



(11) *Número de Publicação:* PT 856104 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6 )  
F03G006/06 A F01K023/10 B

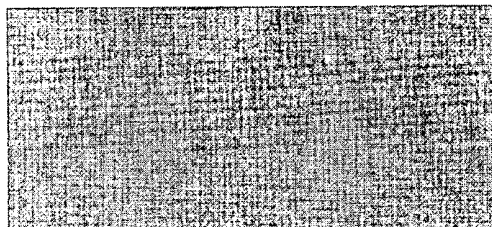
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1996.10.01	(73) <i>Titular(es):</i> DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V - 53127 BONN DE
(30) <i>Prioridade:</i> 1995.10.17 DE 19538670	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1998.08.05	(72) <i>Inventor(es):</i> WOLFGANG KOHLER WOLFGANG KASTNER HANS-CHRISTIAN FRANKENSCHUH REINHARD RIPPEL HANS-JURGEN CIRKEL DE DE DE DE DE
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2001.01.03	(74) <i>Mandatário(s):</i> PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* PROCESSO PARA GERAR ENERGIA E CENTRAL ELÉCTRICA PARA A REALIZAÇÃO DO PROCESSO

(57) *Resumo:*

PROCESSO PARA GERAR ENERGIA E CENTRAL ELÉCTRICA PARA A REALIZAÇÃO DO PROCESSO





## DESCRIÇÃO

### "PROCESSO PARA GERAR ENERGIA E CENTRAL ELÉCTRICA PARA A REALIZAÇÃO DO PROCESSO"

A invenção refere-se a um processo para gerar energia e a uma central eléctrica para a realização do processo.

É já bem conhecido que nas centrais solares a radiação solar que incide sobre a superfície da terra é utilizada como fonte de calor para uma subsequente conversão de energia. Exemplos de centrais solares são as calhas parabólicas, bem como as centrais com torre central e com concentrador parabólico.

Nas centrais solares o fluido portador de calor é aduzido por meio de um circuito primário dos colectores solares, comportando receptores de radiação solar com uma configuração especial, a um receptor. A radiação solar é captada por meio de espelhos instalados ao nível do solo, os chamados helióstatos, e concentrada sobre um receptor. O receptor encontra-se por exemplo montado numa torre de uma central com torre ou numa central com concentrador parabólico. O fluido portador de calor é então aquecido no receptor. Se o fluido portador de calor, por exemplo a água, for directamente transformado em vapor no receptor, fala-se de uma vaporização directa. Na vaporização indirecta o calor é transportado pelo fluido portador de calor para um dispositivo instalado a jusante do receptor e transformado em vapor nesse dispositivo. O vapor solar obtido, isto é, por outras palavras, o produto da vaporização que resulta da incidência dos raios solares será um vapor sobreaquecido por via solar ou um vapor húmido. O vapor húmido é composto pelos dois componentes água e vapor.

Numa central a água transforma-se em vapor num gerador de vapor pela adução de calor. Ao expandir-se numa turbina a vapor,



o vapor gera a energia para o accionamento de um alternador. O vapor que sai da turbina a vapor é condensado num condensador a uma pressão que se situa bastante abaixo da pressão atmosférica, sendo seguidamente reconduzido ao gerador de vapor por meio de uma bomba de água de alimentação. As centrais combinadas de turbina a gás e turbina a vapor, também chamadas centrais combinadas de gás e vapor, permitem uma melhoria sensível do rendimento. Nestas centrais os gases de escape quentes de uma turbina a gás são admitidos no gerador de vapor. Centrais combinadas de gás e vapor ficaram por exemplo a ser conhecidas pelo artigo "Turbinas a vapor para centrais combinadas de gás e vapor", de Wilhelm Engelke, revista "Brennstoff-Wärme-Kraft" (Combustíveis-Calor-Força motriz), Nº 41 (1989), páginas 335 a 342.

