

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

(21) **PI 1102363-5 A2**



(22) Data de Depósito: 20/05/2011
(43) Data da Publicação: 06/11/2012
(RPI 2183)

(51) *Int.Cl.:*
H01Q 1/32

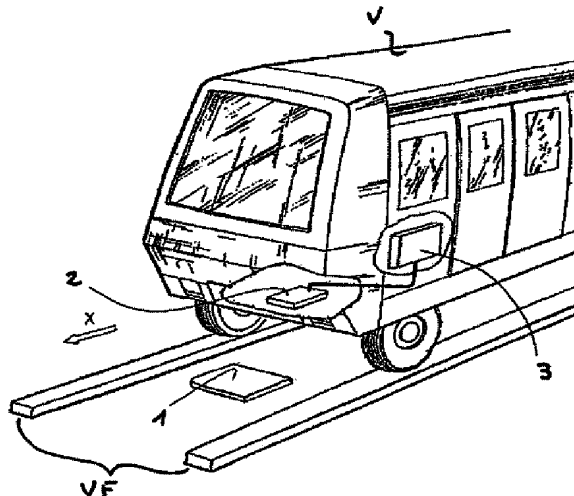
(54) Título: ANTENA DESTINADA A SER EMBARCADA SOBRE UM VEÍCULO FERROVIÁRIO, A FIM DE LOCALIZAR ESSE VEÍCULO FERROVIÁRIO AO LONGO DE UMA VIA FÉRREA EQUIPADA COM UM SISTEMA DE BALIZAS NO SOLO

(30) Prioridade Unionista: 21/05/2010 FR 10 53961

(73) Titular(es): Alstom Transport SA

(72) Inventor(es): Jacques Orion

(57) Resumo: ANTENA DESTINADA A SER EMBARCADA SOBRE UM VEÍCULO FERROVIÁRIO, A FIM DE LOCALIZAR ESSE VEÍCULO FERROVIÁRIO AO LONGO DE UMA VIA FÉRREA EQUIPADA COM UM SISTEMA DE BALIZAS NO SOLO. A invenção refere-se a uma antena (2) destinada a ser embarcada sobre um veículo ferroviário (V), a fim de localizar esse veículo ferroviário ao longo de uma via férrea (VF) equipada com um sistema de balizas (1) no solo. A antena está apta a captar um sinal eletromagnético representativo de uma informação emitida pela baliza, quando ela é atravessada pelo veículo ferroviário, e ela comporta um primeiro circuito receptor em forma de anel simples (A) e um segundo circuito receptor em forma de anel de duas espiras em oito (B). A antena comporta, além disso, um terceiro circuito receptor (C) sob a forma de anel com três espiras com uma espira mediana (C2) disposta entre duas espiras externas (C1, C3), o primeiro, o segundo e o terceiro circuitos receptores sendo superpostos, os três circuitos receptores apresentando todos sensivelmente um mesmo eixo de simetria longitudinal (X) e sensivelmente um mesmo eixo de simetria transversal (Y).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ANTENA DESTINADA A SER EMBARCADA SOBRE UM VEÍCULO FERROVIÁRIO, A FIM DE LOCALIZAR ESSE VEÍCULO FERROVIÁRIO AO LONGO DE UMA VIA FÉRREA EQUIPADA COM UM SISTEMA DE BALIZAS NO SO-**
5 **LO"**.

A invenção refere-se à localização de um veículo ferroviário ao longo de uma via férrea, com o auxílio de uma série de balizas que equipam a via férrea e aptas a cooperarem com uma antena embarcada no veículo ferroviário.

10 É conhecido pela patente EP- 1 227 024 um sistema de balizas no solo que permite estabelecer a comunicação com uma antena a bordo de um veículo ferroviário. A antena embarcada, segundo essa patente, comporta um primeiro circuito receptor em forma de anel simples e um segundo circuito receptor em forma de anel em oito, a associação dos dois circuitos,
15 permitindo captar o sinal eletromagnético portador de informação emitido pela baliza e assim determinar precisamente o instante em que a antena embarcada está centrada sobre a baliza no solo, e isto com uma grande precisão: pode-se, portanto, localizar o veículo sobre a via férrea com uma precisão da mesma ordem (que pode ser da ordem de ou inferior a ± 5 cm,
20 conforme é requerido para os veículos ferroviários de controle automático notadamente).

Com efeito, caso se represente o sinal captado pelos dois circuitos receptores da antena embarcada, sob a forma de gráficos – designados também sob o termo de diagramas de irradiação – representando a potência
25 captada em função da posição relativa da antena embarcada em relação à baliza no solo a mais próxima, quando de sua travessia, conforme representado nas figuras 3 e 4 dessa patente anterior, vê-se que o sinal captado pelo primeiro circuito receptor apresenta uma faixa central relativamente ampla e centrada sobre a zona de contato da baliza no solo. (Compreende-se, no
30 caso e na sequência do texto, por zona de contato da baliza a zona na qual a antena é normalmente capaz de "ler" as informações emitidas pela baliza no solo sob a forma de um sinal eletromagnético representativo da informa-

ção a transmitir da baliza no solo à antena embarcada. É também nessa zona que a energia emitida pela antena embarcada e que é recebida pela baliza, visando sua alimentação atinja um nível suficiente para assegurar a ativação da baliza). Essa faixa central tem aproximadamente uma forma de lobo principal de tipo sino centrada sobre o eixo Oy do referencial. Nas extremidades desse sino, se acham dois lobos secundários de máximo nitidamente menor. O sinal captado pelo segundo circuito receptor comportando o anel em oito apresenta suas faixas centrais, cada uma aproximadamente em forma de sino, com, entre essas duas faixas centrais, um sinal que se anula sobre a origem do referencial, a anulação do sinal correspondendo ao ponto do cruzamento do oito do anel. Além disso, nas extremidades opostas dessas duas faixas centrais em forma de sino, são encontrados dois outros lobos secundários, de maneira análoga ao sinal captado pelo primeiro circuito receptor.

Fazendo-se abstração desses lobos secundários, a detecção do instante em que a antena embarcada é centrada sobre a baliza no solo se faz da seguinte maneira (de forma esquemática): se produz uma defasagem (uma mudança de fase de 180°) entre os dois sinais captados, quando o centro (o ponto de cruzamento) do anel em oito do segundo circuito receptor passa na vertical do centro da baliza no solo. O processo consiste, portanto, em detectar essa mudança de fase entre os dois sinais captados, a fim de daí deduzir o instante preciso em que a antena é centrada sobre a baliza e, portanto, de daí deduzir a localização do veículo em relação à via férrea em um instante determinado.

Todavia, a presença de lobos secundários sobre os dois sinais pode induzir a detecção de defasagens entre lobos secundários, defasagens "parasitas", portanto, que podem levar a detectar, de forma errônea, uma centragem entre a antena e a baliza. É a razão pela qual é previsto impor ao processo de detecção um limite de potência predeterminado, que se situa acima do máximo de potência dos lobos secundários dos dois sinais captados pela antena: a detecção se acha assim filtrada, eliminando do processo de detecção todas as defasagens intempestivas que podem aparecer entre

os lobos secundários.

