



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

(21) PI 0720451-5 A2



* B R P I 0 7 2 0 4 5 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 17/12/2007
(43) Data da Publicação: 14/01/2014
(RPI 2245)

(51) *Int.Cl.:*
C21B 13/06
F01K 7/00

(54) Título: EQUIPAMENTO E MÉTODO DE
GERAÇÃO DE ENERGIA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 18/12/2006 KR 10-2006-0129410

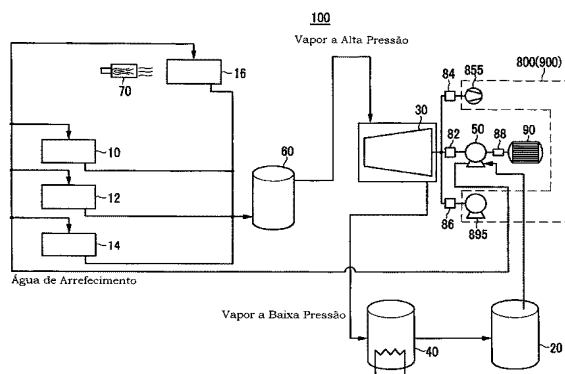
(73) Titular(es): Posco, Siemens Vai Metals Technologies GmbH
& CO.

(72) Inventor(es): Min-Chul Park , Myoung-Kyun Shin, Robert
Millner, Sang-Hoon Joo, Sang-Hyun Kim

(74) Procurador(es): Hugo Silva, Rosa & Maldonado-
Prop. Int

(86) Pedido Internacional: PCT KR2007006605 de
17/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/075870de
26/06/2008



“Equipamento e Método de Geração de Energia”

Relatório Descritivo

Campo técnico

A presente invenção relaciona-se com um equipamento
5 de geração de energia e um método de geração de energia usando o
mesmo e, mais especificamente, a um equipamento para gerar energia
usando um calor sensível de um gás de saída durante o fabrico de ferro
fundido e um método de geração de energia usando o mesmo.

Técnica Antecedente

10 Recentemente, foi pesquisado um processo de redução de
fusão, que pode substituir o método de alto-forno. No processo de
redução por fusão, o carvão bruto é diretamente usado como combusti-
vel e um agente redutor e o minério de ferro é diretamente usado como
fonte de ferro e, assim, o minério de ferro é reduzido num reator de
15 redução e o ferro fundido é fabricado num fusor-gasificador.

O oxigênio é injetado no fusor-gasificador e, então,
queima um leito compactado de carvão nele. O oxigênio é convertido
em um gás de redução e é descarregado a partir do fusor-gasificador. O
gás de redução descarregado a partir do fusor-gasificador é transferido
20 para um reator de redução. O minério de ferro é reduzido pelo gás de
redução no reator de redução. O gás de redução é descarregado a partir
do reator de redução como gás de saída depois de reduzir o minério de
ferro.

O pó contido no gás de saída é coletado pulverizando
25 água e o gás de saída é reformado em parte e é, então, novamente
usado como gás de redução. Visto que a temperatura do gás de saída é
elevada, o gás de saída tem muito calor sensível que é perdido durante

a circulação do mesmo.

Revelação

Problema Técnico

5 É proporcionado um equipamento de geração de energia e que é capaz de reciclagem da energia usando o calor sensível de um gás de saída durante o fabrico do ferro fundido. Além disso, é provido um método de geração de energia que é capaz de reciclar energia usando um calor sensível de um gás de saída durante o fabrico de ferro fundido.

Solução Técnica

10 Um método para gerar energia de acordo com uma modalidade da presente invenção inclui i) proporcionar um gás de saída descarregado a partir de um equipamento para fabrico de ferro fundido incluindo um reator de redução que proporciona ferro reduzido que é
15 reduzido a partir de minério de ferro e um fusor-gasificador que funde o ferro reduzido para produzir ferro fundido; ii) converter água de arrefecimento em vapor de alta pressão contatando a água de arrefecimento com o gás de saída; e iii) gerar energia a partir de pelo menos uma turbina a vapor suprindo o vapor a alta pressão para a turbina a vapor
20 e girando a turbina a vapor.

 O gás de saída pode ser descarregado depois de reduzir o minério de ferro no reator de redução, em que o reator de redução é um reator de redução de leito compactado ou um reator de redução de leito fluidizado no suprimento do gás de saída. O gás de saída pode ser
25 descarregado a partir do fusor-gasificador no suprimento do gás de saída. O equipamento para fabrico de ferro fundido pode, além disso, incluir um depósito de suprimento de ferro reduzido que supre o o ferro reduzido que é reduzido no reator de redução para o fusor-gasificador.

O depósito de suprimento de ferro reduzido pode ser conectado ao reator de redução e o fusor-gasificador. O gás de saída pode ser descarregado a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido no suprimento do gás de saída.

5 A temperatura do gás de saída depois que o gás de saída contata a água de arrefecimento pode estar numa faixa de 200°C até 250°C na conversão da água de arrefecimento em vapor a alta pressão. A água de arrefecimento pode contatar indiretamente o gás de saída na conversão da água de arrefecimento em vapor a alta pressão. A pressão
10 do vapor a alta pressão suprido para a turbina a vapor pode ser igual ou maior do que 40 bar.g na geração de energia.

Um método para geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode incluir, além disso: i) proporcionar vapor a baixa pressão que é descarregado a partir da turbina a
15 vapor que é girada pelo vapor a alta pressão; ii) proporcionar a água de arrefecimento arrefecendo o vapor a baixa pressão; e iii) suprir a água de arrefecimento para o gás de saída. Uma energia gerada na geração de energia pode ser usada no suprimento da água de arrefecimento para o gás de saída.

20 Um método para gerar energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode incluir, além disso: i) suprir água de processamento para o gás de saída que é contatado com a água de arrefecimento; ii) coletar pó a partir do gás de saída pulverizando
25 água usando a água de processamento; e iii) retirar a água de processamento que terminou de coletar pó por pulverização de água. A energia gerada na geração de energia pode ser usada no suprimento da água de processamento para o gás de saída.

Um método de geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode incluir, além disso, comprimir o

gás de saída que contatou com a água de arrefecimento. Uma energia gerada na geração de energia pode ser usada na compressão do gás de saída.

Um método para gerar energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode, além disso, incluir i) proporcionar vapor a baixa pressão que é descarregado a partir da turbina a vapor que é girada pelo vapor a alta pressão; ii) proporcionar água de arrefecimento arrefecendo o vapor a baixa pressão; iii) ramificar a água de arrefecimento; iv) aquecer a água de arrefecimento ramificada para convertê-la em vapor de elevada pressão em excesso; e v) suprir o vapor de alta pressão em excesso para a turbina a vapor. Um método de geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode, além disso, incluir armazenar o vapor a alta pressão. Pelo menos uma turbina a vapor pode incluir uma pluralidade de turbinas a vapor a serem conectadas umas às outras de uma maneira paralela na geração de energia.

Um equipamento de geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção inclui i) um depósito de armazenamento de água de arrefecimento que supre água de arrefecimento; ii) um gerador a vapor que converte a água de arrefecimento em vapor de alta pressão contatando a água de arrefecimento com gás de saída descarregado a partir de um equipamento para produção de ferro fundido incluindo um reator de redução que proporciona ferro reduzido que é reduzido a partir de minério de ferro e um fusor-gasificador que funde o ferro reduzido para produzir ferro fundido; e iii) pelo menos uma turbina a vapor que é conectada ao gerador a vapor, sendo gerando a turbina a vapor energia por ser girada pelo vapor a alta pressão suprido a partir do gerador a vapor.

O gerador a vapor pode incluir uma pluralidade de tubos através dos quais a água de arrefecimento passa e o gás de saída pode

contatar uma superfície exterior da pluralidade de tubos. O gás de saída pode ser descarregado depois de reduzir o minério de ferro no reator de redução. O equipamento de fabrico de ferro fundido pode incluir, além disso, uma linha de gás de saída através da qual passa o
5 gás de saída. A linha de gás de saída pode ser conectada ao reator de redução. O reator de redução pode ser um reator de redução de leito fluidizado ou um reator de redução de leito compactado. O gerador a vapor pode ser conectado à linha do gás de saída.

