

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
16 de agosto de 2012 (16.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
WO 2012/108755 A2

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/MX2012/000014
- (22) Fecha de presentación internacional: 8 de febrero de 2012 (08.02.2012)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad: MX/A/2011/001458  
8 de febrero de 2011 (08.02.2011) MX
- (72) Inventor; e
- (71) Solicitante : VILLALOBOS DAVILA, Rodolfo [MX/MX]; Jerónimo Cardona 116-B, Colonia Burócratas del Estado, C.P. 64380 Monterrey, Nuevo León (MX).
- (74) Mandatario: LOPEZ ORUE, Martha Laura; Paseo de la Reforma No. 389 Piso 10, Colonia Cuauhtémoc, C.P. 06500 México D. F. (MX).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR,

BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

(54) Title: INDUSTRIAL EQUIPMENT FOR THE HOT RECYCLING OF ASPHALT MIXES

(54) Título : EQUIPO INDUSTRIAL PARA RECICLADO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

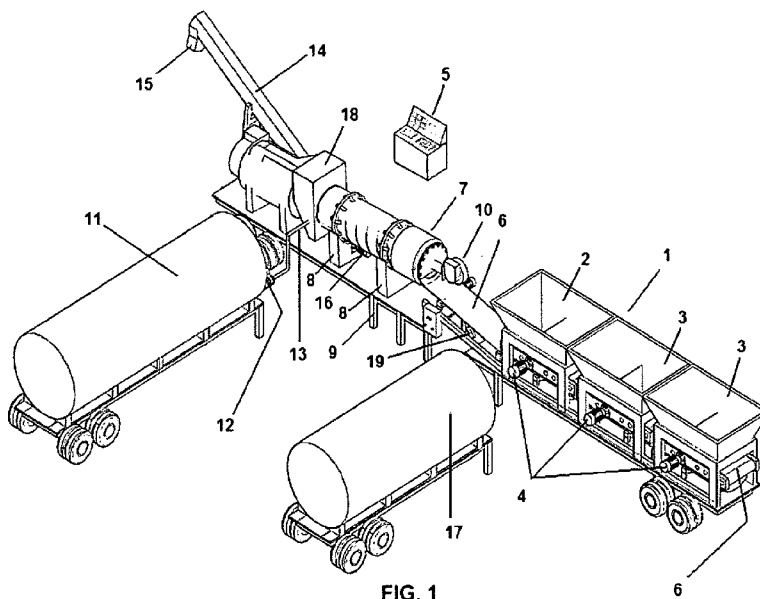


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to industrial equipment for the hot recycling of asphalt mixes, characterised in that it comprises a portable bank of hoppers which are used to meter RAP and unadulterated stone materials and which are mounted on a supporting structure, along with gear motors which control the metering and send a signal to a flow indicator in a control panel where it is recorded and controlled. A conveyor belt is provided below the hopper bank in order to receive the material and transport same to a rotary cylinder comprising an industrial open-flame burner that is used to transmit heat energy indirectly to the RAP and to the supply of unadulterated stone material. The invention also comprises: a tank for storing a mixture of asphalt and rejuvenating agent enhanced with polymers, which is metered using a volumetric gear pump through a pipe towards the rotary cylinder, the outlet of said cylinder comprising a temperature sensor that sends a signal to the recycled asphalt mix temperature indicator in the control panel; a recycled asphalt mix lifting system which conveys said mix to a discharge silo; a combustion gas extractor for

discharging combustion gases from the burner; a fuel storage tank used in the industrial burner; and a weight measuring element at the inlet of the rotary drum.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2012/108755 A2



---

La presente invención está referida a un equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, caracterizado por comprender una batería portátil de tolvas de dosificación de RAP y materiales pétreos vírgenes montadas en una estructura de soporte, con moto-reductores para controlar la dosificación y que envían una señal a un Indicador de flujo en un tablero de control para su registro y control; por debajo de dicha batería de tolvas se dispone una banda transportadora que recibe el material y lo transporta hacia un cilindro rotatorio que comprende un quemador industrial de flama abierta para transmitir la energía térmica de forma indirecta al RAP y a los aportes de material pétreo virgen; un tanque almacén de una mezcla de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros que se dosifica por medio de una bomba de engranes de tipo volumétrica a través de una tubería hacia el cilindro rotatorio que a la salida comprende un sensor de temperatura que manda la señal al indicador de temperatura de mezcla asfáltica reciclada en el tablero de control; con un sistema elevador de la mezcla asfáltica reciclada que la conduce a un silo de descarga, un extractor de gases de combustión para la descarga de gases de la combustión del quemador; un tanque almacén de combustibles que se emplea en el quemador industrial y un elemento de medición de peso a la entrada del tambor rotatorio.

## **EQUIPO INDUSTRIAL PARA RECICLADO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE**

### **CAMPO DE LA INVENCIÓN**

5

La presente invención está relacionada con la industria del procesamiento y transformación de residuos sólidos asfálticos, más específicamente está referida a un equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

10

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

En todo el mundo existen autopistas, carreteras, avenidas, calles pavimentadas a base de Asfaltos. Los asfaltos de los pavimentos son 100% reciclables, se pueden reciclar múltiples veces. Los asfaltos están compuestos principalmente por asfaltenos y maltenos. Los asfaltos están expuestos a intemperización, lo que provoca envejecimiento; dicho envejecimiento se presenta por la disminución en la fase de los maltenos, producto de la oxidación.

Los pavimentos asfálticos son flexibles, al envejecerse y perder los maltenos, tienden a ser rígidos, lo que provoca el agrietamiento (piel de cocodrilo) y posterior desprendimiento de bloques.

Existen en el mercado plantas fabricadas en el extranjero con aditamentos para procesar mezclas asfálticas, en menores porcentajes. Estas plantas son de gran tamaño, son altamente costosas y de difícil transportación, además de que el proceso empleado es diferente al de la presente invención, como se explica más adelante.

Estas plantas tienen un dispositivo entre el primer tercio y el segundo tercio del secador rotatorio, donde ingresan por medio de una tolva un porcentaje

menor de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement o Recycled Asphalt Pavement; pavimento de asfalto recuperado o reciclado), con el fin de mezclarlo con un alto contenido de material pétreo virgen caliente, para que éste le ceda calor y poder así reciclarlo.

5

Estos equipos industriales presentan los inconvenientes siguientes:

- a).-Es muy bajo el porcentaje de RAP que pueden reciclar.
- b).-No pueden hacer el aporte del agente rejuvenecedor, de la manera como se realiza en la presente
- 10 c).-La calidad del material resultante es menor.
- d).-Son equipos de gran tamaño, de difícil transportación.
- e).-Son muy costosos.