Mas impor um limite de potência predeterminado não é consequência: essa filtragem se traduz concretamente pelo respeito de esforços de distância entre a antena e a baliza. Assim, para que o processo de detecção funcione, é necessário prever uma distância na direção vertical entre a baliza e a antena, que esteja compreendida entre dois valores limites, uma distância mínima e uma distância máxima. Da mesma forma, é necessário que o rebatimento autorizado na direção horizontal transversal seja inferior a um valor de rebatimento máximo. Esses critérios dimensionais podem se mostrar incômodos. Eles podem complicar a montagem da antena embarcada sobre a viatura ou a motriz do veículo ferroviário, até mesmo impedir certos locais de antena sobre o veículo ferroviário. Assim, é delicado, até mesmo impossível em certos casos, montar a antena sobre a caixa de mudança de velocidades de veículo, já que a caixa é montada por suspensões em seu truque, em regra geral, o que implica movimentos verticais relativos caixa / truque, que a antena é obrigada de acompanhar. Além disso, eles podem evoluir durante a exploração dos veículos ferroviários. Assim, notadamente, a distância inicial antena – baliza na direção vertical pode diminuir pelo desgaste progressivo das rodas da viatura ou da motriz sobre a qual é montada a antena, o que implica chumbar regularmente a antena, por operações de manutenção.

A finalidade da presente invenção é, então, propor uma técnica melhorada de localização de um veículo ferroviário utilizando um sistema de balizas no solo e de antena embarcada. A finalidade da invenção é, mais precisamente, prevenir o inconveniente dos esforços dimensionais ligados à solução técnica anterior descrita mais acima. Acessoriamente, a finalidade da invenção é de propor uma técnica desse tipo que seja, além disso, simples e econômica de realizar e de aplicar, e que, notadamente permita limitar as operações de manutenção dos veículos ferroviários que a aplicam.

A invenção tem inicialmente por objeto uma antena destinada a ser embarcada sobre um veículo ferroviário, a fim de localizar esse veículo ferroviário ao longo de uma via férrea equipada com um sistema de balizas

no solo, a antena estando apta a captar um sinal eletromagnético representativo de uma informação emitida pela baliza, quando ela é atravessada pelo veículo ferroviário, essa antena comportando um primeiro circuito receptor em forma de anel simples e um segundo circuito receptor em forma de anel de duas espiras em oito. De acordo com a invenção, a antena comporta, além disso, um terceiro circuito receptor sob a forma de anel com três espiras com uma espira mediana disposta entre duas espiras externas, o primeiro, o segundo e o terceiro circuitos receptores sendo superpostos, os três circuitos receptores apresentando todos sensivelmente o mesmo eixo de simetria longitudinal sensivelmente um mesmo eixo de simetria transversal.

Compreende-se, por "superpostos", o fato de os circuitos serem montados, por exemplo, todos sobre um mesmo suporte plano, uns acima dos outros, segundo planos paralelos entre si, sem que a ordem da superposição seja imposta. Além disso, pelo menos dois desses planos podem, na realidade, ser confundidos, segundo as dimensões relativas dos três anéis. Pode acontecer, com efeito, que um dos circuitos receptores, por exemplo, o primeiro, tenha um perímetro maior que o segundo circuito receptor, o circuito menor que se acha então montado sobre um suporte comum no interior do circuito o mais volumoso, os dois circuitos achando-se de fato montados segundo um plano comum.

Isto explica que, quando é questão de um "mesmo" eixo de simetria longitudinal ou transversal, é preciso certamente incluir nessa definição dos eixos de simetria paralelos entre si, mas não exatamente confundidos, quando são montados segundo planos paralelos entre si, próximos, mas distintos.

A presença dessa dupla simetria leva a que os três circuitos receptores sejam centrados uns em relação aos outros, segundo um eixo comum perpendicular a seus planos de montagem.

Mostrou-se que o acréscimo desse terceiro circuito na antena permite se livrar das dificuldades dimensionais mencionadas mais acima, pois a colocação de uma antena em um processo de localização de um veículo ferroviário em cooperação com uma baliza não necessita mais de impor

um limite de filtragem de potência predeterminado. É, ao mesmo tempo, a forma particular em três espiras desse terceiro circuito receptor, e o fato de ser centrado sobre os dois outros circuitos receptores, ou com os mesmos eixos de simetria, que permitem chegar a esse resultado muito interessante.

5 Vantajosamente, de acordo com a invenção, o eixo de simetria transversal passa pelo ponto de cruzamento do anel em oito do segundo circuito receptor e pelos planos medianos do anel simples do primeiro circuito receptor e da espira mediana do terceiro circuito receptor. É, com efeito, essa característica, que traduz a centragem relativa dos três circuitos, que
10 permite explorar, no processo de detecção que utiliza essa antena, conforme detalhado depois, os sinais captados de maneira apropriada.

De acordo com uma outra característica da antena, segundo a invenção, esta é concebida, de forma que os anéis dos três circuitos receptores sejam desprovidos de acoplamento entre si, ou apresentem um acoplamento residual desprezível entre eles. Com efeito, tudo se passa como se
15 os três anéis fossem ortogonais entre si, a finalidade sendo que o sinal captado por um dos circuitos não seja perturbado / modificado pelo sinal captado pelos outros anéis, ou que seja, mas de forma desprezível, a fim de poder tratar e comparar os sinais captados pelos três circuitos receptores, conforme detalhado depois, sem ter de considerar eventuais interferências entre
20 sinais captados.

Vantajosamente, o terceiro circuito receptor sob a forma de anel com três espiras da antena, de acordo com a invenção, apresenta um desequilíbrio no campo magnético captado pelas três espiras, desequilíbrio que é
25 ajustado, controlando-se para que, por um lado, a sensibilidade do receptor da antena permita captar um campo magnético de mesma fase sem alteração no centro do anel, quando baliza se acha centrada em relação a esse anel e que, por outro lado, o acoplamento entre esse anel e os anéis dos dois outros circuitos receptores permaneça desprezível.

30 O termo "sensibilidade do receptor" é conhecido no domínio das antenas, o receptor estando compreendido no sentido amplo como a antena associada a todos os seus meios de medida e de tratamento e de análise

dos sinais captados.

De acordo com uma variante, para atingir esse desequilíbrio, a antena, segundo a invenção, é dimensionada, de forma que a soma das áreas delimitadas pelas espiras externas do anel do terceiro circuito receptor seja inferior à área delimitada pela espira mediana desse circuito, notadamente inferior de 10 a 15% da área total do conjunto das espiras desse anel, por exemplo, de 12 a 13%, dessa área. O "desequilíbrio" assim escolhido entre as espiras externas de um lado e a espira mediana do outro provoca, no diagrama de irradiação do terceiro circuito receptor, duas anulações de campo em zonas propícias, defasadas em relação às anulações de campo dos dois outros circuitos receptores. Esse desequilíbrio induz também um mínimo de sinal, não nulo, e superior à sensibilidade do receptor, quando da centragem baliza / antena (o anel continuando a "ver" um campo magnético de mesma fase na zona da espira mediana).

De acordo com uma outra variante, eventualmente cumulativa com a precedente, a antena, segundo a invenção, é dimensionada de forma que o perímetro do anel em oito do segundo circuito receptor seja sensivelmente igual àquele do anel simples do primeiro circuito receptor. Compreende-se por "perímetro", por precaução de simplificação, o volume, a corda do conjunto dos anéis dos circuitos receptores considerados.

Vantajosamente, o diagrama de irradiação do primeiro circuito receptor, quando da travessia da baliza, apresenta sucessivamente um primeiro lobo secundário, um lobo principal com um máximo de potência e um segundo lobo secundário, com pontos de anulação da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

Compreende-se, no caso, e no resto do pedido de patente, por diagrama de irradiação a representação da potência do sinal captado pelo circuito receptor em questão em função do deslocamento da antena embarcada em curso de travessia da baliza. Esse diagrama é uma representação em um referencial Oxy, e representa uma aproximação na primeira ordem da representação em três dimensões do campo magnético real captado pelo circuito receptor considerado. Podem-se atribuir aos diferentes lobos, assim

marcados nesse diagrama, fases, cada lobo sendo afetado por uma defasagem determinada em relação ao lobo precedente.

