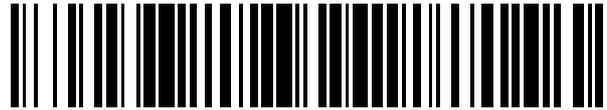


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 448**

21 Número de solicitud: 201600779

51 Int. Cl.:

G06T 17/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

22.09.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.03.2018

71 Solicitantes:

**MACIÁ MATEU, Antonio (50.0%)
Hernan Cortés, 13
03130 Santa Pola (Alicante) ES y
MORA VITORIA, Ana María (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MACIÁ MATEU, Antonio y
MORA VITORIA, Ana María**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **Procedimiento automático de obtención de un diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de espacios caracterizados por su uso de un edificio**

57 Resumen:

Procedimiento para el desarrollo de un proyecto de edificio exento, en una planta, ubicado en una parcela plana o susceptible de serlo, mediante polígonos de Voronoi, que permite la obtención en tiempo mínimo de un diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de espacios caracterizados por su uso de dicho edificio.

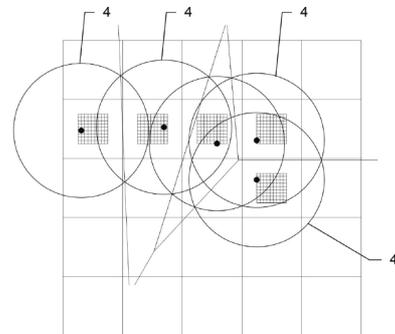


FIG.6

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO AUTOMÁTICO DE OBTENCIÓN DE UN DIAGRAMA BASE DE PERÍMETRO GENERAL DE PLANTA Y PERÍMETROS DE ESPACIOS CARACTERIZADOS POR SU USO DE UN EDIFICIO

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención se encuentra dentro del sector técnico de la arquitectura.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Una de las partes fundamentales del procedimiento de desarrollo del proyecto arquitectónico consiste en distribuir los usos en el espacio, tratando de ajustar múltiples parámetros. Este procedimiento es iterativo y habitualmente precisa de múltiples pruebas de ensayo y error que suponen una gran inversión de tiempo. El acelerar el proceso es en muchos casos una necesidad y un problema técnico a resolver.

15 Es trabajo del arquitecto crear el concepto global del edificio, dimensionar los espacios, jerarquizarlos, definir las interacciones entre los mismos, las circulaciones, instalaciones, aspectos estéticos, de confort, constructivos, presupuestarios, estructurales, etc. Tradicionalmente este proceso consiste en que el arquitecto realiza dibujos que evalúa, permitiéndole pensar y comprender mejor las implicaciones de cada alternativa, para poder
20 establecer las prioridades y conocer a fondo las principales restricciones que el proyecto plantea.

La repetición de este tipo de procedimientos “tradicionales” perfecciona en el arquitecto una intuición sobre el dibujo que le permite desarrollar gráficamente estructuras abstractas, diagramas básicos, bocetos esquemáticos, que pueden ser evaluados en una fase temprana
25 del proceso de ideación de manera que se puedan descartar opciones, en una suerte de proceso de desarrollo, predicción y evolución que tradicionalmente transcurre en la mente del arquitecto y se plasma en algunos croquis y bocetos.

En el campo de la arquitectura no es hasta el desarrollo reciente de las herramientas de software, la aparición de internet y el trabajo en red, de los grupos y equipos de
30 desarrolladores, así como la aparición generalizada del ordenador como herramienta de trabajo y para la formación en arquitectura y diseño, que se ha planteado como viable el

desarrollar procedimientos para la creación arquitectónica que incorporen otro tipo de mecanismos.

5 El desarrollo de la computación y recientes avances como la tecnología BIM y el diseño paramétrico nos están permitiendo imaginar nuevos procedimientos. La aparición y generalización de herramientas como los programas informáticos Revit, Rhinoceros y Grasshopper permiten plantear nuevos horizontes.

10 El campo del desarrollo de edificaciones en base a procedimientos incorporando algoritmos llamados genéticos es relativamente reciente. Los algoritmos genéticos fueron inventados por John Howards en la década de 1960-1970. Basados en el estudio de los procesos evolutivos en la naturaleza, buscaban describir y desarrollar mecanismos que permitiesen la mejora de procesos y productos imitando a éstos.

15 Desde entonces han sido varios los proyectos de arquitectura influenciados por el lenguaje formal procedente de los procesos evolutivos de la naturaleza, pero es muy reciente el uso de procedimientos que empleen herramientas informáticas para el desarrollo del proyecto, algunos de los cuales emplean las geometrías de los polígonos de Voronoi.

20 Existen varios ejemplos recientes del uso y estudio de polígonos de Voronoi para la definición formal de la arquitectura, como el proyecto construido de “vivienda y peluquería en Tonami” del estudio japonés 000studio, el edificio llamado “Espacio de creación contemporánea” en Córdoba, del estudio español Nieto y Sobejano, o bien la investigación en diseño llamada “NET.LAB” desarrollada en la Architectural Association en Londres por parte de Ibarheem Ammash, Jimena Araíza, María Loreto Flores y Ahmad Sukkar.

25 Recientes estudios como la tesis doctoral realizada por Carlos Ignacio Barrera Poblete investigan acerca de los “Algoritmos Genéticos como Estrategia de Diseño Aplicada a la Arquitectura”. En este trabajo, el investigador desarrolla un algoritmo que tiene como objetivo distribuir el espacio interior de un perímetro irregular dado en base a geometrías de Voronoi.

30 El procedimiento descrito en esta solicitud de patente permite desarrollar variantes singulares de una misma tipología arquitectónica a gran velocidad, para permitir la evaluación por parte del arquitecto y su posterior modificación con gran agilidad. A su vez permite individualizar el proyecto al incorporar los llamados “números aleatorios de la submatriz” que explicaremos más adelante como una parte importante del proceso.

Supone un nuevo procedimiento muy ágil y eficiente de obtención de lo que llamamos “diagramas base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” como base para desarrollos subsiguientes del proyecto. Estos desarrollos subsiguientes también podrían ser automatizados agilizando en gran manera el desarrollo del proyecto de arquitectura.

Mediante el uso de interfaces y programas informáticos es posible permitir la participación e implicación directa del cliente en las decisiones al poder ver el resultado del diagrama de manera instantánea prácticamente en tiempo real, lo cual disminuye de manera sustancial las posibilidades de error y los tiempos de desarrollo del proyecto y por tanto del edificio construido en base a él.

EXPLICACIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La invención trata de un procedimiento para el desarrollo de un proyecto de un edificio exento, generalmente en una planta, ubicado en una parcela plana o susceptible de serlo, mediante polígonos de Voronoi. Mediante la presente invención podemos obtener en tiempo mínimo lo que llamamos un “diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso” del edificio que pretendemos realizar.

El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- Definición inicial de:
 - o número de filas y columnas de lo que llamamos “matriz de distribución de usos”. La matriz de distribución de usos, generalmente de 5x5, sirve al arquitecto para ubicar los espacios caracterizados por su uso situándolos por criterios de proximidad física.
 - o número de filas y columnas de lo que llamamos la “submatriz” de cada celda de la matriz de distribución de usos. Esto es, en el interior de cada celda de la matriz de distribución de usos, que generalmente es de 5x5, generamos a su vez una submatriz, generalmente de 10x10, que nos permitirá ubicar con mayor precisión lo que llamaremos “puntos base primarios”, y que explicaremos más adelante.

- número de espacios caracterizados por su uso que precisa el edificio. Esto es, los espacios de los que constará la vivienda: cocina, salón comedor, dormitorio, etc.
 - superficie deseada para cada uno de los espacios caracterizados por su uso.
 - al menos 1 número, que llamaremos “número aleatorio de la submatriz”, por cada espacio caracterizado por su uso definido, número que estará generalmente entre 1 y 100. Normalmente se definirán 2 números aleatorios de la submatriz por cada espacio caracterizado. En la definición de los números aleatorios de la submatriz puede participar el cliente que encarga el proyecto, de manera que el arquitecto solicita al cliente los números aleatorios, dejando de ser aleatorios para ser números vinculados a la historia, necesidades o características individuales de dicho sujeto, como por ejemplo números secretos, códigos de seguridad, fechas de nacimiento de manera que el diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio incorpora una información vinculada al sujeto o sujetos que encarga/n el proyecto. Esto puede ser útil tanto a nivel funcional, para codificar el edificio, como a nivel del desarrollo del proyecto con el cliente, al establecerse un vínculo diferente del cliente con el proyecto haciéndolo más personalizado.
 - podremos definir una longitud que actuará de módulo base para la mejor industrialización posterior del edificio
 - podremos definir unas figuras mínimas inscribibles asociadas a cada uno de los espacios caracterizados por su uso. Este suele ser el recurso habitual como solución restrictiva impuesta por las diferentes normativas de edificación.
 - podremos indicar si queremos que las esquinas del diagrama sean curvas.
- Asignación por parte del arquitecto de cada espacio caracterizado por su uso a una celda de la matriz de distribución de usos, disponiéndolos en función de criterios asociados a la necesidad de proximidad física entre los espacios caracterizados por su uso. Por ejemplo, la cocina se ubicará en una celda

próxima a la celda donde se ubica el salón comedor, ya que la cocina ha de estar cerca, a nivel funcional, del salón comedor.

- Asignación por parte del arquitecto de cada número aleatorio de la submatriz a cada celda de la matriz de distribución de usos a la que se ha asignado un espacio caracterizado por su uso, definiéndose así una red de lo que llamamos “puntos base primarios”, que coinciden con las celdas de las distintas submatrices que se ubican dentro de las celdas asignadas de la matriz de distribución de usos. Así por ejemplo, si el arquitecto decide que la cocina se ubica en la celda situada en la fila 2, columna 2 de la matriz de distribución de usos, para definir el punto exacto donde se situará el punto base primario de la cocina tendremos que imaginar dicha celda 2,2 dividida a su vez en 100 “cuadrados”, correspondientes a las 100 celdas de la submatriz 10x10. Una vez numerados esos 100 cuadrados del 1 al 100, el punto base de la cocina será el centro de aquél de esos 100 cuadrados cuya numeración coincida con el número aleatorio definido para el espacio cocina.
- En este punto, trazaremos una triangulación de Delaunay uniendo la red de puntos base primarios, obteniéndose una malla de triángulos.
- A partir de aquí trazaremos un primer diagrama de Voronoi en base al cálculo de los circuncentros de los distintos triángulos de la malla de triángulos obtenida en la etapa anterior. Para ello desde dichos circuncentros se trazan las líneas perpendiculares a los lados del triángulo de Delaunay citado.
- El siguiente paso consiste en trazar circunferencias de un radio de 4,54m con centro en los puntos base primarios obtenidos anteriormente. A este radio, definido previamente, lo llamaremos “factor de ajuste dimensional general”. Esta dimensión de 4,54m puede variar, sin embargo las experiencias realizadas para desarrollar esta invención hacen muy aconsejable esta distancia u otra de dimensión similar para adecuarla a futuros tamaños adecuados a la dimensión humana y a la correcta iluminación y ventilación de los espacios arquitectónicos resultantes de la evolución de los diagramas obtenidos en esta invención.
- La intersección de las líneas perpendiculares a los lados del triángulo de Delaunay con las circunferencias trazadas anteriormente definen los llamados “puntos base secundarios”. A los arcos de circunferencia más alejados de los puntos base primarios que aparecen entre los puntos base secundarios los llamaremos “arcos de circunferencia exteriores”.

