



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

(21) PI 0721913-0 A2



* B R P I 0 7 2 1 9 1 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 10/08/2007
(43) Data da Publicação: 25/02/2014
(RPI 2251)

(51) *Int.Cl.*:
H01F 7/20
B66C 1/06

(54) Título: DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO
ELETROMAGNÉTICO, E, MÉTODO OPERACIONAL
PARA UM DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO
ELETROMAGNÉTICO.

(57) Resumo:

(66) Prioridade Interna: 860446

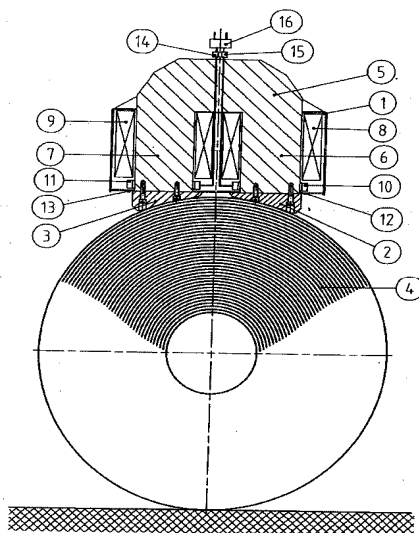
(73) Titular(es): SGM Gantry S.P.A.

(72) Inventor(es): Danilo Molteni

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & Cia.

(86) Pedido Internacional: PCT IT2007000583 de 10/08/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2009/022357 de
19/02/2009



“DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO ELETROMAGNÉTICO, E, MÉTODO OPERACIONAL PARA UM DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO ELETROMAGNÉTICO”

5 A presente invenção refere-se a dispositivos de elevação usados para mover bobinas de aço laminado a quente e, em particular, a um dispositivo de elevação eletromagnético provido com um dispositivo de segurança.

10 Sabe-se que as bobinas de aço laminado a quente consistem de uma tira enrolada em espiral de lâmina eletromagnética tendo um comprimento de até 3000-3500 m e uma altura variando de 15 a 45 t, o formato em espiral sendo mantido por uma correia de contenção. Exatamente devido a esta natureza, a bobina atua como uma grande mola cujas espiras externas são submetidas a um forte dinamismo, devido à elasticidade intrínseca do sistema, por meio do que a bobina não pode ser considerada
15 como um bloco inteiriço.

Estes aspectos dinâmicos ocorrem pelo fato de que a lâmina é enrolada em alta temperatura (500 – 600°C e mesmo mais) e subsequentemente a bobina é colocada sobre o chão para a fase de esfriamento. Durante esta fase, a lâmina fica mais curta, sua espessura fica
20 menor e as últimas voltas são carregadas com uma energia que tende a mover a lâmina para fora. Isto acontece porque o processo de contração natural não pode ocorrer completamente, uma vez que a bobina é presa com correia com suas espiras totalmente enroladas e é colocada no chão ou em uma plataforma anti-rolamento em uma posição de eixo geométrico horizontal quando está
25 ainda muito quente.

A combinação destes fatores provoca na bobina um afrouxamento das espiras em uma deformação física concentrada na parte de bobina faceando para cima e esta região deformada coincide com a área de agarramento pelo dispositivo de elevação destinado a transferir a bobina. Por

esta razão, os dispositivos de elevação usados para transportar bobinas são principalmente do tipo mecânico, pelo fato de que eles garantem uma elevação segura da bobina, independente da área de agarramento deformada e do dinamismo da estrutura em espiral.

5 Entretanto, seria preferível utilizarem-se dispositivos de elevação eletromagnéticos que são mais eficientes e mais rápidos do que os dispositivos de elevação mecânicos, embora sejam afetados pelas características particulares acima mencionadas das bobinas de aço laminado a quente.

10 De fato, um dispositivo de elevação eletromagnético padrão é adequado para a finalidade, contanto que nas bobinas não ocorram aqueles dinamismos mecânicos que podem disparar dinamismos magnéticos que resultam em uma redução da força de elevação, até a separação da carga durante o transporte, porém este fenômeno é presentemente impossível de
15 prever com os dispositivos de elevação convencionais.

 Na etapa de magnetização inicial, um eletroímã pode compactar as voltas afrouxadas de uma bobina na região de suas expansões polares, mesmo meramente através de seu próprio peso. Desta maneira, o fluxo magnético ligado entre o eletroímã e a bobina é suficiente para obter
20 uma força de ancoragem maior do que duas vezes o peso da bobina, de modo que é adequado para elevar e transportar a bobina de acordo com a norma EN 13155. Um medidor de fluxo, possivelmente localizado em estreita proximidade das expansões polares de dito eletroímã detectaria, portanto, durante a etapa de magnetização transitória, um valor de fluxo e, assim, um
25 valor de indução magnética adequado para satisfazer dita norma de segurança.

