

MEMÓRIA DESCRITIVA

DA

PATENTE DE INVENÇÃO

Nº 93 442

NOME: LIQUID AIR CORPORATION, norte-americana, estabelecida em Califórnia Plaza 2121, North California Bld, Walnut Creek CA 94596, Estados Unidos da América.

EPÍGRAFE: "MÉTODO E DISPOSITIVO PARA AUMENTAR A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E A FLEXIBILIDADE DE UM TÚNEL DE REFRIGERAÇÃO DE MULTICAMADAS"

INVENTORES: Jean-Luc Hubert, residente nos Estados Unidos da América

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4º da Convenção da União de Paris de 20 de Março de 1883.



Descrição referente à patente de invenção de LIQUID AIR CORPORATION, norte-americana, industrial e comercial, estabelecida em California Plaza 2121, North California Bld, Walnut Creek CA 94596, Estados Unidos da América, (inventor: Jean-Luc Hubert, residente nos E.U.A.) para "MÉTODO E DISPOSITIVO PARA AUMENTAR A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E A FLEXIBILIDADE DE UM TÚNEL DE REFRIGERAÇÃO DE MULTICAMADAS".

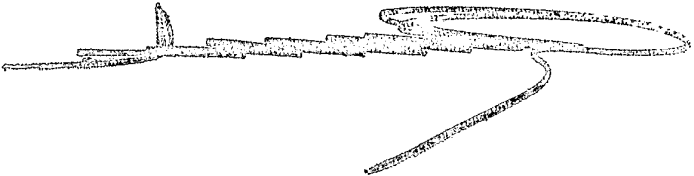
DESCRIÇÃO

Âmbito da Invenção

A presente invenção refere-se a túneis lineares de refrigeração de multicamadas de concepção conhecida para arrefecimento e/ou refrigeração e/ou congeleção de superfície e/ou congeleção total de vários produtos utilizando uma fonte de refrigeração que pode ser um líquido criogénio como por exemplo dióxido de carbono ou azoto ou ar ou outro líquido criogénio adequado ou que pode ser um gás refrigerado como por exemplo ar ou outros gases adequados.

Antecedentes da Invenção

Os túneis lineares de refrigeração deste tipo

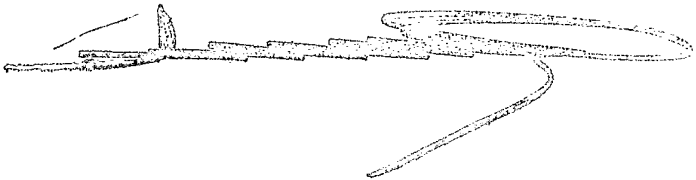


geral são bem conhecidos e são vendidos comercialmente com os nomes de, por exemplo, Cardox ULTRAFREEZE[®], L'Air Liquide ZI-PFREEZE[®], Koach IMMERSION PLUSTM, Agefko Mehrlagentunnel CFMTM, e Rommenholler ETAGENFROSSTER TETM.

Os túneis lineares de refrigeração de multica-
madas conhecidos são tipicamente constituídos por uma câmara iso-
lada através da qual os produtos a serem refrigerados são trans-
portados por um ou mais, mas tipicamente três, tapetes transpor-
tadores sem fim, paralelos e sobrepostos, de aço inoxidável ou
de plástico de qualidade alimentar com uma largura escolhida des-
de uma extremidade de entrada até uma extremidade de saída.

Os túneis de refrigeração lineares conhecidos
podem ser de construção modular (isto é, o equipamento pode ser
constituído por dois ou mais secções adjacentes e ligadas for-
mando a câmara isolada previamente descrita). Essa construção
modular permite uma instalação simples e um aumento ou diminui-
ção simples da sua dimensão. Dado que essa construção modular
proporciona geralmente secções modulares com portas horizontais
articuladas que podem ser abertas quer manualmente (como por
exemplo no dispositivo ULTRAFREEZE[®] referido nas patentes U.S.
Nos. 3 841 109 e 3 879 954) ou hidraulicamente (como por exem-
plo nos dispositivos referidos nas Patentes U.S. Nos. 4 580 413,
3 813 895 e 3 892 104), e a construção modular permite a lava-
gem simples e completa (porque não existem cantos escondidos),
um acesso fácil e rápido aos locais pretendidos, e soluções rá-
pidas para incidentes de produção desde que se instalem alguns
mecanismos de segurança básica, como é geralmente o caso.

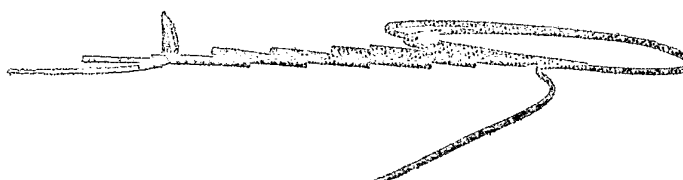
Os túneis lineares de refrigeração podem tam-
bém ser de construção não modular isto é, eles estão disponí-
veis nalgumas dimensões diferentes de acordo com o seu fabrican-
te. Esse equipamento é, tipicamente, constituído por um painel
plano inferior de isolamento térmico no qual repousa durante a
produção uma parede de isolamento com a forma de U. Para as la-
vagens, reparações, e soluções de incidentes de produção, todo
o isolamento superior é hidraulicamente levantado. A operação



de lavagem é, tipicamente, apenas possível quando o equipamento é aquecido. As desvantagens da falta de modularidade são óbvias a partir do contraste com as descrições das vantagens da modularidade dadas no parágrafo anterior. A vantagem de falta de modularidade é habitualmente um baixo custo de fabrico.

Os túneis de refrigeração conhecidos conseguem um efeito de refrigeração por criação de uma diferença de temperaturas mantendo uma dada temperatura ou perfil de temperaturas na atmosfera de gás frio na câmara (utilizando as fontes de refrigeração acima mencionadas e um dispositivo de produção de um meio de refrigeração adequado) e por criação de um campo de coeficiente de transferência de calor (fazendo circular gás frio à superfície dos produtos a serem refrigerados utilizando ventiladores ou outros meios adequados, fazendo circular jactos frios de gás à superfície do produto e utilizando a energia cinética da expansão de um líquido criogénico a alta pressão como por exemplo dióxido de carbono, ou depositando a fase condensada de um líquido criogénico na superfície dos produtos utilizando bicos ou outro sistema adequado, mas tipicamente por meio de ventiladores ou outros sistemas de circulação adequados combinados com bicos ou outros meios de injeção adequados).

Dado que a capacidade de produção, para uma dada área de tapete utilizável e para um dado produto, é directamente dependente do fluxo do calor à superfície (que é a diferença de temperaturas vezes o coeficiente da transferência de calor, isto é, $\phi = h (T_w - T_a)$), a optimização da capacidade de produção requiere (1) optimizar a diferença de temperaturas por manutenção da temperatura mais baixa possível dentro da câmara e (2) optimizar o coeficiente de transferência de calor, mas com a condição de que o rendimento do processo seja tão alto quanto possível. Devido a essa condição, as temperaturas dentro da câmara isolada dos túneis que utilizam líquidos criogénicos são habitualmente reguladas a valores acima dos seus mínimos possíveis (isto é, a temperatura de saturação dos líquidos criogénicos à pressão atmosférica) de modo a evitar a acumulação da



fase condensada dos líquidos criogénicos e, se aplicável, utilizar o calor sensível dos líquidos criogénicos vaporizados. Devido a essa condição, o número de bicos é limitado a um certo valor máximo que é função das características dos bicos e das características do congelador.

Devido às limitações acima referidas dos valores da temperatura dentro da câmara de congelação e devido à utilização de bicos de injeção de líquidos criogénicos, a optimização da capacidade de produção dos túneis de refrigeração requer a optimização da circulação criada pelos ventiladores.

A técnica anterior apresenta dois tipos de ventilação em túneis lineares de refrigeração de multicamadas. Um dos tipos (apresentado nas Patentes U.S. 3 841 109, 3 879 954 e 3 892 104) é directamente derivado duma tecnologia de túneis lineares de refrigeração de camada única que utiliza motores de ventilação montados superiormente que actuam ventiladores horizontais localizados por cima da camada superior de forma a fazer circular o gás frio dentro da câmara. Um outro tipo (por exemplo o L'Air Liquide ZIPFREEZE[®], que são frigoríficos a três camadas, e o dispositivo apresentado na Patente U.S. No. 3 708 995) abandonaram a tecnologia de congeladores lineares de camada única e utilizam motores de ventilação montados lateralmente que actuam ventiladores verticais localizados entre o conjunto das camadas e as paredes laterais do túnel (em vez dos ventiladores montados superiormente) para fazer circular o gás frio.

Os tipos conhecidos de túneis lineares de refrigeração de multicamadas apresentavam simultaneamente vantagens e desvantagens.

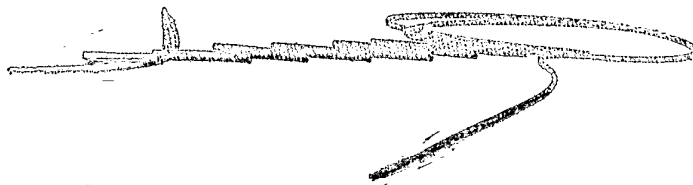
A versão com ventiladores montados superiormente assegura um coeficiente de transferência do calor por convecção forçada do gás praticamente uniforme e muito alto (com pás de diâmetro praticamente igual à largura utilizável do tapete) no tapete superior. O coeficiente de transferência do calor por



convecção forçada de gás é apenas limitado pelo peso e forma dos produtos a refrigerar, dado que o aumento da velocidade de rotação e/ou a distância entre as pás dos ventiladores aumentará o coeficiente até que a corrente criada pelos ventiladores sobre os produtos para fora do tapete (o que explica a razão porque alguns túneis de refrigeração, como por exemplo o ULTRAFREEZE[®], utilizam um controlo variável de velocidade dos ventiladores). Contudo, a circulação do gás frio criado pelos ventiladores montados superiormente é moderado sendo máximo nas camadas inferiores, dado que as camadas inferiores são separadas dos ventiladores por uma obstrução quase sólida plana constituída pela parte que transporta o produto e pela parte que faz regressar os tapetes transportadores sem fim e pelos produtos que permanecem nos tapetes.

As versões com ventiladores montados lateralmente conduzem a processos com uma transferência de calor uniforme entre as camadas. Contudo, o processo de transferência de calor na camada superior criado pelos ventiladores tem menor rendimento do que o processo de transferência de calor na camada superior criado pela versão dos ventiladores montados superiormente, dado que a produção dos ventiladores é agora dividida entre duas ou mais, mas tipicamente três camadas. Além disso, o processo de transferência de calor criado pelos ventiladores montados lateralmente não é uniforme através da largura dos vários tapetes transportadores, dado que os produtos nas extremidades laterais dos tapetes têm uma parte da superfície lateral exposta directamente à circulação criada pelos ventiladores, enquanto a área lateral restante é protegida da circulação pelo próprio produto, e dado que os produtos nas extremidades laterais dos tapetes estão directamente expostos à circulação criada pelos ventiladores, enquanto os produtos seguintes, colocados ao longo da largura dos tapetes) são crescentemente protegidos da circulação.

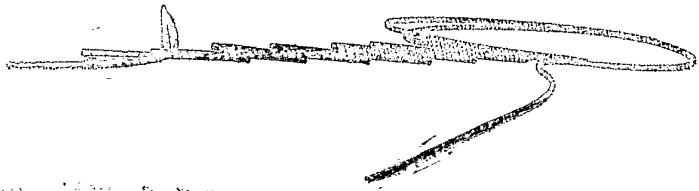
Além disso, as versões com ventiladores montados lateralmente requerem algumas modificações estruturais à concepção do túnel de refrigeração que têm consequências indesejáveis.



jáveis. Os ventiladores são montados ou na câmara isolada com os motores à atmosfera ambiente ou numa estrutura fixa dentro da câmara isolada com os motores na atmosfera de gás frio. Com a versão de ventiladores montados no exterior, já não é possível abrir manualmente as portas laterais horizontalmente articuladas das secções modulares de um congelador linear inicialmente concebido dessa forma (por exemplo, o ULTRAFREEZE[®]). Isto acontece assim em primeiro lugar devido ao peso superior das portas laterais, em segundo lugar por razões de segurança, e em terceiro lugar devido à maior complexidade de concepção. Os ventiladores montados no exterior são tipicamente encontrados em túneis de refrigeração de multicamadas, em que as câmaras isoladas consistem num leito plano e numa câmara superior, consistindo a câmara em painéis de isolamento superiores e laterais, sendo o leito plano e a câmara superior do tipo não-modular, e sendo a câmara superior hidraulicamente levantada para lavagem ou reparações ou após incidentes de produção. Com as versões de ventiladores montados no interior, a construção modular é ainda possível, mas o volume da câmara isolada é aumentada, os motores de ventilação libertam calor para a atmosfera fria gasosa, as especificações dos motores de ventilação são mais severas e a lavagem correcta desses congeladores lineares é complicada devido à área adicional e devido aos recessos adicionais adequados para o desenvolvimento de bactérias.

Em resumo, é opinião dos inventores que os túneis de refrigeração de multi-camada da técnica anterior oferecem as seguintes opções:

- (a) túneis de refrigeração de multi-camada com ventiladores montados lateralmente que podem ser de construção modular, proporcionando portanto uma simplicidade na sua instalação, um aumento ou diminuição fácil na sua dimensão, facilidade de utilização, limpeza e resolução de incidentes de produção; e que proporcionam uma transferência de calor rápida e praticamente uniforme na camada superior, mas que proporcionam apenas uma transferência moderada ou muito pequena do calor nas camadas inferiores, ou

- 
- (b) túneis de refrigeração de multi-camada com ventiladores interiores que podem ser de construção modular, proporcionando assim simplicidade na instalação, aumento ou diminuição de tamanho, possibilidade de uso fácil na resolução de incidentes de produção; e que podem proporcionar um processo uniforme de transferência de calor entre camadas. Contudo, esses congeladores não proporcionam uma transferência de calor uniforme através da largura dos tapetes, não proporcionando uma transferência de calor muito rápida e uniforme na camada superior, são mais difíceis de limpar, necessitam de motores de ventilação adequados para temperaturas muito baixas, requerem um maior volume de isolamento, têm maiores perdas estáticas devido aos motores de ventilação, que causam perdas de calor para a atmosfera fria dentro do volume isolado, ou
- (c) túneis de refrigeração de multi-camada com ventiladores exteriores que podem proporcionar um processo de transferência de calor uniforme entre camadas. Contudo, eles não podem ser do tipo modular sem um aumento significativo na complexidade da concepção, não proporcionam uma transferência de calor muito rápida e praticamente uniforme na camada superior, e não proporcionam uma transferência de calor uniforme através da largura dos tapetes.

Objectivos da Invenção

Constitui um objectivo da invenção proporcionar túneis lineares de refrigeração de multicamadas aperfeiçoados.

Constitui outro objectivo da invenção aumentar a capacidade de produção de túneis lineares de refrigeração de multi-camada sem aumentar os comprimentos dos tapetes transportadores.

- Constitui ainda outro objectivo da invenção au
- mentar a capacidade de produção de um túnel de refrigeração de
- multicamada modular sem instalar motores dentro da atmosfera de



gás frio dentro da câmara de isolamento do túnel.

Constitui ainda outro objectivo da invenção au-
mentar significativamente o processo de transferência de calor
nas camadas inferiores de um túnel linear de refrigeração de
multi-camada sem prejudicar o rendimento.

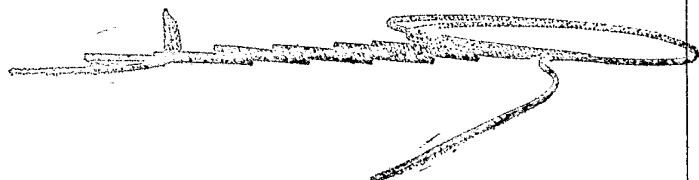
Constitui ainda outro objectivo da invenção
efectuar esse aumento do processo de transferência de calor sem
aumentar o número de motores de ventilação em túneis de refri-
geração de multi-camada de construção modular equipados com por-
tas laterais e com um tecto estacionário do túnel em relação ao
piso do túnel.

Constitui ainda outro objectivo da invenção
efectuar o mesmo método de aumento da transferência de calor co-
mo indicado no objectivo anterior da invenção em túneis de re-
frigeração de multicamada não equipados com portas laterais mas
com um tecto de túnel móvel em relação ao piso do túnel, por
duplicação do número de motores de ventilação.

Constitui ainda outro objectivo da invenção
oferecer um método alternativo para aumentar a transferência do
calor em túneis de refrigeração de multicamada, preferivelmente
(mas não limitado a) túneis não equipados com portas laterais,
em que é necessária uma quantidade inferior de modificações mas
em que o melhoramento é de um valor inferior ao que é realizado
com os dois métodos antecedentes.

Constitui ainda outro objectivo da invenção op-
timizar a localização do sistema de injeção do líquido criogê-
nico quando aplicável.

Constitui ainda outro objectivo da invenção
permitir obter túneis de refrigeração de multicamada (e, por
extensão, de camada simples) que processem simultaneamente dois
produtos diferentes que requerem tempos diferentes de residên-
cia.



Outros objectivos da invenção tornar-se-ão aparentes a partir do resumo da invenção e da descrição dos desenhos anexos.

RESUMO DA INVENÇÃO

De acordo com alguns aspectos desta invenção, a invenção pretende otimizar as características de circulação da atmosfera de gás frio dentro da câmara isolada de um túnel linear de refrigeração de multicamada de modo a proporcionar uma refrigeração máxima em todas as camadas do túnel de refrigeração e de modo a proporcionar uma refrigeração uniforme através da largura da camada do túnel de refrigeração. De acordo com outros aspectos da presente invenção, a optimização das características de circulação são obtidas sem afectar adversamente as outras características do túnel (por exemplo, os custos de fabrico, modularidade do equipamento quando aplicável, cargas térmicas parasitas no equipamento, simplicidade do equipamento e do procedimento de limpeza do equipamento, e simplicidade de incidentes de produção).

O método de optimização das características de circulação utiliza um sistema para duplicar nas camadas inferiores de um túnel linear de refrigeração de multicamadas as características de circulação do gás frio que se encontra na camada superior dos túneis de refrigeração lineares de multicamadas equipados com ventiladores montados superiormente de alta potência.

De acordo com a realização preferida da invenção (mas não limitada à realização preferida), a optimização das características de circulação do gás frio são implementadas em túneis lineares de refrigeração de multicamada de construção modular (de modo a manter as várias vantagens da construção modular) com ventiladores montados superiormente.

De acordo com outra realização da invenção, o sistema de optimização inclui uma estrutura de suporte modifi-

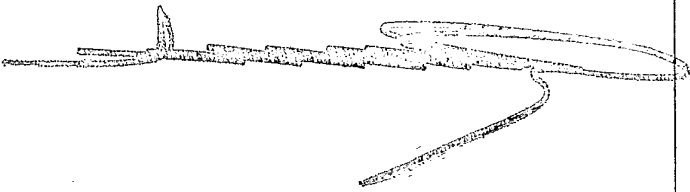
cada de camadas com tapetes de transporte. A modificação permite suportar dois tapetes sem fim e horizontais, colocados lado a lado e de aço inoxidável ou de outro material adequado e guiados pela estrutura modificada. As modificações permitem ainda a manutenção de um intervalo longitudinal entre os dois tapetes separados, sendo o intervalo de uma largura adequada, mas não inferior a 38 mm e não superior a 102 mm. A estrutura modificada suporta ainda guardas verticais de produto com altura adequada, mas não inferior a 12,7 mm e não superior a 38 mm, quando aplicável (produtos leves).

De acordo com ainda outra realização da invenção, o sistema de otimização inclui um veio prolongado em cada um dos motores existentes de ventilação montados superiormente. O veio prolonga-se através do intervalo previamente mencionado entre os tapetes separados anteriormente mencionados em cada camada para a parte do fundo do túnel de multicamadas, onde ele é guiado por uma chumaceira exterior.

De acordo com ainda outra realização da invenção, montam-se ventiladores de tipo espaçamento e diâmetro escolhidos em cada veio prolongado, sendo o número de ventiladores igual ao número das camadas, de modo a que um e apenas um ventilador esteja colocado por cima de cada camada em cada local de veio prolongado.

De acordo com ainda outra realização da invenção, a estrutura de suporte modificada da camada com o tapete transportador acima mencionado é ainda modificada para permitir a recolocação vertical das camadas de suporte do tapete transportador de modo a permitir um intervalo uniforme entre os ventiladores acima mencionados e as camadas acima mencionadas a que esses ventiladores estão atribuídos e a permitir uma folga uniforme por cima dos ventiladores, criando assim as mesmas condições de transferência de calor em todas as camadas.

