



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 202018067623-2 U2



(22) Data do Depósito: 03/09/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 17/03/2020

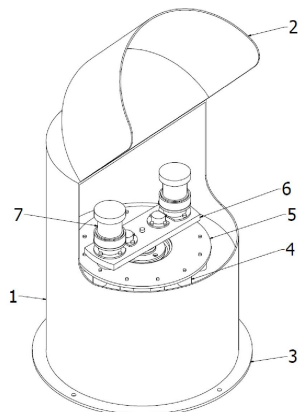
(54) Título: DISPOSIÇÃO APLICADA EM MOINHO E/OU MISTURADOR PLANETÁRIO

(51) Int. Cl.: B02C 17/24.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

(72) Inventor(es): CARLOS ALBERTO FORTULAN; ÍTALO LEITE DE CAMARGO.

(57) Resumo: DISPOSIÇÃO APLICADA EM MOINHO E/OU MISTURADOR PLANETÁRIO. O presente invento se insere na área de engenharia mecânica, relacionado a máquinas e equipamentos de moagem e mistura; e prevê uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, compreendendo: ao menos dois jarros (7) compreendendo tampas (8), suportes (9) e ao menos dois eixos do jarro (11) conectados um em cada jarro (7), de modo a movimentar rotacionalmente um dos jarros (7) respectivamente; uma base interna (6) na qual são posicionados os jarros (7) por meio dos eixos do jarro (11); um motor elétrico (10) conectado à base interna (6) e aos jarros (7) por meio de uma transmissão conectada aos eixos do jarro (11); em que a transmissão compreende rodas de atrito externas (14); uma roda de atrito central (15); e de atrito intermediárias (16); sendo a roda de atrito central (15) estacionária e o movimento da base (6) em relação à roda de atrito central (15) proporciona um movimento das duas rodas de atrito externas (14); sendo que as rodas de atrito externas (14) movimentam rotacionalmente cada um dos jarros (7) e o motor (10) movimenta a base (6) em um sentido oposto ao da rotação dos jarros (7).



DISPOSIÇÃO APLICADA EM MOINHO E/OU MISTURADOR PLANETÁRIOCAMPO DO INVENTO

[001] O presente invento se insere na área de engenharia mecânica, mais particularmente relacionado a máquinas e equipamentos de moagem e mistura.

ESTADO DA TÉCNICA

[002] A moagem e mistura rápidas e efetivas de materiais em pequenos volumes é uma necessidade latente, especial quando relacionada a laboratórios e indústria moderna.

[003] Diversos tipos distintos de métodos e equipamentos executam esse processo, dentre eles os moinhos e misturadores planetário. Esses equipamentos específicos são máquinas centrífugas que combinam movimentos rotacionais com translacionais (rotação em relação ao eixo principal) e que utilizam os efeitos otimizados das forças, direções e movimentos dos materiais para efetuar a mistura e/ou moagem.

[004] Alguns exemplos que podem ser citados de moinhos e misturadores do estado da técnica são a Patente Norte-Americana US 6,126,097 A que diz respeito a um moinho planetário de bolas de alta energia e a um método para preparação de pós de tamanho manométrico. Esse moinho planetário tem seus jarros em contato com um anel externo fixo. O jarro é colocado em translação (giro em torno do eixo principal), sendo acionado por um motor elétrico. O atrito com o anel proporciona uma rotação em torno do próprio eixo, com sentido contrário ao da translação. Como o diâmetro do anel é maior que o diâmetro do jarro, o conjunto sempre apresenta a rotação do jarro superior à

translação, sendo a relação de transmissão definida pelo diâmetro interno do anel e o diâmetro externo do jarro.

[005] Outro documento que pode ser citado é a Patente Norte-Americana US 7,744,027 B2, que descreve um moinho planetário e apresenta o mesmo conceito de transmissão utilizado na Patente descrita anteriormente. Desta forma, o documento descreve uma tecnologia que ainda apresenta velocidade de rotação maior que a de translação, com sentidos opostos. A relação de transmissão usada como exemplo descritivo varia entre 2 e 8, sendo a principal diferença em relação à Patente anterior a existência de uma inclinação entre os eixos de rotação e translação. Este ângulo, segundo descrito, deve estar entre 15° e 40° (preferencialmente entre 20° e 35°). A mesma Patente ainda dá exemplo de outros aspectos do moinho planetário proposto, como volume do jarro entre 100 e 200 ml, velocidade de translação entre 100 e 2000 rpm e rotação entre 200 e 5000 rpm.

[006] Já as Patentes Norte-Americanas US 3,778,033 A e US 4,728,197 A descrevem misturadores planetários para materiais odontológicos, em que os eixos principais e secundários do misturador são acionados por um mesmo motor e a transmissão é realizada por engrenagens. O sentido de rotação, assim, é oposto ao sentido de translação (assim como é defendido em quase todas as patentes referentes ao misturador planetário). A patente US 3,778,033 A defende uma relação entre rotação do jarro e translação do disco entre 1:-10 e 1:-3 (o sinal negativo indica sentidos opostos), sendo reivindicado que o ângulo entre eixo de

rotação e translação está entre 10° e 75° (com melhores resultados obtidos entre 30° e 60°).

[007] Já a Patente Chinesa CN 2,838,749 Y descreve um misturador e/ou moinho vibrador giratório rotativo planetário, em que os materiais no recipiente são misturados e moídos. Não obstante, os eixos de rotação e translação do mesmo são paralelos, em que o mecanismo de vibração proporciona uma inclinação entre o jarro e o eixo de rotação. Além disso, esse ângulo não é fixo e tem como objetivo proporcionar um terceiro movimento.

[008] De maneira similar o Pedido de Patente Chinês CN 10,155,4568 A descreve um dispositivo para misturar, dispersar e moer com "alta energia mecânica", e que pode realizar a otimização de desempenho selecionando apropriadamente um ângulo incluído entre o terminal axial de rotação e o terminal axial de revolução. Além disso, dispondo o tanque de material no suporte de rotação de maneira oscilante, tal tanque pode regularmente fazer vibrações de oscilação de grande amplitude simultaneamente durante a rotação e a translação e, sob a ação composta de uma pluralidade de movimentos, o material é exercido com alta energia mecânica para que os efeitos da mistura, dispersão e moagem sejam ampliados. Neste sentido, é importante ressaltar que o eixo é um corpo rígido e desta forma, não existe a possibilidade do mesmo corpo estar sofrendo rotação em duas direções diferentes, ou seja, essa configuração proporciona, novamente, um eixo de rotação paralelo ao eixo de translação.

[009] Por fim, um último documento relevante do estado da técnica é o Pedido de Patente Japonês JP 2012/176331 A,

bem como o similar Pedido PCT WO 2010/150600 A1. Estes dois documentos descrevem tecnologias praticamente idênticas, que apesar de usar rodas de atrito, a transmissão não é realizada entre as partes radiais externas, mas por meio dos contatos entre as rodas de atrito, com o objetivo de transmissão perpendicular do movimento. Dessa forma, essa transmissão proporciona sentidos distintos perpendiculares, não sendo, porém, diretamente opostos. Além disso, a inclinação proporcionada por esse tipo de transmissão sempre será de 90° , não existindo uma inclinação entre eles.

