

DISPOSITIVO CÓNICO DISTRIBUIDOR DE FLUJO UNIFORME DE FLUIDOS

CAMPO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se relaciona con el campo técnico de la ingeniería mecánica de fluidos, en especial con los dispositivos y procesos para la distribución de flujo o mecánica de fluidos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

- 10 La distribución del flujo tiene una importancia significativa en el rendimiento de los dispositivos fluidicos en la ingeniería de procesos, tales como varios tipos de intercambiadores de calor, columnas de burbujas y diferentes tipos de reactores y microrreactores.

- Una distribución de flujo uniforme permite aumentar la eficiencia del proceso, evita
15 la aparición de puntos de máxima concentración, presión o temperatura en regiones de dispositivos fluidos. Por lo tanto, muchas investigaciones han tratado de resolver el problema de la uniformidad del flujo involucrando deflectores, obstáculos o la creación de nuevos distribuidores de flujo eficientes [1].

- Cao Jun et al., 2018 analizaron el rendimiento de un distribuidor de flujo de acuerdo
20 con diferentes ángulos de bifurcación y velocidades de entrada. Su distribuidor de flujo se basa en la teoría de la construcción. Se concluyó que el rendimiento de la distribución del flujo disminuye al aumentar la velocidad de entrada para el mismo distribuidor. Además, la caída de presión más significativa se obtuvo cuando el ángulo de bifurcación es de 90 °.

- 25 Zhiwei Fan et al., 2008 estudiaron el rendimiento de un distribuidor de flujo de construcción tipo placa, también diseñado de acuerdo con la teoría de la construcción para lograr una distribución de flujo uniforme, disminuir la energía de disipación y un tiempo de residencia corto. El distribuidor de flujo consta de una entrada y 16 salidas [2,3].

- 30 La nueva teoría de la construcción propuesta por Bejan et al., 2000 sugiere que el distribuidor de flujo debe tener una estructura tal que un punto esté conectado a un área infinita por canales ramificados, el flujo de retorno se evita por completo y la energía de disipación y el tiempo de residencia son mínimos [4].

- Para los casos de reactores y microrreactores, la hidrodinámica es un tema de vital
35 importancia ya que la eficiencia en la formación o degradación del compuesto puede

verse afectada. Es decir, la hidrodinámica puede ser el mayor obstáculo para escalar un proceso desde un nivel de laboratorio a una escala piloto o industrial, ya que los problemas de transferencia de masa comienzan a cobrar importancia y disminuyen la eficiencia de la reacción. Una distribución uniforme del flujo es el primer paso para evitar problemas de transferencia de masa y mantener la eficiencia del proceso.

Mazur et al., diseñaron un sistema de distribución de flujo basado en un esquema de bifurcación fractal que logra una alta uniformidad del flujo de salida y densidad de empaquetamiento, al mismo tiempo satisface las restricciones de fabricación aditiva [5].

Mendonça et al., [6] realizaron un estudio numérico de diferentes diseño de distribuidores de flujo para plantas microquímicas teniendo como variables la altura del distribuidor, la presencia o no de obstáculos internos, se concluye que el diseño de un distribuidor de flujo puede llegar a reducir el rendimiento de las plantas e microquímicos.

En el campo de las patentes, por ejemplo, se observa el documento EP2539620A1, el cual, revela un dispositivo para la distribución de líquidos, con dos placas circulares (1, 6) que determinan una cámara distribuidora cilíndrica plana intermedia (12), una entrada de líquido (3) dispuesta en una de las placas (1) limitadoras de la cámara de distribución (12) y varias salidas de líquido (7) en la placa (6) dispuesta en oposición, caracterizado porque entre las salidas de líquido (7), unos salientes (19, 20) que se estrechan radialmente hacia dentro, los cuales se introducen en la cámara de distribución (12) limitan la cámara de distribución (12) sustancialmente en forma de estrella.

