

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 974**

51 Int. Cl.:

B05B 12/12 (2006.01)
B05B 12/04 (2006.01)
B05B 13/04 (2006.01)
G05B 19/19 (2006.01)
B05B 16/00 (2008.01)
G06F 8/61 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2016 PCT/EP2016/053227**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16131805**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2016 E 16706816 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3259076**

54 Título: **Procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza desplazada por un transportador e instalación de aplicación de un producto de revestimiento**

30 Prioridad:

17.02.2015 FR 1551330

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.05.2019

73 Titular/es:

**EXEL INDUSTRIES (100.0%)
54 rue Marcel Paul
51200 Epernay, FR**

72 Inventor/es:

**LE STRAT, CÉDRIC;
PROVENAZ, PHILIPPE;
PRUS, ERIC y
BROCHIER-CENDRE, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 712 974 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza desplazada por un transportador e instalación de aplicación de un producto de revestimiento

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza desplazada por un transportador y una instalación de aplicación de un producto de revestimiento con la que se puede implementar este procedimiento.

10 **[0002]** De manera conocida, el documento EP-A-0 706 102 divulga una instalación de pulverización de un producto de revestimiento que comprende un transportador sobre el que están suspendidas una o varias piezas que se van a pulverizar y unos pulverizadores que están dispuestos a lo largo del transportador. La instalación comprende igualmente un sistema de detección de las piezas en el campo de aplicación de los pulverizadores. Los pulverizadores son controlados automáticamente para proyectar el producto de revestimiento únicamente si la
15 presencia de una pieza se detecta en su campo de aplicación. Esta instalación tiene como inconveniente que la distancia de aplicación de los pulverizadores no está ajustada en función del tamaño de las piezas transportadas.

[0003] El documento FR-A-2 855 081 trata este problema técnico y divulga una instalación que comprende una primera columna de pulverización imprecisa, que no tiene en cuenta la geometría de la pieza. Esta primera
20 columna está provista de un robot reciprocador que tiene varios pulverizadores móviles verticalmente en bloque. No permitiendo esta primera columna aplicar un espesor de pintura o de polvo homogéneo sobre el conjunto de la pieza, la instalación comprende igualmente una segunda columna, denominada de retoque o de pre-toque, dependiendo de si esta está dispuesta respectivamente más abajo o más arriba de la primera columna. Esta segunda columna tiene como función aplicar el producto sobre unas zonas difíciles de la pieza a fin de mejorar la
25 calidad de acabado. Está equipada con varios carros que soportan unas pistolas de aplicación de pintura. Estos carros son móviles independientemente unos de otros según una dirección vertical y según una dirección horizontal perpendicular a un eje de desplazamiento del transportador. Una apertura oblonga que se extiende en el sentido de la altura se practica en la cabina para el paso de las pistolas. Las piezas que entran en la cabina tienen cada una un perfil predeterminado, que está registrado en una tabla y conservado en memoria en una unidad de control. En
30 particular, la longitud, el ancho y la profundidad de la pieza, es decir el conjunto de cotas dimensionales de cada pieza, con conocidas. Las pistolas de la segunda columna se posicionan entonces en función de las cotas prerregistradas para obtener una distancia de aplicación correcta en su campo de aplicación respectivo.

[0004] Por otro lado, el documento EP-A-2 712 680 divulga un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento que comprende previamente una etapa de detección de las cotas dimensionales de una pieza que se va a revestir. Como se ha explicitado en el párrafo [0052], este procedimiento se aplica sobre unas piezas cuyo perfil está prerregistrado en una tabla. En el ejemplo de las figuras, estas piezas se escogen globalmente rectangulares y pueden constar de uno o varios vaciados del lado delantero y/o del lado trasero. El ancho de una pieza que se va a revestir se determina por un codificador incremental. La profundidad y el ancho del o de los eventuales vaciados
40 practicados en la pieza se determinan por medio de un dispositivo de barrido óptico, formado por dos sensores dispuestos a ambos lados de la pieza. Cada pieza está clasificada en la tabla en función de sus cotas dimensionales. Por ejemplo, si su ancho está comprendido entre un 0 y un 25% de un valor nominal, la pieza se clasificará en una cierta categoría. En función de su clasificación en la tabla, unos parámetros específicos son asignados a los pulverizadores dispuestos a lo largo del transportador. En particular, estos parámetros incluyen,
45 entre otros, la distancia de aplicación, es decir la distancia entre la superficie que se va a pintar y el pulverizador.

[0005] Los dos procedimientos de los documentos FR-A-2 855081 y EP-A-2 712680 no tienen en cuenta los eventuales defectos vinculados al enganche de las piezas sobre el transportador. Además, solo se aplican a las piezas cuyo perfil está prerregistrado en memoria, es decir que no se aplican a las piezas de forma izquierda
50 cualquiera.

[0006] Son estos inconvenientes los que pretende más particularmente remediar la invención proponiendo un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento que permite ajustar automática e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador, para adaptarse a las piezas de forma izquierda o a las piezas mal
55 enganchadas y esto a medida que la pieza avanza a lo largo del transportador. De ello resulta así una distancia de aplicación correcta y una buena calidad de acabado.

[0007] A este efecto, la invención se refiere a un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza desplazada por un transportador, a lo largo del cual está dispuesto al menos un pulverizador móvil
60 en un plano oblicuo o perpendicular a un eje de desplazamiento del transportador. Este procedimiento comprende las etapas automatizadas siguientes, que consisten en:

- a) determinar en un punto de referencia fijo, las coordenadas de los puntos de una o varias líneas de perfil exterior de la pieza repartidas sobre la longitud de la pieza,
- 65 b) atribuir a cada pulverizador los puntos de cada línea de perfil exterior que se encuentran en su campo de

pulverización,

c) entre los puntos atribuidos a cada pulverizador, identificar para cada línea de perfil exterior el punto más próximo del pulverizador,

d) determinar para cada pulverizador, una línea de seguimiento que pasa por la proyección ortogonal de todos los puntos más próximos identificados en la etapa

e) en un plano que pasa por un eje del pulverizador y paralelo al eje de desplazamiento del transportador), y en

f) establecer una trayectoria de consigna para cada pulverizador en función de los puntos de la línea de seguimiento de manera que se ajuste automática e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador en función del perfil exterior de la pieza.

