

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 203 439**

21 Número de solicitud: 201731494

51 Int. Cl.:

F28D 20/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

05.12.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.01.2018

71 Solicitantes:

**WGA WATER GLOBAL ACCESS, SL (33.3%)
Avinguda del Jovell 10
AD400 Sispony AD;
HANGANU, Dan Alexandru (33.3%) y
NOMEN CALVET, Juan Eusebio (33.3%)**

72 Inventor/es:

**HANGANU, Dan Alexandru y
NOMEN CALVET, Juan Eusebio**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Cámara intercambiadora de calor latente**

ES 1 203 439 U

DESCRIPCIÓN

Cámara intercambiadora de calor latente

Objeto

La presente invención se refiere a una cámara de intercambio de calor latente, evaporadora
5 en su cara interior y condensadora en su cara exterior, aplicable a dispositivos de destilación.

Estado de la técnica

Los problemas técnicos a resolver son:

- 10 - Los actuales intercambiadores de calor latente horizontales de carcasa y tubos o cámaras con tubos o carcasas lisos o corrugados que funcionan en su cara evaporadora exterior, en régimen de fina película descendente del fluido líquido a evaporar tienen el coeficiente de transferencia de calor latente limitado por la resistencia térmica de la fina capa descendente de líquido. El uso de tubos o cámaras con superficies corrugadas aumenta la superficie de intercambio y crea eficientes efectos de turbulencia en el flujo de
15 líquido que mejoran las prestaciones térmicas, pero el coeficiente de transferencia agregado sigue estando limitado por la resistencia de la capa de líquido. El actual diferencial de temperatura que requieren estos dispositivos entre la temperatura del vapor evaporado en la cara evaporadora exterior y la temperatura del vapor condensado sobre la cara condensadora interior también está condicionado por la resistencia térmica de la fina capa descendente de fluido líquido, especialmente cuando se trata de agua o soluciones acuosas.
- 20 - Los actuales intercambiadores de calor latente verticales de tubos y carcasa con tubos lisos o corrugados que funcionan en su cara exterior como condensadores y en su cara interior como evaporadores en régimen de película descendente tienen el coeficiente térmico de transferencia de calor latente limitado por la resistencia térmica de las capas de
25 líquido en ambas caras del tubo intercambiador. El uso de tubos corrugados en ambas caras, double fluted, mejora el coeficiente térmico agregado, pero este coeficiente sigue estando limitado por las resistencias de las capas de líquido. El actual diferencial de temperatura entre ambas caras de los tubos de estos dispositivos también está condicionado por la resistencia térmica de las capas de líquido que cubren, al menos en
30 parte, ambas caras de la pared del tubo vertical, especialmente cuando se trata de agua o soluciones acuosas.

- Los actuales intercambiadores de calor con tubos condensadores- evaporadores en régimen de condensación capilar en su cara interior y de evaporación capilar en su cara exterior presentan problemas prácticos de aporte del fluido líquido a evaporar sobre la cara exterior evaporadora. Es muy difícil conseguir un aporte de líquido que no rebose los microsurdos o las microranuras, cuando se intenta hacer sobre la cara exterior evaporadora de un haz de los actuales tubos condensadores- evaporadores. Esta dificultad de aporte del fluido para que se introduzca ordenadamente dentro de las estructuras capilares de la cara exterior evaporadora provoca la aparición de finas capas descendentes por exceso de aporte de fluido líquido sobre los capilares evaporadores o provoca la aparición de zonas secas cuando el aporte es insuficiente. Ambos fenómenos limitan el coeficiente real de intercambio de calor latente de estos intercambiadores de calor latente.

Sumario

La presente invención busca incrementar el coeficiente de transferencia de calor latente y reducir el diferencial de temperatura entre la cara condensadora y la cara evaporadora de un intercambiador de calor latente mediante una cámara de intercambio de calor latente, como está definida en las reivindicaciones.

La cámara de intercambio de calor latente tiene las características siguientes:

- Es una cámara con un nivel de estanqueidad suficiente para mantener un diferencial entre la temperatura y presión en su interior y la temperatura y presión en la carcasa que contiene a dicha cámara.

- Se puede utilizar en un intercambiador de configuración horizontal o de configuración vertical

- Su cara exterior es condensadora y en ella se libera el calor latente de condensación. Su cara interior es evaporadora y en ella se absorbe el calor latente de evaporación.

