

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 185**

51 Int. Cl.:
H05B 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08719467 .6**
96 Fecha de presentación: **26.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2119321**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54 Título: **SISTEMA DE ILUMINACIÓN CONTROLADO POR ORDENADOR.**

30 Prioridad:
01.03.2007 EP 07103334

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2012

73 Titular/es:
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es:
BOLEKO RIBAS, Salvador, E.;
WENDT, Matthias;
SCHULZ, Volkmar y
VAN ENGELEN, Dirk, V., R.

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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).

ES 2 373 185 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de iluminación controlado por ordenador

5 La invención se refiere en general a un sistema de iluminación controlado por ordenador, y en particular a la configuración automática del sistema de iluminación para lograr una iluminación deseada de una superficie de trabajo.

10 Uno de los principales objetivos de un sistema de iluminación es proporcionar un nivel de iluminancia o iluminación necesario a ubicaciones o superficies de trabajo deseadas. La tecnología de iluminación ha evolucionado hasta un punto en el que los accesorios de luz pueden accionar individualmente su nivel de luz emitido. De esta manera un usuario tiene un control aumentado para producir la iluminancia necesaria de las superficies de trabajo deseadas. Otro aspecto muy relevante para la iluminación artificial es el consumo de energía, puesto que la iluminación artificial es una de las partes más importantes de la factura de electricidad. Cuando una pluralidad de luminarias configurables de patrón de haz o posiblemente móviles y controlables están integradas en una infraestructura de iluminación, una de las tareas de un sistema de gestión de iluminación o control de iluminación es determinar los ajustes que van a aplicarse a las luminarias, de modo que se realice una distribución de iluminación deseada. Además, el consumo de energía resultante del sistema de iluminación no será innecesariamente alto.

20 Con el fin de configurar un sistema de iluminación, puede usarse un CAD (diseño asistido por ordenador) de iluminación y herramientas de visualización para obtener visualización fotorrealista de un escenario de luz. Por consiguiente, mediante un método de ensayo y error (guiado), podrían simularse diferentes combinaciones de ajustes de las lámparas en el escenario hasta que se logren distribuciones de iluminancia que se asemejen a las que se pretenden como objetivo en varias superficies de trabajo. Este enfoque se vuelve impracticable cuando se consideran instalaciones de iluminación que presentan un gran número de grados controlables de libertad, junto con un número creciente de superficies de trabajo objetivo. El motivo de esto es que para tal caso, el número de posibles combinaciones que van a someterse a prueba crece de manera exponencial. Además, tales herramientas requieren que se facilite la geometría y la distribución de la sala considerada como una entrada al sistema, lo que puede ser un trabajo bastante tedioso de realizar, por ejemplo en ausencia de planos de planta arquitectónicos, o especialmente cuando se consideran accesorios de luz móviles, o que integran elementos de giro. Por otro lado, muy pocas de tales herramientas pueden ayudar a abordar aspectos de eficacia/gestión de energía.

35 El documento EP 0 495 305 A describe la creación y el control de diseños de iluminación con un sistema que usa un ordenador programable. El sistema calcula escenarios de iluminación resultantes a partir de varios datos, entre los que también hay entradas de usuario que describen objetos de modelo y sus parámetros que incluyen lámparas y sus parámetros tales como color, enfoque, intensidad, borde de haz. Los parámetros de iluminación pueden especificarse en lo que se refiere a las posiciones objetivo y en el caso de un posicionamiento de haz, el sistema informático calculará automáticamente el movimiento horizontal y vertical requeridos.

40 Actualmente, los denominados sistemas de control de iluminación "inteligentes" pueden regular de manera iterativa el nivel de luz producido por los accesorios de luz, hasta que se logran distribuciones de iluminancia que se asemejan a las que se pretenden como objetivo en varias superficies de trabajo, y un consumo de potencia mínimo. Además, a diferencia del enfoque anterior (es decir basado en CAD), para este caso no es necesario que se proporcione ninguna información de geometría como una entrada al sistema. Sin embargo, un sistema de este tipo se basa en sensores de iluminancia que han de instalarse de manera permanente en varios puntos de la superficie o superficies de trabajo implicadas. La instalación puede ser más o menos viable si las superficies de trabajo consideradas existen físicamente, pero también ser imposible para superficies de trabajo virtuales. Incluso cuando son prácticas, tales sistemas en tiempo real podrían requerir, según la complejidad del sistema de iluminación en lo que se refiere a los grados disponibles de libertad, tiempos muy largos para converger a una solución puesto que las iteraciones deben realizarse o bien lo suficientemente despacio o bien con etapas de iluminación lo suficientemente pequeñas de modo que la visión de las personas en la sala no se altere demasiado por el cambio en los ajustes que el controlador ocasiona.

55 Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de iluminación mejorado.

El objeto se resuelve mediante la(s) reivindicación/reivindicaciones independiente(s). Se muestran realizaciones adicionales mediante la(s) reivindicación/reivindicaciones dependiente(s).

60 Una idea básica de la invención es calcular automáticamente una estimación próxima de ajustes de configuración de un sistema de iluminación, que el sistema de iluminación requerirá particularmente en ausencia de luz del día para permitir que un equipo de iluminación instalado produzca una distribución de iluminación especificada. Además, pueden realizarse disposiciones de manera que la energía desperdiciada se mantenga al mínimo.

65 Según las realizaciones de la invención, una especificación de una iluminación pretendida puede consistir en valores numéricos esperados en puntos de medición de referencia dados en una superficie de trabajo. Según realizaciones adicionales de la invención, también pueden especificarse intervalos de valores en lugar de valores específicos en

cada punto de medición de referencia, mejorando de ese modo adicionalmente el sistema de iluminación. Además, las realizaciones de la invención podrían incluir restricciones en una razón de iluminancia máxima con respecto a mínima, que indica la uniformidad de la distribución de iluminación sobre una superficie dada.

- 5 Con la invención, al menos pueden superarse algunas de las limitaciones impuestas tanto por las herramientas de CAD de iluminación como por los sistemas de control de iluminación. En particular, las realizaciones de la invención permiten determinar e introducir automáticamente la información geométrica requerida para que se ilumine una sala o espacio. Las realizaciones adicionales de la invención permiten determinar e introducir automáticamente ubicaciones y orientaciones de una pluralidad de accesorios de luz instalados. No es necesario utilizar detectores de
- 10 iluminancia en superficies de trabajo físicas y no hay problemas asociados con sensores como fotosensores, por ejemplo enmascaramiento, fusión de datos, recuperación o mantenimiento de datos. La invención no tiene limitación a superficies de trabajo físicas, sino que ofrece la posibilidad de considerar adicionalmente superficies de trabajo virtuales. Además, el consumo de energía puede considerarse como un criterio de optimización para obtener una buena solución. Hay una fácil capacidad de ampliación y mejora de un sistema de iluminación según la invención
- 15 puesto que pueden añadirse perfectamente accesorios de iluminación adicionales al sistema de iluminación.

A continuación, se explican algunos términos importantes usados en el presente documento.

- 20 El término "luminaria" significa cualquier lámpara, accesorio de luz o módulo de luz que comprende por ejemplo una lámpara y un elemento óptico. La luminaria puede ser parte de un equipo de iluminación o infraestructura de iluminación instalados.

- 25 La expresión "superficie de trabajo" significa una superficie o ubicación real o virtual que va a iluminarse. La superficie de trabajo o superficies de trabajo iluminada(s) define(n) un escenario de luz. Las superficies de trabajo pueden tener cualquier forma, por ejemplo plana, no plana o esférica.

Según una realización de la invención, se proporciona un sistema de iluminación controlado por ordenador, que comprende:

- 30 - una interfaz para definir una superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación y una iluminación deseada de la superficie de trabajo;
- al menos una luminaria para iluminar la superficie de trabajo; y
- 35 - una unidad de procesamiento para calcular automáticamente parámetros de configuración basándose en parámetros e información de entrada, permitiendo configurar los parámetros de configuración

la al menos una luminaria de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie de trabajo.