Vantajosamente, segundo a invenção, o diagrama de irradiação do segundo circuito receptor, quando da travessia da baliza, apresenta sucessivamente um primeiro lobo secundário, depois dois lobos principais e um segundo lobo secundário, com pontos de anulação da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

Vantajosamente, de acordo com a invenção, o diagrama de irradiação do terceiro circuito receptor, quando da travessia da baliza, apresenta sucessivamente um primeiro lobo secundário, depois um lobo principal que apresenta duas máximas de potência separadas por um mínimo não nulo, e um segundo lobo secundário, com pontos de anulação da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

Concebe-se, de preferência, a antena de forma que o mínimo não nulo do diagrama de irradiação do terceiro circuito receptor corresponda a um acoplamento residual deste com pelo menos um dos outros circuitos receptores, notadamente com o primeiro circuito receptor. O processo de detecção que utiliza a antena, segundo a invenção, explora, com efeito, essa característica que chega a expressar o fato de a potência do campo magnético captado pelo terceiro circuito receptor diminuir em uma zona central envolvida por duas máximas, esse cavado sendo suficientemente pouco importante, por outro lado, para não ir até à anulação do campo magnético na vertical da baliza, contrariamente ao anel em oito do segundo circuito receptor, estando acima da sensibilidade do receptor.

De preferência, os pontos de anulação dos diagramas de irradiação dos anéis dos segundo e terceiro circuitos receptores correspondem respectivamente aos pontos de cruzamento das espiras desses anéis.

De preferência, os diagramas de irradiação dos três circuitos receptores são sensivelmente centrados em relação a um eixo correspondente ao seu eixo de simetria transversal.

A antena, de forma conhecida, compreende, além disso, os circuitos receptores, meios eletrônicos / informáticos destinados a tratar os si-

nais captados por seus circuitos receptores, por um lado, para tratar, coletar e transmitir as informações contidas no sinal eletromagnético emitido pela baliza, emitido pelas balizas, quando de sua travessia pela antena e também previstos para localizar o veículo ferroviário, o que é o aspecto que interessa à invenção. Esses meios compreendem, de forma conhecida em si, meios de amplificação etc... Mas, a fim de instalar a antena específica da presente invenção, esses meios compreendem também meios de codificação e de sequenciação das defasagens dos sinais captados pelos três circuitos receptores dessa antena.

De preferência, esses meios eletrônicos / informáticos compreendem também meios de determinação da localização da antena em relação à baliza atravessada por comparação entre as sequências obtidas pela codificação e pela sequenciação dos sinais captados pelos três circuitos receptores da antena e pelo menos uma sequência predeterminada correspondente à centragem exata da antena em relação à baliza.

De forma conhecida em si, a antena compreende também um circuito emissor destinado a alimentar com energia a baliza, quando de sua travessia pela antena, notadamente sob a forma de um anel simples alimentado com energia que é superposto aos anéis dos circuitos receptores da antena.

A invenção tem também por objeto uma disposição para a localização de um veículo ferroviário ao longo de uma via férrea, a disposição compreendendo:

- uma série de balizas no solo que equipa essa via férrea e destinadas a emitir um sinal eletromagnético representativo de uma informação, quando elas são atravessadas por esse veículo ferroviário;

- uma antena embarcada no veículo ferroviário destinada a cooperar com as balizas, tal como descrita anteriormente.

A disposição em questão prevê balizas que compreendem um circuito emissor de um sinal eletromagnético, por exemplo, sob a forma de um anel simples.

A invenção tem também por objeto um processo de localização

de um veículo ferroviário que utiliza a disposição descrita mais acima, ou utilizando a antena, de acordo com a invenção, descrita mais acima e que compreende as seguintes etapas:

5 - detecta-se o sinal emitido pela baliza, quando de sua travessia pela antena pelos circuitos receptores da antena embarcada sobre o veículo ferroviário, notadamente sob a forma, para cada um dos circuitos receptores, de um diagrama de irradiação;

10 - se deduzem desses sinais, notadamente a partir da decomposição de seus diagramas de irradiação, as fases dos campos magnéticos das diferentes partes de sinais (marcáveis sob a forma de lobos em cada diagrama de irradiação);

 - se comparam as fases dos campos magnéticos dos sinais, (notadamente a partir de seus diagramas de irradiação), dois a dois, para deduzir daí suas defasagens relativas;

15 - se faz uma leitura decimal dessas defasagens relativas para se obter uma sequência;

 - se compara a sequência com pelo menos uma sequência característica predeterminada correspondente à centragem exata da antena (2) em relação à baliza (1) em curso de travessia;

20 - quando a comparação é positiva, deduz-se daí a localização espacial e temporal (T) do veículo ferroviário (V) em relação à via férrea (VF) na qual ele circula.

 Com o processo de localização, de acordo com a invenção, se pode deduzir da comparação entre a sequência obtida a partir dos sinais captados pelos circuitos receptores da antena e a sequência predeterminada o sentido de circulação do veículo ferroviário sobre a via férrea.

25 Outras características e vantagens da invenção aparecerão mais claramente com base na descrição que vai ser feita a seguir e desenhos anexados, referentes a um modo de realização, segundo a técnica anterior e um modo de realização particular, não limitativo, da presente invenção, com
30 referência às seguintes figuras:

 - figura 1: uma vista geral de uma disposição de localização de

um veículo ferroviário sobre uma via férrea que utiliza uma antena embarcada e balizas no solo;

- figura 2: uma vista de topo explodida dos dois circuitos receptores de uma antena, segundo a técnica anterior;

5 - figura 3: um diagrama de irradiação do sinal captado pelos dois circuitos receptores da antena da figura 2, de acordo com a técnica anterior, com a representação de defasagem;

- a figura 4: representa uma vista de topo explodida dos três circuitos receptores de uma antena, de acordo com a invenção;

10 - a figura 5: representa um diagrama de irradiação do sinal captado pelos três circuitos receptores da antena, de acordo com a invenção, da figura 4, com a representação da defasagem;

- a figura 6: é uma tabela representativa de uma codificação em modo binário das defasagens do sinal captado, segundo o diagrama de irradiação da figura 5.

As figuras 1, 2 e 4 são muito esquemáticas e não respeitam necessariamente a escala entre os diferentes elementos representados, a fim de facilitar a sua leitura. Só os elementos necessários à compreensão da invenção foram representados.

20 As figuras 3 e 5 de diagramas de irradiação são aproximações. Os mesmos elementos levam as mesmas referências no conjunto das figuras.

A figura 1 representa um dispositivo de localização pontual de um veículo ferroviário V que circula segundo uma direção X sobre uma via férrea VF que comporta instalações no solo que se compõe principalmente de balizas 1, de tipo conhecido em si, munidas de um circuito emissor de sinais eletromagnéticos (circuito no caso sob a forma de um anel simples) e de sua eletrônica de comando. Essas balizas 1 são fixadas ao longo da via férrea em locais conhecidos.

30 O dispositivo de localização comporta também equipamentos embarcados a bordo do veículo ferroviário V que se compõem principalmente de uma antena receptora 2, compreendendo circuitos receptores detalha-

dos depois e conectada a uma unidade de avaliação 3. A unidade de avaliação 3, que pode ser uma calculadora, é alimentada por seu próprio conversor. A antena 2 fica situada sob o veículo V em um local, tal que a antena 2 passa no eixo das balizas 1, quando o veículo V circula sobre a via férrea VF. O veículo ferroviário pode ser um trem regional, um metrô etc. A antena está, de preferência, conforme representado na figura 1, instalada sobre a motriz ou a locomotiva do veículo V.

