

PATENTE DE INVENCION

**TITULO: APARATO Y SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES
AUTO-SOPORTADAS**

RESUMEN

Aparato formado por piezas con ensambles machihembrados y el sistema para construirlas. Las piezas tienen la forma que resulta de la integración de métodos de geometría computacional con procedimientos de diseño geométrico de estructuras espaciales que aproximan la esfera y otras superficies cuadráticas. El aparato y el sistema constructivo se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones que va desde nuevos rompecabezas tridimensionales, hasta estructuras complejas satelitales y construcciones espaciales auto-soportadas que no requieren herramientas para su ensamble.

DESCRIPCION DE LA PATENTE

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Como parte de mi experiencia en proyectos ecológicos para regiones apartadas, de países en vías de desarrollo, identifiqué la necesidad de refugios y soluciones habitables para las víctimas de las inundaciones y para lugares apartados en riesgo de inundación o con dificultades de transporte.

Después de varios análisis académicos pude concluir que las soluciones habitables ideales para estos casos, deben ser:

- Tan livianas que puedan flotar.
- Tan resistentes que puedan soportar las inclemencias del clima.
- Tan fáciles de construir que no requieran tecnología ni equipos sofisticados.
- Tan económicas que estén al alcance de comunidades damnificadas y de recursos escasos.
- Tan prácticas y durables que se puedan usar en forma temporal o permanente.

Al investigar las construcciones y tecnologías existentes, pude comprobar que algunas podían cumplir con parte de estos requisitos, pero ninguna podía cumplir con todos a la vez. Existen embarcaciones y plataformas diseñadas para navegar o soportar pesadas estructuras y por lo tanto son complejas y costosas. También existen estructuras livianas como las carpas que son económicas y útiles a corto plazo pero que no son habitables una vez superada la emergencia y son vulnerables ante nuevas calamidades. En países desarrollados existen lujosas viviendas flotantes que utilizan alta tecnología y costosos recursos. En países en vías de desarrollo hay algunas construcciones livianas pero inseguras y poco resistentes a las adversidades climatológicas.

Todo lo anterior orientó mi invención de un aparato, una construcción flotable y un sistema constructivo de estructuras espaciales auto-soportadas, que cumplen con todos los requisitos para los casos mencionados y que además pueden ser utilizados en otras aplicaciones.

Para analizar el sistema constructivo desarrolle un prototipo a escala que se constituyó en el mejor ejemplo de las varias aplicaciones del aparato que estoy presentando, porque se puede usar como rompecabezas tridimensional y como ayuda didáctica para explicar el sistema constructivo. Para facilitar esta presentación empezaré por el aparato en su forma de rompecabezas que es un caso particular y que en este caso sirve para ayudar a explicar las innovaciones.

ESTADO DEL ARTE

El estado de la técnica de esta invención se enmarca en el conocimiento generalizado de la geometría clásica, el diseño geométrico de estructuras espaciales que aproximan la esfera y la actualización de métodos antiguos de empalme. Son bien conocidos, los procedimientos para el diseño de este tipo de estructuras, los cuales se basan en la subdivisión de una cara del icosaedro o cualquier otro poliedro elegido como base y la proyección gnomónica de la partición resultante sobre la esfera, propagando las caras así generadas al resto de la esfera mediante operaciones de simetría. Este invento logra la integración de todos esos elementos mediante el uso de programas tridimensionales de computación.

Este invento presenta mejoras sustanciales a los rompecabezas tridimensionales de las patentes existentes: US3578331 A, US3691704 A y EP1371401A1 así como a de los sistemas constructivos de las patentes relacionadas existentes: US4009543, US3203144, US4729197, US4907382, US5628154A, y US4625472.

DESCRIPCION

El aparato es un sólido que se arma a partir de elementos auto-ensamblables. Como se puede ver en la primera página de las figuras donde el aparato puede ser un sólido hueco como el rompecabezas tridimensional esférico de la figura 1, o también una estructura espacial auto-soportada que utiliza el sistema constructivo que se describe más adelante en las figuras de las páginas segunda tercera, cuarta y quinta. El aparato está constituido por una variedad de estos elementos, que llamamos piezas (o "fichas" en el caso del rompecabezas). Las piezas tienen forma de casquete esférico fig.2 de base triangular 20 con elementos de ensamble machihembrados 26 y 28. Cada pieza a de la figura 7, b de la figura 6 y c de la figura 7, es un sólido con los elementos de la fig.2: de base plana triangular 20, con laterales planos 22, en ángulo con respecto a la base 20 y a la superficie esférica 24. Todas las piezas tienen "juntas" o elementos de ensamble cónico-trapezoidales en forma de cola de milano, que pueden ser macho 26 o hembra 28, los cuales se ensamblan con sus pares para lograr uniones más fuertes que en los rompecabezas o las estructuras tradicionales. Las piezas se ensamblan mediante las juntas uniéndose por los bordes para lograr formas más complejas como pentágonos fig.3 y hexágonos fig.4 arqueados que al unirse forman cúpulas o domos. De la misma manera se pueden ensamblar las cúpulas para formar volúmenes que aproximen a la esfera. Al ensamblarse todas las piezas en la forma adecuada se obtiene un volumen hueco cuya superficie exterior es esférica mientras que la superficie interior es geodésica o curva.