- 40 El sistema de iluminación puede prepararse para módulos de luz futuros que ofrecerán alta versatilidad de configuración en lo que se refiere a atenuación, número de lámparas y direccionalidad de haz. Se espera que la flexibilidad aumente y de ese modo también la complejidad de los controles de iluminación necesarios. El sistema de iluminación presenta una alta capacidad de ampliación con respecto a un control de un número arbitrario de fuentes de luz. Permite un ajuste casi en tiempo real de escenarios de iluminancia. Además, proporciona una fácil capacidad
- 45 de mejora fácil de una distribución del sistema de iluminación y las luminarias y una especificación fácil y sencilla de escenarios de luz. No se requiere una introducción de datos tediosa y prolongada. Además no es necesario usar o instalar sensores costosos.

- 50 Según una realización de la invención, la unidad de procesamiento puede estar configurada para determinar los parámetros de configuración basándose en uno o más de los siguientes parámetros e información de entrada: parámetros de superficie de trabajo que definen la superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación, parámetros de iluminación que definen la iluminación deseada de la superficie de trabajo, una información de posición que define una posición de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación y una información de orientación que define una orientación de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación. Esto
- 55 permite ajustar la configuración de la al menos una luminaria considerando tanto una topología del sistema de iluminación como requisitos con respecto a la superficie de trabajo.

- 60 Según una realización de la invención, la interfaz puede estar configurada para permitir introducir los parámetros de superficie de trabajo y los parámetros de iluminación y/o para recuperar los parámetros de iluminación de un archivo electrónico. Por tanto, la superficie de trabajo y la iluminación correspondiente pueden definirse fácilmente. El archivo electrónico permite preparar, almacenar o cambiar los parámetros de iluminación fuera del sistema de iluminación.

- 65 La interfaz puede estar configurada para proporcionar una elección de posibles parámetros de superficie de trabajo y puede estar configurada para permitir introducir los parámetros de superficie de trabajo seleccionando los parámetros de superficie de trabajo de los posibles parámetros de superficie de trabajo. La elección de posibles

parámetros de superficie de trabajo libera a un usuario del sistema de iluminación de introducir manualmente los parámetros de superficie de trabajo, por ejemplo mediante coordenadas geométricas.

5 Los parámetros de superficie de trabajo pueden definir una ubicación, una dimensión y una orientación de la superficie de trabajo. Por tanto, todos los parámetros necesarios para definir la superficie de trabajo, por ejemplo, pueden introducirse por un usuario en el sistema de iluminación.

10 Según una realización de la invención, la interfaz puede comprender medios para determinar una ubicación de la interfaz con respecto a los módulos de luz en el sistema de iluminación y puede estar configurado para permitir la introducción de al menos uno de los parámetros de superficie de trabajo en relación con la ubicación de la interfaz de usuario. Esto permite determinar y definir la superficie de trabajo pretendida moviendo la interfaz a ubicaciones que están relacionadas con la superficie de trabajo.

15 La interfaz puede estar configurada para permitir al usuario introducir el parámetro de superficie de trabajo que define la orientación en relación con la ubicación de la interfaz de usuario, o para seleccionar la ubicación de la interfaz de usuario como un centro de una superficie de trabajo esférica y para seleccionar un radio de la superficie de trabajo esférica. Esto permite definir la orientación de la superficie de trabajo en la ubicación de la interfaz seleccionando sólo un ángulo que puede proporcionarse por la interfaz, o proporciona un método rápido y exacto para definir una superficie de trabajo esférica.

20 Los medios para determinar una ubicación pueden estar configurados para determinar la ubicación basándose en una medición de tiempo de vuelo o medición de desplazamiento de fase de una señal transmitida. Los transceptores requeridos para tales mediciones son baratos y producen mediciones que tienen una alta resolución y una buena precisión.

25 Según una realización de la invención, la superficie de trabajo comprende al menos una superficie de trabajo plana, no plana o esférica. Esto permite definir cualquier tipo de superficie de trabajo deseada.

30 Además, la superficie de trabajo puede comprender una pluralidad de superficies de trabajo individuales estando cada una definida por parámetros de superficie de trabajo individuales correspondientes y parámetros de iluminación individuales correspondientes. Esto permite definir una iluminación de la superficie de trabajo a lo largo de una pluralidad de superficies de trabajo.

35 Según una realización de la invención, la interfaz puede ser un ordenador portátil. Un ordenador portátil es fácil de manejar por el usuario.

Según una realización de la invención, la al menos una luminaria puede comprender medios para determinar una posición de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación y una salida para proporcionar la información de posición. Esto permite una detección automática de la posición de la al menos una luminaria.

40 Además, la al menos una luminaria puede comprender medios para determinar una orientación de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación y una salida para proporcionar la información de orientación. Esto permite una detección automática de la orientación de la al menos una luminaria.

45 Los medios para determinar una orientación pueden ser un sensor de orientación o posición angular. Estos sensores son útiles para o bien luminarias robóticas o bien móviles manualmente. Alternativamente, la al menos una luminaria puede comprender medios para mover automáticamente la al menos una luminaria y pudiendo ser los medios para determinar una orientación, un codificador de ángulo incorporado en los medios para el movimiento automático. El codificador de ángulo permite una determinación de la orientación directamente con un movimiento de la luminaria.

50 Según una realización de la invención, la al menos una luminaria comprende una fuente de luz altamente direccional para transmitir un haz estrecho que puede usarse para determinar la orientación de la al menos una luminaria. Esto permite determinar la orientación de la luminaria sin necesidad de un sensor integrado en la luminaria. La fuente de luz altamente direccional (conjuntamente usada con cámaras) puede ser otro medio para determinar una orientación tal como se mencionó anteriormente.

55 El sistema de iluminación puede comprender además al menos un decodificador que está configurado para detectar el haz estrecho para determinar la orientación de la al menos una luminaria, pudiendo estar configurado el al menos un decodificador para proporcionar la información de orientación. De nuevo, esto permite determinar la orientación de la luminaria sin necesidad de un sensor integrado en la luminaria.

60 Además, la al menos una luminaria puede comprender una entrada para recibir al menos uno de los parámetros de configuración. Esto permite una configuración automática de la luminaria.

65 Según una realización de la invención, la unidad de procesamiento puede comprender medios para recibir los parámetros de superficie de trabajo, los parámetros de iluminación, la información de posición y la información de

orientación. Esto permite que la unidad de procesamiento se comunique con dispositivos del sistema de iluminación.

Además, la unidad de procesamiento puede estar configurada para recibir datos fotométricos de la al menos una luminaria y para calcular los parámetros de configuración basándose adicionalmente en los datos fotométricos. Esto permite un cálculo más preciso de los parámetros de configuración.

Según una realización de la invención, la unidad de procesamiento puede estar configurada para calcular los parámetros de configuración resolviendo un problema de programación matemático no lineal. Esto permite que la unidad de procesamiento calcule los parámetros de configuración incluso para sistemas de iluminación complejos y requisitos de superficie de trabajo complejos. Preferiblemente, este problema puede resolverse a través de optimización, puesto que en la mayoría de los casos no existe una solución exacta para el problema.

La unidad de procesamiento puede estar configurada para calcular los parámetros de configuración basándose en un método de punto por punto que estima una contribución de cada luminaria del sistema de iluminación para cada sección de la superficie de trabajo.

El método de punto por punto puede basarse en la ecuación

$$E \left(\{ \phi_j, \psi_j, \theta_j, I_j \}_{j=1 \dots Nl} \right) = E_{des}$$

E_{des} : vector de valores de iluminación deseados en una sección seleccionada de la superficie de trabajo (en este caso, se usa un vector como si fuera una "distribución de valores de iluminancia sobre las superficies de trabajo" que el sistema de control desea realizar);

ϕ_j : potencia luminosa de una j-ésima luminaria;

ψ_j : ángulo de movimiento horizontal de la j-ésima luminaria;

θ_j : ángulo de movimiento vertical de la j-ésima luminaria;

I_j : distribución fotométrica de la j-ésima luminaria.

El lado izquierdo de la ecuación puede sustituirse por el término:

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \kappa_{i,j} I_j(\beta_{i,j}, \gamma_{i,j})$$

$\kappa_{i,j}$: depende de una posición relativa de la j-ésima luminaria con respecto a la superficie de trabajo a la que pertenece una i-ésima sección;

I_j : representa una distribución fotométrica de la j-ésima luminaria;

$\beta_{i,j}$, $\gamma_{i,j}$: son locales para coordenadas angulares de luminarias cuyos valores dependen de una posición relativa entre la i-ésima sección y la posición de j-ésima luminaria que desde entonces depende de la orientación de la luminaria.

