 mostra uma outra estrutura de emprego de lança. Neste caso, uma primeira extremidade de uma barra de suporte 901 é montada em uma coluna de apoio 902, a qual conecta o suporte vertical 903 a uma lança horizontal 904 em uma configuração angular. Preferencialmente, a barra de suporte 901 se conecta à coluna de apoio 902 no ponto de pivô de coluna de apoio 902a. Uma segunda extremidade da barra de suporte 901 tem integrada ali uma polia 905, distal do apoio 902. Um cabo 906 se conecta à lança horizontal 904 e passa sobre a polia 905, e retorna para um guincho 907, o qual é montado de forma segura sobre o suporte vertical 903. O guincho 907 é operado durante um emprego de lança e atua para puxar a lança horizontal 904 para longe do suporte vertical 903. Este mecanismo elimina a necessidade de um atuador hidráulico, embora um suporte hidráulico 910 possa ser empregado por segurança ou como reserva. A figura 9 também mostra uma trava de lança horizontal 908, a qual pode ser usada para se detectar quando a ação de emprego de lança se completou, de modo que o guincho 907 possa ser parado. Preferencialmente, um sensor é empregado em conjunto com a trava de lança horizontal 908, para a detecção de uma ação de travamento e para a transmissão da ação de travamento detectada para um controlador, o qual, então, comunica um sinal de parada para o guincho, com base no estado travado.

Um melhoramento adicional desta invenção é mostrado na figura 10. Com referência à figura 10, a barra de suporte 1001 é projetada de modo que possa ser rodada para fora do

5 caminho, uma vez que a lança horizontal 1002 tenha sido armazenada com o suporte vertical 1003 usando o mecanismo do guincho 1004 e do cabo 1005. Conforme a barra de suporte 1001 é movida para longe, ela serve para a minimização do espaço ocupado pela lança armazenada.

Além de um arranjo de dobramento eficiente e compacto entre o suporte vertical e a seção horizontal da lança, o projeto da presente invenção também incorpora um arranjo de dobramento que poupa espaço entre a seção de lança horizontal e a seção de lança vertical, o que é ilustrado nas figuras 11a e 11b. Com referência à figura 11a, a qual mostra a lança em um estado empregado, na junção da seção horizontal 1101a e da seção vertical 1102a, um único arranjo de articulação de dobramento 1103a é usado. Um pino de travamento 1104a também é provido, o qual se encaixa quando as lanças 1101a e 1102a são empregadas plenamente, e atua para a minimização da oscilação mecânica entre as duas lanças. Um único êmbolo hidráulico 1105a é usado para forçar a separação da seção horizontal 1101a da seção vertical 1102a, quando um desdobramento for requerido.

As lanças no estado dobrado ou armazenado são ilustradas na figura 11b, em que o êmbolo hidráulico 1105b trabalha em conjunto com o arranjo de articulação 1103b para o dobramento da lança vertical 1102b paralela à lança horizontal 1101b.

Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que o arranjo de dobramento mencionado anteriormente entre a lança horizontal e a lança vertical é provido como um exemplo apenas, e vários outros projetos podem ser implementados de forma bem sucedida.

As pessoas de conhecimento comum na técnica devem notar, também, que as estruturas de lança da presente invenção permitem uma acurácia requisitada de alinhamento, de modo que os níveis de energia de raio X de menos de 2 MeV possam ser usados, enquanto também são adequadas o bastante para penetrarem em 150 mm de aço, de acordo com uma modalidade. Ainda, como resultado do uso de níveis de energia de raio X mais baixos, as modalidades da presente invenção usam LINACs menores, quando comparada com os sistemas da técnica anterior, desse modo economizando no peso em geral. Como um resultado adicional das economias cumulativas de peso, a presente invenção permite um sistema de inspeção móvel com raio X com penetração de mais do que 120 mm de aço, enquanto pesa menos de 15.000 kg.

Em um aspecto adicional desta invenção, o sistema é vantajosamente configurado para evitar uma rotação da fonte de raio X. Esta configuração de lança, a qual permite a rotação da fonte de raio X, é ilustrada nas figuras 12a e 12b. Com referência à figura 12a, uma montagem alternativa de fonte de raio X é mostrada, com a estrutura de lança em uma posição armazenada. Aqui, a fonte de raio X 1201a é suspensa a partir de um suporte 1202a, o qual é capaz de rodar em torno de um ponto 1203a fixado à estrutura de lança 1204a. A figura 12b ilustra a configuração com a estrutura de lança em uma posição parcialmente empregada. Com referência à figura 12b, conforme a estrutura de suporte vertical 1204b é elevada para um emprego de lança, o apoio de suporte de raio X 1202b abaixa a fonte de raio X 1201b em direção a seu ponto de operação final, com base em um sinal a partir de um controlador. Este arranjo evita a

rotação da fonte de raio X em si para emprego da lança.

Em uma modalidade, o movimento oscilante da fonte de raio X durante um emprego de lança também é minimizado pela conexão de um sistema de amortecimento hidráulico entre o suporte de fonte de raio X e a fonte de raio X em si. Este arranjo é mostrado nas figuras 13a e 13b. Com referência à figura 13a, a qual mostra o sistema em uma posição não empregada, um cilindro hidráulico 1301a liga o apoio de suporte de raio X 1302a e a fonte de raio X 1303a. O cilindro hidráulico 1301a compreende válvulas de fluxo de fluido que são abertas durante um emprego de lança e um armazenamento, de modo que o cilindro possa mudar de comprimento sob o efeito da tração gravitacional sobre a fonte de raio X. Com referência à figura 13b, uma vez que a lança seja empregada, as válvulas de fluido do cilindro hidráulico 1301b são fechadas, desse modo se gravando a fonte de raio X 1303b em posição juntamente com o apoio de suporte de raio X 1302b. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que o ajuste final da posição da fonte pode ser feito pela extensão ou retração do cilindro hidráulico, conforme necessário, dependendo do gradiente do solo no qual o sistema de raio X principal estiver operando.

Uma configuração alternativa para a montagem da fonte de raio X é ilustrada nas figuras 14a e 14b. Com referência à figura 14a, a fonte de raio X 1401a é montada em uma plataforma 1402a, a qual é fixada de forma rígida à parte sem movimento da junta de rotação 1403a na base da do suporte vertical 1404a. A plataforma 1402a é capaz de ser elevada e abaixada para armazenamento e emprego,

respectivamente. Assim sendo, a plataforma é fisicamente deslizante em relação ao caminhão. Com referência à figura 14b, quando a estrutura de suporte vertical 1404b é elevada para emprego da lança, a plataforma 1402b é concorrentemente abaixada, desse modo se colocando a fonte de raio X 1401b em sua posição de operação final. A plataforma 1402b pode ser movida para cima, para baixo, para a direita ou para a esquerda para posicionamento da fonte corretamente para uma varredura. Deve ser apreciado que este movimento pode ser efetuado através de um motor elétrico, um motor a combustão ou um sistema hidráulico, conforme é bem conhecido por pessoas de conhecimento comum na técnica.

Em uma modalidade, a plataforma na qual a fonte de raio X é montada é atuada usando-se um ou mais êmbolos hidráulicos. O êmbolo hidráulico é operado em conjunto com um acionamento de corrente engrenada, de modo que a mudança no comprimento do êmbolo hidráulico possa efetuar indiretamente uma mudança na posição da fonte de raio X em relação ao ponto de rotação da lança. Um arranjo mecânico também é provido para travamento das posições relativas da lança e da fonte de raio X. Um mecanismo de travamento de exemplo como esse é mostrado nas figuras 15a e 15b. Com referência à figura 15a, a qual mostra o sistema em uma posição armazenada, a seção de suporte vertical 1501a é provida com um primeiro elemento de travamento 1502a, projetado para combinar com um elemento de travamento correspondente ou de combinação ou acessório 1503a no conjunto de plataforma 1504a. Assim, quando a lança é empregada, conforme mostrado na figura 15b, o primeiro

elemento de travamento 1502b e o elemento de travamento correspondente ou de combinação 1503b são conectados de maneira tal que as posições relativas da lança 1501b e da fonte de raio X 1504b sejam fixadas exatamente. O elemento de travamento 1502a, 1502b roda em torno de um ponto de pivô 1505a, 1505b para se mover desse modo aproximadamente 90 graus e ser recebido pelo elemento correspondente ou de combinação 1503a, 1503b e, desse modo, faz uma transição de um estado destravado para um estado travado. Alguém de conhecimento comum na técnica reconheceria que muitos mecanismos de travamento alternativos são possíveis, além de ou no lugar do mecanismo de travamento de exemplo descrito acima.

O sistema de raio X usado com o sistema de inspeção móvel da presente invenção é projetado de modo a permitir o uso com uma ampla faixa de fontes de raio X. A fonte de radiação pode incluir fontes convencionais, tal como uma fonte radioisotópica ou um tubo de raio X, bem como aceleradores lineares (LINAC) ou outra fonte conhecida na técnica capaz de produzir um fluxo de feixe e energia suficientemente alta para dirigir um feixe para atravessar o espaço através de um objeto sob inspeção até detectores no outro lado, tal como um betatron. A escolha do tipo de fonte e sua intensidade e energia depende da sensibilidade dos detectores, da densidade radiográfica da carga no espaço entre a fonte e os detectores, de considerações de segurança de radiação e exigências operacionais, tal como a velocidade de inspeção.

Por exemplo, o sistema da presente invenção poderia empregar sistemas baseados em fonte, cobalto 60 ou césio

137, e, ainda, empregar os tubos fotomultiplicadores (PMT) requeridos como detectores. Se um acelerador linear (LINAC) for opcionalmente empregado, então, fotodiodos e cristais são usados no detector. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria como selecionar um tipo de fonte de radiação, dependendo de suas exigências de inspeção. Em uma modalidade, o sistema é operado com um tubo de raio X padrão, o qual tipicamente tem energia na faixa de 120 kVp a 450 kVp, para aplicações tal como a triagem de carros e pequenos veículos com ou sem passageiros no interior do veículo. Em uma outra modalidade, uma fonte de acelerador linear tendo uma energia típica na faixa de 0,8 MV a 2 MV, é usada para fins de triagem de carga de tamanho pleno em uma verificação de manifesto. Em ainda uma outra modalidade, uma fonte de raio X de energia mais alta, tipicamente com uma faixa de energia de 2,5 MV a 6 MV, é usada para a varredura de contêineres de tamanho pleno. Neste caso, a capacidade de penetração de imagem da fonte de raio X é adequada para a detecção de uma faixa de materiais ilícitos e dispositivos, incluindo narcóticos, explosivos, moeda, álcool, armas e dispositivos explosivos improvisados. Aqueles versados na técnica apreciariam que o sistema de inspeção da presente invenção também pode ser configurado com uma fonte de raios gama, tal como Co-60 ou Cs-137 para substituição da fonte de raio X.

