



**(11) BR 112014010991-5 B1**



**(22) Data do Depósito:** 23/10/2012

República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(45) Data de Concessão:** 24/11/2020

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO DE MANUTENÇÃO EM PRESSÃO PARA UM SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA, SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA, E, PROCESSO DE INJEÇÃO DE RESINA POR RTM IMPLEMENTADO PELO SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA

**(51) Int.Cl.:** B29C 70/48; B29C 70/54.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/11/2011 US 61/557,124.

**(73) Titular(es):** SNECMA.

**(72) Inventor(es):** RICHARD MATHON; ANTOINE PHELIPPEAU.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2012052420 de 23/10/2012

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/068666 de 16/05/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 07/05/2014

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO DE MANUTENÇÃO EM PRESSÃO PARA A PRODUÇÃO DE PEÇAS COMPÓSITAS POR INJEÇÃO DE RESINA E PROCESSO ASSOCIADO. A presente invenção refere-se a um dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) para um sistema de injeção de resina (100) com portando uma rede de injeção ligada a um molde de injeção (20) caracterizado pelo fato de que comporta meios de colocação sob pressão adaptados para injetar um gás sob pressão em uma canalização (64); um primeiro meio de conexão (11) adaptado para ser ligado à referida rede de injeção de resina e adaptado para ser ligado à referida canalização (64); um segundo meio de conexão (12) adaptado para ser ligado ao referido molde de injeção (20) do referido sistema de injeção (100); o referido primeiro meio de conexão (11) sendo conectado ao referido segundo meio de conexão (12) por uma canalização de manutenção em pressão (13) adaptada para receber o referido gás injetado sob pressão.

**“DISPOSITIVO DE MANUTENÇÃO EM PRESSÃO PARA UM SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA, SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA, E, PROCESSO DE INJEÇÃO DE RESINA POR RTM IMPLEMENTADO PELO SISTEMA DE INJEÇÃO DE RESINA”**

**[0001]** A presente invenção refere-se a um dispositivo de manutenção em pressão para a produção de peças compósitas produzidas por injeção RTM (resin transfert molding em língua inglesa) bem como a um processo de produção de uma peça de materiais compósitos por injeção RTM.

**[0002]** A invenção é particularmente aplicável ao domínio da aeronáutica.

**[0003]** O processo RTM é um processo conhecido para a produção de peças de materiais compósitos (fibra-resina) com uma elevada relação resistência sobre massa. De modo clássico, o processo de RTM comporta as operações fundamentais seguintes:

- preparação de uma preforma de fibras por tecelagem;
- disposição da preforma em um molde de injeção;
- injeção da resina no estado líquido;
- aplicação de uma pressão de manutenção sobre a resina injetada e polimerização da peça por aquecimento.

**[0004]** As resinas utilizadas são muito fluidas de modo a bem penetrar entre as diferentes fibras da preforma, mesmo quando elas são injetadas sob uma pressão reduzida. Durante a polimerização sob o efeito do calor, a resina injetada passa sucessivamente do estado líquido ao estado gelificado e, por último, ao estado sólido.

**[0005]** A fim de garantir peças de qualidade, sem defeito, e sem porosidade, notadamente devido ao fenômeno de desgasificação da resina durante a polimerização, é necessário manter a pressão de manutenção até a polimerização completa da peça.

**[0006]** Nos sistemas de injeção RTM conhecidos, a colocação em pressão é assegurada pelo injetor de resina. É então necessário manter o injetor em posição e manter uma pressão até o endurecimento completo da resina. Assim, estes sistemas

de injeção RTM não permitem produzir peças em ritmos elevados, dado que o tempo de imobilização do injetor é indexado ao da polimerização da resina. Os tempos de ocupação dos meios de produção são então consideráveis e não comprimidos.

**[0007]** Além disso, a manutenção em posição do dispositivo de injeção, até a polimerização completa da peça, aumenta o risco de polimerização da resina no interior do dispositivo de injeção e no interior das canalizações situadas entre o dispositivo de injeção e o molde, o que torna complexas as operações de limpeza do dispositivo de injeção.

