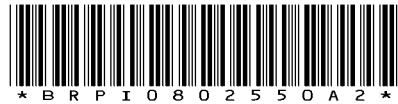


República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0802550-9 A2**



\* B R P I O 8 0 2 5 5 0 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 08/07/2008  
(43) Data da Publicação: 09/03/2010  
(RPI 2044)

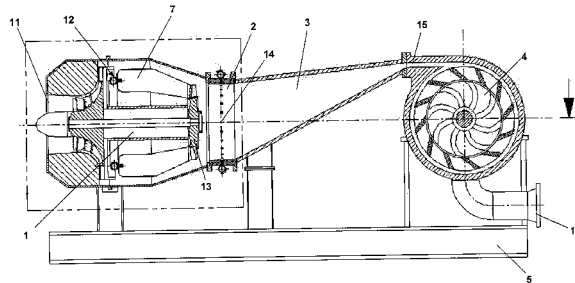
(51) *Int.Cl.:*  
F23C 1/08 (2010.01)  
H02K 7/18 (2010.01)  
F01K 23/14 (2010.01)  
F01K 3/26 (2010.01)

(54) Título: **SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO**

(73) Titular(es): VALE SOLUÇÕES EM ENERGIA S.A.

(72) Inventor(es): Elso Alberti Junior, Hugo José Teixeira Moura, Joaquim Luiz Monteiro de Barros Junior, José Mendes James Pessoa, Luis Otávio Aleotti Maia, Marcio Alexandrino Brasileiro

(57) Resumo: SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO. A presente invenção refere-se a um sistema de geração de energia em um eixo rotativo que utiliza o conceito de ciclo combinado e tem por finalidade preferencial compor um sistema gerador de energia com alto rendimento e baixo custo. Mais particularmente, o sistema gerador de energia, mecânica, segundo a presente invenção compreende a combinação de uma turbina à gás acoplada em uma câmara geradora de vapor que, por sua vez, é acoplada a pelo menos uma turbina a vapor por meio de um duto condutor, sendo que, preferencialmente, a referida turbina é do tipo turbina a vapor de discos paralelos.





## “SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO”

### CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um sistema de geração de energia mecânica em eixo rotativo, mais particularmente um sistema que utiliza o conceito de ciclo combinado cuja finalidade é compor um sistema de geração de energia com alto rendimento e baixo custo de fabricação.

Mais preferencialmente, a presente invenção refere-se a um sistema gerador de energia, do tipo ciclo combinado, que compreende características técnicas e funcionais capazes de gerar uma potência muito elevada no eixo de uma turbina. De modo sucinto, porém mais detalhado na descrição a seguir, o sistema segundo a presente invenção é constituído pela combinação de uma turbina a gás acoplada em uma câmara geradora de vapor que, por sua vez, é acoplada á uma turbina a vapor, preferencialmente uma turbina a vapor de discos paralelos, e mais preferencialmente do tipo Tesla com aletas de efeito Pelton.

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Como é do conhecimento dos técnicos no assunto, existem inúmeras maneiras de se obter energia mecânica, bem como na geração de energia elétrica. Dentre as diversas maneiras, existem inúmeros modelos de equipamentos e sistemas responsáveis para geração de energia, mas apesar de aparentemente satisfazerem as necessidades atuais, revelam alguns inconvenientes que, a longo prazo, podem comprometer a vida dos seres humanos, por exemplo: a escassez das fontes naturais comumente utilizadas para geração de energia.

Tendo em vista que o sistema segundo a presente invenção utiliza a combinação de uma turbina a gás, um gerador de vapor e uma turbina a vapor, a seguir serão feitos alguns esclarecimentos de seus antecedentes até o desenvolvimento da presente invenção.

As turbinas a gás trabalham normalmente em ciclos abertos, baseando-se no ciclo da termodinâmica conhecido como ciclo de Brayton. Isso quer dizer que o comburente (ar) é admitido em pressão atmosférica e comprimido no compressor para depois se misturar com o combustível em uma câmara de combustão, na qual também ocorre a queima. Os gases gerados dessa forma são misturados, sofrem expansão e são descarregados de volta à atmosfera após passagem pela turbina.

Esse tipo de ciclo, realizado pelas turbinas a gás, apresenta como uma de suas propriedades essenciais, a obtenção de temperaturas muito elevadas atingindo picos da ordem de 1000 a 1300°C na turbina de força. Além disso, é capaz de gerar potência e liberar os gases com grande disponibilidade energética, com temperaturas da ordem de 500 a 650°C.

Quanto à geração de vapor, sabe-se que durante décadas são utilizadas caldeiras convencionais, as quais consomem demasiadamente os combustíveis (biomassa, gás, óleo, e outros combustíveis líquidos) para obter a geração de calor via sua combustão. Essas caldeiras são constituídas por trocadores de calor, percorridos por um fluxo de água e aquecidos até sua vaporização, podendo resultar em vapor saturado ou superaquecido

O referido vapor, seja ele saturado ou superaquecido, pode ser direcionado para um reservatório, no qual é acumulado até atingir a pressão e temperatura necessários para a utilização nas turbinas de vapor convencionais.

Entretanto, como pode ser observado, esse tipo de equipamento e sistema revela uma série de inconvenientes relacionados a eficiência, agilidade, desperdício de combustíveis e, ainda, espaço físico. Mais especificamente, observa-se que:

- i) o tempo para aquecer os trocadores de calor é muito demorado, o que acaba consumindo demasiadamente os combustíveis;
- ii) todo o calor gerado durante o processo de aquecimento dos

trocadores é perdido;

iii) as caldeiras são grandes e ocupam espaço físico considerável, exigindo instalações complexas e caras;

iv) as caldeiras apresentam problemas de vazão.

5                    Como alternativa, é possível utilizar uma fonte de calor disponível oriunda de outro processo, em que a água da caldeira pode ser aquecida e vaporizada usando esse calor disponível e dispensando a queima de combustível neste ciclo de vaporização, tal processo também conhecido como ciclo de Rankine. Neste caso, a combinação dos ciclos Brayton e Rankine é chamado de ciclo  
10 combinado e a caldeira usada é denominada de caldeira de recuperação.

