



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

(21) **PI 1005749-8 A2**



(22) Data de Depósito: 21/12/2010
(43) Data da Publicação: 02/04/2013
(RPI 2204)

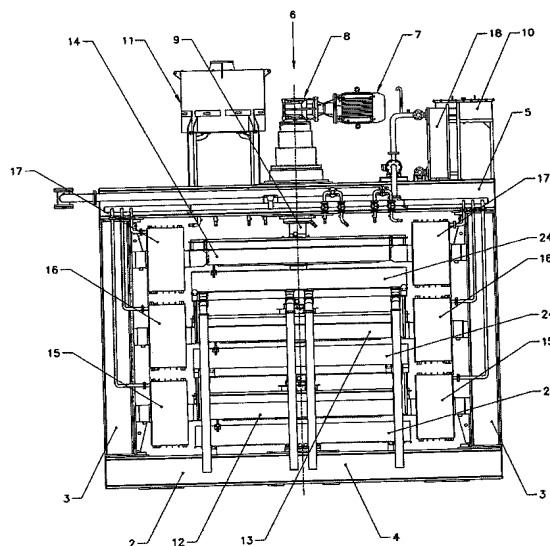
(51) *Int.Cl.:*
B03C 1/03

(54) **Título:** SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO TIPO CARROSSEL

(73) **Titular(es):** INBRAS-ERIEZ EQUIPAMENTOS
MAGNÉTICOS E VIBRATÓRIOS LTDA

(72) **Inventor(es):** CARLOS ROBERTO MEILUS, DEMERVAL DE
ARAÚJO

(57) **Resumo:** SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO TIPO CARROSSEL. A presente invenção refere-se a um separador eletromagnético tipo carrossel (1) que compreende: um conjunto de rotores sobrepostos, composto por pelo menos um rotor inferior (12), um rotor intermediário (13) e um rotor superior (14), sendo os ditos rotores montados de forma sobreposta, um sobre o outro, na vertical e, sustentados por um eixo central vertical (9).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "SEPARADOR ELETRO-MAGNÉTICO TIPO CARROSSEL"

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um tipo de equipamento identificado como separador eletromagnético tipo carrossel de alta intensidade, via úmida, aplicado no tratamento de minérios e que possui três rotores de formato redondo, dispostos um sobre o outro, na vertical e, que gera campos magnéticos de zero até 15.000 gauss (1,5 tesla).

10 Mais precisamente, a presente invenção se refere a um separador eletromagnético tipo carrossel, de alta intensidade, via úmida, que possui três rotores montados de forma sobreposta, um sobre o outro, na vertical e, que gera campos magnéticos ajustáveis, de zero até 15.000 gauss (1,5 tesla), quando utiliza matrizes espaçadas entre si, de 2,5mm.

Fundamentos da Invenção

15 Os separadores eletromagnéticos tipo carrossel de alta intensidade, via úmida, que aqui denominamos simplesmente como separador ou separador eletromagnético tipo carrossel, são equipamentos conhecidos no mercado há muito tempo, sendo que os separadores disponíveis no mercado possuem somente um ou dois rotores e duas ou quatro bobinas iguais, de mesma potência.

20 Como o próprio nome identifica, este tipo de equipamento tem como finalidade separar os minerais ferrosos que se constituem na parte magnetizável de um minério, dos minerais não-ferrosos, que se constituem na parte não-magnetizável do minério. A magnetização e a conseqüente separação dos minerais ferrosos do minério ocorre por meio da atuação de um campo magnético gerado pela circulação de uma corrente elétrica nas bobinas do equipamento.

25 Em termos gerais, um separador eletromagnético tipo carrossel, compreende um rotor (ou dois rotores, no projeto com dois rotores) disposto entre duas bobinas geradoras de campo magnético, posicionadas de forma diametralmente opostas, sendo este rotor associado a um eixo vertical que passa pelo seu centro.

30 Assim, pelo fato do eixo vertical estar conectado a um motor, o eixo é acionado e faz o rotor girar.

Ao longo de toda a borda da região periférica do rotor, são montados diversos conjuntos ou blocos de placas de aço posicionadas lado a lado, paralelamente entre si, na vertical, com pequenos espaços entre elas, sendo essas placas, denominadas matrizes.

35 O espaço mais comum entre as matrizes é de 2.5mm, entretanto, elas são disponíveis em outros espaçamentos, por exemplo de 1.0mm, 1.5mm, 3.2mm, 3.8mm e

5.0mm e ainda outros intermediários, que são escolhidos de acordo com o tamanho do minério, devendo o espaçamento ser maior que a maior partícula do minério, para permitir que todo o minério passe através do espaço entre elas.

5 As matrizes são induzidas magneticamente pelo campo magnético gerado pelas bobinas e, ficam magnetizadas. Desta forma, quando o equipamento se encontra em operação, com o minério com água sendo alimentado à elas, as matrizes retêm em seu interior, no espaço entre elas, pela ação do campo magnético, a parte ferrosa, magnetizável, do minério.

10 Conforme o rotor gira, o minério misturado com água, em polpa, é alimentado sobre a região periférica do rotor, isto é, sobre as matrizes, sendo que esta alimentação é feita na área de atuação do campo magnético, que se encontra em frente às bobinas.

15 Assim, a polpa de minério alimentada em frente às bobinas do equipamento, entra por gravidade no interior das matrizes e enquanto o rotor gira, ela é separada entre uma parte ferrosa, magnetizável, que fica retida nas matrizes, que estão induzidas pelo campo magnético, e uma parte não-ferrosa, não-magnetizável, que não sofre a influência do campo magnético e passa entre elas.

20 Desta forma, quando as matrizes estão em frente às bobinas, a parte não-magnetizável desce por gravidade, passando entre os espaços das matrizes, e sendo coletada pela calha de coleta de não-magnéticos, posicionada sob o rotor, abaixo das matrizes. A descarga da parte não-magnetizável é auxiliada pela injeção de jatos de água com baixa pressão sobre as matrizes.

25 Com o rotor girando, em operação, as matrizes que retem a parte magnetizável do minério, saem da região de atuação do campo magnético, em frente às bobinas e, em seguida, a parte magnetizável é descarregada pela injeção de jatos de água com alta pressão aplicado sobre as matrizes. Os jatos de água com alta pressão "quebram" a força magnética que prende os minerais ferrosos, magnetizáveis, às matrizes, fazendo que eles se desprendam das mesmas e caiam, se deslocando para baixo, sendo coletados pela calha de coleta de magnéticos.

30 A parte magnetizável do minério, composta por minerais ferrosos como hematita e outros, quando corresponde à parte desejada do minério, por exemplo, na aplicação de concentração de minério de ferro, é denominada concentrado. Nesse caso, a parte não-magnetizável do minério, que passa pelas matrizes sem ser retida e, que compreende os minerais não-ferrosos, como sílica (areia), alumina e outros, correspondente à parte indesejada do minério, é denominada de rejeito.

35 Em algumas aplicações, ocorre o inverso. A parte desejada do minério é aquela composta pelos minerais não-ferrosos, como por exemplo quando se trata do trata-

mento de minério de fosfato, onde se deseja reduzir o volume de minerais ferrosos contidos no fosfato, o que melhora a qualidade desse produto.