**[0008]** Por último, quando da utilização de uma estufa como meio de aquecimento, a resina contida na canalização compreendida entre o dispositivo de injeção e o molde pode ser levada a polimerizar antes da resina contida no molde cuja espessura de resina é maior. Este endurecimento na canalização não permite, portanto, assegurar ainda mais a transmissão da pressão de manutenção até no molde, o que se traduz pela presença de porosidade na peça.

**[0009]** Foi desenvolvido um dispositivo de manutenção em pressão descrito no pedido de patente FR1154662 permitindo evitar a polimerização da resina no interior do injetor durante a fase de manutenção em pressão da preforma. O documento propõe utilizar uma membrana flexível, integrada nos instrumentos de injeção ou posicionada no exterior dos instrumentos em um módulo específico, para assegurar a colocação sob pressão do sistema de injeção no local do injetor.

**[0010]** No entanto, a solução proposta neste pedido de patente necessita a fabricação de ferramentas específicas, exterior aos instrumentos de injeção, ou a modificação dos instrumentos de injeção para a integração do dispositivo de manutenção em pressão. Além disso, a solução proposta necessita de tempos de preparação da rede de canalização de injeção consideráveis, o que torna a solução proposta pouco econômica.

**[0011]** Neste contexto, a invenção visa propor um dispositivo de manutenção em pressão para a produção de peças de materiais compósitos por injeção RTM permitindo realizar, de modo econômico e rápido, peças compósitas desprovidas de

porosidades por injeção RTM.

**[0012]** Para esta finalidade, a invenção propõe um dispositivo de manutenção em pressão para um sistema de injeção de resina comportando uma rede de injeção ligada a um molde de injeção, caracterizado pelo fato de comportar:

- meios de colocação sob pressão adaptados para injetar um gás sob pressão em uma canalização;

- um primeiro meio de conexão adaptado para ser ligado à referida rede de injeção de resina e adaptado para ser ligado à referida canalização;

- um segundo meio de conexão adaptado para ser ligado ao referido molde de injeção do referido sistema de injeção:

o referido primeiro meio de conexão sendo conectado ao referido segundo meio de conexão por uma canalização de manutenção em pressão adaptada para receber o referido gás injetado sob pressão.

**[0013]** Graças ao dispositivo de acordo com a invenção, não é mais necessário exercer uma pressão de manutenção no sistema de injeção de resina via o injetor. Assim, o injetor é liberado a partir do fim da injeção o que permite evitar a polimerização da resina no interior do mesmo durante a fase em manutenção de pressão. O tempo de ocupação do injetor é igualmente reduzido o que permite aumentar o ritmo de produção para um mesmo injetor.

**[0014]** O dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção pode igualmente apresentar uma ou várias das características abaixo, consideradas individualmente ou segundo todas as combinações tecnicamente possíveis:

- o referido primeiro meio de conexão e o referido meio de conexão são dispostos de modo que o eixo longitudinal da referida canalização de manutenção em pressão seja vertical;

- o diâmetro da referida canalização de manutenção em pressão é pelo menos duas vezes maior do que o diâmetro de uma canalização da referida rede de injeção de resina;

- o referido dispositivo de manutenção em pressão comporta um sensor de pressão.

**[0015]** A invenção tem igualmente por objeto um sistema de injeção de resina apto à produção de peças de materiais compósitos comportando:

- um injetor de resina;
- um molde de injeção comportando uma cavidade apta a receber uma preforma tecida;
- uma rede de injeção de resina formada por uma canalização de entrada de resina ligando o injetor de resina e o referido molde de injeção e uma canalização de saída de resina apta a evacuar o excesso de resina injetado na referida cavidade:
  - um dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção;
  - meios para produzir um vácuo no referido sistema de injeção.

**[0016]** De acordo com um modo particular da invenção, o referido dispositivo de manutenção em pressão é posicionado no nível da referida canalização de entrada de resina ou no nível da referida canalização de saída de resina do referido molde de injeção.