- Los arcos de circunferencia exteriores se subdividirán, generalmente en partes iguales, definiendo “puntos base terciarios” siguiendo el siguiente criterio desarrollado en base a la experiencia en el desarrollo de la invención:
 - 5 o Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es menor o igual a 75° , entonces el arco no se subdividirá.
 - o Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es mayor de 75° y menor o igual a 160° , entonces el arco se dividirá en 2 arcos iguales, definiendo un nuevo punto base terciario.
 - 10 o Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es mayor de 160° y menor de 220° , entonces el arco se dividirá en 3 arcos iguales, definiendo 2 nuevos puntos base terciarios.
 - o Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es igual o mayor de 220° y menor que 360° , entonces el arco se dividirá en 5 arcos iguales, definiendo 4 nuevos puntos base terciarios.
 - 15 o Si el área asignada al espacio definido por su uso vinculada a un punto base primario en concreto es menor de 6 metros cuadrados, los arcos de circunferencia exterior generados en base a dicho punto base se dividirán en 2 arcos iguales, independientemente del ángulo.
- Con todos los puntos base (primarios, secundarios y terciarios) se realiza una
20 nueva triangulación de Delaunay. Sobre esta red de triángulos se calculan los circuncentros de los triángulos y uniéndolos se generan nuevos polígonos de Voronoi. Los polígonos cerrados resultantes próximos a los puntos base primarios constituirán el llamado “diagrama inicial de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio”. Se
25 genera así un dibujo de “celdas” cerradas en las que los puntos base primarios quedan sensiblemente en su centro. Todavía no es el diagrama que buscamos, ya que las áreas de cada espacio no son las definidas inicialmente.
- Para conseguir las áreas se desarrolla un proceso iterativo automatizado por
30 el que se modifica la longitud de los lados de las celdas, y la posición de sus vértices, con medición automatizada de las áreas resultantes, para que el área de cada espacio caracterizado por su uso se aproxime a las definidas previamente. Esto se realiza de manera automatizada con el componente llamado Kangaroo u otro similar. Así se obtiene el “diagrama base de
35 perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio”, con base a la geometría de los polígonos de Voronoi.

- 5 - En este punto se ejecutará generalmente un proceso de reajuste automatizado de manera que los lados de las celdas se conviertan en múltiplos del módulo base definido a priori, que generalmente podrá variarse siendo un parámetro editable del procedimiento. De esta manera se obtiene el “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio”. De esta manera los tramos rectos siguen una modulación para facilitar la construcción y/o industrialización del edificio.
- 10 - A continuación se ordenará que se ejecute un proceso de comprobación para testar si son inscribibles las figuras mínimas definidas para cada espacio caracterizado por su uso. Este proceso automatizado colocará las figuras mínimas en múltiples posiciones comprobando si al menos una es inscribible, o si por el contrario ninguna lo es.
- 15 - El arquitecto puede a partir de este punto ejecutar la orden de que las esquinas del diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio sean curvas en lugar de angulosas, generándose un proceso de reajuste de los encuentros de los lados del polígono de Voronoi para que se produzcan encuentros curvos en los vértices.
- 20 - Si es necesario se exportará desde el programa informático utilizado para automatizar los procesos el diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio a un formato editable en otros programas informáticos para desarrollar las siguientes fases del proyecto de la vivienda.
- 25 - Una vez desarrollado el proyecto, se puede construir la vivienda desarrollada en base a este procedimiento.

El arquitecto puede sustituir los números aleatorios de la submatriz elegidos inicialmente por otros a su elección de entre los incluidos en el listado definido inicialmente para poder
30 evaluar diferentes alternativas resultantes de diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio, con el fin de escoger la opción que considere más adecuada. Esto puede ocurrir en muchos casos, pero principalmente porque en el proceso de evaluación percibe alguna deficiencia (dificultades previsibles a la hora de realizar circulaciones en el edificio, dificultades a la hora de
35 introducir el dibujo del mobiliario, no cumplimiento de las figuras mínimas, etc). Es por ello

que es interesante que tenga más de 1 opción de números aleatorios de la submatriz. La velocidad de transformación del diagrama al introducir estos cambios posibilitará una evaluación rápida del diagrama al cambiar éste casi en tiempo real.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra la matriz de distribución de usos 5x5 sobre la que se ubicarán los usos definidos previamente.

La figura 2 muestra la matriz de distribución de usos 5x5 con los usos definidos previamente en sus respectivas posiciones.

10 La figura 3 muestra la matriz de distribución de usos 5x5 con cada una de sus celdas subdividida a su vez en una submatriz (1) 10x10.

La figura 4 muestra los distintos puntos base primarios dentro de las submatrices que servirán para trazar el primer diagrama de Voronoi

15 La figura 5 muestra los distintos puntos base primarios unidos formando un primer diagrama de voronoi con las celdas abiertas

La figura 6 muestra las circunferencias centradas en los “puntos base primarios”

La figura 7 muestra la intersección de las líneas del diagrama de Voronoi con las circunferencias trazadas anteriormente que definen los llamados puntos base secundarios (5) y los arcos de circunferencia exteriores (6).

20 La figura 8 muestra los puntos base terciarios (7) resultantes de las divisiones de los arcos de circunferencia.

La figura 9 muestra la unión según triangulaciones de Delanauay.

La figura 10 muestra los circuncentros de las triangulaciones de la figura 9

25 La figura 11 muestra la unión de los circuncentros formando el “diagrama inicial de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio”, según un diagrama de Voronoi (9).

La figura 12 muestra el “diagrama inicial de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” (10)

La figura 13 muestra el diagrama una vez reajustado a las superficies que se solicitan y a la modulación establecida, constituyendo el “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” (11).

5 La figura 14 muestra el “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” con sus esquinas redondeadas y con la figura mínima establecida (12).

La Figura 15 muestra una posible interfaz gráfica de un panel de control para desarrollo del procedimiento descrito en la presente invención. El panel de control se divide en un “área de visualización” (13) donde se muestran los diagramas que cambian de manera simultánea con la modificación de datos y en un “panel desplegable” (14) compuesto a su vez por cinco barras de menú desplegables. En la primera de las barras (15) incluye los controles para introducir los datos iniciales. La segunda de las barras (16) incluye los controles de la “ubicación de los espacios caracterizados por su uso”. Y está formada por deslizadores de selección

15 que permiten seleccionar el número de celda del 1 al 25. Tantos deslizadores como espacios caracterizados por su uso tiene el edificio. La tercera de las barras (17) incluye los controles de los “números aleatorios de la submatriz” y está formado por deslizadores. Tantos deslizadores como espacios caracterizados por su uso tiene el edificio. La cuarta de las barras (18) incluye controles de las “superficies de los espacios caracterizados por su uso” y está formada por deslizadores. Tantos deslizadores como espacios caracterizados por su uso tiene el edificio. Estos deslizadores varían la superficie siempre partiendo de un número mínimo que se considera habitable hasta la cifra indicada en los datos iniciales. La quinta de las barras (19) incluye los controles de otros datos opcionales y está formada por casillas de selección que pueden de modo opcional aparecer para completar la información deseada.

25

La figura 16 muestra el edificio resultante construido en base al proyecto desarrollado sobre el diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio.

30

REALIZACIÓN PRFERENTE DE LA INVENCIÓN

En una realización concreta de la invención, desarrollamos el siguiente procedimiento:

- 1) Un cliente solicita a un arquitecto el proyecto de su vivienda.
- 2) La vivienda que solicita ha de ser en tipología de edificación exenta de una sola planta en una parcela plana, sin obstáculos ni incidentes orográficos. La superficie de parcela es de 1000m² que permite ubicar libremente el edificio en la misma sin encontrar obstáculos en su perímetro.
- 3) Para desarrollar las operaciones gráficas y matemáticas vinculadas al proceso, en especial los cálculos iterativos, se emplea un software de diseño paramétrico asistido por ordenador. En este caso Rhinoceros + Grasshopper.
- 4) El arquitecto con el cliente define una serie de “espacios caracterizados por su uso” que conformarán la vivienda que deseamos desarrollar. En este caso la vivienda dispondrá de los siguientes 5 espacios caracterizados por su uso: cocina, salón comedor, dormitorio 1, distribuidor, baño. Cada uno se designará con una letra: cocina=K, salón comedor=SC, dormitorio doble 1: DD-1, distribuidor: X-1, baño: B
- 5) El arquitecto con el cliente define las áreas deseables de cada uno de estos espacios. En este caso serán: cocina: 11m², salón comedor: 27m², dormitorio doble: 15m², distribuidor: 3,50m², baño: 6m².
- 6) Se define una matriz de 5x5, con 25 celdas resultantes, que será la “matriz de distribución de usos”. Las celdas se numerarán de abajo a arriba y de izquierda a derecha, comenzando con el número 1. (Ver figura 1)
- 7) El arquitecto asignará a 5 de las 25 celdas los “espacios caracterizados por su uso” definidos previamente. El asignar a una celda u otra se realiza según el criterio de distribución espacial de usos que el arquitecto considera, por criterios de proximidades físicas entre usos. De esta manera el arquitecto asigna los usos a las celdas de la siguiente manera: el espacio de baño se asignará a la celda 19, el de distribuidor a la celda 18, el de dormitorio doble a la celda 14, el de salón comedor a la celda 17 y el de cocina a la celda 16. Esto se hace así para que el salón comedor esté cerca de la cocina, y el distribuidor entre estancias de baño y dormitorio. (Ver figura 2)
- 8) El interior de cada una de las 25 celdas se divide a su vez una submatriz (1) de 10x10. Se generan así las submatrices de 100 casillas. Estas casillas se denominarán por una numeración del 1 al 100, comenzando de izquierda a derecha y de abajo a arriba. (Ver figura 3)

