



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

(21) **PI 1003490-0 A2**

(22) Data de Depósito: 27/09/2010  
(43) Data da Publicação: 29/01/2013  
(RPI 2195)



(51) *Int.Cl.:*  
F01K 17/06

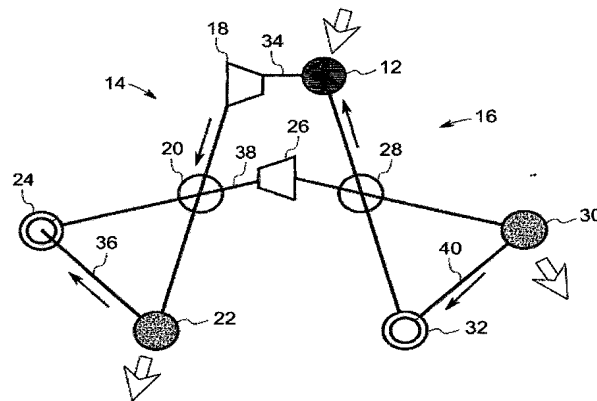
(54) **Título:** SISTEMA DE CICLO RANKINE E MÉTODO

(30) **Prioridade Unionista:** 28/09/2009 US 12/567,894

(73) **Titular(es):** GENERAL ELECTRIC COMPANY

(72) **Inventor(es):** MATTHEW ALEXANDER LEHAR

(57) **Resumo:** SISTEMA DE CICLO RANKINE E MÉTODO Trata-se de um sistema de ciclo Rankine (10) que inclui um aquecedor (12) configurado para circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente a fim de vaporizar o fluido de funcionamento. Um sistema a quente (14) é acoplado ao aquecedor (12). O sistema a quente (14) inclui um primeiro conversor de calor (20) configurado para circular uma primeira corrente vaporizada (34) do fluido de funcionamento a partir do aquecedor (12) em uma relação de troca de calor com uma primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento para aquecer a primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento. Um sistema a frio (16) é acoplado ao aquecedor (12) e ao sistema a quente (14). O sistema a frio (16) inclui um segundo conversor de calor (28) configurado para circular uma segunda corrente vaporizada (38) do fluido de funcionamento a partir do primeiro sistema em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento para aquecer a segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor (12).



## “SISTEMA DE CICLO RANKINE E MÉTODO”

### ANTECEDENTE

A invenção refere-se geralmente a sistemas de ciclo Rankine e mais especificamente a um sistema de ciclo Rankine com reaquecimento duplo e método do mesmo.

Muitos requerimentos de energia poderiam se beneficiar de sistemas de geração de energia que fornecem energia de baixo custo com mínimo impacto ambiental e que podem ser prontamente integrados em grades de energia existentes ou rapidamente localizados como unidades autônomas. Os motores de combustão como micro-turbinas ou motores alternativos geram eletricidade a custos mais baixos com o uso de combustíveis comumente disponíveis como gasolina, gás natural e combustível diesel. Entretanto, emissões atmosféricas como óxidos de nitrogênio (NOx) e particulados são geradas.

Um método para gerar eletricidade a partir do calor residual de um motor de combustão sem o aumento do consumo de combustível ou a saída de emissões é aplicar um ciclo de fundo. Os ciclos de fundo usam calor residual de uma fonte de aquecimento, como um motor, e convertem aquela energia térmica em eletricidade. Os ciclos Rankine são frequentemente aplicados como o ciclo de fundo para a fonte de aquecimento. Os ciclos Rankine também são usados para gerar energia a partir de fontes de calor residual industriais ou geotérmicas. Um ciclo Rankine orgânico fundamental inclui um turbo gerador, um preaquecedor/caldeira, um condensador e uma bomba para líquido.

Tal ciclo pode aceitar calor residual a temperaturas mais elevadas (por exemplo, acima do ponto de ebulição de um fluido de funcionamento que circula dentro do ciclo) e tipicamente rejeitar o aquecimento a temperaturas reduzidas para a água ou ar ambiente. A escolha de fluido de funcionamento determina a faixa de temperatura e as características de eficiência térmica do ciclo.