A figura 2 representa os circuitos receptores de uma antena 2', de acordo com a técnica anterior, tal como descrito na patente EP – 1 227 024 pré-citada. Essa antena 2' comporta um primeiro circuito receptor sob a forma de um anel simples A' e um segundo circuito receptor sob a forma de um anel em forma de oito B', este último sendo sensivelmente concêntrico com o anel simples do primeiro circuito receptor. A representação dos circuitos, de acordo com a figura, mostra os dois circuitos com uma defasagem no plano da figura, para torná-la mais legível. Na realidade, os dois circuitos A e A' são superpostos e ambos são montados de forma conhecida sobre um suporte comum plano não representado.

O primeiro circuito receptor A' é destinado a captar o sinal emitido pela baliza 1 e é conectado à unidade de avaliação 3 do veículo V que assegura análise das informações transmitidas pela baliza 1, quando ela é atravessada pela antena 2'.

O tamanho do anel em oito é, de preferência, próximo do tamanho do anel de emissão (não representado) da baliza 1.

A figura 3 permite explicitar o funcionamento dessa antena 2', de acordo com a técnica anterior em cooperação com uma baliza 1.

Quando o veículo V se aproxima de uma baliza 1 e que o emissor da antena 2' do veículo V se situa na zona de contato da baliza 1, a baliza 1 emite um sinal eletromagnético representativo da informação a transmitir. Deve ser observado que, de forma conhecida em si, a baliza 1 é ativada na zona de contato por alimentação por irradiação proveniente de um emissor embarcado pela antena 2' do veículo V (essa alimentação da baliza 1 é realizada, por exemplo, integrando na baliza um circuito de antena munido

de uma bobina receptora conectado em série ao primário de um transformador de isolamento, o secundário deste sendo conectado ao circuito de emissão da baliza).

Esse sinal é captado pelos dois anéis A' e B' da antena $2'$ do veículo V . A potência do sinal captado pelo anel A' e pelo anel B' , em função do deslocamento da antena $2'$ portada pelo veículo V segundo o eixo X quando da travessia da zona de contato da baliza 1, está representada na figura 3. Trata-se de um diagrama de irradiação, isto é, conforme mencionado mais acima, uma representação da amplitude da potência do campo magnético do sinal em função do deslocamento da antena $2'$, de acordo com o eixo X .

Esse diagrama é uma representação simplificada, aproximativa, que permite uma análise / um tratamento mais simples que uma representação do campo magnético em três dimensões.

A partir desse diagrama, o anel A' recebe um sinal $S_{A'}$. Esse sinal compreende um lobo principal $PL_{A'}$, tendo a forma de um sino e estendendo-se sobre uma faixa relativamente centrada sobre a zona de contato da baliza 1, o centro corresponde à origem O do referencial OXY do diagrama. No começo e no fim da zona de contato baliza, a amplitude do sinal varia para se anular no começo e na saída ($O_{A'}$) da zona de contato com a presença de lobos secundários LSA' , de ambos os lados do lobo principal $LP_{A'}$, de amplitude máxima bem menor do que aquela do lobo principal. Caso fosse feita uma representação em três dimensões desse sinal, ter-se-ia um sino voltado para baixo centrado sobre o centro do anel e envolvido concentricamente de um cavado voltado para cima e correspondente aos lobos secundários. O fato é que a parte de sinal aparece em bossa (ou em sino) ou em cavado significa que as partes de sinal estão em defasagem de fase.

O circuito B' em oito recebe um sinal S_B que varia em amplitude no começo e no fim da zona de contato da baliza 1 (pontos O_B) e que é nulo no centro da zona de contato, isto é, o ponto de cruzamento do anel em oito é centrado sobre o anel de emissão da baliza 1. O sinal se decompõe assim em dois lobos medianos LM_B anulando-se na origem do referencial, de am-

bos os lados dos quais se acham de novo lobos secundários $LS_{B'}$ de amplitude máxima bem menor do que aquele dos lobos medianos. Da composição dos sinais $S_{A'}$ e $S_{B'}$, vê-se que os pontos de anulação $O_{A'}$ são defasados, sobre o eixo X, em relação aos pontos de anulação $O_{B'}$, e que o máximo de amplitude do lobo $LP_{A'}$ do sinal $S_{A'}$ corresponde a um ponto de anulação do sinal $S_{B'}$ (ponto 0). Os pontos de anulação OB' do sinal do anel B' correspondem, nesse exemplo, às máximas dos lobos secundários $LS_{A'}$ do sinal anel A'.

Na parte inferior da figura 3, representou-se a medida da defasagem, φ , dos sinais $S_{A'}$ e $S_{B'}$ uma vez tratados com um filtro passa baixo de maneira a eliminar os harmônicos ligados à detecção de fase. Há uma defasagem em O entre os dois lobos medianos $LM_{B'}$ do sinal recebido pelo anel em oito, e a detecção dessa defasagem permite determinar, quando (instante T) a antena é exatamente centrada sobre a baliza o que é a finalidade buscada. Mas a presença de lobos secundários sobre os sinais poderiam induzir a detecção de defasagens parasitas, e, portanto, a detecção errônea de centragem entre baliza e antena, em instantes T_p . Esses "ruídos" no processo de detecção levaram a impor um limite de potência P_{min} (representado por comodidade no nível do sinal recebido pelo anel A' em seu diagrama de irradiação), a um nível superior ao máximo de amplitude dos lobos secundários dos sinais recebidos pelos dois anéis. Efetua-se então uma filtragem dos sinais recebidos conservando apenas a parte dos sinais situada acima desse limite P_{min} , elimina-se assim do tratamento dos sinais a parte correspondente aos lobos secundários destes, o que, de fato, suprime a detecção das defasagens a intempestivas ligadas a estes: garante-se assim a exatidão da determinação do instante T. Mas, impondo-se um limite de potência P_{min} , conforme explicado mais acima, são impostos esforços dimensionais, dificuldades de posicionamento e de escoramento da antena embarcada.

A figura 4 representa, com um modo de representação idêntico àquele da figura 2, os circuitos receptores da antena 2, de acordo com a invenção. Ela comporta um primeiro circuito receptor sob a forma de um anel

simples A análogo ao anel A' da figura 2, e um segundo circuito receptor sob a forma de um anel em oito B com um pinto de cruzamento que separa duas espiras B1, B2. É um anel análogo ao anel B' da figura 2. Ele comporta, além disso, um terceiro circuito receptor sob a forma de um anel C que compreende três espiras separadas por dois pontos de cruzamento: uma espira mediana C2 disposta entre duas espiras externas C1, C3. Os três circuitos são superpostos e montados sobre um suporte plano comum não representado. Nesse exemplo, dado a título de ilustração, os três anéis têm um volume próximo (compreende-se por volume o envoltório de seus perímetros), mas a invenção pode ser também aplicada a anéis de tamanhos diferentes, o terceiro anel C podendo, notadamente, ser maior que pelo menos um dos dois outros anéis A e B. Os três anéis A, B, C apresentam um mesmo eixo de simetria longitudinal X contido em seu plano π (fazendo a aproximação que os três anéis ficam contidos exatamente no mesmo plano π , enquanto que de fato eles podem ser superpostos segundo planos paralelos muito próximos uns dos outros) e o mesmo eixo de simetria transversal Y, passando pelo meio do anel simples A, da espira C2 e do ponto do cruzamento do anel B em oito. Todos os anéis A, B e C são centrados entre si e configurados de forma a não ter acoplamento entre eles, ou um acoplamento residual desprezível. Assim, o sinal recebido da baliza pelos três anéis não é perturbado por interferências entre anéis receptores.