Nesse tipo de aplicação, a parte dos minerais não-ferrosos, composta pelo mineral de fosfato, que não é magnetizável e portanto não retém a carga magnética gerada pelas bobinas do separador, passa pelas matrizes sem ser retida pelas mesmas, sendo descarregada na calha de coleta dos não-magnéticos, é denominada de concentrado. Já a outra parte, composta pelos minerais ferrosos que sofrem a influencia do campo magnético, fica retida nas matrizes e é descarregada por jatos de água de alta pressão sobre a calha de coleta dos magnéticos, é denominada de rejeito.

Nas regiões do rotor que estão mais distantes das bobinas, portanto longe da área de atuação do campo magnético, o nível de campo magnético é bastante baixo. Por conta disso, são nessas regiões onde são descarregados os minerais ferrosos retidos às matrizes, sendo a descarga auxiliada pela injeção de jatos de água de alta pressão, direcionados de cima para baixo sobre as matrizes. Os jatos de água são necessários, uma vez que mesmo com o baixo nível do campo magnético atuante nessa região, os minerais ferrosos quando passam em frente às bobinas, ficam induzidos magneticamente, adquirindo uma carga magnética, que faz com que fiquem retidos às placas de aço que compõe as matrizes e portanto, não se soltam naturalmente das mesmas.

Adicionalmente aos jatos água de alta pressão, os separadores possuem jatos de água de baixa pressão posicionados logo após os pontos de alimentação do minério, em frente às bobinas. Esses jatos de baixa pressão têm por objetivo facilitar o fluxo e a descarga dos minerais não-ferrosos, que estiverem passando pelo interior das matrizes, no sentido de deslocamento para a calha de descarga, posicionada abaixo do rotor, sob as matrizes.

Descrição do Estado da técnica

Um exemplo de separador eletromagnético tipo carrossel, tal como o descrito acima, pode ser encontrado no documento US 3,830,367.

Esse documento, descreve um separador dotado de dois rotores verticais, sendo que cada rotor possui duas bobinas de mesmo porte e potência, perfazendo um total de quatro bobinas iguais. As quatro bobinas são conectadas eletricamente entre si e o campo magnético gerado por elas é conduzido através de placas de aço denominadas de circuito magnético com pólos, até os blocos de matrizes dos rotores inferior e superior, como pode ser visto na figura 4 do documento US 3,830,367.

Outro exemplo de separador eletromagnético tipo carrossel do estado da técnica pode ser encontrado no documento US 3,869,379, o qual se refere a um separador que possui dois rotores, um superior e um inferior, posicionados um sobre o outro

e fixados a um eixo central, vertical, que é rotacionado por um motor.

O separador descrito nessa patente norte-americana compreende um conjunto de matrizes montado ao longo do perímetro do rotor, sendo as matrizes constituídas por pequenas placas de aço montadas na vertical, e distanciadas entre si com pequenos espaços.

No separador desse documento, os espaços entre as placas das matrizes do rotor inferior são defasados, ou deslocados, em relação aos espaços das placas do rotor superior.

Outro exemplo do estado da técnica, pode ser encontrado no documento brasileiro PI 0702097-0, que se refere a um separador eletromagnético tipo carrossel, cujas dimensões dos pólos (parte do circuito magnético montado em frente às bobinas), podem ser ajustadas no todo ou em parte, com a montagem ou a desmontagem de complementos dos pólos de tamanho fixo ou variável, com o objetivo de modificar a área de abrangência magnética dos pólos sobre os rotores, permitindo o ajuste das condições magnéticas e físicas ideais ao processo.

Os separadores eletromagnéticos tipo carrossel do estado da técnica, em sua maioria, compreendem um equipamento com um ou dois rotores verticais e com duas ou quatro bobinas de mesma potência, que geram campos magnéticos de até 10.000 gauss (1 tesla), sendo esse campo magnético de 10.000 gauss (1 tesla) medido com matrizes espaçadas entre si, de 2.5mm.

Esse espaçamento de 2.5mm usualmente é utilizado como referência, quando se informa o campo magnético máximo, assim como, a capacidade máxima que o separador atinge.

Entretanto, se o mesmo separador utilizar matrizes com espaçamento menor que 2.5mm, o campo magnético máximo irá ser maior, quanto menor for o espaçamento das matrizes. Inversamente, o campo magnético máximo será tanto menor, quanto maior for o espaçamento das matrizes utilizadas no separador.

Desta forma, se um mesmo separador que atinge o campo magnético máximo de 10.000 gauss (1 tesla) com matrizes de 2.5mm, tivesse as matrizes substituídas por matrizes com espaçamento menor, por exemplo, de 1,0mm, o campo magnético máximo medido em suas matrizes seria maior, de aproximadamente 10.500 gauss (1,05 tesla) a 11.000 gauss (1,1 tesla). Por outro lado, se as matrizes de 2.5mm fossem substituídas por matrizes com espaçamento de 5.0mm, o campo magnético máximo nas matrizes seria de aproximadamente 8.000 gauss (0,8 tesla) a 9.000 gauss (0,9 tesla) ou menor.

Com relação à capacidade, também há variação da capacidade, se ao invés do separador utilizar matrizes com o espaçamento de 2,5mm, usado como referência, uti-

lizar matrizes com espaçamento maior ou menor.

Desta forma, se um mesmo separador que atinge, por exemplo, a capacidade máxima de 150 toneladas por hora, quando processa um determinado minério, utilizando matrizes de 2.5mm, tivesse as matrizes substituídas por matrizes com espaçamento menor, por exemplo, de 1,0mm, e fosse aplicado no processamento do mesmo minério, como haveria menor espaço para a passagem do minério, sua capacidade poderia ser reduzida por exemplo para 100 ou 120 toneladas por hora. Por outro lado, se as matrizes de 2.5mm fossem substituídas por matrizes com espaçamento maior, por exemplo, de 5.0mm, a capacidade de processamento com o mesmo minério seria aumentada, podendo atingir mais de 200 toneladas por hora.

Entretanto como explicado nos parágrafos anteriores, se forem utilizadas matrizes com espaçamento maior que a referência 2.5mm, o campo magnético será menor e haverá perda de parte do minério devido ao campo magnético mais baixo, com a conseqüente perda da eficiência do separador e a geração de prejuízos.

Os separadores do estado da técnica, projetados já há alguns anos, apresentam uma série de desvantagens, como é descrito a seguir.

Atualmente, há uma excessiva demanda por minérios, especialmente por minério de ferro, de modo que os produtores de minérios têm tido a necessidade de separadores com alta capacidade, para processar grandes volumes de minério e que, ao mesmo tempo, possam gerar campos magnéticos iguais ou superiores a 10.000 gauss (1 tesla) medidos com matrizes com espaçamento de 2.5mm entre placas.

Com relação ao campo magnético, a procura por separadores com campos magnéticos mais elevados, decorre da maior recuperação dos minerais ferrosos desejados, que estiverem contidos no minério, à medida que o campo magnético for maior, por outro lado, há uma perda de minerais ferrosos, à medida que o campo magnético for sendo reduzido.