O equipamento para fabrico de ferro fundido pode, além
10 disso, incluir um compressor de gás instalado numa linha de suprimento do gás de saída ramificada a partir da linha do gás de saída e a turbina a vapor pode ser conectada ao compressor de gás para suprir energia para o compressor de gás. O gás de saída pode ser descarregado a partir do fusor-gasificador e o equipamento para produção de ferro
15 fundido pode incluir, além disso, uma linha de suprimento do gás de redução através da qual flui o gás de saída. A linha de suprimento do gás de redução pode ser conectada ao fusor-gasificador. O gerador a vapor pode ser conectado à linha de suprimento do gás de redução. O equipamento de produção de ferro fundido pode incluir, além disso, i)
20 um depósito de suprimento de ferro reduzido que conecta o reator de redução ao fusor-gasificador e supre ferro reduzido que é reduzido no reator de redução para o fusor-gasificador; e ii) uma linha de descarga do gás de saída que descarrega o gás de saída a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido. O gerador a vapor pode ser conectado à
25 linha de descarga do gás de saída. A temperatura do gás de saída depois de contatar a água de arrefecimento pode estar numa faixa de 220°C a 250°C. A pressão do vapor a alta pressão fornecido para a turbina a vapor pode ser igual ou maior do que 40bar.g.

O equipamento de geração de energia de acordo com uma
30 modalidade da presente invenção pode incluir, além disso, i) um con-

densador que arrefece o vapor a baixa pressão que é descarregado a partir da turbina a vapor para converter o vapor a baixa pressão na água de arrefecimento; e ii) uma bomba de circulação da água de arrefecimento que é conectada ao condensador e supre a água de arrefecimento para o gerador a vapor. A turbina a vapor pode ser conectada à bomba de circulação da água de arrefecimento para fornecimento de energia para a bomba de circulação da água de arrefecimento.

O equipamento de produção de ferro fundido pode incluir, além disso, i) um depurador que coleta o pó contido no gás de saída pulverizando água; ii) um depósito de armazenagem da água de processamento que é conectado ao depurador para suprir água de processamento para o depurador e retirar a água de processamento que terminou de coletar o pó pulverizando água; e iii) uma bomba de circulação da água de processamento que é conectada ao depósito de armazenagem da água de processamento e o depurador, circulando a bomba de circulação da água de processamento a água de processamento entre o depósito de armazenagem da água de processamento e o depurador. A turbina a vapor pode ser conectada à bomba de circulação da água de processamento para suprimento de energia para a bomba de circulação da água de processamento.

O equipamento de geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode incluir, além disso, um gerador de vapor em excesso que aquece água de arrefecimento ramificada a partir da água de arrefecimento suprida para o gerador a vapor para convertê-lo em vapor de alta pressão em excesso e supre o vapor de alta pressão em excesso para a turbina a vapor. O equipamento de geração de energia de acordo com uma modalidade da presente invenção pode incluir, além disso, um depósito de armazenagem de vapor que conecta o gerador a vapor à turbina a vapor e armazena o vapor a alta pressão

gerado a partir do gerador a vapor. Pelo menos uma turbina a vapor pode incluir uma pluralidade de turbinas a vapor conectadas umas às outras de uma maneira paralela.

Efeitos Vantajosos

5 A eficiência de utilização de energia pode ser melhorada gerando energia usando o calor sensível do gás de saída durante a produção de ferro fundido. Além disso, a redução da energia do gás de redução pode ser elevada abaixando a temperatura do gás de redução usando gás de saída arrefecido durante a produção de ferro fundido.

Descrição de Desenhos

10 A **Figura 1** é uma vista esquemática de um equipamento de geração de energia de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

15 A **Figura 2** é uma vista em perspectiva esquemática de uma estrutura interna do gerador a vapor da Figura 1.

 A **Figura 3** é uma vista esquemática de um equipamento de produção de ferro fundido conectado ao equipamento para geração de energia da Figura 1.

20 A **Figura 4** é uma vista esquemática de outro equipamento de produção de ferro fundido conectado ao equipamento para geração de energia da Figura 1.

 A **Figura 5** é uma vista esquemática de um equipamento de produção de energia de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

Melhor Modo

As modalidades exemplificativas da presente invenção serão explicadas em detalhe abaixo com referência aos desenhos anexos para que aquelas pessoas qualificadas na técnica no campo da presente invenção facilmente realizem a presente invenção. Contudo, a presente invenção pode ser materializada de várias formas e não é limitada às modalidades explicadas abaixo. Além disso, números de referência semelhantes referem-se a elementos semelhantes no Relatório Descritivo e desenhos presentes.

Todos os termos incluindo termos técnicos e científicos aqui usados têm o mesmo significado conforme comumente entendido por uma pessoa de capacidade ordinária na técnica a que esta invenção pertence. Será entendido, além disso, que termos tais como aqueles definidos em dicionários comumente usados devem ser interpretados como tendo um significado que é consistente com o seu significado no contexto da técnica relevante e a revelação presente e não serão interpretados num sentido idealizado ou sobremodo formal, a menos que expressamente assim aqui definido.

A Figura 1 mostra esquematicamente um equipamento para geração de energia 100 de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. Uma área circundada por uma linha pontilhada na Figura 1 ilustra equipamentos para a produção de ferro fundido 800 e 900 (mostrado nas Figuras 3 e 4) conectados ao equipamento de produção de energia 100.

Como ilustrado na Figura 1, o equipamento de geração de energia 100 inclui geradores de vapor 10, 12, e 14, um depósito de armazenamento de água de arrefecimento 20 e uma turbina a vapor 30. Além disso, o equipamento para geração de energia 100 inclui, além disso, um condensador 40, uma bomba de circulação da água de arrefecimento 50, um depósito de armazenagem de vapor 60, um queimador 70 e transmissões de energia 82, 84 e 86.

A Figura 1 mostra esquematicamente um equipamento para geração de energia 100 de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. A estrutura do equipamento para geração de energia 100 da Figura 1 é meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não fica limitada a ela. Portanto, a estrutura do equipamento para geração de energia 100 pode ser mudada para outras formas.

Conforme mostrado na Figura 1, o equipamento de geração de energia 100 inclui geradores de vapor 10, 12 e 14, um depósito de armazenamento de água de arrefecimento 20 e uma turbina a vapor 30. Além disso, o equipamento para gerar energia 100 inclui, além disso, um condensador 40, uma bomba de circulação da água de arrefecimento 50, um depósito de armazenagem de vapor 60, um queimador 70 e transmissões de energia 82, 84 e 86.

Conforme mostrado na Figura 1, os geradores a vapor 10, 12 e 14 incluem primeiro, segundo e terceiro geradores de vapor 10, 12 e 14. Os geradores a vapor 10, 12 e 14 permutam o calor da água de arrefecimento com os gases de saída descarregados a partir dos equipamentos de produção de ferro fundido 800 e 900 (mostrados na Figuras 3 e 4). Portanto, a água de arrefecimento é convertida em vapor de alta pressão pelo calor sensível do gás de saída quente. Estruturas internas dos geradores a vapor 10, 12 e 14 serão explicadas em detalhe abaixo com referência à Figura 2.

Conforme mostrado na Figura 1, o vapor a alta pressão acima descrito é armazenado no depósito de armazenagem de vapor 60 conectado aos geradores a vapor 10, 12 e 14. O depósito de armazenagem de vapor 60 conecta os geradores a vapor 10, 12 e 14 à turbina a vapor 30. Embora o depósito de armazenagem de vapor 60 seja desenhado na Figura 1, pode ser omitido.

O vapor a alta pressão descarregado a partir do depósito de armazenagem de vapor 60 é suprido para a turbina a vapor 30. A pressão do vapor a alta pressão fornecido para a turbina a vapor 30 é igual ou maior do que 40bar.g. Portanto, a turbina a vapor 30 pode ser operada com uma velocidade desejada pelo vapor a alta pressão e a eficiência operacional da turbina a vapor 30 pode ser otimizada.

A turbina a vapor 30 gira para gerar energia pelo vapor a alta pressão a ela fornecido. O vapor a alta pressão suprido para a turbina a vapor 30 gira a turbina a vapor 30 enquanto se expande, arrefecendo e sendo descarregado para fora como vapor a baixa pressão. É possível comprimir o gás, operar uma bomba e gerar eletricidade pela energia rotativa da turbina a vapor 30. Isto será explicado em detalhe como se segue.

