

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 500**

51 Int. Cl.:

C02F 3/10 (2013.01)

C02F 3/12 (2013.01)

C02F 3/30 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2013** **PCT/AU2013/000346**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013** **WO13142923**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2013** **E 13768093 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024** **EP 2858951**

54 Título: **Un nuevo proceso de tratamiento de aguas residuales y de reducción de sólidos**

30 Prioridad:

27.03.2012 AU 2012901238

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

15.11.2024

73 Titular/es:

DANESHVAR, MOHAMMAD, TAGHI (100.0%)
304/1 Pavilion Drive
Little Bay, NSW 2036, AU

72 Inventor/es:

DANESHVAR, MOHAMMAD, TAGHI

74 Agente/Representante:

MIAZZETTO, Fabrizio

ES 2 987 500 T3

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

DESCRIPCIÓN

Un nuevo proceso de tratamiento de aguas residuales y de reducción de sólidos

5 **Introducción**

La presente invención se refiere a un proceso y medios de crecimiento adherido para tratar aguas residuales. El proceso incluye particularmente una etapa de tratamiento biológico de aguas residuales que elimina o reduce en gran medida el exceso de producción de lodo biológico. La invención puede encontrar aplicación en una variedad de plantas de tratamiento de aguas residuales, desde pequeñas plantas empacadas in situ hasta grandes plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales. Puede utilizarse como tratamiento total independiente o combinarse con otras etapas. También puede utilizarse como un medio para mejorar las plantas existentes para aumentar la capacidad y/o la calidad del tratamiento o para reducir o eliminar el exceso de producción biológica de lodo de dichas plantas.

15 **Antecedentes**

El agua es lo más vital para la vida. Es más vital que el aire ya que algunos de los seres vivos no necesitan aire ni siquiera oxígeno de ninguna forma para sobrevivir. El agua puede disolver fácilmente las impurezas, incluyendo las materias orgánicas, y se contaminará. Casi todos los usos del agua añadirán impurezas al agua y producirán aguas residuales. Cómo eliminar estas impurezas de manera eficiente para evitar la propagación de los contaminantes al medio ambiente en general o reutilizar el agua ha sido un gran desafío en los últimos siglos en general y especialmente durante las últimas décadas. La práctica estándar para eliminar contaminantes orgánicos del agua o, en palabras más comunes, el tratamiento de aguas residuales es el tratamiento biológico. Uno de los efectos secundarios del tratamiento biológico es la producción de exceso de lodo, que en sí mismo constituye una fuente de contaminación y necesita etapas adicionales de tratamiento y eliminación. Estas etapas implican altos costes de inversión y funcionamiento.

En las últimas décadas ha habido un creciente interés en la investigación y la tecnología para reducir el exceso de lodo biológico y al mismo tiempo producir efluentes de buena calidad. El documento CA2542894 divulga un sistema de tratamiento de aguas residuales de un solo tanque que comprende microorganismos suspendidos e inmovilizados, en donde el sistema tiene una multiplicidad de zonas con diferentes condiciones ambientales incluyendo aerobias, anóxicas y anaerobias, para reducir la concentración de aguas residuales altamente concentradas en términos de su contenido de compuestos carbonosos orgánicos y nutrientes, en particular nitrógeno y fósforo. La zona superior del sistema de tratamiento funciona bajo condiciones alternativamente aerobias y anóxicas controladas por la operación de encendido y apagado de un soplador de aire que introduce aire a través de difusores de aire ubicados en la parte inferior de la zona superior. La sección inferior del sistema de tratamiento contiene zonas empobrecidas en oxígeno que incluyen condiciones anóxicas en la parte inferior y condiciones anaerobias encima de las zonas anóxicas y debajo de los difusores de aire. Las secciones superior e inferior del tanque están en comunicación fluida. Dentro del volumen de la zona aerobia superior y de las zonas inferiores empobrecidas en oxígeno, se disponen material de soporte suelto u objetos estacionarios para apoyar la unión de biomasa microbiana y la formación de biopelícula microbiana.

El objeto de la presente invención es realizar el tratamiento biológico en una configuración compacta y de alta velocidad mientras se reduce o elimina el problema del exceso de producción de lodo y sólidos con los beneficios adicionales de la eliminación de nitrógeno y la reducción de olores.

Breve descripción de la invención

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

La invención es un proceso de tratamiento de aguas residuales simple pero muy avanzado que puede utilizar medios de empaque únicos que mejoran el crecimiento microbiano adherido a grandes áreas de superficie. La sección aerobia de este proceso puede utilizar Super Aireadores como unidades de aireación que cubren con alta eficiencia una gran área del biorreactor.

La Invención incluye en su conjunto general muchas flexibilidades en el manejo del tratamiento de un tipo diverso de aguas residuales industriales y sanitarias.

El proceso se puede usar en diferentes configuraciones, tal como con el medio de empaque o sin el medio de empaque o como un proceso de tratamiento independiente o junto con otros procesos o se puede usar en la corriente lateral de una planta de tratamiento para reducir el exceso de producción de lodo o como remedio para la reducción de sólidos y/o para aumentar la capacidad de tratamiento o para añadir/aumentar la eliminación de Nitrógeno al mismo tiempo.

La figura F-1 muestra el biorreactor multizona básico. Como puede verse, las aguas residuales afluentes junto con el lodo de retorno se introducen y distribuyen en la parte inferior del biorreactor relativamente profundo. La aireación se realiza en la parte media o superior del biorreactor. A medida que la mezcla de las aguas residuales afluentes y el lodo

devuelto se mueve hacia arriba desde la parte inferior del biorreactor multizona, se están formando diferentes zonas debido a la disponibilidad de Nitrato y Oxígeno. Si hay nitrato, la primera zona en la parte inferior será anóxica, donde los microorganismos utilizan el nitrato junto con las fuentes de carbono, por lo que se genera gas N₂. Para aumentar la tasa de desnitrificación, se pueden colocar medios de empaque en la parte inferior del biorreactor para aumentar las poblaciones de biomasa en las mismas. Después de consumir todos los nitratos, debido a la falta de oxígeno se forma una zona anaerobia. En esta zona, la grasa y otras moléculas orgánicas complejas se rompen en formas más simples, tales como ácidos grasos, que son más fáciles de oxidar más adelante en la zona aerobia.

Justo debajo de la zona de aireación hay una zona que no es ni aerobia ni anaerobia. En esta zona predominan las bacterias facultativas. La turbulencia de los aireadores atraerá y empujará a las bacterias aerobias y anaerobias hacia zonas opuestas y hacia zonas facultativas. Las bacterias aerobias y anaerobias mueren en zonas opuestas.

Las bacterias facultativas consumen los microorganismos muertos y las bacterias aerobias. Por otro lado, la tensión resultante debido al movimiento turbulento de las células entre diferentes condiciones y los cambios rápidos y recurrentes en los potenciales de oxidación-reducción de su entorno inician un ciclo inútil que provocará el desacoplamiento del ciclo energético y de crecimiento y conducirá a un estado de alta producción de energía en lugar de producción de nuevas células. Estas condiciones pueden conducir a la eliminación total y/o parcial del exceso de producción de lodo biológico.