Quanto a capacidade, os separadores do estado da técnica atingem, em regra geral, uma capacidade máxima de alimentação relativamente baixa, isto é, algo em torno de 150 a 200 toneladas por hora para o processamento de minério de ferro, quando utilizam matrizes com espaçamento de 2.5mm. Tendo em vista essa capacidade relativamente baixa por separador, caso fossem utilizados separadores do estado da técnica nos projetos atuais das grandes minerações haveria a necessidade de se empregar um número bastante grande desses equipamentos, para que a produção de minério fosse atendida.

Por outro lado, caso fossem aplicados separadores mesmo com capacidades superiores a 150 a 200 toneladas por hora, porém que gerassem campos magnéticos baixos, por exemplo abaixo de 10.000 gauss (1 tesla), haveria perda da parte dos mi-

nerais ferrosos que requeressem 10.000 (1 tesla) gauss ou mais para serem separados, produzindo prejuízos significativos para a mineração.

O emprego de um grande número de separadores do estado da técnica não é vantajoso, pelas razões que são abordadas a seguir.

5 Em primeiro lugar, um separador do estado da técnica, de porte industrial usual, é um equipamento de grandes dimensões, o que corresponde a aproximadamente 7 metros de comprimento, por 4 metros de largura, por 4 metros de altura, sendo também um equipamento de massa bastante elevada, da ordem de 100 toneladas. Apesar das grandes dimensões e peso, os separadores do estado da técnica usuais, como já
10 mencionado, atingem uma capacidade na alimentação da ordem de 150 a 200 toneladas por hora, com matrizes de 2.5mm. Entretanto, tendo em vista que atualmente há projetos de minerações para alimentar 8.000 toneladas de minério por hora, seriam necessários aproximadamente entre 40 a 54 separadores do estado da técnica, para atender a demanda mencionada, o que traria um grande problema em diversos aspectos, já que trata-se de equipamentos de grande porte e peso.

15 Em segundo lugar, em função da já mencionada capacidade relativamente baixa e da também já dita necessidade de se utilizar um grande número de separadores do estado da técnica para atender a uma produção de minério elevada, seria necessário contar com um enorme prédio para abrigar todas as instalações industriais, que de-
20 veria ser de grande porte, para abrigar um grande número de equipamentos.

Desta forma, a implantação de uma instalação com grande capacidade de produção de minério, empregando separadores do estado da técnica teria um custo bastante elevado se tornando nada vantajosa.

25 Em terceiro lugar, um grande número de separadores em uma instalação industrial, exige, da mesma forma, um número elevado de componentes e equipamentos periféricos para alimentar o minério e coletar o concentrado e os rejeitos obtidos em todos os separadores.

30 Nesse sentido, seria necessário instalar um grande número de bombas de polpa para a alimentação do minério aos separadores, diversos distribuidores de polpa, uma grande extensão de tubulações de condução de minério, diversas caixas de coleta de concentrados e de rejeitos dentre outros componentes e equipamentos periféricos, para atender ao grande número de separadores, o que iria onerar ainda mais a instalação, caso fossem utilizadas separadores do estado da técnica.

35 Devem também ser considerados os custos adicionais que envolvem de forma indireta uma instalação que possui um grande número de separadores, quando comparado com uma instalação com um menor número de separadores, tendo ambas a mesma capacidade de produção.

Esses custos adicionais compreendem maior custo de mão-de-obra para a operação dos equipamentos, já que há a necessidade de um maior número de operadores, custo adicional de montagem dos equipamentos e maior custo de projeto, além da maior dificuldade de se viabilizar projetos que envolve um maior número de máquinas e equipamentos.

Deve-se ainda levar em consideração que não basta ter uma instalação com alta capacidade de produção com um número relativamente pequeno de separadores, se os separadores gerarem baixo nível de campo magnético, de forma a que haja perdas de minério, ou seja, a instalação apresente baixa performance.

Deve-se acrescentar que a utilização de subterfúgios, para o aumento da capacidade de separadores do estado da técnica, como a utilização de matrizes com grande espaço entre placas, por exemplo de 5,0mm, portanto bem maior que o espaço de referência 2.5mm, iria reduzir sensivelmente o campo magnético, como explicado anteriormente.

Nesse caso, quanto mais baixo for o nível de campo magnético gerado pelos separadores, menor será a eficiência de separação dos minerais ferrosos contidos no minério, com a conseqüente perda dos mesmos, o que provocaria prejuízos e poderia inclusive inviabilizar economicamente a instalação.

Desta forma, mesmo que fossem utilizados separadores com capacidades superiores a 200 toneladas por hora, ainda haveria a necessidade de se trabalhar com campos magnéticos altos. Assim, a utilização de um separador de alta capacidade, porém que gerasse campos magnéticos baixos, por exemplo, abaixo de 9.000 gauss (0,9 tesla), ocasionaria perda da parte dos minerais ferrosos que necessitassem de um campo magnético superior à esse para serem separados, produzindo prejuízos significativos, uma vez que para equipamentos que processam acima de 200 toneladas por hora, a perda, mesmo que de um pequeno percentual do minério, por exemplo de 1% (um por cento), correspondente a 2,0 toneladas por hora, iria corresponder no período de um mês, a uma perda bastante elevada, de 1.440 toneladas de minério.

Portanto, em função das características atuais dos separadores do estado da técnica e tendo em vista a demanda crescente do mercado de mineração, urge a necessidade de uma solução técnica que lide e solucione o problema da capacidade relativamente baixa dos separadores atuais, porém que ao mesmo tempo cuide para que seja obtido um nível de campo magnético igual ou superior a 10.000 gauss (1 tesla), com matrizes espaçadas em 2.5mm, para que não ocorram perdas significativas de minério.

Objetivos da Invenção

Esta invenção tem o objetivo de criar um separador eletromagnético tipo car-

rossel de alta intensidade, via úmida, que compreende pelo menos três rotores montados em coluna, sobrepostos um sobre o outro, na vertical, formando um conjunto compacto, que ocupa o mesmo espaço nas laterais que um separador do estado da técnica que tenha rotores com as mesmas dimensões, porém, que atinge uma capacidade superior e que gera campos magnéticos ajustáveis de zero até 15.000 gauss (1,5 tesla), quando utiliza matrizes espaçadas em 2,5mm.

Sumário da Invenção

O separador eletromagnético tipo carrossel de alta intensidade, via úmida, objeto desta invenção, compreende pelo menos três rotores sobrepostos uns sobre os outros, na vertical, sendo os rotores conectados a um eixo central, vertical, que é acionado por um motor elétrico e que, conseqüentemente, faz com que todos os rotores girem ao mesmo tempo.

Cada um dos rotores possui matrizes montadas ao longo de toda a borda da sua região periférica.

Descrição Resumida dos Desenhos

As figuras que encontram-se no anexo I à este documento, compreendem:

Figura 1 – uma vista frontal do separador da presente invenção;

Figura 2 – uma vista da estrutura de sustentação do separador da presente invenção;

Figura 3 – uma vista superior parcial do separador da presente invenção, ilustrando o circuito magnético, a caixa de alimentação de minério, as bobinas, os sprays de água e os blocos de matrizes.