Los valores de $\beta_{i,j}$ y $\gamma_{i,j}$, que a su vez dependen de ψ_j y θ_j , pueden determinarse automáticamente, una vez que se han elegido los ángulos de movimiento horizontal y vertical de la luminaria para una sección, de manera que el término

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \kappa_{i,j} I_j(\beta_{i,j}, \gamma_{i,j})$$

puede escribirse como

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \cdot u_{i,j}(\psi_j, \theta_j)$$

Además, la unidad de procesamiento puede estar configurada para resolver el término

$$\sum_{i=1}^{N_l} \phi_j \cdot \tau_{ij}(\psi_j, \theta_j)$$

hallando el patrón de haz, la orientación de luminaria y los niveles de atenuación adecuados de modo que la función

$$\frac{1}{2} (E - E_{des})^T (E - E_{des})$$

se minimice cuando se somete a las restricciones

$$0 \leq \phi_j \leq \phi_{j0}$$

$$0 \leq \psi_j \leq \psi_{j0}$$

$$0 \leq \theta_j \leq \theta_{j0}$$

que indican los intervalos de flujo luminoso, ángulos de movimiento horizontal y vertical que pueden producirse por una luminaria considerada.

Según una realización de la invención, los parámetros de iluminación pueden definir un intervalo para la iluminación deseada de la superficie de trabajo y la unidad de procesamiento puede estar configurada para calcular los parámetros de configuración de manera que la iluminación que puede lograrse de la superficie de trabajo esté dentro del intervalo. Definir un intervalo de valores para la iluminación deseada en lugar de valores exactos permite tener en cuenta diferentes rendimientos visuales de personas jóvenes y ancianas.

Según una realización de la invención, la unidad de procesamiento puede estar configurada para estimar una depreciación de una potencia luminosa de la al menos una luminaria con el tiempo, de modo que los parámetros de configuración pueden calcularse basándose en una potencia luminosa real de la al menos una luminaria. Esto permite que el sistema compense el proceso de envejecimiento de las luminarias.

Además, la unidad de procesamiento puede estar configurada para recibir un perfil de consumo de potencia de la al menos una luminaria y puede estar configurada para calcular los parámetros de configuración basándose adicionalmente en el perfil de consumo de potencia de manera que se minimiza un consumo de energía de la al menos una luminaria mientras que todavía puede lograrse la iluminación deseada de la superficie de trabajo. Esto permite una optimización de la configuración de la al menos una luminaria en vista del consumo de energía.

El consumo de energía puede definirse mediante el término

$$\sum_{j=1}^{N_l} P_j(\phi_j)$$

P_j : consumo de potencia de la j-ésima luminaria

ϕ_j : potencia luminosa de la j-ésima luminaria.

Según una realización de la invención, la unidad de procesamiento puede estar configurada para proporcionar los parámetros de configuración a la al menos una luminaria. Esto permite una configuración automática de la al menos una luminaria.

Además, el sistema de iluminación puede comprender una base de datos de sistema que está configurada para recopilar automáticamente la información de posición y la información de orientación y para proporcionar la información de posición y la información de orientación a la unidad de procesamiento. Esto permite almacenar la información de la al menos una luminaria.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un dispositivo de interfaz para un sistema de iluminación según la invención, que comprende:

- medios de entrada para permitir que un usuario defina una superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación y

para definir una iluminación deseada de la superficie de trabajo; y

- medios de salida para proporcionar parámetros de superficie de trabajo que definen la superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación y para proporcionar parámetros de iluminación que definen la iluminación deseada de la superficie de trabajo.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona una luminaria para un sistema de iluminación según la invención, que comprende:

- medios para iluminar una superficie de trabajo del sistema de iluminación;

- medios para determinar una posición de la luminaria dentro del sistema de iluminación; y

- medios para proporcionar una información de posición que corresponde a la posición de la luminaria dentro del sistema de iluminación.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona una unidad de procesamiento para un sistema de iluminación según la invención, que comprende:

- medios para recibir parámetros de superficie de trabajo que definen una superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación, parámetros de iluminación que definen una iluminación deseada de la superficie de trabajo, una información de posición que define una posición de al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación y una información de orientación que define una orientación de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación; y

- medios para calcular parámetros de configuración que permiten configurar la al menos una luminaria del sistema de iluminación de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie de trabajo por la al menos una luminaria.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un método para establecer un sistema de iluminación según la invención, que comprende:

- definir una superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación y una iluminación deseada de la superficie de trabajo;

- proporcionar al menos una luminaria para iluminar la superficie de trabajo; y

- calcular parámetros de configuración que permiten configurar la al menos una luminaria de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie de trabajo.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un método para configurar al menos una luminaria de un sistema de iluminación según la invención, que comprende:

- recibir parámetros de superficie de trabajo que definen una superficie de trabajo dentro del sistema de iluminación, parámetros de iluminación que definen una iluminación deseada de la superficie de trabajo, una información de posición que define una posición de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación y una información de orientación que define una orientación de la al menos una luminaria dentro del sistema de iluminación; y

- calcular parámetros de configuración que permiten configurar la al menos una luminaria del sistema de iluminación de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie de trabajo por la al menos una luminaria.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un programa informático que puede llevar a cabo un método según una realización de la invención cuando se ejecuta por un ordenador.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un soporte de grabación que almacena un programa informático según una realización de la invención.

Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la(s) realización/realizaciones descrita(s) a continuación en el presente documento.

La invención se describirá en más detalle a continuación en el presente documento con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo. Sin embargo, la invención no se limita a estas realizaciones a modo de ejemplo.

La figura 1 muestra un sistema de iluminación según una realización de la invención; y

la figura 2 muestra un sistema de iluminación según una realización adicional de la invención.

En lo que sigue, los elementos funcionales idénticos o similares pueden tener los mismos números de referencia.

La figura 1 muestra un sistema de iluminación según una realización de la invención. El sistema de iluminación comprende una interfaz 102, al menos una luminaria 104a, 104b y una unidad 106 de procesamiento. La interfaz 102 está configurada para definir una superficie 120 de trabajo dentro del sistema de iluminación y para definir (o recuperar) una iluminación deseada de la superficie 120 de trabajo. La figura 1 muestra dos luminarias 104a, 104b a modo de ejemplo. Las luminarias 104a, 104b iluminan la superficie 120 de trabajo transmitiendo haces 114a, 114b de luz. La unidad 106 de procesamiento está configurada para determinar parámetros de configuración que permiten configurar las luminarias 104a, 104b de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie 120 de trabajo. La interfaz 102 está configurada para proporcionar parámetros de espacio de trabajo y parámetros de iluminación a la unidad 106 de procesamiento. Los parámetros de superficie de trabajo definen la superficie 120 de trabajo dentro del sistema de iluminación y los parámetros de iluminación definen la iluminación deseada de la superficie 120 de trabajo. La unidad 106 de procesamiento comprende medios para recibir los parámetros de superficie de trabajo, los parámetros de iluminación, la información de posición y la información de orientación. Las luminarias 104a, 104b están configuradas para proporcionar información de posición a la unidad 106 de procesamiento. Adicionalmente, las luminarias 104a, 104b están configuradas para proporcionar información de orientación a la unidad 106 de procesamiento. Alternativamente, la información de orientación ya puede conocerse por la unidad 106 de procesamiento o proporcionarse por otro dispositivo (no mostrado en las figuras) a la unidad 106 de procesamiento. La información de posición define una posición de cada una de las luminarias 104a, 104b dentro del sistema de iluminación. La información de orientación define una orientación de cada una de las luminarias 104a, 104b dentro del sistema de iluminación. La orientación también puede definir una dirección de los haces 114a, 114b de luz transmitidos por la luminaria. La unidad 106 de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración basándose en los parámetros de superficie de trabajo, parámetros de iluminación, la información de posición y la información de orientación recibidos.

La unidad 106 de procesamiento proporciona los parámetros de configuración calculados directamente a las luminarias 104a, 104b. Puede haber parámetros de configuración individuales proporcionados a cada luminaria. Alternativamente, la unidad 106 de procesamiento puede proporcionar los parámetros de configuración a un usuario o a un dispositivo de configuración adicional que puede configurar las luminarias 104a, 104b basándose en los parámetros de configuración procedentes de la unidad 106 de procesamiento. Con el fin de recibir los parámetros de configuración, las luminarias 104a, 104b comprenden una entrada. Además las luminarias 104a, 104b pueden comprender medios que controlan las luminarias 104a, 104b basándose en los parámetros de configuración recibidos.