Hay otros equipos para producción de mezclas asfálticas, denominados doble  
15 barril, como el divulgado en la solicitud internacional WO 2007/103345.

Estos equipos industriales presentan los inconvenientes siguientes:

- a).- No reciclan el 100% de RAP.
- b).- Son equipos de gran tamaño, de difícil transportación, toda vez que éstos  
20 equipos cuentan con; un primer secador adaptado para recibir y mezclar agregados vírgenes y RAP fino; un quemador primario adaptado para producir una llama de quemador para calentar y secar los agregados finos en el primer secador; un segundo secador adaptado para recibir RAP ordinario; un segundo quemador adaptado para producir una llama de quemador y  
25 secar el RAP ordinario en el segundo secador; un mezclador adaptado para recibir los agregados vírgenes y el RAP fino desde el primer secador y el RAP ordinario desde el segundo secador y mezclar los agregados vírgenes, el RAP fino y el RAP ordinario para producir mezcla asfáltica en caliente.
- c).- Son altamente costosos.

30

En el estado de la técnica se ubicó la patente MX 183720 de Robert H. Nath, et. al., presentada el 08 de agosto de 1992 y otorgada el 09 de enero de 1997, cuyo titular es Cyclean, Inc. y que reclama las prioridades americanas US754264 y US803642. Dicha patente protege un aparato para controlar la

5 velocidad de producción en una planta de tambor para producir asfalto a partir de pavimento, asfalto reciclado, caracterizado porque comprende combinación: montajes para detectar las toneladas por hora (TPHa) que se producen por la planta; montajes para comparar las toneladas por hora (TPHa) con toneladas por hora deseadas (TPHd); montajes para detectar la

10 temperatura de gas de entrada del tambor (TDI), cuando (TPHd) es menor que (TPHa); montaje para comparar la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI) a una temperatura máxima de gas de entrada del tambor (TDI<sub>max</sub>); montajes para incrementar la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI), cuando la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI) es

15 menor que la temperatura máxima de gas de entrada del tambor (TDI) y montajes para incrementar el rendimiento por hora cuando se incrementa o aumenta la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI).

Se ubicó también la patente Mexicana MX 192620 de Robert H. Nath, et. al.,

20 presentada el 27 de noviembre de 1992 y otorgada el 13 de julio de 1999, cuyo titular es Cyclean, Inc. y que reclama las prioridades americanas US803642 y US951084. Dicha patente protege un aparato para controlar la velocidad de producción en una planta de tambor para producir asfalto a partir de pavimento, asfalto reciclado, caracterizado porque comprende

25 combinación: montajes para detectar las toneladas por hora (TPHa) que se producen por la planta; montajes para comparar las toneladas por hora (TPHa) con toneladas por hora deseadas (TPHd); montajes para detectar la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI) cuando (TPHd) es menor que (TPHa); montaje para comparar la temperatura de gas de entrada del

30 tambor (TDI) a una temperatura máxima de gas de entrada del tambor (TDI<sub>max</sub>); montajes para incrementar la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI), cuando la temperatura del gas de entrada del tambor (TDI) es

menos que la temperatura máxima de gas de entrada del tambor (TDI) y montajes para incrementar el rendimiento por hora cuando se incrementa o aumenta la temperatura de gas de entrada del tambor (TDI).

- 5 Sin embargo este tipo de equipos, aplican procesos diferentes a los de la presente invención.

Por otro lado, en el documento ES 2 184 964, publicado el 4 de marzo de 1998 se divulga; un mezclador de tambor para la producción de concreto  
10 asfáltico que comprende un tambor giratorio respecto a un eje, teniendo el tambor una entrada junto a un primer extremo del tambor para recibir grava para fluir corriente abajo a lo largo del tambor hacia un segundo extremo del tambor opuesto al primer extremo, y una salida junto al segundo extremo para descargar hormigón asfáltico. En el tambor está dispuesto un quemador que  
15 tiene un cabezal quemador para generar una llama que define un volumen de combustión, situado entre en medio de los primer y segundo extremos del tambor, dividiendo el cabezal quemador el tambor, en una zona de secado entre el cabezal quemador y el primer extremo del tambor y una zona de mezclado, entre el cabezal quemador y el segundo extremo del tambor. El  
20 cabezal genera gases de combustión calientes para fluir corriente arriba del tambor, a través de la zona de secado hacia el primer extremo del tambor en una relación de flujo a contracorriente respecto al flujo de la grava desde el primer extremo, a través de la zona de secado, hacia el segundo extremo del tambor, para el secado de la grava. El tambor lleva una pluralidad de aletas  
25 de apantallado del calor radiante separadas hacia adentro de una porción de pared interior del tambor que se extiende circunferencialmente, extendiéndose las aletas desde una porción dentro del tambor junto al cabezal quemador en general axialmente hacia el primer extremo del tambor y circunferencialmente respecto al tambor para rodear el volumen de  
30 combustión por el lado interior de las aletas y para definir una cámara substancialmente anular entre las aletas y la porción de pared interior del tambor. Junto a un extremo de corriente arriba de la pluralidad de aletas está

situada una entrada al tambor para disponer un material asfáltico de reciclaje en la cámara anular, estando las aletas separadas circunferencialmente las unas de las otras respecto al tambor para hacer fluir la grava recibida al interior del volumen de combustión y a lo largo de unas superficies radialmente interiores del mismo, desde el flujo de grava corriente arriba, en general radialmente hacia fuera entre las aletas y al interior de la cámara para ser mezclada con el material asfáltico de reciclaje en la cámara, mientras que las aletas impiden sustancialmente un flujo de retorno de la grava desde la cámara al interior del volumen de combustión. Con lo cual se busca producir un producto de hormigón asfáltico con rendimientos más altos y una pérdida de calor reducida y, particularmente, para producir un producto de hormigón asfáltico a partir de grava de reciclaje y grava virgen, en el que un material asfáltico de reciclaje con un contenido de humedad más elevado puede ser combinado con la grava virgen sin una reducción de la capacidad de producción o aumento del tiempo de residencia.