Figura 4 – detalhes do rotor do separador da presente invenção, mostrando os sprays de água, os blocos de matrizes e a caixa de alimentação de minério em polpa.

Descrição Detalhada da Invenção

Como pode ser visto na figura 1, o separador eletromagnético tipo carrossel de alta intensidade, via úmida (1) da presente invenção, é constituído por uma estrutura de sustentação (2), a qual suporta todos os componentes do separador (1).

Na concretização preferencial da presente invenção, a estrutura de sustentação (2) é composta por duas colunas verticais laterais (3), uma base horizontal inferior (4) e de uma base horizontal superior (5), de modo que as duas colunas verticais laterais (3) são posicionadas entre as duas extremidades laterais da base horizontal inferior (4) e da base horizontal superior (5). A base horizontal superior (5) pode ser concretizada como vigas de aço soldadas, posicionadas de forma paralela em relação à base horizontal inferior (4), que também é concretizada como vigas de aço soldadas.

A presente invenção admite algumas variações para a estrutura de sustentação (2), sendo a concretização aqui mencionada e ilustrada na fig.2, apenas a concre-

tização preferencial.

A base horizontal superior (5) suporta sobre sua face superior, o sistema de acionamento (6), sendo o sistema de acionamento (6) composto por um motor elétrico (7), um redutor de velocidade (8) e um eixo central vertical (9), apoiado sobre mancais com rolamentos.

O eixo central vertical (9), é conectado aos três rotores (12, 13, 14), de modo que é possível girar os três rotores ao mesmo tempo, a partir da rotação do motor (7). O eixo central vertical (9) passa através do centro dos três rotores (12, 13, 14).

Maiores detalhes a respeito dos rotores (12, 13, 14) são apresentados mais adiante.

Sobre a base horizontal superior (5) da estrutura de sustentação (2) é montado um distribuidor de polpa (11), para alimentação do minério com água, em polpa, no separador (1). Também sobre a base horizontal superior (5) é montado um tanque reservatório do óleo de resfriamento das bobinas (10), além de partes da tubulação de água para alimentar os sprays de injeção de água nas matrizes, a bomba de óleo de resfriamento das bobinas, a tubulação de circulação de óleo para as bobinas, dentre outros componentes.

Como pode ser visto na figura 1, o separador (1) da presente invenção compreende um conjunto composto por três rotores verticais sobrepostos (12, 13, 14), suportados por um eixo central vertical (9), como mencionado anteriormente.

Na concretização preferencial da presente invenção, o conjunto de rotores compreende um rotor inferior (12), um rotor intermediário (13) e um rotor superior (14), ou seja, o conjunto de rotores é composto por três rotores, sendo que o conjunto de rotores da presente invenção é constituído por rotores do mesmo tipo utilizado em separadores do estado da técnica.

Entretanto, para que seja possível aumentar o número de rotores, mantendo o equilíbrio magnético do separador (1), a presente invenção utiliza bobinas intermediárias (16), que atendem ao mesmo tempo, o rotor intermediário (13) e interagem magneticamente com as bobinas superiores (17) do rotor superior (14) e com as bobinas inferiores (15) do rotor inferior (12).

Em uma concretização alternativa, o conjunto de rotores (12, 13, 14) da presente invenção, pode ser composto por até quatro rotores verticais sobrepostos.

De acordo com a figura 1, pode-se observar que os três rotores da concretização preferencial da presente invenção, são montados de forma sobreposta, uns sobre os outros, formando um separador eletromagnético tipo carrossel, compacto e com capacidade de processamento mais elevada que a de um separador do estado da técnica, com somente um ou dois rotores. Para atingir tal compactação, na concretização

preferencial da presente invenção, o separador (1) possui seis bobinas, sendo duas bobinas inferiores (15) montadas em extremidades opostas do rotor inferior (12), duas bobinas intermediárias (16) montadas em extremidades opostas do rotor intermediário (13) e duas bobinas superiores (17), montadas em extremidades opostas do rotor superior.

Tendo em vista que para se obter o campo magnético de alta intensidade do separador (1), as bobinas devem ser interconectadas magneticamente entre si, para que o campo magnético gerado por elas seja somado, as duas bobinas intermediárias (16) compartilham seu campo magnético com as duas bobinas inferiores (15), assim como, as duas bobinas intermediárias (16), compartilham seu campo magnético com as duas bobinas superiores (17).

O conjunto composto pelas seis bobinas do separador (1), constituído pelas duas bobinas intermediárias (16) pelas duas bobinas superiores (17) e pelas duas bobinas inferiores (15), é o responsável pela geração do campo magnético que é induzido sobre os blocos de matrizes dos três rotores (12, 13, 14).

Embora o separador da presente invenção seja provido com três rotores e seis bobinas em sua concretização preferencial, esses números podem variar. Assim, dependendo do número de rotores empregados no separador (1) da presente invenção, três ou quatro, na configuração alternativa, o número de bobinas também poderá igualmente variar, sendo respectivamente de seis ou oito.

Assim como nos separadores do estado da técnica, o campo magnético gerado pelas bobinas (15, 16, 17) do separador eletromagnético tipo carrossel (1) da presente invenção, também é conduzido até os blocos de matrizes, por um conjunto de placas de aço denominado circuito magnético, de maneira que as bobinas são montadas com relação ao circuito magnético, tal como ilustra a figura 4 do documento US 3,830,367.

Porém, no caso da presente invenção, o circuito magnético possui um projeto diferenciado em relação ao circuito magnético dos separadores do estado da técnica, especialmente em virtude do separador (1) da presente invenção possuir além das bobinas inferiores (15) e superiores (17), também possuir bobinas intermediárias (16), de forma que o circuito magnético (23) neste caso, deve conduzir o campo magnético tanto das bobinas inferiores e superiores (15, 17), quanto das bobinas intermediárias (16).

O circuito magnético (23) no caso do separador da presente invenção, é formado por um conjunto de placas de aço e pólos de aço, que conduzem o campo magnético das seis bobinas (15, 16, 17) até a área da separação do minério, nas matrizes (20). O circuito magnético (23) é confeccionado com placas de aço carbono, com baixo teor de carbono e com alta permeabilidade magnética, com as placas montadas em um sistema compacto com um número mínimo de partes, para se reduzir áreas de junções

e com as placas sendo perfeitamente ajustadas, com o objetivo de se evitar perdas na condução do campo magnético até as matrizes (20).

Como mencionado anteriormente, as matrizes (20) são montadas ao longo da borda da região periférica dos rotores (12, 13, 14). Veja detalhes das matrizes, na fig.4.

5 Na concretização da fig. 1, o separador (1) possui seis bobinas (15, 16, 17), sendo duas delas posicionadas de forma diametralmente opostas no rotor superior (14), duas também posicionadas de forma diametralmente opostas no rotor intermediário (13) e igualmente, outras duas posicionadas de forma diametralmente opostas, no rotor inferior (12). As seis bobinas são interconectadas entre si, operando em conjunto,
10 e somando os campos magnéticos gerados por elas, como mencionado anteriormente.