[010] Assim, é previsto que em moinhos planetários, a rotação do jarro em direção oposta à translação torna mais efetiva a moagem de pós finos e a ativação mecanoquímica (devido à grande energia e aumento superficial gerado dentro dos jarros), enquanto no misturador planetário, a direção oposta entre rotação e translação adicionada aos adequados ângulos de inclinação e a relação de transmissão proporcionam uma mistura eficiente e homogênea em poucos segundos.

[011] Diante do acima exposto, cabe salientar que não são conhecidos no estado da técnica moinhos e misturadores planetários com transmissão por rodas de atrito que proporcionam direção de rotação e translação opostas.

[012] Os moinhos e misturadores planetários atuais descrevem formas de transmissão entre os movimentos de translação e rotação como engrenagens, correias, atrito com anel fixo externo ou até mesmo motores independentes, sendo essas formas de transmissão complexas e custosas quando comparadas com as rodas de atrito.

[013] De maneira oposta, os documentos que descrevem transmissão por roda de atrito exibem rotação e translação no mesmo sentido, limitando a eficiência dos processos nela realizado.

[014] Desta forma, o presente invento soluciona tais problemas ao apresentar uma disposição que une transmissões por roda de atrito simplificadas com um rotação e translação em sentidos opostos.

[015] Ademais, apesar de o moinho e misturador planetário terem o mesmo princípio de funcionamento, a composição entre movimento de rotação e translação, bem como suas condições otimizadas, acontecem em extremos opostos, no que diz a respeito ao ângulo de inclinação e à relação de transmissão. Assim, outro diferencial do presente invento é a disposição possibilitar um único equipamento híbrido, seja automático ou por meio de uma rápida reconfiguração em relação ao estado da técnica (feita em segundos com uma reconfiguração manual ou automática por atuadores mecânicos/eletrônicos dos elementos de fixação da base), além de atender a ambas demandas, de moagem e mistura.

BREVE DESCRIÇÃO DO PRESENTE INVENTO

[016] O presente invento refere-se a uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, compreendendo: ao menos dois jarros, os ao menos dois jarros compreendendo tampas, suportes e ao menos dois eixos do jarro conectados mecanicamente um em cada um dos ao menos dois jarros, configurados de modo a movimentar rotacionalmente um dos ao menos dois jarros respectivamente; uma base interna, em que são posicionados

os ao menos dois jarros por meio dos ao menos dois eixos do jarro; um motor elétrico conectado mecanicamente à base interna por meio de um eixo do motor e conectado mecanicamente aos menos dois jarros por meio de uma transmissão conectada mecanicamente aos ao menos dois eixos do jarro; em que a transmissão compreende ao menos duas rodas de atrito externas; uma roda de atrito central; e ao menos duas rodas de atrito intermediárias; em que a roda de atrito central é estacionária e o movimento da base em relação à roda de atrito central proporciona um movimento as ao menos duas rodas de atrito externas; e em que as ao menos duas rodas de atrito externas movimentam rotacionalmente cada um dos aos menos dois jarros respectivamente em um sentido, e o motor movimenta rotacionalmente a base, em um sentido oposto ao de rotação dos aos menos dois jarros.

[017] Assim, em uma segunda configuração preferencial do presente invento, é previsto uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário que compreende adicionalmente um eixo intermediário apoiado em um rolamento autocompensador de esferas, em que o eixo intermediário é apoiado, em que o rolamento autocompensador de esferas é configurado de modo a permitir que o eixo intermediário se desloque em torno de seu centro, em relação a um plano de transmissão do movimento.

[018] De maneira preferencial, os ao menos dois jarros são posicionados de maneira diametralmente oposta na base, e preferencialmente o invento compreende dois, quatro ou oito jarros, também posicionados de maneira diametralmente oposta na base, em que há obviamente o aumento respectivo

dos elementos de suporte, tampas, eixos de jarro e similares para cada jarro.

[019] É também previsto que os jarros possuam volume útil entre 20 e 300 ml, e que cada jarro possua um engate rápido com a tampa e/ou o suporte.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[020] O presente invento passará a ser descrito a seguir com referência às concretizações típicas do mesmo e também com referência aos desenhos apensos, nos quais:

[021] A figura 1A é uma representação de uma vista em perspectiva de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito de acordo com uma primeira configuração do presente invento, na configuração de moagem;

[022] A figura 1B é uma representação de uma vista em perspectiva de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, na configuração de mistura;

[023] A figura 2A é uma representação de uma vista frontal do sistema motor de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, na configuração de moagem;

[024] A figura 2B é uma representação de uma vista frontal do sistema motor de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, na configuração de mistura;

[025] A figura 3A é uma representação de uma vista em corte dos elementos móveis e da roda de atrito central de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, apresentando apenas os elementos do lado esquerdo, na configuração de moagem;

[026] A figura 3B é uma representação de uma vista em corte dos elementos móveis e da roda de atrito central de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito de acordo com uma primeira configuração do presente invento, apresentando apenas os elementos do lado esquerdo, na configuração de mistura;

[027] A figura 4 é uma representação de uma vista em perspectiva explodida do conjunto do eixo intermediário de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento;

[028] A figura 5 é uma representação de uma vista em corte frontal do conjunto do eixo intermediário de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento;

[029] A figura 6A é uma representação de uma vista em perspectiva do jarro de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento;

[030] A figura 6B é uma representação de uma vista em perspectiva do jarro de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento;

[031] A figura 7 é uma representação de uma vista em perspectiva explodida de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, mostrando o motor e suas conexões com a base e a roda de atrito central;

[032] A figura 8 é uma representação de uma vista em perspectiva do conjunto do eixo intermediário de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento, evidenciando o seu grau de liberdade adicional; e

[033] A figura 9 é uma representação de uma vista inferior da bucha do eixo intermediário de uma disposição aplicada em moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma primeira configuração do presente invento.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO INVENTO

[034] Como previamente descrito, o objeto deste Modelo de Utilidade se insere no campo da engenharia mecânica, mais particularmente relacionado a máquinas e equipamentos de moagem e mistura.

[035] O presente invento está relacionado a uma disposição aplicada em moinho planetário, preferencialmente utilizado para processar grãos e pós por meio de uma

moagem, para obter materiais de granulometria mais finas com tempo reduzido.

[036] Neste sentido, o moinho planetário pode ainda apresentar dimensões de minimáquina (de 250 a 600 mm de altura e de 300 a 450 mm de diâmetro), podendo assim atingir uma escala de moagem submicrométrica de materiais, particularmente aplicada a materiais cerâmicos, poliméricos ou metálicos.

[037] Já o misturador planetário é preferencialmente utilizado para processos industriais, que requerem rápidas misturas homogêneas e/ou livre de bolhas, ou na preparação de emulsões, como por exemplo emulsões de gordura parentética, lipossomos e siRNA lipossomos, usualmente utilizados no tratamento de tumores.