A figura 5 representa, de forma análoga à figura 3, os diagramas de irradiação dos três anéis. Encontra-se, pelos anéis A e B, uma forma de sinal SA análoga àquela observada segundo a técnica anterior representada na figura 3: o anel A apresenta um lobo principal LP_A em forma de sino, do qual o máximo corresponde à travessia pela baliza do eixo Y de simetria transversal dos anéis, com dois pontos de anulação AO e, de ambos os lados desse lobo, dois lobos secundários LS_A .

O sinal SB do anel B é também análogo àquele do anel em oito B' do exemplo da técnica anterior, com dois lobos medianos LM_B , três pontos de anulação, dos quais um separa os dois lobos medianos e igual à origem 0 do referencial, e dois pontos de anulação OB que separam, cada um,

dois lobos medianos de um lobo secundário LS_B .

O sinal SC do anel C com três espiras compreende um lobo principal LP_C , que é centrado sobre o eixo Y, e apresenta duas máximas M_C e M'_C ligados por um cavado, do qual o mínimo Min_C é centrado sobre o eixo Y, e se acha, portanto, em correspondência com o máximo do lobo LP_A do anel A e o ponto de anulação na origem do anel em oito (correspondente a seu ponto de cruzamento). A presença desse mínimo é provocada pelo fato de a área das espiras C1 e C3 ser ligeiramente inferior àquela da espira central C2. Tem-se assim desequilíbrio menor entre os campos magnéticos correspondentes a cada uma das espiras, a integral permanecendo ligeiramente positiva. O sinal SC do anel C compreende também dois lobos secundários separados do lobo principal LP_C , cada um, por um ponto de anulação OC.

As linhas verticais Li em pontilhados representados na figura 5 passam pelas máximas e pelos pontos de anulação dos três sinais S_A , S_B e S_C .

As figuras 4 e 5 são posicionadas, de modo a mostrar a correspondência entre essas máximas e esses pontos de anulação e a forma geométrica dos anéis correspondentes. Vê-se assim que, nesse exemplo, a linha vertical L3 passa pelo ponto de anulação OC que se acha na vertical do ponto de cruzamento entre a espira C1 e a espira C2 do anel C. A figura L4, passando pelo máximo do sinal SA e por um ponto de acúmulo do circuito B em oito e pelo mínimo Min do anel C, está na vertical do meio da espira principal C2 do anel C, na vertical do ponto de cruzamento do anel em oito B e pelo meio do anel simples A. Observa-se que os pontos de anulação O_A , O_B e O_C que separam os lobos secundários dos três sinais do lobo adjacente são defasados uns em relação aos outros, e que o posicionamento desses lobos secundários, se forem, para cada um dos sinais, dispostos simetricamente em relação ao eixo Y, não estão em coincidência uns com os outros. Em outros modos de realização da antena, de acordo com a invenção, essa defasagem relativa dos lobos de um anel a um outro pode variar.

Por outro lado, os lobos sucessivos de cada um dos sinais apre-

sentam campos magnéticos defasados uns em relação aos outros. Para melhor visualizar como a invenção é aplicada, como se marcaram com sinais + e - sucessivamente os diferentes lobos de cada um dos sinais na figura 5.

Conforme explicitado na tabela da figura 6, o processo de detecção, de acordo com a invenção, consistiu então em explorar essa defasagem, "recortando" os sinais em seguimentos pelas linhas L_i verticais que passam pelos pontos de anulação dos sinais.

As três primeiras linhas anotadas com A, B, C da tabela indicam a fase do campo magnético captado respectivamente pelos anéis A, B e C, para cada um dos segmentos considerados, afetando-os com sinal "+" ou um sinal "-". Um sinal "X" indica uma incerteza sobre a fase do campo magnético ligada à anulação do campo magnético.

As três linhas seguintes da tabela indicam, para cada um dos três pares de anel, A + B, A+C e B+C, a defasagem relativa entre esses pares, segundo uma codificação binária que vai afetar o valor "0", se os campos magnéticos dos dois anéis do par considerado estão em fase (o que se traduz por segmentos correspondentes afetados ambos por um sinal "+" ou com um sinal "-", conforme as três primeiras linhas da tabela), e que vai afetar o valor "1", caso os campos magnéticos dos dois anéis do par considerado estejam em oposição de fase (o que se traduz por segmentos correspondentes afetados, um com um sinal "+", e o outro com um sinal "-", conforme as três primeiras linhas da tabela). Um "X" é obtido no caso em que um dos segmentos correspondente do par considerado é afetado com um sinal "X", a incerteza sendo mantida. Essa combinação é de tipo "ou exclusivo", denominada também comumente "XOR" em linguagem informática.

Enfim, a linha da tabela indicada "Sq" é a leitura decimal dos três pares A+B, A+C e B+C precedentes, um "X" faz hesitar o valor da sequência entre seu valor da esquerda e seu valor da direita. A sequência obtida indicada na tabela vale, portanto, 0-5-3-0-5-6-0-5 ou 5-0-6-5-0-3-5-0 em função do sentido da travessia da baliza 1 pela antena 2. A obtenção de uma ou da outra dessas sequências, características determina o momento de centragem baliza / antena buscada.

Deve ser observado que a centragem da baliza em relação à antena pode ser detectada sem ter de "esperar" a obtenção de uma ou outra das sequências características completas indicada mais acima. A obtenção de uma parte característica dessa sequência pode ser suficiente. Assim, desde que se obtém a parte de sequência 3-0-5, ou a parte de sequência 6-0-5, pode-se já deduzir daí a centragem baliza / antena.

É também possível considerar que a parte de sequência característica comporta não três, mas quatro ou cinco algarismos.

Quando o processo explora apenas uma parte de sequência, só estabelece a sequência até a obtenção da parte de sequência característica predefinida (na realidade, trata-se antes de tudo de um par de partes de sequência, conforme o sentido de travessia da baliza). Não é útil, uma vez a centragem determinada, prosseguir o estabelecimento da sequência completa, o que simplifica a aplicação do processo.

Deve ser observado também que o processo de detecção da invenção assim descrito implica também etapas de filtragem, de tratamento que não serão detalhadas no caso e que são conhecidos do técnico do tratamento do sinal.

Podem-se mencionar, todavia, dois tratamentos particularmente interessantes para aplicar o processo da invenção:

- pode-se prever filtrar, notadamente por filtragens numéricas, os sinais, de modo a poder, na leitura das sequências ou partes de sequência características, fazer abstração das interferências de sinais, nas proximidades dos segmentos afetados por um sinal "X" (conforme tabela 6). Assim, suprimem-se os "X" das sequências características, que é preciso se não para eliminá-los.

- pode-se prever que o processo retenha apenas a primeira declaração de centragem baliza / antena, quando da leitura da sequência ou parte de sequência característica, notadamente por operações de filtragem numérica. Com efeito, podem-se obter várias declarações de centragem, das quais uma única é exata, as seguintes sendo devido a vibrações ou perturbações nos sinais captados e analisados.

O processo, de acordo com a invenção, prevê a etapa da leitura dos diagramas de irradiação para daí deduzir uma codificação das defasagens relativas dos sinais dos diferentes circuitos dos receptores. Alternativamente, e sem sair do âmbito da invenção, podem ser obtidas essas defasagens, sem passar formalmente pelo estabelecimento desses diagramas.