 O problema do dispositivo de elevação eletromagnético é aquele de detectar na etapa de elevação inicial a elasticidade das voltas afetadas pelo campo magnético. De fato, dito dinamismo mecânico pode causar uma separação uma separação mais ou menos marcante das voltas

externas, atualmente causando uma diminuição na área de seção transversal das linhas de fluxo, com consequente diminuição quadrática na força de ancoragem do eletroímã que é proporcional ao quadrado da indução. Este efeito mecânico-magnético combinado entre a bobina e o eletroímã é definido a seguir “dinamismo magnético” para fins de simplicidade.

Se este dinamismo magnético exceder um limiar crítico, é muito provável que o afrouxamento das voltas de aço da bobina continue, assim provocando uma outra diminuição das linhas de fluxo ligadas. Isto pode, por sua vez, disparar uma reação em cadeia de outras separações e diminuição das linhas de fluxo até tornar a elevação perigosa e não de acordo com a norma EN 13155, com o risco claro de perda de carga durante a fase de transporte.

O problema pode surgir mesmo se o dinamismo magnético ocorrer somente em uma das expansões polares, uma vez que, em dito caso, a outra expansão polar, que gera uma maior força de elevação, também gerar um efeito alavanca em relação à área de mais baixa indução. Isto pode disparar o afrouxamento acelerado das voltas no mesmo lado que já sofre de dinamismo magnético, grandemente aumentando a probabilidade de separação da bobina.

Portanto, o objetivo da presente invenção é prover um dispositivo de elevação eletromagnético que seja livre de ditas desvantagens. Este objetivo é alcançado por meio de um dispositivo de elevação eletromagnético compreendendo um dispositivo de segurança adequado para verificar, na etapa de elevação inicial, o dinamismo magnético de cada expansão polar, bem como o dinamismo magnético total do dispositivo de elevação antes da autorização de manobra de transporte. Outras vantagens do presente dispositivo de elevação são descritas nas reivindicações anexas.

A vantagem fundamental do presente dispositivo de elevação origina-se do fato de que pode realizar a transferência de bobinas de aço

laminado a quente em uma condição de absoluta confiança, assim combinando a praticidade dos dispositivos de elevação eletromagnéticos, com a segurança de dispositivos de elevação mecânicos.

5 Uma segunda vantagem significativa resulta do fato de que dita segurança é obtida através de um dispositivo simples, barato e confiável.

Outras vantagens e características do dispositivo de elevação de acordo com a presente invenção serão evidentes daqueles hábeis na arte pela seguinte descrição detalhada de uma sua forma de realização, com referência aos desenhos anexados, em que:

10 A Fig. 1 é uma vista seccional dianteira diagramática de um dispositivo de elevação de acordo com a presente invenção;

A Fig. 2 é uma vista similar à precedente, que diagramaticamente mostra a operação do dispositivo de elevação;

15 A Fig. 3 é uma vista similar à precedente, que mostra o sistema de força em uma condição de encaixe de carga;

A Fig. 4 é uma vista similar à precedente, que mostra o sistema de força em uma condição de dinamismo magnético assimétrico; e

20 A Fig. 5 é uma vista similar à da Fig. 2, que diagramaticamente mostra a operação do dispositivo de elevação no caso de dinamismo magnético simétrico.

Com referência primeiro às Figs. 1 – 3, nelas é visto que um dispositivo de elevação eletromagnético de acordo com a presente invenção convencionalmente inclui duas expansões polares 2, 3, conformadas para transportar uma bobina de eixo geométrico horizontal 4, conectada através de
25 um circuito ferromagnético 5 e dois núcleos 6, 7. Dois solenóides 8, 9, respectivamente arranjos em torno de ditos núcleos 6, 7, gera a força magnetomotiva que permite elevar a bobina 4. Deve ser citado que, embora o eletroímã 1 descrito aqui seja preferivelmente bipolar, dita escolha não é comprometedora, uma vez que os ímãs, com diferentes números de polos

apropriadamente providos, com os dispositivos requeridos, podem ser manufaturados pelo mesmo princípio.

O novo aspecto do presente dispositivo de elevação reside na presença de duas bobinas de detecção 10, 11, preferivelmente de cobre esmaltado, respectivamente dispostas em torno dos núcleos 6, 7, próximo às expansões polares 2, 3. Ditas bobinas 10, 11 são preferivelmente protegidas por respectivas placas 12, 13 contra o calor transmitido pela bobina 4 que, em alguns casos, é transportada ainda quente.