**[0017]** De acordo com um modo particular da invenção, o sistema de injeção comporta um primeiro dispositivo de manutenção em pressão posicionado no nível da referida canalização de entrada de resina e um segundo dispositivo de manutenção em pressão posicionado no nível da referida canalização de saída de resina.

**[0018]** De acordo com um modo particular da invenção, o referido dispositivo de manutenção em pressão e/ou a referida canalização de entrada de resina e/ou a referida canalização de saída de resina são calorífugos.

**[0019]** A invenção tem igualmente por objeto um processo de injeção de resina por RTM implementado por meio de um sistema de injeção de acordo com a invenção caracterizado pelo fato de que o referido processo comporta as etapas consistindo em:

- colocar sob vácuo a referida rede de injeção de resina formada por, pelo menos, a referida canalização de entrada de resina, a referida canalização de saída de resina, a referida cavidade do referido molde de injeção, via os referidos meios aptos a produzir o vácuo no sistema de injeção;

- injetar a resina ao estado líquido na rede de injeção por meio do referido injetor de modo a atingir uma pressão de ponto de ajuste no interior do referido molde de injeção:

- aplicar uma pressão de manutenção na rede de injeção por meio do referido dispositivo de manutenção em pressão até a polimerização da referida resina.

**[0020]** Outras características e vantagens da invenção aparecerão mais claramente a partir da descrição dada abaixo, a título indicativo e de modo algum limitativo, em referência às figuras anexas, entre as quais:

- a figura 1 é uma vista esquemática ilustrando um exemplo de realização de um sistema de injeção RTM incorporando dispositivos de manutenção em pressão de acordo com a invenção;

- a figura 2 é uma vista esquemática de um exemplo de realização do dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção ilustrado na figura 1.

**[0021]** Em todas as figuras, os elementos comuns recebem os mesmos números de referência, salvo descrito em contrário.

**[0022]** De modo geral, as setas cheias representam o sentido de migração da resina no interior do sistema de injeção 100 e as setas em pontilhados representam o sentido de circulação do gás.

**[0023]** A figura 1 é uma vista esquemática ilustrando um exemplo de realização de um sistema de injeção RTM 100 incorporando dois dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b de acordo com a invenção.

**[0024]** O sistema 100 comporta os elementos clássicos permitindo produzir uma peça de materiais compósitos por injeção RTM. Para esse efeito, o sistema 100 comporta:

- um injetor 60 de resina;

- um molde de injeção 20 em duas partes constituídas por uma parte superior 21 e uma parte inferior 22, separadas por uma superfície de junção 24 e comportando uma cavidade 23 no formato da peça a produzir, em que é inserida

uma preforma tecida 25;

- um coletor de resina 50;
- uma canalização de injeção 61 ligando o injetor 60 ao molde de injeção 20;
- uma canalização de saída de resina 62 ligando o molde de injeção 20 ao coletor de resina 50;
- meios 31 para produzir o vácuo no sistema de injeção 100;
- válvulas de abertura/ fechamento 63a, 63b, 63c, 63d permitindo controlar a abertura ou o fechamento das diferentes canalizações 61, 62 do sistema 100;
- meios 30 para aquecer o molde de injeção 20, como por exemplo, uma estufa, ou uma prensa aquecedora (não representada), de modo a polimerizar a resina.

**[0025]** Assim, de modo clássico, a produção de uma peça de materiais compósitos por RTM é decomposta em uma pluralidade de etapas sucessivas consistindo em:

- preparar o molde de injeção 20 pela aplicação de um agente de desmoldagem;
- preparar uma preforma de fibras 25 realizada previamente por tecelagem;
- conformar a preforma tecida 25 na cavidade 23 do molde de injeção 20;
- fechar o molde de injeção 20 e preparar as canalizações de injeção 61 e de saída de resina 62;
- colocar sob temperatura o molde de injeção 20 em estufa ou sob prensa aquecedora;
- colocar sob vácuo a rede de canalização 61, 62 bem como a cavidade 23 do molde de injeção 20 pelos meios 31 aptos a produzir o vácuo no sistema de injeção 100;
- injetar a resina no estado líquido na canalização de injeção 61 por meio do injetor 60 de modo que a resina migre na canalização de injeção 61 em direção à

cavidade 23 do molde de injeção 20 depois em direção à canalização de saída de resina 62 quando a cavidade 23 é cheia, o excesso de resina injetada sendo recuperado no coletor de resina 50; a preforma tecida é então impregnada com resina;

- aplicar uma pressão de manutenção sobre a resina injetada depois do enchimento da cavidade 23 até a polimerização da resina de modo a continuar a impregnação da preforma tecida 25 e reduzir a porosidade da peça;
- desmoldar a peça produzida.

**[0026]** O sistema de injeção 100 ilustrado na figura 1 comporta, além disso, dois dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b situados de um lado e de outro do molde de injeção 20. Os dispositivos 10a, 10b de acordo com a invenção permitem aplicar uma pressão de manutenção sobre a resina necessária à produção de uma peça de qualidade.

**[0027]** De acordo com outro exemplo de realização (não representado), o sistema de injeção pode comportar um único dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção posicionado à montante ou à jusante do molde de injeção 20. De acordo com o modo de realização ilustrado na figura 1, os dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b estão posicionados respectivamente sobre a canalização de injeção 61 à montante do molde de injeção 20 e sobre a canalização de saída de resina 62 à jusante do molde de injeção 20.

**[0028]** De acordo com o modo de realização ilustrado na figura 1, os dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b são colocados com vantagem na estufa 30 e estão situados na proximidade do molde de injeção 20; no entanto, os dispositivos 10a e 10b podem igualmente estar colocados no exterior dos meios 30 para aquecer o molde de injeção quando os meios para aquecer são formados por uma prensa aquecedora.

**[0029]** Com vantagem, os dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b estão situados mais perto da entrada e da saída do molde de injeção 20.

**[0030]** Os dispositivos de manutenção em pressão 10a e 10b são igualmente conectados, por meio da canalização 64, a meios aptos a injetar gás (com vantagem

ar ou um gás neutro) sob pressão na canalização 64.

**[0031]** O dispositivo de manutenção em pressão 10a de acordo com a invenção é ilustrado de modo mais preciso na figura 2.

**[0032]** O dispositivo de manutenção em pressão 10a é formado por um primeiro 't' de conexão 11 e um segundo 't' de conexão 12, os dois 'ts' sendo conectados por uma canalização 13 adaptada para ser colocada sob pressão.

**[0033]** O primeiro 't' de conexão 11 do dispositivo 10 é conectado à parte da canalização de injeção 61 ligada ao injetor 60 e aos meios aptos a injetar gás sob pressão via a canalização 64.

**[0034]** O segundo 't' de conexão 12 do dispositivo 10 é conectado à parte da canalização de injeção 61 ligada ao molde de injeção 20 e comporta um sensor de pressão 14 permitindo notadamente detectar o início da polimerização no molde de injeção 20.

**[0035]** Com vantagem, os 'ts' de conexão 11 e 12 estão posicionados no sistema de injeção 100 de modo que o eixo longitudinal da canalização 13 ligando os dois 'ts' 11, 12, esteja posicionado verticalmente (isto é, ao longo de um eixo paralelo à direção da gravidade). Quando da colocação sob pressão da rede de injeção (isto é, o conjunto formado pela canalização de injeção 61, os dispositivos 10a, 10b, a cavidade 23 do molde de injeção 20, a canalização 62 de saída de resina) pelos meios aptos a injetar gás na canalização 64, o gás sob pressão chega pela parte superior do 't' 11 colocando em pressão a resina contida na canalização 13 de modo a transmitir a pressão à preforma 25. Deste fato, a resina contida na canalização 13 é empurrada verticalmente pelo gás sob pressão em direção do molde de injeção 20. A posição vertical da canalização 13 permite evitar uma migração do gás sob pressão através da resina o que provocaria porosidades na peça compósita.

