

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2008.10.01	(73) Titular(es): DÜRR SYSTEMS GMBH CARL-BENZ-STRASSE 34 74321 BIETIGHEIM- BISSINGEN DE
(30) Prioridade(s): 2007.10.02 DE 102007047190	
(43) Data de publicação do pedido: 2010.05.19	(72) Inventor(es): JÜRGEN HAAS DE ALEXANDER MEISSNER DE MARCUS FREY DE
(45) Data e BPI da concessão: 2012.06.27 175/2012	(74) Mandatário: ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO DE DESEMPOEIRAMENTO E DISPOSITIVO DE DESEMPOEIRAMENTO CORRESPONDENTE**

(57) Resumo:

O INVENTO REFERE-SE A UM PROCESSO DE DESEMPOEIRAMENTO A SEREM DESEMPOEIRADOS A SECO OU A HÚMIDO COMPONENTES, PRINCIPALMENTE A SEREM DESEMPOEIRADOS COMPONENTES DE CARROÇARIA DE VEÍCULO MOTORIZADO POR MEIO DE UMA ESCOVA EM FORMA DE ESPADA, COM OS SEGUINTE PASSOS: (A) POSICIONAMENTO DE UMA FERRAMENTA A SEREM DESEMPOEIRADOS ACCIONADA POR UM MOTOR DE ACCIONAMENTO (7) NUMA POSIÇÃO DE DESEMPOEIRAMENTO DEFINIDA (P  ENS), DE MODO QUE A FERRAMENTA A SEREM DESEMPOEIRADOS TEM CONTACTO COM O COMPONENTE (6) E ELIMINA DELE O PÓ, (B) DETERMINAÇÃO DE UMA PRIMEIRA VARIÁVEL DE FUNCIONAMENTO (MREAL) DO MOTOR DE ACCIONAMENTO (7) DA FERRAMENTA A SEREM DESEMPOEIRADOS NO POSICIONAMENTO DA FERRAMENTA A SEREM DESEMPOEIRADOS NA POSIÇÃO DEFINIDA A SEREM DESEMPOEIRADOS (P  CORR), EM QUE A PRIMEIRA VARIÁVEL DE FUNCIONAMENTO (MREAL) REPRODUZ A CARGA MECÂNICA DO MOTOR DE ACCIONAMENTO (7) ATRAVÉS DO CONTACTO COM O COMPONENTE A SER DESEMPOEIRADO, (C) CÁLCULO DE UMA POSIÇÃO A SEREM DESEMPOEIRADOS CORRIGIDA (P  CORR) EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO A SEREM DESEMPOEIRADOS DEFINIDA (P  ENS) E DA PRIMEIRA VARIÁVEL DE FUNCIONAMENTO (MREAL) DO MOTOR DE ACCIONAMENTO (7), BEM COMO (D) POSICIONAMENTO DA FERRAMENTA A SEREM DESEMPOEIRADOS NA POSIÇÃO DE DESEMPOEIRAMENTO CORRIGIDA (P  CORR). ALÉM DISSO, O INVENTO COMPREENDE UM DISPOSITIVO CORRESPONDENTE DE DESEMPOEIRAMENTO.

RESUMO

"Processo de desempoeiramento e dispositivo de desempoeiramento correspondente"

O invento refere-se a um processo de desempoeiramento a serem desempoeirados a seco ou a húmido componentes, principalmente a serem desempoeirados componentes de carroçaria de veículo motorizado por meio de uma escova em forma de espada, com os seguintes passos: (a) posicionamento de uma ferramenta a serem desempoeirados accionada por um motor de accionamento (7) numa posição de desempoeiramento definida ($\vec{P}_{Ens}$), de modo que a ferramenta a serem desempoeirados tem contacto com o componente (6) e elimina dele o pó, (b) determinação de uma primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) do motor de accionamento (7) da ferramenta a serem desempoeirados no posicionamento da ferramenta a serem desempoeirados na posição definida a serem desempoeirados ($\vec{P}_{Corr}$), em que a primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) reproduz a carga mecânica do motor de accionamento (7) através do contacto com o componente a ser desempoeirado, (c) cálculo de uma posição a serem desempoeirados corrigida ($\vec{P}_{Corr}$) em função da posição a serem desempoeirados definida ($\vec{P}_{Ens}$) e da primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) do motor de accionamento (7), bem como (d) posicionamento da ferramenta a serem desempoeirados na posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{Corr}$). Além disso, o invento compreende um dispositivo correspondente de desempoeiramento.

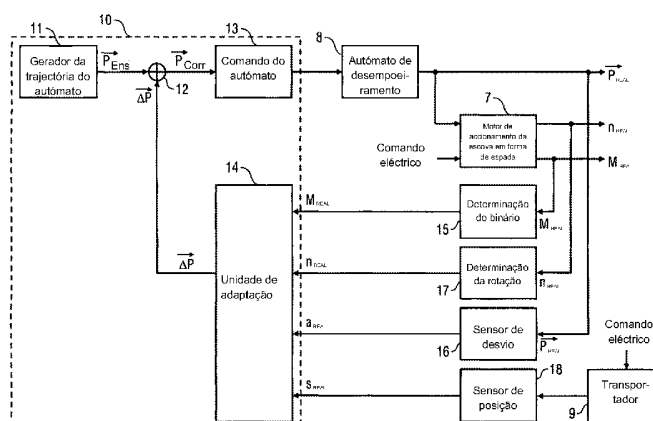


Fig. 2

DESCRIÇÃO

"Processo de desempoeiramento e dispositivo de desempoeiramento correspondente"

O invento refere-se a um processo de desempoeiramento a serem desempoeirados por via seca ou por via húmida componentes de carroçaria de veículo motorizado de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1 da patente.

Além disso, o invento refere-se a um dispositivo de desempoeiramento para eliminar o pó em componentes de carroçaria de veículo motorizado por meio de uma escova em forma de espada de acordo com o preâmbulo da reivindicação 9 da patente.

Um processo e um dispositivo deste tipo são, por exemplo, conhecidos em DE-A-103 60 649.

Em instalações de pintura para componentes de carroçaria de veículo motorizado aos componentes de carroçarias para veículos motorizados para pintar, antes da verdadeira operação de pintura, tem que ser eliminado o pó, para o que são utilizadas as denominadas escovas em forma de espada que, por exemplo, são descritas em DE 43 14 046 A1, DE 103 60 649 A1 e DE 103 29 499 B3. A escova em forma de espada é, neste caso, montada num eixo de mão de um autómato de eixos múltiplos e é conduzida pelo autómato sobre as superfícies dos componentes para pintura da carroçaria do veículo automóvel às quais deve ser eliminado o pó, em que a escova em forma de espada elimina o pó na fase húmida das superfícies a desempoeiramento.