A combinação de um circuito primário dos colectores solares de uma central solar com um circuito convencional de água e vapor de uma central eléctrica queimando combustíveis fósseis ficou por exemplo a ser conhecida pela publicação "Solare Farmkraftwerke und Direktverdampfung in Parabolrinnenkollektoren" (Centrais solares extensas e vaporização directa em colectores solares de calha parabólica), de M. Müller e K. Hennecke, Grupo de pesquisas sobre energia solar: "Temas 93/94", páginas 54 a 63. O estado actual da técnica só conhece no entanto a admissão de vapor sobreaquecido por via solar, proveniente de uma central solar, numa central eléctrica queimando combustíveis fósseis.

Nestas centrais a utilização de vapor sobreaquecido por via solar é bastante complicada. Por um lado torna-se necessário dispor de recursos técnicos vultuosos para gerar na central solar o vapor sobreaquecido por via solar. A geração de vapor requer que a alimentação de água do receptor seja controlada de maneira complexa, o que provoca custos bastante elevados. Por outro lado o vapor sobreaquecido por via solar provoca elevadas temperaturas no receptor, que por sua vez fazem com que a vida útil dos componentes do receptor se torne menor. O manuseamento do vapor sobre-



aquecido por via solar na central eléctrica queimando combustíveis fósseis requer a instalação de dispositivos suplementares, o que acarreta substanciais custos adicionais.

Pela patente WO 95/11371 ficou a ser conhecido um processo do género enunciado no conceito genérico da reivindicação 1 e uma central eléctrica do género enunciado no conceito genérico da reivindicação 8. Nesta central os gases de escape de uma turbina a gás são introduzidos num recuperador, que é percorrido pelo circuito de água e vapor de uma turbina a vapor. O recuperador é parte integrante do circuito da central eléctrica queimando combustíveis fósseis e integrando a turbina a gás. A central solar gera vapor sob a forma de vapor saturado, isto é, de vapor sobreaquecido por via solar.

Com base nestes pressupostos a invenção tem o objectivo de revelar um processo para a geração de energia, no qual se realiza uma combinação do circuito primário dos colectores solares da central solar com o circuito de água e vapor da central eléctrica queimando combustíveis fósseis, utilizando em larga medida, ao integrar o circuito primário dos colectores solares no circuito de água e vapor, os componentes desse circuito de água e vapor, o que permite poupar custos suplementares. Além disso pretende-se revelar uma central eléctrica destinada à realização deste processo.

O primeiro objectivo referido atinge-se, de acordo com a invenção, pela adopção de um processo de geração de energia, no qual se faz a alimentação do vapor húmido gerado numa central solar no circuito de água e vapor de uma central eléctrica queimando combustíveis fósseis.

O objectivo mencionado em segundo lugar atinge-se, de acordo com a invenção, pela adopção de uma central eléctrica para a



geração de energia eléctrica, na qual se prevê uma central solar para fornecer o vapor húmido ao circuito de água e vapor de uma central queimando combustíveis fósseis.

Ao integrar o circuito primário dos colectores solares da central solar no circuito de água e vapor de uma central eléctrica queimando combustíveis fósseis utilizam-se em larga medida os componentes já existentes do circuito água e vapor, poupando deste modo custos adicionais relacionados com componentes suplementares. A geração de vapor húmido na central solar requer recursos técnicos reduzidos, no que se refere à tecnologia de controlo do processo e à aparelhagem envolvida, obtendo-se simultaneamente um maior débito de vapor húmido do que na produção de vapor sobreaquecido por via solar. A utilização de vapor húmido permite além disso prolongar a vida útil dos componentes do receptor. Deste modo é possível assegurar uma elevada disponibilidade da central eléctrica, que abrange uma central solar e uma central queimando combustíveis fósseis.

De preferência o vapor húmido é introduzido no barrilete para separar a água do vapor de um gerador de vapor aquecido por gases de escape de uma central combinada de gás e vapor.

O vapor húmido entra nomeadamente numa primeira conduta de transferência de uma central a vapor, estando a primeira conduta de transferência disposta entre uma turbina de alta pressão e uma turbina de média pressão.

