



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

(21) **PI0709281-4 A2**



* B R P I 0 7 0 9 2 8 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 03/04/2007
(43) Data da Publicação: 05/07/2011
(RPI 2113)

(51) *Int.Cl.:*
G05B 19/401 2006.01

(54) Título: **REGULAGEM DE POSIÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO DE RADIOLOGIA MÓVEL**

(30) Prioridade Unionista: 04/04/2006 FR 06/02939

(73) Titular(es): Pierre Tranchant, Sergio Serafini

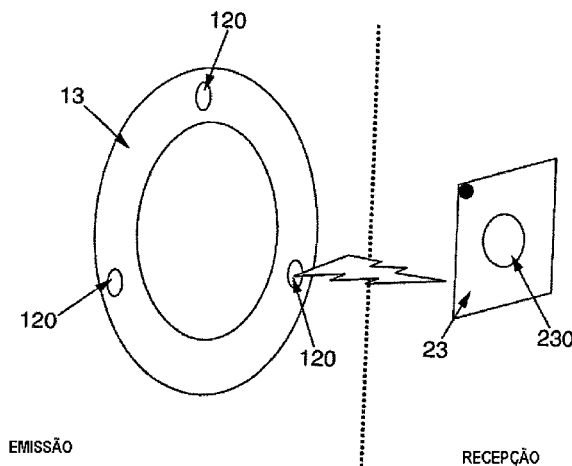
(72) Inventor(es): Pierre Tranchant, Sergio Serafini

(74) Procurador(es): Montauray Pimenta, Machado & Lioce

(86) Pedido Internacional: PCT FR2007000565 de 03/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/118990 de 25/10/2007

(57) **Resumo:** REGULAGEM DE POSIÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO DE RADIOLOGIA MÓVEL. A invenção refere-se a um dispositivo de detecção de falha de posicionamento entre um primeiro elemento e um segundo elemento, que compreende uma unidade de emissão de ondas eletromagnéticas (130, 120) própria para ser tornada solidária ao primeiro elemento, de um lado, e uma unidade de recepção de ondas eletromagnéticas (23, 230) e de processamento digital própria para ser tornada solidária ao segundo elemento. Esta última unidade coopera com a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas para detectar uma falha de posicionamento do primeiro elemento em relação ao segundo elemento. Em uma aplicação em uma instalação de radiologia móvel, o primeiro elemento é, por exemplo, um gerador de raios X, e o segundo elemento é, por exemplo, um sensor de imagem radiológica.





**"REGULAGEM DE POSIÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO DE RADIOLOGIA
MÓVEL"**

A presente invenção refere-se, de maneira geral, à formação de imagens móvel, notadamente por raios X e, mais particularmente, à regulagem de posição de um aparelho de radiologia móvel. Ela encontra aplicações, em particular, na radiologia digital odontológica.

Com referência à figura 1, uma instalação de formação de imagens móvel, por exemplo, uma instalação de radiologia digital odontológica, compreende uma fonte 10 de radiação (por exemplo, de raios X), um sensor de imagem 20, e uma unidade de controle 30. O sensor 20 pode compreender um sensor digital 21 do tipo CCD (em inglês, "Charge Coupled Device"), associado a um cintilador 22. O sensor 21 é sensível a fótons com um comprimento de onda no campo visível. O cintilador 22 faz o papel de conversor de comprimento de onda, recebendo raios X na entrada e entregando fótons de luz visível na saída. A unidade de controle 30 é acoplada ao sensor 20 para controlar o funcionamento da instalação.

Em funcionamento, um objeto 40 é colocado entre a fonte 10 e o sensor 20. No exemplo de aplicação concebido aqui, o objeto 40 compreende elementos apresentando uma certa opacidade aos raios X, tais como um dente 41 de um paciente, e elementos transparentes ou pouco opacos aos raios X, tais como a face 42 do paciente. A imagem obtida no sensor digital 20 contém a imagem do alvo, a saber, o dente 41.

No caso de uma instalação móvel tal como uma instalação de radiologia odontológica, a fonte 10 de raios X e o sensor digital 20 não são solidários um ao outro. De fato, o sensor 20 é próprio para ser colocado na boca do

paciente contra o dente alvo, e o usuário (em geral, o dentista, ou seu assistente) deve manter a fonte 10 diante da superfície sensível do sensor 20, e encontrar a boa posição da fonte 10 em relação ao sensor 20, na qual o
5 dente alvo está adicionalmente situado entre a fonte e o sensor.

Para resolver esse problema, foi proposto um dispositivo mecânico chamado angulador.

Com referência à figura 2, um angulador 50
10 compreende uma haste de suporte solidária ao sensor 20, e ao longo da qual um disco 51 pode deslizar. Em funcionamento, o sensor 20 é introduzido na boca do paciente, do lado oposto à face interna do rosto ou face do paciente e o disco 51 é levado contra a face externa do
15 rosto do paciente. O usuário leva, em seguida, a fonte 20 de raios X contra o disco 51, o que permite melhor posicionar a fonte de raios X diante do sensor, e também melhor alinhar a direção dos raios X sobre o eixo perpendicular sensível do sensor 20.

20 Um angulador desse tipo é, no entanto, de uma utilização longa e cansativa. Além disso, os elementos de fixação do sensor no angulador são visíveis na radiografia, e não é sempre possível utilizá-los.

A fim de remediar esses inconvenientes, a
25 presente invenção propõe, de acordo com um primeiro aspecto, um dispositivo de detecção de falha de posicionamento entre um primeiro elemento e um segundo elemento, que compreende:

- uma unidade de emissão de ondas
30 eletromagnéticas próprias para atravessar os tecidos humanos, a unidade de emissão sendo própria para ser tornada solidária ao primeiro elemento; e

- uma unidade de recepção de ondas eletromagnéticas e de processamento digital própria para ser tornada solidária ao segundo elemento, e cooperando com a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas para
5 detectar uma falha de posicionamento do primeiro elemento em relação ao segundo elemento.

Vantajosamente, um dispositivo desse tipo pode se adaptar a uma instalação de radiologia móvel existente. O primeiro elemento é, então, a fonte de radiação, e o
10 segundo elemento é o sensor de imagem. A aplicação do dispositivo não é, no entanto, limitada a esse exemplo, o dispositivo podendo ser utilizado para auxiliar o posicionamento de todos os tipos de elementos.

Pela expressão "próprias para atravessar os
15 tecidos humanos" se referindo às ondas eletromagnéticas, entende-se, obviamente, de forma não prejudicial à integridade física e à saúde do sujeito. Tais ondas eletromagnéticas são, por exemplo, ondas de rádio (produzidas por correntes elétricas de alta frequência) de
20 potência apropriada. Por exemplo, a frequência das ondas eletromagnéticas pode ser inferior a 100 MHz e, mais particularmente, compreendida na faixa [10 kHz - 100 MHz].