En el documento US 4 095 285 publicado el 13 de junio de 1978, se divulga; un mezclador de tambor rotativo inclinado para la preparación de productos recubiertos (por ejemplo, de hormigón o asfalto caliente o frío / mezclas de agregado) el cual tiene, en su extremo frontal un quemador que se proyecta dentro de dicho extremo frontal, una tubería para aspersar el agregado la cual se extiende dentro del tambor cuya longitud puede ajustarse, una primera zona la cual cuenta con aletas las cuales se proyectan dentro del tambor y se extienden en una "espiral" en la cara interna del barril, donde el paso de la "espiral" se selecciona para que sea suficientemente grueso de forma que el material sea introducido rápidamente dentro de la siguiente zona del tambor; las paletas solo tienen la función de guiar y transportar los agregados desde la primera zona hacia una segunda zona, dicha segunda zona es una zona de precalentamiento, donde se pre-seca, desde dicha segunda zona el tambor cuenta con elementos de elevación de material, los cuales elevan el material hasta una altura predeterminada para su posterior caída durante la rotación del tabor; una tercera zona para secar mezclar y calentar el producto que

procede de la segunda zona, en dicha zona se descarga un agregado a través de la tubería; una pantalla anti polvo es dispuesta al final de la tercera zona, para prevenir el escape de polvo del tambor giratorio.

De esta forma se proporciona un dispositivo que logra la obtención de materiales cubiertos, a través del precalentado, pre-secado y se mezclado, por lo que el recubrimiento se lleva a cabo en condiciones satisfactorias, y el contenido de humedad residual de la capa de agregado permite una baja emisión de polvo.

10 Como es evidente, ninguno de los documentos anteriores revela, un helicoide continuo (como el que se observa en la figura 2 de esta solicitud), en donde dicho helicoide continuo ocupa un 30-80 % preferentemente un 60% de longitud total del cilindro rotatorio, con lo cual se permita el reciclado del 100% del RAP.

15

### OBJETIVOS DE LA INVENCION

La presente invención tiene como objetivo principal hacer disponible un equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente que permita reciclar los pavimentos asfálticos envejecidos.

Otro objetivo de la invención es permitir dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además permita obtener una mezcla asfáltica caliente reciclada de excelente calidad y de mayor durabilidad.

Otro objetivo de la invención es permitir dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además sea sustentable y ecológico.

30 Otro objetivo de la invención es permitir dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además reduzca la utilización de materiales pétreos vírgenes, evitando depredación de bosques, cerros y ríos.

Otro objetivo de la invención es permitir dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además emplee el asfalto contenido en el RAP, disminuyendo el uso excesivo de hidrocarburos fósiles, que tienden a ser más caros y escasos.

5

Todavía otro objetivo de la invención es permitir dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además permita asegurar la sustentabilidad de los pavimentos por largo tiempo.

10

Aún otro objetivo de la invención es hacer disponible dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que además permita el reciclado del 100% del RAP y se evita que el RAP se disponga de forma clandestina.

15

Otro objetivo de la invención es hacer disponible dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, con el que además se evita que ocupen espacios en confinamientos, que podrían ser utilizados por materiales orgánicos que produzcan gas metano para generación de energía eléctrica.

20

Otro objetivo de la invención es hacer disponible dicho equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, con el que además permita reducir los costos de la reconstrucción de vialidades.

25 Y todas aquellas cualidades y objetivos que se harán aparentes al realizar una descripción general y detallada de la presente invención apoyados en las modalidades ilustradas.

## BREVE DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

Para el desarrollo del equipo y proceso para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, se hicieron diversas pruebas, que tenían como  
5 objetivos: que el equipo fuese de calentamiento indirecto; que permitiera reciclar el 100% el RAP; que tuviese suficiente capacidad de producción; que fuera de bajo costo; que fuera portátil, de fácil instalación y desinstalación; que el material a Reciclar no sufriera combustión, ya que el asfalto pierde propiedades; tuviera buena transferencia de energía térmica, para abatir  
10 costos; que tuviera la opción de aportar material pétreo virgen para mejorar la mezcla asfáltica reciclada; que permitiera la dosificación controlada de RAP y material pétreo virgen previo al Equipo Industrial de Reciclado de Mezclas Asfálticas en Caliente, para una buena calidad de mezcla asfáltica reciclada y que además tuviese integrado una zona de mezclado de materiales RAP,  
15 materiales pétreos, asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, en su óptima dosificación, para obtener una mezcla asfáltica de excelente calidad.

Como es sabido, los asfaltos están compuestos principalmente por asfaltenos  
20 y maltenos. Los asfaltos están expuestos a intemperización, lo que provoca envejecimiento; dicho envejecimiento se presenta por la disminución en la fase de los maltenos, producto de la oxidación.

Los pavimentos asfálticos son flexibles, y al envejecerse y perder los maltenos, tienden a ser rígidos, lo que provoca el agrietamiento (piel de  
25 cocodrilo), y posterior desprendimiento de bloques.

Si se integran a estos asfaltos la porción perdida de maltenos, estos vuelven a tener las mismas características físicas y químicas de origen.

30 Aun mejor si a los maltenos agregados se les incorpora polímeros, los asfaltos superaran sus características físicas y químicas de origen.

Es conocido a nivel internacional en el ámbito de la construcción de vialidades el termino RAP (Reclaimed Asphalt Pavement o Recycled Asphalt Pavement).

5 El RAP se obtiene por medio de:

1.- Fresado de la superficie asfáltica, pudiendo ser este en frio o bien precalentando la superficie asfáltica.

2.- Fresado de la superficie asfáltica precalentada.

3.-Bloques de Mezcla Asfáltica, obtenidos en las reconstrucciones. Estos  
10 materiales se reducen de tamaño por medio de sistemas de molienda.

De manera general, el equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de conformidad con la presente invención, consiste en una batería portátil de tolvas de dosificación continua de RAP y materiales pétreos  
15 vírgenes; este sistema de dosificación es necesario para ajustar la curva granulométrica de la Mezcla Asfáltica Reciclada Resultante. La batería de tolvas van montadas en una estructura de soporte las cuales incluyen motoredutores con variador de frecuencia (como se observa en la figura 1), con el fin de controlar la cantidad de dosificación del RAP y material pétreo  
20 virgen; dichos motoredutores a su vez envían una señal a un indicador de flujo de RAP. Así mismo, un indicador de flujo de aporte de material pétreo virgen envía otra señal a un tablero de control para su registro y control, dicho tablero de control puede estar adjunto o localizado en forma remota. Por debajo de dicha batería portátil de tolvas de dosificación, se dispone una  
25 banda transportadora que recibe el RAP y material pétreo virgen y lo transporta hacia el cilindro rotatorio de placa de acero, soportado en 4 rodillos de carga, que a su vez sirven como sistema motriz para hacer rotar al cilindro.