Se definen una pluralidad de superficies de trabajo individuales para el sistema de iluminación. En otras palabras, la superficie 120 de trabajo puede incorporar una pluralidad de superficies de trabajo individuales estando definida cada una por parámetros de superficie de trabajo individuales correspondientes y parámetros de iluminación individuales correspondientes. La unidad 106 de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración de manera que puede lograrse una iluminación óptima de todas las superficies de trabajo individuales. Las superficies de trabajo individuales pueden tener formas y dimensiones diferentes y pueden estar dispuestas dentro del sistema de iluminación de cualquier manera adecuada.

La interfaz 102 es una interfaz de usuario que está configurada para permitir que un usuario defina el espacio de trabajo y la iluminación deseados. El usuario puede introducir los parámetros de superficie de trabajo y los parámetros de iluminación. Alternativamente, el usuario puede introducir datos que definen el espacio de trabajo y la iluminación deseada en cualquier otro formato y la interfaz 102 puede estar configurada para determinar los parámetros de superficie de trabajo y los parámetros de iluminación a partir de la entrada de usuario. Para introducir los datos de usuario, la interfaz 102 puede comprender un teclado o cualquier otro medio de entrada adecuado. La interfaz 102 también está configurada para recuperar los parámetros de iluminación de un archivo electrónico proporcionado por el usuario.

Además, la interfaz 102 está configurada para proporcionar una elección de posibles parámetros de superficie de trabajo al usuario. Por tanto, la interfaz 102 comprende una pantalla o cualquier medio de salida adecuado. Además, la interfaz 102 puede estar configurada para permitir que el usuario introduzca los parámetros de superficie de trabajo seleccionando los parámetros de superficie de trabajo pretendidos de los posibles parámetros de superficie de trabajo.

Los parámetros de superficie de trabajo definen una ubicación, una dimensión y una orientación de la superficie 120 de trabajo. Con el fin de facilitar la entrada de los parámetros de superficie de trabajo, la interfaz 102 comprende medios (no mostrados en las figuras) para determinar una ubicación de la interfaz 102 dentro del sistema de iluminación. Los medios para determinar una ubicación están configurados para determinar la ubicación basándose en una medición de tiempo de vuelo o medición de desplazamiento de fase de una señal transmitida. Además, la interfaz 102 está configurada para permitir que el usuario introduzca al menos uno de los parámetros de superficie de trabajo en relación con la ubicación de la interfaz 102 de usuario. La interfaz 102 está configurada además para permitir que el usuario introduzca el parámetro de superficie de trabajo que define la orientación en relación con la ubicación de la interfaz 102 de usuario. En caso de que el usuario desee introducir una superficie de trabajo esférica,

la interfaz 102 puede estar configurada para permitir que el usuario seleccione la ubicación de la interfaz 102 de usuario como un centro de la superficie de trabajo esférica y para permitir que el usuario seleccione un radio de la superficie de trabajo esférica.

- 5 La superficie de trabajo también puede comprender una pluralidad de superficies de trabajo individuales definiéndose cada una por parámetros de superficie de trabajo individuales correspondientes y parámetros de iluminación individuales correspondientes.

10 La interfaz 102 puede ser un ordenador portátil o cualquier otro dispositivo móvil o que puede moverse adecuado que proporcione una interfaz 102 entre un usuario y el sistema de iluminación.

15 Con el fin de proporcionar la información de posición, cada luminaria 104a, 104b puede comprender medios para determinar una posición de la luminaria 104a, 104b dentro del sistema de iluminación. Además, cada luminaria 104a, 104b puede comprender una salida para proporcionar la información de posición. Con el fin de proporcionar la información de orientación, cada luminaria 104a, 104b o detalle de las luminarias 104a, 104b puede comprender medios para determinar una orientación de la luminaria 104a, 104b dentro del sistema de iluminación. Además, cada luminaria 104a, 104b que tiene un medio para determinar una orientación puede comprender una salida para proporcionar la información de orientación. El medio para determinar una orientación puede ser un sensor de orientación o posición angular. En particular, si la luminaria 104a, 104b comprende medios para mover automáticamente la luminaria 104a, 104b, el medio para determinar una orientación puede ser un codificador de ángulo incorporado en los medios para el movimiento automático.

25 Alternativamente, la luminaria 104a, 104b puede comprender una fuente de luz altamente direccional para transmitir un haz estrecho que puede usarse para determinar la orientación de la al menos una luminaria 104a, 104b. Con el fin de determinar la orientación de la luminaria 104a, 104b, el sistema de iluminación puede comprender un decodificador que está configurado para detectar el haz estrecho y para determinar la orientación basándose en el haz estrecho. El decodificador puede estar configurado adicionalmente para proporcionar la información de orientación.

30 La unidad 106 de procesamiento está implementada o bien como un microprocesador con una memoria que contiene un programa que configura el microprocesador, o bien como hardware especializado tal como un ASIC (circuito integrado de aplicación específica) o (F)PGA (disposición de puertas programables). Independientemente de la implementación, la unidad 106 de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración. Con el fin de calcular los parámetros de configuración, la unidad 106 de procesamiento comprende medios para resolver un problema de programación matemático no lineal (en realidad, los parámetros se calculan por medio de técnicas de optimización y sin resolver realmente la ecuación, ya que la igualdad puede no tener solución para algunos casos de un sistema de iluminación). Estos medios pueden implementarse como un conjunto de circuitos o software especializado. La unidad 106 de procesamiento puede estar configurada adicionalmente para calcular los parámetros de configuración basándose en datos fotométricos que especifican las luminarias 104a, 104b. Los datos fotométricos se almacenan en una memoria de la unidad 106 de procesamiento o se reciben a partir de las luminarias 104a, 104b. Con el fin de considerar el envejecimiento de las luminarias 104a, 104b, la unidad 106 de procesamiento está configurada adicionalmente para estimar una depreciación de una potencia luminosa de las luminarias 104a, 104b con el tiempo. Esto permite que la unidad 106 de procesamiento calcule los parámetros de configuración basándose en una potencial luminosa real de las luminarias 104a, 104b.

45 Con el fin de minimizar el consumo de potencia del sistema de iluminación, la unidad 106 de procesamiento está configurada adicionalmente para recibir o almacenar un perfil de consumo de potencia de las luminarias 104a, 104b. La unidad 106 de procesamiento está configurada por tanto adicionalmente para calcular los parámetros de configuración basándose en el perfil de consumo de potencia de manera que se minimiza un consumo de energía de las luminarias 104a, 104b mientras que todavía puede lograrse la iluminación deseada de la superficie 120 de trabajo.

50 Los parámetros de iluminación pueden definir un intervalo para la iluminación deseada de la superficie 120 de trabajo. Puede permitirse que un usuario introduzca el intervalo en la interfaz 102 o que introduzca valores de iluminación diferentes para un punto de medición del espacio de trabajo correspondiente. La unidad 106 de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración de manera que la iluminación que puede lograrse de la superficie 120 de trabajo se encuentra dentro del intervalo especificado.

60 La figura 2 muestra un sistema de iluminación que comprende una interfaz 102 de usuario, luminarias 104 mejoradas, una unidad 106 de procesamiento y una base 208 de datos de sistema. La interfaz 102 de usuario está configurada para recibir información acerca de unas superficies de trabajo e iluminación pretendida y está configurada adicionalmente para proporcionar la información recibida a la unidad 106 de procesamiento. La base 208 de datos de sistema está configurada para realizar una recopilación de datos automatizada de las luminarias 104 mejoradas y está configurada adicionalmente para proporcionar los datos recopilados a la unidad 106 de procesamiento. La unidad 106 de procesamiento está configurada para calcular y proporcionar datos que pueden usarse para una configuración de las luminarias 104 mejoradas. A diferencia del sistema de iluminación mostrado en

la figura 1, la unidad 106 de procesamiento no puede comunicarse directamente con las luminarias 104 mejoradas.

