



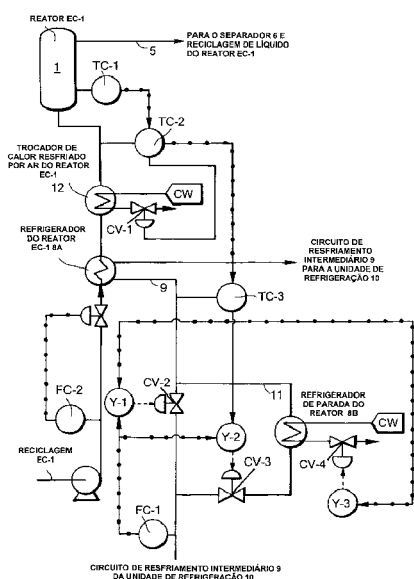
(22) Data de Depósito: 25/01/2007
(43) Data da Publicação: 26/04/2011
(RP) 2103)



(51) Int.Cl.:
B01J 8/00
B01J 19/00
C07C 29/09
F28D 9/00
B01D 19/00

(87) Publicação Internacional: WO 2007/085635de 02/08/2007

(57) **Resumo:** SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR, PROCESSO PARA SEPARAR FLUXO BIFÁSICO A PARTIR DE UM REATOR, SISTEMA DE CONTROLE PARA CONTROLAR UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR, E, USO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR, SEPARADOR OU SISTEMA DE CONTROLE É descrito um sistema de integração de calor para remover calor de reação de um Reator EC-I e gerar líquido resfriado para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras, em um processo catalítico para produzir EC a partir de EO para conversão em MEG, em que o sistema compreende um Resfriador do Reator EC-I adequado para remover calor de um Reator EC-I, um Circuito Intermediário que fica em comunicação com o Resfriador do Reator e com uma Unidade de Refrigeração de absorção, e que é adequado para conduzir líquido Intermediário entre eles, a unidade de Refrigeração de absorção sendo adequada para gerar líquido resfriado, e um circuito de líquido resfriado adequado para conduzir líquido resfriado gerado na Unidade de Refrigeração de absorção para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras, o sistema sendo de maneira tal que a Unidade de Refrigeração de absorção use calor gerado no Reator EC-I para gerar líquido resfriado para o circuito de líquido resfriado e Unidade(s) Consumidora(s), em que o sistema compreende adicionalmente um Resfriador de Parada que tem uma fonte de resfriamento independente que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para remover calor do Reator EC-I, e em que o sistema compreende adicionalmente uma fonte reserva independente de líquido resfriado que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para gerar líquido resfriado para servir a uma ou mais Unidades Consumidoras; um sistema de controle para uso no sistema de integração de calor; um separador bifásico para separar fluxo bifásico em uma retirada lateral do Reator EC-I em um primeiro compartimento que fornece líquido reciclado para o EC-I, e um segundo compartimento que fornece um fluxo bifásico a um segundo Reator EC EC-2, de maneira tal que o fluxo bifásico para o Reator EC-2 seja estável, o separador sendo adequado para uso no processo e no sistema de integração de calor; seus métodos correspondentes; e os usos do sistema e separador em uma unidade de EO/etileno glicol (EG).



“SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR, PROCESSO PARA
SEPARAR FLUXO BIFÁSICO A PARTIR DE UM REATOR, SISTEMA
DE CONTROLE PARA CONTROLAR UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
DE CALOR, E, USO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR,
5 SEPARADOR OU SISTEMA DE CONTROLE”

Campo Da Invenção

A presente invenção diz respeito a: um sistema para integração
de calor em um processo para produzir carbonato de etileno (EC) a partir de
óxido de etileno (EO) para conversão em monoetileno glicol (MEG); um
10 sistema de controle para uso no sistema de integração de calor; um separador
bifásico para uso no processo e no sistema de integração de calor; seus
métodos correspondentes; e os usos do sistema e separador em uma unidade
de EO/etileno glicol (EG).

Fundamentos Da Invenção

15 EG é produzido pela reação de EO, produzindo MEG como o
produto principal. MEG é predominantemente usado para a fabricação de
fibras de poliéster, poli(tereftalato de etileno) (PET) e, em uma menor
quantidade, nos sistemas de resfriamento de veículos motorizados onde ele
serve como anticongelante.

20 EG é produzido em um processo combinado EO/EG, que
fornece integração de calor muito eficiente. O processo integrado é
normalmente dividido em quatro seções: reação EO e remoção de CO₂ mais
recuperação de EO, remoção de derivados leves (LE) e purificação de EO;
reação EC/MEG e recuperação de MEG; e purificação de MEG.

25 Na seção de reação de EO, EO é produzido reagindo etileno
gasoso e oxigênio em um catalisador a elevada temperatura (200 – 300 °C) e
pressão (15 – 20 bar). As reações no catalisador produzem uma quantidade
considerável de calor, que é removida pela geração de vapor no lado da carcaça
do reator. O vapor gerado é usado como meio de aquecimento na usina.

Na seção de reação EC/MEG, EO reage com CO₂ em EC. Em um sistema, a reação é realizada em dois reatores EC-1 e EC-2 que são alinhados em série e nos quais a massa do EO é convertida. EO residual pode, se necessário, ser convertido em um reator tubular, o reator de acabamento de EC. O reator EC-1 produz aproximadamente 24 kcal/mol (100 kJ/gmol) de calor de reação a uma temperatura de cerca de 100 °C. Este calor tem que ser removido do reator por meio de uma retirada lateral e resfriamento e reciclar para o reator. Isto está discutido na US 6.080.897.

No sistema da US 6.080.897, o calor gerado na seção EC é calor de baixa temperatura que não pode ser aumentado até energia utilizável, por exemplo, para produção de vapor. Observamos recentemente que é possível integrar calor entre o reator EC-1 e outras unidades em qualquer lugar na usina, atingindo ainda a temperatura do Reator EC-1 desejada por meio do resfriamento da reciclagem de líquido e produção de líquido resfriado.

Sumário Da Invenção

De acordo com um aspecto geral da invenção, é provido um sistema de integração de calor para remover calor de reação de um Reator EC-1 e gerar líquido resfriado para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras, em um processo catalítico para produzir EC a partir de EO para conversão em MEG, em que o sistema compreende um Resfriador do Reator EC-1 adequado para remover calor de um Reator EC-1, um Circuito Intermediário que fica em comunicação com o Resfriador do Reator EC-1 e com uma Unidade de Refrigeração de absorção, e que é adequado para conduzir líquido Intermediário entre eles, a Unidade de Refrigeração de absorção sendo adequada para gerar líquido resfriado,

e um circuito de líquido resfriado adequado para conduzir líquido resfriado gerado na Unidade de Refrigeração de absorção para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras,

o sistema sendo de maneira tal que a Unidade de Refrigeração

de absorção usa calor gerado no Reator EC-1 para gerar líquido resfriado para o circuito de líquido resfriado e Unidade(s) Consumidora(s),

em que o sistema compreende adicionalmente um Resfriador de Parada que tem uma fonte de resfriamento independente que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para remover calor do Reator EC-1,

e em que o sistema compreende adicionalmente uma fonte reserva independente de líquido resfriado que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para gerar líquido resfriado, para servir a uma ou mais Unidades Consumidoras.

O Circuito Intermediário é convenientemente um circuito fechado. Preferivelmente, o Resfriador de Parada é um desvio do Circuito Intermediário por meio do que o Líquido Intermediário pode ser direcionado para o desvio para remoção de calor pelo Resfriador de Parada, ou pode permanecer no Circuito Intermediário.

Preferivelmente, o Circuito Intermediário inclui um desvio da Unidade de Refrigeração de absorção por meio do qual líquido de resfriamento Intermediário pode ser conduzido para a Unidade de Refrigeração de absorção para remoção de calor, ou pode desviar da Unidade de Refrigeração de absorção.

Preferivelmente, a fonte reserva independente de líquido resfriado compreende uma Unidade de Refrigeração de absorção reserva independente. Referência aqui a uma fonte reserva de líquido resfriado e a uma Unidade de Refrigeração de absorção reserva é a uma fonte e unidade independente adicional que está disponível como uma reserva para operação quando a Unidade de Refrigeração de absorção não está (completamente) em operação e que pode estar em uso ou operação permanente, se desejado.

O Resfriador do Reator EC-1 pode ser interno ou externo ao Reator EC-1. Preferivelmente, o Resfriador do Reator EC-1 é externo.

Preferivelmente, o Resfriador do Reator EC-1 fica localizado em uma reciclagem de líquido do Reator EC-1 que compreende uma retirada lateral e reciclagem de líquido do Reator EC-1. Preferivelmente, a reciclagem do Reator EC-1 compreende de 50 a 90 %, mais preferivelmente 80 a 95 % do
5 fluxo de alimentação total do reator. A reciclagem assim permite remoção de calor de reação e controle da temperatura do reator.

Preferivelmente, o sistema da invenção compreende uma pluralidade de controladores, uma pluralidade de válvulas de controle e uma ou mais Unidades de Controle, em que os controladores fornecem sinais
10 relativos ao carregamento do Reator EC-1 e demanda da(s) Unidade(s) de Controle, aos controladores ou Unidades de Controle, ou uma combinação destas, e/ou para as válvulas de controle que regulam a operação do Resfriador de Parada e da Unidade de Refrigeração de absorção.

Preferivelmente, controladores ficam localizados: no Reator
15 EC-1; na reciclagem de líquido do Reator EC-1, preferivelmente a jusante do Resfriador do Reator EC-1 entre o Resfriador do Reator EC-1 e o Reator EC-1; no Circuito Intermediário, preferivelmente entre a Unidade de Refrigeração de absorção a montante do Resfriador do Reator EC-1; e/ou no circuito de líquido resfriado, preferivelmente a jusante da Unidade de Refrigeração de
20 absorção e a montante da(s) Unidade(s) Consumidora(s). Válvulas de Controle são localizadas no desvio do Resfriador de Parada e no Circuito Intermediário em paralelo com o desvio do Resfriador de Parada para regular o fluxo de Líquido Intermediário para o Resfriador de Parada; e/ou na reciclagem de líquido do Reator EC-1 a montante do Resfriador do Reator
25 EC-1; e/ou em um desvio da Unidade de Refrigeração de absorção.

Preferivelmente, os controladores são cada qual programados para medir um valor relativo ao carregamento planejado e conversão do reator do Reator EC-1, temperatura ou fluxo no Circuito Intermediário, fluxo na reciclagem de líquido do Reator EC-1 ou temperatura do circuito de líquido

resfriado, comparar com um respectivo ponto de ajuste e transmitir um sinal de saída a um controlador, Unidade de Controle e/ou a uma válvula de controle para regular o carregamento do Resfriador de Parada, fluxo no desvio do Circuito Intermediário, fluxo na reciclagem de líquido do Reator EC-1 e/ou operação da Unidade de Refrigeração de absorção.

Preferivelmente, um valor medido relativo ao carregamento planejado e à conversão do Reator EC-1 é selecionado de temperatura, carga de conversão e vazão, e é maior pressão temperatura. Preferivelmente, portanto, controladores são controladores de temperatura ou fluxo, ou uma combinação destes, mais preferivelmente os controladores para o Reator EC-1 e o circuito de líquido resfriado são controladores de temperatura, e os controladores para o Circuito Intermediário são uma combinação de controladores de temperatura e de fluxo.

O sistema da invenção fornece um Circuito Intermediário de Líquido Intermediário para remover calor do Reator EC-1 para acionar a Unidade de Refrigeração de absorção com retorno do Líquido Intermediário para remover calor adicional do Reator EC-1, e o Circuito Intermediário é usado em conjunto com um Resfriador de Parada separado em um desvio do Circuito Intermediário para remover calor do Reator EC-1 no caso de a Unidade de Refrigeração de absorção não pode fornecer resfriamento suficiente ao Líquido Intermediário para remover todo o calor da reação EC-1. Dessa maneira, o calor do Reator EC-1 pode ser usado para produzir líquido resfriado que pode ser usado em qualquer lugar nas Unidades Consumidoras em outros Sistemas sem comprometer ou por em perigo a operação do Reator EC-1 ou Unidade(s) Consumidora(s).

Descrição Das Figuras

Modalidades da invenção são agora ilustradas de uma maneira não limitante com relação aos exemplos e figuras seguintes, em que:

A figura 1 ilustra uma unidade EC/MEG da tecnologia

anterior;

As figuras 2 a 5 e figuras 7 a 10 ilustram modalidades do sistema de integração de calor e sistema de controle da invenção.