- Su cara interior evaporadora está cubierta de micro ranuras o microsurdos dentro de los cuales fluye el líquido a evaporar, formando meniscos con una interfase líquido vapor cóncava.

- Su cara exterior condensadora está cubierta de microsurdos, u otra estructura capilar, sobre los que el vapor a condensar se condensa en régimen de condensación capilar formando meniscos con una interfase líquido vapor cóncava.

- La pared de la cámara tiene una sección en zigzag, almenado u ondulado de forma que el menisco condensador y el menisco evaporador quedan yuxtapuestos en ambas caras de la pared de la cámara, o separados por un corto trayecto térmico entre ambos meniscos.

- Se logra reducir o eliminar las capas de líquido térmicamente aislante en el trayecto térmico desde el calor latente de condensación liberado en la cara exterior y el calor latente absorbido en la cara interior, gracias a la combinación de los siguientes elementos:

5 - Los microsurcos u otra estructura capilar de la cara condensadora tienen la forma, inclinación y sección necesarias para evacuar el líquido condensado, de modo que entre el menisco condensador y el extremo de la estructura capilar que lo alberga, exista una zona libre de capas de líquido.

10 - Los microsurcos o micro ranuras de la cara evaporadora tienen la forma, inclinación y sección necesarias para evacuar una salmuera con la concentración de sales deseada y para conseguir que entre el menisco evaporador y el extremo del microsurco o micro ranura que lo alberga, exista una zona libre de líquido a lo largo de todo el microsurco o micro ranura.

15 - El aporte ordenado dentro de los microsurcos o micro ranuras del líquido a evaporar. Este aporte ordenado del líquido a evaporar se consigue mediante la combinación de tres factores:

- Un sistema de aporte controlado del líquido a evaporar dentro de la cámara.

- La evaporación en confinamiento dentro de la cámara

- La estructura capilar sobre la cara evaporadora

20 La combinación de estos tres factores dan lugar a un eficiente proceso dinámico de redistribución del líquido a evaporar. Se basa en el hecho que si el líquido a evaporar está bien dispuesto en el interior del microsurco o micro ranura, con sus meniscos, entonces la evaporación se produce desde el extremo del menisco sin generar ebulliciones en masa con salpicaduras. Es un proceso estable, no explosivo. Mientras que si el líquido rebosa por encima de la estructura capilar y forma una capa de líquido, entonces la evaporación es en ebullición y provoca salpicaduras enérgicas que reducen la capa de líquido y salpican otras zonas de la superficie evaporadora. Este proceso de redistribución de los rebosamientos o capas de líquido es dinámico, a alta velocidad.

30 La combinación de una buena dosificación del líquido mediante el sistema de aporte y el proceso dinámico de redistribución resultante, a su vez, de la combinación de la evaporación confinada en el interior de la cámara y la estructura capilar que la cubre, permite la reducción o eliminación de capas de líquido sobre la cara evaporadora. El correcto diseño de la estructura capilar sobre la cara condensadora elimina las capas de líquido sobre la cara condensadora.

La ausencia de capas de líquido con resistencia térmica en el trayecto entre el punto de liberación de calor latente de condensación y el punto de absorción de calor latente de evaporación elimina las imposiciones de los correspondientes diferenciales de temperatura para superar las resistencias térmicas y permite conseguir mayores coeficientes de transferencia de calor latente del intercambiador.

Breve descripción de las figuras

Una explicación más detallada de la invención se da en la descripción que sigue y que se basa en las figuras adjuntas:

10 Figura 1 muestra un corte transversal de la cámara de intercambio de calor latente y de su sistema interno de aporte de líquido a evaporar. Así como una vista de la pared exterior de la cámara de intercambio de calor latente cubierta, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar.

15 Figura 2 muestra un corte longitudinal de la cámara de intercambio de calor latente y un detalle ampliado de su sección en zigzag

Figura 3 muestra un corte transversal de un dispositivo horizontal de carcasa y cámaras, con las cámaras colocadas en hileras superpuestas

Figura 4 muestra un corte transversal de una cámara con sección irregular ondulada y con una vista de su cara exterior con micro ranuras o microsurcos.

20 Descripción

Las figuras 1 y 2 muestran una cámara 1 de intercambio de calor latente condensadora en su cara exterior y evaporadora en su cara interior.