- 9) Se solicita al cliente 2 números aleatoriamente entre 1 y 100 para cada una de las 5 estancias. Serían 10 números en este caso. A estos números los llamaremos “números aleatorios de la submatriz” dados por el cliente. Estos números se solicitarán vinculados a factores emocionales de relevancia en la vida del cliente. Serán números “importantes” para el cliente. Cada pareja de números se asignará a cada una de las 5 estancias. Así para la cocina el cliente asigna los números 28 y 15, para el salón comedor los números 7 y 86, para el baño los números 2 y 80, para el dormitorio doble los números 8 y 45, y para el distribuidor los números 21 y 61.
- 10) El arquitecto elige para cada estancia uno de los dos números aleatorios de la submatriz dados por el cliente, que se corresponderá con el número de celda de la submatriz 10x10 dentro de la celda asignada a cada estancia. De esta manera se obtienen los “puntos base primarios” (2) que marcan unas coordenadas dentro de cada una de las 5 celdas seleccionadas. En este caso el arquitecto selecciona:
- la celda 15 de la matriz 10x10 para la cocina (que está en la celda 16 de la matriz 5x5)
 - la celda 86 de la matriz 10x10 para el salón comedor (que está en la celda 17 de la matriz 5x5)
 - la celda 2 de la matriz 10x10 para el baño (que está en la celda 19 de la matriz 5x5)
 - la celda 8 de la matriz 10x10 para el dormitorio doble (que está en la celda 14 de la matriz 5x5)
 - la celda 61 de la matriz 10x10 para el distribuidor (que está en la celda 18 de la matriz 5x5)
- (Ver figura 4)
- 11) En este punto, se traza un primer diagrama de Voronoi (3) a partir de los puntos base primarios. (Ver figura 5)
- 12) El siguiente paso consiste en trazar circunferencias (4) de un radio de 4,54m con centro en los puntos base primarios obtenidos anteriormente. (Ver figura 6)
- 13) La intersección de las líneas perpendiculares a los lados del triángulo de Delaunay con las circunferencias trazadas anteriormente definen los llamados puntos base

secundarios (5). Entre ellos se encuentran los arcos de circunferencia exteriores (6) (Ver figura 7)

5 14) Los arcos de circunferencia exteriores se subdividen en partes iguales, definiendo "puntos base terciarios" (7) siguiendo el siguiente criterio desarrollado en base a la experiencia en el desarrollo de la invención:

1. Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es menor o igual a 75° , entonces el arco no se subdividirá.
2. Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es mayor de 75° y menor o igual a 160° , entonces el arco se dividirá en 2 arcos iguales, definiendo un nuevo punto base terciario.
- 10 3. Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es mayor de 160° y menor de 220° , entonces el arco se dividirá en 3 arcos iguales, definiendo 2 nuevos puntos base terciarios.
- 15 4. Si el ángulo del arco de circunferencia exterior es igual o mayor de 220° y menor que 360° , entonces el arco se dividirá en 5 arcos iguales, definiendo 4 nuevos puntos base terciarios.
- 20 5. Si el área asignada al espacio definido por su uso vinculada a un punto base primario en concreto es menor de 6 metros cuadrados, los arcos de circunferencia exterior generados en base a dicho punto base se dividirán en 2 arcos iguales, independientemente del ángulo inicial.

(Ver figura 8)

15) Con todos los puntos base (primarios, secundarios y terciarios) se realiza una triangulación de Delaunay (8) (Ver figura 9), Sobre esta red de triángulos se calculan los circuncentros de los triángulos, desde el C1 al C22, (Ver figura 10) y se generan nuevos polígonos de Voronoi (9) (Ver figura 11). Los polígonos cerrados resultantes próximos a los puntos base primarios constituirán el llamado "diagrama inicial de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio" (10) (Ver figura 12).

30 16) Para conseguir las áreas se desarrolla un proceso iterativo automatizado por el que se modifica la longitud de los lados de las celdas, y la posición de sus vértices, con medición automatizada de las áreas resultantes, para que el área de cada espacio caracterizado por su uso se aproxime a las definidas previamente. Esto se realiza de manera automatizada con el componente llamado Kangaroo. Así se obtiene el "diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios

caracterizados por su uso del edificio”, con base a la geometría de los polígonos de Voronoi.

- 5 17) En este punto se ejecutará un proceso de reajuste automatizado de manera que los lados de las celdas se conviertan en múltiplos del módulo base definido a priori, que generalmente podrá variarse siendo un parámetro editable del procedimiento. De esta manera se obtiene el “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” (11), que incluye una modulación para facilitar la construcción y/o industrialización del edificio. (Ver figura 13)
- 10 18) El arquitecto evalúa el diagrama de planta de la vivienda resultante. Gracias a su experiencia puede realizar una evaluación de la idoneidad del “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” como diagrama base de desarrollo de la futura planta del edificio.
- 15 19) En caso de que observe alguna deficiencia (dificultades previsibles a la hora de realizar circulaciones en el edificio, dificultades a la hora de introducir el dibujo del mobiliario, etc) puede intercambiar el número aleatorio de la submatriz dado por el cliente introducido en el sistema, por el otro número aleatorio de la submatriz dado por el cliente para ese uso. El solicitar dos números aleatorios permite tener más
- 20 variabilidad de la figura resultante. Esta introducción de datos generará un cambio automático en el dibujo.
- 25 20) A continuación puede elegirse que las esquinas de las viviendas sean curvas en lugar de angulosas, generándose un proceso de reajuste de los encuentros de los lados del polígono de Voronoi para que se produzcan encuentros curvos en los vértices.
- 30 21) El arquitecto introduce en el sistema una figura mínima asignada a cada tipo de uso de espacio. Por ejemplo, para el uso de baño introducirá una figura mínima consistente en un círculo de 2m de diámetro. Este tipo de restricción suele tener origen en algún requisito normativo, pero el arquitecto puede introducirlo por otras razones, como el deseo de unos estándares de más calidad que la media.
- 22) El arquitecto indicará al sistema que compruebe que caben las figuras mínimas indicadas para cada uso. Para ello realiza un test automatizado colocando las figuras mínimas en múltiples posiciones comprobando si al menos una cumple. En este caso

comprobará si el polígono de Voronoi resultante asignado al uso de baño es capaz de alojar un círculo de diámetro 2m. En caso negativo el arquitecto podrá cambiar nuevamente los números asignados a algún uso por los otros aportados por el cliente para que automáticamente se deforme la red de polígonos de Voronoi, testando después de cada cambio hasta conseguir que el polígono vinculado al uso de baño sea capaz de alojar la figura mínima asignada. . (Ver figura 14)

23) Desde el programa informático se exportará el diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio a un formato editable en el programa informático que usemos para desarrollar las siguientes fases del proyecto de la vivienda. Por ejemplo podremos exportar a formato de Autocad .dwg para continuar desarrollando la vivienda en este formato.

24) A partir de este punto, y una vez acordada la distribución con el cliente, junto con el resto de parámetros, se desarrolla el proyecto completamente para permitir su construcción. El proyecto se identifica con los números aleatorios de la submatriz aportados por el cliente.

25) Con el proyecto desarrollado, se construye el edificio vinculado al proyecto que será único para ese cliente (Ver figura 16), al estar desarrollado en base a un “diagrama base modulado de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso del edificio” único basado en una combinación de números única aportada por el cliente. El que dicha combinación de números sea elemento generador y posea una significación especial para el cliente, haciendo el proyecto y la vivienda resultante únicos, facilitará el generar un vínculo emocional entre el diseño desarrollado y el cliente, lo que facilitará el que se generen sinergias positivas entre el usuario de la arquitectura y la propia arquitectura.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento automático de obtención de un diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de espacios caracterizados por su uso de un edificio,
5 procedimiento caracterizado por que comprende:
- generar una matriz de distribución de usos, matriz que comprende filas y columnas definiendo una serie de celdas,
 - generar una submatriz en cada una de las celdas de la matriz de distribución de usos,
 - 10 • asignar cada espacio caracterizado por su uso a una respectiva celda de la matriz de distribución de usos,
 - asignar a cada celda de la submatriz al menos un número por cada espacio caracterizado por su uso
 - definir una serie de puntos base primarios mediante selección de al menos un
15 punto esencialmente central de una de las celdas de la submatriz, siendo esa celda seleccionada a partir de un número dado que indica la posición de la celda de la submatriz,
 - realizar una primera triangulación uniendo los puntos base primarios de tal manera que se define una primera red de triángulos,
 - 20 • calcular los respectivos circuncentros de cada triángulo de la primera red de triángulos,
 - definir una serie de líneas perpendiculares a los lados de cada triángulo de la primera red de triángulos donde dichas líneas perpendiculares pasan por cada respectivo circuncentro del respectivo triángulo de la primera red de
25 triángulos,
 - realizar una serie de circunferencias con un radio de 4,54m y centro en los puntos base primarios, generando de esta manera:
 - una serie de puntos secundarios generados mediante intersección de
30 las líneas perpendiculares y las circunferencias, y
 - unos arcos de circunferencia exteriores siendo estos lo más alejados

de los puntos base primarios y definidos entre los puntos base secundarios,

- dividir los arcos de circunferencia exteriores en partes iguales, definiendo así unos puntos base terciarios,
- 5 • realizar una segunda triangulación usando los puntos base primarios, secundarios y terciarios generando una segunda red de triángulos,
- calcular los respectivos circuncentros de cada triángulo de la segunda red de triángulos, y
- generando una serie de polígonos cerrados mediante unión de los respectivos
- 10 circuncentros de cada triángulo de la segunda red de triángulos mediante líneas,
- ajustar las áreas de los polígonos cerrados mediante modificación de la longitud de los lados o la posición de vértices generando de esta manera el diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios
- 15 caracterizados por su uso de un edificio.

2. Procedimiento según reivindicación 1 caracterizado por que la matriz de distribución de usos es una matriz 5x5 y la submatriz es 10x10.

3. Procedimiento según reivindicación 1 caracterizado por que los puntos base terciarios se definen de manera que:

- 20 - si el ángulo de arco de circunferencia exterior es menor o igual a 75° , el arco no se divide,
- si el ángulo de arco de circunferencia exterior es mayor a 75° , el arco se divide en dos partes iguales, definiendo un punto base terciario,
- si el ángulo de arco de circunferencia exterior es mayor que 160° y menor
- 25 que 220° el arco se divide en dos partes iguales, definiendo dos puntos base terciarios, y
- si el ángulo de arco de circunferencia exterior es mayor 220° y menor 220° el arco se divide en cinco partes iguales, definiendo cuatro puntos base terciarios.

4. Procedimiento según reivindicación 1 o 3 caracterizado por que los puntos base terciarios se definen de manera que un área asignada al espacio definido por su uso vinculada a un punto base primario es menor de 6 metros cuadrados, los arcos de circunferencia exteriores generados en base a ese punto base primario se
- 5 divide en dos arcos iguales independientemente del ángulo.