De acordo com mais outra característica de configuração da invenção o vapor húmido atravessa um barrilete para separar a água do vapor antes de ser introduzido na primeira conduta de transferência.

De preferência o vapor húmido é admitido num recipiente de separação de uma caldeira de circulação forçada. Para servir de



recipiente de separação e de caldeira de circulação forçada podem por exemplo utilizar-se um recipiente Benson ou uma caldeira Benson.

O vapor húmido será nomeadamente alimentado entre um gerador de vapor e um separador da caldeira de circulação forçada.

De acordo com mais outra característica de configuração da invenção o vapor húmido é admitido num tambor de uma caldeira de circulação.

Outras formas de configuração vantajosas da invenção encontram-se descritas nas reivindicações secundárias.

Para um melhor esclarecimento da invenção remete-se para os exemplos de realização representados no desenho. As figuras do desenho mostram:

Fig. 1 um esquema de princípio de uma central combinada de gás e vapor,

Fig. 2 um esquema de princípio de uma central a vapor,

Fig. 3 um esquema de princípio de uma caldeira de circulação forçada e

Fig. 4 um esquema de princípio de uma caldeira de circulação.

De acordo com a fig. 1 uma central combinada de gás e vapor 2 comporta um gerador de vapor aquecido por gases de escape 4. Este gerador é percorrido pelos gases de escape quentes de uma turbina a gás 6 e serve para gerar vapor, encontrando-se as superfícies de aquecimento daquele gerador integrados no circuito de água e vapor 8 de uma turbina a vapor 10.



O vapor que sai de uma turbina a vapor 10 é condensado num condensador 12 a uma pressão situada bastante abaixo da pressão atmosférica e aduzido por uma primeira bomba de água de alimentação 14 ao gerador de vapor aquecido pelos gases de escape 4. O gerador de vapor aquecido pelos gases de escape 4 abrange um pré-aquecedor 16, um gerador de vapor 18 e um sobreaquecedor 20. A água percorre primeiro o pré-aquecedor 16 e entra num barrilete 22 para separar a água do vapor. O vapor de água proveniente do barrilete 22 passa pelo sobreaquecedor 20 e é de novo introduzido na turbina a vapor 10. Deste modo fecha-se o circuito de água e vapor 8.

O vapor é aduzido ao barrilete 22 para separar a água do vapor por duas vias. Por um lado e através do circuito de vaporização 24 a água do barrilete 22 para separar a água do vapor é parcialmente escoada e aduzida através de mais outra bomba de alimentação de água 15 ao gerador de vapor 18. No gerador de vapor 18 a água é transformada em vapor e seguidamente aduzida de novo ao barrilete 22 para separar a água do vapor.

Por outro lado o vapor húmido gerado numa central solar 30 é igualmente aduzido, através de uma conduta 32, ao barrilete 22 para separar a água do vapor. Para um tamanho preestabelecido da central solar 30 gera-se, ao produzir vapor húmido, um caudal volumétrico consideravelmente mais elevado do que no caso em que em vez do vapor húmido se utiliza vapor sobreaquecido por via solar. Por este motivo é possível, ao utilizar vapor húmido, aduzir ao barrilete 22 para separar a água do vapor uma parte bastante maior de vapor proveniente da central solar 30. É dispensável um dispositivo separado para aduzir o vapor húmido ao barrilete 22 para separar a água do vapor. Este vapor é aduzido directamente àquele barrilete.

É possível prescindir da segunda bomba de água de alimentação 15 do circuito do gerador de vapor 24, se o circuito do gera-



dor de vapor tiver uma configuração apropriada.

Numa conduta 34 encontram-se dispostos a montante da turbina a gás 6, visto no sentido de fluxo, uma câmara de combustão 36 e um compressor 38. A turbina a gás 6 e a turbina a vapor 10 geram a energia para o accionamento dos alternadores 40 e 42, respectivamente.

