

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 552**

51 Int. Cl.:

C12M 1/00 (2006.01)

B29D 23/00 (2006.01)

C12M 1/12 (2006.01)

B29C 47/00 (2006.01)

B29C 47/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2013 PCT/EP2013/074985**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14202159**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2013 E 13805300 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 3011006**

54 Título: **Tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor**

30 Prioridad:

20.06.2013 DE 102013106478

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

23.10.2017

73 Titular/es:

BIOTUBES GMBH (100.0%)

Runtestrasse 50

59457 Werl, DE

72 Inventor/es:

KAISER, HANS;

KAISER, HUBERTUS y

BARTON, PHILIP

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 638 552 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

Tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor

La invención se refiere a un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere además de ello, a un procedimiento para la producción de un tubo de este tipo según la reivindicación 13.

Una instalación para la producción de concentrado de microalgas se describe por ejemplo, en el documento DE 103 15 750 A1. Esta instalación consiste en un fotobiorreactor para la aceleración del crecimiento y de la multiplicación de las microalgas en una suspensión con un grupo de segmentos de reactor, los cuales tienen tubos transparentes alineados en paralelo entre sí, así como en recipientes para el enriquecimiento de la suspensión con dióxido de carbono y otros nutrientes, en medios para la separación de oxígeno de la suspensión, así como en un dispositivo de recolección con medios para la separación de un concentrado de microalgas. En este caso, el fotobiorreactor, el recipiente de mezcla y los medios para la separación de oxígeno están integrados en un circuito, el cual presenta una bomba. Los tubos están alineados en los segmentos de reacción en paralelo entre sí y en perpendicular y habitualmente expuestos a la luz del día incidente, a una luz artificial exterior o a la luz de conductores de luz con efecto de luz de dispersión. Es desventajoso en el caso de los tubos que se usan, que la superficie efectiva para la fotosíntesis tiene una configuración relativamente pequeña, dado que solo se encuentra a disposición el revestimiento exterior del tubo como superficie de incidencia y de salida de la luz. En el documento EP 2 036 977 A1 se propone para ello, el uso de torres de paso de flujo, las cuales están formadas por dos tubos translúcidos dispuestos concéntricamente, con un diámetro de 0,8 a 1,5 m y una altura de 3 a 5 m. La producción de este tipo de torres resulta en la práctica no obstante, problemática. El material vidrio usado a menudo en este tipo de instalaciones da lugar en particular a problemas estáticos con estas dimensiones, dado que los tubos individuales deberían presentar frente a las condiciones de presión a esperar, un grosor de pared notable.

En el documento WO02099031 A1 se describe un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor. El tubo de conducción comprende dos tubos horizontales dispuestos concéntricamente con diferente diámetro. A este respecto pretende presentar una mejora la invención. La invención se basa en la tarea de poner a disposición un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas, que haga frente a las condiciones de presión que hagan su aparición y que presente al mismo tiempo tasas de migración de partículas mínimas al concentrado de microalgas. Según la invención esta tarea se soluciona mediante las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Con la invención se crea un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas, que haga frente a las condiciones de presión que hagan su aparición y que presente además de ello una tasa de migración de partículas mínima. Mediante la producción de los dos tubos a partir de material plástico transparente, presentando al menos el tubo exterior por su longitud al menos dos secciones con diferente grosor de pared, se logra una estructura ligera, y al mismo tiempo extremadamente robusta, que hace frente a las condiciones de presión que hacen su aparición. Debido a la presión en descenso al aumentar la columna de concentrado, el tubo presenta también en caso de grosor de pared reducido por su longitud, una suficiente rigidez.

Como perfeccionamiento de la invención, al menos una sección presenta un grosor de pared que se estrecha linealmente. Debido a ello se evitan efectos de entallado, debido a lo cual aumenta la capacidad de carga del tubo. En este caso, los tubos presentan preferentemente una sección transversal constante por su longitud.

Como configuración de la invención se realizan al menos el tubo exterior, preferentemente ambos tubos, de polimetilmetacrilato (PMMA). Este material es altamente transparente, estable a las inclemencias del tiempo, económico y puede mecanizarse bien.