La patente EP3855059A1 divulga un divisor de flujo pasivo (1) para proporcionar salidas (1") que comprende:- al menos una entrada (21) para una entrada (1') y una pluralidad de salidas (41) para dichas salidas (1"),- una carcasa (10) que encierra un espacio de entrada (20) y un espacio de descarga (40) separados entre sí por una partición principal (30), - un extremo común (35) ubicado en una interfaz entre el espacio de entrada (20) y el espacio de descarga (40), comprendiendo el espacio de entrada (20) un deflector (25) dispuesto entre dicha entrada (21) y el extremo común (35), comprendiendo el espacio de descarga (40) una pluralidad de cámaras de distribución (45) adyacentes entre sí y estando dispuesta cada cámara de distribución (45) para conducir un flujo de salida (1") desde el extremo común (35) a una de las salidas (41).

En este contexto, se observa que los distribuidores de flujo convencionales presentan puntos de alta presión. Además, la velocidad de flujo no es uniforme en las ramificaciones lo cual hace que se necesiten válvulas adicionales para lograr la uniformidad.

Por lo anterior, la presente invención aporta una solución que permite lograr la distribución uniforme de fluidos.

OBJETOS DE LA INVENCION

- 5 En único objeto, la presente invención revela un dispositivo distribuidor de flujo uniforme de fluidos que presenta una geometría cónica.

El dispositivo está compuesto por tres piezas ensambladas, donde el primer componente, es un reservorio (100) que presenta geometría cilíndrica general con una entrada de fluido (110). En la modalidad preferida de la invención, dicha entrada
10 de fluido presenta un diámetro de 33 mm.

El segundo componente es un cuerpo interno cónico de salida del fluido (200) que presenta una estructura que tiene canales de salida (210) ubicados de forma equidistante y un vértice (220) en forma de cono que se acopla con el reservorio (100). En el cuerpo interno cónico de salida del fluido (200) se rompe el flujo de
15 entrada del fluido a tratar.

El cuerpo interno cónico de salida del fluido (200) presenta un número determinado de canales de salida (210), dependiendo del tamaño del dispositivo.

En la modalidad preferida de la invención, el cuerpo interno cónico de salida del fluido (200) presenta entre 2 a 12 canales de salida (210). En la modalidad
20 particularmente preferida reportada en los ejemplos de realización, el cuerpo interno cónico de salida del fluido (200) presenta 4 canales de salida (210).

La configuración del dispositivo marca un cambio de ritmo intencional, en forma diagonal, con el propósito de dar espacio al tercer componente que es un anillo O´ring cuya funcionalidad es garantizar el cierre hermético del dispositivo.

- 25 En la modalidad preferida de la invención, los componentes del dispositivo son fabricados en PLA (ácido poliláctico), usando impresión 3D.

El objeto anteriormente descrito, al igual que los objetos adicionales a que hubiere lugar, serán expuestos al detalle y con la suficiencia necesaria en el capítulo descriptivo que se divulga a continuación, el cual constituirá el fundamento del
30 capítulo reivindicatorio.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS.

FIGURA 1. Muestra un esquema del componente reservorio (100) del distribuidor, donde se observa el orificio de entrada (110) del fluido a tratar.

FIGURA 2. Muestra un esquema con diferentes vistas del componente compacto interno cuerpo de salida (200) del distribuidor con una modalidad de canales (210) y el vértice de geometría cónica (220).

FIGURA 3. Muestra un esquema del dispositivo distribuidor de flujo con sus componentes y su ensamble.

FIGURA 4. Muestra una realización de aplicación del dispositivo distribuidor de flujo conectado a una red de tuberías.

FIGURA 5. Muestra una simulación de la velocidad de flujo donde se observa la uniformidad en las salidas y la distribución de dicha velocidad dentro del dispositivo. Las zonas rojas son de mayor velocidad. Se observa que alrededor del cuerpo de salida (200) -cono interno-, se mantiene una alta velocidad hasta la salida del fluido del distribuidor de flujo.

FIGURA 6. Muestra una simulación de los campos de presión del fluido dentro del dispositivo.

FIGURA 7. Muestra una simulación, donde en la imagen izquierda se observa la superficie de flechas que corresponden a los campos de velocidad del fluido dentro del dispositivo, mientras que en la imagen derecha se observa la magnitud de dicha velocidad.

FIGURA 8. Muestra una realización de aplicación del dispositivo distribuidor de flujo, acoplado a un reactor fotocatalítico para el tratamiento de aguas residuales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención surge como respuesta a la necesidad de proveer soluciones para la distribución de fluidos y líquidos, favoreciendo la uniformidad en la división de los canales, minimizando puntos de concentración, focos de altas temperatura o máxima presión, evitando volúmenes muertos, disminuyendo la caída de presión y la velocidad del flujo, entre otros.