El H₂S suele generarse en la zona anaerobia y es la principal fuente de olor. El sulfuro se convertirá en sulfato en la zona aerobia superior, por lo que se elimina la sustancia que causa el olor y se elimina el olor.

En la parte superior del tanque donde se realiza la aireación, los medios de empaque para el crecimiento adherido se pueden utilizar para garantizar la existencia de una gran población de microorganismos para utilizar al máximo la aireación y el oxígeno disuelto resultante.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el proceso puede funcionar con o sin medio de empaque. Es mejor usar el medio de empaque en la zona aerobia superior para asegurar el máximo uso de la aireación, pero también se puede usar en las zonas anóxicas y/o anaerobias inferiores cuando es necesario aumentar la tasa. La figura F-2 muestra un biorreactor que solo tiene el medio de empaque en la zona aerobia.

En el caso de que el afluente tenga un contenido muy alto de nitrato y una fuente baja de carbono, entonces se puede añadir una fuente de carbono, tal como aguas residuales sin tratar, al flujo hacia la parte inferior del biorreactor, como se muestra en la figura F-3. Esto es especialmente aplicable si el proceso se utiliza para desnitrificar el efluente tratado procedente de un proceso de tratamiento que no tiene un estadio de desnitrificación. Al utilizar un biorreactor multizona, el exceso de lodo y sólidos generados en esa planta de tratamiento se puede reducir o eliminar mientras se elimina el nitrato. También aumenta la capacidad de la planta de tratamiento al utilizar parte de las aguas residuales sin tratar como fuente de carbono.

En el caso de que el afluente tenga un contenido muy alto de nitrato y una fuente baja de carbono, entonces se puede añadir una fuente de carbono, tal como aguas residuales sin tratar, al flujo hacia la parte inferior del biorreactor, como se muestra en la figura F-3. Esto es especialmente aplicable si el proceso se utiliza para desnitrificar el efluente tratado procedente de un proceso de tratamiento que no tiene un estadio de desnitrificación. Al utilizar un biorreactor multizona, el exceso de lodo y sólidos generados en esa planta de tratamiento se puede reducir o eliminar mientras se elimina el nitrato. También aumenta la capacidad de la planta de tratamiento al utilizar parte de las aguas residuales sin tratar como fuente de carbono.

Se pueden utilizar dos o más biorreactores multizona en serie para aguas residuales con alto contenido de DQO para garantizar el nivel de tratamiento deseado para cumplir con los estándares o reutilizar el agua. También es aconsejable utilizar un biorreactor aerobio después de los biorreactores multizona, especialmente si la eliminación del nitrógeno tiene como objetivo garantizar la nitrificación para convertir el nitrógeno amoniacal en forma de nitrato. El nitrato se convertirá en gas N₂ cuando se devuelva a la parte inferior del biorreactor multizona junto con el lodo devuelto o en un reciclaje interno separado. La figura 4 muestra un biorreactor multizona (a) seguido de un biorreactor aerobio (b). En el biorreactor aerobio (b), se pueden usar medios de empaque para aumentar la población de microorganismos en la forma de crecimiento adherido. La conexión entre el biorreactor multizona (a) y el biorreactor aerobio (b) debe realizarse de manera que se evite un cortocircuito en el biorreactor aerobio. El flujo hacia el biorreactor aerobio (a) puede estar en la parte superior o inferior del biorreactor aerobio (a). Generalmente, como la aireación proporciona una buena mezcla, no se podría formar un cortocircuito incluso si el flujo entra en el biorreactor aerobio (a) por la parte superior, a menos que el tanque sea pequeño o estrecho y la distancia entre el flujo de entrada y salida del biorreactor aerobio sea muy corto.

En el estadio final, para separar los sólidos suspendidos del efluente para tener un efluente transparente, se pueden usar tanques de sedimentación u otros medios como membranas o microfiltros y microtamices.

El método preferido para implementar la invención

La figura F-5 muestra una configuración que se puede utilizar para tratar aguas residuales sanitarias y muchas aguas residuales industriales. En esta configuración, las aguas residuales afluentes (línea 1) entran en un pozo húmedo o tanque de ecualización (cámara de bomba) según las condiciones de las aguas residuales. El lodo de retorno que se separa del efluente en un tanque de sedimentación o en una membrana o proceso de filtración (línea 4) se devuelve a la misma cámara de la bomba. Parte del lodo devuelto (línea 4) se puede devolver al biorreactor aerobio si es necesario controlar el MLSS el mismo. La mezcla (línea 2) luego se bombea a la parte inferior del biorreactor multizona (facultativo) y se distribuye en el mismo. Las aguas residuales después de someterse a diferentes tratamientos en el biorreactor multizona (facultativo) fluyen desde la parte superior del biorreactor hacia el biorreactor aerobio adyacente. Un reciclaje interno (línea 5) devuelve parte del agua nitrificada a la cámara de la bomba. La aireación se realiza en la parte superior del biorreactor multizona y en la parte inferior del biorreactor aerobio. El agua después de ser tratada en el biorreactor aerobio fluye hacia el tanque de sedimentación donde pierde sus sólidos y el agua limpia se desinfecta o filtra o puede pasar por otros procesos según el uso del agua tratada. Alternativamente, los módulos de membrana se pueden usar solos o junto con microfiltros o microtamices para separar los sólidos del agua. Los sólidos separados se devuelven a la cámara de entrada o de la bomba. Se pueden usar membranas sumergidas en el tratamiento aerobio si se desea, entonces el reciclaje interno (línea 5) solo es necesario para traer los sólidos de regreso a la cámara de entrada o de bomba y para asegurar una concentración estable de los sólidos suspendidos en la cámara de membrana o en el biorreactor aerobio.

Para maximizar la eficacia del tratamiento, dentro del biorreactor o de los biorreactores se coloca un medio de empaque con una alta área de superficie específica y una superficie rugosa para estimular un rápido crecimiento de bacterias en forma de biopelícula. El medio de empaque también debe ser de naturaleza no obstructiva. Aunque se pueden utilizar diferentes medios de empaque, se diseña un medio específico con una alta superficie específica que funciona mejor, es autolimpiador y no se obstruye. Este medio de empaque puede moldearse a partir de diferentes plásticos. Se pueden añadir polvos o cargas especiales al polímero para aumentar el área de la superficie microscópica y estimular el crecimiento microbiano en la superficie. La figura F-6 muestra el diseño especial de este medio de empaque. Como se muestra en la figura F-7, la figura F-8 y la figura F-9, cada pieza se suministra con conectores hembra en un lado y conectores macho en el otro lado. Cada pieza se asienta en la parte posterior de la otra pieza para ensamblarse y formar un bloque. La figura F-12 muestra una fotografía de las piezas insertadas conjuntamente. La figura F-7, la figura F-8, la figura F-9 y la figura F-10 muestran diferentes vistas de ángulo y detalles de dicha pieza. La figura F-11 y la figura F-12 muestra cómo el bloque ensamblado se asienta uno encima del otro. Cada capa se coloca encima de la otra capa con un giro de 90 grados. De esta manera, los canales para transportar las piezas de biopelícula desprendidas y peladas se cruzan en cada capa para maximizar la mezcla y evitar la canalización.