Independentemente de a fonte de radiação ser um gerador de raio X ou um LINAC, ela é montada na mesma lança única como os arranjos de detector, de modo que a necessidade de sistemas de alinhamento sofisticados a cada vez em que o sistema é empregado seja eliminada. Assim, a

fonte de radiação e os detectores são alinhados de forma substancialmente permanente na mesma lança única. O recurso também permite a varredura em vários graus de desvio, novamente sem a necessidade de realinhamento do LINAC ou de gerador de raio X e detectores.

O sistema de raio X da presente invenção é adicionalmente projetado para operar com uma área de ocupação de radiação compacta. Conforme conhecido na técnica, a varredura com raio X opera segundo o princípio que, conforme os raios X passam através de objetos, a radiação fica atenuada, absorvida e/ou defletida, devido a vários fenômenos físicos que são indicativos da natureza do material sendo varrido. Em particular, uma dispersão ocorre quando o raio X original atinge um objeto e, então, é defletido de seu percurso original através de um ângulo. Estas radiações dispersas são não direcionais e proporcionais à energia total enviada no percurso de feixe. Um feixe colimado de forma estreita manterá a dose de radiação geral mínima e, portanto, também reduzirá a quantidade de radiação dispersa na área circundando o scanner, desse modo se reduzindo a "zona de exclusão". A zona de exclusão é uma área em torno do scanner na qual um público geral não está autorizado a entrar, devido à possibilidade de ficar exposto a doses de radiação dispersas durante o processo de varredura. A área de exclusão é dependente da magnitude da regulagem atual da intensidade da fonte de radiação. A disponibilidade de uma área grande o bastante para a "zona de exclusão" em torno do sistema de scanner é um dos fatores que influenciam a decisão de posicionamento do sistema de inspeção móvel.

Assim, de modo a obter uma área ocupada de radiação compacta e, daí, uma zona de exclusão menor, é necessário colimar o feixe de radiação até um feixe de leque estreito de raios X. Isto é ilustrado nas figuras 16a e 16b. Na modalidade mostrada na figura 16a, o feixe de raio X 1601a é amplo, se comparado com o detector de raio X 1602a, de modo que o detector 1602a sempre é iluminado, independentemente do movimento da lança. Alternativamente, conforme mostrado na figura 16b, o detector 1602b é mais largo do que o feixe de iluminação 1601b, desse modo garantindo uma iluminação contínua no detector, independentemente do movimento da lança. Em qualquer caso, é vantajoso assegurar que o projeto de lança minimize um movimento entre a fonte e os sensores. A estrutura de lança com dobramento da presente invenção pode alcançar este objetivo pela montagem da fonte de raio X e dos sensores de raio X na mesma estrutura de arranjo com dobramento, de modo que um movimento relativo entre os três conjuntos de lança (lança horizontal, lança vertical e suporte vertical) seja minimizado. Desta forma, a fonte de raio X (ou um acelerador) e o detector de raio X são mais bem alinhados no sistema de varredura da presente invenção do que em projetos de lança usados com outros sistemas de varredura.

Mais ainda, o sistema de raio X da presente invenção é projetado para operar em condições duras, tais como aquelas empregadas em aplicações militares. Conforme descrito anteriormente, a natureza compacta do projeto de lança, em particular, sua capacidade de dobramento plano, torna o sistema de inspeção móvel da presente invenção unicamente adequado para aplicações militares, em que pode ser

requerido frequentemente transportar o sistema de raio X em sua condição armazenada em uma aeronave ou em helicópteros. Esse transporte frequente não é possível com outras configurações de lança conhecidas, em que a altura da lança em sua condição armazenada é maior do que aquela permitida para transporte miliar. Ainda, a configuração compacta cria um centro de gravidade baixo para melhor estabilidade do sistema de inspeção durante um transporte por rodovia, já que frequentemente há uma necessidade de condição do sistema de inspeção em áreas com colinas, cruzamentos de fronteiras e áreas montanhosas escarpadas.

O sistema de raio X usado com o sistema de inspeção móvel da presente invenção é adicionalmente pretendido para ser empregado em uma variedade de configurações. Algumas destas configurações de exemplo são ilustradas nas figuras 17a a 17c. Com referência à figura 17a, a estrutura de lança de raio X 1701a está retirada de um veículo ou caminhão (não mostrado) e usada como um dispositivo montado em reboque independente (mostrado como 1702a). O sistema montado em reboque da figura 17a, o qual tem rodas, pode ser usado como um sistema de varredura pela afixação do reboque a um sistema de guincho, o qual pode arrastar o reboque para trás e para frente ao longo de um trilho. Alternativamente, o reboque pode ser adaptado com um sistema de detecção de velocidade, de modo que o reboque possa ser usado para uma condução com varredura através de um tráfego.

Em uma configuração alternativa, ilustrada na figura 17b, o sistema de varredura 1701b é usado como um dispositivo independente que pode ser deixado sair da

traseira de uma plataforma de caminhão 1702b. O sistema independente da figura 17b normalmente será usado em um modo de passagem, embora também possa ser usado com um guincho para a varredura de veículos desocupados (o veículo se move através de um pórtico estático).

Em uma terceira configuração mostrada na figura 17c, o sistema de varredura 1701c pode ser plenamente integrado com um caminhão 1702c para aplicações móveis. Este sistema integrado tipicamente é usado como um scanner de se conduzir diante, no qual o sistema de raio X é conduzido diante de um objeto estacionário em uma velocidade controlada. Contudo, neste caso, também é possível operar o sistema em um modo de passagem. Aqui, a base de lança é afixada diretamente à plataforma do caminhão ou a um reboque, o qual então é integrado na plataforma do caminhão. Uma configuração de sensor adequada para controle do sistema de raio X quando operando no modo de passagem é mostrada na figura 14. O sistema de sensor é usado para a execução de duas funcionalidades - controle de tráfego e controle de raio X.

Em uma modalidade, o veículo de inspeção móvel 2400 da presente invenção compreende uma cápsula de inspeção 2405 posicionada na plataforma do veículo 2415 juntamente com a lança armazenada 2410, conforme mostrado na vista em elevação lateral do veículo 2400 da figura 24. A cápsula de inspeção 2405 acomoda pelo menos um inspetor, que pode ver as imagens de raio X varridas em um monitor, enquanto está sentado voltado para a dianteira ou a traseira do veículo. Em uma modalidade, a cápsula de inspeção 2405 é dimensionada para se permitir que dois inspetores de imagem

estejam sentados um de costas para o outro.

Com referência, agora, às figuras 25a, b, a cápsula de inspeção 2505, em uma modalidade, é configurada para estar em um estado retrátil e acomodado completamente a bordo do veículo 2500 pronto para viajar, conforme mostrado na vista de topo da figura 25a, e em um estado extensível, quando empregado para varredura, conforme mostrado na vista de topo da figura 25b. As pessoas de conhecimento comum na técnica devem notar que a cápsula de inspeção 2505 é dimensionada para ser acomodada de forma confortável a bordo do veículo 2500, de modo que, quando no estado retrátil, esteja posicionada perto da lança armazenada 2510. Durante uma operação, em uma modalidade, quando a lança 2510 está sendo empregada, a cápsula de inspeção 2505 também é simultaneamente estendida, desse modo se mantendo baixo o tempo total para emprego do sistema.

Em uma modalidade, tendo em mente a compacidade geral do veículo 2400 e da lança armazenada 2410, a cápsula de inspeção 2405 é dimensionada em uma área ocupada de em torno de 2 m (L) x 1 m (W) x 2,5 m (H), quando retraída (durante um curso) e de em torno de 2 m (L), 2 m (W) x 2,5 m (H) quando no estado estendido durante um emprego/uma inspeção. A cápsula deslizante 2405 da presente invenção permite uma área ocupada menor durante um curso, enquanto permite que até dois inspetores estejam sentados no interior, no estado estendido durante uma inspeção ou um emprego.

Em uma modalidade alternativa das figuras 26a e 26b, a cápsula de inspeção 2605 está localizada no veículo de inspeção móvel 2600, de modo que o inspetor esteja sentado

exatamente acima do nível de roda 2615 com acesso à cápsula 2605 através de uma porta com dobradiça (não mostrada). Esta configuração resulta em uma altura geral mais baixa de cápsula de inspeção. Contudo, nesta modalidade, o inspetor sempre está sentado no interior da cápsula. Na modalidade das figuras 25a e 25b, o posicionamento da cápsula no veículo juntamente com sua altura permite que o(s) inspetor(es) também fique(m) de pé na cápsula, quando necessário.

10 A figura 27 mostra ainda uma outra modalidade do veículo de inspeção móvel 2700 da presente invenção, em que a plataforma de veículo 2705, que suporta a lança armazenada 2710 juntamente com a fonte de raio X afixada 2715, pode ser oscilada ou rodada por uma pluralidade de 15 ângulos no plano horizontal da plataforma. Em uma modalidade, a plataforma 2705 é capaz de ser oscilada para ângulos que permitem o emprego da lança 2710 em ângulos personalizados variando de, digamos, 70 a 90 graus com respeito à direção de varredura. Conforme seria evidente 20 para pessoas de conhecimento comum na técnica, a rotação da plataforma 2705 tipicamente é controlada, em uma modalidade, usando-se um motor elétrico ou um atuador hidráulico com sensores associados para confirmação do ângulo de rotação.

25 Com referência, agora, à figura 18, o sistema de sensor compreende uma ou mais câmeras de velocidade de radar baseadas em micro-ondas 1801 montadas na lança horizontal 1802 do sistema de varredura 1800. O uso de mais de um sensor redundante é vantajoso neste aspecto crítico 30 de segurança do projeto. Os sensores de radar 1801 são

usados para a detecção da velocidade de um veículo passando através da abertura de raio X do sistema de varredura 1800 para inspeção. Para manutenção da acurácia de medição, o valor de velocidade medido é atualizado em intervalos regulares. Em uma modalidade, o valor de velocidade é medido e atualizado aproximadamente dez vezes por segundo, de modo a refletir a velocidade do veículo passando através do sistema de varredura, tão precisamente quanto possível. Também, para a obtenção de resultados de varredura ótimos com um sistema de varredura, geralmente há uma velocidade preferida na qual um veículo sendo varrido deve passar, embora o sistema da presente invenção permita uma faixa de velocidades de veículo. Por exemplo, em uma modalidade, uma velocidade ótima para um veículo passar através dali é de 8 km/h, mas velocidades aceitáveis de veículo variam entre 5 km/h e 10 km/h, com resultados ótimos.