Um problema da utilização da escova em forma de espada nos componentes da carroçaria de veículo motorizado a serem desempoeirados é a reduzida tolerância das escovas em forma de espada no que se refere à profundidade de penetração.

Por um lado as escovas de limpeza fixas na banda de escovas giratória da escova em forma de espada têm que contactar com as superfícies a serem desempoeiradas para eliminar o pó das mesmas. Por outro lado uma determinada

distância entre a banda de desempoeiramento giratória da escova em forma de espada e a superfície a serem desempoeirados não pode ser ultrapassada, porque as escovas de desempoeiramento com o aumento da profundidade de penetração sofrem uma deformação mais forte, o que pode originar a danos nas escovas de limpeza e na pior das situações, provocar uma colisão entre a escova em forma de espada e o componente a ser desempoeirado.

Além disso, o resultado da limpeza, nos componentes de carroçaria de veículo motorizado, no caso de escovas em forma de espada, é função da profundidade de penetração, em que um resultado de limpeza otimizado só pode ser obtido se a profundidade de penetração se mantiver dentro de um determinado parâmetro.

A reduzida tolerância de posicionamento das conhecidas escovas em forma de espada é principalmente problemática, porque o posicionamento dos componentes de carroçarias para veículos motorizados a serem desempoeirados numa instalação de pintura é possível só com uma precisão de posicionamento relativamente reduzida, os quais têm que ser assumidos pela escova em forma de espada.

Uma razão para a reduzida precisão de posicionamento dos componentes para carroçarias de veículos motorizados a serem desempoeirados, consiste em que os componentes de carroçaria de veículo motorizado nas suas medidas podem apresentar tolerâncias de até um centímetro, o que não é possível alterar.

Uma outra razão para a precisão de posicionamento baixa dos componentes de carroçaria de veículo motorizado a serem desempoeirados consiste no facto da tecnologia de transporte dos materiais estar sujeita às tolerâncias, o que só pode ser alterado com elevados custos de investimento na tecnologia de transporte de materiais.

Finalmente existe uma outra razão para a precisão de posicionamento baixa dos componentes de carroçaria de veículos motorizados a serem desempoeirados que consiste no facto dos componentes de carroçaria de veículo motorizado

serem admitidos numa armação ("Skid") que está também sujeita a tolerâncias de posicionamento.

Os desvios de tolerâncias no caso do posicionamento dos componentes de carroçaria de veículos motorizados a serem desempoeirados ultrapassam, por conseguinte, as possibilidades da compensação das tolerâncias da escova em forma de espada e originam, eventualmente, a uma interrupção de produção pelo despoletar de uma protecção contra colisão.

Além disso, é conhecida uma instalação de lavagem de aviões da autoria de Klaus Dieter Rupp: "Zur Fehlerkompensation und Bahnkorrektur für eine mobile Großmanipulator-Anwendung", Editora Springer (1996), em cuja instalação uma escova de lavagem é conduzida por um manipulador de grandes dimensões sobre as superfícies do avião para lavar. Também neste caso a profundidade de penetração da escova de lavagem tem que ser mantida dentro de determinadas tolerâncias, para evitar, por um lado, uma colisão entre a escova de lavagem e o avião a ser limpo e, por outro lado, para se conseguir um bom resultado de lavagem. A partir do documento referido é também por isso conhecido que a profundidade de penetração da escova de lavagem tem de ser regulada em função do binário de um motor das escovas de lavagem. Assim, o binário do motor das escovas de lavagem aumenta também com o aumento da profundidade de penetração, porque as cerdas da escova de lavagem, com o aumento da profundidade de penetração, são também deformadas mais intensamente. O binário do motor das escovas de lavagem é, por isso, uma medida da profundidade de penetração e pode, por isso, ser utilizado como grandeza de medição.

Esta controlo conhecida da profundidade de penetração em função do binário do motor de accionamento não foi, até ao presente e por diversas razões, aplicado às escovas em forma de espada.

Por um lado o campo de tolerâncias da profundidade de penetração das escovas em forma de espada é substancialmente menor do que o das instalações de lavagem de grandes dimensões anteriormente referidas para os aviões.

Por outro lado as escovas em forma de espada servem, não apenas para desempoeirar superfícies planas, mas são utilizadas também para desempoeirar superfícies arqueadas. Ficou, no entanto, demonstrado que apenas o binário de accionamento do motor das escovas em forma de espada não é uma medida adequada para a profundidade de penetração, se forem desempoeiradas superfícies arqueadas.

Finalmente são conhecidos a partir de US 5 525 027, DE 44 28 069 A1 e DE 44 33 925 A1 dispositivos de limpeza para aviões, ou barcos, nos quais a pressão de contacto de uma escova de limpeza é medida e regulada. Nestes dispositivos de limpeza não são, no entanto, dispositivos de desempoeiramento no âmbito do invento. Além disso, estes dispositivos de limpeza não são adequados para limpeza de componentes de carroçaria de veículos motorizados numa instalação de pintura.

É conhecido a partir de US 4 558 480 um dispositivo de limpeza que serve para limpeza dos vidros de pára-brisas de veículos motorizados. Neste caso é posicionada uma escova de limpeza rotativa, de modo que o eixo de rotação da escova de limpeza roda sempre paralelo em relação à superfície arqueada do pára-brisas. A trajectória de movimento da escova de limpeza é, neste caso, previamente programada num modo de "Ensino".

Além disso, são conhecidos dispositivos de limpeza a partir de US 2001/0001886 A1 e de GB 2 093 234 A que no entanto não aplicam qualquer escova em forma de espada como aparelho de limpeza e que também são têm origem noutros campos técnicos (limpeza de bolachas ou platinas de semicondutores).

O invento é, portanto, baseado num processo de desempoeiramento ou num correspondente dispositivo de desempoeiramento, tal como definidos no preâmbulo das reivindicações independentes e os quais são conhecidos, por exemplo, em DE 103 60 649 A1.

O objectivo do invento é, por isso, a aplicação de uma escova em forma de espada a componentes de carroçaria de

veículo motorizado a serem desempoeirados, de modo a conseguir uma tolerância de posicionamento tão grande quanto possível, para se evitarem as interrupções de produção que são provocadas pelo despoletar a protecção contra colisão.

Este objectivo será conseguido, de acordo com o invento, através de um processo de desempoeiramento de acordo com a reivindicação 1 e através de um dispositivo de desempoeiramento de acordo com a reivindicação 9.