Numa forma de realização não representada em pormenor nas figuras a turbina a vapor 10 compreende uma turbina de alta pressão e uma turbina de baixa pressão ou então uma turbina de alta pressão, uma turbina de média pressão e uma turbina de baixa pressão. O vapor húmido produzido pela central solar 30 é depois conduzido a um dos barriletes para separar a água do vapor, que estão relacionados com as correspondentes partes da turbina, tais como a turbina de alta pressão, a turbina de média pressão e a turbina de baixa pressão.

De acordo com a fig. 2 o circuito de água e vapor 8 de uma central a vapor 50 compreende uma sequência formada por uma turbina de alta pressão 52, uma turbina de média pressão 54 e uma turbina de baixa pressão 56. Entre a turbina de alta pressão 52 e a turbina de média pressão 54 encontra-se disposta uma primeira conduta de transferência 58, na qual se encontra integrado um sobreaquecedor intermédio 60, em paralelo com o circuito de água e vapor 8. Entre a turbina de média pressão 54 e a turbina de baixa pressão 56 encontra-se disposta uma segunda conduta de transferência 62, em paralelo com o circuito de água e vapor 8.

A partir do circuito de água e vapor 8 deriva entre o pré-aquecedor 16 e o gerador de vapor 18 uma conduta 64, através da qual uma parte da água é extraída do circuito de água e vapor 18 e aduzida através de uma conduta 70 à central solar 30. Entre as duas condutas 64 e 70 encontra-se disposto um barrilete 66 para separar a água do vapor. A central solar 30 injecta o vapor húmi-



do através da conduta 68 directamente no barrilete 66 para separar a água do vapor. A água separada do vapor húmido é de novo aduzida através da conduta 70 à central solar 30, enquanto que o vapor separado é admitido através de uma conduta 69 na primeira conduta de transferência 58 entre a turbina de alta pressão 52 e o sobreaquecedor intermédio 60.

Numa forma de realização simplificada prescinde-se do barrilete 66 para separar a água do vapor. A central solar 30 é então directamente alimentada pela água pré-aquecida proveniente do circuito de água e vapor 8 e alimenta por sua vez com vapor húmido a primeira conduta de transferência 58.

O gerador de vapor 4 aquecido por gases de escape recebe o calor, por exemplo por meio de uma queima externa de combustível fóssil.

Na fig. 3 encontra-se disposto no circuito de água e vapor 8 de uma caldeira de circulação forçada 80, entre o gerador de vapor 18 e o sobreaquecedor 20, um separador de água e vapor 82.

A partir de um recipiente de separação 84 aduz-se vapor de água através de uma conduta 86 ao circuito de água e vapor 8, entre o separador de água e vapor 82 e o sobreaquecedor 20. Uma parte da água do recipiente de separação 84 é admitida através de uma conduta 88 no circuito de água e vapor 8 entre o condensador 12 e a bomba de água de alimentação 14. A partir do separador de água e vapor 82 uma parte da água é aduzida através da conduta 90 ao recipiente de separação 84.

O vapor húmido proveniente da central solar 30 ou é admitido directamente através de uma conduta 92 no recipiente de separação 84 ou então aduzido através de uma conduta 94 ao circuito de água e vapor 8, entre o gerador de vapor 18 e o separador de vapor de água 82, o que faz com que o vapor húmido seja directa-

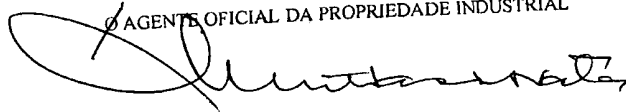
mente admitido no separador de água e vapor 82. A água destinada ao serviço da central solar 30 é extraída, tal como se encontra representado na fig. 2, do circuito de água e vapor 8, entre o pré-aquecedor 16 e o gerador de vapor 18.