[038] Deste modo, como pode ser visto nas figuras 1A a 8B de uma maneira simplificada, o presente invento prevê uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, compreendendo: ao menos dois jarros 7, os ao menos dois jarros 7 compreendendo tampas 8, suportes 9 e ao menos dois eixos do jarro 11 conectados mecanicamente, um em cada um, dos ao menos dois jarros 7, configurados de modo a movimentar rotacionalmente um dos ao menos dois jarros 7 respectivamente; uma base interna 6 em que são posicionados os ao menos dois jarros 7 por meio dos ao menos dois eixos do jarro 11; um motor elétrico 10 conectado mecanicamente à base interna 6 por meio de um eixo do motor 10A e conectado mecanicamente aos ao menos dois jarros 7 por meio de uma transmissão conectada mecanicamente aos ao menos dois eixos do jarro 11; em que a transmissão compreende ao menos duas rodas de atrito

externas 14; uma roda de atrito central 15; e ao menos duas rodas de atrito intermediárias 16; em que a roda de atrito central é estacionária e o movimento da base em relação à roda de atrito central proporciona um movimento as ao menos duas rodas de atrito externas; e em que as ao menos duas rodas de atrito externas 14 movimentam rotacionalmente cada um dos aos menos dois jarros 7 respectivamente em um sentido, e o motor 10 movimenta rotacionalmente a base 6 em um sentido oposto ao sentido de rotação dos aos menos dois jarros 7.

[039] Ainda, em uma segunda configuração preferencial do presente invento, é previsto um rolamento autocompensador de esferas 22 que atua na transmissão do movimento. Neste sentido, o rolamento autocompensador de esferas 22 permite que o eixo intermediário 23, nele apoiado, se desloque em torno de seu centro. Nesta configuração é previsto um rolamento rígido de esferas 20 em sua parte superior apoiado no eixo intermediário 23, que tem seu anel exterior alojado em um oblongo presente na bucha do eixo intermediário 13, de modo a garantir que o movimento ocorra apenas no plano da transmissão de movimento. Na outra extremidade do eixo intermediário 23 está fixada a roda de atrito intermediária 16, proporcionando assim um grau de liberdade adicional a tal roda de atrito intermediária 16. Esse grau de liberdade adicional da roda de atrito intermediária 16 permite não apenas um ajuste mais fácil na montagem, como também que a força centrífuga agindo nessa roda de atrito intermediária 16 se some à interferência entre a roda de atrito intermediária 16 e as rodas de atrito externas 14 e a roda

de atrito central 15, aumentando a força normal, necessária para a transmissão por atrito.

[040] Assim, é previsto uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário que compreende adicionalmente um rolamento autocompensador de esferas 22 em que o eixo intermediário 23 é apoiado, em que o rolamento autocompensador de esferas 22 é configurado de modo a permitir que o eixo intermediário 23 se desloque em torno de seu centro. Esta configuração permite que as ao menos duas rodas de atrito intermediárias 16 compreendam dois graus de liberdade, ao contrário de um único, de acordo com o estado da técnica.

[041] De maneira preferencial, os ao menos dois jarros 7 são posicionados de maneira diametralmente oposta na base 6, e preferencialmente, o invento compreende dois, quatro ou oito jarros 7, também posicionados de maneira diametralmente oposta na base 6, em que há obviamente o aumento respectivo dos elementos de suporte 9, tampas, eixos de jarro 11 e similares para cada jarro 7.

[042] É também previsto que os jarros possuam volume útil entre 20 e 300 ml, e cada jarro possua um engate rápido com a tampa e/ou o suporte.

[043] Diante do acima exposto, é proposta a disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, de acordo com uma terceira configuração preferencial do presente invento, sendo um exemplo específico de construção explanada nas figuras 1A a 8B.

[044] Como pode ser visto nas figuras 1A, que apresenta a configuração de moinho, e 1B, que apresenta a

configuração de misturador, em tal configuração, que o moinho e/ou misturador planetário com transmissão por rodas de atrito compreende: uma base externa 1; uma tampa externa 2; uma flange de base 3; coxins 4; uma flange de fixação 5 do motor; uma base interna 6; jarros 7.

[045] As figuras 2A, que mostra a configuração de moinho, e 2B, que mostra a configuração de misturador, apresentam ainda tampas 8 e suportes 9 para cada jarro 7; um motor elétrico 10; um eixo do jarro 11; uma bucha para rolamentos do eixo do jarro 12; uma bucha do eixo intermediário 13; uma roda de atrito externa 14; uma roda de atrito central 15; uma roda de atrito intermediária 16.

[046] Em continuação, as figuras 3A, que exhibe a configuração de moinho, e 3B, que exhibe a configuração de misturador, além das configurações de montagem do motor e dos eixos nas figuras 4 e 5, adicionalmente mostram um eixo do motor 10A, um mancal rígido de esferas 17; uma bucha espaçadora 18; um elemento de fixação para mancal do oblongo 19; um mancal rígido de esferas do oblongo 20; um espaçador 21; um rolamento autocompensador de esferas 22, um eixo intermediário 23, e em que todos os elementos são controlados por um painel de controle com temporizador e inversor de frequência (não mostrado nas figuras).

[047] Nesta configuração preferencial, o moinho e misturador planetário são constituídos de uma estrutura rígida composta pela base externa 1, tampa externa 2, flange basal 3 que é separada do resto da máquina pelos coxins 4 que atuam como suspensão, absorvendo a vibração causada pela movimentação das cargas; pelo motor elétrico 10 e flange de fixação do motor 5 e pelos elementos

rotativos, tais como base do moinho ou misturador planetário 6; jarros 7 com tampas 8 e suportes 9; eixo do jarro 11; bucha para rolamentos do eixo do jarro 12; bucha do eixo intermediário 13; roda de atrito externa 14; roda de atrito central 15; roda de atrito intermediária 16; mancal rígido de esferas 17; bucha espaçadora 18; fixação para mancal do oblongo 19; mancal rígido de esferas do oblongo 20; espaçador 21, rolamento autocompensador de esferas 22 e eixo intermediário 23.

[048] Preferencialmente, o motor elétrico 10 fornece uma potência de 350 a 2500 W, sendo mais particularmente um motor trifásico com frequência de 60 Hz, podendo ser utilizadas também outras opções de motores de corrente alternada de 50 ou 60 Hz, incluindo motores monofásicos e até mesmo, motores de corrente contínua de amplitude de tensão variável.

[049] A frequência de rotação do eixo do motor 10A para o moinho preferencialmente está entre 200 e 800 rpm e para o misturador de 1000 até 3500 rpm, sendo que tais rotações podem ser controladas por um inversor de frequência, e o tempo de processamento pelo temporizador, ambos localizados no painel de controle da máquina. A frequência ideal depende de cada aplicação, porém, é previsto que são preferíveis frequências entre 350 e 600 rpm para a moagem e superiores a 1500 rpm para misturas.

[050] A relação entre as velocidades de rotação e translação depende da razão entre os diâmetros da roda de atrito central 15 e da roda de atrito externa 14. O moinho e misturador por roda de atrito possuem, preferencialmente, uma relação de transmissão entre 4:1 até 1:4, com sentido

de rotação sempre contrário ao sentido de translação, tendo o moinho preferencialmente uma relação entre 1:1 e 1:3 (translação por rotação) e o misturador uma redução de 2:1 a 3:1.