Tal como se muestra en la figura 2, el sistema de iluminación incorpora luminarias 104 avanzadas que pueden reconocer la ubicación y cuando sea necesario también pueden reconocer la orientación por medio de un sistema de estimación de posición y orientación en 3D incorporado. El sistema de iluminación incorpora además una interfaz 102 de usuario de fácil uso, de reconocimiento de la ubicación, que puede usarse para determinar la geometría, ubicación, orientación y tamaño de las superficies de trabajo que definen el escenario de luz. El sistema de iluminación incorpora además una unidad 106 de procesamiento o una pluralidad de unidades de procesamiento que calculan los ajustes de configuración pertinentes para la iluminación pretendida. La unidad 106 de procesamiento puede estar configurada para calcular los ajustes de configuración, por ejemplo, de datos fotométricos recuperados de las luminarias 104 en el sistema, por ejemplo, la distribución o distribuciones de intensidad luminosa, a partir de representaciones gráficas o tablas características referentes al flujo luminoso emitido o a parámetros de configuración de las luminarias 104 y a partir de la información de consumo de potencia, que puede o bien suministrarse por los fabricantes del equipo de iluminación, reunirse a partir de la monitorización de los accesorios de luz o bien a través de mediciones realizadas por medio de un equipo de medición adicional. El sistema de iluminación incorpora adicionalmente tecnología de comunicación que permite una transferencia de datos desde el sistema de posicionamiento y las bases de datos locales, asociados a las luminarias 104, a la unidad o unidades 106 de procesamiento. El sistema de iluminación incorpora adicionalmente una fácil capacidad de ampliación y mejora, con respecto a la distribución y unidades de luz nuevas, del sistema de iluminación.

El sistema de iluminación puede ser un subsistema de control de iluminación avanzado que va a integrarse en un sistema de gestión de luz. El enfoque inventivo determina automáticamente los ajustes de una infraestructura de iluminación necesarios para ajustarse a las distribuciones de iluminación pretendidas más próximas en varios planos de trabajo, mientras que se minimiza el consumo de energía.

El enfoque inventivo comprende una serie de algoritmos, elementos y herramientas que permiten una especificación fácil por el usuario del escenario de iluminación deseado, el procesamiento y la recuperación autónomos de la información necesaria y el cálculo de los ajustes. La interfaz 102 de usuario se usa para definir las distribuciones de iluminación deseadas así como las superficies de trabajo reales o actuales en las que deben realizarse las distribuciones de iluminación deseadas. Un mecanismo de puesta en marcha automática incorporado determina la posición y orientación espacial de las luminarias 104 con respecto a las superficies de trabajo anteriores. La información de gestión de energía y fotométrica se recupera siempre que sea necesario de las luminarias 104 y finalmente, la unidad 106 de procesamiento aplica procedimientos para calcular los ajustes adecuados.

El sistema de iluminación puede comprender adicionalmente herramientas de puesta en marcha automática para la estimación de posición y estimación de orientación. Debe conocerse la ubicación y orientación de las superficies de trabajo en relación con las luminarias 104 en el sistema. Las luminarias 104 pueden reconocer la ubicación por sí mismas su ubicación y orientación. El reconocimiento por sí mismas de la ubicación puede realizarse de varias formas conocidas. Para la estimación de posición, puede incorporarse un sistema de estimación de posición 3D usando ondas ultrasónicas para medir un tiempo de vuelo y/o desplazamiento de fase entre dos transceptores. Una aplicación de técnicas de multilateración permite la determinación de una posición relativa entre transceptores de referencia y los transceptores en la luminaria. Por ejemplo, puede incorporarse un transceptor en la luminaria. La técnica de multilateración puede usar tres o más transceptores de referencia ubicados en puntos de referencia no alineados, conocidos asociados con un sistema de coordenadas base. Más de tres transceptores permiten la corrección de errores debidos al ruido medido ya que éste conduce a un sistema de ecuación sobredeterminado. Los transceptores ultrasónicos son bastante económicos y producen mediciones que tienen alta resolución y buena precisión. Alternativamente, pueden usarse otros transceptores o técnicas de posición adecuados. La estimación de orientación puede lograrse de formas diferentes dependiendo del tipo de las luminarias 104. Pueden incorporarse tipos diferentes de luminarias 104 en el sistema de iluminación.

Las luminarias 104 que pueden tener o bien movimiento horizontal o bien vertical por medio de motores eléctricos o similares habitualmente incorporan codificadores de ángulo o sistemas similares, que permiten determinar directamente la orientación espacial de tales luminarias 104 móviles. Para aquellas luminarias 104 que sólo pueden moverse manualmente, el reconocimiento de la orientación espacial puede realizarse por medio de sensores de orientación o posición angular disponibles. Se dispone de varias alternativas para realizar tal medición, por ejemplo, sensores que presentan dispositivos inerciales tales como acelerómetros y giroscopios, detectores que aplican iluminadores de radiofrecuencia polarizados y múltiples guías de onda o detectores que recurren a métodos ópticos. Los sensores de orientación o posición angular pueden integrarse fácilmente en las luminarias 104, por ejemplo, en forma de circuitos integrados.

Los métodos de estimación de orientación basados en óptica requieren que las luminarias 104 integren un haz estrecho, es decir, fuentes de luz altamente direccionales, como, por ejemplo, LED o punteros láser. Además, o bien requieren línea de visión entre una fuente de luz de haz estrecho y un detector, lo que dificultaría la viabilidad de la solución debido a la necesidad de instalación del detector, o bien en su lugar el uso de cámaras. Si las cámaras fuesen a usarse en la sala, podrían usarse para rastrear la zona iluminada (punto) creada por la incorporación altamente direccional sobre una superficie de referencia, y tomar una imagen de ésta. Puesto que el sistema conoce

la ubicación de la fuente de luz de haz estrecho, la cámara y la superficie observada, la orientación de la luminaria puede determinarse fácilmente a través de geometría elemental. Además, podría lograrse precisión usando múltiples cámaras. Además, cuando se dispone de múltiples cámaras, también podrían aplicarse técnicas de fotogrametría, que permiten determinar coordenadas físicas de las fotografías, para obtener información geométrica adicional (ubicación/orientación) acerca de las luminarias instaladas.

Una vez determinada, o bien localmente a nivel del módulo de luz o bien globalmente mediante almacenamiento previo, la información de ubicación y orientación espacial ha de transmitirse, a través de cualquier tecnología de comunicación de soporte conveniente, si es necesario, o bien a una unidad central de proceso o bien a varias unidades de proceso si se realiza el procesamiento de una manera distribuida. El sistema también necesita conocer las dimensiones, ubicación y forma de las superficies de trabajo, en las que deben producirse las distribuciones de iluminación. Para este fin, el sistema comprende una interfaz 102 de usuario que, por ejemplo, puede producirse por medio de un ordenador portátil que ejecuta un software adecuado, lo que permite que el usuario introduzca la ubicación, dimensiones y orientación de la superficie de trabajo. Tal interfaz 102 de usuario portátil podría usar también transceptores ultrasónicos, usados para la estimación de posición de las luminarias 104, en puntos de referencia con el fin de determinar su ubicación y ofrecer al usuario la elección de opciones de orientación, sensibles de ubicación para la superficie de trabajo, de modo que no sea necesario que el usuario introduzca manualmente coordenadas geométricas, sino que pueda elegir sólo una orientación, por ejemplo superficies de trabajo verticales u horizontales, inclinadas X grados, e introducir las dimensiones de la superficie.

Además, el dispositivo de interfaz 102 también debe permitir la especificación de superficies de trabajo no planas. Un ejemplo de esto podría ser la especificación de una superficie de trabajo cilíndrica que debe definirse alrededor de un maniquí con el fin de especificar una distribución de iluminación deseada en el maniquí. El conocimiento por el sistema de la ubicación del dispositivo portátil puede usarse para ofrecer al usuario varias opciones con respecto a la orientación del eje de tal superficie de revolución. Asimismo, puede definirse una superficie de trabajo esférica en la que se considera la ubicación del dispositivo portátil como su centro, mientras que un menú permite la selección del radio deseado. Puesto que la interfaz 102 de usuario reconoce ubicación, se conoce su altura con respecto al suelo de, por ejemplo, una sala. Esto puede usarse para limitar, por ejemplo, el radio de la superficie de trabajo esférica definida o la altura de la superficie de trabajo cilíndrica que el usuario puede elegir.