Las dimensiones del diámetro y la longitud del cilindro rotatorio van en función  
30 de la capacidad requerida de producción. El cilindro en su interior está equipado con un helicoide interno metálico que forma un espacio circular en su centro formándose la zona de conducción de flama a través de su interior,

generándose así la zona de calentamiento indirecto. El helicoide ocupa un 30-80 %, preferentemente un 60% de longitud total del cilindro rotatorio. El porcentaje restante está formado por paletas rectas dispuestas en el perímetro interior del cilindro que dan forma a la zona de mezclado. En el punto en donde termina el helicoide e inician las paletas mezcladoras, se encuentra la inyección de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros (mezcla inyectada); esta inyección se realiza por medio de una bomba de engranes de tipo volumétrica, a través de una tubería de inyección, que proviene del tanque de almacenamiento.

10

El cilindro rotatorio está provisto de un sistema quemador industrial de flama abierta, con el fin de transmitir la energía térmica al RAP y a los aportes de material pétreo. La capacidad calorífica del quemador industrial está en función de los requerimientos de producción de reciclado.

15

El fuego del quemador industrial no tiene contacto con el RAP o materiales pétreos ya que estos están protegidos por las paredes metálicas del helicoide, formando así la zona de calentamiento indirecto de los materiales a procesar. La dirección de la llama es paralela a la dirección del flujo de calentamiento del Rap y aporte de material pétreo virgen.

20

Estos materiales RAP, materiales pétreos, asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, en su optima dosificación y temperatura, llegan a la zona de mezclado en donde se homogenizan, formando una mezcla asfáltica caliente.

25

Esta mezcla asfáltica caliente avanza hacia la salida en donde hay un aditamento compuesto por paletas, que la expulsan del cilindro rotatorio, de ahí pasa a un sistema elevador de mezcla asfáltica reciclada, que tiene la función de un transportador de paletas, a un silo de mezcla asfáltica reciclada para su descarga en camiones, para su transportación y aplicación en alguna vialidad.

30

En la salida del cilindro rotatorio, del equipo industrial de reciclado de mezclas asfálticas en caliente, se cuenta con un sensor de temperatura que manda la señal al indicador de temperatura de mezcla asfáltica reciclada que se encuentra en el tablero de control para su registro y control.

El equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente cuenta con un motoreductor con variador de frecuencia por debajo del cilindro rotatorio que por medio de transmisiones y los rodillos de carga, provoca la rotación del cilindro del equipo industrial.

El variador de frecuencia es controlado desde el tablero de control, con el fin de aumentar o disminuir la velocidad de rotación del cilindro del equipo industrial. Esto con el fin de mantener el control de la temperatura óptima de la mezcla asfáltica reciclada.

Este parámetro es muy importante ya que si la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada esta por arriba de la temperatura óptima, se procede a aumentar la frecuencia del variador, con el fin de procesar mayor cantidad de material, y de esta forma bajar la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada.

En caso contrario, en el que la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada, este por abajo de la temperatura óptima, se procede a bajar la frecuencia del variador, con el fin de que se procese menor cantidad de material y de esta forma aumentar la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada.

El equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente está equipado con un tanque de almacén de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros.

Dicho tanque de almacén, es un tanque horizontal cilíndrico con sistema de calentamiento con control de temperatura, que cuenta con sistemas de sensor de temperatura, que envía la señal al indicador de temperatura de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, situado en el tablero de control.

Éste tanque cuenta también con un sistema de dosificación de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, por medio de una bomba de engranes de tipo volumétrica que efectúa la inyección a través de una tubería, hasta la zona de mezclado.

Este sistema de dosificación de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros posee un sensor de flujo que envía una señal al indicador de flujo de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros que se encuentra en el tablero de control para su registro.

El equipo industrial de reciclado de mezclas asfálticas en caliente cuenta además con un tanque almacén de combustibles. Es un tanque horizontal cilíndrico en donde se encuentra el combustible líquido industrial para utilizarse en el sistema quemador industrial del cilindro rotatorio del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

El tablero de control comprende los instrumentos de medición de temperaturas, control de dosificación de los materiales: RAP, materiales pétreos, asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

Desde este punto se opera la producción y se controla la calidad de la mezcla asfáltica caliente reciclada, en el equipo Industrial de reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

El proceso de reciclado de mezclas asfálticas en caliente comprende los siguientes pasos:

I.- Análisis preliminares

1.-Estudio de laboratorio de muestras del pavimento a reciclar.

- 5 a).- Determinación de la granulometría existente.  
b).- Determinación del porcentaje de aporte de material pétreo virgen, para optimizar la granulometría de la Mezcla Asfáltica Reciclada.  
c).- Determinación del Contenido de Asfalto.  
d).-Determinación del grado de envejecimiento del RAP mediante ensayo de penetración, viscosidad, punto de reblandecimiento.  
10 e).-Determinación de la cantidad de aporte de Asfalto - Agente Rejuvenecedor mejorado con Polímeros para restituir las propiedades físicas y químicas del asfalto para llegar al contenido óptimo de asfalto en la mezcla asfáltica Reciclada.

15

2.- Fresado de la superficie asfáltica.

- a.- En frío: El fresado en frío modifica la curva granulométrica de la Mezcla Asfáltica. Así mismo modifica el contenido de asfalto en la Mezcla Asfáltica. Esto se corrige haciendo el aporte de material pétreo virgen antes de ingresar los materiales al Equipo Industrial de Reciclado.

20 El contenido de asfalto se corrige aportando la cantidad de asfalto – agente rejuvenecedor mejorado con polímeros faltante, en la zona de mezclado, hasta llegar al contenido óptimo de proyecto.

- b.- En caliente:El fresado en caliente no modifica la curva granulométrica de la Mezcla Asfáltica. Así mismo no modifica el contenido de asfalto en la Mezcla Asfáltica.

3.- Carga y Transporte de RAP a Equipo Industrial de Reciclado de Mezclas Asfálticas en Caliente.

30

4.- El Rap se deposita en una de las Tolvas del Sistema de Tolvas, en las tolvas restantes se deposita el Material Pétreo Virgen.

5.- Se dosifica el material de RAP y el aporte de materiales pétreos por medio del sistema de tolvas. Esta dosificación se hace en base a un estudio previo  
5 de laboratorio para determinar el aporte óptimo de material pétreo virgen para dar una curva granulométrica óptima.

El sistema de tolvas tiene en su banda transportadora de mezcla de RAP y aporte de pétreos de salida, un sistema de medición y control peso, que registra y la cantidad de material que se va a suministrar en peso, al Equipo  
10 Industrial de Reciclado de Mezclas Asfáltica en Caliente.

6.- El material RAP y el aporte de material pétreo se introduce al cilindro rotatorio del Equipo Industrial de Reciclado de Mezclas Asfálticas en Caliente por medio de la banda transportadora de mezcla de RAP y aporte de pétreos.