En el caso que el volumen final sea un globo geodésico, por ejemplo de frecuencia tres, (similar al balón de fútbol) sólo se necesitan tres piezas diferentes (a, b, y c) figs. 5, 6, y 7. Los grados de dificultad y el número de fichas aumentan si se produce de frecuencia más alta pero para el fabricante es cuestión de agregar muy pocos moldes adicionales.

En el caso del rompecabezas el área externa tiene una imagen continua que puede ser: un paisaje, una figura simétrica o representar un todo con la forma. Los triángulos del área geodésica del interior pueden ser de diferentes colores o pintados a voluntad aprovechando la forma perimetral similar. Todo lo anterior hace que la dificultad de armado sea diferente a la de los rompecabezas similares existentes. La forma de las piezas hace que sean de fácil fabricación porque se reducen a muy pocos elementos geométricos realmente diferentes fáciles de inyectar, fundir o imprimir en impresoras 3D

Como en los rompecabezas tradicionales los usuarios deben lograr la forma y el dibujo completo del exterior al hacer coincidir las formas o dibujos simétricos internos con los dibujos asimétricos externos, pero si los dibujos del exterior también son simétricos se logran resultados diferentes con las mismas fichas, porque en este diseño son intercambiables y pueden ensamblarse en diferentes posiciones para lograr diferentes alternativas de resultado, con los mismos elementos. Además estos rompecabezas pueden ser reales o virtuales porque los programas digitales que los producen se puede adaptar para hacer juegos electrónicos o para ser usados en línea.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Lo primero que se hace es un diseño asistido por computador, que sigue los pasos que se pueden ver en las ilustraciones anexas. Cada parte del aparato (página 3) resulta de hacer coincidir los vértices de los triángulos geodésicos de un icosaedro con los puntos de la proyección gnomónica sobre la esfera circunscrita, para generar un boceto o templete sobre un plano fig.10 al cual le agregamos unas guías triangulares para lograr el perfil de cada elemento (o ficha en el caso del rompecabezas) Todas las aristas de este perfil o perímetro se proyectan al centro de la esfera circunscrita fig. 11 para formar un volumen cónico fig. 12 del cual tomamos la parte superior fig. 13 al cortarlo a la forma y dimensión final deseada: La pieza o elemento básico fig. 14.

Siguiendo el mismo sistema se construye una variedad de piezas, mediante el uso del programa que generó el elemento básico, con solo cambiar sus parámetros de acuerdo con los volúmenes deseados. En el caso del ejemplo (esfera geodésica de frecuencia tres) es suficiente con copiar el templete o perfil de la fig.1, editar y cambiar las dimensiones de los lados para obtener los perfiles de todas las piezas necesarias, que en este caso son tres y se ven en la página 4 donde en la fig.15 tiene el perfil de un triángulo isósceles cuyos lados iguales son de longitud "C" y se pueden empalmar para producir hexágonos de la misma manera que el de la fig.16, con la única diferencia que este último tiene un acople macho adicional 26 en la cara "B" el cual va a servir para unir el conjunto al pentágono que se forma por el ensamble de los triángulos isósceles de la fig.17, al unirse por sus lados de longitud "A". Las fichas obtenidas de esta manera se ensamblan como muestra la figura 18 y cada una de ellas a su hexágono o pentágono correspondiente en la figura 19. Una vez acopladas las fichas (180 en el caso del ejemplo)

se logra el volumen final (una esfera en el ejemplo) que puede tener imágenes como en la de la figura 19. Estos archivos se envían a una impresora 3D. Para hacer prototipos.

En el caso del rompecabezas del ejemplo se imprimieron (en impresora 3D) sesenta de cada una de las fichas diferentes, se ensamblaron las 180 resultantes y se obtuvo la esfera.

Para otros sistemas geométricos que aproximan a la esfera el método constructivo es el mismo y se pueden lograr resultados más complejos, como en el caso de la construcción flotable (fig.9), en el cual en vez de fichas se construyen paneles geodésicos combinados con otras geometrías. Por ejemplo en el caso que el volumen final incluya un domo 30 geodésico de frecuencia tres (como en el rompecabezas), sólo se necesitan tres moldes diferentes que se construyen como las imágenes inversas y ampliadas de las fichas del rompecabezas (figura 21). Estos moldes se usan para formar material fundido que puede ser concreto liviano o materiales plásticos o esponjosos.

Otro ejemplo de aplicación del aparato de este invento es la "Construcción Flotable" 31 que consta de un cuerpo habitable con pilares deslizables 31 en una base flotadora y pilares anclados en tierra firme 32.

El cuerpo habitable se logra mediante la utilización de los moldes antes descritos para la producción de paneles livianos, fáciles de producir, transportar y ensamblar. En caso de inundación este conjunto puede subir con el nivel del agua sin salirse de su entorno gracias al mecanismo combinado de mástiles 32 anclados y móviles 33. Al pasar la inundación el conjunto ocupará su ubicación original en tierra firme. El objetivo es resistir el mal tiempo siendo flexible con la inundación. Las instalaciones en conexión con tierra firme tales como vía de acceso y servicios domiciliarios, son flexibles para acompañar los movimientos de la estructura.