De acordo com ainda outra realização da invenção

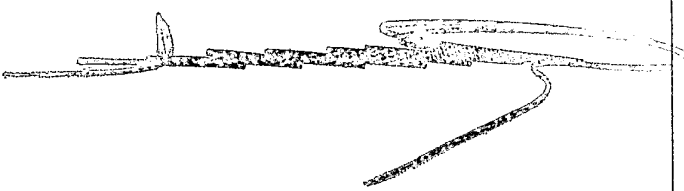


ção, a altura da câmara de isolamento que limita o túnel pode ser aumentada de modo a proporcionar uma maior folga por cima dos ventiladores previamente mencionados quando necessário, proporcionando assim condições de operação óptimas para os ventiladores.

De acordo com ainda outra realização da invenção, cada um dos veios prolongados previamente mencionados é actuado por um motor montado por cima com uma potência adequada para actuar todos os ventiladores montados no veio até velocidades de rotação que criam uma circulação suficientemente forte para soprar pequenos produtos dos tapetes. Os motores são do tipo de velocidade variável, permitindo assim ao operador do equipamento ajustar a velocidade de rotação do ventilador a valores imediatamente inferiores ao valor que remova por sopragem os produtos dos tapetes, maximizando assim o coeficiente de transferência de calor sem remover por sopragem os produtos dos tapetes.

De acordo com ainda outra realização da invenção, as guardas de produto que têm uma forma semelhante a um são adicionadas à estrutura de suporte da camada com tapete transportador acima mencionada em locais seleccionados. Os locais seleccionados são as regiões entre os tapetes separados e paralelos acima mencionados de cada camada na zona de carga do produto e na zona de transferência do produto de cada camada para a camada inferior seguinte. Esta disposição permite a transferência dos produtos sem perdas, como por exemplo as que ocorrem quando os produtos caem através dos intervalos anteriormente mencionados entre os tapetes transportadores separados e paralelos e que se acumulam no fundo do túnel de refrigeração.

As realizações acima apresentadas da presente invenção optimizam o processo de transferência de calor nas superfícies superiores dos produtos a refrigerar, sendo as superfícies superiores directamente expostas à circulação criada pelos ventiladores por cima dos produtos. Adicionalmente, as realizações acima apresentadas, dado o efeito sinérgico entre to-

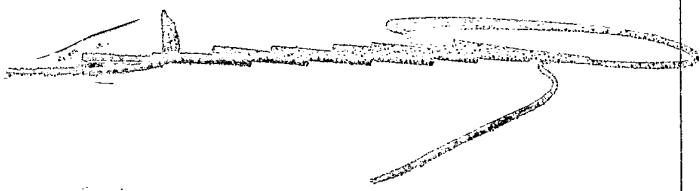


dos os ventiladores em cada veio prolongado, também permitem um aumento da transferência de calor nas superfícies laterais dos produtos e um aumento da transferência do calor na parte inferior dos produtos.

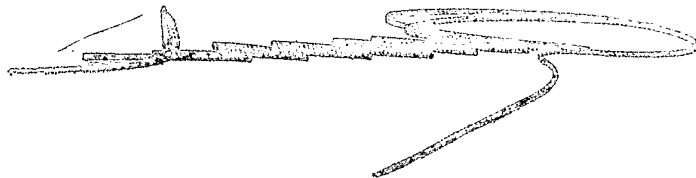
A combinação das realizações acima apresentadas da invenção oferece um aumento significativo da capacidade de produção para o túnel de refrigeração de multicamadas, dado que a taxa de remoção de calor dos produtos transportados pelas camadas inferiores é significativamente aumentada.

De acordo com uma realização adicional da invenção, a utilização das realizações acima apresentadas num túnel de refrigeração linear de multicamadas com uma fonte de refrigeração expansível (como por exemplo dióxido de carbono líquido) necessitará de um número superior de orifícios de injeção do líquido criogénico ou bicos de injeção criogénicos ou outros sistemas de injeção criogénica adequados, dado que o aumento da capacidade da produção dos túneis com as realizações requiere velocidades superiores de injeção de líquido criogénico expansível. A realização adicional distribui os orifícios ou bicos de injeção necessários num padrão adequado que é função da concepção do equipamento de refrigeração, compensando assim as zonas de fraca ventilação quando aplicável, como é o caso por exemplo de um túnel de refrigeração que por concepção utiliza pás de ventiladores com diâmetros significativamente inferiores à largura das camadas dos tapetes transportadores. A realização adicional também permite uma regulação muito precisa do perfil de temperaturas dentro do equipamento de refrigeração por combinação de uma zona de bicos ou orifícios de injeção com uma sonda de temperaturas e um controlador de circulação e temperatura. Finalmente, a realização adicional também permite a concentração de bicos ou orifícios de injeção em zonas de elevadas cargas térmicas, como por exemplo as zonas perto da entrada do túnel de refrigeração, por onde os produtos quentes entram no túnel de refrigeração.

A combinação das realizações acima apresenta-

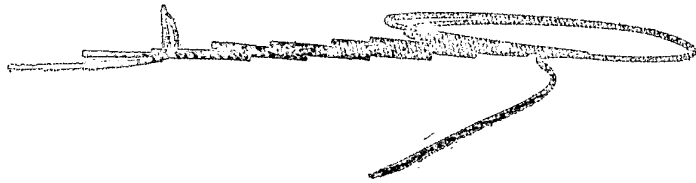


das da invenção oferece um grande aumento da capacidade de produção do túnel de refrigeração de multi-camadas sem aumentar o número de motores de ventilação, sem serem necessários motores adequados para baixas temperaturas, e sem perder a modularidade dos túneis. Os inventores mediram os coeficientes de transferência de calor nas duas camadas inferiores de um túnel de três camadas típico com uma densidade de carga do produto próxima de 100%, e verificaram que os coeficientes de transferência de calor das camadas inferiores representavam apenas 20 a 30% dos coeficientes de transferência de calor da camada superior, tendo sido medido o coeficiente de transferência do calor da camada superior com um valor de $91 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. A fração do coeficiente de transferência de calor inferior em relação ao superior levam a uma estimativa de um aumento potencial de produção de 80 a 120% quando comparado com túneis de multicamada com ventiladores montados superiormente como são os da técnica anterior. Contudo deve ser tido em consideração que a diferença de transferência de calor diminui com o tempo dado que a temperatura da superfície do produto diminui com o tempo, mas também que os produtos podem ser rodados durante a transferência de uma camada superior para uma camada inferior, apresentando assim a superfície previamente inferior à circulação descendente, e aumentando portanto a diferença de transferência de calor. Os ensaios em pasta de carne, que rodavam durante as operações de transferência, mostraram que ocorria uma remoção de entalpia de 70% na camada superior comparada com apenas 30% nas camadas inferiores, embora o tempo de residência em cada camada fosse constante. Estes ensaios também mostraram que o tempo de residência com as realizações da presente invenção podem ser reduzidos de 48% (5 min 30 seg comparado com 10 min 40 seg para remover cerca de $2,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$ das pastas, o que corresponde aproximadamente a um abaixamento de temperatura de 4°C para cerca de -9°C) e consequentemente a capacidade de produção era aumentada de cerca de 90%. Este número é, contudo, apenas indicativo, dado que o aumento da capacidade real de produção depende das características de concepção da técnica anterior, características do produto, densidade de carga, e densidade da malha dos tapetes transportado



res que conduzem o produto. Em qualquer caso ou concepção, o aumento da capacidade de produção é estimado em pelo menos 40%, e provavelmente atinge 90%, como se mostra pelos resultados acima obtidos. O aumento da capacidade de produção permite a utilização de um túnel mais curto para o estabelecimento das condições de produção, poupando assim espaço no piso dos processadores. O túnel mais curto contém menos massa (tapetes e câmara de isolamento) do que os túneis actualmente conhecidos para uma dada capacidade de produção, reduzindo assim a quantidade de refrigeração (massa de fonte de refrigeração expansível) que é necessária para conseguir o arrefecimento do equipamento (isto é, levar o equipamento da condição ambiente para as condições de refrigeração). As realizações acima referidas da invenção, necessárias para conseguir o aumento da capacidade de produção, têm um custo de fabrico significativamente inferior ao do túnel com um comprimento actualmente desnecessário que o aumento da capacidade de produção elimina, diminuindo assim o custo de fabrico de um túnel de multicamadas para a mesma capacidade de produção, quando comparado com a tecnologia existente. Dado que o túnel de multi-camadas desta invenção é mais pequeno do que os actualmente conhecidos, para uma dada capacidade de produção, a área de transferência de calor entre a atmosfera fria dentro da câmara isolada e a atmosfera ambiente exterior à câmara isolada, por condução através da parede de isolamento, é muito reduzida, conduzindo assim a uma redução nas perdas de calor do equipamento para uma dada capacidade de produção. As velocidades superiores de injeção de líquido criogénico anteriormente mencionadas conduzem a uma pressão positiva superior dentro da câmara, reduzindo assim as fugas do ar ambiente húmido e quente para a câmara e reduzindo assim as perdas de calor do equipamento.

De acordo com ainda outra realização da invenção, a estrutura de suporte de tapete transportador acima mencionado permite a utilização de veios de actuação de tapetes separados e veios de retorno dos tapetes, actuando os veios em apenas um tapete e não simultaneamente nos dois tapetes separados e paralelos de cada camada. De acordo com uma realização



adicional da invenção, os veios motores são providos com o seu motor de actuação ou mecanismo motor específicos e com os seus próprios controlos de velocidade. As realizações permitem ao utilizador fixar um tempo de processamento nos tapetes do lado esquerdo e fixar simultaneamente um tempo de processamento seleccionado nos tapetes do lado direito. O tempo de processamento do lado direito é igual ou diferente a, mas tipicamente diferente do tempo de processamento do lado esquerdo, permitindo assim ao equipamento de refrigeração processar simultaneamente dois produtos diferentes com tempos de processamento diferentes e permitir assim ao operador do equipamento, por exemplo um processador de congelação de alimentos, ter um fluxo de produtos e uma operação de instalação mais moderados e/ou reduzir o consumo da fonte de refrigeração expansível e o espaço necessário para o equipamento dado que, com a técnica anterior, os processadores de alimentos que manifestavam a necessidade de uma "linha de dois produtos" tinham que ter dois túneis de refrigeração separados e sub-utilizados ou alternância de produtos num único túnel de refrigeração.

De acordo com outra realização, as capacidades de produção podem ser aumentadas num túnel de refrigeração de multicamadas sem utilizar as realizações acima apresentadas, e especialmente sem utilizar dois tapetes separados por camada. Contudo, esta realização não proporcionará um aumento tão grande da capacidade de produção como as realizações das acima apresentadas. Esta realização combina as vantagens dos túneis de refrigeração lineares de multicamadas actualmente conhecidos com ventiladores montados superiormente e os túneis de refrigeração lineares de multicamadas actualmente conhecidos com ventiladores montados lateralmente, e elimina algumas das desvantagens dos túneis de multicamadas actualmente conhecidos. De acordo com esta realização, ventiladores montados lateralmente são adicionados ao projecto dos túneis de refrigeração linear de multicamadas actualmente conhecidos com ventiladores montados na parte superior. Os ventiladores montados lateralmente são colocados numa configuração tal que não criam circulação de gás frio



na camada superior, mas apenas nas camadas inferiores (tipicamente duas). De acordo com uma realização preferida, esta configuração consiste em pás de ventiladores com um raio superior à folga existente entre duas camadas sobrepostas, estando os veios dos ventiladores localizados por baixo do nível da camada média do congelador linear de três camadas, e mais especificamente entre 12,7 mm e 38 mm acima do plano médio entre as zonas do transporte do produto do tapete da camada média e do tapete da camada do fundo.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

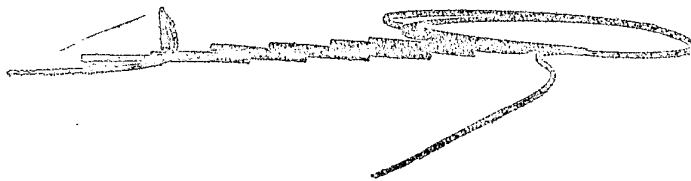
Outras características da invenção tornar-se-ão facilmente compreendidas por referência à seguinte descrição das várias realizações da invenção escolhidas como objectivo de simples ilustração, juntamente com as reivindicações e desenhos anexos.

A FIGURA 1 é uma vista global de um túnel de refrigeração de multicamadas já conhecido, sem construção modular, sem portas laterais, e utilizando motores de ventilação montados no exterior.

A FIGURA 2 é uma vista em secção do túnel que se mostra na Figura 1, ao longo do eixo do comprimento do túnel, mostrando a relação existente entre a área de distribuição de circulação dos ventiladores montados lateralmente e a área dos produtos transportados pelas várias camadas e expostos a essa circulação.

A FIGURA 3 é uma secção em corte do túnel que se mostra na Figura 1, ao longo do eixo da largura do túnel, mostrando o campo de circulação criado pelos ventiladores montados lateralmente e a sua relação geométrica com o volume ocupado pelos produtos a serem refrigerados.

A FIGURA 4 é uma vista global de um túnel de refrigeração de multicamadas já conhecido, de construção modu-



lar, com portas laterais, e utilizando motores de ventilação montados superiormente.

A FIGURA 5 é uma vista em corte do túnel que se apresenta na Figura 4, ao longo do eixo do comprimento do túnel, mostrando a posição relativa dos ventiladores e das camadas.

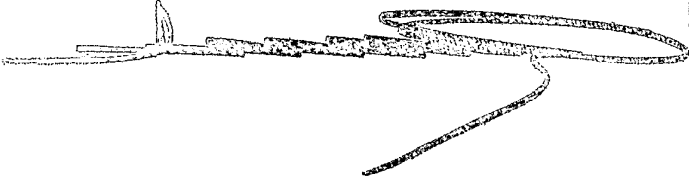
A FIGURA 6 é uma vista em corte do túnel que se mostra na Figura 4, ao longo do eixo da largura do túnel, mostrando a posição relativa dos ventiladores e das camadas, sendo os diâmetros dos ventiladores praticamente iguais à largura da camada em contornos a cheio, e sendo os diâmetros dos ventiladores significativamente mais pequenos do que a largura da camada nos contornos sombreados. A Figura 6 também mostra o campo de circulação criado pelos ventiladores montados superiormente e a zona de influência do dispositivo de injeção do líquido criogénico montado lateralmente quando existente.

A FIGURA 7 é um corte de um túnel de refrigeração de multicamadas, de concepção compacta com portas laterais e com motores de ventilação montados superiormente, de acordo com a presente invenção, e que mostra o veio de ventilação prolongado, os ventiladores a ele adicionados, e os dois tapetes transportadores separados e paralelos em cada camada, e o sistema de injeção criogénica adicional.

A FIGURA 8 é uma vista em secção mostrando o campo de circulação criado pelas realizações da presente invenção como se mostra na Figura 7.

A FIGURA 9 é uma vista em corte de um túnel de refrigeração de multicamadas, de concepção compacta, com portas laterais e com motores de ventilação montados superiormente, de acordo com uma segunda realização da presente invenção. Esta realização permite a folga uniforme de produto entre as camadas.

A FIGURA 10 é uma vista em corte de um túnel



de refrigeração de multicamadas, com portas laterais e com ventiladores montados no topo, de acordo com uma terceira e preferida realização da invenção. Esta realização permite não apenas uma folga uniforme de produto entre as camadas, mas também a operação ótima dos ventiladores, como se mostra pelo campo de circulação criado pelos propulsores como se mostra na Figura 11.

A FIGURA 11 é o campo de circulação criado no equipamento concebido como se mostra na Figura 10.

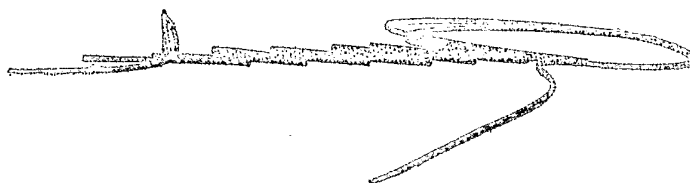
A FIGURA 12 é uma vista global que mostra a estrutura de suporte dos tapetes transportadores sem fim de acordo com a presente invenção, permitindo a estrutura do suporte a utilização de dois tapetes separados por camada como se mostra na Figura 7.

A FIGURA 13 é uma vista global da zona de carga do produto de acordo com a presente invenção, mostrando as guardas de produto utilizadas entre os dois tapetes transportadores separados e paralelos da camada superior na zona de carga.

A FIGURA 14 é uma vista global de uma zona de transferência de produto dentro do equipamento, desde uma camada superior até uma camada inferior, de acordo com a presente invenção, mostrando as guardas de produto utilizadas entre os dois tapetes transportadores separados e paralelos da camada inferior na zona de transferência de produto e parte da estrutura de suporte dos tapetes transportadores que se mostra na Figura 12.

A FIGURA 15 é uma vista superior de um túnel de refrigeração de multicamadas, de construção modular, com portas laterais e com motores de ventilação montados no topo, e com as realizações acima apresentadas da presente invenção.

A FIGURA 16 é uma vista superior de um túnel de refrigeração de multicamadas, de construção modular, com portas laterais, com motores de ventilação montados no topo e com



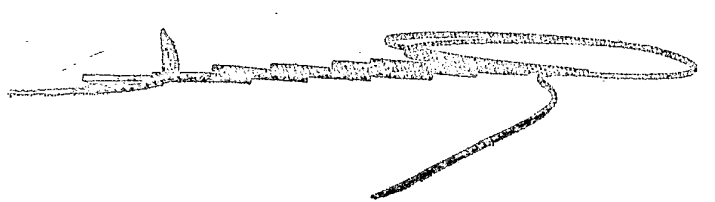
as realizações acima apresentadas da invenção, de acordo com uma quarta realização da presente invenção. Nesta realização adicional existem actuadores convencionais do tapete, permitindo assim controlo separado de velocidades dos tapetes transportadores do lado esquerdo e do lado direito e permitindo portanto o processamento de dois produtos diferentes com tempos de residência necessários diferentes dentro do mesmo equipamento de refrigeração.

A FIGURA 17 é uma vista em secção do túnel de refrigeração de multicamadas como se mostra na Figura 16. A vista lateral mostra o vestíbulo de carga de produto e o vestíbulo de descarga de produto. O vestíbulo de carga do produto suporta os motores de actuação para os tapetes transportadores do lado esquerdo e lado direito das camadas inferiores, e o vestíbulo de descarga do produto suporta os motores de actuação para os tapetes transportadores do lado esquerdo e do lado direito da camada superior.

A FIGURA 18 é uma vista lateral em secção de um túnel de refrigeração de multicamadas, sem construção modular e sem portas laterais, de acordo com uma quinta realização (não constituindo uma realização preferida quando baseada num aumento potencial da capacidade de produção, mas uma realização preferida quando utilizada na simplicidade de construção e produção) da presente invenção, mostrando a utilização combinada de ventiladores montados no topo específicos do processo de transferência do calor da camada superior e de ventiladores montados lateralmente específicos do processo de transferência do calor nas camadas inferiores.

A FIGURA 18a é uma vista em secção do túnel que se mostra na Figura 18, mostrando os padrões de circulação de gás frio dentro da câmara do túnel.

A FIGURA 19 é uma vista em secção de um túnel de refrigeração de multicamadas, sem construção modular e sem



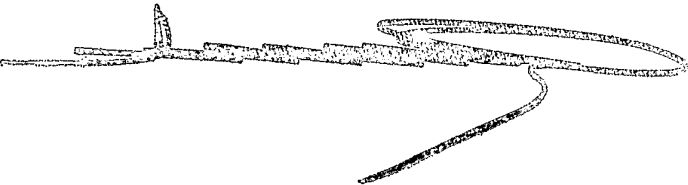
portas laterais, de acordo com uma sexta e preferida (para túneis de refrigeração sem construção modular e sem portas laterais) realização da presente invenção, mostrando a utilização combinada de ventiladores montados no topo específicos do processo de transferência de calor da camada superior e ventiladores montados no fundo específicos do processo de transferência do calor nas camadas inferiores.

A FIGURA 19a é uma vista em secção do túnel que se mostra na Figura 19 mostrando os padrões de circulação do gás frio dentro da câmara do túnel.

A FIGURA 20 é uma vista global de uma parte da estrutura de suporte de tapetes transportadores de acordo com a presente invenção, mostrando a extensão da estrutura de suporte como se mostra na Figura 12 de modo a ser utilizada na concepção de equipamento que se mostra na Figura 19. Esta extensão permite ao projectista centrar e guiar os veios de ventilação do fundo como se mostra na Figura 19.