Aplicabilidad industrial

El método de la presente invención se puede aplicar a cualquier tipo de planta de tratamiento biológico de aguas residuales, ya sea pequeña o grande, doméstica o industrial. Se puede usar para hacer nuevas plantas o puede usarse en conjunto con las plantas existentes para aumentar la capacidad o calidad del efluente o para disminuir o eliminar el exceso de producción de lodo biológico o todos o algunos de los anteriores conjuntamente.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para tratar aguas residuales mezcladas con exceso de lodo en un biorreactor multizona que tiene un medio de aireación por turbulencia en la parte media o superior del mismo y sin aireación ni oxígeno en su parte inferior, comprendiendo dicho proceso provocar un flujo turbulento en las partes media o superior del biorreactor con dichos medios de aireación por turbulencia;
 - introducir aguas residuales afluentes mezcladas con el exceso de lodo generado por una planta de tratamiento en la parte inferior del biorreactor multizona y hacer salir las aguas residuales tratadas mezcladas con el exceso de lodo desde la parte superior de dicho biorreactor, proporcionando de este modo un flujo general dentro de dicho biorreactor desde la parte inferior hasta la parte superior de dicho biorreactor y formando diferentes zonas debido a la disponibilidad de nitrato y oxígeno; de modo que el flujo en el reactor conduce a la distribución de las aguas residuales afluentes mezcladas con el exceso de lodo en la parte inferior del biorreactor, seguido del movimiento de las aguas residuales afluentes mezcladas con el exceso de lodo hacia arriba a través de las zonas anóxica, anaerobia, facultativa y aerobia formadas desde la parte inferior hacia la parte superior del biorreactor; en donde las bacterias facultativas consumen los microorganismos muertos y las bacterias aerobias y en donde la tensión resultante debido al movimiento turbulento de las células entre diferentes condiciones y los cambios rápidos y recurrentes en los potenciales de oxidación-reducción de su entorno inician un ciclo inútil que provoca el desacoplamiento del ciclo de energía y de crecimiento y conducirá a un estado de alta producción de energía en lugar de producción de nuevas células, conduciendo de este modo a la eliminación total y/o parcial del exceso de formación de lodo biológico.
2. El proceso de la reivindicación 1, en donde los agentes olorosos generados en condiciones anaerobias debajo del medio de aireación se oxidan en una parte aerobia superior de dicho biorreactor.
3. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el gas nitrógeno que puede generarse en una zona anóxica se eliminará mediante dichos medios de aireación.
4. El proceso de las reivindicaciones anteriores, que comprende además colocar medios de empaque en la parte inferior del biorreactor para aumentar la biomasa microbiana en la parte inferior del biorreactor.
5. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además usar medios de empaque en la parte superior del biorreactor donde se lleva a cabo la aireación para asegurar la existencia de una gran población de microorganismos para utilizar la aireación y el oxígeno disuelto resultante de manera máxima.
6. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además añadir en la parte inferior del biorreactor una fuente de carbono, tal como aguas residuales sin tratar, cuando el exceso de lodo biológico afluente tiene una fuente alta de nitrato y baja de carbono.
7. El proceso de las reivindicaciones anteriores, que comprende tratar además dicho flujo que sale de dicho biorreactor en un segundo biorreactor que es un biorreactor aerobio.
8. El proceso de la reivindicación 7, que comprende usar, en dicho segundo biorreactor, medios de empaque para aumentar la población de microorganismos en la forma de crecimiento adherido.

