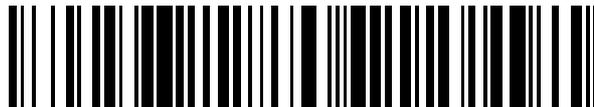


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 626**

51 Int. Cl.:

A01K 61/00 (2007.01)

A01K 63/06 (2006.01)

A01K 61/60 (2007.01)

A01K 61/80 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2013 PCT/IB2013/054394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186651**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2013 E 13736969 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2861062**

54 Título: **Sistema de iluminación y método para el cultivo de animales acuáticos**

30 Prioridad:

14.06.2012 US 201261659555 P

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

04.04.2019

73 Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**BOONEKAMP, ERIK PAUL;
TANASE, CRISTINA;
JANSEN, MARTIJN EVERT PAUL;
PASVEER, WILLEM FRANKE;
VANDEN WYNGAERT, HILBRAND;
VAN HONSCHOOTEN, RENÉ y
BUKKEMS, PETER JOHANNES MARTINUS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 707 626 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

Sistema de iluminación y método para el cultivo de animales acuáticos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de iluminación para el cultivo de peces en jaulas marinas. En particular, la presente invención se refiere a un sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos, a una disposición que contiene dicho sistema de iluminación, y a un método para controlar la luz en dicho sistema de iluminación.

Antecedentes de la invención

15 El comportamiento de los peces u otros animales acuáticos en su entorno natural depende de varios factores, tales como la temperatura, la calidad de la luz, la concentración de oxígeno y el pH del agua. La cantidad de peces o la densidad de peces en un área determinada que se determina fuertemente también por factores ambientales en esa área. El cultivo intensivo de peces se lleva a cabo, dependiendo de la especie y la etapa de desarrollo, en agua dulce o marina. Actualmente, la mayoría de, por ejemplo, la creciente producción de salmón del Atlántico se realiza en jaulas marinas de red o jaulas marinas. En general, los peces tienen una tendencia natural a evitar una alta intensidad de luz. Sin embargo, el impulso para comer es más fuerte que la tendencia a evitar la alta intensidad de luz cerca de la superficie del agua. La alimentación de los peces en jaulas marinas se realiza actualmente mediante el uso de comederos que esparcen pellets de alimento en la superficie del agua y crea la situación de que la ingesta de alimentos tenga lugar cerca de la superficie del agua. Por lo tanto, surge una situación estresante debido a la alta densidad de peces alrededor de los "puntos de alimentación" cerca de la superficie del agua y debido a la alta intensidad de luz.

En las jaulas acuáticas, tales como jaulas marinas de red o las jaulas marinas, las condiciones de iluminación se pueden ver afectadas por el uso de luz artificial que se coloca principalmente en el agua, mientras que los otros factores ambientales, como la temperatura o la concentración de oxígeno, solo se pueden ver influidos por el posicionamiento inicial de la jaula o red.

En consecuencia, se han desarrollado varios dispositivos y métodos que usan fuentes de luz para controlar la luz y, por lo tanto, el comportamiento de los peces en dichos ambientes.

35 El documento US 6.203.170 B1 divulga un dispositivo para atraer y/o repeler peces. El dispositivo comprende una serie de diodos emisores de luz visible encerrados en una carcasa protectora resistente al agua que es sustancialmente transparente a la luz que se emite mediante los diodos. La luz que se emite tiene una longitud de onda que atrae o repele a los peces y se usa para guiar los movimientos de los peces. Un controlador que se comunica tanto con el dispositivo como con un dispensador de alimento puede hacer, por ejemplo, que el dispositivo se ilumine por períodos predeterminados, durante los cuales se dispensa una cantidad predeterminada de alimentos.

45 El documento US 2010/267126 A1 divulga un aparato para cultivar especies biológicas en un hábitat marino, en el que las fuentes de luz iluminan el hábitat marino con luz que tiene un espectro y/o intensidad que se establecen para el crecimiento óptimo de las especies biológicas en dicho hábitat marino. El documento hace una breve nota de que un controlador puede garantizar la salida de luz constante de las fuentes de luz independientemente de los cambios en la luz solar, no obstante, sin divulgar además cómo se puede permitir esto.

50 El documento JP 2000-60350 A divulga un sistema para cultivar ostras perleras que comprende una fuente de luz que se sumerge en el agua a una profundidad fija debajo de la superficie del agua, para irradiar una jaula de cultivo que comprende las ostras perleras, y un fotodiodo que se une a la jaula de cultivo, para monitorear la intensidad de la luz en la posición de la jaula de cultivo. Durante el proceso de cultivo, las ostras perleras se iluminan con luz de una intensidad prescrita de acuerdo con un calendario predeterminado. El calendario es un ciclo repetitivo de 70 min en "luces encendidas" y de 20 min en "luces apagadas". La jaula de cultivo se levanta a poca profundidad para adaptarse a un estado brillante (luz solar + luz artificial si es necesario) o se baja a una mayor profundidad para adaptarse a un estado oscuro (sin luz) de acuerdo con el cronograma prescrito.

60 Sin embargo, todavía existe la necesidad de una solución eficiente sobre cómo usar la iluminación artificial en dichos ambientes para obtener una mejora tanto en el bienestar de los peces como en la ingesta de alimentos. Existe también la necesidad de una solución que genere una mayor productividad de las jaulas marinas para el cultivo de peces.

65 El documento WO 2013/096840 A1 divulga un método para mejorar la producción de organismos acuáticos bajo cultivo, incluyendo los pasos para exponer a los organismos acuáticos a una fuente de iluminación que se sumerge dentro del agua de una unidad de crianza y mantener la iluminación en la unidad de crianza durante un período de crianza.

El documento WO 2013/090505 A1 divulga un conjunto de iluminación para mejorar el crecimiento de la vida acuática en un ecosistema y un método para mejorar el crecimiento de la vida acuática en dicho ecosistema. El conjunto incluye un recipiente que se sumerge dentro del agua del ecosistema. Un sustrato se dispone dentro y se rodea mediante el recipiente y proporciona la electrónica para proporcionar una corriente que se acondiciona a una pluralidad de diodos emisores de luz, que se contienen también en el sustrato. Los diodos emisores de luz emiten luz dentro del agua del ecosistema que permite el crecimiento, no solo en un volumen mayor del ecosistema, sino que además mejora el crecimiento de la vida acuática.

Resumen de la invención

En vista de lo anterior, es deseable proporcionar una solución de iluminación artificial efectiva o un sistema de iluminación que sea capaz de mejorar el rendimiento y la productividad de las jaulas marinas para el cultivo de peces.

También es deseable que dicho sistema de iluminación proporcione una contribución positiva al bienestar de los peces al reducir el estrés durante la ingesta de alimentos. Reducir el estrés en los rendimientos de los peces mejoró la conversión de alimento, lo que genera peces más grandes y mejoró la tasa de crecimiento específica y menos enfermedades, lo que generó una menor mortalidad.

Además, es deseable que los peces mejoren la ingesta de alimentos, teniendo en cuenta que normalmente se pierde una cantidad considerable de alimentos durante la lucha por los alimentos justo debajo de la superficie del agua. La comida que los peces no notan se mueve a aguas más profundas y a temperaturas más desfavorables donde no se produce la ingesta de alimentos. Por lo tanto, sería deseable mejorar la absorción de alimentos, lo que resultaría en costes más bajos y una mayor productividad de la jaula marina.

Además, también es deseable mejorar la uniformidad de la población de peces, en términos de tamaño y peso, al disminuir la pelea por los alimentos cerca de la superficie del agua, lo que resulta en una ingesta más efectiva, lo que resulta nuevamente en costes más bajos.

También es deseable obtener una mejor distribución de los alimentos sobre la cantidad total de peces. Además, es deseable mejorar el rendimiento de los peces, es decir, poder cultivar más peces en el mismo volumen de agua.

Un objetivo de la presente invención, que se define por las reivindicaciones, es proporcionar un sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos de acuerdo con la reivindicación 1, una disposición para el cultivo de animales acuáticos de acuerdo con la reivindicación 7 y un método para controlar la luz en un sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos de acuerdo con la reivindicación 9, que resuelve o al menos mitiga los problemas tratados anteriormente.

Un primer sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos comprende al menos una fuente de luz que comprende al menos un diodo emisor de luz que se dispone para emitir luz, disponiéndose al menos una fuente de luz para sumergirse en un cuerpo de agua, al menos un accionador de luz (eléctrica) que se dispone para accionar al menos una fuente de luz, al menos un primer sensor de luz que se dispone para proporcionar datos de iluminancia para al menos un volumen de agua de interés en el sistema de iluminación, el volumen de interés se encuentra en el cuerpo de agua, y un controlador, en el que el controlador se adapta para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para al menos un punto de interés; recibir los datos de iluminancia de al menos un primer sensor de luz; determinar las señales de control que se basan en el punto de ajuste de iluminancia deseado y los datos de iluminancia que se reciben; proporcionar las señales de control determinadas a al menos un accionador de luz, accionando de ese modo al menos una fuente de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un volumen de interés.

Un sistema de iluminación de acuerdo con la presente divulgación puede comprender ventajosamente varias fuentes de luz, o lámparas LED en una jaula marina. Esto permite producir una distribución más o menos uniforme de puntos de luz. El sistema de iluminación de acuerdo con la presente divulgación comprende fuentes de LED sumergidas que se pueden distribuir uniformemente en todo el volumen de la jaula marina. Las fuentes de LED mejoran la visibilidad de los alimentos y evitan situaciones estresantes durante la ingesta de alimentos. Además, la iluminación sumergida mejora la ingesta efectiva de alimentos (no se pierde ningún alimento) y mejora el rendimiento / uniformidad de los peces como se describió anteriormente. La ventaja particular de la iluminación LED es que la poca cantidad de calor generado que se genera se puede absorber fácilmente por el agua. La iluminación LED tiene también una ventaja sobre las lámparas de halogenuros metálicos, los cuales, no se pueden distribuir más profundamente en la jaula marina.

La iluminancia deseada se puede relacionar con el espectro y/o el color de la luz a emitir por al menos una dicha fuente de luz.

La iluminancia deseada se puede relacionar adicionalmente con otros aspectos de las propiedades de la fuente de luz, tales como el flujo y/o el brillo máximo.

De esta manera, el primer sensor de luz sumergido permite que las propiedades de la luz de las fuentes de luz en el sistema de iluminación se puedan ajustar ventajosamente con respecto a aspectos, tales como el flujo, el brillo máximo y el espectro. Las fuentes de luz del sistema de iluminación se pueden ajustar individualmente para producir un flujo o espectro de luz bien definido. Un sistema de iluminación de acuerdo con la presente divulgación puede permitir que las fuentes de luz se atenúen o refuercen individualmente. Es posible crear un gradiente de luz en la jaula acuática que puede ser útil para manipular la densidad de los peces, por ejemplo, durante la alimentación.

Las fuentes de luz, o los diodos emisores de luz, se pueden ajustar en función de las condiciones de luz natural en los alrededores de la jaula marina. Esto puede permitir la compensación en el agua de la pérdida de luz por absorción.

Por lo tanto, se describe un segundo sistema de iluminación que se configura para el cultivo de animales acuáticos. El sistema de iluminación comprende al menos una fuente de luz que comprende al menos un diodo emisor de luz, en el que al menos una fuente de luz se dispone para sumergirse en un cuerpo de agua. El sistema de iluminación comprende al menos un accionador de luz que se dispone para accionar al menos una fuente de luz para emitir luz en un punto de interés en el cuerpo de agua. El sistema de iluminación comprende al menos un sensor de luz, que se puede configurar para disponerse sobre una superficie del cuerpo de agua, para proporcionar datos de luz ambiente. Se considera que la luz ambiente es la luz que se detecta sobre la superficie del agua. El sistema de iluminación comprende también un controlador que se configura para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado y para recibir los datos de luz ambiente de al menos un sensor y para determinar las señales de control que se basan en el punto de ajuste de iluminancia deseado que se recibe y los datos de luz ambiente. El controlador se configura para proporcionar las señales de control determinadas al accionador de luz, lo que hace que al menos una fuente de luz emita luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

El sistema de iluminación permite la medición de las condiciones de luz natural del ambiente (por ejemplo, intensidad y/o espectro) en la superficie (fuera del agua) del cuerpo de agua que contiene los animales acuáticos. La contribución de la luz ambiente a la exposición total a la luz de los animales acuáticos se puede tener en cuenta para controlar la luz que se emite desde al menos una fuente de luz. En consecuencia, las mismas condiciones de luz que las condiciones en la superficie se pueden aplicar en todo el cuerpo de agua, de modo que los peces tengan la misma visibilidad de los alimentos en todo el espacio, lo que es beneficioso para el proceso de crecimiento. Se puede aplicar un modelo dentro del controlador para tener en cuenta la contribución de la luz ambiente a una o más profundidades diferentes.