Em um sistema de ciclo Rankine convencional para temperatura elevada e instalações de dimensões maiores, o vapor é usado como um fluido de funcionamento. O vapor pode ser aquecido a temperaturas elevadas, capturar mais da energia de escape sem se decompor quimicamente. Mutuamente, o vapor apresenta dificuldades imensas devido à tendência de o vapor corroer os componentes do ciclo e à exigência de o vapor ser expandido para uma condição de vácuo próximo a fim de deliberar de modo mais eficiente a energia incorporada. A pressão substancialmente baixa do condensador necessita não apenas de meios de elaboração para a remoção de gases não condensáveis que vazam dentro do sistema, mas também de estágios expansores de partida lenta, dispendiosos e volumosos e de unidades de condensador.

Em outro sistema de ciclo Rankine convencional, o dióxido de carbono é usado como um fluido de funcionamento. O dióxido de carbono pode ser aquecido de modo super crítico a temperaturas elevadas sem o risco de decomposição química. Mutuamente, o dióxido de carbono tem temperatura crítica relativamente baixa. A temperatura de um amortecedor de calor deve ser, de certa forma, menor do que a temperatura de condensação de dióxido de carbono com a finalidade de que o dióxido de carbono seja condensado em uma fase líquida para bombeamento. Pode não ser possível condensar o dióxido de carbono em muitas localizações geográficas caso o ar ambiente seja empregado como um meio de resfriamento para o condensador, visto que temperaturas ambientes em tais localizações geográficas rotineiramente excedem a temperatura crítica de dióxido de carbono.

É desejável ter um sistema de ciclo Rankine e método do mesmo mais eficiente.

#### **BREVE DESCRIÇÃO**

De acordo com uma modalidade exemplificadora da presente

invenção, um sistema de ciclo Rankine exemplificador é revelado. O sistema de ciclo Rankine inclui um aquecedor configurado para circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente para vaporizar o fluido de funcionamento. Um sistema a quente é acoplado ao aquecedor. O sistema a quente inclui um primeiro conversor de calor configurado para circular uma primeira corrente vaporizada do fluido de funcionamento a partir do aquecedor em uma relação de troca de calor com uma primeira corrente condensada do fluido de funcionamento para aquecer a primeira corrente condensada do fluido de funcionamento. Um sistema a frio é acoplado ao aquecedor e ao sistema a quente. O sistema a frio inclui um segundo conversor de calor configurado para circular uma segunda corrente vaporizada do fluido de funcionamento a partir do primeiro sistema em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada do fluido de funcionamento para aquecer a segunda corrente condensada do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor.

### DESENHOS

Essas e outras características, aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão melhor compreendidas quando a seguinte descrição detalhada for lida com referência aos desenhos em anexo nos quais características semelhantes representam partes semelhantes em todos os desenhos, em que:

A FIG. 1 é uma representação em diagrama de um sistema de ciclo Rankine com reaquecimento duplo de acordo com uma modalidade exemplificadora da presente invenção,

A FIG. 2 é uma representação em diagrama de uma porção de um sistema a quente de um sistema de ciclo Rankine com reaquecimento duplo de acordo com uma modalidade exemplificadora da presente invenção; e

A FIG. 3 é uma representação em diagrama de uma porção de

um sistema a frio de um sistema de ciclo Rankine com reaquecimento duplo de acordo com uma modalidade exemplificadora da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

De acordo com as modalidades discutidas aqui, um sistema de ciclo Rankine com reaquecimento duplo é revelado. O sistema de ciclo Rankine exemplificador inclui um aquecedor configurado para circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente de modo a vaporizar o fluido de funcionamento. Um sistema a quente é acoplado ao aquecedor. O sistema a quente inclui um primeiro conversor de calor configurado para circular uma primeira corrente vaporizada do fluido de funcionamento a partir do aquecedor em uma relação de troca de calor com uma primeira corrente condensada do fluido de funcionamento de modo a aquecer a primeira corrente condensada do fluido de funcionamento. Um sistema a frio é acoplado ao aquecedor e ao sistema a quente. O sistema a frio inclui um segundo conversor de calor configurado para circular uma segunda corrente vaporizada do fluido de funcionamento a partir do sistema a quente em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada do fluido de funcionamento de modo a aquecer a segunda corrente condensada do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor. De acordo com as modalidades exemplificadoras da presente invenção, o sistema de ciclo Rankine é integrado a fontes de calor para permitir uma recuperação mais eficiente de calor residual para a geração de eletricidade. As fontes de calor podem incluir motores de combustão, turbinas a gás, fontes de calor residenciais, industriais e termo-solares ou similares.