De acordo com um segundo aspecto, a invenção propõe também uma instalação de formação de imagens móvel,
25 do tipo compreendendo:

- uma fonte de radiação; e
- um sensor de imagem, tendo uma superfície sensível à radiação gerada pela fonte de radiação, e não solidário à fonte de radiação.

30 A instalação compreende adicionalmente um dispositivo de detecção de falha de posicionamento de acordo com o primeiro aspecto acima, do qual:

- a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é solidária à fonte de radiação; e,

- a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas e de processamento digital é solidária ao sensor de imagem.

5 De acordo com um terceiro aspecto, a invenção propõe também uma instalação de formação de imagens do tipo acima, mas na qual a instalação compreende adicionalmente um dispositivo de detecção de falha de posicionamento de acordo com o primeiro aspecto acima, do qual:

10 - a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é solidária ao sensor de imagem; e,

- a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas e de processamento digital é solidária à fonte de radiação.

15 A falha de posicionamento pode ser indicada ao usuário de qualquer maneira apropriada. O usuário pode então modificar a posição da fonte e/ou do sensor. Na variante, a informação de falha de posicionamento pode ser utilizada para modificar automaticamente a posição da fonte de radiação, através de um sistema de controle de posição

20 assistido. A invenção oferece então uma alternativa interessante ao dispositivo chamado "angulador".

Em modos de realização, nos quais o número de emissores eletromagnéticos da unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é pelo menos igual a quatro, a unidade de

25 recepção de ondas eletromagnéticas é configurada para, adicionalmente, detectar um ângulo entre um plano da unidade de emissão de ondas eletromagnéticas e um plano da unidade de recepção de ondas eletromagnéticas. Este ângulo corresponde ao erro de posição angular (chamado também de

30 erro de paralaxe) entre a fonte de radiação e o sensor.

Isto permite ao usuário corrigir manualmente o ângulo de incidência da radiação emitida (i.e., dos raios X) com a direção ortogonal ao plano do sensor, para

diminuir o erro de paralaxe. Assim, a imagem radiológica que é obtida é menos distorcida, de sorte que as proporções reais do alvo radiografado são melhor conservadas.

Em modos de realização, a unidade de recepção de
5 ondas eletromagnéticas compreende um número M de receptores eletromagnéticos dispostos em um mesmo plano em posições respectivas não simétricas em relação a um primeiro eixo e/ou um segundo eixo no referido plano, onde M é um número inteiro superior ou igual a 2. A unidade de recepção de
10 ondas eletromagnéticas é, além disso, configurada para, adicionalmente, determinar por processamento do sinal os sinais provenientes dos diferentes emissores eletromagnéticos para cada um dos M receptores eletromagnéticos, e deduzir uma rotação do referido plano
15 em relação ao referido primeiro eixo e/ou ao referido segundo eixo, respectivamente.

Esses modos de realização permitem detectar a orientação (i.e., a posição angular) do sensor de imagem em seu próprio plano e então, em particular, poder determinar
20 automaticamente se o usuário realiza uma radiografia do maxilar superior ou inferior, do lado direito ou esquerdo da boca.

Outras características e vantagens da invenção aparecerão ainda na leitura da descrição que se seguirá.
25 Esta é puramente ilustrativa e deve ser lida em vista dos desenhos anexos nos quais:

- a figura 1, já analisada, é um esquema ilustrando o princípio da radiologia digital odontológica;
- a figura 2, igualmente já analisada, é um
30 esquema que ilustra uma solução conhecida na técnica anterior sob o nome de angulador, para resolver o problema de posicionamento relativo da fonte de radiação e do sensor no campo da radiologia digital odontológica;

- a figura 3 e a figura 4 são esquemas ilustrando um modo de realização e o princípio de funcionamento de uma instalação objeto da presente invenção;

5 - a figura 5 é um esquema muito simplificado ilustrando o problema da falha de paralaxe entre a fonte de radiação e o sensor no contexto da formação de imagens digital móvel por raios X;

10 - as figuras 6a, 6b e 6c são esquemas ilustrando modos de realização do dispositivo de emissão de ondas eletromagnéticas;

- as figuras 7, 8a e 8b são esquemas de um modo de realização de uma unidade de recepção eletromagnética permitindo a detecção automática da orientação do sensor de imagem em seu próprio plano; e

15 - a figura 9 é um esquema ilustrando um modo de realização da instalação permitindo uma colocação em modo de integração do sensor de imagens mais rápido.

No que se segue e nas figuras, os mesmos elementos portam os mesmos sinais de referência. A invenção é descrita em sua aplicação não limitativa a uma instalação de radiologia digital móvel, tal como uma instalação de radiologia digital odontológica. Por instalação de radiologia móvel, entende-se uma instalação na qual a fonte de radiação e/ou o sensor de imagem não são solidários um ao outro. Por instalação digital, entende-se uma instalação
25 na qual o processo de aquisição de imagem é pelo menos em parte realizado por meios digitais.

Descrição funcional da instalação

30 Com referência à figura 3 e à figura 4, uma instalação de radiologia digital de acordo com modos de realização da invenção compreende uma fonte de radiação 10, tal como um gerador de raios X. O tubo 12 do gerador é um cilindro tendo por função colocar em forma o feixe de raios

X gerado, de maneira que ele tenha a forma, por exemplo, de um cone de abertura muito pequena, isto é, de diâmetro sensivelmente constante, e igual a 60 mm, por exemplo. O eixo principal do tubo 12 corresponde ao eixo 11 de incidência dos raios X gerados.

A instalação compreende também um sensor digital de imagem 20. Ele pode compreender um CCD 22 associado a um cintilador 21 (o qual, em funcionamento, é disposto do lado do CCD que é orientado na direção da fonte de raios X). O sensor de imagem de CCD é, por exemplo, de tamanho 2, isto é, sua superfície sensível corresponde a um retângulo de diâmetro igual a 48 mm. O sensor de imagem é acoplado a uma unidade de controle e de operação, que produz a imagem radiológica propriamente dita.

Outras dimensões além daquelas indicadas acima são obviamente concebíveis, mas estas são típicas de uma aplicação à radiologia digital odontológica.

Para auxiliar o posicionamento correto da fonte de radiação 10 e do sensor de imagem 20, a instalação compreende adicionalmente uma unidade 13 de emissão de ondas eletromagnéticas podendo ser tornada solidária à fonte 10, e uma unidade de recepção de ondas eletromagnéticas podendo ser tornada solidária ao sensor de imagem 20, cooperando uma com a outra. Esses elementos formam um dispositivo que permite detectar uma falha de posicionamento da fonte de radiação 10 em relação ao sensor de imagem 20.

O dispositivo é próprio para indicar ao usuário qualquer erro de posicionamento. Este erro pode então ser corrigido pelo profissional, manualmente ou através de um dispositivo de controle automatizado. Para este fim, a fonte 10 pode ser montada sobre um sistema mecânico ou pantográfico, de forma estável mas móvel e regulável. Na

variante, o erro de posicionamento é fornecido na entrada de um dispositivo de controle assistido que posiciona automaticamente a fonte de raios X em relação ao sensor de imagem.