Se pueden contemplar varias aplicaciones. Por ejemplo, el ritmo diurno / nocturno de la luz ambiente puede seguir controlando la luz que se emite desde al menos una fuente de luz sumergida de acuerdo con la intensidad de la luz ambiente y/o el espectro que se detecta mediante el sensor de luz sobre la superficie del agua. La contribución de la luz ambiente a la profundidad de la fuente de luz sumergida será diferente de la luz que se detecta mediante el sensor de luz sobre la superficie del agua. Por consiguiente, el modelo que se menciona en el párrafo anterior se puede aplicar para tener en cuenta este efecto.

El segundo sistema de iluminación se puede combinar o no con el primer sistema de iluminación.

Si se combinan ambos sistemas de iluminación, se obtiene un tercer sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos. El tercer sistema de iluminación comprende al menos una fuente de luz que contiene al menos un diodo emisor de luz que se dispone para emitir luz, en el que la fuente de luz se dispone para sumergirse en un cuerpo de agua. El sistema de iluminación comprende también al menos un accionador de luz que se dispone para accionar al menos una fuente de luz. El sistema de iluminación comprende al menos un primer sensor de luz que se dispone para sumergirse en el cuerpo de agua para proporcionar datos de iluminancia en al menos un punto de interés que se ubica en el cuerpo de agua. El sistema de iluminación comprende también al menos un segundo sensor de luz, que se puede configurar para disponerse sobre una superficie del cuerpo de agua, para proporcionar datos de luz ambiente. Se proporciona un controlador que se configura para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado y para recibir los datos de iluminancia de al menos un primer sensor y los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor y para determinar señales de control que se basan en el punto de ajuste de iluminancia deseado que recibe, los datos de iluminancia de al menos un primer sensor y los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor. El controlador se configura para proporcionar las señales de control determinadas al accionador de luz, accionando de este modo al menos una fuente de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

El tercer sistema de iluminación permite la medición real de la luz (intensidad y/o espectro), en particular la contribución de la luz ambiente, dentro del agua mediante el(los) primer(os) sensor(es). Como consecuencia, no es necesario aplicar un modelo y se pueden tener en cuenta las variaciones en las condiciones del agua (por ejemplo, la opacidad del agua y la variación en la corriente del agua). Las variaciones en las condiciones de luz ambiente y/o en los parámetros ópticos del agua se traducen en parámetros de conducción que se adaptan para la(s) fuente(s) de luz. El tercer sistema de iluminación permite también el control relativo de las condiciones de luz dentro del cuerpo de agua con respecto a las condiciones de luz en la superficie del cuerpo de agua. Por ejemplo, se puede controlar o establecer un gradiente entre las condiciones de luz en la superficie y las condiciones de luz dentro de la masa de

agua en el(los) punto(s) de interés. Los datos de luz ambiente se pueden usar como entrada para establecer el punto de ajuste de iluminancia deseado en el punto de interés que se ubica en el cuerpo de agua.

Se han considerado varias realizaciones en relación con los sistemas de iluminación primero, segundo y/o tercero.

5 En una realización, el sistema de iluminación puede comprender al menos un dispensador de alimentos. La dispensación de alimentos y el control de la luz que se emite mediante las fuentes de luz se pueden ajustar desde el controlador para estimular la ingesta de alimentos.

10 En una realización, al menos un primer sensor de luz se puede integrar con al menos una fuente de luz.

En una realización, el sistema de iluminación puede comprender además al menos una carcasa que comprende al menos una de al menos una fuente de luz, disponiéndose la carcasa para sumergirse en el cuerpo de agua.

15 En otra realización, al menos una carcasa puede comprender además al menos uno de al menos un accionador de luz.

20 En una realización, el sistema de iluminación puede comprender además un dispositivo de entrada y el punto de ajuste de iluminancia deseado se puede recibir desde el dispositivo de entrada. Alternativamente, o además, como se mencionó anteriormente, los datos de luz ambiente del segundo sensor de luz que se dispone sobre la superficie de la masa de agua se pueden usar como entrada para establecer el punto de ajuste de iluminancia.

25 En una realización, el sistema de iluminación puede comprender además al menos un sensor de temperatura que se dispone para proporcionar datos de temperatura para al menos un punto de interés, y el controlador se puede adaptar adicionalmente para recibir los datos de temperatura de al menos un sensor de temperatura; determinar señales de control que se basan también en los datos de temperatura que se reciben (además del punto de ajuste de iluminancia, los datos de iluminancia de al menos un primer sensor y/o los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor); proporcionar las señales de control determinadas a al menos un controlador de luz, accionando de este modo al menos una fuente de luz para emitir luz de la iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

30 De esta forma, la iluminación LED que se sumerge se combina con sensores de temperatura. Esto abre la posibilidad de controlar que los peces se mantengan en la jaula marina a las temperaturas adecuadas.

35 Los sensores de temperatura se pueden conectar a un software o un controlador que regula la posición y la salida de flujo u otras características ópticas (como el espectro) de las fuentes de luz. Los sensores de temperatura se pueden separar de las fuentes de luz o se pueden integrar en el cable que lleva la corriente a las fuentes de luz.

40 En una realización, al menos un sensor de temperatura se puede integrar al menos con dicha fuente de luz. Los sensores de temperatura se pueden integrar en el cable que lleva la corriente a las fuentes de luz.

45 En una realización, el sistema de iluminación puede comprender además al menos un actuador de posición que se dispone para ajustar la profundidad de inmersión de al menos una fuente de luz en el cuerpo de agua, en el que la profundidad de inmersión se puede asociar con una distancia vertical entre una superficie de la masa de agua y al menos una fuente de luz, en la que el controlador se puede adaptar adicionalmente para recibir un punto de ajuste de posición deseado para al menos una fuente de luz; determinar los datos de posición actuales para al menos una fuente de luz; determinar las señales de control que se basan en el punto de ajuste de posición recibida y los datos de posición actuales determinados; proporcionar las señales de control determinadas a al menos un actuador de posición, posicionando de este modo al menos en el cuerpo de agua una fuente de luz en una posición deseada.

50 Esto tiene la ventaja de que las fuentes de luz pueden ser variables en profundidad de inmersión dentro del cuerpo de agua. Esto abre la posibilidad de que los peces se mantengan a las temperaturas adecuadas en la jaula marina.

55 En una realización, el accionador de posición se puede disponer además para ajustar lateralmente la posición de al menos una fuente de luz en el cuerpo de agua. Esta realización facilita el posicionamiento de al menos una fuente de luz con respecto a una posición lateral particular, por ejemplo, la posición del dispensador de alimentos.

60 En una realización, el sistema de iluminación comprende una pluralidad de fuentes de luz, en la que cada una de las fuentes de luz se dispone a una profundidad de inmersión diferente en el cuerpo de agua. Cada una de las fuentes de luz comprende uno o más diodos emisores de luz que se disponen para emitir luz cuando se accionan mediante uno o más controladores de luz. El sistema de iluminación comprende una pluralidad de primeros sensores de luz que se disponen con respecto a una o más de la pluralidad de fuentes de luz para proporcionar datos de iluminancia para puntos de interés que se asocian con cada uno de la pluralidad de sensores de luz. Se proporciona un controlador que se configura para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para cada una de las fuentes de luz y para recibir los datos de iluminancia de la pluralidad de primeros sensores y los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor y para determinar las señales de control que se basan en el punto de referencia de iluminancia deseado que se recibe, los datos de iluminancia de la pluralidad de primeros sensores de luz y los datos

de luz ambiente de al menos un segundo sensor. El controlador se configura para proporcionar las señales de control determinadas a uno o más accionadores de luz, accionando de este modo las fuentes de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés correspondiente al punto de ajuste de iluminancia deseado, que se asocia con cada una de la pluralidad de fuentes de luz. En particular, cada fuente de luz puede tener su propio primer sensor de luz asociado que se dispone dentro de la fuente de luz o en la vecindad de la fuente de luz, de modo que pueda realizar una medición de luz apropiada en el punto de interés que se asocia con el primer sensor de luz y emitir luz de acuerdo con un punto de ajuste de iluminancia asociado con el punto de interés.

En una realización, el controlador se configura para determinar la señal de control dependiendo también de al menos una de las especies y la etapa de desarrollo de los animales acuáticos. Se ha encontrado que la sensibilidad, por ejemplo, del pez a la luz cambia profundamente de acuerdo con la especie y/o la etapa de desarrollo. Células fotorreceptoras específicas se presentan tanto en el ojo como en la glándula pineal de los peces y estas células evolucionan durante el crecimiento de los peces. Por lo tanto, los peces pueden requerir diferentes intensidades de luz y/o longitudes de onda durante su desarrollo. Además, dentro de la misma etapa de desarrollo, los peces se ven influenciados por la duración del día (actividad fotoperiódica) y la temporada. Por ejemplo, el salmón tiene un comportamiento de alimentación diferente, menos apetito desde el otoño hasta el invierno y un rápido aumento del apetito desde fines del invierno en adelante. La variación estacional en los índices de comportamiento del apetito se atribuye a la duración del día y al cambio en la duración del día.

Como ya se mencionó anteriormente, se han considerado varias aplicaciones del sistema de iluminación. Las aplicaciones se pueden relacionar particularmente con el control de la intensidad de la luz y/o las características espectrales. La maduración del pez se puede evitar, por ejemplo, proporcionando la intensidad de luz y/o el color de la luz adecuados en el momento adecuado. La visibilidad de los alimentos se puede mejorar también aplicando la intensidad de luz y el color apropiados al menos durante la dispensación de los alimentos. Una mejor visibilidad de los alimentos puede resultar en un mejor crecimiento de los peces y un menor nivel de estrés.

En una realización del tercer sistema de iluminación, el controlador determina la señal de control para mantener la suma de la intensidad de la luz en uno o más puntos de interés que se detectan mediante al menos un primer sensor de luz y al menos un segundo sensor de luz constante sustancialmente durante un período de tiempo y/o constante sustancialmente en la dirección de profundidad del cuerpo de agua. Esta aplicación permite mantener una intensidad de luz constante dentro del cuerpo de agua, independientemente de los cambios en la luz ambiente.

En otra realización del segundo y/o tercer sistema de iluminación, la señal de control se determina para controlar la luz que se emite desde una o más fuentes de luz para mapear el espectro que se detecta mediante uno o más segundos sensores de luz que se disponen sobre la superficie del cuerpo de agua y/o uno o más primeros sensores de luz que se disponen en el cuerpo de agua. Como tal, no solo la intensidad de la luz sino también las características espectrales de la luz ambiente se pueden copiar en el agua. En consecuencia, se permite la simulación de la salida del sol y la puesta de sol dentro del agua.

Los esquemas avanzados de iluminación se pueden programar en el controlador para determinar las señales de control para uno o más accionadores de luz dependiendo de los datos de iluminancia que se reciben a partir de uno o más primeros sensores de luz y/o los datos de luz ambiente que se reciben a partir de uno o más segundos sensores de luz.

Por ejemplo, un esquema de iluminación puede comprender aumentar (por ejemplo, de forma continua o escalonada) un nivel de intensidad de luz de la luz que se emite desde al menos una fuente de luz desde un primer nivel de intensidad de luz hasta un segundo nivel de intensidad de luz durante un período de tiempo de al menos de un día a dos semanas, preferiblemente de al menos de dos días a dos semanas. El primer nivel de intensidad de luz puede ser al menos un factor 10-100 más pequeño que el segundo nivel de intensidad de luz. Dado que la luz ambiente cambiará significativamente a lo largo del período de tiempo, los datos de luz ambiente se pueden usar ventajosamente para determinar las señales de control que permiten aumentar el nivel de intensidad de luz de acuerdo con el esquema de iluminación.