10

[0008] Gracias a la invención, una trayectoria de consigna se establece para cada pulverizador en función del tamaño de la pieza transportada. El tamaño de la pieza transportada se determina calculando, en un punto de referencia fijo, las coordenadas de los puntos de varias líneas de perfil exterior de la pieza que se va a revestir repartidas sobre la longitud de la pieza. Cada línea de perfil exterior está segmentada en varios tramos, correspondiendo cada uno a los puntos de la línea de perfil exterior que pertenecen al campo de aplicación de un pulverizador. Después de haber identificado el punto de cada tramo que está más próximo del pulverizador, es posible establecer una línea de seguimiento que pasa por los puntos más próximos del pulverizador, sobre la base de la cual una trayectoria de consigna es asignada al pulverizador correspondiente. Este procedimiento tiene por tanto en cuenta las piezas que tienen una forma izquierda o que están mal enganchadas al transportador.

20

[0009] Según unos aspectos ventajosos, pero no obligatorios de la invención, tal procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento puede incorporar una o varias de las características siguientes, tomadas en toda combinación técnicamente admisible:

25 - El procedimiento comprende otra etapa que consiste en medir la posición de cada pieza a lo largo del transportador, mientras que la etapa a) consiste en determinar las coordenadas de los puntos de varias líneas de perfil exterior repartidas a intervalo regular sobre la longitud de la pieza.

- El procedimiento comprende otra etapa que consiste en pilotar cada pulverizador para proyectar el producto de revestimiento únicamente si la pieza se encuentra en su campo de pulverización.

30 - Cada línea de seguimiento se prolonga numéricamente a ambos lados por unos puntos de medida ficticios para proyectar producto sobre las caras delantera y trasera de la pieza.

- Los puntos de medida ficticios están posicionados sobre el eje del transportador si la cara delantera o trasera está entrecruzada por el eje del transportador y están posicionadas axialmente en la prolongación del primer o del último punto de la línea de seguimiento si la cara delantera o trasera no está entrecruzada por el eje del transportador.

35 - Los puntos de medida ficticios están repartidos sobre un segmento paralelo al eje del transportador, cuya longitud es igual al ancho del campo de pulverización del pulverizador.

- La etapa e) comprende unas subetapas que consisten en:

f) asignar una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse a cada punto de las líneas de seguimiento, la distancia nominal de aplicación del pulverizador correspondiente para la mitad al eje grande de la curva de desplazamiento,

40

g) determinar la trayectoria de consigna estableciendo una línea de envoltura de la nube de puntos formada por los puntos de cada curva de desplazamiento asignada a la etapa f).

- El procedimiento comprende otra etapa que consiste en verificar si cada pulverizador es capaz de seguir su trayectoria, y si no es capaz, en establecer una nueva trayectoria, que sigue como mucho la trayectoria de consigna o en retroceder al máximo el pulverizador para evitar una colisión entre la pieza que se va a revestir y el pulverizador.

45

- Al menos uno de los pulverizadores es apto para efectuar un movimiento combinado vertical y horizontal en su plano de movilidad, mientras que el punto más próximo del pulverizador en su campo de aplicación se actualiza durante el desplazamiento vertical del pulverizador y la distancia de aplicación del pulverizador se ajusta automáticamente en función de las coordenadas del punto más próximo.

50

- Una etapa de cálculo de la trayectoria de los pulverizadores aptos para efectuar un movimiento combinado comprende unas subetapas que consisten en:

m) prolongar numéricamente una superficie de perfil exterior, formada por el conjunto de las líneas de perfil exterior, por unos puntos de medida ficticios a ambos lados en el sentido de la longitud,

55

n) asignar una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse a cada punto de medida real que pertenece a las líneas de perfil exterior y a cada punto de medida ficticio, la distancia nominal de aplicación del pulverizador correspondiente para la mitad al eje grande de la curva de desplazamiento,

o) determinar una superficie de envoltura de la nube de puntos formada por los puntos de cada curva de desplazamiento asignada a la etapa n), y

60

p) establecer una trayectoria de consigna en el interior de esta superficie de envoltura.

- En la etapa a), cada línea de perfil exterior está formada por unos segmentos de derecha que unen diferentes puntos de medida reales y porque, en la etapa b), una o varias líneas de perfil exterior son completadas por uno o dos puntos de medida artificiales en la intersección entre los segmentos de derecha y los límites inferior y/o superior del campo de pulverización de cada pulverizador.

65

[0010] La invención se refiere igualmente a una instalación de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza desplazada por un transportador, a lo largo del cual está dispuesto al menos un pulverizador, móvil en un plano oblicuo o perpendicular a un eje de desplazamiento del transportador. Esta instalación comprende los 5 medios siguientes:

- un primer medio para determinar en un punto de referencia fijo, las coordenadas de los puntos de una o varias líneas de perfil exterior de la pieza, repartidas sobre la longitud de la pieza,
- un segundo medio para atribuir a cada pulverizador, los puntos de cada línea de perfil exterior que se encuentran 10 en su campo de pulverización,
- un tercer medio para identificar, para cada línea de perfil exterior y entre los puntos atribuidos a cada pulverizador, el punto más próximo del pulverizador,
- un cuarto medio para determinar para cada pulverizador, una línea de seguimiento que pasa por la proyección ortogonal de todos los puntos más próximos en un plano que pasa por un eje del pulverizador y paralela al eje de 15 desplazamiento del transportador, y
- un quinto medio para establecer una trayectoria de consigna para cada pulverizador en función de los puntos de la línea de seguimiento de manera que se ajuste automática e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador en función del perfil exterior de la pieza.

20 **[0011]** Según unos aspectos ventajosos, pero no obligatorios de la invención, una instalación de aplicación de un producto de revestimiento según la invención puede incorporar una o varias de las características siguientes, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

- La instalación comprende una columna de pulverizadores, dispuesta de un lado del transportador.
- 25 - El primer medio incluye un sensor, dispuesto de un lado del transportador, más arriba del o de los pulverizadores.
- La instalación comprende al menos dos columnas de pulverizadores, que están dispuestas a ambos lados del transportador, estando estas columnas dispuestas de preferencia por pares, mientras que las columnas de pulverizadores de cada par están dispuestas lado a lado.
- El primer medio incluye dos sensores, que están dispuestos a ambos lados del transportador, más arriba del o de 30 los pulverizadores y que tienen cada uno un plano de medida vertical.
- Los sensores están desplazados uno con respecto al otro a lo largo del eje de desplazamiento del transportador.
- Los sensores son unos radares láser, que generan un rayo láser que barre la altura de la pieza.
- Dos espejos están dispuestos por encima y por debajo de cada sensor, estando estos espejos orientados para reflejar los rayos láser del sensor a fin de alcanzar unas zonas de sombra de una pieza que se va a revestir.