5 Por razões de normas médicas e de facilidade de integração, é vantajoso colocar o receptor de ondas eletromagnéticas e não o emissor de ondas eletromagnéticas no nível do sensor de imagem. De fato, é preferível não emitir potência no nível do sensor que, em funcionamento, é
10 colocado na boca do paciente. Evita-se ou pelo menos se reduz sensivelmente o risco de desprendimento eventual de calor suscetível de incomodar ou de assustar o paciente. Reduz-se também a perturbação das medidas de radiação pelo sensor de imagem. Além disso, isto ajuda a respeitar as
15 normas de compatibilidade eletromagnética (CEM, ou EMI - "Electro-magnetic Interferences" em inglês) que são muito rigorosas para esta classe de aparelhos.

Do lado da emissão, o dispositivo de detecção de falha de posicionamento compreende uma unidade de emissão
20 de ondas eletromagnéticas que, em situação de funcionamento, é tornada solidária à fonte de radiação 10. Esta unidade de emissão é controlada por uma unidade 15. A unidade 15 compreende, por exemplo, um microprocessador controlado por software. A unidade de emissão compreende
25 também um conjunto de no mínimo 3 geradores de ondas eletromagnéticas controlados 120, tais como solenóides. Os solenóides são, por exemplo, colocados em um mesmo plano, que é perpendicular ao eixo incidente 11 do feixe de raios X. Por exemplo, eles são dispostos em um suporte 13 de
30 forma tórica, cujo diâmetro interno é próprio para que ele se fixe no final do tubo do gerador 10. Com esta disposição, o plano do suporte 13 corresponde ao plano da extremidade do tubo 12 do gerador 10.

Como se pode ver na figura 4, os solenóides 120 são, de preferência, distribuídos de maneira equidistante (isto é, em posições angulares equitativamente distribuídas), ao longo da coroa formada pelo plano principal do suporte 13. Esta disposição permite simplificar o processamento efetuado do lado da recepção. Na figura, existem assim 3 solenóides espaçados angularmente dois a dois de um ângulo igual a 120 graus.

Esses solenóides 120 emitem cada um, com uma certa recorrência, um campo magnético direcional. Para este fim, eles são excitados por um sistema de controle gerado pela unidade de controle 15. Mais particularmente, a unidade 15 se encarrega de modular este campo de acordo com uma trama tendo um motivo binário específico de cada um dos solenóides de emissão. Isso permite à unidade de recepção, por processamento do sinal, identificar (isto é, determinar e separar) os sinais provenientes dos diferentes solenóides de emissão.

Do lado da recepção, o dispositivo de detecção de falha de posicionamento compreende pelo menos um solenóide de recepção 230 que, em situação de funcionamento, é tornado solidário ao sensor de imagens 20. Por exemplo, esse solenóide é disposto em uma placa 23 disposta atrás do sensor, isto é, do lado oposto à superfície sensível do sensor, isto é, também do lado do CCD 22 que é oposto ao cintilador 21, ou ainda do lado do sensor 21 que, em funcionamento, é oposto à fonte 10.

A unidade de recepção de ondas eletromagnéticas compreende também meios de processamento, tal como uma unidade de operação 25. A unidade 25 compreende, por exemplo, um microprocessador e é controlada por software. Ela pode vantajosamente ser confundida com a unidade de controle e de operação do sensor digital de imagem 20,

esses elementos sendo, por exemplo, realizados sob a forma de um computador pessoal convencional.

Assim como ilustrado na figura 4, o solenóide de recepção 230 capta o campo magnético proveniente de um solenóide emissor. O sinal assim captado é condicionado eletronicamente, em seguida, digitalizado para ser analisado por processamento do sinal, no nível da unidade 25.

Princípio geral de funcionamento

10 A intensidade e a fase dos campos eletromagnéticos são função da distância e do ângulo no qual eles são medidos, em relação a seu ponto de emissão, isto é, ao posicionamento dos solenóides de emissão que os geram.

15 As ondas eletromagnéticas que são geradas são próprias para atravessar os tecidos humanos, obviamente de forma não prejudicial à integridade física e à saúde do paciente. Tais ondas eletromagnéticas são, por exemplo, ondas de rádio (produzidas por correntes elétricas de alta 20 freqüência) de potência apropriada. Por exemplo, a freqüência das ondas eletromagnéticas pode ser inferior a 100 MHz. Em particular, esta freqüência pode estar compreendida na faixa [10 kHz - 100 MHz].

25 Tais ondas se propagam bem no ar, mas menos bem nos tecidos humanos e ainda menos bem através das partes densas tais como os dentes ou os ossos. Por razões de nível de emissão eletromagnética, o sinal recebido é, em geral, muito fraco, da ordem de alguns microvolts (μV) e é então muito difícil de processar.

30 Um princípio de funcionamento que fornece, no entanto, bons resultados em condições também pouco favoráveis consiste na utilização da intensidade relativa dos campos entre os solenóides de emissão 120 para buscar o

ponto onde eles se equilibram. Considerando que as características dos emissores são idênticas, esse ponto corresponde ao centro do plano do suporte 13 dos solenóides de emissão. O solenóide de recepção é, de preferência, colocado em relação ao centro da superfície sensível do sensor de imagem 20. Porém, esta disposição não é obrigatória, uma vez que se pode muito bem levar em consideração, nos cálculos conduzindo à detecção ou não de um erro de posicionamento, uma distância conhecida entre o centro da superfície sensível do sensor de imagem 20 e o posicionamento do solenóide de recepção.

Uma distância de erro em relação ao ponto de equilíbrio dos campos eletromagnéticos gerados pelos solenóides de emissão pode ser determinada a partir da intensidade relativa dos campos se a atenuação em função da distância for conhecida, o que pode ser o caso seja pela aplicação das leis de propagação das ondas eletromagnéticas, seja por uma simples calibragem do sistema. Pode-se então dispor de uma estimativa relativamente precisa da posição do solenóide de recepção em relação ao plano formado pelos solenóides de emissão, com o auxílio de uma série de cálculos de triangulação.

A medida sendo efetuada em amplitudes e fases relativas, é preferível que os sinais emitidos por cada solenóide de emissão apresentem características idênticas em termos de amplitude, de frequência, de fase, de período de recorrência, e de campo eletromagnético criado (notadamente polarização). Os desempenhos são melhorados com cálculos simplificados. Para este fim, em particular, são previstos solenóides 120 idênticos entre si.

É igualmente preferível que os solenóides de emissão não emitam todos ao mesmo tempo. De outra forma, a informação, sendo de natureza idêntica, só poderia mais

difícilmente ser discriminada na recepção (cada sinal eletromagnético se comportaria como ruído em relação a outros). Em um modo de realização, a unidade de emissão é própria para estabelecer uma seqüência de controle dos solenóides de emissão na base de uma regra do tipo "um
5 único por vez", por exemplo "cada um em sua vez", na qual a unidade de recepção pode se sincronizar. Dito de outra forma, os solenóides de emissão emitem todos, mas cada um alternativamente. Esta seqüência é levada em consideração
10 pelo processador pilotando a unidade de emissão.