As bobinas (15, 16, 17) na concretização preferencial são construídas em cobre, material com alto nível de condutividade elétrica, permitindo que o equipamento atinja um nível de campo magnético de até 15.000 gauss (1,5 tesla) com matrizes com espaço entre placas de 2.5mm, sendo que quando forem substituídas no mesmo equipamento, o conjunto de matrizes de 2.5mm por outro conjunto de matrizes com espa-
15 ços entre placas menor que 2.5mm, por exemplo, de 1,0mm, o campo magnético automaticamente ficará maior, podendo atingir até aproximadamente 16.000 gauss, sendo que para se atingir esse nível de campo magnético, obrigatoriamente devem ser utilizadas bobinas em cobre.

20 Bobinas construídas em alumínio, material usualmente empregado nos separadores do estado da técnica podem gerar somente 60% a 80% desse nível de campo magnético e apresentam menor vida útil, por operarem em temperatura mais elevada, tendo em vista o alumínio ter resistência elétrica superior à do cobre.

O separador (1) da presente invenção, além de ser construído com bobinas em
25 cobre, em uma concretização alternativa, pode ser construído com bobinas em alumínio.

O separador (1) é fornecido com um painel de controle elétrico-eletrônico que controla a intensidade da corrente elétrica aplicada nas bobinas (15, 16, 17), permitindo que o nível de campo magnético do separador (1) possa ser ajustado desde 0 (zero)
30 até 15.000 gauss (1,5 tesla), quando o separador (1) estiver utilizando matrizes com espaço de 2.5mm entre as placas de matrizes.

Para se obter um equilíbrio de campo magnético entre as seis bobinas (15, 16, 17) do separador (1), de modo que o campo magnético atinja o alto nível de intensidade magnética de até 15.000 gauss (1,5 tesla), com matrizes com placas de abertura de
35 2.5mm e ao mesmo tempo que as matrizes de todos os rotores recebam o mesmo nível de campo magnético, cada uma das bobinas intermediárias (16) que interage com as duas bobinas superiores (17) e as duas bobinas inferiores (15), possui aproxima-

mente 50% (cinquenta por cento) de amperes-espira a mais que cada uma das bobinas superiores ou inferiores (15, 17), propiciando que as bobinas intermediárias (16) gerem maior potência magnética e maior fluxo magnético que as bobinas superiores e inferiores (15, 17).

5 Na concretização da fig.1, o maior número de amperes-espira das bobinas intermediárias (16) do separador (1) permite que as duas bobinas intermediárias (16) possam atuar em conjunto com as duas bobinas superiores (17), assim como, com as duas bobinas inferiores (15), que possuem menor número de amperes-espira, sem ocorrer perda de campo magnético nas matrizes, possibilitando ainda que seja obtido o
10 mesmo nível de campo magnético nas matrizes (20) dos três rotores (12, 13, 14).

O separador (1) da presente invenção possui, ainda, um sistema centralizado de refrigeração (18) das bobinas (15, 16, 17), constituído por um trocador de calor de placas do tipo óleo e água, bomba de circulação do óleo, tubulação de óleo, tubulação de água de resfriamento do trocador de calor, e sistema de segurança do tipo vigia de
15 fluxo, permitindo que as bobinas (15, 16 e 17) operem dentro do padrão nominal de temperatura determinado em projeto, garantindo uma maior vida útil das bobinas e, ao mesmo tempo, maior eficiência magnética do equipamento.

O sistema de refrigeração do separador (1) é um elemento de extrema importância, pois permite que as bobinas (15, 16, 17) operem com baixa temperatura, propiciando, simultaneamente, alto rendimento magnético mesmo em operação contínua, bem como, longa vida útil, uma vez que as bobinas não operam sobreaquecidas.
20

Em uma variação da concretização preferencial do separador (1), o sistema de refrigeração das bobinas pode ser constituído por ventiladores ou por qualquer outro sistema de refrigeração, que possibilite reduzir a temperatura das bobinas.

25 Em outra variação, da concretização preferencial do separador (1), as bobinas podem ser construídas em alumínio.

Ainda, como outra variação da concretização preferencial do separador (1), as bobinas podem ser construídas em alumínio ou em cobre, gerando campos magnéticos máximos mais baixos, inferiores a 15.000 gauss (1,5 tesla).

30 Com relação ao funcionamento, o separador (1) da presente invenção, difere dos separadores do estado da técnica, com relação ao número de pontos de alimentação de minério. O separador (1) da presente invenção, possui no mínimo dois pontos de alimentação de minério a mais que o número de pontos de alimentação dos separadores do estado da técnica, que usualmente possuem até quatro pontos de alimentação.
35

Assim, o minério em polpa de água proveniente do distribuidor de polpa (11), é alimentado simultaneamente, via tubulação, em seis caixas de alimentação (19) estan-

do duas delas dispostas sobre o rotor superior (14), duas sobre o rotor intermediário (13) e outras duas dispostas sobre o rotor inferior (12). A partir disso, o minério flui por gravidade até a região periférica dos três rotores (12, 13, 14), onde se encontram as matrizes (20) e adentra no interior das matrizes (20), sendo a alimentação feita em frente às bobinas (15, 16 e 17), na região de atuação do campo magnético.

Com os rotores (12, 13, 14), operando em rotação, assim que os minerais não-ferrosos, não-magnetizáveis, são alimentados sobre as matrizes, eles passam através dos espaços entre elas, pois não são captados pela ação do campo magnético e descem por gravidade, sendo descarregados sobre cada uma das três calhas de coleta de materiais (24) dispostas sob cada rotor (12, 13, 14), na região de coleta de rejeitos. A descarga dos minerais não-ferrosos, que não são magnetizáveis e que usualmente são denominados de rejeitos, é facilitada com a injeção de jatos de água de baixa pressão (21), direcionados de cima para baixo, sobre as matrizes.

Com o rotor em rotação, as matrizes (20) saem da região de atuação do campo magnético, em frente às bobinas (15, 16, 17). Nesse ponto, as matrizes já estão isentas dos minerais não-ferrosos, que já foram descarregados das mesmas, porém elas ainda contem os minerais ferrosos, que são magnetizáveis e sofrem a influencia do campo magnético. Com o rotor em rotação e quando as matrizes se encontram em um ponto equidistante entre as duas bobinas que atendem cada rotor, as ditas bobinas recebem sobre si um jato de água de alta pressão (22), que tem por função "quebrar" a força do campo magnético remanente que ainda atua sobre as partículas dos minerais ferrosos, mesmo eles já estando fora da região de atuação do campo magnético, propiciando que os minerais ferrosos, usualmente denominados concentrado, sejam descarregados sobre a calha de coleta de materiais (24), em uma região de coleta dos magnéticos, também denominada de região de coleta do concentrado.

Tendo em vista que cada rotor (12, 13, 14) é atendido por duas bobinas e a alimentação de minério é feita em frente a cada bobina, cada rotor possui dois pontos de alimentação. Considerando que o separador (1) da presente invenção, possui no mínimo seis pontos de alimentação, enquanto que os separadores do estado da técnica, de maior porte possuem quatro pontos de alimentação, o separador (1) da presente invenção processa 50 % (cinquenta por cento) a mais de capacidade.