El dispositivo de interfaz 102 portátil también puede recuperar los datos que especifican la distribución o distribuciones de iluminación pretendidas por el usuario en cada una de las superficies de trabajo definidas de un archivo electrónico de formato adecuado. Una vez que el sistema conoce las dimensiones, geometría y ubicaciones de las superficies de trabajo, así como las ubicaciones y orientaciones de las luminarias 104, la información se transfiere mediante cualquier tecnología de comunicación de soporte adecuada a unidades de procesamiento basadas en procesador para un cálculo de valores de control de iluminación óptimos. La unidad de procesamiento calculará una configuración de sistema de iluminación adecuada para el sistema de iluminación instalado y para las distribuciones de iluminación facilitadas como entrada por el usuario.

Para realizar el cálculo, el sistema puede requerir algunos datos fotométricos de los accesorios de luz instalados, por ejemplo, conjunto de distribuciones de intensidad luminosa de campo lejano, que están asociados con las lámparas y óptica usadas por las luminarias 104. Los fabricantes normalmente proporcionan tales datos fotométricos pero también pueden almacenarse de manera óptima en las unidades de luz y leerse por el elemento de cálculo del sistema durante la inicialización.

Pueden elegirse varios puntos de medición de referencia en las superficies de trabajo que pueden haberse facilitado como entrada al sistema. Los puntos de medición de referencia pueden elegirse, por ejemplo, usando cuadrículas de muestreo uniformes. Se supone que los valores de iluminación deseados en Lux en los puntos de medición de referencia, es decir la distribución de iluminación pretendida, se conocen y se facilitan como entrada al sistema, por ejemplo en forma de una serie numérica.

El sistema de iluminación puede comprender además o bien una base de datos o bien detectores incorporados de modo que una depreciación de la potencia luminosa con el tiempo también puede estimarse y considerarse mediante cálculo. La base de datos puede estar constituida por mediciones estadísticas proporcionadas por los fabricantes. Alternativamente, los detectores incorporados pueden monitorizar directamente las luminarias 104.

Puede aplicarse un método de iluminación "punto por punto" para estimar la contribución de cada luminaria en lo que se refiere a la iluminación a cada punto de la cuadrícula. Un método de este tipo aprovecha la entrada geométrica y geográfica ya recopilada por la unidad de procesamiento. La aplicación del método punto por punto generalmente conduce a un sistema de ecuaciones no lineales

$$E \left(\left\{ \phi_j, \psi_j, \theta_j, I_j \right\}_{j=1 \dots N_l} \right) = E_{des}$$

donde el vector de columna en el lado derecho de la ecuación representa los valores de iluminación deseados en los

puntos de medición de las diferentes superficies de trabajo. En cuanto a las variables desconocidas:

ϕ_j representa el flujo luminoso, o potencia luminosa, de la j-ésima lámpara;

5 ψ_j y θ_j representan por separado los ángulos de movimiento horizontal y vertical de la j-ésima lámpara;

I_j representa la distribución fotométrica de la j-ésima luminaria.

I_j se desconoce, sólo si la luminaria puede generar más de una distribución fotométrica o patrón de haz.

10 El sistema de ecuación asociado es lineal y los flujos luminosos son los únicos valores desconocidos que deben calcularse, sólo si todas las luminarias 104 en el sistema de iluminación son fijas y sus distribuciones de intensidad luminosa tridimensionales asociadas, las denominadas distribuciones fotométricas, son únicas, es decir, las luminarias no generan múltiples patrones de haz, y sólidos de revolución.

15 Con respecto al lado izquierdo de la igualdad, es necesario recordar que el principio de superposición es válido para la luz. Como resultado, y teniendo en cuenta la definición del método de iluminación "punto por punto" la i-ésima ecuación debe ser en realidad del tipo

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \kappa_{ij} I_j(\beta_{ij}, \gamma_{ij})$$

20 El valor de κ_{ij} depende de la posición relativa de la j-ésima lámpara con respecto a la superficie de trabajo a la que pertenece el i-ésimo punto de medición, I_j representa la distribución fotométrica de la j-ésima luminaria mientras que β_{ij} y γ_{ij} son locales para las coordenadas angulares de luminaria cuyos valores dependen de la posición relativa entre el i-ésimo punto de medición y la j-ésima lámpara, posición que de ahí depende de la orientación de la luminaria.

25 Puesto que los parámetros de orientación y coordenadas absolutas de las luminarias 104 y de los puntos de medición en superficies de trabajo se conocen habitualmente con respecto al sistema de coordenadas definido por los puntos en que están los transceptores ultrasónicos de referencia, las posiciones relativas pueden calcularse fácilmente a partir de ellos. Por tanto, una vez que se ha elegido un punto de medición, los ángulos de movimiento horizontal y vertical de la lámpara (luminaria), se determinan automáticamente los valores de β_{ij} y γ_{ij} , que a su vez dependen de ψ_j y θ_j . Por consiguiente, la expresión anterior puede escribirse como

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \cdot u_{ij}(\psi_j, \theta_j)$$

35 La solución al problema requiere encontrar un patrón de haz adecuado, niveles atenuación y orientación de luminarias de modo que la siguiente función objetivo

$$\frac{1}{2} (E - E_{des})^T (E - E_{des})$$

40 se minimiza cuando se somete a las restricciones

$$0 \leq \phi_j \leq \phi_{j_0}$$

$$45 \quad 0 \leq \psi_j \leq \psi_{j_0}$$

$$0 \leq \theta_j \leq \theta_{j_0}$$

50 lo que indica los intervalos de flujo luminoso, ángulos de movimiento horizontal y vertical que pueden producirse por la unidad de luz considerada. Pueden lograrse resultados más eficaces si el sistema permite estimar, por ejemplo por medio de estadísticos proporcionados por el vendedor, o mediante medición, por ejemplo por medio de sensores que monitorizan las lámparas, la depreciación de la potencia luminosa con el tiempo, de modo que el valor de $\phi_{j,0}$ puede estimarse de manera fiable, y por tanto el sistema puede compensar el proceso de envejecimiento de las lámparas.

55

Según la formulación presentada, una vez que se ha calculado una solución numérica, los ángulos de movimiento horizontal y vertical están inmediatamente disponibles mientras que el resto de los parámetros de configuración que van a alimentarse en las luminarias 104 para producir de manera óptima la distribución de iluminación deseada descrita por el vector E_{des} , puede calcularse de nuevo fácilmente a partir de los valores de flujo luminoso calculados (ϕ_j). Por ejemplo, si los valores de atenuación son el parámetro de configuración adicional, pueden determinarse fácilmente a partir de la representación gráfica característica del flujo luminoso frente al valor de atenuación, que tal como se mencionó anteriormente también es parte del conjunto de datos disponibles para el sistema.

Con el fin de tener en cuenta el consumo de energía para el cálculo de una solución óptima, la formulación puede ampliarse ya que para este caso van a manejarse simultáneamente dos, en lugar de una, funciones objetivo. Por un lado, la que valora el desajuste de iluminación con respecto a la distribución de iluminación pretendida,

$$\frac{1}{2} (E - E_{des})^T (E - E_{des})$$

y por otro lado, la que resume el consumo de potencia del conjunto de luminarias 104

$$\sum_{j=1}^{Nl} P_j(\phi_j)$$

Tal como se muestra para el caso previo más sencillo, la iluminación es una función de la configuración y orientación de las luminarias 104 en el sistema. Habitualmente, el consumo de potencia sólo depende del flujo luminoso. Por consiguiente, puede resolverse el problema de optimización de criterios múltiples asociado en un sentido de Pareto, recurriendo a técnicas bastante conocidas. Según la formulación presentada anteriormente, el problema también podría formularse como un problema de programación combinatoria, considerando varios valores angulares diferenciados para la orientación de las luminarias 104. Tal optimización de objetivos múltiples y combinatoria puede manejarse naturalmente usando las técnicas de optimización conocidas como algoritmos genéticos. La elección de valores diferenciados para los ángulos de movimiento horizontal y vertical no debe ser un inconveniente importante para deducir una solución adecuada puesto que en cualquier caso puede que los valores angulares muy altamente precisos no tengan sentido.

