

REIVINDICACIONES

1. Estructura de marcos espaciales compuesta por barras y nodos, para resistir cargas estáticas y dinámicas. La agrupación mínima de barras y nodos conforma un módulo básico compuesto por los siguientes elementos y características:
 - a. Barras: Barras perimetrales (3) que conforman la figura de un cubo; barras interiores (1) que conforman la figura de un cuadrado, ubicado en el centro geométrico del cubo; y barras con posición diagonal (2), se ubican en el interior del cubo y conectan a las barras perimetrales (3) con las barras interiores (1).
 - b. Nodos: Nodos articulados con 6 grados de libertad ubicados en las uniones perimetrales; y nodos empotrados con 0 grados de libertad, ubicados en las uniones al interior del módulo básico.
2. Partiendo de la reivindicación 1, con la repetición en el espacio del módulo básico de la estructura sobre los ejes X, Y y Z, se generan marcos espaciales para la fabricación de columnas, estructuras para muros, vigas, estructuras para placas y estructuras para cubiertas.
3. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras perimetrales (3) se caracteriza por:
 - a. Las barras (3) se ubican perimetralmente confinando la estructura.
 - b. Las barras perimetrales (3) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, cada uno de los cuales se conecta a un nodo articulado (4) (5) (6).
 - c. La longitud de las barras perimetrales (3) corresponde a $L=1$.
 - d. Entre las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 90° .
 - e. El ángulo que se genera entre las barras perimetrales (3) y las barras con posición diagonal (2) es de 56° , el cual podrá variar en un rango entre 48° a 62° .
4. Partiendo de la reivindicación 3, las barras perimetrales (3) pueden ser remplazadas por tensores.
5. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras interiores (1) se caracteriza por:
 - a. Se agrupan cuatro barras (1) conformando una figura cuadrada que se ubica al interior del módulo básico, en el centro geométrico de éste.
 - b. Las barras interiores (1) son elementos longitudinales que se conectan por medio de nodos rígidos (8) (9) a las barras con posición diagonal (2).
 - c. La longitud de las barras interiores (1) corresponde a $0,2L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,1L$ y $0,8L$.
 - d. Entre las barras interiores (1) se genera un ángulo de 90° , y podrá variar en un rango entre 40° a 140° .
 - e. El ángulo que se genera entre las barras interiores (1) y las barras con posición diagonal (2) es de 122° , el cual podrá variar en un rango 95° a 160° .

6. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras con posición diagonal (2) se caracteriza por:
 - a. En un módulo básico existen ocho barras (2) con ubicación diagonal con respecto a las barras perimetrales (3), que se conectan en los extremos a las barras (1) y a las barras (3).
 - b. Las barras diagonales (2) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, unos de los cuales se conecta a nodos articulados (4) (5) (6), mientras el otro extremo se conecta a nodos rígidos del interior (8) (9).
 - c. La longitud de las barras con posición diagonal (2) corresponde a $0,75 L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,6L$ a $0,8L$.
 - d. Entre las barras con posición diagonal (2) se genera un ángulo de 83° que podrá variar en un rango entre 88° a 170° .
 - f. Entre las barras con posición diagonal (2) y las barras interiores (1) se genera un ángulo de 122° , y podrá variar en un rango entre 95° a 160° .
 - g. Entre las barras con posición diagonal (2) y las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 56° , y podrá variar en un rango entre 50° a 85° .
 - h. Para su fabricación las barras con posición diagonal (2) se pueden agrupar en conjuntos de dos unidades de estos elementos, para conformar una sola pieza.
7. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (4) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (4) se ubican en las esquinas de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales y sirven para interconectar al mismo tiempo los extremos (10) de tres barras perimetrales (3) y el extremo (11) de una barra con posición diagonal (2).
 - b. Los nodos articulados (4) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (4) pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
8. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (5) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (5) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar al mismo tiempo los extremos (10) de dos barras perimetrales (3) y los extremos (11) de dos barras con posición diagonal (2).
 - b. Los nodos articulados (5) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (5) pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
9. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (6) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (6) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar los extremos (11) de cuatro barras diagonales (2).
 - b. Los nodos articulados (6) poseen 6 grados de libertad.

- c. Los nodos articulados (6) pueden variar en su forma, pero la función y el número de barras que conectan se mantiene.
 - d. Para lograr la unión de los extremos (11) de ocho barras (2) en una misma unión, se deben emplear dos nodos articulados (6) unidos entre sí.
10. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos rígidos se caracterizan por:
- a. Los nodos rígidos unen a las barras con posición diagonal (2) con las barras interiores (1)
 - b. Los nodos rígidos son uniones empotradas con 0 grados de libertad.
 - c. Los nodos rígidos conectan a los elementos (8) de las barras interiores (1) con los elementos (9) de las barras con posición diagonal (2).
 - d. Los nodos rígidos pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
11. Las estructuras de marcos espaciales reclamadas en las reivindicaciones 1 y 2, se pueden fabricar en los siguientes materiales:
- a. Metales
 - b. Fibras de origen vegetal
 - c. Polímeros y resinas