De acordo com a fig. 4 uma caldeira de circulação 100 compreende um tambor 102 que se encontra disposto no circuito de água e vapor 8, entre o pré-aquecedor 16 e o sobreaquecedor 20. A partir do tambor 102 uma parte da água é aduzida através de um tubo de queda 104 a pelo menos um tubo gerador de vapor 106. A água vaporizada sai do tubo gerador de vapor 106 e entra directamente de novo no tambor 102. O vapor de água é seguidamente aduzido ao sobreaquecedor 20 através do circuito de água e vapor 8. Pela utilização do tubo gerador de vapor 106 prescinde-se nesta forma de realização do gerador de vapor 18. O vapor húmido proveniente da central solar 30 é admitido através da conduta 108 no tambor 102.

Para assegurar um determinado caudal mássico no tubo gerador de vapor 106 intercala-se no tubo de queda 104 uma bomba de circulação 110.

Lisboa, 22 de Janeiro de 2001

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para gerar energia, no qual o vapor gerado numa central solar (30) é admitido no circuito de água e vapor (8) de uma central eléctrica queimando combustíveis fósseis, caracterizado por o vapor gerado na central solar (10) entrar no circuito de água e vapor sob a forma de vapor húmido.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual o vapor húmido é introduzido no barrilete (22) para separar a água do vapor de um gerador de vapor (4) aquecido por gases de escape de uma central combinada de gás e vapor (2).
3. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual o vapor húmido é injectado numa primeira conduta de transferência (58) de uma central a vapor (50).
4. Processo de acordo com a reivindicação 3, no qual o vapor húmido percorre um barrilete (66) para separar a água do vapor, antes de ser introduzido na primeira conduta de transferência (58).
5. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual o vapor húmido entra num recipiente de separação (84) de uma caldeira de circulação forçada (80).
6. Processo de acordo com a reivindicação 5, no qual o vapor húmido é injectado no circuito de água e vapor (8), entre o gerador de vapor (18) e um barrilete (82) para separar a água do vapor.

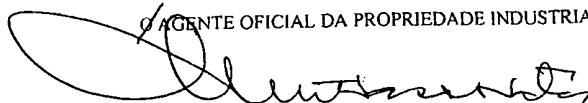


7. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual o vapor húmido é introduzido no tambor (102) de uma caldeira de circulação (100).
8. Central eléctrica para a geração de energia, na qual se prevê uma central solar (30) para alimentar com vapor um circuito de água e de vapor (8) de uma central eléctrica queimando combustíveis fósseis, caracterizada por a central solar ter a configuração de um gerador de vapor húmido.
9. Central eléctrica de acordo com a reivindicação 8, na qual se prevê um barrilete (22) para separar a água do vapor de um gerador de vapor (6) aquecido pelos gases de escape de uma central combinada de gás e vapor (2) para admitir o vapor húmido.
10. Central eléctrica de acordo com a reivindicação 8, na qual se prevê uma primeira conduta de transferência (58) de uma central a vapor (50) para a alimentação do vapor húmido, estando aquela conduta de transferência (58) disposta entre uma turbina de alta pressão (52) e uma turbina de média pressão (54).
11. Central eléctrica de acordo com a reivindicação 8, na qual se prevê para a alimentação do vapor húmido um recipiente de separação (84) de uma caldeira de circulação forçada (80).
12. Central eléctrica de acordo com a reivindicação 11, na qual se prevê para a alimentação do vapor húmido uma conduta (84) que desemboca no circuito de água e vapor (8) entre o gerador de vapor (18) e um separador de água e vapor (82).

13. Central eléctrica de acordo com a reivindicação 8, na qual se prevê para a alimentação do vapor húmido um tambor (102) de uma caldeira de separação (100).