O controle de tráfego ou o mecanismo de controle de velocidade da presente invenção é projetado para ajudar o motorista do veículo sendo inspecionado a dirigir através do sistema em uma velocidade aceitável. Em uma modalidade, um sinal de tráfego verde 1803 é apresentado ao motorista, quando a velocidade do veículo estiver em uma faixa aceitável. Se o motorista desacelerar para abaixo do limite de velocidade aceitável mais baixo, uma seta colorida âmbar para cima 1804 será acesa, além de ou no lugar do sinal de tráfego verde 1803. Alternativamente, se o motorista passar a uma velocidade acima do limite de velocidade superior aceitável, uma seta colorida âmbar para baixo 1805 será acesa, além de ou no lugar do sinal de tráfego verde 1803.

O mecanismo de controle de raio X da presente invenção

permite uma determinação automática da frequência e da energia do feixe de raio X usado para iluminação do veículo ou da carga sendo inspecionado. Para esta finalidade, o mecanismo leva em consideração variáveis tais como o começo da cabine do motorista, o fim da cabine do motorista, o ponto de começo da carga a ser inspecionada e o ponto de fim da carga a ser inspecionada. O mecanismo de controle de raio X compreende dois métodos redundantes para a formação de imagem do veículo alvo e a determinação das variáveis mencionadas anteriormente. O primeiro método envolve o uso de um sensor de laser de varredura 1806, o qual forma uma imagem bidimensional da altura acima da superfície de rotação do veículo sendo inspecionado. O segundo método de formação de imagem do veículo envolve o uso de uma câmera de visão de máquina 1807, a qual está localizada no suporte vertical 1808. A câmera de visão de máquina 1807 detecta alvos de visão 1809 que estão posicionados na lança vertical 1810 no lado oposto. Os alvos de visão 1809 estão localizados de modo que correspondam a diferentes partes de um veículo de carga. Portanto, a análise simultânea de vários alvos diferentes pode ser usada para a identificação de diferentes partes do veículo passando através da abertura de inspeção. Pela combinação dos sinais da câmera de visão de máquina 1807 e do sensor de laser de varredura 1806, um mecanismo de controle robusto para comutação do feixe de raio X de acordo com as exigências pode ser implementado.

A figura 19 mostra uma localização de exemplo de três alvos de visão (descritos com referência a 1809 na figura 18); com respeito a um veículo 1900 sendo inspecionado.

Neste exemplo, o veículo 1900 é um caminhão. O primeiro alvo 1901 está localizado em linha com a base da plataforma do veículo 1901i. O segundo alvo 1902 está localizado em linha com a cabine do veículo 1902i, e o terceiro alvo 1903 está localizado em linha com a parte mais alta da carga 1903i. Um alvo de visão pode compreender qualquer material capaz de ser prontamente identificado por uma câmera e visto diferentemente por uma câmera em relação à superfície do veículo.

10 A figura 20 mostra a saída do sensor de laser de varredura (descrito com referência a 1806 na figura 18) como uma função do tempo. Quatro transições discretas são indicadas, representando várias partes do veículo sendo varrido. A primeira transição A 2001 ocorre quando o começo da cabine de veículo é detectado. A segunda transição B 2002 ocorre quando o fim da cabine do veículo é detectado. A terceira transição C 2003 ocorre no começo da carga, e a quarta transição D 2004 ocorre no fim da carga.

20 A figura 20 ainda descreve (por meio de uma marcação com um traço) quais dos três alvos de visão detalhados na figura 19 serão visíveis em cada transição 2001, 2002, 2003, 2004, conforme detectado pelo scanner de altura de laser. Assim, conforme mostrado na figura 20, o alvo 3 2005, o qual está posicionado em linha com a parte mais alta da carga, é visível durante as transições A 2001, B 2002 e D 2004, as quais indicam o começo da cabine do veículo, o fim da cabine do veículo e o fim da carga, respectivamente. De modo similar, o alvo 2 2006, o qual está localizado em linha com a cabine do veículo, é visível durante as transições B 2002 e D 2004, as quais indicam o

30

·  
·  
·  
fim da cabine do veículo e o fim da carga, respectivamente.  
O alvo 1 2007, o qual está localizado em linha com a base da plataforma do veículo, não é visível em qualquer uma das transições.

5           Em uma modalidade, um controlador lógico de processo (PLC) com classificação de segurança é usado para controle do controle de tráfego e mecanismo de controle de raio X. Este sistema é ilustrado na figura 21. Um controlador lógico de processo (PLC) 2101 toma entradas com referência  
10 à velocidade do veículo a partir dos sensores de radar 2102, compara os valores providos pelos vários sensores de radar, e extrai sinais de controle de tráfego 2103, dependendo da velocidade de passagem do veículo. Em uma  
15 placa de sinalização eletrônica, cujo valor é atualizado frequentemente, tal como uma vez por segundo.

Os dados de sensor de radar também são processados para proverem uma saída de velocidade para o sistema de raio X, compreendendo a fonte de raio X 2104 e os sensores  
20 de raio X 2105. O PLC 2101 muda a frequência na qual cada linha de dados de raio X é coletada, em proporção com a velocidade do veículo passando através da área de inspeção. Por exemplo, se o sistema normalmente operar a 300 Hz a 8  
25 kg/h, a frequência será aumentada para 375 Hz em uma velocidade de passagem de 10 km/h e reduzida para 188 Hz a uma velocidade de passagem de 5 km/h. Este tipo de modulação de frequência de acordo com a velocidade do veículo resulta na entrega de uma dose constante de radiação por comprimento unitário do veículo. Isto, por sua  
30 vez, assegura uma boa qualidade de imagem e uma dose de

radiação dispersa consistente para o motorista e os operadores do sistema circundante.

O PLC 2101 também recebe entradas a partir do sensor de laser de varredura 2106 e da câmera de visão de máquina 5 2107, e controla a geração do feixe de raio X de acordo com as dimensões do veículo e da carga sendo inspecionados. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que sensores adicionais podem ser empregados no sistema de varredura e ter uma interface com o PLC 2101 para a 10 provisão de maiores níveis de segurança e acurácia, conforme requerido. Por exemplo, em uma modalidade, um conjunto de sensores de pneu pode ser empregado com o sistema de varredura, o que permitiria que o sistema produzisse raios X apenas quando a cabine do motorista 15 estivesse seguramente diante do feixe de raio X primário.

É imperativo que o sistema de sensor de raio X seja projetado apropriado para a aplicação. Em geral, é uma boa prática projetar um sistema de sensor de resolução espacial alta, e borrar a imagem no momento de exibição de dados, de 20 modo a criar um sistema de formação de imagem de dose baixa com boa resolução de contraste e capacidade de penetração. Esta criação de borrão pode ser obtida pela mistura de diferentes proporções na imagem original nítida com uma versão borrada, até uma boa imagem de diagnóstico ser 25 obtida para o aspecto de interesse.

Em qualquer ponto no tempo, quando a fonte de radiação está ligada, os detectores são instantâneos da atenuação de feixe de radiação no objeto sob inspeção (OUI) para uma "fatia" em particular do OUI. Cada fatia é uma medição de 30 densidade de feixe, em que a densidade depende da atenuação

de feixe através do OUI. Os detectores de radiação convergem o perfil de radiação lateral do OUI em sinais elétricos que são processados em um sistema de processamento de imagem, alojado no reboque de inspeção, enquanto o OUI está sendo conduzido diante da fonte e do detector de radiação.

O sistema de processamento e de controle de imagem de raio X em uma modalidade de exemplo compreende sistemas de computador e de armazenamento, os quais gravam os instantâneos de detector e um software para a fusão deles em conjunto para a formação de uma imagem de raio X do veículo, a qual pode ser adicionalmente plotada em uma tela ou em outra mídia. A imagem de raio X é vista ou analisada automaticamente pelo sistema de aquisição de OUI, tal como um CRT ou um monitor, que exhibe a imagem de raio X do veículo para um operador/analista. Alternativamente, os sistemas de aquisição de OUI podem ser um banco de dados de imagens de raio X de alvos desejados, tais como automóveis, tijolos ou outros formatos que podem ser comparados com aspectos na imagem. Como resultado desta formação de imagem, apenas artigos que não estavam contidos na imagem de referência do contêiner ou veículo são seletivamente exibidos para um operador/analista. Isto torna mais fácil localizar artigos que não correspondam a uma condição de referência do contêiner ou veículo, e, então, conduzir uma inspeção física daqueles artigos. Também, para aplicações de resolução alta, a eletrônica usada para a leitura dos sinais de detector tipicamente pode caracterizar uma amostragem autozerada, de correlação dupla para a obtenção de uma deriva de zero ultraestável e uma aquisição de dados

com ruído de desvio baixo. Uma criação de faixa de ganho automática pode ser usada para a acomodação das faixas de atenuação amplas que podem ser encontradas com grandes contêineres e veículos.

5           A presente invenção gera uma regulagem, isto é, uma imagem, das densidades dos conteúdos do veículo sob inspeção. Isto permite uma interpretação visual fácil dos resultados de varredura do OUI. Vantajosamente, o sistema de software preferido também causa a exibição de uma imagem  
10 de referência simultaneamente com a imagem gerada, em resposta ao veículo sob inspeção, de modo que um operador da presente modalidade possa facilmente fazer uma comparação visual entre com que um objeto do tipo sendo inspecionado deve "parecer", e com que o OUI realmente "se  
15 parece". Essa inspeção "lado a lado" simplifica mais a detecção de contrabando usando-se a presente modalidade.

          A presente invenção emprega uma configuração de detector a qual provê um bom comprometimento entre performance de resolução espacial de imagem, contraste e  
20 penetração e custo. Esta configuração de detector é ilustrada esquematicamente na figura 22 e é particularmente útil quando se usa uma fonte de raio X de energia baixa e de dose baixa, tal como um acelerador linear na faixa de energia de 0,8 MV a 2,0 MV. Com referência à figura 22, um  
25 arranjo de sensor de duas fileiras é mostrado, no qual ambas as fileiras de sensor - 2201 e 2202 são irradiadas pelo feixe de raio X. O feixe de raio X pulsado (não mostrado) a partir do acelerador linear é sincronizado de modo que cada pulso de raio X ocorra quando o objeto em  
30 relação ao feixe de raio X se mover exatamente por um

espaçamento de detector. Isto significa que as duas  
amostras de detector adjacentes podem ser somadas, com a  
vantagem de duplicar o sinal detectado, enquanto, ao mesmo  
tempo, se reduz o ruído de fóton de raio X por uma raiz  
5 quadrada de dois. Este arranjo melhora a relação de sinal  
para ruído no sistema de varredura da presente invenção em  
torno de 40%, se comparado com sistemas usando uma fileira  
única de detectores.

Pode ser notado que, quando se usa o arranjo de  
10 detector mencionado anteriormente, o projeto da presente  
invenção também assegura que a lança em si seja muito  
estável, de modo que o feixe de raio X possa ser colimado  
firmemente, de modo a se minimizar a área ocupada de  
radiação operacional do sistema de varredura com raio X.