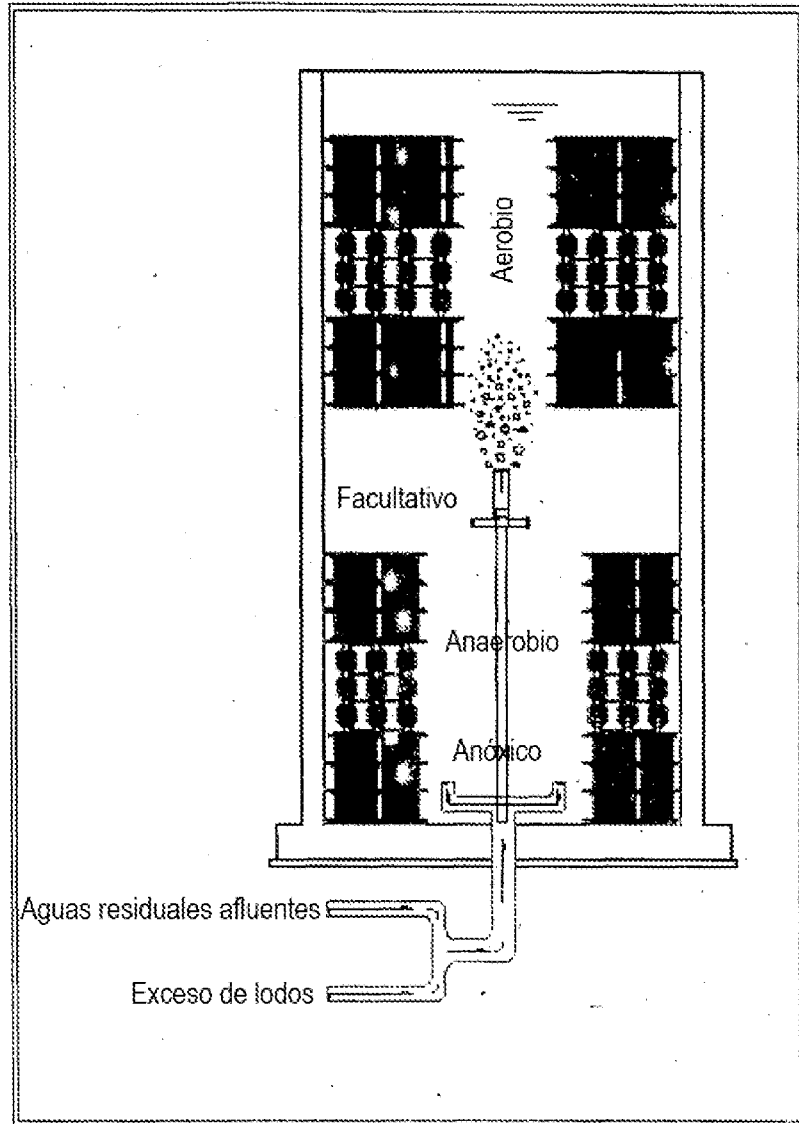


Figura F-1

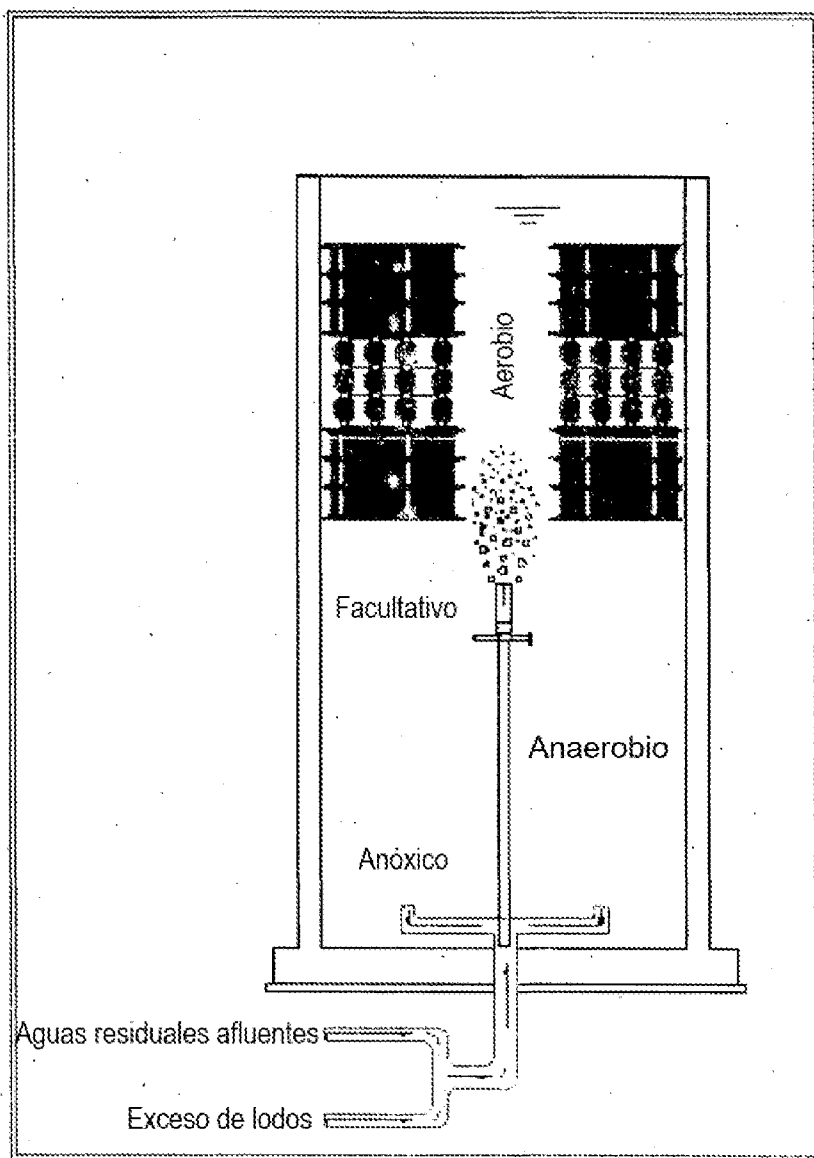


Figura F-2

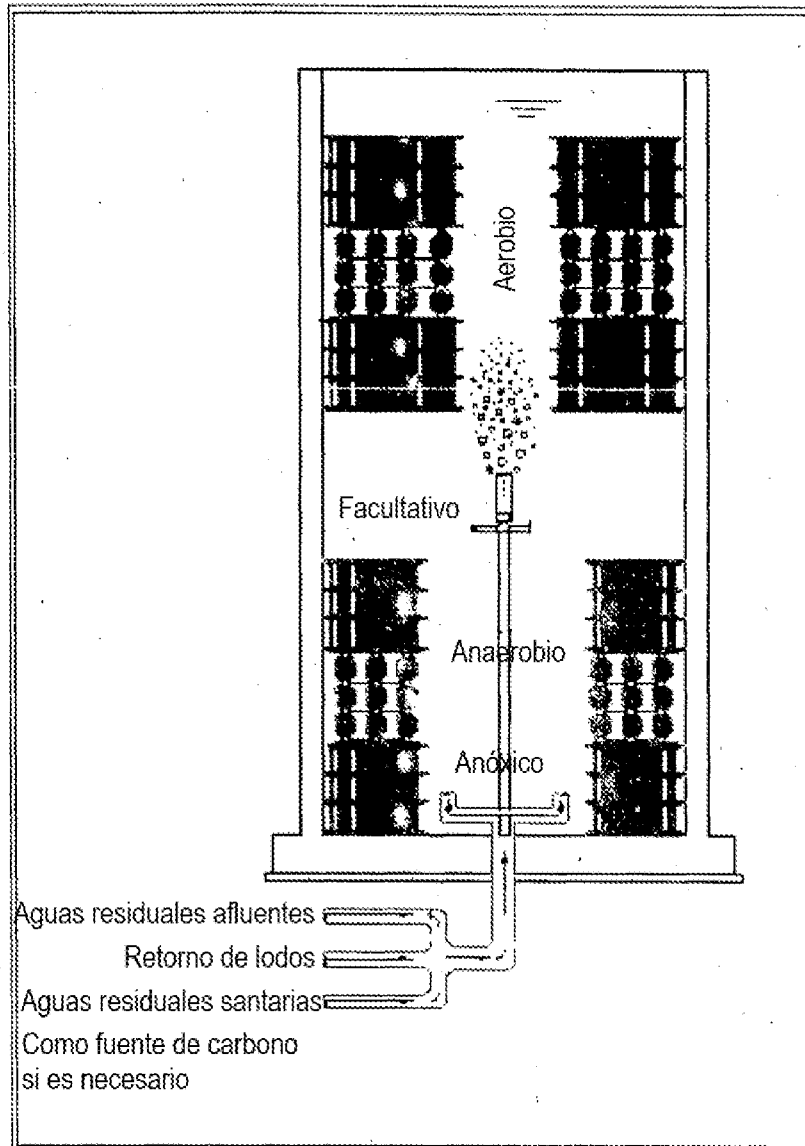