21	22	23	24	25
16	17	18	19	20
19	18	17	16	15
6	7	8	9	10
1	2	3	4	5

FIG.1

K	SC	X-1	B-1	
			DD-1	

Fig.2

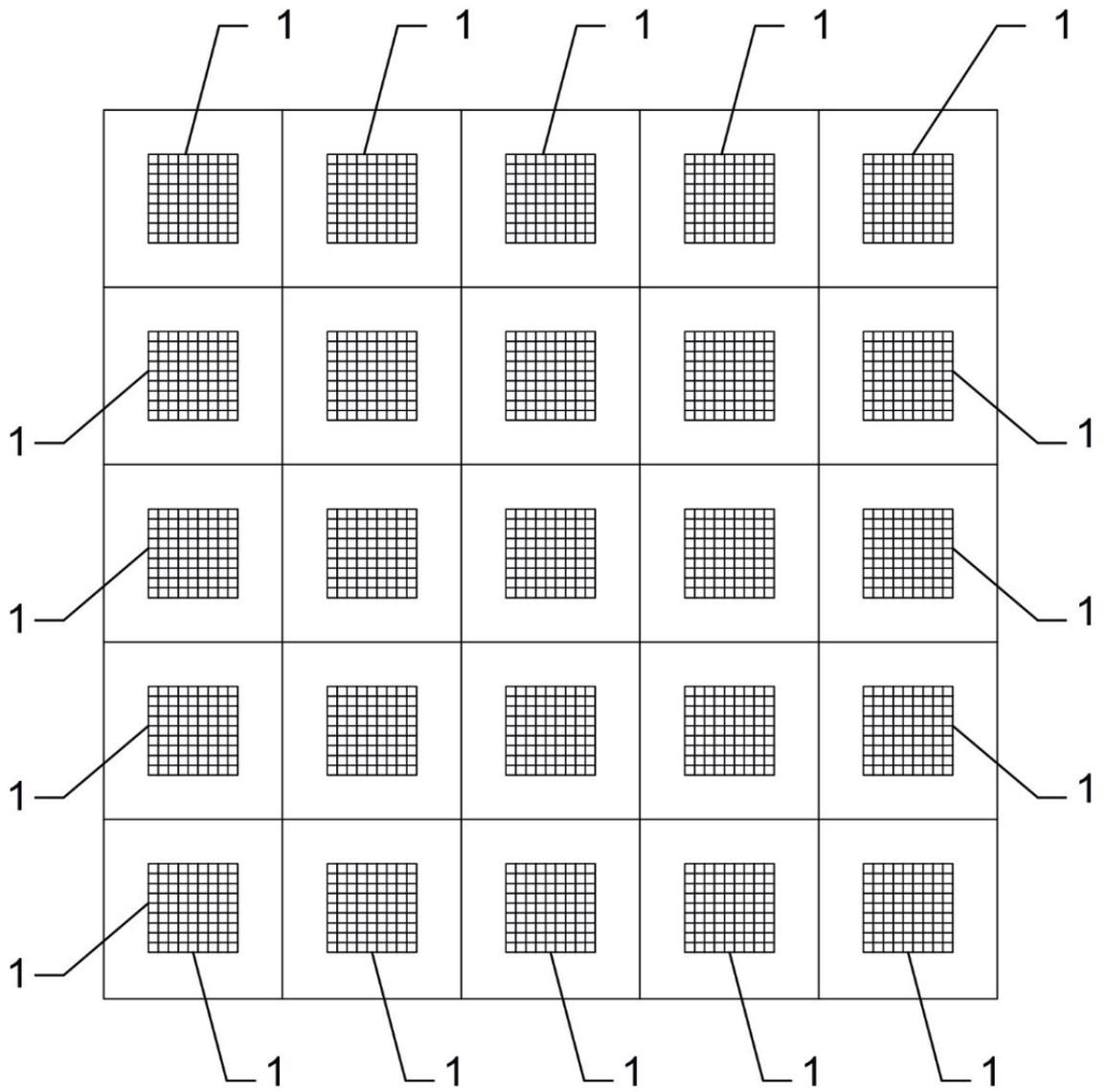


FIG.3

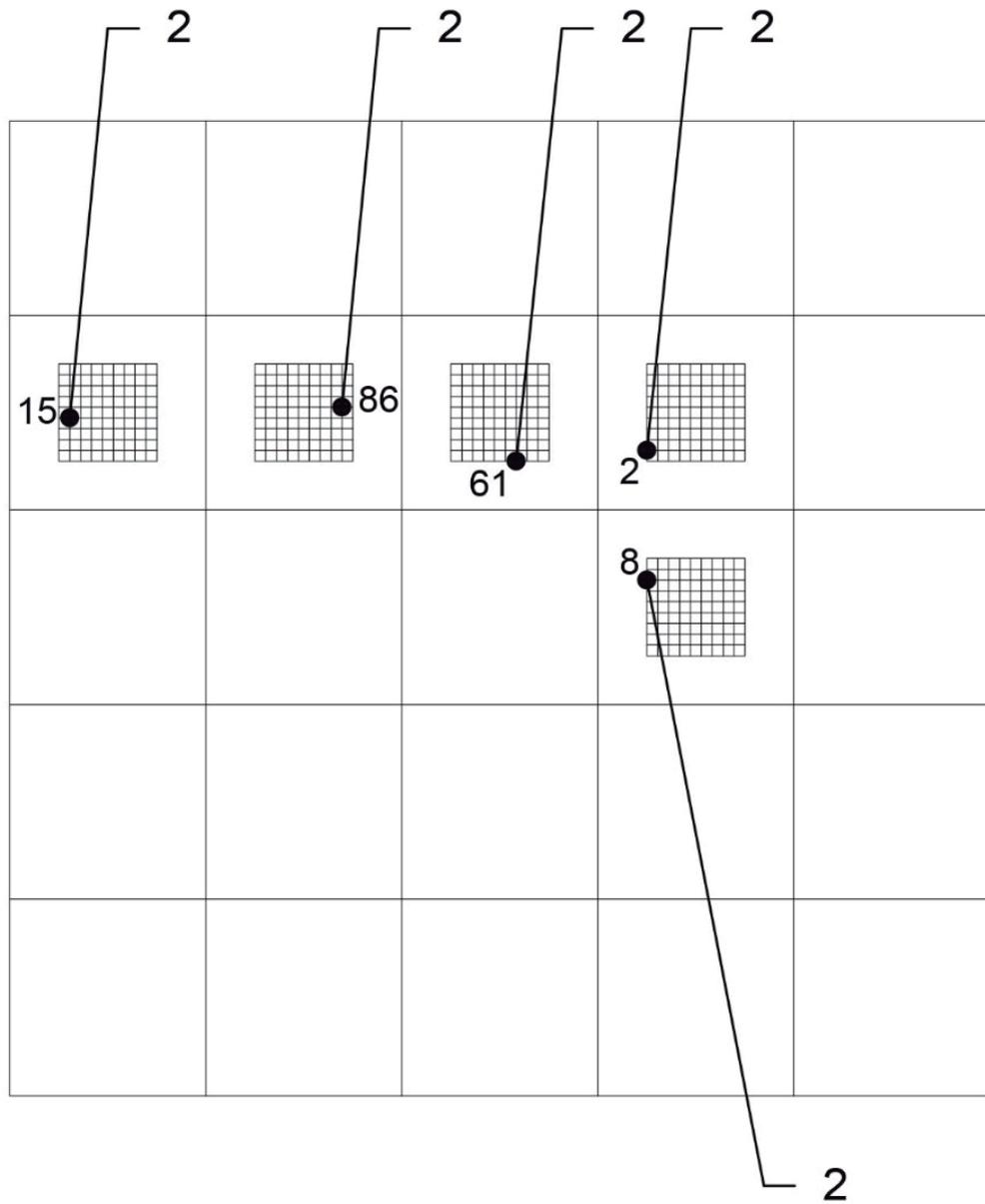


FIG.4

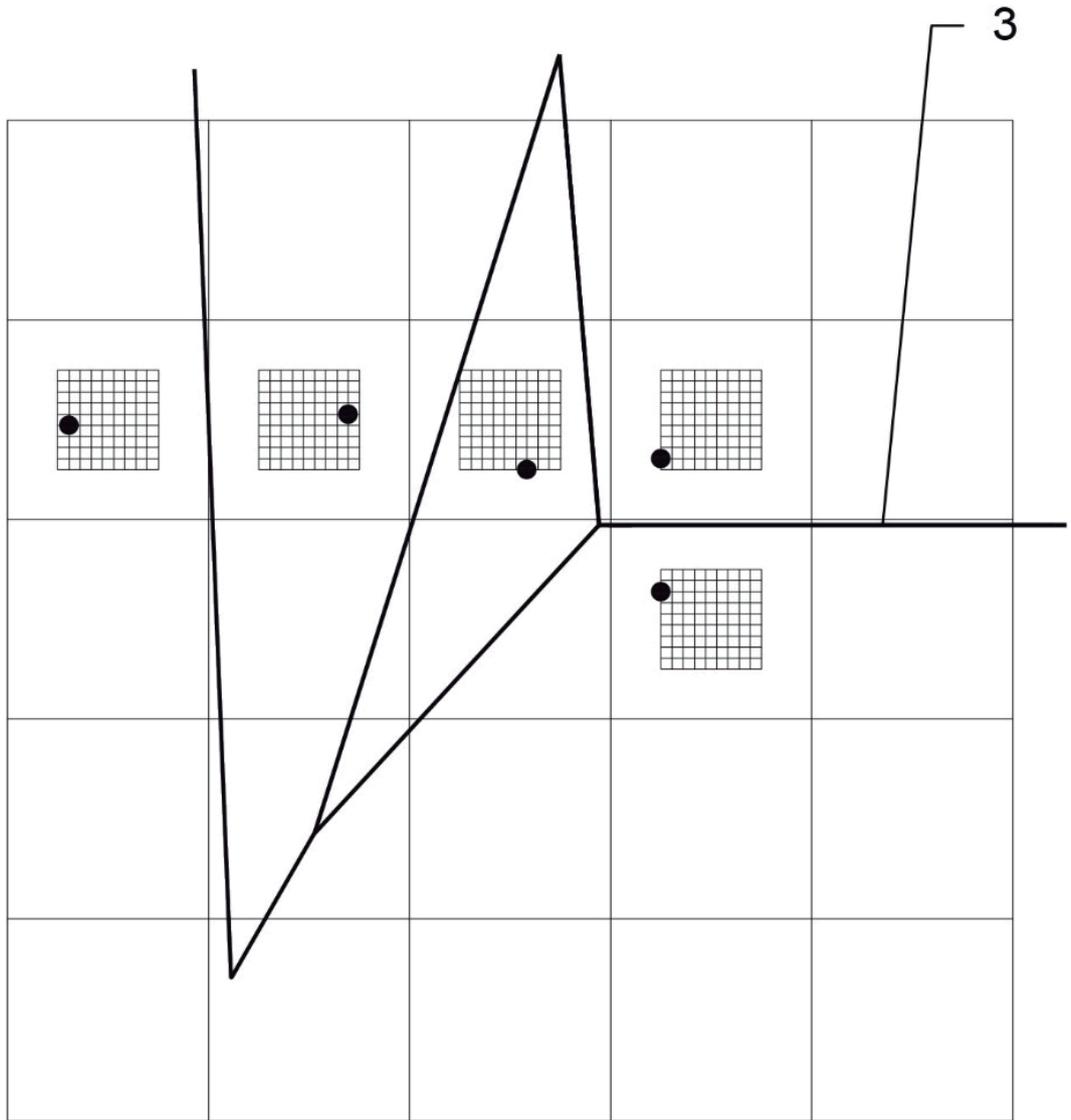


FIG.5

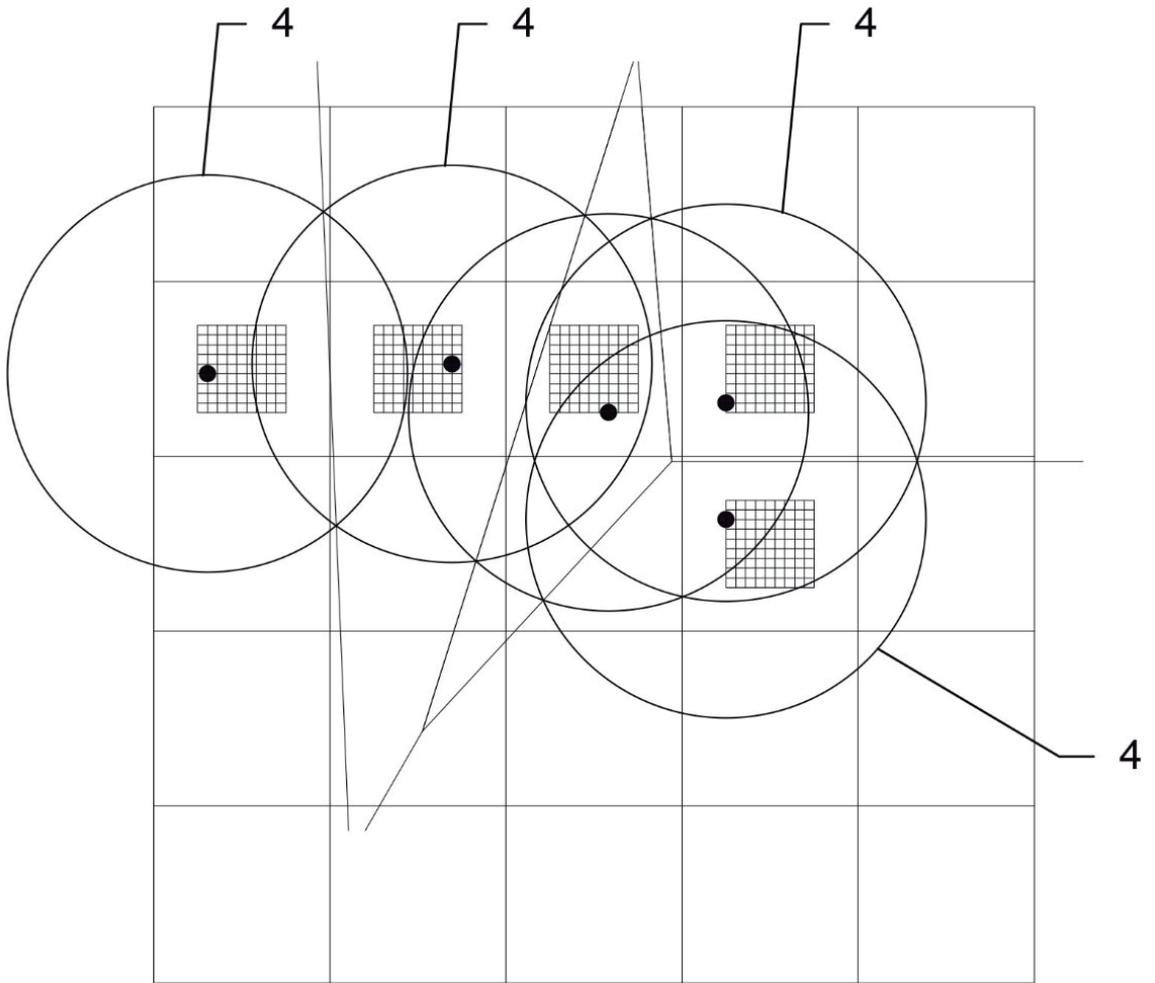


FIG.6

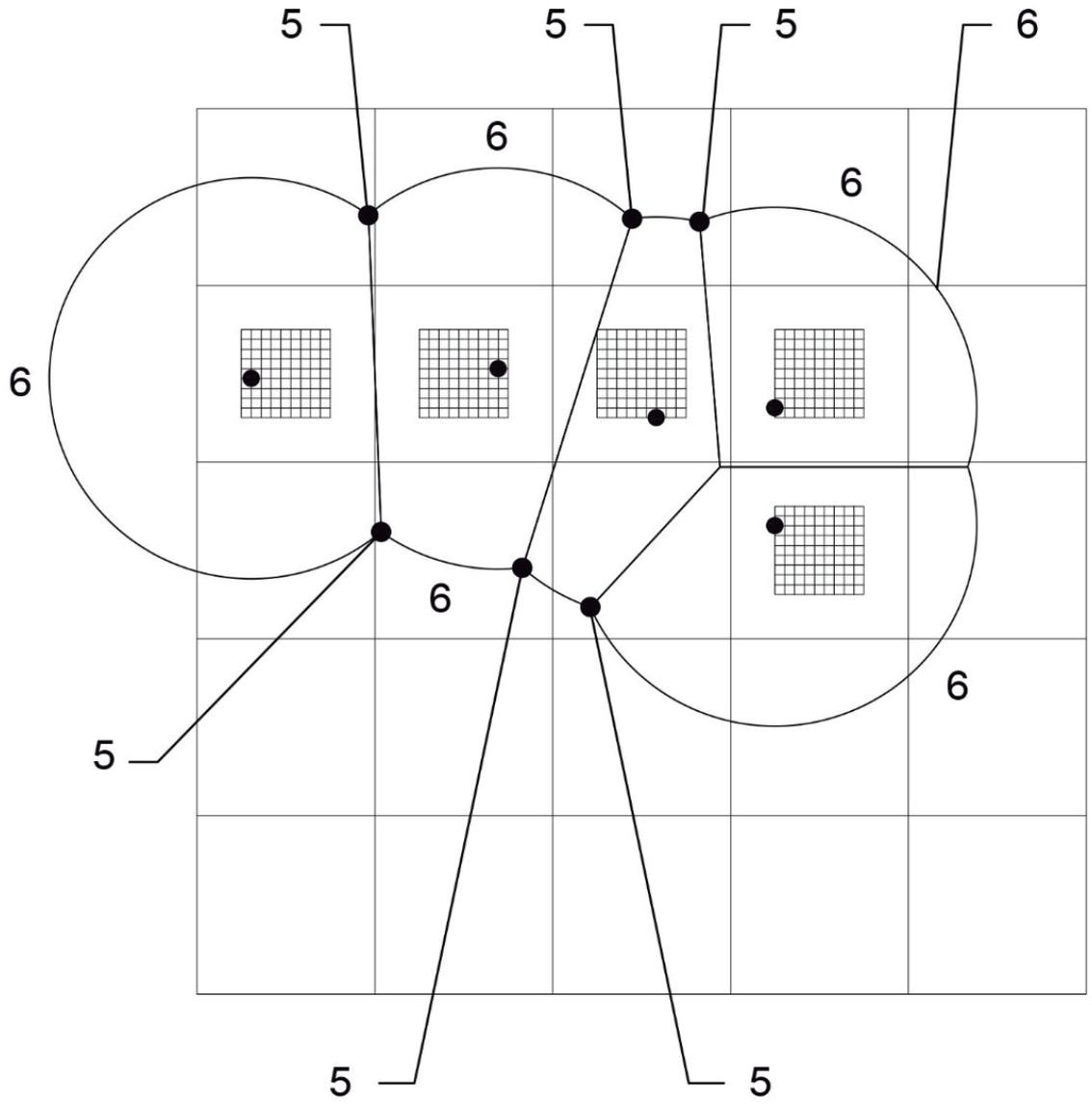


FIG.7

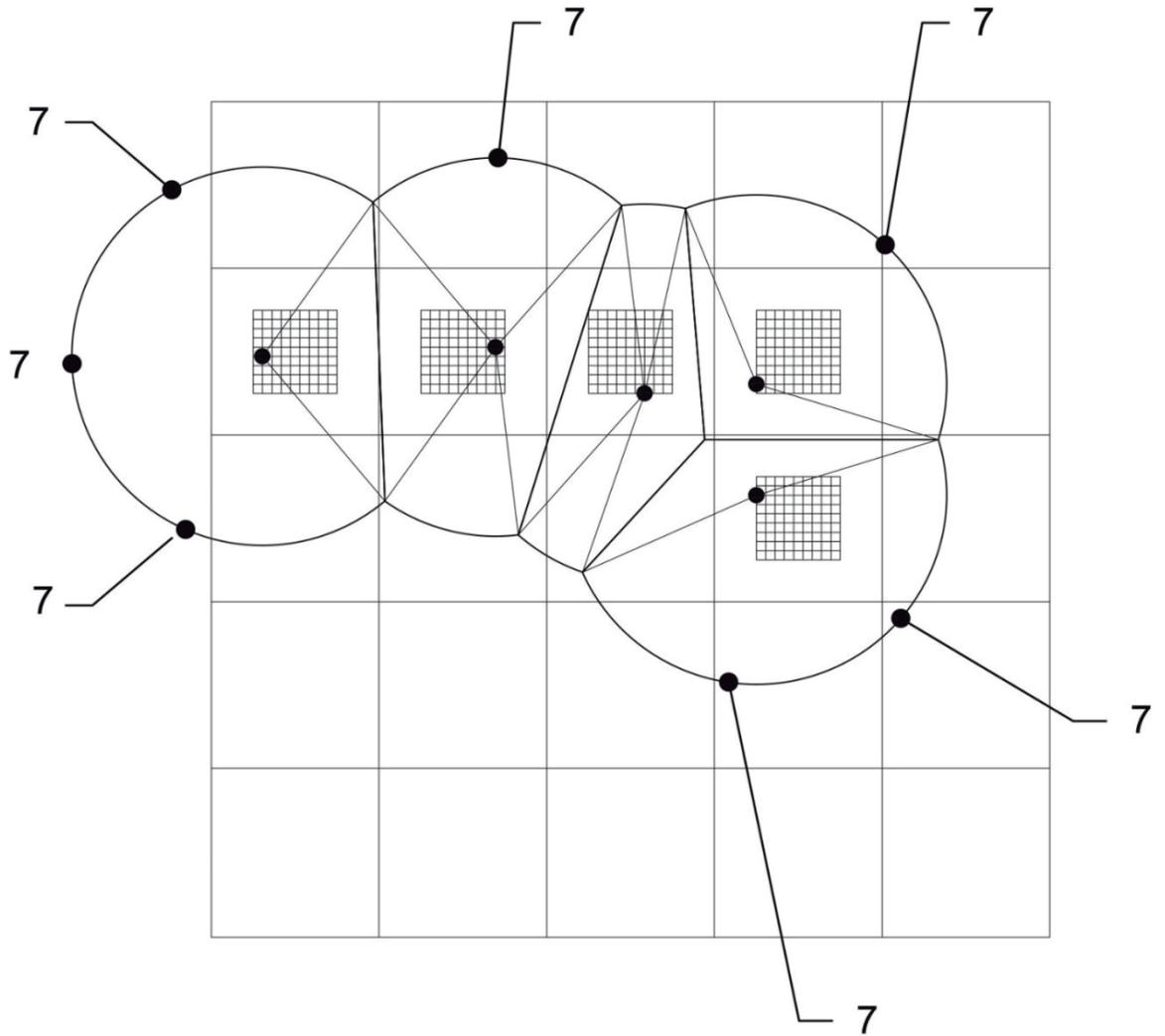


FIG.8

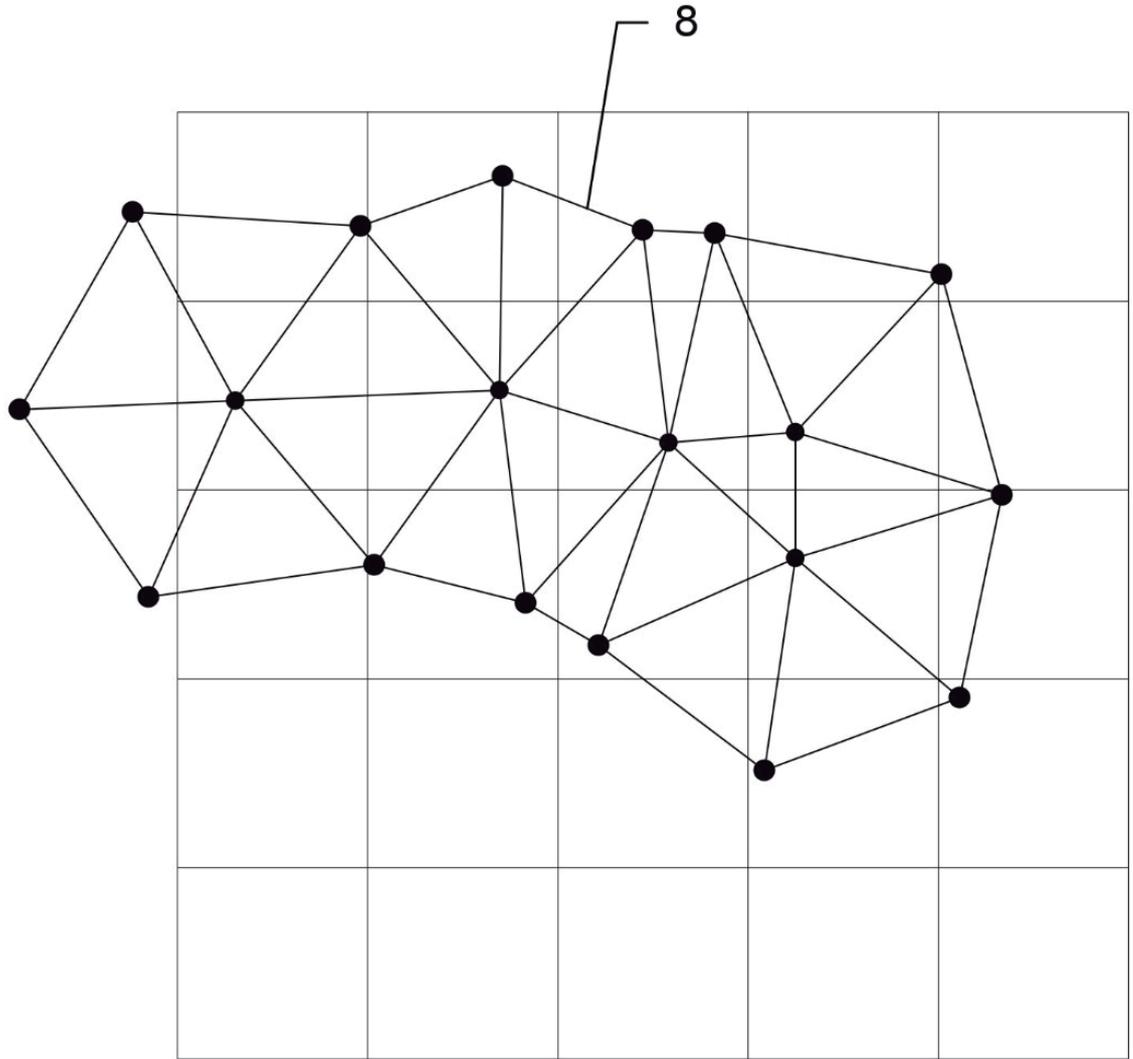


FIG.9

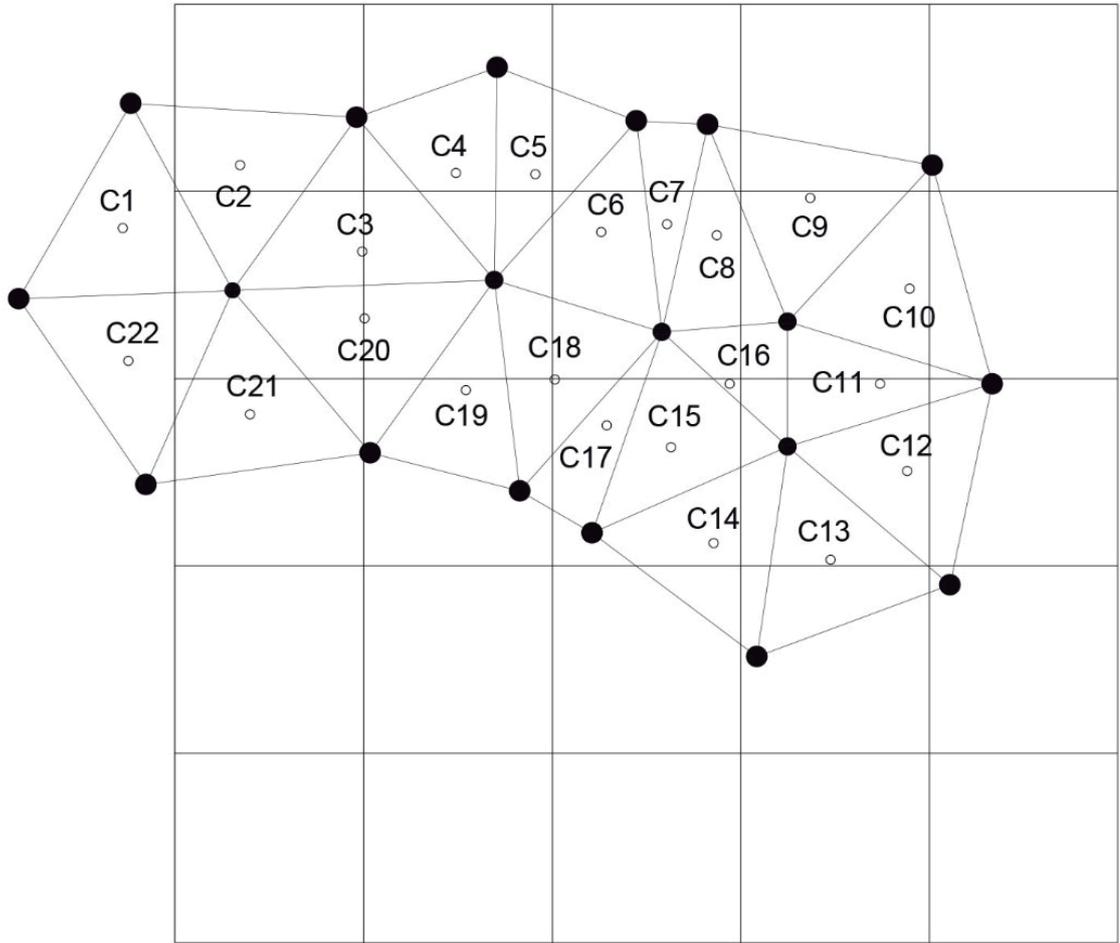


FIG. 10

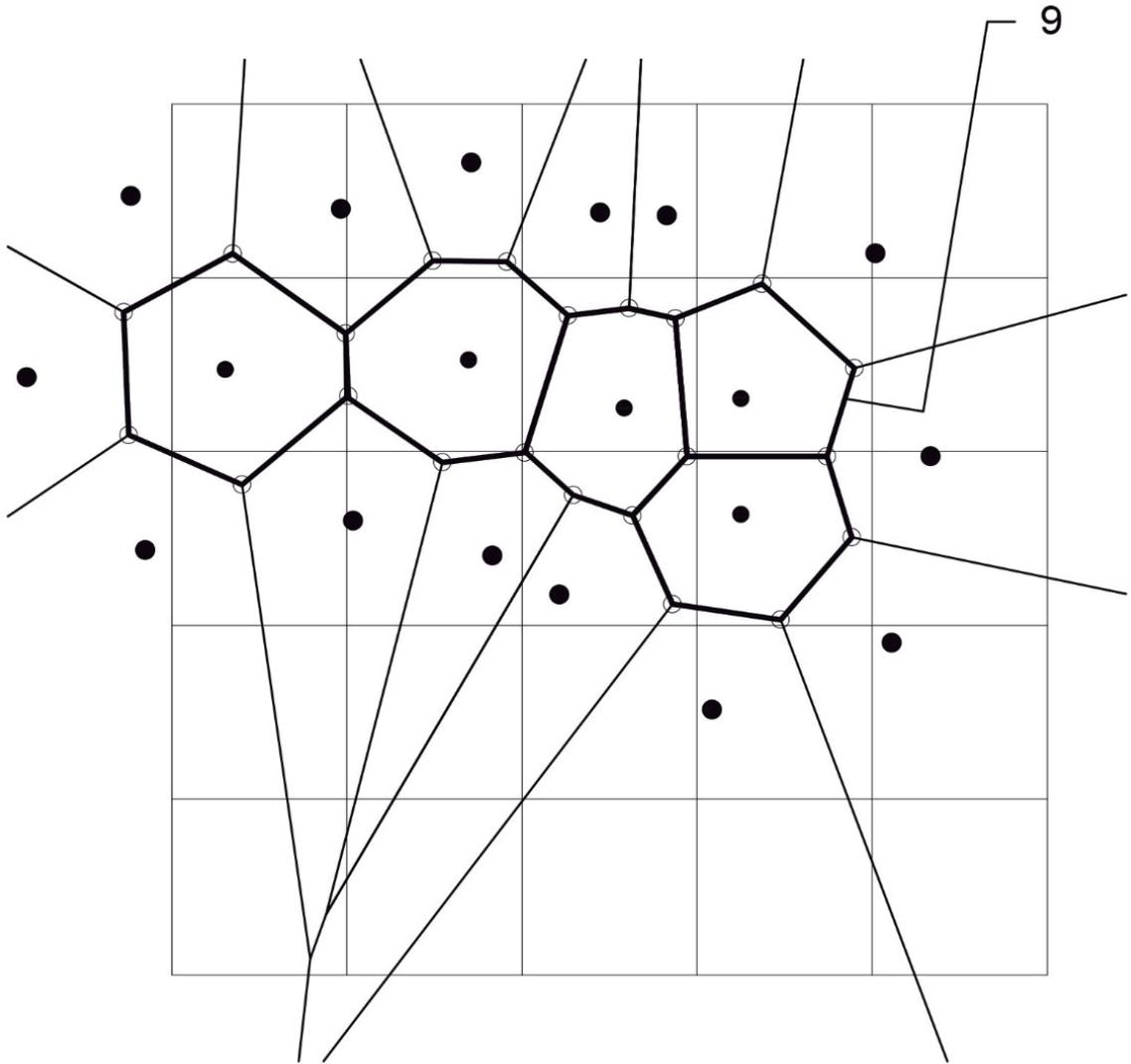


FIG.11

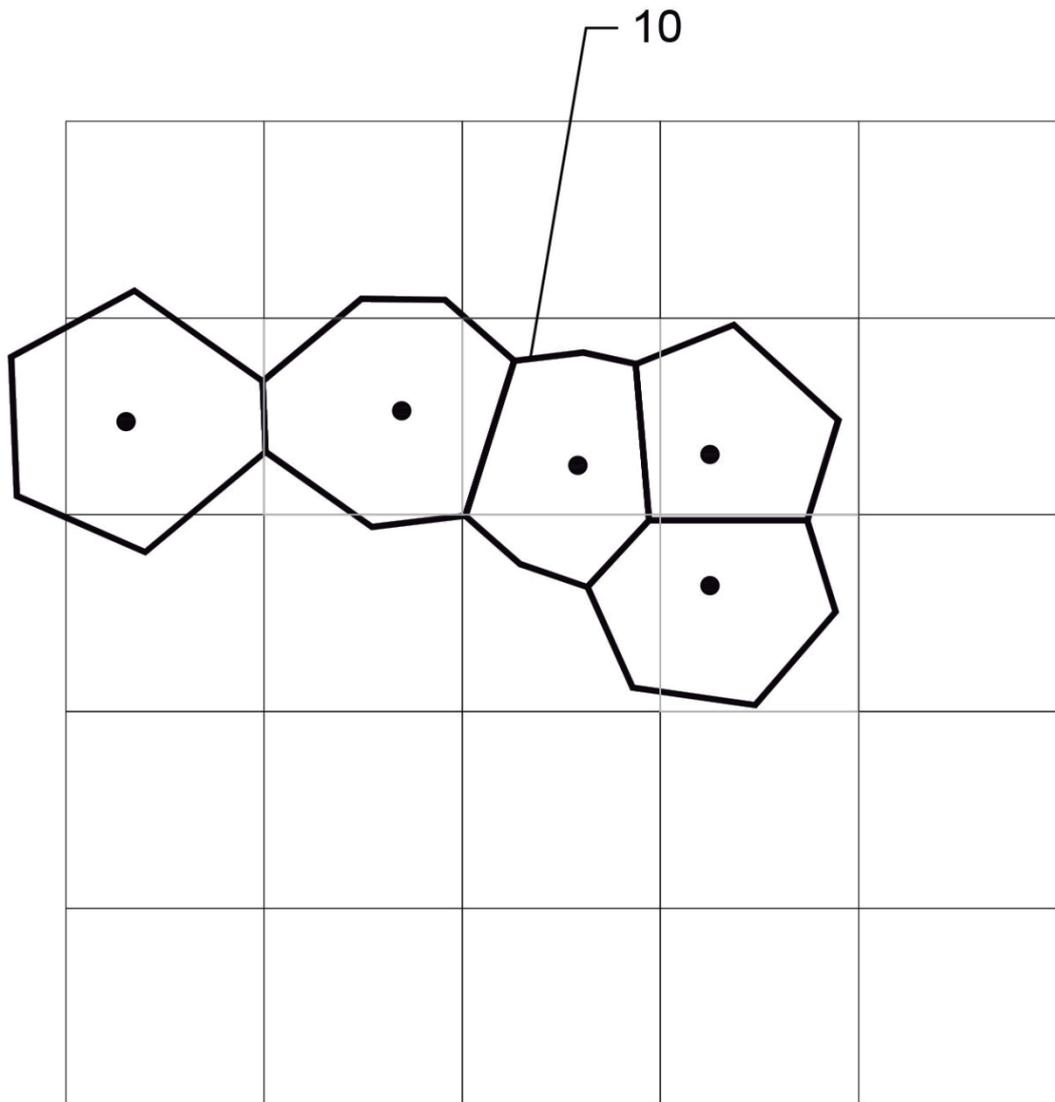


FIG. 12

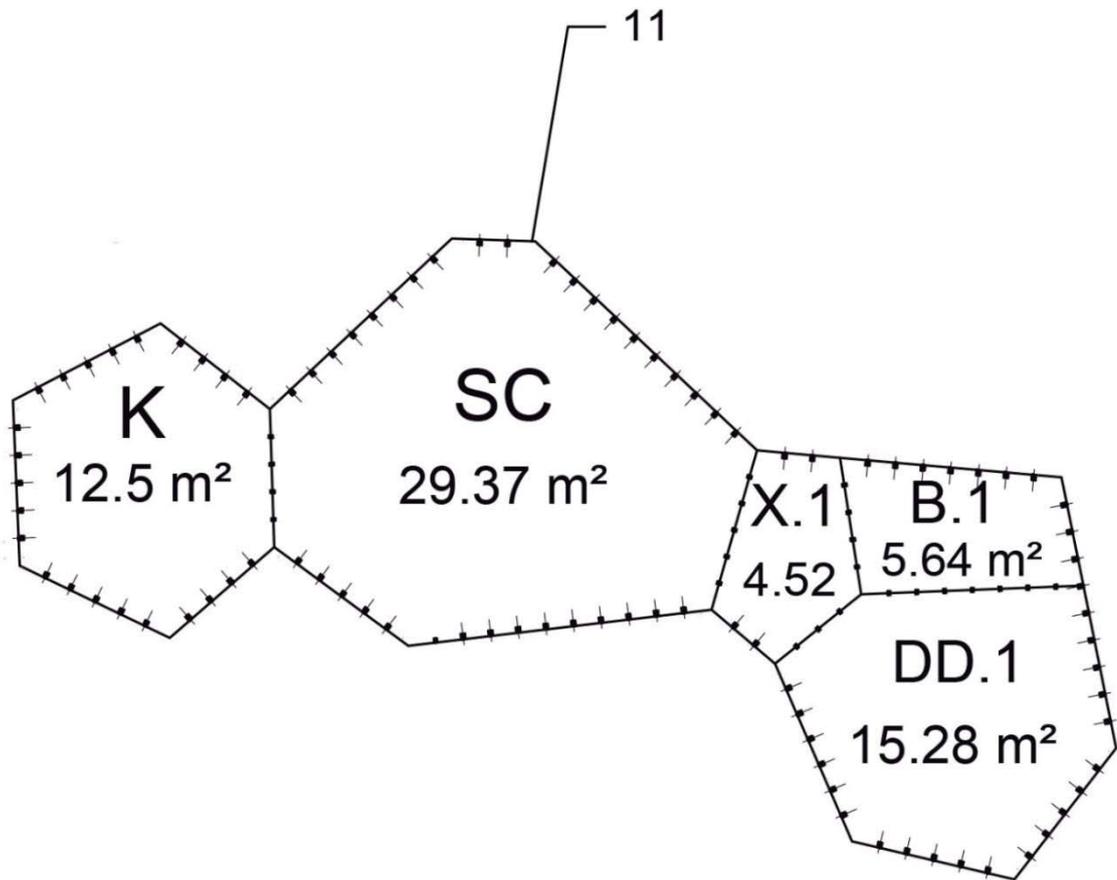


FIG.13

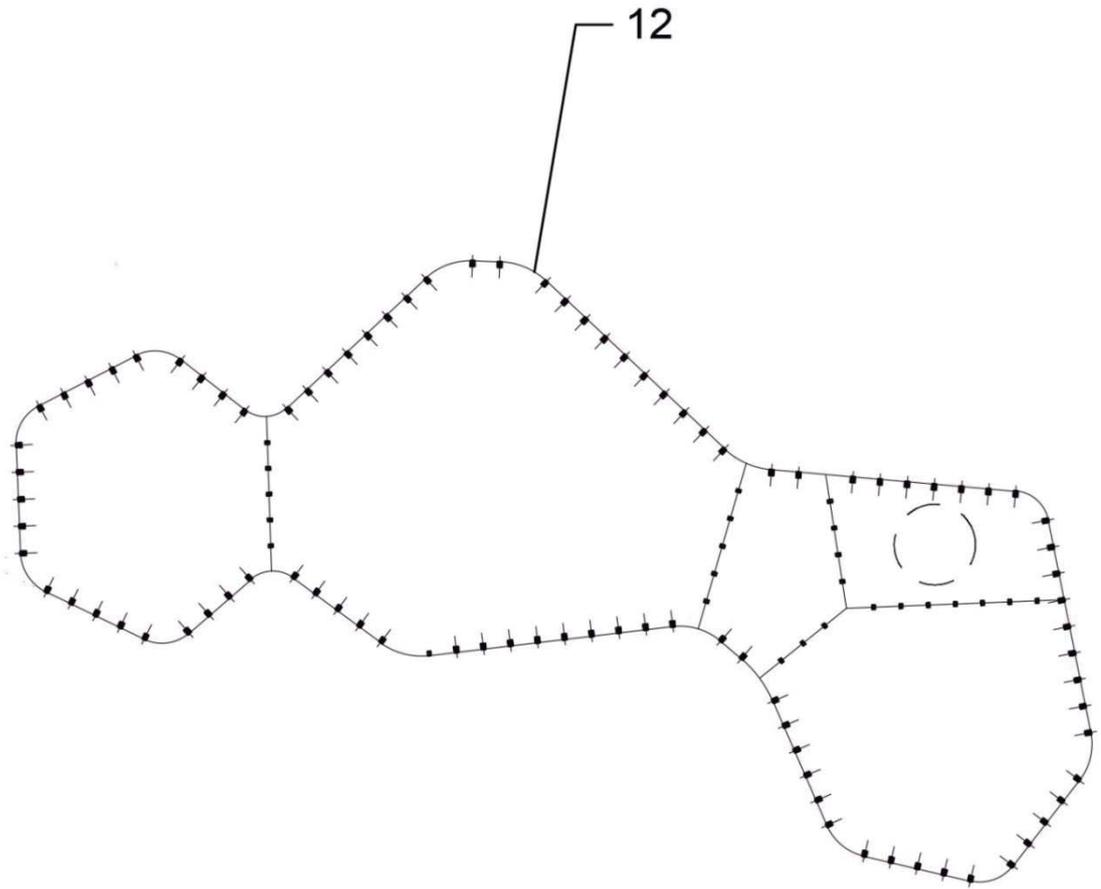


FIG.14

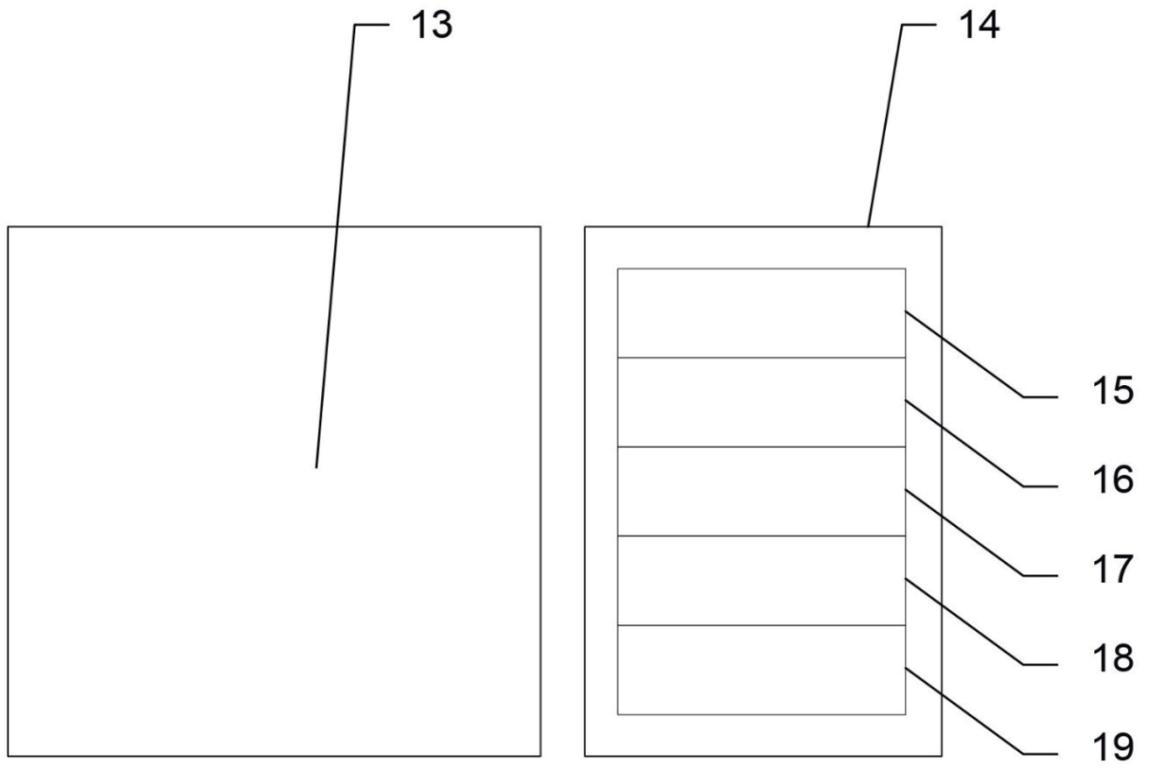


FIG.15

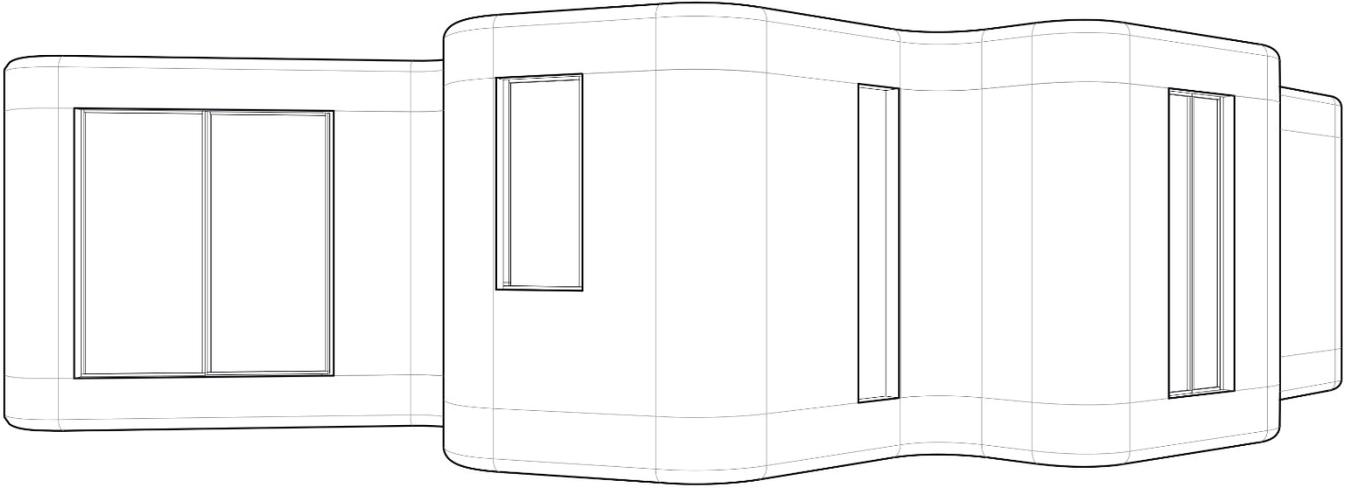


FIG.16



- ②① N.º solicitud: 201600779
②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.09.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06T17/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	BIOMIMETIC ARCHITECTURE. 05/05/2014 [en línea] Recuperado de Internet <URL: http://www.biomimetic-architecture.com/2011/matsys-design-voronoi-morphologies/http://www.evolu.us/architecture/voronoi-skyscraper/ >. todo el documento. Recuperado el 04/12/2017.	1-4
X	VORONOI DIAGRAMMING. 06/08/2016 [en línea] Recuperado de Internet <URL: https://flyingneongoats.wordpress.com/2014/03/14/voronoi-diagramming/ >. todo el documento. Recuperado el 04/12/2017].	1-4