Deteção de um erro de paralaxe

Os modos de realização descritos mais acima permitem auxiliar a posicionar a fonte de raios X em relação ao sensor de imagem. Porém, um posicionamento
15 correto nem sempre é suficiente.

Com referência à figura 5, é de fato desejável, adicionalmente, alinhar o eixo de saída 11 da fonte 10 (eixo de incidência dos raios X) sobre o eixo 23 perpendicular à superfície sensível do sensor 20. No caso
20 de falha de alinhamento angular (também chamada erro de paralaxe) entre a fonte de radiação e o sensor, a imagem do alvo que se obtém é distorcida. Isto resulta do direcionamento dos raios X. O alinhamento angular não é fácil de se obter na prática. A utilização de um
25 dispositivo de posicionamento mecânico, tal como o angulador descrito na introdução, permite remediar esta dificuldade. Porém, sua utilização sofre os inconvenientes que já foram evocados.

Modos de realização fornecem uma solução ao
30 problema adicional da deteção de um erro de paralaxe. De fato, o conhecimento da forma dos campos eletromagnéticos permite determinar igualmente um ângulo incidente entre os emissores eletromagnéticos e o (ou os) receptor(es)

eletromagnético(s). Este ângulo corresponde ao erro de paralelismo entre planos {XG, YG} e {XC, YC}, respectivamente do gerador de raios X e do sensor de imagem, que corresponde à medida do erro de paralaxe entre
5 o primeiro e o segundo.

Notar-se-á que a extração desta informação necessita da presença de pelo menos quatro solenóides de emissão. Dito de outra forma, nestes modos de realização, a unidade de emissão eletromagnética compreende pelo menos
10 quatro emissores eletromagnéticos 120 idênticos.

Um modo de realização desse tipo é representado esquematicamente na figura 6a.

Os cálculos permitindo determinar o ângulo incidente entre os emissores eletromagnéticos e o (ou os)
15 receptor(es) eletromagnético(s) são aqui também efetuados pela unidade de controle 25. Eles implementam regras de triangulação e de trigonometria clássicas, e não precisam ser explicitados aqui. De fato, o versado na técnica deve diretamente proceder à sua implementação, por exemplo, sob
20 a forma de um software apropriado.

Em um modo de realização preferido, em conformidade com o esquema da figura 6b, a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas compreende, na realidade,
8 solenóides de emissão ou emissores eletromagnéticos
25 idênticos. Este número realiza o melhor compromisso entre a complexidade dos cálculos a serem realizados e o nível de desempenhos alcançado.

Em modos de realização, os N solenóides da unidade de emissão de ondas eletromagnéticas podem
30 compreender um solenóide de emissão de centro correspondente ao centro do suporte tórico 13. Um modo de realização desse tipo é, por exemplo, ilustrado na figura 6c, no qual este solenóide central 130 possui um diâmetro

compreendido entre o diâmetro interno e o diâmetro externo do toro. Vantajosamente, o solenóide 130 apresenta, assim, um diâmetro maior, uma superfície maior e um rendimento mais elevado do que os solenóides 120, o que permite
5 melhorar as medidas efetuadas para os outros solenóides. -

Detecção do sentido do sensor de imagens

Quando o sensor radiológico é colocado na boca do paciente, a radiografia pode notadamente atingir os dentes do maxilar superior ou do maxilar inferior, do lado direito
10 ou do lado esquerdo do paciente. O cabo ligando a unidade de controle e de operação 25 ao sensor de imagem 20 impõe uma posição angular diferente daquele em cada um desses quatro casos. Daí se segue que o sentido da imagem obtida deve ser determinado e observado na imagem pelo
15 profissional, por exemplo, escrevendo o mesmo sobre uma pastilha auto-adesiva depositada sobre o negativo radiológico obtido, ou submetido manualmente em um teclado de computador a fim de aparecer no próprio negativo.

Para remediar estes inconvenientes e evitar
20 qualquer risco de erro de identificação ulterior das imagens radiológicas, modos de realização permitem determinar de maneira automática a orientação do sensor na boca, e levá-la em consideração quando da produção da imagem, de maneira que esta seja sempre identificada e/ou
25 apresentada de maneira correspondente. O dispositivo já descrito mais acima, que permite a determinação da posição do sensor em relação ao plano dos solenóides emissores, pode, na verdade, ser ainda melhorado para permitir adicionalmente a detecção da orientação do sensor de
30 imagem.

Quando a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas compreende um único solenóide de recepção, como no caso do modo de realização de acordo coma figura 4

(na qual a posição angular do dispositivo é marcada por um ponto preto em um canto da placa 23), uma rotação de 180 graus, por exemplo, fornece a mesma posição. Isto provém do fato de que um ponto único correspondente ao centro do solenóide de recepção 230 é levado em consideração nos cálculos de triangulação.

Podem-se discriminar diferentes posições angulares da unidade de recepção em seu próprio plano, prevendo-se pelo menos dois solenóides de recepção, tais como os solenóides 231 e 232 do modo de realização em conformidade com a figura 7. Observa-se daí, no nível de cada um dentre eles, os sinais eletromagnéticos provenientes dos emissores eletromagnéticos 120 da unidade de emissão eletromagnética. E, procede-se a duas séries de cálculos de triangulação na base dos dois jogos de sinais respectivamente recebidos no nível de cada um dos receptores 231 e 232. Os solenóides 231 e 232 são defasados um do outro em relação ao eixo ou aos eixos de referência, que são aqui, por exemplo, um eixo vertical (-YC, +YC) e um eixo horizontal (-XC, +XC) do plano {XC, YC} do sensor de imagem.

Dito de outra forma, pelo menos um segundo receptor de ondas eletromagnéticas é acrescentado à unidade de recepção de ondas eletromagnéticas de maneira a permitir, quando esta é tornada solidária ao sensor de imagem 20, determinar o ângulo formado pelo eixo perpendicular à superfície sensível do sensor de imagem e o eixo de incidência dos raios X provenientes do gerador 10. Esses solenóides se situam em um mesmo plano (o plano da placa 23), em posições respectivas não simétricas em relação a um primeiro eixo e/ou um segundo eixo no referido plano. A determinação da posição em relação aos solenóides de emissão é então efetuada para cada um dos solenóides de

recepção. As posições relativas fornecem então o ângulo de rotação da placa em seu próprio plano, ângulo este que corresponde ao ângulo de rotação do sensor de imagem em seu próprio plano. Trata-se também do ângulo de rotação do sensor de imagem em relação ao plano da extremidade do tubo 12 do gerador, os planos respectivos do sensor e do gerador sendo supostos paralelos devido à boa regulagem de paralaxe. Notar-se-á, na realidade, que este método de detecção da rotação supõe que os planos {XG, YG} e {XC, YC} são paralelos.