Os aperfeiçoamentos vantajosos do invento constituem o objecto das respectivas reivindicações independentes.

O invento traduz o princípio referido anteriormente na dissertação de Klaus Diter Rupp de uma regulação da profundidade de penetração tendo em consideração o binário de accionamento do motor da escova, pela primeira vez num dispositivo de desempoeiramento para componentes de carroçaria de veículo motorizado. Isto será conseguido de acordo com o invento, devido à forma da superfície do componente a ser desempoeirada ser também detectada e tomada em consideração na correcção de posicionamento. Deste modo podem ser tidos em conta os efeitos das diferentes formas independentes da profundidade de penetração das superfícies a serem desempoeirados no binário do motor da escova em forma de espada.

O invento proporciona, por isso, um processo de desempoeiramento, no qual uma ferramenta de desempoeiramento, accionada por um motor de accionamento (por exemplo, uma escova em forma de espada), é colocada numa posição de desempoeiramento predefinida, de modo que a ferramenta de desempoeiramento entra em contacto e elimina o pó do componente a ser desempoeirado. A posição predefinida de desempoeiramento é, geralmente, um ponto numa trajectória de um autómato que pode ser programado ("ensinada") por um operador.

Quando do posicionamento da ferramenta de desempoeiramento na posição de desempoeiramento predefinida é detectada, no processo de desempoeiramento de acordo com o invento, uma variável de funcionamento (por exemplo, o

binário) do motor de accionamento da ferramenta de desempoeiramento, em que a primeira variável de funcionamento reproduz a carga mecânica do motor de accionamento pelo contacto com o componente a ser desempoeirado.

Em função da posição de desempoeiramento predefinida e da primeira variável de funcionamento detectada do motor de accionamento é calculada, então, uma posição de desempoeiramento corrigida, que tem em conta as tolerâncias de posicionamento dos componentes da carroçaria de veículos motorizados e, através disso, possibilita que seja respeitada uma gama de tolerâncias apertado para a profundidade de penetração da escova em forma de espada.

A ferramenta de desempoeiramento pode ser então colocada numa posição de desempoeiramento já corrigida.

Num exemplo de execução preferido do invento a posição de desempoeiramento corrigida não é apenas calculada em função da primeira variável de funcionamento do motor de accionamento e da posição de desempoeiramento predefinida, mas também como uma função de um factor de forma, o qual reproduz a forma da superfície do componente a ser desempoeirado na posição de desempoeiramento preestabelecida. Isto é conveniente, porque a forma da superfície do componente de carroçaria de veículo motorizado a ser desempoeirada, para além da profundidade de penetração, influencia também o binário de carga do motor de accionamento e, por isso, deveria ser tida em conta no cálculo da posição de desempoeiramento corrigida. Numa situação mais simples o factor da forma pode ser detectado através de um sensor que mede o desvio da banda de desempoeiramento da escova em forma de espada, porque uma superfície convexa dos componentes a serem desempoeirados com a mesma profundidade de penetração dá origem a um desvio maior da banda de desempoeiramento do que uma superfície plana dos componentes a serem desempoeirados.

No exemplo de execução preferido do invento é determinada adicionalmente uma segunda variável de funcionamento (por exemplo, a rotação) do motor de accionamento da ferramenta de desempoeiramento e tida em

conta no cálculo da posição de desempoeiramento corrigida. A posição de desempoeiramento corrigida é, neste caso, calculada em função da posição de desempoeiramento predefinida da primeira variável de funcionamento (por exemplo, o binário) e da segunda variável de funcionamento (por exemplo, a rotação) do motor de accionamento da ferramenta de desempoeiramento.

Já foi anteriormente referido que no caso da ferramenta de desempoeiramento no âmbito do invento, se trata de preferência, de uma escova em forma de espada que, como tal, apresenta uma banda de desempoeiramento ocupada por escovas que é conduzida em torno de dois rolos de inversão. As escovas em forma de espada deste tipo são conhecidas, por exemplo, em DE 43 14 046 A1 e em DE 103 29 499 B3, de modo que relativamente à estrutura e ao modo de funcionamento de escovas em forma de espada se remete para estas duas publicações, cujos conteúdos são inteiramente incluídos por referência na presente descrição.

O termo utilizado no âmbito do invento de um desempoeiramento não está limitado ao desempoeiramento sem de líquidos. Pelo contrário, existe também a possibilidade no âmbito do invento de num desempoeiramento ser aplicado um líquido de limpeza e anti-estático nas superfícies a serem desempoeiradas, para melhorar o efeito de limpeza, como é conhecido, por exemplo, em DE 199 20 250 A1, de modo que o conteúdo deste documento de patente é inteiramente incluído por referência na presente descrição. De preferência, é aplicada uma película líquida durante o desempoeiramento nas superfícies do componente a serem desempoeiradas. A noção de desempoeiramento compreende, portanto, no âmbito do invento, tanto um desempoeiramento por via seca, como também um desempoeiramento por via húmida. No entanto a noção de desempoeiramento no âmbito do invento deve diferenciar-se dos processos de lavagem que não só produzem uma película de líquido na superfície do componente, como também aplicam grandes quantidades de líquido de lavagem.

Além disso, o invento não está limitado a processos de desempoeiramento e a dispositivos de desempoeiramento, nos quais a posição de desempoeiramento corrigida é calculada em

função do binário e da rotação do motor da escova em forma de espada e em função da forma da superfície do componente a ser desempoeirado. Pelo contrário, no cálculo da posição de desempoeiramento corrigida podem também ser tidas em conta outras variáveis de funcionamento da ferramenta de desempoeiramento.

De preferência, a ferramenta de desempoeiramento é posicionada por um autómato de eixos múltiplos, em que a montagem da escova em forma de espada é especialmente vantajosa num eixo do punho do autómato de desempoeiramento.

No processo de desempoeiramento de acordo com o invento os componentes a desempoeiramento são transportados, de preferência, por meio de um transportador ao longo de um percurso de transporte passando junto do autómato de desempoeiramento. Neste caso, o transportador apresenta igualmente imprecisões de posicionamento, que se somam às imprecisões de posicionamento referidas anteriormente e, por isso, também têm que ser compensadas ou toleradas pela ferramenta de desempoeiramento. No exemplo de execução preferido do invento a posição do componente a ser desempoeirado é, por isso, detectada no percurso de transporte, para o que pode ser aplicado, por exemplo, um sensor de posição. A posição de desempoeiramento corrigida é então também calculada em função da posição detectada do componente a ser desempoeirado. Deste modo, a imprecisão de posicionamento do transportador pode ser compensada e não tem, por isso, que ser acomodada pela ferramenta de desempoeiramento.