15 Uma configuração de detector como essa tem o benefício  
de permitir uma taxa de passagem dupla, onde o veículo se  
move exatamente duas larguras de detector através do feixe  
de raio X entre pulsos de raio X. Isto pode aumentar a  
velocidade de passagem nominal, por exemplo, de 8 km/h para  
20 16 km/h, embora com uma redução na performance de  
penetração de imagem, mas sem redução na resolução  
espacial.

Uma configuração de detector como essa tem um  
benefício adicional de permitir uma formação de imagem de  
25 energia dupla, quando provida com um acelerador linear de  
raio X que é capaz de uma operação de energia entrelaçada.  
Isto é, o sistema pode trabalhar com aceleradores pequenos  
e grandes em energia baixa e alta. Por exemplo, duas  
energias - da ordem de 3 MV e 6 MV podem ser usadas em  
30 pulsos adjacentes. Em uma modalidade, cada pulso é enviado

após o objeto a ser inspecionado ter passado exatamente por uma largura de detector através da abertura de inspeção de raio X. O veículo, portanto, terá passado completamente do detector após exatamente dois pulsos de raio X, um em uma energia baixa e um em uma energia alta. Embora a performance de penetração seja um pouco comprometida, uma vez que uma medição é feita em cada energia de feixe e não em duas, contudo, esta informação é muito útil na provisão de uma performance de discriminação de materiais.

10 Em uma modalidade, onde a presente invenção emprega sistemas baseados em fonte dupla, ela emprega dicionário os tubos de fotomultiplicador requeridos como detectores. Em uma modalidade,  $^{60}\text{Co}$  é usado como uma primeira fonte de raios gama e tem uma atividade específica alta da ordem de 15 11,1 TBq (300 Ci) e uma dimensão linear da área ativa de 6 mm. Em uma modalidade, a segunda fonte de raios gama é uma fonte monoenergética de 1,0, 1,6 ou 2,0 Curie de raios gama de  $^{137}\text{Cs}$  tendo 662 keV de energia.

Em uma modalidade adicional da presente invenção, 20 detectores empilhados podem ser usados para a provisão de desconvolução espectral do feixe de raio X. Isto é ilustrado na figura 23. Com referência à figura 23, um conjunto de detectores de energia baixa 2301 está localizado no percurso do feixe de raio X 2302, e um 25 segundo conjunto de detectores 2303 está escondido da fonte de raio X pelo primeiro conjunto de detectores 2301. Neste caso, o segundo conjunto de detectores 2303 pode ver apenas a parte de energia alta do feixe de raio X. Esta informação pode ser usada efetivamente para a provisão de uma 30 capacidade de discriminação de materiais no sistema de

varredura da presente invenção. Em uma outra modalidade, ambos os detectores empilhados e a fonte de raio X entrelaçada podem ser usados para a provisão de um nível aperfeiçoado de desempenho em uma discriminação de materiais.

Em uma modalidade, uma colimação adicional é vantajosamente provida adjacente ao arranjo de detector. Isto pode ser obtido, por exemplo, pela colocação de folhas finas de tungstênio ou outro material adequadamente de atenuação paralelas à direção de feixe de raio X, mas ortogonais ao arranjo de detector. Essa colimação atua para a redução da dispersão de efeito causada no conjunto de alojamento de detector, bem como uma dispersão gerada no objeto sob inspeção.

Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que a resolução espacial que pode ser obtida na imagem de raio X depende da configuração de detector escolhida e do tamanho de ponto focal da fonte de raio X. Em uma modalidade, os detectores são configurados com um tamanho de elemento na faixa de 1 mm a 10 mm e a fonte de raio X tem uma dimensão de ponto focal na faixa de 0,5 mm a 3 mm. Isto resulta em uma resolução espacial geralmente entre 1 lp/cm e 5 lp/cm.

Ainda, a performance de penetração depende da energia da fonte de raio X. Para o sistema da presente invenção, a performance de penetração tipicamente está na faixa de 20 a 100 mm para fontes de raio X abaixo de 450 kVp, entre 100 mm e 200 mm para fontes na faixa de 450 kVp a 2 MV e entre 200 mm e 400 mm para fontes na faixa de 2 MV a 6 MV.

Em um aspecto adicional desta invenção, o sistema de

formação de imagem com raio X é integrado com um sistema de detecção de gama passivo. Neste caso, um ou mais detectores de área grande estão localizados adjacentes aos arranjos de detector de raio X nas lanças horizontal e vertical e ao longo do comprimento pleno do suporte vertical. Este arranjo provê uma área superficial grande para a detecção de raios gama. Em uma modalidade, os detectores de raios gama de área grande são montados vantajosamente a partir de materiais de cintilação orgânicos, tal como um cintilador plástico orgânico ou usando-se materiais de cintilador inorgânico, tais como NiI (Tl) e CsI(Tl). Os detectores de raios gama também são configurados, vantajosamente, para se permitir que eles sejam comutados para desligado enquanto a fonte de raio X estiver ligada e, então, reabilitados uma vez que o feixe de raio X seja comutado de volta para desligado de novo. Isto é particularmente importante quando se usa uma fonte de acelerador linear pulsada para uma formação de imagem de raio X, onde os detectores de raios gama podem ser tornados inativos durante o pulso de raio X e reativados imediatamente se seguindo ao pulso.

Em uma outra configuração, os detectores secundários podem prover uma capacidade de formação de imagem com retrodifusão simultânea. Neste caso, os raios X a partir do feixe de formação de imagem principal podem ser retrodifundidos para uma série de detectores, os quais são montados no suporte vertical. Em uma modalidade, os detectores podem ser providos com uma colimação adicional, de modo a se restringir a direção a partir da qual uma radiação retrodifundida é recebida. A imagem de retrodifusão sendo correlacionada em uma posição espacial

com a imagem de transmissão de raio X pode prover uma  
informação adicional sobre a presença ou, de outra forma,  
de materiais de número atômico baixo que estejam  
localizados na ou perto da superfície do objeto sob  
5 inspeção adjacente à fonte de raio X.

O novo projeto e os recursos mencionados anteriormente  
da presente invenção possibilitam um sistema de varredura  
efetivo em termos de custos, segundo e completamente  
independente que pode ser usado para uma inspeção não  
10 intrusiva de contêineres, caminhões e veículos de  
passageiro. A configuração móvel com rodagem e o projeto de  
baixo peso do presente sistema de varredura permite um  
transporte em um terreno difícil, tal como em áreas de  
fronteira, à parte de estradas e rodovias locais. Ainda,  
15 uma vez que o sistema leva um tempo muito curto para ser  
plenamente empregado (em torno de 15 minutos), e há menos  
espaço operacional requerido para emprego, ele facilita uma  
operação em múltiplas localizações e é eficiente na  
realização de inspeções de produção alta. O sistema também  
20 pode varrer uma carga em um modo móvel e estacionário, e a  
área operacional mínima o torna bem adequado para  
aplicações de espaço limitado. Alguns dos outros recursos e  
benefícios do sistema de inspeção móvel da presente  
invenção são:

- 25 • O projeto de lança permite um alinhamento mais preciso  
de acelerador linear com detector. A configuração de  
caixa de detector de arranjo dobrado encurta a  
distância entre uma fonte de raio X e o detector, o  
que aumenta a penetração e não provê um corte de canto  
30 com menos distorção de imagem.

- O conjunto de lança de varredura única pode ser empregado em um deslocamento a noventa ou a oitenta graus com o veículo inspecionado. Isto permite uma flexibilidade máxima na configuração da área operacional, enquanto provê excelentes capacidades de detecção de compartimento e parede falsa.
- Uma pessoa pode empregar a lança com um botão único; dessa forma, o sistema é seguro, confiável e simples. O armazenamento da lança é feito da mesma maneira.
- O sistema de varredura inclui uma pluralidade de câmeras de CCTV, o que provê uma visão da zona de operação e ajuda a manter a segurança.
- Dois modos de operação são suportados - Móvel e Portal, o que permite a inspeção de cargas estacionárias, bem como cargas em movimento, respectivamente.
- Um modo de treinamento é provido, o qual oferece imagens a partir de uma biblioteca de treinamento para varreduras simuladas durante um treinamento de inspetor.
- O projeto modular do conjunto de lança de varredura e sistema de formação de imagem permite que seja facilmente adaptado a um chassi de caminhão a partir de vários fabricantes diferentes. Isto permite que caminhões locais sejam utilizados em vários países e simplifica a manutenção do veículo.

Os exemplos acima são meramente ilustrativos das muitas aplicações do sistema da presente invenção. Embora apenas umas poucas modalidades da presente invenção tenham sido descritas aqui, deve ser entendido que a presente

invenção poderia ser concretizada de muitas outras formas específicas, sem que se desvie do espírito ou do escopo da invenção. Por exemplo, outras configurações de carga, pneus, navios-tanques, portas, aviões, embalagens, caixas, 5 maletas, contêineres de carga, semirreboques de automóvel, caminhões-tanques, vagões ferroviários e outros objetos similares sob uma inspeção também podem ser consideradas. Portanto, os presentes exemplos e modalidades devem ser considerados como ilustrativos e não restritivos, e a 10 invenção não está limitada aos detalhes dados aqui, mas pode ser modificada no escopo das reivindicações em apenso.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Sistema de inspeção que pesa menos de 20000 kg, **caracterizado** pelo fato de compreender:

um veículo (200) que tem um primeiro eixo próximo de  
5 uma dianteira do referido veículo e um eixo traseiro  
próximo de uma traseira do referido veículo, em que uma  
primeira área é delimitada pelo eixo traseiro se estendendo  
até a dianteira do referido veículo e uma segunda área é  
delimitada pelo eixo traseiro se estendendo até a traseira  
10 do referido veículo;

uma fonte radiológica (203d); e

uma lança afixada de forma móvel ao referido veículo e  
tendo configuração uma configuração armazenada e uma  
configuração empregada, em que a referida lança compreende  
15 uma suporte vertical (201b), uma lança vertical (203b) e  
uma lança horizontal (202b), em que a lança horizontal é  
fixada em uma de suas extremidades ao topo do suporte  
vertical e a outra extremidade da lança horizontal é fixada  
de modo articulado à lança vertical,

20 a base do suporte vertical é articulada em torno de um  
ponto fixo (302a), e

o sistema de inspeção compreende ainda um atuador  
configurado para mover o suporte vertical a partir de uma  
orientação substancialmente horizontal para uma orientação  
25 vertical em torno do ponto fixo, desse modo movendo a lança  
a partir da configuração armazenada para a configuração  
empregada.

2. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação  
1, **caracterizado** pelo fato de a referida fonte radiológica  
30 (203d) ser afixada ao referido veículo, mas não afixada à

referida lança.

3. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o referido veículo (200) ter apenas um eixo traseiro.