Primeiramente, como mostrado na Figura 1, a turbina a vapor 30 é conectada à bomba de circulação da água de arrefecimento 50 pela transmissão de energia 82. Portanto, a turbina a vapor 30 transfere energia para a bomba de circulação da água de arrefecimento 50. Isto é, a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 gira em conjunto com a turbina rotativa a vapor 30 para circular a água de arrefecimento. A transmissão de energia 82 também é chamada de acoplamento. Visto que a transmissão de energia 82 pode incluir engrenagens de redução etc., a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 pode girar com uma velocidade de rotação que é mais baixa do que aquela da turbina a vapor 30. Uma vez que as estruturas de conexão da turbina a vapor 30, a transmissão de energia 82 e a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 podem ser facilmente entendidas por aquelas pessoas qualificadas na técnica, é omitida uma descrição detalhada das mesmas.

Conforme mostrado na Figura 1, a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 recebe a água de arrefecimento suprida a

partir do depósito de armazenamento da água de arrefecimento 20 e transfere-a para os geradores a vapor 10, 12 e 14. Portanto, a energia gerada a partir da turbina a vapor 30 é usada na bomba de circulação da água de arrefecimento 50 para suprir a água de arrefecimento para o gás de saída e, assim, o vapor a alta pressão pode ser continuamente produzido nos geradores a vapor 10, 12 e 14.

Enquanto isso, a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 é conectada a outro eixo que é diferente de um eixo a que a transmissão de energia 82 é conectada. A bomba de circulação da água de arrefecimento 50 e um motor elétrico 90 são conectados um ao outro pela transmissão de energia 88. Portanto, o motor elétrico 90 é acionado para girar por eletricidade separada mesmo quando a turbina a vapor 30 não opera, sendo, assim, capaz de operar a bomba de circulação da água de arrefecimento 50. Por exemplo, a bomba de circulação da água de arrefecimento 50 pode ser operada pelo motor elétrico 90 antes da turbina a vapor 30 ser acionada. Como resultado, a água de arrefecimento pode ser continuamente circulada.

Em segundo lugar, conforme mostrado na Figura 1, a turbina a vapor 30 opera um compressor de gás 855 pela transmissão de energia 84. Visto que a transmissão de energia 84 inclui engrenagens de redução etc., uma velocidade de rotação do compressor de gás 855 pode ser bem controlada. Uma vez que as estruturas de conexão da turbina a vapor 30, a transmissão de energia 84 e o compressor de gás 855 podem ser facilmente entendidos por aquelas pessoas qualificadas na técnica, é omitida uma descrição detalhada das mesmas. O compressor de gás 855 comprime o gás que entrou por uma energia de rotação no gás com uma pressão elevada. Portanto, o gás pode ser descarregado para fora depois de sua pressão ser elevada. Neste caso, o gás de alta pressão é suprido para os reformadores (*reformers*) de gás 880 (mostrados nas Figuras 3 e 4), maximizando, assim, a eficiência de

reforming do gás.

Em terceiro lugar, conforme mostrado na Figura 1, a turbina a vapor 30 pode transferir energia para uma bomba de circulação da água de processamento 895 (mostrada nas Figuras 3 e 4). A

5 turbina a vapor 30 é conectada à bomba de circulação da água de processamento 895 pela transmissão de energia 86. Visto que a bomba de circulação da água de processamento 895 inclui engrenagens de redução etc., a bomba de circulação da água de processamento 895 pode ser girada com uma velocidade de rotação pretendida. Uma vez

10 que as estruturas de conexão da turbina a vapor 30, a transmissão de energia 86 e a bomba de circulação da água de processamento 895 podem ser facilmente entendidas por aquelas pessoas qualificadas na técnica, é omitida uma descrição detalhada da mesma. Aqui, a bomba de circulação da água de processamento 895 circula a água de proces-

15 samento, coletando, assim, o pó contido no gás de saída descarregado a partir dos equipamentos de produção de ferro fundido 800 e 900 pulverizando água. Como resultado, a bomba de circulação da água de processamento 895 incluída nos equipamentos de produção de ferro fundido 800 e 900 pode ser operada pela turbina a vapor 30 e, assim, a

20 energia pode ser recirculada.

Conforme mostrado na Figura 1, o vapor a baixa pressão descarregado a partir da turbina a vapor 30 é arrefecido no condensador 40 para ser convertido na água de arrefecimento. Outra água de arrefecimento atravessa uma pluralidade de tubos no condensador 40 e

25 o vapor a baixa pressão contata as superfícies exteriores da pluralidade de tubos. Portanto, o calor é tirado do vapor a baixa pressão a ser convertida na água de arrefecimento. Depois que a água de arrefecimento é armazenada no depósito de armazenamento de água de arrefecimento 20, é suprido para a bomba de circulação da água de arrefeci-

30 mento 50, circulando, assim, no equipamento de produção de energia

100.

Enquanto isso, se uma quantidade do vapor a alta pressão for deficiente, pode ser aumentada fabricando o vapor a alta pressão, conforme necessário. Isto é, conforme mostrado na Figura 1, a água de arrefecimento ramificada a partir da água de arrefecimento
5 suprida até os geradores a vapor 10, 12 e 14 é fornecida para o gerador de vapor em excesso 16. O oxigênio e o combustível são supridos para o queimador 70, aquecendo, assim, o gerador de vapor em excesso 16 com gás de combustão quente. Portanto, a água de arrefecimento que
10 passa através do gerador de vapor em excesso 16 é aquecida para ser convertida em vapor a alta pressão. Depois do vapor de elevada pressão em excesso gerado a partir do gerador de vapor em excesso 16 ser armazenado no depósito de armazenagem de vapor 60, é suprido para a turbina a vapor 30. Portanto, se uma quantidade do vapor a alta
15 pressão for deficiente, pode ser facilmente aumentada. Uma estrutura interna do primeiro gerador de vapor 10 da Figura 1 será explicada em detalhe com referência à Figura 2.

A Figura 2 ilustra esquematicamente o primeiro gerador de vapor 10 da Figura 1. Uma de estrutura interna do mesmo está
20 aumentada para ser mostrada num círculo aumentado da Figura 2. A estrutura do primeiro gerador de vapor 10 pode ser identicamente adaptada àquelas do segundo e do terceiro geradores de vapor 12 e 14 (mostrados na Figura 1). Além disso, a estrutura do primeiro gerador de vapor 10 da Figura 2 é meramente para ilustrar a presente invenção
25 e a presente invenção não fica limitada a ela. Portanto, a estrutura do primeiro gerador de vapor 10 pode ser modificada para outras formas.

Conforme mostrado na Figura 2, o primeiro gerador de vapor 10 inclui um revestimento 101 e uma pluralidade de tubos 1033. Depois que a água de arrefecimento entra num tubo de entrada 1031,
30 passa através da pluralidade de tubos 1033, enquanto é neles ramifica-

da. Como mostrado no círculo aumentado da Figura 2, a água de arrefecimento atravessa a pluralidade de tubos 1033 enquanto é aquecida pelo gás de saída, sendo, assim, convertida em vapor a alta pressão. O vapor a alta pressão é descarregado para fora por um tubo de saída 1035 a que a pluralidade de tubos 1033 se junta.

O gás de saída contata as superfícies exteriores da pluralidade de tubos 1033, transferindo, assim, o seu calor sensível para a pluralidade de tubos 1033. Isto é, o gás de saída contata indiretamente a água de arrefecimento. Se o gás de saída e a água de arrefecimento contatassem diretamente um com o outro, a poeira no gás de saída ficaria contida na água de arrefecimento, embora a permuta térmica pudesse ser melhor realizada. Portanto, a eficiência de arrefecimento da água de arrefecimento é deteriorada. Visto que o primeiro gerador de vapor 10 inclui a pluralidade de tubos 1033, uma área de contato entre o gás de saída e a pluralidade de tubos 1033 é maximizada. Portanto, o calor sensível do gás de saída pode ser eficientemente transferido para a água de arrefecimento de passagem através da pluralidade de tubos 1033.

Enquanto isso, o gás de saída entra no primeiro gerador de vapor 10 pela entrada do gás de saída 1051. O gás de saída é arrefecido no primeiro gerador de vapor 10, ao mesmo tempo em que aquece uma pluralidade de tubos 1033. O gás de saída arrefecido é descarregado para fora pela saída do gás de saída 1055.

Conforme mostrado na Figura 2, as direções de entrada e saída do gás de saída são opostas àsquelas da água de arrefecimento no primeiro gerador de vapor 10. Isto é, o primeiro gerador de vapor 10 é de um tipo de contracorrente. Todavia, o gerador a vapor 10 pode ser projetado para ser de um tipo concorrente, isto é, um tipo em que as direções de entrada e saída do gás de saída são as mesmas que aquelas da água de arrefecimento.