35 **[0012]** La invención y otras ventajas de esta se mostrarán más claramente a la luz de la descripción que aparece a continuación de dos modos de realización de un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento conforme a su principio, dada únicamente a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos anexos en los que:

- la figura 1 es una vista desde arriba de una instalación de aplicación de un producto de revestimiento conforme a la invención,
- la figura 2 es una vista en perspectiva de una pieza desplazada por un transportador que pertenece a la instalación de la figura 1,
- 45 - la figura 3 es una vista de cara de la entrada de una cabina que pertenece a la instalación de la figura 1, en el sentido de la flecha III en la figura 1,
- las figuras 4 a 6 son unos esquemas que ilustran, en vista desde arriba, diferentes configuraciones de enganche de una pieza sobre un transportador,
- la figura 7 representa el trayecto de un pulverizador de la instalación de la figura 1, a lo largo de su eje de 50 pulverización, con respecto a un punto de medida que pertenece a una pieza,
- la figura 8 representa el trayecto de un pulverizador de la instalación de la figura 1 a lo largo de su eje de pulverización con respecto a un conjunto de puntos de medidas que pertenecen a una pieza,
- la figura 9 es un esquema que representa una modificación de la trayectoria de un pulverizador de la instalación de la figura 1 para anticipar una colisión con una pieza que se va a revestir,
- 55 - la figura 10 es un esquema que representa el tratamiento de las zonas de sombras en la detección del tamaño de una pieza, y
- la figura 11 representa un segundo modo de realización de una instalación de aplicación de un producto de revestimiento, en la que están dispuestos dos espejos, respectivamente por encima y por debajo de cada sensor láser que pertenece a la instalación.

60 **[0013]** En la figura 1 se representa una instalación 1 de aplicación de un producto de revestimiento. La instalación 1 está configurada para aplicar el producto sobre unas piezas desplazadas por un transportador 12. Como se puede ver en la figura 2, el transportador 12 es un transportador aéreo sobre el que están suspendidas una o varias piezas 13 que se van a revestir. X12 designa un eje de desplazamiento del transportador 12 y F1 designa el 65 sentido de desplazamiento del transportador 12.

[0014] En la siguiente descripción, una dirección longitudinal, es decir que va en el sentido de la longitud de una pieza, es paralela al eje X12.

5 **[0015]** La instalación 1 comprende una cabina 2 que delimita en parte superior una apertura longitudinal o2 para el paso del transportador 12. La cabina 2 está provista de varias aperturas laterales no representadas para el paso de pulverizadores.

10 **[0016]** En el presente documento, el término «pulverizador» debe ser interpretado en un amplio sentido. En efecto, en el ejemplo de las figuras, los pulverizadores son unos pulverizadores de pintura líquida, pero la invención se aplica igualmente, entre otros, a los proyectores de polvo. Así, el producto de revestimiento puede ser pintura, un barniz o incluso apresto, en forma de líquido o de polvo.

15 **[0017]** En el ejemplo, dos pares 4 y 6 de filas verticales de pulverizadores están dispuestas de cada lado de la cabina 2. Los pulverizadores dispuestos del lado del par 4 son unos pulverizadores «izquierdos», mientras que los pulverizadores dispuestos de forma opuesta, del lado del par 6, son unos pulverizadores «derechos».

20 **[0018]** El par 4 comprende dos columnas 40 y 42 de pulverizadores, comprendiendo cada columna ocho pulverizadores repartidos de manera regular en el sentido de la altura. Del mismo modo, el par opuesto 6 comprende dos columnas verticales de pulverizadores 60 y 62, comprendiendo cada fila ocho pulverizadores repartidos en altura con un intervalo regular. Las dos columnas, de pulverizadores 40 y 42, así como las dos columnas, 60 y 62, están dispuestas lado a lado. Los ocho pulverizadores de la columna 42 son numerados 42.1 a 42.8 yendo del pulverizador más alto al pulverizador más bajo. Del mismo modo, los ocho pulverizadores de la columna opuesta 62 son numerados 62.1 a 62.8 yendo del pulverizador más alto al pulverizador más bajo.

25 **[0019]** Los pulverizadores de las columnas 40 y 42 así como los pulverizadores de las columnas 60 y 62 no están dispuestos uno frente a otro en un mismo plano horizontal de manera que se eviten al máximo las interferencias durante la pulverización. Esto es especialmente importante cuando el producto de revestimiento está cargado electrostáticamente.

30 **[0020]** Cada pulverizador define un eje de pulverización según el que se proyecta el producto. En el ejemplo de las figuras, el eje de pulverización de cada pulverizador es horizontal y perpendicular al eje de desplazamiento X12 del transportador 12. En la figura 2, los ejes de pulverización de los pulverizadores 62.1 y 62.2 tienen la referencia Y62.1 y Y62.2. Más generalmente, Y62.i designa el eje de pulverización de un pulverizador 62.i, con i comprendida entre 1 y 8.

40 **[0021]** Cada pulverizador es móvil en un plano perpendicular al eje de desplazamiento X12 del transportador 12, especialmente a lo largo de su eje. En efecto, cada pulverizador está montado sobre un carro móvil no representado, que es apto para deslizar en un raíl igualmente no representado. El carro puede ser por ejemplo puesto en translación por un motor eléctrico. Cada carro móvil es controlado en desplazamiento por una unidad electrónica de control no representada.

45 **[0022]** Dos sensores 8 y 10 están dispuestos más arriba y en el exterior de la cabina de pulverización 2. Estos dos sensores 8 y 10 están dispuestos de cada lado del transportador 12, respectivamente a derecha y a izquierda, y están previstos para medir el tamaño de las piezas que entran en la cabina 2. Los sensores 8 y 10 son unos sensores láser, denominados «radar láser», «escáner láser» o incluso «lidar». Funcionan por barrido, es decir que generan un haz láser que se desplaza en un plano vertical, respectivamente con referencia P8 o P10, en un ángulo de aproximadamente 270°. Estos sensores láser permiten medir la distancia entre un punto de un objeto apuntado por el haz láser y el sensor. Así, estos sensores permiten determinar las coordenadas, en un punto de referencia fijo, de una serie de puntos que pertenecen a la intersección entre el plano del sensor y una pieza 13 que se va a revestir. Esta serie de puntos forma una línea de perfil exterior de la pieza 13. Esta línea de perfil exterior está entonces contenida en un plano vertical. Como la pieza 13 se desplaza a lo largo del eje X12 del transportador 12, cada sensor mide en la práctica varias líneas de perfil exterior, que están repartidas sobre la longitud de la pieza con un intervalo regular. Este intervalo depende de la velocidad del transportador 12, de la frecuencia de barrido del sensor 8 o 10 y del ángulo de inclinación del plano de medida del sensor con respecto a un plano vertical perpendicular al eje X12.