Lisboa, 22 de Janeiro de 2001

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL



*Handwritten signature*

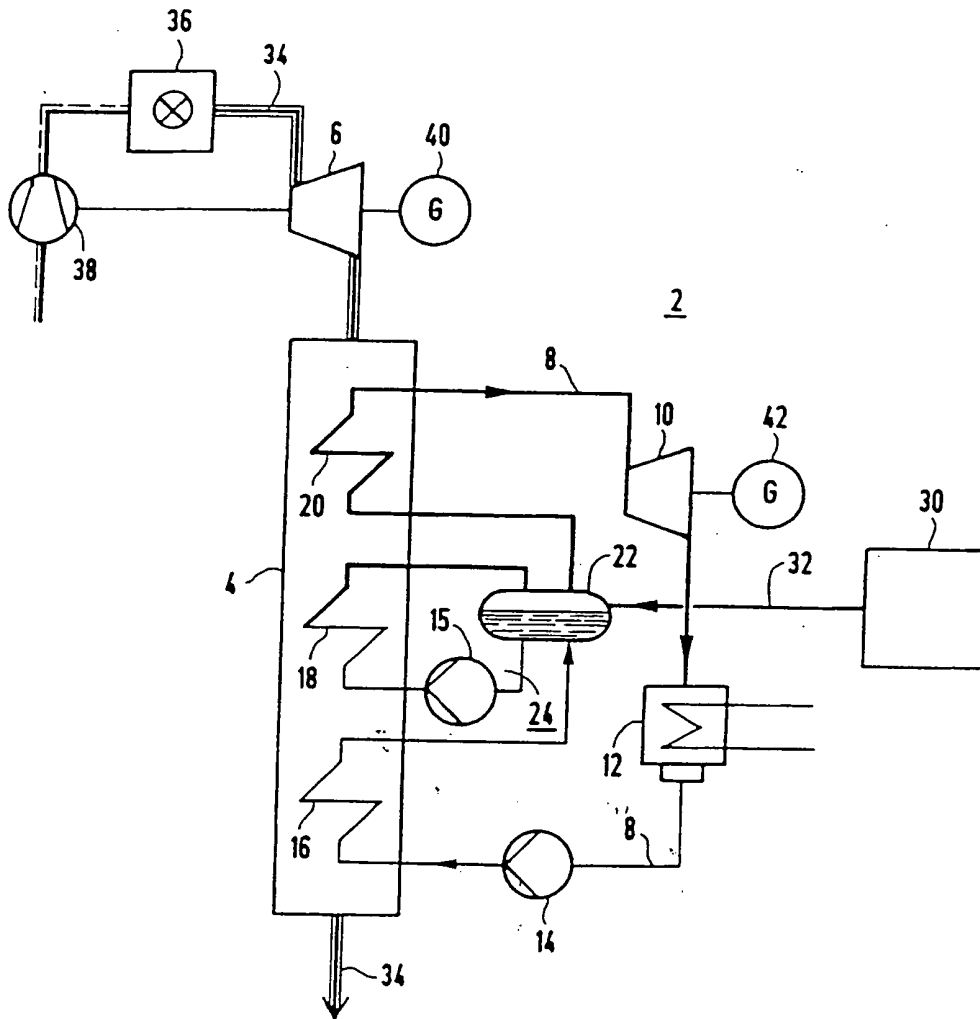


FIG 1

*Handwritten signature*

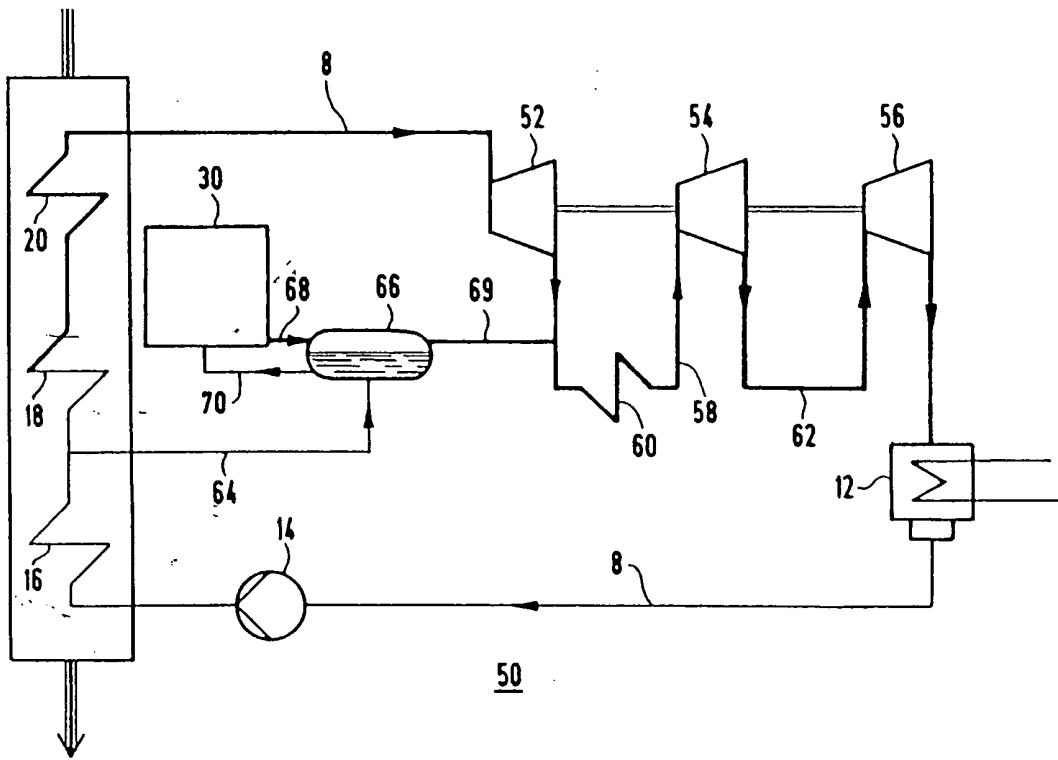


FIG 2

*Handwritten signature*