X	VORONOI DIAGRAM WIKIPEDIA. 20/03/2016 [en línea] Recuperado de Internet <URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi_diagram >. todo el documento. Recuperado el 04/12/2017.	1-4
X	MUSEUM WARSAW. 22/04/2014 [en línea] Recuperado de Internet <URL: https://hannahruthkellett.wordpress.com/2012/02/09/warsaw-museum/ >. todo el documento. Recuperado el 04/12/2017.	1-4
X	ART SCHOOL DIGITAL ARCHITECTURE. 31/07/2015 [en línea] Recuperado de Internet <URL: http://dotstudio.com.ua/en/art-school-digital-architecture-kyiv/ > todo el documento. Recuperado el 04/12/2017.	1-4

Categoría de los documentos citados

- X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

- O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
04.12.2017

Examinador
M. Á. Pérez Quintana

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06T

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 04.12.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	BIOMIMETIC ARCHITECTURE. [en línea][recuperado el 04/12/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://www.biomimetic-architecture.com/2011/matsys-design-voronoi-morphologies/http://www.evolu.us/architecture/voronoi-skyscraper/ >	05.05.2014
D02	VORONOI DIAGRAMMING. [en línea][recuperado el 04/12/2017]. Recuperado de Internet <URL: https://flyingneongoats.wordpress.com/2014/03/14/voronoi-diagramming/ >	06.08.2016
D03	VORONOI DIAGRAM WIKIPEDIA. [en línea][recuperado el 04/12/2017]. Recuperado de Internet <URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi_diagram >	20.03.2016