Com referência à FIG. 1, um sistema de ciclo Rankine 10 é ilustrado de acordo com uma modalidade exemplificadora da presente invenção. O sistema de ciclo Rankine 10 ilustrado inclui um aquecedor 12, um sistema a quente 14 e um sistema a frio 16. Um fluido de funcionamento é

circulado através do sistema de ciclo Rankine 12. O sistema a quente 14 inclui um primeiro expensor 18, um primeiro conversor de calor 20, uma primeira unidade de condensação 22 e uma primeira bomba 24. O sistema a frio 16 inclui um segundo includes 26, um segundo conversor de calor 28, uma  
5 segunda unidade de condensação 30 e uma segunda bomba 32.

O aquecedor 12 é acoplado a uma fonte de calor (não mostrada), por exemplo, uma unidade de escape de um sistema de geração de calor (por exemplo, um motor). O aquecedor 12 recebe calor de um fluido quente, por exemplo, um gás de escape gerado a partir da fonte de calor e aquece o fluido  
10 de funcionamento de modo a gerar uma primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento. No sistema a quente 14, a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento passa através do primeiro expensor 18 para expandir a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento e para acionar uma primeira unidade geradora (não mostrada). O primeiro 18  
15 pode ser um expensor do tipo axial, expensor do tipo impulso ou expensor do tipo parafuso de alta temperatura, expensor do tipo turbina de influxo radial. Após a passagem através do primeiro 18, a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento em uma pressão relativamente menor e temperatura inferior passa através do primeiro conversor de calor 20 para a primeira  
20 unidade de condensação 22. A primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento é condensada em um líquido, de modo a gerar uma primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento. A primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento é, então, bombeada com o uso da primeira bomba 24 para o segundo 26 através do primeiro conversor de calor  
25 20. O primeiro conversor de calor 20 é configurado para circular a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento a partir do primeiro 18 em uma relação de troca de calor com a primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento a fim de aquecer a primeira corrente condensada 36 do

fluido de funcionamento e gerar uma segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento.

No sistema a frio 16, a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento passa através do segundo expensor 26 para expandir a  
5 segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento e para acionar uma segunda unidade geradora (não mostrada). O segundo expensor 26 pode ser um expensor do tipo axial, expensor do tipo impulso ou expensor do tipo parafuso de alta temperatura, expensor do tipo turbina de influxo radial. Após a  
10 passagem através do segundo expensor 26, a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento passa através do segundo conversor de calor 28 para a segunda unidade de condensação 30. A segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento é condensada em um líquido, de modo a gerar uma segunda corrente condensada 40 do fluido de funcionamento. A segunda  
15 corrente condensada 40 do fluido de funcionamento é, então, bombeada com o uso da segunda bomba 32 para o aquecedor 12 através do segundo conversor de calor 28. O segundo conversor de calor 28 é configurado para circular a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento a partir do segundo expensor 26 em uma relação de troca de calor com a segunda corrente condensada 40 do fluido de funcionamento para aquecer a segunda  
20 corrente condensada 40 do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor 12.