                  O grande inconveniente revelado pelos mecanismos de acionamento de turbinas a vapor do estado da técnica está relacionado com a geração do vapor nas condições necessárias. Mais particularmente, existe o grande problema, que é enfrentado atualmente, e que terá reflexos futuros, da  
15 escassez das fontes de combustíveis e a degradação dos recursos naturais, os quais comprometem o meio ambiente com a emissão de poluentes.

                  Cabe destacar que a queima dos combustíveis durante o processo de iniciação do funcionamento das caldeiras, ou seja, nas etapas iniciais em que não se consegue obter vapor, todo o combustível e, ainda o  
20 calor gerado é desperdiçado, pois não se consegue obter a pressão e temperatura de forma instantânea.

                  Portanto, resta claro que os equipamentos e sistemas geradores de energia mecânica conhecidos no estado da técnica apresentam alguns inconvenientes e limitações relacionadas principalmente com a eficiência,  
25 potência, rendimentos e agilidade principalmente no processo de geração de vapor, de modo que comprometem direta e indiretamente o meio ambiente.

#### **DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO**

Assim, é objetivo da presente invenção um sistema de geração de

energia mecânica, preferencialmente do tipo ciclo combinado, que de forma objetiva e eficaz soluciona e melhora as deficiências dos sistemas e equipamentos geradores de energia do estado da técnica conforme acima identificados.

Mais preferencialmente, é objetivo da presente invenção um sistema gerador de energia, mecânica, que elimina de forma substancial os desperdícios com combustíveis, além de propiciar elevada quantidade de energia mecânica de modo eficiente.

É objetivo da presente invenção um sistema gerador de energia mecânica que, preferencialmente, mas não limitado a apenas essa finalidade, é acoplado em um sistema gerador de energia elétrica.

Também é objetivo do sistema gerador de energia mecânica objeto da presente invenção, prover uma estrutura compacta constituída pela combinação de uma turbina a gás com uma turbina a vapor de baixa pressão e baixa temperatura por intermédio de uma câmara geradora de vapor capaz de produzir vapor nas condições desejadas, de forma substancialmente instantânea.

A presente invenção tem por objetivo, ainda, um sistema gerador de energia para fins diversos que utiliza a energia mecânica produzida através da combinação de uma turbina a gás acoplada a uma turbina a vapor por meio de uma câmara geradora de vapor de alta eficiência.

20

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Dessa forma, o sistema gerador de energia mecânica objeto da presente invenção é compreendido por uma turbina a gás conectada em uma turbina a vapor de baixa pressão e baixa temperatura por meio de uma câmara geradora de vapor, que é capaz de obter vapor a partir da mistura de água com os gases gerados pela combustão provenientes da turbina a gás.

25

A referida câmara geradora de vapor é acoplada na saída de gases da turbina a gás, de modo que a água de vaporização injetada nesta câmara é instantaneamente vaporizada devido às condições de temperatura e

a energia contida nesses gases. Com isso, é possível definir de forma precisa as características do vapor gerado, que pode ser saturado, seco ou superaquecido, dependendo da finalidade e da aplicação desejada. Para se obter vapor nessas condições, basta controlar a quantidade de água injetada na referida câmara geradora de vapor.

De modo preferencial, a câmara geradora de vapor é conectada após a turbina de força da turbina a gás, e compreende um mecanismo injetor que injeta água diretamente no fluxo de gás quente expelido pela turbina a gás, de modo que o contato das partículas de água promova vaporização instantânea, produzindo vapor misturado com os gases de combustão. Assim, a vazão de água injetada na câmara geradora de vapor e o calor dos gases de combustão da turbina a gás, definem a titularidade do vapor saturado ou a temperatura do vapor superaquecido.

Preferencialmente, ditos mecanismos injetores são bicos que pulverizam a água de vaporização. E mais preferencialmente, dito mecanismo injetor é formado por um anel provido de uma série de bicos de sprays distribuídos ao redor de seu perímetro.

O vapor gerado é conduzido em direção à turbina a vapor de discos paralelos através de um duto direcionador. Cabe destacar que o referido duto direcionador pode ter seção constante ou variável na forma de um difusor, o que vai depender do tamanho da entrada e das características da turbina a vapor de discos paralelos. Além disso, dito duto direcionador pode compreender, um difusor central que auxilia na condução e direcionamento do fluxo de vapor para que o mesmo incida mais eficientemente nos discos da turbina a vapor.

De modo preferencial, a referida turbina a vapor é do tipo Tesla, a qual compreende a disposição de discos paralelos de espessura relativamente pequena dispostos afastados entre si por distâncias muito pequenas. Esses discos paralelos são montados em um eixo formando um rotor fixo e acomodado em um

invólucro cilíndrico, tal como uma caixa, formando um estator.

O objetivo da turbina a vapor é girar o eixo para produzir a energia mecânica que pode ser utilizada para várias finalidades. Mais preferencialmente, em vista de suas propriedades, a referida energia mecânica gerada é muito bem aplicada quando o sistema da presente invenção está acoplado em um gerador elétrico.

As características da turbina a vapor de discos paralelos, tal como a do tipo Tesla, tem por princípio de funcionamento utilizar o fluido de trabalho para movimentar o referido rotor, sendo que o vapor escoar da extremidade dos discos em direção ao seu centro, por onde escapa por uma saída de exaustão. Uma das vantagens da turbina tipo Tesla é com relação à sua capacidade de utilizar vapor em qualquer condição, inclusive com baixa pressão e baixa temperatura e pode ser operado com vapor misturado com gases de combustão.

Ainda, mais preferencialmente, em relação a uma combinação adequada de discos da turbina a vapor, alguns deles, ou todos, compreendem uma configuração não lisa, de modo a formar canais que facilitam e auxiliam a condução e passagem do fluxo do fluido de trabalho entre as referidas placas.

Neste sentido, na realização preferencial da presente invenção, a turbina a vapor é do tipo Tesla com aletas de efeito Pelton, cuja função é girar seu eixo, por meio do efeito de camada limite combinado com o efeito gerado pelas aletas tipo Pelton posicionadas radialmente em uma das faces dos discos paralelos, obtendo-se a energia mecânica para as diversas finalidades. Nesta realização, é possível aumentar consideravelmente o rendimento do sistema da presente invenção.