Como pode ser observado, o separador (1) da presente invenção possui as mesmas dimensões laterais de um separador do estado da técnica com o mesmo diâmetro dos rotores, tendo em vista que os rotores são sobrepostos uns aos outros, na vertical, sendo aumentada somente a altura do equipamento, porém sendo mantido o mesmo espaço em todas as laterais.

Na alternativa à concretização preferencial com três rotores mostrada na figura

1, o separador com quatro rotores poderá processar 100% (cem por cento) a mais da capacidade de um separador do estado da técnica com dois rotores.

Tendo em vista que o separador (1) com três rotores, da presente invenção, possui uma capacidade de processamento cerca de 50% (cinquenta por cento) maior em relação a um separador com dois rotores do estado da técnica (considerando o mesmo diâmetro dos rotores), pode-se utilizar em uma determinada instalação industrial, cinquenta por cento a menos do número de equipamentos. Caso fosse utilizada a alternativa com quatro rotores, poderia se utilizar a metade do número de separadores do estado da técnica.

O emprego de um número bem menor de equipamentos, a conseqüente necessidade de se utilizar uma área de instalação menor, além de um menor número de componentes periféricos, tais como bombas de alimentação de minério, distribuidores de polpa, tubulações, caixas de coleta de concentrados e rejeitos dentre outros, são elementos que evidenciam a inovação e a grande vantagem do separador (1) da presente invenção, frente aos separadores convencionais do estado da técnica.

Portanto, a presente invenção atinge plenamente os objetivos a que se propõe, preenchendo, desse modo, a lacuna existente no estado da técnica.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Separador eletromagnético tipo carrossel (1), **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

um conjunto de rotores composto por pelo menos três rotores sobrepostos, sendo um rotor inferior (12), um rotor intermediário (13) e um rotor superior (14), sendo os ditos rotores montados de forma sobreposta, uns sobre os outros, na vertical e, sustentados por um eixo central vertical (9);

cada um dos rotores (12, 13, 14) possui matrizes (20) montadas nas suas regiões periféricas, ao longo das suas bordas.

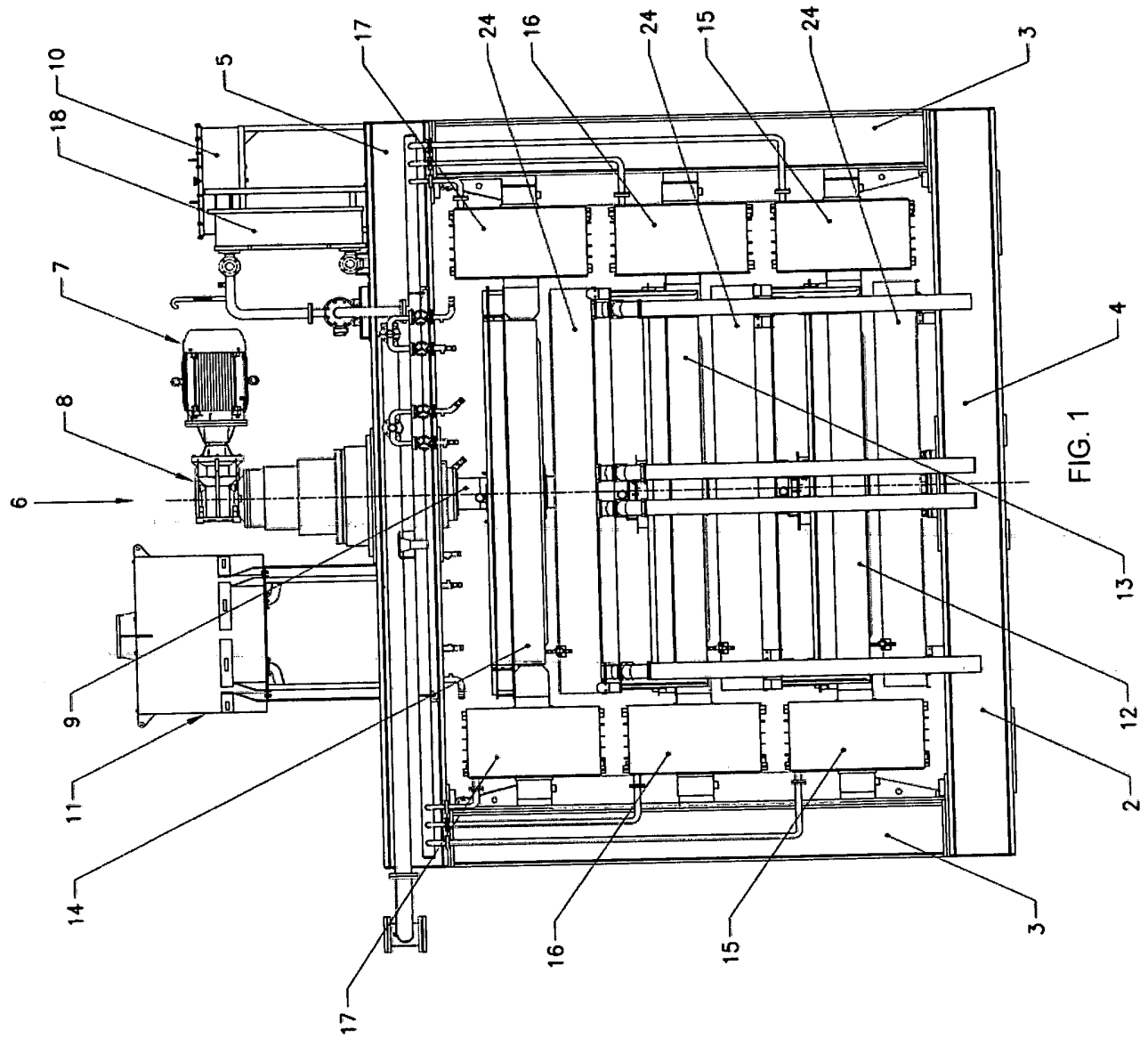
2. Separador eletromagnético tipo carrossel (1), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as matrizes (20) são magnetizadas pelo campo magnético gerado por seis bobinas (15, 16, 17), duas bobinas superiores (17) sendo dispostas nas extremidades laterais do rotor superior (14), duas bobinas inferiores (15) sendo dispostas nas extremidades laterais do rotor inferior (12) e duas bobinas intermediárias (16) sendo dispostas nas extremidades laterais do rotor intermediário (13), as bobinas (15, 16, 17) sendo posicionadas de forma diametralmente opostas aos rotores (12, 13, 14), sendo que as duas bobinas intermediárias (16) do rotor intermediário (13) interagem magneticamente com as duas bobinas inferiores (15) do rotor inferior (12) e do mesmo modo, as duas bobinas intermediárias (16), interagem magneticamente com as duas bobinas superiores (17).