No caso dos sensores anteriormente referidos podem tratar-se, por exemplo, de sensores de ultra-sons, sensores ópticos, sensores de força ou medidores de tensões (DMS). O invento não está, no entanto, limitado aos tipos de sensores atrás referidos, pelo contrário o mesmo pode ser concretizado com outros tipos de sensores.

Deve também ser referido que durante o posicionamento da ferramenta de desempoeiramento tem lugar uma correcção, de preferência de modo contínuo (ou seja em tempo real) da posição de desempoeiramento, para manter a profundidade de

penetração da escova em forma de espada dentro da gama de tolerâncias predefinida.

Finalmente o invento compreende não apenas o processo de desempoeiramento de acordo com o invento atrás descrito, mas também um dispositivo de desempoeiramento, no qual a posição de desempoeiramento é corrigida através de uma unidade de adaptação, para manter a profundidade de penetração da ferramenta de desempoeiramento dentro de uma gama de tolerâncias predefinida.

A unidade de adaptação calcula, neste caso continuamente, uma posição de desempoeiramento corrigida em função da primeira variável de funcionamento (por exemplo o binário), da segunda variável de funcionamento (por exemplo a rotação) do motor de accionamento da ferramenta de desempoeiramento e/ou em função do factor da forma que reproduz a forma da superfície do componente a ser desempoeirado.

Além disso, o invento compreende também uma instalação de pintura com uma ou várias cabinas de pintura e o dispositivo de desempoeiramento de acordo com o invento.

O invento será, em seguida, conjuntamente com a descrição do exemplo de execução preferido do invento e explicado com mais pormenor com o auxílio das figuras, as quais mostram:

Na Fig. 1A uma vista em corte transversal simplificada de uma escova em forma de espada tradicional para desempoeiramento de componentes de carroçaria de veículos motorizados, numa superfície plana da carroçaria,

na Fig. 1B a escova em forma de espada de acordo com a Fig. 1A, numa superfície convexa da carroçaria,

na Fig. 2 um esquema de circuito da técnica de regulação de um dispositivo de desempoeiramento de acordo com o invento, e

na Fig. 3 um fluxograma do processo de desempoeiramento de acordo com o invento.

As Fig. 1A e 1B mostram uma escova em forma de espada 1 de uma forma simplificada, como é descrita, por exemplo em DE 43 14 046 A1 e em DE 103 29 499 B3, de modo que quanto a outros pormenores da escova em forma de espada 1 também se remete para estes documentos, cujo conteúdo é incluído por referência na presente descrição inteiramente no que se refere à estrutura e modo de funcionamento da escova em forma de espada 1.

A escova em forma de espada 1 apresenta dois rolos de inversão paralelos 2, 3 em torno dos quais é conduzida uma banda de desempoeiramento 4, em que a banda de desempoeiramento 4 suporta escovas de desempoeiramento 5 no seu lado exterior.

Para o desempoeiramento de uma superfície de uma carroçaria 6 a escova em forma de espada 1 é posicionada, de modo que a parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento 4 exerce pressão com as escovas de desempoeiramento 5 contra a superfície da carroçaria 6. As escovas de desempoeiramento 5 apresentam nesta situação livre de carga um comprimento livre 1, enquanto entre a parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento 4 e a superfície da carroçaria 6 a serem desempoeirados existe uma distância d. Daqui resulta uma profundidade de penetração $T=1-d$. Importante, neste caso, é que a profundidade de penetração T se mantenha dentro de uma gama de tolerâncias preestabelecida, porque a profundidade de penetração T demasiado reduzida dá origem a um efeito de desempoeiramento insatisfatório, enquanto uma profundidade de penetração T exagerada provoca um forte desgaste das escovas de desempoeiramento 5. Além disso, a profundidade de penetração T tem também influência no resultado da limpeza, em que um resultado de limpeza otimizado pressupõe que a profundidade de penetração T se situa dentro de um determinado sector $T_{MIN} < T < T_{MAX}$.

A Fig. 1A mostra neste caso a utilização da escova em forma de espada 1 a serem desempoeirados a superfície plana da carroçaria 6, enquanto a superfície da carroçaria 6 na

Fig. 1B é convexa, o que dá origem a um desvio a_{REAL} da parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento 4. O desvio a_{REAL} da parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento 4 aumenta o binário M_{REAL} que actua no motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1, o que é importante para o processo de desempoeiramento de acordo com o invento. Assim o processo de desempoeiramento de acordo com o invento avalia o binário M_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1 como a medida para a profundidade de penetração T da escova em forma de espada 1, para compensar as tolerâncias de posicionamento da superfície da carroçaria 6 a ser desempoeirada.

O invento será em seguida, explicado com mais pormenor, com referência ao esquema de circuito da técnica de regulação da Fig. 2.

A escova em forma de espada 1 está montada num punho de eixos múltiplos de um autómato de desempoeiramento de eixos múltiplos, o que possibilita um posicionamento livre da escova em forma de espada 1.

Os componentes de carroçaria de veículos motorizados a serem desempoeirados são, neste caso, transportados num transportador linear 9 ao longo de um percurso de transporte passando junto do autómato de desempoeiramento 8, de modo que o autómato de desempoeiramento 8 pode conduzir a escova em forma de espada 1 sobre a superfície da carroçaria 6 a ser desempoeirada.

A posição espacial actual e o alinhamento da escova em forma de espada 1 são, neste caso, reproduzidos por um vector de posição $\vec{P}_{\text{REAL}}$ e regulada por uma unidade de comando 10 de acordo com uma trajectória do autómato preestabelecida e ensinada.

Para isto a unidade de comando 10 apresenta um gerador de trajectórias de autómato 11 que para trajectórias de autómato anteriormente programadas emite vectores de posição $\vec{P}_{\text{Ens}}$ que para os pontos de trajectória individuais definem a posição de um ponto central da ferramenta ("Tool-Center-

Point") TCP da escova em forma de espada 1 bem como o alinhamento da escova em forma de espada 1.

Os vectores de posição $\vec{P}_{\text{Ens}}$ são convertidos por um adicionador 12 com um valor de correcção $\Delta\vec{P}$ num vector de posição $\vec{P}_{\text{Corr}}$ corrigido, como será posteriormente descrito em pormenor.

Os vectores de posição $\vec{P}_{\text{Corr}}$ corrigidos nas coordenadas espaciais são então alimentados para um comando de autómato 13, o qual converte as coordenadas espaciais em coordenadas axiais e regula o autómato de desempoeiramento 8 em conformidade.