Assim, com a alta eficiência na geração do vapor através da turbina a gás combinada com a câmara geradora de vapor, consegue-se obter o vapor com características ideais para ser aplicado na turbina a vapor, de modo a produzir altos níveis de energia mecânica no eixo do rotor.

Ainda, pode-se destacar que uma das principais vantagens de utilizar uma turbina a gás acoplada à câmara geradora de vapor é que, além de ser mais compacta que as caldeiras de recuperação, pode produzir instantaneamente vapor na quantidade, pressão e temperatura desejadas e  
5 necessárias para realização de trabalho e geração de potência de eixo na turbina a vapor de baixa pressão e baixa temperatura.

Como destacado anteriormente, o sistema de geração de energia mecânica, segundo a presente invenção, tem grande aplicação quando acoplado em um gerador elétrico, de modo a obter uma estação geradora de  
10 energia com alto rendimento e baixo custo de fabricação. Preferencialmente, dito gerador elétrico é acoplado ao sistema da presente invenção em uma base única do tipo skid.

Alternativamente, no intuito de tornar o sistema da presente invenção mais econômico, é possível acoplar um condensador separador cuja finalidade é  
15 captar os gases e a água que sai pela saída de exaustão da dita turbina a vapor e separar os gases da água, de modo a conduzir esta última para o reaproveitamento pelo mecanismo injetor de água na câmara geradora de vapor.

Também de modo adicional, é possível aproveitar o calor residual remanescente do fluido de saída da turbina a vapor, tal como a do tipo Tesla  
20 com aletas de efeito Pelton, aplicando-o no aquecimento de água de um ciclo regenerativo ou para outras aplicações térmicas.

#### **DESCRIÇÃO RESUMIDA DAS FIGURAS**

Os objetivos, efeitos técnicos e vantagens do sistema de geração de energia mecânica objeto da presente invenção serão mais aparentes aos  
25 técnicos no assunto, a partir da descrição feita a seguir com referência às figuras anexas, as quais ilustram realizações preferidas, não limitativas da presente invenção.

A Figura 1 mostra uma vista lateral do sistema de geração de



energia com ciclo combinado de acordo com a presente invenção, ilustrando os respectivos fluxos de entrada e saída;

A Figura 2 mostra uma vista em planta do sistema ilustrado na Figura 1;

5 As Figuras 3 e 4 mostram vistas semelhantes às ilustradas nas Figuras 1 e 2, mas em uma realização alternativa do sistema segundo a presente invenção;

A Figura 5 mostra uma vista ampliada da turbina a gás, segundo uma realização preferencial da presente invenção; e

10 As Figuras 6A e 6B mostram vistas da turbina a vapor de discos paralelos, de acordo com a realização ilustrada nas Figuras 1 e 2.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FIGURAS**

15 Para facilitar a compreensão dos elementos constitutivos do sistema de geração de energia segundo a presente invenção, bem como suas realizações, as referências numéricas não serão repetidas integralmente em todas as figuras, pois isto dificultaria a compreensão de alguns dos detalhes nelas ilustrados.

20 De acordo com as figuras anexas, particularmente com relação às Figuras 1 e 2, observa-se que o sistema gerador de energia mecânica compreende um ciclo combinado em monobloco, sendo constituído por uma turbina a gás (1) conectada a uma câmara geradora de vapor (2), interligada a um duto direcionador (3) cuja extremidade de saída está em comunicação com pelo menos uma turbina a vapor (4).

25 Nesta realização preferencial de aplicação, o sistema de geração de energia mecânica é instalado sobre uma base de apoio (5) e é acoplado em um gerador elétrico (6), o qual é capaz de produzir energia modular para qualquer finalidade.

Ainda com referência às Figuras 1 e 2, pode ser visto o fluxo do

mencionado ciclo combinado em monobloco, no qual se inicia com a captação e entrada de ar no bocal de entrada (11) da turbina a gás (1), que se mistura com o combustível injetado pelos bicos de alimentação (12) na câmara de combustão (7), gerando gás com elevada temperatura que é expandido na  
5 turbina de força (13) .

A referida turbina de força (13) provoca a expulsão dos gases quentes da turbina a gás (1) em direção à câmara geradora de vapor (2) dotada de mecanismos de injeção de água (14). A água entra na dita câmara geradora de vapor (2) onde a energia dos gases provenientes da câmara de  
10 combustão (7), da turbina a gás (1), promove a vaporização instantânea da água injetada, obtendo como resultado um fluxo de vapor, denominado vapor contaminado ou viciado devido à mistura com os gases de combustão, que é conduzido através do duto direcionador (3).

O referido duto direcionador (3) tem por finalidade conduzir o fluxo  
15 de vapor contaminado em direção a entrada de ar (15) da turbina a vapor (4). Neste sentido, cabe destacar que as características do dito duto direcionador (3) pode depender da potência e tamanho da turbina a vapor (4). Por exemplo, o referido duto direcionador (3) pode ter seção constante para fornecer vapor aos diversos conjuntos de turbina, mas também pode ter seção variável  
20 semelhante a um difusor.

Alternativamente, conforme ilustrado de modo exemplificador na Figura 2, no interior do referido duto condutor (3) pode ser disposto um difusor condutor (16) cuja finalidade é orientar o fluxo de vapor para a(s) entrada(s)  
da(s) turbinas a vapor (4). A disposição desse difusor (16) é muito útil quando  
25 existe a combinação de mais de uma turbina a vapor (4), uma vez que o referido difusor consegue direcionar o fluxo de vapor para as entradas das turbinas de forma equilibrada.

A turbina a vapor (4) é preferencialmente formada por uma série

de discos paralelos (8) dispostos lado a lado e espaçados entre si a uma distância relativamente pequena, de modo que, o vapor contaminado que atravessa o duto direcionador (3) é introduzido na entrada de ar (15), a qual fica posicionada tangencialmente aos referidos discos paralelos (8).