25 La cara exterior de la cámara de intercambio de calor latente está cubierta 4, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar en los que el vapor se condensa en régimen de condensación capilar. El líquido condensado sobre la cara exterior forma meniscos 8 con una interfase líquido vapor cóncava. Sobre este menisco se produce la condensación capilar y se libera energía en forma de calor latente.

30 La cara interior de la cámara de intercambio de calor latente está cubierta, al menos en parte, de microsurcos o micro ranuras en los que el líquido a evaporar fluye ordenadamente, formando meniscos 7 con una interfase líquido vapor cóncava. Desde el extremo superior de estos meniscos 7 se produce la más eficiente evaporación y se absorbe el calor latente.

La cámara de intercambio de calor latente condensadora en su cara exterior y evaporadora en su cara interior se puede disponer en una configuración horizontal como muestra la figura 1 o en una configuración vertical. Una forma de realización es con los microsurcos o micro ranuras paralelos al eje de la cámara en caso de su instalación en vertical. Otra forma de realización es con los microsurcos o microranuras perpendiculares al eje de la cámara en caso de instalación en horizontal.

La cámara de intercambio de calor latente tiene una sección 1 ovalada como se muestra en la figura 1 o también puede tener una sección rectangular, circular o irregular como se muestra en la figura 4. La sección es un parámetro que dependerá de las características del dispositivo en el que se incorpore el intercambiador de calor y de la destilación a realizar.

Para las cámaras funcionando en horizontal, en el interior de la cámara se incorpora al menos un mecanismo de aporte 2 del líquido a evaporar cuyo exceso 3 de evacua desde la zona inferior de la cámara de intercambio. Este mecanismo de aporte 2 del líquido a evaporar puede ser tipo ducha, aspersion, spray o nebulización para crear una pulverización o neblina que moje los microsurcos o micro ranuras, formando meniscos.

Para las cámaras funcionando en vertical, además de un sistema de aporte 2 del líquido a presión, se pueden utilizar sistemas gravitacionales de aporte del líquido a evaporar a lo largo de la cara interior.

La evacuación del exceso de líquido 3 sobrante y del vapor liberado en el proceso de evaporación se hace desde al menos uno de los extremos de la cámara o de aperturas específicas de la cámara para estas funciones.

La figura 2 muestra una sección longitudinal 5 de la pared de la cámara de intercambio de calor latente y una ampliación de su sección 6 en zigzag para yuxtaponer o aproximar el menisco evaporador 8 al menisco evaporador 7. Esta aproximación de los meniscos también se puede conseguir con una sección en almenado u ondulada.

La cara interior de la cámara de intercambio de calor latente está cubierta de microsurcos o micro ranuras en los que el líquido a evaporar forma un menisco 7 con una interfase líquido vapor cóncava. Desde el extremo superior de este menisco 7 se produce la más eficiente evaporación del líquido a evaporar. La sección del microsurco o micro ranura y su inclinación son suficientes para que entre el extremo de este menisco 7 y el extremo del microsurco o microranura que lo alberga se encuentra una zona libre de capas o películas de líquido.

La cara exterior de la cámara de intercambio de calor latente está cubierta de microsurcos u otras estructuras capilares en las que el vapor se condensa en régimen de condensación capilar y forma meniscos 8 con una interfase líquido vapor cóncava. La sección del microsurco u otra estructura capilar y su inclinación son suficientes para que entre el extremo del menisco 8 de líquido condensado y el extremo de la estructura capilar que lo alberga, existe una zona libre de capas o películas de líquido.

La cámara 1, 5 de intercambio de calor latente con evaporación capilar en su interior y condensación capilar en su exterior minimiza la formación de películas de líquido, térmicamente aislantes, por la combinación de los factores siguientes:

10

1- Entre el extremo del menisco condensador 8 y el extremo de la estructura capilar de la cara exterior de la pared queda una zona libre de capas de líquido condensado por la que se transfiere de manera eficiente la energía liberada en forma de calor latente de condensación. En la cara interior evaporadora también existe una zona libre de capas de líquido entre el extremo del menisco 7 de líquido a evaporar y el extremo de la estructura capilar que lo alberga. De modo que existe un eficiente trayecto térmico 9, libre de capas de líquido, entre la parte exterior del menisco 8 condensador donde se libera el calor latente de condensación en la cara exterior y el extremo superior del menisco 7 de líquido a evaporar sobre la cara interior, donde se absorbe el calor latente.