En una configuración alternativa, al menos el tubo exterior, preferentemente ambos tubos, están hechos de policarbonato y están provistos por su lado dirigido hacia el canal de una capa adecuada para uso alimentario y por su lado alejado del canal de una capa de bloqueo frente a UV. Mediante el revestimiento de los tubos por su correspondiente lado dirigido hacia el canal con una capa adecuada para uso alimentario se garantiza una tasa de migración reducida. Mediante el revestimiento de los tubos por su correspondiente lado alejado del canal con una capa de bloqueo frente a UV se evita un daño de la estructura de policarbonato debida a luz UV, mediante lo cual se logra una larga duración.

Como perfeccionamiento de la invención, los dos tubos presentan una permeabilidad a la luz de al menos el 80 %, preferentemente de al menos el 85 %. Debido a ello se posibilita una alta entrada de luz, debido a lo cual se acelera el proceso de fotosíntesis. Para ello la capa de bloqueo frente a UV está configurada preferentemente de tal manera, que no deja pasar ondas de luz con una longitud de onda de < 350 nm y deja pasar aquellas con una longitud de onda de 350 nm a 700 nm.

En otra configuración de la invención, las capas de bloqueo están formadas a partir de un material de policarbonato, al cual se ha añadido un adsorbente de UV. De esta manera se posibilita una aplicación homogénea de la capa de bloqueo frente a UV sobre el tubo de policarbonato.

En otra configuración de la invención, las capas adecuadas para el uso alimentario están formadas a partir de tereftalato de polietileno (PET) o policarbonato. En particular mediante el uso de policarbonato adecuado para uso alimentario, el cual satisface preferentemente las disposiciones de la normativa europea nº 10/211, se posibilita un revestimiento homogéneo del tubo de policarbonato. En este caso, las capas de bloqueo de UV y las capas adecuadas para uso alimentario están ligadas con el correspondiente tubo preferentemente de manera homogénea y sin agente de adhesión. De esta manera se evitan las capas de adhesivo que eventualmente influyen negativamente en las propiedades ópticas del tubo.

En otra configuración de la invención, hay dispuestos medios para la reducción de la refracción de la luz, los cuales están formados preferentemente por prismas y/o tiras estiradas. De esta manera se optimiza la entrada de luz en el canal atravesado por el concentrado de microalgas.

La invención se basa además de ello en la tarea de poner a disposición un procedimiento para la producción de un tubo para un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas, que sea económico de producir y que haga frente a las condiciones de presión que hacen su aparición.

Según la invención, esta tarea se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 13. Debido a que los tubos se producen en un proceso de extrusión continuo, siendo extrudida en primer lugar una sección con un primer grosor de pared, reduciéndose este grosor de pared con diámetro exterior de tubo constante por la longitud de una segunda sección que se une, de forma lineal, manteniéndose constante el grosor de pared logrado por su lado final por una tercera sección que se une, siendo extrudidas las secciones mencionadas anteriormente a continuación, una y otra vez en orden inverso, debido a lo cual se forman uno tras otro respectivamente dos tubos simétricos entre sí, los cuales en un paso de trabajo posterior se separan uno de otro a través de un proceso de corte, se posibilita una producción económica de tubos más ligeros y al mismo tiempo con mayor capacidad de carga con tiempos de fabricación cortos. En este caso se producen los tubos preferentemente a partir de PMMA o policarbonato.

En un perfeccionamiento de la invención se fabrican los tubos a partir de policarbonato, siendo coextruídas una capa de bloqueo frente a UV (13, 23), una capa de estructura de policarbonato (11, 21) y una capa para el contacto con alimentos (12, 22), enfriándose el tubo de tres capas coextruído (1, 2) a continuación a través de pasos de enfriamiento controlados en temperatura y escalonados. Debido a que la capa de protección frente a UV, la capa de estructura de policarbonato y la capa para el contacto con alimentos son coextruídas, se da lugar a un revestimiento homogéneo uniforme por la totalidad de la longitud de tubo. En este caso, se enfría a continuación el tubo de tres capas coextruído a través de pasos de enfriamiento acondicionados en temperatura y escalonados, debido a lo cual se da lugar a un enfriamiento bajo en tensiones de los tubos producidos de esta manera. El tubo producido de esta manera presenta una tasa de migración de partículas reducida.