5 Assim, o fluxo de vapor contaminado é introduzido tangencialmente nas extremidades dos discos (8), percorrendo suas superfícies, no espaço entre os discos (8) até ser expulso nas passagens centrais. Através desse fluxo de vapor, com alta temperatura e pressão, faz-se com que o eixo (10) que sustenta os discos se movimente e, conseqüentemente gera-se energia mecânica na extremidade  
10 (10') do referido eixo (10).

De modo preferencial, a saída do vapor da região central dos discos paralelos (8) pode ser canalizada para um duto de exaustão (17), o qual normalmente emite vapor condensado.

Em uma realização alternativa, conforme ilustrada nas Figuras 3 e  
15 4, o referido duto de exaustão (17) é acoplado a um sistema de filtragem, ou ainda em um condensador e separador (21) que compreende um tubo de saída de gás (22) e uma saída de água (23), esta última sendo conectada ao mecanismo de injeção de água (14) por meio de uma tubulação (24), promovendo o reaproveitamento da água condensada.

20 O referido condensador e separador (21) têm por funcionalidade condensar o vapor residual e promover a separação física dos gases de combustão ainda dissolvidos na água. A água, quente ou fria, retorna ao mecanismo de injeção de água (14) na câmara geradora de vapor (2) e os gases de combustão são liberados na atmosfera pelo tubo de saída de gás (22).

25 Fazendo referência à Figura 5, é ilustrada a turbina a gás (1) acoplada à câmara geradora de vapor (2) dotada de mecanismo de injeção de água (14). Nesta figura é ilustrada uma realização preferencial do referido mecanismo injetor de água (14), que compreende um anel (18) provido de uma

série de bicos injetores (19) espalhados radialmente que são alimentados por canais (20). Como deve ser apreciado pelos técnicos no assunto, a quantidade e tamanho dos referidos bicos injetores (19) depende das características de projeto do sistema como um todo.

5 As Figuras 6A e 6B ilustram alguns detalhes de uma realização preferencial da turbina a vapor (3) que compreende uma série de discos paralelos (8) dispostos lado a lado e espaçados entre si para formar passagens do fluxo de vapor, como indicado na Figura 6B.

Particularmente com relação à Figura 6A, observa-se uma  
10 realização alternativa da configuração dos discos (8) da turbina a vapor (4). Na realização preferencial da presente invenção, a referida turbina a vapor (3) é do tipo Tesla com aletas de efeito Pelton, de modo que seja possível combinar o efeito de camada limite com o efeito gerado pelas aletas tipo Pelton posicionadas radialmente em uma das faces dos discos paralelos. Como  
15 indicado, a superfície dos discos (8) é dotada de algumas aletas (9) em forma de arcos ou outra qualquer que auxilie a condução do fluxo de vapor entre a extremidade e o centro do disco (8), denominado como efeito Pelton.

Como é do conhecimento dos técnicos no assunto, as turbinas a vapor de discos paralelos são conhecidas como turbinas Tesla cujos discos  
20 compreendem superfícies lisas. Em uma realização alternativa e também vantajosa, é possível combinar discos paralelos e discos com aletas para se obter melhorias de velocidade e torque, o que vai depender dos objetivos e aplicações para o qual o sistema objeto da presente invenção for desenvolvido.

Por fim, cabe destacar que o sistema de geração de energia,  
25 segundo a presente invenção, também pode compreender ciclos e processos usados convencionalmente nas turbinas a gás, tais como ciclos regenerativos e injeção de água ou vapor na câmara de combustão, ou na entrada de ar do compressor, de modo que seja possível obter melhorias de eficiência, redução

de temperatura da turbina e redução da emissão de NOx.

### REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, caracterizado por compreender uma combinação seqüencial de turbina a gás (1) conectada a uma câmara geradora de vapor (2), interligada a um duto direcionador (3) cuja extremidade de saída é conectada em pelo menos uma turbina a vapor (4).

2. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita câmara geradora de vapor (2) compreende mecanismo de injeção de água (14), disposto nas proximidades da turbina de força (13) da turbina a gás (1).

3. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito mecanismo de injeção de água (14) compreende um anel (18) provido de uma série de bicos injetores (19) espalhados radialmente, e são alimentados por canais (20).

4. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido duto direcionador (3) é conectado na saída de vapor da câmara geradora de vapor (2) e na entrada de ar (15) da turbina a vapor (4), e compreende uma seção constante.

5. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido duto direcionador (3) é conectado na saída de vapor da câmara geradora de vapor (2) e na entrada de ar (15) da turbina a vapor (4), e compreende uma seção variável.

6. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido duto direcionador (3) compreende adicionalmente um difusor

condutor (16) de orientação do fluxo de vapor em direção a(s) entrada(s) da(s) turbinas a vapor (4).

7. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita turbina a vapor (4) é preferencialmente formada por uma série de discos paralelos (8) dispostos lado a lado e espaçados entre si a uma distância relativamente pequena, e sustentados por um eixo (10).

8. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a entrada de ar (15) da turbina a vapor (4) é disposta tangencialmente aos discos paralelos (8).

9. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os ditos discos paralelos (8) são dotados de saídas de vapor dispostas na região central de sua superfície.

10. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a saída do vapor da região central dos discos paralelos (8) é canalizada para um duto de exaustão (17).

11. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o referido duto de exaustão (17) está interligado a um sistema de filtragem ou um condensador e separador (21) provido de saída de gás (22) e saída de água (23) em comunicação com o mecanismo de injeção de água (14) da câmara geradora de vapor (2).

12. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os discos (8) da turbina a vapor (4) são dotados de algumas aletas (9) em

forma de arcos ou outra qualquer que auxilie a condução do fluxo de vapor entre a extremidade e o centro do disco (8).

13. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado  
5 pelo fato de que a turbina a vapor (4) compreende uma combinação de discos lisos e com aletas (9).

14. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de  
que a dita turbina a vapor (3) é do tipo Tesla com aletas de efeito Pelton.

10 15. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser interligado em um gerador elétrico (6).

16. SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser  
15 instalado sobre uma base de apoio (5), do tipo skid.



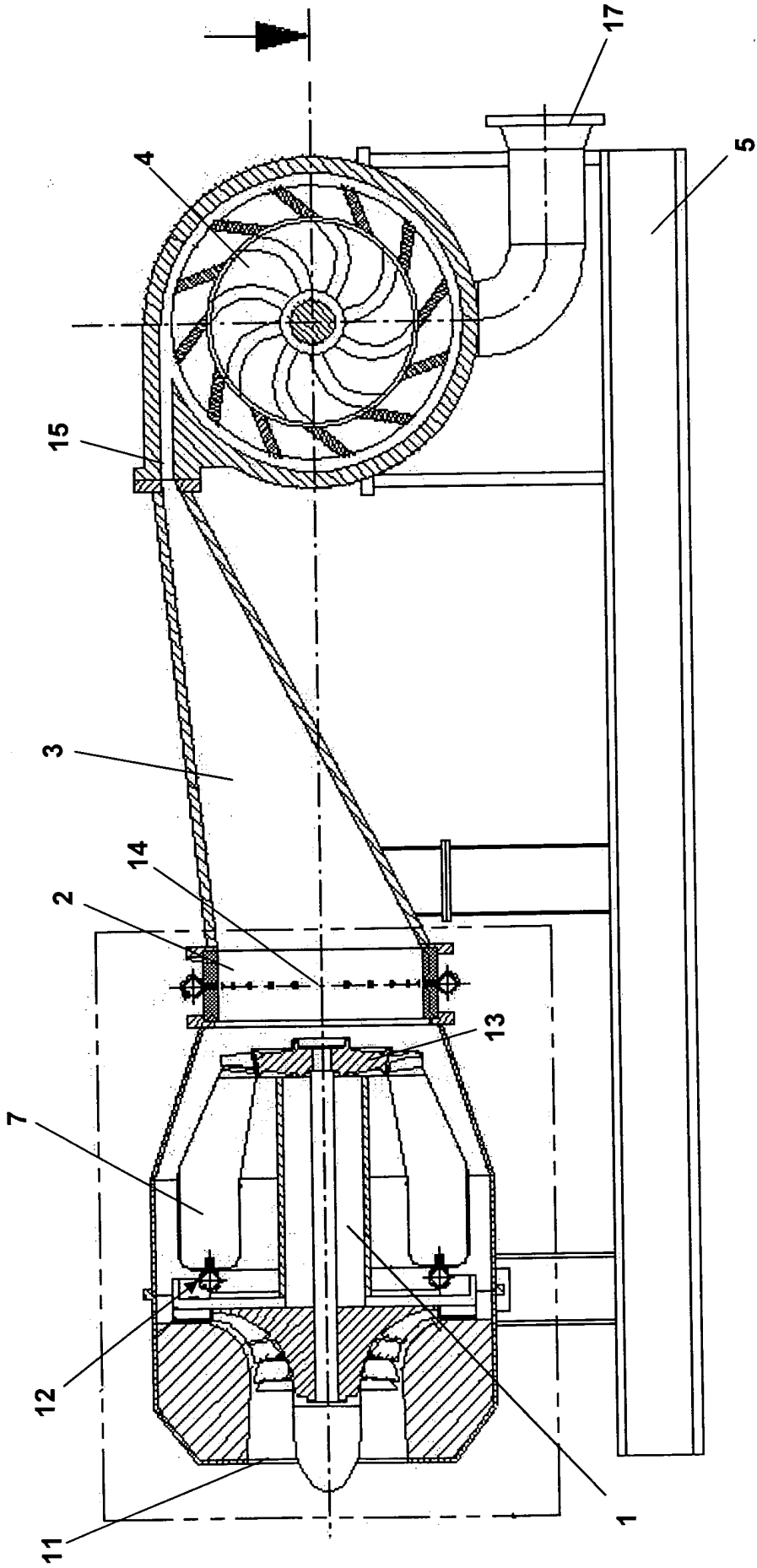
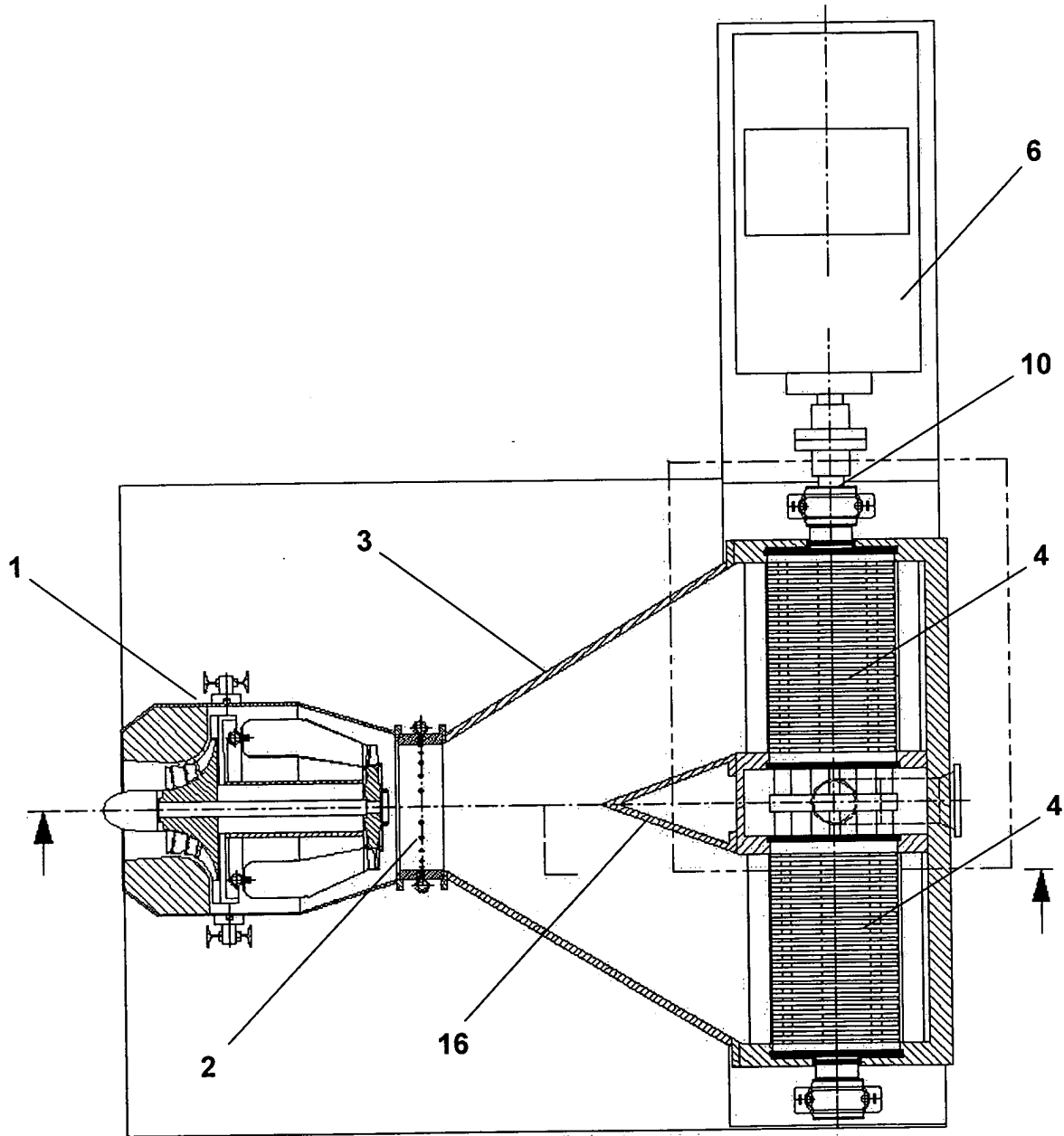