Otro ejemplo incluye aumentar el nivel de intensidad de luz en una primera velocidad durante un primer período de tiempo y en una segunda velocidad durante un segundo período de tiempo, en el que la primera velocidad es más baja que la segunda velocidad. La ventaja de este último esquema de iluminación es que primero se puede aplicar una primera velocidad más baja y una vez que se alcanza el nivel de sensibilidad ocular del pez, la segunda velocidad (más alta) se puede aplicar durante el segundo período de tiempo. Los períodos de tiempo primero y segundo pueden ser períodos consecutivos. Para no interrumpir el esquema de iluminación por variaciones en la luz ambiente y/o variación en las características ópticas del agua, el controlador puede determinar señales de control que permitan la compensación de cualquier efecto de luz que se detecta mediante el primer sensor de luz y/o el segundo sensor de luz.

La divulgación se refiere también a las disposiciones para el cultivo de animales acuáticos y a los métodos para usar el sistema de iluminación tal como se definió anteriormente.

Por lo tanto, una disposición para el cultivo de animales acuáticos, la disposición que comprende cualquiera de los sistemas de iluminación que se describen anteriormente, se divulga en combinación con una jaula acuática, en la que el sistema de iluminación se puede disponer para iluminar la jaula acuática y en la que al menos un punto de interés se puede ubicar dentro de la jaula acuática.

5 Se divulga un primer método para controlar la luz en un sistema de iluminación para el cultivo de animales acuáticos, comprendiendo el sistema de iluminación al menos una fuente de luz que comprende al menos un diodo emisor de luz que se dispone para emitir luz, al menos una fuente de luz que se sumerge en un cuerpo de agua, al menos un accionador de luz que se dispone para accionar al menos una fuente de luz, al menos un primer sensor de luz que
10 se dispone para proporcionar datos de iluminancia para al menos un punto de interés en el sistema de iluminación, ubicándose el punto de interés en el cuerpo de agua, y un controlador, el método que comprende los pasos de recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para al menos un punto de interés; recibir los datos de iluminancia de al menos un sensor de luz; determinar las señales de control que se basan en el punto de ajuste de iluminancia deseado que se recibe y los datos de iluminancia que se reciben; proporcionar las señales de control determinadas
15 a al menos un accionador de luz, accionando de este modo, al menos una fuente de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

Un segundo método para cultivar animales acuáticos en un cuerpo de agua se relaciona con un método en el que los datos de luz ambiente se obtienen a partir de al menos un segundo sensor de luz que se dispone sobre la
20 superficie del cuerpo de agua y la determinación de las señales de control para accionar al menos una fuente de luz que se basa en un punto de referencia de iluminancia deseado para un punto de interés en el cuerpo de agua y los datos de luz ambiente, accionando de este modo, la fuente de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

25 El primer y segundo método se pueden combinar o no con el quinto aspecto de la presente divulgación.

Si se combinan ambos métodos, un tercer método se relaciona con un método para cultivar animales acuáticos en un cuerpo de agua, en el que los datos de iluminancia se obtienen a partir de al menos un primer sensor en al menos un punto de interés que se ubica en el cuerpo de agua y los datos de luz ambiente se obtienen a partir de al
30 menos un segundo sensor que se disponen sobre la superficie del cuerpo de agua. Las señales de control se determinan para accionar al menos una fuente de luz que se basa en un punto de ajuste de iluminancia deseado para un punto de interés en el cuerpo de agua y los datos de iluminancia de al menos un primer sensor y los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor, accionando de este modo al menos una fuente de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés. Los datos de luz ambiente se pueden usar como
35 entrada para establecer el punto de ajuste de iluminancia.

Se han considerado varias realizaciones para el primer, segundo y/o tercer método que se divulgan.

En una realización, el sistema puede comprender además al menos un sensor de temperatura que se dispone para
40 proporcionar datos de temperatura para al menos un punto de interés, comprendiendo además el método los pasos de recibir los datos de temperatura a partir de al menos un sensor de temperatura; determinar señales de control que se basan también en los datos de temperatura que se reciben (además del punto de ajuste de iluminancia, los datos de iluminancia de al menos un primer sensor y/o los datos de luz ambiente a partir de al menos un segundo sensor); proporcionar las señales de control determinadas a al menos un accionador de luz, accionando de este
45 modo al menos una fuente de luz para emitir luz de la iluminancia deseada en al menos un punto de interés.

En otra realización, el sistema comprende al menos un actuador de posición que se dispone para ajustar la profundidad de inmersión de al menos una fuente de luz en el cuerpo de agua, en el que la profundidad de inmersión se puede asociar con una distancia vertical entre una superficie del cuerpo del agua y al menos una fuente de luz,
50 comprendiendo además el método los pasos de recibir un punto de ajuste de posición deseado para al menos una fuente de luz; determinar los datos de posición actuales para al menos una fuente de luz; determinar señales de control que se basan también en el punto de ajuste de posición que se recibe y los datos de posición actuales determinados; proporcionar las señales de control determinadas a al menos un actuador de posición, posicionando de este modo al menos una fuente de luz en una posición deseada en el cuerpo de agua.

En una realización del segundo y/o tercer método que se divulgan, el sistema comprende una pluralidad de fuentes de luz que se disponen a diferentes profundidades en el cuerpo de agua. Cada una de las fuentes de luz comprende uno o más diodos emisores de luz que se disponen para emitir luz cuando se accionan mediante uno o más accionadores de luz. El sistema de iluminación comprende una pluralidad de primeros sensores de luz que se
60 disponen con respecto a una o más de la pluralidad de fuentes de luz para proporcionar datos de iluminancia para puntos de interés que se asocian con cada una de la pluralidad de fuentes de luz. El método comprende recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para cada una de la pluralidad de fuentes de luz y recibir los datos de iluminancia a partir de la pluralidad de primeros sensores y los datos de luz ambiente de al menos un segundo sensor. El método comprende además determinar las señales de control que se basan en el punto de ajuste de iluminancia deseado que se recibe, los datos de iluminancia a partir de la pluralidad de primeros sensores de luz y los datos de luz ambiente a partir de al menos un segundo sensor y proporcionar las señales de control
65

determinadas a uno o más accionadores de luz, accionando de este modo cada una de la pluralidad de fuentes de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés correspondiente al punto de ajuste de iluminancia deseado que se asocia con cada una de la pluralidad de fuentes de luz. En particular, cada fuente de luz puede tener su propio primer sensor de luz asociado que se dispone dentro de la fuente de luz o en la vecindad de la fuente de luz, de modo que pueda realizar una medición de luz apropiada en el punto de interés que se asocia con el primer sensor de luz y emitir luz de acuerdo con un punto de ajuste de iluminancia que se asocia con el punto de interés.

En una realización, el método comprende determinar las señales de control dependiendo de al menos una de las especies y la etapa de desarrollo de los animales acuáticos. Como se mencionó anteriormente, se ha encontrado que la sensibilidad, por ejemplo, del pez a la luz cambia profundamente de acuerdo con la especie y/o la etapa de desarrollo.

En una realización del tercer método que se divulga, el método comprende determinar las señales de control para mantener la suma de la intensidad de la luz que se detecta mediante al menos un primer sensor de luz y al menos un segundo sensor de luz constante sustancialmente sobre un período de tiempo y/o constante sustancialmente en la dirección de profundidad del cuerpo de agua. Esta aplicación permite mantener una intensidad de luz constante dentro del cuerpo de agua, independientemente de los cambios en la luz ambiente.

En otra realización del segundo y/o tercer método que se divulga, se determina la señal de control para controlar la luz que se emite mediante una o más fuentes de luz para mapear el espectro que se detecta mediante uno o más segundos sensores de luz que se disponen sobre la superficie del cuerpo de agua y/o uno o más primeros sensores de luz que se disponen en el cuerpo de agua. Como tal, no solo la intensidad de la luz sino también las características espectrales de la luz ambiente se pueden copiar en el agua. En consecuencia, se permite la simulación de la salida del sol y la puesta de sol dentro del agua.

En otra realización del segundo y/o tercer método que se divulga, el método comprende usar un esquema de iluminación en el que se aumenta un nivel de intensidad de luz de la luz que se emite desde al menos una fuente de luz (por ejemplo, de forma continua o escalonada) desde un primer nivel de intensidad de luz a un segundo nivel de intensidad de luz durante un período de tiempo de al menos un día a dos semanas, preferiblemente de al menos dos días a dos semanas. El primer nivel de intensidad de luz puede ser al menos un factor 10-100 más pequeño que el segundo nivel de intensidad de luz. Dado que la luz ambiente cambiará significativamente durante el período de tiempo, el método implica el uso de los datos de luz ambiente para determinar las señales de control que permiten aumentar el nivel de intensidad de luz de acuerdo con el esquema de iluminación.

En otra realización del segundo y/o tercer método, el método comprende usar un esquema de iluminación en el que el nivel de intensidad de luz aumenta a un primer ritmo durante un primer período de tiempo y a un segundo ritmo durante un segundo período de tiempo, en el que el primer ritmo es más bajo que el segundo. La ventaja de este último esquema de iluminación es que primero se puede aplicar una primera velocidad más baja y una vez que se alcanza el nivel de sensibilidad ocular del pez, la segunda velocidad (más alta) se puede aplicar durante el segundo período de tiempo. Los períodos de tiempo primero y segundo pueden ser períodos consecutivos. Para no interrumpir el esquema de iluminación por variaciones en la luz ambiente y/o variación en las características ópticas del agua, el método consiste en determinar las señales de control que permiten la compensación de cualquier efecto de luz que se detecta mediante el primer sensor de luz y/o el segundo sensor de luz.

Se observa que la divulgación se refiere a todas las combinaciones posibles de características que se mencionan anteriormente. Por lo tanto, todas las características y ventajas de una de las realizaciones que se divulgan anteriormente se aplican de la misma manera a cualquiera de las otras realizaciones que se divulgan.

Breve descripción de los dibujos

Los diversos aspectos de la divulgación, incluidas sus características y ventajas particulares, se entenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 ilustra un sistema de iluminación de acuerdo con un primer sistema de iluminación de la presente divulgación;

La Fig. 2 ilustra un dispositivo de iluminación de acuerdo con una realización del primer sistema de iluminación de la presente divulgación;

La Fig. 3 ilustra una disposición que comprende un sistema de iluminación de acuerdo con el primer sistema de iluminación de la presente divulgación;

La Fig. 4 es una ilustración esquemática de un método para operar el sistema de iluminación de acuerdo con el primer sistema de iluminación de la presente divulgación;

La Fig. 5 es una ilustración esquemática de un sistema de iluminación de acuerdo con un segundo sistema de iluminación de la presente divulgación;

5 La Fig. 6 es una ilustración esquemática de un sistema de iluminación de acuerdo con un tercer sistema de iluminación de la presente divulgación;

La Fig. 7 ilustra una disposición que comprende el sistema de iluminación del tercer sistema de iluminación de la presente divulgación;

10 La Fig. 8 es una ilustración esquemática de un método para operar el sistema de iluminación de acuerdo con el tercer sistema de iluminación de la presente divulgación; y

Las Figs. 9A y 9B son ilustraciones de esquemas de iluminación que se controlan usando el método de la Fig. 8.

15 Descripción detallada

Las realizaciones del sistema y el método de iluminación se describirán ahora más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan. Sin embargo, el sistema y el método se pueden realizar de muchas formas diferentes y el alcance de la protección de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas no se debe interpretar como limitado a las realizaciones que se exponen en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan para la minuciosidad y exhaustividad, y para transmitir completamente el alcance de la divulgación al experto en la materia. Los caracteres de referencia similares se refieren a elementos similares en todo.

20 Un primer sistema de iluminación de la presente divulgación se describirá ahora con referencia a la Fig. 1, la Fig. 3 y el diagrama de flujo en la Fig. 4.

La Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema 100 de iluminación. El sistema 100 de iluminación comprende una fuente 110 de luz. La fuente 110 de luz comprende al menos un diodo emisor de luz. La fuente 110 de luz se dispone de este modo para emitir luz. Las fuentes 110 de luz pueden comprender luminarias LED, cada una de las cuales contiene una pluralidad de LED, por ejemplo, 160 LEDs. Los diodos emisores de luz pueden cubrir todo el espectro de luz visible de 380-700 nm y se pueden controlar para emitir luz de características espectrales particulares, por ejemplo, un color particular.

35 La fuente 110 de luz se dispone preferiblemente para sumergirse en un cuerpo de agua. El sistema 100 de iluminación comprende también un accionador 120 de luz que se acopla operativamente y se dispone para accionar la fuente 110 de luz. El accionador 120 de luz puede ser un accionador de LED. El sistema 100 de iluminación comprende un sensor 130 de luz que se dispone para proporcionar datos de iluminancia para un punto de interés 50 particular que se ubica en el cuerpo de agua, en el que se sumerge la fuente 110 de luz. Tanto el accionador 120 de luz como el sensor 130 de luz se pueden integrar opcionalmente con la fuente 110 de luz, en un dispositivo 190 de iluminación.