5 A figura 6 ilustra o separador para uso nos sistemas da invenção.

Descrição Detalhada Da Invenção

10 Água de Utilidade ou de Resfriamento (CW), doravante referido, pode ser qualquer água externa e pode ser, por exemplo, água do mar ou similares. Líquido Intermediário e líquido resfriado são convenientemente qualquer líquido inerte condicionado, tal como água desmineralizada ou similares. Convenientemente, CW está à temperatura ambiente no local. Convenientemente, Líquido Intermediário age como um líquido de troca de calor e varia entre uma baixa temperatura, que é menor que a dos conteúdos do Reator EC-1, e uma alta temperatura resultante da troca de calor com os
15 conteúdos do Reator EC-1. Preferivelmente, a temperatura elevada é alta o bastante para acionar a Unidade de Refrigeração de absorção. Convenientemente, o líquido resfriado age como um líquido de troca de calor e varia entre uma baixa temperatura, que é menor que a temperatura ambiente no local, e uma alta temperatura resultante da troca de calor com a(s)
20 Unidade(s) Consumidora(s).

Em uma modalidade do sistema de integração de calor da invenção, um sinal de um controlador ou de uma Unidade de Controle regulam a operação de uma válvula de controle para o Resfriador de Parada e um válvula de controle paralela ao Resfriador de Parada, e pode
25 opcionalmente iniciar um sinal para uma Unidade de Controle e a válvula de controle para o dispositivo de suprimento de CW ao Resfriador de Parada. Preferivelmente, a uma ou mais Unidades Consumidoras transmitem um sinal às válvulas de controle para controlar a quantidade de Líquido Intermediário desviado para o Resfriador de Parada e a quantidade de Líquido Intermediário

que desvia do Resfriador de Parada através de uma via normal do Circuito Intermediário. Preferivelmente, portanto, a(s) Unidade(s) de Controle detecta(m) a extensão em que o valor medido desvia de um ponto de ajuste e regula o valor da abertura ou fechamento das válvulas de controle para o Resfriador de Parada e opcionalmente para o dispositivo de suprimento de CW para o Resfriador de Parada.

Preferivelmente, o sistema compreende adicionalmente um Resfriador de guarnição do Reator EC-1 para regular a temperatura do Reator EC-1. Convenientemente, o Resfriador de guarnição fica compreendido na reciclagem de líquido do Reator EC-1. Preferivelmente, o Resfriador de guarnição fica localizado a jusante do Resfriador do Reator EC-1 e amo. do Reator EC-1 na reciclagem de líquido do Reator EC-1. Preferivelmente, o controlador de reciclagem de líquido do Reator EC-1 fica localizado a jusante do Resfriador de guarnição na sua saída na reciclagem de líquido o Reator EC-1.

Em uma modalidade, o Resfriador de guarnição fica sob o controle do controlador de reciclagem de líquido do Reator EC-1 que, por sua vez, recebe sinais do controlador do Reator EC-1, e transmite um sinal a uma válvula de controle para o suprimento de CW do Resfriador de guarnição para ajuste fino ou controle da temperatura de reciclagem de líquido do Reator EC-1 em uma faixa de temperatura de reciclagem preferida. Isto permite que o sistema mantenha uma carga de resfriamento necessária que limita o aumento ou diminuição da temperatura do Reator EC-1 acima ou abaixo de um ponto de ajuste. Esta modalidade é particularmente preferida quando o sistema é instalado em um local onde temperaturas ambientes são baixas e a temperatura da CW é baixa (por exemplo, cerca de 15 °C), em virtude de a carga de resfriamento do Resfriador de guarnição poder ser controlada criteriosamente. Preferivelmente, o controlador de reciclagem de líquido do Reator EC-1 também transmite um sinal ao Controlador do Circuito

Intermediário que regula o Resfriador de Parada.

Em uma vantagem particular desta modalidade, o Resfriador de guarnição pode prover ajuste preciso da temperatura do Reator EC-1 em virtude de sua independência de outras unidades, ao passo que o Resfriador do Reator EC-1 pode prover uma maior carga de resfriamento, mas com menos precisão, por causa de sua dependência do Circuito Intermediário para resfriamento. Preferivelmente, o Resfriador de guarnição é operado até substancialmente o fluxo de $\dot{C}W$ máximo, ou próximo a este, em cujo ponto o controlador da reciclagem de líquido do Reator EC-1 a jusante do Resfriador de guarnição indica exigência de resfriamento adicional que leva a operação ou maior carga do Resfriador de Parada. Ao contrário, se o controlador indicar menos exigência de resfriamento, o Resfriador de Parada é deslizado ou, se completamente desligado, o Resfriador de guarnição é desviado e a carga de resfriamento tem continuidade com o Resfriador de guarnição.

Em uma modalidade, existe um desvio em torno do Resfriador de guarnição e uma válvula de controle fica localizada no desvio depois da tomada do desvio. Uma válvula de controle adicional fica localizada na entrada do Resfriador de guarnição. A válvula de controle no desvio do Resfriador de guarnição é controlada por um controlador de fluxo a montante do Resfriador do Reator EC-1. A válvula de controle na entrada do Resfriador de guarnição é controlada por um controlador de temperatura localizado a jusante do Resfriador de guarnição (a jusante do ponto onde o desvio une-se novamente na corrente de reciclagem de líquido do Reator EC-1). Nesta modalidade, uma válvula de controle para o suprimento de CW do Resfriador de guarnição não precisa controlar a temperatura de reciclagem de líquido do Reator EC-1. Esta modalidade é particularmente preferida para sistemas onde a carga de resfriamento do Resfriador de guarnição é baixa (por exemplo, a carga do Resfriador de guarnição é 10 % e a carga do Resfriador do Reator EC-1 é 90 %). Isto se dá em virtude de um fluxo relativamente alto de CW do

Resfriador de guarnição poder ser mantido, mesmo se menos resfriamento for necessário (já que a corrente de reciclagem de líquido do Reator EC-1 poder ser alterada em torno do desvio) e isto evita corrosão que pode ocorrer por causa de acúmulo de cloro quando o fluxo da CW do Resfriador de guarnição for baixo. Se não houver válvula de controle para o suprimento de CW do Resfriador de guarnição, é preferível que a válvula de controle na entrada do Resfriador de guarnição tenha uma abertura de válvula mínima para evitar temperaturas muito baixas e possível cristalização de EC na corrente de reciclagem de líquido do Reator EC-1 na saída do Resfriador de guarnição no caso de baixas temperaturas ambientes.

Preferivelmente, controladores e Unidades Consumidoras monitora continuamente o valor medido e transmitem sinais calculados para reverter o valor medido para um ponto de ajuste.

Preferivelmente, uma Unidade de Controle definida a seguir compreende um processador, uma memória sob o controle do processador; a memória sendo programada com software projetado para permitir que o processador realize as etapas de comparar valores medidos, tais como temperatura ou sinais de fluxo, com um valor do ponto de ajuste, tal como temperatura ou fluxo, e de forma opcionalmente adicional quantificar qualquer discrepância acima ou abaixo do valor do ponto de ajuste, e transmitir um sinal para regular direta ou indiretamente uma válvula de controle, por exemplo, para ativar ou desviar do Resfriador de Parada ou ativar o Resfriador de guarnição, de forma opcional, regular adicionalmente o nível de operação do mesmo, da maneira definida a seguir.

Em uma modalidade, o sistema de integração de calor da invenção detecta temperatura em excesso no Reator EC-1 que exige resfriamento adicional no Circuito Intermediário, ou, em uma segunda modalidade, detecta perturbação ou interrupção da demanda de líquido resfriado pela(s) Unidade(s) Consumidora(s) que precisa desvio pelo Líquido

Intermediário da Unidade de Refrigeração de absorção, ou, em uma terceira modalidade, detecta geração de calor insuficiente no Reator EC-1 para geração de líquido resfriado, por exemplo, na partida, parada, ou na operação de desligamento, que exige operação do suprimento reserva de líquido resfriado às Unidades Consumidoras.

Na primeira modalidade preferida, o controlador no Circuito Intermediário na entrada do Resfriador do Reator EC-1 transmite um sinal numérico a uma Unidade de Controle do Circuito Intermediário indicando o valor medido como normal ou desviado, isto é, que corresponde ou desvia do ponto de ajuste, por exemplo, apresenta temperatura correspondente ou em excesso, enquanto o controlador no Circuito Intermediário a montante do desvio do Resfriador de Parada também transmite um sinal numérico à Unidade de Controle do Circuito Intermediário indicando valor medido normal ou desviado, por exemplo, fluxo de Líquido Intermediário normal ou fluxo zero, a Unidade de Controle recebendo sinais normais e não dando mais sinais, ou dando um sinal constante, ou recebendo sinais desviados e dando um sinal resultante à válvula de controle no Circuito Intermediário que desvia do Resfriador de Parada para reduzir o fluxo, e também à Unidade de Controle do Resfriador de Parada, que calcula um sinal compreendendo uma função do sinal desviado e o sinal resultante, e transmite o sinal calculado à válvula de controle no desvio do Resfriador de Parada para regular fluxo de Líquido Intermediário para o Resfriador de Parada e manter um fluxo constante no Circuito Intermediário.

Em uma vantagem particular, o sistema da invenção nesta modalidade proporciona remoção contínua de calor do Reator EC-1, e além disso permite controle suave de temperatura do Reator EC-1 por meio dos três resfriadores. O Resfriador de Parada está presente no desvio do Resfriador de Parada do Circuito Intermediário com válvulas de controle no desvio para o Resfriador de Parada e no Circuito Intermediário. Quando é provido

resfriamento insuficiente por meio da Unidade de Refrigeração de absorção e do Resfriador de guarnição, o Resfriador de Parada assumirá automaticamente o controle, pela ação do controlador na reciclagem de líquido do Reator EC-1, por exemplo, detectando a temperatura. A ação dos controladores combinados e das Unidades Consumidoras manterá a circulação de Líquido Intermediário total constante na reciclagem de líquido do Reator EC-1 e Circuito Intermediário, e suprirá mais CW ao Resfriador de Parada.

Na segunda modalidade, um controlador no circuito de líquido resfriado da Unidade de Refrigeração de absorção até Unidade(s) Consumidora(s) monitora um valor medido relativo à temperatura do circuito de líquido resfriado a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção e detecta o valor medido como normal ou desviado, isto é, corresponde ou desvia do ponto de ajuste, por exemplo, correspondendo ou abaixo da temperatura, indicando consumo normal ou desviado do líquido resfriado pela(s) Unidade(s) Consumidora(s), e transmite um sinal à válvula de controle para manter o fluxo ou desviar da Unidade de Refrigeração de absorção. O desvio da Unidade de Refrigeração de absorção, por sua vez, é detectado como um aumento na temperatura do Circuito Intermediário, e leva a operação do Resfriador de Parada definido a seguir. Em uma vantagem particular, o desvio da Unidade de Refrigeração de absorção em uma situação em que a demanda da Unidade Consumidora diminui ou cessa evita resfriamento excessivo na Unidade de Refrigeração de absorção, levando a precipitação indesejada de absorvente da Unidade de Refrigeração.

Na terceira modalidade, a Unidade de Refrigeração de absorção reserva que é acionada por um suprimento de energia independente fica localizada no circuito de Líquido resfriado em paralelo com a Unidade de Refrigeração de absorção, juntamente com um controlador a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção reserva e em comunicação com a válvula de controle para suprimento de energia independente. O controlador

detecta um valor medido desviado, tal como uma temperatura maior que um ponto de ajuste, indicando resfriamento insuficiente de líquido resfriado e transmite um sinal à válvula de controle para suprimento de energia independente para operar a Unidade de Refrigeração de absorção reserva para resfriar líquido que escoa no circuito de Líquido resfriado para uso pela(s) Unidade(s) Consumidora(s). Em uma vantagem particular, isto fornece líquido resfriado quando o calor da reação não está disponível pelo Reator EC-1, ou quando calor insuficiente está disponível para prover líquido resfriado que atende a demanda da Unidade Consumidora.

Com a provisão de uma Unidade de Refrigeração de absorção e uma Unidade de Refrigeração de absorção reserva em um único Sistema de Refrigeração, o suprimento de líquido resfriado pode operar independentemente do Reator EC-1, sob o controle do sistema de integração de calor. Preferivelmente, a Unidade de Refrigeração de absorção reserva é acionada por vapor a baixa pressão.