Figura F-3

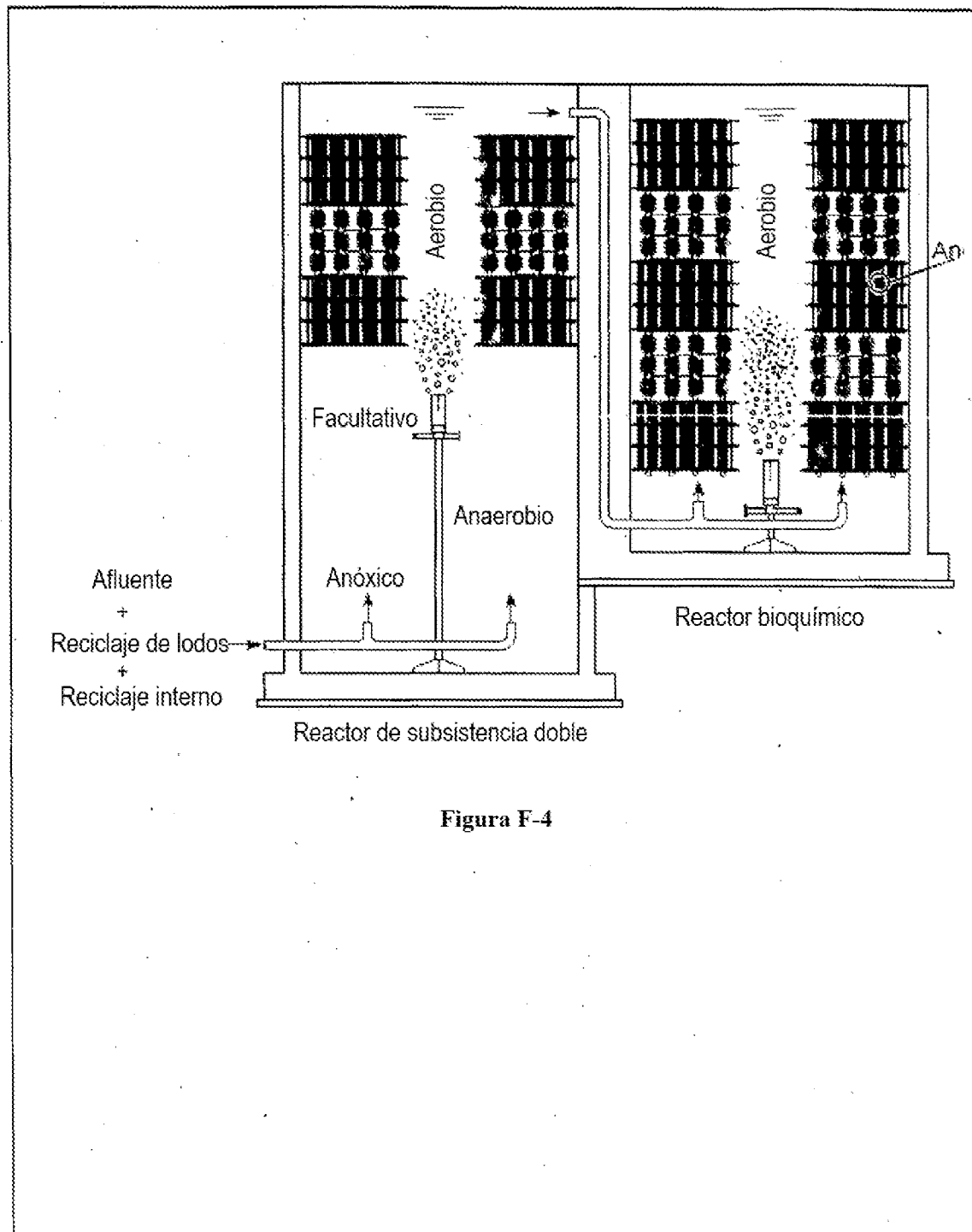


Figura F-4

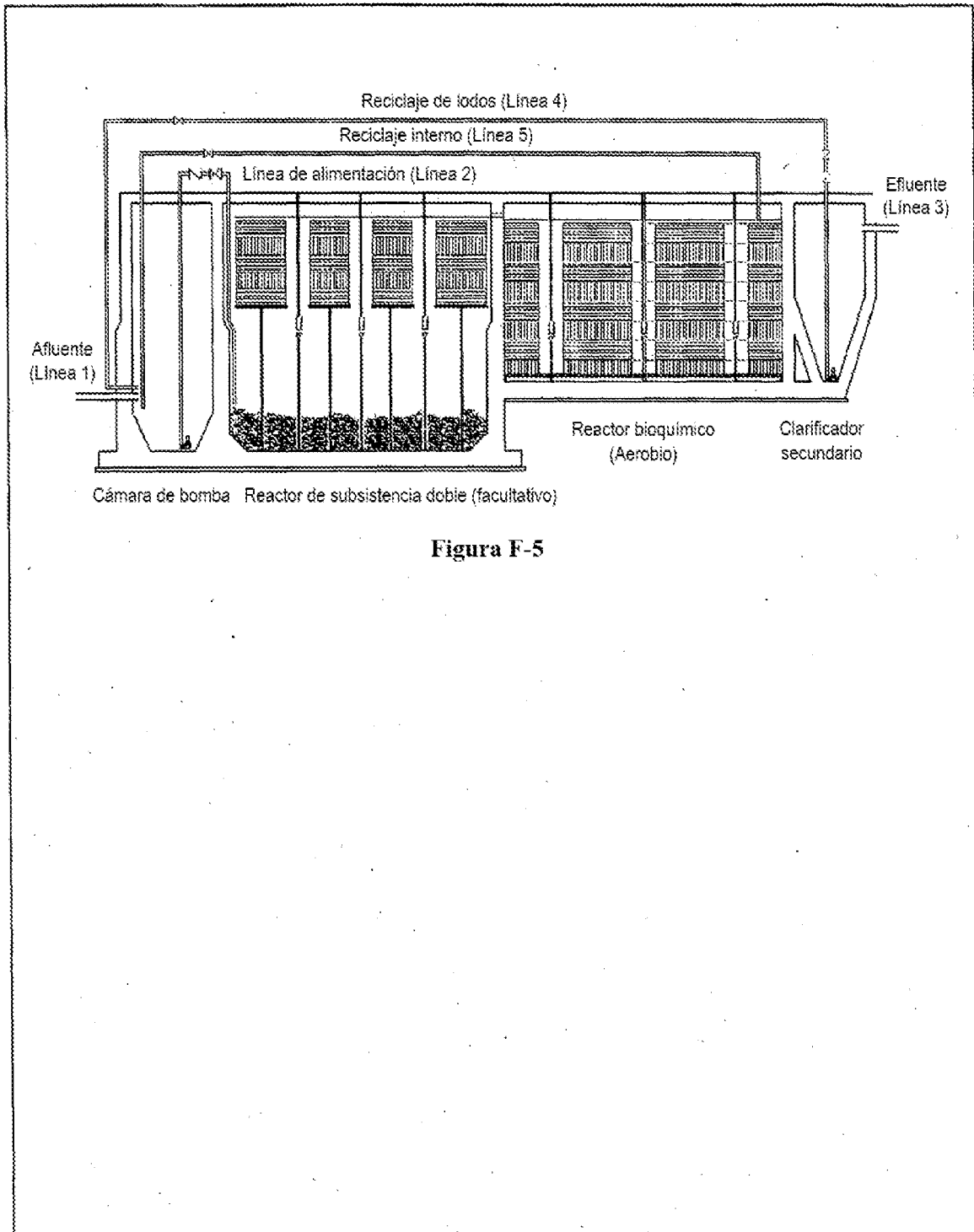


Figura F-5