As bobinas 10, 11 podem detectar o dinamismo magnético na etapa inicial de elevação, uma vez que elas são atravessadas pelas linhas de fluxo geradas pelos solenóides 8, 9 e, portanto, são capazes de detectar o grau de diminuição de ditas linhas de fluxo ligadas (dinamismo magnético negativo), causado pelo dinamismo mecânico das voltas da bobina 4, quando ela é elevada. Esta informação é transmitida para dois respectivos conversores A/D 14, 15, que enviam os dados em formato digital para uma unidade de controle 16, cuja finalidade é garantir ou negar a autorização para transporte.

A operação do presente dispositivo de elevação é, portanto, muito simples e eficaz e é prontamente entendida: as expansões polares 2,3 contatam a bobina 4 a ser elevada e, na ativação dos solenóides 8 e 9, as linhas de fluxo para a bobina 4, como mostrado na Fig. 2. No início da etapa de elevação, na ausência de dinamismo magnético, a condição de equilíbrio do sistema é ilustrada pelo sistema de força da Fig. 3.

Em dito sistema, F_a indica a força de ancoragem do polo a (polo N no exemplo da Fig. 2), F_b indica a força de ancoragem do polo b (polo S no exemplo da Fig. 2), F_{sa} e F_{sb} indicam os componentes de elevação vertical de ditas forças de ancoragem, L_1 e L_2 indicam os braços de alavanca medindo a distância entre o eixo geométrico baricêntrico da carga (P) e ditos componentes verticais F_{sa} e F_{sb} , que retêm metade da carga ($P/2$) cada.

A Fig. 4 mostra um sistema de força similar, em condição de

dinamismo magnético assimétrico, por exemplo, maior no polo b . Em tal caso é $F_a > F_b$, portanto também $F_{sa} > F_{sb}$ e $F_{sa} \cdot L_1 > F_{sb} \cdot L_2$, por meio do que o efeito alavanca em relação ao polo b pode disparar o afrouxamento acelerado das voltas do mesmo lado grandemente aumentando a probabilidade de separação da carga.

Durante esta primeira etapa de elevação, a unidade de controle 16, portanto, realiza uma comparação do dinamismo magnético ocorrendo nas polaridades individuais da base dos dados recebidos das bobinas de detecção 10, 11 através dos conversores 14, 15. Se a diferença entre os dois valores detectados pelas bobinas 10, 11 exceder um limiar pré-estabelecido, que indicativamente varie de 3% a 10%, por exemplo, 5%, é emitido um sinal para parar a operação de elevação e retornar a carga para o chão.

Ao contrário, uma diminuição no fluxo ligado que permanece em um valor abaixo do limiar de alarma não dispara outras separações das voltas de lâmina e bloqueia o dinamismo magnético, mantendo uma força de ancoragem, de modo que o transporte pode ser feito seguramente de acordo com as provisões da norma EN 13155.

Onde dois sinais detectados pelas bobinas 10, 11 forem quase equivalentes, como ilustrado na Fig. 5, na fase imediatamente subsequente a unidade de controle 16 verifica se o dinamismo magnético total do sistema permanece abaixo do limiar estabelecido para autorizar o transporte, também neste caso indicativamente variando de 3% a 10%. Na realidade, se o afrouxamento inicial das voltas permanecer dentro dos parâmetros, o fenômeno para, por meio do que uma diminuição total no fluxo ligado menor do que, por exemplo, outros 5%, permite realizar com segurança o transporte. Deve ser observado que os coeficientes de segurança e dinamismo magnético considerados podem ser mudados de acordo com as necessidades do caso sendo considerado.

O método operacional do dispositivo de elevação

eletromagnético de acordo com a presente invenção pode, portanto, ser resumido pelas seguintes etapas:

a) ativação dos solenóides de magnetização 8,9;

5 b) verificação de que o fluxo ligado à bobina 4, a ser transportada, é suficiente para obter-se uma força de ancoragem maior do que duas vezes o peso da bobina 4;

c) inicialmente elevar a bobina 4 e simultaneamente comparar o dinamismo magnético ocorrendo nas polaridades individuais, para verificar que a diferença entre os valores detectados pelas bobinas 10, 11 está abaixo de um limiar pré-estabelecido;

10 d) em caso de resultado negativo da verificação, emitir um sinal para parar a operação de elevação e retornar a carga para o chão e, no caso de resultado positivo da verificação, realizar uma segunda verificação de que o dinamismo magnético total do sistema está abaixo de um segundo limiar pré-estabelecido;

e) em caso de resultado negativo da segunda verificação, emitir um sinal para parar a operação de elevação e retornar a carga para o chão e, no caso de resultado positivo da verificação, emitir um sinal de autorização para o transporte da bobina 4.