A presente invenção, portanto, fornece um sistema de resfriamento que permite controle independente da temperatura do Reator EC-1, controle independente da temperatura do líquido resfriado, e desacoplamento dos dois sistemas a baixa produção, por exemplo, na partida, parada ou durante operação de desligamento, isto é, a qualquer coisa abaixo de 50 % de operação do Reator EC-1. Mais especificamente, a invenção permite remoção de calor integrada como parte de um sistema de integração de calor, e compreende duas diferentes Unidades de Refrigeração, uma Unidade de Refrigeração de absorção aquecida pelo calor residual acoplado com uma Unidade de Refrigeração de absorção reserva independente aquecida por vapor. Esta última opera no modo solo quando a usina está dando partida, sendo interrompida ou desligada, e não existe calor residual disponível do Reator EC-1, e o primeiro também opera quando o calor residual está disponível pelo Reator EC-1.

Em uma vantagem particular da invenção, a Unidade de Refrigeração reserva pode funcionar o Sistema de Refrigeração até aproximadamente 50 % de capacidade, por exemplo, na faixa de 40 a 60 % de capacidade. Preferivelmente, a Unidade de Refrigeração de absorção fica em
5 operação quando o Reator EC-1 está funcionando acima de aproximadamente 50 % de carga, sozinho ou juntamente com a Unidade de Refrigeração reserva, e a Unidade de Refrigeração reserva fica em operação pelo menos quando o Reator EC-1 está funcionando abaixo de aproximadamente 50 % de carga. Neste caso, o Resfriador de Parada fica operante para qualquer
10 exigência de remoção de calor significativa. Energia pode ser racionalizada por um operador desligando manualmente a Unidade de Refrigeração reserva no caso excepcional de que o Resfriador de Parada é operado simultaneamente, evitando consumo excessivo de suprimentos de energia independentes para a carga de resfriamento. Portanto, é possível manter o EC
15 e as Unidades Consumidoras desacopladas pelo menos com relação à integração de calor em produção de até 50 % da capacidade de projeto.

À medida que a produção do Reator EC-1 aumenta e aproxima-se de 50 %, a produção do resto da usina similarmente aumenta e aproxima-se de 50 %, e a Unidade de Refrigeração de absorção reserva não
20 pode mais atender a demanda, por meio do que o controlador do Circuito Frio a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção indica um aumento na temperatura do Circuito Frio e a Unidade de Refrigeração de absorção é posta em operação pela operação da válvula de controle no Circuito Intermediário a montante da Unidade de Refrigeração de absorção. Dessa maneira, os
25 Sistemas de Controle do Resfriador de Parada supradescritos definidos gradualmente reduzem a carga do Resfriador de Parada.

Até 50 % da produção, preferivelmente um operador regular manualmente o ponto de ajuste do controlador do circuito de Líquido resfriado a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção acima do ponto de

ajuste do controlador da Unidade de Refrigeração de absorção a fim de forçar a carga de líquido resfriado a ser carregada pela Unidade de Refrigeração de absorção reserva. A 50 % de produção, correção manual no ponto de ajuste diminui a carga de aumento da contribuição da Unidade de Refrigeração de absorção reserva.

Uma vez que a produção do Reator EC-1 excede 50 %, e a maior demanda de líquido resfriado faz com que o Sistema ative a Unidade de Refrigeração de absorção, uma transição e eventual comutação é atingida entre o Resfriador de Parada e a Unidade de Refrigeração de absorção, reduzindo gradualmente o controlador do circuito de Líquido resfriado a jusante do ponto de ajuste da Unidade de Refrigeração de absorção.

O sistema da invenção pode ser usado em qualquer processo catalítico que produz EC a partir de EO para conversão em MEG. Preferivelmente, o sistema é usado em um processo catalítico para fabricar MEG que compreende uma etapa na qual EO pode reagir com CO₂ na presença de um catalisador, afetando assim a formação de uma solução de reação contendo EC, uma etapa de hidrólise na qual a solução de reação é convertida em uma solução aquosa de MEG pela hidrólise de EC na solução de reação e uma etapa de destilação na qual MEG purificado e uma solução de catalisador contendo o catalisador são obtidas da solução aquosa de MEG por destilação. Preferivelmente, o catalisador está presente em um reator de coluna de bolhas juntamente com EO, CO₂, água e MEG. Preferivelmente, o sistema é operado com uma temperatura no lado de processo na faixa de 50 – 200 °C, mais preferivelmente 70 – 170 °C, mais preferivelmente 90 – 150 °C, acima de tudo preferivelmente 100 – 127 °C.

Preferivelmente, o Reator EC-1 opera a uma temperatura de entrada na faixa de 70 – 110 °C. Preferivelmente, o Reator EC-1 é suprido por EO puro ou uma mistura aquosa de EO de uma bomba que fornece uma vazão de fluido desejada, CO₂ de um compressor de CO₂ de recirculação, uma

solução de catalisador de uma bomba que fornece uma vazão de fluido desejada e uma reciclagem de líquido do Reator EC-1 (da troca de calor com o circuito de resfriamento Intermediário e do Resfriador de guarnição) também de uma bomba que fornece uma vazão de fluido desejada.

- 5 Convenientemente, o fluxo de reciclagem de líquido do Reator EC-1 compreende 50 a 95 %, por exemplo, 80 – 92 % do fluxo de alimentação total do reator pode fornecer controle de resfriamento e temperatura do reator para a reação EC exotérmica. Preferivelmente, o Resfriador de guarnição regula o aumento de temperatura sobre o Reator EC-1 da maneira definida
- 10 anteriormente, provendo uma alta seletividade de MEG. Preferivelmente, o Resfriador de Parada do Reator e o Resfriador de guarnição podem juntos remover pelo menos 50 % da carga do Reator EC-1.

Em uma vantagem particular, o sistema de integração de calor pode ser operado como um sistema de circuito fechado incluindo o Resfriador

15 do Reator EC-1, o circuito de Resfriamento Intermediário e a Unidade de Refrigeração de absorção. Entretanto, é necessário garantir que o Reator EC-1 ou o(s) Consumidor(s) de líquido resfriado podem operar independentemente, o que faz com que diferentes Resfriadores e Unidades de Refrigeração sejam operados como um sistema bem integrado, empregando as duas Unidades de

20 Refrigeração de absorção no sistema de integração de calor da maneira aqui definida. O sistema de integração de calor da invenção fornece flexibilidade operacional para partida e parada do Reator EC-1 pelo desacoplamento das seções EO e MEG.

Observamos que o sistema da invenção fornece pela primeira

25 vez três diferentes modos de operação, da maneira supradefinida, mais flexibilidade total, incluindo a própria integração de calor. Em uma vantagem particular, a aplicação de um Circuito Intermediário fechado permite integração de calor suave. Uma integração de calor suave é importante para manter o consumo de vapor global competitivo.

O sistema de integração de calor da invenção pode ser operado com qualquer Unidade de Refrigeração de absorção adequada conhecida na tecnologia que opera com base no princípio de evaporação de fluido de resfriamento a baixa pressão e absorção de um absorvente para o fluido.

- 5 Preferivelmente, fluido de resfriamento é água e o absorvente é uma solução de brometo de lítio que é um forte absorvente para água. Cada Unidade de Refrigeração de absorção compreende duas carcaças, instaladas em diferentes elevações. A carcaça inferior é dividida em uma seção do absorvedor e uma do evaporador, enquanto a carcaça superior consiste em um gerador e
- 10 condensador. As Unidades de Refrigeração para uso no sistema da invenção preferivelmente compreendem apenas um único desorvedor, não múltiplos desorvedores, por exemplo, desorvedor de dois estágios. O calor da evaporação do fluido de resfriamento é suprido pelo fluido a ser resfriado. Um gradiente de pressão é alcançado pela absorção. O calor removido do
- 15 Reator EC-1 e/ou energia externa são usados para acionar geradores da Unidade de Refrigeração.

- Preferivelmente, o sistema de inc. é usado em conjunto com um separador bifásico para separar fluxo bifásico em uma retirada lateral do Reator EC-1 em um primeiro compartimento que fornece reciclagem de
- 20 líquido ao EC-1 e um segundo compartimento que fornece um fluxo bifásico a um segundo Reator EC-2, de maneira tal que o fluxo bifásico para o Reator EC-2 fique estável. Preferivelmente, o separador opera sem um nível de líquido no segundo compartimento para acionar o fluxo bifásico para o Reator EC-2, evitando assim o risco de um nível de líquido aumentar e inundar o
- 25 vaso de separação, e interromper a remoção de gás da reciclagem de líquido. A desagregação de vapor da reciclagem de líquido é importante para evitar cavitação na bomba de circulação do reator presente na reciclagem de líquido do Reator EC-1.

Preferivelmente, o separador bifásico fica localizado na

retirada lateral do Reator EC-1 e compreende dispositivos para separar a saída da retirada lateral bifásica gás-líquido do Reator EC-1 para um primeiro componente de fase líquida para resfriamento e reciclagem para o Reator EC-1, uma segunda corrente bifásica gás-líquido alimentada para reação posterior no EC-2 e um componente de fase gás alimentado para reação posterior em EC-1 ou EC-2. Um separador similar é convenientemente presente em uma retirada lateral do Reator EC-2.

Preferivelmente, o separador bifásico compreende um vaso normalmente horizontal que define um espaço de líquido e um espaço de gás acima do espaço de líquido, em que o vaso tem um espaço da extremidade de entrada provido com uma entrada de alimentação e um espaço da extremidade de saída provido com saídas separadas para componentes da fase líquida, fase gás-líquido e fase gás, em que o vaso compreende adicionalmente um dispositivo de entrada compreendendo um separador gás-líquido primário que fica arranjado no espaço de gás e uma bandeja de retorno inclinada arranjada no espaço de gás sob do separador primário que tem uma extremidade inferior que fica localizada próxima da parede da extremidade de entrada do vaso que alimenta o espaço de líquido de maneira tal que uma passagem é definida entre a extremidade inferior e a parede da extremidade de entrada, o vaso compreendendo adicionalmente um defletor de acalmação da distribuição no espaço de líquido. O defletor de acalmação de distribuição serve para desencaixar qualquer gás aprisionado com líquido do dispositivo de entrada, por meio do que líquido que sai da saída de fase líquida fique sem gás. Preferivelmente, uma barragem de transbordamento no espaço da extremidade de saída garante que não haja nível de líquido acima da saída da fase gás-líquido, por meio do que gás sai juntamente com líquido como um fluxo gás-líquido bifásico, por exemplo, por meio de um efeito ciclone que pode ser alcançado por meio de um bico de saída especialmente modelado, tal como um bico cônico. O separador bifásico pode compreender um quebrador

de vórtice na saída da fase líquida.

O separador bifásico pode ser da maneira definida em US-B1-6.537.458, que revela um separador trifásico que opera com base em um princípio similar, cujos conteúdos estão aqui incorporados pela referência.

5 Preferivelmente, o separador compreende um separador gás-líquido horizontal que compreende uma pluralidade de defletores e uma pluralidade de seções de acalmação para conferir padrões de fluxo que proporcionam remoção de líquido da mistura de fluxo bifásica.

10 Preferivelmente, o fluxo de reciclagem de CO₂ é reduzido durante a operação de desligamento do Reator EC-1 para garantir boa separação de gás nos separadores.

Em um aspecto adicional da invenção, é provido um separador inédito para separar fluxo bifásico em uma retirada lateral do Reator EC-1 em um primeiro compartimento que permite reciclagem de líquido para EC-1 e
15 um segundo compartimento que permite reciclagem de um fluxo bifásico para um segundo Reator EC-2, de maneira tal que o fluxo bifásico para o Reator EC-2 fique estável, conforme definido anteriormente.

Em um aspecto adicional da invenção, é provido um sistema de controle para controlar o sistema de integração de calor da maneira
20 supradefinida, compreendendo uma pluralidade de controladores, Unidades de Controle e/ou válvulas de controle, em que os controladores fornecem sinais relativos ao carregamento do Reator EC-1 e demanda da Unidade(s) Consumidora(s) aos controladores ou Unidades de Controle, ou uma combinação destas, e/ou às válvulas de controle que regulam a operação do
25 Resfriador de Parada e a Unidade de Refrigeração de absorção. Preferivelmente, os controladores ficam localizados da maneira supradefinida.

Vantagens e recursos adicionais do sistema de controle correspondem às vantagens e recursos dos componentes correspondentes referidos no contexto do sistema de integração de calor da maneira

supradefinida.

Em um aspecto adicional da invenção, é provido um método de integração de calor e um método de controle correspondente para o sistema de integração de calor e sistema de controle da maneira supradefinida.