De nuevo, de manera similar a los datos fotométricos, se supone que los perfiles de consumo de potencia asociados a las luminarias 104 del sistema o bien se proporcionan por el vendedor y quizás se almacenan localmente en una base de datos incorporada en la luminaria, de la que pueden recuperarse cuando sea necesario, o bien se adquieren a través de, quizás, un equipo de medición incorporado.

Una vez que la unidad de procesamiento ha determinado los ajustes de configuración adecuados, su conversión en órdenes de control pertinentes que deben alimentarse en un sistema de control de iluminación que acciona las luminarias 104 puede ser sencilla.

Finalmente, se observa que las distribuciones de iluminación pretendidas también pueden especificarse en lo que se refiere a intervalos, en lugar de usar valores escalares específicos. Por ejemplo, con el fin de tener en cuenta el diferente rendimiento visual de personas jóvenes y ancianas, parece ser conveniente el uso de intervalos para especificar las distribuciones objetivo. Con el fin de tener en cuenta tales especificaciones, la función objetivo que evalúa la divergencia de la iluminación deseada debe modificarse en consecuencia. Por tanto, si para un i -ésimo punto de medición particular se ha definido el intervalo de iluminancia como el intervalo desde $E_{i, \min}$ hasta $E_{i, \max}$ entonces la función objetivo asociada, considerada a continuación en el presente documento por componentes, da cero si

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \cdot u_{ij}(\psi_j, \theta_j)$$

está dentro del intervalo y da

$$\sum_{i=1}^{Nl} \phi_j \cdot u_{ij}(\psi_j, \theta_j) - \frac{1}{2} \cdot (E_{i, \min} + E_{i, \max})$$

como penalización, en caso contrario.

De manera similar, el enfoque de múltiples objetivos también permite la especificación de razones de uniformidad

máxima con respecto a mínima para las distribuciones de iluminación en una superficie de trabajo añadiendo funciones objetivo de penalización adicionales adecuadas.

5 En resumen, la invención se refiere a un sistema de control de iluminación que comprende módulos de luz, interfaz 102 de usuario, base de datos y una unidad de procesamiento. En el sistema, no se necesitan sensores. Las distribuciones de iluminación se mapean en órdenes de control de iluminación para producir las distribuciones de iluminación. Un enfoque se basa en cómo determinar parámetros de lámpara y cómo ajustar todas las lámparas disponibles automáticamente. Puede lograrse un ajuste de escenario automático. Debido a una parte automática puede controlarse el sistema basándose en el efecto y no basándose en la lámpara.

10 La invención descrita en el presente documento puede aplicarse a una configuración automática y al control de una infraestructura de iluminación interior para reproducir una o varias distribuciones de iluminación o iluminancia en diferentes superficies de trabajo elegidas, independientemente del número de lámparas o grados de libertad implicados en el sistema de iluminación.

15 Por consiguiente, la invención puede considerarse como parte de un sistema de gestión de iluminación para instalaciones altamente complejas y versátiles.

20 Además, la presente invención podría ser un complemento ideal para otra solución de control de iluminación avanzada para producir un escenario de luz automático, con respecto a escenarios de luz de colores.

El sistema de iluminación descrito o los aparatos descritos para un sistema de iluminación pueden comprender elementos de diferentes realizaciones. Las realizaciones mostradas se eligen a modo de ejemplo.

25 Al menos parte de la funcionalidad de la invención puede obtenerse mediante hardware o software. En caso de una implementación en software, puede usarse uno o múltiples microcontroladores o microprocesadores convencionales para procesar un solo o múltiples algoritmos que implementan la invención.

30 Debe observarse que la palabra “comprender” no excluye otros elementos o etapas, y que la palabra “un” o “una” no excluye una pluralidad.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de iluminación controlado por ordenador, que comprende:

- una interfaz (102) para definir una superficie (120) de trabajo dentro del sistema de iluminación y una iluminación deseada de la superficie (120) de trabajo, representando dicha superficie (120) de trabajo definida dentro del sistema de iluminación y dicha iluminación deseada de la superficie de trabajo parámetros de entrada para una unidad (106) de procesamiento que está comprendida en dicho sistema de iluminación controlado por ordenador;

- al menos una luminaria (104; 104a, 104b) para iluminar la superficie (120) de trabajo, comprendiendo la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) medios para determinar una posición de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) dentro del sistema de iluminación y una salida para proporcionar la información de posición, y comprendiendo la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) medios para determinar una orientación de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) dentro del sistema de iluminación y una salida para proporcionar la información de orientación; y

- la unidad (106) de procesamiento para calcular automáticamente parámetros de configuración basándose en parámetros de entrada proporcionados por la interfaz (102) y dicha información de posición y dicha información de orientación determinadas por dichos medios para determinar la posición y orientación de la al menos una luminaria, permitiendo configurar los parámetros de configuración la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) de manera que puede lograrse la iluminación deseada de la superficie (120) de trabajo.

2. Sistema de iluminación según la reivindicación 1, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para determinar los parámetros de configuración basándose en uno o más de los siguientes parámetros e información de entrada: parámetros de superficie de trabajo que definen la superficie (120) de trabajo dentro del sistema de iluminación, parámetros de iluminación que definen la iluminación deseada de la superficie (120) de trabajo,

en el que la interfaz (102) está configurada para permitir introducir los parámetros de superficie de trabajo y los parámetros de iluminación y/o para recuperar los parámetros de iluminación de un archivo electrónico,

en el que la interfaz (102) está configurada adicionalmente para proporcionar una elección de posibles parámetros de superficie de trabajo y está configurada particularmente para permitir la introducción de parámetros de superficie de trabajo seleccionando los parámetros de superficie de trabajo de los posibles parámetros de superficie de trabajo,

en el que los parámetros de superficie de trabajo definen una ubicación, una dimensión y una orientación de la superficie (120) de trabajo.

3. Sistema de iluminación según la reivindicación 2, en el que la interfaz (102) comprende medios para determinar una ubicación de la interfaz (102) con respecto a módulos de luz en el sistema de iluminación y está configurado para permitir la introducción de al menos uno de los parámetros de superficie de trabajo en relación con la ubicación de la interfaz (102),

en el que la interfaz (102) está configurada para permitir introducir el parámetro de superficie de trabajo que define la orientación en relación con la ubicación de la interfaz (102), o para seleccionar la ubicación de la interfaz (102) como un centro de una superficie de trabajo esférica y para seleccionar un radio de la superficie de trabajo esférica,

en el que los medios para determinar una ubicación están configurados para determinar la ubicación basándose en una medición de tiempo de vuelo o medición de desplazamiento de fase de una señal transmitida.

4. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de trabajo comprende uno o más de lo siguiente: al menos una superficie de trabajo plana, no plana o esférica; una pluralidad de superficies de trabajo individuales estando cada una definida por los parámetros de superficie de trabajo individuales correspondientes y parámetros de iluminación individuales correspondientes.

5. Sistema de iluminación según la reivindicación 1, en el que los medios para determinar una orientación son un sensor de orientación o posición angular, o en el que la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) comprende medios para mover automáticamente la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) y los medios para determinar una orientación son un codificador de ángulo incorporado en los medios para el movimiento automático.

6. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) comprende una fuente de luz altamente direccional para transmitir un haz estrecho que puede usarse para determinar la orientación de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b), y particularmente comprende además al menos un decodificador que está configurado para detectar el haz estrecho para determinar la orientación de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b), pudiendo estar configurado el al menos un decodificador para proporcionar la información de orientación.
7. Sistema de iluminación según una de las reivindicaciones 2 a 6, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para recibir datos fotométricos de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) y para calcular los parámetros de configuración basándose adicionalmente en los datos fotométricos.
8. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración resolviendo un problema de programación matemático no lineal.
9. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración basándose en un método punto por punto que estima una contribución de cada luminaria (104; 104a, 104b) del sistema de iluminación para cada sección de la superficie (120) de trabajo.
10. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que los parámetros de iluminación definen un intervalo para la iluminación deseada de la superficie (120) de trabajo y la unidad (106) de procesamiento está configurada para calcular los parámetros de configuración de manera que la iluminación que puede lograrse de la superficie (120) de trabajo está dentro del intervalo.
11. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para estimar una depreciación de una potencia luminosa de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) con el tiempo, de modo que los parámetros de configuración pueden determinarse basándose en una potencia luminosa real de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b).
12. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para recibir un perfil de consumo de potencia de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) y está configurada para calcular los parámetros de configuración basándose adicionalmente en el perfil de consumo de potencia de manera que se minimiza un consumo de energía de la al menos una luminaria (104; 104a, 104b) mientras que todavía puede lograrse la iluminación deseada de la superficie (120) de trabajo.
13. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (106) de procesamiento está configurada para proporcionar parámetros de configuración a la al menos una luminaria (104; 104a, 104b).
14. Sistema de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, que comprende además una base de datos de sistema que está configurada para recopilar automáticamente la información de posición y la información de orientación y para proporcionar la información de posición y la información de orientación a la unidad (106) de procesamiento.