D04	MUSEUM WARSAW. [en línea][recuperado el 04/12/2017]. Recuperado de Internet <URL: https://hannahruthkellett.wordpress.com/2012/02/09/warsaw-museum/ >	22.04.2014
D05	ART SCHOOL DIGITAL ARCHITECTURE. [en línea][recuperado el 04/12/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://dotstudio.com.ua/en/art-school-digital-architecture-kyiv/ >	31.07.2015

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento **D01** se considera el estado de la técnica más cercano al objeto técnico del documento base. De acuerdo con la reivindicación independiente R1, en D01, que divulga un procedimiento automático de obtención de un diagrama base de perímetro general de planta y de espacios caracterizados por su uso, se encuentran las siguientes características técnicas (las referencias en paréntesis corresponden a D01):

- definir una serie de puntos base primarios mediante la selección de al menos un punto esencial central (ver figuras);
- realizar una primera triangulación uniendo los puntos base primarios, de tal manera que define una primera red de triángulos (ver figuras);
- calcular los respectivos circuncentros de cada triángulo de la primera red de triángulos (ver figuras)
- definir una serie de líneas perpendiculares a los lados de cada triángulo de la primera red de triángulos donde dichas líneas perpendiculares pasan por cada respectivo circuncentro del respectivo triángulo de la primera red de triángulos (ver figuras);