A Figura 3 mostra esquematicamente um equipamento de produção de ferro fundido 800 conectado ao equipamento para gerar energia 100 da Figura 1.

Conforme mostrado na Figura 3, o equipamento para
5 fabrico de ferro fundido 800 inclui um reator de redução de leito fluidi-
zado 820, um equipamento de produção de ferro compactado 830, um
fusor-gasificador 810 e uma linha de suprimento do gás de redução
840. Além disso, o equipamento de produção de ferro fundido 800
inclui ainda um dispositivo de equalização de pressão a quente 812 e
10 um depósito de armazenagem de finos de ferro reduzido 816. O equi-
pamento de fabrico de ferro fundido 800 pode incluir outros dispositi-
vos, se necessário.

Conforme mostrado na Figura 3, o reator de redução de
leito fluidizado 820 inclui primeiro, segundo, terceiro e quarto reatores
15 de redução do leito fluidizado 824, 825, 826 e 827. O primeiro, o
segundo, o terceiro e o quarto reatores de redução do leito fluidizado
824, 825, 826 e 827 são conectados continuamente uns com os outros.
Um gás de redução a partir do f a partir do fusor-gasificador 810 é
suprido para o reator de redução do leito fluidizado 820 por uma linha
20 de suprimento de gás de redução 840 e, assim, o reator de redução do
leito fluidizado 820 reduz o minério de ferro para proporcionar ferro
reduzido. O primeiro reator de redução de leito fluidizado 824 pré-
aquece o minério de ferro suprido pelo gás de redução. O segundo e o
terceiro reatores de redução do leito fluidizado 825 e 826 pré-reduzem o
25 minério de ferro pré-aquecido. Além disso, o quarto reator de redução
de leito fluidizado 827 reduz finalmente o minério de ferro pré-reduzido
para produzir finos de minério de ferro.

O reator de redução de leito fluidizado 820 transfere finos
de ferro reduzido para um equipamento de fabrico de ferro compactado
30 830. O equipamento de fabrico de ferro compactado 830 comprime os

finos de ferro reduzido. Se os finos de ferro reduzido forem diretamente carregados no fusor-gasificador 810, os finos de ferro reduzido são dispersados para fora por um gás de redução no fusor-gasificador 810. Além disso, se os finos de ferro reduzido forem diretamente carregados no fusor-gasificador 810, a permeabilidade de um espaço interno do fusor-gasificador 820 pode ser deteriorada. Portanto, depois dos finos de ferro reduzido serem fabricados em ferro compactado pelo equipamento de produção de ferro compactado 830, são fornecidos para o fusor-gasificador 810.

Conforme mostrado na Figura 3, o equipamento de fabrico de ferro compactado 830 inclui um depósito de armazenagem 831, um par de cilindros 833, um britador 835 e um depósito de armazenagem de ferro compactado 837. O depósito de armazenagem 831 armazena temporariamente os finos de ferro reduzido. Os finos de ferro reduzido são descarregados a partir do depósito de armazenagem 831 para serem fabricados em ferro compactado do tipo de tiras pelo par de cilindros 833. O britador 835 esmaga o ferro compactado para ser fabricado de um tamanho apropriado. O ferro compactado esmagado é armazenado no depósito de armazenagem de ferro compactado 837.

O dispositivo de equalização de pressão a quente 812 conecta o equipamento de produção de ferro compactado 830 ao depósito de suprimento de ferro reduzido 816. O dispositivo de equalização de pressão a quente 812 controla uma pressão entre o equipamento de fabrico de ferro compactado 830 e o depósito de suprimento de ferro reduzido 816 para alimentação forçada do ferro compactado a partir do equipamento de produção de ferro compactado 830 para o depósito de suprimento de ferro reduzido 816. O depósito de suprimento de ferro reduzido 816 armazena o ferro compactado e supre-o para o fusor-gasificador 810.

O ferro compactado é carregado no fusor-gasificador 810 e nele fundido. Os materiais carbonáceos a granel são carregados no fusor-gasificador 810 e formam nele um leito compactado de carvão. Aqui, os materiais carbonáceos a granel podem ser, por exemplo, carvão ou briquetes de carvão a granel. O oxigênio é injetado no fusor-gasificador 810, queimando, assim, o leito compactado de carvão e fundindo o ferro compactado pelo calor de combustão do leito compactado de carvão. O ferro compactado é fundido para ser produzido em ferro fundido e é descarregado.

O gás de redução gerado a partir do leito compactado de carvão é suprido para o reator de redução do leito fluidizado 820 e o depósito de suprimento de ferro reduzido 816 pela linha de suprimento do gás de redução 840. Portanto, o ferro compactado fornecido para o depósito de suprimento de ferro reduzido 816 pode ser reduzido novamente. Enquanto isso, embora não mostrado na Figura 3, o minério de ferro grosseiro, por exemplo, minério de ferro de um tamanho de grão igual ou maior do que 8 mm, pode ser suprido para o depósito de suprimento de ferro reduzido 816.

Conforme mostrado na Figura 3, o gás de saída ventilado a partir do primeiro reator de redução do leito fluidizado 824 é descarregado para fora pela linha do gás de saída 850. O primeiro gerador de vapor 10 e o primeiro depurador 891 estão instalados na linha de gás de saída 850. Embora o primeiro gerador de vapor 10 e o primeiro depurador 891 estejam instalados na linha de gás de saída 850 e a ela conectados, eles podem não ser instalados na linha de gás de saída 850 propriamente mas podem ser meramente conectados a ela.

O gás de saída é arrefecido enquanto passa através do primeiro gerador de vapor 10 (refira-se à Figura 1). Isto é, embora a temperatura do gás de saída descarregado a partir do primeiro reator de redução do leito fluidizado 824 esteja numa faixa de 400°C até 450°C,

ele muda para uma faixa de 200°C até 250°C depois de contatar a água de arrefecimento, enquanto passa através do primeiro gerador de vapor 10. Se a temperatura do gás de saída for mais baixa do que 200°C, o alcatrão contido no gás de saída é condensado num estado sólido, interrompendor, assim, a transferência de calor do gás de saída. Além disso, se a temperatura do gás de saída for mais alta do que 250°C, o gás de saída é misturado com o gás de redução e, então, a temperatura do gás de redução é muito elevada e, assim, o minério de ferro pode ficar colado no lado interno do reator de redução do leito fluidizado 820. Portanto, a temperatura do gás de saída é controlada dentro da faixa acima descrita.

A seguir, conforme mostrado na Figura 3, o gás de saída é arrefecido pela água de processamento que é pulverizada a partir do primeiro depurador 891 novamente. A água de processamento que coleta partículas de finos contidas no gás de saída e completa a coleta de pó pulverizando água é retornada para o depósito de armazenagem da água de processamento 897. As partículas de finos contidas na água de processamento são descarregadas para fora na forma de pasta misturada com a água do depósito de armazenagem da água de processamento 897 e são removidas. A água de processamento, a partir da qual a pasta é removida, é novamente suprida para o primeiro depurador 891 pela bomba de circulação da água de processamento 895. A bomba de circulação da água de processamento 895 é conectada ao depósito de armazenagem da água de processamento 897 e o primeiro depurador 891, circulando, assim, a água de processamento entre eles. O gás de saída arrefecido pelo primeiro depurador 891 é em parte ventilado para fora e o remanescente do gás de saída é misturado com o gás de redução descarregado a partir do fusor-gasificador 810 através da linha de suprimento do gás de saída 857. Um removedor de alcatrão 853, um compressor de gás 855 e um reformador de gás 880 estão instalados na linha de suprimento do gás de saída 857 que é ramificada

a partir da linha de gás de saída 850. O removedor de alcatrão 853 remove o alcatrão contido no gás de saída e o compressor de gás 855 aumenta a pressão do gás de saída. O reformador de gás 880 remove os componentes que influenciam negativamente reduzindo a energia do gás de redução, tais como gás carbônico, a partir do gás de saída.

Conforme mostrado na Figura 3, o segundo gerador a vapor 12 está instalado na linha de suprimento do gás de redução 840 e é conectado a ela. O segundo gerador a vapor 12 converte a água de arrefecimento no vapor a alta pressão usando o calor sensível do gás de saída descarregado a partir do fusor-gasificador 810. Portanto, a temperatura do gás de saída que flui através da linha de suprimento do gás de redução 840 pode ser abaixada. A temperatura do gás de redução suprido para o reator de redução do leito fluidizado 820 é elevada, visto que está numa faixa de mais ou menos 900°C a 950°C. Todavia, a temperatura do gás de saída é abaixada pelo segundo gerador a vapor 12 e, assim, a temperatura do gás de redução muda para ficar numa faixa de 700°C até 800°C.