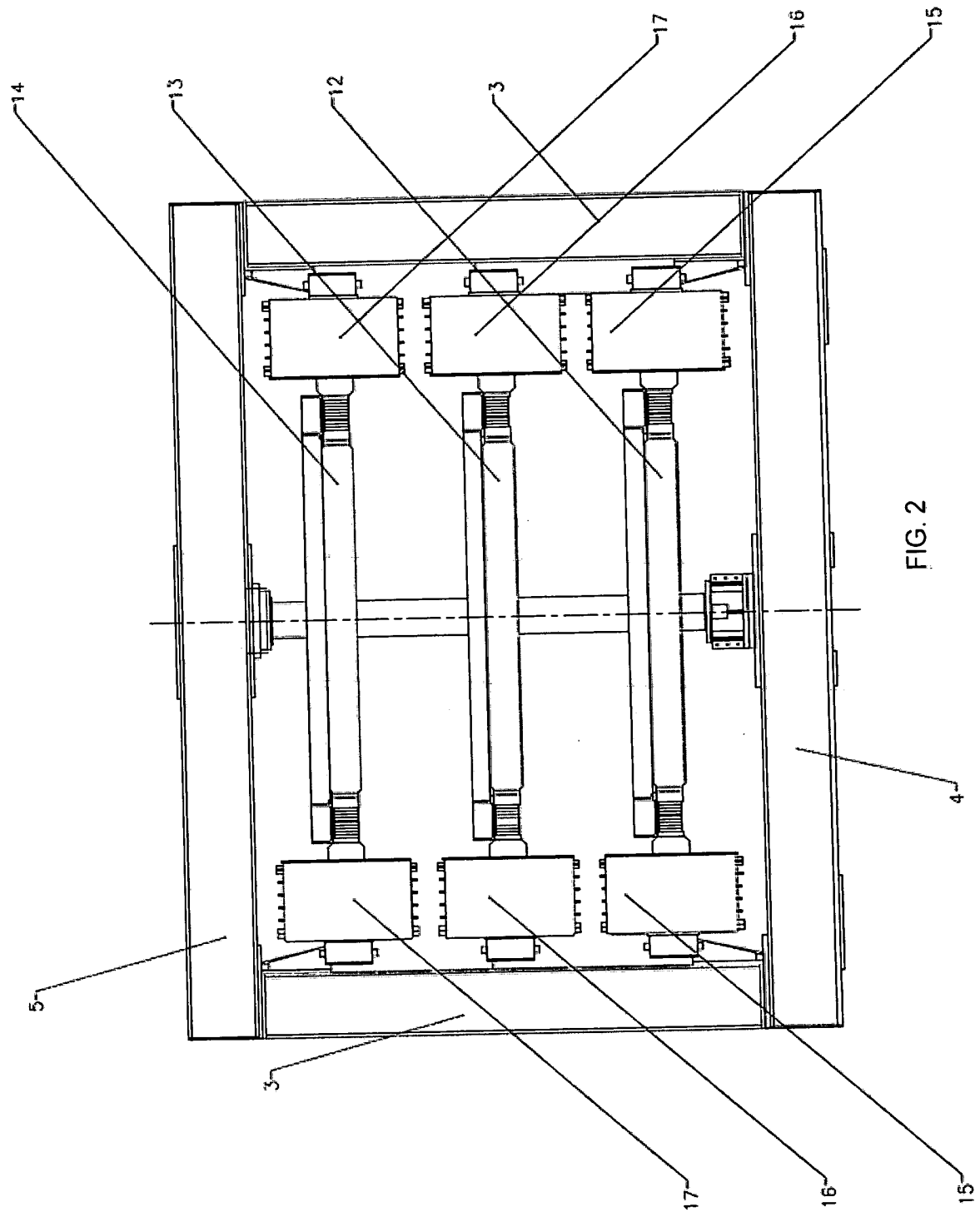
3. Separador eletromagnético tipo carrossel (1), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o eixo vertical (9) que sustenta os três rotores é conectado a um motor elétrico (7).

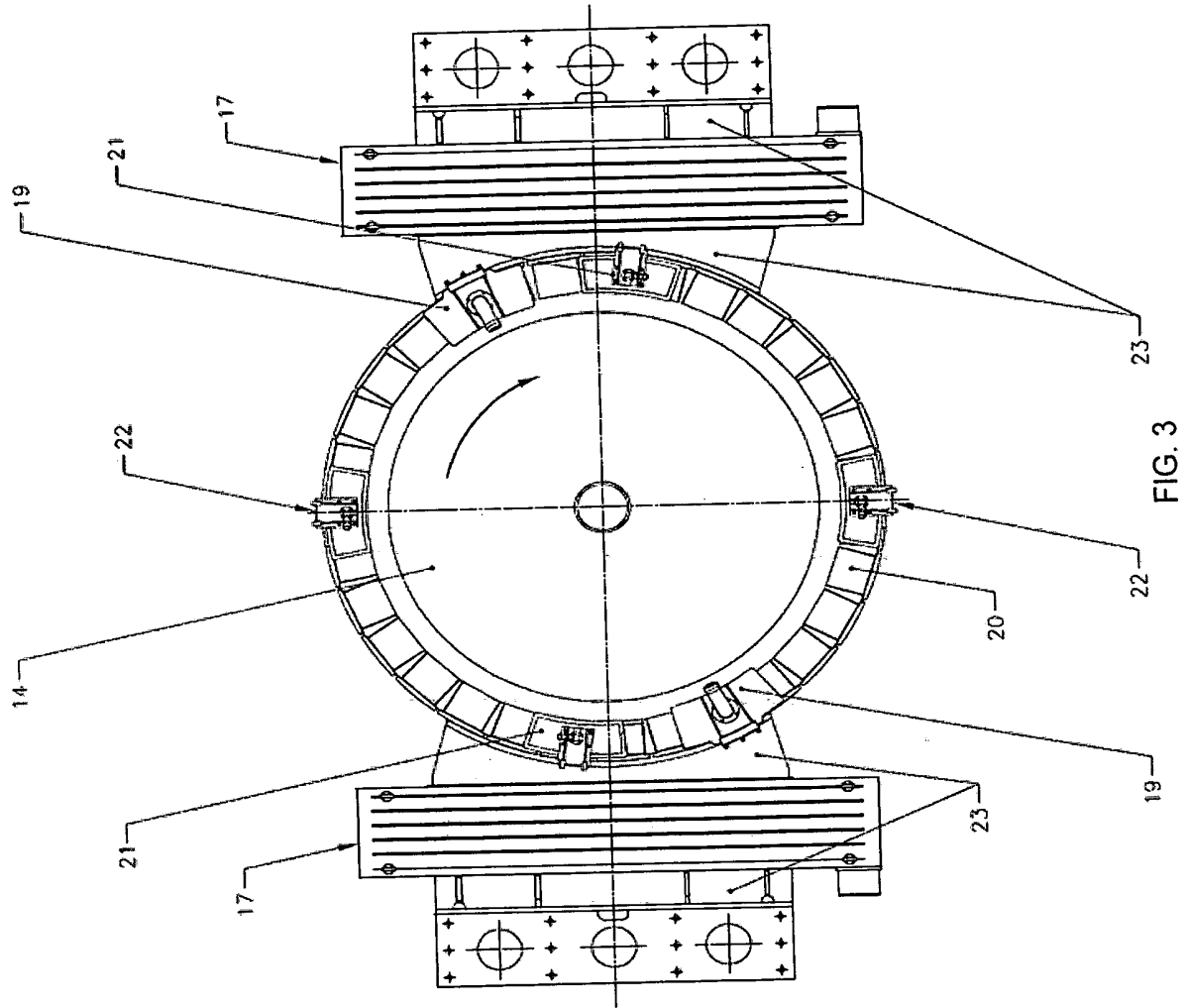
4. Separador eletromagnético tipo carrossel (1), de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada uma das bobinas intermediárias (16) possui aproximadamente 50% (cinquenta por cento) de amperes-espira a mais em relação a cada uma das bobinas superiores (17) e a cada uma das bobinas inferiores (15).