5 Em um aspecto adicional da invenção, é provido um programa de computador adequado para habilitar o sistema de integração de calor e o sistema de controle ou qualquer componente dos mesmos a realizar as etapas da maneira supradefinida.

10 Em um aspecto adicional da invenção, é provido o uso do sistema de integração de calor, separador, sistema de controle ou programa em um processo para produzir EC a partir de EO para conversão em MEG, da maneira supradefinida.

Descrição Detalhada Das Figuras

Na figura 1, o Reator EC-1 (1) tem entradas para CO₂ aquoso (2a) e EO (2b), e a saída (3) para o separador (6) para produto EC e gases e líquidos não reagidos que passam através do separador (6) que alimenta fluidos produtos e fluidos não reagidos na linha de alimentação do Reator EC-2 (4) e recicla líquido de reação como reciclagem de líquido (5) com a bomba (7) por meio do trocador de calor (8) para remover calor antes de retornar ao Reator EC-1 (1). Uma linha similar está mostrada no Reator EC-2 (4) mas, neste caso, a reciclagem é aquecida.

Na figura 2, a reciclagem de líquido do Reator EC-2 (5) separada pelo separador (6) passa para o Resfriador do Reator EC-1 (8a). O Resfriador do Reator EC-1 (8a) fica em troca de calor com o Circuito Intermediário (9) por sua vez em troca de calor com a Unidade de Refrigeração de absorção (10). O Resfriador de Parada (8b) localizado no desvio do Resfriador de Parada (11) como um desvio do Circuito Intermediário (9) é suprido com CW independente. O Resfriador de guarnição do Reator EC-1 (1) fica localizado a jusante do Resfriador do Reator EC-1

(8a) na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5).

O controlador de temperatura TC-1 fica localizado no Resfriador do Reator EC-1 (1), TC-2 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) a jusante do Resfriador de guarnição (12), e TC-3 fica
5 localizado no Circuito Intermediário (9) a montante do Resfriador do Reator EC-1 (8a).

A válvula de controle CV-1 fica localizada no suprimento de CW para o Resfriador de guarnição do Reator EC-1 (12), CV-2 no Circuito Intermediário (9) paralelo ao desvio para o Resfriador de Parada (8b), CV-3
10 fica localizado no desvio do Resfriador de Parada (11), CV-4 fica localizado na entrada de CW para o Resfriador de Parada (8b) e CV-5 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) a montante do resfriador do reator 8a.

O controlador de fluxo FC-1 fica localizado no Circuito Intermediário (9) a montante do desvio para o Resfriador de Parada (8b) e
15 FC-2 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) a montante do resfriador do reator 8a.

TC-1 comunica com o Reator EC-1 e transmite sinais ao TC-2. TC-2 comunica com a reciclagem de líquido do Reator EC-1 e TC-1 transmite
20 sinais ao TC-3 e CV-1. TC-3 comunica com o Circuito Intermediário (9) e transmite sinais às três Unidades de Controle Y-1, Y-2 e Y-3. A unidade de Controle Y-1 comunica com FC-1 e TC-3 e passa sinais ao CV-2, Y-2 comunica com FC-1 e TC-3 por meio de Y-1 e passa sinais a CV-3, e Y-3 comunica com TC-3 e passa sinais a CV-4. FC-2 comunica com a reciclagem
25 de líquido do Reator EC-1 (5) e transmite sinais a CV-5.

No sistema de integração de calor, a temperatura do Reator EC-1 é sempre regulada. Quando TC-1 detecta temperatura além dum um ponto de ajuste, tipicamente na partida, ele opera o Resfriador de guarnição (12) abrindo a válvula de controle CV-1 até um valor desejado até que,

aproximadamente em 90 % de abertura, o Resfriador do Reator (8a) e o Resfriador de Parada (8b) são operados, abrindo ou fechando as válvulas de controle CV-2, CV-3 e CV-4 para absorver parte da carga de resfriamento.

Unidades de Controle Y-1, Y-2 e Y-3 garantem que o fluxo no
 5 Circuito Intermediário (9) permanece constante, por meio de algoritmos programados, por meio do que, se os controladores TC-3 e FC-1 receberem sinas e os determinarem como normais, eles transmitem um sinal para abrir CV-2 fracionadamente, e, se FC-1 receber um sinal e determinar como muito
 10 alto, ele transmite um sinal para fechar CV-2 fracionadamente. Por exemplo, Y-1 calculando o produto de sinal 0, um valor fracional ou 1 (a) de FC-1 e sinal 0, um valor fracional ou 1 (b) de TC-3 para determinar um sinal 0, um valor fracional ou 1 (a.b) para CV-2, e Y-2 recebendo os mesmos sinais e calculando um seu fator $(1-a(1-k.b))$ para determinar um sinal 0, um valor fracional ou 1 para CV-3 que regula a abertura de CV-3.

15 O controlador de fluxo FC-2 garante que o fluxo na reciclagem do Reator EC-1 permanece constante. Se FC-2 recebe um sinal e determina que o fluxo é muito alto, ele transmite um sinal para fechar CV-5 fracionadamente; ao contrário, se o sinal for que o fluxo está muito baixo, ele transmite um sinal para abrir CV-5 fracionadamente.

20 A figura 7 mostra a operação do sistema de integração de calor da invenção no controle da temperatura do Reator EC-1. TC-1 recebe uma entrada de temperatura do Reator EC-1 e compara com o ponto de ajuste de temperatura do Reator EC-1, gerando um sinal para TC-2. TC-2 recebe uma entrada de temperatura da Reciclagem de Líquido do Reator EC-1 e sinal de
 25 TC-1, e gera um sinal para TC-3 e um sinal para CV-1, abrindo o fluxo de CW no caso de o sinal solicitar resfriamento por meio do Resfriador de guarnição (12). TC-3 recebe uma entrada de temperatura do Circuito Intermediário (9) e sinal de TC-2, e gera um sinal para CV-3, abrindo a válvula de controle do Circuito Intermediário CV-3 para desvio do Resfriador

de Parada (8b), e também gera um sinal para CV-4 abrindo o desvio do Resfriador de Parada, e também gera um sinal para CV-4 que abre CW para o Resfriador de Parada. Simultaneamente, TC-3 transmite um sinal a CV-2 que regula o fluxo n Circuito Intermediário paralelo ao desvio do Resfriador de Parada, e FC-1 recebe uma entrada de vazão do Circuito Intermediário e compara com um ponto de ajuste e transmite um sinal a CV-3, por meio do que o fluxo do Circuito Intermediário é mantido constante. FC-2 recebe uma entrada de vazão do Circuito de Reciclagem e compara com um ponto de ajuste, e transmite um sinal para CV-5, por meio do que o fluxo do Circuito de Reciclagem é mantido constante.

Na figura 3, está mostrada a Unidade de Refrigeração de absorção (10) que é suprida com CW (20) para remover calor da reação do Líquido Intermediário que escoa no Circuito Intermediário (9). líquido resfriado gerado pela Unidade de Refrigeração de absorção (10) passa pelo circuito de Líquido resfriado (21) para a Unidade Consumidora 26(a). O Controlador de Temperatura (TC-4) no circuito de Líquido resfriado (21) passa sinais para a válvula de controle de três vias (CV-6) no Circuito Intermediário (9) a montante da Unidade de Refrigeração de absorção (10). e no desvio (22) da Unidade de Refrigeração de absorção (10). A Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) é acionada pelo vapor independente (24) e é suprida com CW (25). O controlador de temperatura TC-5 fica localizado no circuito de Líquido resfriado (21) a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) e comunica com a válvula de controle CV-7 na entrada de vapor independente (24). A Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) é acionada por vapor (24) e gera líquido resfriado para o circuito de Líquido resfriado (21).

O Controlador de Temperatura TC-6 fica localizado na saída do lado do processo da Unidade Consumidora (26a) transmite sinais à válvula de controle CV-8 localizada no circuito de Líquido resfriado (21) a jusante da

Unidade Consumidora (26a). Mais de uma Unidade Consumidora (26b, etc.) pode ficar localizada em paralelo com a Unidade Consumidora (26a) no circuito de Líquido resfriado (21). Unidades Consumidoras adicionais são associadas com controladores e válvulas de controle correspondentes.

5 A carga de resfriamento de Unidades de Refrigeração de absorção (10, 23) é tão alta que cada qual pode compreender múltiplas subunidades separadas que funcionam juntas como uma única unidade, por exemplo, qualquer quantidade de máquinas, a fim de controlar uma maior carga da Unidade Consumidora.

10 Na operação de partida, interrupção ou parada, a Unidade de Refrigeração reserva (23) fica em operação e o Resfriador de Parada (8b, figura 2) fica em operação de forma parcial ou completa.

 Acima de aproximadamente 50 % de carga do Reator EC-1, a Unidade de Refrigeração de absorção (10) fica em operação e o Resfriador do
15 Reator (8a, figura 2) e Resfriador de guarnição (12, figura 2) ficam em operação combinada.

 A figura 8 mostra a operação do sistema de integração de calor da invenção no controle da temperatura da Unidade de Refrigeração de absorção (10). TC-6 recebe uma entrada de temperatura da saída do lado de
20 processo da Unidade Consumidora (26a) e compara com um ponto de ajuste de saída de temperatura de processo da Unidade Consumidora, e transmite um sinal a CV-7 para operar ou regular o fluxo de líquido resfriado para a Unidade Consumidora (26a). CV-7 pode ficar localizado antes ou depois da Unidade Consumidora (26a).

25 TC-4 recebe uma entrada de temperatura da saída da Unidade de Refrigeração de absorção (10) e compara com um ponto de ajuste da temperatura de saída da Unidade de Refrigeração de absorção, e transmite um sinal a CV-5 para abrir a válvula de controle de três vias para a Unidade de Refrigeração de absorção (10) ou abrir a válvula de controle de 3 vias (CV-5)

para o desvio (22) se TC-4 apresentar uma temperatura respectivamente maior ou menor que o ponto de ajuste.

Na figura 4, a reciclagem de líquido do Resfriador do Reator EC-1 (5) separada pelo separador (6) passa para o Resfriador do Reator EC-1 (8a). O Resfriador do Reator EC-1 (8a) fica em troca de calor com o Circuito Intermediário (8), por sua vez em troca de calor com a Unidade de Refrigeração de absorção (10). O Resfriador de Parada (8b) localizado no desvio do Resfriador de Parada (11) como um desvio do Circuito Intermediário (9) é suprido com CW independente. O Resfriador de guarnição do Reator EC-1 (12) fica localizado a jusante do Resfriador do Reator EC-1 (8a) na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5).

O controlador de temperatura TC-10 fica localizado no Reator EC-1 (1), TC-2 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) a jusante do Resfriador de guarnição (12), e TC-30 fica localizada no Circuito Intermediário (9) a montante do Resfriador do Reator EC-1 (8a).

A válvula de controle CV-10 fica localizada em um desvio em torno do Resfriador de guarnição (12), CV-20 no Circuito Intermediário (9) paralelo ao desvio para o Resfriador de Parada (8b), CV-30 fica localizado no desvio do Resfriador de Parada na entrada para o resfriador de parada do Reator (11), e CV-40 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) entre o Resfriador do Reator (8a) e o Resfriador de guarnição (12) (a jusante da tomada do desvio na entrada do Resfriador de guarnição).

O controlador de fluxo FC-10 fica localizado no Circuito Intermediário (9) a montante do desvio para o Resfriador de Parada (8b) e FC-20 fica localizado na reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) a montante do resfriador do reator 8a.

TC-10 comunica com o Reator EC-1 e transmite sinais para TC-20. TC-20 comunica com a reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) e TC-10 e transmite sinais para CV-40 e controlador de posição da válvula XC.

TC-30 comunica com o Circuito Intermediário (9) e XC e transmite sinais para CV-3. FC-10 comunica com o Circuito Intermediário (9) e transmite sinais para CV-20. FC-20 comunica com a reciclagem de líquido do Reator EC-1 (5) e transmite sinais para CV-10.

5 No sistema de integração de calor, a temperatura do Reator EC-1 é sempre regulada. Quando TC-10 detecta temperatura além de um ponto de ajuste, ele comunica com TC-20, que age na válvula CV-40, aumentando o fluxo através do Resfriador de guarnição (12). Quando FC-20 detecta um fluxo além de um ponto de ajuste, ele transmite um sinal para abrir
10 CV-10, que aumenta o fluxo por meio do desvio do Resfriador de guarnição (reduzindo o fluxo através do Resfriador de guarnição).