20

2- El aporte del líquido sobre la cara evaporadora interior no se hace en régimen de película descendente. El líquido a evaporar se aporta al interior de los microsurcos o micro ranuras por los que fluye formando meniscos. En una configuración horizontal de la cámara de intercambio de calor latente, se incorpora al menos una canalización 2 en el interior de la cámara y unos dispositivos de distribución del líquido a evaporar. Unas formas de esta distribución del líquido pueden ser por ducha, aspersion, espray o nebulización creando unas micro gotas o neblina dentro de la cámara que moja todos los microsurcos o micro ranuras.

En una configuración vertical de la cámara de intercambio de calor latente, también se pueden utilizar sistema de aporte gravitacional del líquido a evaporar dentro de la cámara

Tanto en una configuración horizontal como vertical de la cámara de intercambio de calor latente, la evaporación en el interior de la cámara se produce en confinamiento. La combinación de la evaporación en confinamiento en el interior de la cámara junto con la capilaridad de la cara interior produce un proceso dinámico de redistribución del líquido a evaporar. Las ebulliciones espontáneas en las zonas con desbordamientos de líquido por

encima de la estructura capilar salpican el resto de la superficie, mojando las zonas que han podido quedar secas. Estos fenómenos de agitación espontánea del líquido sólo se producen cuando hay desbordamientos por encima de la estructura capilar. En estos desbordamientos su produce una capa de líquido que cubre la cara evaporadora. En esta
 5 capa de líquido se producen evaporaciones en masa o desde el interior de la capa de líquido que son explosivas y generan salpicaduras. Estas salpicaduras redistribuyen el líquido mojando zonas que se pueden haber secado. Cuando el líquido está bien posicionado dentro del capilar y forma meniscos 7, entonces la evaporación se produce desde el extremo superior del menisco, sin ebullición explosiva. De modo que un sistema de aporte de líquido
 10 2 con el caudal necesario, combinado con la estructura capilar en la cara evaporadora interior de la cámara y combinado con la evaporación en confinamiento en el interior de la cámara, crea una proceso de reordenamiento dinámico del líquido tendente a uniformizar el flujo del líquido a evaporar dentro de los microsuros o micro ranuras en un régimen estable de evaporación desde el extremo de los menisco 7, sin capas de líquido que rebosen por
 15 encima de la estructura capilar.

De modo que entre el punto en el que se desprende el calor latente de condensación sobre el menisco 8 y el punto de absorción del calor latente de evaporación en el extremo del menisco 7, la energía se transfiere por un trayecto térmico 9 libre de capas de líquido y libre de las resistencias térmicas que imponen estas capas de líquido.

20 Este trayecto 9 libre de capas o películas de líquido también se produce teóricamente en los tubos evaporadores-condensadores con estructuras capilares en su cara interior condensadora y en su cara exterior evaporadora. Pero en la práctica, cuando estos tubos se colocan formando un haz de tubos, el acceso sobre la cara exterior de los tubos dentro del haz es difícil y el aporte del líquido sobre la cara exterior evaporadora acaba desbordando
 25 los microsuros y formando ciertas películas descendentes y zonas secas que afectan el coeficiente de transferencia de calor. Para evitar este problema de aporte del fluido dentro de los microsuros de la cara evaporadora, es fundamental invertir el posicionamiento de la cara evaporadora y colocarla, en confinamiento, en el interior de la cámara de intercambio de calor latente.

30 La agitación originada por el confinamiento de la evaporación también limita los fenómenos de formaciones de precipitaciones o de incrustaciones de sales o de materia orgánica, creando un efecto de autolimpieza o de evitación de ensuciamiento. Especialmente cuando se trabaja a muy baja temperatura y en condiciones de vacío.

El confinamiento de la zona evaporadora dentro de la cámara también facilita los procesos periódicos de limpieza química, asegurando que toda la superficie evaporadora quede sumergida de líquido limpiador durante el plazo de tiempo programado. El sistema de aporte 2 también permite aplicaciones periódicas de limpieza a presión dentro de la cámara.