FIG 1



**FIG. 2**

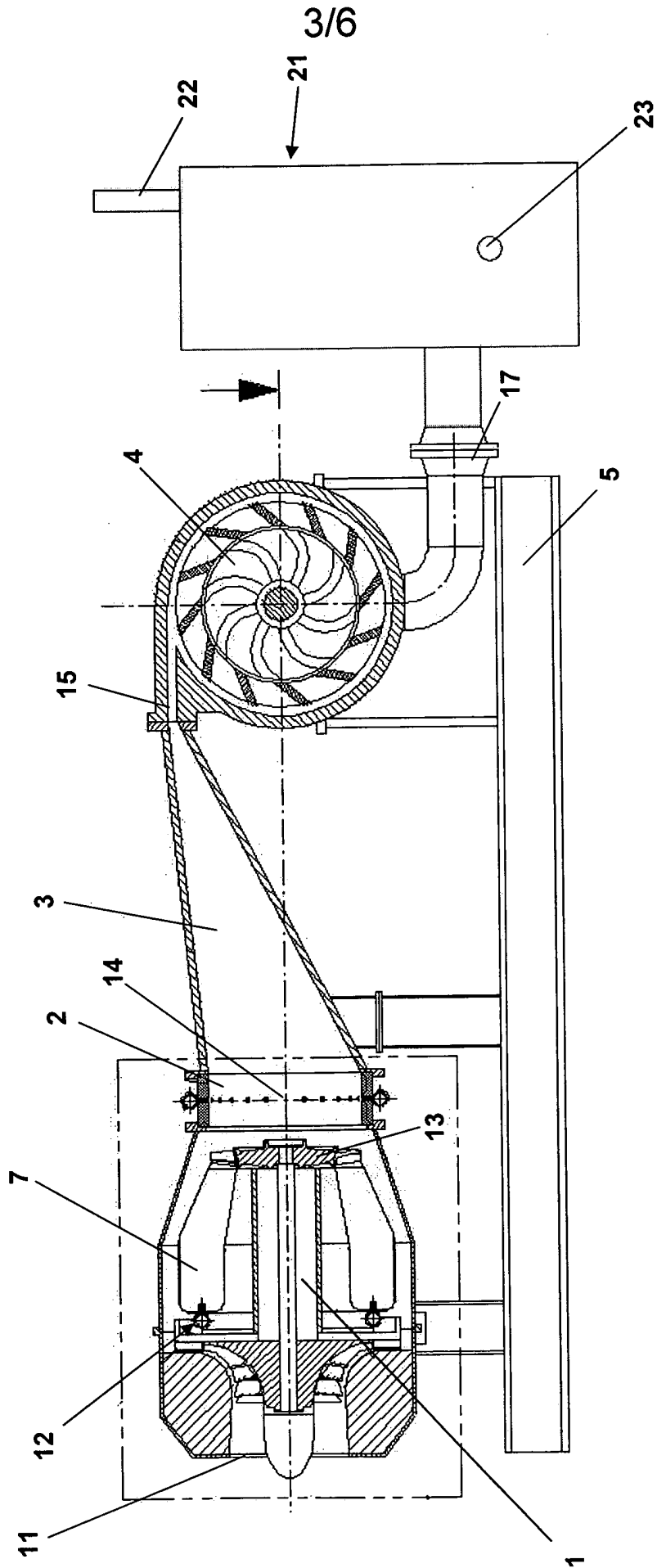
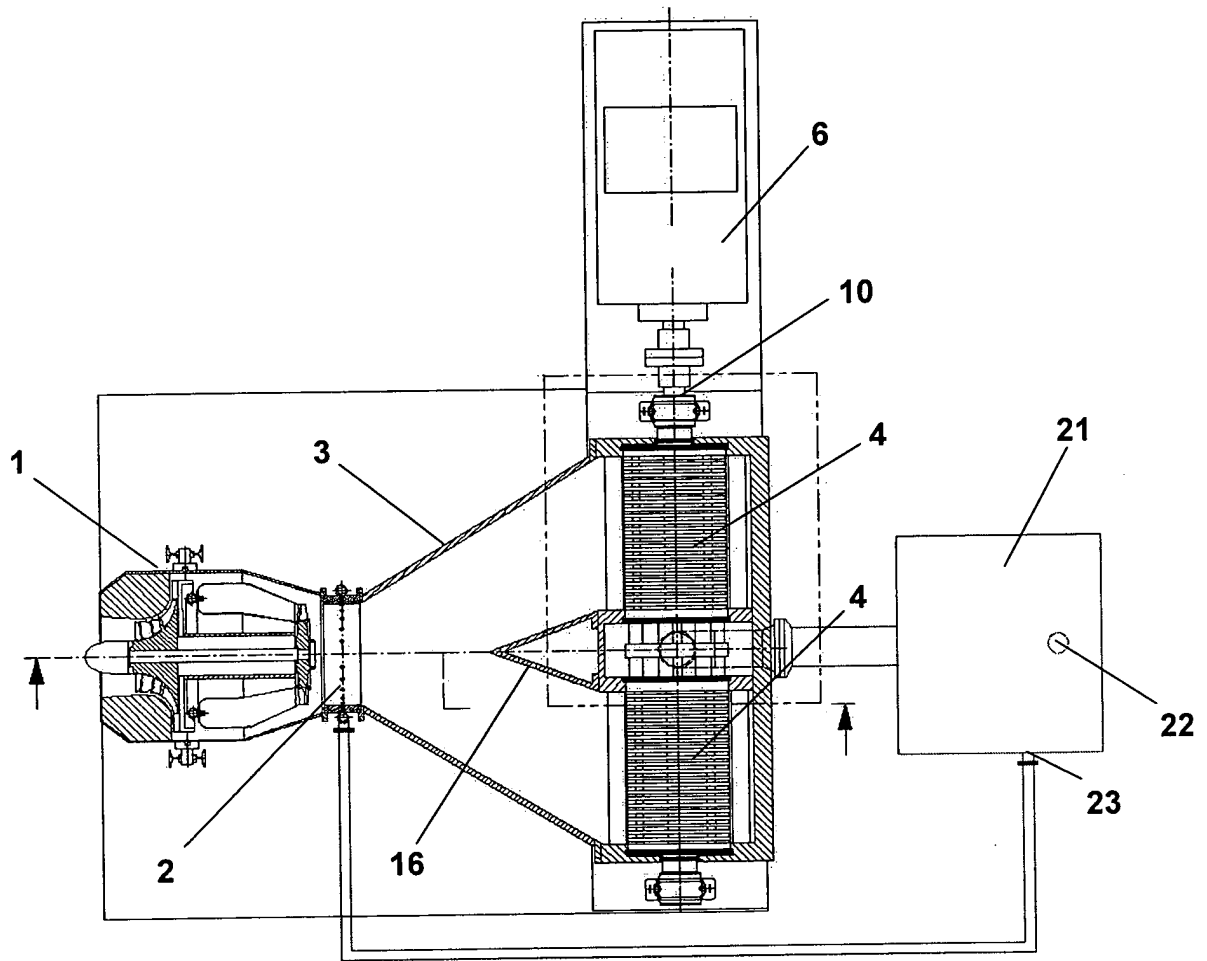