5. Separador eletromagnético tipo carrossel (1) de acordo com a reivindicação 2 ou 4, **CARACTERIZADO** pelo fato que as bobinas podem gerar um campo magnético de 0 (zero) até 15.000 gauss (1,5 tesla), quando o separador (1) estiver utilizando matrizes com espaço entre as placas das matrizes de 2.5mm.

6. Separador eletromagnético tipo carrossel (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato que compreende uma estrutura de sustentação (2) possuindo duas colunas laterais (3), uma base horizontal inferior (4) e uma base horizontal superior (5), as duas colunas laterais (3) sendo posicionadas entre a base inferior (4) e a base superior (5), e o eixo central vertical (9) sendo posicionado paralelamente às colunas verticais (3).







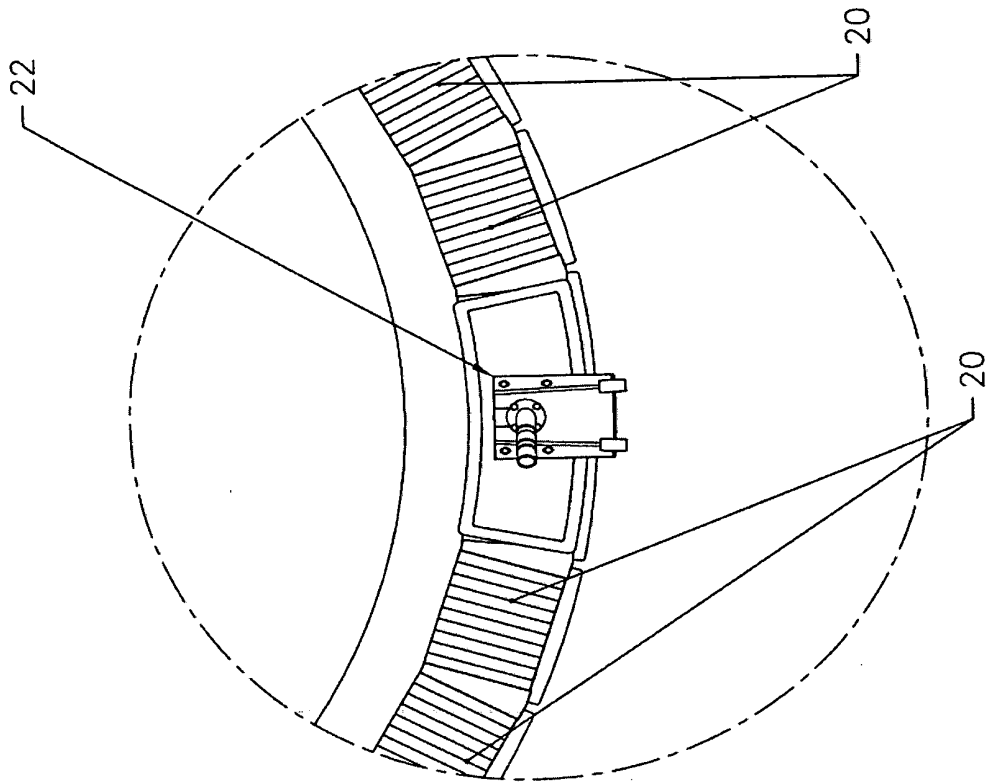
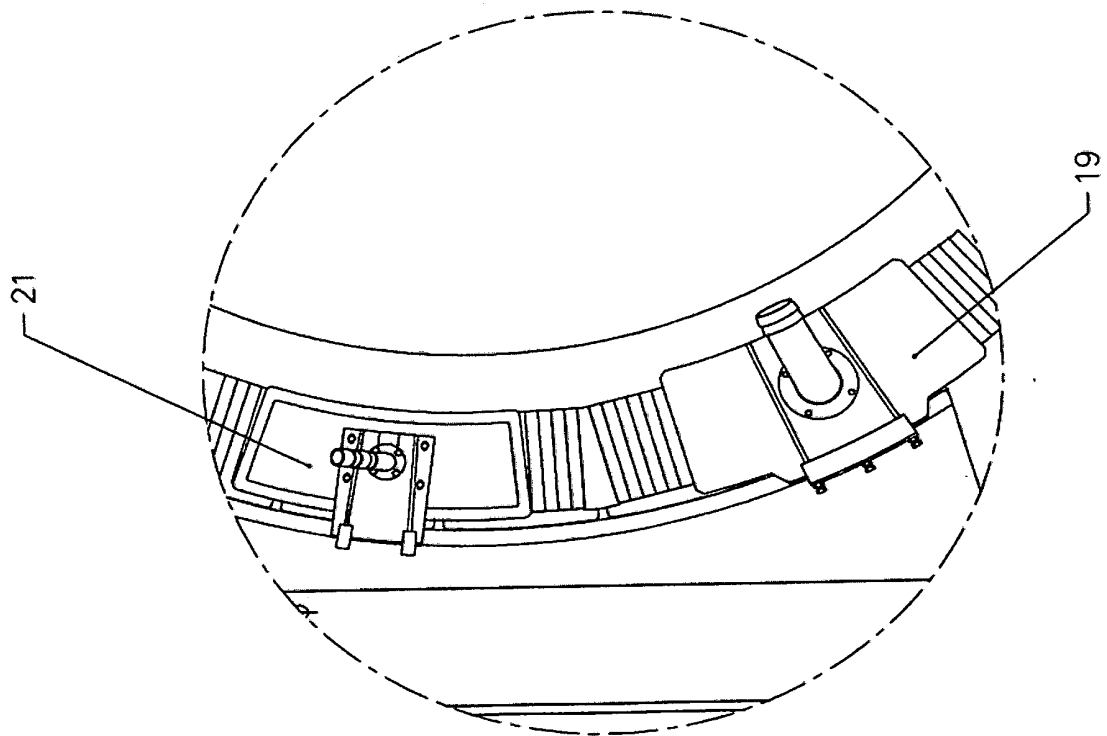


FIG. 4



RESUMO

Patente de invenção: "SEPARADOR ELETROMAGNÉTICO TIPO CARROSSEL"

A presente invenção refere-se a um separador eletromagnético tipo carrossel

- 5 (1) que compreende: um conjunto de rotores sobrepostos, composto por pelo menos um rotor inferior (12), um rotor intermediário (13) e um rotor superior (14), sendo os ditos rotores montados de forma sobreposta, um sobre o outro, na vertical e, sustentados por um eixo central vertical (9).