5

Las cámaras de intercambio de calor latente pueden tener una altura igual al diámetro de la carcasa que las alberga o puede tener una altura menor. La figura 3 muestra un corte transversal de un dispositivo de carcasa con cámaras horizontales agrupadas en hileras y colocadas en pisos superpuestos. La altura de la cámara se puede adaptar a los
10 condicionantes de la destilación a hacer. Su altura puede ser, entre otros factores, función de la combinación del caudal que puede fluir por el microsurco o micro ranura, del ratio de evaporación y de la concentración a la que se quiera dejar el resto de líquido evaporado.

La figura 4 muestra un corte transversal y una visión de la cara exterior de una cámara cubierta de micro ranuras con una sección10 irregular ondulada. Esta sección 10 permite
15 que la cámara ocupe un volumen similar al que ocupa un haz de tubos.

Las cámaras de intercambio de calor latente con condensación capilar en su cara exterior y evaporación desde el extremo del menisco en los capilares en su cara interior y con la eficiente distribución del fluido dentro de los microsurcos o micro ranuras que se consigue en un régimen de evaporación en confinamiento en el interior de la cámara permiten:

20 1- Conseguir coeficientes de transferencia de calor latente superiores al de los actuales intercambiadores de calor latente;

2- Trabajar con diferenciales de temperatura entre la temperatura del vapor condensado en la cara exterior y la temperatura del vapor evaporado en la cara interior de hasta sólo 0,2°C más el salto de temperatura requerido por la elevación del punto de ebullición de la
25 solución salina a evaporar;

3- Conseguir estos coeficientes de transferencia y diferenciales de temperatura trabajando a temperaturas bajas. Concretamente, para el caso de dispositivos de desalinización, trabajando con temperaturas que pueden ser similares o próximas a la temperatura ambiente del líquido a desalinizar.

REIVINDICACIONES

1- Cámara de intercambio de calor latente (1) condensadora en su cara exterior y evaporadora en su cara interior; caracterizada por que la cara exterior de esta cámara está
5 cubierta, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar en los que la condensación se efectúa en régimen capilar y se forman meniscos (8) de líquido condensado con una interfase líquido vapor cóncava; la cara interior de la cámara está cubierta, al menos en parte, de microsurcos o micro ranuras en los que fluye el líquido a evaporar y forma meniscos (7) con una interfase líquido-vapor cóncava y la evaporación se
10 produce desde el extremo superior del menisco donde se produce la más eficiente evaporación; la combinación de una superficie evaporadora cubierta de una estructura capilar y de un régimen de evaporación en confinamiento en el interior de la cámara que permite un proceso dinámico de ordenamiento del líquido a evaporar dentro de los microsurcos con sus meniscos evaporadores y la reducción o eliminación de películas de
15 líquido y de zonas secas ; y dispone de trayectos térmicos (9) libres de capas de líquido entre la superficie del menisco condensador (8) donde se desprende el calor latente de condensación y el extremo del menisco evaporador 7 donde se absorbe el calor latente de evaporación.

2- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1
20 caracterizada por que la sección longitudinal (6) de su pared es en zigzag, almenado u ondulada.

3- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1
caracterizada por tener una sección transversal (10) ovalada de forma que ocupa un volumen similar a una hilera de tubos de un haz de tubos de un intercambiador de carcasa y
25 tubos.

4- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1
caracterizada por tener una sección circular.

5- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1
caracterizada por tener los microsurcos o micro ranuras perpendiculares al eje central de la
30 cámara, para el uso de la cámara en configuraciones horizontales.

6- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1
caracterizada por tener los microsurcos o micro ranuras paralelos al eje central de la cámara, para el uso de la cámara en configuraciones verticales.

7- Cámara de intercambio de calor latente de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizada por incorporar en su interior al menos un conducto (2) de aporte del líquido a evaporar, con unos dispositivos de ducha, aspersion, espray o nebulización del líquido.