O processo, de acordo com a invenção, prevê, portanto, tratar os sinais recebidos pela antena 2 com, além das etapas eventuais de tratamento do tipo amplificação, filtragem no detalhe das quais não se entrará aqui, a etapa de medida de defasagens das partes de sinais recebidos pelos três anéis, as etapas de codificação e, enfim, a etapa de sequenciação para fins de comparação com as sequências, características indicando a centragem da antena 2 em relação à baliza 1. O fato de que haja duas sequências diferentes, segundo a direção de travessia da baliza 1 / antena 2, mas além da informação sobre o sentido de circulação do veículo ferroviário V sobre a via férrea VF.

O processo é aplicado por meios informáticos e/ou eletrônicos. Ou eles estão já presentes na unidade de avaliação 3 associada à antena, ou se prevê acrescentar os meios apropriados conectados à antena para levar ao alcance a codificação, a sequenciação e a comparação, incorporando-as na unidade 6 ou não.

Com essa antena e esse processo de aplicação, não se tem mais necessidade de impor uma filtragem com um limite de potência mínimo conforme na solução da técnica anterior. Pode-se, portanto, montar a antena, sobre o veículo com muito menos esforços dimensionais, espaçar as operações de manutenção da antena embarcada, o que amplia consideravelmente suas aplicações. Obtém-se uma precisão na localização espacial e temporal do veículo que é excelente, e que permite a exploração desse processo para qualquer tipo de veículo, dos quais aqueles de controle automático, necessitando de uma precisão muito grande (+ / - 5 cm). Anota-se que a antena, de acordo com a invenção, é bastante simples de realizar, que ela não necessita de modificar radicalmente o processo habitual de fabricação e que ela pode manter um volume muito razoável em relação às antenas resis-

tentes, e que seu processo de aplicação necessite apenas dos meios de tipo eletrônico / informático clássicos geralmente já previstos / conhecidos, que basta reprogramar, de forma apropriada.

5 Deve ser observado que a antena, de acordo com a invenção, pode cooperar com balizas de acordo com a norma europeia EUROBALISE (isto é que elas asseguram a comunicação por acoplamento magnético com a antena do veículo na faixa de frequência 3,9 – 4,5 MHz, essas balizas apresentando a vantagem de serem compactas, com um comprimento de aproximadamente 50 cm e leves, com um peso de aproximadamente 5 kg).

10 Precisa-se que, no âmbito da invenção, e de maneira conhecida, por outro lado, o veículo ferroviário pode ser equipado não de uma, mas de varias antenas embarcadas, de acordo com a invenção. Cada antena pode comportar seus meios de tratamento informáticos / eletrônicos próprios. As duas antenas podem ser montadas sobre o mesmo veículo ou não. Cada
15 uma das antenas pode ser ativa. Alternativamente, uma antena pode ser ativa quando a outra não o é, prevendo-se meios apropriados para que a antena ativa, em caso de defeito, não seja mais considerada e seja substituída pela outra antena.

REIVINDICAÇÕES

1. Antena (2) destinada a ser embarcada sobre um veículo ferroviário (V), a fim de localizar esse veículo ferroviário ao longo de uma via férrea (VF) equipada com um sistema de balizas (1) no solo, a antena estando
5 apta a captar um sinal eletromagnético representativo de uma informação emitida pela baliza, quando ela é atravessada pelo veículo ferroviário, essa antena comportando um primeiro circuito receptor em forma de anel simples (A) e um segundo circuito receptor em forma de anel de duas espiras em oito (B), caracterizada pelo fato de a antena comportar, além disso, um ter-
10 ceiro circuito receptor (C) sob a forma de anel com três espiras com uma espira mediana (C2) disposta entre duas espiras externas (C1, C3), o primeiro, o segundo e o terceiro circuitos receptores sendo superpostos, os três circuitos receptores apresentando todos sensivelmente um mesmo eixo de simetria longitudinal (X) e sensivelmente um mesmo eixo de simetria trans-
15 versal (Y).

2. Antena (2), de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de o eixo de simetria transversal (Y) passar pelo ponto de cruzamento do anel em oito (B) do segundo circuito receptor e pelos planos medianos do anel simples (A) do primeiro circuito receptor e da espira medi-
20 ana (C2) do terceiro circuito receptor (C).

3. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de os anéis (A, B, C) dos três circuitos receptores serem desprovidos de acoplamento entre eles, ou apresentarem um acoplamento residual desprezível entre eles.

25 4. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de o diagrama de irradiação do primeiro circuito receptor (A), quando da travessia da baliza (1), apresentar sucessivamente um primeiro lobo secundário (LS_A), um lobo principal (LP_A) com um máximo de potência e um segundo lobo secundário (LS_A), com pontos de anulação
30 (O_A) da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

5. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de o diagrama de irradiação do segundo circuito

receptor (B), quando da travessia da baliza (1), apresentar sucessivamente um primeiro lobo secundário (LS_B), depois dois lobos principais (LM_B) e um segundo lobo secundário (LS_B), com pontos de anulação (O , O_B) da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

5 6. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de o diagrama de irradiação do terceiro circuito receptor (C), quando da travessia da baliza (1), apresentar sucessivamente um primeiro lobo secundário (LS_C), depois um lobo principal (LP_C), apresentando duas máximas de potência (M_C , M'_C) separadas por um mínimo (Min) não nulo e um segundo lobo secundário (LS_C) com pontos de anulação (O_C) da potência de irradiação que separa dois lobos sucessivos.

10 7. Antena (2), de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de o mínimo não nulo (Min) do diagrama de irradiação do terceiro circuito receptor (C) corresponder a um acoplamento residual deste com pelo menos um dos outros circuitos receptores (A, B), notadamente com o primeiro circuito receptor (A).

15 8. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de os diagramas de irradiação dos três circuitos receptores (A, B, C) serem sensivelmente centrados em relação a um eixo correspondente ao seu eixo de simetria transversal (Y).

20 9. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de o terceiro circuito receptor apresentar um desequilíbrio no campo magnético captado pelas três espiras de seu anel, desequilíbrio que é ajustado para que, por um lado, a sensibilidade do receptor da antena permita captar um campo magnético de mesma fase sem alteração no centro do anel, quando a baliza se acha centrada em relação a esse anel e que, por outro lado, o acoplamento entre esse anel e os anéis dos dois outros circuitos receptores permaneça desprezível.

25 10. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de o perímetro do anel em oito (B) do segundo circuito receptor ser sensivelmente igual àquele do anel simples (A) do primeiro circuito receptor.

30

11. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de compreender também meios eletrônicos e/ou informáticos de tratamento dos sinais emitidos pelas balizas (1) quando de sua travessia pela antena (2) e captados pelos três circuitos receptores (A, B, C) dessa antena, esses meios compreendendo meios de codificação e de sequenciação das defasagens dos sinais captados pelos três circuitos receptores dessa antena.

12. Antena (2), de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de os meios eletrônicos / informáticos compreenderem também meios de determinação da localização da antena em relação à baliza (1) atravessada por comparação entre as sequências obtidas pela codificação e pela sequenciação dos sinais captados pelos três circuitos receptores (A, B, C) da antena e pelo menos uma sequência predeterminada correspondente à centragem exata da antena (2) em relação à baliza (1).

13. Antena (2), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de compreender também um circuito emissor destinado a alimentar com energia a baliza (1), quando de sua travessia pela antena, notadamente sob a forma de um anel simples alimentado com energia que é superposto aos anéis dos circuitos receptores da antena.