Otros perfeccionamientos y configuraciones de la invención se indican en el resto de reivindicaciones secundarias. Un ejemplo de realización de la invención se representa en el dibujo y se describe a continuación con detalle. Muestran:

- La figura 1 la representación esquemática de un tubo de conducción para el uso en fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas en sección transversal;
- La figura 2 la representación esquemática de un tubo de conducción para el uso en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas en una forma de realización adicional en sección longitudinal y
- La figura 3 la representación esquemática del grosor de pared variable de tubos extruídos de forma continua para tubos de conducción.

El tubo de conducción según la figura 1 elegido como ejemplo de realización, está formado esencialmente por dos tubos 1, 2 dispuestos concéntricamente, con diámetros diferentes, entre los cuales hay formado un canal 3 para hacer pasar una suspensión de microalgas. El tubo exterior 1 presenta en el ejemplo de realización un grosor de pared de 4 mm, así como un diámetro exterior de 450 mm. Por su superficie de revestimiento interior dirigida hacia el canal 3, el tubo exterior 1 está provisto de una capa adecuada para uso alimentario con un grosor de 0,2 mm, la cual está formada a partir de tereftalato de polietileno (PET). Por su superficie de revestimiento exterior alejada del canal 3, el tubo 1 está revestido de una capa de bloqueo frente a UV con un grosor de 0,2 mm. La capa de bloqueo frente a UV 13 está formada en el ejemplo de realización a partir de un material de policarbonato provisto de un bloqueador de UV.

El tubo interior 2 presenta en el ejemplo de realización un grosor de pared de 4 mm, así como un diámetro exterior de 350 mm y está provisto al igual que el tubo exterior 1 por su superficie de revestimiento exterior dirigida hacia el canal 3, de una capa adecuada para uso alimentario 22 con un grosor de 0,2 mm, y por su superficie de revestimiento interior alejada del canal 3, de una capa de bloqueo frente a UV con un grosor de 0,2 mm. El canal 3 presenta de esta manera una anchura de 45,5 mm.

Ha podido verse, que ventajosamente el diámetro del tubo exterior puede encontrarse entre 300 y 800 mm y el

diámetro del tubo interior entre 200 y 700 mm. De esta manera puede variarse lo suficiente la anchura del canal 3 para la suspensión de microalgas, dependiendo de la concentración de la suspensión de algas y de la intensidad de la incidencia de luz.

5 En el ejemplo de realización según la figura 2, los tubos 1 y 2 están hechos de PMMA. En este caso el tubo 2 interior presenta un grosor de pared constante, mientras que el tubo exterior presenta una primera sección L1 con un grosor de pared de $s_1 = 6$ mm, a la cual se une una segunda sección L2 con grosor de pared que se reduce linealmente por su longitud, que pasa por su parte a una tercera sección L3 con grosor de pared constante de $s_3 = 3$ mm. El gran grosor de pared está dispuesto en la zona de tubo inferior con gran columna de líquido (suspensión de microalgas 4) y correspondiente alta presión de líquido. En la sección central L2 el grosor de pared 2 se reduce de forma continua y desemboca en la tercera sección L3, a la cual llega una columna de líquido reducida con presión interior correspondientemente reducida. La reducción del grosor de pared se produce en este caso por un lado por el lado interior de tubo, debido a lo cual el tubo presenta por su longitud un diámetro exterior constante. El tubo interior 2 está llenado en el ejemplo de realización con agua 5. Esta columna de agua sirve para la compensación de la presión frente a la columna de líquido (suspensión de microalgas 4) y minimiza debido a ello la carga del tubo interior, el cual puede presentar de esta manera un grosor de pared constante.