Na modalidade ilustrada, existem duas ocorrências de troca de calor (também podem ser referidas como transferência “intra-ciclo” de calor) entre uma alta corrente de pressão do fluido de funcionamento e uma baixa  
25 corrente de pressão do fluido de funcionamento. Na primeira ocorrência, a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento é circulada em uma relação de troca de calor com a primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento para aquecer a primeira corrente condensada 36 do fluido de

funcionamento e gerar uma segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento. Essa troca de calor serve para ferver (se a primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento estiver a uma temperatura sub-crítica) ou, de outro modo, aumentar a entalpia (se a primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento estiver em uma temperatura super-crítica) da primeira corrente condensada 36 pressurizada do fluido de funcionamento, de modo que a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento pode, então, ser submetida à outra expansão na segunda turbina 26. Na segunda ocorrência, a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento a partir do segundo expensor 26 é circulada em uma relação de troca de calor com a segunda corrente condensada 40 do fluido de funcionamento para aquecer a segunda corrente condensada 40 do fluido de funcionamento. A segunda corrente condensada 40 do fluido de funcionamento serve de alimento para o aquecedor 12 e é aquecida com o uso da fonte de calor externa para completar o circuito de fluxo. O segundo conversor de calor 28 funciona com um "recuperador" no sistema 10.

Na modalidade ilustrada, o fluido de funcionamento inclui dióxido de carbono. O uso de dióxido de carbono como o fluido de funcionamento tem a vantagem de ser não inflamável, não corrosivo e capaz de resistir a altas temperaturas de ciclo (por exemplo, acima de 400 graus Celsius). Em uma modalidade conforme descrita acima, o dióxido de carbono pode ser aquecido de temperaturas super-críticas a substanciais sem o risco de decomposição química. As duas distintas transferências intra-ciclo de aquecimento seguindo uma expansão inicial do fluido de funcionamento permitem que o fluido de funcionamento produza mais funcionamento através de expansões sucessivas do que seria possível com um único processo de expansão (como em uma operação de ciclo Rankine convencional). Em outras modalidades, outros fluidos de funcionamentos também são contemplados.

Com referência à FIG. 2, uma porção do sistema a quente 14 (mostrada na FIG. 1) é revelada. Conforme discutido previamente, após a passagem através do primeiro, a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento em uma pressão relativamente menor e temperatura inferior  
5 passa através do primeiro conversor de calor 20 para a primeira unidade de condensação 22. A primeira unidade de condensação 22 é explicada em maiores detalhes aqui. Na modalidade ilustrada, a primeira unidade de condensação 22 é uma unidade de condensação resfriada a ar. A primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento que sai através do primeiro  
10 conversor de calor 20 passa através de um resfriador a ar 42 da primeira unidade de condensação 22. O resfriador a ar 42 é configurado para resfriar a primeira corrente vaporizada 34 do fluido de funcionamento com o uso de ar ambiente.

Em sistemas convencionais, não é possível condensar dióxido de carbono em muitas localizações geográficas se o ar ambiente for empregado  
15 como um meio de resfriamento para um condensador, visto que temperaturas ambientes em tais localizações geográficas excedem rotineiramente a temperatura crítica de dióxido de carbono. De acordo com as modalidades da presente invenção, o dióxido de carbono é completamente condensado abaixo  
20 de sua temperatura crítica, mesmo se as temperaturas ambientes em tais localizações geográficas excederem rotineiramente a temperatura crítica de dióxido de carbono.

Na modalidade ilustrada, um primeiro separador 44 é configurado para separar uma primeira corrente de vapor não condensada 46 da primeira  
25 corrente condensada 36 do fluido de funcionamento que sai a partir do resfriador a ar 42. Uma porção 48 da primeira corrente de vapor não condensada 46 é, então, expandida através de um terceiro expansor 50. Um segundo separador 52 é configurado para separar uma segunda corrente de

vapor não condensada 54 da uma porção condensada 48 da primeira corrente de vapor não condensada 46. A segunda corrente de vapor não condensada 54 é circulada em uma relação de troca de calor com uma porção remanescente 56 da primeira corrente de vapor não condensada 46 através de um terceiro conversor de calor 58 de modo a condensar a porção remanescente 56 da primeira corrente de vapor não condensada 46.