60 **[0023]** En el ejemplo, los planos P8 y P10 están respectivamente inclinados de un ángulo A8 y A10 con respecto a un plano vertical V8 o V10 perpendicular al eje de desplazamiento X12 del transportador 12. Como regla general, un sensor mide un espesor de pared aún más fino cuando su plano de medida está inclinado con respecto a un plano perpendicular al eje X12 de un ángulo importante.

65 **[0024]** Los sensores 8 y 10 están desplazados uno con respecto al otro a lo largo del eje X12 para ser capaz de deducir la velocidad del transportador 12. La velocidad del transportador 12 puede ser medida también directamente por un sensor apropiado, no representado en las figuras.

[0025] Como se puede ver en la figura 3, los sensores 8 y 10 están posicionados a media altura con respecto a la altura de la cabina 2 para minimizar las zonas de sombra, es decir las zonas que son inaccesibles para el haz láser del sensor debido a la geometría de la pieza. Estas zonas de sombra son de hecho unas zonas ocultas por la
5 pieza en sí.

[0026] La instalación 1 comprende igualmente una unidad electrónica de control (ECU) 100, que está esquemáticamente representada en la figura 3. La ECU 100 está configurada para recibir unas señales de medida que provienen de unos sensores 8 y 10. Estas señales incluyen especialmente las coordenadas de los puntos de
10 cada línea de perfil exterior en el punto de referencia fijo. Para la claridad del diseño, la ECU 100 solo está unida a dos pulverizadores en la figura 3, respectivamente 62.7 y 62.8. No obstante, la ECU 100 pilota cada pulverizador de las columnas de pulverizaciones 40, 42, 60 y 62, es decir que es apta para enviar unas señales de consigna a cada pulverizador. Estas señales de consigna corresponden a unos valores de desplazamiento que se van a efectuar para cada pulverizador para alcanzar una cierta posición a lo largo de su eje.

[0027] Por otro lado, cada pulverizador consta de un campo de aplicación o un campo de aplicación, que corresponde a una zona en la que es capaz de proyectar producto de revestimiento. Esta zona corresponde globalmente a un volumen paralelepípedo. En la figura 3 se representan los campos de aplicación Z42.2 y Z62.2,
15 respectivamente de los pulverizadores 42.2 y 62.2. Los pulverizadores de las columnas 42 y 62 están dispuestos unos enfrente de otros. Así, las zonas Z42.2 y Z62.2 se combinan.

[0028] Se describe más abajo un procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento por medio de la instalación de pulverización 1. Este procedimiento comprende varias etapas automatizadas, entre las que una primera etapa que consiste en evaluar el tamaño de cada pieza 13 que entra en la cabina 2. Para ello, los sensores
25 8 y 10 determinan una o varias líneas de perfil exterior de cada lado de la pieza, es decir a izquierda y a derecha del transportador 12. Se obtiene así un contorno exterior completo de la pieza. Cuando la pieza avanza a lo largo del eje X12 del transportador 12, el contorno exterior de la pieza, que es medido por los sensores 8 y 10, puede variar. Esta variación de tamaño es detectable por los sensores 8 y 10 ya que cada uno de estos últimos miden las coordenadas de los puntos de la línea de perfil exterior que está contenida en su plano de medida, P8 o P10, y esto a cada
30 instante. Esta primera etapa consiste por tanto en determinar las coordenadas, en un punto de referencia fijo, de los puntos de una o varias líneas de perfil exterior repartidas a intervalo regular sobre la longitud de la pieza 13. El número de líneas de perfil exterior depende de la frecuencia del sensor 8 o 10, de la velocidad de avance del transportador 12 y de la longitud de la pieza. Aquí, el punto de referencia fijo es un punto de referencia cartesiano formado por el eje de desplazamiento del transportador X12, un eje horizontal Y12 que le es perpendicular y un eje
35 vertical Z12.

[0029] En el ejemplo representado en la figura 2, la pieza transportada 13 es un volquete de camión. Este volquete de camión 13 está mal enganchado sobre el transportador 12, de modo que está inclinada aproximadamente 10° con respecto a un plano vertical. Precisamente, los dos procedimientos descritos en los
40 documentos FR-A-2 855081 y EP-A-2 712680 no permitirían obtener una distancia de aplicación correcta en esta configuración.

[0030] En esta figura, se representan dos líneas de perfil exterior L1 y L2. El volquete de camión solo se representa parcialmente en la figura 2 para la claridad del dibujo.
45

[0031] A continuación, cada línea de perfil exterior se divide en varios tramos, en función de la disposición de los pulverizadores. En efecto, se conoce la posición de los pulverizadores sobre un eje vertical, así como el ancho de su campo de aplicación, o de pulverización. Es por tanto posible determinar en el campo de aplicación qué pulverizador se encuentra en cada punto de una línea de perfil exterior. Los puntos situados en el mismo campo de
50 aplicación se reagrupan así y forman juntos un tramo de la línea de perfil exterior. Cada tramo de la línea de perfil exterior se atribuye por tanto a un pulverizador. Esta etapa de atribución es efectuada por la ECU 100.

[0032] Por ejemplo, en el caso de la línea de perfil exterior L1 en la figura 2, un primer tramo delimitado entre los puntos C1 y C2 se atribuye al pulverizador 62.1, mientras que un tramo delimitado entre los puntos C2 y C3 se
55 atribuye al pulverizador 62.2 dispuesto más abajo.

[0033] A continuación, el procedimiento comprende una etapa que consiste en, entre los puntos atribuidos a cada pulverizador, identificar el punto que le es más próximo. Esta etapa se realiza calculando la distancia, paralelamente al eje Y12, entre cada punto atribuido y el pulverizador. Solo la coordenada de los puntos de la línea
60 de perfil según el eje Y12 se tiene en cuenta, por tanto. Esta etapa de cálculo es realizada también por la ECU 100.

[0034] En el ejemplo de la figura 2, el punto más próximo del pulverizador 62.i, para i comprendida entre 1 y 8, corresponde al punto que tiene la coordenada según el eje Y12 más importante. Se trata del punto A1 para el pulverizador 62.1 y del punto B1 para el pulverizador 62.2. La misma operación se efectúa para cada línea de perfil
65 exterior de la pieza. Así, el punto A2 de la línea L2 es el punto más próximo del pulverizador 62.1 y el punto B2 de la

línea L2 es el punto más próximo del pulverizador 62.2.