Além disso, a unidade de comando 10 apresenta uma unidade de adaptação 14 que calcula o valor de correcção $\Delta\vec{P}$ e através disso compensa imprecisões de posicionamento das superfícies de carroçarias 6 a serem desempoeiradas.

No cálculo do valor de correcção $\Delta\vec{P}$ é aproveitado o conhecimento de que o binário M_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1 aumenta com a profundidade de penetração T , porque as escovas de desempoeiramento 5 com o aumento da profundidade de penetração T têm que ser deformadas mais fortemente. O binário M_{REAL} é, por isso, adequado como grandeza de medição para a afinação da profundidade de penetração T da escova em forma de espada.

O dispositivo de desempoeiramento de acordo com o invento apresenta, por isso, um sensor de binário 15 que detecta o binário M_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1 e o transfere o mesmo para avaliação para a unidade de adaptação 14. No entanto, também é possível como alternativa que o binário M_{REAL} não seja medido através do sensor de binário separado 15, mas que derive das grandezas de medição eléctricas do motor de accionamento 7, de modo que é dispensável o sensor de binário 15.

O binário M_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1 pode ser influenciado não apenas pela profundidade de penetração T da escova em forma de espada 1,

mas também pela forma da superfície da carroçaria 6 a ser desempoeirada. Assim, a superfície da carroçaria 6 convexa, de acordo com a Fig. 1B provoca um binário M_{REAL} maior que a superfície da carroçaria 6 plana de acordo com a Fig. 1A com a mesma profundidade de penetração T.

Neste caso deve ser referido que a Fig. 1B apresenta uma situação idealizada, em que a profundidade de penetração é constante ao longo do comprimento global da escova em forma de espada 1. Na prática a profundidade de penetração T varia no entanto ao longo do comprimento da escova em forma de espada 1, porque as escovas de desempoeiramento 5 actuam, de modo geral como uma mola.

A unidade de adaptação 14 não tem, por isso, em conta no cálculo do valor de correcção $\Delta \vec{P}$ apenas o binário M_{REAL} da escova em forma de espada 1, mas também um desvio a_{REAL} da parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento 4, porque o desvio a_{REAL} dá origem a um factor de forma que reproduz a forma da superfície da carroçaria 6. O desvio a_{REAL} da parte puxada em baixo da banda de desempoeiramento é, neste caso, medido por um sensor de desvio 16 que, por exemplo, pode ser um sensor óptico ou um sensor de ultra-sons.

Além disso, o dispositivo de desempoeiramento apresenta neste exemplo de execução um sensor de rotação 17 o qual mede uma rotação n_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1 e envia a mesma para a unidade de adaptação 14, de modo que no cálculo do valor de correcção $\Delta \vec{P}$ também é tida em conta a rotação n_{REAL} .

Também já foi referido anteriormente que os componentes de carroçaria de veículo motorizado a serem desempoeirados são transportados por meio de um transportador linear 9 ao longo de percurso de transporte, que passa junto do autómato de desempoeiramento 8, em que o transportador linear 9 apresenta, igualmente, imprecisões de posicionamento que têm que ser assumidas ou compensadas pelo dispositivo de desempoeiramento de acordo com o invento. O dispositivo de desempoeiramento de acordo com o invento apresenta, por isso, um sensor de posição s_{REAL} 18 que mede uma posição s_{REAL} do componente de carroçaria de veículo motorizado a ser

desempoeirado ao longo do percurso de transporte e envia a mesma para a unidade de adaptação 14. A unidade de adaptação 14 calcula então o valor de correcção $\Delta \vec{P}$ também em função da posição s_{REAL} medida do componente de carroçaria de veículo motorizado a ser desempoeirado no percurso de transporte, através do que são compensadas as imprecisões de posicionamento do transportador linear 9.

Seguidamente é explicado resumidamente o processo de desempoeiramento de acordo com o invento com o auxílio do fluxograma da Fig. 3

Num primeiro passo S1 é programada, primeiro, uma trajectória do autómato ("ensinada"), o que já é conhecido do estado da técnica e, por isso, não tem que ser descrito com mais pormenor. Na programação da trajectória do autómato no passo S1 não podem ainda ser tidas em consideração tolerâncias de posição do componente de carroçaria de veículo motorizado a serem desempoeirados.

A programação da trajectória do autómato desejada pode, neste caso, ter lugar em tempo diferido ("offline"), ou seja, sem o autómato de desempoeiramento executar um movimento autêntico. Neste caso, pode ser aplicado, por exemplo, o suporte lógico de programação "3D-OnSite" comercializado pela requerente.

Num passo S2 é então regulado o respectivo próximo ponto da trajectória $\vec{P}_{\text{Ens}}$ na trajectória do autómato anteriormente programada.

Na regulação do próximo ponto de trajectória $\vec{P}_{\text{Ens}}$ são, então, medidos no percurso de transporte nos passos S3 a S6 o binário M_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1, a rotação n_{REAL} do motor de accionamento 7 da escova em forma de espada 1, o desvio a_{REAL} da parte inferior puxada da banda de desempoeiramento 4 e a posição s_{REAL} do componente de carroçaria de veículo motorizado a ser desempoeirado.

Num passo S7 são então medidas as grandezas anteriormente medidas o valor de correcção $\Delta \vec{P}$, em que o

cálculo do valor e correcção $\Delta \vec{P}$ pode processar-se com o auxílio de campos característicos predefinidos.

Num próximo passo S8 é, então, calculado a partir do ponto de trajectória predefinido $\vec{P}_{\text{Ens}}$ e do valor de correcção $\Delta \vec{P}$, um ponto de trajectória $\vec{P}_{\text{Corr}}$ corrigido.

Num outro passo S9 o comando de autómato 13 converte o ponto de trajectória $\vec{P}_{\text{Corr}}$ corrigido das coordenadas espaciais em coordenadas axiais e regula o autómato 8 de desempoeiramento em conformidade num próximo passo S10.

Os passos S3 a S10 são repetidos num ciclo, até que num passo S11 se verifica que o ponto de trajectória corrigido $\vec{P}_{\text{Corr}}$ foi atingido.

Em seguida pode ser determinado num passo S12 se o percurso do autómato predefinido foi terminado. Se este não tiver sido o caso, então são repetidos os passos S2 a S11 num ciclo, em que é regulado o próximo ponto do respectivo percurso $\vec{P}_{\text{Ens}}$ do percurso predefinido do autómato.

O invento não se limita ao mencionado exemplo de execução preferido. Pelo contrário, é possível uma multiplicidade de variações e modificações que caem no âmbito de protecção das reivindicações seguintes.