Enquanto isso, conforme mostrado na Figura 3, o gás de saída é descarregado a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido 816 através de uma linha de descarga do gás de saída 854. O terceiro gerador de vapor 14 está instalado na linha de descarga do gás de saída 854 e é conectado a ela. O gás de saída é arrefecido pelo terceiro gerador de vapor 14 de modo a ficar a uma temperatura numa faixa de 500°C até 600°C. O gás de saída arrefecido é purificado pela água pelo segundo depurador 893. As partículas de finos contidas no gás de saída são coletadas pela água de processamento que é pulverizada a partir do segundo depurador 893 e são, então, descarregadas para fora como uma pasta a partir do depósito de armazenagem da água de processamento 897. O gás de saída processado pela purificação da água é suprido para a linha de suprimento do gás de saída 850 e é

descarregado para fora ou usado como gás de redução.

Conforme descrito acima, a bomba de circulação da água de processamento 895 e o compressor de gás 855 podem ser operados pelo vapor a alta pressão gerado a partir dos geradores a vapor 10, 12 e 14 usando o calor sensível do gás de saída. Portanto, a quantidade de energia usada do equipamento de produção de ferro fundido 800 pode ser minimizada.

A Figura 4 mostra esquematicamente outro equipamento de produção de ferro fundido 900 conectado ao equipamento para geração de energia da Figura 1. Visto que a estrutura do equipamento de fabrico de ferro fundido 900 da Figura 4 é semelhante àquele do equipamento de produção de ferro fundido 800 da Figura 3, os elementos semelhantes são referidos com números de referência semelhantes e são omitidas descrições detalhada dos mesmos.

Conforme mostrado na Figura 4, depois que o ferro reduzido é fabricado usando um reator de redução de leito compactado 922, é carregado no fusor-gasificador 810 e é fabricado em ferro fundido. Os materiais carbonáceos a granel são carregados no fusor-gasificador 810, é nele formado um leito de carvão compactado e um gás de redução é descarregado a partir dele. O gás de redução é suprido para o reator de redução de leito compactado 922 através de uma linha de suprimento do gás de redução 840, convertendo, assim, o minério de ferro em ferro reduzido.

O gás de saída é descarregado a partir do reator de redução de leito compactado 922 através de uma linha de gás de saída 950. O primeiro gerador de vapor 10 está instalado na linha de gás de saída 950. O vapor a alta pressão é gerado a partir do primeiro gerador de vapor 10 retirando o calor sensível do gás de saída. Além disso, o vapor de alta pressão pode ser gerado no segundo gerador a vapor 12

usando o calor sensível do gás de saída descarregado a partir do fusor-gasificador 810. Portanto, outro equipamento de produção de ferro fundido 900 é conectado ao equipamento para gerar energia 100 da Figura 1, reduzindo, assim, a quantidade de energia usada.

5 A Figura 5 mostra esquematicamente um equipamento de produção de energia 200 de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção. Visto que uma estrutura do equipamento para gerar energia 200 da Figura 5 é a mesma que aquela do equipamento para gerar energia 100 da Figura 1, números de referência semelhantes
10 referem-se a elementos semelhantes e são omitidas descrições detalhadas das mesmas. Além disso, o equipamento de produção de energia 200 da Figura 5 pode ser usado para ser conectado aos equipamentos de produção de ferro fundido 100 e 200 das Figuras 3 e 4, respectivamente.

15 Conforme mostrado na Figura 5, o equipamento para gerar energia 200 inclui uma pluralidade de turbinas a vapor 32, 34 e 36 conectadas umas às outras de uma maneira paralela. Aqui, a pluralidade de turbinas a vapor 32, 34 e 36 inclui primeira, segunda e terceira turbinas de vapor 32, 34 e 36. Portanto, as turbinas a vapor
20 32, 34 e 36 são pequenas, maximizando, assim, a geração de energia.

 A presente invenção será explicada em detalhe com referência ao Exemplo Exemplificativo abaixo. O Exemplo Exemplificativo é meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não é limitada a ele.

25

Exemplo

 O calor sensível do gás de saída é retirado usando um equipamento de produção de ferro fundido provido com uma estrutura que é a mesma que aquela do equipamento para fabrico de ferro fundi-

do da Figura 1. Um calor sensível retirado do gás de saída é usado no equipamento para gerar energia proporcionada com uma estrutura que é a mesma que aquela do equipamento para gerar energia da Figura 2. Uma quantidade da energia usada no equipamento para fabrico de ferro fundido foi de 4.945 Mcal/tHm por 1 tonelada de ferro fundido antes que o equipamento de geração de energia foi usado.

O calor sensível do gás de saída, que é obtido quando é produzido ferro fundido no equipamento de fabrico de ferro fundido, foi mensurado. O calor sensível foi medido a partir de um gás de saída descarregado do fusor-gasificador, aquele do reator de redução do leito fluidizado e aquele do depósito de suprimento de ferro compactado. O calor sensível do gás de saída descarregado a partir do fusor-gasificador foi de 58 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido e aquele do reator de redução do leito fluidizado foi de 111 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido. Além disso, o calor sensível do gás de saída descarregado a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido foi de 22 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido.

A quantidade total de calor sensível do gás de saída acima descrito foi de 291 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido. A eletricidade foi produzida retirando o calor sensível total acima a partir do equipamento para gerar energia. Como resultado, a quantidade de energia usada no equipamento para fabrico de ferro fundido foi de 4.652 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido. Portanto, a energia de 293 Mcal/tHm por tonelada de ferro fundido pôde ser reduzida usando o equipamento de produção de energia. Isto é, uma redução de energia de 6% ocorrida pelo uso do equipamento de produção de energia.

“Equipamento e Método de Geração de Energia”

Reivindicações

1 - Método de Geração de Energia, caracterizado por que o método compreende:

5 proporcionar um gás de saída descarregado a partir de um equipamento de produção de ferro fundido compreendendo um reator de redução que provê ferro reduzido que é reduzido a partir de minério de ferro e um fusor-gasificador que funde o ferro reduzido para produzir ferro fundido;

10 converter água de arrefecimento em vapor de alta pressão contatando a água de arrefecimento com o gás de saída; e

 gerar energia a partir de pelo menos uma turbina a vapor suprindo o vapor a alta pressão para a turbina a vapor e girando a turbina a vapor.

15 **2 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o gás de saída é descarregado depois de reduzir o minério de ferro no reator de redução e por que o reator de redução é um reator de redução de leito compactado ou um reator de redução do leito fluidizado no suprimento do gás de saída.

20 **3 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o gás de saída é descarregado a partir do fusor-gasificador no suprimento do gás de saída.

4 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o equipamento de produção de ferro fundido
25 compreende, além disso, um depósito de suprimento de ferro reduzido que supre o ferro reduzido que é reduzido no reator de redução para o

fusor-gasificador, sendo o depósito de suprimento de ferro reduzido conectado ao reator de redução e o fusor-gasificador e por que o gás de saída é descarregado a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido no suprimento do gás de saída.

5 **5 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que uma temperatura do gás de saída depois do gás de saída contatar a água de arrefecimento está numa faixa de 200°C até 250°C na conversão da água de arrefecimento em vapor de alta pressão.

10 **6 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a água de arrefecimento contata indiretamente o gás de saída na conversão da água de arrefecimento em vapor de alta pressão.

15 **7 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a pressão do vapor a alta pressão suprido para a turbina a vapor é igual ou maior do que 40bar.g na geração de energia.

8 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende, além disso:

proporcionar vapor a baixa pressão que é descarregado a partir da turbina a vapor que é girada pelo vapor a alta pressão;

20 proporcionar a água de arrefecimento arrefecendo o vapor a baixa pressão; e

suprir a água de arrefecimento para o gás de saída, em que a energia gerada na geração de energia é usada no suprimento da água de arrefecimento para o gás de saída.

25 **9 - Método de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende, além disso:

suprir a água de processamento para o gás de saída que
contatou a água de arrefecimento;

coletar o pó do gás de saída pulverizando água usando a
água de processamento; e

5 retirar a água de processamento, quando ela terminou de
coletar pó pulverizando água,

em que energia gerada na geração de energia é usada no
suprimento da água de processamento para o gás de saída.

10 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1,
10 **caracterizado** por que compreende, além disso, comprimir o gás de
saída que contatou a água de arrefecimento e por que a energia gerada
na geração de energia é usada para comprimir o gás de saída.