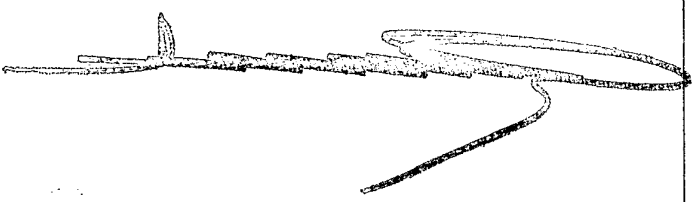
DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DAS FORMAS DE REALIZAÇÕES PREFERIDAS

A Figura 1 mostra esquematicamente a concepção básica de um túnel linear de refrigeração de multicamadas de construção não modular com ventiladores montados no exterior. O congelador é limitado por uma câmara isolada constituída por um primeiro leito plano 1 e uma tampa superior com a forma de U 2. A tampa superior 2 tem uma entrada de produto 3 através da qual os produtos são colocados na camada superior 4 na zona de carga 5 e entram no equipamento e uma abertura de saída de produto 6 através da qual os produtos transportados pela camada inferior 7 abandonam o equipamento. As aberturas 3 e 6 podem ser de secção ajustável através da utilização de uma chicana deslizante ajustável 8. Um líquido criogénico expansível como o dióxido de carbono ou azoto ou outra fonte de refrigeração adequada é injectado no volume delimitado pelo leito plano 1 e a tampa superior 2, através de um sistema adequado como por exemplo bicos



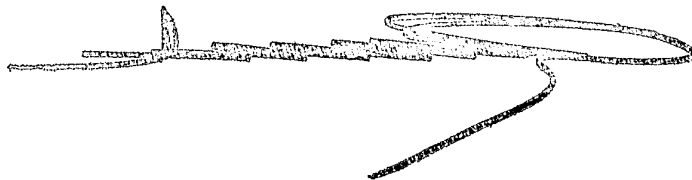
(não representados na Figura 1), e o caudal do líquido criogênico é controlado, tipicamente por uma válvula solenoide ou válvulas proporcionais (não representadas na Figura 1), com base nas temperaturas medidas por sondas de temperatura adequadamente localizadas (não representadas na Figura 1). A circulação do gás frio dentro da câmara é criada pelos ventiladores montados lateralmente como por exemplo 9. A configuração dos ventiladores montados lateralmente 9 depende da concepção do equipamento. Contudo, está tipicamente localizada uma fiada de ventiladores montados lateralmente 9 em cada uma das paredes laterais da tampa superior 2, alternando os ventiladores das fiadas em posição em vez de se virarem uns para os outros. O acesso às partes interiores do equipamento para limpeza, manutenção e reparação de incidentes de produção é tornada possível por levantamento da tampa superior 2 ou por abaixamento do leito plano 1 utilizando um mecanismo hidráulico 10. Finalmente, os gases criogênicos frios são eliminados nas duas extremidades do equipamento por meios de exaustão adequados 11 de várias concepções.

As Figuras 2 e 3 mostram esquematicamente os padrões de circulação que são esperados num túnel de refrigeração linear de três camadas possuindo ventiladores montados lateralmente. Na Figura 2, representam-se os propulsores 21 dos dois ventiladores montados lateralmente. A sua rotação descreve uma área circular que, em projecção, cria um volume de caudal 22 localizado entre a parte superior 23 e a parte inferior 24 do equipamento de refrigeração. O volume de libertação de caudal 22 é aproximadamente centrado ao nível da camada média 25, mas tem um raio suficientemente grande para incluir parte da camada inferior 26 e parte da camada superior 27. Alguns produtos típicos 28 são representados na Figura 2 quando são transportados através do túnel. Como se pode observar na Figura 2, não apenas a circulação propuzida pelos propulsores 21 divididas entre as três camadas 25, 26 e 27, mas os produtos 28 que repousam nas camadas não vêm mesmo um terço da área de circulação no volume de circulação 22 dado que a intersecção das superfícies laterais do produto com a superfície de produção de circu-

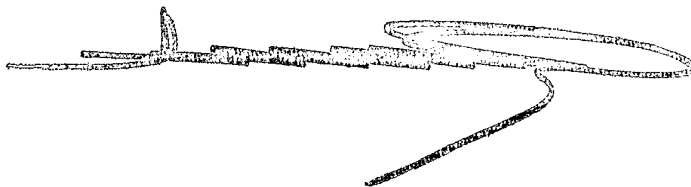


lação é consideravelmente inferior a um terço da área da secção recta de volume de produção de circulação 22 como se mostra nas áreas sombreadas 29 na Figura 2. A circulação criada pelos propulsores 21 nos volumes de produção de circulação 22 é esquematicamente representado na figura 3 pelas setas 30. Comó se pode observar na Figura 3, os produtos 28 que estão no lado exterior das camadas 25, 26 e 27 estão mais próximos dos propulsores 22 e estão directamente expostos à circulação criada pelos propulsores 22, e são assim rapidamente refrigerados. Os produtos 28 que não estão nas paredes exteriores das camadas 25, 26, 27 são, contudo, crescentemente protegidos da circulação, e são assim lentamente refrigerados.

As Figuras 4 e 5 mostram esquematicamente a concepção básica de um túnel linear de refrigeração de multicamadas de construção modular com ventiladores montados no topo. O congelador é delimitado por uma câmara isolada composta por várias secções modulares 40 ligadas entre si. Tal como para o túnel linear de refrigeração de multicamadas de construção não modular com ventiladores montados lateralmente, o congelador está equipado com um sistema para carregar e descarregar os produtos a serem refrigerados, sistemas para os produtos entrarem e abandonarem a câmara isolada, sistemas para ajustar a secção das aberturas que permitem a entrada e a saída dos produtos, sistemas para injectar uma fonte de refrigeração expansível no volume interior da câmara isolada, sistemas para regular o caudal da fonte de refrigeração, e sistemas para remover o gás efluente da câmara isolada (nenhum destes sistemas está representado nas Figuras 4 e 5). A circulação do gás frio dentro da câmara é criada pelos motores de ventilação montados no topo 41 e por propulsores horizontais 42 colocados por cima da camada superior 43 e não por cima da camada média 44 e não por cima da camada inferior 45. Mostram-se aqui dois ventiladores por secção modular. O acesso às partes mais interiores do equipamento para limpeza, manutenção e reparação de incidentes de produção é tornada possível abrindo as portas laterais 46 -- manualmente no caso da concepção ilustrada, mas também hidraulicamente no caso de concepções com portas mais pesadas.



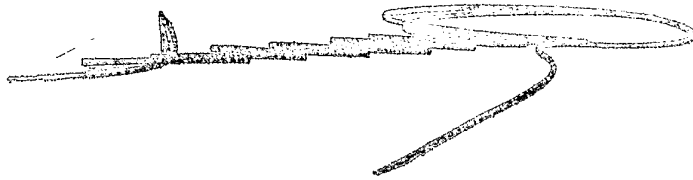
A Figura 6 mostra esquematicamente os padrões de circulação que se esperam num túnel de refrigeração linear de três camadas possuindo ventiladores montados no topo. O propulsor 42 actuado pelo motor 41 montado no topo 51 da câmara isolada cria uma circulação essencialmente cilíndrica e descendente de gás frio como se mostra nas setas 53, refrigerando por tanto os produtos 50 que jazem na camada inferior 43, principalmente por transferência de calor entre o gás frio e as superfícies superiores dos produtos 50 e secundariamente pela transferência de calor entre o gás frio e as superfícies laterais dos produtos 50. O numeral 52 representa o fundo da câmara isolada. Não são representados na Figura 6 os vectores de circulação horizontal criada pelo propulsor 42 na extremidade do propulsor, dado que os vectores de circulação horizontal têm uma pequena consequência na cinética da refrigeração. A circulação descendente volta essencialmente para trás dos produtos 50 introduzido na camada superior 43 devido à obstrução sólida criada pela combinação de produtos tapete. Mesmo no caso de um tapete superior 43 sem ter produtos 50 nele carregados, embora a circulação criada pelo propulsor 42 seja susceptível de passar através das duas zonas de tapetes da camada superior 43, ele faz isso com uma redução significativa da velocidade, e cujo valor depende da densidade da malha dos tapetes. Como resultado, a circulação de gás frio é fraca por cima da camada média 44 e é praticamente inexistente por cima da camada inferior 45, conduzindo assim a uma cinética de refrigeração muito baixa nas camadas do meio e do fundo. Como resultado, está experimentalmente estabelecido que as duas camadas inferiores, embora representem 67% do comprimento total utilizável do tapete, contribuem apenas com 20 a 35% (dependendo da carga do produto) para o processo global de refrigeração. Como consequência disso, a capacidade de produção de um túnel linear de multicamadas possuindo ventiladores montados no topo é apenas de 45 a 55% da capacidade de produção de um túnel de monocamada possuindo ventiladores montados no topo para a mesma largura de tapete e para o mesmo comprimento total do tapete (e, obviamente, para as mesmas características de ventiladores e de velocidades de rotação).



A Figura 6 também mostra que é possível utilizar ventiladores 42 com diâmetros mais pequenos do que a largura das camadas (representadas pelos contornos ponteados na Figura 6) utilizando o processo de transferência de calor criado pela energia cinética dos jactos de expansão 55 de uma fonte de refrigeração expansível de alta pressão como por exemplo dióxido de carbono que é injectado no volume interior do túnel por meio de bicos ou orifícios num colector tubular 54 e/ou utilizando a transferência de calor a duas fases realizada quando se deposita a fase condensada do fluido criogénico à superfície dos produtos.

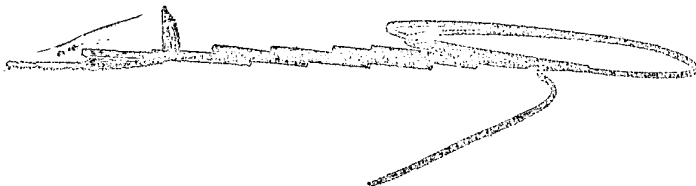
A Figura 7 mostra esquematicamente várias realizações da presente invenção, cujas combinações de realizações conduzem a um melhor processo de transferência de calor na camada média 61 e na camada inferior 62. A concepção do quadro de suporte do tapete transportador (não representado na Figura 7) é modificada de modo a suportar dois tapetes separados e paralelos 63 e 64 na camada superior 60, dois tapetes separados e paralelos 65 e 66 na camada média 61, e dois tapetes separados e paralelos 67 e 68 na camada inferior 62.

Os lados interiores dos tapetes separados em cada camada (63 e 64; 65 e 66; 67 e 68), são paralelos e separados por um intervalo de largura escolhida. O intervalo permite a substituição do veio existente no motor de ventilação montado no topo 69 e do propulsor de ventilação 60 por um veio prolongado 71. O veio 71 prolonga-se até ao painel do fundo do túnel, onde é guiado por um rolamento 73. Montam-se três propulsores de ventilação em cada veio prolongado 71, um propulsor 70 por cima da camada superior 60 no mesmo local do túnel não modificado, um propulsor de ventilação 74 por cima da camada média 61 e por baixo da camada superior 60, e um propulsor de ventilação 75 por cima da camada inferior 62 e por baixo da camada média 61. Quando se utiliza uma fonte de refrigeração expansível como por exemplo um líquido criogénico adequado, o aumento da capacidade de produção devida a um melhor processo de transferência de calor nas camadas inferiores torna necessário um aumento de



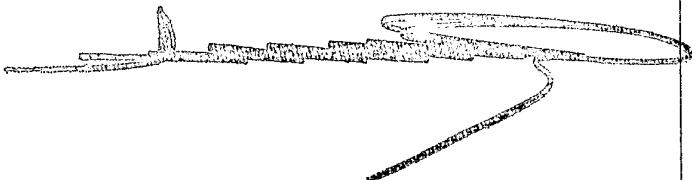
taxa de injeção do líquido criogênico. Além dos orifícios ou bicos de injeção de líquido criogênico existentes 76 localizados por cima da camada superior 60 (ou nos lados exteriores como se mostra na Figura 7 no caso de um diâmetro de propulsor significativamente mais pequeno do que a largura da camada utilizável representada pelos contornos sombreados na Figura 7, ou distribuídos ao longo da largura no caso de diâmetros de ventiladores praticamente iguais à largura utilizável da camada), instalam-se orifícios ou bicos de injeção do líquido criogênico 77 por cima da camada média 61 e por cima da camada do fundo 62, quer nos lados exteriores (como se mostra na Figura 7) ou distribuídos ao longo da largura através das camadas, dependendo da proporção do diâmetro do ventilador em relação à largura utilizável da camada. A tubagem de fornecimento de líquido criogênico aos orifícios ou bicos de injeção não é apresentada na Figura 7.

A Figura 3 mostra esquematicamente o padrão de circulação de gás resultante das realizações da invenção como se mostra na Figura 7. As pás de ventiladores 70, 74 e 75 criam uma circulação essencialmente descendente de gás frio como se mostra pelas setas 80, 81 e 82, e a velocidade de circulação na vizinhança dos produtos 83 a serem refrigerados resulta num coeficiente de transferência de calor aplicado aos produtos 83. Como se mostra pelas setas 81 e 82, a convecção forçada do gás nas camadas inferiores 61 e 62 é significativamente melhorada por estas realizações da invenção quando comparada com o padrão de circulação na presente concepção como se mostra na Figura 6, apesar de alguma possível cavitação que ocorra no espaço de sucção sobre as pás dos ventiladores 74 e 75 devido ao volume limitado desse espaço de sucção no caso de túneis de refrigeração de multicamada de concepção compacta. A sucção cria uma circulação 84 através dos tapetes da camada superior 60 e dos tapetes da camada média 61, aumentando assim o processo de transferência de calor nas paredes laterais e no lado inferior dos produtos 83. Para além da possível cavitação das pás dos ventiladores 74 e 75, a concepção das Figuras 7 e 8 tem a vantagem do intervalo reduzido entre produtos de 51 a 64 mm na



camada média 61 e na camada inferior 62, o que pode constituir um problema em túneis de refrigeração de concepção compacta. Tal como acima descrito para a Figura 6, os jactos de expansão 85 de uma fonte de refrigeração expansível como por exemplo um líquido criogénico adequado a partir de um sistema de injeção de líquido criogénico, como por exemplo os bicos ou orifícios 76 colocados por cima da camada superior 60 provocam um processo de transferência de calor pela acção combinada da deposição de uma ou mais camadas menos dispersas da fase condensada (um pouco inferior à pressão atmosférica) do líquido criogénico na superfície superior dos produtos 83 (ebulição ou sublimação de filme dependendo do tipo de fluido criogénico) e da energia cinética do jacto de expansão, especialmente no caso de produção de um líquido criogénico de alta pressão, tipicamente o dióxido de carbono. O processo de transferência de calor criado pelo sistema de injeção do fluido criogénico pode ser utilizado para compensar áreas de fraca ventilação, como por exemplo as que existem no caso de túneis que utilizam pás de ventilação com diâmetros inferiores à largura utilizável da camada (representada na Figura 8). O processo de transferência de calor criado pelo sistema de injeção do fluido criogénico pode também ser utilizado para aumentar o processo global de transferência de calor. O sistema de injeção de fluido criogénico é em seguida distribuído uniformemente ao longo da largura da camada com uma densidade cuidadosamente escolhida de cobertura de superfície de injeção (esta distribuição não é apresentada na Figura 8). A utilização do processo de transferência de calor é duplicada na camada média 61 e na camada do fundo 62 pelo posicionamento do sistema adicional de injeção de fluido criogénico, é necessário pelo aumento da capacidade de produção, num modo semelhante ao posicionamento do bico 76 aplicado à camada média 61 e camada do fundo 62.

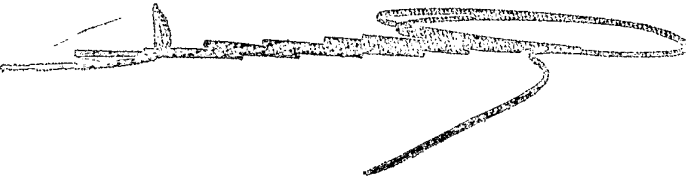
A Figura 9 representa esquematicamente uma outra realização da invenção em que a separação de produtos é idêntica na camada superior 60, camada 61, e camada inferior 62. Este resultado é conseguido por uma modificação adicional dos



quadros de suporte dos tapetes transportadores que permite a elevação, dentro da câmara isolada do túnel de refrigeração existente, da camada superior 60 e da camada média 61 em valores tais que se obtém um espaçamento igual entre cada camada e o ventilador colocado imediatamente por cima dessa camada. Os níveis das camadas em relação ao topo do túnel de refrigeração de multicamadas como se mostra na Figura 9 são apresentados apenas para fins de ilustração e não são restritivos. Também se mostram na Figura 9 os resguardos laterais de produto 90 que evitam que o produto saia pelos lados dos tapetes no caso de produtos leves. Os resguardos laterais de produto 90 são os mesmos dos resguardos de produtos existentes.

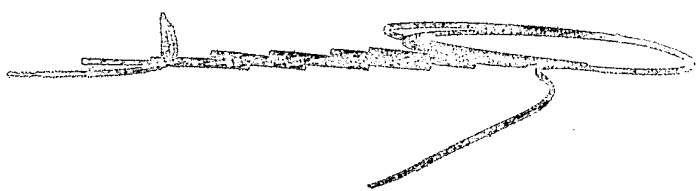
A Figura 10 representa esquematicamente uma realização adicional e preferida da invenção que requiere uma modificação da câmara do túnel modular de modo a conseguir uma maior altura utilizável entre o fundo 92 da câmara de túnel de refrigeração e o topo 91 da câmara do túnel de refrigeração. A modificação é necessária para obter os melhores resultados a partir das realizações acima descritas quando aplicadas a um túnel de refrigeração de multicamada com uma concepção inicialmente compacta. O aumento na altura utilizável, juntamente com as dimensões adequadas para o quadro de suportes dos tapetes transportadores, permite um grande espaço superior 93 por cima das pás do ventilador 74 atribuída à camada média 61 e por cima da pá do ventilador 75 atribuída à camada do fundo 62, evitando assim a cavitação dos ventiladores 74 e 75. Embora não seja crítica, o espaçamento acima descrito assegura uma operação ótima das pás de ventilação e minimiza portanto o consumo de energia necessária para conseguir o processo de transferência de calor pretendido nos produtos transportados pelas camadas inferiores.

A Figura 11 representa esquematicamente o padrão de circulação num túnel de refrigeração de multicamadas com geometria e concepção de acordo com a Figura 2. As pás de ventilação 70, 74 e 75 criam uma corrente essencialmente descendente de gás frio como se mostra pelas setas 94. Parte da circulação criada pelos ventiladores 70 e 74 é feita passar através



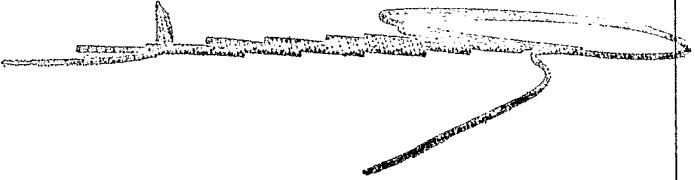
da malha do tapete da camada superior 60 e da camada média 61, respectivamente, aumentando assim a remoção do calor das partes laterais e das partes inferiores dos produtos transportados pelos tapetes transportadores sem fim das camadas superior e média. O espaçamento entre a parte do topo 91 do túnel de refrigeração e do ventilador 70 entre a camada superior 60 e o ventilador 74, e entre a camada média 61 e o ventilador 75 proporcionam um grande espaço para a recirculação do gás frio, assegurando assim uma operação sem cavitação dos ventiladores 70, 74 e 75 e um serviço ótimo dos ventiladores.