5 4. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de a referida lança ter um peso, e em que a referida lança é posicionada de modo que, mediante um movimento da referida lança, o peso atua substancialmente pelo eixo traseiro.

10 5. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a referida lança ter um peso, e em que a referida lança é posicionada de modo que, mediante um movimento da referida lança, o peso atue sobre a primeira área.

15 6. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o referido veículo compreender uma pluralidade de alvos (1901, 1902, 1903), em que cada um dos referidos alvos está em uma parte diferente do referido veículo.

20 7. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de ainda compreender uma câmera (1807) em comunicação de dados com um controlador, em que a referida câmera captura um movimento dos referidos alvos e em que o referido controlador determina que porção do  
25 referido veículo se moveu, com base no movimento do referido alvo.

8. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de o referido controlador determinar uma velocidade do referido veículo com base no  
30 referido movimento dos referidos alvos e modula uma

frequência na qual dados de raio X são coletados com base na referida velocidade.

9. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da referida lança possuir um peso, em que o referido peso é posicionado de modo a atuar substancialmente sobre a referida primeira área e não na referida segunda área.

10. Sistema de inspeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de o referido sistema ser capaz de obter uma penetração radiológica de pelo menos 30 mm de aço.

11. Sistema de inspeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de, quando plenamente empregado, a referida lança definir uma área que tem uma altura em uma faixa de 2000 mm a 5300 mm e uma largura em uma faixa de 2000 mm a 4000 mm.

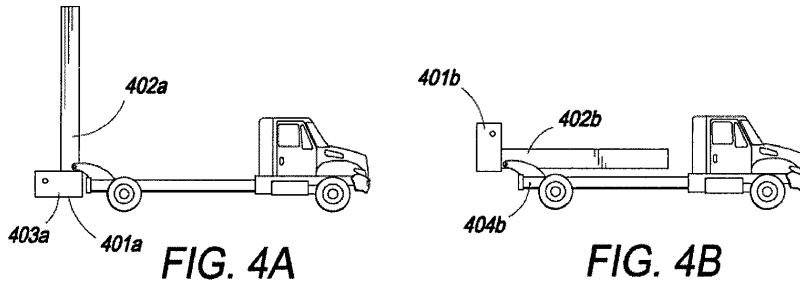
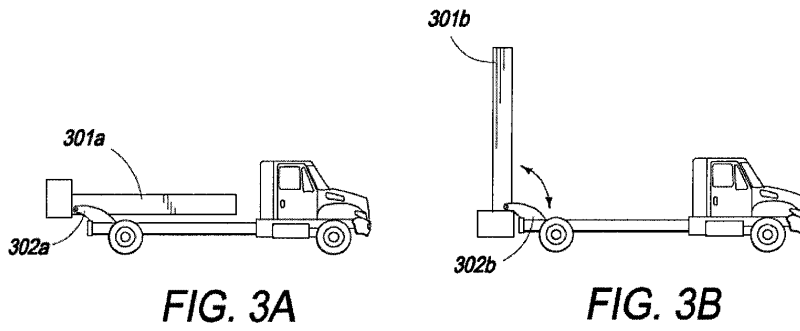
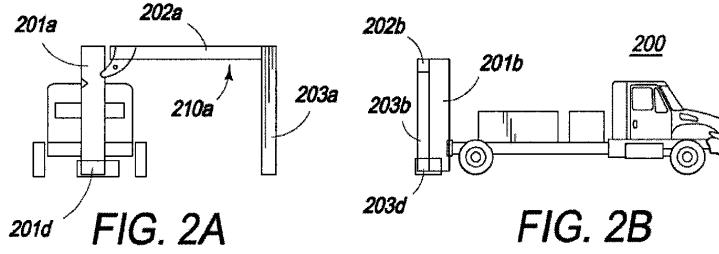
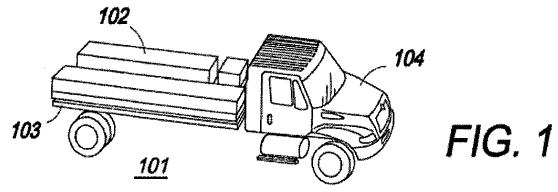
12. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de a referida fonte radiológica (203d) ser afixada ao referido veículo (200) e capaz de ser movida de uma primeira posição para uma segunda posição, em que cada uma das referidas primeira e segunda posições é próxima do referido veículo.

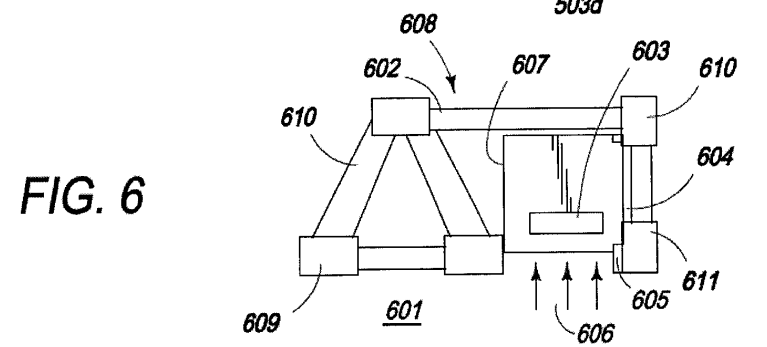
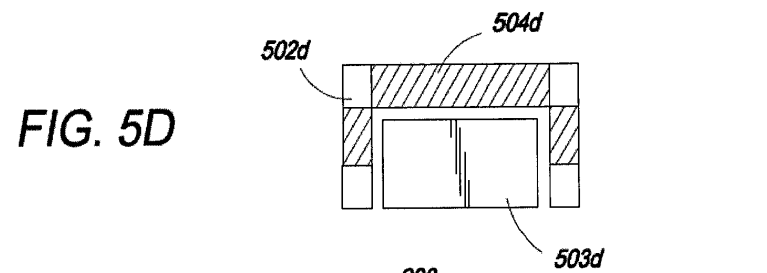
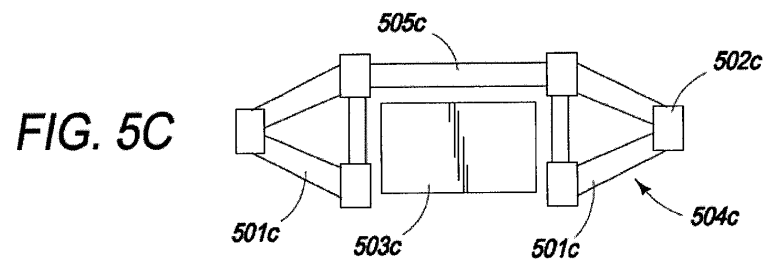
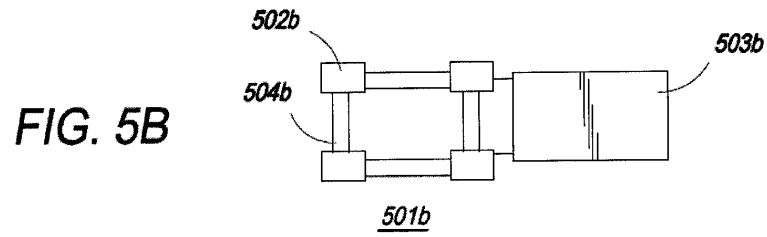
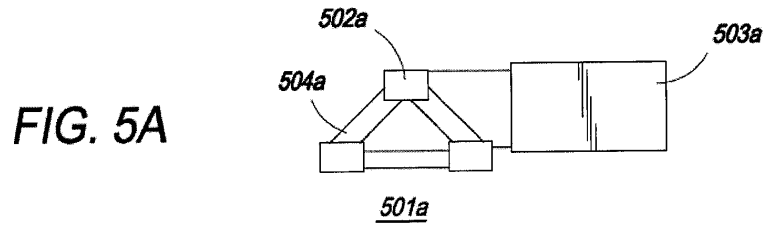
13. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 1 ou 12, **caracterizado** pelo fato de a referida fonte radiológica (203d) ser uma fonte de raio X que é pelo menos um dentre um gerador de raio X com uma voltagem de tubo de 100 kVp a 500 kVp e uma corrente de tubo de 0,1 mA a 20 mA, uma fonte de acelerador linear de 0,8 MV a 2,5 MV com uma taxa de extração de dose de menos de 0,1 Gy/min a 1 m, e uma fonte de acelerador linear de 2,5 MV a 6 MV com uma

taxa de dose de extração em uma faixa de 0,1 Gy/min a 1 m a 10 Gy/min a 1 m.

14. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 5 ou 12, **caracterizado** pelo fato de a referida lança ter 5 uma estrutura de retículo compreendendo uma pluralidade de seções de lança (504a) conectadas por uma pluralidade de nós (502a), em que a referida estrutura define uma área interna de retículo.

15. Sistema de inspeção, de acordo com a reivindicação 10 14, **caracterizado** pelo fato de um detector (503a) ser conectado a um exterior da área interna de retículo ou posicionado na área interna de retículo.