20 É óbvio que a forma de realização acima descrita e ilustrada do dispositivo de elevação de acordo com a presente invenção é apenas um exemplo susceptível de várias modificações. Em particular, os conversores 14, 15 poderiam ser integrados na unidade de controle 16 e as bobinas 10, 11 poderiam ser substituídas com dispositivos similares, adequados para detectar
25 a mudança do fluxo ligado.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de elevação eletromagnético (1), compreendendo pelo menos duas expansões polares (2, 3) conformadas para transportar uma bobina de eixo geométrico horizontal (4) de aço laminado a quente, ditas pelo menos duas expansões polares (2, 3) sendo conectadas através de um circuito ferromagnético (5) e respectivos núcleos (6, 7), em torno dos quais dois solenóides de magnetização (8, 9) são arranjados, caracterizado pelo fato de incluir adicionalmente em cada um de ditos núcleos (6, 7) uma única bobina de detecção (10, 11) disposta em torno de dito núcleo (6, 7) de modo a detectar a mudança no fluxo ligado a dita bobina (4) de aço laminado a quente, bem como uma unidade de controle (16), operativamente conectada a ditas bobinas de detecção (10, 11) e adequadas para comparar os valores detectados por cada bobina (10, 11) a fim de autorizar ou não o transporte.

2. Dispositivo de elevação eletromagnético de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada bobina de detecção (10, 11) é disposta próxima da expansão polar pertinente (2, 3).

3. Dispositivo de elevação eletromagnético de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de a bobina de detecção (10, 11) ser feita de cobre esmaltado.

4. Dispositivo de elevação eletromagnético de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de incluir ainda placas (12, 13) adequadas para proteger as bobinas de detecção (10, 11) do calor transmitido pela bobina (4) de aço laminado a quente.

5. Dispositivo de elevação eletromagnético de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de incluir conversores A/D (14, 15) dispostos entre os dispositivos adequados para detectar a mudança no fluxo ligado e na unidade de controle (16).

6. Método operacional para um dispositivo de elevação eletromagnético (1) de acordo com uma das reivindicações precedentes,

incluindo as etapas de:

a) ativar os solenóides de magnetização (8, 9);

b) verificar se o fluxo ligado à bobina (4) a ser transportada é suficiente para obter uma força de ancoragem maior do que duas vezes o peso da bobina (4);

e sendo caracterizado pelo fato de incluir mais as etapas de:

c) inicialmente elevar a bobina (4) e simultaneamente verificar se a diferença entre os valores detectados pelas bobinas de detecção (10, 11) é abaixo de um limiar pré-estabelecido;

d) realizar ou não uma segunda verificação de se a diminuição total do fluxo ligado está abaixo de um segundo limiar pré-estabelecido, dependendo do resultado de dita primeira verificação;

e) emitir ou não um sinal de autorização para o transporte, dependendo do resultado de dita segunda verificação.

7. Método operacional de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de, se a primeira verificação da etapa c) tiver um resultado negativo, a etapa d) prover a emissão de um sinal para parar a operação de elevação e retornar a carga para o chão.

8. Método operacional de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de, se a segunda verificação da etapa d) tiver um resultado negativo, a etapa (e) prover a emissão de um sinal para parar a operação de elevação e retornar a carga para o chão.

9. Método operacional de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o limiar pré-estabelecido para a primeira verificação da etapa c) indicativamente varia de 3% a 10%, preferivelmente sendo de 5%.

10. Método operacional de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o limiar pré-estabelecido para a segunda verificação da etapa d) indicativamente varia de 3% a 10%, preferivelmente sendo de 5%.