El sistema 100 de iluminación comprende además un controlador 140 que se adapta para recibir un punto de ajuste de iluminación deseado para el punto de interés 50 en un paso S10.

45 Opcionalmente, el controlador 140 se puede conectar operativamente a un dispositivo 160 de entrada. El punto de ajuste de iluminación deseado se puede recibir desde este dispositivo 160 de entrada o desde un registrador de datos, un sensor, un modelo de simulación, etc. Un sensor de luz ambiente, como se describe con más detalle a continuación, se puede usar como un sensor que proporciona una entrada para establecer el punto de ajuste de iluminancia.

50 En un paso S11, el controlador 140 se adapta para recibir datos de iluminancia de al menos un sensor 130 de luz. Las señales de control se determinan, basándose en el punto de ajuste de iluminancia deseado que se recibe y los datos de iluminancia recibidos, mediante el controlador 140 en un paso S12, seguido de un paso S13 en el que las señales de control determinadas se suministran al menos a un accionador 120 de luz. Al menos un accionador 120 de luz acciona de este modo al menos una fuente 110 de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés 50.

60 La iluminancia deseada se puede relacionar con la intensidad de la luz y/o el espectro y/o el color de la luz que emitirá la fuente 110 de luz.

El sistema 100 de iluminación en la Fig. 1 puede comprender opcionalmente al menos una carcasa 150 que contiene al menos una de al menos una fuente 100 de luz. La carcasa 150 se puede disponer para sumergirse en el cuerpo de agua. La carcasa 150 puede comprender opcionalmente el accionador 120 de luz. La carcasa 150 puede comprender opcionalmente el accionador 120 de luz y/o el sensor 130 de luz.

El sistema 100 de iluminación puede comprender también opcionalmente al menos un sensor 170 de temperatura. Al menos un sensor 170 de temperatura se puede disponer para proporcionar datos de temperatura para al menos un punto de interés 50. Cuando el sistema 100 de iluminación comprende un sensor 170 de temperatura, el controlador 140 se puede adaptar adicionalmente para, en un paso S14, recibir datos de temperatura de al menos un sensor 170 de temperatura. En un paso S15, se determinan las señales de control, basándose también en los datos de temperatura que se reciben. El controlador 140 proporciona luego las señales de control determinadas a al menos un accionador 120 de luz en un paso S16. Al menos un accionador 120 de luz acciona de este modo al menos una fuente 110 de luz para emitir luz de la iluminancia deseada en al menos un punto de interés 50.

Al menos un sensor 170 de temperatura se puede integrar opcionalmente con al menos una fuente 110 de luz.

El sistema 100 de iluminación puede comprender además al menos un actuador 180 de posición. El actuador 180 de posición se dispone para ajustar la profundidad de inmersión de al menos una fuente 110 de luz en el cuerpo de agua. La profundidad de inmersión se asocia con una distancia vertical entre una superficie del cuerpo de agua y al menos una fuente 110 de luz. El controlador 140 se puede adaptar además para recibir un punto de ajuste de posición deseado para al menos una fuente 110 de luz en un paso S17, seguido por un paso S18 donde se determinan los datos de posición actuales para al menos una fuente 110 de luz. En un paso S19, las señales de control se determinan basándose en el punto de ajuste de posición recibido y los datos de posición actuales determinados. Las señales de control determinadas se proporcionan, en un paso S20, a al menos un actuador 180 de posición. Al menos un actuador 180 de posición posiciona de este modo al menos una fuente 110 de luz en una posición deseada en el cuerpo de agua.

El actuador 180 de posición se puede disponer además para ajustar lateralmente la posición de al menos una fuente 110 de luz en el cuerpo de agua.

La Fig. 2 es una vista esquemática de un dispositivo 190 de iluminación de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo 190 de iluminación comprende al menos una fuente 110 de luz y al menos un accionador 120 de luz. Al menos un accionador 120 de luz se dispone para accionar al menos una fuente 110 de luz. Opcionalmente, el dispositivo 190 de iluminación en la Fig. 2 puede comprender un sensor 130 de luz y/o un sensor 170 de temperatura.

El dispositivo 190 de iluminación se puede encerrar en una carcasa 150.

La Fig. 3 es una vista esquemática de una disposición 200 que comprende una pluralidad de sistemas de iluminación como se describe con referencia a las Figs. 1, 2 y 4 y una jaula 300 acuática.

La jaula 300 acuática puede ser una jaula marina de red o una jaula marina.

En una realización, la disposición 200 comprende varios dispositivos 190 de iluminación sumergidos que se pueden distribuir uniformemente sobre todo el volumen de la jaula acuática o la jaula marina. El dispositivo 190 de iluminación mejora la visibilidad de los alimentos para que los peces puedan encontrar también alimentos que se hayan movido a aguas más profundas. El dispositivo 190 de iluminación se puede colocar de tal manera que produzca una distribución más o menos uniforme de los puntos de luz en la jaula 300 acuática. El dispositivo 190 de iluminación se puede ajustar en función de las condiciones de luz natural para compensar en el agua la pérdida de luz por absorción. Un sensor de luz ambiente, como se divulga con más detalle a continuación, puede ser de ayuda a este respecto.

Cada dispositivo 190 de iluminación se puede conectar individualmente al controlador 140. Los dispositivos 190 de iluminación se pueden ajustar individualmente para producir un flujo de luz o espectro bien definidos. Por lo tanto, es posible crear un gradiente de luz. Esto puede ser útil para manipular la densidad de los peces durante la alimentación.

El sistema 100 de iluminación puede comprender opcionalmente al menos un dispensador de alimentos.

Hay muchos tipos de especies de peces, todas ellas tienen sus requisitos específicos con respecto a la temperatura óptima para su desarrollo. Por lo tanto, es ventajoso tener en cuenta también los datos de temperatura cuando se controla la luz en el ambiente de cultivo de peces.

En otra realización, los dispositivos 190 de iluminación sumergidos se combinan con sensores 170 de temperatura. Esto permite que el controlador 140 tenga en cuenta los datos de temperatura y controle la luz de manera que los peces se guíen para mantener las temperaturas correctas en la jaula marina. Los sensores 170 de temperatura se pueden conectar a algún software que regule la posición y la salida de flujo de los dispositivos 190 de iluminación. Los sensores 170 de temperatura se pueden separar de los dispositivos 190 de iluminación o se pueden integrar en el cable o alambre que lleva la corriente a los dispositivos 190 de iluminación.

5 Cuando la disposición se combina con sensores 170 de temperatura, los dispositivos 190 de iluminación pueden ser opcionalmente de altura variable. Esto se logra mediante un actuador 180 de posición. El actuador 180 de posición se conecta operativamente al dispositivo 190 de iluminación o a la fuente 110 de luz. El actuador 180 de posición se puede disponer para ajustar verticalmente la posición del dispositivo 190 de iluminación, ajustando su profundidad de inmersión en el cuerpo de agua.

El actuador 180 de posición se puede disponer además para ajustar lateralmente la posición del dispositivo 190 de iluminación.

10 El conocimiento específico de las especies de peces y sus diferentes etapas de desarrollo se puede usar junto con los datos correspondientes sobre el espectro, los niveles de luz y los fotoperíodos para optimizar las condiciones ambientales para diferentes especies de peces.

15 En resumen, un primer sistema de iluminación de la presente divulgación se refiere a un sistema 100 de iluminación para el cultivo de animales acuáticos que comprende al menos una fuente 110 de luz, al menos un accionador 120 de luz que se dispone para accionar al menos una fuente 110 de luz, al menos un sensor 130 de luz que se dispone para proporcionar datos de iluminancia para al menos un punto de interés 50 en el sistema 100 de iluminación, y un controlador 140. El controlador 140 se adapta para proporcionar señales de control a al menos un accionador 120 de luz accionando al menos una fuente 110 de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en al menos un punto de interés 50.

20 El sistema de iluminación de acuerdo con la presente invención permite el control dinámico de las condiciones de iluminación en la jaula acuática. La capacidad de controlar individualmente la luz que se emite mediante cada fuente de luz y la posición de la misma crea grandes posibilidades para personalizar y adaptar específicamente el ambiente que se basa en el tipo de pez, la hora de alimentación, las variaciones de luz diurna, etc.

25 Un segundo sistema de iluminación de la presente divulgación se ilustra esquemáticamente en el sistema 100 de iluminación de la Fig. 5. Los componentes similares del sistema 100 de iluminación se indican con números de referencia idénticos. Otros componentes que no se muestran en la Fig. 5 (como el sensor 170 de temperatura) se pueden incluir también en el sistema 100 de iluminación. El sistema 100 de iluminación de la Fig. 5 no requiere un sensor 130 de luz.

30 El sistema 100 de iluminación de acuerdo con el segundo sistema de iluminación de la divulgación comprende particularmente al menos un sensor 500 de luz. El sensor 500 de luz se configura para disponerse sobre la superficie de un cuerpo de agua tal que se puede detectar la luz del día, por ejemplo, la intensidad de la luz y las características espectrales. Las características de la luz ambiente varían a lo largo del día (amanecer y atardecer), así como debido a las condiciones climáticas (por ejemplo, soleado y nublado). El sensor 500 de luz ambiente detecta las características ópticas sobre la superficie del agua y proporciona datos de luz ambiente al controlador 140. El controlador 140 obtiene los datos de luz ambiente a partir de la señal del sensor de salida de luz y determina la señal de control para el accionador 120 de luz con base en esta información. En consecuencia, la luz que se emite a partir de la fuente 110 de luz (intensidad y/o color) se puede adaptar con base en las características de luz diurna que se detectan mediante el sensor 500 de luz ambiente.

35 Se han considerado varias aplicaciones del sistema 100 de iluminación de la Fig. 2. Por ejemplo, el ritmo diurno / nocturno de la luz ambiente se puede seguir al controlar la luz que se emite mediante la fuente 110 de luz sumergida de acuerdo con la intensidad y/o el espectro que se detecta mediante el sensor 500 de luz ambiente sobre la superficie del agua. La contribución de la luz ambiente a la profundidad de la fuente 110 de luz sumergida será diferente de la luz que se detecta mediante el sensor 500 de luz ambiente sobre la superficie del agua. Se puede aplicar un modelo dentro del controlador 140 para tener en cuenta la contribución de la luz ambiente a una o más profundidades diferentes.

40 La Fig.6 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema 100 de iluminación de acuerdo con un tercer sistema de iluminación de la presente divulgación. El sistema 100 de iluminación de la Fig. 6 comprende nuevamente una pluralidad de fuentes 110 de luz sumergidas (en la Fig. 6, módulos LED) y un sensor 500 de luz que se conecta a un controlador 140. El controlador 140 obtiene datos de luz ambiente que contienen características ópticas de la luz ambiente por encima de la superficie S del agua y explica las características ópticas de la luz al determinar los parámetros de conducción para los módulos 110 LED. Además, el sistema 100 de iluminación contiene un sensor 130 de luz que se dispone dentro del cuerpo de agua como se describe con referencia a las Figs. 1, 3 y 4.

45 El sensor 130 de luz detecta los parámetros ópticos de la luz (datos de iluminancia) dentro del agua en un punto de interés 50 y proporciona esta información al controlador 140. El controlador 140 se configura para obtener la información a partir de ambos sensores 130, 500 de luz y para controlar la luz que se emite mediante los módulos 110 LED al determinar las señales de control con base en la información que se obtiene. Esta realización permite la medición real de la luz (intensidad y/o espectro), en particular la contribución de la luz ambiente, dentro del agua.

Tanto la luz diurna que penetra a través de la superficie S del agua como la luz artificial de los módulos 110 LED contribuyen a la luz dentro del agua que se detecta mediante el sensor 130 de luz. La intensidad de luz general de la luz diurna disminuye generalmente en la dirección de la profundidad. Además, ciertas longitudes de onda de la luz diurna se absorben en mayor medida que otras, por lo que las características espectrales de la luz diurna pueden cambiar también en la dirección de la profundidad. A mayores profundidades, normalmente solo penetra la luz verde natural y la luz azul. Esta luz es importante para especies particulares de animales acuáticos. Por ejemplo, el salmón tiene una sensibilidad máxima a la luz con longitudes de onda en el rango de 450-550 nm (azul a verde). Además, el nivel de intensidad de luz mínimo que se requiere para el salmón es 0,016 W/m² a nivel de pez / glándula pineal o 22,2 W/m² en la superficie para el cultivo en jaulas. El nivel máximo de luz que no induce estrés y no daña los ojos de los peces es de 2,7 W/m² a 0,1 m desde la fuente de luz.