10 En la figura 3 se representa el grosor de pared s de un tubo exterior 1 en un proceso de extrusión continuo esquemáticamente durante el tiempo t del proceso de extrusión. Respectivamente entre dos secciones L3 adyacentes o entre dos secciones L1 adyacentes entran en contacto dos tubos 1 entre sí, los cuales en un proceso de corte posterior se separan uno de otro por la línea de separación representada a rayas.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo de conducción para la disposición alineada en perpendicular en un fotobiorreactor para la producción de concentrado de microalgas, que comprende dos tubos dispuestos concéntricamente, de diferente diámetro, entre los cuales está formado un canal para una suspensión de microalgas (4), **caracterizado porque** los dos tubos (1, 2) están hechos de material plástico transparente, presentando al menos el tubo exterior (1) a lo largo de su longitud al menos dos secciones (L1, L2, L3) con diferente grosor de pared (s).
2. Tubo de conducción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos una sección (L2) presenta un grosor de pared (s) que se estrecha linealmente.
- 10 3. Tubo de conducción según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los dos tubos (1, 2) presentan a lo largo de su longitud un diámetro exterior constante.
4. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos el tubo exterior (1), preferentemente ambos tubos (1, 2), están hechos de polimetilmetacrilato (PMMA).
- 15 5. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** al menos el tubo exterior (1), preferentemente ambos tubos (1, 2), están hechos de policarbonato y están provistos, por su lado dirigido hacia el canal, de una capa adecuada para uso alimentario (12, 22) y, por su lado alejado del canal, de una capa de bloqueo frente a UV (13, 23).
6. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los dos tubos (1, 2) presentan una permeabilidad a la luz de al menos el 80 por ciento, preferentemente de al menos el 85 por ciento.
- 20 7. Tubo de conducción según las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado porque** las capas de bloqueo frente a UV (13, 23) están configuradas de tal manera que no dejan pasar ondas de luz con una longitud de onda de menos de 350 nm y dejan pasar aquellas con una longitud de onda de 350 nm a 700 nm.
8. Tubo de conducción según la reivindicación 7, **caracterizado porque** las capas de bloqueo frente a UV (13, 23) están formadas a partir de un material de policarbonato, al cual se ha añadido un adsorbente de UV.
- 25 9. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** las capas adecuadas para uso alimentario (12, 22) están formadas a partir de tereftalato de polietileno o de policarbonato.
10. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado porque** las capas de bloqueo frente a UV (13, 23) y las capas adecuadas para uso alimentario (12, 22) están unidas de manera homogénea y sin agentes de adhesión con el correspondiente cuerpo de base de tubo (11, 21).
- 30 11. Tubo de conducción según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente, **caracterizado porque** están dispuestos medios para la reducción de la refracción de la luz.
12. Tubo de conducción según la reivindicación 11, **caracterizado porque** los medios para la reducción de la refracción de la luz están formados por prismas y/o tiras estiradas.
- 35 13. Procedimiento para la fabricación de tubos (1) para tubos de conducción según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los tubos (1) se fabrican en un proceso de extrusión continuo, siendo extruida en primer lugar una sección (L1) con un primer grosor de pared (s1), reduciéndose linealmente este grosor de pared con diámetro exterior de tubo constante a lo largo de la longitud de una segunda sección (L2) posterior, cuyo grosor de pared (s3) alcanzado en el lado final se mantiene constante a lo largo de una tercera sección (L3) posterior, siendo extruidas las secciones (L1, L2, L3) que se han mencionado con anterioridad sucesivamente en orden una y otra vez invertido, mediante lo cual se forman uno tras otro en cada caso dos tubos (1) dispuestos simétricamente entre sí, que se separan en un paso de trabajo posterior uno de otro por medio de un proceso de corte.
- 40 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** los tubos se fabrican a partir de polimetilmetacrilato (PMMA).
- 45 15. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** los tubos se fabrican a partir de policarbonato, siendo coextruidas una capa de bloqueo frente a UV (13, 23), una capa de estructura de policarbonato (11, 21) y una capa de contacto para uso alimentario (12, 22), enfriándose el tubo de tres capas coextruido (1, 2) a continuación mediante pasos de enfriamiento acondicionados en temperatura y escalonados.