11 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1,
caracterizado por que compreende, além disso:

15 proporcionar vapor a baixa pressão que é descarregado a
partir da turbina a vapor que é girada pelo vapor a alta pressão;

proporcionar a água de arrefecimento arrefecendo o vapor
a baixa pressão;

ramificar a água de arrefecimento;

20 aquecer a água de arrefecimento ramificada para conver-
tê-la em vapor de alta pressão em excesso; e

suprir o vapor de alta pressão em excesso para a turbina
a vapor.

12 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1,

caracterizado por que compreende, além disso, armazenar o vapor a alta pressão.

13 - Método de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que pelo menos uma turbina a vapor compreende uma pluralidade de turbinas a vapor a serem conectadas umas às outras de uma maneira paralela na geração de energia.

14 - Equipamento de Geração de Energia, **caracterizado** por que compreende:

um depósito de armazenamento de água de arrefecimento
que supre água de arrefecimento;

um gerador a vapor que converte a água de arrefecimento em vapor de alta pressão contatando a água de arrefecimento com o gás de saída descarregado a partir de um equipamento de produção de ferro fundido compreendendo um reator de redução que proporciona ferro reduzido que é reduzido a partir do minério de ferro e um fusor-gasificador que funde o ferro reduzido para produzir ferro fundido; e

pelo menos uma turbina a vapor que é conectada ao gerador de vapor, gerando a turbina a vapor energia por ser rodada pelo vapor a alta pressão suprido a partir do gerador a vapor.

15 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que o gerador a vapor compreende uma pluralidade de tubos através dos quais passa a água de arrefecimento e por que o gás de saída contata uma superfície exterior da pluralidade de tubos.

16 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que o gás de saída é descarregado depois de reduzir o minério de ferro no reator de redução,

em que o equipamento de produção de ferro fundido compreende, além disso, uma linha de gás de saída através da qual passa o gás de saída, sendo a linha do gás de saída conectada ao reator de redução,

5 em que o reator de redução é um reator de redução de leito fluidizado ou um reator de redução de leito compactado e

em que o gerador a vapor é conectado à linha do gás de saída.

10 **17 - Equipamento de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 16, **caracterizado** por que o equipamento de produção de ferro fundido compreende, além disso, um compressor de gás instalado numa linha de suprimento do gás de saída ramificada a partir da linha do gás de saída e em que a turbina a vapor é conectada ao compressor de gás para suprir energia para o compressor de gás.

15 **18 - Equipamento de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 13, **caracterizado** por que o gás de saída é descarregado a partir do fusor-gasificador,

20 em que o equipamento de produção de ferro fundido compreende, além disso, uma linha de suprimento do gás de redução através da qual flui o gás de saída, sendo a linha de suprimento do gás de redução conectada ao fusor-gasificador e em que o gerador a vapor é conectado à linha de suprimento do gás de redução.

25 **19 - Equipamento de Geração de Energia**, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que o equipamento de produção de ferro fundido compreende, além disso:

um depósito de suprimento de ferro reduzido que conecta o reator de redução ao fusor-gasificador, suprimindo ferro reduzido o

depósito de suprimento de ferro reduzido no reator de redução para o fusor-gasificador; e

uma linha de descarga de gás de saída que descarrega o gás de saída a partir do depósito de suprimento de ferro reduzido,

5 em que o gerador a vapor é conectado à linha de descarga do gás de saída.

20 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que a temperatura do gás de saída depois de contatar a água de arrefecimento está numa faixa de 220°C até
10 250°C .

21 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que a pressão do vapor a alta pressão suprido para a turbina a vapor é igual ou maior do que 40bar.g.

22 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que compreende, além disso:
15

um condensador que arrefece o vapor a baixa pressão descarregado a partir da turbina a vapor para converter o vapor a baixa pressão em água de arrefecimento; e

uma bomba de circulação de água de arrefecimento que é
20 conectada ao condensador e que supre a água de arrefecimento para o gerador a vapor,

em que a turbina a vapor é conectada à bomba de circulação da água de arrefecimento para suprir energia para a bomba de circulação da água de arrefecimento.

23 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que o equipamento de produção de ferro
25

fundido compreende, além disso:

um depurador que coleta pó contido no gás de saída pulverizando água;

um depósito de armazenagem de água da processamento
5 que é conectado ao depurador para suprir água de processamento para o depurador e retirar a água de processamento quando ela terminou de coletar pó pulverizando água; e

uma bomba de circulação da água de processamento que é conectada ao depósito de armazenagem da água de processamento e o
10 depurador, circulando a bomba de circulação da água de processamento a água de processamento entre o depósito de armazenagem da água de processamento e o depurador,

em que a turbina a vapor é conectada à bomba de circulação da água de processamento para suprimento de energia para a
15 bomba de circulação da água de processamento.

24 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que compreende, além disso, um gerador de vapor em excesso que aquece a água de arrefecimento ramificada a partir da água de arrefecimento suprida para o gerador a vapor para
20 converte-la em vapor de pressão em excesso e supre o vapor de alta pressão em excesso para a turbina a vapor.

25 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que compreende, além disso, um depósito de armazenagem de vapor que conecta o gerador a vapor à turbina e
25 armazena o vapor de alta pressão gerado pelo gerador a vapor.

26 - Equipamento de Geração de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que pelo menos uma turbina a vapor

compreende uma pluralidade de turbinas a vapor conectadas umas às outras de uma maneira paralela.