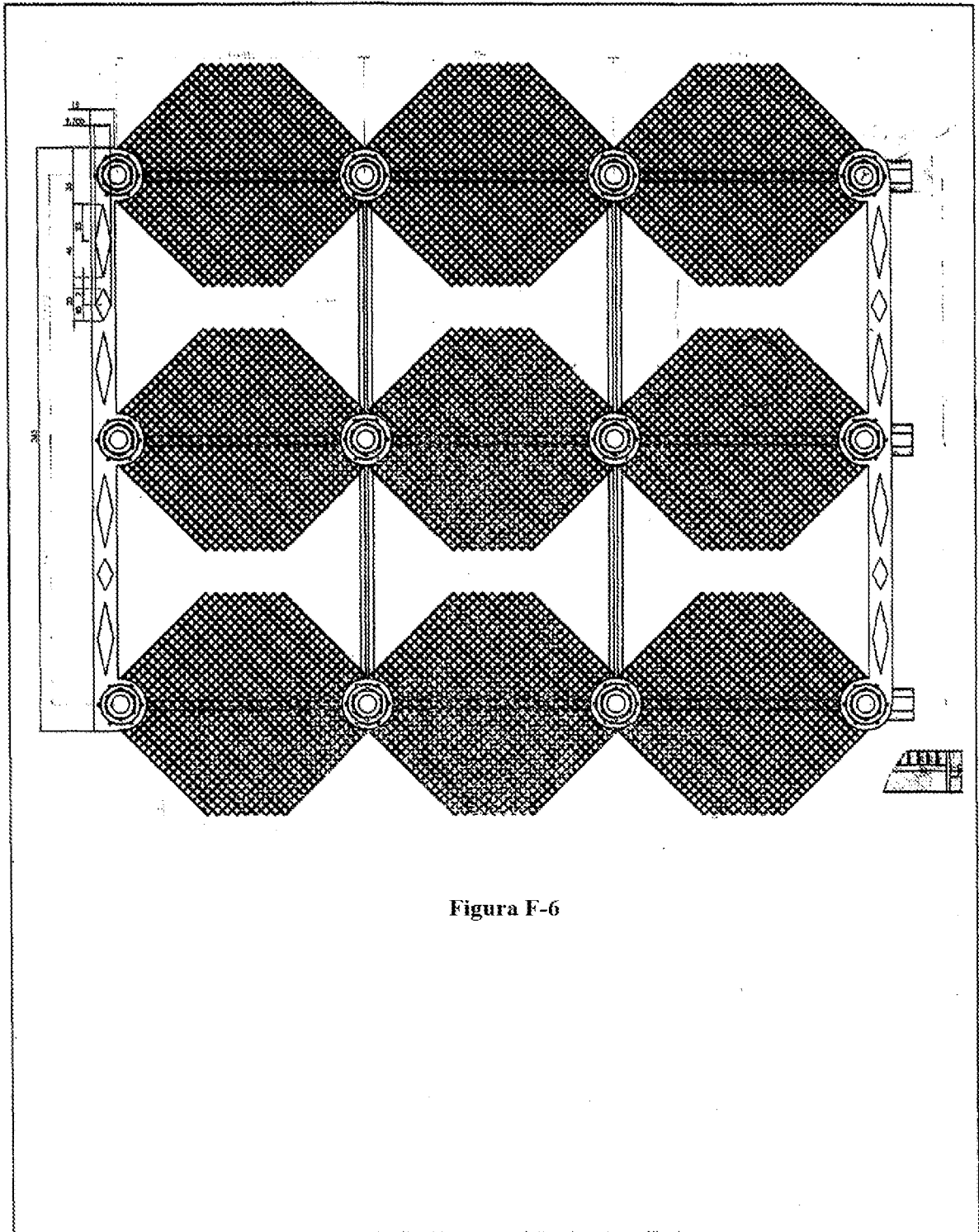


Figura F-6

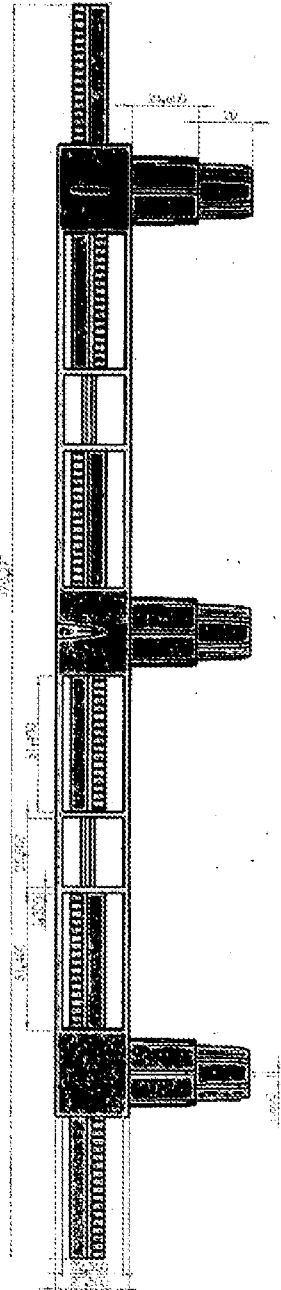


Figura F-7

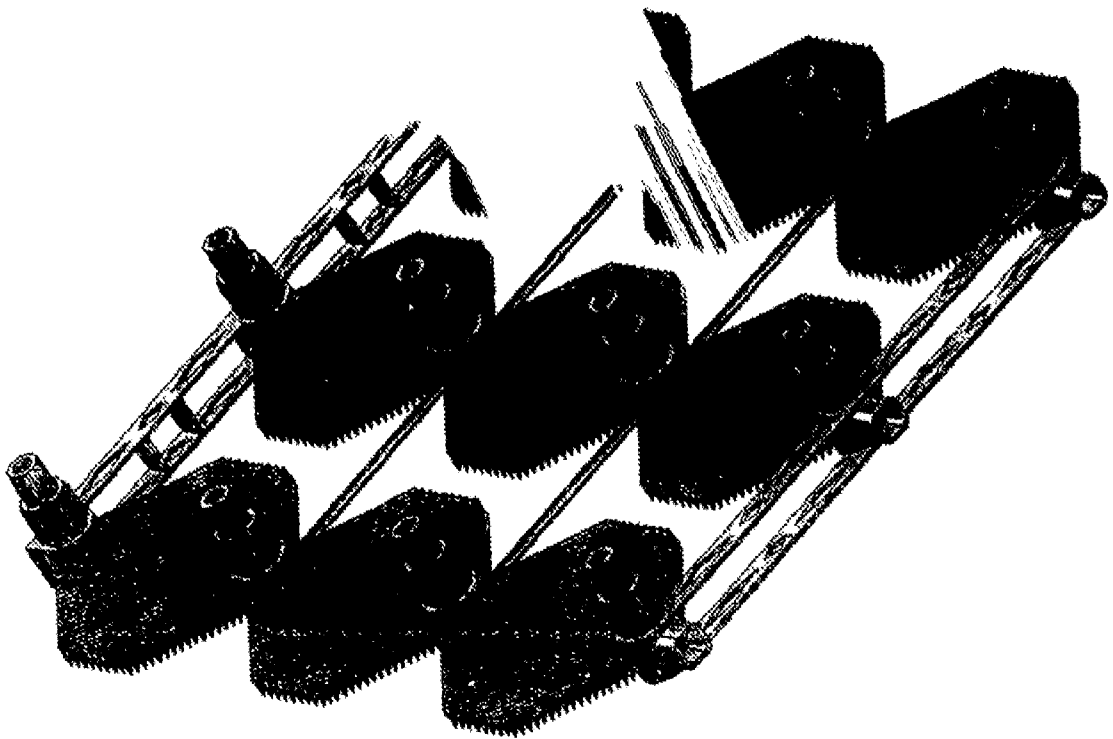