Um compressor 60 é acoplado ao terceiro expensor 50. O compressor 60 é configurado para comprimir a segunda corrente de vapor não condensada 54 do terceiro conversor de calor 58. A segunda corrente de vapor não condensada 54 comprimida é, então, é servida como alimento para uma lateral de corrente superior do resfriador a ar 42. Deve ser notado aqui que a primeira corrente condensada 36 do fluido de funcionamento que sai do primeiro separador 44, uma terceira corrente condensada 62 do fluido de funcionamento que sai através do segundo separador 52, uma quarta corrente condensada 64 do fluido de funcionamento que sai através do terceiro conversor de calor 58 servem como alimento para a primeira bomba 24. Uma bomba 63 é fornecida para bombear a terceira corrente condensada 62 do fluido de funcionamento que sai através do segundo separador 52 para a primeira bomba 24.

Com referência à FIG. 3, uma porção do sistema a frio 16 (mostrada na FIG. 1) é revelada. Conforme discutido previamente, após a passagem através do segundo expensor, a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento passa através do segundo conversor de calor 28 para a segunda unidade de condensação 30. A segunda unidade de condensação 30 é explicada em maiores detalhes aqui. Na modalidade ilustrada, a segunda unidade de condensação 30 é uma unidade de condensação resfriada a ar. A segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento que sai através do segundo conversor de calor 28 passa através de um resfriador a ar 66 da

segunda unidade de condensação 30. O resfriador a ar 66 é configurado para resfriar a segunda corrente vaporizada 38 do fluido de funcionamento com o uso de ar ambiente.

Na modalidade ilustrada, um terceiro separador 68 é configurado para separar uma segunda corrente de vapor não condensada 70 da segunda corrente condensada 38 do fluido de funcionamento que sai do resfriador a ar 66. Uma porção 72 da segunda corrente de vapor não condensada 70 é, então, expandida através de um quarto expansor 74. Um quarto separador 76 é configurado para separar uma terceira corrente de vapor não condensada 78 a partir da uma porção expandida 72 da segunda corrente de vapor não condensada 70. A terceira corrente de vapor não condensada 78 é circulada em uma relação de troca de calor com uma porção remanescente 80 da segunda corrente de vapor não condensada 70 através de um quarto conversor de calor 82 de modo a condensar a porção remanescente 80 da segunda corrente de vapor não condensada 78.

Um compressor 84 é acoplado ao quarto expansor 74. O compressor 84 é configurado para comprimir a terceira corrente de vapor não condensada 78 a partir do quarto conversor de calor 82. A terceira corrente de vapor não condensada 78 comprimida é, então, servida como alimento para uma lateral de corrente superior do resfriador a ar 66. Deve ser notado aqui que a segunda corrente condensada 38 do fluido de funcionamento que sai através do terceiro separador 68, uma quinta corrente condensada 86 do fluido de funcionamento que sai através do quarto separador 76, uma sexta corrente condensada 88 do fluido de funcionamento que sai através do quarto conversor de calor 82 são servidas como alimento para a segunda bomba 32. A bomba 87 é fornecida para bombear a quinta corrente condensada 86 do fluido de funcionamento que sai através do quarto separador 76 para a segunda bomba 32.

Com referência às modalidades das FIGS. 2 e 3 discutidas acima, uma porção do fluido de funcionamento, por exemplo, dióxido de carbono é desviada em cada dente as duas unidades de condensação 22, 30, a fim de atingir a condensação do fluido de funcionamento. No evento em que o ar ambiente de resfriamento se torna tão aquecido para efetuar a condensação completa do fluido de funcionamento, uma porção do vapor não condensado é expandida em excesso, de modo que a porção do vapor não condensado resfria bem abaixo da temperatura de saturação, assim como a temperatura de ar ambiente. Esse vapor não condensado resfriado é, então, circulado em uma relação de troca de calor com a fração remanescente do vapor não condensado, que não foi expandida em excesso, de modo a condensar a fração remanescente de vapor não condensado em um líquido. A quantidade de vapor não condensado a ser desviada e expandida em excesso deve ser ajustada até que a quantidade de vapor não condensado seja suficiente para condensar completamente a fração não desviada do vapor não condensado. O trabalho de eixo derivado do processo de expansão é aplicado para comprimir a fração expandida em excesso do vapor não condensado após ter sido aquecida pelo processo de condensação. A corrente de vapor comprimida é, então, circulada novamente para um ponto em uma lateral de corrente superior da unidade de condensação.