[0035] Cada tramo de cada línea de perfil exterior comprende por tanto un punto identificado como el más próximo del pulverizador correspondiente. Es por tanto posible determinar, para cada pulverizador, una línea que pasa por el punto más próximo de cada línea de perfil exterior. En el ejemplo de la figura 2, los puntos más próximos A1 y A2 o B1 y B2 están situados a la misma altitud. No obstante, para tomar en consideración el caso en que los puntos más próximos están situados a unas altitudes diferentes, cada punto identificado como el más próximo se proyecta ortogonalmente en un plano horizontal que contiene el eje del pulverizador referido y paralelo al eje del transportador X12. Una línea de seguimiento se asigna a cada pulverizador. Esta línea de seguimiento pasa por la proyección ortogonal del punto identificado como el más próximo del pulverizador de cada línea de perfil exterior. Las líneas de seguimiento son contenidas por tanto cada una en un plano horizontal. Se extienden por tanto en el sentido de la longitud de la pieza que se va a revestir, contrariamente a las líneas de perfil exterior que se extienden en el sentido de la altura.

[0036] En el caso del volquete de camión ilustrado en la figura 2, una línea de seguimiento L3 que pasa por los puntos A1 y A2 se atribuye al pulverizador 62.1, mientras que una línea de seguimiento L4 que pasa por los puntos B1 y B2 se atribuye al pulverizador 62.2. Las líneas de seguimiento atribuidas a cada pulverizador permiten programar automáticamente una trayectoria que se va a seguir para cada pulverizador cuando la pieza 13 se desplaza a lo largo del transportador 12. La trayectoria que se va a seguir para cada pulverizador es programada por la ECU 100 para que este último conserve una distancia de aplicación correcta a medida que la pieza 13 avance sobre el transportador.

[0037] La línea de seguimiento de cada pulverizador se completa a continuación por unos puntos de medida «ficticios» que permiten revestir las caras de extremo axial de las piezas, es decir las caras que son generalmente perpendiculares al eje del transportador 12. Estos puntos de medida ficticios prolongan cada línea de seguimiento a ambos lados de la pieza 13. Son unos puntos que son tratados por los pulverizadores como unos puntos de medida reales, mientras que no pertenecen a ninguna pieza. No obstante, estos puntos de medida ficticios son considerados por los pulverizadores como pertenecientes a la pieza. Son posicionados de manera diferente según el caso.

[0038] En las figuras 4 a 6, se considera una pieza 13 enganchada al transportador 12, representada en vista desde arriba. Además, en las figuras 4 a 6 y 8, los puntos de medida ficticios son representados por unos triángulos, mientras que los puntos de medida reales medidos por los sensores 8 y 10 son representados respectivamente por unos círculos y por unas cruces. Los círculos corresponden a los puntos de medida reales asignados a un pulverizador derecho, mientras que las cruces corresponden a los puntos de medida reales asignados a un pulverizador izquierdo.

[0039] La parte delantera, o la anterior, designa una dirección que va en el sentido del transportador 12, es decir en el sentido de la flecha F1, mientras que la parte trasera, o la posterior, designa una dirección opuesta en el sentido de desplazamiento F1 del transportador 12.

[0040] En la configuración de la figura 4, la pieza 13 está enganchada de tal modo que su cara de extremo trasera E2 es entrecruzada por el eje del transportador X12. Unos puntos de medida ficticios son añadidos más abajo de los puntos de medida reales para revestir lo mejor posible la cara de extremo trasera E2. Estos puntos de medida ficticios están dispuestos cada uno sobre el eje del transportador X12. Prolongan la línea de seguimiento hacia atrás. Unos puntos de medida ficticios son añadidos igualmente más arriba de los puntos de medida reales para revestir lo mejor posible la cara de extremo delantera E1. La cara de extremo delantero E1 no es entrecruzada por el eje del transportador X12. Así, los puntos de medida ficticios posteriores están dispuestos cada uno en la prolongación axial de los puntos de medida reales, es decir unos círculos en el ejemplo. En el ejemplo, solo la línea de seguimiento del pulverizador derecho es completada por unos puntos de medida ficticios. No obstante, unos puntos de medida ficticios podrían ser añadidos también a la línea de seguimiento del pulverizador izquierdo.

[0041] En la configuración de la figura 5, la pieza 13 está enganchada de tal modo que las caras de extremo E1 y E2 son cada una entrecruzadas por el eje del transportador X12, los puntos de medida ficticios que prolongan la línea de seguimiento asignada al pulverizador derecho y/o izquierdo están dispuestos todos por tanto sobre el eje del transportador X12.

[0042] En la configuración de la figura 6, la cara de extremo trasero E2 está descentrada con respecto al eje del transportador X12, mientras que la cara de extremo delantera E1 es entrecruzada por el eje del transportador X12. Los puntos de medida ficticios añadidos más arriba de la línea de seguimiento están posicionados por tanto sobre el eje del transportador X12, mientras que los puntos de medida ficticios que completan la línea de seguimiento posterior están dispuestos en la prolongación de los puntos de medida reales. Esto permite proyectar el producto de revestimiento a lo sumo sobre las caras de extremo E1 y E2.

[0043] Los puntos de medida ficticios están posicionados por tanto sobre el eje del transportador X12 cuando la cara delantera E1 o trasera E2 es entrecruzada por el eje del transportador y están posicionadas axialmente en la

prolongación del primer o del último punto de medida real de la línea de seguimiento si la cara delantera E1 o trasera E2 está descentrada con respecto al eje del transportador X12, es decir cuando esta cara no es entrecruzada por el eje del transportador. Estos puntos de medida ficticios están repartidos sobre un segmento paralelo al eje del transportador X12, cuya longitud es igual al ancho del campo de aplicación del pulverizador. Son añadidos 5 numéricamente a cada línea de seguimiento por la ECU 100.

[0044] En la figura 7 se representa el trayecto de un pulverizador visto a partir de un referencial móvil y en vista desde arriba, especialmente a partir de un referencial móvil vinculado a una pieza transportada. Para la claridad de las explicaciones, el ejemplo escogido aquí es un punto de medida 14 que se desplaza a lo largo de un eje X14 paralelo al eje del transportador X12. Como se puede ver en esta figura, la trayectoria del pulverizador en un plano horizontal es en forma de semi-elipse y pasa por unos puntos P1 a P7, que corresponden sucesivamente a las posiciones del pulverizador a lo largo de su eje durante el desplazamiento del punto 14. Esta semi-elipse está centrada en el punto de medida 14. Cuando no hay pieza en el campo de aplicación del pulverizador, este último está posicionado como si debiera proyectar sobre un punto dispuesto sobre el eje del transportador X12. Cuando la pieza llega al campo de aplicación del pulverizador, este retrocede, después avanza cuando la pieza deja su campo de pulverización, aunque describe una trayectoria en forma de semi-elipse. El pulverizador encuentra entonces la posición de salida, en la que está posicionado como si debiera proyectar sobre un punto dispuesto sobre el eje del transportador X12. El punto P4 corresponde al punto en que el pulverizador está enfrente del punto de medida 14. La distancia d2 que separa el punto P4 y el punto 14, es decir la mitad del eje grande de la elipse, corresponde a la distancia nominal de aplicación del pulverizador. 10
15
20