Lista dos números de referência

- | | |
|------|------------------------------------|
| 1 | Escova em forma de espada |
| 2, 3 | Rolos de inversão |
| 4 | Banda de desempoeiramento |
| 5 | Escovas de desempoeiramento |
| 6 | Superfície de carroçaria |
| 7 | Motor de accionamento |
| 8 | Autómato de desempoeiramento |
| 9 | Transportador linear |
| 10 | Unidade de comando |
| 11 | Gerador da trajectória do autómato |
| 12 | Adicionador |
| 13 | Comando do autómato |
| 14 | Unidade de adaptação |

- 15 Sensor de binário
- 16 Sensor de desvio
- 17 Sensor de rotação
- 18 Sensor de posição

Lisboa, 2012-09-04

REIVINDICAÇÕES

1 - Processo de desempoeiramento a serem desempoeirados a seco ou a húmido de componentes de carroçaria de veículo motorizado (6) por meio de uma escova em forma de espada (1), que compreende os seguintes passos de:

a) posicionamento de uma ferramenta de desempoeiramento (1) accionada por um motor de accionamento (7) numa posição de desempoeiramento predefinida ($\vec{P}_{\text{Ens}}$), de modo que a ferramenta de desempoeiramento (1) contacte e desempoeire o componente de carroçaria de veículo motorizado (6),

caracterizado por compreender os seguintes passos de:

b) determinação de uma primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) do motor de accionamento (7) da ferramenta de desempoeiramento (1) no posicionamento da ferramenta de desempoeiramento (1) na posição de desempoeiramento predefinida ($\vec{P}_{\text{Ens}}$), em que a primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) reproduz a carga mecânica do motor de accionamento (7) através do contacto com o componente de carroçaria de veículo motorizado a ser desempoeirado,

c) cálculo de uma posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) em função da posição de desempoeiramento predefinida ($\vec{P}_{\text{Ens}}$) e da primeira variável de funcionamento M_{REAL} do motor de accionamento (7),

d) posicionamento da ferramenta de desempoeiramento (1) na posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{\text{Corr}}$).

2 - Processo de desempoeiramento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender os seguintes passos de:

a) determinação de um factor de forma (a_{REAL}), o qual reproduz a forma da superfície do componente de

carroçaria de veículo motorizado (6) para a posição de desempoeiramento predefinida ($\vec{P}_{\text{Ens}}$), e

b) cálculo da posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) também em função do factor de forma (a_{REAL}).

3 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender seguintes passos de:

a) determinação de uma segunda variável de funcionamento (n_{REAL}) do motor de accionamento (7) da ferramenta de desempoeiramento (1) durante o posicionamento na posição de desempoeiramento predefinida ($\vec{P}_{\text{Ens}}$), e

b) cálculo da posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) também em função da segunda variável de funcionamento determinada (a_{REAL}) do motor de accionamento (7)

4 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das anteriores reivindicações, caracterizado por

a) a ferramenta de desempoeiramento (1) ser uma escova em forma de espada (1) que apresenta uma banda de desempoeiramento (4) ocupada por escovas que é conduzida em torno de dois rolos de inversão (2, 3) e/ou

b) a ferramenta de desempoeiramento (1) ser posicionada por um autómato de desempoeiramento de eixos múltiplos (8).

5 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado por

a) a primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) ser o binário do motor de accionamento (7), e/ou

b) a segunda variável de funcionamento (n_{REAL}) ser a rotação do motor de accionamento (7), e/ou

c) o factor de forma (a_{REAL}) reproduzir o desvio da parte puxada da banda de desempoeiramento (4).

6 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender seguintes passos de:

a) transporte do componente de carroçaria de veículo motorizado (6) para o desempoeiramento por meio de um transportador (9) ao longo de um percurso de transporte que passa pelo autómato de desempoeiramento (8),

b) determinação da posição (s_{REAL}) do componente de carroçaria de veículo motorizado (6) a ser desempoeirado no percurso de transporte,

c) cálculo da posição de desempoeiramento corrigida ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) também em função da posição apurada (s_{REAL}) do componente de carroçaria de veículo motorizado a ser desempoeirado (6).

7 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado por:

a) o factor de forma (a_{REAL}) e/ou a posição (s_{REAL}) do componente da carroçaria de veículo motorizado ser medido no percurso de transporte por um sensor (16, 18) e/ou

b) o sensor (16, 18) ser um sensor de ultra-sons, um sensor óptico, um sensor de força ou um medidor de tensões.

8 - Processo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado por a posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) ser calculada e corrigida continuamente, enquanto a ferramenta de desempoeiramento (1) é posicionada.

9 - Dispositivo de desempoeiramento para o desempoeiramento componentes de carroçaria de veículo

motorizado (6) por meio de uma escova em forma de espada (1) com

- a) uma ferramenta de desempoeiramento (1) com um motor de accionamento (7),
- b) um autómato de desempoeiramento (8) para posicionamento espacial da ferramenta de desempoeiramento,
- c) um comando do autómato (10, 13) que regula o autómato de desempoeiramento em conformidade com uma posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Ens}}$) caracterizado por
- d) uma unidade de adaptação (14), que em função da posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Ens}}$) predefinida e de uma primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) do motor de accionamento (7) da ferramenta de desempoeiramento (1), na posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Ens}}$) predefinida calcula uma posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) corrigida, de modo que o autómato de desempoeiramento (8) posiciona a ferramenta de desempoeiramento (1) na posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) corrigida.

10 - Dispositivo de desempoeiramento de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por

- a) um primeiro sensor (16) determinar um factor de forma (a_{REAL}) que reproduz a forma da superfície do componente de carroçaria de veículo motorizado (6) na posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Ens}}$) e
- b) a unidade de adaptação (14) determinar a posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{Corr}}$) corrigida também em função do factor de forma (a_{REAL}).

11 - Dispositivo de desempoeiramento de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por

- a) um segundo sensor (17) detectar uma segunda variável de funcionamento (n_{REAL}) do motor de accionamento (7),

b) a unidade de adaptação (14) calcular a posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{corr}}$) corrigida, também em função da segunda variável de funcionamento (n_{REAL}).

12 - Dispositivo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado por

a) a ferramenta de desempoeiramento (1) ser uma escova em forma de espada (1) que apresenta uma banda de desempoeiramento (4) ocupada por escovas, que é conduzida em torno de dois rolos de inversão 2,3 e/ou

b) o autómato de desempoeiramento (8) apresentar um eixo do punho eixos múltiplos no qual a ferramenta de desempoeiramento (1) está montada.