**[0036]** O volume da canalização 13 é adaptado ao volume da preforma 25 de modo a evitar que a canalização 13 esvazie-se no caso do enchimento residual da preforma quando da etapa de manutenção em pressão da resina, provocando porosidades na peça compósita.

**[0037]** Com vantagem, o diâmetro D1 da canalização 13 é, no mínimo, duas

vezes superior ao diâmetro D2 da canalização de injeção 61 (entrada da resina no molde de injeção 20).

**[0038]** O dispositivo 10b é idêntico ao dispositivo 10a descrito previamente. O dispositivo 10b difere do dispositivo 10a pelo fato de que o ‘t’ superior é ligado à parte de canalização de saída 62 de resina ligada ao coletor de resina 50 e em que o ‘t’ inferior 12 é ligado à parte da canalização de injeção 62 ligada à saída do molde de injeção 20.

**[0039]** Assim, de acordo com o modo de realização ilustrado na figura 1, a colocação em pressão da rede de injeção no nível do ponto de entrada da resina no molde de injeção 20 e no nível do ponto de saída da resina do molde de injeção 20 permite realizar uma manutenção em pressão otimizada da preforma até o início da polimerização. Este modo de realização permite evitar uma eventual perda da manutenção em pressão da rede de injeção pelo início da polimerização em uma parte da rede de injeção (à montante ou à jusante do molde de injeção 20).

**[0040]** No entanto, visa-se igualmente utilizar um único dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção para colocar sob pressão o sistema de injeção 100.

**[0041]** Os ‘ts’ de conexão 11, 12 comportam com vantagem meios permitindo conectar e desconectar rapidamente as canalizações 61, 62, 64.

**[0042]** A utilização do dispositivo de manutenção em pressão de acordo com a invenção modifica algumas etapas do processo de injeção RTM conhecido e descrito previamente.

**[0043]** Assim, no fim da etapa de injeção da resina na rede de injeção, um tempo de manutenção em pressão pelo injetor deve ser observado a fim de assegurar o enchimento residual da preforma 25. Depois do tempo de manutenção em pressão pelo injetor (variável em função do volume da cavidade 23 e da preforma 25), a colocação sob pressão da rede é realizada pela injeção do gás sob pressão na rede através das canalizações de colocação em pressão 13.

**[0044]** Logo que a colocação em pressão da rede de injeção foi realizada pelas canalizações 13, o injetor 60 pode ser desconectado da rede pelo fechamento das

válvulas 63a, 63b e pode, portanto, ser limpo facilmente dado que a resina ainda não está polimerizada. Assim, é possível utilizar o mesmo injetor para injetar resina em um segundo sistema de injeção, paralelo ao primeiro, enquanto que a polimerização da peça do primeiro sistema ainda não foi terminada.

**[0045]** De modo a retardar o endurecimento da resina e permitir a transmissão da pressão no molde de injeção o tempo mais longo possível, o dispositivo de manutenção em pressão 10 e/ou as canalizações 61, 62 da rede de injeção são inteiramente calorífugos.

**[0046]** Assim no caso de um aquecimento em estufa, isto permitirá à resina evitar polimerizar nos dispositivos de manutenção em pressão 10a, 10b e nas partes das canalizações 61, 62 conectadas ao molde de injeção quando do aumento da temperatura.

**[0047]** No caso de uma injeção sob prensa, isto permitirá evitar a solidificação ou espessamento da resina por resfriamento ao contato do ar no dispositivo 10 e nas canalizações 61, 62.