Figura F-8

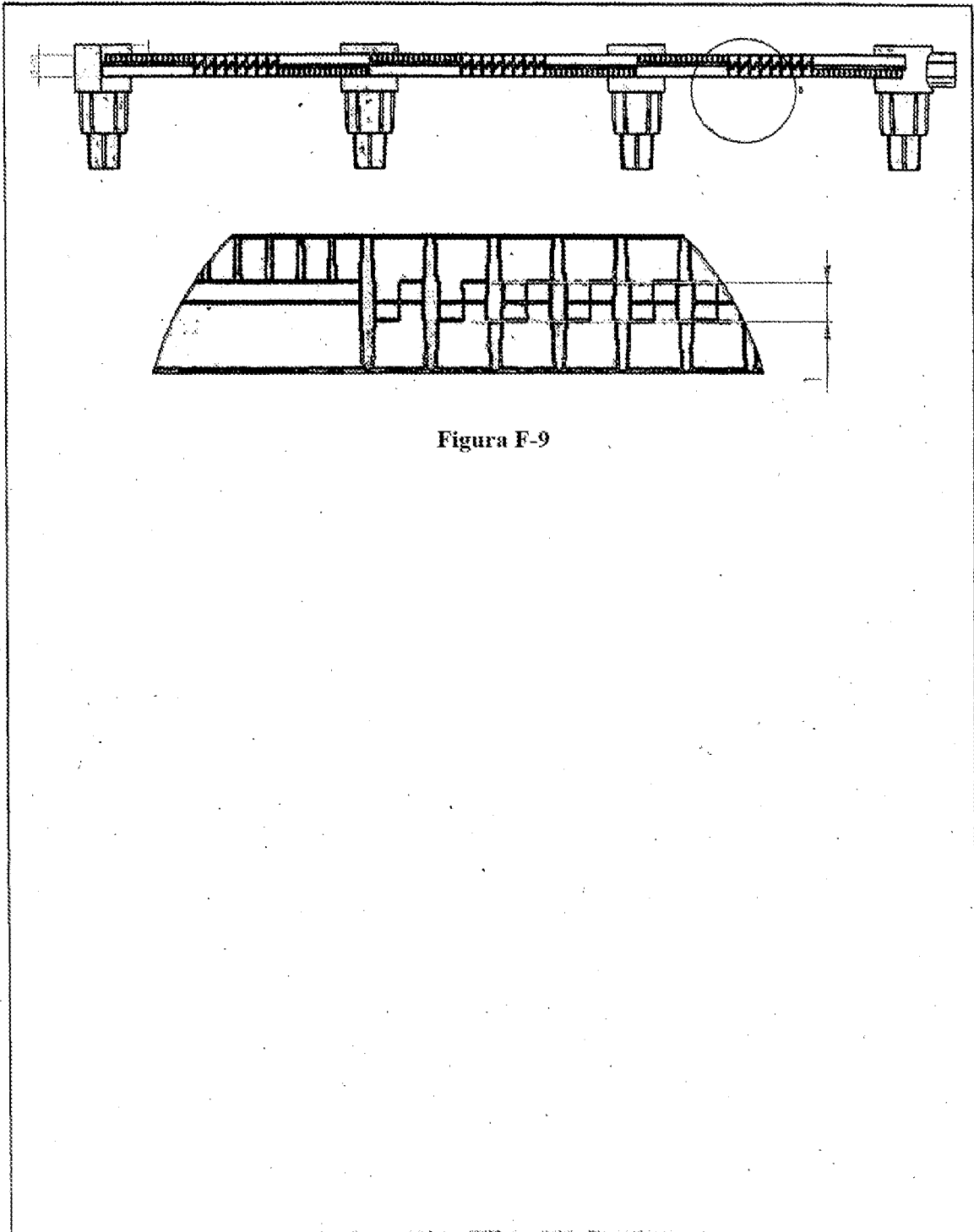


Figura F-9

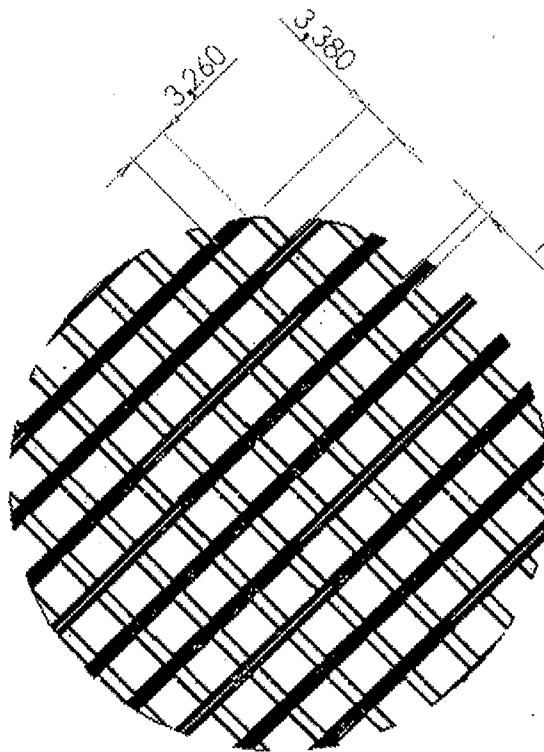


Figura F-10

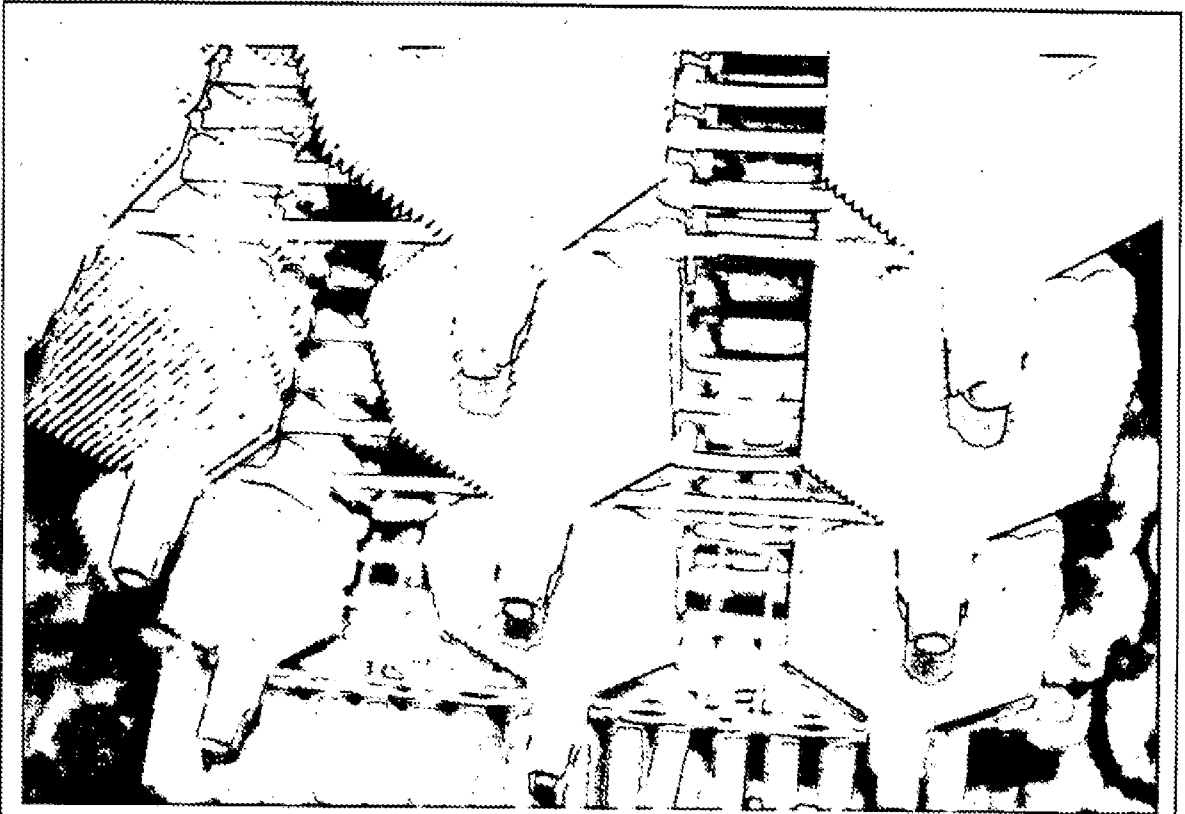