- generación de una serie de polígonos cerrados mediante la unión de los respectivos circuncentros de cada triángulo (ver figuras);
- ajustar las áreas de los polígonos cerrados mediante la modificación de la longitud de los lados o la posición de vértices, generando de esta manera el diagrama base de perímetro general de planta y perímetros de los espacios caracterizados por su uso de un edificio (ver figuras).

Todas las fases mencionadas previamente se corresponden con el proceso conocido para la aplicación del diagrama de Voronoi, y consecuentemente con Delaunay.

Así, las diferencias entre D01 y R1, residen en la utilización de matrices y de circunferencias concéntricas, en R1. La asignación en el espacio de una serie de áreas caracterizadas por su uso, es ampliamente conocida en el estado de la técnica. Así como el hecho de utilizar una matriz y sus correspondientes submatrices como base para dicha asignación, es una opción de diseño de la que no se deriva ningún efecto técnico sorprendente en el experto en la materia.

Del mismo modo, la utilización de circunferencias concéntricas exteriores para la generación de nuevos puntos, para conseguir el crecimiento del diagrama, es ampliamente conocida en el estado de la técnica, como aparece en D03; por otro lado, la concreción de un diámetro, es una mera opción de diseño de la que tampoco se deriva ningún efecto técnico inesperado en el experto en la materia.

En consecuencia, la invención definida en la reivindicación independiente 1 puede ser considerada obvia para un experto en la materia y **carecería de actividad inventiva** en base a lo divulgado en D01, conforme con el artículo 8.1 de la LP.