**[0048]** As outras vantagens da invenção são notadamente as seguintes:

- implementação rápida do dispositivo de manutenção sob pressão de acordo com a invenção;
- custo de realização reduzido o que permite utilizar uma função de colocação em pressão para a fabricação de peça protótipo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) para um sistema de injeção de resina (100) comportando uma rede de injeção compreendendo uma primeira canalização (61), dita canalização de injeção sendo ligada a um molde de injeção (20) caracterizado pelo fato de que comporta:

- meios de colocação sob pressão adaptados para injetar um gás sob pressão em uma segunda canalização (64);

- um primeiro meio de conexão T (11) compreendendo uma primeira entrada adaptada para ser ligada à referida canalização de injeção de resina (61) e uma segunda entrada adaptada para ser ligada à referida segunda canalização (64);

- um segundo meio de conexão T (12) compreendendo uma saída adaptada para ser ligada ao referido molde de injeção (20) do referido sistema de injeção (100) através da referida canalização de injeção (61), e um sensor de pressão (14),

o referido primeiro meio de conexão T (11) sendo conectado ao referido segundo meio de conexão T (12) por uma terceira canalização (13), a referida canalização de manutenção em pressão (13) sendo adaptada para receber o referido gás injetado sob pressão, de modo que o referido primeiro meio de conexão T (11) compreende uma saída ligada à referida canalização de manutenção em pressão (13) e o segundo meio de conexão T (12) compreende uma entrada ligada à referida canalização de manutenção em pressão (13);

o referido primeiro meio de conexão T (11) e o referido segundo meio de conexão T (12) são assentados na canalização de injeção (61) à montante do molde de injeção e dispostos de modo que o eixo longitudinal da referida canalização de manutenção em pressão (13) seja orientado ao longo de uma direção vertical;

o referido primeiro meio de conexão T (11) e o referido segundo meio de conexão T (12) compreendendo meios de conexão para rapidamente conectar e desconectar a canalização (61, 64, 13).

2. Dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) para um sistema de injeção de resina (100), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de

que o diâmetro (D1) da referida canalização de manutenção em pressão (13) é pelo menos duas vezes maior do que o diâmetro (D2) da canalização de injeção (61, 62) da referida rede de injeção de resina.

3. Sistema de injeção de resina (100) apto à produção de peças de materiais compósitos caracterizado pelo fato de que comporta:

- um injetor (60) de resina;
- um molde de injeção (20) comportando uma cavidade (23) apta a receber uma preforma tecida (25);
- uma rede de injeção de resina formada por uma canalização de entrada de resina (61) ligando o injetor (60) de resina e o referido molde de injeção (20) e uma canalização de saída de resina (62) apta a evacuar o excesso de resina injetado na referida cavidade (23):

- um dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 2;
- meios (31) para produzir vácuo no referido sistema de injeção (100).

4. Sistema de injeção de resina (100), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o referido dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) é posicionado no nível da referida canalização de entrada de resina (61) ou no nível da referida canalização de saída de resina (62) do referido molde de injeção (20).

5. Sistema de injeção de resina (100), de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 4, caracterizado pelo fato de que o referido sistema de injeção (100) comporta um primeiro dispositivo de manutenção em pressão (10a) posicionado no nível da referida canalização de entrada de resina (61) e um segundo dispositivo de manutenção em pressão (10b) posicionado no nível da referida canalização de saída de resina (62).

6. Sistema de injeção de resina (100), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o referido dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) e/ou a referida canalização de entrada de resina (61) e/ou a referida canalização de saída de resina (62) são isolados termicamente.

7. Processo de injeção de resina por RTM implementado por meio de um

sistema de injeção como definido em qualquer uma das reivindicações 3 a 6, o referido processo caracterizado pelo fato de que comporta as etapas consistindo em:

- colocar sob vácuo a referida rede de injeção de resina formada por pelo menos a referida canalização de entrada de resina (61), a referida canalização de saída de resina (62), a referida cavidade (23) do referido molde de injeção (20), via os referidos meios (31) aptos a produzir o vácuo no sistema de injeção (100);

- injetar a resina no estado líquido na rede de injeção por meio do referido injetor (60) de modo a atingir uma pressão de ponto de ajuste no interior do molde de injeção (20);

- aplicar uma pressão de manutenção na rede de injeção por meio do referido dispositivo de manutenção em pressão (10a, 10b) até a polimerização da referida resina.