El tercer sistema de iluminación de la divulgación permite también el control relativo de las condiciones de luz dentro del cuerpo de agua con respecto a las condiciones de luz en la superficie S del cuerpo de agua. Por ejemplo, se puede controlar o establecer un gradiente entre las condiciones de luz en la superficie y las condiciones de luz dentro del cuerpo de agua en el(los) punto(s) de interés. Los datos de luz ambiente se pueden usar como entrada para establecer el punto de ajuste de iluminancia deseado en el punto de interés que se ubica en el cuerpo de agua.

La Fig. 7 es una ilustración esquemática de una disposición 700 que comprende un sistema 100 de iluminación y una jaula 701 marina. Un dispensador 702 de alimentos forma parte también de la disposición 700. Para tener en cuenta las diferentes contribuciones de la luz diurna dependiendo de la profundidad debajo de la superficie S del agua y para controlar la luz que se emite mediante las fuentes 110 de iluminación sumergidas en un rango de profundidad significativo del cuerpo B de agua en una jaula 701 marina, se puede usar un sistema 100 de iluminación como se muestra esquemáticamente en la Fig. 7. La iluminación mediante fuentes 110 de luz se controla desde el controlador 140.

Uno o más sensores 500 de luz diurna se disponen sobre la superficie S del cuerpo B de agua. Los sensores 500 de luz diurna se conectan al controlador 140. Además, una pluralidad de sensores 130 de luz se dispone con respecto a los respectivos dispositivos 110 de iluminación en una relación unívoca. Se debe observar que, dependiendo de la disposición particular, los sensores 110 de luz pueden detectar también la luz que se emite desde las fuentes 110 de luz distinta de la fuente 110 de luz con respecto a la cual se posiciona directamente. Cada uno de los sensores 130 de luz se conecta también al controlador 140. Los sensores 130 de luz se pueden configurar de manera que solo se detecte la luz a partir de la fuente 110 de luz de línea de visión que se dispone directamente.

El controlador 140 se dispone para obtener los datos de luz ambiente que se detectan mediante el sensor 500 de luz y los datos de iluminancia que se detectan mediante los sensores 130 de luz sumergidos en los puntos de interés 50 que se asocian con cada uno de los sensores 130 de luz. El controlador 140 controla la luz que se emite mediante las fuentes 110 de luz sobre la base de los datos de luz ambiente del sensor 500 de luz y de los datos de iluminancia de cada uno de los sensores 130 de luz. En particular, los datos de luz ambiente del sensor 500 de luz se pueden usar como entrada para establecer un punto de ajuste de iluminación deseado en el controlador 140. El controlador 140 puede determinar las señales de accionamiento para cada una de las fuentes 110 de luz individualmente para obtener la luz correspondiente al punto de ajuste de iluminación en los puntos de interés 50 que se asocian con cada uno de los sensores 130 de luz. Las señales de accionamiento pueden diferir de una fuente 110 de luz a otra ya que la contribución de la luz ambiente a la luz que se experimenta en los puntos de interés 50 será diferente en los puntos de interés respectivos.

En una realización del tercer sistema de iluminación que se divulga, el controlador 140 determina la señal de control para mantener la suma de la intensidad de la luz que se detecta en un sensor 130 de luz y la intensidad de la luz ambiente que se detecta mediante al menos un sensor 500 de luz constante sustancialmente sobre un período de tiempo y/o constante sustancialmente en la dirección de profundidad del cuerpo de agua. Esta aplicación permite mantener una intensidad de luz constante en diferentes puntos de interés dentro del cuerpo B de agua, independientemente de los cambios en la luz ambiente.

En otra realización del segundo y/o tercer sistema de iluminación que se divulga, la señal de control se determina para controlar la luz que se emite desde una o más fuentes de luz para mapear el espectro que se detecta mediante uno o más sensores 500 de luz que se disponen sobre la superficie S de el cuerpo B de agua y/o uno o más sensores 130 de luz que se disponen en el cuerpo B de agua. Como tal, no solo la intensidad de la luz sino también las características espectrales de la luz ambiente se pueden copiar en el agua. En consecuencia, se permite la simulación de la salida del sol y la puesta de sol dentro del agua.

El controlador 140 puede coordinar la activación del dispensador 702 de alimentos con la aplicación de un esquema de iluminación particular que se asiste mediante los sensores 130 y 500 de luz.

La Fig. 8 es una ilustración esquemática de algunos pasos de la operación del sistema 100 de iluminación como se muestra en la Fig. 7.

En el paso S80, la información sobre los parámetros ópticos es se recibe mediante el controlador 140 a partir de al menos un sensor 130 de luz. Los sensores 130 de luz detectan la luz diurna que penetra en el agua y la luz que se emite mediante la fuente 110 de iluminación. Se supone que, aparte de la contribución de la luz diurna, los sensores 130 de luz solo detectan la luz de la fuente 110 de luz particular que se dispone directamente con respecto a ese sensor 130 de luz y que la contribución de la luz que se emite mediante una fuente 110 de luz vecina, si existe, es despreciable o no se detecta como resultado de la configuración del sensor 130 de luz.

El controlador 140 recibe los datos de iluminancia a partir de cada uno de los sensores 130 de luz y determina que la intensidad de la luz disminuye en los sensores que se disponen a mayores profundidades y que la contribución de las longitudes de onda fuera del rango de 450-550 nm disminuye severamente a mayores profundidades.

El sensor 500 de luz diurna detecta los parámetros ópticos de la luz ambiente sobre la superficie S del cuerpo B de agua. Suponiendo que el controlador 140 apunta a mapear las características ópticas de la luz diurna que se detectan mediante el sensor 500 de luz en cada profundidad de inmersión que contiene una fuente 110 de luz dentro del cuerpo B de agua, los datos de luz ambiente de salida del sensor 500 se usan como entrada para establecer un punto de ajuste de iluminancia en los puntos de interés 50. En el paso S81, se detecta una desviación entre los datos de iluminancia para cada uno de los sensores 130 de luz y el punto de ajuste de iluminancia para cada una de las fuentes 110 de luz

En el paso S82, las señales de control se determinan para cada fuente 110 de luz para mantener el punto de ajuste de iluminancia. Por ejemplo, el controlador 140 puede encontrar que la intensidad de la luz se debería incrementar al aumentar la profundidad de la fuente 110 de luz y que los dispositivos de iluminación cerca de la superficie emiten más luz en longitudes de onda que se absorben fuertemente por el agua. Por consiguiente, las señales de accionamiento pueden ser diferentes dependiendo de la profundidad de inmersión de las fuentes 110 de luz.

En el paso S83, el controlador 140 acciona las fuentes 110 de luz de acuerdo con la señal de control determinada.

El proceso es un proceso casi continuo, en el que las variaciones en las condiciones de luz ambiente y/o en los parámetros ópticos del agua se traducen en señales de control que se adaptan para los dispositivos 130 de iluminación.

Se debe observar que la divulgación no se limita a situaciones en las que las propiedades ópticas de la luz diurna que se detectan mediante el sensor 500 de luz ambiente se mapean a señales de control para las fuentes 110 de luz. Un desplazamiento de las propiedades de la luz diurna se puede aplicar, por ejemplo. Por ejemplo, durante el invierno, la luz mínima que se emite mediante las fuentes de luz será mayor que el nivel de luz diurna, lo que provocará una mayor actividad de los peces y, por lo tanto, una mejor ingesta de alimentos. Alternativamente, se puede aplicar un gradiente con respecto a las condiciones de luz ambiente para diferentes fuentes 110 de luz debajo de la superficie S del agua. El gradiente se puede controlar usando otros parámetros de entrada, como la temperatura del agua a profundidades de inmersión particulares.

Se pueden programar más esquemas de iluminación más avanzados en el controlador 140 y el sensor 500 de luz diurna y los sensores 130 de luz pueden ayudar a cumplir con el esquema de iluminación.

Por ejemplo, un esquema de iluminación puede comprender aumentar un nivel de intensidad de luz de la luz que se emite a partir de al menos una fuente de luz desde un primer nivel de intensidad de luz hasta un segundo nivel de intensidad de luz durante un período de tiempo de al menos un día a dos semanas, preferiblemente al menos de dos días a dos semanas. El primer nivel de intensidad de luz puede ser al menos un factor 10-100 más pequeño que el segundo nivel de intensidad de luz. Tal esquema se representa en la Fig. 9A.

En la Fig. 9A, el controlador 140 controla la(s) fuente(s) 110 de luz para comenzar a emitir luz en el cuerpo B de agua a una intensidad de luz I1 en el momento t1. La intensidad de la luz aumenta continuamente hasta un nivel de intensidad de luz objetivo I2 en el tiempo t2. El período de tiempo $T = t2-t1$ está en el rango de un día a dos semanas, por ejemplo, dos días, tres días, cuatro días, cinco días, seis días o siete días. El nivel de intensidad de luz I1 puede corresponder a la luz artificial de, por ejemplo, una densidad de flujo radiométrico de 0,016 W/m² que evita la maduración sexual del salmón. Si el período de tiempo equivale a un período de dos días, dos noches cae dentro del período de tiempo que causa una disminución de al menos la intensidad de la luz ambiente. Esto se dibuja como la línea de guión punteada en la Fig. 5A bajo el supuesto simple de un aumento y disminución sinusoidal de la intensidad de la luz para la profundidad de inmersión de una fuente 110 de luz particular. La variación de la luz ambiente se detecta mediante el sensor 500 de luz ambiente y el efecto en el agua se detecta mediante el sensor 130 de luz. El controlador 140 tiene en cuenta los datos de iluminancia del sensor 130 de luz (que consiste tanto en la luz que se emite mediante la fuente 110 de luz que se asocia como en la contribución de la luz ambiente en el punto de interés 50) y los datos de luz ambiente del sensor 500 de luz ambiente y determinan las señales de control para la(s) fuente(s) 110 de luz con el fin de cumplir con el esquema de iluminación de la Fig. 9A para cada una de las fuentes 110 de luz.

Otro ejemplo incluye aumentar el nivel de intensidad de luz en una primera velocidad durante un primer período SP1 de tiempo y en una segunda velocidad durante un segundo período SP2 de tiempo, en el que la primera velocidad es más baja que la segunda velocidad. La ventaja de este último esquema de iluminación es que primero se puede aplicar una primera velocidad más baja y, una vez que se alcanza el nivel de sensibilidad ocular del pez, se puede aplicar la segunda velocidad (más alta) durante el segundo subperíodo. Los períodos de tiempo primero y segundo pueden ser períodos consecutivos.

Como ejemplo, la Fig. 9B es una ilustración esquemática en la que el nivel de intensidad de luz se incrementa primero lentamente para el primer nivel I1 de intensidad de luz hasta un nivel I3 de intensidad de luz más alto durante un primer subperíodo SP1. El nivel I3 de intensidad de luz se puede relacionar, por ejemplo, al umbral de sensibilidad ocular de los peces. Durante un segundo subperíodo SP2, el nivel de intensidad se puede aumentar luego a un ritmo superior al nivel I2 final. Se debe apreciar que el primer y segundo ritmo no necesitan ser lineales. Por ejemplo, el aumento desde el nivel I3 de intensidad de luz al nivel I2 de intensidad de luz puede ser exponencial. El esquema de iluminación de la Fig. 9B se puede ver perturbado también por variaciones en la luz ambiente y/o las características ópticas del agua. Por consiguiente, en cuanto al esquema de iluminación de la Fig. 9A, el controlador 140 puede tener en cuenta los datos de luz ambiente a partir del sensor 500 de luz y los datos de iluminancia del(los) sensor(es) 130 de luz y determinar las señales de control de accionamiento para la(s) fuente(s) 110 de luz para cumplir con el esquema de iluminación de la Fig. 9B para cada una de las fuentes de luz.