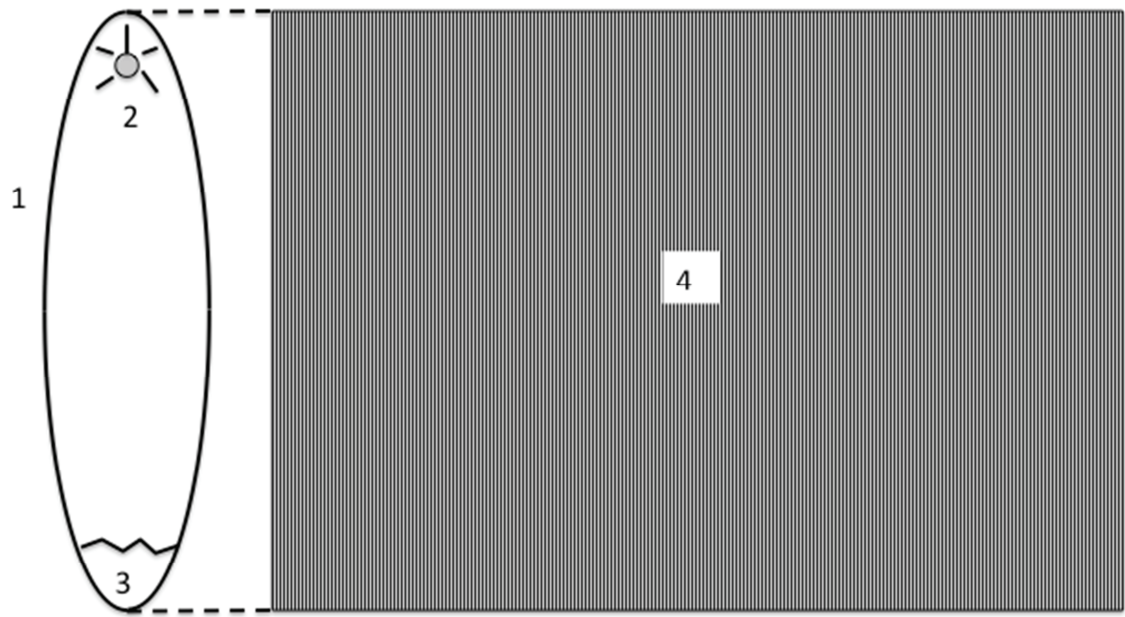


Figura 1

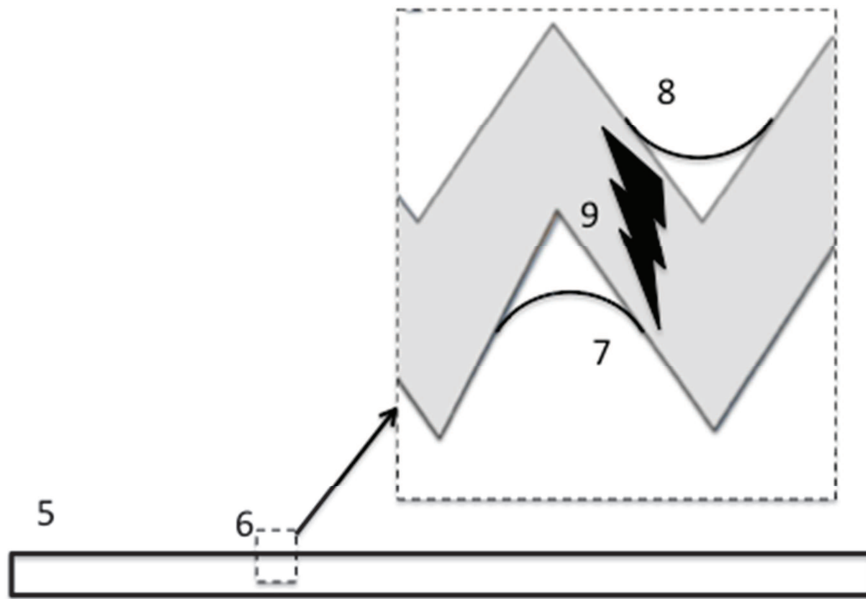


Figura 2