13 - Dispositivo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado por

a) a primeira variável de funcionamento (M_{REAL}) ser o binário do motor de accionamento (7), e/ou

b) a segunda variável de funcionamento ser a rotação do motor de accionamento (7) e/ou

c) o factor de forma (a_{REAL}) reproduzir o desvio da banda de desempoeiramento (4).

14 - Dispositivo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações 9 a 13, caracterizado por

a) um transportador (9) que transporta o componente de carroçaria de veículo motorizado ao longo de um percurso de transporte ao longo do autómato de desempoeiramento (8),

b) um terceiro sensor (18) que detecta a posição (s_{REAL}) do componente de carroçaria de veículo motorizado (6) no percurso de transporte,

c) em que a unidade de adaptação (14) define a posição de desempoeiramento ($\vec{P}_{\text{CORR}}$) corrigida, também em função da posição (s_{REAL}) apurada do componente de carroçaria de veículo motorizado (6) a serem desempoeirados no percurso de transporte.

15 - Instalação de pintura com um dispositivo de desempoeiramento de acordo com uma das reivindicações 9 a 14.

Lisboa, 2012-09-04

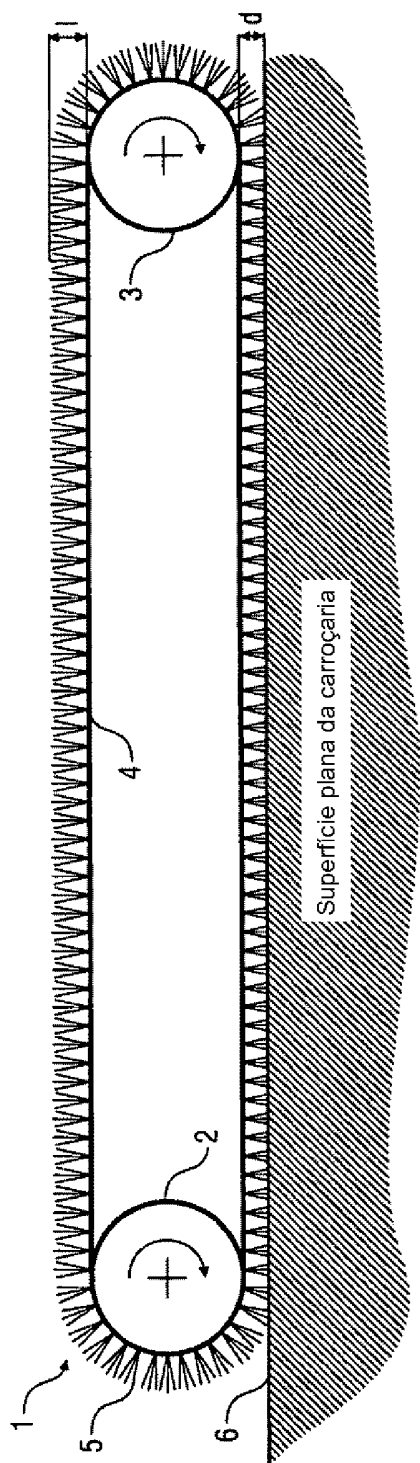


Fig. 1A

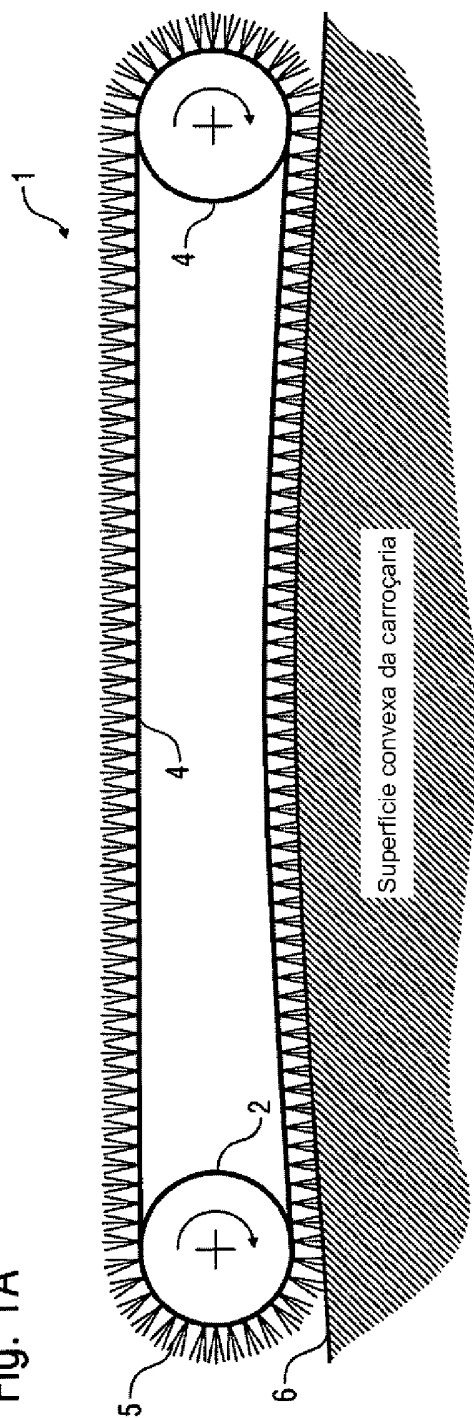


Fig. 1B

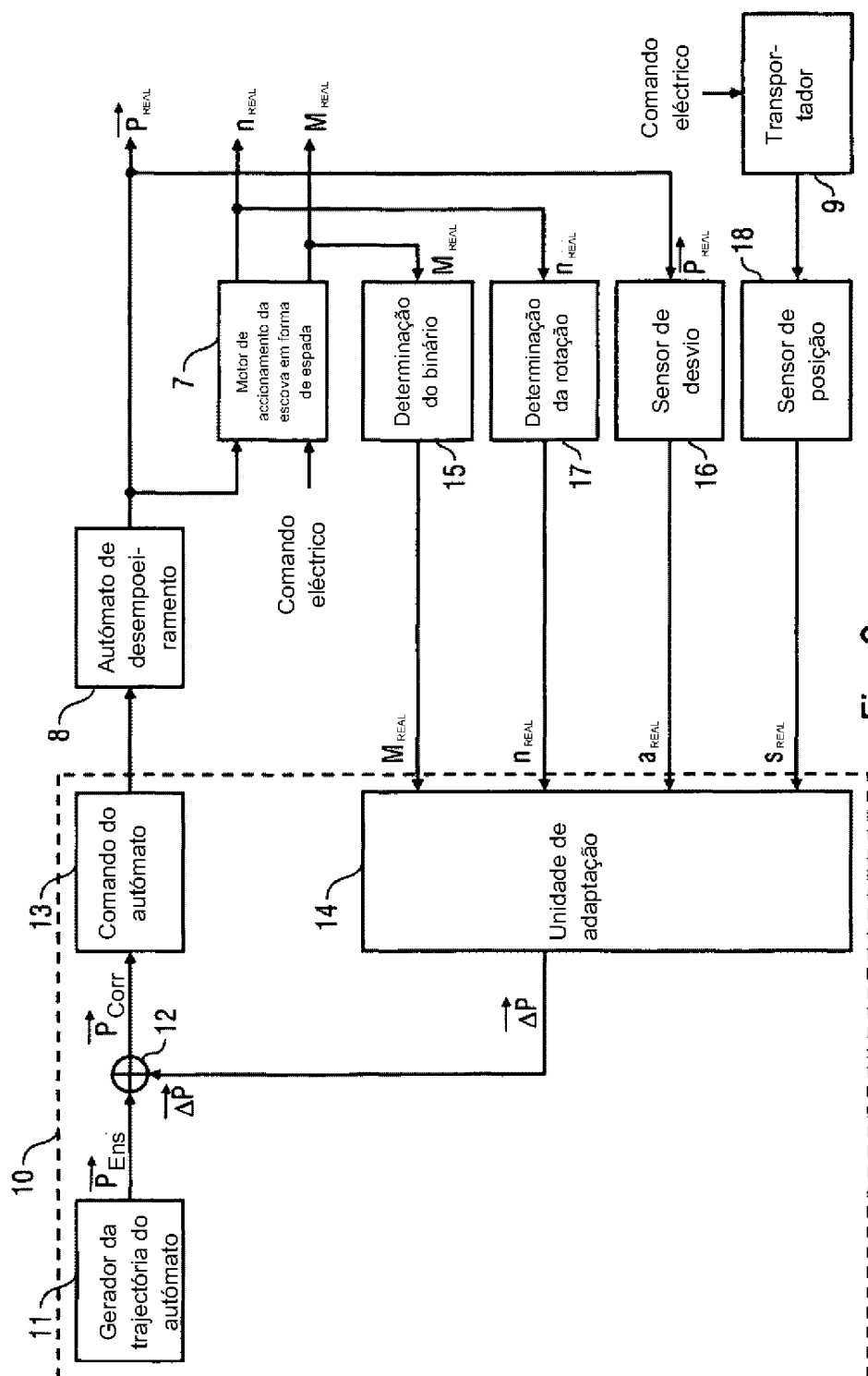


Fig. 2

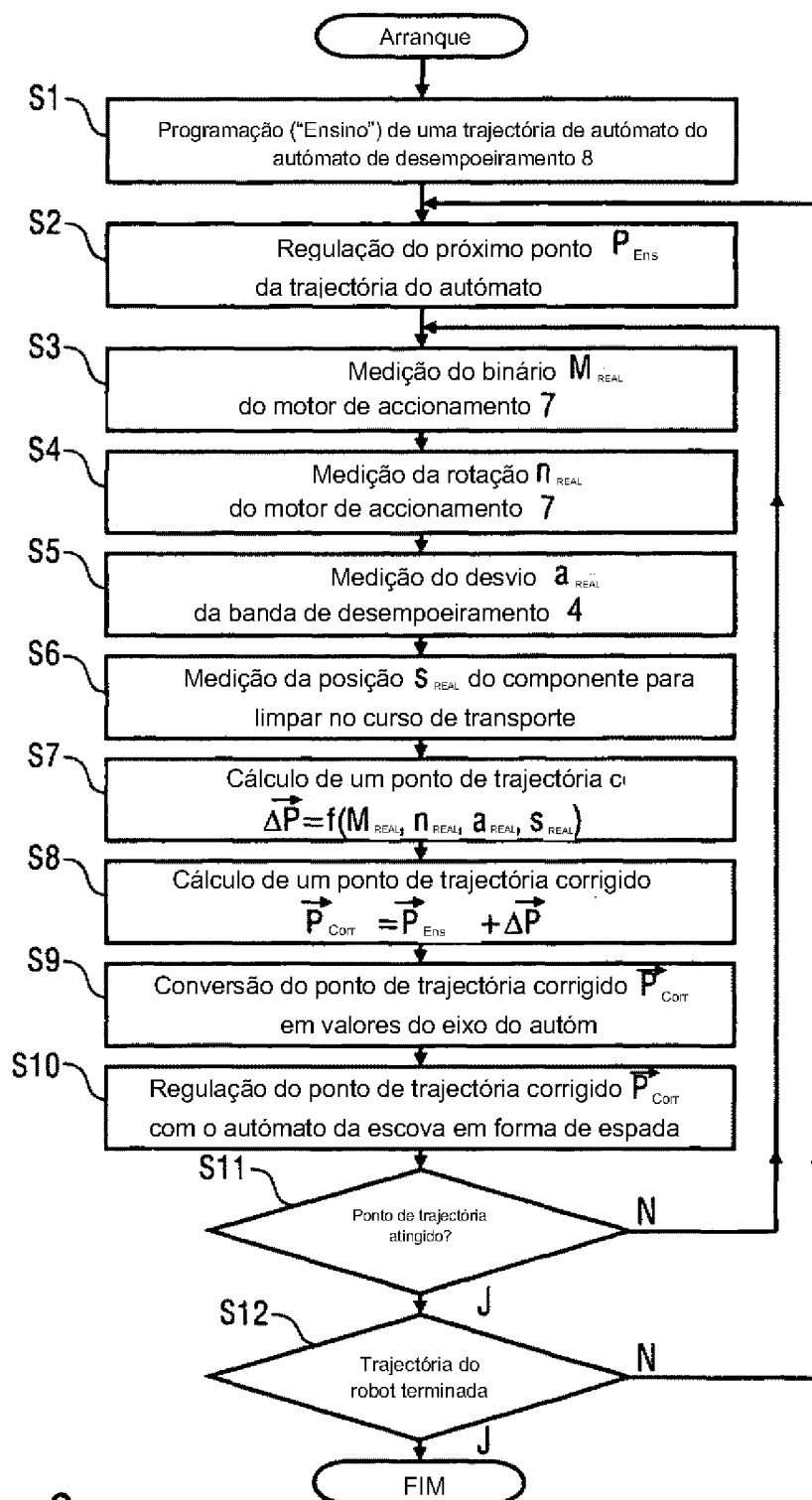


Fig. 3