Assim como mostram os esquemas das figuras 8a e 8b, nas quais foi representada a unidade de recepção em duas posições angulares respectivas defasadas de 180° uma em relação à outra (como mostrado pelo ponto preto marcando um canto da placa 23), a rotação da placa 23 implica uma diferença de distância entre cada um dos solenóides de recepção 231 e 232 de um lado, e cada um dos solenóides de emissão (não visíveis nestas figuras) de outro lado.

A determinação da orientação angular do sensor de imagem permite a rotação automática fixada no monitor de vídeo da instalação, pelo software aplicativo executado pelo computador 25. Obviamente, isto supõe também que a orientação do gerador de raios X seja conhecida.

Os solenóides 231 e 232 são dispostos, de preferência, a uma distância um do outro que é a mais elevada possível para tornar a discriminação das diferentes orientações mais fácil. Na aplicação que é referida aqui, esta discriminação não é muito difícil de alcançar uma vez que apenas quatro posições angulares devem ser discriminadas (de 0 a 360 graus, por passo de 90 graus).

Detecção da presença de raios X

Um sensor digital de radiologia por raios X compreende tipicamente uma matriz CCD recoberta de um

elemento químico (correspondente ao cintilador) transformando os raios X em fótons.

Nas instalações da técnica anterior, a detecção da presença de raios X (chamada detecção de TRIG) é realizada de maneira autônoma no nível do sensor de imagem pela ultrapassagem de um limiar pela quantidade de luz recebida no nível do sensor. Quando a informação de presença de raios X é disponível no nível do sensor, este é controlado em modo dito de "integração" no qual ele é mantido estático para que ele possa captar a totalidade dos raios X que continuam a fluir até o fim do período de exposição. Compreende-se que a detecção da presença dos raios X só pode ser efetuada quando a radiação já está ativa, daí um retardo inevitável para passar em modo de integração, se constituindo em um borrão na imagem. O prazo médio de reação é da ordem de 2 milissegundos, para um tempo de exposição compreendido entre 15 e 250 milissegundos.

Conhecem-se também realizações nas quais a informação da presença de raios X é fornecida ao sensor a partir do gerador através de uma ligação entre o primeiro e o segundo, para melhorar a qualidade da imagem. Porém, essas realizações necessitam levar em consideração a funcionalidade desde a concepção de cada componente da instalação, uma vez que ela necessita de uma interface entre uma unidade de controle do gerador e a unidade de controle e de operação do sensor de imagem. Ela não é então concebível quando esses componentes não são previstos desde a origem como sendo interoperáveis, por exemplo, porque eles são fornecidos por fabricantes diferentes.

Para remediar esses inconvenientes, modos de realização da invenção prevêm que um dispositivo de detecção da radiação de raios X seja colocado na frente da

extremidade do tubo 12 do gerador de raios X. Esse detector de raios X pode vantajosamente ser mecanicamente solidário à unidade de emissão eletromagnética, por exemplo, montado sobre o suporte 13 dos solenóides de emissão 120 e 130.

5 Com referência à figura 9, um tal detector 14, do tipo de um fotodiodo equipado com um cintilador ou outro, é, por exemplo, disposto sobre o suporte 13 da unidade de emissão de ondas eletromagnéticas. A unidade de controle 15 dispõe de um eletrônico simples de condicionamento do sinal
10 proveniente do detector 14.

Uma informação de presença de raios X fornecida pelo detector 14 é então transmitida de maneira codificada pelos solenóides de emissão 120 à unidade de recepção de ondas eletromagnéticas, por exemplo, sob a forma de uma
15 frequência de modulação diferente. A unidade de controle 25 da unidade de recepção pode então controlar a colocação em modo de integração do sensor de imagem 20.

O tempo de reação é reduzido de um fator 10 em relação a uma detecção no próprio sensor de imagem, uma vez
20 que o sinal é muito forte na saída do tubo 12 que está próxima da fonte dos raios X, e uma vez que nenhum obstáculo atenua nem oculta a radiação. Na prática, um tempo de reação da ordem de 200 microssegundos pode, assim, ser obtido. A diminuição do retardo da colocação em modo de
25 integração do sensor de imagem autoriza igualmente um tempo de exposição reduzido para uma mesma qualidade de imagem.

A descrição de exemplos de realização fornecida acima não é limitativa, outros modos de realização sendo concebíveis. Por exemplo, o detector digital CCD pode ser
30 substituído por um detector de fototransistores (fotodiodos) de tecnologia CMOS. Igualmente, o sensor de imagem não é necessariamente um sensor digital, mas pode também ser um sensor analógico, cujas informações de saída

são digitalizadas ou não. Enfim, a fonte de radiação não é necessariamente um gerador de raios X, mas pode-se tratar também de um gerador de raios Gamas, ou outros.

Os modos de realização apresentados acima, e
5 outros, permitem o funcionamento dessincronizado entre a unidade de emissão e a unidade de recepção. Esta propriedade pode ser aproveitada para criar um dispositivo operacional no qual os emissores situados no tubo do gerador de raios X podem funcionar de maneira autônoma em
10 baterias. Isto evita o emprego de cabos elétricos difíceis de instalar no tubo do próprio gerador instalado no fim de um braço de mais de 2 metros articulado.

As outras características e vantagens seguintes decorrem igualmente dos modos de realização da invenção:

15 - um botão situado na unidade de processamento da unidade de emissão pode permitir colocar a unidade de emissão sob tensão durante uma duração determinada, que pode ser predefinida;

20 - a unidade de recepção pode ser integrada no sensor de imagem radiológica ou em uma pequena placa contígua ao mesmo.

25 - o processamento digital implementado no nível da unidade de recepção de ondas eletromagnéticas necessitando de uma potência de cálculo muito alta, esse processamento pode ser executado em um alojamento externo ou ainda realizado no seio do eletrônico de gestão do sensor de imagem radiológica se esta o permitir;

30 - é o eletrônico de gestão do sensor de imagem radiológica que pode ser encarregado da gestão do posicionamento do gerador em relação ao sensor;

- o ruído gerado por um emissor eletromagnético não perturba o sensor de imagem radiológica;

- o nível de emissão das ondas eletromagnéticas é compatível com as normas de CEM;

5 - a presença do emissor eletromagnético não apresenta incompatibilidade de utilização com um elemento intrusivo como um sensor de imagem radiológica odontológico;

10 - o solenóide integrado no sensor de imagem radiológica pode ser o emissor eletromagnético, os solenóides solidários ao gerador se tornando receptores eletromagnéticos. O princípio de base permanece estritamente idêntico uma vez que os sistemas físicos são sempre simétricos e reversíveis. Os processamentos matemáticos (cálculos de triangulação) são simplesmente permutados em seu princípio. Se esses processamentos devem
15 ser realizados pelo software aplicativo gerando o sensor de imagem radiológica (que é executado no computador de uso geral do profissional), a unidade de recepção operando no nível do gerador de raios X deve dispor de uma via de comunicação com este software aplicativo, do tipo com fio
20 (protocolo USB, RS232, ...) ou sem fio (normas WIFI, Bluetooth, ...);

25 - a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é própria para emitir e a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas é própria para receber informações suplementares além do motivo binário. Essas informações suplementares podem compreender a informação de detecção da radiação da fonte de radiação, ou outras informações de controle, de sinalização, ou outra.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de detecção de falha de posicionamento entre um primeiro elemento (10) e um segundo elemento (20), caracterizado pelo fato de que compreende:

5 uma unidade de emissão de ondas eletromagnéticas (13, 15) próprias para atravessar os tecidos humanos, a unidade de emissão sendo própria para ser tornada solidária ao primeiro elemento; e

 uma unidade de recepção de ondas eletromagnéticas
10 (23, 25) e de processamento digital própria para ser tornada solidária ao segundo elemento, e cooperando com a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas para detectar uma falha de posicionamento do primeiro elemento em relação ao segundo elemento.