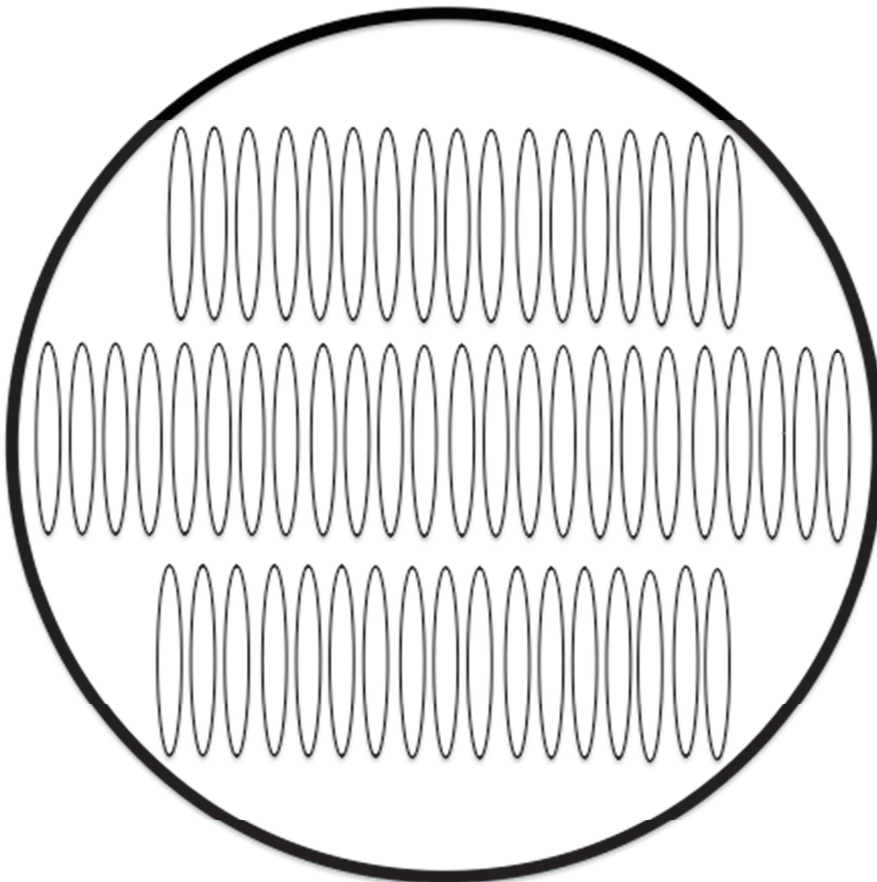


Figura 3

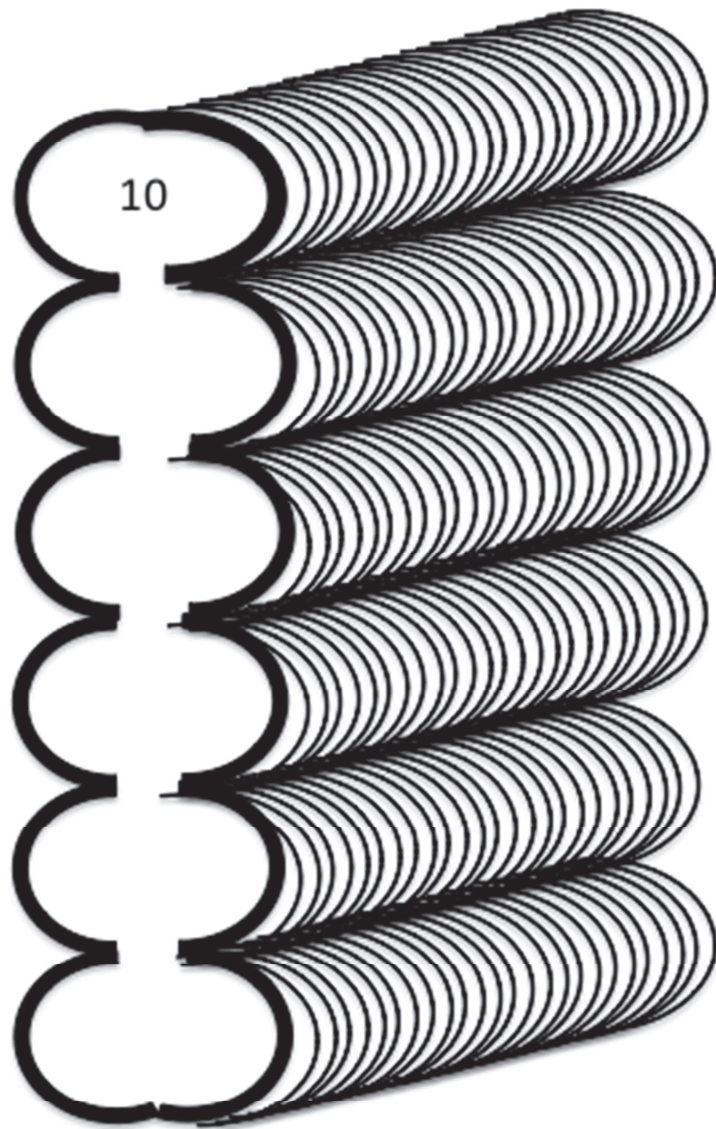


Figura 4