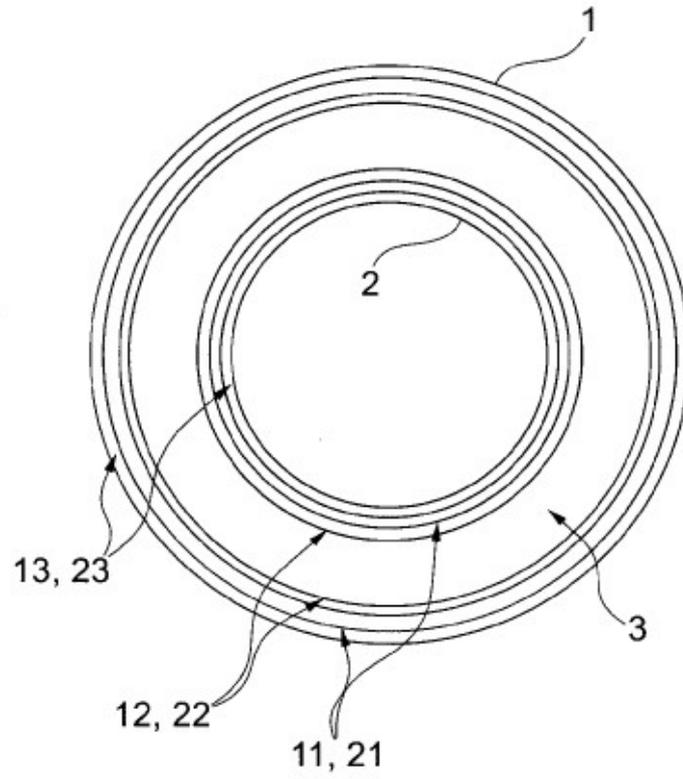


Fig. 1

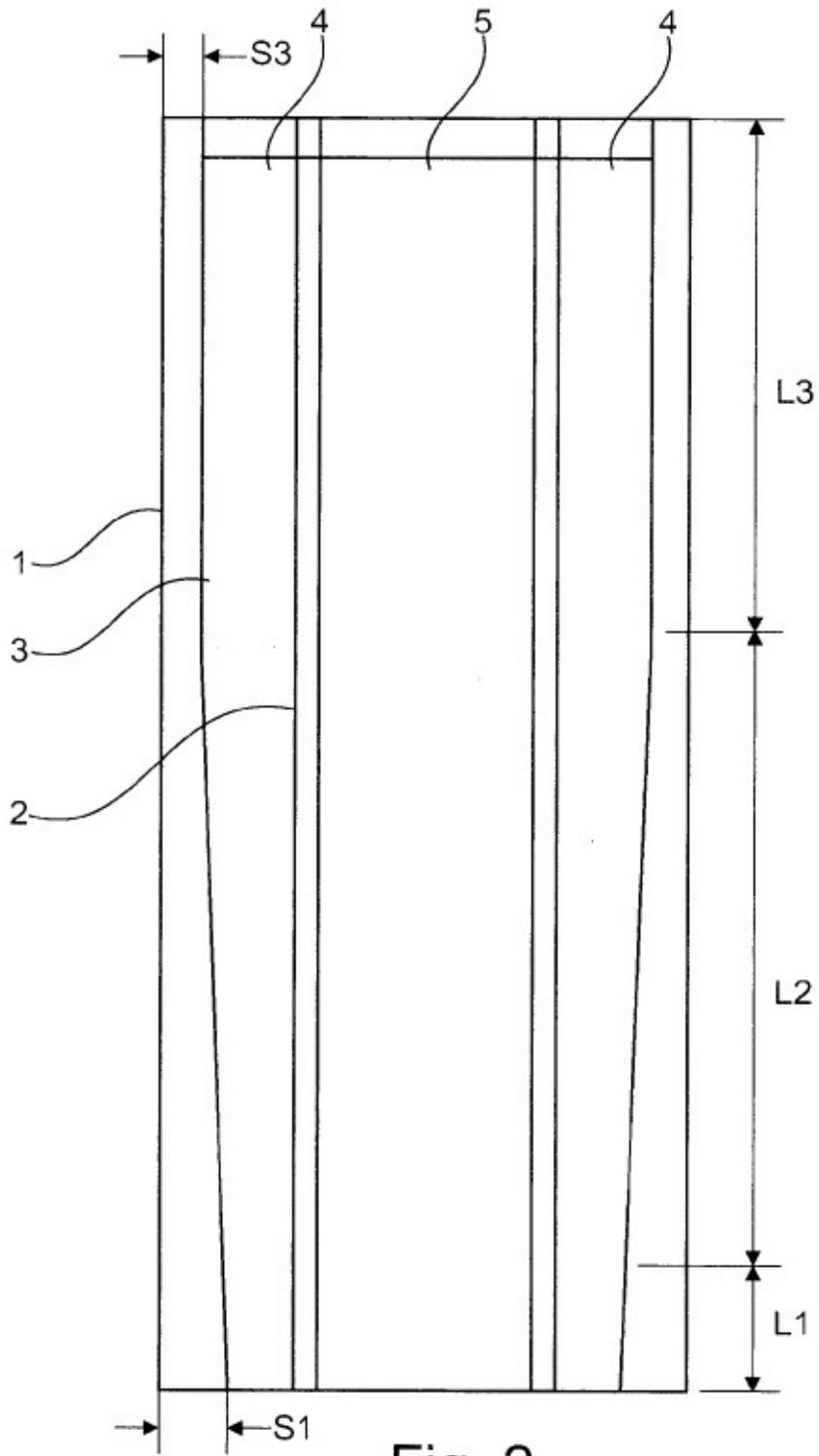