15 2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual a unidade de emissão eletromagnética compreende um solenóide.

 3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual a unidade de emissão compreende um número N de
20 emissores eletromagnéticos (120, 130) dispostos sensivelmente em um mesmo plano, onde N é um número inteiro superior ou igual a 3, e uma unidade de controle (15) configurada para fazer emitir, por cada um desses N emissores eletromagnéticos, um sinal eletromagnético
25 respectivo, o sinal eletromagnético correspondendo a um campo eletromagnético direcional modulado de acordo com uma trama tendo um motivo binário específico do emissor, e permitindo à unidade de recepção identificar, por processamento do sinal, os sinais eletromagnéticos
30 provenientes, respectivamente, de cada um dos emissores eletromagnéticos.

 4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 3, no qual a unidade de controle da unidade de emissão é

configurada de maneira que os emissores eletromagnéticos emitam um só de cada vez, cada um com um período de recorrência dado.

5 5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4,
no qual a unidade de controle da unidade de emissão é configurada de maneira que os sinais emitidos pelos emissores eletromagnéticos tenham, com exceção do efeito da modulação, características comuns em termos de amplitude, de frequência, de fase, de período de recorrência e de
10 campo eletromagnético.

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, no qual N é pelo menos igual a 4.

7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 6, no qual N é igual a 8.

15 8. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, no qual os N emissores eletromagnéticos são dispostos de maneira equidistantes em um plano perpendicular a uma direção de emissão incidente da fonte de radiações.

20 9. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 8, no qual os N emissores eletromagnéticos compreendem, cada um, um solenóide (120).

25 10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 8, no qual os solenóides são dispostos em um suporte (13) de forma tórica, um dos solenóides tendo um centro correspondendo ao centro do suporte e um diâmetro compreendido entre o diâmetro interno e o diâmetro externo do suporte.

30 11. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, no qual a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas é configurada para, adicionalmente, determinar, por processamento de sinal, um ângulo entre um

plano da unidade de emissão de ondas eletromagnéticas e um plano da unidade de recepção de ondas eletromagnéticas.

12. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 11, no qual a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas compreende um número M de receptores eletromagnéticos dispostos em um mesmo plano em posições respectivas não simétricas em relação a um primeiro eixo e/ou um segundo eixo no plano, onde M é um número inteiro superior ou igual a 2,

10 e no qual a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas é configurada para, adicionalmente, determinar, por processamento do sinal, os sinais provenientes dos diferentes emissores eletromagnéticos para cada um dos M receptores eletromagnéticos e para deduzir
15 uma rotação do plano em relação ao primeiro eixo e/ou ao segundo eixo, respectivamente.

13. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 12, no qual a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é própria para emitir e a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas é própria para receber
20 informações suplementares além do motivo binário.

14. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual as ondas eletromagnéticas são ondas de rádio.

25 15. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 14, no qual a frequência das ondas eletromagnéticas é inferior a 100 MHz.

16. Instalação de formação de imagens móvel, compreendendo:

30 uma fonte de radiação (10); e
um sensor de imagem (20), tendo uma superfície (212) sensível à radiação gerada pela fonte de radiação, e não solidário à fonte de radiação,

caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente um dispositivo de detecção de falha de posicionamento como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes, do qual:

5 a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é solidária à fonte de radiação; e,

a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas e de processamento digital é solidária ao sensor de imagem.

17. Instalação de formação de imagens, de acordo com a reivindicação 16, compreendendo adicionalmente um dispositivo (14) de detecção da radiação gerada pela fonte de radiação, solidário à unidade de emissão de ondas eletromagnéticas,

15 na qual a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é própria para transmitir à unidade de recepção de ondas eletromagnéticas uma informação de presença de radiação fornecida pelo detector de radiação.

18. Instalação de formação de imagens, compreendendo:

20 uma fonte de radiação (10); e

um sensor de imagem (20), tendo uma superfície (212) sensível à radiação gerada pela fonte de radiação, e não solidário à fonte de radiação,

25 caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente um dispositivo de detecção de falha de posicionamento como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes, do qual:

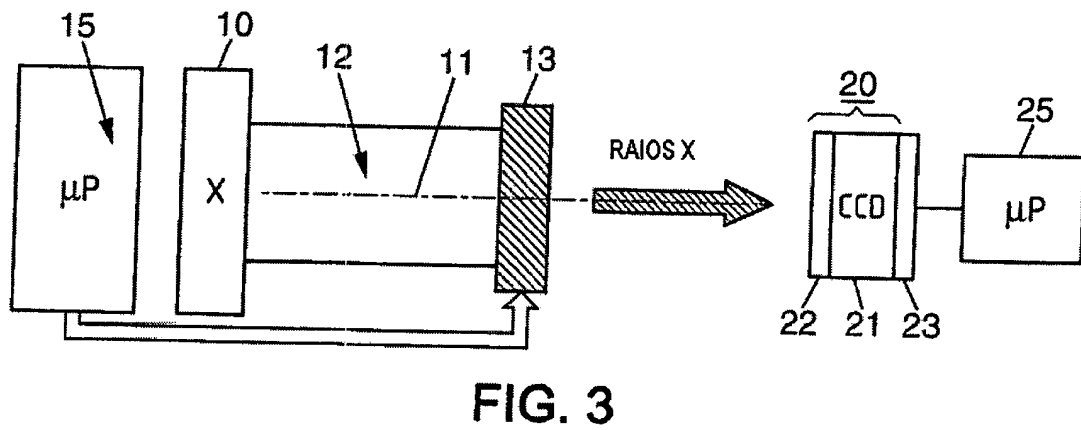
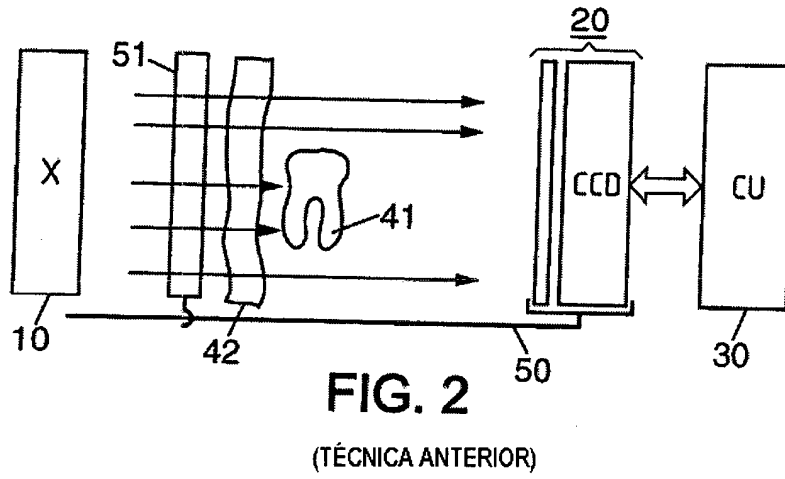
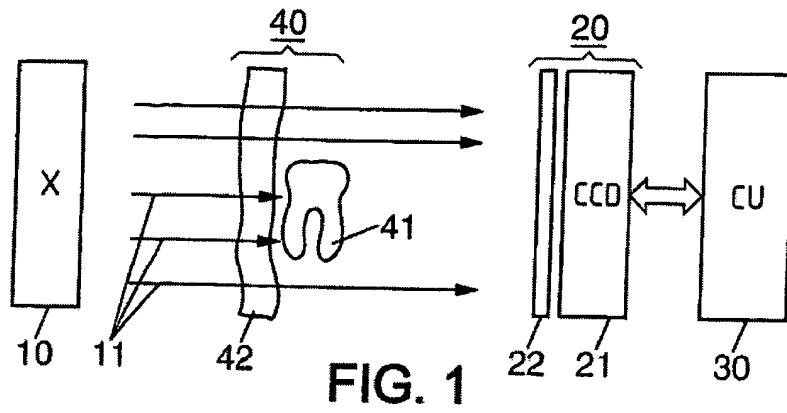
a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é solidária ao sensor de imagem; e,