O fluxo no Circuito Intermediário (9) é sempre regulado. Quando FC-10 detecta um fluxo além de um ponto de ajuste, ele transmite um sinal para fechar CV-20 fracionadamente.

15 A temperatura no Circuito Intermediário (9) é regulada. Quando TC-30 detecta uma temperatura além de um ponto de ajuste, ele transmite um sinal para abrir CV-30 fracionadamente, o que aumenta o fluxo através do Resfriador de Parada do Reator (8b).

20 Para garantir que TC-20 permanece em controle, o ponto de ajuste de TC-30 é ajuste por meio do controlador de posição da válvula XC. Limites da saída de TC-20 e TC-30 são aplicados para manter esses controladores na faixa.

25 A figura 9 mostra a operação do sistema de integração de calor da invenção no controle da temperatura do Reator EC-1. TC-10 recebe uma entrada de temperatura do Reator EC-1 e compara com um ponto de ajuste de temperatura do Reator EC-1, gerando um sinal para TC-20. TC-20 recebe uma entrada de temperatura da Reciclagem de Líquido do Reator EC-1 e sinal de TC-10, e gera um sinal para CV-40, abrindo a válvula no caso de o sinal solicitar maior resfriamento por meio do Resfriador de guarnição (12). TC-30

recebe uma entrada de temperatura do Circuito Intermediário (9), e gera um sinal para CV-30, abrindo a válvula de controle do Circuito Intermediário CV-30 para o desvio do Resfriador de Parada (8b). FC-10 recebe uma entrada de vazão do Circuito Intermediário e compara com um ponto de ajuste e transmite um sinal para CV-20, por meio do que o fluxo do Circuito Intermediário é mantido constante. FC-20 recebe uma entrada de vazão do Circuito de Reciclagem e compara com um ponto de ajuste e transmite um sinal para CV-10, por meio do que o fluxo do Circuito de Reciclagem é mantido constante.

Na figura 5 está mostrada a Unidade de Refrigeração de absorção (10) que é suprida com CW (20) para remover calor de reação do Líquido Intermediário que escoar no Circuito Intermediário (9). Líquido resfriado gerado pela Unidade de Refrigeração de absorção (10) passa pelo circuito de Líquido resfriado (21) para a Unidade Consumidora 26(a). O Controlador de Temperatura (TC-40) no Circuito Intermediário (9) a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção (10) passa sinais para a válvula de controle (CV-50) no Circuito Intermediário (9) a montante da Unidade de Refrigeração de absorção (10). Controle de pressão diferencial é aplicado no desvio (22) da Unidade de Refrigeração de absorção (10) por uma Unidade de Controle (Y) para manter um fluxo constante no caso de qualquer das unidades de refrigeração falhar.

A Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) é acionada por vapor independente (24) e é suprida com CW (25). O controlador de temperatura TC-50 fica localizado no circuito de Líquido resfriado (21) a jusante da Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) e comunica com a válvula de controle CV-7 na entrada de vapor independente (24). A Unidade de Refrigeração de absorção reserva (23) é acionada por vapor (24) e gera líquido resfriado para o circuito de Líquido resfriado (21).

O Controlador de Temperatura TC-60 localizado na saída do

lado do processo da Unidade Consumidora (26a) transmite sinais para a válvula de controle CV-70 localizada no circuito de Líquido resfriado (21) a jusante da Unidade Consumidora (26a). Mais de uma Unidade Consumidora (26b, etc.) podem ficar localizadas em paralelo com a Unidade Consumidora (26a) no circuito de Líquido resfriado (21). Unidades Consumidoras adicionais são associadas com controladores de temperatura e válvulas de controle correspondentes.

A carga de resfriamento das Unidades de Refrigeração de absorção (10, 23) é tão alta que cada qual pode compreender múltiplas subunidades separadas que funcionam juntas como uma única unidade, por exemplo, qualquer número de máquinas, a fim de controlar uma maior carga da Unidade Consumidora. O controle de pressão diferencial aplicado no desvio garante operação suave e fluxo constante para as subunidades da Unidade de Refrigeração de absorção (10).

Na operação de partida, interrupção ou parada, a Unidade de Refrigeração de reserva (23) fica em operação e o Resfriador de Parada (8b, figura 4) fica em operação de forma parcial ou total.

Acima de aproximadamente 50 % da carga do Reator EC-1, a Unidade de Refrigeração de absorção (10) fica em operação e o Resfriador do Reator (8a, figura 4) e Resfriador de guarnição (12, figura 4) ficam em operação combinada.

A figura 10 mostra a operação do sistema de integração de calor da invenção no controle da temperatura da Unidade de Refrigeração de absorção (10). TC-60 recebe uma entrada de temperatura da saída do lado de processo da Unidade Consumidora (26a) e compara com um ponto de ajuste de saída de temperatura da Unidade Consumidora, e transmite um sinal para CV-70 para operar ou regular o fluxo de líquido resfriado para a Unidade Consumidora (26a). CV-70 pode ficar localizada antes ou depois da Unidade Consumidora (26a).

C-40 recebe uma entrada de temperatura do Circuito Intermediário (9) a montante da Unidade de Refrigeração (10) e compara com uma temperatura do ponto de ajuste do Circuito Intermediário, e transmite um sinal para CV-50 para abrir a válvula de controle para a Unidade de Refrigeração de absorção (10) se TC-40 apresentar uma temperatura superior ao ponto de ajuste.

Na figura 6 está mostrado um separador bifásico (30) compreendendo uma entrada de gás/líquido na retirada lateral do Reator EC-1 (31), dispositivo de entrada gás-líquido (32), espaço de líquido (33), espaço de gás (34), saída de reciclagem de líquido do Reator EC-1 (35), saída de fluxo bifásico reconstituído (36) para o Reator EC-2 (não mostrada), barragem de transbordamento (37) e defletor de acalmação (38). A sangria (39) impede o acúmulo de gás estagnado. A maioria do gás da entrada (31) é separada no dispositivo de entrada (32) e sai diretamente por meio da saída (36). Uma quantidade de gás é aprisionada como bolhas com líquido do dispositivo de entrada (32) e passa através do defletor de acalmação (38) para o espaço de líquido (33) onde ele sobe e se desprende do líquido e entra no espaço de gás (34). O líquido que sai pela saída (35) é preferivelmente sem gás e sai substancialmente como um fluxo de líquido monofásico. A barragem de transbordamento (37) garante que não existe nível de líquido acima da saída (36), por meio do que gás sai juntamente com líquido como um fluxo gás-líquido bifásico, por exemplo, por meio de um feito ciclone. Isto pode ser conseguido por meio de um bico de saída especialmente modelado (por exemplo, cônico). Um nível de líquido acima da saída (36) impediria que gás fosse arrastado para a saída (36).

Exemplos

Exemplo 1 – eficiência de energia

O trabalho do Resfriador do Reator EC-1 é convertido em líquido resfriado, e esta energia, de outra forma, seria perdida. O sistema de

integração de calor da invenção representa uma economia igual ao trabalho do Resfriador do Reator EC-1. Para uma usina em escala mundial, isto é da ordem de 12 MW.

Exemplo 2 – segurança

5 A invenção permite operação independente desacoplada do Reator EC-1 e das Unidades Consumidoras sob circunstâncias específicas. Assim, não pode haver possibilidade de descontrole do Reator EC-1 por causa de demanda insuficiente de água Fria da(s) Unidades(s) Consumidora(s), e também não pode haver possibilidade de problemas de Consumidor por causa
10 de água Fria insuficiente disponível na partida, operação de parada ou desligamento do Reator EC-1.

Exemplo 3 – Separador

O separador da tecnologia anterior (6) na figura 1 é um separador gás-líquido padrão que opera em um nível de líquido na base do
15 separador que tem uma área superficial de separação e acima uma zona gás-líquido bifásica no topo do separador. O separador, portanto, exibe altura suficiente para separação e precisa de uma baixa velocidade superficial na base do separador. A entrada de reciclagem de líquido do Reator EC-1 (31) precisa aumentar a fim de atingir a capacidade necessária. As exigências de
20 projeto para o vaso são um certo tempo de permanência máximo e uma certa velocidade superficial de líquido máxima para garantir desagregação do vapor na base do separador. A aplicação dessas exigências de projeto levaria a um vaso em forma de panqueca muito plano com um grau de turbulência muito alto que levaria a uma desagregação de vapor muito fraca na base do
25 separador.

O separador (6) da figura 6 atende o tempo de permanência exigido na fase líquida a tinge a remoção de gás exigida da entrada (31) no dispositivo de entrada (32), o gás separado saindo diretamente por meio da saída (36). A saída de líquido (35) é portanto substancialmente sem gás, e sai

como um fluxo de líquido monofásico, garantindo que a bomba de reciclagem de líquido do Reator EC-1 pode operar sem cavitação. Substancialmente 100 % do gás sai juntamente como líquido com gás-líquido bifásico pela saída (36).

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de integração de calor para remover calor de reação de um Reator EC-1 e gerar líquido resfriado para uso por uma ou mais Unidades de Consumidor, em um processo catalítico para produzir EC a partir de EO para conversão em MEG, caracterizado pelo fato de que o sistema compreende um Reator EC-1, um Resfriador do Reator EC-1 adequado para remover calor de um Reator EC-1, um Circuito Intermediário que fica em comunicação com o Resfriador do Reator e com uma Unidade de Refrigeração de absorção, e que é adequado para conduzir Líquido Intermediário entre eles, a Unidade de Refrigeração de absorção sendo adequada para gerar líquido resfriado,

e um circuito de líquido resfriado adequado para conduzir líquido resfriado gerado na Unidade de Refrigeração de absorção para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras,

o sistema sendo de maneira tal que a Unidade de Refrigeração de absorção usa calor gerado no Reator EC-1 para gerar líquido resfriado para o circuito de Líquido resfriado e Unidade(s) Consumidora(s),

em que o sistema compreende adicionalmente um Resfriador de Parada que tem uma fonte de resfriamento independente que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para remover calor do Reator EC-1,

e em que o sistema compreende adicionalmente uma fonte reserva independente de líquido resfriado que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade de Refrigeração de absorção, para gerar líquido resfriado, para servir a uma ou mais Unidades Consumidoras.

2. Sistema de integração de calor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o Circuito Intermediário inclui um desvio da Unidade de Refrigeração de absorção por meio do qual líquido de resfriamento Intermediário pode ser conduzido para a Unidade de

Refrigeração de absorção para remoção de calor, ou pode desviar da Unidade de Refrigeração de absorção.

3. Sistema de integração de calor, de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o Resfriador do Reator EC-1 fica localizado em uma reciclagem de líquido do Reator EC-1 que compreende uma retirada lateral e uma reciclagem de líquido do Reator EC-1.

4. Sistema de integração de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade de controladores, uma pluralidade de válvulas de controle e uma ou mais Unidades de Controle, em que os controladores fornecem sinais relacionados ao carregamento do Reator EC-1 e demanda das Unidades Consumidoras aos controladores ou Unidades de controle, ou uma combinação destas, e/ou às válvulas de controle que regulam a operação do Resfriador de Parada e da Unidade de Refrigeração de absorção.

5. Sistema de integração de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um Resfriador de guarnição do Reator EC-1 para regular a temperatura do Reator EC-1, localizado a jusante do Resfriador do Reator EC-1 e a montante do Reator EC-1 na reciclagem de líquido do Reator EC-1.

6. Sistema de integração de calor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o Resfriador de guarnição fica sob controle de um controlador de reciclagem de líquido do Reator EC-1 que, por sua vez, recebe sinais de um controlador do Reator EC-1, e transmite um sinal para uma válvula de controle para o suprimento de CW do Resfriador de guarnição para controlar a temperatura de reciclagem de líquido do Reator EC-1 em uma faixa de temperatura de reciclagem preferida.

7. Sistema de integração de calor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que existe um desvio em torno do

Resfriador de guarnição, e uma válvula de controle fica localizada no desvio, em que a válvula de controle localizada no desvio é controlada por um controlador de fluxo a montante do Resfriador do Reator EC-1; e uma válvula de controle fica localizada na entrada do Resfriador de guarnição e a válvula de controle na entrada do Resfriador de guarnição é controlada por um controlador de temperatura localizado a jusante do Resfriador de guarnição e a jusante do ponto onde o desvio une novamente com a corrente de reciclagem de líquido do Reator EC-1.