[0045] Unos puntos de posicionamiento para el pulverizador son generados en forma de una semi-elipse para cada punto de la línea de seguimiento. Dicho de otro modo, una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse es asignada a cada punto de las líneas de seguimiento. Hecho esto, para cada línea de seguimiento, una nube de puntos, que no está representada en la figura 8 para la claridad del dibujo. Esta nube de puntos está contenida en un plano horizontal que pasa por el eje del pulverizador. La trayectoria ideal del pulverizador para conservar una distancia de aplicación correcta durante el desplazamiento del transportador sobre la pieza corresponde a una línea de envoltura L100 de esta nube de puntos. Esta línea de envoltura L100 pasa por el punto de cada elipse que es el más alejado del eje del transportador X12. En la figura 8, la distancia d1 corresponde al ancho, medido 25 paralelamente al eje X12, del campo de aplicación del pulverizador y la distancia d2 corresponde a la distancia de aplicación deseada para el pulverizador. La trayectoria de consigna L100 es una trayectoria ideal para el pulverizador, que se establece para cada pulverizador en función de los puntos de la línea de seguimiento correspondiente, de manera que se ajuste automática e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador en función del perfil exterior de la pieza. 30
35

[0046] Por otro lado, cada pulverizador está pilotado independientemente para proyectar el producto de revestimiento únicamente si la pieza se encuentra en su campo de aplicación o de pulverización. Esto se realiza de manera automática por la ECU 100 localizando cada pieza sobre el transportador 12. Más precisamente, las medidas efectuadas por los sensores 8 y 10 permiten también localizar cada pieza a lo largo del eje X12 del transportador 12. Conociendo la velocidad del transportador 12, es posible predecir precisamente cuándo una pieza que se va a revestir llegará enfrente de cada pulverizador. La ECU 100 es apta también por tanto para interrumpir selectivamente la pulverización de cada pulverizador. Esto permite evitar proyectar producto inútilmente. 40

[0047] La trayectoria de consigna L100 no se puede seguir siempre, debido a unas limitaciones de retroceso de cada pulverizador. Cada pulverizador no puede retroceder en efecto tan rápido como sea posible. La curva de desplazamiento máximo d_{max} de un pulverizador derecho de la instalación 1 en función del tiempo t se representa en trazos finos en la figura 9, que representa un gráfico que tiene como abscisa la escala del tiempo t y como ordenada el desplazamiento d_y de un pulverizador a lo largo de su eje, es decir según un eje paralelo al eje Y12. En este gráfico, la curva en trazos finos que pasa por los círculos corresponde a la trayectoria establecida sobre la base de la línea de seguimiento para el pulverizador considerado, constanding esta trayectoria de unos puntos de medida reales y ficticios. Los puntos que están situados más abajo de la curva d_{max} corresponden a unas posiciones que el pulverizador no puede alcanzar en el tiempo concedido. Una zona Z_i que está situada más abajo de la curva d_{max} y que está sombreada en la figura 9 es por tanto una zona «inaccesible» para el pulverizador. 45
50

[0048] El procedimiento comprende por tanto una etapa que consiste en verificar si cada pulverizador es capaz de seguir su trayectoria L100, para evitar especialmente una colisión. Para ello, el procedimiento prevé calcular el tiempo necesario en cada pulverizador para alcanzar su posición de «seguridad». Esta posición de seguridad corresponde a una posición de retirada máxima, en la que el pulverizador se encuentra en el exterior de la cabina 2 o al menos lo más alejado posible del eje del transportador X12. No hay así riesgo de colisión con las piezas transportadas. El procedimiento prevé igualmente calcular la distancia A_t que recorre la o las piezas transportadas durante este tiempo de retirada. De esta manera, es posible detectar, vigilando la o las piezas sobre la distancia A_t que precede a cada pulverizador, si una pieza llega demasiado deprisa con respecto a las capacidades de desplazamiento del pulverizador y corre el riesgo de colisionar con este último. 55
60

[0049] Si la geometría de la pieza que se va a revestir es tal que la envoltura L100, es decir la trayectoria 65

ideal que se va a seguir para el pulverizador, pasa en la zona prohibida Zi, el pulverizador se pone a salvo, es decir que retrocede al máximo para evitar una colisión con el objeto suspendido en el transportador 12. En la práctica, este retroceso se efectúa de manera anticipada al paso de la pieza.

5 **[0050]** En cambio, si la envoltura L100 no pasa en la zona prohibida Zi, sino simplemente por uno o varios puntos de la curva de desplazamiento máxima d_{max} , es posible adaptar la trayectoria del pulverizador para evitar una colisión, sin no obstante ponerse a salvo y seguir pulverizando. Esta nueva trayectoria se representa en trazo grueso en la figura 9. Lleva la referencia L'100. Más precisamente, considerando un punto de intersección E entre la
10 curva de desplazamiento máxima d_{max} y la envoltura L100, la trayectoria modificada L'100 bordea primero la curva de desplazamiento máxima d_{max} después retoma la trayectoria L100 una vez que se ha alcanzado el punto E.

[0051] Así, el pulverizador no entra en colisión con la pieza y conserva una distancia de aplicación correcta al menos sobre la segunda parte del trayecto, es decir sobre la parte que comienza en el punto crítico E. Dicho de otro modo, la trayectoria L'100 sigue como mucho la trayectoria ideal L100.

15 **[0052]** En el ejemplo de la pieza 16 ilustrada en la figura 10, esta presenta una forma tal que ciertas zonas de la pieza no son accesibles al haz láser del sensor 8 o 10. Estas zonas son llamadas comúnmente zonas de sombra. Aquí, se trata de un estante 18 que oculta una cierta porción de la pieza 16, estando el volumen oculto sombreado en la figura 10. En este caso, la línea de perfil exterior se completa artificialmente trazando un segmento de derecha
20 entre los puntos sucesivos para los que el sensor es capaz de medir la distancia. Estos puntos corresponden por tanto a los puntos G1 y G3 en la figura 10. Para determinar qué puntos de la línea de perfil exterior son atribuidos a un pulverizador 42.i, con i comprendida entre 2 y 7, conviene hacer la intersección entre el segmento de derecha trazado artificialmente entre los puntos G1 y G3 y el límite inferior del campo de aplicación del pulverizador 42.i, que se representa por un rectángulo en línea discontinua en la figura 10. La intersección entre estas dos rectas da el
25 punto G2. G2 puede considerarse por tanto como un punto de medida «artificial». G4 y G5 designan dos puntos de la línea de perfil exterior. G5 está situado en la intersección de la línea de perfil exterior con el límite superior del campo de aplicación del pulverizador 42.1. El tramo de la línea de perfil exterior que está asignado al pulverizador 42.i se extiende por tanto entre los puntos G2 y G5. La misma operación se puede efectuar para determinar un punto de medida artificial sobre el límite superior del campo de pulverización del pulverizador considerado.