A Figura 12 representa esquematicamente o tipo de quadro de suporte dos tapetes transportadores que pode ser utilizado no equipamento de refrigeração linear de multicamadas que constitui o assunto desta invenção. Deve entender-se que são possíveis variações desta concepção, mas as variações, desde que permitam a utilização de dois tapetes transportadores sem fim separados e paralelos devem ser consideradas como incluídas no âmbito da presente invenção. O quadro de suporte ilustrado na Figura 12 é de tipo modular, e a parte representada na Figura é representativa da estrutura completa com exceção da extremidade de entrada e da extremidade de saída, onde estão localizados os veios de actuação e de retorno dos tapetes. A estrutura de suporte é constituída por secções modulares independentes. As secções têm um comprimento praticamente idêntico ao comprimento das secções modulares, ou cerca de 165 cm na concepção de túnel ilustrado nas Figuras 4 e 5. O plano frontal da Figura 12 mostra metade da estrutura modular, sendo a outra metade simétrica em relação à primeira metade. Os tapetes transportadores sem fim são guiados por trilhos planos e horizontais de aço inoxidável (ou de outro material adequado), sendo os trilhos cobertos por uma folha de plástico de modo a permitir um deslizamento suave dos tapetes. Os tapetes são guiados e suportados de ambos os lados, na zona de transporte do produto e na zona de retorno do tapete. Representam-se na Figura 12 os trilhos do lado exterior 103 do tapete transportador do lado esquerdo da camada superior, da camada média (104) e da camada inferior (105) e os



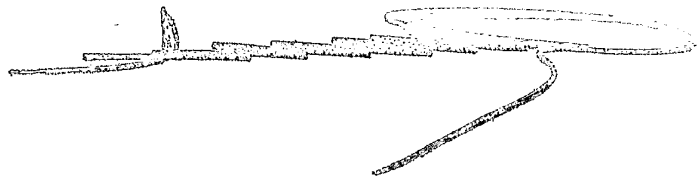
trilhos do lado interior 102 do tapete transportador do lado esquerdo da camada superior e os trilhos interiores da camada inferior 101 do tapete transportador do lado direito da camada superior. Os trilhos começam, como se mostra, no lado esquerdo da Figura 12, mas eles estendem-se, como se mostra, para o lado direito da Figura 12. Os trilhos são suportados por barras verticais com a forma de U 106 nos lados exteriores e por tubos de suporte 107 nos lados interiores, sendo a distância entre dois tubos de suporte consecutivos 107 ligeiramente inferior a metade do comprimento da secção modular do túnel. A distância entre dois tubos de suporte consecutivos 107 é ligeiramente superior ao diâmetro dos ventiladores utilizados. Embora não faça parte da estrutura, representa-se uma parte 111 do veio do ventilador apenas para esclarecimento. O veio do ventilador está localizado entre os trilhos do lado interno dos tapetes transportadores do lado direito, no mesmo plano definido pelos tubos de suporte 107. A rigidez da estrutura é assegurada por placas 108 e 109 no lado exterior da estrutura e por varões horizontais que ligam os tubos de suporte às barras verticais 106, dependendo o número de varões da largura das camadas. A estrutura modular está aparafusada à camada isolada do módulo do túnel, em ambas as extremidades da estrutura e em ambas as partes laterais da estrutura, através de duas placas planas e verticais da estrutura 112 e 113 em cada uma das quatro barras de suporte 106. Consequentemente, como se pode deduzir da Figura 12, os trilhos de guia do transportador não são contínuos entre duas secções consecutivas do túnel modular, mas apresentam uma pequena separação, geralmente de cerca de 25 mm de comprimento, que não interfere de qualquer modo com o suporte e com o guia dos tapetes transportadores de produto sem fim.

As Figuras 13 e 14 representam esquematicamente uma outra realização da presente invenção. Adiciona-se um resguardo de produto 120 com a forma de empena à zona de carga do produto (Figura 13) por cima do intervalo 121 existente entre os dois tapetes separados e paralelos 122 da camada superior que se estendem desde o veio de retorno 123 comum aos dois tapetes até à abertura de entrada do produto 124 no túnel de re-



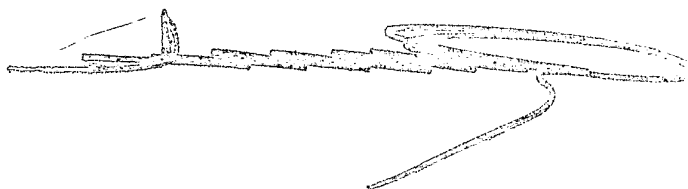
frigeração, evitando assim perda de produto através do espaço 121 e a acumulação do produto no fundo da zona de carga. Adicionam-se resguardos de produto semelhantes às zonas de transferência de produto de uma camada para a camada seguinte, como por exemplo o resguardo de produto 125 localizado por cima do espaço existente entre os tapetes transportadores do lado direito 126 e do lado esquerdo 127 da camada intermédia imediatamente por baixo do veio dos tapetes transportadores da camada superior 128 e 129 próximo da extremidade da saída do produto do túnel de refrigeração de multicamadas (Figura 14). Os resguardos do produto 125 evitam a perda do produto através do espaço existente entre os tapetes 126 e 127 durante a transferência dos produtos dos tapetes transportadores da camada superior 128 e 129 para os tapetes transportadores da camada média 126 e 127.

A Figura 15 representa esquematicamente uma vista superior de um túnel de refrigeração modular, linear com três camadas com dois tapetes transportadores de produto em cada camada como se descreve nas realizações anteriores da invenção. O túnel de refrigeração representado consiste em três secções modulares ligadas 131, 132 e 133, um vestíbulo de entrada de produto 138 e um vestíbulo de saída de produto 146. As secções modulares 131, 132 e 133 têm portas laterais superiores 142 e inferiores (não representadas) que são articuladas, respectivamente, ao tecto 143 e ao fundo (não representado) das secções modulares. A temperatura da atmosfera contida na câmara isolada definida pelas secções modulares 131, 132, 133 e pelo vestíbulo de entrada do produto 138 e pelo vestíbulo de saída do produto 146 é mantida a valores inferiores a 0°C por injeção através de um dispositivo adequado, como por exemplo bicos de injeção, de um líquido criogénico por exemplo dióxido de carbono ou azoto. O fornecimento do líquido criogénico é controlado por reguladores de temperatura (não representados) e por válvulas solenoides ou outro sistema de controlo de caudal adequado localizado nas caixas frias 135 por cima do tecto 143 das secções modulares isoladas 131, 132, 133. A fase gasosa do líquido criogénico é eliminada a partir da câmara isolada após se ter utilizado o calor latente da mudança de fases da fase condensada para a



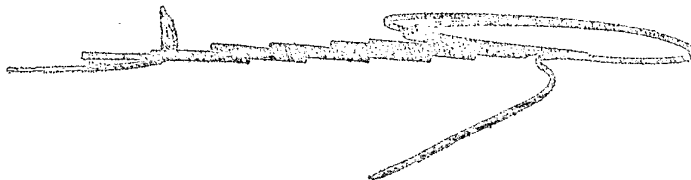
fase gasosa do líquido criogénico e, quando aplicável, após ter utilizado parte do calor sensível da fase gasosa do líquido criogénico. A exaustão é efectuada através de um sistema adequado como por exemplo aberturas de exaustão 140 e 148, condutas de exaustão 141 e 150 e ventiladores de exaustão (não representados) a jusante das condutas de exaustão 141 e 150. A circulação da atmosfera de gás frio dentro da câmara isolada é assegurada por ventiladores horizontais com características adequadas actuados por motores de ventilação montados no topo 134 (neste caso um motor de ventilação por módulo). O produto a ser refrigerado é carregado no tapete transportador do lado esquerdo 137 e no tapete transportador do lado direito 136 da camada superior e os tapetes transportadores levam o produto para a câmara isolada e por baixo da zona de carga de produto 139. Os produtos são transferidos da camada superior para a camada média num local próximo do vestíbulo de saída de produto 146 e são transferidos da camada média para a camada do fundo num local próximo do vestíbulo de entrada do produto 138. O processo de transferência ocorre da maneira descrita anteriormente (isto é, com resguardos com produto com a forma de empenas na zona de transferência). Os produtos são em seguida descarregados da câmara isolada através da placa de descarga de produto 149 localizada por cima da conduta de exaustão 148. Alguns túneis lineares de refrigeração de multicamadas, como o representado na Figura 15, estão equipados com um motor de actuação do tapete transportador 145 próprio dos tapetes transportadores da camada superior 136 e 137 e com um segundo motor de actuação do transportador 144 próprio dos tapetes transportadores da camada inferior (não representados). Os dois motores dos transportadores 144, 145 permitem a existência de várias velocidades diferentes dos tapetes transportadores da camada superior e da camada inferior.

A Figura 16 representa ainda outra realização da invenção em que o tapete transportador do lado esquerdo 137 da camada superior é movido por um motor actuador do transportador 145, o tapete transportador do lado direito 136 da camada superior é movido por um motor actuador do transportador 144, os tapetes transportadores do lado esquerdo das camadas inferiores



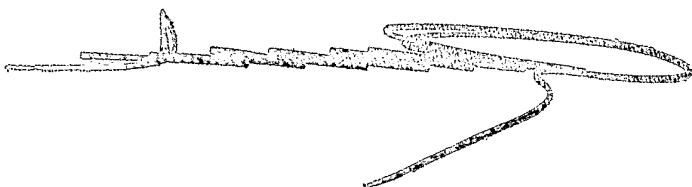
movidos por um motor actuador do tapete transportador 152, e os tapetes transportadores do lado direito das camadas inferiores são movidos por um motor actuador do transportador 151. Os tapetes transportadores do lado direito e do lado esquerdo têm veios motores e de retorno independentes, como por exemplo, o veio de retorno 153 para o tapete transportador do lado direito 136 da camada superior e um veio de retorno 154 para o tapete transportador do lado esquerdo da camada superior. Os veios 153, 154 estão localizados no mesmo eixo. A opção acima descrita de motores separados para os tapetes transportadores do lado esquerdo e para os tapetes transportadores do lado direito permite o processamento simultâneo e dentro de um desses túneis de refrigeração de multicamadas, de dois produtos com tempos de residência diferentes (para conseguir efeitos de refrigeração pretendidos), sendo o primeiro produto transportado pelos tapetes transportadores do lado esquerdo e o segundo produto transportado pelos tapetes transportadores do lado direito.

A Figura 17 representa uma realização adicional da presente invenção tal como se mostra na Figura 16, em que o sistema para mover separadamente os tapetes transportadores do lado direito em relação aos tapetes transportadores do lado esquerdo e o sistema para mover separadamente os tapetes transportadores superiores em relação aos tapetes transportadores inferiores estão representados. Representa-se na Figura 17 o lado esquerdo do túnel, e mais especificamente o vestíbulo de entrada de produto 138 e o vestíbulo de saída do produto 146, ambos como se mostra na Figura 16. O lado esquerdo do túnel é uma imagem simétrica do lado direito ilustrada na Figura 17. O tapete transportador do lado direito da camada superior é movido por um veio de actuação 155, e o veio de actuação 155 é actuado directamente pelo motor de actuação do tapete 144 montado no vestíbulo de saída de produto 146. O tapete transportador do lado direito da camada média 147 é movido (efectivamente, puxado) por um veio motor 156. O veio motor 156 é actuado por uma cadeia 158, e a cadeia 158 é actuada pelo motor de actuação do tapete 151 montado no vestíbulo de entrada do produto 138. O tapete transportador de produto sem fim do lado direito da camada



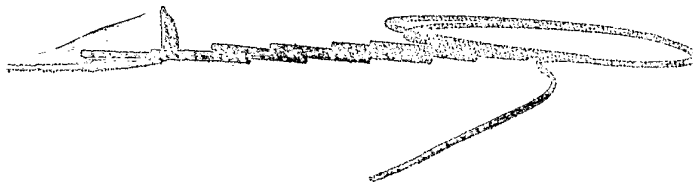
inferior é movido (efectivamente empurrado) por um veio motor 157. O veio motor 157 é também actuado pela cadeia 158 e pelo motor de actuação 151.

A Figura 18 representa uma realização diferente da presente invenção. Esta realização é mais específica para os túneis de refrigeração de multicamadas do tipo representado na Figura 1 (em que o acesso ao volume interior da câmara isolada é obtido levantando o tecto do equipamento), enquanto as realizações anteriormente descritas são específicas de túneis de refrigeração de multicamadas do tipo apresentado na Figura 4 (em que o acesso ao volume interior da câmara isolada é obtido abrindo as portas laterais do túnel). A Figura 18 representa esquematicamente o sistema para conseguir características satisfatórias (embora não óptimas) da corrente de gás frio sobre a camada inferior 162 e camada do meio 161 do túnel mantendo todavia as características óptimas de circulação para o gás frio sobre a camada superior 160. As correntes são esquematicamente representadas na Figura 18a. O sistema compreende a combinação de motores de ventilação montados no topo e ventiladores horizontais 163 e motores de ventilação montados lateralmente e ventiladores verticais 164 e 165. As características dos ventiladores horizontais 163 e os motores correspondentes são escolhidos de acordo com a técnica existente na tecnologia de túneis de refrigeração de camada simples baseada no requisito de um coeficiente máximo de transferência de calor por convecção forçada sem levantar os produtos transportados pelos tapetes transportadores. As características dos ventiladores verticais 164 e 165 são escolhidos de modo idêntico. Contudo, os seus diâmetros e o nível dos seus veios são funções da geometria do equipamento, e mais especificamente da distância entre as porções que transportam o produto dos tapetes da camada média 161 e da camada do fundo 162 e da distância entre a camada do fundo 162 e o fundo do túnel. Os veios dos ventiladores verticais devem estar localizados por baixo da camada média 161 e ligeiramente por cima do ponto médio entre as zonas de transporte do produto dos tapetes da camada média e da camada inferior 162. O diâmetro dos



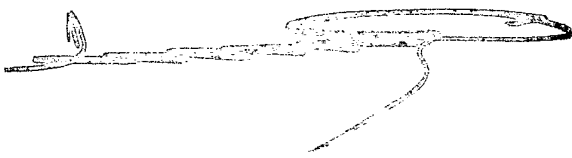
ventiladores verticais 164, 165 não deve ser inferior a 125% da distância entre a camada média 161 e a camada inferior 162, e tão grande quanto possível, mas não superior à distância entre a camada superior 160 e o veio do propulsor do ventilador. Os diâmetros óptimos dos ventiladores e as localizações ótimas dos veios correspondem aos valores idênticos e mais elevados possíveis para a área do segmento de círculo obtida pela intersecção da superfície circular descrita pelas pás dos ventiladores com as superfícies definidas por uma linha horizontal 25 mm acima da camada média 161 e da camada inferior 162 e pelas zonas de transporte de produto dos tapetes das camadas 161 e 162 respectivamente. Consequentemente, os veios dos ventiladores verticais devem ser colocados a 13 mm acima da linha de equidistância entre as zonas de transporte de produto dos tapetes transportadores da camada média 161 e da camada inferior 162, respectivamente, e o raio dos ventiladores é a menor entre a distância entre a localização do veio e ou a camada superior 160 ou a camada inferior 166 do túnel.

A Figura 19 representa ainda outra realização da presente invenção. Esta invenção é aplicável a todos os tipos de construção de túneis de refrigeração de multicamada ou não e tenham ou não portas laterais. Contudo, dado que esta realização necessita de um número maior de motores de ventilação em relação à concepção ilustrada nas Figuras 7-11, cuja concepção requer que o túnel seja equipado com portas laterais, a realização ilustrada da Figura 19 é específica de túneis de refrigeração de multicamada sem portas laterais. Esta realização requer que o fundo 166 da câmara isolada não fique assente no fundo, mas seja elevado e suportado pelas colunas 172, que é tipicamente o caso apresentado. Esta realização utiliza o tipo de estrutura de suporte apresentado na Figura 12, Figura 13 e Figura 14. Essa estrutura permite a utilização de dois tapetes transportadores, tendo o espaço dimensões adequadas em todas as camadas, mas mais especificamente na camada média 161 e na camada do fundo 162. Os espaços permitem a montagem de veios verticais 173 actoados pelos motores de ventilação montados no fundo



171. Os ventiladores horizontais 174 e 175 com dimensões adequadas, tipicamente com as mesmas dimensões dos ventiladores horizontais 163, são montadas nos veios verticais 173, por cima respectivamente, da camada média 161 e da camada do fundo 162. O veio vertical 173 é feito de um material e dimensões adequadas para evitar oscilações, dado que, contrariamente às realizações anteriores da invenção (isto é, as realizações ilustradas nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11), os veios 173 têm uma extremidade livre. Alternativamente, a rotação dos veios 173 pode ser centrada através de um sistema adequado como por exemplo rolamentos montados nas extensões da estrutura modular ilustrada na Figura 12, e mais especificamente em extensões horizontais dos tubos de suporte 107 (Figura 12), estando as extensões no mesmo plano da camada média 161. A localização do rolamento 180 é representada na Figura 20, em que 107 representa os tubos de suporte da estrutura como descrito com referência à Figura 12. 181 representa os trilhos de suporte para os lados internos dos tapetes transportadores do lado esquerdo da camada média, enquanto 182 representa os trilhos de suporte para os lados internos dos tapetes transportadores do lado direito 147 da camada média, enquanto 173 representa o veio vertical tal como definido com referência à Figura 19, e em que 183 representa a extensão horizontal acima mencionada para a estrutura entre os tubos de suporte 107.

Obviamente, são possíveis várias modificações e variações da presente invenção em relação aos ensinamentos acima indicados. Deve assim entender-se que, dentro do âmbito das reivindicações anexas, a invenção pode ser realizada de maneira diferente das que foram aqui especificamente descritas.



REIVINDICAÇÕES

- 1ª -

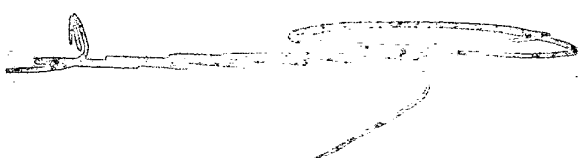
Túnel de refrigeração com fileiras de refrigeração em andares multiplos, caracterizado por compreender:

- (a) uma câmara isolada compreendendo um piso isolado, um tecto isolado que é fixo em relação ao referido piso isolado, e portas laterais isoladas, permitindo as referidas portas laterais isoladas o acesso ao volume interno da referida câmara isolada para lavagem, inspecção e manutenção.
- (b) um primeiro sistema para transporte de produtos a serem refrigerados através da referida câmara isolada e ao longo das diferentes fileiras desde uma abertura de admissão de produto até uma abertura de saída de produto,
- (c) um segundo sistema para criar um processo de transferência de calor na vizinhança dos produtos a serem refrigerados, e
- (d) um terceiro sistema para otimizar o referido processo de transferência de calor e conseguir assim um processo de transferência de calor que é pelo menos essencialmente uniforme ao longo da largura de cada fileira e que é uniforme entre as diferentes camadas.

- 2ª -

Túnel de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido segundo sistema compreender:

- 36 -

- 
- (a) um quarto sistema para manter um baixo valor da temperatura ou, quando aplicável, um baixo perfil de temperaturas de uma atmosfera de gás frio dentro da referida câmara isolada, sendo o referido valor baixo da temperatura suficientemente inferior à temperatura inicial dos produtos a refrigerar e em pelo menos 10°C inferior à temperatura final pretendida da superfície dos produtos após refrigeração, mantendo assim uma diferença de temperatura entre os produtos a serem refrigerados e o gás frio dentro do referido túnel, sendo a referida diferença uma condição necessária para a transferência do calor entre os produtos e o gás frio,
 - (b) um quinto sistema para fazer circular o gás frio dentro da referida câmara isolada, mantendo assim um campo com coeficiente de transferência de calor dentro do referido túnel que, combinado com um campo de diferença de temperatura, mantém o processo de remoção de calor dos produtos, e
 - (c) um sexto sistema para melhorar o processo de transferência de calor através de outros sistemas diferentes da convecção forçada do gás.

- 3a -

Túnel de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por:

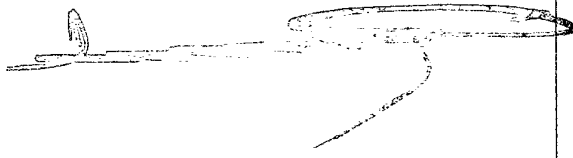
- (a) o referido quinto sistema compreender ventiladores horizontais movidos por veios verticais por sua vez movidos por motores de ventilação montados na parte superior da referida câmara isolada, sendo os referidos ventiladores de um passo, largura de pá e número de pás, adequados de modo a proporcionar elevados caudais e evitar a possível acumulação do gelo nas referidas pás.
- (b) localizar-se um ventilador horizontal por cima de cada fi-

- 
- leira e por baixo da próxima fileira superior do referido tecto isolado em cada veio vertical de ventilador,
- (c) os referidos veios de ventiladores estenderem-se desde os referidos motores de ventilação para o referido piso isolado, onde eles são centrados por, e onde a sua rotação é guiada por chumaceiras,
 - (d) os referidos motores de ventilação serem bobinados para um controlo ajustável da velocidade de rotação desde 0% a 100%, possuindo os referidos motores de ventilação uma potência suficientemente grande para assegurar que, à potência correspondente à velocidade de 100%, com as características de serviço dos referidos ventiladores horizontais, os referidos ventiladores horizontais criam uma circulação tão potente na vizinhança de todos ou de alguns dos produtos a serem refrigerados que todos ou alguns dos produtos a serem refrigerados não repousem no referido primeiro sistema, mas são soprados para fora do referido primeiro sistema, o que resulta na perda de produto por acumulação de produto dentro do referido túnel, permitindo assim ao utilizador controlar a velocidade de rotação do ventilador a um valor imediatamente inferior à velocidade crítica de rotação que sopraria para fora os produtos e maximizava assim o coeficiente de transferência do calor por convecção forçada de gás sem perda de produtos, e
 - (e) localizarem-se os referidos veios verticais no plano médio vertical do referido túnel e sendo separados por uma distância ligeiramente superior ao diâmetro dos referidos ventiladores.