15

II.- Reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

1.- Al ingresar el material de RAP y el aporte de material pétreo virgen en el Equipo Industrial de Reciclado de Mezclas Asfálticas en Caliente, se calientan de forma indirecta ya que se protege por medio de las paredes metálicas del  
20 helicoides interior del fuego, hasta llevar el material RAP y el aporte de material pétreo a temperaturas óptimas en donde el asfalto sólido contenido en el RAP pasa a su fase líquida, sin llegar a la combustión. Estas temperaturas pueden ser 140 - 160 grados centígrados preferentemente.

Este calentamiento se produce de forma indirecta, ya que el fuego no toca los  
25 materiales a reciclar, pues están protegidos por las paredes metálicas del helicoides.

Los materiales a reciclar avanzan como consecuencia de la rotación del helicoides metálico interno del cilindro, hasta la zona de mezclado.

El helicoides se encuentra entre un 30-80%, preferentemente en un 60% de la  
30 longitud del cilindro, y el resto se encuentra la zona de mezclado. Esta proporción es la que ha permitido lograr la optimización del proceso de

mezclado y calentamiento para lograr el reciclaje del 100% de RAP, como se indicó anteriormente.

2.-Una vez que los materiales a reciclar llegan al punto de mezclado, se les inyecta por medio de una tubería, Asfalto - Agente Rejuvenecedor mejorado con Polímeros, para mejorar las características de la Mezcla Asfáltica Reciclada resultante.

El Agente Rejuvenecedor modificado con polímeros, con un porcentaje de asfalto, dosificado en cantidades optimas a la mezcla de RAP y aporte de material pétreo virgen, darán como resultado: una mezcla asfáltica caliente reciclada de excelente calidad.

Mediante un estudio previo de laboratorio se determinan las dosificaciones óptimas para lograr la calidad deseada combinando:

- a).- RAP.
- 15 b).-Pétreo virgen.
- c).-Asfalto.
- d).-Agente Rejuvenecedor mejorado con Polímeros.

Para comprender mejor las características de la invención se acompaña a la presente descripción, como parte integrante de la misma, los dibujos con carácter ilustrativo más no limitativo, que se describen a continuación corresponden a la modalidad preferida.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25

La figura 1 muestra una vista en perspectiva convencional del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

La figura 2 muestra una perspectiva convencional del interior del tambor rotatorio del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

30

La figura 3 muestra una perspectiva convencional del tablero de control del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

Para una mejor comprensión del invento, se pasará a hacer la descripción  
5 detallada de alguna de las modalidades del mismo, mostrada en los dibujos que con fines ilustrativos mas no limitativos se anexan a la presente descripción.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

10

Los detalles característicos del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente, se muestran claramente en la siguiente descripción y en los dibujos ilustrativos que se anexan, sirviendo los mismos signos de referencia para señalar las mismas partes.

15

Haciendo referencia a la figura 1 que muestra una perspectiva convencional del equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, que comprende una batería portátil de tolvas de dosificación continua 1 que constan preferiblemente de una tolva de dosificación de RAP 2 y dos  
20 compartimientos o mas de tolvas de dosificación de materiales pétreos vírgenes 3 necesario para ajustar la curva granulométrica de la mezcla asfáltica reciclada resultante, montadas en una estructura de soporte, las cuales comprenden moto-reductores 4 con variador de frecuencia en su banda transportadora (ver figura1) con el fin de controlar la cantidad de  
25 dosificación del RAP y material pétreo virgen los cuales a su vez envían una señal a un Indicador de flujo de RAP 34 (ver fig. 3) y un indicador de flujo de material pétreo virgen 35 (ver fig. 3), a un tablero de control 5 para su registro, que puede estar adjunto o localizado en forma remota; por debajo de dicha  
30 batería portátil de tolvas de dosificación 1 se dispone una banda transportadora 6 que recibe el RAP y material pétreo virgen y lo transporta hacia un cilindro rotatorio 7 en placa de acero, soportado en cuatro rodillos de

carga 8, que a su vez sirven como sistema motriz para hacer rotar al cilindro y que están soportados sobre una estructura de soporte 9.

El cilindro rotatorio 7 está provisto de un sistema quemador industrial de flama abierta 10 montado al inicio de dicho cilindro rotatorio 7, con el fin de transmitir la energía térmica al RAP y a los aportes de material pétreo virgen. La capacidad calorífica del quemador industrial 10 está en función de los requerimientos de producción de mezcla asfáltica caliente reciclada.

El equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente está equipado con un tanque almacén de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros 11 desde el cual se dosifica la mezcla de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, por medio de una bomba de engranes 12 de tipo volumétrica que efectúa la inyección a través de una tubería 13 hasta la zona de mezclado 24 (ver fig. 2).

Estos materiales RAP, materiales pétreos, asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, en su optima dosificación, y temperatura, llegan a la zona de mezclado 24 (ver fig. 2) dentro del cilindro rotatorio 7 en donde se homogenizan, donde dicha zona de mezclado 24 cuenta con una pluralidad de paletas de mezclado, dispuestas en el perímetro interior del cilindro rotatorio 7, donde dicha pluralidad de paletas se compone de dos series de paletas 23 desfasadas entre sí, una de dicha series de paletas son paletas rectas que cuenta con unos dientes para mezclar, y la segunda serie tiene una forma de "V".

Esta mezcla asfáltica caliente avanza hacia la salida en donde hay un aditamento compuesto por paletas 23b (ver fig. 2), que la expulsan del cilindro rotatorio 7, de ahí pasa a un sistema elevador de mezcla asfáltica reciclada 14, que tiene la función de un transportador de paletas, a un silo de mezcla asfáltica reciclada 15 para su descarga en camiones, para su transportación y aplicación en alguna vialidad.

En la salida del cilindro rotatorio 7 del equipo industrial de reciclado de mezclas asfálticas en caliente se cuenta con un sensor de temperatura 24b (ver fig. 2), que manda la señal al indicador de temperatura de mezcla asfáltica reciclada que se encuentra en el tablero de control 5 para su registro.

El equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente cuenta con un motoreductor con variador de frecuencia 16 por debajo del cilindro rotatorio que por medio de transmisiones y los rodillos de carga 8, provoca la rotación del cilindro 7 del equipo industrial.

El variador de frecuencia es controlado desde el tablero de control 5, con el fin de aumentar o disminuir la velocidad de rotación del cilindro del equipo industrial. Esto con el fin de mantener el control de la temperatura óptima de la mezcla asfáltica reciclada.