Fig. 2

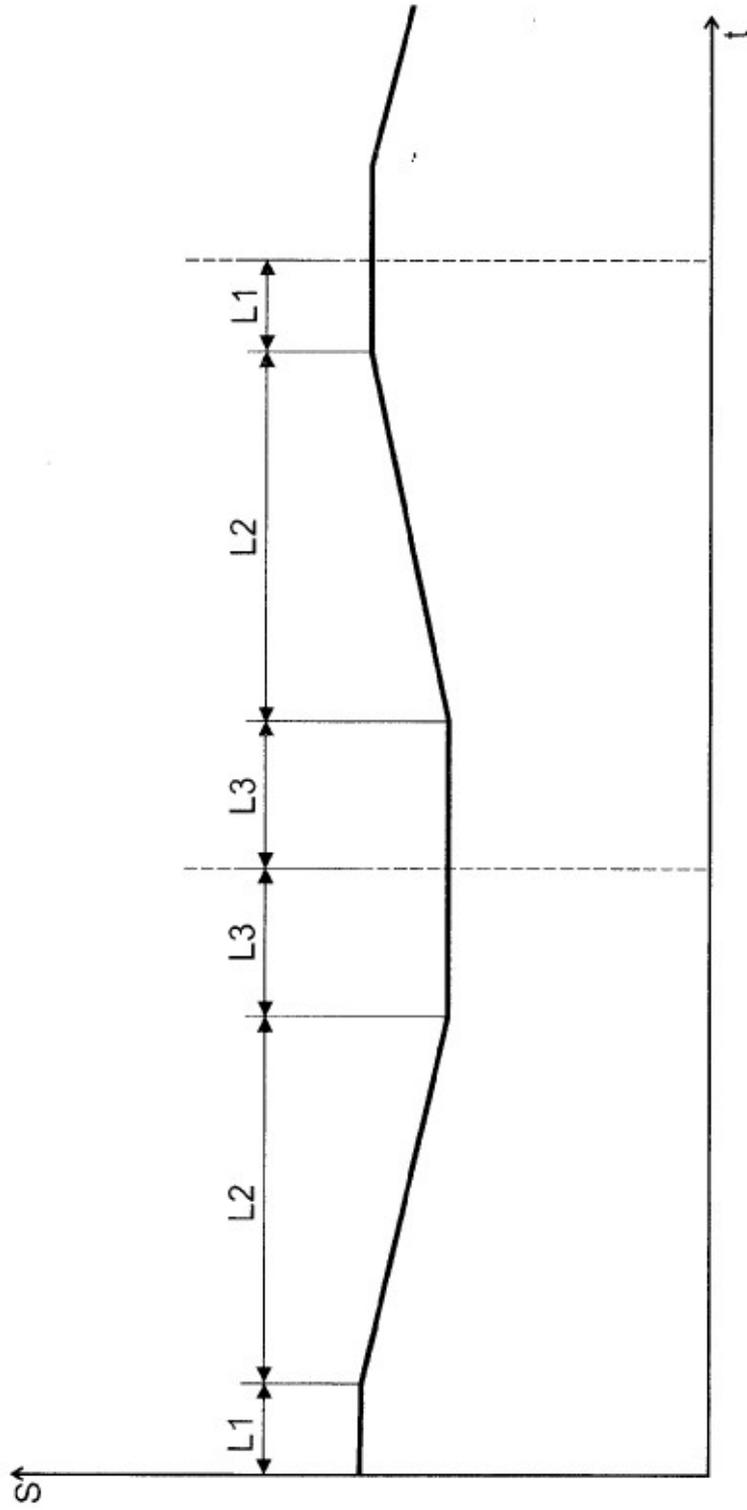


Fig. 3