- 4a -

Túnel de acordo com a reivindicação 3,
caracterizado por o referido primeiro sistema compreender:

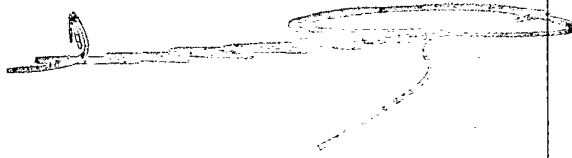
- 38 -

- 
- (a) dois tapetes transportadores separados e paralelos em cada camada, possuindo os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos em cada fileira a mesma largura, sendo a referida largura ligeiramente inferior a metade da largura da fileira, e sendo os dois tapetes transportadores separados e paralelos de cada fileira separados por um intervalo, centrado no plano médio da referida câmara, sendo a largura do referido intervalo ligeiramente superior ao diâmetro dos referidos veios verticais, permitindo assim uma folga suficiente para os referidos veios verticais, e
 - (b) um sétimo sistema para suporte e actuação dos referidos tapetes transportadores.

- 5a -

Túnel de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o sétimo sistema compreender:

- (a) um trilho de guia, suportando o referido trilho o lado interior e o lado exterior da parte que transporta o produto e da parte de retorno de cada um dos dois referidos tapetes transportadores separados e paralelos, deslizando os referidos tapetes transportadores separados e paralelos sobre os referidos trilhos de guia, sendo o processo de deslizamento suficientemente branco por utilização de uma fileira de um material de baixo atrito nas superfícies superiores dos referidos trilhos de guia.
- (b) um quadro de suporte rígido a que estão soldados os referidos trilhos de guia, compreendendo o referido quadro do suporte rígido:
 - (i) barras verticais com um perfil em U nas partes laterais do volume definido pelas fileiras, sendo as referidas barras verticais com um perfil em U interligadas umas com as outras em cada lado do referido volume por placas inclinadas soldadas,
 - (ii) tubos verticais de suportagem localizados no referido intervalo, sendo os referidos tubos verticais de

- 
- suporte localizados no volume livre existente entre ventiladores horizontais contíguos, e
- (iii) varões verticais que ligam as referidas barras com um perfil em U e os referidos tubos verticais de suporte.

- 6ª -

Túnel de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por:

- (a) o referido sétimo sistema compreender um veio motor horizontal e um veio de retorno horizontal comum aos referidos dois transportadores separados e paralelos para cada fileira, estando os dois veios localizados em extremidades opostas de cada fileira,
- (b) estendendo-se os referidos veios motores de uma face lateral da referida fileira isolada para a face isolada oposta da referida câmara isolada em locais em que a referida câmara isolada não tem portas laterais isoladas pelo menos nos vestíbulos de carga de produto e descarga de produto,
- (c) estendendo-se os referidos veios motores para além de uma face lateral da referida câmara isolada através de uma abertura equipada com uma chumaceira,
- (d) cada um dos referidos veios motores estar operativamente ligado a um motor de actuação,
- (e) o referido veio motor da fileira superior ter um motor de actuação próprio, enquanto os referidos veios motores das fileiras inferiores estão todos ligados ao outro motor de actuação,
- (f) os referidos dois motores de actuação terem velocidades ajustáveis, permitindo assim uma velocidade para os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos da fileira superior diferente da velocidade dos dois referidos tapetes transportadores separados e paralelos das camadas inferiores e permitindo assim um controlo da densidade de carga do produto nas fileiras inferiores.

~~CONFIDENTIAL~~

- 7a -

Túnel de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os produtos a serem refrigerados serem guiados em zonas de transferência por resguardos de produtos com a forma de empenas, estando localizados os referidos resguardos de produto com a forma de empenas sobre o intervalo existente entre os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos de cada fileira, paralelos aos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, e imediatamente por cima dos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, evitando os referidos resguardos do produto com a forma de empena a perda de produto e a acumulação do produto no fundo da referida câmara isolada.

- 8a -

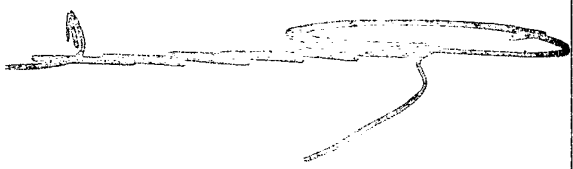
Túnel de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por;

- (a) os referidos ventiladores horizontais serem posicionados ao longo de um eixo vertical de modo a permitirem uma folga uniforme de produto entre todas as fileiras,
- (b) as referidas posições dos quadros de suporte rígidos das fileiras terem uma folga suficiente entre as fileiras de forma a permitir uma folga adequada do produto, e a acomodar a altura dos referidos ventiladores horizontais, e a permitir a existência de um espaço superior adequado por cima dos referidos ventiladores horizontais de modo a evitar a cavitação ou cavitação excessiva dos referidos ventiladores horizontais, permitindo assim a operação ótima dos referidos ventiladores horizontais.

- 9a -

Túnel de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o referido espaço superior ter uma altura não superior a um quarto de diâmetro dos referidos ventiladores horizontais mas não inferior a um oitavo do diâmetro dos referidos ventiladores horizontais.

- 41 -



- 10a -

Túnel de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por os referidos ventiladores horizontais existentes por cima de cada fileira criarem uma corrente de gás frio na direcção essencialmente descendente para os produtos transportados pelos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos da fileira correspondente, mantendo assim um excelente coeficiente de transferência de calor no referido espaço superior dos produtos a serem refrigerados.

- 11a -

Túnel de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por:

- (a) o coeficiente médio de transferência de calor por convecção forçada de gás em cada fileira na face superior dos produtos transportados pelos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos da fileira ser praticamente uniforme ao longo da largura da fileira e
- (b) os referidos ventiladores horizontais terem um diâmetro praticamente igual à largura útil da fileira, conduzindo assim à mesma refrigeração dos produtos seja qual for a sua posição nos dois tapetes transportadores separados e paralelos.

- 12a -

Túnel de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por os referidos ventiladores horizontais existentes por baixo das fileiras superiores também criarem uma sucção por cima dos referidos ventiladores horizontais, puxando assim algum gás frio através da malha da zona de condução de produto

- 42 -



dos dois referidos tapetes transportadores separados e paralelos da fileira por cima dos referidos ventiladores horizontais entre produtos adjacentes transportados pelos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos e através da zona de retorno dos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, aumentando assim a corrente do gás frio nas paredes laterais dos produtos e consequentemente o coeficiente de transferência de calor por convecção forçada de gás nas paredes laterais dos produtos e a taxa de remoção do calor das paredes laterais dos produtos.

- 13a -

Túnel de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por a corrente de gás frio através dos dois tapetes transportadores separados e paralelos de todas as fileiras com excepção da camada do fundo ser principalmente na direcção descendente mas ter também um componente de corrente horizontal devido aos vectores de corrente horizontais criados pela rotação dos referidos ventiladores horizontais, criando assim alguma corrente de gás sobre a parte inferior dos produtos transportados pelos dois tapetes transportadores separados e paralelos das referidas fileiras e aumentando assim um pouco o coeficiente de transferência de calor na parte inferior do produto e aumentando assim a taxa de remoção do calor da parte inferior dos produtos.

- 14a -

Túnel de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por:

- (a) o referido quarto sistema compreender um oitavo sistema para se injectar dentro da referida câmara isolada um meio susceptível de retirar energia da atmosfera gasosa existente na referida câmara isolada através de uma alteração do seu calor sensível, através do calor latente da sua alteração de fase, ou através de uma combinação dos mecanismos acima citados,

- 
- (b) o referido meio ser um gás refrigerado ou um líquido criogênico, e
- (c) o referido túnel compreender ainda um nono sistema para regular o caudal do referido meio em resposta a pelo menos um controlador de temperatura e em resposta a pelo menos uma medida de temperatura de gás na referida câmara isolada.

- 15a -

Túnel de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por:

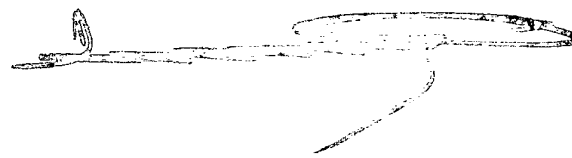
- (a) o referido meio ser um líquido criogênico,
- (b) o referido oitavo sistema compreender bicos ou orifícios calibrados dimensionados, com a forma adequada e posicionados de forma a produzirem o caudal do líquido criogênico necessário para a capacidade de produção nominal máxima do referido túnel, e
- (c) o referido túnel compreender ainda um décimo sistema para fechar alguns dos referidos bicos ou orifícios calibrados quando a capacidade nominal de produção do referido túnel para um dado produto for mais pequena do que a capacidade de produção nominal máxima.

- 16a -

Túnel de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o referido décimo sistema compreender camisas de um material sintético colocadas à volta de um colector tubular que fornece o referido líquido criogênico, sendo as camisas móveis, permitindo portanto o bloqueamento de um ou mais dos referidos bicos ou orifícios calibrados.

- 17a -

Túnel de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o padrão de distribuição do referido oitavo sistema ser função da proporção do diâmetro dos referidos ventis lados horizontais em relação à largura útil da fileira associada de modo a que:



- (a) se a referida proporção for praticamente igual a um ou superior, o referido oitavo sistema ser distribuído uniformemente através da largura da fileira em pelo menos uma fiada, normal ao comprimento dos referidos tapetes transportadores separados e paralelos, criando assim um componente adicional de processo de transferência de calor global que é uniforme através da largura da fileira, e que aumenta, de modo uniforme, o já uniforme componente de transferência de calor por convecção forçada de gás, e
- (b) se a referida proporção for significativamente mais pequena do que um, se distribuir o referido oitavo sistema exclusivamente sobre as faces exteriores dos referidos tapetes transportadores paralelos e separados, uniformemente entre as faces exteriores, uniformemente entre as fileiras, e uniformemente através do comprimento de cada fileira, compensando assim a fraca ventilação que consequentemente o fraco coeficiente de transferência do calor nas faces exteriores.

- 18a -

Túnel de refrigeração compreendendo:

- (a) uma câmara isolada,
- (b) um décimo primeiro sistema para transportar os produtos a serem refrigerados através da referida câmara isolada e ao longo de pelo menos uma fileira a partir de uma abertura de entrada e através de uma abertura de saída,
- (c) um décimo segundo sistema para criar um processo de transferência de calor na vizinhança de um produto, e
- (d) um décimo terceiro sistema para processar simultaneamente vários produtos diferentes para tempos de residência diferentes.

•
•
•

Túnel de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o referido décimo terceiro sistema compreender:

- (a) um décimo quarto sistema para transportar os produtos, com preendendo o referido décimo quarto sistema dois tapetes transportadores separados e paralelos na referida primeira fileira, possuindo os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos a mesma largura, sendo a referida largura ligeiramente inferior a metade da largura de pelo menos uma fileira, estando os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos da referida fileira, separados por um intervalo centrado no plano médio da referida câmara isolada,
- (b) um décimo quinto sistema para suportar os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos,
- (c) um décimo sexto sistema para guiar os produtos a serem refrigerados para zonas de transferência, e
- (d) um décimo sétimo sistema para actuar os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos independentemente um do outro.

Túnel de acordo com a reivindicação 19, caracterizado por:

- (a) o referido décimo sétimo sistema compreender um veio motor independente para cada um dos dois referidos tapetes transportadores separados e paralelos e um veio de retorno independente para cada um dos quais referidos tapetes transportadores separados e paralelos,
- (b) os veios motores dos dois tapetes transportadores de pelo menos uma fileira terem um eixo comum,
- (c) os veios de retorno dos dois tapetes transportadores da re

- 
- ferida pelo menos uma fileira terem um eixo comum,
- (d) o veio motor do tapete transportador do lado esquerdo se estender para além da face lateral esquerda da referida câmara isolada através de uma abertura equipada com um rolamento,
 - (e) o veio motor do tapete transportador do lado direito se estender para além da parede lateral direita da referida câmara isolada através de uma abertura equipada com um rolamento,
 - (f) o veio motor do tapete transportador do lado direito ser operativamente ligado a um motor,
 - (g) o referido motor ser montado na parede externa da referida câmara isolada, e
 - (h) o referido motor ter uma velocidade variável.

- 21a -

Túnel de refrigeração, caracterizado por compreender:

- (a) uma câmara isolada compreendendo um piso isolado, um painel isolado com a forma de um U invertido, servindo o referido painel isolado como tecto e paredes laterais,
- (b) um décimo oitavo sistema para fazer elevar um conjunto compreendendo o referido tecto e as referidas paredes laterais em relação ao referido piso isolado para permitir acesso ao volume interior da referida câmara isolada para lavagem, inspecção e manutenção,
- (c) um décimo nono sistema para transportar os produtos a serem refrigerados desde uma entrada de produto até uma saída de produto existentes na referida câmara isolada e ao longo das várias fileiras,
- (d) um vigésimo sistema para manter uma baixa temperatura dentro do volume interno da referida câmara isolada,
- (e) motores de ventilação montados na parte superior do referido tecto, actuando os referidos motores de ventilação os ventiladores horizontais colocados dentro do volume inter-

no da referida câmara isolada e por cima da fileira superior, e

- (f) um vigésimo primeiro sistema para melhorar o processo de transferência de calor nas fileiras inferiores por criação de uma corrente essencialmente horizontal de gás frio nas referidas fileiras.

- 22a -

Túnel de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o referido vigésimo primeiro sistema compreender:

- (a) uma fiada dos referidos motores de ventilação montados na face exterior de cada uma das duas paredes laterais da referida câmara isolada,
- (b) ventiladores verticais colocados entre as referidas fileiras e a face interna de pelo menos uma das paredes laterais num plano normal do plano definido pela superfície das referidas fileiras, sendo os referidos ventiladores verticais actuados pelos referidos motores de ventilação, e
- (c) uma folga entre cada ventilador e a parede interna da referida câmara isolada próximo do referido ventilador, sendo a referida folga suficientemente grande para evitar a cavitação dos referidos ventiladores verticais, sendo não mais do que um quarto de diâmetro dos referidos ventiladores verticais mas não menos do que um oitavo de diâmetro dos referidos ventiladores verticais.

- 23a -

Túnel de acordo com a reivindicação 22, caracterizado por:

- (a) o referido décimo nono sistema compreender três fileiras, compreendendo cada fileira um tapete transportador,

- 48 -

- 
- (b) os referidos ventiladores verticais serem posicionados ligeiramente por cima do ponto médio entre as porções que transportam o produto do tapete transportador médio e do tapete transportador do fundo, equilibrando assim a distribuição horizontal entre os produtos transportados pelo tapete transportador médio e os produtos transportados pelo tapete transportador inferior,
 - (c) o diâmetro dos referidos ventiladores verticais ser menor do que a distância entre o centro de cada ventilador vertical e o referido piso isolado e a distância entre o centro de cada ventilador vertical e a porção que transporta o produto do tapete transportador superior, maximizando assim a cobertura de corrente de gás da camada média e da camada inferior,
 - (d) a velocidade de rotação dos referidos ventiladores verticais poder ser seleccionada,
 - (e) as características de produção de corrente de gás dos referidos ventiladores verticais serem tais que a corrente de gás criada pelos referidos ventiladores verticais à velocidade máxima dos referidos motores de ventilação ser suficientemente potente para soprar produtos sólidos leves para fora dos tapetes transportadores do meio e do fundo, permitindo assim ao utilizador seleccionar a velocidade de rotação dos referidos ventiladores verticais a um valor elevado, imediatamente inferior ao valor crítico que sopraria os produtos para fora dos transportadores de fundo e do meio e permitindo assim ao utilizador maximizar a velocidade da corrente de gás dos transportadores do meio e do fundo em função do produto a ser refrigerado.

- 24a -

Túnel de refrigeração, caracterizado por compreender:

- (a) uma câmara isolada compreendendo um piso isolado, um painel isolado com a forma de um U invertido, servindo o referido

- 49 -

- painel como tecto e como paredes laterais,
- (b) um vigésimo segundo sistema para fazer elevar um conjunto constituído pelo referido tecto e pelas referidas paredes laterais em relação ao referido piso isolado para permitir o acesso ao volume interior da referida câmara isolada para lavagem, inspecção e manutenção,
 - (c) um vigésimo terceiro sistema para transportar os produtos serem refrigerados de uma abertura de entrada de produto para uma abertura de saída de produto existente na referida câmara isolada e ao longo das várias fileiras,
 - (d) um vigésimo quarto sistema para manter uma baixa temperatura dentro do volume interno da referida câmara isolada,
 - (e) motores de ventilação montados da parte superior do referido tecto, actuando os referidos motores de ventilação os ventiladores horizontais localizados dentro do volume interno da referida câmara isolada por cima da fileira superior, e
 - (f) um vigésimo quinto sistema para aumentar o processo de transferência de calor nas fileiras inferiores por criação de uma corrente essencialmente vertical e descendente de gás frio para as referidas fileiras.

- 25a -

Túnel de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por:

- (a) o referido vigésimo terceiro sistema compreender três fileiras, compreendendo cada fileira um tapete transportador,
- (b) o referido vigésimo quinto sistema compreender uma fiada de ventiladores horizontais por cima da primeira fileira do meio e por baixo da camada superior e uma fiada de ventiladores horizontais por cima da fileira do fundo e por baixo da fileira do meio, repartindo as referidas fiadas de ventiladores horizontais os mesmos veios de ventilação,
- (c) os referidos veios dos ventiladores estenderem-se desde um local ligeiramente por baixo da fileira superior para o re-

ferido piso isolado e passando pelo referido piso isolado através de um orifício equipado com um rolamento e tendo nele montado um motor de ventilação montado no lado exterior do referido piso isolado.

- 26a -

Túnel de acordo com a reivindicação 25, caracterizado por:

- (a) o referido vigésimo terceiro sistema compreender dois tapetes transportadores separados e paralelos em cada uma das fileiras inferiores,
- (b) os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos terem a mesma largura, sendo a referida largura ligeiramente inferior a metade da largura das fileiras,
- (c) os dois tapetes transportadores separados e paralelos serem separados por um intervalo centrado no plano médio do túnel, sendo a largura do referido intervalo ligeiramente superior ao diâmetro dos referidos veios ventiladores, permitindo assim uma folga suficiente para os veios dos referidos ventiladores,
- (d) o vigésimo terceiro sistema compreender ainda um quadro rígido de suporte modular a que estão soldados os trilhos de guia,
- (e) os referidos trilhos de guia suportarem a parte interior e a parte exterior da porção que conduz o produto e da porção de retorno de cada um dos dois tapetes transportadores separados e paralelos de cada uma das referidas fileiras inferiores,
- (f) os referidos veios dos tapetes transportadores separados e paralelos deslizarem ao longo dos referidos trilhos de guia, e
- (g) o referido quadro de suporte modular rígido compreender:
 - (i) barras verticais de suporte nos lados externos do volume definido pelas fileiras e nos lados internos dos referidos dois tapetes transportadores separados



e paralelos dentro do intervalo formado entre os referidos veios transportadores separados e paralelos e (ii) placas e varões rígidos interligando as referidas barras verticais do suporte.

- 27a -

Túnel de acordo com a reivindicação 26, caracterizado por os produtos a serem refrigerados serem guiados em zonas de transferência por resguardos de produto com a forma de empenas, sendo os referidos resguardos de produto com a forma de empenas localizados sobre o intervalo entre os referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos de cada fileira, paralelo aos referidos dois tapetes transportadores parados e paralelos, e imediatamente por cima dos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, evitando os referidos resguardos de produto com a forma de empenas, a perda de produto e acumulação de produto no fundo da referida câmara isolada.