30 **[0053]** Para paliar el tratamiento delicado de las zonas de sombra, es posible utilizar, como se representa en la figura 11, dos espejos M1 y M2 dispuestos respectivamente por encima y por debajo del sensor láser 8 y/o 10 para reflejar una parte de los rayos que provienen del o de los sensores a fin de alcanzar las eventuales zonas de sombras de una pieza 16 que tienen una geometría particular. Los sensores 8 y 10 son en efecto capaces de emitir
35 un haz láser sobre un sector angular igual a 270° en un plano vertical. Los espejos M1 y M2 están ligeramente inclinados con respecto a un plano horizontal H. Más precisamente, cada espejo M1 o M2 está inclinado, con respecto al plano H, de un ángulo A12 comprendido entre 20° y 70° , de preferencia igual a 45° . Además, los espejos M1 y M2 están inclinados, con respecto al plano H, de manera puesta uno con respecto al otro, es decir que están orientados respectivamente hacia arriba y hacia abajo en dirección de la pieza que se va a revestir 16. Los espejos
40 M1 y M2 están por tanto orientados para reflejar los rayos del sensor láser en dirección de las zonas de sombra. Conociendo la distancia entre el sensor 10 y los espejos M1 y M2 y el ángulo de inclinación de los espejos, es posible deducir la distancia, medida paralelamente al eje Y12, entre cada punto de la línea de perfil exterior y el sensor 10. Esta disposición de espejos permite por tanto liberarse del tratamiento de las zonas de sombra descrito más arriba.

45 **[0054]** Como variante no representada, se puede utilizar otro tipo de sensor, como un sensor con ultrasonido o un sensor óptico, como una cámara.

[0055] Según otra variante no representada, al menos uno de los pulverizadores es apto para efectuar un movimiento combinado vertical y horizontal en su plano de movilidad, que es el plano ortogonal al eje X12 de desplazamiento del transportador 12. Por ejemplo, cada pulverizador de este tipo puede estar montado en el extremo del brazo de un robot multiejes, en particular un robot seis ejes o sobre un robot de tipo reciprocador, que efectúa unos movimientos de vaivén en el sentido de la altura. En este último caso, el pulverizador permanece montado sobre un carro móvil horizontalmente en translación. Si el robot es capaz de revestir el conjunto de la pieza,
55 la línea de perfil exterior no está troceada y todos los puntos de la línea de perfil exterior pertenecen al campo de aplicación del pulverizador. Los robots multiejes comprenden cada uno un brazo articulado y efectúan unos movimientos de vaivén en el sentido de la altura y siguen igualmente una trayectoria en el sentido de la profundidad, es decir paralelamente al eje Y12.

60 **[0056]** Estos robots tienen una velocidad de desplazamiento mucho superior a la del transportador 12, por ejemplo, del orden de 1 m/s, mientras que la velocidad del transportador 12 es por ejemplo de 1 m/min. El punto más próximo del pulverizador en su campo de aplicación se actualiza a lo largo del desplazamiento vertical del pulverizador por el robot y del avance de la pieza sobre el transportador. La distancia de aplicación del pulverizador se ajusta automáticamente en función de las coordenadas del punto más próximo. En este caso, la línea de
65 seguimiento corresponde a una línea correspondiente a unas idas y vueltas en el sentido de la altura. Por otro lado,

la trayectoria de consigna de los pulverizadores aptos para efectuar un movimiento combinado horizontal y vertical se calcula de la siguiente manera. Se define una superficie de perfil exterior formada por el conjunto de las líneas de perfil exterior. Esta superficie se prolonga numéricamente por unos puntos de medida ficticios a ambos lados en el sentido de la longitud. Después, una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse se asigna a cada punto de medida real que pertenece a las líneas de perfil exterior y a cada punto de medida ficticio, la distancia nominal de aplicación del pulverizador correspondiente para la mitad al eje grande de la curva de desplazamiento. Se determina a continuación una superficie de envoltura de la nube de puntos formada por los puntos de cada curva de desplazamiento asignada. Los puntos de la nube se reparten en las tres dimensiones, por consiguiente, la superficie de envoltura se denomina igualmente «mapping 3D». La trayectoria de consigna se establece en el interior de esta superficie de envoltura.

[0057] Según otra variante no representada, las columnas de pulverizador no son verticales sino ligeramente inclinadas con respecto al eje vertical Z12.

15 **[0058]** Según otra variante no representada, los planos de medida de los sensores 8 y 10 son perpendiculares al eje de desplazamiento X12 del transportador 12, es decir que los ángulos A8 y A10 son nulos.

[0059] Según otra variante no representada, el transportador es un transportador de suelo, sobre el que descansan las piezas que se van a revestir.

20

[0060] Según otra variante no representada, la instalación 1 comprende al menos un pulverizador acodado, que está montado en el extremo de un brazo de robot y que está previsto para revestir de producto la superficie superior de las piezas transportadas. El eje de pulverización no es por tanto paralelo al eje de desplazamiento del pulverizador. Este pulverizador es apto para efectuar un movimiento combinado horizontal y vertical en su plano de movilidad, que es ortogonal al eje de desplazamiento X12 del transportador 12. La distancia de aplicación del pulverizador se ajusta entonces también automáticamente en función de las coordenadas del punto más próximo en su campo de pulverización, gracias al procedimiento detallado más arriba.

30 **[0061]** Según otra variante no representada, el plano de movilidad de uno o varios pulverizadores no es perpendicular al eje del transportador X12, sino oblicuo con respecto a este eje. El plano de movilidad es por tanto en este caso un plano vertical que forma con el eje X12 un ángulo, que está comprendido de preferencia entre 45° y 135°. Esto permite especialmente pintar mejor las caras dispuestas en los extremos longitudinales de las piezas transportadas, es decir las caras delanteras y traseras perpendiculares al eje del transportador X12.