Figura F-11

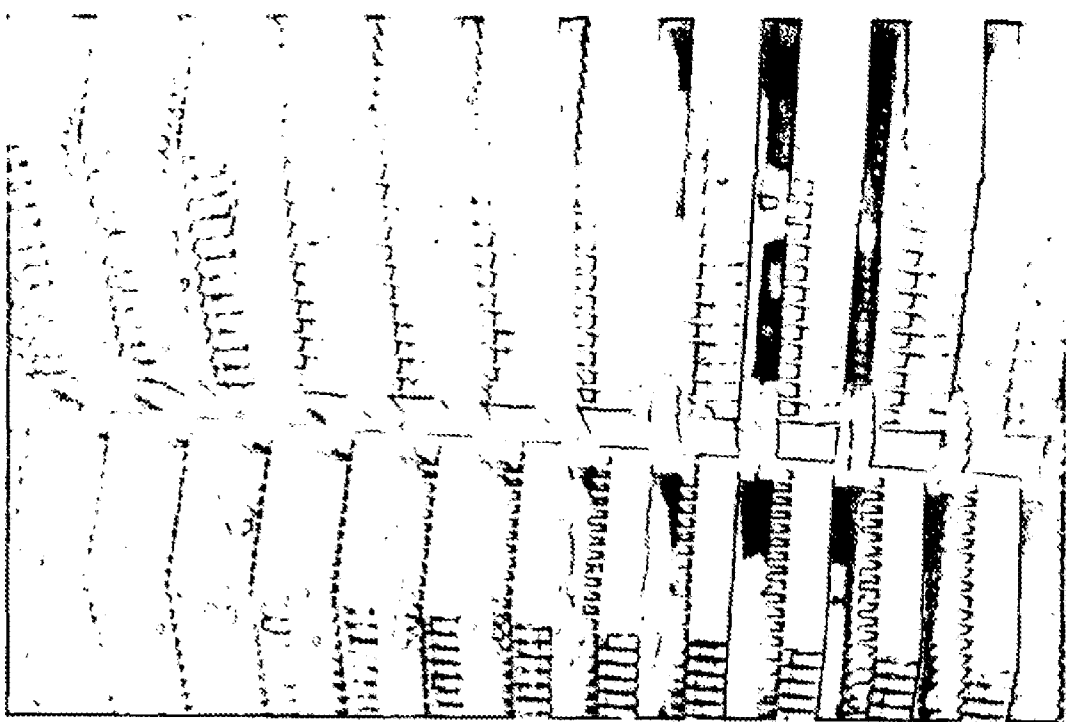


Figura F-12

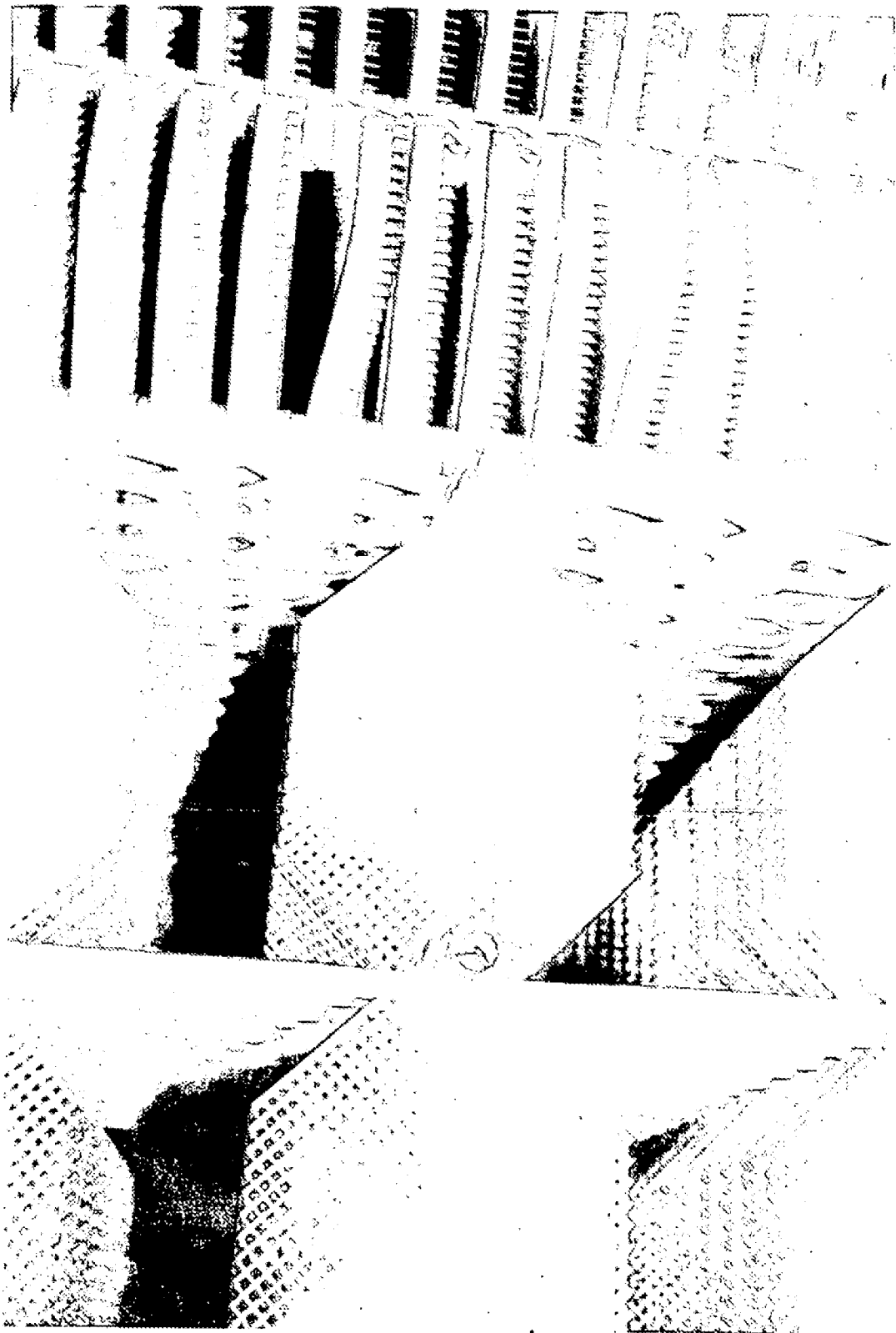


Figura F-13