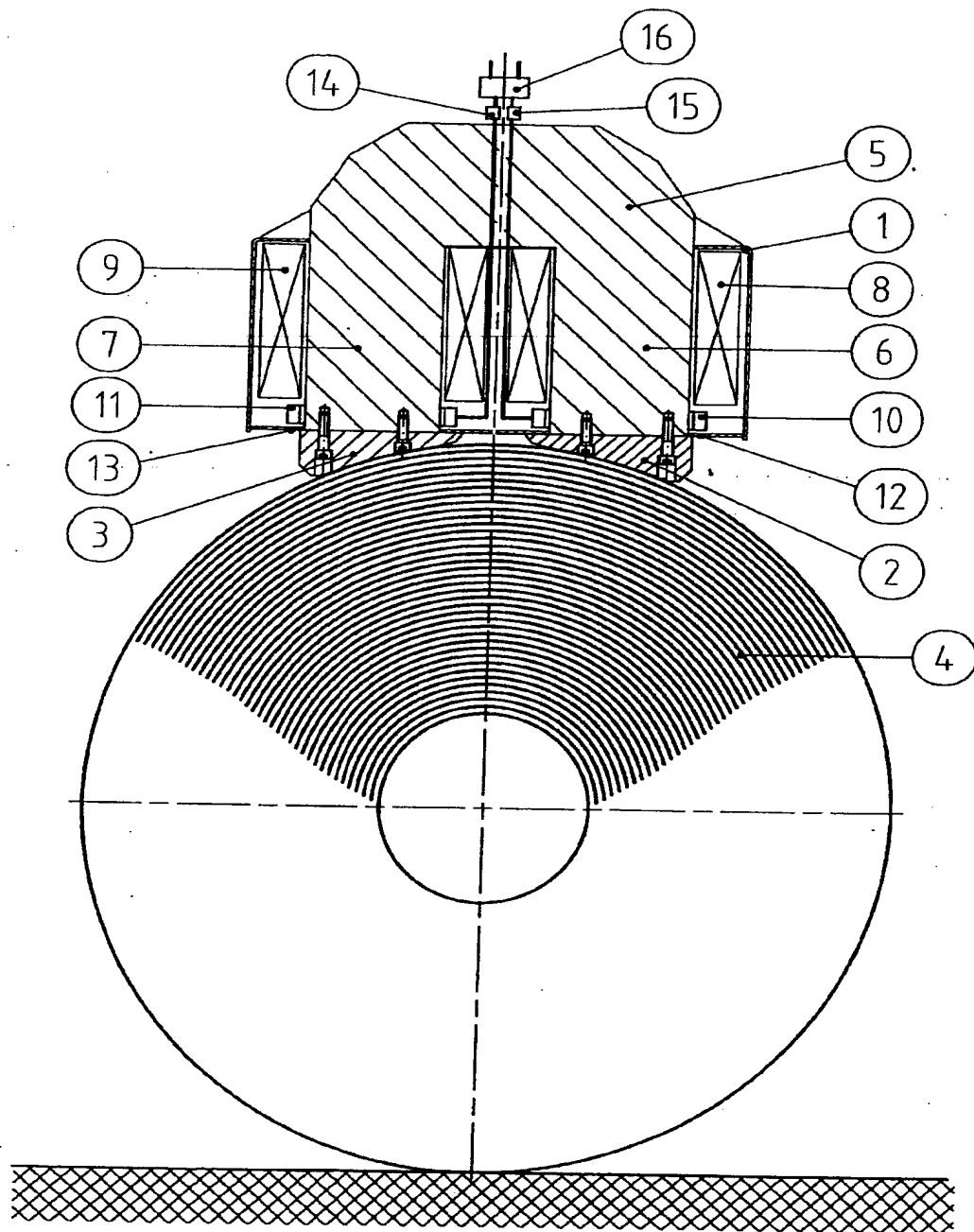


Fig.1

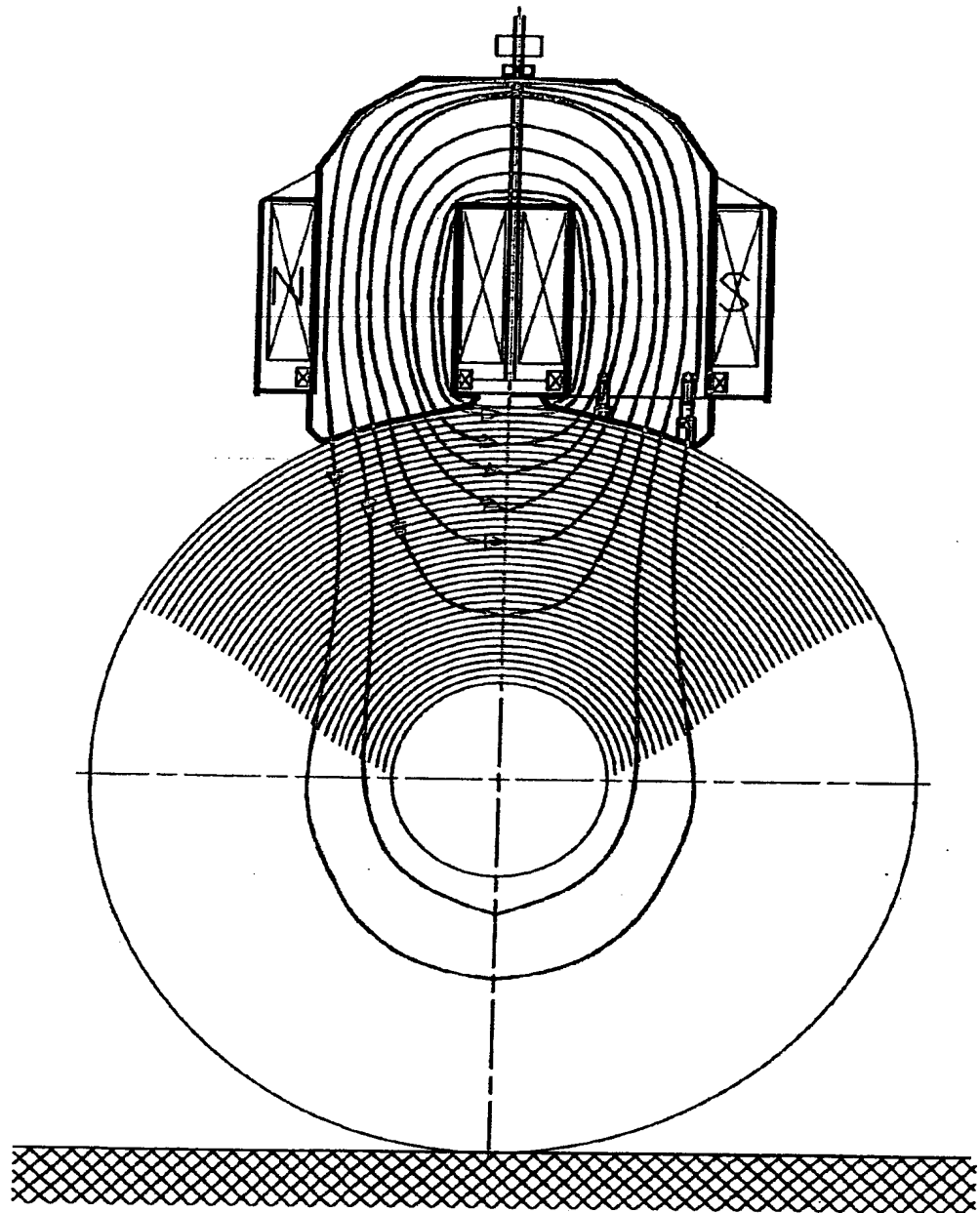


Fig.2

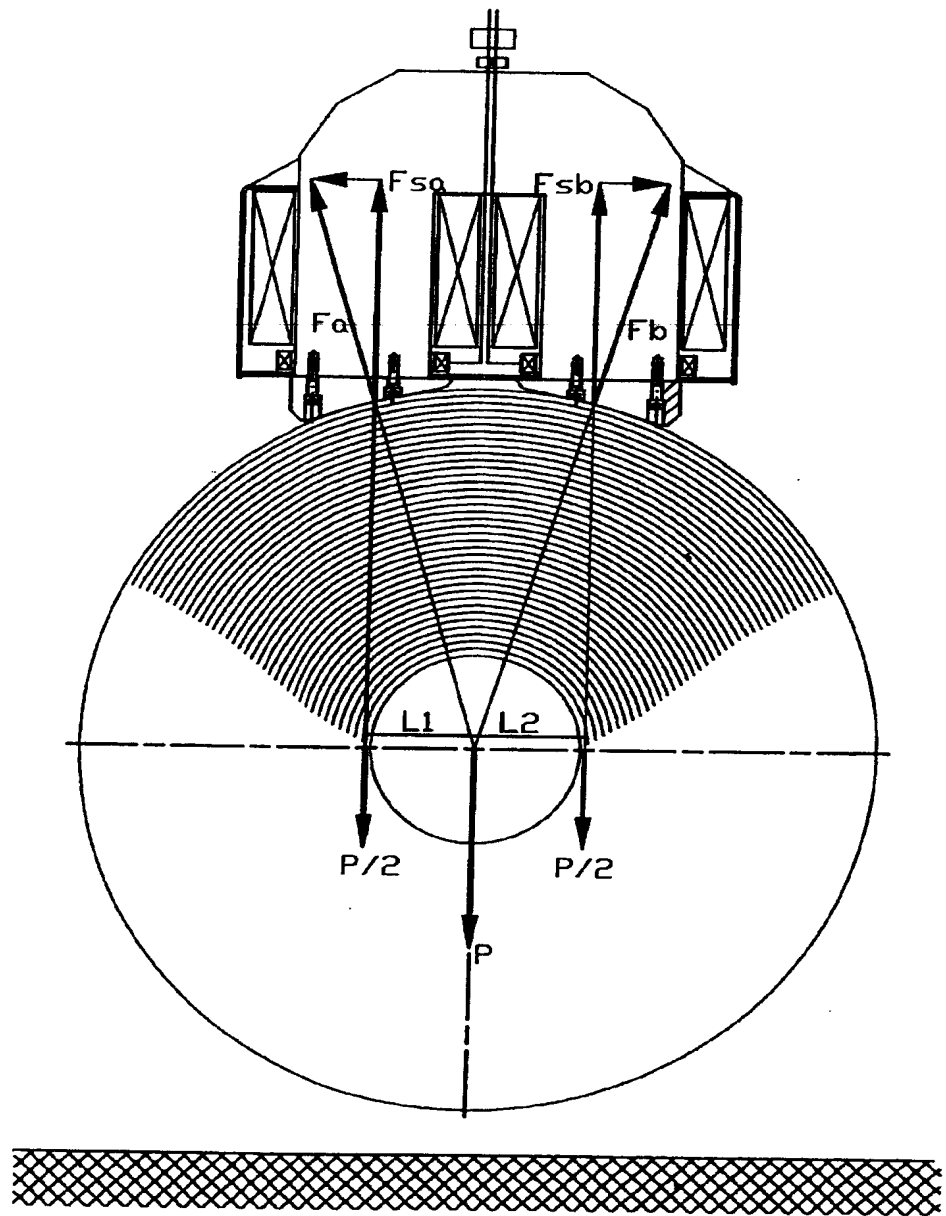


Fig.3

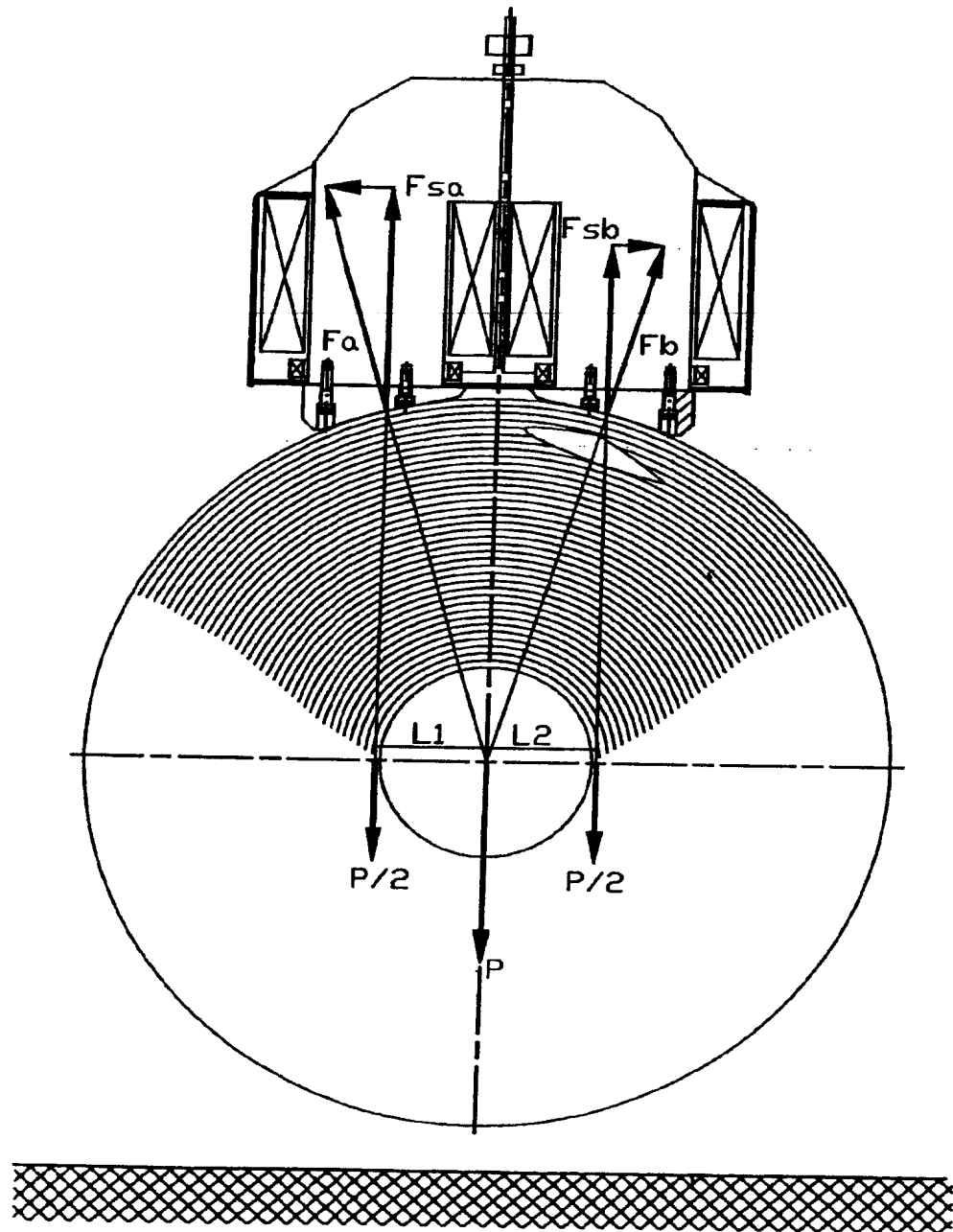


Fig.4

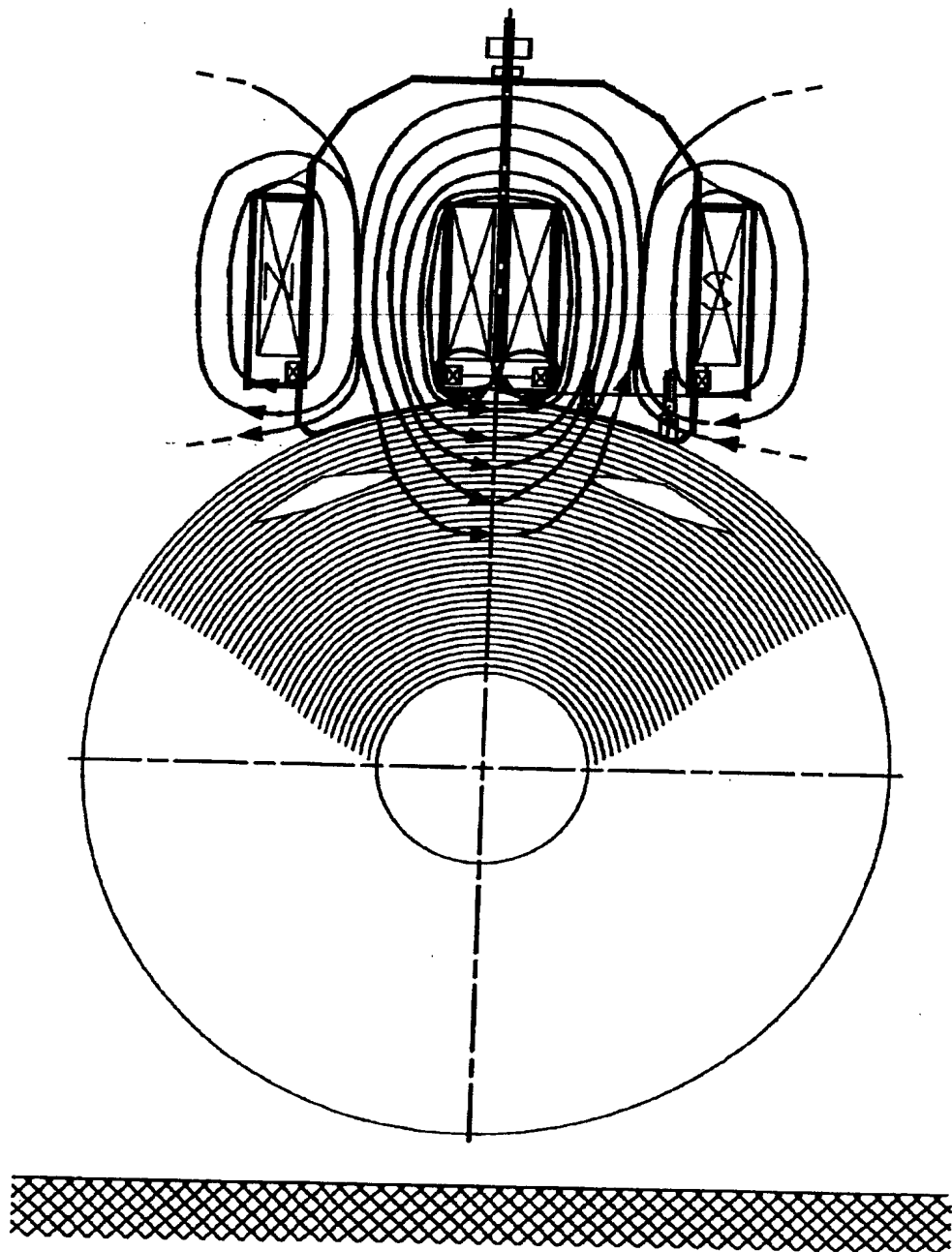


Fig.5

RESUMO

“DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO ELETROMAGNÉTICO, E, MÉTODO OPERACIONAL PARA UM DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO ELETROMAGNÉTICO”

5 Um dispositivo de elevação eletromagnético (1) compreende pelo menos duas expansões polares (2, 3) conformadas para transportar uma bobina de eixo geométrico horizontal (4) de aço laminado a quente, as expansões polares (2, 3) sendo conectadas através de um circuito ferromagnético (5) e respectivos núcleos (6, 7), em torno dos quais solenóides
10 (8, 9) são dispostas, além disso, em torno de cada um de ditos núcleos (6, 7) é arranjada uma bobina de detecção (10, 11), adequada para detectar a mudança no fluxo ligado à bobina (4), e uma unidade de controle (16) conectada às bobinas de detecção (10, 11) compara os valores detectados por cada uma delas, a fim de autorizar ou não o transporte. O método operacional pertinente
15 inclui uma primeira verificação de que a diferença entre os valores detectados pelas duas bobinas de detecção (10, 11) está abaixo de um limiar pré-estabelecido, e na afirmativa uma segunda verificação de que a diminuição total do fluxo ligado está abaixo de um segundo limiar pré-estabelecido, a emissão de um sinal de autorização para o transporte sendo somente possível
20 em caso de resultado positivo de ambas as verificações.