Las anteriores variables resultan de vital importancia en procesos de ingeniería de fluidos para mantener la eficiencia de los procesos.

La descripción de la realización de la presente invención no pretende limitar su alcance, sino servir como un ejemplo particular de la misma. Se espera que una persona versada en la materia comprenda que las modalidades equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la presente invención en su forma más amplia

La presente invención revela un dispositivo distribuidor de flujo que presenta canales de salida paralelos y una estructura de geometría cónica.

El dispositivo de la invención consta de tres componentes estructurales principales. El primer componente es un reservorio (100) que presenta geometría cónica, en donde entra el fluido o líquido a tratar, a través de un orificio de entrada (110), donde luego, el fluido pasa (sube) por las paredes del reservorio (100), de manera uniforme.

En la modalidad particularmente preferida de realización de la invención, el orificio de entrada (110) del reservorio cónico presenta un diámetro de 33 mm.

La geometría cónica del reservorio (100) evita los volúmenes muertos. El diseño del reservorio contempla un cambio abrupto de diámetro que facilita su acople con el segundo componente.

El segundo componente estructural principal del dispositivo de la invención, es un cuerpo compacto de salida (200) del fluido a tratar, donde dicho cuerpo de salida del fluido (200) presenta una estructura compacta, de geometría cónica, que tiene canales paralelos (210) y equidistantes como derivación a la entrada unificada (110) del reservorio (100).

Además, el cuerpo de salida (200) presenta un vértice de geometría cónica (220) ubicado en la parte posterior de los canales paralelos (210) por donde se efectúa la salida del fluido objeto de tratamiento, el cual sale del dispositivo luego de chocar con dicho vértice (220).

En la modalidad particularmente preferida de realización de la invención, cada canal (210) presenta un diámetro de 17mm.

El cuerpo compacto de salida (200) del distribuidor de flujo puede tener desde 2 hasta 12 canales (210) de salida, ubicados en forma equidistante alrededor de la circunferencia. La equidistancia en los canales (210) de salida permite obtener perfiles de flujo de velocidad desarrollados luego de la salida del fluido del distribuidor.

La configuración de los canales de salida (210) es muy versátil en los casos en los que se pretenda aumentar el área expuesta, (por ejemplo, radiación, superficie o fluido caliente, catalizador, entre otras), del fluido objeto de tratamiento por el distribuidor de flujo.

Este tipo de configuración, a su vez, es muy versátil en los casos en los que se pretenda alimentar diferentes sistemas reactivos, tanques y/o procesos con el mismo fluido, con las mismas composiciones y condiciones hidrodinámicas. Por otra parte, la configuración presentada por los canales de salida (210) permite concentrar o unificar en el dispositivo distribuidor revelado por la presente invención, diferentes corrientes provenientes de procesos en la industria o cualquier tipo de actividad que impliquen el manejo de fluidos.

En conclusión, el cuerpo de salida (200) tiene dos funciones: disminuir el porcentaje de volumen retenido en el reservorio y contribuir a una distribución uniforme de la salida del fluido a través de los canales (210).

5 El dispositivo tiene, además, un tercer componente, que corresponde a un anillo o-ring (300) que favorece el sellado hermético entre el reservorio (100) y el cuerpo de salida (200). El anillo (300) evita las posibles fugas de fluido dentro del dispositivo, para lo cual presenta mecanismos de sujeción del tipo tornillos.

En la modalidad particularmente preferida de la invención, el anillo (300) presenta cuatro tornillos que sujetan el acople entre el reservorio (100) y el cuerpo de salida
10 (200), cuya tolerancia está alrededor de 0.2 mm.

Los ejemplos que se describen a continuación son presentados con el objetivo de describir los aspectos preferidos de la invención, pero no constituyen una limitación al alcance de esta.

15 **Ejemplo 1. Llenado de tanques en un proceso.**

El llenado de tanques es una típica operación que se realiza a nivel industrial en muchos procesos, ya sea para la adecuación de la materia prima o para la división de un producto al cual se le agregan reactivos adicionales.