Este parámetro es muy importante ya que si la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada es arriba de la temperatura óptima, se procede a aumentar la frecuencia del variador, con el fin de procesar mayor cantidad de material, y de esta forma bajar la temperatura de salida.

En caso contrario de que la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada sea por abajo de la temperatura optima, se procede a bajar la frecuencia del variador, con el fin de que se procese menor cantidad de material, y de esta forma aumentar la temperatura de salida de la mezcla asfáltica reciclada.

El equipo industrial de reciclado de mezclas asfálticas en caliente cuenta además con un tanque almacén de combustibles 17. Es un tanque horizontal cilíndrico en donde se encuentra el combustible líquido industrial para

utilizarse en el sistema quemador industrial 10 del cilindro rotatorio 7 del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente.

5 Dicho cilindro rotatorio 7 comprende un extractor de gases de combustión 18 por donde se descargan los gases de la combustión.

10 Un elemento de medición de peso 19 se dispone por debajo de la banda transportadora 6 a la entrada del cilindro rotatorio 7, el cual registra la cantidad de material RAP y aporte de material pétreo virgen que se va a suministrar en peso al Equipo Industrial de Reciclado de Mezclas Asfáltica en Caliente. El cual a su vez envía una señal a un Indicador de flujo de RAP 34 (ver fig. 3), e indicador de flujo aporte de material pétreo virgen 35 (ver fig. 3), a un tablero de control 5.

15 Haciendo referencia a la figura 2 que muestra una perspectiva convencional del interior del tambor rotatorio del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente. En dicha figura, el cilindro giratorio 7 en su interior está equipado con un helicoide metálico interno 20 que definen las paredes del helicoide 26 un espacio circular en su centro formándose la zona de  
20 conducción de flama 21 a través de su interior y entre dichas paredes metálicas del helicoide se define la zona de conducción de RAP y aporte de material pétreo virgen 27, así mismo se genera la zona de calentamiento indirecto 22. El helicoide ocupa un 30-80 % preferentemente un 60% de la longitud total del cilindro rotatorio. El porcentaje restante está formado por  
25 paletas rectas mezcladoras 23, dispuestas en el perímetro interior del cilindro que dan forma a la zona de mezclado 24, Esta mezcla asfáltica caliente avanza hacia la salida en donde hay un aditamento compuesto por paletas 23b, que la expulsan del cilindro rotatorio 7, en este punto se dispone de un sensor de temperatura 24b, que manda la señal al indicador de temperatura  
30 de mezcla asfáltica reciclada que se encuentra en el tablero de control 5 para su registro. En el punto en donde termina el helicoide e inician las paletas mezcladoras se encuentra el punto la inyección de asfalto - agente

rejuvenecedor mejorado con polímeros 25, esta inyección es por medio de una bomba de engranes volumétrica de Asfalto- Agente rejuvenecedor mejorado con polímeros a través de una tubería de inyección 13, que proviene del tanque de almacenamiento 11 (ver fig. 1).

5

Haciendo referencia a la figura 3 que muestra una perspectiva convencional del tablero de control del equipo industrial para reciclado de mezclas asfálticas en caliente. En dicha figura, el tablero de control 5 comprende medios de control de paro y encendido de motores y motoredutores del equipo industrial 28, medios de control de variadores de frecuencia de motoredutores 29, medios indicadores de amperaje de motores y motoredutores 30, indicadores de temperatura de mezcla asfáltica reciclada 31, medios indicadores de temperatura de asfalto-agente rejuvenecedor 32, indicadores de temperatura del interior del cilindro rotatorio 33, indicadores de flujo de RAP 34, indicadores de flujo de aporte de material pétreo 35, indicadores de flujo de asfalto-agente rejuvenecedor 36 y una pantalla con el diagrama de flujo de operación del equipo industrial 37.

El invento ha sido descrito suficientemente como para que una persona con conocimientos medios en la materia pueda reproducir y obtener los resultados que mencionamos en la presente invención. Sin embargo, cualquier persona hábil en el campo de la técnica que compete el presente invento puede ser capaz de hacer modificaciones no descritas en la presente solicitud, sin embargo, si para la aplicación de estas modificaciones en una estructura determinada o en el proceso de manufactura del mismo, se requiere de la materia reclamada en las siguientes reivindicaciones, dichas estructuras deberán ser comprendidas dentro del alcance de la invención.

30

## REIVINDICACIONES

1.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, caracterizado por comprender; una batería portátil de tolvas de dosificación de RAP y materiales pétreos vírgenes montadas en una estructura de soporte, las cuales comprenden moto-reductores con variador de frecuencia para controlar la dosificación y que envían una señal de un Indicador de flujo a un tablero de control para su registro; por debajo de dicha batería de tolvas se dispone una banda transportadora que recibe el material y lo transporta hacia la entrada de un cilindro rotatorio, el cual es soportado en cuatro rodillos de carga que a su vez sirven como sistema motriz para transmitir el movimiento de un moto-reductor, para hacer rotar al cilindro; un tanque almacén de una mezcla de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros que se dosifica por medio de una bomba de engranes de tipo volumétrica a través de una tubería hacia el cilindro rotatorio que a la salida comprende un sensor de temperatura que manda la señal al indicador de temperatura de mezcla asfáltica reciclada en el tablero de control; un sistema elevador de la mezcla asfáltica reciclada adyacente a una salida del cilindro rotatorio que la conduce a un silo de descarga; un extractor de gases de combustión en el cilindro rotatorio para la descarga de gases de la combustión del quemador; un tanque almacén de combustibles que se emplea en el quemador industrial y un elemento de medición de peso se dispone por debajo de la banda transportadora a la entrada del tambor rotatorio, el cual registra la cantidad de material que se va a suministrar en peso, dicho cilindro comprende; un quemador industrial de flama abierta montado al inicio de éste para transmitir la energía térmica al RAP y a los aportes de material pétreo virgen; una entrada y una salida; un helicoide continuo metálico interno que ocupa el 30 - 80% de la longitud total del cilindro rotatorio, paredes del helicoide forman un espacio circular en su centro formando una zona de conducción de flama, entre dichas paredes del helicoide se define una zona de conducción o avance de RAP y aporte de

material pétreo virgen, en dirección de flama, con forme el cilindro gira, y generando una zona para la transferencia de energía térmica de forma indirecta a los mismos, para que el asfalto solido contenido en el RAP pase a su fase liquida, sin que llegue a la combustión; una zona de inyección del asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, adyacente al termino  
5 del helicoide; una pluralidad de paletas mezcladoras que forman una zona de mezclado, las cuales están dispuestas en el perímetro interior de dicho cilindro y posteriores al helicoide metálico, para la mezcla del RAP y aporte de material pétreo virgen, con el asfalto agente rejuvenecedor modificado con  
10 polímeros inyectado; una pluralidad de paletas de expulsión del material mezclado, adyacentes a las paletas de mezclado, para la posterior expulsión de la mezcla asfáltica caliente la cual ha avanzado de las paletas mezcladoras, a través de la salida del cilindro metálico, donde dichas paletas mezcladoras y de expulsión ocupan el porcentaje restante de la longitud total  
15 del cilindro, de forma que se recicle el 100% del RAP.