REIVINDICACIONES

1. Estructura de marcos espaciales compuesta por barras y nodos, para resistir cargas estáticas y dinámicas. La agrupación mínima de barras y nodos conforma un módulo básico compuesto por los siguientes elementos y características:
 - a. Barras: Barras perimetrales (3) que conforman la figura de un cubo; barras interiores (1) que conforman la figura de un cuadrado, ubicado en el centro geométrico del cubo; y barras con posición diagonal (2), se ubican en el interior del cubo y conectan a las barras perimetrales (3) con las barras interiores (1).
 - b. Nodos: Nodos articulados con 6 grados de libertad ubicados en las uniones perimetrales; y nodos empotrados con 0 grados de libertad, ubicados en las uniones al interior del módulo básico.
2. Partiendo de la reivindicación 1, con la repetición en el espacio del módulo básico de la estructura sobre los ejes X, Y y Z, se generan marcos espaciales para la fabricación de columnas, estructuras para muros, vigas, estructuras para placas y estructuras para cubiertas.
3. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras perimetrales (3) se caracteriza por:
 - a. Las barras (3) se ubican perimetralmente confinando la estructura.
 - b. Las barras perimetrales (3) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, cada uno de los cuales se conecta a un nodo articulado (4) (5) (6).
 - c. La longitud de las barras perimetrales (3) corresponde a $L=1$.
 - d. Entre las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 90° .
 - e. El ángulo que se genera entre las barras perimetrales (3) y las barras con posición diagonal (2) es de 56° , el cual podrá variar en un rango entre 48° a 62° .
4. Partiendo de la reivindicación 3, las barras perimetrales (3) pueden ser remplazadas por tensores.
5. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras interiores (1) se caracteriza por:
 - a. Se agrupan cuatro barras (1) conformando una figura cuadrada que se ubica al interior del módulo básico, en el centro geométrico de éste.
 - b. Las barras interiores (1) son elementos longitudinales que se conectan por medio de nodos rígidos (8) (9) a las barras con posición diagonal (2).
 - c. La longitud de las barras interiores (1) corresponde a $0,2L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,1L$ y $0,8L$.
 - d. Entre las barras interiores (1) se genera un ángulo de 90° , y podrá variar en un rango entre 40° a 140° .
 - e. El ángulo que se genera entre las barras interiores (1) y las barras con posición diagonal (2) es de 122° , el cual podrá variar en un rango 95° a 160° .

6. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, el grupo de elementos de barras con posición diagonal (2) se caracteriza por:
 - a. En un módulo básico existen ocho barras (2) con ubicación diagonal con respecto a las barras perimetrales (3), que se conectan en los extremos a las barras (1) y a las barras (3).
 - b. Las barras diagonales (2) son elementos longitudinales que poseen dos extremos, unos de los cuales se conecta a nodos articulados (4) (5) (6), mientras el otro extremo se conecta a nodos rígidos del interior (8) (9).
 - c. La longitud de las barras con posición diagonal (2) corresponde a $0,75 L$ con respecto a las barras perimetrales (3), y podrá variar en un rango entre $0,6L$ a $0,8L$.
 - d. Entre las barras con posición diagonal (2) se genera un ángulo de 83° que podrá variar en un rango entre 88° a 170° .
 - f. Entre las barras con posición diagonal (2) y las barras interiores (1) se genera un ángulo de 122° , y podrá variar en un rango entre 95° a 160° .
 - g. Entre las barras con posición diagonal (2) y las barras perimetrales (3) se genera un ángulo de 56° , y podrá variar en un rango entre 50° a 85° .
 - h. Para su fabricación las barras con posición diagonal (2) se pueden agrupar en conjuntos de dos unidades de estos elementos, para conformar una sola pieza.
7. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (4) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (4) se ubican en las esquinas de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales y sirven para interconectar al mismo tiempo los extremos (10) de tres barras perimetrales (3) y el extremo (11) de una barra con posición diagonal (2).
 - b. Los nodos articulados (4) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (4) pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
8. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (5) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (5) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar al mismo tiempo los extremos (10) de dos barras perimetrales (3) y los extremos (11) de dos barras con posición diagonal (2).
 - b. Los nodos articulados (5) poseen 6 grados de libertad.
 - c. Los nodos articulados (5) pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
9. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos articulados (6) se caracterizan por:
 - a. Los nodos articulados (6) se ubican en el perímetro de las estructuras generadas con el sistema de marcos espaciales, y sirven para interconectar los extremos (11) de cuatro barras diagonales (2).
 - b. Los nodos articulados (6) poseen 6 grados de libertad.

- c. Los nodos articulados (6) pueden variar en su forma, pero la función y el número de barras que conectan se mantiene.
 - d. Para lograr la unión de los extremos (11) de ocho barras (2) en una misma unión, se deben emplear dos nodos articulados (6) unidos entre sí.
10. Partiendo de los elementos reclamados en la reivindicación 1, los nodos rígidos se caracterizan por:
- a. Los nodos rígidos unen a las barras con posición diagonal (2) con las barras interiores (1)
 - b. Los nodos rígidos son uniones empotradas con 0 grados de libertad.
 - c. Los nodos rígidos conectan a los elementos (8) de las barras interiores (1) con los elementos (9) de las barras con posición diagonal (2).
 - d. Los nodos rígidos pueden variar en su forma, pero el número de barras que conectan se mantiene.
11. Las estructuras de marcos espaciales reclamadas en las reivindicaciones 1 y 2, se pueden fabricar en los siguientes materiales:
- a. Metales
 - b. Fibras de origen vegetal
 - c. Polímeros y resinas