Los típicos distribuidores que se encuentra en el mercado son de tipo lineal. Esto
20 hace que por principios hidrodinámicos el flujo del fluido prefiera ir por las vertientes del centro, mientras que en las esquinas la velocidad de flujo tiende a ser menor, por lo cual, se generan muchas pérdidas, por lo que el requerimiento de bombeo se hace mayor; adicionalmente, habrá desigualdad en el tiempo de llenado de cada recipiente.

25 El dispositivo cónico distribuidor de flujo de la invención evita que esto suceda, gracias a su geometría cónica, donde el cuerpo de salida distribuye uniformemente el flujo, generando menores caídas de presión. en la Figura 4 se observa una realización de conexión del dispositivo distribuidor a una red de tuberías.

El distribuidor de flujo de la invención funciona como un accesorio para tuberías
30 como lo haría una T o un codo. Inicialmente, se conecta a la tubería de entrada con medida de ½ pulgada, y a las tuberías de salida (4 salidas de 1 pulgada); posteriormente, al encender la bomba, el fluido que se desplaza por la tubería, se encuentra con el cuerpo de salida de geometría cónica interno que rompe la inercia y facilita la uniforme distribución por las salidas (canales) del dispositivo como se
35 observa en la figuras 5 y 6 donde se simula la operación.

En la Figura 6 se aprecia las líneas de presión en el dispositivo, se puede ver una zona de máxima presión a la entrada, (lo cual es normal); sin embargo, a medida que va avanzando el fluido, las líneas de presión se hacen más uniformes hasta la salida.

- 5 En la Figura 7, se observa en la imagen izquierda la superficie de flechas que corresponden a los campos de velocidad del fluido dentro del dispositivo, mientras que en la imagen derecha se observa la magnitud de velocidad. En consecuencia, resulta evidente que las salidas presentan uniformidad en su distribución, lo cual, indica uniformidad en los flujos de cada salida, mejorando la hidrodinámica de los
- 10 procesos.

EJEMPLO 2.

- El tratamiento de aguas es de vital importancia para mantener el medio ambiente y reducir la contaminación, es por eso que se han realizado muchos esfuerzos en
- 15 descubrir no solo nuevos procesos que sean más efectivos que los actuales, sino también equipos robustos con mayor eficiencia ya que fenómenos como la transferencia de masa y la hidrodinámica se ven afectadas.

- El distribuidor de flujo de geometría cónica revelado por la presente invención es susceptible de adaptación a reactores para el tratamiento de aguas residuales
- 20 (Figura 8), teniendo en consideración que disminuye las limitaciones de transferencia de masa, mejora la hidrodinámica y mantiene uniforme el flujo, lo que favorece la eficiencia del proceso, al mejorar aspectos como la transferencia radiativa.

- 25 Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Referencias

1. X. Wu, Z. Gao, H. Meng, Y. Wang, C. Cheng, Experimental study on the uniform distribution of gas-liquid two-phase flow in a variable-aperture deflector in a parallel flow heat exchanger, *Int. J. Heat Mass Transf.* 150 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119353>.
2. H. Liu, P. Li, J. Van Lew, CFD study on flow distribution uniformity in fuel distributors having multiple structural bifurcations of flow channels, *Int. J. Hydrogen Energy*. 35 (2010) 9186–9198. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.06.043>.
3. J. Cao, M. Kraut, R. Dittmeyer, L. Zhang, H. Xu, Numerical analysis on the effect of bifurcation angle and inlet velocity on the distribution uniformity performance of consecutive bifurcating fluid flow distributors, *Int. Commun. Heat Mass Transf.* 93 (2018) 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2017.04.017>.
4. C. Pistoresi, Y. Fan, L. Luo, Numerical study on the improvement of flow distribution uniformity among parallel mini-channels, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 95 (2015) 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2015.05.014>.
5. Maciej Mazur. Tejas Bhatelia. Benny Kuan. Jim Patel. Paul A. Webley. Milan Brandt. Vishnu Pareek. Ranjeet Utikar, Additively manufactured, highly-uniform flow distributor for process intensification, *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*. 143 (2019) 107595.
6. Mariana Garcia Mendonça Lopes. Harrson Silva Santana. Vinícius Felix Andolphato. João Lameu Silva Jr. Osvaldir PereiraTaranto. CFD analysis of flow distributor designs for numbering-up of biodiesel synthesis, *Chemical Engineering Research and Design*, 138, 458-471.