Con respecto a las reivindicación 2, como se ha concretado respecto a R1, la utilización de una matriz y las correspondientes submatrices para situar en sus celdas una serie de puntos (aleatorios) es una mera opción de diseño conocida en el estado de la técnica de la que no se deriva ningún efecto sorprendente para el experto en la materia.

Por tanto, la reivindicación 2 **no implica actividad inventiva** en base a lo divulgado en D01.

En cuanto a las reivindicaciones dependientes 3-4, el hecho de especificar una serie de divisiones de los arcos de circunferencia para la obtención o modificación, de unos puntos de referencia (puntos de base terciarios) en función del ángulo que conforman dichos arcos, con dependencia o independencia del ángulo que lo conforma, se considera nuevamente una mera opción de diseño de la que se deriva ningún efecto técnico inesperado para el experto en la materia.

En consecuencia, las reivindicaciones dependientes R2-R4 pueden ser consideradas obvias para un experto en la materia y **carecerían de actividad inventiva** en base a lo divulgado en D01, conforme con el artículo 8.1 de la LP.

Al igual que D01, el resto de documentos **D02-D05** se basan en la aplicación del diagrama de Voronoi y la triangulación de Delaunay, para la obtención del perímetro general de la planta y de los distintos espacios caracterizados por su uso, tanto en 2D como en 3D.