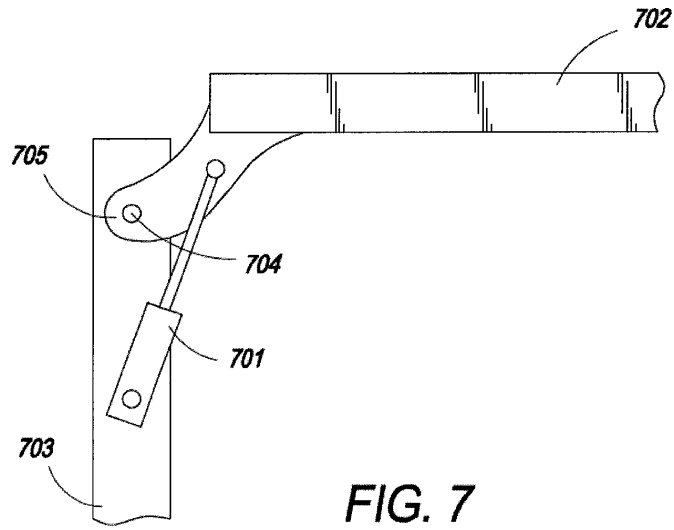


FIG. 7

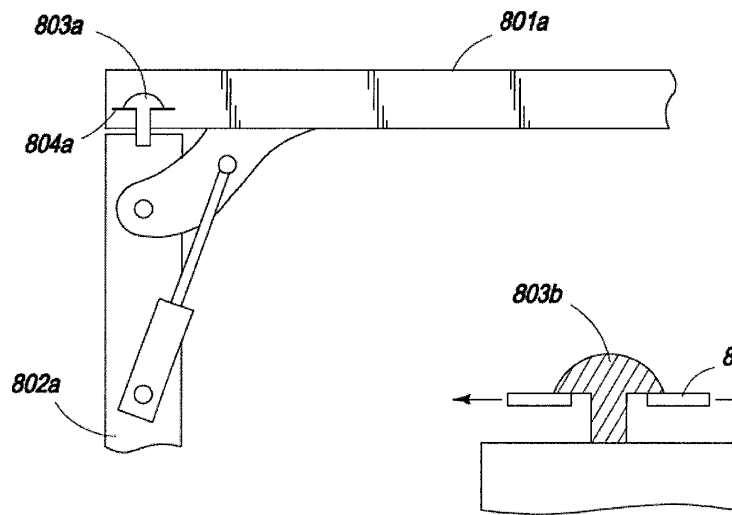
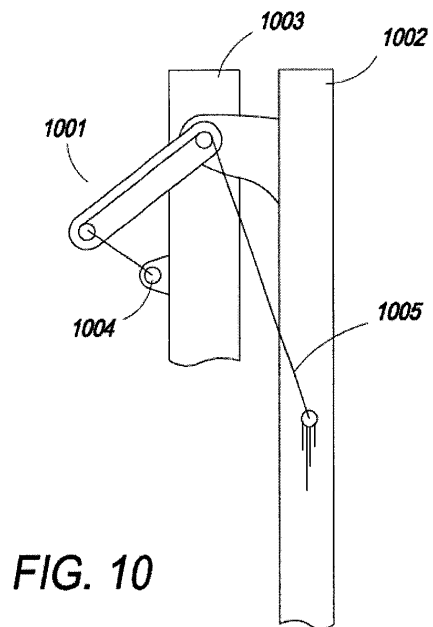
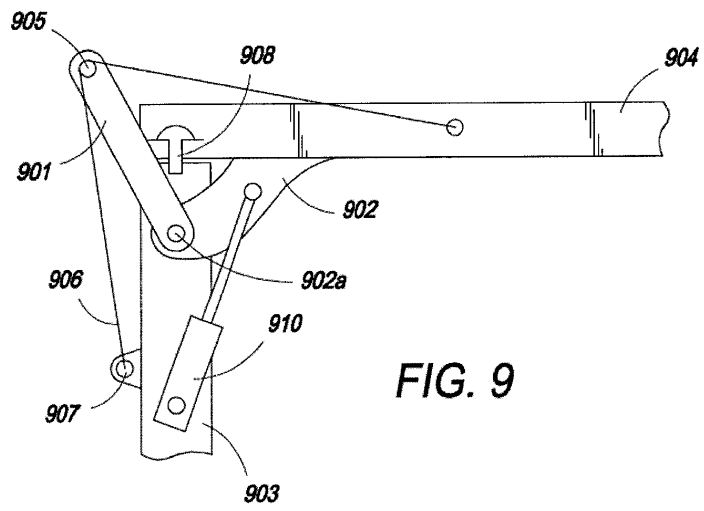
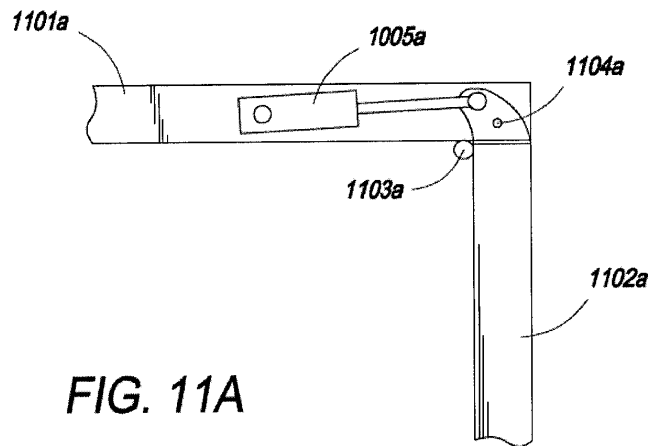


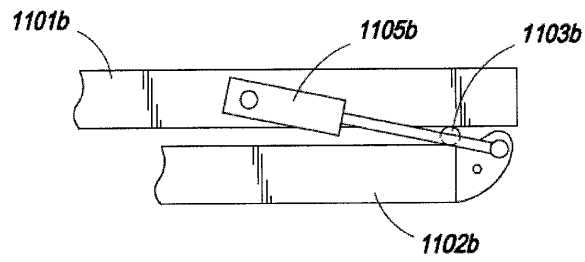
FIG. 8A

FIG. 8B

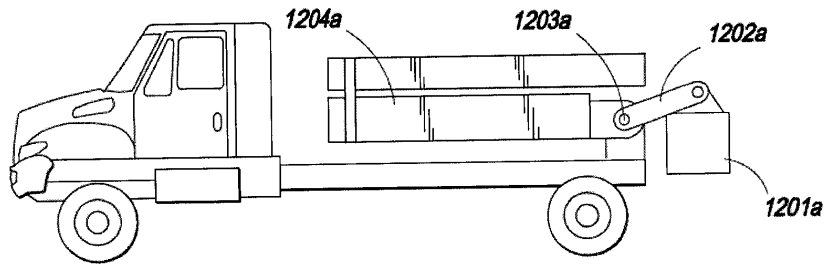




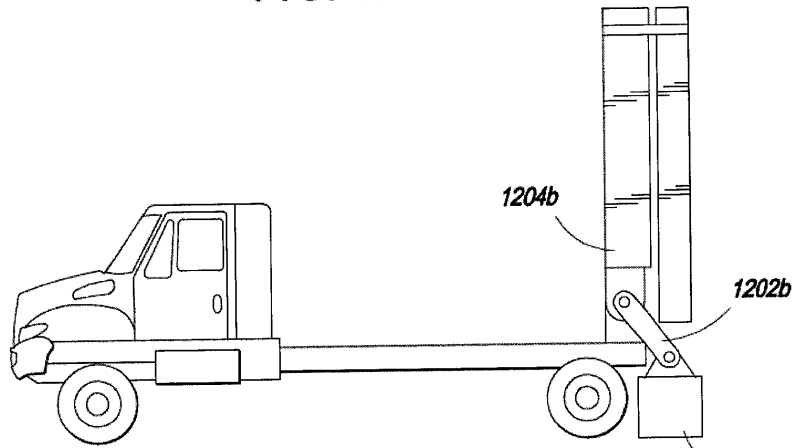
**FIG. 11A**



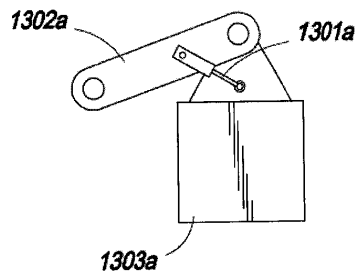
**FIG. 11B**



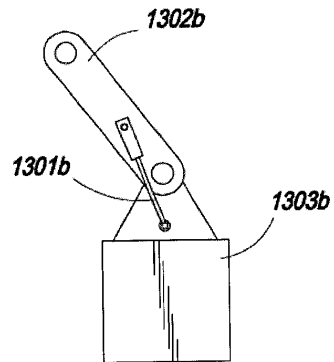
**FIG. 12A**



**FIG. 12B**



**FIG. 13A**



**FIG. 13B**

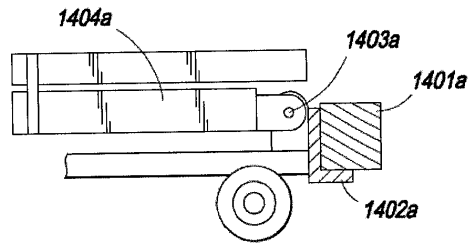


FIG. 14A

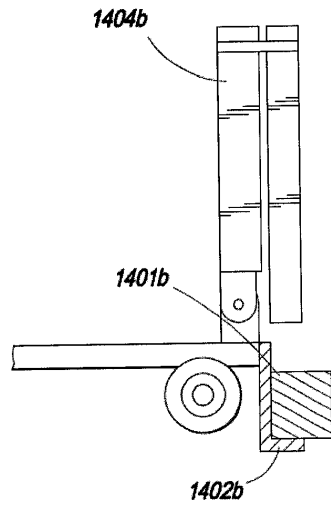


FIG. 14B

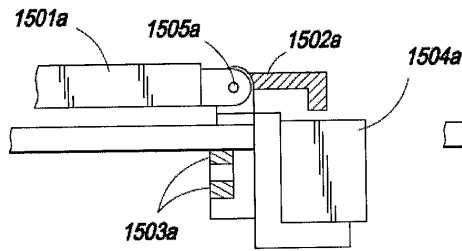


FIG. 15A

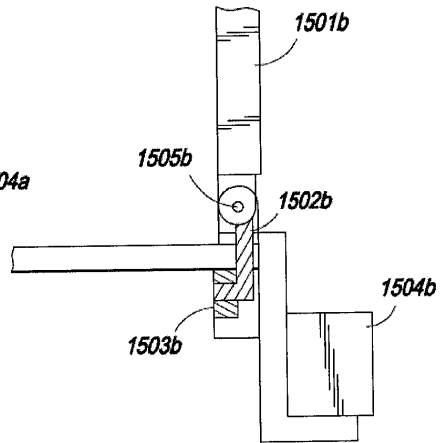
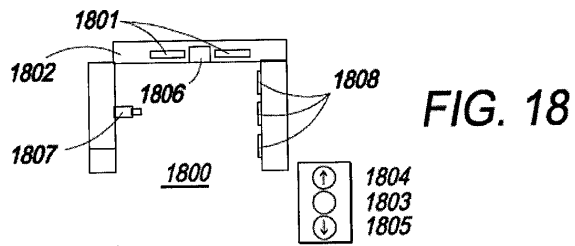
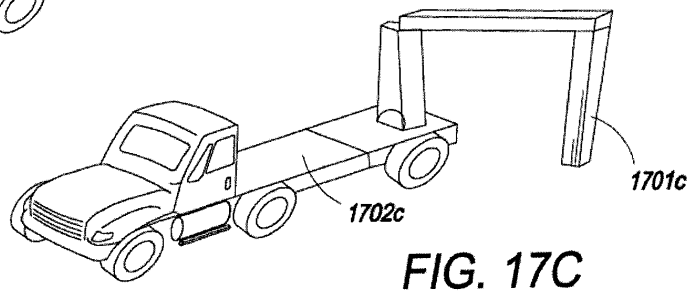
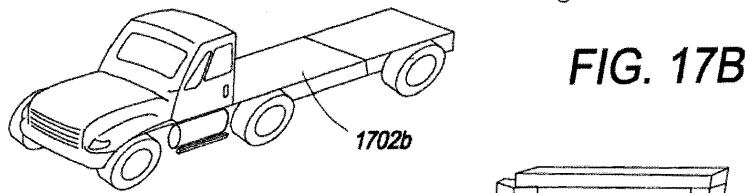
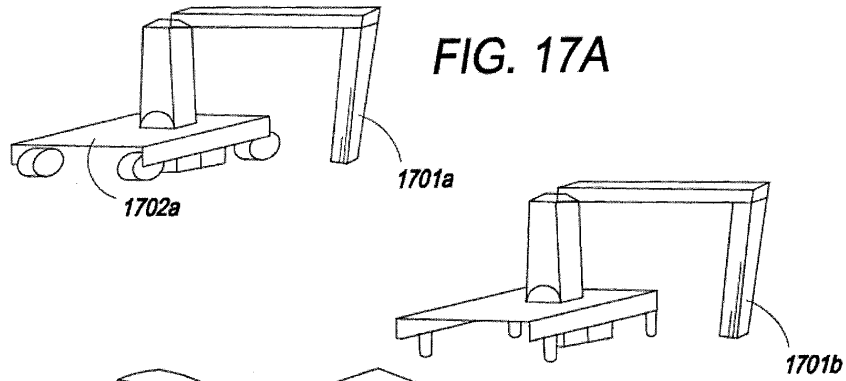
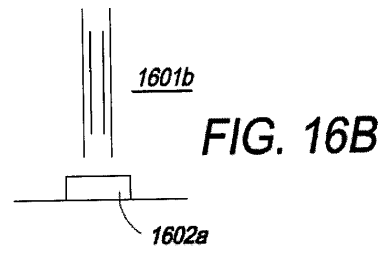
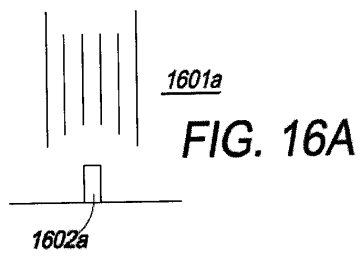