- 28a -

Túnel de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por:

- (a) os referidos ventiladores horizontais serem posicionados ao longo do eixo vertical de modo a permitirem uma folga uniforme de produto entre todas as fileiras,
- (b) os referidos quadros de suporte modular e rígido posicionarem as fileiras com uma folga suficiente entre as referidas fileiras para permitirem simultaneamente uma folga adequada de produto por baixo dos ventiladores horizontais e um espaço superior adequado por cima dos referidos ventiladores horizontais sendo o referido espaço superior não mais do que um quarto do diâmetro dos referidos ventiladores ho

- 52 -



rizontais mas não menos do que um oitavo de diâmetro dos referidos ventiladores horizontais, evitando o referido espaço superior a cavitação do ventilador e permitindo a operação ôptima dos referidos ventiladores horizontais,

- (c) o diâmetro dos referidos ventiladores horizontais ser praticamente igual à largura utilizável da camada,
- (d) os referidos motores de ventilação terem um controlo ajustável de velocidade entre 0% e 100%,
- (e) os referidos motores de ventilação terem uma potência suficientemente grande para que, para uma posição de 100% da velocidade, os referidos ventiladores horizontais criarem uma circulação potente de gás na vizinhança dos produtos a serem refrigerados de modo a que os produtos pequenos sejam soprados para fora dos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, permitindo assim ao utilizador fixar a velocidade de rotação dos referidos ventiladores horizontais a um nível imediatamente inferior à velocidade crítica de rotação, maximizando assim o coeficiente de transferência de calor de convecção forçada de gás sem perda do produto,

- 29a -

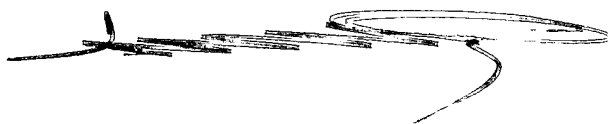
Túnel de acordo com a reivindicação 28, caracterizado por:

- (a) os referidos ventiladores horizontais por cima de cada fileira criarem uma corrente de gás frio essencialmente na direcção descendente para o produto transportado pelos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos da referida fileira,
- (b) o coeficiente médio de transferência de calor de convecção forçada de gás na superfície superior dos produtos em cada fileira ser uniforme através da largura da referida fileira,
- (c) o diâmetro do referido ventilador horizontal ser pelo menos
• praticamente igual à largura utilizável da fileira,

- 53 -

- (d) os referidos ventiladores horizontais por cima de cada fileira criarem uma sucção por cima do referido ventilador horizontal, sugando assim algum gás frio através da malha da zona que transporta o produto nos referidos tapetes transportadores das fileiras por cima dos referidos ventiladores horizontais, entre produtos adjacentes transportados pelos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos e através da parte de retorno dos referidos dois tapetes transportadores separados e paralelos, aumentando assim o caudal de gás frio nas paredes laterais dos produtos e consequentemente o coeficiente de transferência de calor de convecção forçada do gás nas paredes laterais dos produtos a serem refrigerados em todas as fileiras com excepção da camada inferior, e
- (e) a corrente do gás frio através dos referidos tapetes transportadores de todas as fileiras excepto a fileira inferior ter também um componente horizontal devido aos vectores de corrente horizontais criados pela rotação dos referidos ventiladores horizontais criando assim alguma corrente sobre as partes inferiores dos produtos transportados pelos referidos tapetes transportadores das referidas fileiras, resultando em algum melhoramento na taxa de remoção do calor da parte inferior dos produtos.

Lisboa, 15 de Março de 1991



RESUMO

"MÉTODO E DISPOSITIVO PARA AUMENTAR A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E A FLEXIBILIDADE DE UM TÚNEL DE REFRIGERAÇÃO COM FILEIRAS DE REFRIGERAÇÃO EM ANDARES MÚLTIPLOS"

A invenção refere-se a um túnel de refrigeração com fileiras de refrigeração em andares múltiplos, que compreende:

- (a) uma câmara isolada compreendendo um piso isolado, um tecto isolado que é estacionário em relação ao referido piso isolado, e portas laterais isoladas, permitindo as referidas portas laterais isoladas o acesso ao volume interno da referida câmara isolada para lavagem, inspecção e manutenção,
- (b) um primeiro sistema para transporte de produtos a serem refrigerados através da referida câmara isolada e ao longo de diferentes fileiras desde uma abertura de admissão de produto até uma abertura de saída de produto,
- (c) um segundo sistema para criar um processo de transferência de calor na vizinhança dos produtos a serem refrigerados, e
- (d) um terceiro sistema para otimizar o referido processo de transferência de calor e conseguir assim um processo de transferência de calor que é pelo menos essencialmente uniforme através da largura de cada fileira que é uniforme entre as diferentes fileiras.

Figura 18

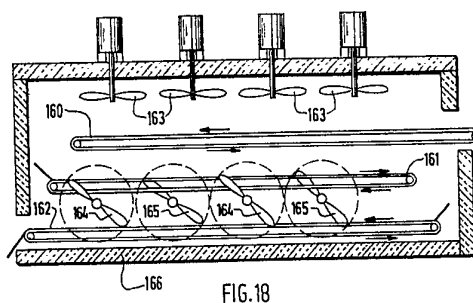
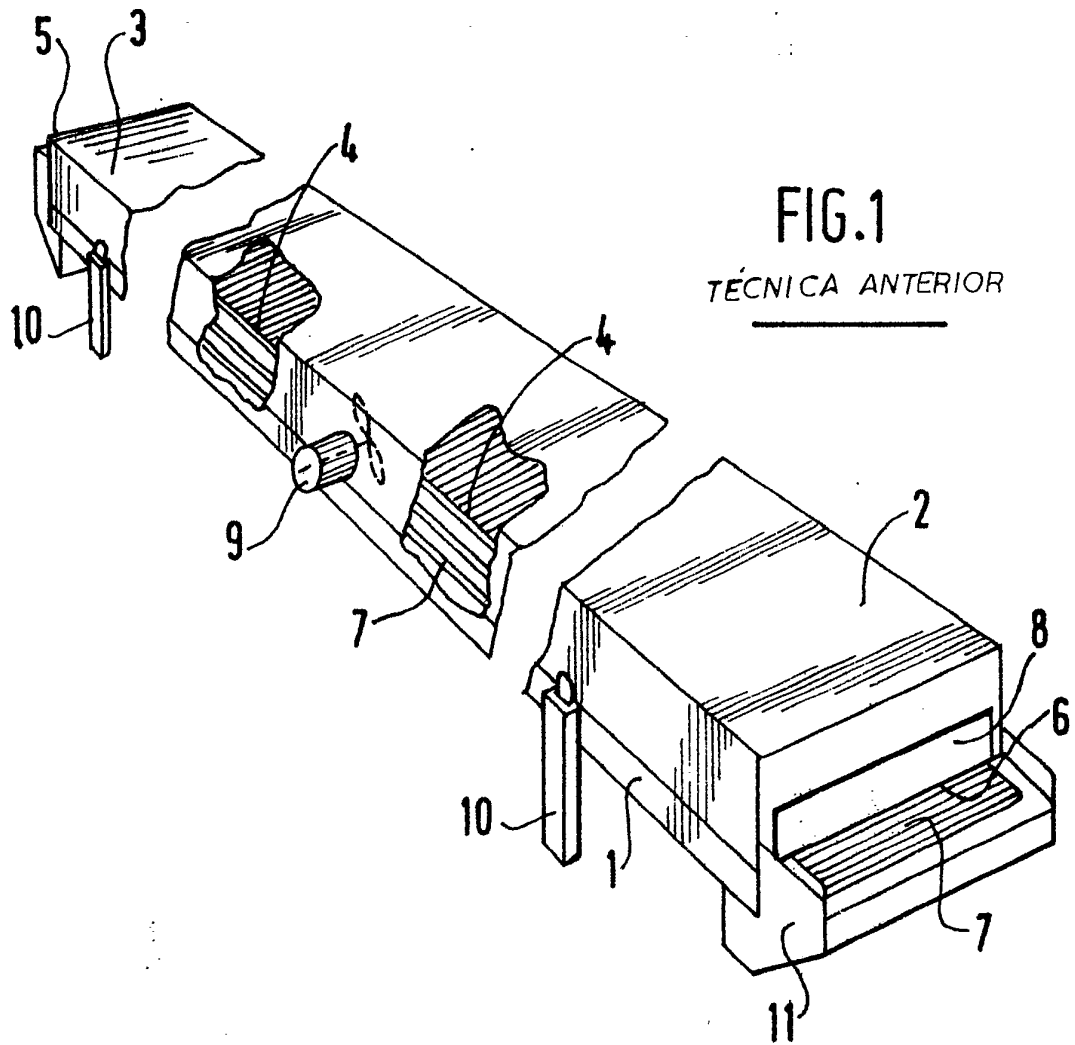