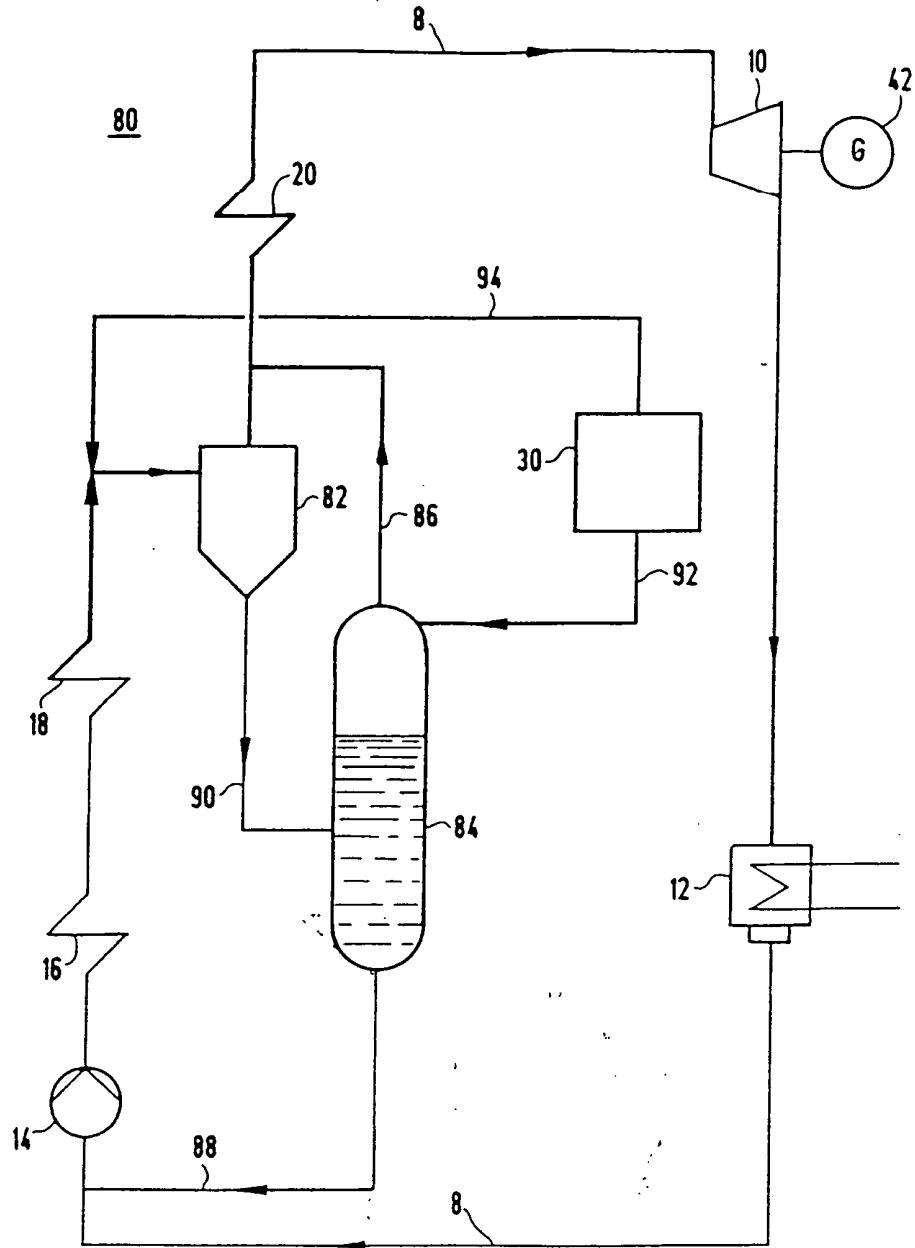


FIG 3

*Handwritten signature*

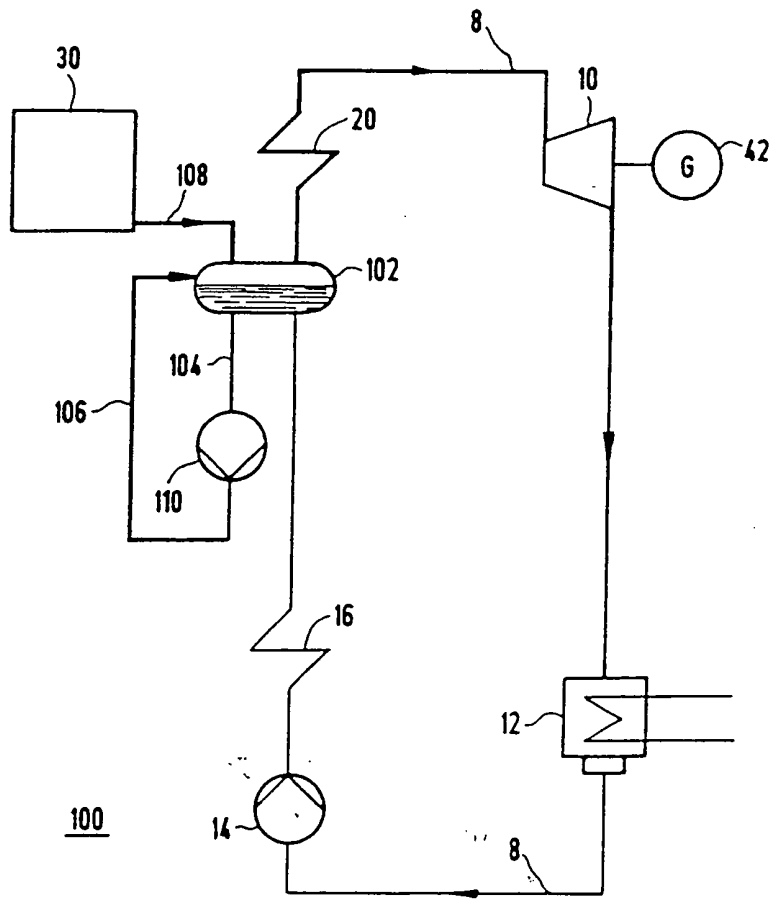


FIG 4