[051] Na configuração específica do presente invento, o raio de translação entre o eixo do motor 10A e o eixo do jarro está entre 50 e 200 mm, preferencialmente entre 100 e 150 mm, tanto para o moinho quanto para o misturador planetário. Já o ângulo do eixo do jarro em relação ao eixo do motor 10A está entre 0 e 40°, preferencialmente 0° para o moinho e entre 20 e 40° para o misturador.

[052] Ainda, o moinho e/ou misturador planetário possuem preferencialmente um flange de base 3 que permite a rápida fixação das minimáquinas no local de utilização do referido equipamento.

[053] O moinho planetário pode ser provido de dois, quatro ou oito jarros 7, dependendo do projeto da base do moinho planetário 6. Os jarros 7 efetuam a moagem simultânea dos materiais combinando movimentos rotacionais com translacionais (rotação em relação ao eixo principal) e utilizam os efeitos otimizados das forças, direções e movimentos dos materiais em processo.

[054] Para o balanceamento do moinho, cada par de jarros 7 é posicionado de maneira diametralmente oposta na base 6, compreendendo uma massa aproximadamente igual, com diferença não superior à 10%. Obviamente, um controle mais complexo utilizando sensores e velocidades distintas nas rodas de atrito é previsto, provendo o uso de maneira desbalanceada. Não obstante, o misturador planetário apresentado tem preferencialmente dois jarros 7, devido à

complexidade na manufatura da base do misturador planetário 6, que o aumento de jarros gera. O misturador, assim como o moinho planetário, deve ter carga semelhante (diferença não superior à 10%) em cada jarro para evitar desbalanceamento.

[055] Ainda, na configuração preferencial específica, como pode ser visto nas figuras 6A e 6B, é previsto que cada jarro 7 do moinho e/ou misturador planetário possui uma tampa 8 e uma vedação 24, para evitar a saída dos pós a serem moídos e dos outros elementos de moagem. A parte externa dos jarros 7A e as tampas podem ser confeccionadas em alumínio, aço inoxidável ou polímero rígido. É previsto que os jarros tenham um revestimento 7B de material idêntico ou mais duro do que o pó a ser moído, todos os elementos posicionados no suporte de modo a serem fixados e movimentados corretamente.

[056] Dentro dos jarros 7 são utilizados elementos de moagem, preferencialmente esferas de pequeno diâmetro, entre 2 e 10 mm, de material idêntico ao pó a ser moído ou de elevada dureza. Os jarros 7 preferencialmente apresentam volume útil entre 20 e 300 ml. Em tal configuração, a trituração dos particulados em escala micrométrica pode atingir a escala submicrométrica de materiais cerâmicos em poucos minutos. Para facilitar a moagem, além do pó e dos elementos de moagem, podem ser adicionados aditivos como: veículos, solventes (água) e defloculantes (policrilato de amônia).

[057] O moinho e/ou misturador planetário pode ser aplicado em processos variados, que possuem exigências e pontos ótimos de operação distintos. Não obstante, tais particularidades de funcionamento devem ser definidas pelo

usuário, que conhece sua demanda. A moagem a ser realizada pode ser seca ou úmida. Na moagem seca, se carrega o jarro com o material a ser processado, auxiliares de processamento (em quantidade que o material permaneça pulverento) e elementos de moagem. Já na moagem úmida é adicionado o material a ser processado, um solvente, defloculantes e auxiliares de processamento que resultam em uma suspensão, que é introduzida no jarro junto com os elementos de moagem. É importante ressaltar que, o solvente utilizado, preferencialmente, não deve ser inflamável, devido ao risco apresentado por faíscas relacionadas ao movimento das esferas internamente aos jarros 7. Ainda, a moagem, processo de alta energia, causa aumento de temperatura dentro do jarro, colocando a segurança do equipamento e do operador em risco, caso um líquido inflamável seja utilizado. Para moagem úmida são indicados água como solvente e poliacrilato de amônia como defloculante, por exemplo.

[058] Na configuração preferencial e específica do presente invento o suporte 9 deve ser previamente fixado no eixo do jarro 11 por meio de parafusos ou solda. Para fixar os jarros 7 no suporte, é indicado um esquema de engate rápido, como mostrado na figura 6B, em que ressaltos no suporte se encaixam em canais do jarro e, com a rotação do jarro na direção certa, os ressaltos ficam alojados sempre no fim de curso. Mais leve do que suportes convencionais, que revestem o jarro todo, o sistema de engate rápido apresenta vantagens em relação a uma rosca simples pelo seu menor curso e garantia de que o aperto não aumentará durante o funcionamento. Esse sistema permite uma fixação

rápida, segura e evita que exista uma grande massa de suporte em rotação durante o processo, que exigiria componentes mecânicos de maior custo e dimensão. O esquema de engate rápido também é indicado para uso entre tampa 8 e jarro 7.

[059] Cada jarro 7 do misturador planetário possui uma tampa 8. Preferencialmente, o jarro é produzido de polímero rígido, devido à sua alta resistência e baixa densidade, porém, tal característica é não limitante e outros materiais que apresentem as mesmas características podem ser utilizados. Preferencialmente, tais jarros apresentam volume útil entre 20 e 300 ml, e são encaixados sem folga no suporte 9, em que, novamente, uma componente das forças, devido ao ângulo de inclinação existente, já garantirá a fixação do jarro durante o funcionamento. Os materiais a serem misturados são colocados dentro do jarro e a composição dos movimentos de rotação e translação, adicionada aos adequados ângulo de inclinação e a relação de transmissão proporcionam uma mistura eficiente e homogênea em poucos segundos. A capacidade de 20 a 300 ml dos jarros do moinho ou misturador planetário 7 é adequada para processar materiais para a utilização em laboratórios e/ou nos processos de desenvolvimento de produtos, por exemplo.

[060] Por fim, cabe explanar o funcionamento do moinho e/ou misturador planetário por rodas de atrito, em especial de acordo com a configuração preferencial e específica. Neste tipo de máquina, o motor elétrico 10 é fixado no flange de fixação do motor 5 que é conectado à base por meio de coxins 4. Todo o conjunto que será movimentado em

torno do eixo do motor 10A, no movimento de translação, é montado na base 6 do moinho e/ou misturador planetário.

[061] Como pode ser visto nas figuras 7, 8 e 9, para que aconteça o movimento de rotação em torno do eixo do jarro 11, dois mancais rígidos de esfera 17 têm seu assento feito na bucha de rolamento do eixo do jarro 12. Eles são separados entre si pela bucha espaçadora 18. Na parte inferior do eixo, é fixada a roda de atrito externa 14 que fará parte da relação de transmissão e estará em contato direto com a roda de atrito intermediária 16.

[062] A figura 7 mostra que, estando o motor 10 montado na estrutura e os elementos que sofrerão translação montados na base 6, é possível uma montagem rápida com a roda de atrito central 15 presa diretamente na base do motor 10B por parafusos 26, e com a base 6 sendo montada diretamente no eixo do motor 10A, presa por um elemento de fixação 25 como, por exemplo, um parafuso.