8. Sistema de integração de calor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um separador bifásico para separar fluxo bifásico em uma retirada lateral do Reator EC-1 em um primeiro compartimento que provê reciclagem de líquido ao EC-1, e um segundo compartimento que provê um fluxo bifásico a um segundo Reator EC EC-2, de maneira tal que o fluxo bifásico para o Reator EC-2 seja estável; em que, preferivelmente o separador opera sem um nível de líquido no segundo compartimento para acionar o fluxo bifásico para o Reator EC-2, evitando assim o risco de um nível de líquido aumentar e inundar o vaso de separação, e perturbar a remoção de gás da reciclagem de líquido.

9. Processo para separar fluxo bifásico a partir de um Reator EC-1, em que um separador bifásico está localizado em uma retirada lateral do Reator EC-1, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de

(a) reciclar um primeiro compartimento de fase líquida a partir de um primeiro componente do separador bifásico para o Reator EC-1; e

(b) prover uma segunda corrente bifásica gás-líquido de um segundo compartimento do separador bifásico para um reator EC EC-2, de modo que o fluxo bifásico para o Reator EC-2 é estável.

10. Sistema de controle para controlar um sistema de integração de calor, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9,

caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade de controladores, Unidades de Controle e/ou válvulas de controle, em que os controladores fornecem sinais relativos ao carregamento do Reator EC-1 e demanda da(s) Unidade(s) Consumidora(s), aos controladores ou Unidades Consumidoras, 5 ou uma combinação destas, e/ou às válvulas de controle que regulam a operação do Resfriador de Parada e a Unidade de Refrigeração de absorção.

11. Uso do sistema de integração de calor, separador ou sistema de controle, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que é em um processo para produzir EC a partir 10 de EO, ou em um processo para produzir MEG a partir de EO por meio de EC.

Fig.1

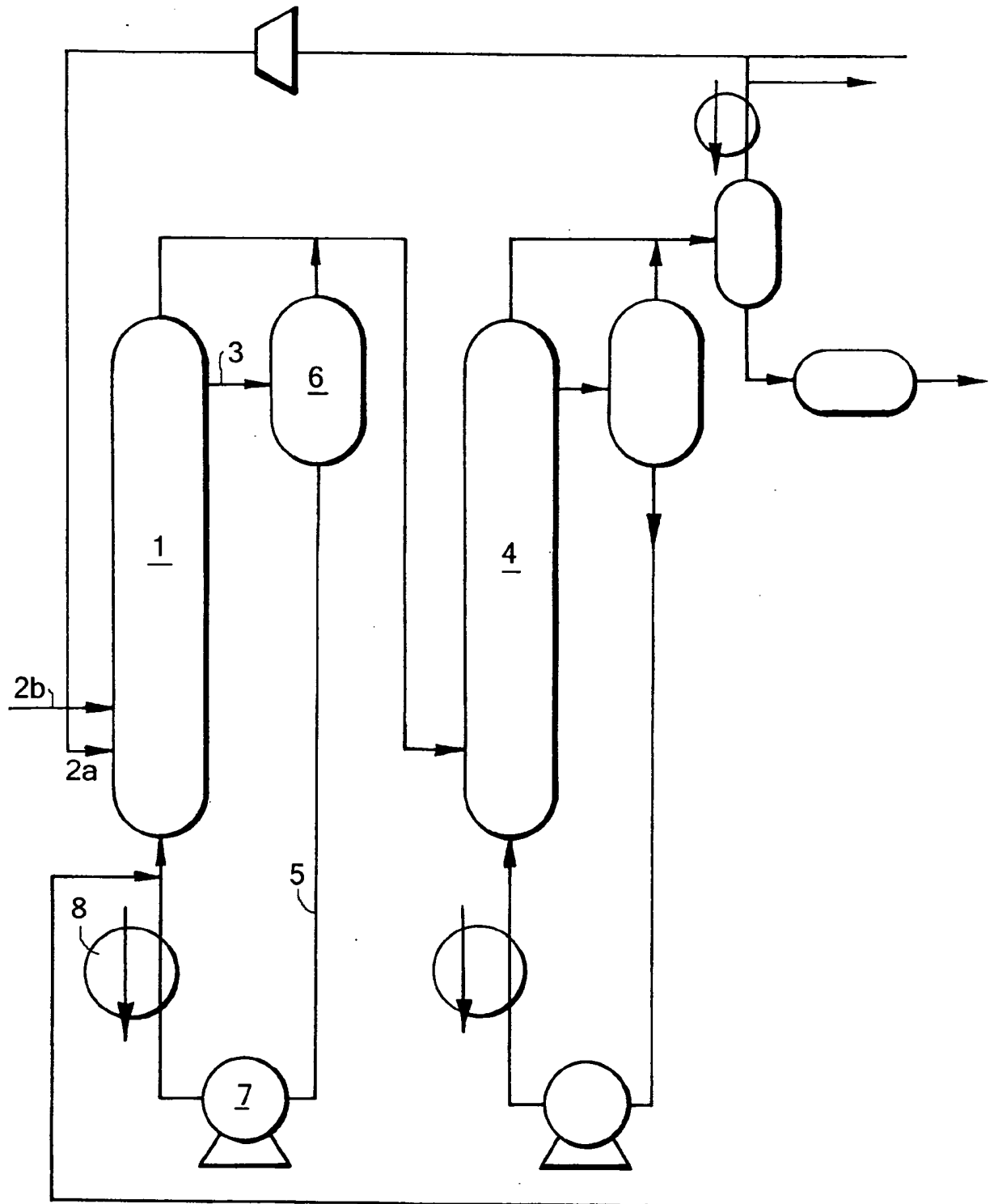
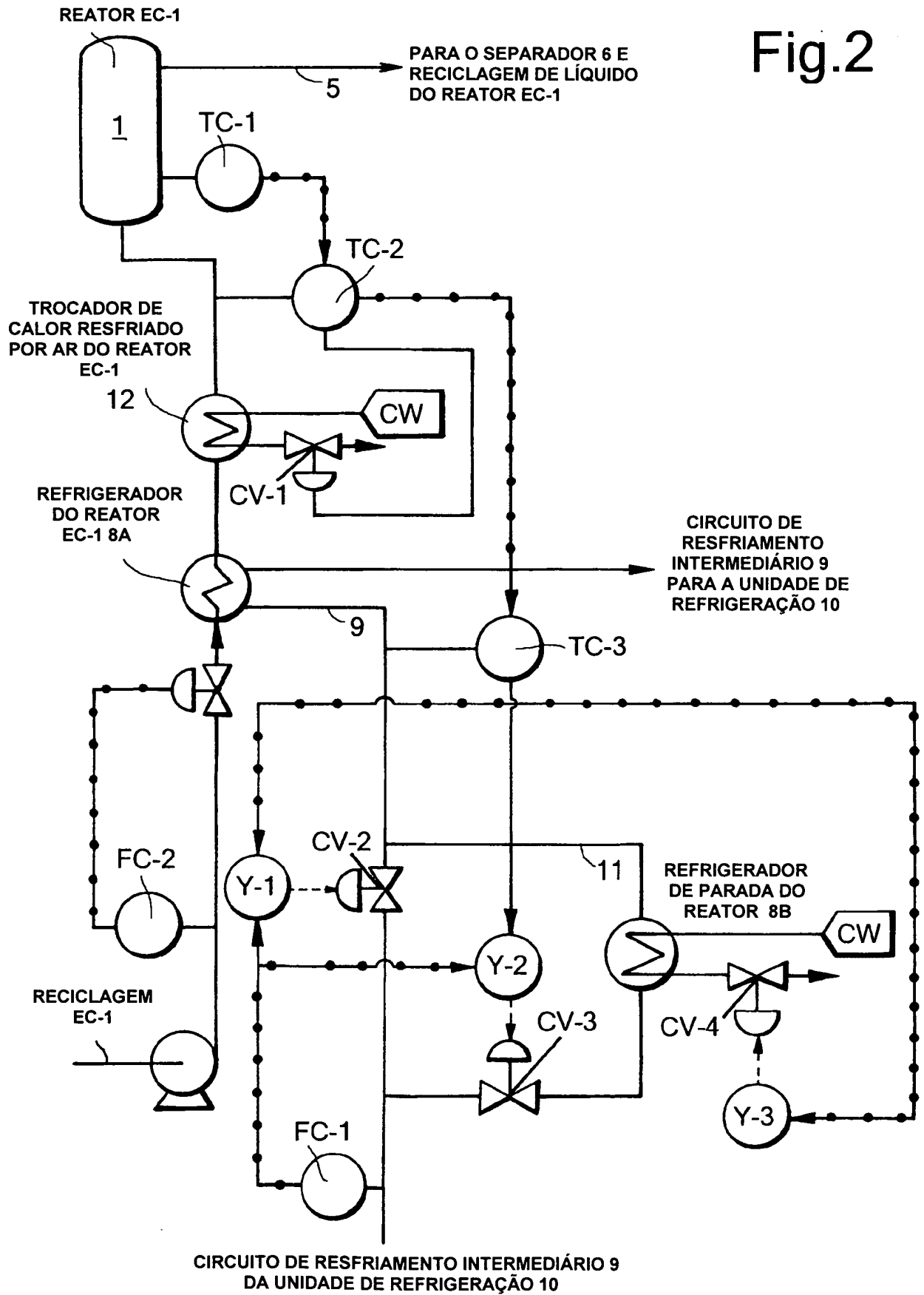
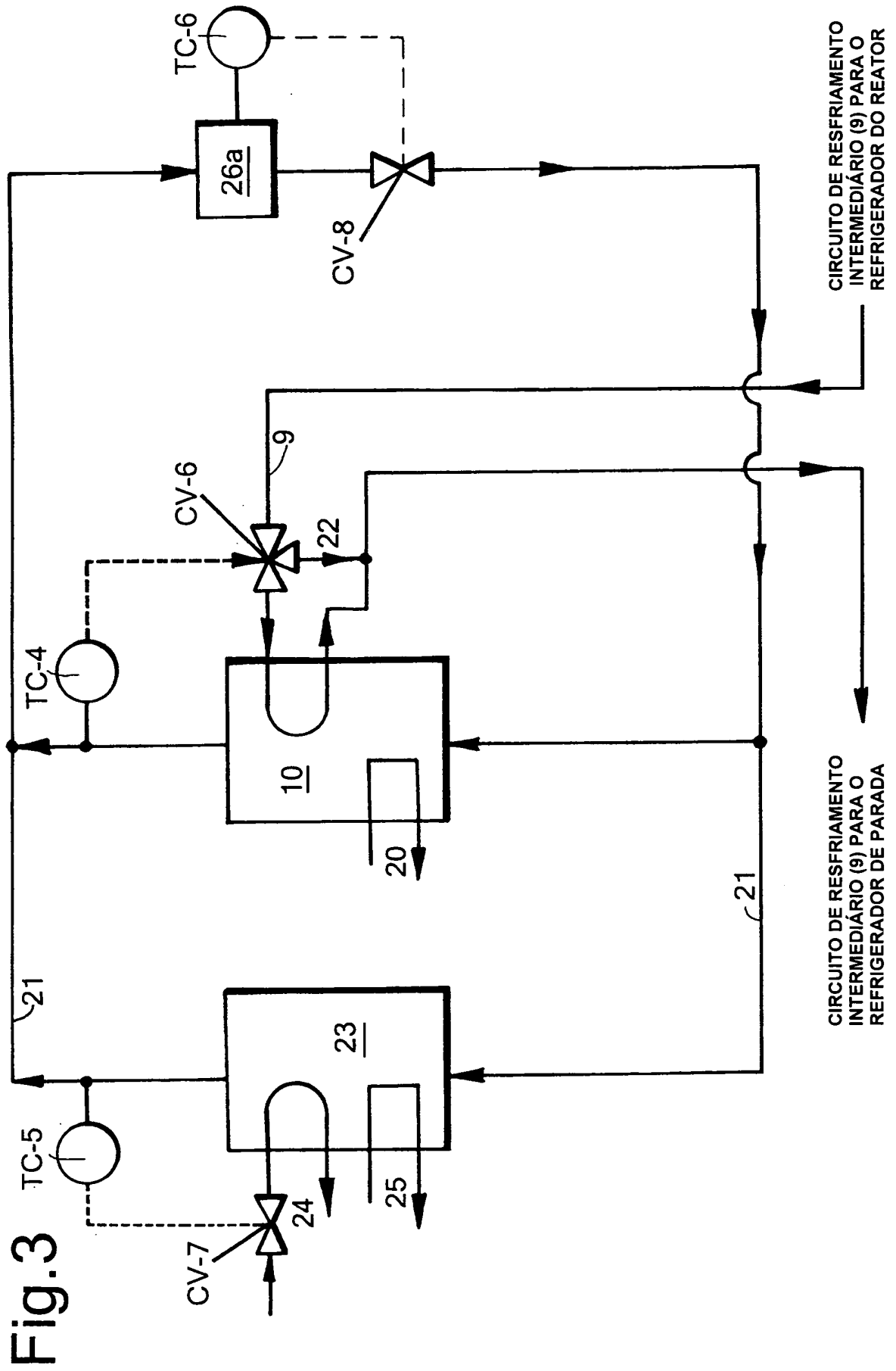