14. Disposição para a localização de um veículo ferroviário (V) ao longo de uma via férrea (VF), a disposição compreendendo:

- uma série de balizas no solo (1) que equipa essa via férrea e destinadas a emitir um sinal eletromagnético representativo de uma informação, quando elas são atravessadas pelo veículo ferroviário;

- uma antena embarcada (2) no veículo ferroviário destinada a cooperar com as balizas caracterizada pelo fato de a antena estar de acordo com uma das reivindicações precedentes.

15. Disposição, de acordo com a reivindicação precedente, caracterizada pelo fato de a baliza (1) compreender um circuito emissor de um sinal eletromagnético sob a forma de um anel simples.

16. Processo de localização de um veículo ferroviário (V) que utiliza a disposição, de acordo com uma das reivindicações 14 ou 15, utilizando

a antena, de acordo com uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de:

- detectar-se o sinal emitido pela baliza (1), quando de sua travessia pela antena (2) pelos circuitos receptores (A, B, C) da antena embarcada sobre o veículo ferroviário (V), notadamente sob a forma, para cada um dos circuitos receptores, de um diagrama de irradiação;

- se deduzirem desses sinais, notadamente a partir da decomposição de seus diagramas de irradiação, as fases dos campos magnéticos das diferentes partes de sinais, notadamente sob a forma de lobos em cada diagrama de irradiação;

- se compararem as fases dos campos magnéticos, dois a dois, para deduzir daí suas defasagens relativas;

- se fazer uma leitura decimal dessas defasagens relativas para se obter uma sequência;

- se comparar a sequência com pelo menos uma sequência característica predeterminada correspondente à centragem exata da antena (2) em relação à baliza (1) em curso de travessia;

- quando a comparação é positiva, deduzir-se daí a localização espacial e temporal (T) do veículo ferroviário (V) em relação à via férrea (VF) na qual ele circula.

17. Processo de localização, de acordo com a reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de se ter duas sequências características predeterminadas segundo o sentido de travessia da baliza (1) pela antena embarcada (2) e pelo fato de se comparar a sequência obtida com as duas sequências predeterminadas, de forma a deduzir daí também o sentido de circulação do veículo ferroviário (V) sobre a via férrea (VF).

18. Processo de localização, de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de se prever filtrar, notadamente por operações de filtragem numérica, os sinais captados pelos circuitos receptores (A, B, C) da antena (2), notadamente de forma a poder, no estabelecimento das sequências e sua comparação com a ou as sequências características predeterminadas, fazer abstração das interferências de sinais.

- 19. Processo de localização, de acordo com uma das reivindicações 17 ou 18, caracterizado pelo fato de, quando de uma travessia de baliza (1) pela antena embarcada (2), se reter apenas uma única localização espacial e temporal da antena, quando de sua centragem sob a baliza, notadamente por operações de filtragem numérica.

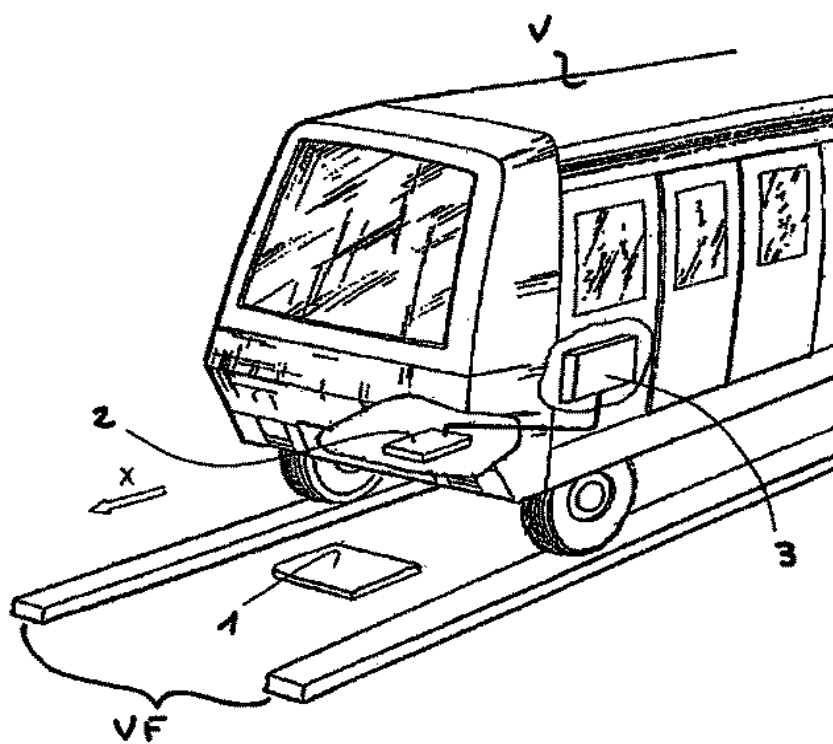


FIG. 1

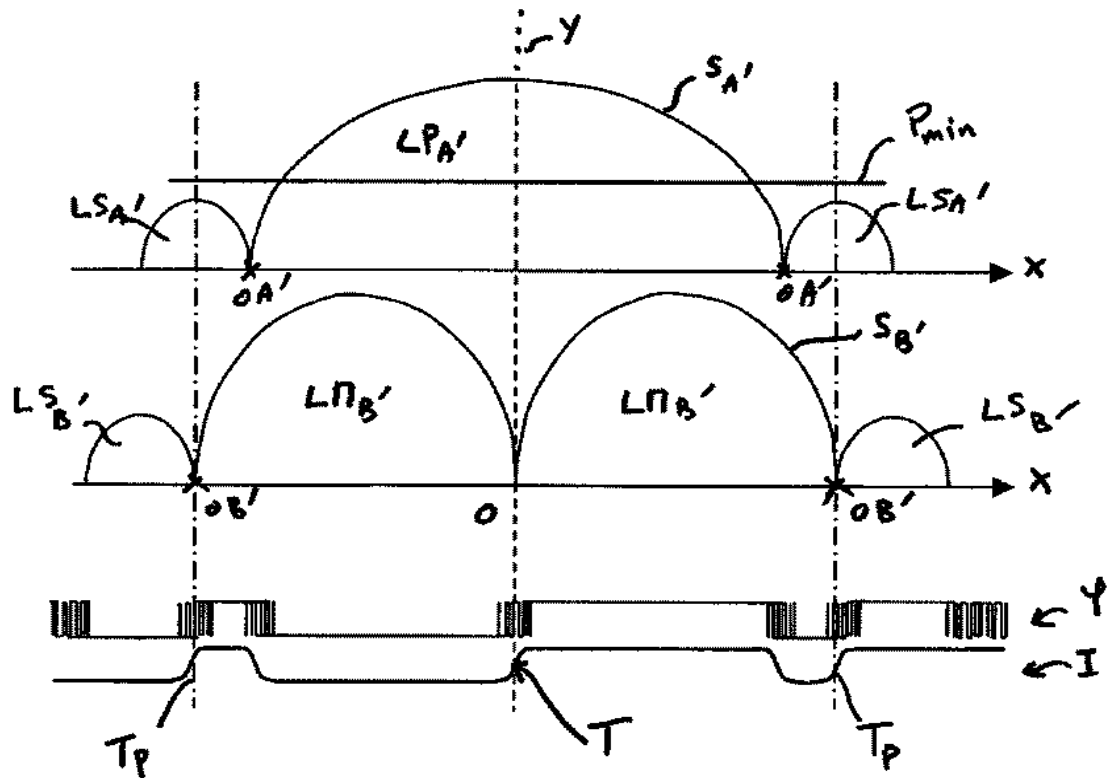
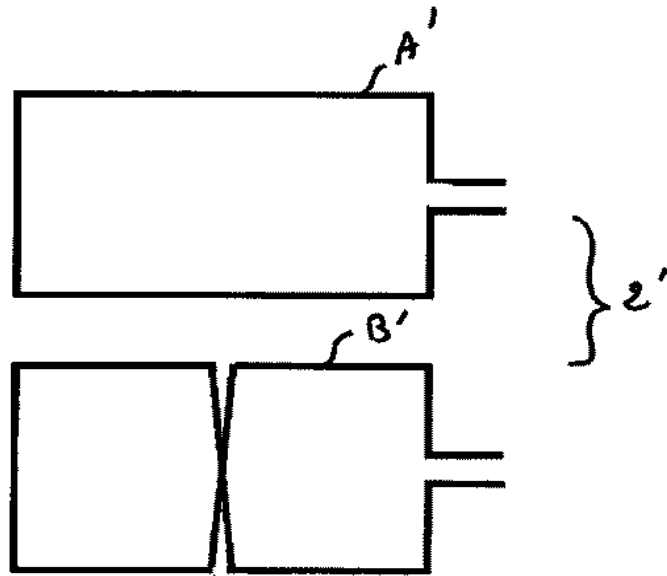
FIG. 2FIG. 3