Embora as modalidades acima sejam discutidas com referência a dióxido de carbono como o fluido de funcionamento, em certas outras modalidades, outros fluidos de funcionamento de baixa temperatura crítica adequados para o ciclo Rankine também são contemplados. Conforme discutido aqui, a garantia da disponibilidade de um fluxo de resfriamento para o ciclo Rankine facilita a disponibilidade de que um fluxo de resfriamento adequado condense o fluido de funcionamento conforme a temperatura de resfriamento de ambiente se eleva durante a estação do verão. De acordo com

a modalidade exemplificadora, as unidades de condensação e o estágio de baixa pressão da turbina são reduzidos em volume para ciclos Rankine que empregam dióxido de carbono como o fluido de funcionamento. Também, o ciclo Rankine exemplificador tem uma dimensão compacta e, consequentemente um tempo de familiarização mais rápido do que os ciclos Rankine que empregam vapor como o fluido de funcionamento.

Enquanto somente certas características da invenção foram ilustradas e descritas aqui, muitas modificações e alterações poderão ocorrer àqueles elementos versados na técnica. É, portanto, para ser compreendido que as reivindicações em anexo são destinadas a abranger todas as tais modificações e alterações conforme são incluídas no espírito verdadeiro da invenção.

### REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE CICLO RANKINE (10), que compreende:

um aquecedor (12) configurado para circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente para vaporizar o fluido de funcionamento;

um sistema a quente (14) acoplado ao aquecedor (12); em que o sistema a quente (14) compreende um primeiro conversor de calor (20) configurado para circular uma primeira corrente vaporizada (34) do fluido de funcionamento a partir do aquecedor (12) em uma relação de troca de calor com uma primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento para aquecer a primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento;

um sistema a frio (16) acoplado ao aquecedor (12) e ao sistema a quente (14); em que o sistema a frio (16) compreende um segundo conversor de calor (28) configurado para circular uma segunda corrente vaporizada (38) do fluido de funcionamento a partir do sistema a quente (14) em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento para aquecer a segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor (12).

2. SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 1, em que o sistema a quente (14) compreende um primeiro expansor (18) configurado para expandir a primeira corrente vaporizada (34) do fluido de funcionamento a partir do aquecedor (12).

3. SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 2, em que o sistema a quente (14) compreende uma primeira unidade de condensação (22) configurada para condensar a primeira corrente vaporizada expandida (34) do fluido de funcionamento alimentado a partir do aquecedor (12) através do primeiro conversor de calor (20).

4. SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 3, em que a

primeira unidade de condensação (22) compreende um resfriador a ar (42) configurado para resfriar a primeira corrente vaporizada expandida (34) do fluido de funcionamento alimentado a partir do aquecedor (12) através do primeiro conversor de calor (20).

5                   5.       SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 4, em que a primeira unidade de condensação (22) compreende um primeiro separador (44) configurado para separar uma primeira corrente de vapor não condensada (46) a partir da primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento que sai do resfriador a ar (42).

10                   6.       SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 5, em que a primeira unidade de condensação (22) compreende um terceiro expansor (50) configurado para expandir uma porção (48) da primeira corrente de vapor não condensada.

15                   7.       SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 6, em que a primeira unidade de condensação (22) compreende um segundo separador (52) configurado para separar uma segunda corrente de vapor não condensada (54) a partir da uma porção expandida (48) da primeira corrente de vapor não condensada que sai do terceiro expansor (50).

20                   8.       SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 1, em que o fluido de funcionamento compreende dióxido de carbono.