Fig.2





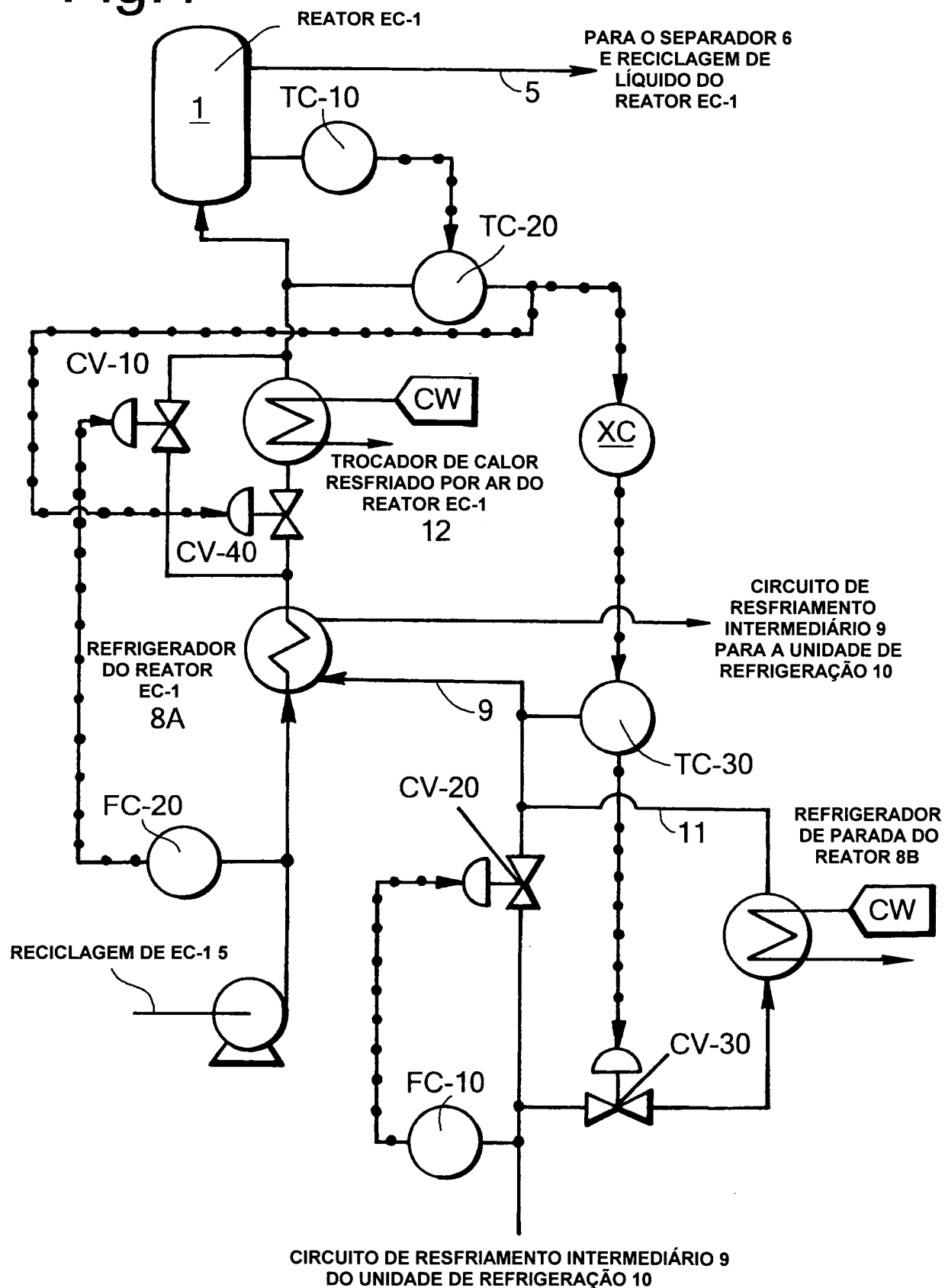


Fig.5

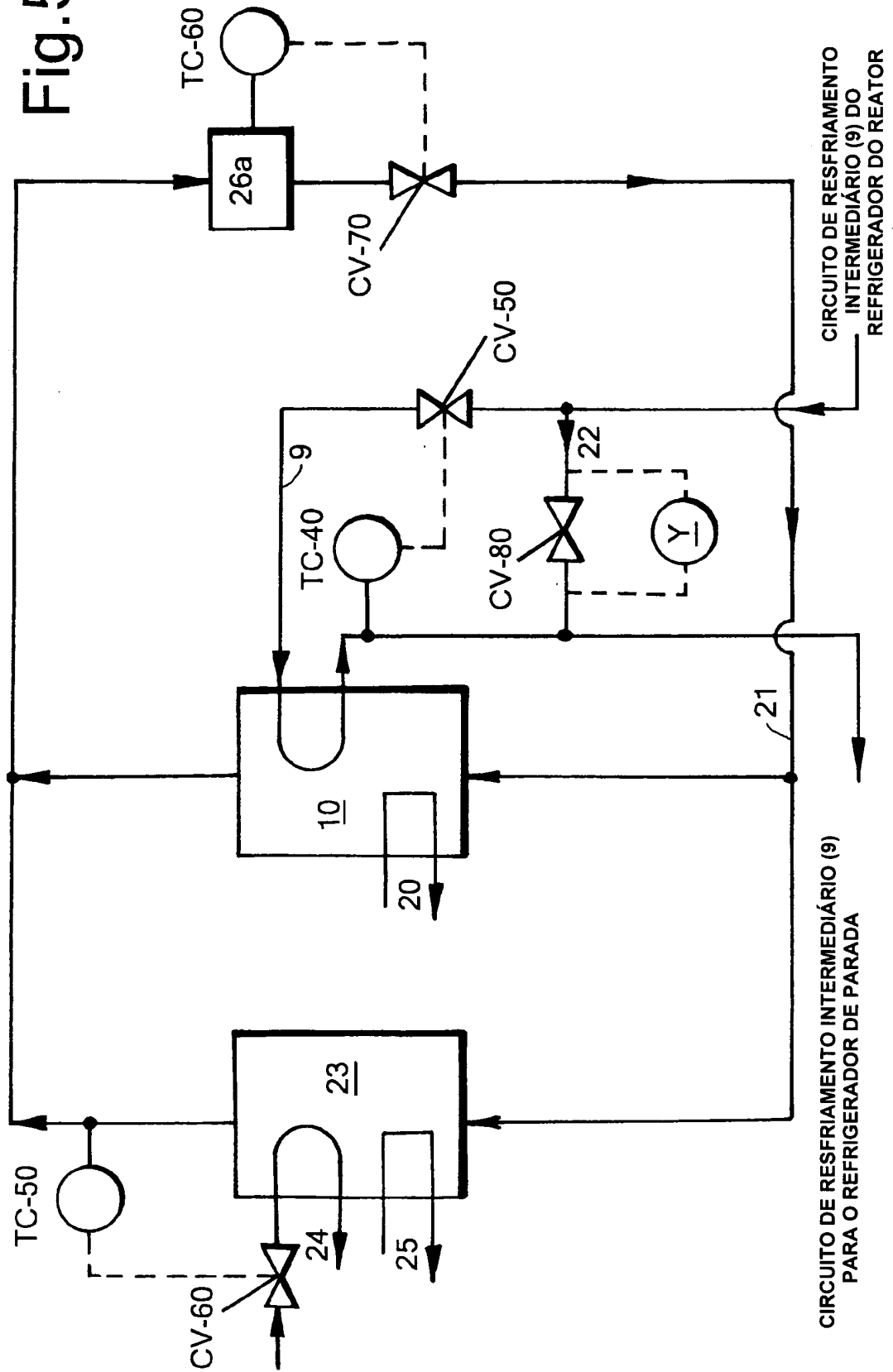
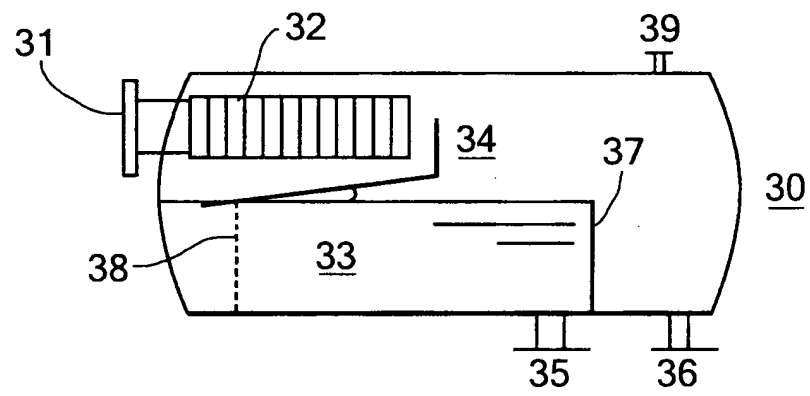