Varias realizaciones de la invención, tal como se definen en las reivindicaciones adjuntas, se pueden implementar como un producto de programa para su uso con un sistema informático, en el que el programa o los programas del producto de programa definen funciones de las realizaciones (incluidos los métodos que se describen en este documento). En una realización, el(los) programa(s) se puede(n) contener en una variedad de medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador, donde, como se usa en este documento, la expresión "medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador" comprende todos los medios legibles por ordenador, siendo la única excepción una señal de propagación, transitoria. En otra realización, el programa o los programas se pueden contener en una variedad de medios de almacenamiento transitorios legibles por ordenador. Los medios de almacenamiento ilustrativos legibles por ordenador incluyen, pero no se limitan a: (i) medios de almacenamiento no grabables (por ejemplo, dispositivos de memoria de solo lectura dentro de un ordenador como discos CDROM legibles por una unidad de CD-ROM, circuitos integrados ROM o cualquier tipo de memoria de semiconductores no volátiles de estado sólido) en la que la información se almacena permanentemente; y (ii) medios de almacenamiento grabables (por ejemplo, memoria flash, disquetes dentro de una unidad de disquete o unidad de disco duro o cualquier tipo de memoria de semiconductor de acceso aleatorio de estado sólido) en la que se almacena información modificable.

El experto en la materia se da cuenta de que la presente invención no se limita de ninguna manera a las realizaciones preferidas que se describen anteriormente. Por el contrario, muchas modificaciones y variaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de iluminación para el cultivo de animales acuáticos en un cuerpo de agua que comprende:
- 5 una pluralidad de fuentes (110) de luz, comprendiendo cada fuente de luz al menos un diodo emisor de luz dispuesto para emitir luz, estando dispuesta dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para sumergirse en un cuerpo de agua, al menos un accionador (120) de luz dispuesto para accionar dicha pluralidad de fuentes (110) de luz,
- 10 al menos un sensor (130) de luz dispuesto para proporcionar datos de iluminancia para al menos un punto de interés (50) ubicado en dicho cuerpo de agua, al menos un sensor (500) de luz ambiente para proporcionar datos de luz ambiente, y
- 15 un controlador (140), en el que dicho controlador (140) está adaptado para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para al menos dicho punto de interés (50); recibir dichos datos de iluminancia para al menos dicho punto de interés (50) de al menos dicho sensor (130) de luz;
- 20 recibir los datos de luz ambiente a partir de al menos un sensor de luz ambiente;
- determinar las señales de control para dicha pluralidad de fuentes (110) de luz con base en dicho punto de ajuste de iluminancia deseado y dichos datos de iluminancia recibidos en dicho punto de interés (50) y dichos datos de luz ambiente; y
- 25 proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho accionador (120) de luz, accionando de ese modo dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para lograr la luz de una iluminancia deseada en al menos dicho punto de interés (50);
- 30 en el que dicha pluralidad de fuentes (110) de luz están adaptadas para ser individualmente controlables con respecto a al menos uno de entre un flujo de luz, un brillo máximo y un espectro para producir dicha luz de dicha iluminancia deseada en al menos dicho punto de interés (50).
2. El sistema (100) de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador (140) está adaptado para usar los datos de luz ambiente como entrada para determinar el punto de ajuste de iluminancia.
- 35 3. El sistema (100) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- la pluralidad de fuentes (110) de luz, en la que cada una de las fuentes de luz está dispuesta a una profundidad de inmersión diferente en el cuerpo de agua; cada una de las fuentes de luz comprende uno o más diodos emisores de luz dispuestos para emitir luz cuando son accionados mediante uno o más accionadores (120) de luz;
- 40 una pluralidad de sensores (130) de luz dispuestos con respecto a una o más de la pluralidad de fuentes de luz para proporcionar datos de iluminancia para puntos de interés (50) asociados con cada uno de la pluralidad de sensores (130) de luz;
- 45 en el que el controlador está adaptado para recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para cada una de las fuentes de luz y recibir datos de iluminancia de cada uno de los sensores de luz para que los puntos de interés reciban datos de luz ambiente a partir de al menos un sensor (500) de luz ambiente;
- 50 determinar las señales de control basado en el punto de ajuste de iluminancia deseado recibido, los datos de iluminancia de la pluralidad de sensores de luz y los datos de luz ambiente a partir de al menos un sensor de luz ambiente;
- 55 proporcionar señales de control determinadas para cada una de las fuentes de luz a uno o más accionadores de luz, accionando de este modo las fuentes de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en el punto de interés correspondiente al punto de ajuste de iluminancia deseado asociado con cada una de la pluralidad de fuentes de luz.
4. El sistema (100) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos dicho sensor (130) de luz está integrado con al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz.
- 60 5. El sistema (100) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además al menos un sensor (170) de temperatura dispuesto para proporcionar datos de temperatura para al menos dicho punto de interés (50), en el que dicho controlador (140) está adaptado además para
- 65 recibir dichos datos de temperatura de al menos dicho sensor (170) de temperatura;

determinar señales de control basadas también en dichos datos de temperatura recibidos;

proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho accionador (120) de luz, accionando de este modo dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para emitir luz de dicha iluminancia deseada en al menos dicho punto de interés (50).

6. El sistema (100) de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además al menos un actuador (180) de posición dispuesto para ajustar la profundidad de inmersión de al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz en dicho cuerpo de agua, en el que dicha profundidad de inmersión está asociada con una distancia vertical entre una superficie de dicho cuerpo de agua y al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz, en el que dicho controlador (140) está adaptado además para

recibir un punto de ajuste de posición deseado para al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz;

determinar los datos de posición actuales para al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz;

determinar las señales de control basado en dicho punto de ajuste de posición recibido y dichos datos de posición actual determinados;

proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho actuador (180) de posición, colocando de ese modo al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz en una posición deseada en dicho cuerpo de agua.

7. Una disposición (200; 700) para el cultivo de animales acuáticos, comprendiendo dicha disposición (200):

un sistema (100) de iluminación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes y

una jaula (300; 701) acuática, en el que dicho sistema (100) de iluminación está dispuesto para iluminar dicha jaula (300; 701) acuática y en el que dicho al menos un punto de interés (50) se está ubicado dentro de dicha jaula (300; 701) acuática.

8. La disposición (700) de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo además:

un dispensador (702) de alimentos

en el que el controlador (140) está adaptado para coordinar la dispensación de alimentos desde el dispensador de alimentos en la jaula (701) acuática y determinar las señales de control para accionar la pluralidad de fuentes (110) de luz.

9. Un método para controlar la luz en un sistema (100) de iluminación para el cultivo de animales acuáticos, dicho sistema (100) de iluminación comprendiendo una pluralidad de fuentes (110) de luz, comprendiendo cada fuente de luz al menos un diodo emisor de luz dispuesto para emitir luz, dicha pluralidad de fuentes (110) de luz están dispuesta para sumergirse en un cuerpo de agua, al menos un accionador (120) de luz dispuesto para accionar dicha pluralidad de fuentes (110) de luz, al menos un sensor (130) de luz dispuesto para proporcionar datos de iluminancia para al menos un punto de interés (50) estando ubicado en dicho cuerpo de agua, al menos un sensor (500) de luz ambiente para proporcionar datos de luz ambiente, y un controlador (140), comprendiendo dicho método los pasos de:

recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para al menos dicho un punto de interés (50); recibir dichos datos de iluminancia para al menos dicho un punto de interés (50) de al menos dicho un sensor (130) de luz;

recibir los datos de luz ambiente en un controlador a partir de al menos un sensor de luz ambiente;

determinar señales de control para dicha pluralidad de fuentes (110) de luz basado en dicho punto de ajuste de iluminancia deseado y dichos datos de iluminancia recibidos en al menos dicho un punto de interés (50) y dichos datos de luz ambiente recibidos;

proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho un accionador (120) de luz, accionando de ese modo dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para lograr la luz de una iluminancia deseada en al menos dicho un punto de interés (50);

en el que dicha determinación comprende determinar señales de control individuales con respecto a al menos uno de entre un flujo de luz, un brillo máximo y un espectro para dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para producir dicha luz de dicha iluminancia deseada en al menos dicho un punto de interés (50).

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, comprendiendo además el paso de usar los datos de luz ambiente como entrada para determinar el punto de ajuste de iluminancia.

- 5 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en un sistema de iluminación, comprendiendo la pluralidad de fuentes (110) de luz, en el que cada una de las fuentes de luz está dispuesta a una profundidad de inmersión diferente en el cuerpo de agua, comprendiendo cada una de las fuentes de luz uno o más diodos emisores de luz dispuestos para emitir luz cuando son accionados mediante uno o más accionadores (120) de luz, una pluralidad de sensores (130) de luz dispuestos con respecto a una o más de la pluralidad de fuentes de luz para proporcionar datos de iluminancia para puntos de interés (50) asociado con cada uno de la pluralidad de sensores (130) de luz, comprendiendo el método los pasos de:
- 10 recibir un punto de ajuste de iluminancia deseado para cada una de las fuentes de luz y recibir datos de iluminancia de cada uno de los sensores de luz para los puntos de interés que reciben datos de luz ambiente a partir de al menos un sensor (500) de luz ambiente;
- 15 determinar señales de control basado en el punto de ajuste de iluminancia deseado recibido, los datos de iluminancia de la pluralidad de sensores de luz y los datos de luz ambiente de al menos un sensor de luz ambiente; y
- 20 proporcionar señales de control determinadas para cada una de las fuentes de luz a uno o más accionadores de luz, accionando de este modo las fuentes de luz para emitir luz de una iluminancia deseada en el punto de interés correspondiente al punto de ajuste de iluminancia deseado asociado con cada una de la pluralidad de fuentes de luz.
- 25 12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que dicho sistema comprende además al menos un sensor (170) de temperatura dispuesto para proporcionar datos de temperatura para al menos dicho un punto de interés (50), comprendiendo además dicho método los pasos de:
- 30 recibir dichos datos de temperatura de al menos dicho un sensor (170) de temperatura;
- 35 determinar señales de control basado también en dichos datos de temperatura recibidos;
- 40 proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho un accionador (120) de luz, accionando de este modo dicha pluralidad de fuentes (110) de luz para emitir luz de dicha iluminancia deseada en al menos dicho un punto de interés (50).
- 45 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que dicho sistema comprende además al menos un actuador (180) de posición dispuesto para ajustar la profundidad de inmersión de al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz en dicho cuerpo de agua, en el que dicha profundidad de inmersión está asociada con una distancia vertical entre una superficie de dicho cuerpo de agua y al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz, comprendiendo además dicho método los pasos de:
- 50 recibir un punto de ajuste de posición deseado para al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz;
- 55 determinar los datos de posición actuales para al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz;
- 60 determinar señales de control basado también en dicho punto de ajuste de posición recibido y dichos datos de posición actuales determinados;
- 65 proporcionar dichas señales de control determinadas a al menos dicho un actuador (180) de posición, colocando de ese modo al menos una de dicha pluralidad de fuentes (110) de luz en una posición deseada en dicho cuerpo de agua.