-

-

100

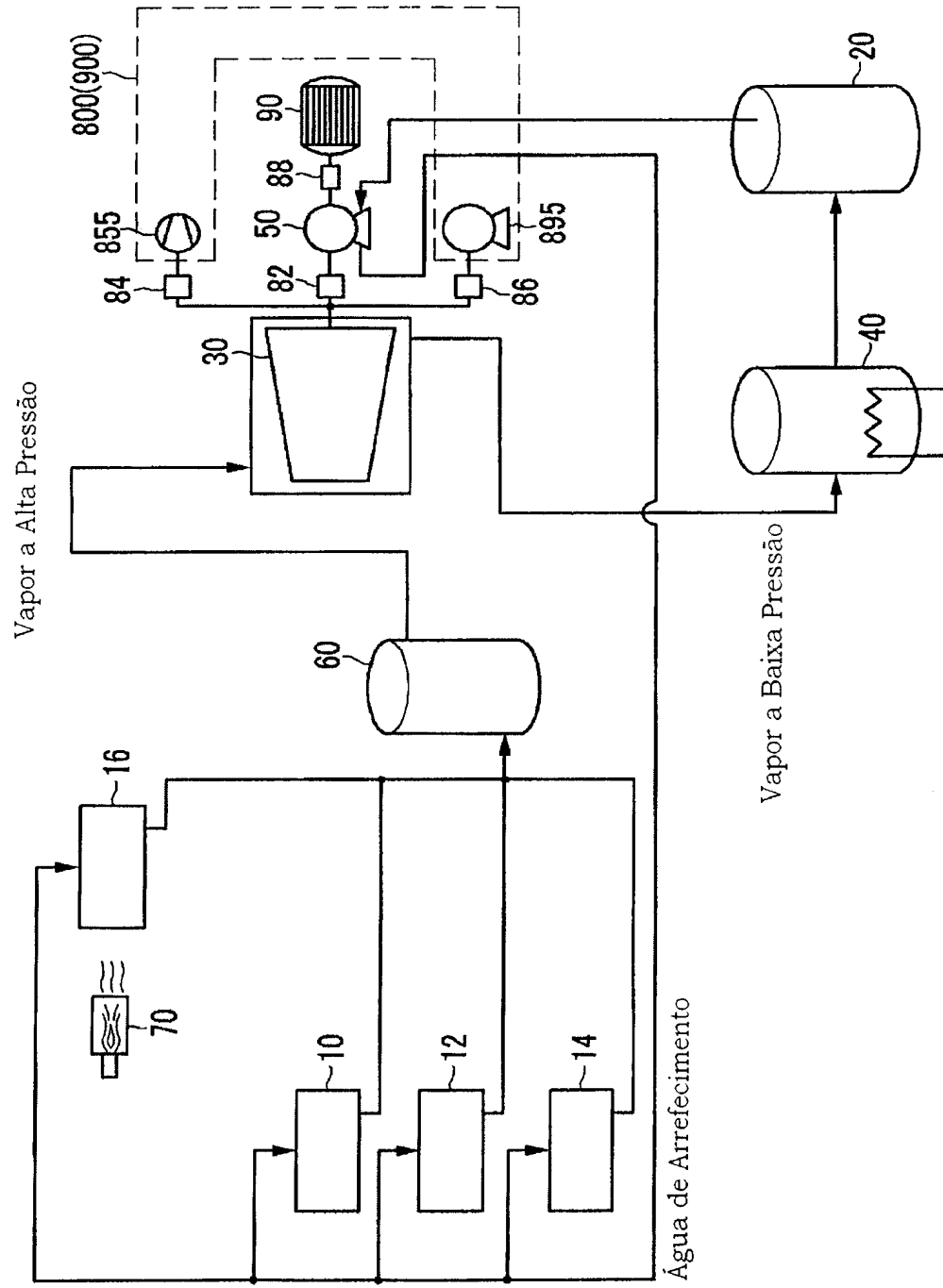


Figura 1

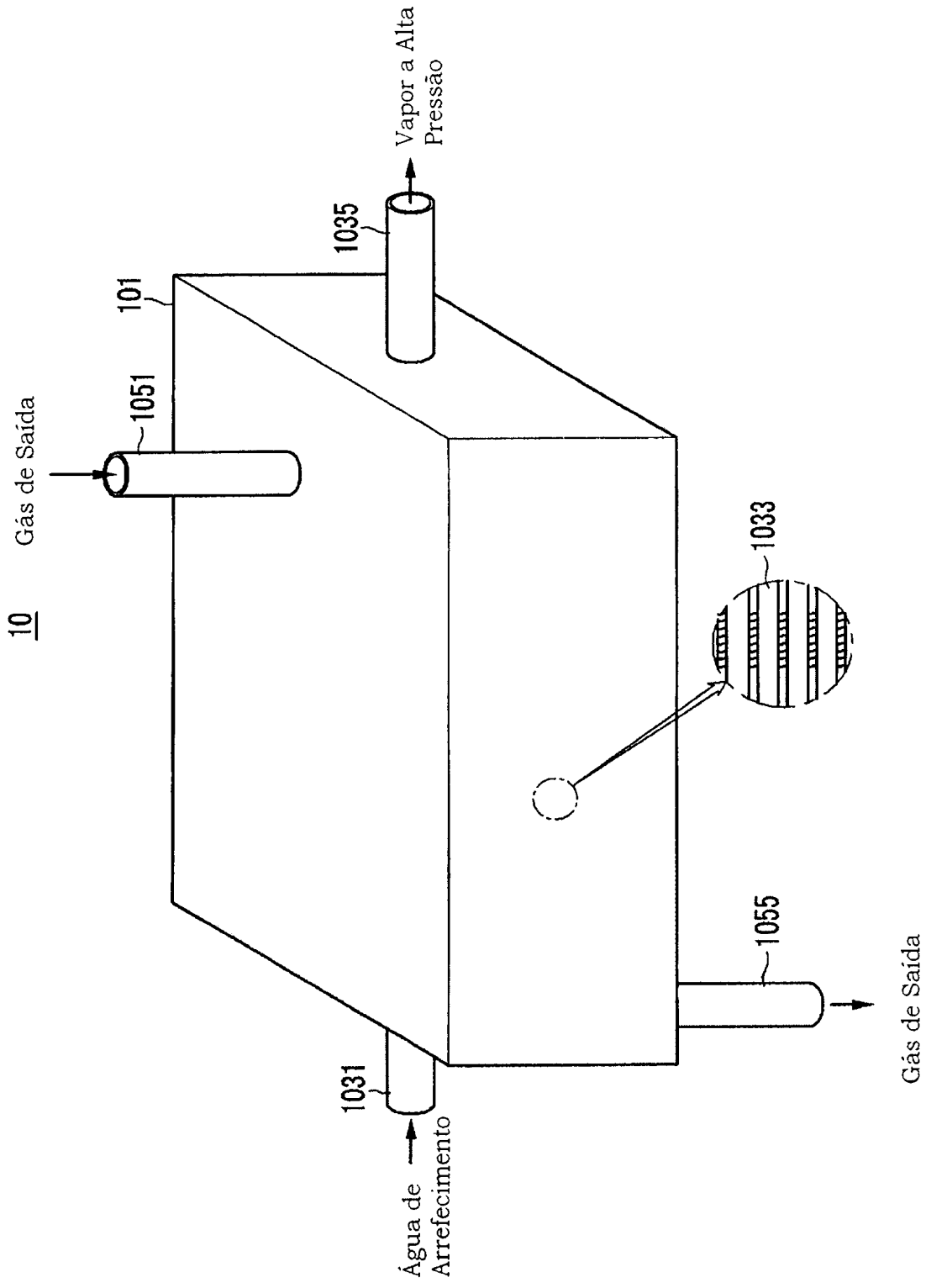


Figura 2

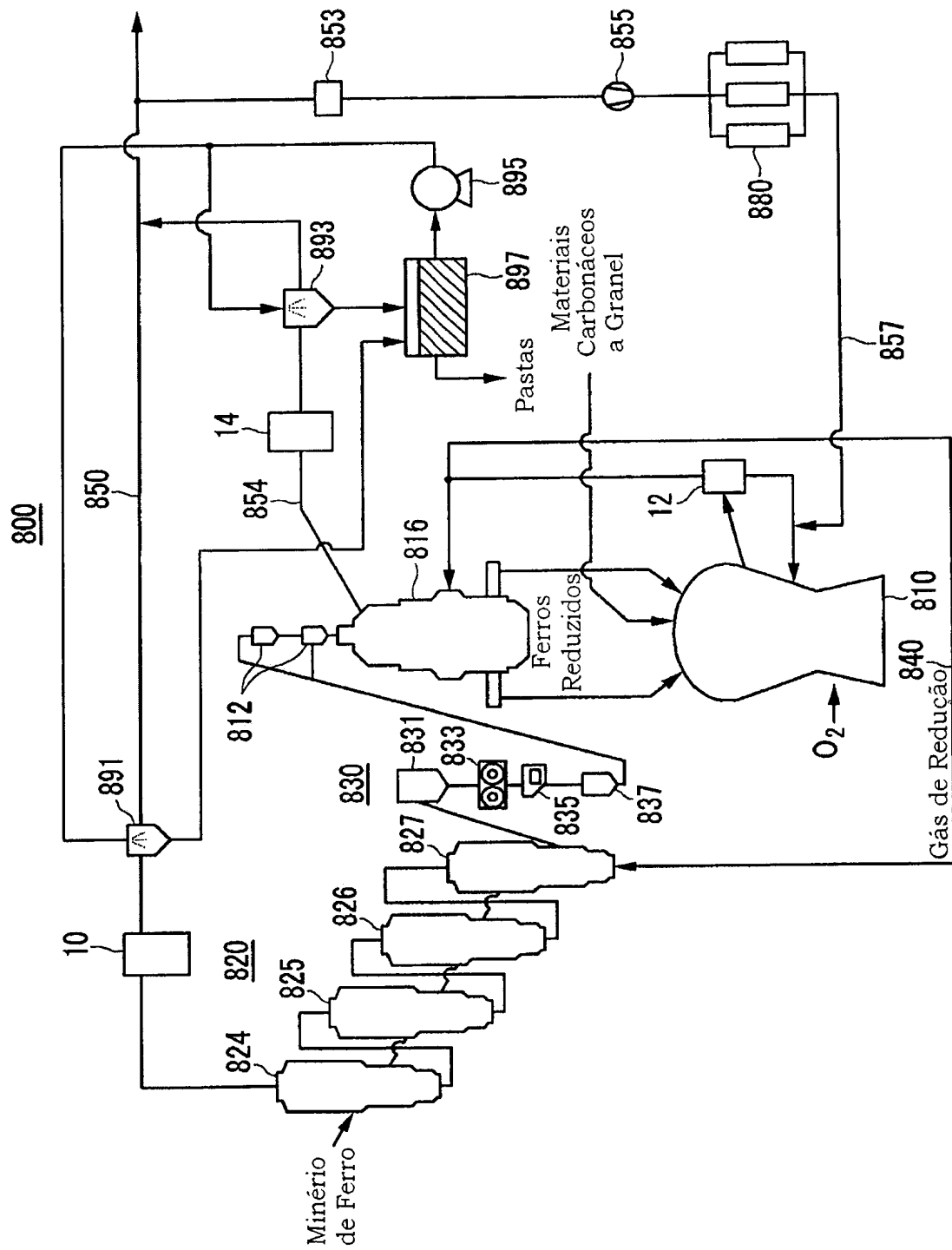


Figura 3

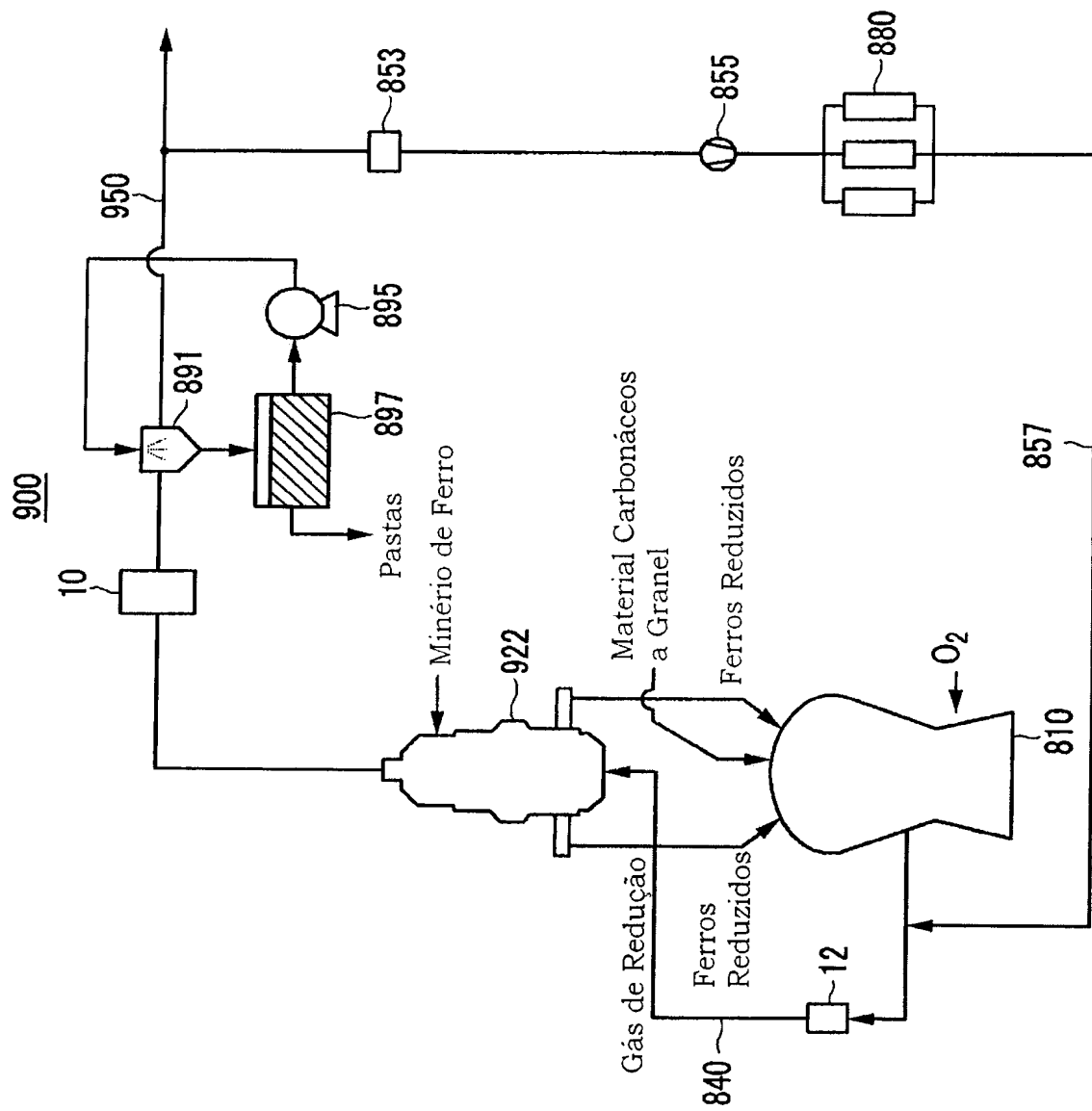


Figura 4

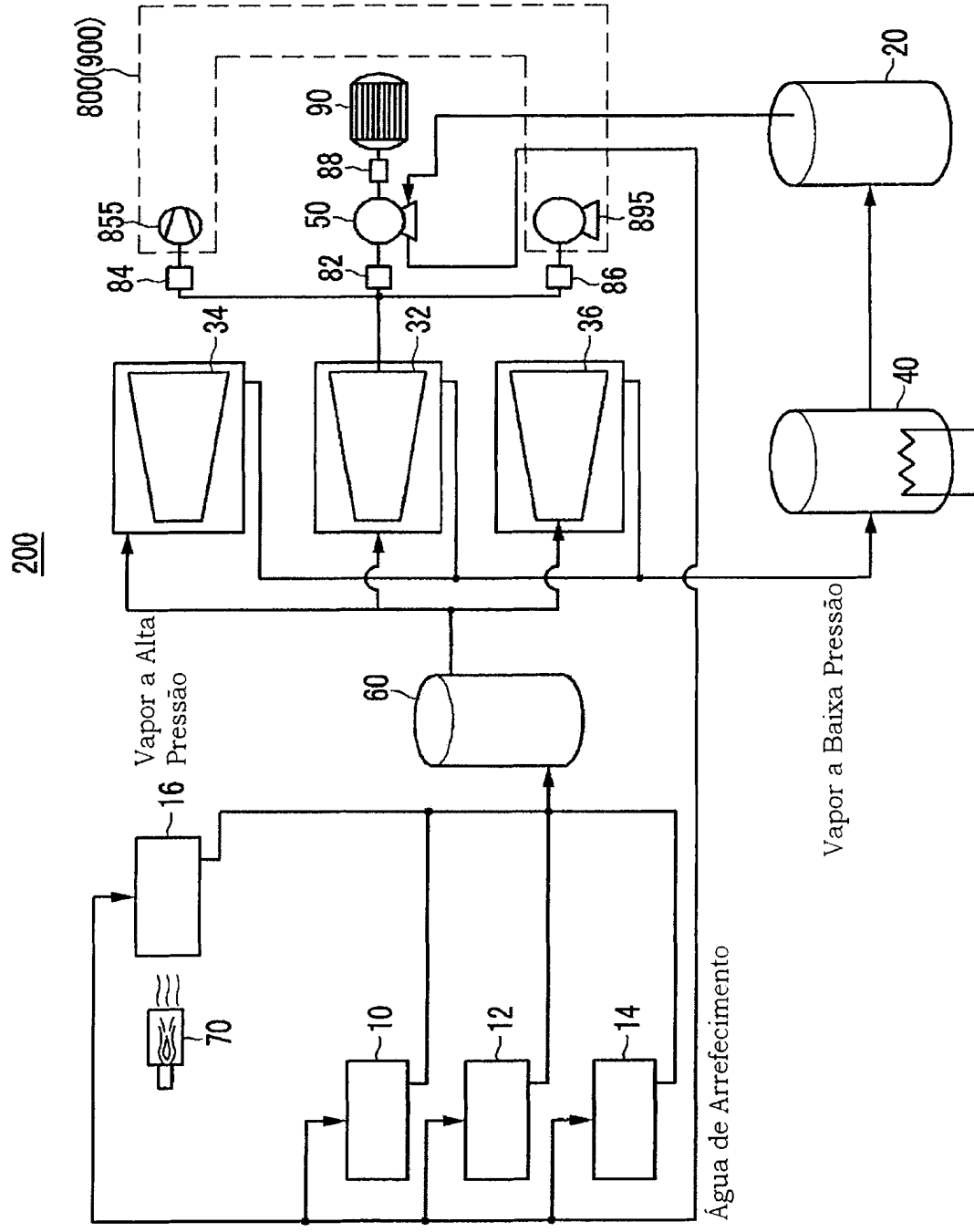


Figura 5

“Equipamento e Método de Geração de Energia”

Resumo

São proporcionados um equipamento para geração de energia usando o calor sensível de um gás de saída durante o fabrico de ferro fundido e um método de geração de energia que usa o mesmo. O método de geração de energia inclui i) proporcionar um gás de saída descarregado a partir de um equipamento de fabrico de ferro fundido incluindo um reator de redução que provê ferro reduzido que é reduzido a partir de minério de ferro e um fusor-gasificador que funde o ferro reduzido para produzir ferro fundido; ii) converter água de arrefecimento em vapor de alta pressão contactando a água de arrefecimento com o gás de saída; e iii) gerar energia a partir de pelo menos uma turbina a vapor por suprimento de vapor a alta pressão para a turbina a vapor e rotação da turbina a vapor.