                    9.       SISTEMA (10), de acordo com a reivindicação 1, em que o fluido quente compreende um gás de escape.

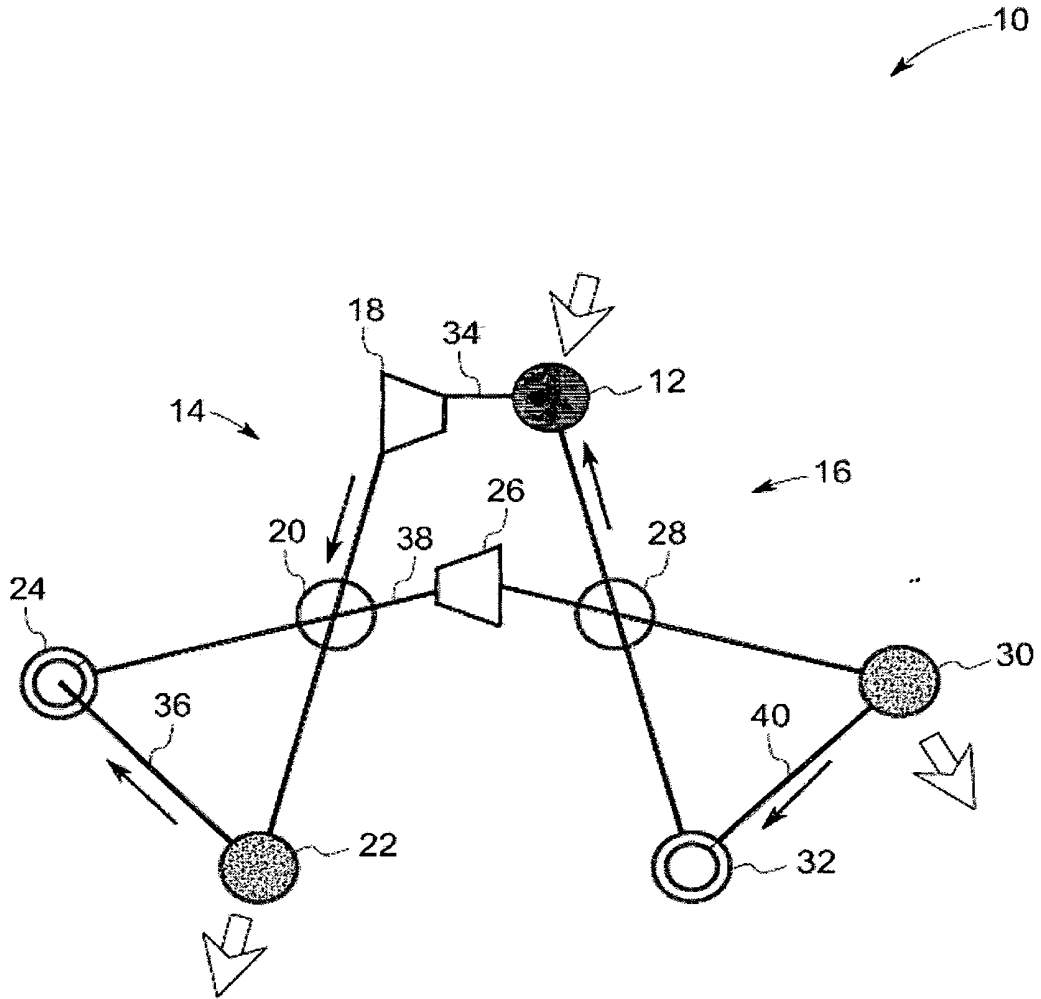
                    10.      MÉTODO, que compreende:

25                   circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente através de um aquecedor (12) para vaporizar o fluido de funcionamento;