30 a unidade de recepção de ondas eletromagnéticas e de processamento digital é solidária à fonte de radiação.

19. Instalação de formação de imagens móvel, de acordo com a reivindicação 18, compreendendo adicionalmente

um dispositivo (14) de detecção da radiação gerada pela fonte de radiação, solidário à unidade de emissão de ondas eletromagnéticas,

5 na qual a unidade de emissão de ondas eletromagnéticas é própria para transmitir à unidade de recepção de ondas eletromagnéticas uma informação de presença de radiação fornecida pelo detector de radiação.



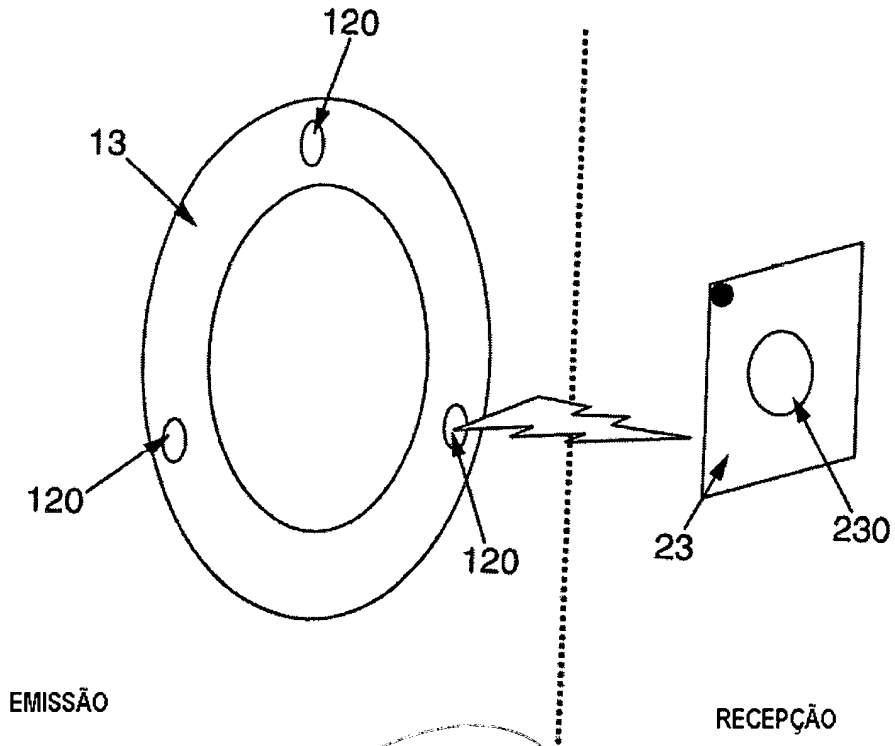


FIG. 4

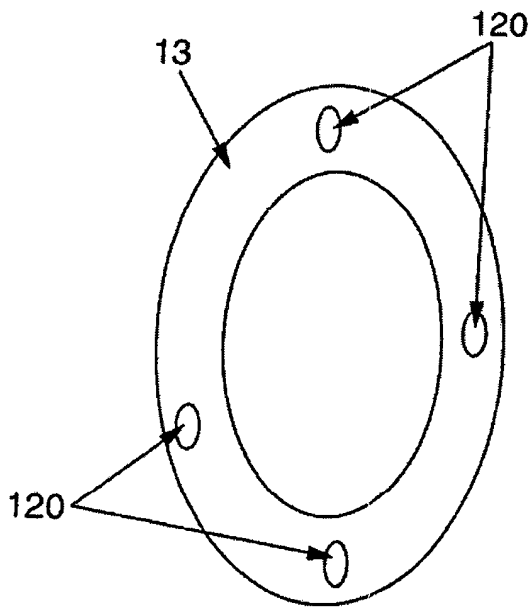


FIG. 6a

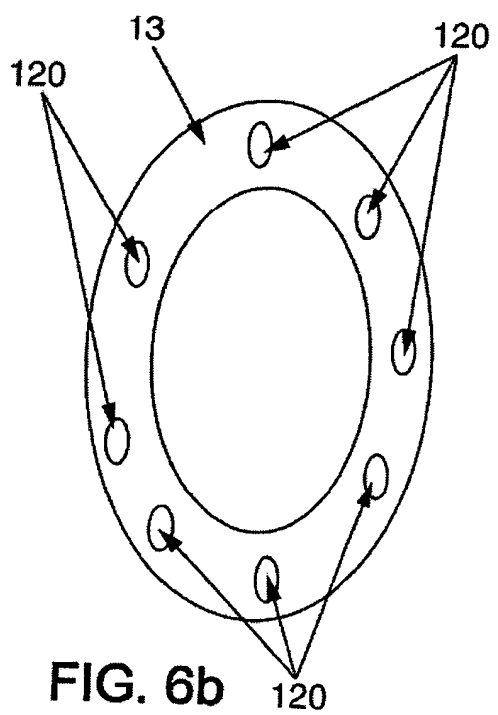


FIG. 6b

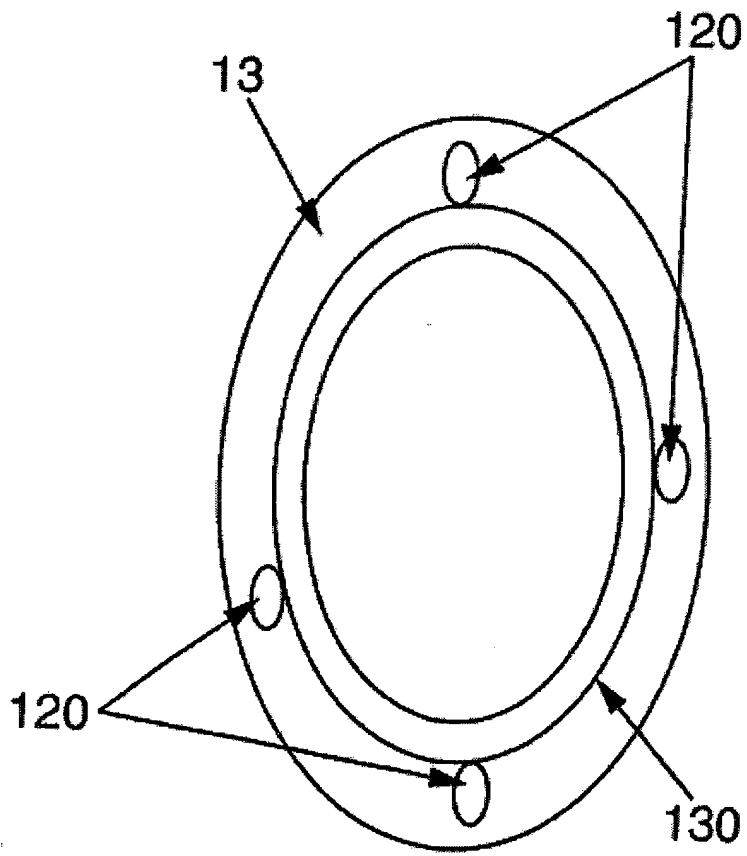


FIG. 6c

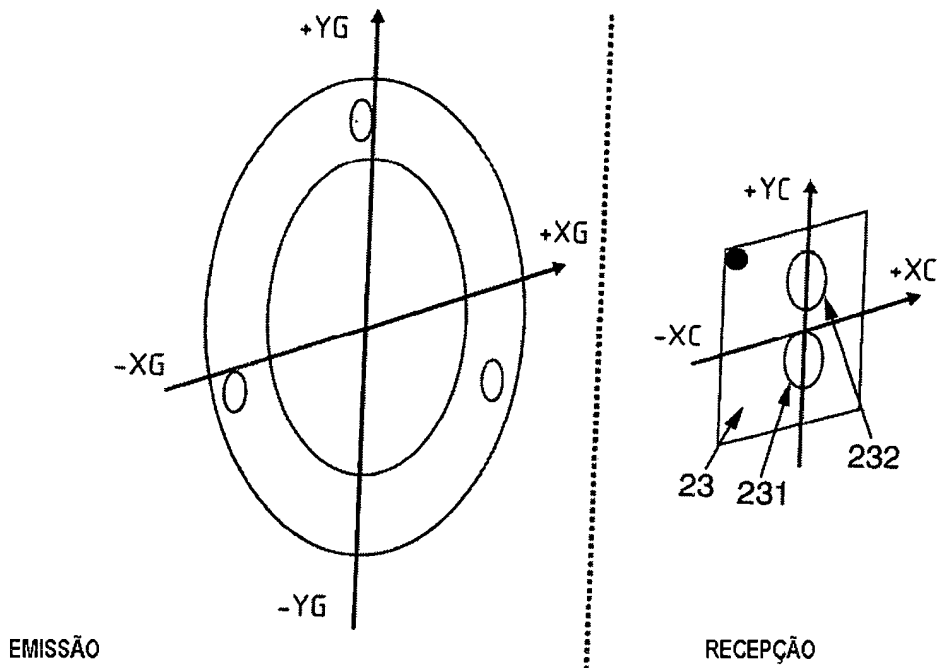


FIG. 7

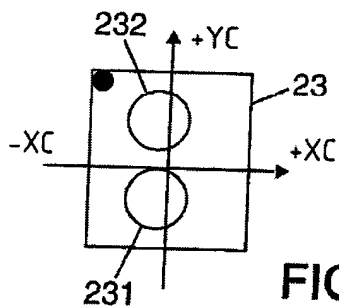


FIG. 8a

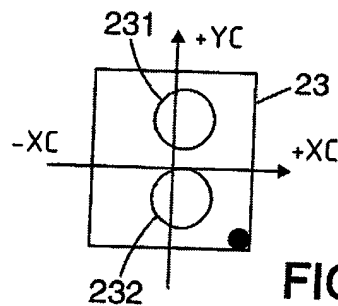


FIG. 8b