[063] A figura 8 mostra o funcionamento do rolamento autocompensador de esferas 22, que tem importância fundamental na transmissão do movimento. Ele permite que o eixo intermediário 23, nele apoiado, se desloque até certo ponto em torno de seu centro. Para garantir que o movimento ocorra apenas no plano da transmissão de movimento, um rolamento rígido de esferas apoiado no eixo é alojado em um oblongo presente na bucha do eixo intermediário 13. Na outra extremidade do eixo intermediário 23 está fixada a roda de atrito intermediária 16. Esse grau de liberdade adicional da roda de atrito intermediária permite não apenas um ajuste mais fácil na montagem, como também que a força centrífuga agindo nessa roda de atrito se some à

interferência entre as rodas de atrito, aumentando a força normal, necessária para a transmissão por atrito.

[064] Por fim, a figura 9 mostra a bucha do eixo intermediário de um moinho e misturador planetário com transmissão por rodas de atrito, particularmente aplicada a estas configurações, que possibilita a movimentação livre do eixo intermediário 23 e adiciona o grau de liberdade à roda de atrito intermediária 16.

[065] Assim, o presente invento apresenta possibilidade de um único equipamento híbrido, através de uma rápida reconfiguração, atender a ambas as demandas (moagem e mistura). Conforme previamente explanado, a rápida configuração pode ser realizada, por exemplo, por meio da reconfiguração manual, possibilitando que tal reconfiguração seja feita em poucos passos (retirar a base, modificar os ângulos, retornar a base) e, assim, em poucos segundos, ou mesmo automaticamente por meio de atuadores mecânicos e/ou eletrônicos comuns no estado da técnica. Além disso, a fixação de elementos diretamente no motor permite um projeto mais compacto e econômico.

[066] Para validação da disposição aplicada no equipamento, foi construído um protótipo. Para teste de moagem, foi utilizado pó de alumina (diâmetro médio de partícula de 4,2 micrometros), como material a ser processado. Sua escolha se justifica pela sua alta dureza, característico de um material cerâmico, que dificulta sua moagem. No protótipo, foi utilizada uma base 6 plana, que proporciona eixo de rotação paralelo ao eixo de translação. A relação de transmissão adotada (translação por rotação) foi de 1:2, com sentidos opostos. As rodas de atrito

(central, intermediária e externa) foram feitas de aço 4340 temperado. Um jarro polimérico, com revestimento de alumina, com volume interno aproximado de 60 ml e diâmetro interno de 40 mm foi utilizado, em que 1/3 de seu volume foi ocupado por elementos de moagem, sendo estas esferas de zircônia com diâmetro de 3 mm.

[067] O jarro então foi carregado com 24 gramas de pó de alumina a ser moído, 14 gramas de água e 0,24 gramas de poliacrilato de amônia como defloculante. O conjunto foi submetido a 4 ciclos de 15 minutos de moagem (velocidade de translação de 450 rpm) e resultou em um pó de alumina submicrométrico (diâmetro médio de partícula menor de 1 micrometro), provando o bom funcionamento do processo.

[068] É importante ressaltar que como é um processo de alta energia, a temperatura dentro do jarro aumenta rapidamente. Desta forma, no caso de moagem úmida, deve ser escolhido um solvente não inflamável e definido um tempo máximo de moagem. Após esse tempo, deve-se esperar até que o interior do jarro atinja novamente a temperatura ambiente, para se reiniciar a moagem. Carregamentos com massa superior a 1kg promoveram o excesso de potência transmitido pelas rodas de atrito, resultando em aquecimento excessivo da transmissão.

[069] Para teste da mistura, foram utilizadas massas de modelar de cores contrastantes, que têm uma difícil mistura devido à sua alta viscosidade e permitem uma fácil análise visual de eficiência do processo. Foi utilizada uma base 6 inclinada, que proporciona um ângulo de inclinação de 30° entre o eixo de rotação e o eixo de translação. A relação de transmissão adotada (translação por rotação) foi

de 2:1, com sentidos opostos. As rodas de atrito (central, intermediária e externa) foram feitas de aço 4340 temperado. Jarros poliméricos com volume interno aproximado de 150 ml e diâmetro interno aproximado de 60 mm foram utilizados.

[070] Os jarros foram carregados com cerca de 20 ml de massas de duas cores contrastantes. Com translação de 2000 rpm, as massas se misturavam em apenas 30 segundos. Velocidades mais baixas também proporcionaram uma mistura homogênea, porém demandaram mais tempo. Velocidades superiores a 2000 rpm geraram um aquecimento excessivo da transmissão.

VANTAGENS E MODIFICAÇÕES

[071] Desta forma, o presente invento, ao propor uma disposição capaz de unir transmissões por roda de atrito simplificadas com um rotação e translação em sentidos opostos, proporciona um único equipamento híbrido, seja automático ou por meio de uma rápida e simples reconfiguração conforme exposto, que atende a ambas demandas de moagem e mistura.

[072] Embora o invento tenha sido amplamente descrito, é óbvio para aqueles versados na técnica que várias alterações e modificações podem ser feitas sem que as referidas alterações não estejam cobertas pelo escopo do invento.

REIVINDICAÇÕES

1. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, compreendendo:

ao menos dois jarros (7), os ao menos dois jarros (7) compreendendo tampas (8), suportes (9) e ao menos dois eixos do jarro (11) conectados mecanicamente um em cada um dos ao menos dois jarros (7), configurados de modo a movimentar rotacionalmente um dos ao menos dois jarros (7) respectivamente;

uma base interna (6) em que são posicionados os ao menos dois jarros (7) por meio dos ao menos dois eixos do jarro (11);

um motor elétrico (10) conectado mecanicamente à base interna (6), o motor elétrico (10) ainda conectado mecanicamente aos ao menos dois jarros (7) por meio de uma transmissão conectada mecanicamente aos ao menos dois eixos do jarro (11);

o moinho e/ou misturador planetário **caracterizado por** a transmissão compreender:

ao menos duas rodas de atrito externas (14);

uma roda de atrito central (15); e

ao menos duas rodas de atrito intermediárias (16);

em que a roda de atrito central (15) é estacionária e o movimento da base (6) em relação à roda de atrito central (15) proporciona um movimento as ao menos duas rodas de atrito externas (14); e

em que as ao menos duas rodas de atrito externas (14) movimentam rotacionalmente cada um dos aos menos dois jarros (7) respectivamente em um sentido, e o motor (10) movimenta rotacionalmente a base (6) em um sentido oposto ao sentido de rotação dos aos menos dois jarros (7).

2. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender adicionalmente um eixo intermediário (23) apoiado em um rolamento autocompensador de esferas (22), em que o rolamento autocompensador de esferas (22) é configurado de modo a permitir que o eixo intermediário (23) se desloque em torno de seu centro em relação a um plano de transmissão do movimento.

3. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado por** o movimento do eixo intermediário (23) proporcionar dois graus de liberdade as ao menos duas rodas de atrito intermediárias (16).

4. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado por** os ao menos dois jarros (7) serem posicionados de maneira diametralmente oposta na base (6).

5. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado por** compreender quatro ou oito jarros (7), posicionados de maneira diametralmente oposta na base (6).

6. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado por** os jarros possuírem volume útil entre 20 e 300 ml.

7. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado por** o jarro possuir um engate rápido com a tampa e/ou suporte.

8. Disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado por** o motor elétrico (10) ser conectado mecanicamente à base interna (6) por meio de um eixo do motor (10A) e a transmissão conectar mecanicamente uma flange do motor elétrico (10) aos ao menos dois eixos do jarro (11).

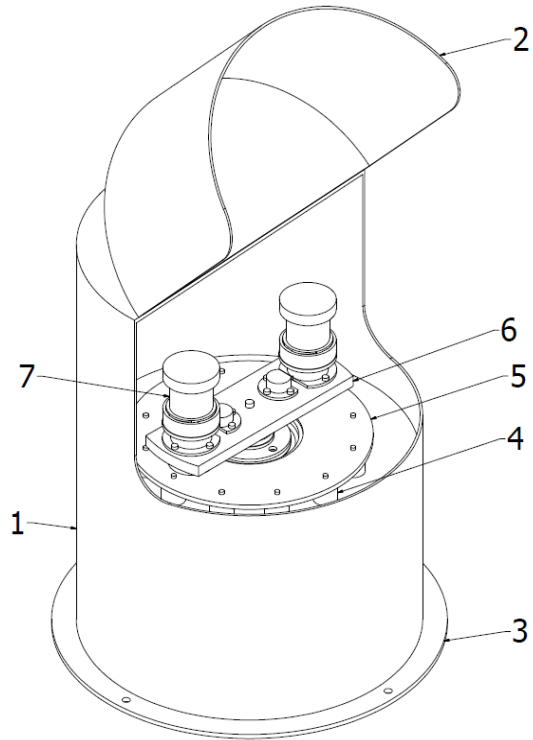


Fig. 1A

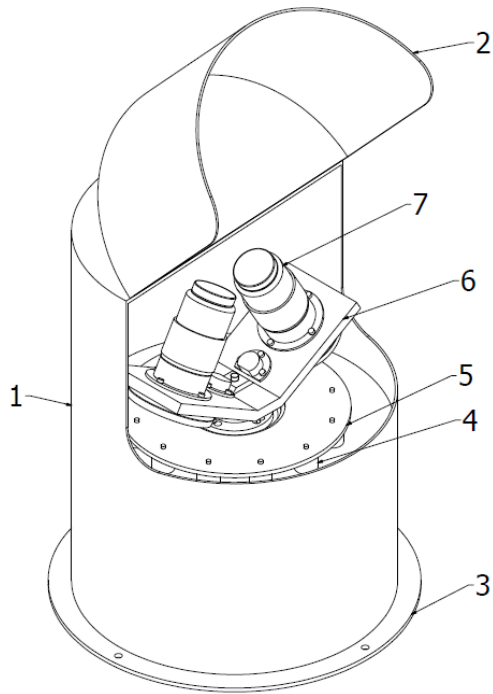


Fig. 1B

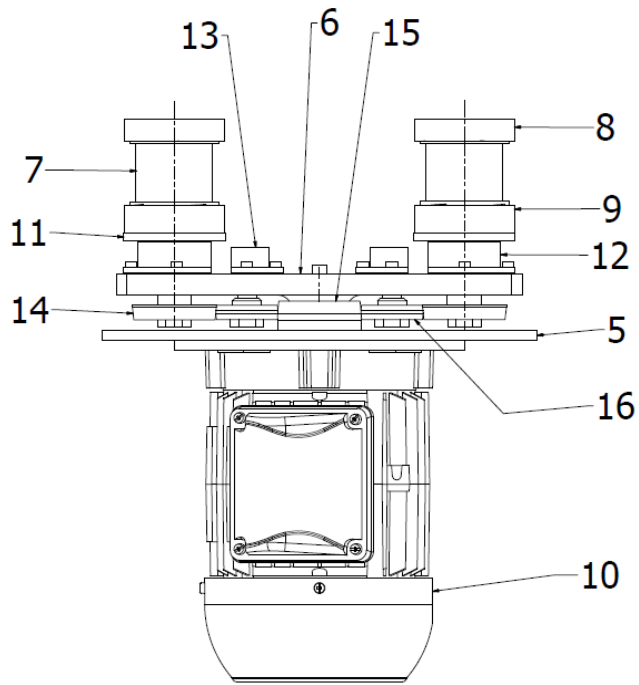


Fig. 2A

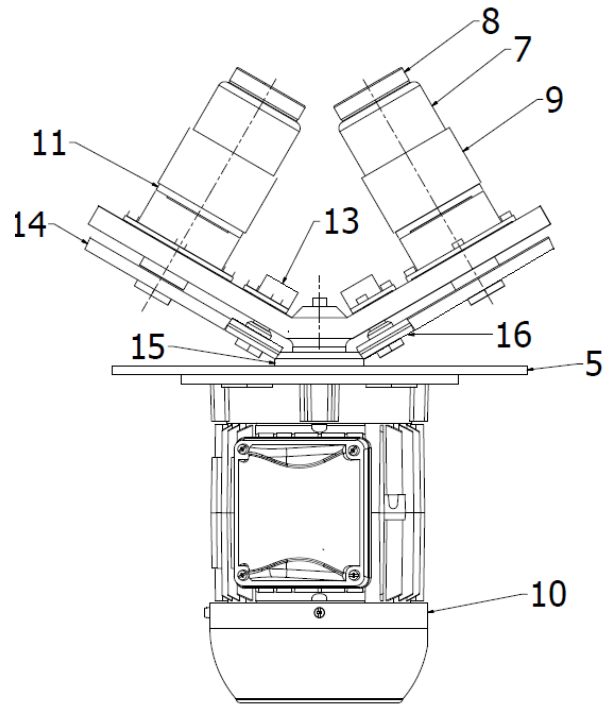


Fig. 2B

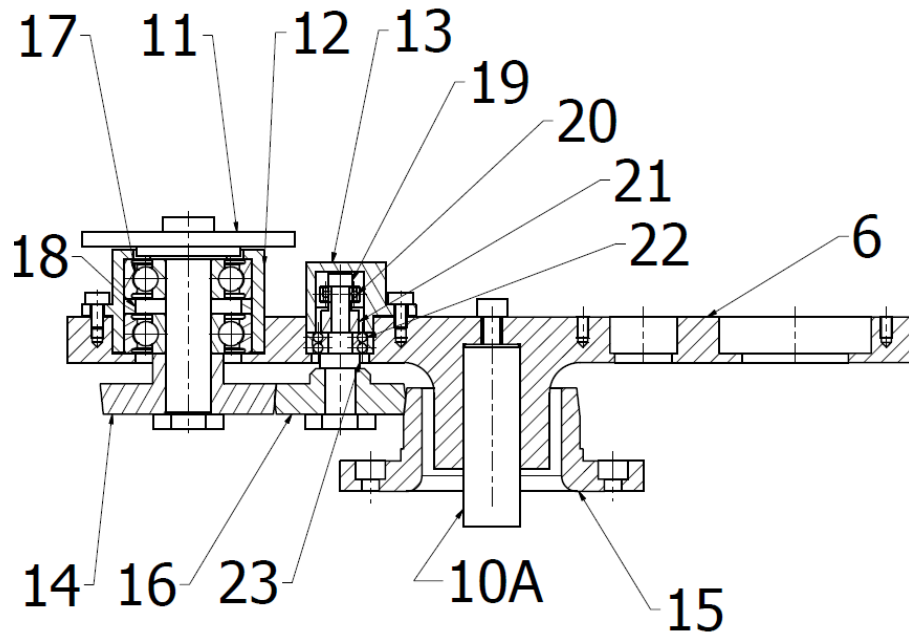


Fig. 3A