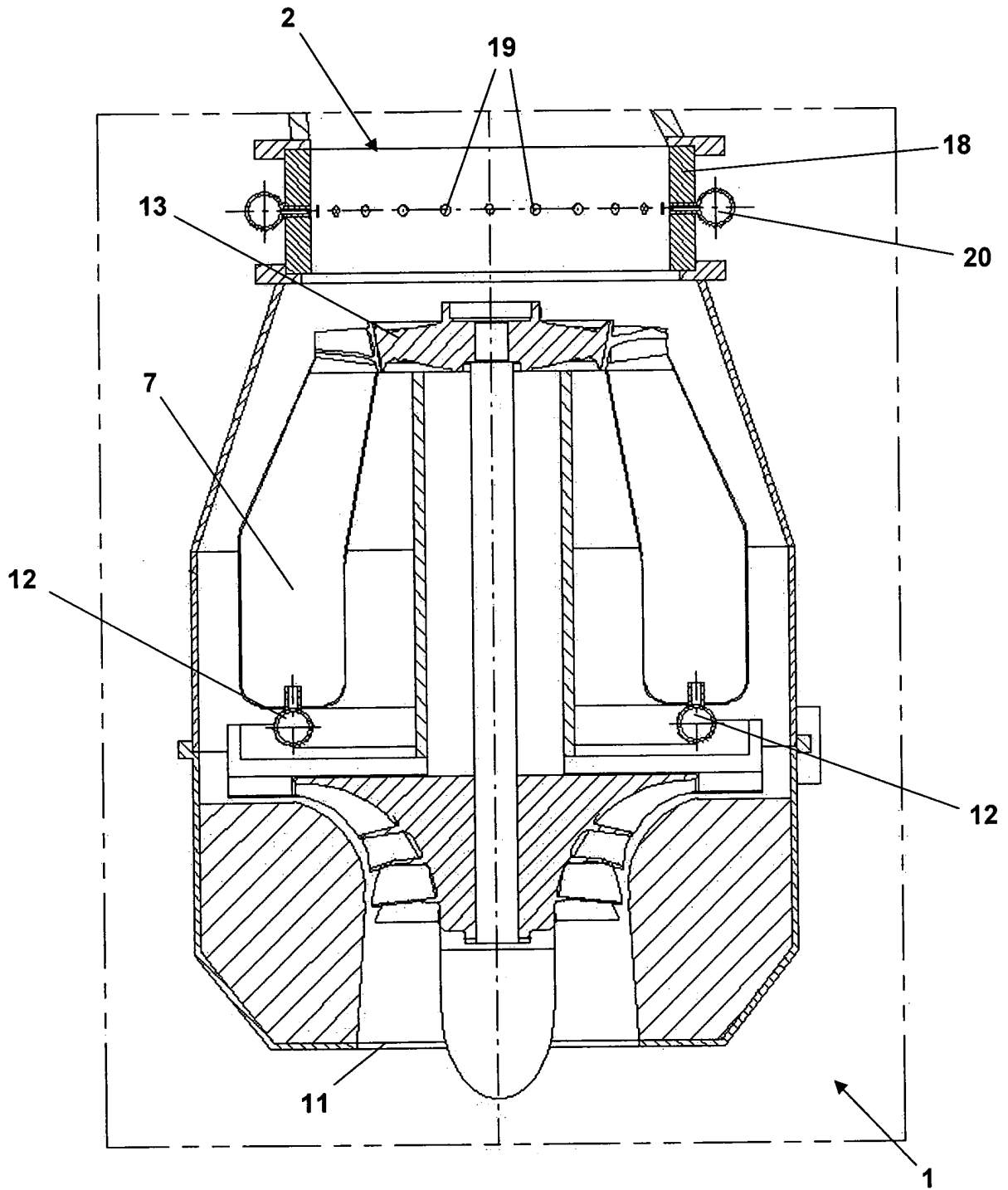
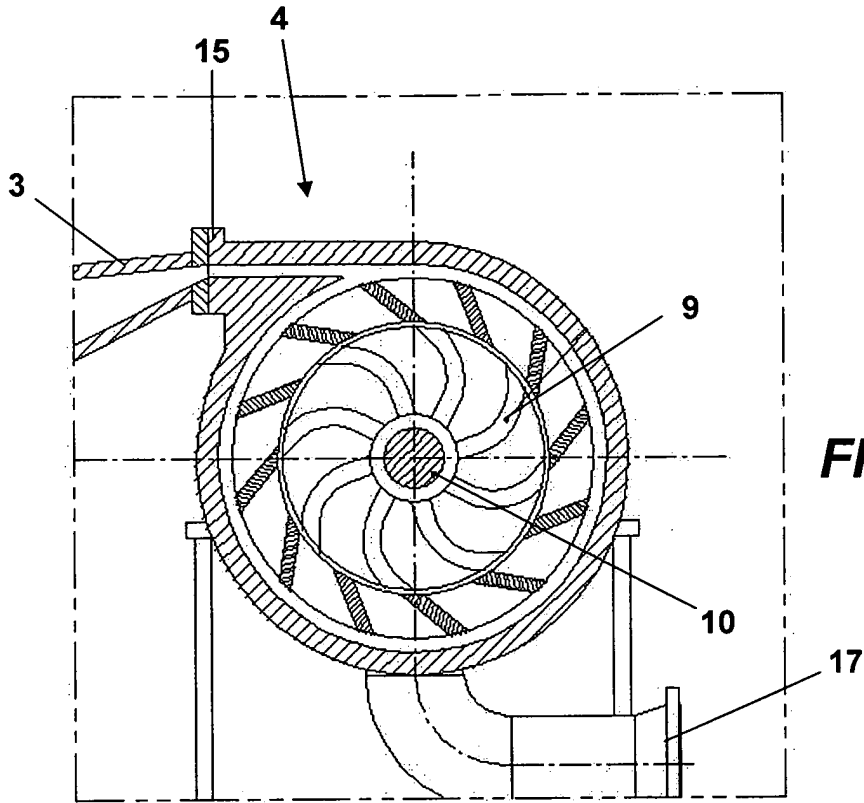