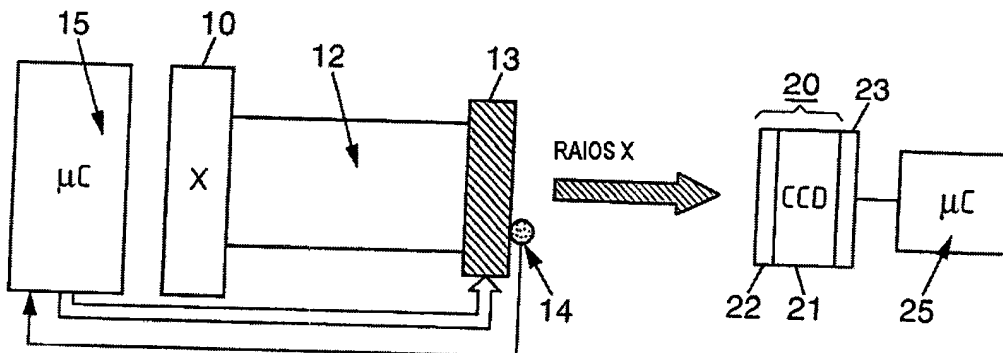


FIG. 9

RESUMO**"REGULAGEM DE POSIÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO DE RADIOLOGIA
MÓVEL"**

5 A invenção refere-se a um dispositivo de detecção
de falha de posicionamento entre um primeiro elemento e um
segundo elemento), que compreende uma unidade de emissão de
ondas eletromagnéticas (130, 120) própria para ser tornada
solidária ao primeiro elemento, de um lado, e uma unidade
de recepção de ondas eletromagnéticas (23, 230) e de
10 processamento digital própria para ser tornada solidária ao
segundo elemento. Esta última unidade coopera com a unidade
de emissão de ondas eletromagnéticas para detectar uma
falha de posicionamento do primeiro elemento em relação ao
segundo elemento. Em uma aplicação em uma instalação de
15 radiologia móvel, o primeiro elemento é, por exemplo, um
gerador de raios X, e o segundo elemento é, por exemplo, um
sensor de imagem radiológica.