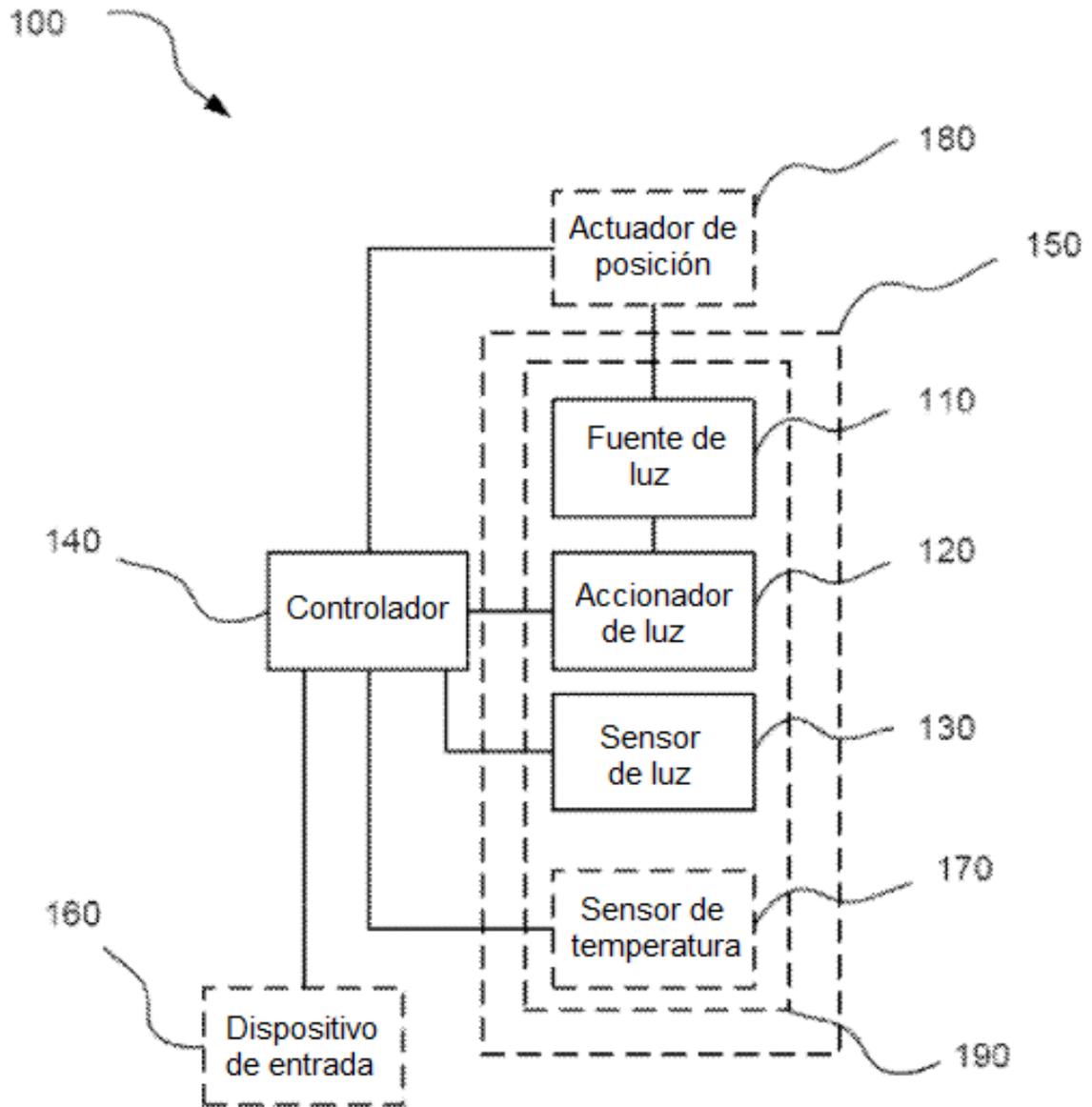


FIG. 1

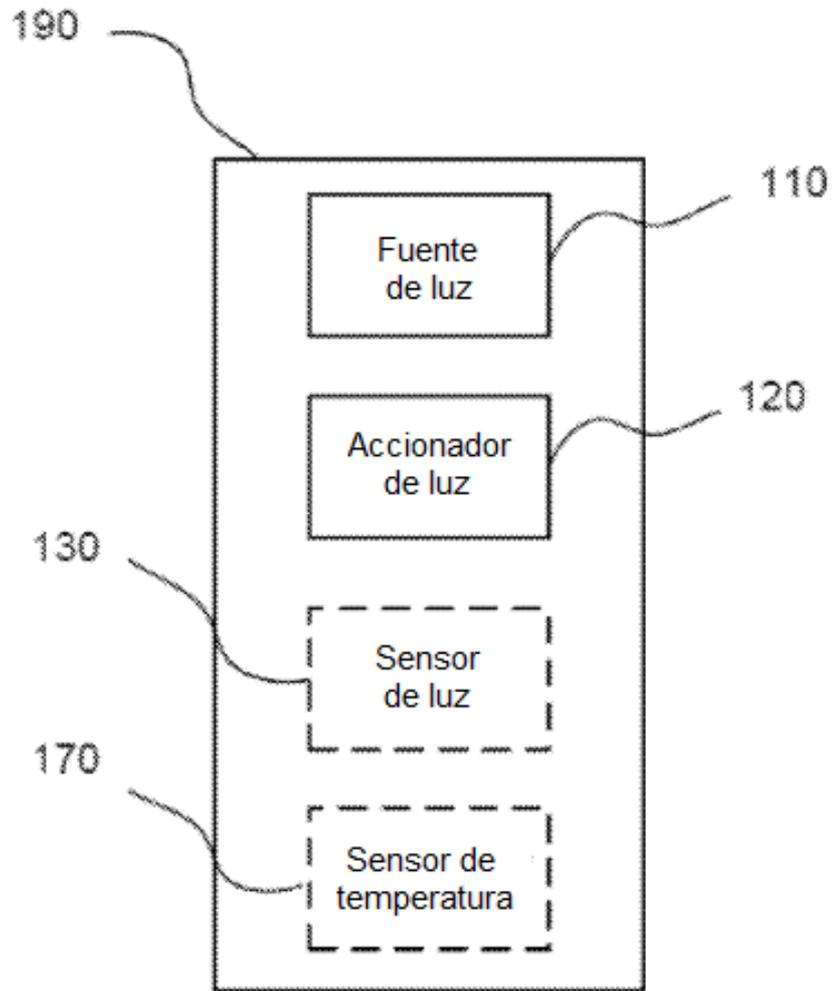


FIG. 2

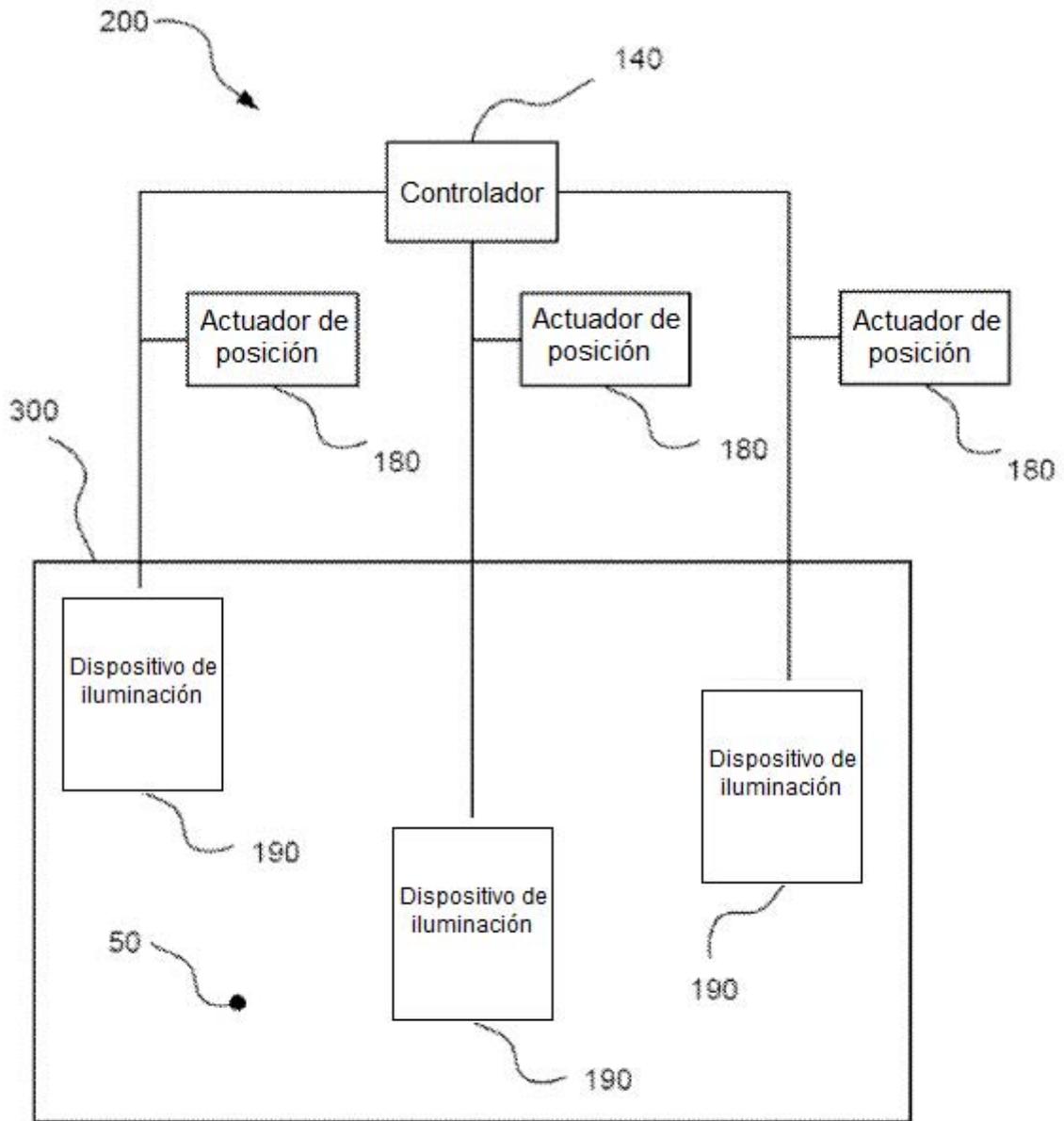


FIG. 3

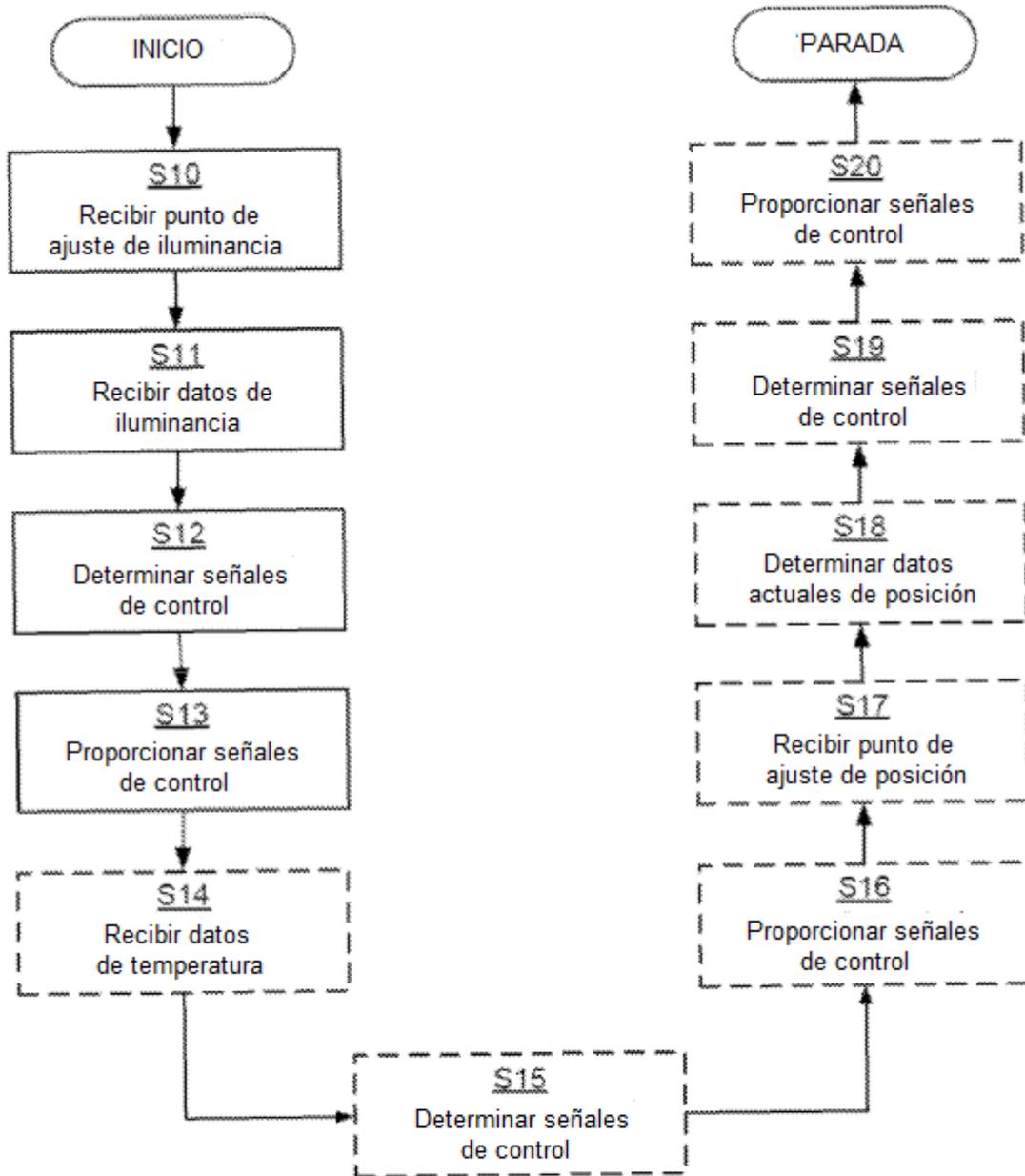


FIG. 4

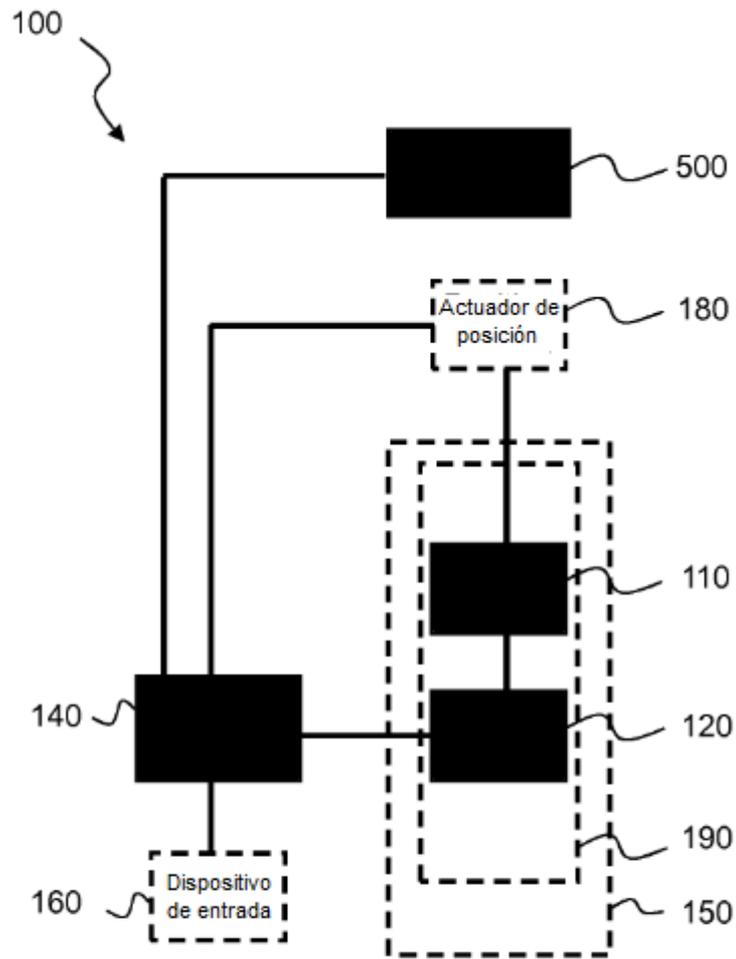


FIG. 5