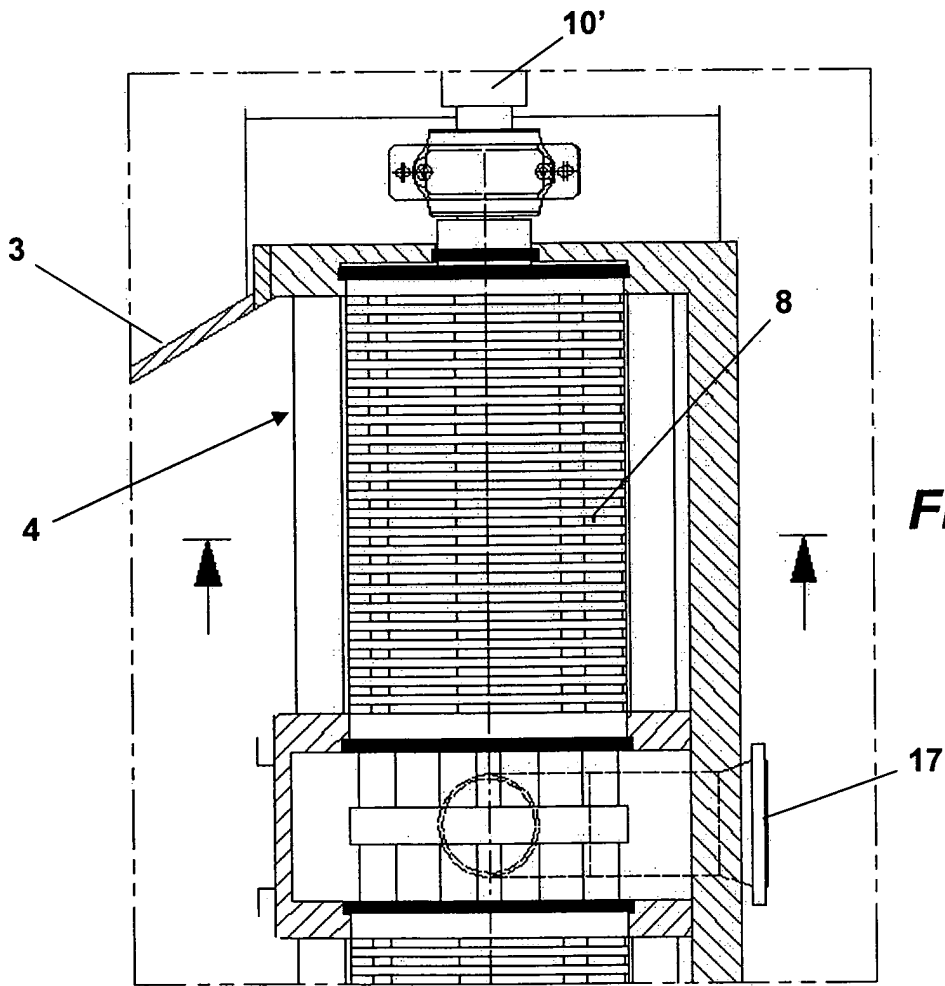
FIG 3

**FIG. 4**





**FIG. 6A**



**FIG. 6B**

**RESUMO****“SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM CICLO COMBINADO”**

A presente invenção refere-se a um sistema de geração de energia em um eixo rotativo que utiliza o conceito de ciclo combinado e tem por finalidade preferencial compor um sistema gerador de energia com alto rendimento e baixo custo. Mais particularmente, o sistema gerador de energia, mecânica, segundo a presente invenção compreende a combinação de uma turbina à gás acoplada em uma câmara geradora de vapor que, por sua vez, é acoplada a pelo menos uma turbina a vapor por meio de um duto condutor, sendo que, preferencialmente, a referida turbina é do tipo turbina a vapor de discos paralelos.