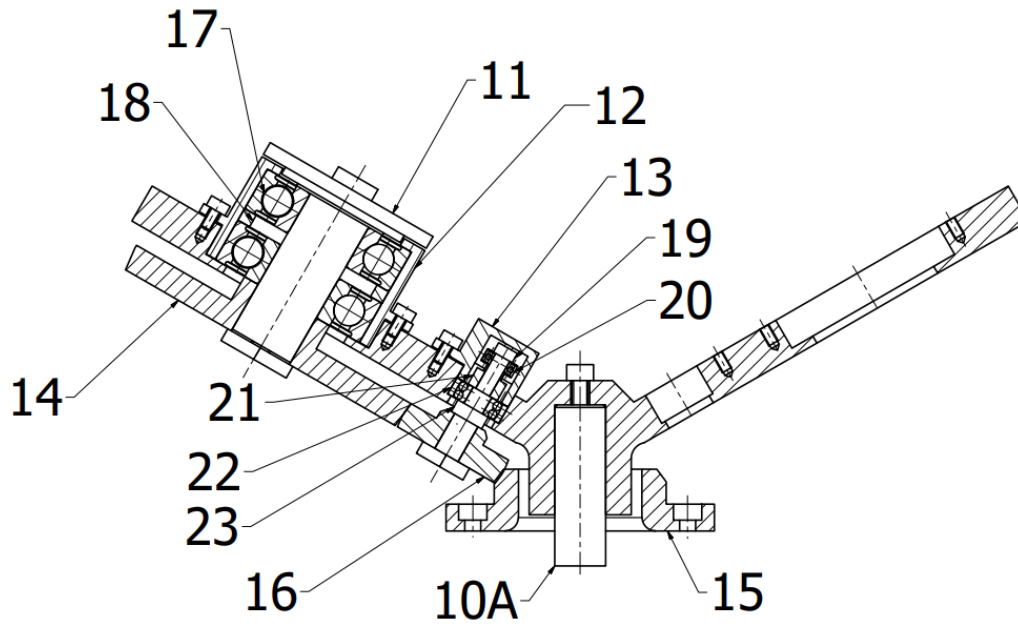


Fig. 3B

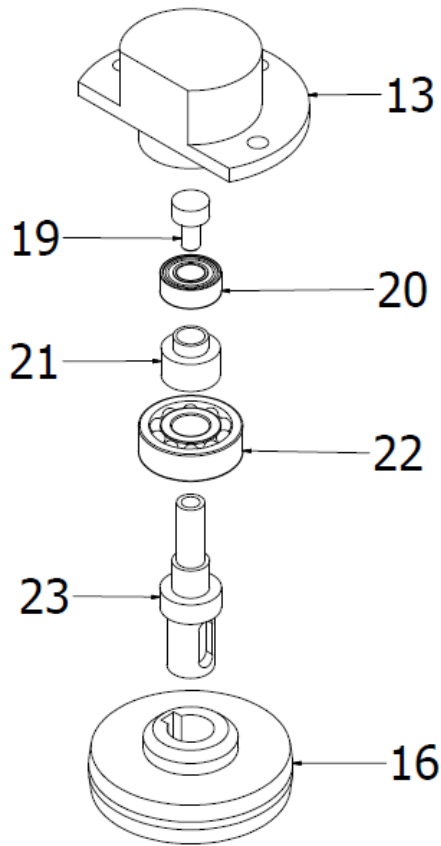


Fig. 4

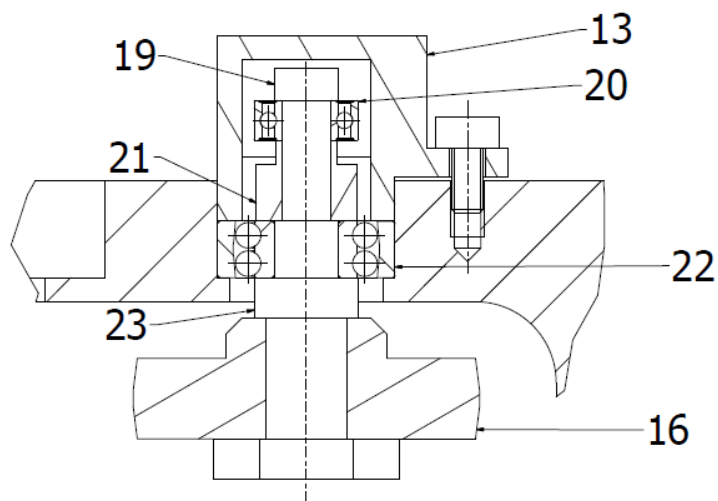


Fig. 5

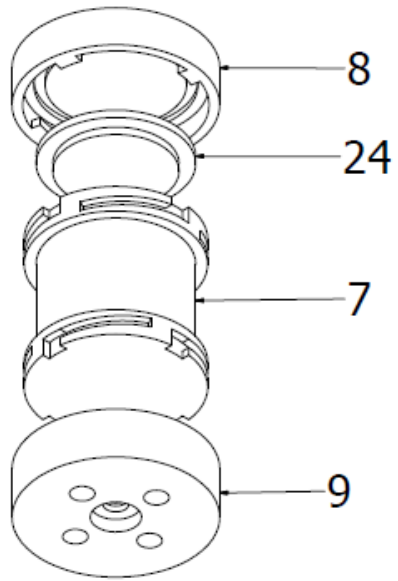


Fig. 6A

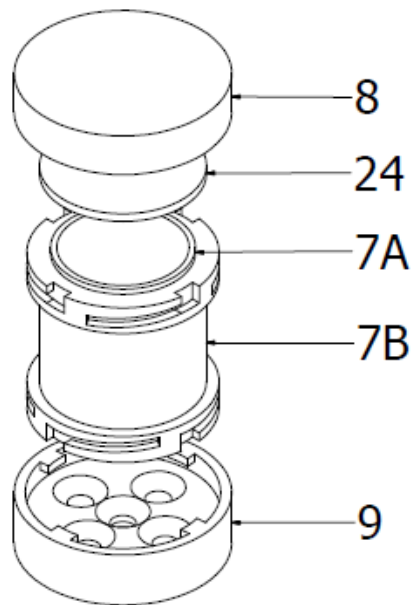


Fig. 6B

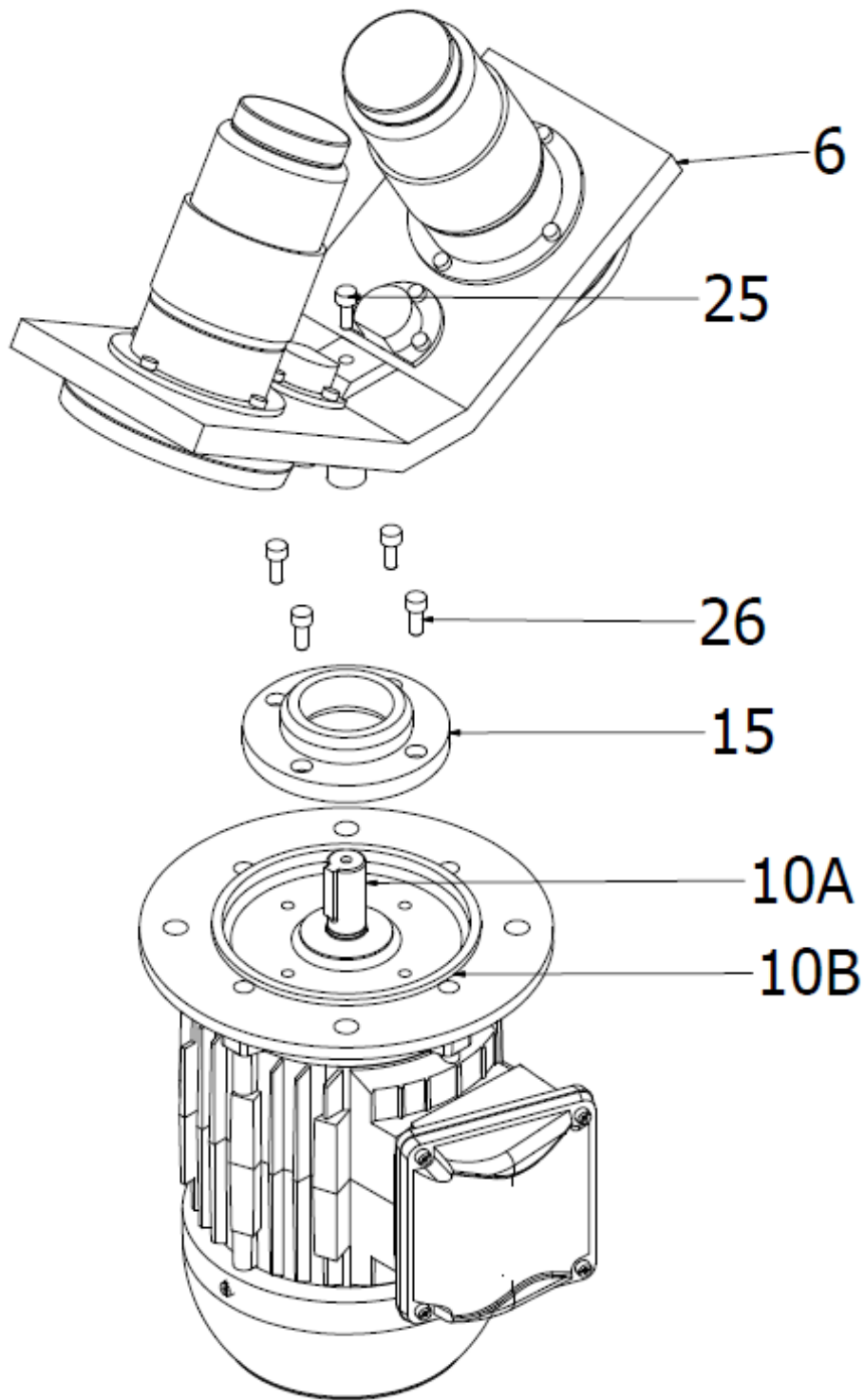


Fig. 7

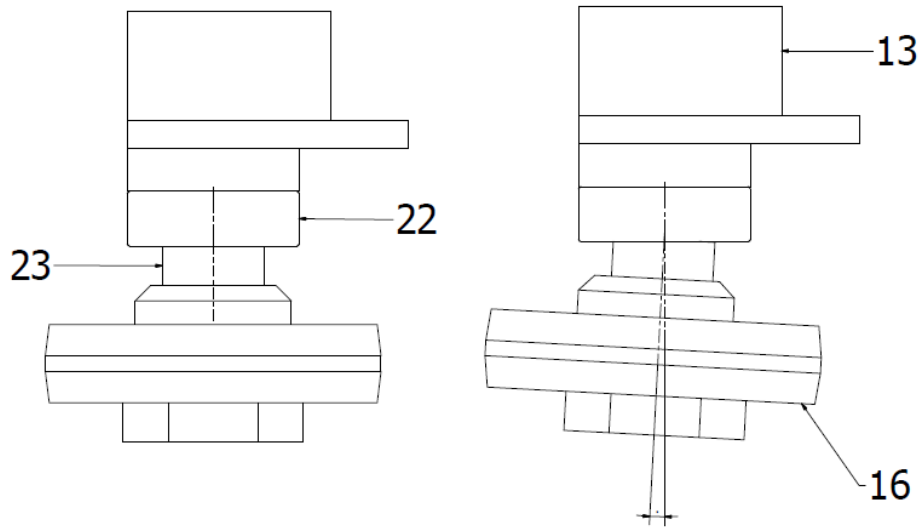


Fig. 8

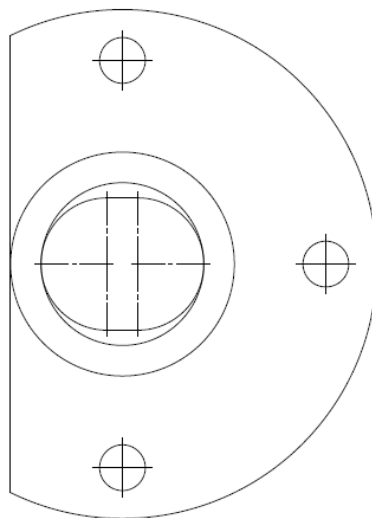


Fig. 9

RESUMO**DISPOSIÇÃO APLICADA EM MOINHO E/OU MISTURADOR PLANETÁRIO**

O presente invento se insere na área de engenharia mecânica, relacionado a máquinas e equipamentos de moagem e mistura; e prevê uma disposição aplicada em moinho e/ou misturador planetário, compreendendo: ao menos dois jarros (7) compreendendo tampas (8), suportes (9) e ao menos dois eixos do jarro (11) conectados um em cada jarro (7), de modo a movimentar rotacionalmente um dos jarros (7) respectivamente; uma base interna (6) na qual são posicionados os jarros (7) por meio dos eixos do jarro (11); um motor elétrico (10) conectado à base interna (6) e aos jarros (7) por meio de uma transmissão conectada aos eixos do jarro (11); em que a transmissão compreende rodas de atrito externas (14); uma roda de atrito central (15); e de atrito intermediárias (16); sendo a roda de atrito central (15) estacionária e o movimento da base (6) em relação à roda de atrito central (15) proporciona um movimento das duas rodas de atrito externas (14); sendo que as rodas de atrito externas (14) movimentam rotacionalmente cada um dos jarros (7) e o motor (10) movimenta a base (6) em um sentido oposto ao da rotação dos jarros (7).