FIG. 15B



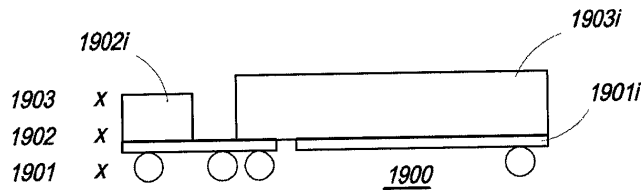


FIG. 19

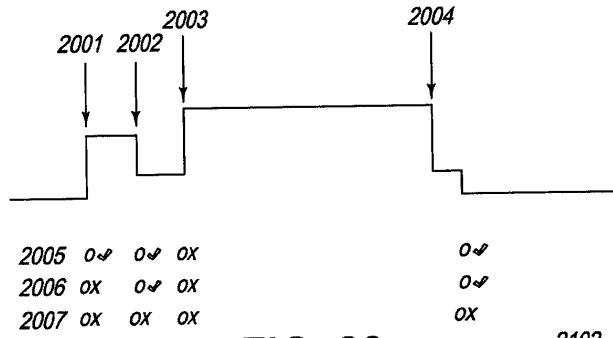


FIG. 20

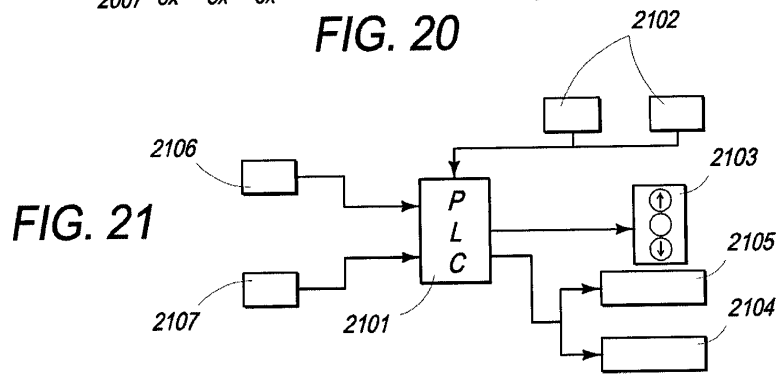


FIG. 21

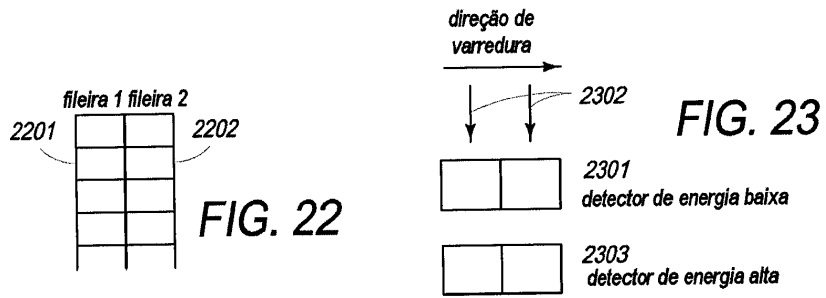
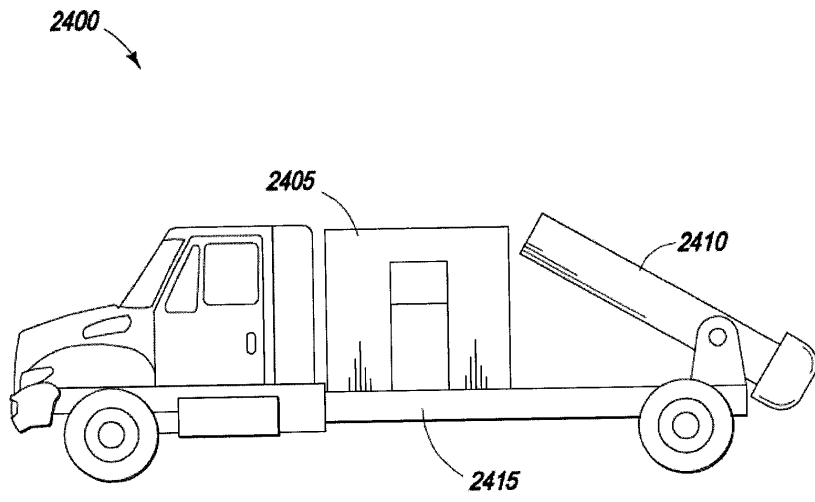
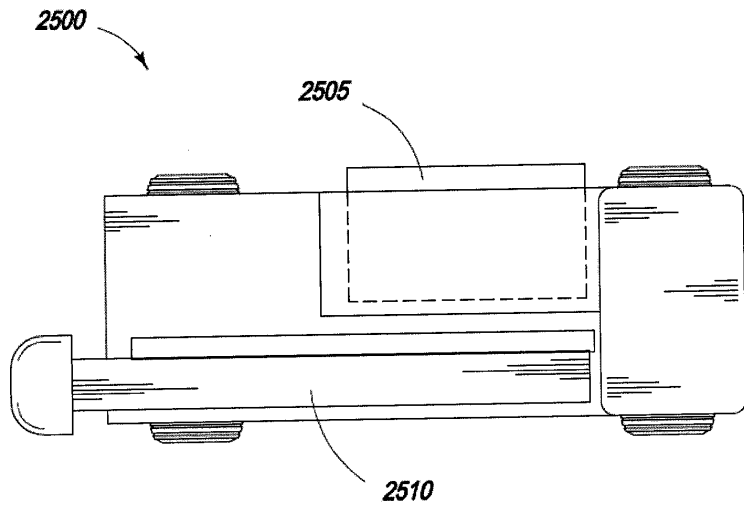