FIG. 4

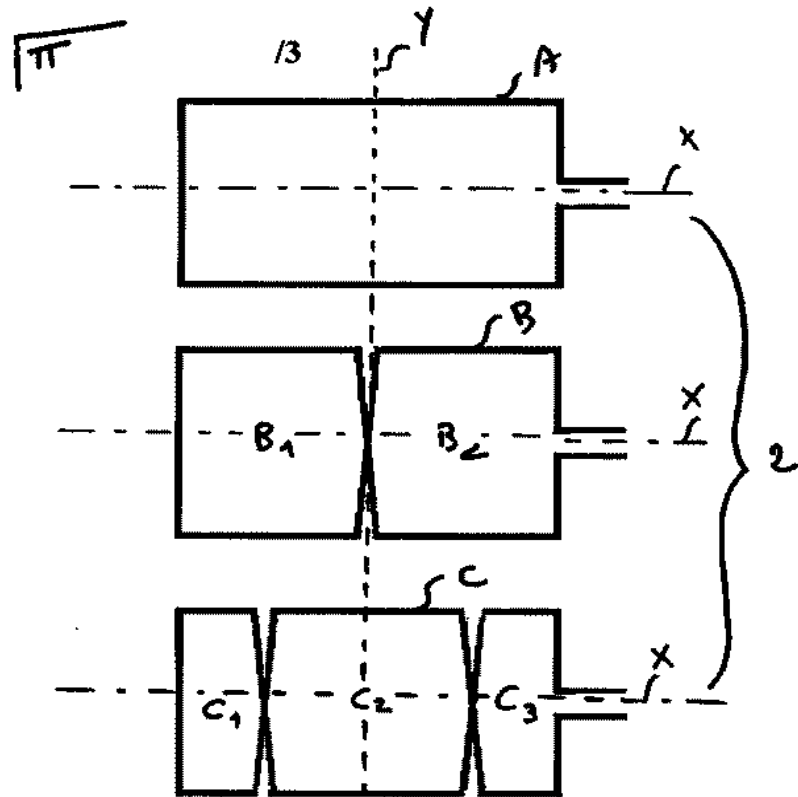


FIG. 5

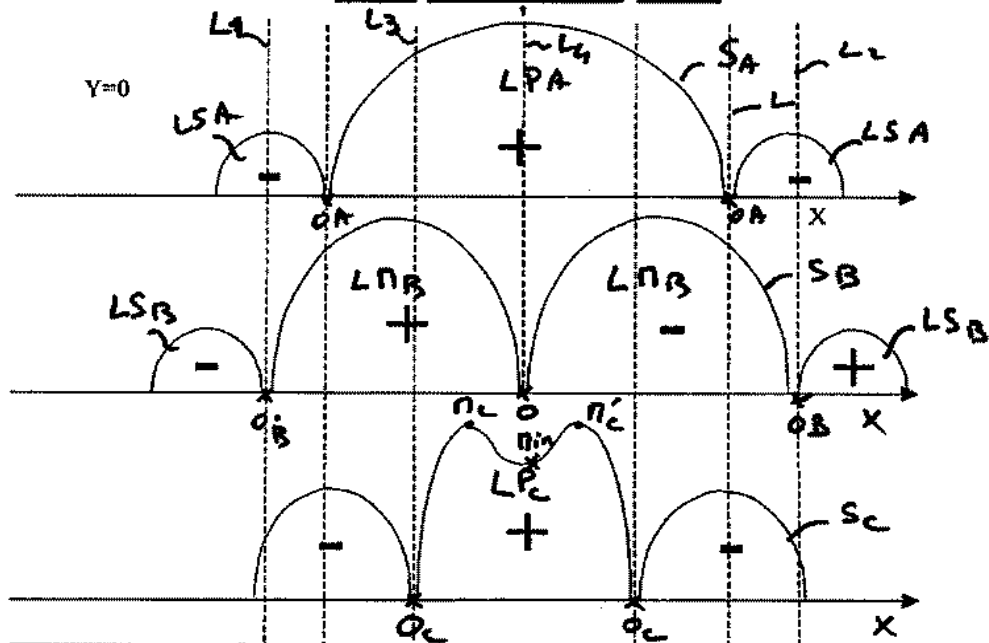


FIG. 6

A	-	-	-	X	+	+	+	+	+	+	+	X	-	-	-
B	-	X	+	+	+	+	+	X	-	-	-	-	-	X	+
C	-	-	-	-	-	X	+	+	+	X	-	-	-	X	-
A ⊕ B	0	X	1	X	0	0	0	X	1	1	1	X	0	X	1
A ⊕ C	0	0	0	X	1	X	0	0	0	X	1	X	0	0	0
C ⊕ B	0	X	1	1	1	X	0	X	1	X	0	0	0	X	1
Sq	0	X	5	X	3	X	0	0	X	5	X	6	X	0	5

RESUMO

Patente de Invenção: **"ANTENA DESTINADA A SER EMBARCADA SOBRE UM VEÍCULO FERROVIÁRIO, A FIM DE LOCALIZAR ESSE VEÍCULO FERROVIÁRIO AO LONGO DE UMA VIA FÉRREA EQUIPADA COM UM SISTEMA DE BALIZAS NO SOLO"**.

A invenção refere-se a uma antena (2) destinada a ser embarcada sobre um veículo ferroviário (V), a fim de localizar esse veículo ferroviário ao longo de uma via férrea (VF) equipada com um sistema de balizas (1) no solo. A antena está apta a captar um sinal eletromagnético representativo de uma informação emitida pela baliza, quando ela é atravessada pelo veículo ferroviário, e ela comporta um primeiro circuito receptor em forma de anel simples (A) e um segundo circuito receptor em forma de anel de duas espiras em oito (B). A antena comporta, além disso, um terceiro circuito receptor (C) sob a forma de anel com três espiras com uma espira mediana (C2) disposta entre duas espiras externas (C1, C3), o primeiro, o segundo e o terceiro circuitos receptores sendo superpostos, os três circuitos receptores apresentando todos sensivelmente um mesmo eixo de simetria longitudinal (X) e sensivelmente um mesmo eixo de simetria transversal (Y).