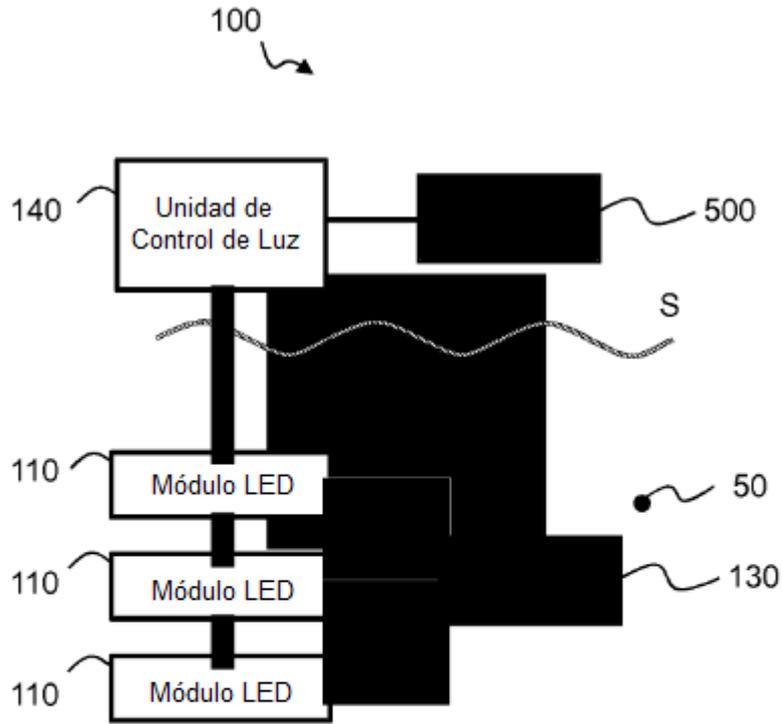


FIG. 6

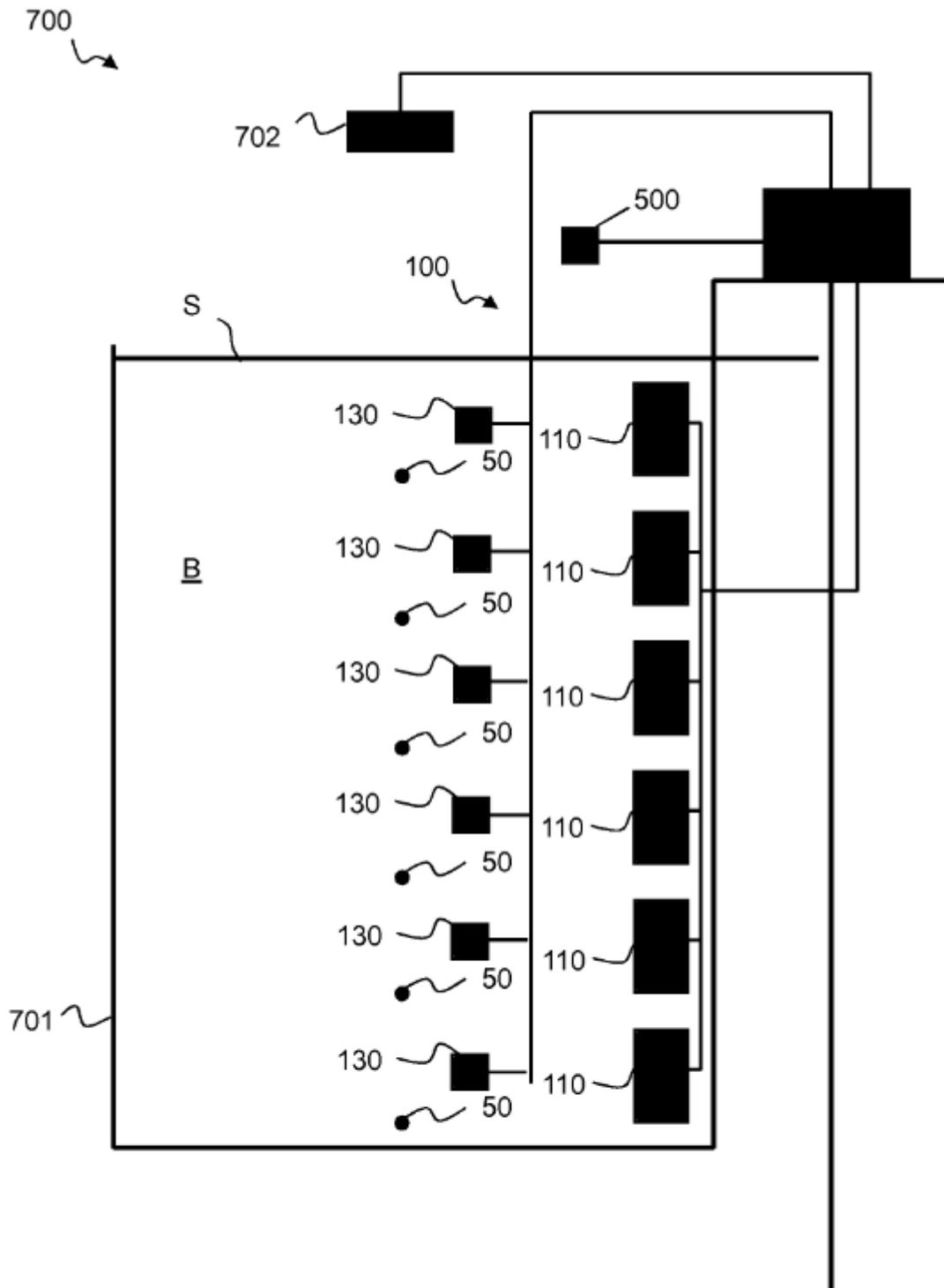


FIG. 7

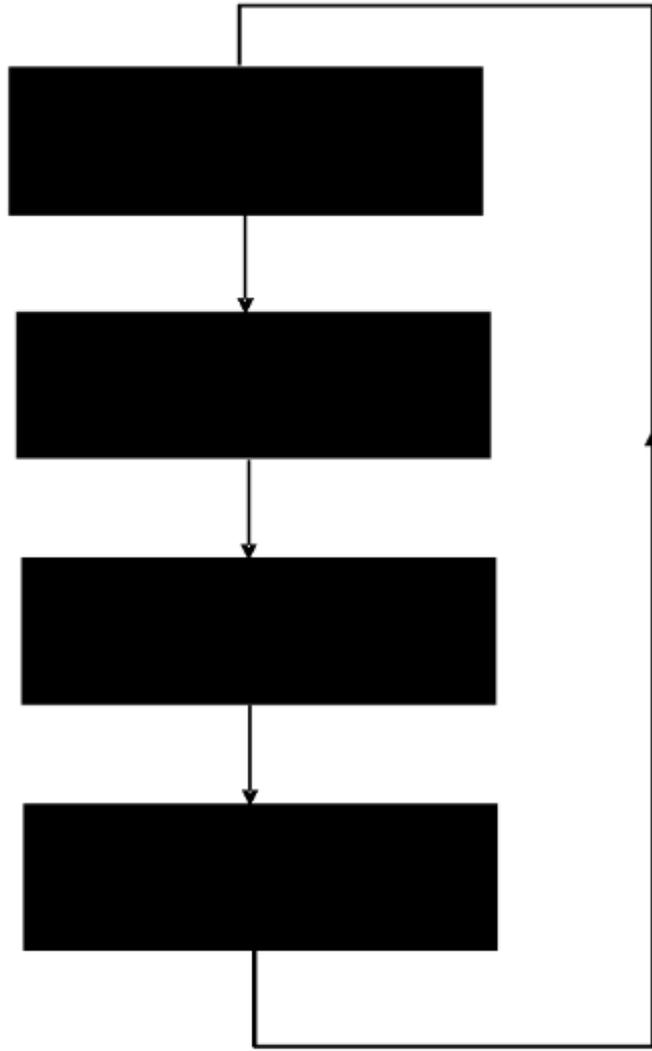


FIG. 8

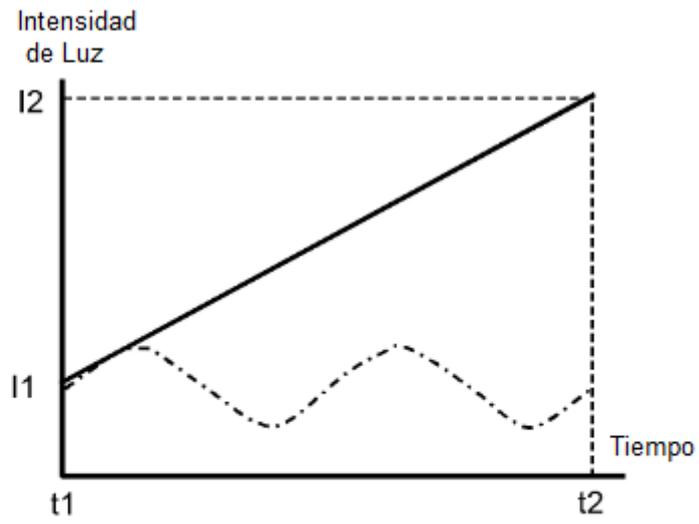


FIG. 9A

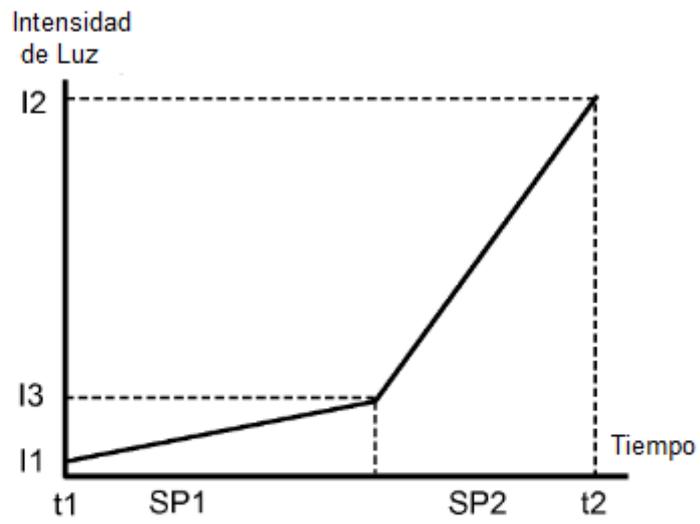


FIG. 9B