FIG. 22

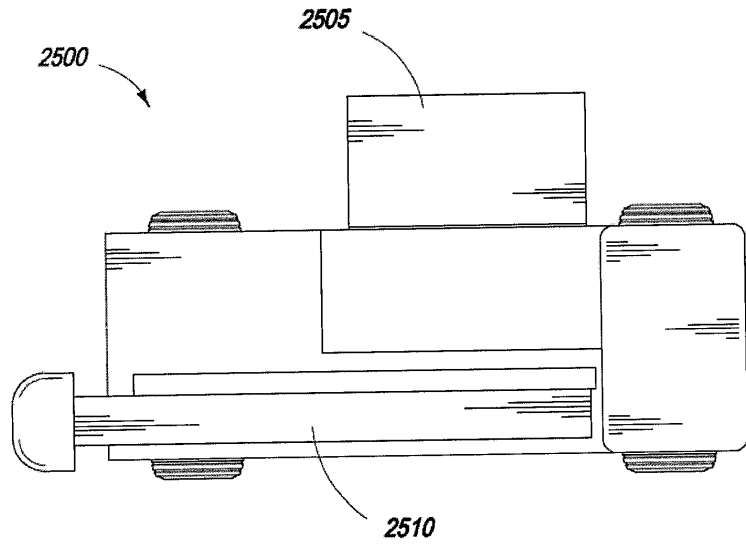
FIG. 23



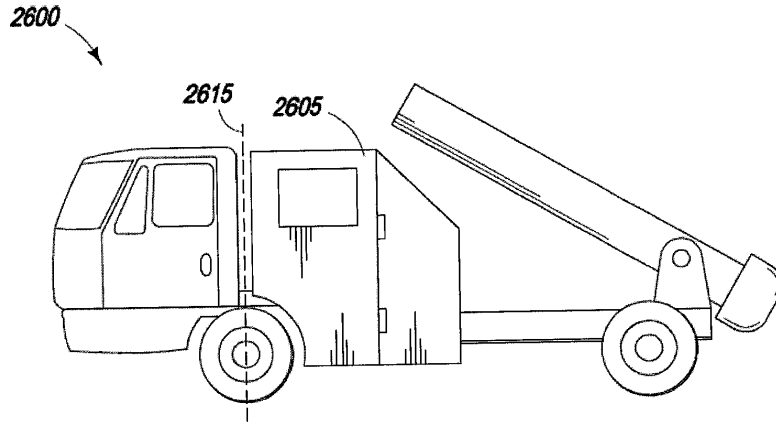
**FIG. 24**



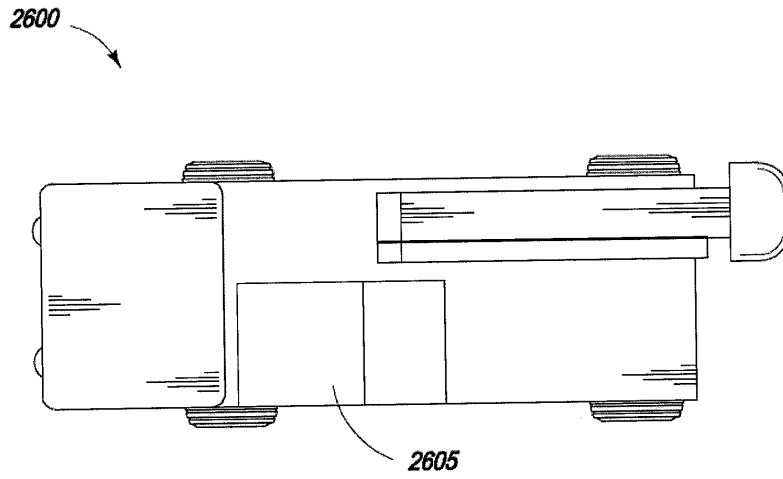
**FIG. 25A**



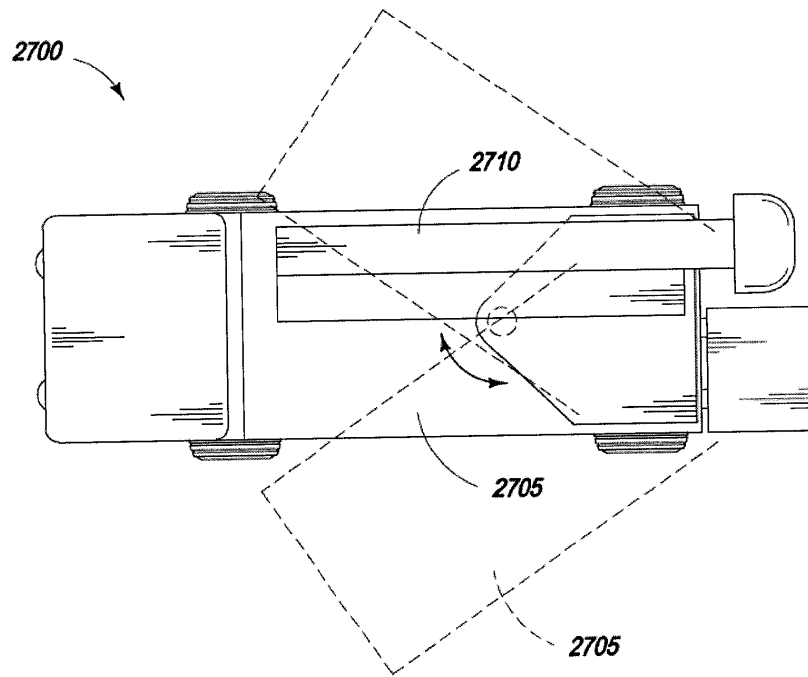
**FIG. 25B**



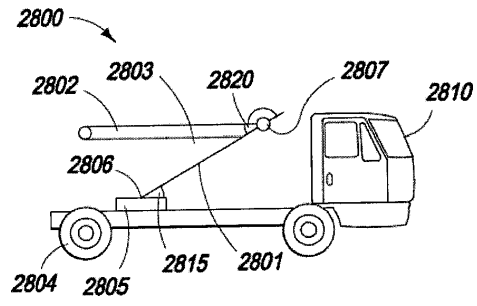
**FIG. 26A**



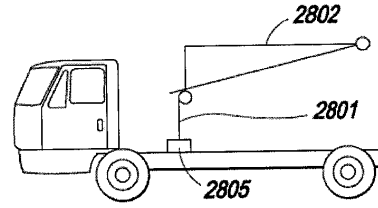
**FIG. 26B**



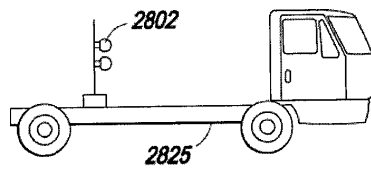
**FIG. 27**



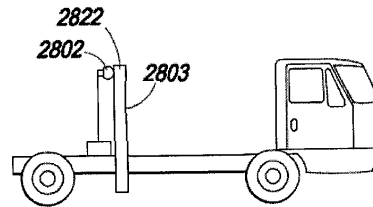
**FIG. 28A**



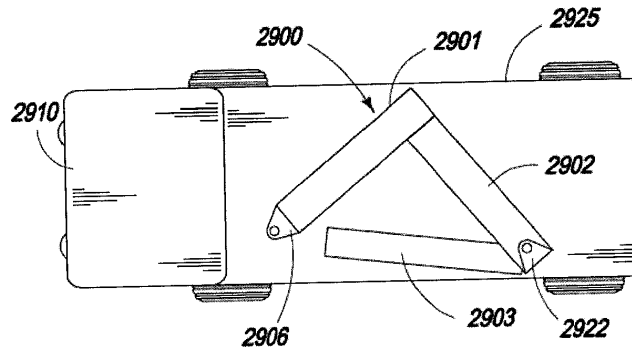
**FIG. 28B**



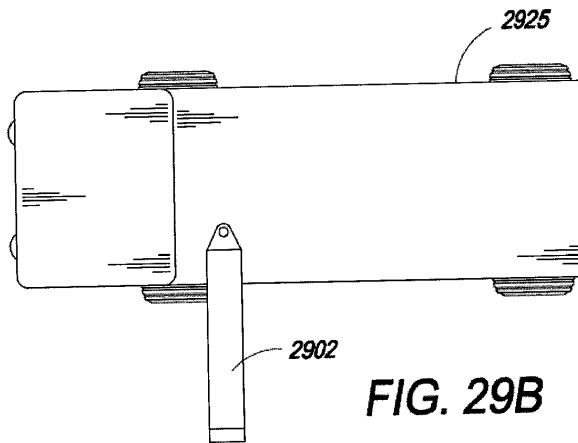
**FIG. 28C**



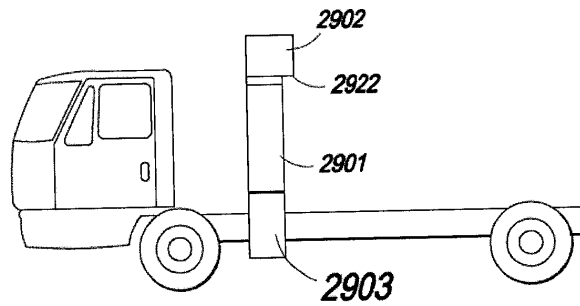
**FIG. 28D**



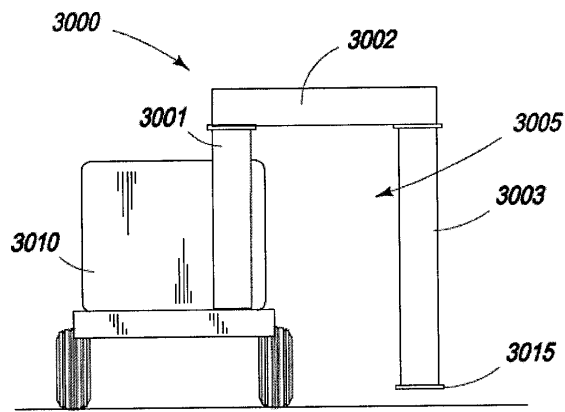
**FIG. 29A**



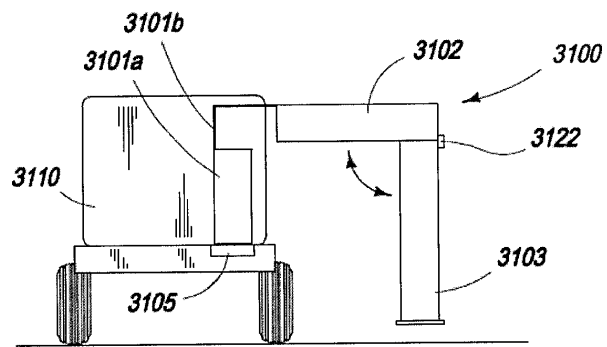
**FIG. 29B**



**FIG. 29C**

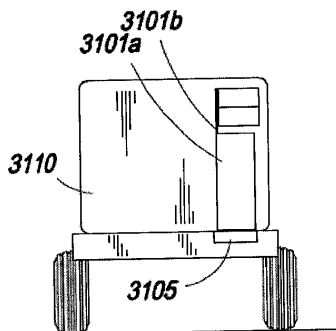


**FIG. 30**

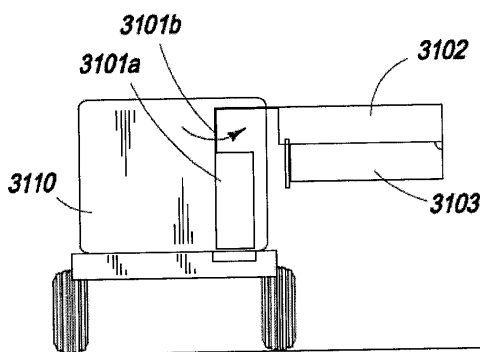


**FIG. 31A**

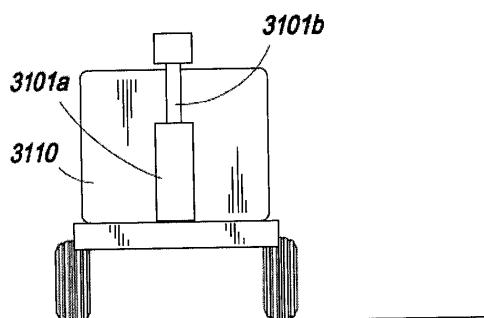
**FIG. 31B**

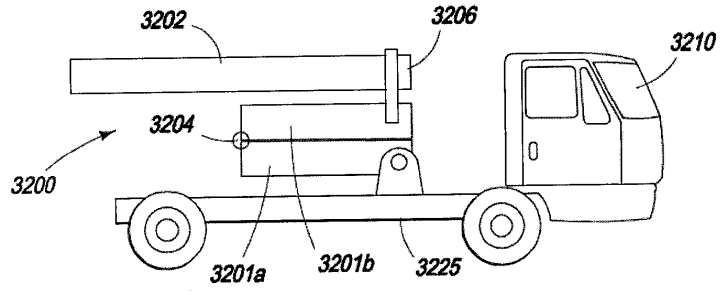


**FIG. 31C**

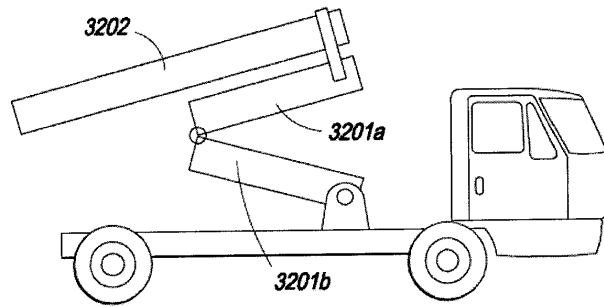


**FIG. 31D**

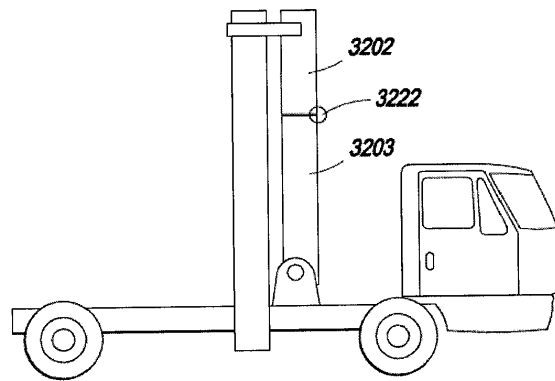




**FIG. 32A**



**FIG. 32B**



**FIG. 32C**