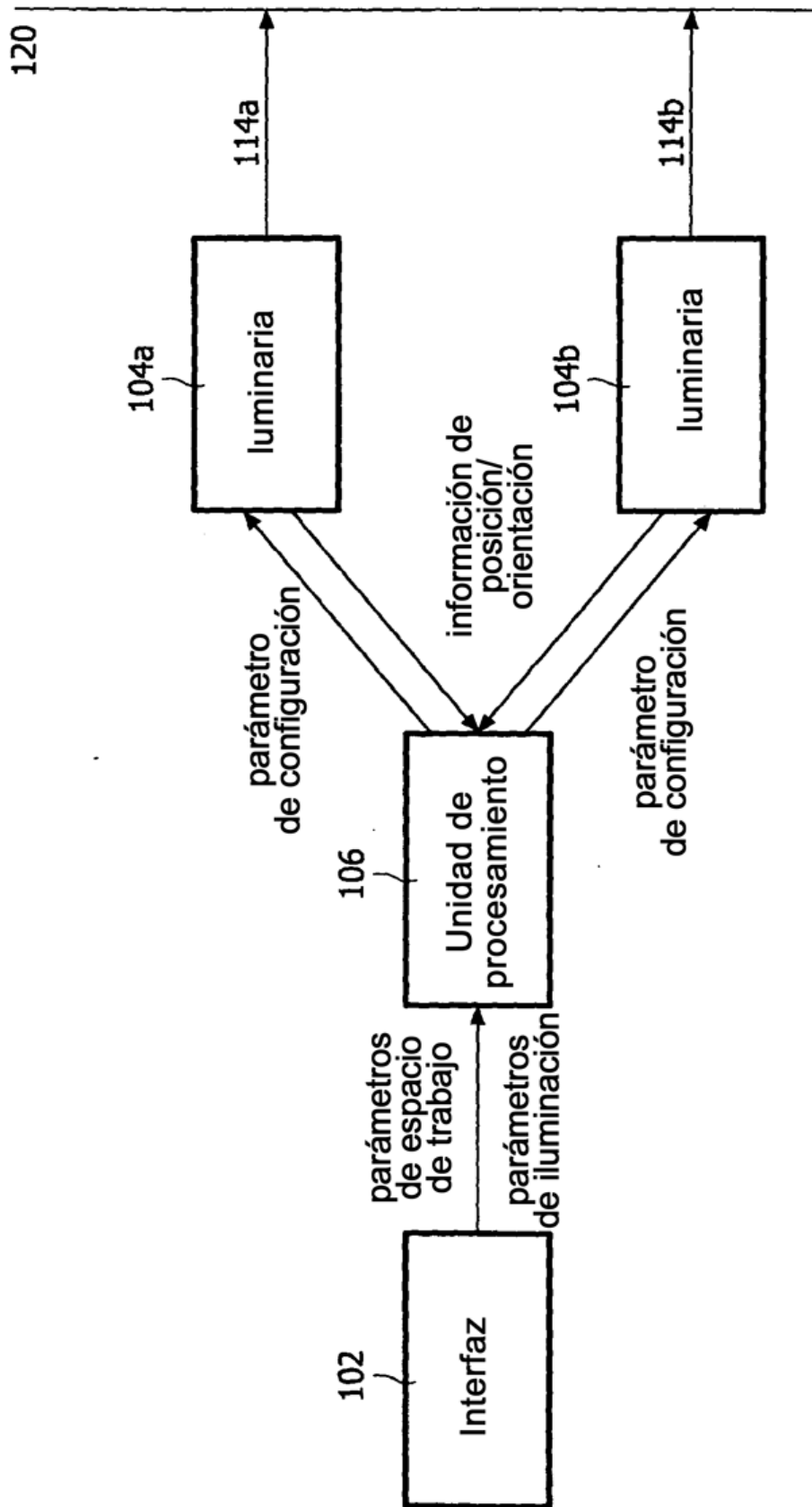


FIG. 1

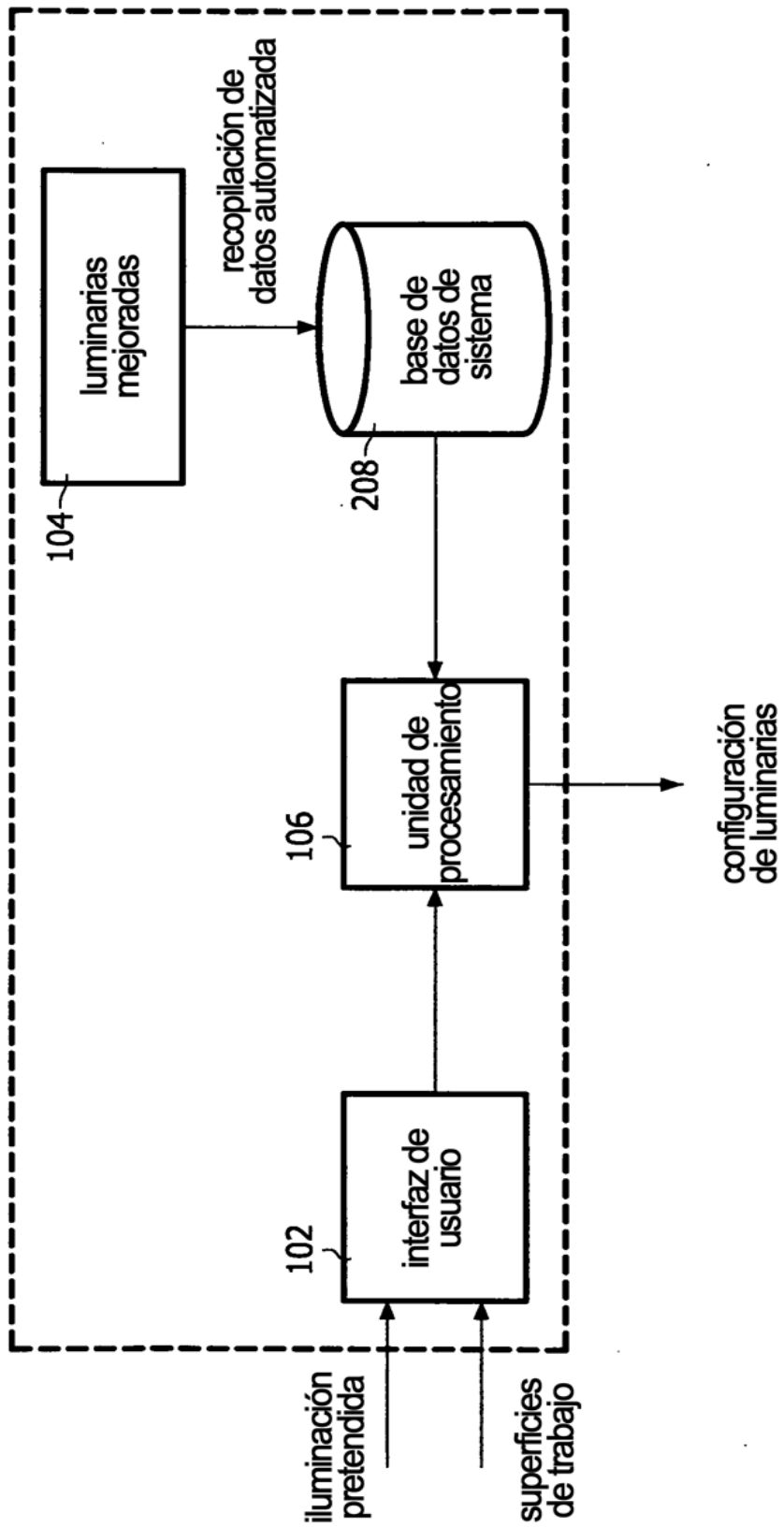


FIG. 2