FIG. 18

978442



93442

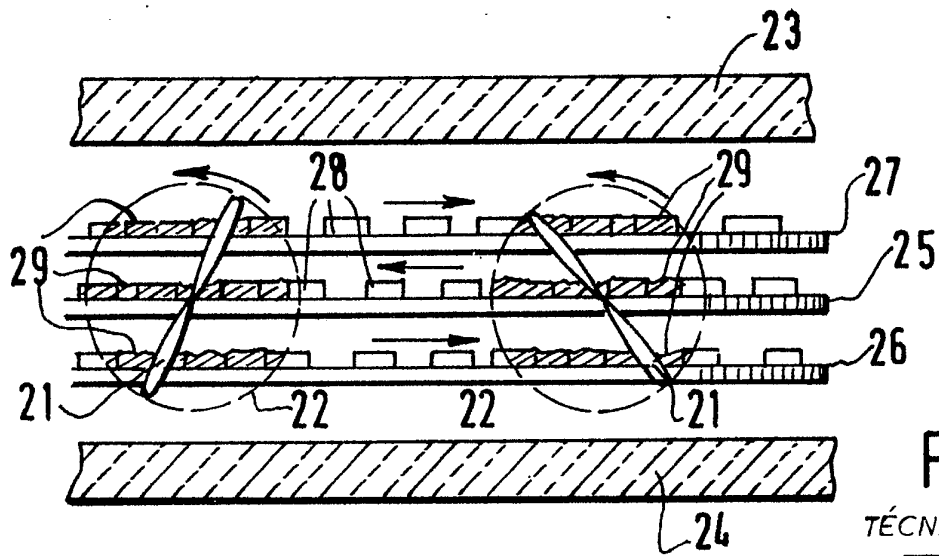


FIG. 2

TÉCNICA ANTERIOR

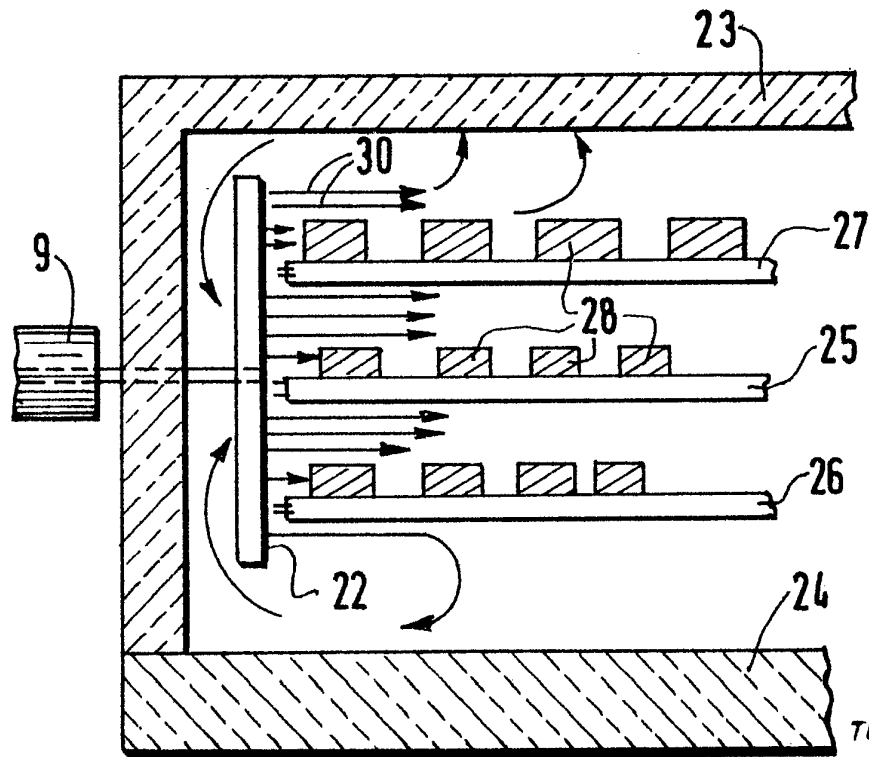


FIG. 3

TÉCNICA ANTERIOR

413442

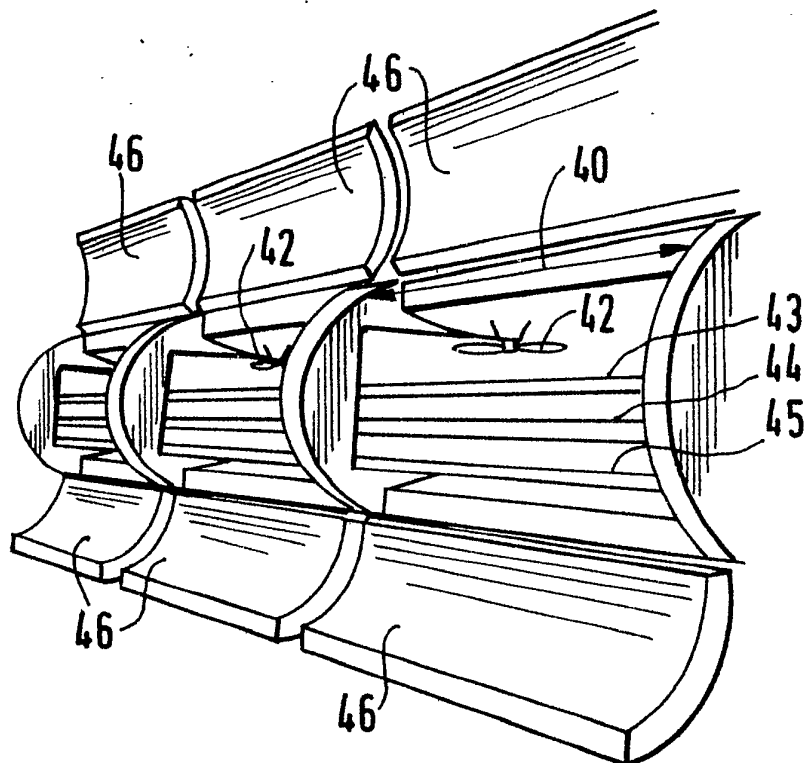


FIG. 4
TÉCNICA ANTERIOR

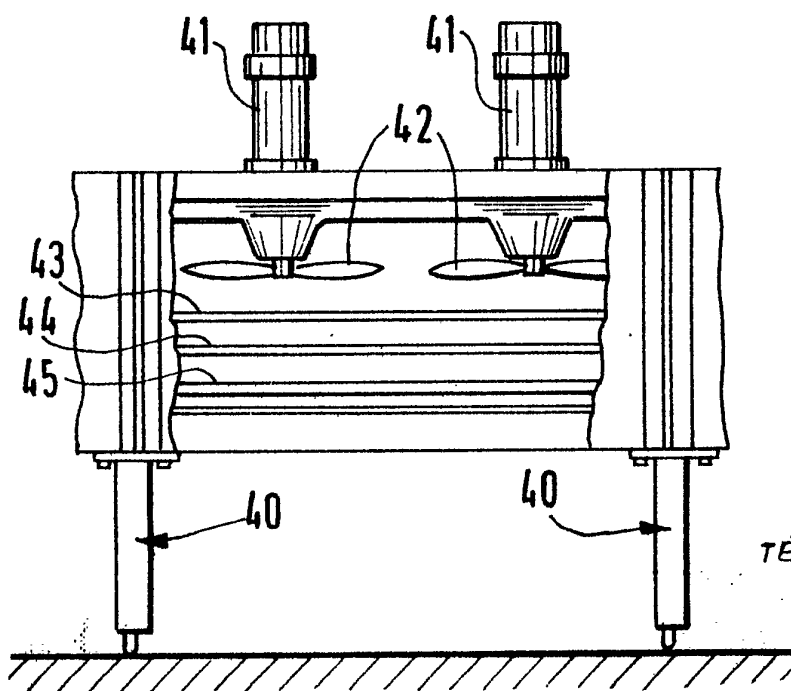


FIG. 5
TÉCNICA ANTERIOR

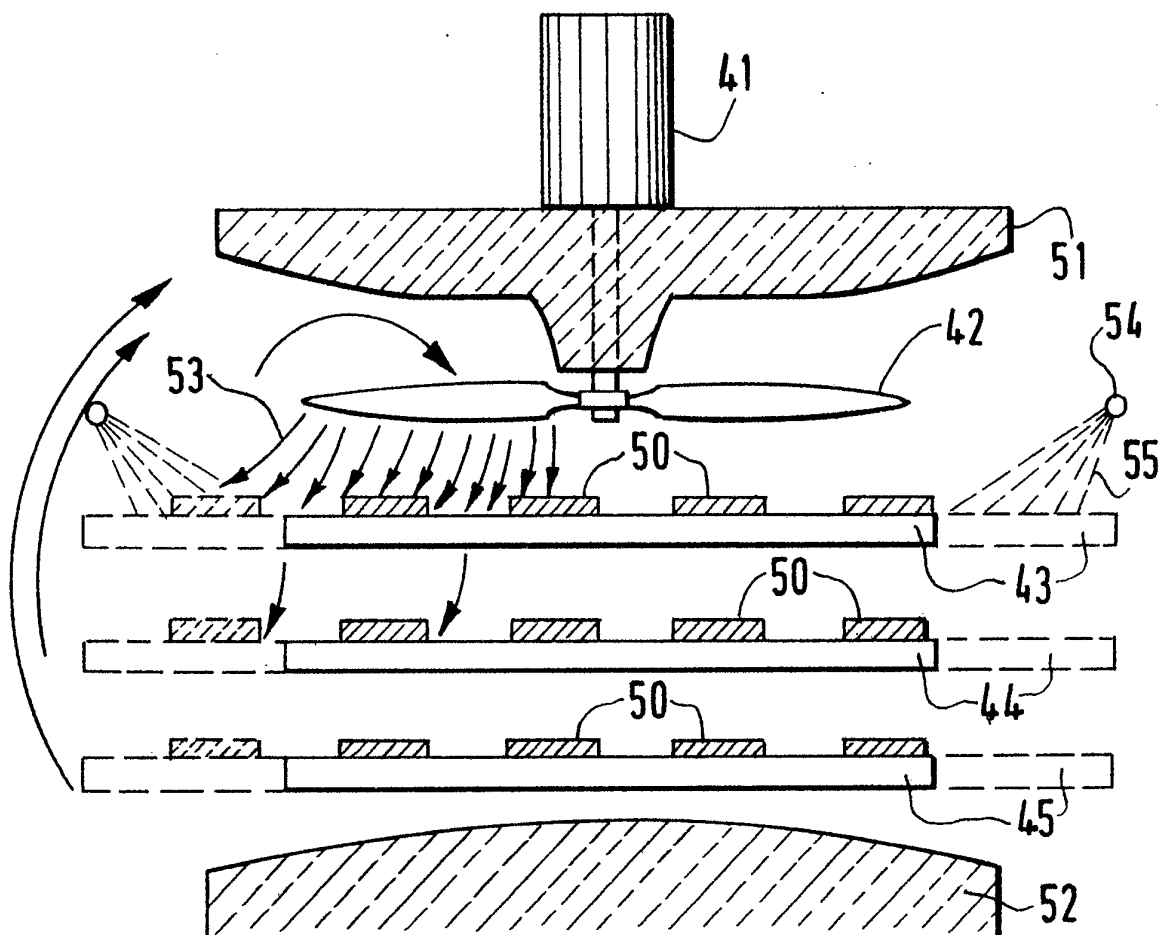
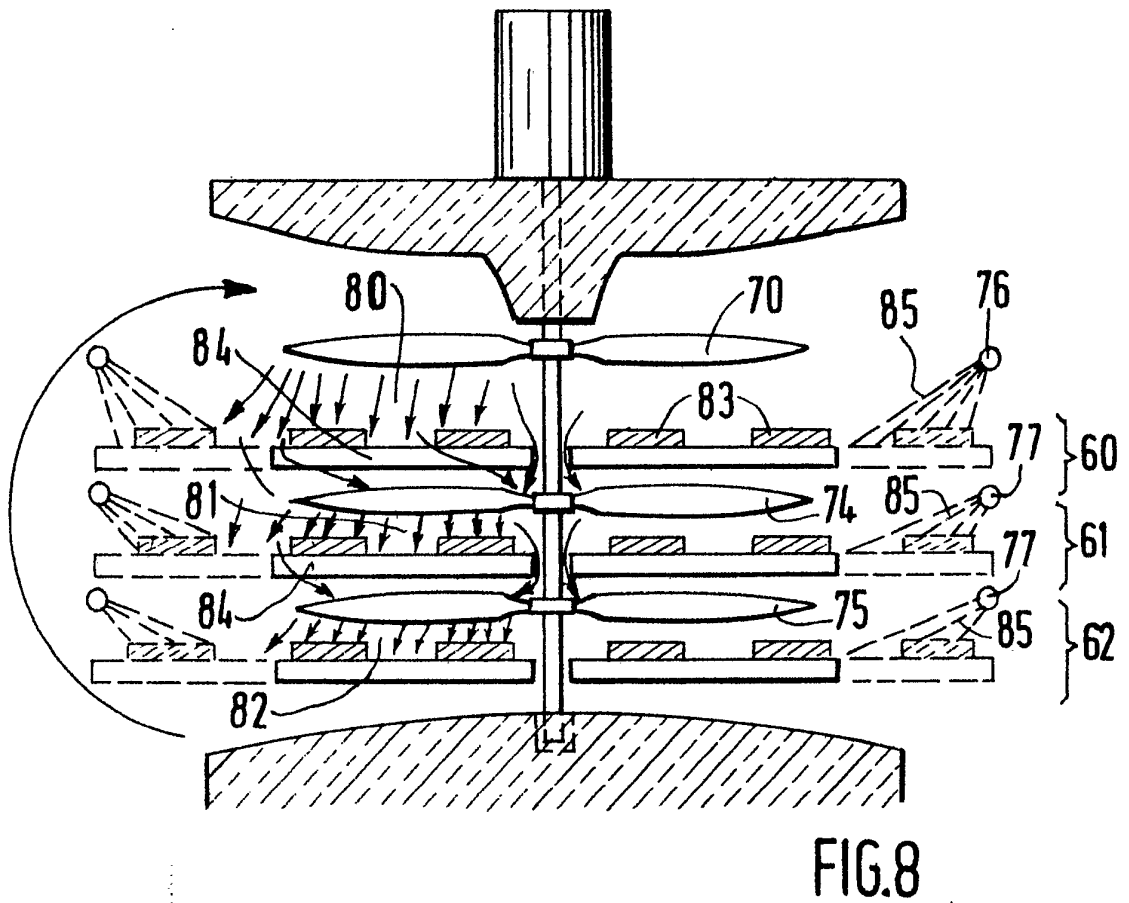
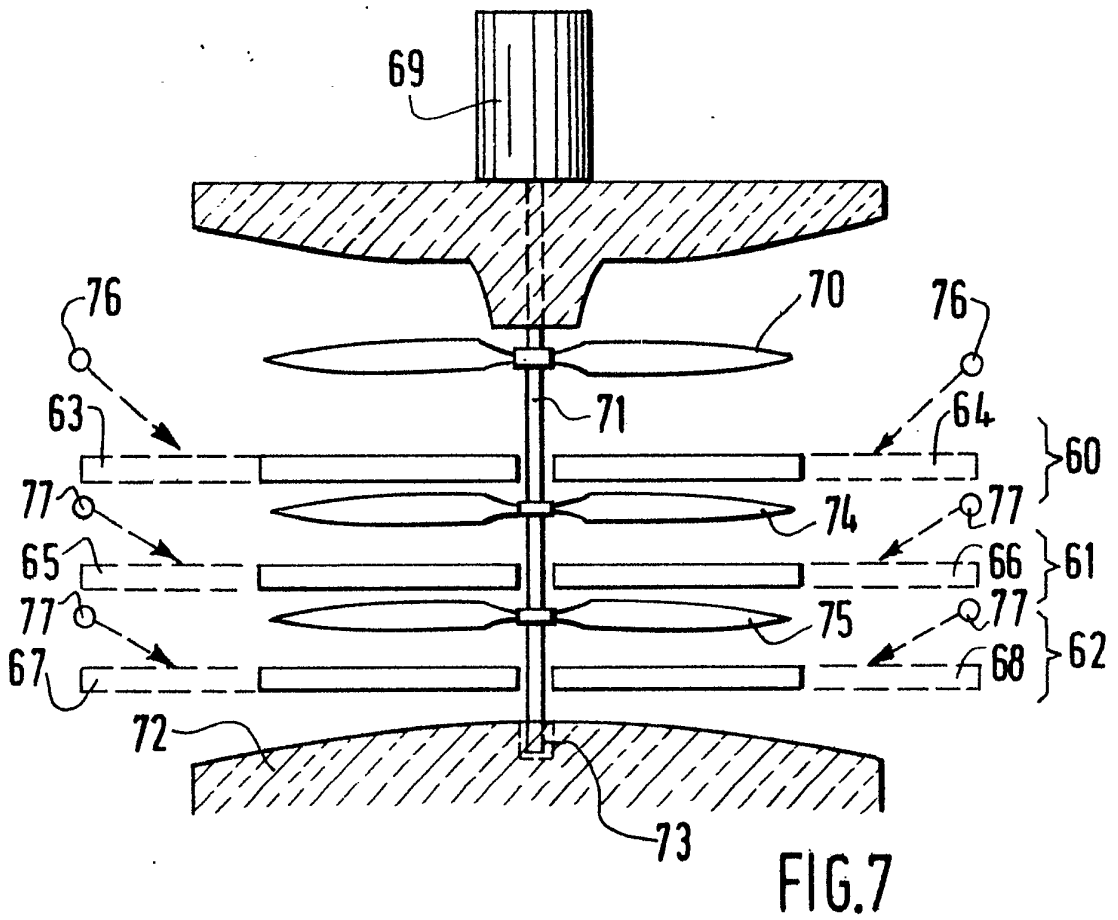


FIG. 6

TÉCNICA ANTERIOR



Technical drawing of a vertical shaft assembly. The shaft is mounted between two flanges. Dimensions include a total height of $21\frac{1}{2}$ inches, a distance of $16\frac{5}{6}$ inches from the top flange to the first blade set, and $10\frac{2}{3}$ inches between blade sets. Each blade set is $3\frac{1}{6}$ inches thick. The blades are labeled 60, 61, and 62. A CO₂ inlet is shown on the left side of the shaft.