2.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho moto-reductor, transmite movimiento a los rodillos de carga que generan la rotación del  
20 cilindro rotatorio; y cuenta con, un variador de frecuencia, dicho variador de frecuencia se controla desde el tablero para regular la velocidad de rotación y controlar la temperatura y capacidad de producción de la mezcla asfáltica reciclada.

25 3.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el asfalto - agente rejuvenecedor es mejorado con polímeros.

30 4.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el helicoide ocupa preferentemente un 60% de longitud total del cilindro rotatorio.

5.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho tanque de almacén de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, consiste en un tanque horizontal cilíndrico con sistema de calentamiento y control de temperatura, y cuenta con sistemas de sensor de temperatura, que envía la señal al indicador de temperatura de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros situado en el tablero de control.

6.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho sistema de dosificación de asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros posee un sensor de flujo que envía una señal al indicador de flujo de asfalto - agente rejuvenecedor mejorado con polímeros que se encuentra en el tablero de control para su registro y control.

7.- Equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente, de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho tablero de control comprende medios de control de paro y encendido de motores y motoredutores del equipo industrial, medios de control de variadores de frecuencia de motoredutores, medios indicadores de amperaje de motores y motoredutores, indicadores de temperatura de mezcla asfáltica reciclada, medios indicadores de temperatura de asfalto-agente rejuvenecedor, indicadores de temperatura del interior del cilindro rotatorio, indicadores de flujo de RAP, indicadores de flujo de aporte de material pétreo, indicadores de flujo de asfalto-agente rejuvenecedor y una pantalla con el diagrama de flujo de operación del equipo industrial.

8.- Un proceso de reciclado de mezclas asfálticas en caliente, caracterizado por que comprende las etapas de:

Proporcionar un equipo industrial para el reciclado de mezclas asfálticas en caliente de cualquiera de las reivindicaciones anteriores;

depositar RAP a reciclar en el sistema de tolvas; depositar en tolvas distintas a la que contiene el RAP el material pétreo virgen; dosificar el material de RAP y el aporte de materiales pétreos por medio del sistema de tolvas, en cantidad óptima; medir el peso del material que se va a suministrar a través de un elemento de medición de peso dispuesto por debajo de la banda transportadora; transportar el material de RAP y el aporte de materiales pétreos a través de la banda transportadora a la entrada del cilindro rotatorio; hacer avanzar dicho material en dirección de la flama del quemador (flujo paralelo) mediante la rotación del cilindro rotatorio desde la entrada al cilindro, hasta su posterior salida, transportar el material depositado en el cilindro a lo largo de la zona inferior del helicoide metálico interno que ocupa el 30 - 80% de la longitud total del cilindro rotatorio, mediante las paredes del helicoide metálico que definen la zona de conducción o avance de material; calentar entre 140-160 grados centígrados el material de forma indirecta, a través de un quemador industrial de flama abierto, montado en el inicio del cilindro rotatorio, el material se protege del fuego directo por medio de las paredes metálicas del helicoide interior del cilindro, para que la transferencia de energía transforme el asfalto contenido en dicho RAP a su fase líquida, sin que llegue a la combustión; inyectar asfalto-agente rejuvenecedor mejorado con polímeros, al material a su posterior avance de la longitud del helicoide metálico, a través de una tubería proveniente del tanque almacén que se conecta en un punto de inyección ubicado al final del helicoide metálico; mezclar el RAP y material pétreo virgen así como el asfalto-agente rejuvenecedor modificado con polímeros mediante las paletas mezcladoras; expulsar del cilindro metálico la mezcla asfáltica caliente reciclada mediante las paletas de expulsión; y expulsar los gases de combustión a través del extractor de gases durante el proceso de reciclado.