35 **[0062]** Las características técnicas de las variantes y modos de realización considerados más arriba pueden estar combinadas entre ellas para generar nuevos modos de realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza (13; 16) desplazada por un transportador (12), a lo largo del cual está dispuesto al menos un pulverizador (42.1-42.8, 62.1-62.8) móvil en un plano oblicuo o perpendicular a un eje de desplazamiento (X12) del transportador, estando este procedimiento **caracterizado porque** comprende las etapas automatizadas siguientes, que consisten en:
- a) determinar en un punto de referencia fijo (X12, Y12, Z12), las coordenadas de los puntos (A1, B1, C1, A2, B2, C2) de una o varias líneas (L1, L2) de perfil exterior de la pieza repartidas sobre la longitud de la pieza,
 - 10 b) atribuir a cada pulverizador los puntos de cada línea de perfil exterior que se encuentran en su campo de pulverización,
 - c) entre los puntos atribuidos a cada pulverizador, identificar para cada línea de perfil exterior el punto más próximo (A1, A2; B1, B2) del pulverizador,
 - d) determinar para cada pulverizador, una línea de seguimiento (L3, L4) que pasa por la proyección ortogonal de todos los puntos más próximos identificados en la etapa c) en un plano que pasa por un eje del pulverizador y paralelo al eje de desplazamiento (X12) del transportador
 - 15 e) establecer una trayectoria de consigna (L100) para cada pulverizador en función de los puntos de la línea de seguimiento (L3, L4) de manera que se ajuste automática e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador en función del perfil exterior de la pieza.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende otra etapa que consiste en medir la posición de cada pieza a lo largo del transportador (12), y **porque** la etapa a) consiste en determinar las coordenadas de los puntos (A1, B1, C1, A2, B2, C2) de varias líneas de perfil exterior (L1, L2) repartidas a intervalo regular sobre la longitud de la pieza.
- 25
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** comprende otra etapa que consiste en pilotar cada pulverizador (42.1-42.8, 62.1-62.8) para proyectar el producto de revestimiento únicamente si la pieza se encuentra en su campo de pulverización.
- 30
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada línea de seguimiento (L3, L4) se prolonga numéricamente a ambos lados por unos puntos de medida ficticios para proyectar producto sobre las caras delantera (E1) y trasera (E2) de la pieza.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los puntos de medida ficticios están posicionados sobre el eje del transportador (X12) si la cara delantera (E1) o trasera (E2) está entrecruzada por el eje del transportador y están posicionadas axialmente en la prolongación del primer o del último punto de la línea de seguimiento (L3, L4) si la cara delantera o trasera no está entrecruzada por el eje del transportador.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los puntos de medida ficticios están repartidos sobre un segmento paralelo al eje del transportador (X12), cuya longitud es igual al ancho del campo de pulverización del pulverizador (42.1-42.8, 62.1-62.8).
- 40
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** la etapa e) comprende unas subetapas que consisten en:
- 45 f) asignar una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse a cada punto de las líneas de seguimiento, la distancia nominal de aplicación del pulverizador correspondiente para la mitad al eje grande de la curva de desplazamiento, y
 - g) determinar la trayectoria de consigna (L100) estableciendo una línea de envoltura de la nube de puntos formada por los puntos de cada curva de desplazamiento asignada a la etapa f).
- 50
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno de los pulverizadores es apto para efectuar un movimiento combinado vertical y horizontal en su plano de movilidad **porque** el punto más próximo del pulverizador en su campo de aplicación se actualiza durante el desplazamiento vertical del pulverizador y **porque** la distancia de aplicación del pulverizador se ajusta automáticamente en función de las coordenadas del punto más próximo.
- 55
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** una etapa de cálculo de la trayectoria de los pulverizadores aptos para efectuar un movimiento combinado I comprende unas subetapas que consisten en:
- 60 m) prolongar numéricamente una superficie de perfil exterior, formada por el conjunto de las líneas de perfil exterior, por unos puntos de medida ficticios a ambos lados en el sentido de la longitud,
 - n) asignar una curva de desplazamiento en forma de semi-elipse a cada punto de medida real que pertenece a las líneas de perfil exterior y a cada punto de medida ficticio, la distancia nominal de aplicación del pulverizador correspondiente para la mitad al eje grande de la curva de desplazamiento,
 - 65 o) determinar una superficie de envoltura de la nube de puntos formada por los puntos de cada curva de

desplazamiento asignada a la etapa n), y

p) establecer una trayectoria de consigna en el interior de esta superficie de envoltura.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende otra etapa que consiste en verificar si cada pulverizador (42.1-42.8, 62.1-62.8) es capaz de seguir su trayectoria (L100), y si no es capaz, en establecer una nueva trayectoria (L'100), que sigue como mucho la trayectoria de consigna o en retroceder al máximo el pulverizador para evitar una colisión entre la pieza que se va a revestir y el pulverizador.
11. Instalación (1) de aplicación de un producto de revestimiento sobre una pieza (13, 16) desplazada por un transportador (12), a lo largo del cual está dispuesto al menos un pulverizador (42.1, 42.8, 62.1, 62.8), móvil en un plano oblicuo o perpendicular a un eje (X12) de desplazamiento del transportador, estando esta instalación **caracterizada porque** comprende los medios siguientes:
- un primer medio (8, 10) para determinar en un punto de referencia fijo (X12, Y12, Z12), las coordenadas de los puntos (A1, B1, C1, A2, B2, C2) de una o varias líneas (L1, L2) de perfil exterior de la pieza, repartidas sobre la longitud de la pieza,
 - un segundo medio (100) para atribuir a cada pulverizador, los puntos de cada línea de perfil exterior que se encuentran en su campo de pulverización,
 - un tercer medio (100) para identificar, para cada línea de perfil exterior y entre los puntos atribuidos a cada pulverizador, el punto más próximo del pulverizador,
 - un cuarto medio (100) para determinar para cada pulverizador, una línea de seguimiento (L3, L4) que pasa por la proyección ortogonal de todos los puntos más próximos en un plano que pasa por un eje del pulverizador y paralela al eje de desplazamiento (X12) del transportador, y
 - un quinto medio (100) para establecer una trayectoria de consigna (L100) para cada pulverizador en función de los puntos de la línea de seguimiento (L3, L4) de manera que se ajuste automáticamente e independientemente la distancia de aplicación de cada pulverizador en función del perfil exterior de la pieza.
12. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada porque** comprende una columna de pulverizadores (40, 42, 60, 62), dispuesta de un lado del transportador (12).
13. Instalación según la reivindicación 11 o 12, **caracterizada porque** el primer medio incluye un sensor (8, 10), dispuesto de un lado del transportador (12), más arriba del o de los pulverizadores.
14. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada porque** comprende al menos dos columnas de pulverizadores (40, 42, 60, 62), que están dispuestas a ambos lados del transportador (12), estando estas columnas dispuestas de preferencia por pares (4, 6), mientras que las columnas de pulverizadores de cada par están dispuestas lado a lado.
15. Instalación según la reivindicación 11 o 12, **caracterizada porque** el primer medio incluye dos sensores (8, 10), que están dispuestos a ambos lados del transportador (12), más arriba del o de los pulverizadores y que tienen cada uno un plano de medida vertical (P8, P10).