Fig.6



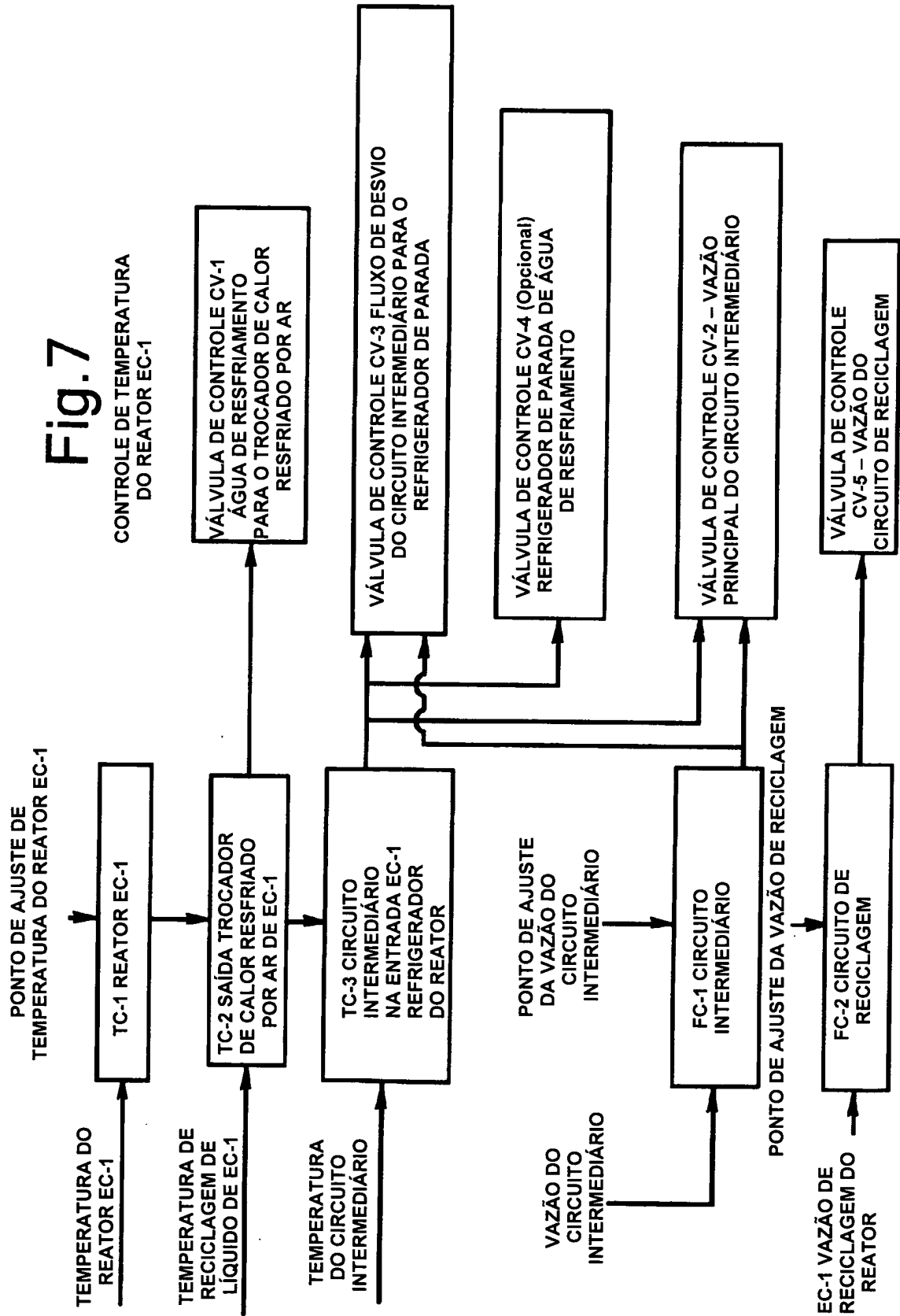


Fig.8

CONTROLE DE TEMPERATURA DA UNIDADE DE REFRIGERAÇÃO

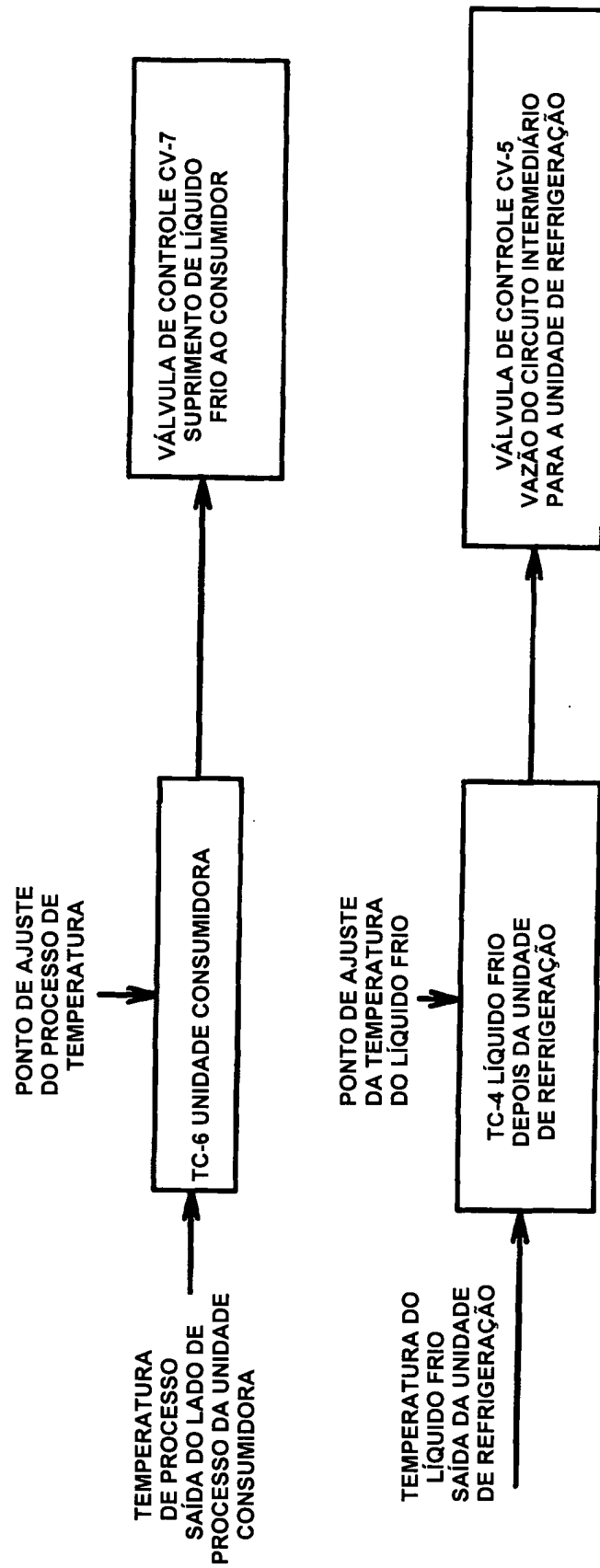


Fig.9

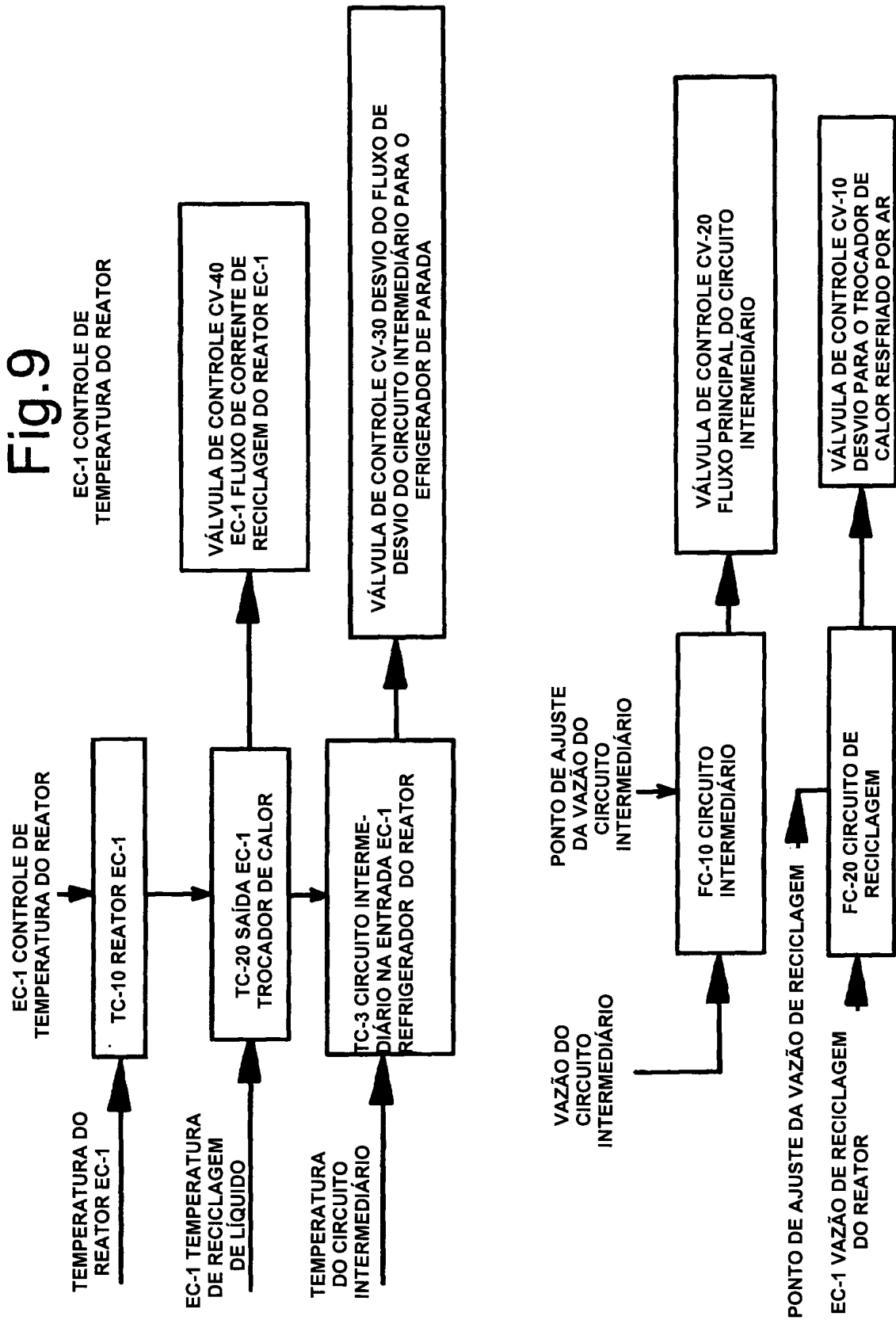
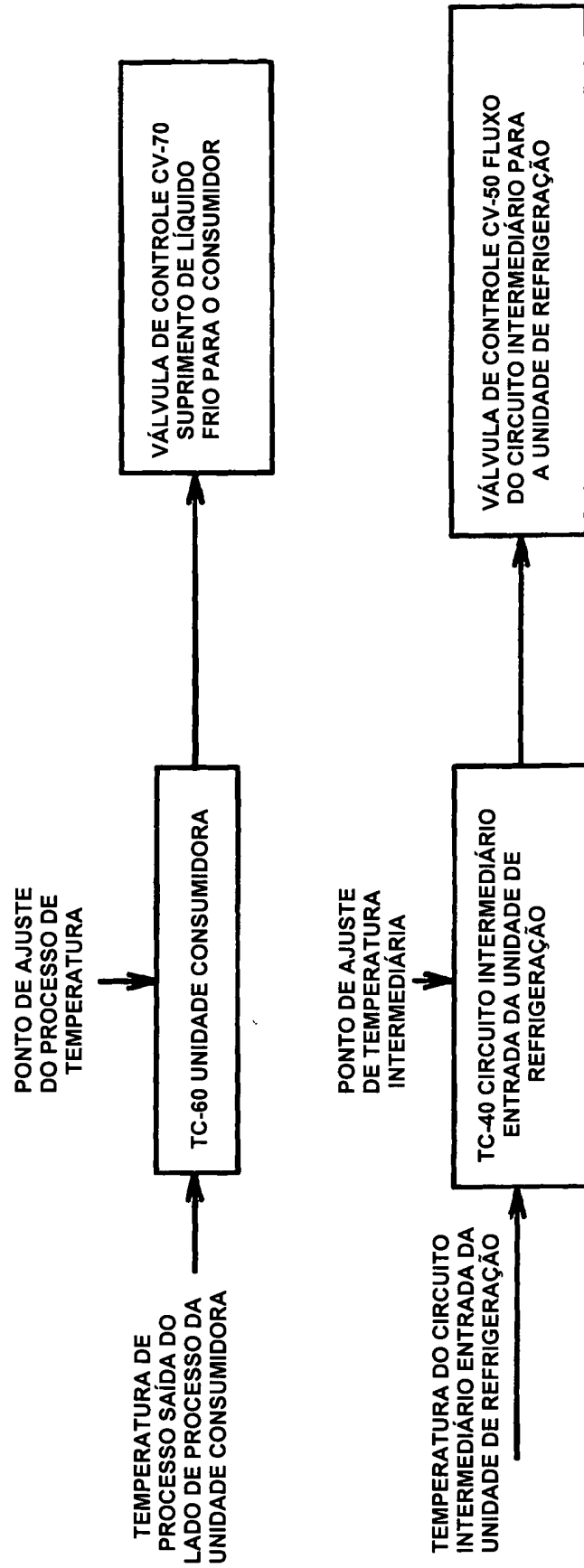


Fig.10

CONTROLE DE TEMPERATURA DA UNIDADE DE REFRIGERAÇÃO



RESUMO

“SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR, PROCESSO PARA
SEPARAR FLUXO BIFÁSICO A PARTIR DE UM REATOR, SISTEMA
DE CONTROLE PARA CONTROLAR UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
5 DE CALOR, E, USO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE CALOR,
SEPARADOR OU SISTEMA DE CONTROLE”

É descrito um sistema de integração de calor para remover
calor de reação de um Reator EC-I e gerar líquido resfriado para uso por uma
ou mais Unidades Consumidoras, em um processo catalítico para produzir EC
10 a partir de EO para conversão em MEG, em que o sistema compreende um
Resfriador do Reator EC-I adequado para remover calor de um Reator EC-I,
um Circuito Intermediário que fica em comunicação com o Resfriador do
Reator e com uma Unidade de Refrigeração de absorção, e que é adequado
para conduzir líquido Intermediário entre eles, a unidade de Refrigeração de
15 absorção sendo adequada para gerar líquido resfriado, e um circuito de líquido
resfriado adequado para conduzir líquido resfriado gerado na Unidade de
Refrigeração de absorção para uso por uma ou mais Unidades Consumidoras,
o sistema sendo de maneira tal que a Unidade de Refrigeração de absorção
use calor gerado no Reator EC-I para gerar líquido resfriado para o circuito de
20 líquido resfriado e Unidade(s) Consumidora(s), em que o sistema compreende
adicionalmente um Resfriador de Parada que tem uma fonte de resfriamento
independente que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à Unidade
de Refrigeração de absorção, para remover calor do Reator EC-I, e em que o
sistema compreende adicionalmente uma fonte reserva independente de
25 líquido resfriado que é adequada, alternativamente ou adicionalmente à
Unidade de Refrigeração de absorção, para gerar líquido resfriado para servir
a uma ou mais Unidades Consumidoras; um sistema de controle para uso no
sistema de integração de calor; um separador bifásico para separar fluxo
bifásico em uma retirada lateral do Reator EC-I em um primeiro