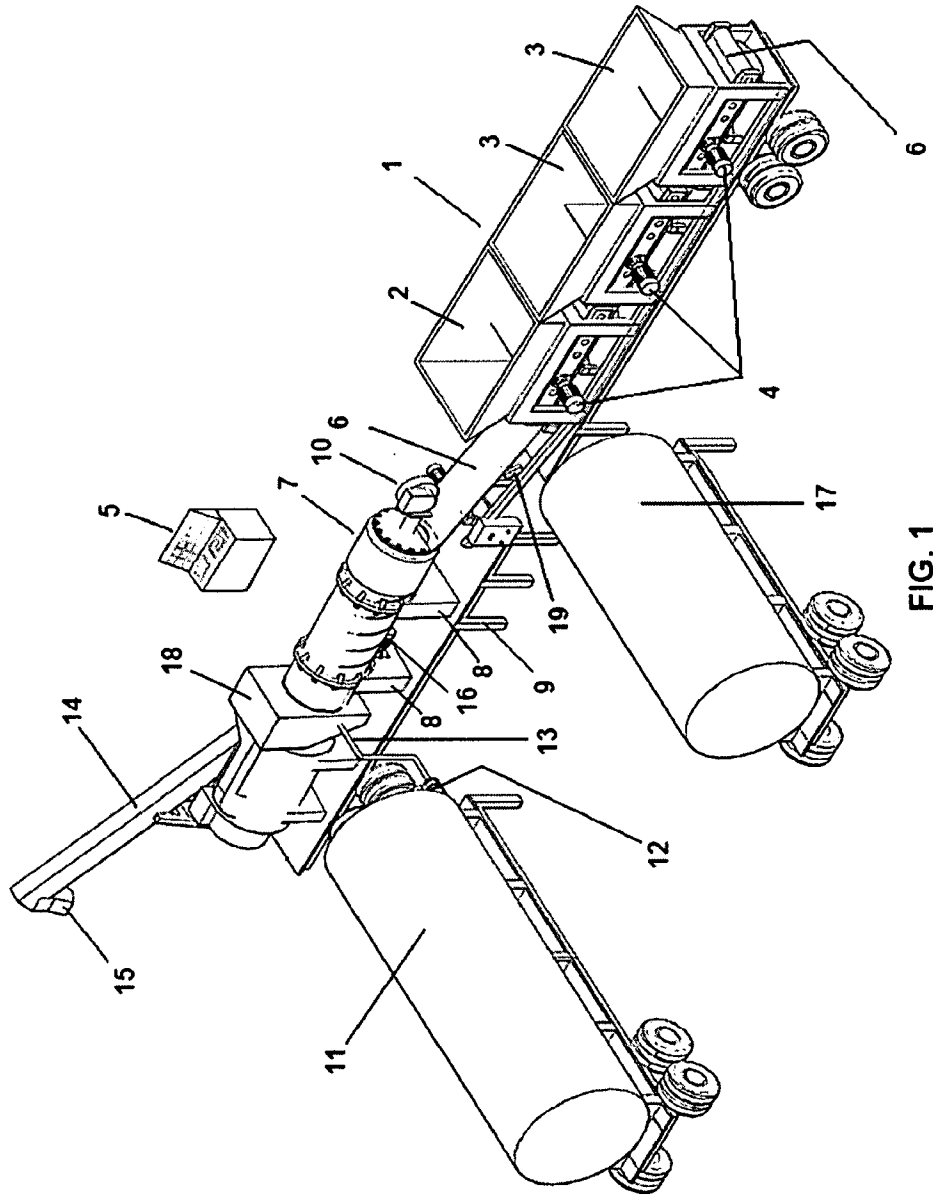


FIG. 1

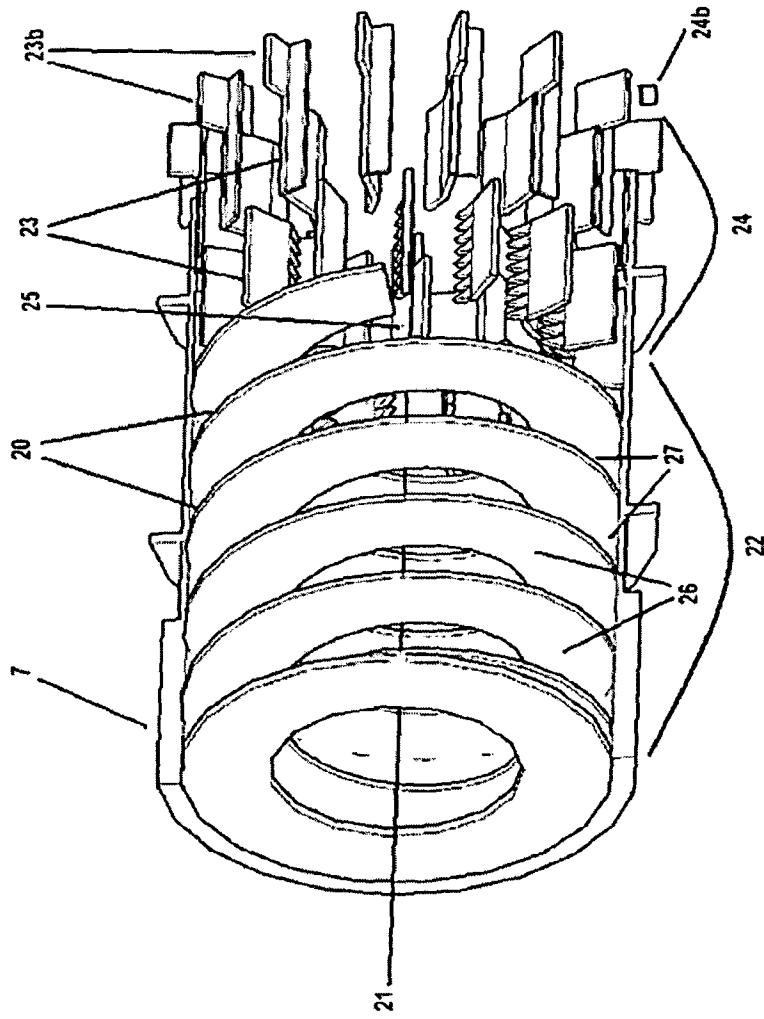


FIG. 2

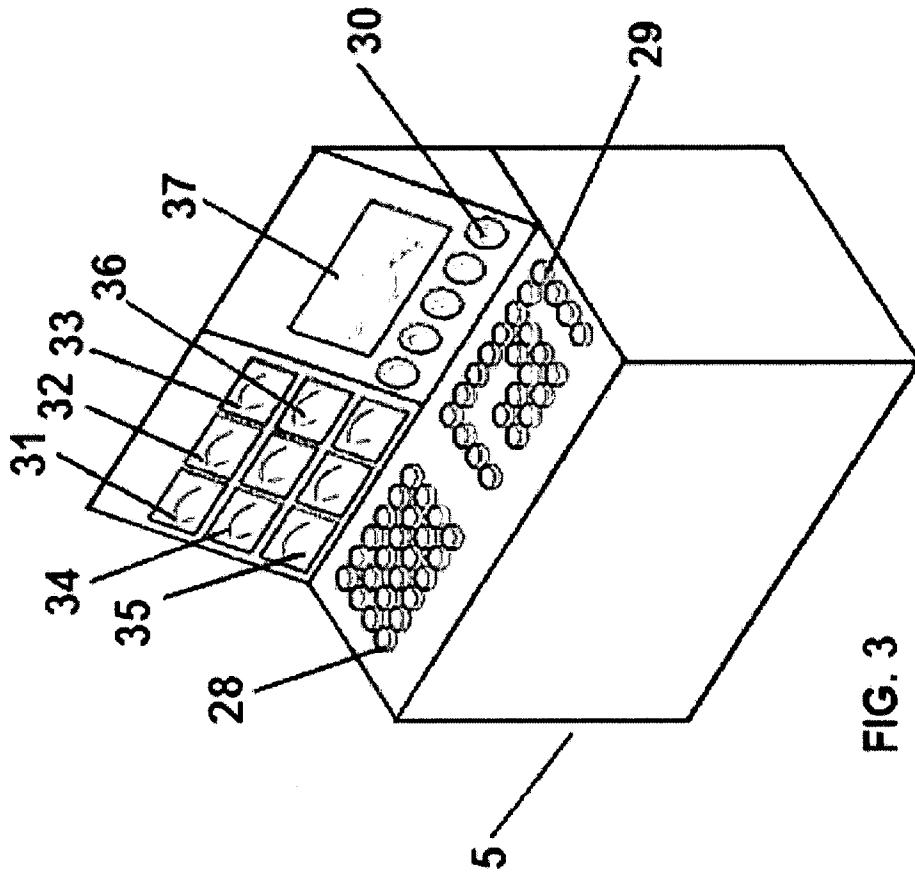


FIG. 3