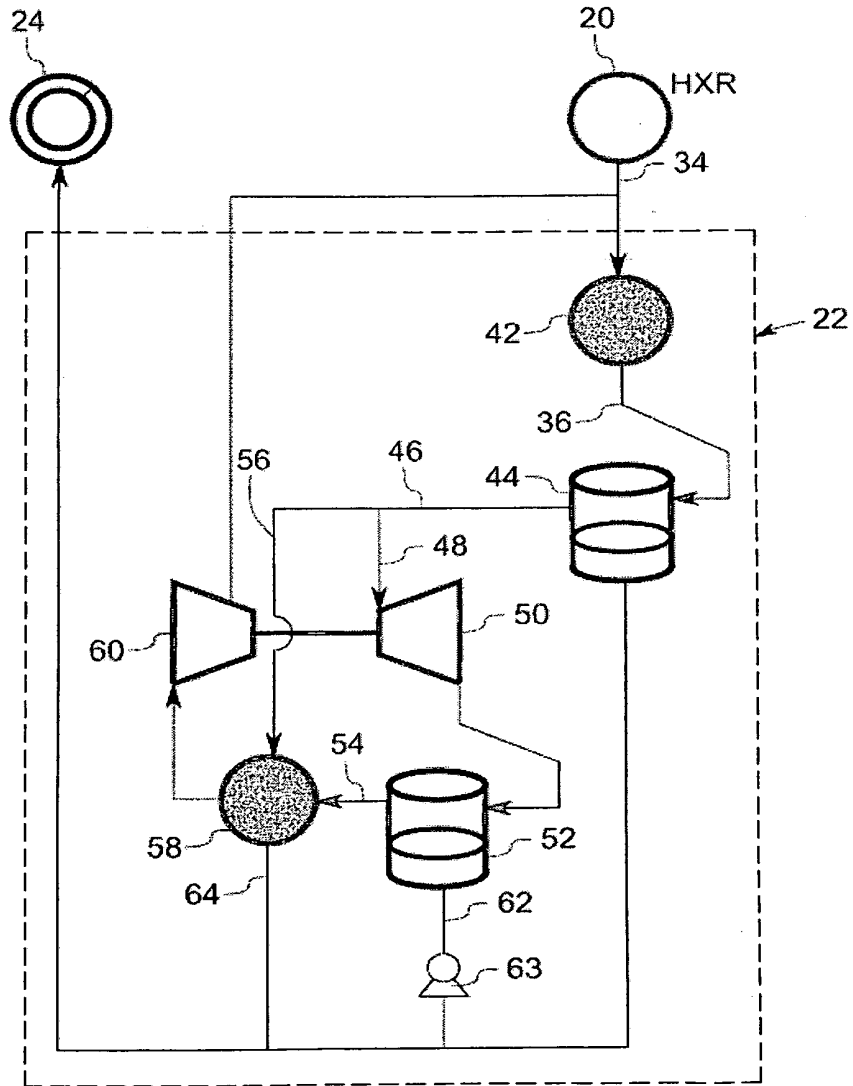
                    circular uma primeira corrente vaporizada (34) do fluido de funcionamento a partir do aquecedor (12) em uma relação de troca de calor

com uma primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento através de um primeiro conversor de calor (20) de um sistema a quente (14) para aquecer a primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento;  
e

- 5 circular uma segunda corrente vaporizada (38) do fluido de funcionamento a partir do primeiro sistema em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento através de um segundo conversor de calor (28) de um sistema a frio (16) para
- 10 de servir como alimento para o aquecedor (12).



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**RESUMO****“SISTEMA DE CICLO RANKINE E MÉTODO”**

Trata-se de um sistema de ciclo Rankine (10) que inclui um aquecedor (12) configurado para circular um fluido de funcionamento em uma relação de troca de calor com um fluido quente a fim de vaporizar o fluido de funcionamento. Um sistema a quente (14) é acoplado ao aquecedor (12). O sistema a quente (14) inclui um primeiro conversor de calor (20) configurado para circular uma primeira corrente vaporizada (34) do fluido de funcionamento a partir do aquecedor (12) em uma relação de troca de calor com uma primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento para aquecer a primeira corrente condensada (36) do fluido de funcionamento. Um sistema a frio (16) é acoplado ao aquecedor (12) e ao sistema a quente (14). O sistema a frio (16) inclui um segundo conversor de calor (28) configurado para circular uma segunda corrente vaporizada (38) do fluido de funcionamento a partir do primeiro sistema em uma relação de troca de calor com uma segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento para aquecer a segunda corrente condensada (40) do fluido de funcionamento antes de servir como alimento para o aquecedor (12).