FIG.9

45442

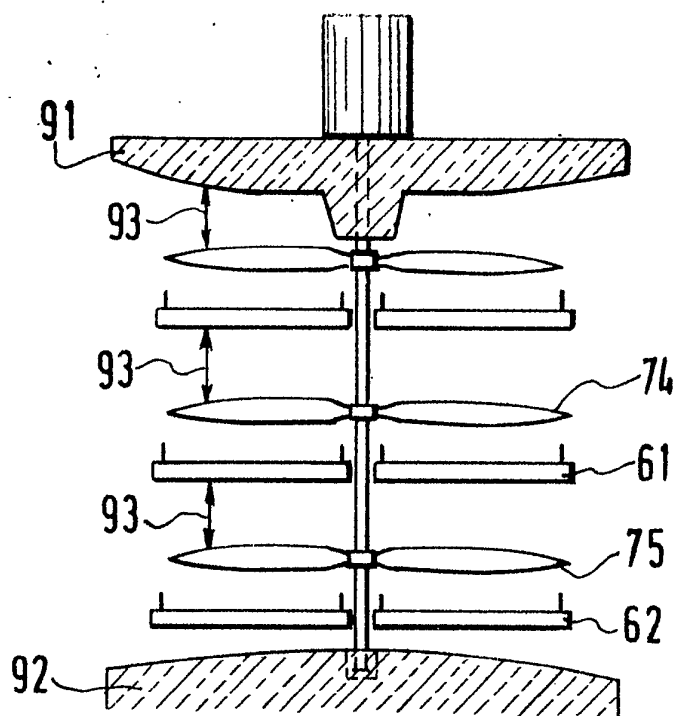


FIG. 10

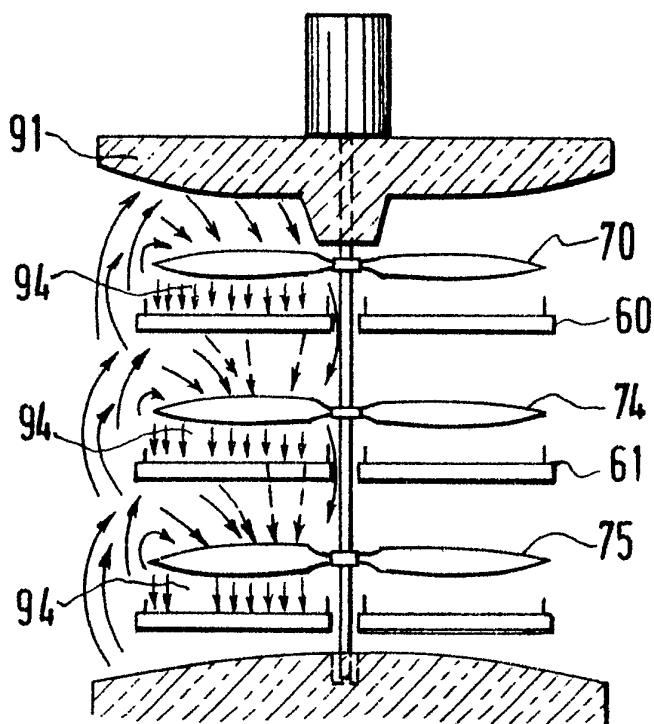


FIG. 11

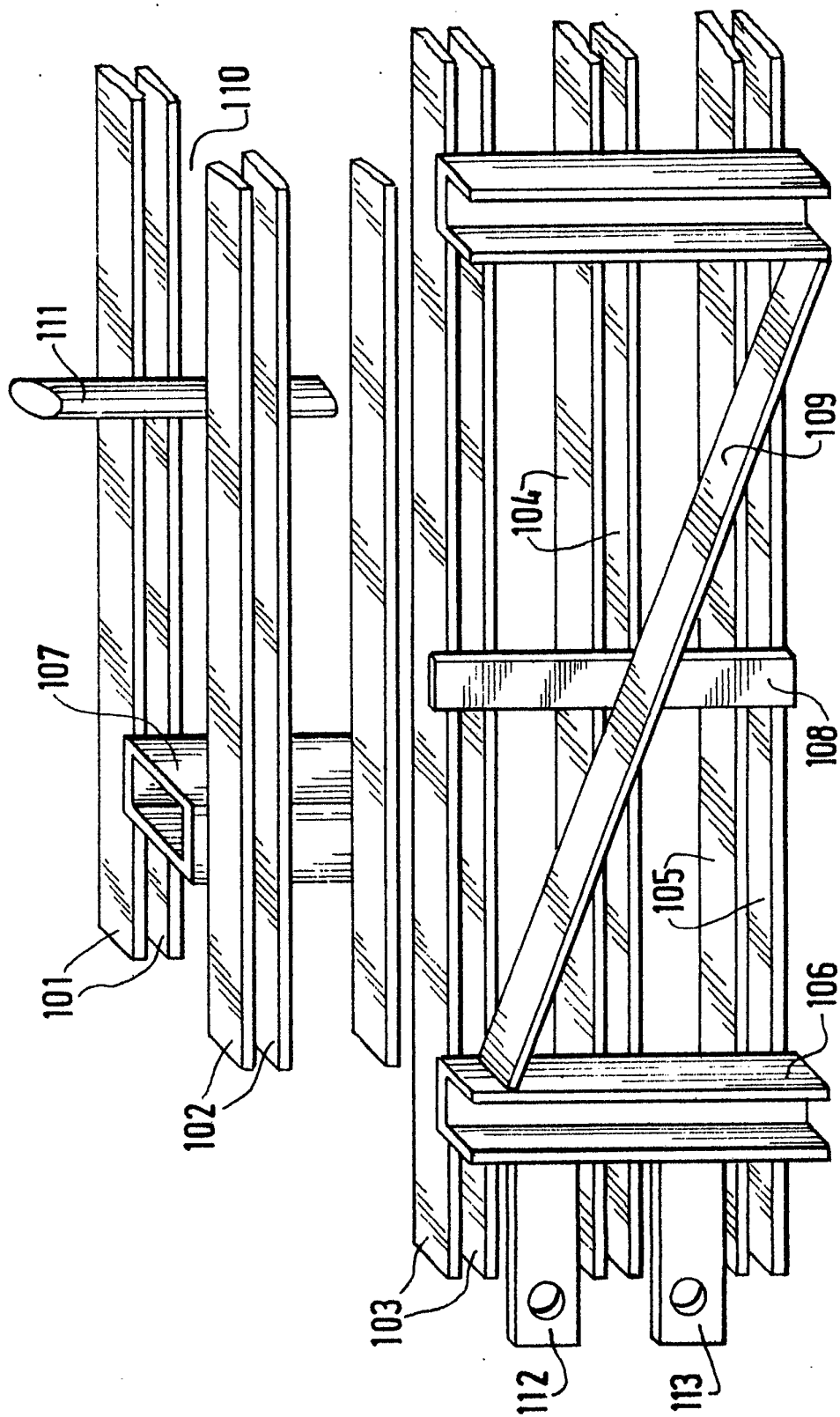


FIG.12

98442

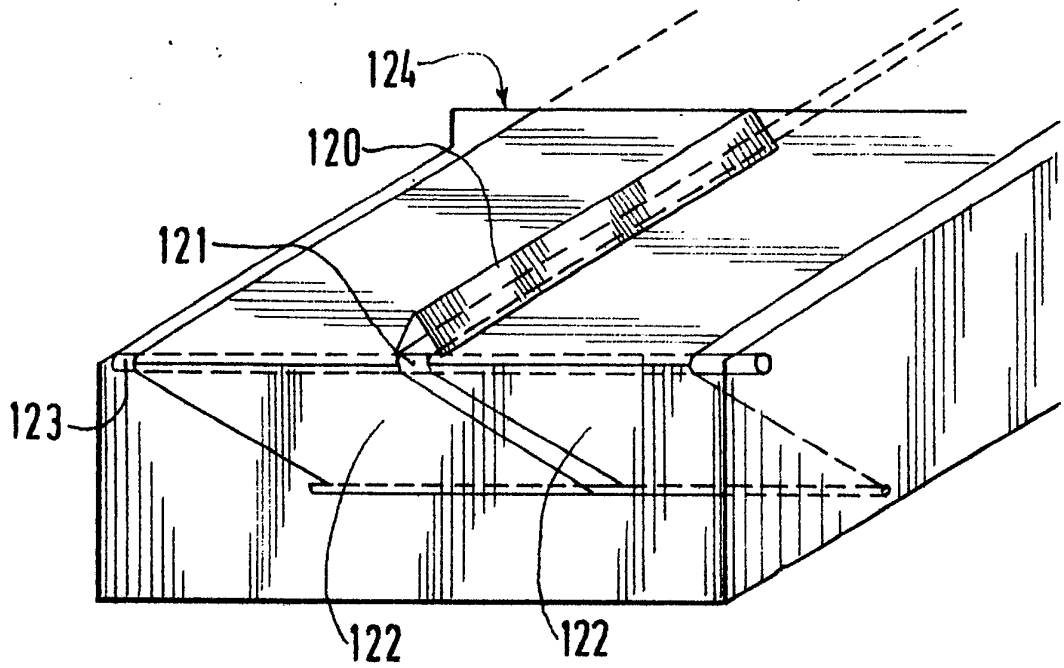


FIG. 13

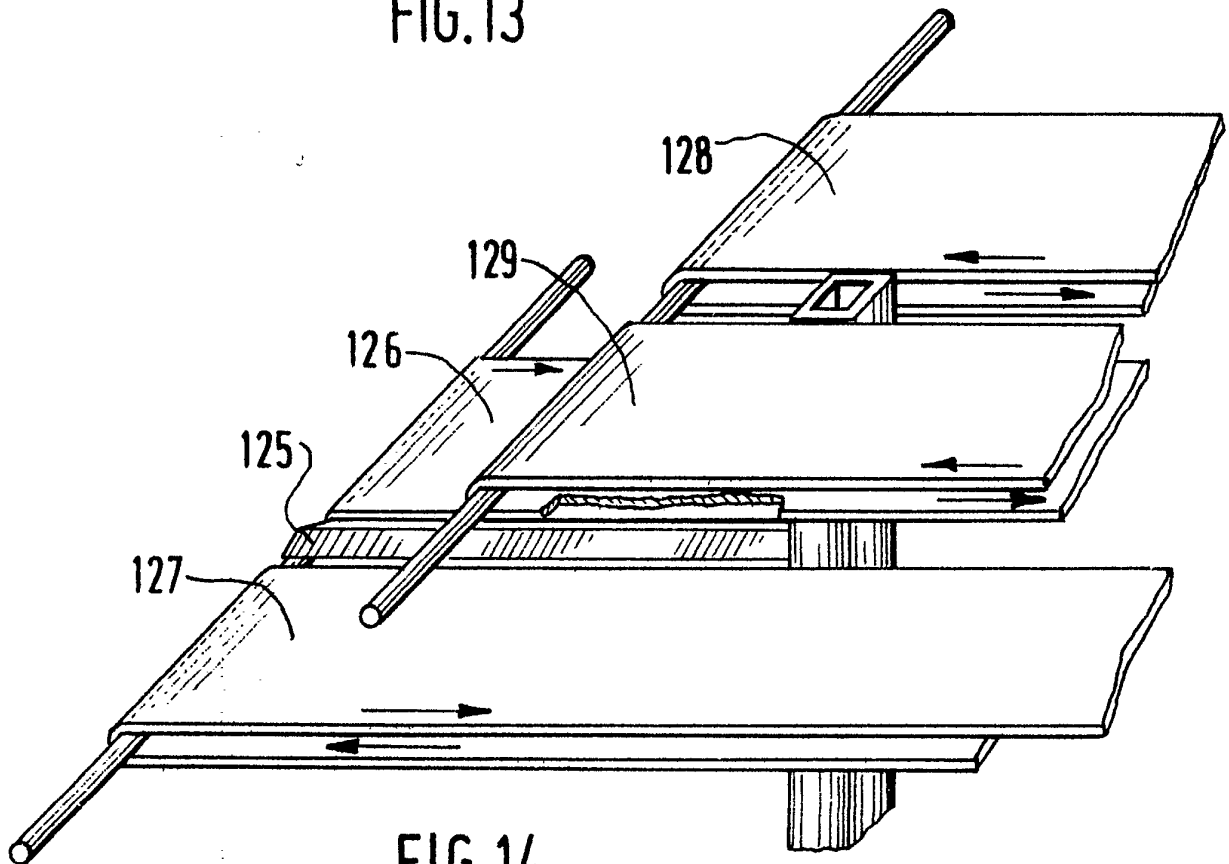
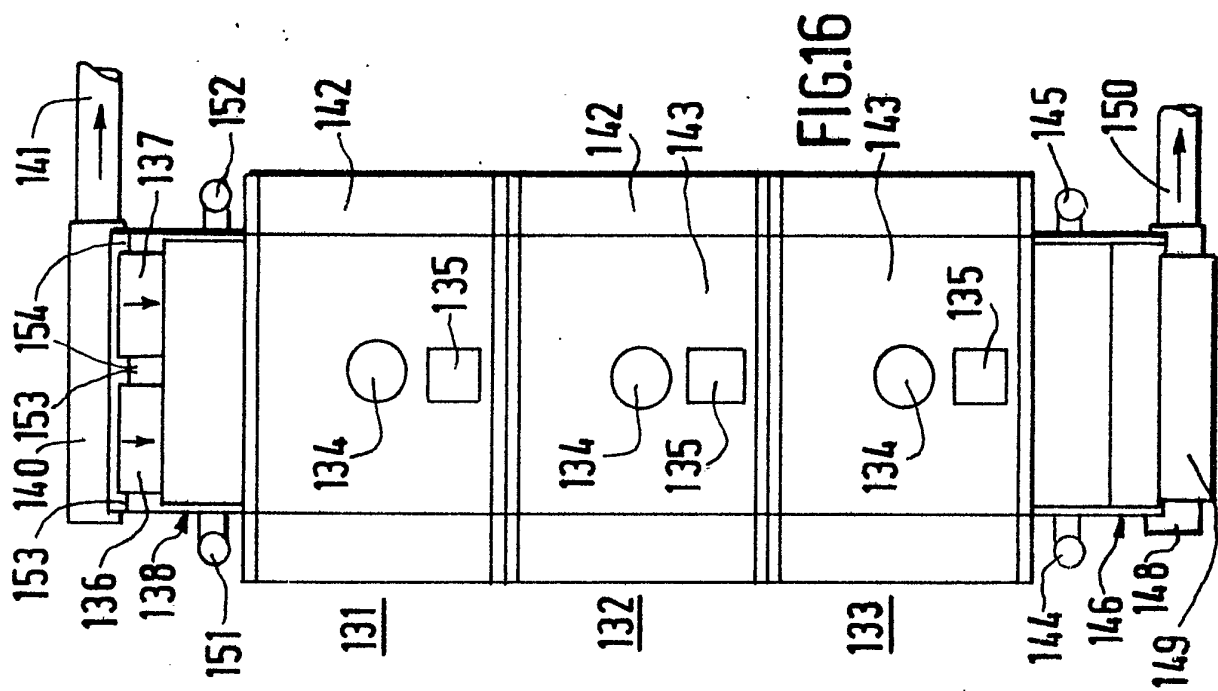
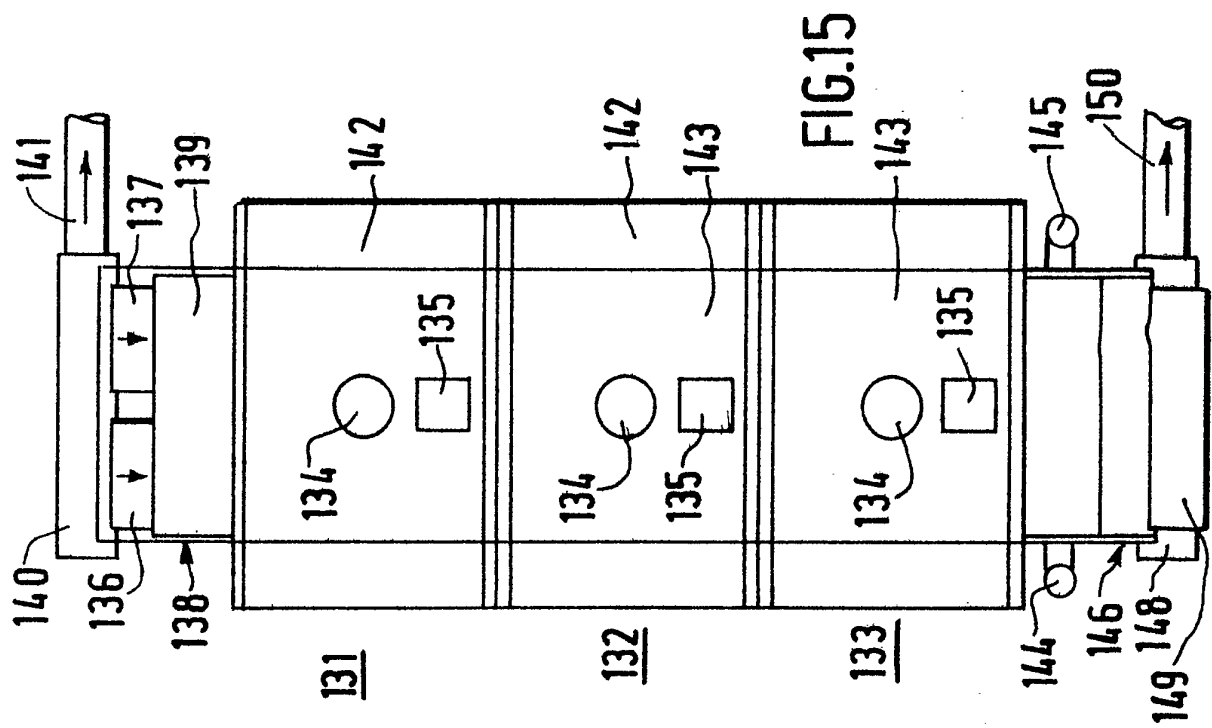
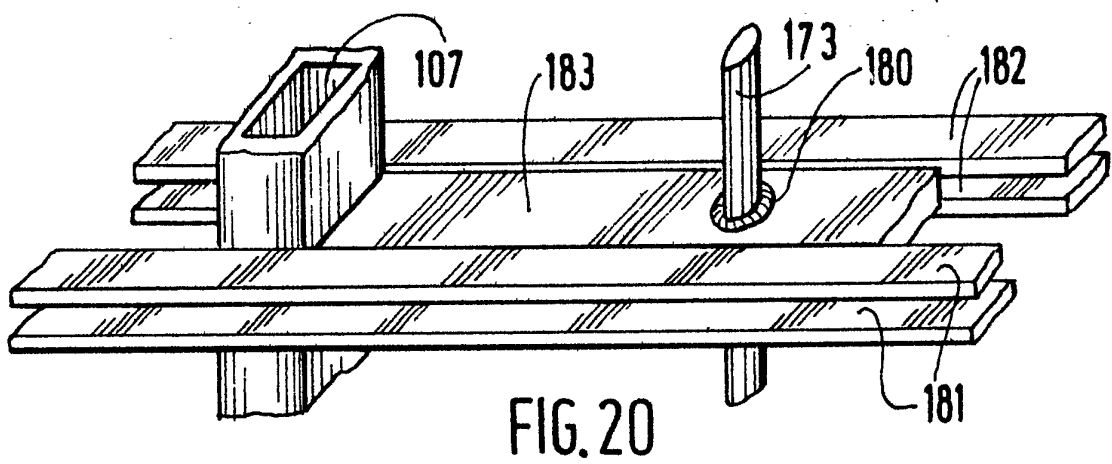
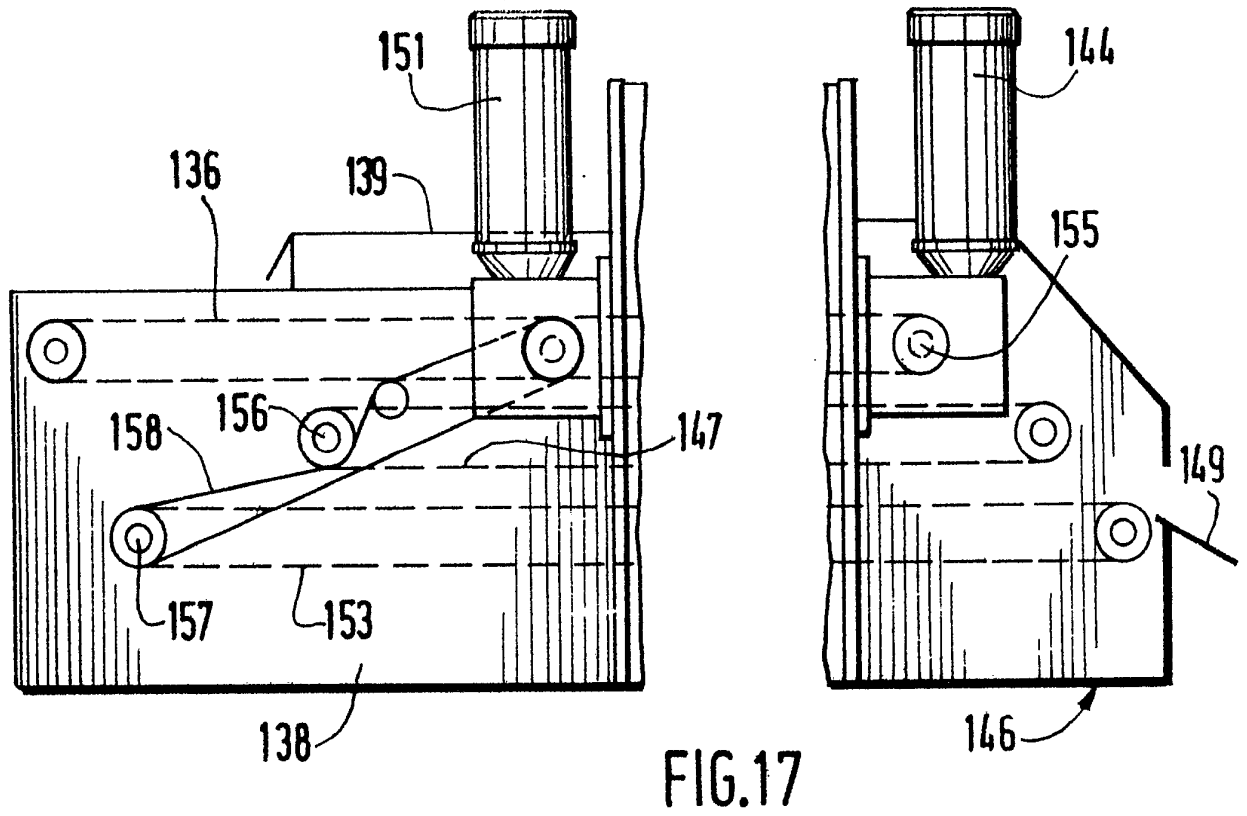


FIG. 14





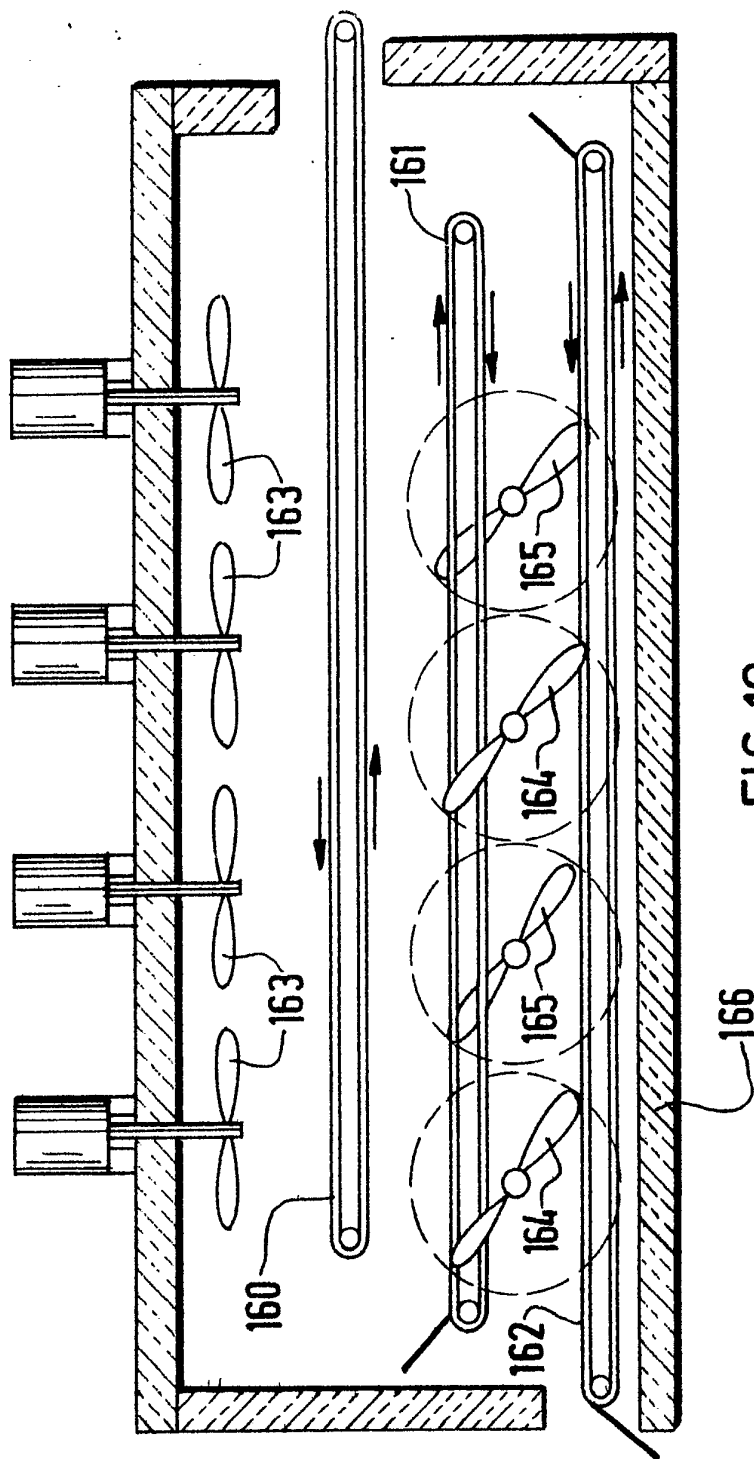


FIG. 18

93442

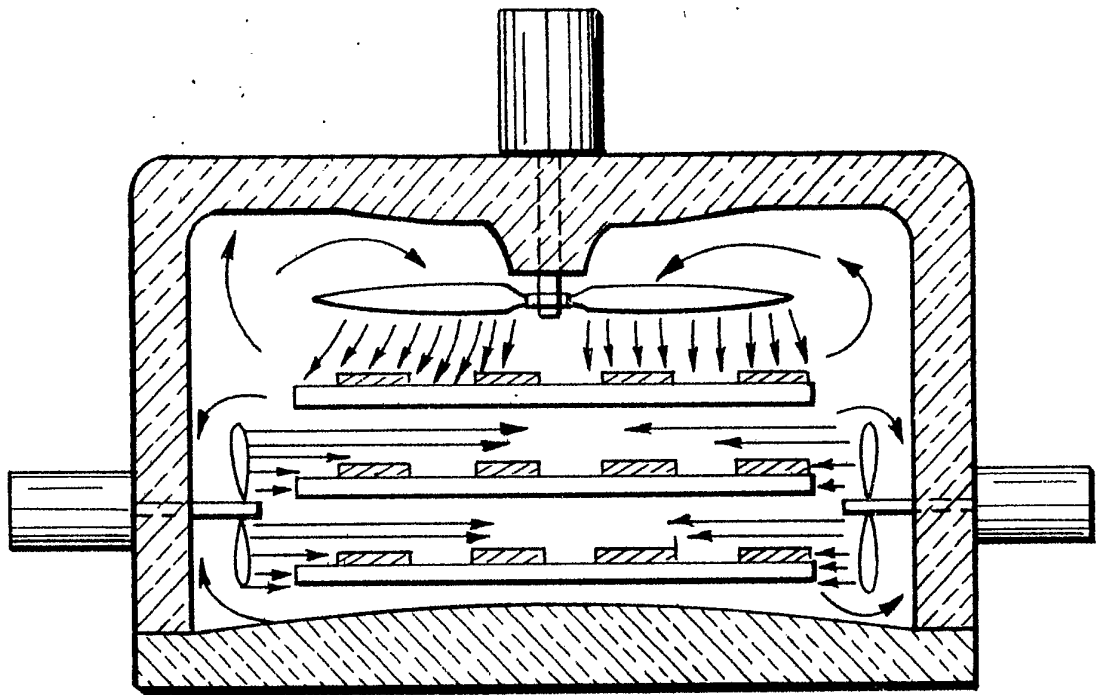


FIG. 18a

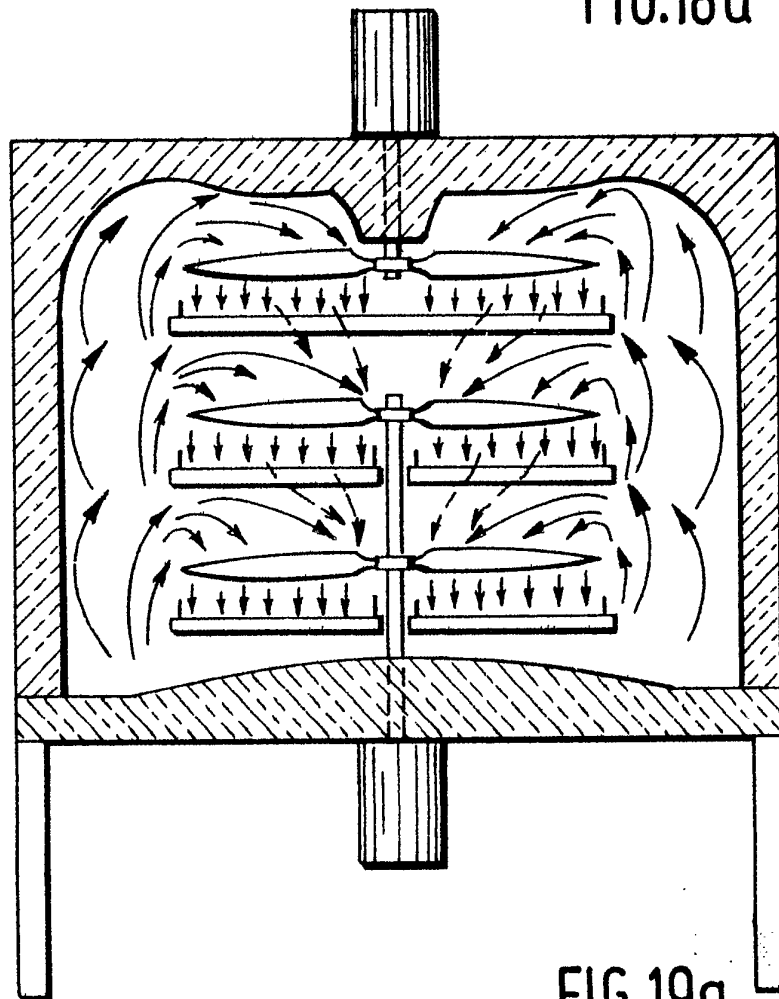


FIG. 19a

1344 L

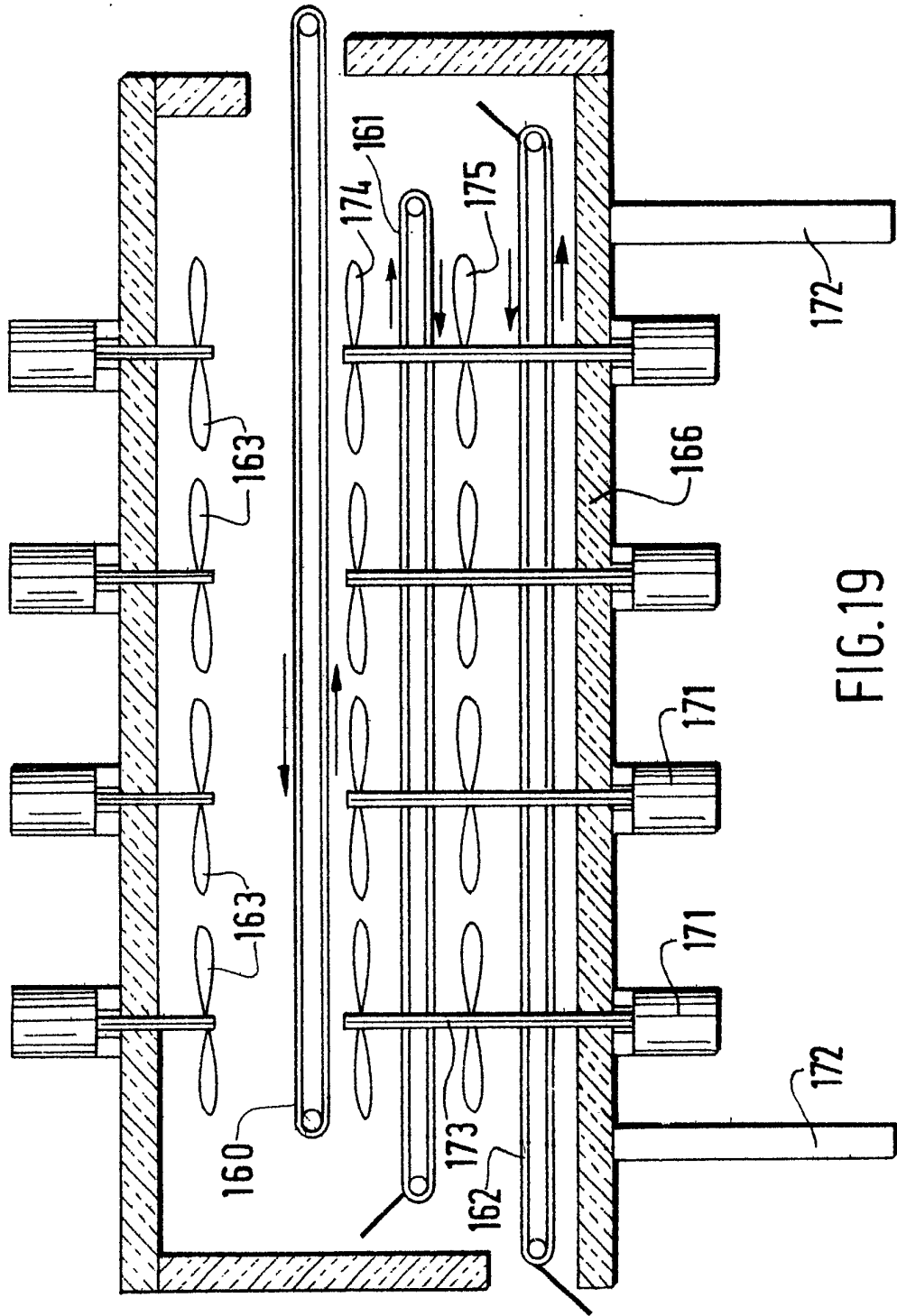


FIG. 19